

Esko Laitinen

Pääsähkönjakelun tehomitoitus suunnittelun alkuvaiheessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinööriytyö

9.5.2017

Tekijä Otsikko	Esko Laitinen Pääsähkönjakelun tehomitoitus suunnittelun alkuvaiheessa
Sivumäärä Aika	28 sivua + 2 liitettä 9.5.2017
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	sähköinen talotekniikka
Ohjaajat	insinööri Marcus Lindholm lehtori Jarno Nurmio
<p>Tämä insinöörityö käsittelee pääsähkönjakelujärjestelmän tehomitoitusta suunnittelun alkuvaiheessa. Työssä tarkastellaan kahden kohteen teholaskelmien laskettuja huipputehoja ja vertaillaan niitä kohteista todellisuudessa mitattuihin tehoihin. Tarkastelun tavoitteena on kiinnittää huomiota teholaskelmassa käytettyihin tasoituskertoimiin ja tutkia kertoimien arvoja. Työn tavoitteena on mitattujen ja laskettujen tehojen avulla tarkastella tasoituskertoimia ja saada tietoa käytetyistä tasoituskertoimista tulevaisuuden projektien teholaskelmien laatimiseen.</p> <p>Työn alussa on esitelty huipputehojen laskemiseen käytetyn teholaskelman laskentaperusteita sekä merkitystä pääsähkönjakelujärjestelmän mitoittamisessa. Tarkasteluosuudessa on esitelty kohteiden mittaustulokset ja vertailulaskelmien avulla tarkasteltu niitä teholaskelmassa laskettuihin huipputehoihin. Tarkastelun lopuksi on pohdittu käytettyjen tasoituskertoimien soveltuvuutta kohteiden teholaskelmiin.</p> <p>Työn lopputuloksena saatiin hyödyllistä tutkimustietoa kahden toteutuneen kohteen mitattujen ja suunnitteluvaiheen laskettujen tehojen vertailusta sekä teholaskelmissa käytetyistä tasoituskertoimista. Tarkastelua varten laadittiin Excel-taulukkopohja, jota voidaan käyttää tulevaisuudessa vastaavissa vertailuissa. Työn loppupäätelmiä voidaan käyttää tulevaisuuden projektien teholaskelmien tasoituskertoimien valinnassa, jotta vältetään pääsähkönjakelujärjestelmän ylimitoitukselta.</p>	
PerAvainsanat	pääsähkönjakelu, huipputeho, tasoituskerroin, teholaskelma

Author Title Number of Pages Date	Esko Laitinen The power dimensioning of the electricity main distribution system at the initial point of design 28 pages + 2 appendices 9 May 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	Electrical Engineering for Building Services
Instructors	Marcus Lindholm, Project Manager Jarno Nurmio, Senior Lecturer
<p>The goal of the bachelor's thesis was to collect information about the diversion factors for upcoming projects by comparing the values between calculated and measured powers.</p> <p>The final year project examined the peak power calculations of two buildings and compared the calculated results to those of actual power measurements. The comparison aimed at drawing attention to the diversion factors used in peak power calculations and to analyzing the values of the factors. The thesis looked into the basics of peak power calculations and discussed the significance of calculations for the dimensioning of an electricity main distribution system. Furthermore the measured values of the buildings were compared to the calculated values, and the suitability of the diversion factors for peak power calculations of the buildings was established. An Excel spreadsheet was created for the comparison.</p> <p>The result of the thesis was a useful collection of research data about measured power compared to peak power calculations and about the diversion factors in the peak power calculations. Furthermore, the Excel spreadsheet can be used in the future for similar comparisons. The selection of the diversion factors in new projects can be based to the conclusions of the thesis to avoid the overscaling of the main distribution system.</p>	
Keywords	main distribution system, peak power, diversity factor, power calculation

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Granlund Oy:n esittely	1
3	Huipputehon laskenta yleisesti	2
4	Tarkasteltavien kohteiden esittely	3
4.1	HUS Meilahden tornisairaala	3
4.2	Derby Business Park	4
5	Granlund Oy:n laskentamallin kuvaus	5
5.1	Alustava teholaskelma	5
5.2	Toteutussuunnitteluvaiheen teholaskelma	9
6	Mittaustulokset	11
6.1	Meilahden tornisairaala	12
6.2	Derby Business Park	13
6.3	Mittaustuloksien kokoaminen	14
7	Mittaustuloksien tarkastelu	16
7.1	Meilahden tornisairaala	16
7.2	Derby Business Park	20
7.3	Tasoituskertoimien tarkastelu	23
8	Yhteenveto	25
	Lähteet	28

Liitteet

Liite 1. Meilahden tornisairaalan vertailulaskelmat

Liite 2. Derby Business Park:in vertailulaskelmat

Lyhenteet

Huipputeho	Ilmaisee kuormitusten suurimman todellisen tehon. Kuormitusten ajallisesta vaihtelusta johtuen huipputeho on yleensä pienempi kuin liityntäteho
Jännitteen alenema	Kuormitusvirran kulkiessa kaapelia pitkin kuormituspisteelle, kuten valaisimelle syntyy kaapelin impedanssissa jännitteenalenemaa [7, s.10]
Kokonaistasoituserroin	Sähkönjakeluverkolle käytettävä tasoituserroin, jota käytetään eri keskusten huipputehojen eriaikaisuuden huomioimiseksi
Kuormatyyppi	Jaottelu samalla tavalla käyttäytyvien kuormien käsittelemiseksi, kuormatyyppillä erotellaan esimerkiksi pistorasia- ja valaistuskormat omiksi tarkasteltaviksi ryhmikseen
Liityntäteho	Ilmaisee kaikkien verkkoon liitettyjen sähkönkäyttökojeiden nimellistehojen summan
Modbus	Modiconin vuonna 1979 julkaisema sarjaliikenneprotokolla, joka mahdollistaa samaan verkkoon kytkettyjen laitteiden kommunikoinnin keskenään [8, s.9]
Neliöteho	Arvio kuormatyyppin tehosta yhtä neliömetriä kohden
Tasoituserroin	Arvio kuorman huipputehon ja liityntätehon suhteesta rakennuksen huipputehon aikana

1 Johdanto

Pääsähkönjakelujärjestelmän huipputehon mitoittaminen kuuluu olennaisena osana rakennuksen alkuvaiheen suunnitteluun. Alkuvaiheen tehomitoituksessa pyritään saatuja lähtötietoja ja omia laskentamenetelmiä käyttämällä arvioimaan rakennuksen sähköverkon huipputeho liittymän ja pääsähkönjakeluverkon mitoittamista varten. Sähköverkon huipputehon laskenta suoritetaan yleensä arvioimalla rakennuksen kuormatyyppikohtaiset huipputehot sekä niiden yhtäaikaisuus. Laskennan tulokset toimivat lähtötietona rakennuksen sähköverkon suunnittelussa.

Työn tavoitteena on selvittää kahden toteutuneen, eri rakennustyyppiä olevan kohteen kuormien huipputehot ja vertailla niitä suunnitteluvaiheessa tehtyihin teholaskelmiin. Mittaamalla kohteiden kuormien huipputehot ja vertailemalla niitä suunnitteluvaiheen teholaskelmiin on tarkoitus tutkia teholaskelmissa käytettävien tasoituskertoimien täsmällisyyttä. Suunnittelun alkuvaiheen teholaskennassa huipputehot arvioidaan tilojen pinta-alojen ja saatujen lähtötietojen mukaan, jolloin huipputehojen laskeminen on pitkälti arvioinnin varassa. Toteutussuunnitteluvaiheessa tarkempien lähtötietojen pohjalta huipputehot lasketaan tilojen kulutusasteiden mukaan ja päästään lähemmäksi todellisia huipputehoja. Työn lopputuloksena oli tavoite tarkastella teholaskennassa käytettäviä tasoituskertoimia ja niiden täsmällisyyttä tulevia projekteja varten.

Työn tilaajana toimi Granlund Oy:n sairaalasuunnitteluosasto. Työssä vertailtaviksi kohteiksi valikoituivat Meilahden sairaala-alueella sijaitseva Tornisairaala sekä Espoon Leppävaarassa sijaitseva Derby Business Park. Kohteet on valittu sillä perusteella, että ne ovat tilaajan alusta asti suunniteltavia, uudehkoja ja varustettu monipuolisilla energianmittausjärjestelmillä. Kohteiden käyttötarkoitus on myös erilainen: Tornisairaala on ympärivuorokautisessa sairaalakäytössä ja Derby Business Park päivittäisessä toimistokäytössä.

2 Granlund Oy:n esittely

Granlund Oy on vuonna 1960 perustettu suomalainen yritys, joka toimii talotekniikka-suunnittelun, kiinteistö-, energia- ja ympäristöasioiden konsultoinnin sekä ohjelmistojen sektorilla. Yhtiö on johtava toimija jokaisella palvelualueellaan Suomessa. Granlund-

konserni työllistää yli 700 asiantuntijaa ja toimipisteitä yhtiöllä on 20 kautta maan. Sähkösuunnittelun sektorilla Granlundilla on kokemusta kattavasti erityyppisistä kohteista sekä suunnittelutyöstä. Tyypillisiä suunnittelukohteita ovat esimerkiksi terveydenhoitoalan rakennukset ja sairaalat, oppilaitokset, toimisto- ja liikerakennukset, teollisuuslaitokset, messu- ja kokoustilat sekä urheilutilat ja areenat. Yhtiön pääkonttori sijaitsee Malmilla Helsingissä. [10]

3 Huipputehon laskenta yleisesti

Rakennuksen ja keskuskohtaiset huipputehot lasketaan luonnossuunnitteluvaiheessa rakennuksen pääsähkönjakelujärjestelmän eli muuntajien, pää-, nousu- ja jakokeskusten sekä niiden välisten nousujohtojen mitoittamista varten. Huipputehojen laskemisen avulla pääsähkönjakelujärjestelmä pyritään mitoittamaan käyttötarpeen mukaisesti, huomioiden kuitenkin riittävä tehonnousu- ja muunneltavuusvaraus, jolloin päästään myös toiminnallisesti ja taloudellisesti kannattavimpaan ratkaisuun.

Luonnossuunnitteluvaiheessa rakennuksesta saatavat lähtötiedot ovat usein hyvin rajallisia ja suuntaa-antavia, joten huipputehojen tarkka laskeminen on haastavaa ja käytännössä usein mahdotonta. Luonnosvaiheessa huipputehon mitoituslaskennassa käytetään usein rakennustyyppikohtaisia neliötehoja. Rakennustyyppikohtaisten neliötehojen avulla on mahdollista laskea rakennuksen huipputeho rakennuksen arkkitehtipohjista mitattujen tai lähtötiedoksi saatujen pinta-alatietojen perusteella. Rakennustyyppikohtaisten neliötehojen avulla saadaan laskettua suuntaa-antava arvio huipputehoista ja pääsähkönjakelujärjestelmän suunnittelu on mahdollista aloittaa.

Suunnitteluvaiheessa tilatyyppikohtaisia neliötehoja käyttäessä on otettava huomioon kohteen käyttötarkoituksesta johtuvat vaatimukset tiloille. Tilatyyppikohtaisten neliötehojen määrittäminen on yksinkertaisempaa, jos kohteen käyttötarkoitus on yksinkertainen. Asuinrakennuksen tai muun rakennuksen, jossa samankaltaiset tilat toistuvat kerroksesta toiseen tilatyyppikohtaisten neliötehojen laskeminen on yksinkertaisempaa kuin monimutkaisen julkis- tai teollisuusrakennuksen, jossa tilatyyppejä on useita ja tilojen käyttötarkoitus, koko ja sähkötekniinen vaatimustaso vaihtelee huomattavasti tilojen välillä. [7, s.22]

Huipputehon laskennassa huipputehot lasketaan kuormista alatyypikohtaisesti. Laskettavia kuormatyyppisiä ovat esimerkiksi jäähdytys, ilmanvaihto, hissit, valaistus, pistorasiat, keittiölaitteet ja sairaalakohteissa lisäksi kiinteät sairaalalaitteet sekä suuret hetkittävät tehonkuluttajat kuten kuvantamislaitteet.

Huipputehon laskemisessa käytetään tasoituskertoimia, joita käyttämällä pyritään ottamaan huomioon erityyppisten kuormien yhtäaikaisuus. Eri kuormatyypeille käytetään omia tasoituskertoimia. Lisäksi huomioidaan kuormitusryhmien ajallinen vaihtelu arvioimalla kunkin kuormitusryhmän kuukausikohtainen käyttöaste. Esimerkiksi lämmitys ja jäähdytys ovat lähes poikkeuksetta käytössä vain vuorotellen, kun taas ilmanvaihto varsinkin läpi vuorokauden käytössä olevissa sairaalakohteissa on käytössä jatkuvasti. Huipputehon laskennassa on myös otettava huomioon järjestelmien mahdollinen laajennusvara tulevaisuudessa.

4 Tarkasteltavien kohteiden esittely

Tarkasteltavat kohteet ovat Meilahden sairaala-alueella sijaitseva Tornisairaala sekä Espoon Leppävaarassa sijaitseva Derby Business Park. Kohteena Tornisairaala on ympärivuorokautisessa käytössä ja Derby Business Park päivittäisessä toimistokäytössä. Kohteet on valittu, koska ne ovat tilaajan alusta asti suunnittelemissa, uudehkoja ja varustettu monipuolisilla energianmittausjärjestelmillä.

4.1 HUS Meilahden tornisairaala

Meilahden tornisairaala on osa Helsingin yliopistollista keskussairaala HYKS:iä. Sairaalassa hoidetaan sydän- ja thoraxkirurgian, verisuonikirurgian, vatsaelinkirurgian ja neurologian erikoisalojen potilaita ja sinne on valtakunnallisesti keskitetty kaikki aikuispotilaiden elinsiirrot. Tornisairaalassa neurologia vastaa aivohalvauksen liuotushoidon telelääketieteestä maanlaajuisesti.

Tornisairaalassa on useiden erikoisalojen poliklinikoita sekä tutkimusta ja hoitoa tukevia toimintoja kuten laboratorio- ja kuvantamispalvelut, fysioterapiayksikkö ja neurologian kuntoutumisyksikkö.

Sairaala toimii tiiviissä yhteistyössä viereisen Meilahden kolmiosairaalan kanssa ja sairaaloilla on yhteinen pääsisäänkäynti. [1]

Tornisairaalan peruskorjaus käynnistyi vuonna 2011. Granlund Oy vastasi hankkeessa talotekniikan suunnittelusta, joka sisälsi LVI-, sähkö-, sprinkleri-, rakennusautomaatio- ja KSL-suunnittelun. Tornisairaalan suunnitteluratkaisuilla pienennetään merkittävästi energiankulutusta, samalla kun vuonna 1965 valmistuneen vuodeosaston olosuhteet nostettiin nykyvaatimusten mukaiselle korkealle tasolle. Lämmitysenergian ominaiskulutuksen arvioidaan pienenevän vuosina 2011–2014 toteutetun peruskorjauksen valmistuttua noin 25 prosentilla ja sähköenergian ominaiskulutuksen noin viidellä prosentilla. [2]

4.2 Derby Business Park

Derby Business Park käsittää kolme kahdeksankerroksista toimistorakennusta sekä erillisen kahdeksankerroksisen pysäköintitalon. Ensimmäinen rakennuksista valmistui elokuussa 2012, ja siitä tuli kohteen urakoitsijan SRV Rakennus Oy:n uusi pääkonttori. Granlund on toiminut projektissa talotekniikkasuunnittelijana sekä energia- ja LEED-konsulttina. [3]

Derby Business Park on valmistunut vuonna 2013 Espoon Suur-Leppävaaraan Perkaalle. Derbyn nimi on peräisin naapurissa sijaitsevasta Vermon raviradasta. Derby on saavuttanut korkeimman mahdollisen ympäristösertifikaatin, LEED Platinan. Derby on rakennettu kestävän kehityksen periaatteita noudattaen. Rakentaminen ja maankäyttö on energiatehokasta, vedenkäyttö on tehostettua ja rakentamiseen on valittu ekologistia ja kestäviä materiaaleja. Lämmitykseen ja jäähdytykseen käytetään maalämpöä. [4]

Kiinteistön lämmitys ja jäähdytys on toteutettu kattosäteilijöiden sekä tarpeenmukaisesti ohjatun ilmastoinnin avulla. Valaistusta ohjataan henkilökohtaisesti tai liiketunnistimilla. Lämmitysjärjestelmään kuuluu osana maalämpöpumppu, jolla saadaan tuotettua vuodessa 1 140 MWh lämpöenergiaa ja 549 MWh jäähdytysenergiaa. Lisäksi aurinkopaneeleilla tuotetaan vuosittain 35 MWh energiaa. Edellä mainitut uusiutuvan energian järjestelmät vähentävät rakennuksen vuotuista ostoenergian kulutusta peräti 70 %. [5]

5 Granlund Oy:n laskentamallin kuvaus

Granlund Oy käyttää teholaskennassa Microsoft Excel-sovelluksella toteutettua laskentatyökalua sekä Sähkömoduuli-nimistä yritykseen omaan käyttöön kehitettyä tietokantapohjaista laskentaohjelmaa. Excel-sovelluksella toteutettua laskentatyökalua käytetään hankkeen alkuvaiheessa alustavien teholaskelmien laatimiseen. Hankkeen alkuvaiheessa voidaan laskelmien perusteella alustavasti mitoittaa rakennuksen sähköliittymä sekä muuntajien teho. Lisäksi voidaan arvioida rakennuksen loistehon kompensoinnin tarve.

