



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

HISSIEN ENERGIANKULUTUS

Rami Koskinen

Opinnäytetyö
Kesäkuu 2018
Sähkötekniikka
Sähkövoimatekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikka
Sähkövoimatekniikka

KOSKINEN RAMI:
Hissien energian kulutus

Opinnäytetyö 27 sivua, joista liitteitä 0 sivua
Kesäkuu 2018

Hissit kuluttavat sähköenergiaa, ja yleinen käsitys on, että liikuttaakseen suuria kuormia suoraan ylöspäin niiden on pakko kuluttaa sitä paljon. Tässä opinnäytetyössä tutkittiin tätä hieman tarkemmin ja selvitettiin, kuluttavatko hissit todellakin paljon energiaa vai onko tämä ongelma jo ratkaistu.

Opinnäytetyössä esiteltiin perinteisen hissien toimintaa. Vertailukohteiksi valittiin viisi erilaista asuintalohissia hieman eri aikakausilta ja valmistajilta. Näihin hisseihin kytkettiin energiamittarit viikon ajaksi, jotka yhden sekunnin välein mittasivat hetkittäisiä energiatasoja. Näitä tuloksia vertailtiin toisiinsa ja vertailuissa pyrittiin huomioimaan hissien käyntimäärienerot.

Keskeisenä tuloksena voidaan todeta, että hissit kuluttavat yllättävän vähän energiaa. Vastapainojen, köysityksien ja eri säästömekanismien avulla hissien osuus sähkölaskusta jää vain muutama sataan euroon vuodessa. Lisäksi voidaan todeta, että uusien ja vanhojen hissien erot sähkönkulutuksessa ovat erittäin pieniä. Pientä säästöä kyllä saadaan aikaiseksi, mutta tämä ei yksinään riitä hissien vaihtamisen syyksi.

Hissit kuluttavat siis jo valmiiksi vähän energiaa, ja silti energiansäästöllä markkinoidaan uusia hissejä sekä energiatehokkuuteen panostetaan tuotekehittämissä. Tässä työssä mitattavat kohteet olivat asuintalojen hissejä, joiden käyntimäärät ovat suhteellisen maltillisia. Suuremmilla kerrostaloilla, pilvenpiirtäjillä ja sairaaloilla tai muilla sellaisilla tulokset näyttäisivät erilaisilta ja kulutuserot nousisivat paremmin esille.

Asiasanat: hissi kustannus, hissien energiankulutus, hissi säästö, hissi sähkön kulutus

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical Engineering
Option of Power Engineering

KOSKINEN RAMI:
Energy consumption of Elevators

Bachelor's thesis 27 pages, appendices 0 pages
June 2018

The operation of basic elevators is introduced first since it is essential knowledge to understand the results. Five different elevators, all from different eras and manufacturers, were chosen to this study. Energy loggers were attached to each elevator for a period of one week. Loggers measured the energy values every second and stored the data. The data were gathered and analyzed. The difference in the number of starts and floors for each elevator were considered when analyzing the data.

The main results confirmed that elevators from recent eras are quite energy efficient. Due to counterweights, roping styles and saving mechanisms, an apartment building's annual electric cost for an elevator is only a couple hundred euros. It can be safely said that the difference between new and old elevators is minimal. Small savings may be achieved from renewing an elevator, but it should not be the reason for renewal.

Even though elevators are already efficient, energy savings are still used in their marketing, and R&D departments are constantly focusing on improving energy efficiency. It is good to note that the measured elevators were in residential buildings, thus the number of starts were relatively moderate. For higher residential buildings, such as skyscrapers and hospitals, the results may differ greatly, and the difference in energy consumptions would be clearer.

Key words: elevator, elevator power consumption, elevator price, elevator electric

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	HISSI.....	6
2.1	Köysihissi.....	6
2.1.1	Ohjauskeskus	7
2.1.2	Koneisto	8
2.1.3	Nopeudenrajoittaja ja tarraimet.....	9
2.1.4	Kerrosjakaja	10
2.1.5	Kannatinköydet	11
2.1.6	Kori	12
2.1.7	Ovet.....	12
2.1.8	Vastapaino.....	13
2.1.9	Korikaapeli.....	14
2.1.10	Johteet	14
2.1.11	Puskurit	15
2.1.12	Kiristyspainot	16
2.2	Hydraulihissi.....	17
3	Energiankulutus mittaukset	19
3.1	Hissi 1	19
3.2	Hissi 2	22
3.3	Hissi 3	24
3.4	Hissi 4	26
3.5	Hissi 5	28
4	ENERGIANKULUTUKSEN VERTAILU.....	30
5	SÄÄSTÖMAHDOLLISUUKSIA.....	32
5.1	Energain talteenotto	32
5.2	Energiansäästötoiminnot.....	33
5.3	Kohdeohjaus	33
5.4	Viisas käyttö	33
6	POHDINTA.....	34
	LÄHTEET.....	35