Sähkömoduuli-laskentaohjelmalla lasketaan hankkeen toteutussuunnitteluvaiheessa pää-, nousu- ja jakokeskuskohtaiset huipputehot keskusten ja niiden välisten nousujoh-tojen mitoittamista varten. Ohjelma laskee keskuskohtaisen huipputehon, näennäistehon, loistehon, huippuvirran, vaihesiirtokulman sekä prosentuaalisen jännitteenalenneman syöttävän ja syötetyn keskuksen välillä.

Molemmissa laskentaohjelmissa voidaan teholaskelma muodostaa eri kuormatyyppien, pinta-alaperusteisten tehojen ja laitekohtaisten tehojen perusteella. Sähkömoduuli-laskentaohjelmalla teholaskelmassa voidaan lisäksi huomioida CAD-ohjelmien massa-laskentaa käyttäen saadut valaisimien, pistorasioiden ja laitteiden määrät määrittämällä niille pistekohtaiset tehot. Molemmissa laskentamenetelmissä kuormatyyppikohtaisesti arvioitujen huipputehojen eriaikaisuus voidaan huomioida tasoituskertoimien avulla.

5.1 Alustava teholaskelma

Suunnittelun alkuvaiheessa, ennen varsinaisen teholaskelman laatimista tehdään teholaskelma, joka on arvio alustavista liittymis- ja huipputehoista. Laskelma suoritetaan kuormatyyppikohtaisesti, pääosin pinta-alaperusteisesti sekä rakennus- tai tilatyyppi-kohtaisesti määriteltäviä kokemusperäisesti valmiiksi arvioituja neliötehoja käyttäen. Granlund Oy käyttää laskennassa Microsoft Excel -sovelluksella toteutettua laskentatyökalua.

Valaistus- ja pistorasiakuormat lasketaan yleensä teholaskelmaan neliöperusteisesti johtuen lähtötietojen rajallisuudesta. Sairaalakohteissa on kuitenkin usein käytettävissä tilaohjelma ja käyttäjien määrittämät huonekortit, jolloin laskelma voidaan ainakin näi-

den lähtötietojen osalta perustaa määrätietoihin. LVI- ja jäähdytyslaitteiden sekä keittiö- ja kiinteiden sairaalalaitteiden sekä prosessin laitteiden arvioitut tehot saadaan kyseisten alojen suunnittelijoiden alustavista lähtötiedoista. Mikäli LVI-suunnittelija on laatinut kohteessa erillisen energiasimuloinnin, voidaan tästä saatavat LVI- ja jäähdytyslaitteiden tuntitehot käyttää teholaskelman lähtötietoina. Muiden suurien kuormien, kuten hissien, sähkölämmitysten ja ulkovalaistuksen, tehot on selvitettävä tai arvioitava laskelmaa varten. [6] Näiden perusteella aloitetaan laskelman laatiminen [kuva 1], lisäksi laskelmaan täytetään kuormatyyppikohtaiset teho- sekä tasoituskertoimet. Tehokerroin ($\cos \varphi$) on vaihtovirtakuormissa pätötehon suhde näennäistehoon. Tasoituskerroin saadaan arvioimalla, miten kuorma on kytkettynä päälle, apuna arvioimisessa voidaan käyttää aiemmin tehtyjä laskelmia ja arvioita.

Laskentatyökalu laskee arvioitun liittymistehon sekä tasoituskertoimen tulosta kuormatyyppikohtaiset huipputehot, samalla lasketaan myös arvio näennäis- ja loistehoista kuormatyypeittäin. Lopputuloksena laskennasta saadaan kokonaisarvot liittymis- ja huipputehoista sekä niiden lois- ja neliötehoista. Lisäksi saadaan arvio kompensoinnin tarpeesta. Mikäli rakennuksessa on useampi jakelujärjestelmä, kuten normaali-, varavoima- ja UPS-jakelujärjestelmä laaditaan niille järjestelmäkohtaiset teholaskelmat. Normaalijakelun teholaskelmassa on huomioitava myös varavoima- ja UPS-jakelun teho sekä varavoimajakelun teholaskelmassa UPS-jakelun teho.

Kuormitusryhmä	Liittymisteho				Cos φ	Tasois- kerroin	Huipputeho			
	kW	kVA	kVA	W/m ²			kW	kVA	kVA	W/m ²
Valaistus	324	106	341	9	0,95	0,9	292	96	307	8
Pistorasiakuorma	2753	2 065	3 441	79	0,80	0,3	826	619	1 032	24
Kojekuorma KSL-laitteet keittiöl ym.	573	430	716	16	0,80	0,6	344	258	430	10
Varavoimalaitteet sis UPS-laittet	2250	101	2 252	64	1,00	0,4	896	40	897	26
Jäähdytyslaitteet	500	375	625	14	0,80	0,9	450	338	563	13
Ilmavaihtolaitteet	250	82	263	7	0,95	0,8	200	66	211	6
Hissit	690	518	863	20	0,80	0,7	483	362	604	14
Pumput/lämmitys ja jäähdytys	27	20	34	1	0,80	0,8	22	16	27	1
Sulanapitolämmitys	10		10	0	1,00	1,0	10		10	0
Saunan kiuas	10		10	0	1,00	0,5	5		5	0
					1,00	1,0				
					1,00	1,0				
					1,00	1,0				
					1,00	1,0				
					1,00	1,0				
Kompensointi								-1200		
Yhteensä	7390	3700	8550	211			3530	590	3580	101
Ristiintasoisuuskerroin (hetkellinen)										0,8
Suurin huipputeho	7390	3700	8550	211			2776	460	2814	79

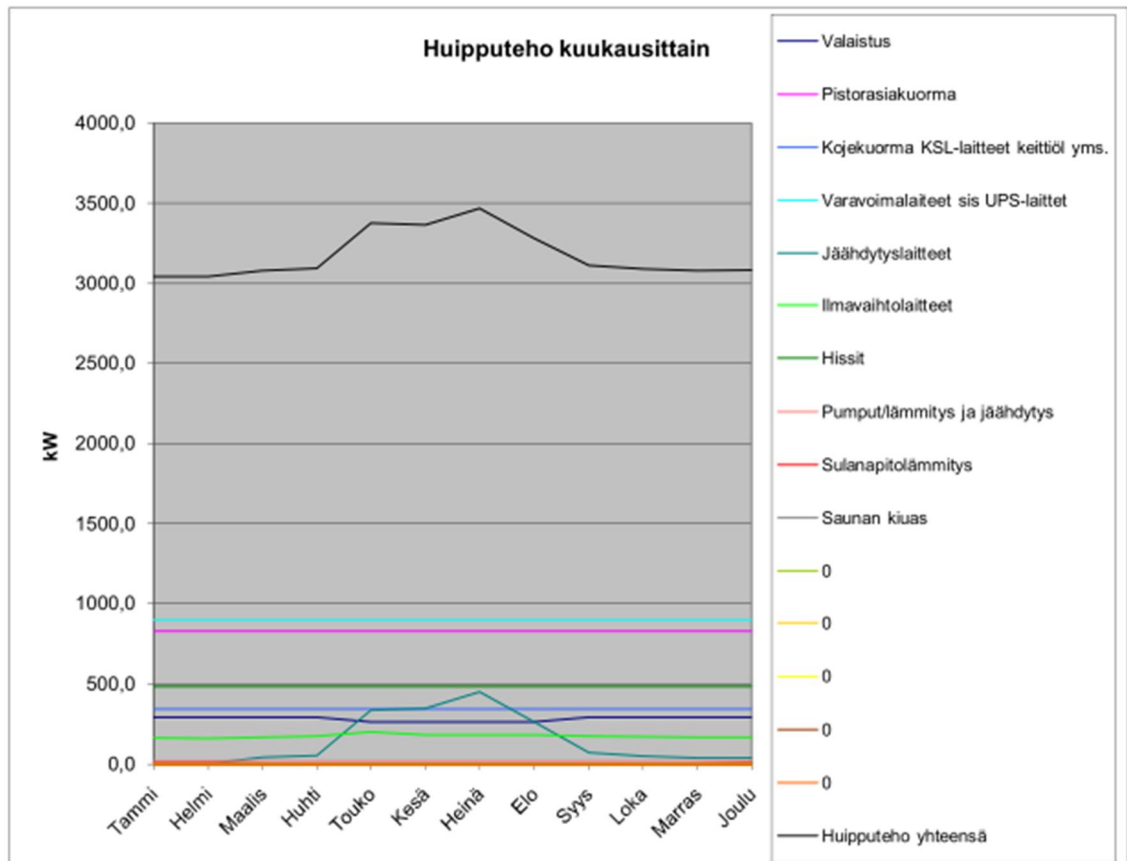
Kuva 1. Kuvakaappaus Meilahden tornisairaalan tehokaskelmasta [6]

Arvioitujen huipputehojen laskemisen lisäksi tehokaskelmaan kuuluu huipputehon käyttöasteen arvioiminen kuukausitasolla kuormatyyppien eriaikaisuuden arvioimiseksi eri vuodenaikoina [kuva 2]. Käyttöaste arvioidaan kuukausittain kuormatyyppikohtaisesti omalla kertoimella. Arvioidun huipputehokaskelman ja kuukausittaisen käyttöasteen perusteella muodostetaan kuvaaja, jonka avulla voidaan päätellä kuukausi, jolloin rakennuksen huipputeho saavutetaan [kuva 3].

HUIPPUTEHON KÄYTTÖASTEET (Kuormien pitkän ajan tasoisuuskerroin)

Kuormitusryhmä	Huipputehon käyttöaste kuukausittain											
	Tammi	Helmi	Maalis	Huhti	Touko	Kesä	Heinä	Elo	Syys	Loka	Marras	Joulu
Valaistus	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Pihavalistus	1,0	1,0	0,8	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,0
Lumensulatus	1,0	1,0	0,5	0,1						0,1	0,5	1,0
Keittiölaitteet	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Kojekuorma	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
UPS-laitteet	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Jäähdytyslaitteet	0,0	0,0	0,1	0,1	0,8	0,8	1,0	0,6	0,2	0,1	0,1	0,1
LVI-laitteet	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8
Hissit	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Autolämmitys	1,0	1,0	0,5	0,1						0,1	0,5	1,0
Sauna	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Sprinkler	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Kuva 2. Kuvakaappaus tehokaskelmasta [6]



Kuva 3. Kuvakaappaus Meilahden tornisairaalan tehonkäyttölaskelman avulla muodostetusta kuvaajasta [6]

Teholaskelman avulla määritellään arvio rakennuksen huipputehosta ja liittymistehosta, lisäksi arvioidaan kompensoinnin tarve, jonka jälkeen voidaan aloittaa sähkönjakelun pääkomponenttien alustava mitoittaminen. Sähkönjakelun pääkomponentteja ovat esimerkiksi,

- Muuntajat
- Pääkeskukset
- Kiskosillat
- UPS-laitteet.

Teholaskelmalla on myös mahdollista laskea huipputehon tunnin keskiarvo. Huipputehon tunnin keskiarvo lasketaan yleensä kylmimmän ja lämpimimmän kuukauden arkipäivälle eli yleensä helmikuun ja heinäkuun valitulle arkipäivälle. Laskelmassa arvioidaan eri kuormatyyppien tehonkulutus tuntikohtaisesti, LVI- ja jäähdytyslaitteiden tunti-tehot syötetään LVI-suunnittelun energiasimulointien perusteella [6]. Lopputuloksena

saadaan arvio kellonajasta, jolloin rakennuksen arvioitu huipputeho saavutetaan sekä kuvaaja ja taulukko, jonka avulla voidaan tarkastella rakennuksen tuntikohtaisia huipputehoja.

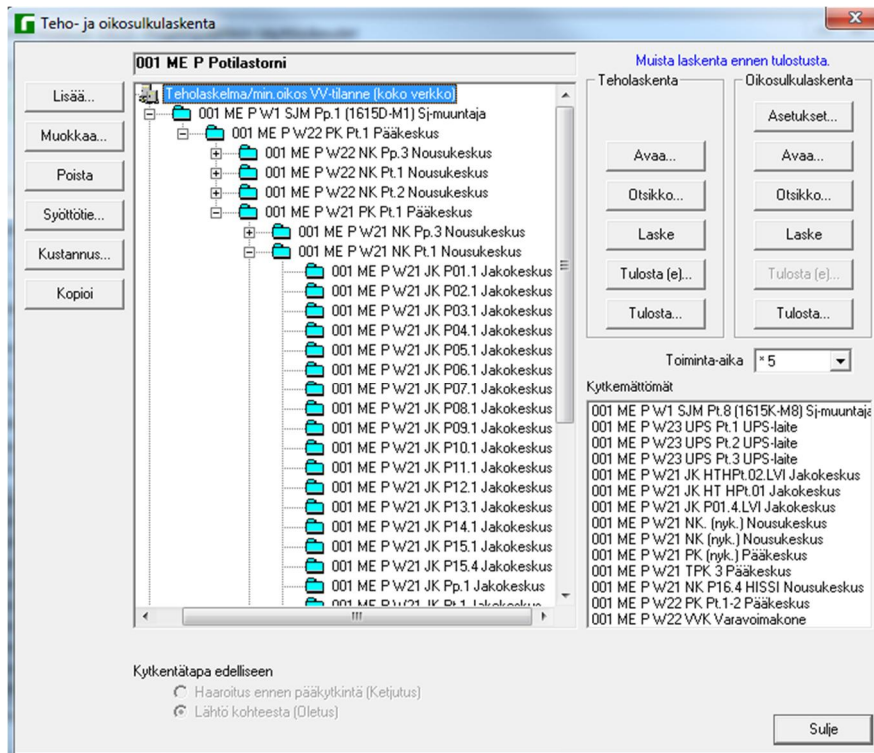
5.2 Toteutussuunnitteluvaiheen teholaskelma

Suunnitteluprosessin edetessä ja lähtötietojen tarkentuessa, aloitetaan varsinaisen teholaskelman laatiminen. Granlund Oy laatii teholaskelman sähkömoduuli-nimisellä laskentaohjelmalla. Laskelman tavoitteena on pää-, nousu- ja jakokeskusten nimellisvirtojen määrittäminen sekä nousujohtojen mitoittaminen siten, että vaaditut suurimmat sallitut jännitteenalenemat eivät ylitä. Jännitteen kokonaisaleneman ei pitäisi olla suurempi kuin 5 % [9]. Teholaskentaa varten tarvitaan lähtötiedoiksi,

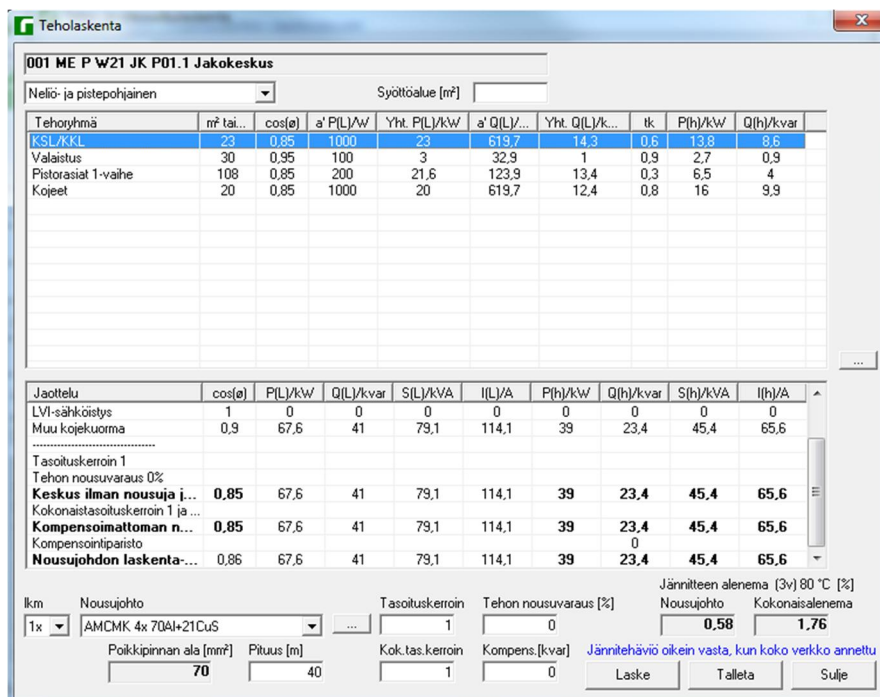
- jakeluverkon rakenne ja keskustunnukset
- nousujohtojen alustavat tyypit, poikkipinnat ja pituudet.

Lähtötiedot ovat yleensä saatavissa laaditusta nousujohtokaaviosta, joka kuvaa rakennuksen sähköverkon rakenteen, ja siihen on nimetty keskustunnukset sekä alustavat nousujohtojen tyypit. Nousujohtojen pituudet lasketaan tasopiirustuksista tai tietomallista mahdollisimman tarkasti kaapelin kulkeman reitin mukaan. Nousujohtokaaviossa on myös esitetty varavoima- ja UPS-jakelu, mikäli sellainen rakennuksessa tarvitaan.

Teholaskelmaa aloitettaessa lasketaan ensin tasopiirustuksista tai tietomallista kuormatyyppikohtaiset kulutuspisteet ja niille arvioidaan tehotiedot. Kulutuspisteiden määrät lasketaan tasopiirustuksista keskuksien jakelualueiden mukaan ja syötetään laskentaohjelmaan. Muiden kuormien tehot pyritään täyttämään laskelmaan mahdollisimman tarkasti saatavilla olevien lähtötietojen perusteella. Laskentaohjelmaan muodostetaan nousujohtokaavion mukainen jakeluverkon rakenne [kuva 4]. Lisäksi tasopiirustuksista lasketut kulutuspistemäärät syötetään laskentaohjelmaan jakokeskuskohtaisesti ja niille määritetään kuormatyyppi sekä teho. Kuormatyyppien kulutuspisteiden huipputehon eriaikaisuus huomioidaan määrittämällä laskelmaan kuormatyyppikohtaiset tasoituskerroimet. Lisäksi eri kuormatyyppien huipputehojen eriaikaisuuden huomioimiseksi määritetään keskuskohtaiset tasoituskerroimet. Keskusten huipputehojen eriaikaisuus huomioidaan käyttämällä kokonaistasoituskerrointa. Jokaiselle kulutuspisteelle määritellään myös tehokerroin $\cos \varphi$ [kuva 5].



Kuva 4. Kuvakaappaus Meilahden tornisairaalan teholaskelman rakenteesta [6]



Kuva 5. Kuvakaappaus Meilahden tornisairaalan teholaskelman keskuskohtaisista arvoista [6]

Teholaskelman lopputuloksena saadaan laskentatuloste [kuva 6], johon ohjelma laskee annettujen lähtötietojen sekä tasoituskerrointen perusteella keskuskohtaisen huipputehon. Annetun tehokertoimen ($\cos \varphi$) perusteella lasketaan lisäksi näennäisteho (S) ja loisteho (Q). Tulosteesta ilmenee myös keskuksen huippuvirta (I_h). Huipputehon perusteella lasketaan jännitteenalenemat prosentteina. Kokonaisalenema on koko jakeluhäärän alenema ja nousujohdon alenema jännitteenalenema yksittäisessä nousujohdossa.

001 ME P W21 NK PL.1 Nousukeskus (0 %)	872,3	523,4	1017,3	1468,3			3xAMCMK 4x70Al+21CuS	1,17
001 ME P W21 PK PL.1 Pääkeskus	308,6	178,9	356,7	514,9	0,87		60	0,78
001 ME P W21 JK P01.1 Jakokeskus (0 %)	67,6	41	79,1	114,1			AMCMK 4x 70Al+21CuS	1,75
001 ME P W21 NK PL.1 Nousukeskus	39	23,4	45,4	65,6	0,86		40	0,58
001 ME P W21 JK P02.1 Jakokeskus (0 %)	71	42,8	82,9	119,6			AMCMK 4x 70Al+21CuS	1,75
001 ME P W21 NK PL.1 Nousukeskus	38,8	23	45,1	65,1	0,86		40	0,58
001 ME P W21 JK P03.1 Jakokeskus (0 %)	31,4	18,6	36,5	52,7			AMCMK 4x 70Al+21CuS	1,33
001 ME P W21 NK PL.1 Nousukeskus	11,2	6,2	12,8	18,5	0,88		40	0,17
001 ME P W21 JK P04.1 Jakokeskus (0 %)	45,5	27,2	53	76,5			AMCMK 4x 70Al+21CuS	1,4
001 ME P W21 NK PL.1 Nousukeskus	17,4	9,9	20,1	29	0,87		35	0,23
001 ME P W21 JK P05.1 Jakokeskus (0 %)	79,5	48,3	93	134,3			AMCMK 4x 70Al+21CuS	1,71
001 ME P W21 NK PL.1 Nousukeskus	37,8	22,6	44,1	63,6	0,86		38	0,54
001 ME P W21 JK P06.1 Jakokeskus (0 %)	45,5	27,2	53	76,5			AMCMK 4x 70Al+21CuS	1,43
001 ME P W21 NK PL.1 Nousukeskus	17,4	9,9	20,1	29	0,87		41	0,27
001 ME P W21 JK P07.1 Jakokeskus (0 %)	79,5	48,3	93	134,3			AMCMK 4x 70Al+21CuS	1,79
001 ME P W21 NK PL.1 Nousukeskus	37,8	22,6	44,1	63,6	0,86		44	0,62
001 ME P W21 JK P08.1 Jakokeskus (0 %)	79,5	48,3	93	134,3			AMCMK 4x 70Al+21CuS	1,83
001 ME P W21 NK PL.1 Nousukeskus	37,8	22,6	44,1	63,6	0,86		47	0,67
001 ME P W21 JK P09.1 Jakokeskus (0 %)	45,5	27,2	53	76,5			AMCMK 4x 70Al+21CuS	1,49
001 ME P W21 NK PL.1 Nousukeskus	17,4	9,9	20,1	29	0,87		50	0,33
001 ME P W21 JK P10.1 Jakokeskus (0 %)	45,5	27,2	53	76,5			AMCMK 4x 70Al+21CuS	1,51
001 ME P W21 NK PL.1 Nousukeskus	17,4	9,9	20,1	29	0,87		53	0,34
001 ME P W21 JK P11.1 Jakokeskus (0 %)	45,5	27,2	53	76,5			AMCMK 4x 70Al+21CuS	1,53
001 ME P W21 NK PL.1 Nousukeskus	17,4	9,9	20,1	29	0,87		56	0,36
001 ME P W21 JK P12.1 Jakokeskus (0 %)	45,5	27,2	53	76,5			AMCMK 4x 70Al+21CuS	1,55
001 ME P W21 NK PL.1 Nousukeskus	17,4	9,9	20,1	29	0,87		59	0,38
001 ME P W21 JK P13.1 Jakokeskus (0 %)	45,5	27,2	53	76,5			AMCMK 4x 70Al+21CuS	1,57
001 ME P W21 NK PL.1 Nousukeskus	17,4	9,9	20,1	29	0,87		62	0,4

Kuva 6. Kuvakaappaus Meilahden tornisairaalan teholaskelman laskentatulosteesta [6]

6 Mittaustulokset

Työn tavoitteena on vertailla tutkittavien kohteiden suunnittelun alkuvaiheessa lasketun teholaskelman laskettuja huipputehoja sekä kohteesta mitattuja huipputehoja. Työtä aloitettaessa oletus oli, että kohteiden energianmittauslaitteistot mahdollistaisivat tehotietojen tarkastelun tiedonkeruujärjestelmän historiasta, jolloin mahdollisuus todellisen mitatun huipputehon määrittämiseen olisi ollut mahdollista. Kuitenkin selvittelyjen ja kohteiden käyttäjien kanssa käytyjen neuvotteluiden jälkeen mahdollisuutta historiatietojen saamiseen ei ollut olemassa. Mittaustuloksissa jouduttiin molempien kohteiden osalta tyytymään mittausajankohtien hetkellisiin huipputehoarvoihin, jotka kohteiden energianmittausjärjestelmien avulla oli mahdollista mitata.

Tästä johtuen mittaukset pyrittiin suorittamaan ajankohtina, jolloin kohteiden tehonkäytön arvioitiin olevan huipussaan. Meilahden tornisairaalan ympärivuorokautisesta käytöstä johtuen rakennuksen tehokäyttö jakaantuu tasaisemmin vuorokauden aikana, mutta pääkäyttö painottuu kuitenkin arkipäiville ja ajankohdaltaan keskipäivälle. Vertailun vuoksi Meilahden tornisairaalan mittaukset suoritettiin saman päivän aamulla sekä kello 12:n jälkeen iltapäivällä. Toisen kohteen Derby Business Parkin huipputehon arvioitiin sijoittuvan kello 12:n jälkeen iltapäivälle, joten mittauksia suoritettiin vain yksi.

6.1 Meilahden tornisairaala

Meilahden tornisairaalan mittaukset suoritettiin perjantaina 21.10.2016. Ensimmäinen mittaus suoritettiin aamulla noin kello 9:00 ja toinen mittaus iltapäivällä noin kello 13:30. Mittaustulokset kerättiin rakennuksen sähköenergianmittausjärjestelmästä, joka mittaa energiankulutusta, hetkellistä tehonkulutusta, vaiheiden hetkellisiä virta-arvoja kaikkiaan noin 200 mittauspisteessä [kuva 7]. Kuvakaappauksessa on esitetty normaali- ja varavoimajakelun energianmittaukset rakennuksen etelä- ja keskiosan 8.—15. kerroksen jakokeskuksista. Rakennuksessa sähköenergianmittausta suoritetaan viiden eri valvonta-alakeskuksen kautta, joihin on liitetty pää-, nousu- ja jakokeskuksien sähköenergianmittareita. Kulutustiedot sähkökeskuksilta valvonta-alakeskukselle siirretään Modbus-väylää pitkin. Valvonta-alakeskuksista tiedot kerätään valvontajärjestelmään ja niitä voidaan tarkastella tietokoneelta rakennuksen päävalvomosta. Kohteen sähköenergiankulutusta mitataan esimerkiksi LVI- ja jäähdytyskuorman, valaistuksen, hissien ja keittiölaitteiden osalta.

Sähköenergiamittaukset		21.10.2016				
Alakeskus MEP04		13:39:42				
sivu2		ulkolämpötila 4,6 °C				
POTILASTORNI		ulkvaloisuus 58 lux				
Energiamittaukset		Kulutus	Teho	Virta 1. vaihe	Virta 2. vaihe	Virta 3. vaihe
W21JKP08.1_EQ01	Valaistus 8. kerros eteläosaosa	21442 kWh	1,5 kW	4,4 A	1,9 A	0,3 A
W22JKP08.1_EQ01	Valaistus 8. kerros eteläosaosa	21232 kWh	1,4 kW	0,4 A	2,2 A	3,7 A
W21JKP08.2_EQ01	Valaistus 8. kerros keskiosa	11012 kWh	0,9 kW	2,5 A	0,9 A	0,6 A
W22JKP08.2_EQ01	Valaistus 8. kerros keskiosa	15756 kWh	1,6 kW	1,8 A	3,7 A	1,5 A
W21JKP08.2_EQ02	Cook&Chill 8 kerros keskiosa	3739 kWh	0,0 kW	0,1 A	0,0 A	0,0 A
W21JKP09.1_EQ01	valaistus 9. kerros eteläosaosa	19721 kWh	1,7 kW	5,6 A	1,2 A	0,7 A
W22JKP09.1_EQ01	valaistus 9. kerros eteläosaosa	19818 kWh	1,7 kW	2,4 A	2,4 A	4,1 A
W21JKP09.2_EQ01	valaistus 9. kerros keskiosa	11017 kWh	0,6 kW	1,2 A	0,1 A	1,6 A
W22JKP09.2_EQ01	valaistus 9. kerros keskiosa	11617 kWh	1,1 kW	4,8 A	0,0 A	0,0 A
W21JKP09.2_EQ02	Cook&Chill 9 kerros keskiosa	4027 kWh	0,0 kW	0,1 A	0,0 A	0,0 A
W21JKP10.1_EQ01	valaistus 10. kerros eteläosaosa	23647 kWh	1,5 kW	4,4 A	1,7 A	0,7 A
W22JKP10.1_EQ01	valaistus 10. kerros eteläosaosa	19714 kWh	1,8 kW	2,7 A	2,0 A	3,0 A
W21JKP10.2_EQ01	valaistus 10. kerros keskiosa	9436 kWh	1,4 kW	4,9 A	0,0 A	1,3 A
W22JKP10.2_EQ01	valaistus 10. kerros keskiosa	13088 kWh	0,9 kW	3,8 A	0,0 A	0,0 A
W21JKP10.2_EQ02	Cook&Chill 10 kerros keskiosa	4188 kWh	0,0 kW	0,1 A	0,0 A	0,0 A
W21JKP11.1_EQ01	valaistus 11. kerros eteläosaosa	22432 kWh	1,7 kW	5,5 A	1,5 A	0,9 A
W22JKP11.1_EQ01	valaistus 11. kerros eteläosaosa	21295 kWh	1,6 kW	0,9 A	1,9 A	4,0 A
W21JKP11.2_EQ01	valaistus 11. kerros keskiosa	10571 kWh	1,1 kW	3,2 A	0,0 A	1,5 A
W22JKP11.2_EQ01	valaistus 11. kerros keskiosa	13210 kWh	1,0 kW	4,3 A	0,0 A	0,0 A
W21JKP11.2_EQ02	Cook&Chill 11 kerros keskiosa	3687 kWh	0,0 kW	0,1 A	0,0 A	0,0 A
W21JKP12.1_EQ01	valaistus 12. kerros eteläosaosa	23473 kWh	2,0 kW	5,7 A	2,4 A	0,7 A
W22JKP12.1_EQ01	valaistus 12. kerros eteläosaosa	22139 kWh	1,8 kW	2,2 A	2,4 A	3,4 A
W21JKP12.2_EQ01	valaistus 12. kerros keskiosa	7171 kWh	0,7 kW	1,6 A	0,1 A	1,4 A
W22JKP12.2_EQ01	valaistus 12. kerros keskiosa	12697 kWh	1,3 kW	2,8 A	3,0 A	0,0 A
W21JKP12.2_EQ02	Cook&Chill 12 kerros keskiosa	3953 kWh	0,0 kW	0,1 A	0,0 A	0,0 A
W21JKP13.1_EQ01	valaistus 13. kerros eteläosaosa	21183 kWh	1,7 kW	5,0 A	1,9 A	0,7 A
W22JKP13.1_EQ01	valaistus 13. kerros eteläosaosa	17113 kWh	2,1 kW	2,6 A	1,7 A	4,9 A
W21JKP13.2_EQ01	valaistus 13. kerros keskiosa	6439 kWh	0,9 kW	1,8 A	0,0 A	1,9 A
W22JKP13.2_EQ01	valaistus 13. kerros keskiosa	12661 kWh	1,5 kW	5,7 A	0,9 A	0,0 A
W21JKP13.2_EQ02	Cook&Chill 13 kerros keskiosa	907 kWh	0,0 kW	0,2 A	0,0 A	0,0 A
W21JKP14.1_EQ01	valaistus 14. kerros eteläosaosa	22335 kWh	1,7 kW	5,0 A	1,6 A	0,8 A
W22JKP14.1_EQ01	valaistus 14. kerros eteläosaosa	16626 kWh	1,3 kW	0,8 A	2,2 A	2,8 A
W21JKP14.2_EQ01	valaistus 14. kerros keskiosa	10754 kWh	1,0 kW	2,3 A	0,1 A	1,9 A
W22JKP14.2_EQ01	valaistus 14. kerros keskiosa	12173 kWh	1,1 kW	5,0 A	0,0 A	0,0 A
W21JKP14.2_EQ02	Cook&Chill 14 kerros keskiosa	1118 kWh	0,0 kW	0,2 A	0,0 A	0,0 A
W21JKP15.1_EQ01	valaistus 15. kerros eteläosaosa	22353 kWh	2,8 kW	6,5 A	2,7 A	2,9 A
W22JKP15.1_EQ01	valaistus 15. kerros eteläosaosa	2650 kWh	0,0 kW	0,0 A	0,1 A	0,0 A
W21JKP15.2_EQ01	valaistus 15. kerros keskiosa	18156 kWh	2,0 kW	5,2 A	2,8 A	1,3 A
W22JKP15.2_EQ01	valaistus 15. kerros keskiosa	6605 kWh	0,2 kW	0,0 A	1,0 A	0,0 A
W21JKP15.2_EQ02	Cook&Chill 15 kerros keskiosa	0 kWh	0,0 kW	0,0 A	0,0 A	0,0 A

varalla

Kuva 7. Kuvakaappaus Meilahden potilastornin valvota-alakeskus MEP04 tuloksista.

6.2 Derby Business Park

Derby Business Parkin mittaukset suoritettiin tiistaina 24.1.2017 noin kello 14:00. Mittaukset on kerätty Meilahden tornisairaalan tapaan rakennuksen sähköenergianmittausjärjestelmästä, joka mittaa rakennuksen sähköenergiankulutusta sekä hetkellisiä tehokukemia. Rakennuksesta mitataan tehot pää-, nousu- ja jakokeskuksittain [kuva 8].