1 JOHDANTO

Energiatehokkuus, hyötysuhde ja säästö ovat sanoja, joita nykyään kuulee ja näkee sähkö- ja kiinteistöliiketoiminnassa. Nykyaikana näillä on suuri merkitys markkinoinnissa ja laitteiden suunnittelussa. Hissien energiankulutusta on käytetty myynnin tukena jo kauan, kun taloyhtiöille on kaupattu uusia hissejä vanhojen tilalle.

Säästöä vanhoihin hisseihin verrattuna varmasti tulee, mutta toistaiseksi aiheesta kuitenkin on hyvin vähän tutkittua tietoa. Tämän työn tavoitteena on saada ymmärrys siitä, kuinka paljon energiaa todellisuudessa säästetään. Erityisesti myynnin kannalta olisi hyödyllistä, että aiheesta voisi esittää myös selkeitä lukuja tarjouksen yhteydessä.

Tarkoituksena on tutkia lähinnä asuinkiinteistöjen hissejä, koska tällä alueella hissejä on enemmän, tilaajat ovat enemmän myös itse käyttämässä hissejä ja maksamassa hissistä koituvia juoksevia kuluja, markkinointi on asiakasläheisempää ja taloyhtiöille pääsee esittelemään tämänkin raportin tuloksia.

Tavoitteena olisi saada riittävä yleiskuva hissien energiankulutuksesta, jotta uusia ja vanhoja voisi verrata keskenään. Näin päästäisiin selvyteen sähkön säästön vaikutuksesta hissien vaihdon tai modernisoinnin kannattavuuteen.

Työssä mitataan useamman hissien kulutusta yhden viikon ajalta. Tarkoituksena on kartoittaa miten eri viikonpäivät ja vuorokauden ajat näkyvät mittaustuloksissa. Kulutusta mitataan hissien syöttökaapeleista, joten tässä työssä ei eritellä hissien eri osa-alueiden vaikutusta kokonaiskulutukseen.

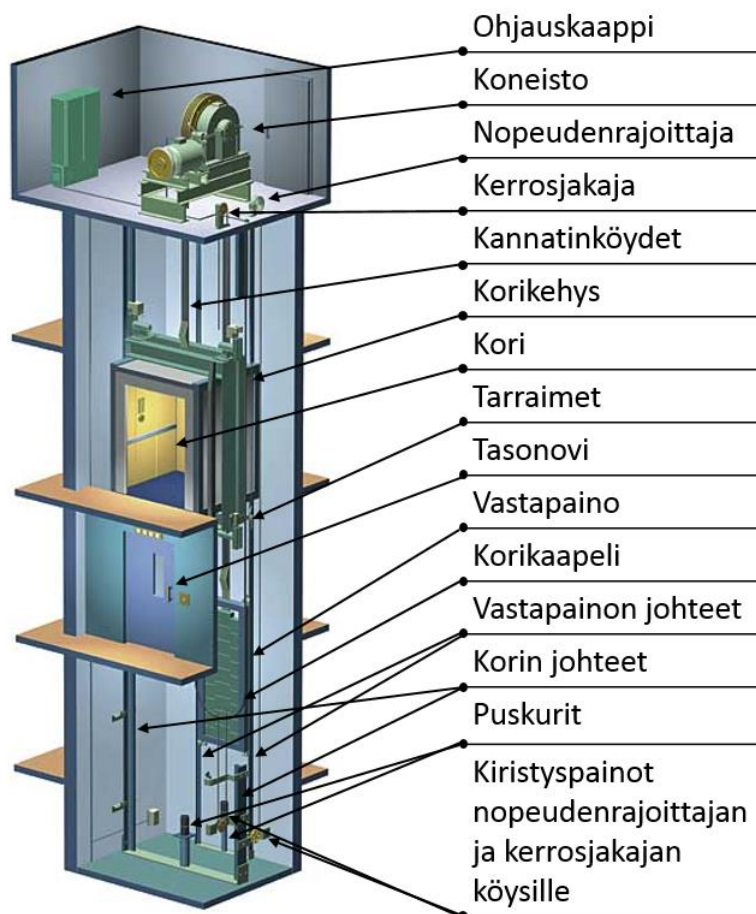
Hissien käynnistysmääristä tai liikkeestä puhuttaessa käytetään useimmiten nimitystä startti. Tämä maininta on lisätty, koska perinteisesti startti on lainasana, joka saattaa kuulostaa väärältä. Startilla ei tarkoiteta pelkästään käynnistystä vaan yhtä keskeytyksetöntä liikettä, eli esimerkiksi hissi kulkee ensimmäisestä kerroksesta viidenteen yhdellä startilla.