Tehon kokonaiskulutus		Heikellinen teho		Tehon kokonaiskulutus		Heikellinen teho		Tehon kokonaiskulutus		Heikellinen teho				
PK-1		6731	MWh	268	KW	UPS1-2 A128		228884	MWh	6736	W			
				NK-1		5487818	MWh	261	MW					
				UPS2-2 A128		0	MWh	-12	W					
				RKA032 GSM.op.1		45242	MWh	1767	W					
				RKA032 GSM.op.2		41843	MWh	4928	W					
				RKA032 GSM.op.3		84849	MWh	1084	W					
				RKA032 GSM.op.4		1275	MWh	0	W					
				RKA001		150053	MWh	4594	W					
				RKA030		5048	MWh	0	W					
				RKA031		36499	MWh	1193	W					
				RKB-001		70347	MWh	3786	W	RKB-001.2	10743	MWh	64	W
				RKC-001		62919	MWh	3722	W	RKB-004	3026	MWh	27	W
				RKC-030		72988	MWh	2370	W					
				RKC-031		18292	MWh	630	W					
				RKC-202		159126	MWh	6298	W					
				RKB-002		878678	MWh	31888	W					
				410V JK1		213949	MWh	350	W					
				RKA-101		263618	MWh	9353	W	RKA-101.1	72078	MWh	1807	W
										RKA-101.2	8860	MWh	292	W
										RKA-101.3	69681	MWh	2802	W
				RKA-201		117873	MWh	6492	W					
				RKA-301		115962	MWh	4810	W					
				RKA-401		134534	MWh	6484	W					
				RKA-501		121380	MWh	3428	W	RKA-501.1	23974	MWh	1441	W
				RKA-601		136556	MWh	7603	W	RKA-501.2	206348	MWh	5561	W
										RKA-501.3	20765	MWh	1811	W
										RKA-501.4	39030	MWh	1690	W
				RKA-701		208348	MWh	5561	W					
				KISKO B		146440	MWh	75007	W	RKB-101	68487	MWh	6517	W
										RKB-201	77710	MWh	9678	W
										RKB-301	118456	MWh	9678	W

Kuva 8. Kuvakaappaus Derby Business Parkin pääkeskuksen PK-1 ja sen syöttämien keskuksien tehokemistä.

6.3 Mittaustuloksien kokoaminen

Mittaustuloksien tarkastelua ja vertailua varten molempien kohteiden mittaustulokset koottiin Excel-taulukkoon mittaustulosten analysointia varten. Tulokset syötettiin taulukkoon käsin, sillä ne saatiin kohteesta kuvamuodossa, jolloin lukemien kopiaaminen ei ollut mahdollista. Taulukointi mahdollisti tehojen keskuskohtaisen vertailun suorittamisen mitattujen ja laskettujen arvojen välillä.

Vastaavaa mitattujen ja laskettujen tehotietojen vertailua ei ollut aikaisemmin tehty, joten vertailuun soveltuva taulukkopohja kehitettiin insinööriyössä Excel-sovelluksella. Taulukkoon vietiin kaikki mitatut tehoarvot kerätyistä materiaaleista sekä mittaustuloksia vastaavat laskennalliset tehoarviot molempien kohteiden suunnittelun aikaisista tehokemistä. Meilahden tornisairaalan osalta mittaustulokset eriteltiin aamun ja ilta-päivän osilta, jotta säilyi mahdollisuus vertailla molempien ajankohtien mittaustuloksia erillään. Tämän kohteen osalta eroteltiin myös tehokemistä valaistus-, pistorasia- sekä KKL/KSL-kuormien lasketut huipputehot mahdollisimman tarkan vertailun suorittamiseksi. Syötettyjen arvojen pohjalta muodostettiin laskentasarakkeet mitatun ja lasketun tehokemien erotuksen sekä prosentuaalisen erotuksen laskemiseksi [kuvat 9 ja 10].

Mittari	Pohjoisosa	Laskettu teho kW	Laskettu valaistus-teho	Laskettu pistorasia-teho	Laskettu KKL/KSL teho	AP Mitattu teho kW	IP Mitattu teho kW
W21 NK PP.3 EQ01	Nousukeskus pohjakerros pohjoisosa	250,9 Kw	59,1 Kw	112,6 Kw	80,2 Kw	53 Kw	59 Kw
W21 JK PT.3 EQ01	Valaistus Tunneli pohjoisosa	12,8 Kw	3,1 Kw	1,2 Kw	Kw	2 Kw	2 Kw
W21 JK PP.3 EQ01	Valaistus pohjakerros pohjoisosa	14,9 Kw	5,4 Kw	9,5 Kw	Kw	2 Kw	3 Kw
W21 JK P01.3 EQ01	Valaistus 1. kerros pohjoisosa	35,4 Kw	3,9 Kw	5,7 Kw	25,8 Kw	2 Kw	2 Kw
W21 JK P02.3 EQ01	Valaistus 2. kerros pohjoisosa	27,7 Kw	3,4 Kw	5,7 Kw	18,6 Kw	3 Kw	4 Kw
W21 JK P03.3 EQ01	Valaistus 3. kerros pohjoisosa	19,2 Kw	2,7 Kw	9,3 Kw	7,2 Kw	2 Kw	3 Kw
W21 JK P04.3 EQ01	Valaistus 4. kerros pohjoisosa	17,8 Kw	4,7 Kw	10,1 Kw	3 Kw	2 Kw	2 Kw
W21 JK P05.3 EQ01	Valaistus 5. kerros pohjoisosa	17,8 Kw	4,7 Kw	10,1 Kw	3 Kw	1 Kw	2 Kw
W21 JK P06.3 EQ01	Valaistus 6. kerros pohjoisosa	17,8 Kw	4,7 Kw	10,1 Kw	3 Kw	1 Kw	1 Kw
W21 JK P07.3 EQ01	Valaistus 7. kerros pohjoisosa	15,5 Kw	4,1 Kw	5,4 Kw	10,8 Kw	2 Kw	2 Kw
W21 JK P08.3 EQ01	Valaistus 8. kerros pohjoisosa	15,5 Kw	4,1 Kw	5,4 Kw	10,8 Kw	1 Kw	2 Kw
W21 JK P09.3 EQ01	Valaistus 9. kerros pohjoisosa	17,8 Kw	4,7 Kw	10,1 Kw	3 Kw	1 Kw	2 Kw
W21 JK P10.3 EQ01	Valaistus 10. kerros pohjoisosa	17,8 Kw	4,7 Kw	10,1 Kw	3 Kw	2 Kw	2 Kw
W21 JK P11.3 EQ01	Valaistus 11. kerros pohjoisosa	17,8 Kw	4,7 Kw	10,1 Kw	3 Kw	1 Kw	2 Kw
W21 JK P12.3 EQ01	Valaistus 12. kerros pohjoisosa	17,8 Kw	4,7 Kw	10,1 Kw	3 Kw	2 Kw	2 Kw
W21 JK P13.3 EQ01	Valaistus 13. kerros pohjoisosa	17,8 Kw	4,7 Kw	10,1 Kw	3 Kw	2 Kw	2 Kw
W21 JK P14.3 EQ01	Valaistus 14. kerros pohjoisosa	17,8 Kw	4,7 Kw	10,1 Kw	3 Kw	2 Kw	2 Kw
W21 JK P15.3 EQ01	Valaistus 15. kerros pohjoisosa	12,2 Kw	5 Kw	7,3 Kw	0 Kw	3 Kw	3 Kw
	Mitattu valaistus yht.					31 kW	38 kW
	Valaistuksen erotus mitattu/laskettu kW					28,1 kW	21,1 kW
	Valaistuksen erotus mitattu/laskettu %					47,5 %	35,7 %
	Mitattu pistorasia + KKL/KSL yht.					22 kW	21 kW
	Laskettu (pistorasia + KKL/KSL) / mitattu kW					170,8 kW	171,8 kW
	Laskettu (pistorasia + KKL/KSL) / mitattu %					88,6 %	89,1 %

Kuva 9. Kuvakaappaus Meilahden tornisairaalan pohjoisosan nousukeskuksen W21 NK PP.3 vertailulaskelmasta.

PÄÄKESKUS 2 SÄHKÖMITTARIT					
Mittari		Mitattu teho kW	Laskettu teho kW	Erotus kW	Erotus %
PK-2		316 Kw	1210,3 Kw	894,3 Kw	73,9 %
	RKP-001	150,87 Kw	662 Kw	511,13 Kw	77,2 %
	VJK5	0 Kw	Kw	0 Kw	- %
	VJK4	0,039 Kw	Kw	-0,039 Kw	- %
	LÄMPÖPUMPPU 3	14,44 Kw	Kw	-14,44 Kw	- %
	LÄMPÖPUMPPU 2	59,295 Kw	Kw	-59,3 Kw	- %
	LÄMPÖPUMPPU 1	60,464 Kw	Kw	-60,46 Kw	- %
	RKP-003	10,02 Kw	20 Kw	9,98 Kw	49,9 %
	RKP-004	0,002 Kw	4 Kw	3,998 Kw	100,0 %
	RKP-005	0,113 Kw	4 Kw	3,887 Kw	97,2 %
	RKP-007	4,324 Kw	10 Kw	5,676 Kw	56,8 %
	RKP-010	4,824 Kw	28 Kw	23,176 Kw	82,8 %
	RKP-011	2,778 Kw	9 Kw	6,222 Kw	69,1 %
	RKP-501	0,59 Kw	10 Kw	9,41 Kw	94,1 %
	RKP-502	1,344 Kw	10 Kw	8,656 Kw	86,6 %
	HISSI H	0,155 Kw	Kw	-0,155 Kw	- %
	NK-2	142 Kw	540,8 Kw	398,8 Kw	73,7 %
	RKA-003	0,004 Kw	4 Kw	3,996 Kw	99,9 %
	RKA-004	1,189 Kw	4 Kw	2,811 Kw	70,3 %
	RKA-005	0,538 Kw	4 Kw	3,462 Kw	85,1 %
	RKA-010	8,303 Kw	20 Kw	11,697 Kw	58,5 %
	RKA-110	8,984 Kw	167 Kw	158,02 Kw	94,6 %
	A-KPÖ	0,051 Kw	Kw	-0,051 Kw	- %
	A-AUTOL	0 Kw	Kw	0 Kw	- %
	RKB-003	0,564 Kw	35 Kw	34,436 Kw	98,4 %
	RKB-110	6,078 Kw	167 Kw	160,92 Kw	96,4 %
	P-AUTOL	0,001 Kw	Kw	-0,001 Kw	- %
	NKA-801	36,008 Kw	82 Kw	45,992 Kw	56,1 %
	RKA-801	1,199 Kw	7 Kw	5,801 Kw	82,9 %
	NKA-801AS	0,435 Kw	Kw	-0,435 Kw	- %
	NKA-801PL	4,602 Kw	Kw	-4,602 Kw	- %
	RKA-802	8,998 Kw	20 Kw	11,002 Kw	55,0 %
	RKA-803	3,082 Kw	6 Kw	2,918 Kw	48,6 %
	RKA-804	8,001 Kw	12 Kw	3,999 Kw	33,3 %
	RKA-805	8,647 Kw	14 Kw	5,353 Kw	38,2 %
	RKA-806	1,995 Kw	10 Kw	8,005 Kw	80,1 %
	NKA-802	0,553 Kw	34 Kw	33,447 Kw	98,4 %
	NKB-801	66,294 Kw	146 Kw	79,706 Kw	54,6 %
	RKB-801	6,997 Kw	18 Kw	11,003 Kw	61,1 %
	RKB-802	0,849 Kw	7 Kw	6,151 Kw	87,9 %
	RKB-803	3,589 Kw	13 Kw	9,411 Kw	72,4 %
	RKB-804	2,689 Kw	11 Kw	8,311 Kw	75,6 %
	RKB-805	10,257 Kw	14 Kw	3,743 Kw	26,7 %
	RKB-806	0,063 Kw	5 Kw	4,937 Kw	98,7 %
	RKB-807	10,03 Kw	Kw	-10,03 Kw	- %
	RKB-808AS	0,872 Kw	Kw	-0,872 Kw	- %
	NKB-801PL	8,832 Kw	Kw	-8,832 Kw	- %
	RKC-801	3,423 Kw	7 Kw	3,577 Kw	51,1 %
	RKC-802	5,084 Kw	27 Kw	21,916 Kw	81,2 %
	RKC-803	6,345 Kw	14 Kw	7,655 Kw	54,7 %
	RKC-804	12,749 Kw	15 Kw	2,251 Kw	15,0 %
	NKB-802	0,408 Kw	56,8 Kw	56,392 Kw	99,3 %

Kuva 10. Kuvakaappaus Derby Business Park:in pääkeskus 2 vertailulaskelmasta.

7 Mittaustuloksien tarkastelu

7.1 Meilahden tornisairaala

Suunnitteluvaiheen laskennassa tehdyn teholaskelman huipputehot ovat kaikkien jakokeskuksen syöttämien kuormien tehojen summa, joka on tasoitettu tasoituskertoimilla huipputehojen eriaikaisuuden huomioimiseksi. Kohteessa hetkelliset tehonkulutukset on mitattu vain valaistuskauon osalta, joten tarkempaa kuormakohtaista tarkastelua varten kohteen teholaskelmassa eroteltiin jälkikäteen huipputehot valaistuksen, pisto-

raziakuormien sekä KKL/KSL-kuormien osalta. Vähentämällä valaistuksen jakokeskuskohtaisesti mitatut tehot nousukeskukselta mitatusta kokonaistehosta saatiin erotukseksi mitattu pistorasia- ja KKL/KSL-kuorman teho [kuva 9]. Nousukeskuksen omakäyttöosan tehonkulutusta ei huomioitu laskelmissa, koska omakäyttöosan tehonkulutuksen ei todettu merkittävästi vaikuttavan laskennan lopputulokseen. Mitattujen ja laskettujen tehojen erotukset laskettiin johtopäätöksien tekemistä varten myös prosenttisarvoina.

Meilahden tornisairaala on jaettu kolmeen lohkoksi: etelä-, keski- ja pohjoisosaan. Keskiosan alueella sijaitsee pääasiassa henkilökunnan käytössä olevia toimisto-, kanslia-, varasto-, huolto- ja taukotiloja. Myös sairaalan aulatilat ja kerrosten osastokeittiöt sijaitsevat keskiosalla. Rakennuksen etelä- ja pohjoisosat käsittävät pääasiassa potilashuoneita sekä niihin liittyviä toimenpide- ja huoltohuoneita. Jokaisella näistä kolmesta lohkosta on oma normaali-, varavoima- ja UPS-jakelun nousukeskus, josta syötetään kerroskohtaisia jakokeskuksia. Lohkokohtaisia nousukeskuksia syötetään rakennuksen tunnelikerroksessa sijaitsevista pääkeskuksista.

Mittaustuloksien tarkastelua aloitettaessa päätettiin keskittää tarkastelu pääasiassa normaali- ja varavoimajakelun nousukeskuksien ja niiden syöttämien jakokeskuksien huipputehoihin. Tarkastelu päädyttiin painottamaan keskiosan keskuksiin, sillä tämän lohkon tiloissa on vähemmän KKL/KSL-laitteita, joiden tehonkulutus on riippuvaisempaa osastoilla olevien potilaiden määrästä. Mittaustuloksia taulukoidessa huomattiin kuitenkin keskiosan normaalivoiman nousukeskuksen mitatun tehokeman olevan täysin epärealistinen, sillä mitatuksi lukemaksi saatiin -6,6kW. Vääristynyt tulos johtuu vikatilanteesta mittausjärjestelmästä, jonka selvittämistä ja korjaamista työn suorittamisen aikataulu tai resurssit eivät mahdollistaneet. Tästä johtuen nousukeskuksen osalta ei ollut mahdollista tehdä onnistunutta vertailua muun kuin lasketun ja mitatun valaistuskuorman osalta [kuva 11]. Kuvan taulukosta voidaan kuitenkin tulkita nousukeskuksen syöttämistä jakokeskuksista mitatun valaistuskuorman kokonaistehon olevan aamu- ja iltapäivällä 23,1 kW ja tehokelmassa lasketun valaistuskuorman kokonaistehon 38,6 kW. Erotukseksi on laskettu 15,5 kW, joka on prosentuaalisesti 40,2 % lasketusta kokonaistehosta. Pistorasia- ja KKL/KSL-kuormista erotusta ei nousukeskuksen virheellisen mittaustiedon takia ollut mahdollista laskea.

Mittari	Keskiosia	Laskettu teho kW	Laskettu valaistus-teho	Laskettu pistorasia-teho	Laskettu KKL/KSL teho	AP Mitattu teho kW	IP Mitattu teho kW
W21 NK PT.2 EQ01	Nousukeskus tunneli keskiosia	291,7 Kw	38,6 Kw	51,8 Kw	187,7 Kw	-6,6 Kw	-6,6 Kw
W21 JK POP.2 EQ01	Valaistus pohjakerros keskiosia	8,7 Kw	3,9 Kw	4,8 Kw	Kw	3 kW	3 kW
W21 JK PO1.2 EQ01	Valaistus 1. kerros keskiosia	12,5 Kw	2,7 Kw	5,6 Kw	4,2 Kw	2,2 kW	2,2 kW
W21 JK PO2.2 EQ01	Valaistus 2. kerros keskiosia	13,1 Kw	3 Kw	4,1 Kw	6 Kw	3,2 kW	3,2 kW
W21 JK PO3.2 EQ01	Valaistus 3. kerros keskiosia	2,5 Kw	1,1 Kw	1,4 Kw	0 Kw	1 kW	1 kW
W21 JK PO4.2 EQ01	Valaistus 4. kerros keskiosia	31,6 Kw	2,1 Kw	3,7 Kw	25,8 Kw	0,6 kW	0,6 kW
W21 JK PO5.2 EQ01	Valaistus 5. kerros keskiosia	11,8 Kw	2,1 Kw	3,7 Kw	6 Kw	0,5 kW	0,5 kW
W21 JK PO6.2 EQ01	Valaistus 6. kerros keskiosia	31,6 Kw	2,1 Kw	3,7 Kw	25,8 Kw	0,6 kW	0,6 kW
W21 JK PO7.2 EQ01	Valaistus 7. kerros keskiosia	11,8 Kw	2,1 Kw	3,7 Kw	6 Kw	1,4 kW	1,4 kW
W21 JK PO8.2 EQ01	Valaistus 8. kerros keskiosia	11,8 Kw	2,1 Kw	3,7 Kw	6 Kw	0,9 kW	0,9 kW
W21 JK PO9.2 EQ01	Valaistus 9. kerros keskiosia	31,6 Kw	2,1 Kw	3,7 Kw	25,8 Kw	0,6 kW	0,6 kW
W21 JK PO10.2 EQ01	Valaistus 10. kerros keskiosia	31,6 Kw	2,1 Kw	3,7 Kw	25,8 Kw	1,4 kW	1,4 kW
W21 JK PO11.2 EQ01	Valaistus 11. kerros keskiosia	31,6 Kw	2,1 Kw	3,7 Kw	25,8 Kw	1,1 kW	1,1 kW
W21 JK PO12.2 EQ01	Valaistus 12. kerros keskiosia	31,6 Kw	2,1 Kw	3,7 Kw	25,8 Kw	0,7 kW	0,7 kW
W21 JK PO13.2 EQ01	Valaistus 13. kerros keskiosia	31,6 Kw	2,1 Kw	3,7 Kw	25,8 Kw	0,9 kW	0,9 kW
W21 JK PO14.2 EQ01	Valaistus 14. kerros keskiosia	31,6 Kw	2,1 Kw	3,7 Kw	25,8 Kw	1 kW	1 kW
W21 JK PO15.2 EQ01	Valaistus 15. kerros keskiosia	7,2 Kw	3,1 Kw	4 Kw	Kw	2 kW	2 kW
W21 JK P16.2 EQ01	Valaistus 6. kerros	26,4 Kw	9 Kw	2,4 Kw	Kw	2 Kw	2 Kw
	Mitattu valaistus yht.					23,1 kW	23,1 kW
	Valaistuksen erotus mitattu/laskettu kW					15,5 kW	15,5 kW
	Valaistuksen erotus mitattu/laskettu %					40,2 %	40,2 %
	Mitattu pistorasia + KKL/KSL yht.					-29,7 kW	-29,7 kW
	Laskettu (pistorasia + KKL/KSL) / mitattu kW					269,2 kW	269,2 kW
	Laskettu (pistorasia + KKL/KSL) / mitattu %					112,4 %	112,4 %

Kuva 11. Meilahden tornisairaalan keskiosan normaalivoiman nousukeskuksen ja jakokeskusten vertailulaskelma.

Keskiosan virheellisten mittaustietojen seurauksena muodostettiin vastaavat taulukot myös etelä- ja pohjoisosien lohkojen normaali- ja varavoimajakelun nousu- sekä jakokeskusten osalta. Vertailulaskelmien lasketun ja mitatun valaistus- ja pistorasiakuorman erotukset nousukeskuskohtaisesti sekä prosentteiksi muutettuina:

Taulukko 1. Vertailulaskelmien nousukeskuskohtaisten mitattujen ja laskettujen kokonaistehojen erotukset prosenttiarvoina

Alue	Keskustunnus	Mitatun ja lasketun valaistustehon erotus AP/IP %	Mitatun ja lasketun pistorasia+KKL/KSL-tehon erotus AP/IP %
Eteläosa	W21 NK PT.1	41,6/33,3 %	69,1/72,8 %
Eteläosa	W22 NK PT.1	34,6/31,5 %	54,7/54,3 %
Keskiosia	W21 NK PT.2	40,2/40,2 %	112,4/112,4 %
Keskiosia	W21 NK PT.2	10,2/16,7 %	— 98,8/ – 96,5 %
Pohjoisosa	W21 NK PT.3	47,5/35,7 %	88,6/89,1 %
Pohjoisosa	W22 NK PT.3	50,7/42,5 %	58,6/58,6 %

Taulukon 1 lukemista voidaan päätellä mitatun valaistuskuorman olevan noin 40 % pienempi kuin teholaskelmassa lasketun valaistuskuorman. Erotuksen tarkastelussa täytyy kuitenkin huomioida mittauksien ajankohta, sillä sekä aamu- ja iltapäivän mittauksien aikana ulkona oli valoisaa. Suurin osa kohteen tiloista koostuu potilashuoneista, jotka on varustettu himmennettävillä valaisimilla. Tästä johtuen valoisaan aikaan valaistuksen tehonkulutuksen voidaan arvioida olevan alhaisempi kuin pimeään aikaan.

Pistorasia- ja KKL/KSL-kuormien voidaan taulukon avulla päätellä olevan noin 60 % pienempi kuin teholaskelmassa lasketun kuorman. Lukemia tarkastellessa täytyy huomioida keskiosan normaalivoiman nousukeskuksen W21 NK PT.2 virheellinen mittauslukema -6,6kW, mistä johtuen myöskään prosentuaalista arvoa ei voi pitää vertailukelpoisena. Myös keskiosan varavoiman nousukeskuksen W22 NK PT.2 mitatut pistorasia- ja KKL/KSL-kuormien teholumemat herättävät epäilyksiä mittaustuloksen luotettavuudesta. Varavoiman nousukeskuksesta mitattu teho oli aamupäivällä 16,9 kW ja iltapäivällä 16,7 kW, teholaskelmassa yhteenlaskettu arvo pistorasia- ja KKL/KSL-kuormille oli kuitenkin vain 8,5 kW. Mitattu arvo on siis noin kaksinkertainen laskettuun arvoon nähden. Nousukeskukselle lasketusta 8,5 kW:n tehosta vain 0,5 kW on laskettu KKL/KSL-kuormalle, joten ylikuorma viittaa pistorasiakuormaan. Kuitenkin nousukeskuksen syöttämien jakokeskusten lähtöjä tutkimalla voidaan sulkea pois mahdollisuus, että pistorasiakuorma olisi näin huomattavasti suurempi kuin laskettu kuorma. Tarkastelemalla nousukeskuksen lähtöjä havaittiin, että keskuksesta lähtee kahden UPS-jakelun nousukeskuksen huoltosyötöt. Huoltosyöttöjen käyttöä ohjataan manuaalisesti, joten on mahdollista, että toinen tai molemmat huoltosyötöistä on jäänyt päälle kytkeiksi unohduksen tai vahingon seurauksena. Saatujen mittaustuloksien perusteella on kuitenkin mahdoton sanoa varmaksi syytä, jonka takia ero on näin huomattava, myöskään mittarin antaman virheellisen lukeman mahdollisuutta ei voida sulkea pois.

Keskiosan arvot huomioimatta jättämällä voidaan todeta mitattujen arvojen olevan noin 60 % pienempiä kuin laskettujen arvojen. Eroavaisuus on oletetun kaltainen, sillä pistorasiakuormien arvioiminen teholaskelmaa tehdessä on huomattavasti vaikeampaa kuin valaistuskuorman. Teholaskelmaa tehdessä yhtä pistorasiaa kohden on arvioitu 200 W:n teho, mutta todellinen kulutus on suuresti riippuvainen pistorasiaan liitetystä tehonkuluttajasta ja sen käyttäytymisestä. Suunnittelu- ja rakennusvaiheessa rakennuksiin myös usein määritetään enemmän pistorasioita kuin niitä todellisuudessa on käytössä. Tosin johtuen erilaisten sähkölaitteiden määrän jatkuvasta kasvusta se on jopa suotavaa sekä lisää tilojen muunneltavuutta.

Prosentuaalisia arvoja tarkasteltaessa on muistettava, että arvot koostuvat pistorasia- ja KKL/KSL-kuormista, koska kohteen mittausjärjestelmä ei mahdollistanut näiden kahden eri kuormatyyppin tarkastelemista erikseen. KKL/KSL-kuormien käyttäytymien on usein luonteeltaan päälle/pois-tyyppistä, joten mittaustuloksia tarkasteltaessa on mahdotonta arvioida, kuinka suuri on laitteiden mittaushetkellä kuluttaman tehon määrä yhteenlasketusta summasta. On myös huomioitava, että työtä varten saadut mittaustulokset eivät ole rakennuksen todellisia huipputehoja, koska mittausjärjestelmä ei mahdollistanut niiden keräämistä historiasta. Mittaustuloksien voidaan kuitenkin arvioida kuvaavan melko tarkasti kohteen normaalin käytön mukaisia tehonkulutuksia.

7.2 Derby Business Park

Derby Business Park on rakennuskokonaisuus, joka koostuu pysäköintilaitoksesta sekä kolmesta toimistorakennuksesta. Toimistorakennukset on nimetty A-, B- ja C-taloiksi ja pysäköintilaitos P-taloksi. Pääkeskuksia on kaksi PK-1 ja PK-2, jotka on sijoitettu pysäköintilaitoksen kellaritiloihin. PK-1 syöttää toimistorakennuksien kellarikerrokseen sijoitettua nousukeskusta NK-1 ja PK-2 syöttää samaan kellarikerrokseen sijoitettua nousukeskusta NK-2, myös pysäköintilaitoksen jakokeskuksia syötetään PK-2:sta. Toimistotilojen nousukeskus NK-1 syöttää A-, B- ja C-talon kerroskohtaisia jakokeskuksia ja NK-2 syöttää muita jakokeskuksia sekä A- ja B-talon ylimpien kerroksien nousukeskuksia NKA-801, NKA-802, NKB-801 ja NKB-802, joista syötetään mm. rakennuksen LVI-laitteiden sekä hissien jakokeskuksia.

Vertailulaskelmaan on taulukoitu kuvan 10 mukaisesti pää-, nousu- ja jakokeskuksilta saadut mittaustulokset sekä teholaskelmassa lasketut huipputehot. Näistä on laskettu erotukset tehona (kW) sekä prosentuaalisesti. Taulukossa 2 on esitetty pääkeskuksien PK-1 ja PK-2, nousukeskuksien NK-1 ja NK-2 sekä LVI:n ja hissien nousukeskuksien NKA-801, NKA-802, NKB-801 ja NKB-802 mitattujen ja laskettujen tehojen erotukset prosentteina.

Taulukko 2. Vertailulaskelmien pää- ja nousukeskuksien mitattujen ja laskettujen kokonaistehojen erotukset prosenttisarvoina

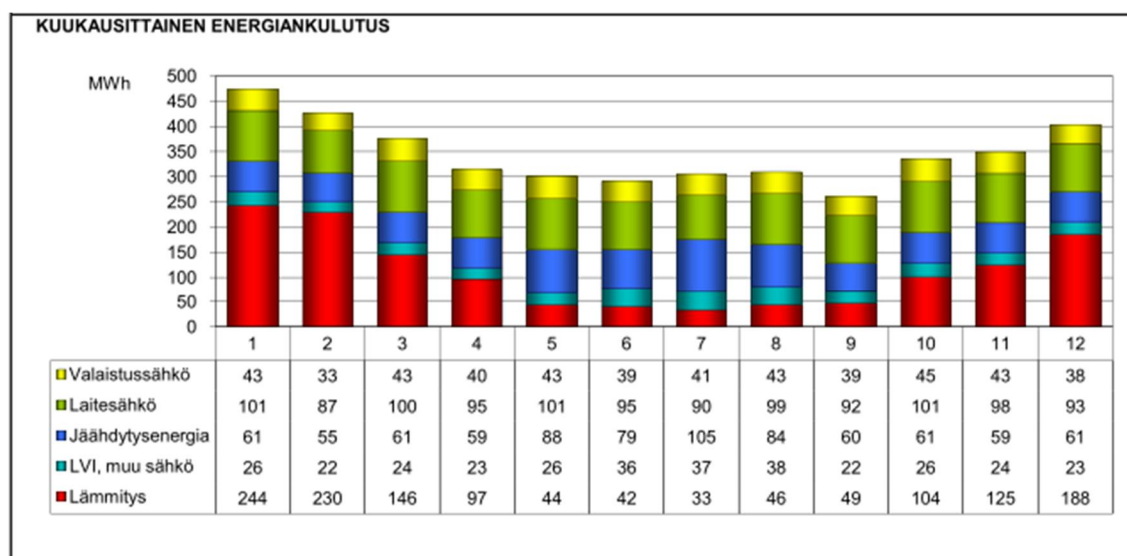
Keskustunnus	Mitatun ja lasketun tehon erotus %
PK-1	72,2 %
PK-2	75,6 %
NK-1	73,9 %
NK-2	73,7 %
NKA-801	56,1 %
NKA-802	98,4 %
NKB-801	54,6 %
NKB-802	99,3 %

Kohteesta saadut mittaustulokset ovat keskuskohtaisesti mitattuja tehonkulutuksia, joihin on mitattu kaikki keskuksien syöttämät lähdöt pois lukien keskuksien omakäyttöosat, joiden tehonkulutuksen voidaan kuitenkin olettaa olevan niin pieni, ettei sillä ole merkitystä mittaustuloksien tarkastelun osalta. Koska energianmittausjärjestelmä mittaa keskuksen kokonaiskulutusta eikä kuormatyyppikohtaista jaottelua ole tehty, ei mittaustuloksien avulla ole mahdollista tehdä samanlaista kuormatyyppikohtaista erottelua kuin Tornisairaalan kohdalla.

Taulukon 2 arvoista voidaan kuitenkin tehdä johtopäätelmiä mitatun ja lasketun kokonaistehon välillä. Pääkeskuksien PK-1 ja PK-2 sekä nousukeskuksien NK-1 ja NK-2 mitatun ja lasketun tehon prosentuaalinen erotus on hyvinkin lähellä samaa noin 70 % arvoa keskenään. Erotuksen voidaan todeta olevan melko suuri huomioiden, ettei tehollaskelmaan ole sisällytetty tehon nousuvarausta, joka on yleensä 30 % laskennallisesta huipputehosta. Tarkastelussa on kuitenkin otettava huomioon, että mittausajankohtana on ollut valoisaa, joten valaistuskuorma ei ole huipussaan. Eron suuruudesta voidaan myös arvioida todellisen pistorasiakuorman olevan huomattavasti pienempi kuin suunnitteluvaiheessa on laskettu. Perusteena voidaan käyttää kohteen tilojen koostumista

pääasiassa toimistohuoneista ja vastaavista tiloista, joihin suunnitteluvaiheessa arvioidaan suuri määrä pistorasiakuormaa, koska oletetaan, että pistorasioihin liitettäviä laitteita on paljon ja halutaan säilyttää tilat muunneltavina.

Nousukeskukset NKA-801 ja NKB-801 ovat LVI-järjestelmää syöttäviä keskuksia, joten niiden noin 50 %:n erotusta mitatun ja lasketun tehon välillä voidaan pitää hieman suurena, koska kohteen luonnossuunnitteluvaiheessa lasketun arvion kuukausittaisesta energiankulutuksesta [kuva 12] mukaan kohteen energiankulutuksen huippu saavutetaan tammikuussa, jolloin myös mittaukset on suoritettu. On kuitenkin otettava huomioon mittausajankohdan sääolosuhteet, jotka saattavat poiketa huomattavasti olosuhteista, joiden mukaan laskelma on tehty.



Kuva 12. Luonnossuunnitteluvaiheessa laskettu arvio Derby Business Park:in kuukausittaisesta energiankulutuksesta.

Nousukeskukset NKA-802 ja NKB-802 syöttävät hissikeskuksia, joita on toimistotaloissa yhteensä 7 kappaletta. Suurista prosentuaalisista eroista mitatun ja lasketun tehon välillä voidaan arvioida, että hissit eivät ole olleet käytössä mittausajankohtana. Hissien tehonkäyttö on myös hyvin vaihtelevaa ja johtuen tehonkulutuksen historiatietojen puuttumisesta voidaan hissien nousukeskusten mitatun ja lasketun tehon erotuksesta todeta sen olevan normaaleissa arvoissa.

7.3 Tasoituskertoimien tarkastelu

Teholaskelmassa huipputehojen laskennassa on käytetty kahta eri tasoituskerrointa, eli tasoituskerrointa, jota käytetään yhden keskuksen huipputehon tasoittamiseen sekä kokonaistasoituskerointa, jota käytetään koko keskusta syöttävän jakelun huipputehon tasoittamiseen. Tasoituskerroin voi olla arvoltaan 0,1—1 ja se kuvaa keskuksen syöttämän kuorman arvioitua käyttöastetta sekä kuormien eriaikaisuutta. Tasoituskertoimien käytöllä pyritään simuloimaan todellinen huipputeho jakeluverkon eri kohdissa verkon mitoitus varten ja välttämään ylimitoitusta. Työn tavoitteena oli tarkastella esitellyjen kahden kohteen teholaskennassa käytettyjä tasoituskertoimia vertailemalla mitattuja ja laskettuja huipputehoja. Johtuen kohteiden mittausjärjestelmien historiaseurannan puutteesta varsinaisia todellisia mitattuja huipputehoja ei ollut materiaaliksi mahdollista kerätä, mutta johtopäätelmiä käytetyistä tasoituskertoimista voidaan kuitenkin tehdä kerättyjen mittaustuloksien pohjalta.