2 HISSI

2.1 Köysihissi

Ennen varsinaiseen aiheeseen menemistä on aluksi hyvä tietää perusasiat hisseistä ja niiden toiminnasta. Tässä kappaleessa käydään läpi yksinkertaistetun köysihissin toiminta. Köysihissi on hissityypeistä ehdottomasti yleisin. Suurin osa maailman hisseistä on nimenomaan köysihissejä. Tämä esimerkki on sinänsä eksakti, että vaikka tekniikka kehittyy ja erilaisia variaatioita hisseistä syntyy, niin lähes kaikkien köysihissien toiminta edelleen perustuu tähän.

Kuvasta 1 nähdään hissin peruskomponentit. Kaikki kuvassa luetellut komponentit ovat edelleenkin hisseissä käytössä, muodossa jos toisessa. Tosin suurin osa uusista hisseistä ovat konehuoneettomia, eli koneisto on tuotu hissikuiluun. Ohjauskeskus on näissä yleensä ylimmällä tai alimmalla tasolla, mahdollisimman lähellä koneistoa.

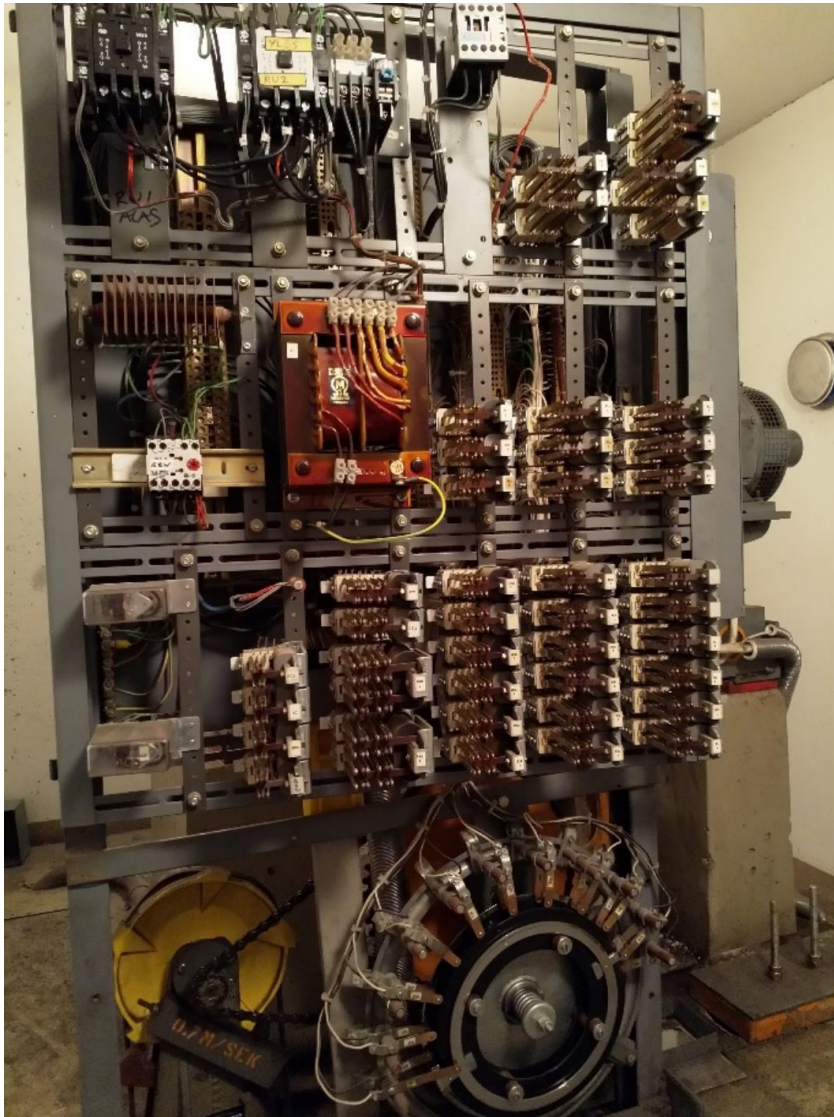


KUVA 1. Perinteinen köysihissi (New Elevator Technology 2018)