Meilahden tornisairaalan teholaskelmassa nousukeskuksille on käytetty tasoituskerrointa 1 ja kokonaistasoituskerointa 0,8. Jakokeskuksille molempina tasoituskertoimina on käytetty kerrointa 1. Mittaustulosten tarkasteluvaiheessa todettiin mitattujen ja laskettujen tehokemien erotuksen olevan melko hyvin tasapainossa ja johtuen varsinaisten mitattujen huipputehoarvojen puuttumisesta pitkälle menevien johtopäätösten vetäminen tasoituskertoimien paikkaansa pitävyydestä on hankalaa. Tasoituskertoimien vaikutusta voidaan karkealla tasolla analysoida kertomalla nousukeskuksen W21 NK Pt.1 laskettua huipputehoa eri tasoituskertoimilla havainnollistamaan kertoimien vaikutusta teholaskennassa. Jakokeskuksien tasoituskertoimina on laskennassa käytetty kerrointa 1, joten se ei vaikuta jakokeskukselle laskettuun huipputehoon. Nousukeskuksille on käytetty keskuskohtaisena tasoituskertoimena kerrointa 1 ja nousukeskuksen syöttämän jakelun kokonaistasoituskertoimena kerrointa 0,8. Lasketaan eteläosan normaalivoiman nousukeskuksen W21 NK Pt.1, jonka huipputeho on ilman tasoitusta eli kokonaistasoituskertoimella 1 teholaskelman laskusovelluksen mukaan 385,8 kW. Mitattujen ja laskettujen tehojen vertailulaskelmassa on kuitenkin käytettävä varsinaisen suunnitteluvaiheen laskelman kokonaistasoituskertoimella 0,8 tasoitettua arvoa 308,6 kW. Vertailulaskelmassa käytetyt aamu- ja iltapäivän mitatut tehot ovat liitteen 1 mukaisesti 100,4 kW ja 94,9 kW, joten esimerkklaskelmassa käytetään suurempaa 100,4 kW tehoa. Lasketun huipputehon noin 300 kW ja mitatun tehon 100,4 kW erotus on siis noin 200 kW eli noin 67 %.

Voidaan laskea huipputeho muutamilla eri kokonaistasoituskertoimilla, jolloin erotus on

- Kokonaistasoituskerroin 0,7: $385,8 \text{ kW} \times 0,7 \approx 270 \text{ kW}$ ja erotus $270 \text{ kW} - 100,4 \text{ kW} \approx 170 \text{ kW}$ eli noin 62 %
- Kokonaistasoituskerroin 0,6: $385,8 \text{ kW} \times 0,6 \approx 230 \text{ kW}$ ja erotus $230 \text{ kW} - 100,4 \text{ kW} \approx 130 \text{ kW}$ eli noin 56 %
- Kokonaistasoituskerroin 0,5: $385,8 \text{ kW} \times 0,5 \approx 190 \text{ kW}$ ja erotus $190 \text{ kW} - 100,4 \text{ kW} \approx 90 \text{ kW}$ eli noin 47 %

Todetaan, että pienentämällä kokonaistasoituskerrointa 0,1:llä nousukeskukselle laskettu huipputeho pienenee noin 40 kW. Mikäli myös nousukeskuksen syöttämille jakokeskuksille on käytetty tasoituskertoimena pienempää arvoa kuin 1 vaikuttaa se nousukeskuksen laskettuun huipputehoon sillä teholaskelmassa nousukeskuksen huipputehoa kokonaistasoituskertoimella laskettaessa otetaan huomioon kaikki nousukeskuksen syöttämien jakokeskuksien tasauskertoimet.

Kun nousukeskuksen syöttämien jakokeskuksien tasoituskerroin on 0,8 ja nousukeskuksen kokonaistasoituskerroin 0,8, 0,7, 0,6 ja 0,5, huipputehoksi muodostuu:

- Kokonaistasoituskerroin 0,8: $385,8 \text{ kW} \times (0,8 \times 0,8) \approx 247 \text{ kW}$ ja erotus $247 \text{ kW} - 100,4 \text{ kW} \approx 147 \text{ kW}$ eli noin 59 %
- Kokonaistasoituskerroin 0,7: $385,8 \text{ kW} \times (0,7 \times 0,8) \approx 216 \text{ kW}$ ja erotus $216 \text{ kW} - 100,4 \text{ kW} \approx 116 \text{ kW}$ eli noin 53 %
- Kokonaistasoituskerroin 0,6: $385,8 \text{ kW} \times (0,6 \times 0,8) \approx 185 \text{ kW}$ ja erotus $185 \text{ kW} - 100,4 \text{ kW} \approx 85 \text{ kW}$ eli noin 46 %
- Kokonaistasoituskerroin 0,5: $385,8 \text{ kW} \times (0,5 \times 0,8) \approx 154 \text{ kW}$ ja erotus $154 \text{ kW} - 100,4 \text{ kW} \approx 54 \text{ kW}$ eli noin 35 %

Voidaan huomata, että jakokeskuksille määritellyt tasoituskertoimet vaikuttavat myös nousukeskukselle laskettuun huipputehoon, mikäli nousukeskukselle käytetään koko syötettävän jakelun huomioon ottavaa kokonaistasoituskerrointa. Yleensä kuitenkin jakokeskuksille käytetään tasoituskertoimena kerrointa 1, jotta keskus mitoitetaan täydelle huipputeholle. Pienempiä tasoituskertoimia käytetään pää- ja nousukeskuksien huipputehojen mitoituksessa. Vertailemalla eri tasoituskertoimilla laskettuja huipputehoarvoja keskuksen mitattuihin teholukemiin voidaan todeta tasoituskertoimien käytön suunnitteluvaiheen teholaskennassa olevan perusteltua. Päätelmiä tehdessä on kuitenkin muistettava, että mitatut teholukemat eivät ole keskuksien todellisia huipputeho-

ja vain mittausajankohdan hetkellisiä arvoja. Esimerkkilaskelmat on tehty havainnollistamaan, kuinka tasoituskertoimien käyttö vaikuttaa teholaskennan lopputuloksena saattaviin huipputehoihin.

Meilahden tornisairaalan teholaskennassa pääkeskuksille on käytetty kokonaistasoituskertoimia kertoimia 0,9 tai 0,95, nousukeskuksille kerrointa 0,8 ja jakokeskuksille kerrointa 1. Liitteen 1 mukaisista kohteen mitattujen ja laskettujen tehojen vertailulaskelmista sekä niistä tehdyistä tarkasteluista voidaan päätellä teholaskennassa käytettyjen tasoituskertoimien olleen hyvin valittuja ja teholaskelman olevan tasapainossa kohteen todellisten huipputehojen kanssa.

Derby Business Parkin teholaskelmassa kaikille keskuksille on käytetty tasoituskerrointa 1 eli teholaskelmassa laskettuja huipputehoja ei ole tasoitettu lainkaan. Liitteen 2 mukaisista mitattujen ja laskettujen tehojen vertailulaskelmista voidaankin huomata, että laskettujen ja mitattujen tehojen välillä on kauttaaltaan keskimäärin 70 %:n erotus. Vertailulaskelmaan ja siitä tehtyyn tarkasteluun nojaten on perusteltua olettaa, että kohteen teholaskelmassa olisi ollut hyvä käyttää tasoituskertoimia. Suuremmillakin tasoituskertoimilla teholaskelmassa olisi pystytty tasaamaan laskettuja huipputehoja pienemmiksi, jolloin laskelman arvot vastaisivat todellisuudessa mitattuja tehoja paremmin. Voidaan olettaa, että myös kohteen jakeluverkko on teholaskelmaan nojaten hieman ylimitoitettu todelliseen kuormitukseen nähden.

8 Yhteenveto

Tässä työssä käsiteltiin pääsähkönjakelun tehomitoitusta suunnitteluvaiheessa vertailemalla kahden kohteen suunnitteluvaiheen teholaskelmassa laskettuja huipputehoja kohteista mitattuihin hetkellisiin tehoihin. Tutkimalla ja vertailemalla mitattuja tehoja laskettuihin pyrittiin tarkastelemaan teholaskelmassa käytettyjä tasoituskertoimia ja niiden vaikutusta laskettuihin huipputehoihin. Tasoituskertoimien tarkastelun tavoitteena oli tutkia mahdollisuutta muuttaa laskennassa käytettyjen tasoituskertoimien arvoja nykyistä alemmaksi, jotta tulevaisuudessa kohteiden jakeluverkko pystyttäisiin mitoittamaan entistä tarkemmin todellista kuormitusta vastaavaksi. Jakeluverkko pyritään suunnittelemaan mahdollisimman tarkasti todellisen kuormituksen mukaan, sillä ylimitoituksesta aiheutuu ylimääräisiä kustannuksia.

Työtä varten suoritettiin kahden eri rakennustyyppin kohteen mitattujen ja laskettujen tehojen vertailulaskelmat, laskelmien tarkastelut sekä tutkittiin laskennassa käytettyjä tasoituskertoimia ja pohdittiin, miten teholaskelmassa käytetyt tasoituskertoimet soveltuivat kohteiden huipputehojen laskentaan mitattujen tehojen perusteella. Vaikka kohteista ei alkuperäisen suunnitelman mukaisesti saatu mittaustuloksina todellisia huipputehoja ja työssä vertailtiin mittaajankohtien hetkellisiä tehoja, on tarkastelun perusteella mahdollista tehdä johtopäätöksiä kohteiden teholaskelmassa käytetyistä tasoituskertoimista. Etenkin toisen tutkittavan kohteen Derby Business Parkin tehojen tarkastelun perusteella voidaan kyseenalaistaa, olisiko teholaskelmassa voinut käyttää pienempiä tasoituskertoimia käytetyn tasoituskertoimen 1 sijaan. Meilahden tornisairaalan teholaskelmassa käytettyjen tasoituskertoimien voidaan mittaustuloksiin ja niiden tarkasteluun vedoten todeta olleen sopivia. On kuitenkin huomioitava, että tornisairaalan mittaustuloksien epävarmuuden takia tarkastelu ei onnistunut kaikkien 6 nousukeskuksen osalta. Kummankaan kohteen mittaustulokset eivät myöskään ole todellisia huipputehoja, joten työssä käytettyjen mittaajankohtien hetkellisten tehojen vertaaminen laskettuihin huipputehoihin pitää suorittaa varauksella ja huomioida, että todelliset huipputehot voivat olla huomattavasti nyt mitattuja suuremmat. Lisäksi on huomioitava, että laskennallisten tehojen on sisällettävä yleensä noin 30 %:n tehonnousuvaran rakennuksen elinkaaren aikana tapahtuvien muutosten varalle.

Suunnitteluvaiheen teholaskennassa käytettävät kuormat perustuvat lähes poikkeuksetta arvioihin ja pääsähkönjakelujärjestelmä on aina pyrittävä mitoittamaan välttäen alimitoitusta. Jokainen suunniteltava kohde on omanlaisensa ja pääsähkönjakelujärjestelmän suunnittelussa on otettava huomioon kohteen asettamat erityisvaatimukset. Pääsähkönjakelujärjestelmä on suunniteltava ennen kaikkea toimintavarmaksi ja mitoittaa riittäväksi todellisen kulutuksen sekä tulevaisuuden tarpeisiin. Työssä tarkasteltujen kahden kohteen perusteella voidaan päätellä, että suunnitteluvaiheen mitoituksessa on pieniä viitteitä ylimitoituksesta.

Kahden kohteen tutkiminen on kuitenkin hyvin pieni otanta, jonka perusteella ei ole suositeltavaa pienentää teholaskelmissa käytettäviä tasoituskertoimia. Tarkempien rakennustyyppikohtaisien tutkimustuloksien saamiseksi olisi tutkittava useiden samankaltaisten rakennuksien mitattuja ja laskettuja tehoja sekä vertailla niiden tarkastelujen tuloksia keskenään. Tarkasteltavia kohteita valittaessa tulisi pyrkiä valitsemaan kohteita, joiden todelliset huipputehot on mahdollista mitata tai kerätä rakennuksien mittaajärjestelmien historiatiedoista. Tällä tavoin voidaan varmistaa, että kohteen vertailussa

tarkasteltavat lasketut sekä mitatut huipputehot ovat keskenään mahdollisimman vertailukelpoisia. Mikäli useiden samankaltaisten rakennuksien laskettujen ja mitattujen huipputehojen välillä voidaan huomata yhteneväisyyksiä ja viitteitä ylityksestä on mahdollista kerätä riittävät tutkimustiedot tarkempien rakennustyyppikohtaisten tasointuskertoimien määrittelyyn.

Lähteet

- 1 Meilahden tornisairaala 2017. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri. Verkkodokumentti. <http://www.hus.fi/sairaanhoito/sairaalat/meilahden-tornisairaala/sivut/default.aspx?redirected=1> Luettu 9.5.2017.
- 2 Referenssit 2017. Granlund Oy. Verkkodokumentti. <http://www.granlund.fi/referenssit/projektit/meilahden-potilastorni/page15> Luettu 9.5.2017.
- 3 Referenssit 2017. Tekla Oy. Verkkodokumentti. <https://www.tekla.com/fi/referenssit/derby-business-park> Luettu 9.5.2017.
- 4 Toimitilat 2017. SRV Oy. Verkkodokumentti. <https://www.srv.fi/toimitilat/derby> Luettu 9.5.2017.
- 5 Referenssit 2017. Granlund Oy. Verkkodokumentti. <http://www.granlund.fi/referenssit/projektit/derby-business-park/> Luettu 9.5.2017
- 6 Lindholm Marcus. Granlund Oy. Teholaskelmat hankkeen eri vaiheissa. Powerpoint esitys. Yhtiön sisäinen koulutusmateriaali. 11.5.2016, Marcus Lindholm
- 7 Hölttä Taavi 2014. Huipputehon, jännitteenaleneman ja oikosulkuvirtojen laskentaporttipohja. Opinnäytetyö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu.
- 8 Ylitalo Jesse 2012. Rakennusautomaation väylät ja integraatio, lyhenteet ja käsitteet. Opinnäytetyö. Metropolia ammattikorkeakoulu.
- 9 SFS 6000-5-52 s. 54 taulukko G.52.1. Jännitteenalenema sähkökäyttäjän asennuksessa. Verkkodokumentti 4. painos, vahvistettu 2012-08-13. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto SFS.
- 10 Yhtiöstä 2017. Granlund Oy. Verkkodokumentti. <http://www.granlund.fi/yhtiosta/> Luettu 9.5.2017

Meilahden tornisairaalan vertailulaskelmat

Meilahden tornisairaalan mitattujen ja laskettujen tehojen vertailulaskelmat etelä-, keski- ja pohjoisosien nousukeskuksista.

Mittari	Eteläosa	Laskettu teho kW	Laskettu valaistus-teho	Laskettu pistorasia-teho	Laskettu KKL/KSL teho	AP Mitattu teho kW	IP Mitattu teho kW
W21 NK PT.1 EQ01	Nousukeskus tunneli eteläosa	308,6 Kw	43,3 Kw	127,2 Kw	115,7 Kw	100,4 Kw	94,9 Kw
W21 JK PP.1 EQ01	Valaistus pohjakerros eteläosa	14,9 Kw	4,5 Kw	10,4 Kw	Kw	2,2 kW	1,9 kW
W21 JK PO1.1 EQ01	Valaistus 1. kerros eteläosa	39 Kw	2,7 Kw	1,4 Kw	13,8 Kw	1,8 kW	2,1 kW
W21 JK PO2.1 EQ01	Valaistus 2. kerros eteläosa	38,8 Kw	3,8 Kw	5 Kw	30 Kw	2,8 kW	3,1 kW
W21 JK PO3.1 EQ01	Valaistus 3. kerros eteläosa	11,2 Kw	2,7 Kw	8,5 Kw	0 Kw	2,8 kW	2,7 kW
W21 JK PO4.1 EQ01	Valaistus 4. kerros eteläosa	11,7 Kw	3 Kw	10,9 Kw	3,6 Kw	1,7 kW	1,7 kW
W21 JK PO5.1 EQ01	Valaistus 5. kerros eteläosa	37,8 Kw	3 Kw	10,9 Kw	24 Kw	1,6 kW	1,5 kW
W21 JK PO6.1 EQ01	Valaistus 6. kerros eteläosa	17,4 Kw	3 Kw	10,9 Kw	3,6 Kw	0,9 kW	0,6 kW
W21 JK PO7.1 EQ01	Valaistus 7. kerros eteläosa	37,8 Kw	3 Kw	10,9 Kw	24 Kw	0,6 kW	0,8 kW
W21 JK PO8.1 EQ01	Valaistus 8. kerros eteläosa	37,8 Kw	3 Kw	10,9 Kw	24 Kw	1,7 kW	1,4 kW
W21 JK PO9.1 EQ01	Valaistus 9. kerros eteläosa	17,4 Kw	3 Kw	10,9 Kw	3,6 Kw	0,8 kW	1,7 kW
W21 JK PO10.1 EQ01	Valaistus 10. kerros eteläosa	17,4 Kw	3 Kw	10,9 Kw	3,6 Kw	1,6 kW	1,5 kW
W21 JK PO11.1 EQ01	Valaistus 11. kerros eteläosa	17,4 Kw	3 Kw	10,9 Kw	3,6 Kw	1,7 kW	1,7 kW
W21 JK PO12.1 EQ01	Valaistus 12. kerros eteläosa	17,4 Kw	3 Kw	10,9 Kw	3,6 Kw	2 kW	2 kW
W21 JK PO13.1 EQ01	Valaistus 13. kerros eteläosa	17,4 Kw	3 Kw	10,9 Kw	3,6 Kw	1,4 kW	1,7 kW
W21 JK PO14.1 EQ01	Valaistus 14. kerros eteläosa	17,4 Kw	3 Kw	10,9 Kw	3,6 Kw	1,9 kW	1,7 kW
W21 JK PO15.1 EQ01	Valaistus 15. kerros eteläosa	12,8 Kw	5,1 Kw	7,7 Kw	Kw	-0,2 kW	2,8 kW
	Mitattu valaistus yht.					25,3 kW	28,9 kW
	Valaistuksen erotus mitattu/laskettu kW					18 kW	14,4 kW
	Valaistuksen erotus mitattu/laskettu %					41,6 %	33,3 %
	Mitattu pistorasia + KKL/KSL yht.					75,1 kW	66 kW
	Laskettu (pistorasia + KKL/KSL) - mitattu kW					167,8 kW	176,9 kW
	Laskettu (pistorasia + KKL/KSL) / mitattu %					69,1 %	72,8 %

Mittari	Eteläosa	Laskettu teho kW	Laskettu valaistus-teho	Laskettu pistorasia-teho	Laskettu KKL/KSL teho	AP Mitattu teho kW	IP Mitattu teho kW
W22 NK PT.1 EQ01	Nousukeskus tunneli eteläosa	98,2 Kw	38,7 Kw	20,6 Kw	7,2 Kw	37,9 Kw	39,2 Kw
W22 JK PP.1 EQ01	Valaistus pohjakerros eteläosa	1,6 Kw	0,5 Kw	1,2 Kw	Kw	0,3 kW	0,3 kW
W22 JK PO1.1 EQ01	Valaistus 1. kerros eteläosa	6,3 Kw	4,3 Kw	1,1 Kw	0,6 Kw	2 kW	2,8 kW
W22 JK PO2.1 EQ01	Valaistus 2. kerros eteläosa	7,7 Kw	4,4 Kw	1,4 Kw	1,8 Kw	2,8 kW	2,8 kW
W22 JK PO3.1 EQ01	Valaistus 3. kerros eteläosa	5 Kw	2 Kw	3 Kw	0 Kw	1,8 kW	1,8 kW
W22 JK PO4.1 EQ01	Valaistus 4. kerros eteläosa	7,1 Kw	3,2 Kw	1,6 Kw	0,6 Kw	1,3 kW	1,7 kW
W22 JK PO5.1 EQ01	Valaistus 5. kerros eteläosa	7,1 Kw	3,2 Kw	1,6 Kw	0,6 Kw	2 kW	1,7 kW
W22 JK PO6.1 EQ01	Valaistus 6. kerros eteläosa	7,1 Kw	3,2 Kw	1,6 Kw	0,6 Kw	1,5 kW	1,6 kW
W22 JK PO7.1 EQ01	Valaistus 7. kerros eteläosa	7,1 Kw	3,2 Kw	1,6 Kw	0,6 Kw	1,9 kW	2,1 kW
W22 JK PO8.1 EQ01	Valaistus 8. kerros eteläosa	7,1 Kw	3,2 Kw	1,6 Kw	0,6 Kw	1,4 kW	1,4 kW
W22 JK PO9.1 EQ01	Valaistus 9. kerros eteläosa	7,1 Kw	3,2 Kw	1,6 Kw	0,6 Kw	1,7 kW	1,7 kW
W22 JK PO10.1 EQ01	Valaistus 10. kerros eteläosa	7,1 Kw	3,2 Kw	1,6 Kw	0,6 Kw	1,8 kW	1,8 kW
W22 JK PO11.1 EQ01	Valaistus 11. kerros eteläosa	7,1 Kw	3,2 Kw	1,6 Kw	0,6 Kw	1,7 kW	1,6 kW
W22 JK PO12.1 EQ01	Valaistus 12. kerros eteläosa	7,1 Kw	3,2 Kw	1,6 Kw	0,6 Kw	1,7 kW	1,8 kW
W22 JK PO13.1 EQ01	Valaistus 13. kerros eteläosa	7,1 Kw	3,2 Kw	1,6 Kw	0,6 Kw	2 kW	2,1 kW
W22 JK PO14.1 EQ01	Valaistus 14. kerros eteläosa	7,1 Kw	3,2 Kw	1,6 Kw	0,6 Kw	1,4 kW	1,3 kW
W22 JK PO15.1 EQ01	Valaistus 15. kerros eteläosa	0,6 Kw	0,5 Kw	0,2 Kw	0 Kw	kW	kW
	Mitattu valaistus yht.					25,3 kW	26,5 kW
	Valaistuksen erotus mitattu/laskettu kW					13,4 kW	12,2 kW
	Valaistuksen erotus mitattu/laskettu %					34,6 %	31,5 %
	Mitattu pistorasia + KKL/KSL yht.					12,6 kW	12,7 kW
	Laskettu (pistorasia + KKL/KSL) - mitattu kW					15,2 kW	15,1 kW
	Laskettu (pistorasia + KKL/KSL) / mitattu %					54,7 %	54,3 %

Mittari	Keskiosa	Laskettu teho kW	Laskettu valaistus-teho	Laskettu pistorasia-teho	Laskettu KKL/KSL teho	AP Mitattu teho kW	IP Mitattu teho kW
W21 NK PT.2 EQ01	Nousukeskus tunneli keskiosa	291,7 Kw	38,6 Kw	51,8 Kw	187,7 Kw	-6,6 Kw	-6,6 Kw
W21 JK POP.2 EQ01	Valaistus pohjakerros keskiosa	8,7 Kw	3,9 Kw	4,8 Kw	Kw	3 kW	3 kW
W21 JK PO1.2 EQ01	Valaistus 1. kerros keskiosa	12,5 Kw	2,7 Kw	5,6 Kw	4,2 Kw	2,2 kW	2,2 kW
W21 JK PO2.2 EQ01	Valaistus 2. kerros keskiosa	13,1 Kw	3 Kw	4,1 Kw	6 Kw	3,2 kW	3,2 kW
W21 JK PO3.2 EQ01	Valaistus 3. kerros keskiosa	2,5 Kw	1,1 Kw	1,4 Kw	0 Kw	1 kW	1 kW
W21 JK PO4.2 EQ01	Valaistus 4. kerros keskiosa	31,6 Kw	2,1 Kw	3,7 Kw	25,8 Kw	0,6 kW	0,6 kW
W21 JK PO5.2 EQ01	Valaistus 5. kerros keskiosa	11,8 Kw	2,1 Kw	3,7 Kw	6 Kw	0,5 kW	0,5 kW
W21 JK PO6.2 EQ01	Valaistus 6. kerros keskiosa	31,6 Kw	2,1 Kw	3,7 Kw	25,8 Kw	0,6 kW	0,6 kW
W21 JK PO7.2 EQ01	Valaistus 7. kerros keskiosa	11,8 Kw	2,1 Kw	3,7 Kw	6 Kw	1,4 kW	1,4 kW
W21 JK PO8.2 EQ01	Valaistus 8. kerros keskiosa	11,8 Kw	2,1 Kw	3,7 Kw	6 Kw	0,9 kW	0,9 kW
W21 JK PO9.2 EQ01	Valaistus 9. kerros keskiosa	31,6 Kw	2,1 Kw	3,7 Kw	25,8 Kw	0,6 kW	0,6 kW
W21 JK PO10.2 EQ01	Valaistus 10. kerros keskiosa	31,6 Kw	2,1 Kw	3,7 Kw	25,8 Kw	1,4 kW	1,4 kW
W21 JK PO11.2 EQ01	Valaistus 11. kerros keskiosa	31,6 Kw	2,1 Kw	3,7 Kw	25,8 Kw	1,1 kW	1,1 kW
W21 JK PO12.2 EQ01	Valaistus 12. kerros keskiosa	31,6 Kw	2,1 Kw	3,7 Kw	25,8 Kw	0,7 kW	0,7 kW
W21 JK PO13.2 EQ01	Valaistus 13. kerros keskiosa	31,6 Kw	2,1 Kw	3,7 Kw	25,8 Kw	0,9 kW	0,9 kW
W21 JK PO14.2 EQ01	Valaistus 14. kerros keskiosa	31,6 Kw	2,1 Kw	3,7 Kw	25,8 Kw	1 kW	1 kW
W21 JK PO15.2 EQ01	Valaistus 15. kerros keskiosa	7,2 Kw	3,1 Kw	4 Kw	2 Kw	2 kW	2 kW
W21 JK P16.2 EQ01	Valaistus 6. kerros	26,4 Kw	9 Kw	2,4 Kw	Kw	2 Kw	2 Kw
Mitattu valaistus yht.						23,1 kW	23,1 kW
Valaistuksen erotus mitattu/laskettu kW						15,5 kW	15,5 kW
Valaistuksen erotus mitattu/laskettu %						40,2 %	40,2 %
Mitattu pistorasia + KKL/KSL yht.						-29,7 kW	-29,7 kW
Laskettu (pistorasia + KKL/KSL) - mitattu kW						269,2 kW	269,2 kW
Laskettu (pistorasia + KKL/KSL) / mitattu %						112,4 %	112,4 %

Mittari	Keskiosa	Laskettu teho kW	Laskettu valaistus-teho	Laskettu pistorasia-teho	Laskettu KKL/KSL teho	AP Mitattu teho kW	IP Mitattu teho kW
W22 NK PT.2 EQ01	Nousukeskus tunneli keskiosa	28,9 Kw	19,7 Kw	8 Kw	0,5 Kw	34,6 kW	34,6 kW
W22 JK POP.2 EQ01	Valaistus pohjakerros keskiosa	1,4 Kw	0,6 Kw	0,6 Kw	Kw	0,9 kW	0,9 kW
W22 JK PO1.2 EQ01	Valaistus 1. kerros keskiosa	2 Kw	1,2 Kw	0,2 Kw	0,6 Kw	1 kW	1 kW
W22 JK PO2.2 EQ01	Valaistus 2. kerros keskiosa	1,5 Kw	0,5 Kw	0,2 Kw	Kw	0,9 kW	0,9 kW
W22 JK PO3.2 EQ01	Valaistus 3. kerros keskiosa	1,5 Kw	0,9 Kw	0,6 Kw	Kw	0,9 kW	0,9 kW
W22 JK PO4.2 EQ01	Valaistus 4. kerros keskiosa	1,9 Kw	1,4 Kw	0,5 Kw	Kw	1,7 kW	1,7 kW
W22 JK PO4.2 EQ02	Cook&Chill 4. kerros keskiosa	1,9 Kw	Kw	Kw	Kw	Kw	Kw
W22 JK PO5.2 EQ01	Valaistus 5. kerros keskiosa	1,9 Kw	1,4 Kw	0,5 Kw	Kw	1,1 kW	1,1 kW
W22 JK PO5.2 EQ02	Cook&Chill 5. kerros keskiosa	1,9 Kw	Kw	Kw	Kw	Kw	Kw
W22 JK PO6.2 EQ01	Valaistus 6. kerros keskiosa	1,9 Kw	1,4 Kw	0,5 Kw	Kw	0,9 kW	0,9 kW
W22 JK PO6.2 EQ02	Cook&Chill 6. kerros keskiosa	1,9 Kw	Kw	Kw	Kw	Kw	Kw
W22 JK PO7.2 EQ01	Valaistus 7. kerros keskiosa	1,9 Kw	1,4 Kw	0,5 Kw	Kw	1,5 kW	1,5 kW
W22 JK PO7.2 EQ02	Cook&Chill 7. kerros keskiosa	1,9 Kw	Kw	Kw	Kw	Kw	Kw
W22 JK PO8.2 EQ01	Valaistus 8. kerros keskiosa	1,9 Kw	1,4 Kw	0,5 Kw	Kw	1,6 kW	1,6 kW
W22 JK PO8.2 EQ02	Cook&Chill 8. kerros keskiosa	1,9 Kw	Kw	Kw	Kw	Kw	Kw
W22 JK PO9.2 EQ01	Valaistus 9. kerros keskiosa	1,9 Kw	1,4 Kw	0,5 Kw	Kw	1,1 kW	1,1 kW
W22 JK PO9.2 EQ02	Cook&Chill 9. kerros keskiosa	1,9 Kw	Kw	Kw	Kw	Kw	Kw
W22 JK PO10.2 EQ01	Valaistus 10. kerros keskiosa	1,9 Kw	1,4 Kw	0,5 Kw	Kw	0,9 kW	0,9 kW
W22 JK PO10.2 EQ02	Cook&Chill 10. kerros keskiosa	1,9 Kw	Kw	Kw	Kw	Kw	Kw
W22 JK PO11.2 EQ01	Valaistus 11. kerros keskiosa	1,9 Kw	1,4 Kw	0,5 Kw	Kw	1 kW	1 kW
W22 JK PO11.2 EQ02	Cook&Chill 11. kerros keskiosa	1,9 Kw	Kw	Kw	Kw	Kw	Kw
W22 JK PO12.2 EQ01	Valaistus 12. kerros keskiosa	1,9 Kw	1,4 Kw	0,5 Kw	Kw	1,3 kW	1,3 kW
W22 JK PO12.2 EQ02	Cook&Chill 12. kerros keskiosa	1,9 Kw	Kw	Kw	Kw	Kw	Kw
W22 JK PO13.2 EQ01	Valaistus 13. kerros keskiosa	1,9 Kw	1,4 Kw	0,5 Kw	Kw	1,5 kW	1,5 kW
W22 JK PO13.2 EQ02	Cook&Chill 13. kerros keskiosa	1,9 Kw	Kw	Kw	Kw	Kw	Kw
W22 JK PO14.2 EQ01	Valaistus 14. kerros keskiosa	1,9 Kw	1,4 Kw	0,5 Kw	Kw	1,1 kW	1,1 kW
W22 JK PO14.2 EQ02	Cook&Chill 14. kerros keskiosa	1,9 Kw	Kw	Kw	Kw	Kw	Kw
W22 JK PO15.2 EQ01	Valaistus 15. kerros keskiosa	1 Kw	0,5 Kw	0,5 Kw	Kw	0,2 kW	0,2 kW
W22 JK PO15.2 EQ02	Cook&Chill 15. kerros keskiosa	1 Kw	Kw	Kw	Kw	Kw	Kw
W22 JK P16.2 EQ01	Valaistus 6. kerros	5,9 Kw	4,5 Kw	1,2 Kw	Kw	0,1 Kw	0,3 Kw
Mitattu valaistus yht.						17,7 kW	17,9 kW
Valaistuksen erotus mitattu/laskettu kW						2 kW	1,8 kW
Valaistuksen erotus mitattu/laskettu %						10,2 %	9,1 %
Mitattu pistorasia + KKL/KSL yht.						16,9 kW	16,7 kW
Laskettu (pistorasia + KKL/KSL) - mitattu kW						-8,4 kW	-8,2 kW
Laskettu (pistorasia + KKL/KSL) / mitattu %						-98,8 %	-96,5 %

Mittari	Pohjoisosa	Laskettu teho kW	Laskettu valaistus-teho	Laskettu pistorasia-teho	Laskettu KKL/KSL teho	AP Mitattu teho kW	IP Mitattu teho kW
W21 NK PP.3 EQ01	Nousukeskus pohjakerros pohjoisosa	250,9 Kw	59,1 Kw	112,6 Kw	80,2 Kw	53 Kw	59 Kw
W21 JK PT.3 EQ01	Valaistus Tunneli pohjoisosa	12,8 Kw	3,1 Kw	1,2 Kw	Kw	2 Kw	2 Kw
W21 JK PP.3 EQ01	Valaistus pohjakerros pohjoisosa	14,9 Kw	5,4 Kw	9,5 Kw	Kw	2 Kw	3 Kw
W21 JK P01.3 EQ01	Valaistus 1. kerros pohjoisosa	35,4 Kw	3,9 Kw	5,7 Kw	25,8 Kw	2 Kw	2 Kw
W21 JK P02.3 EQ01	Valaistus 2. kerros pohjoisosa	27,7 Kw	3,4 Kw	5,7 Kw	18,6 Kw	3 Kw	4 Kw
W21 JK P03.3 EQ01	Valaistus 3. kerros pohjoisosa	19,2 Kw	2,7 Kw	9,3 Kw	7,2 Kw	2 Kw	3 Kw
W21 JK P04.3 EQ01	Valaistus 4. kerros pohjoisosa	17,8 Kw	4,7 Kw	10,1 Kw	3 Kw	2 Kw	2 Kw
W21 JK P05.3 EQ01	Valaistus 5. kerros pohjoisosa	17,8 Kw	4,7 Kw	10,1 Kw	3 Kw	1 Kw	2 Kw
W21 JK P06.3 EQ01	Valaistus 6. kerros pohjoisosa	17,8 Kw	4,7 Kw	10,1 Kw	3 Kw	1 Kw	1 Kw
W21 JK P07.3 EQ01	Valaistus 7. kerros pohjoisosa	15,5 Kw	4,1 Kw	5,4 Kw	10,8 Kw	2 Kw	2 Kw
W21 JK P08.3 EQ01	Valaistus 8. kerros pohjoisosa	15,5 Kw	4,1 Kw	5,4 Kw	10,8 Kw	1 Kw	2 Kw
W21 JK P09.3 EQ01	Valaistus 9. kerros pohjoisosa	17,8 Kw	4,7 Kw	10,1 Kw	3 Kw	1 Kw	2 Kw
W21 JK P10.3 EQ01	Valaistus 10. kerros pohjoisosa	17,8 Kw	4,7 Kw	10,1 Kw	3 Kw	2 Kw	2 Kw
W21 JK P11.3 EQ01	Valaistus 11. kerros pohjoisosa	17,8 Kw	4,7 Kw	10,1 Kw	3 Kw	1 Kw	2 Kw
W21 JK P12.3 EQ01	Valaistus 12. kerros pohjoisosa	17,8 Kw	4,7 Kw	10,1 Kw	3 Kw	2 Kw	2 Kw
W21 JK P13.3 EQ01	Valaistus 13. kerros pohjoisosa	17,8 Kw	4,7 Kw	10,1 Kw	3 Kw	2 Kw	2 Kw
W21 JK P14.3 EQ01	Valaistus 14. kerros pohjoisosa	17,8 Kw	4,7 Kw	10,1 Kw	3 Kw	2 Kw	2 Kw
W21 JK P15.3 EQ01	Valaistus 15. kerros pohjoisosa	12,2 Kw	5 Kw	7,3 Kw	0 Kw	3 Kw	3 Kw
Mitattu valaistus yht.						31 kW	38 kW
Valaistuksen erotus mitattu/laskettu kW						28,1 kW	21,1 kW
Valaistuksen erotus mitattu/laskettu %						47,5 %	35,7 %
Mitattu pistorasia + KKL/KSL yht.						22 kW	21 kW
Laskettu (pistorasia + KKL/KSL) - mitattu kW						170,8 kW	171,8 kW
Laskettu (pistorasia + KKL/KSL) / mitattu %						88,6 %	89,1 %

Mittari	Pohjoisosa	Laskettu teho kW	Laskettu valaistus-teho	Laskettu pistorasia-teho	Laskettu KKL/KSL teho	AP Mitattu teho kW	IP Mitattu teho kW
W22 NK PP.3 EQ01	Nousukeskus pohjakerros pohjoisosa	112,9 Kw	36,5 Kw	21,8 Kw	7,2 Kw	30 Kw	33 Kw
W22 JK PT.3 EQ01	Valaistus Tunneli pohjoisosa	1,9 Kw	1,4 Kw	0,6 Kw	Kw	Kw	Kw
W22 JK PP.3 EQ01	Valaistus pohjakerros pohjoisosa	1,4 Kw	0,5 Kw	0,9 Kw	Kw	Kw	Kw
W22 JK P01.3 EQ01	Valaistus 1. kerros pohjoisosa	6,4 Kw	4,2 Kw	1 Kw	1,2 Kw	1 Kw	1 Kw
W22 JK P02.3 EQ01	Valaistus 2. kerros pohjoisosa	4,3 Kw	2,9 Kw	0,8 Kw	0,6 Kw	1 Kw	1 Kw
W22 JK P03.3 EQ01	Valaistus 3. kerros pohjoisosa	4,4 Kw	1,6 Kw	2,2 Kw	0,6 Kw	1 Kw	1 Kw
W22 JK P04.3 EQ01	Valaistus 4. kerros pohjoisosa	7,5 Kw	3 Kw	2,3 Kw	0,6 Kw	1 Kw	1 Kw
W22 JK P05.3 EQ01	Valaistus 5. kerros pohjoisosa	7,5 Kw	3 Kw	2,3 Kw	0,6 Kw	1 Kw	2 Kw
W22 JK P06.3 EQ01	Valaistus 6. kerros pohjoisosa	7,5 Kw	3 Kw	2,3 Kw	0,6 Kw	1 Kw	1 Kw
W22 JK P07.3 EQ01	Valaistus 7. kerros pohjoisosa	7,6 Kw	4 Kw	0,6 Kw	0,6 Kw	1 Kw	1 Kw
W22 JK P08.3 EQ01	Valaistus 8. kerros pohjoisosa	7,6 Kw	4 Kw	0,6 Kw	0,6 Kw	1 Kw	2 Kw
W22 JK P09.3 EQ01	Valaistus 9. kerros pohjoisosa	7,5 Kw	3 Kw	2,3 Kw	0,6 Kw	2 Kw	2 Kw
W22 JK P10.3 EQ01	Valaistus 10. kerros pohjoisosa	7,5 Kw	3 Kw	2,3 Kw	0,6 Kw	1 Kw	1 Kw
W22 JK P11.3 EQ01	Valaistus 11. kerros pohjoisosa	7,5 Kw	3 Kw	2,3 Kw	0,6 Kw	1 Kw	2 Kw
W22 JK P12.3 EQ01	Valaistus 12. kerros pohjoisosa	7,5 Kw	3 Kw	2,3 Kw	0,6 Kw	2 Kw	2 Kw
W22 JK P13.3 EQ01	Valaistus 13. kerros pohjoisosa	7,5 Kw	3 Kw	2,3 Kw	0,6 Kw	2 Kw	2 Kw
W22 JK P14.3 EQ01	Valaistus 14. kerros pohjoisosa	7,5 Kw	3 Kw	2,3 Kw	0,6 Kw	2 Kw	2 Kw
W22 JK P15.3 EQ01	Valaistus 15. kerros pohjoisosa	0,6 Kw	0,5 Kw	0,1 Kw	0 Kw	Kw	Kw
Mitattu valaistus yht.						18 kW	21 kW
Valaistuksen erotus mitattu/laskettu kW						18,5 kW	15,5 kW
Valaistuksen erotus mitattu/laskettu %						50,7 %	42,5 %
Mitattu pistorasia + KKL/KSL yht.						12 kW	12 kW
Laskettu (pistorasia + KKL/KSL) - mitattu kW						17 kW	17 kW
Laskettu (pistorasia + KKL/KSL) / mitattu %						58,6 %	58,6 %

Derby Business Park:in vertailulaskelmat

Derby Business Park:in mitattujen ja laskettujen tehojen vertailulaskelmat pääkeskuksesta PK-1 ja PK-2.

PÄÄKESKUS 1 SÄHKÖMITTARIT									
Mittari			Mitattu teho kW		Laskettu teho kW		Erotus kW		Erotus %
PK-1			268 Kw		963,9 Kw		695,9 Kw		72,2 %
	UPS1-2 A128		5,735 Kw		Kw		-5,735 Kw		- %
	UPS2-2 A128		-0,012 Kw		Kw		0,012 Kw		- %
	NK-1		261 Kw		1071 Kw		810 Kw		75,6 %
	RKA-032 GSM-op.1		1,767 Kw		Kw		-1,767 Kw		- %
	RKA-032 GSM-op.2		1,698 Kw		Kw		-1,698 Kw		- %
	RKA-032 GSM-op.3		1,664 Kw		Kw		-1,664 Kw		- %
	RKA-032 GSM-op.4		0 Kw		Kw		0 Kw		- %
	RKA-001		4,594 Kw		16 Kw		11,406 Kw		71,3 %
	RKA-030		0 Kw		6 Kw		6 Kw		100,0 %
	RKA-031		1,193 Kw		5 Kw		3,807 Kw		76,1 %
	RKB-001		3,796 Kw		31 Kw		27,204 Kw		87,8 %
	RKB-001.2		0,064 Kw		Kw		-0,064 Kw		- %
	RKB-004		0,027 Kw		Kw		-0,027 Kw		- %
	RKC-001		3,722 Kw		25 Kw		21,278 Kw		85,1 %
	RKC-030		2,37 Kw		6 Kw		3,63 Kw		60,5 %
	RKC-031		0,64 Kw		5 Kw		4,36 Kw		87,2 %
	RKC-202		6,026 Kw		69 Kw		62,974 Kw		91,3 %
	RKB-002		31,888 Kw		165 Kw		133,112 Kw		80,7 %
	410VJK1		0,38 Kw		60 Kw		59,62 Kw		99,4 %
	RKA-101		9,353 Kw		40 Kw		30,647 Kw		76,6 %
	RKA-101.1		1,807 Kw		Kw		-1,807 Kw		- %
	RKA-101.2		0,292 Kw		Kw		-0,292 Kw		- %
	RKA-101.3		2,802 Kw		Kw		-2,802 Kw		- %
	RKA-201		6,462 Kw		31 Kw		24,538 Kw		79,2 %
	RKA-301		4,81 Kw		31 Kw		26,19 Kw		84,5 %
	RKA-401		6,484 Kw		31 Kw		24,516 Kw		79,1 %
	RKA-501		3,428 Kw		31 Kw		27,572 Kw		88,9 %
	RKA-601		7,603 Kw		31 Kw		23,397 Kw		75,5 %
	RKA-601.1		1,441 Kw		Kw		-1,441 Kw		- %
	RKA-601.2		5,661 Kw		Kw		-5,661 Kw		- %
	RKA-601.3		1,811 Kw		Kw		-1,811 Kw		- %
	RKA-601.4		1,98 Kw		Kw		-1,98 Kw		- %
	RKA-701		5,661 Kw		31 Kw		25,339 Kw		81,7 %
	KISKO B		75,067 Kw		229 Kw		153,933 Kw		67,2 %
	RKB-101		6,517 Kw		24 Kw		17,483 Kw		72,8 %
	RKB-101.1		0,215 Kw		Kw		-0,215 Kw		- %
	RKB-101.2		0,97 Kw		Kw		-0,97 Kw		- %
	RKB-101.3		4,758 Kw		Kw		-4,758 Kw		- %
	RKB-201		9,678 Kw		31 Kw		21,322 Kw		68,8 %
	RKB-201.1		1,966 Kw		Kw		-1,966 Kw		- %
	RKB-201.2		2,066 Kw		Kw		-2,066 Kw		- %
	RKB-201.3		2,764 Kw		Kw		-2,764 Kw		- %
	RKB-201.4		2,381 Kw		Kw		-2,381 Kw		- %
	RKB-301		9,678 Kw		31 Kw		21,322 Kw		68,8 %
	RKB-301.1		2,587 Kw		Kw		-2,587 Kw		- %
	RKB-301.2		2,842 Kw		Kw		-2,842 Kw		- %
	RKB-301.3		2,435 Kw		Kw		-2,435 Kw		- %
	RKB-301.4		2,867 Kw		Kw		-2,867 Kw		- %
	RKB-401		5,259 Kw		31 Kw		25,741 Kw		83,0 %
	RKB-401.1		1,69 Kw		Kw		-1,69 Kw		- %
	RKB-401.2		0,944 Kw		Kw		-0,944 Kw		- %
	RKB-401.3		0,275 Kw		Kw		-0,275 Kw		- %
	RKB-401.4		2,017 Kw		Kw		-2,017 Kw		- %
	RKB-501		17,445 Kw		31 Kw		13,555 Kw		43,7 %
	RKB-601		11,797 Kw		31 Kw		19,203 Kw		61,9 %
	RKB-701		13,067 Kw		31 Kw		17,933 Kw		57,8 %
	RKB-810		0,734 Kw		19 Kw		18,266 Kw		96,1 %
	KISKO C		78,122 Kw		216 Kw		137,878 Kw		63,8 %
	RKC-101		10,472 Kw		30 Kw		19,528 Kw		65,1 %
	RKC-101.3		0,598 Kw		Kw		-0,598 Kw		- %
	RKC-201		9,767 Kw		31 Kw		21,233 Kw		68,5 %
	RKC-301		10,897 Kw		31 Kw		20,103 Kw		64,8 %
	RKC-401		7,57 Kw		31 Kw		23,43 Kw		75,6 %
	RKC-501		11,304 Kw		31 Kw		19,696 Kw		63,5 %
	RKC-601		8,055 Kw		31 Kw		22,945 Kw		74,0 %
	RKC-701		8,825 Kw		31 Kw		22,175 Kw		71,5 %

PÄÄKESKUS 2 SÄHKÖMITTARIT							
Mittari			Mitattu teho kW	Laskettu teho kW	Erotus kW	Erotus %	
PK-2			316 Kw	1210,3 Kw	894,3 Kw	73,9 %	
	RKP-001		150,87 Kw	662 Kw	511,13 Kw	77,2 %	
		VJK5	0 Kw		0 Kw	- %	
		VJK4	0,039 Kw		-0,039 Kw	- %	
		LÄMPÖPUMPPU 3	14,44 Kw		-14,44 Kw	- %	
		LÄMPÖPUMPPU 2	59,295 Kw		-59,295 Kw	- %	
		LÄMPÖPUMPPU 1	60,464 Kw		-60,464 Kw	- %	
	RKP-003		10,02 Kw	20 Kw	9,98 Kw	49,9 %	
	RKP-004		0,002 Kw	4 Kw	3,998 Kw	100,0 %	
	RKP-005		0,113 Kw	4 Kw	3,887 Kw	97,2 %	
	RKP-007		4,324 Kw	10 Kw	5,676 Kw	56,8 %	
	RKP-010		4,824 Kw	28 Kw	23,176 Kw	82,8 %	
	RKP-011		2,778 Kw	9 Kw	6,222 Kw	69,1 %	
	RKP-501		0,59 Kw	10 Kw	9,41 Kw	94,1 %	
	RKP-502		1,344 Kw	10 Kw	8,656 Kw	86,6 %	
	HISSI H		0,155 Kw		-0,155 Kw	- %	
	NK-2		142 Kw	540,8 Kw	398,8 Kw	73,7 %	
	RKA-003		0,004 Kw	4 Kw	3,996 Kw	99,9 %	
	RKA-004		1,189 Kw	4 Kw	2,811 Kw	70,3 %	
	RKA-005		0,598 Kw	4 Kw	3,402 Kw	85,1 %	
	RKA-010		8,303 Kw	20 Kw	11,697 Kw	58,5 %	
	RKA-110		8,984 Kw	167 Kw	158,016 Kw	94,6 %	
	A-KPÖ		0,051 Kw		-0,051 Kw	- %	
	A-AUTOL		0 Kw		0 Kw	- %	
	RKB-003		0,564 Kw	35 Kw	34,436 Kw	98,4 %	
	RKB-110		6,078 Kw	167 Kw	160,922 Kw	96,4 %	
	P-AUTOL		0,001 Kw		-0,001 Kw	- %	
	NKA-801		36,008 Kw	82 Kw	45,992 Kw	56,1 %	
	RKA-801		1,199 Kw	7 Kw	5,801 Kw	82,9 %	
	NKA-801AS		0,435 Kw		-0,435 Kw	- %	
	NKA-801PL		4,602 Kw		-4,602 Kw	- %	
	RKA-802		8,998 Kw	20 Kw	11,002 Kw	55,0 %	
	RKA-803		3,082 Kw	6 Kw	2,918 Kw	48,6 %	
	RKA-804		8,001 Kw	12 Kw	3,999 Kw	33,3 %	
	RKA-805		8,647 Kw	14 Kw	5,353 Kw	38,2 %	
	RKA-806		1,995 Kw	10 Kw	8,005 Kw	80,1 %	
	NKA-802		0,553 Kw	34 Kw	33,447 Kw	98,4 %	
	NKB-801		66,294 Kw	146 Kw	79,706 Kw	54,6 %	
	RKB-801		6,997 Kw	18 Kw	11,003 Kw	61,1 %	
	RKB-802		0,849 Kw	7 Kw	6,151 Kw	87,9 %	
	RKB-803		3,589 Kw	13 Kw	9,411 Kw	72,4 %	
	RKB-804		2,689 Kw	11 Kw	8,311 Kw	75,6 %	
	RKB-805		10,257 Kw	14 Kw	3,743 Kw	26,7 %	
	RKB-806		0,063 Kw	5 Kw	4,937 Kw	98,7 %	
	RKB-807		10,03 Kw		-10,03 Kw	- %	
	RKB-808AS		0,872 Kw		-0,872 Kw	- %	
	NKB-801PL		8,832 Kw		-8,832 Kw	- %	
	RKC-801		3,423 Kw	7 Kw	3,577 Kw	51,1 %	
	RKC-802		5,084 Kw	27 Kw	21,916 Kw	81,2 %	
	RKC-803		6,345 Kw	14 Kw	7,655 Kw	54,7 %	
	RKC-804		12,749 Kw	15 Kw	2,251 Kw	15,0 %	
	NKB-802		0,408 Kw	56,8 Kw	56,392 Kw	99,3 %	