2.1.1 Ohjauskeskus

Perinteiset ohjauskeskukset olivat niin sanottuja reletauluja, eli toiminta oli yksinkertaista reletekniikkaa. Nykyään käytössä on enemmänkin tietokonetekniikkaa ja hissien ohjaus siirtyy kasvavassa määrin ohjelmien varaan.

Kuvassa 2 nähdään vanhemman hissien puhelinreleohjaustaulu.

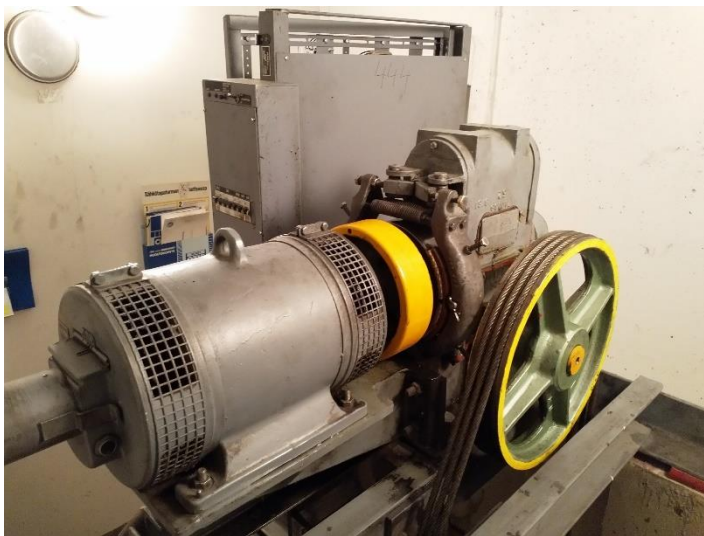


KUVA 2. Valmet VS ohjauskeskus (Kuva: Rami Koskinen 2018)

2.1.2 Koneisto

Uusien hissien moottorit sijaitsevat nykyään hissikuilussa ja moottoreita ohjataan taajuusmuuttajilla. Taajuusmuuttajien avulla on päästy eroon vaihteistoista ja niiden voitelusta. Lisäksi moottoreissa on aina turvallisuussyistä lisäksi mekaaninen jarru, joka avataan sähköisesti, mutta menee jousivoimalla kiinni.

Kuvassa 3 on kuvattu vanhemman hissin koneistoa ja kuvassa 4 puolestaan uudemman hissin moottoria.



KUVA 3. Vanhempi hissimoottori (Kuva: Rami Koskinen 2018)

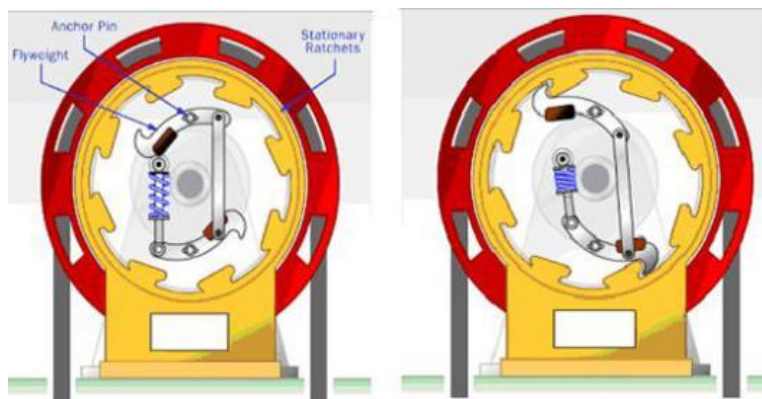


KUVA 4. Uudemman mallinen moottori (Kuva: Rami Koskinen 2018)

2.1.3 Nopeudenrajoittaja ja tarraimet

Nopeudenrajoittaja, josta esimerkki nähdään kuvassa 5 on hissien tärkein turvallisuuskomponentti ja tämäkin löytyy lähes jokaisesta hissistä. Tämän tehtävä on valvoa hissien nopeutta ja nimensä mukaisesti rajoittaa sitä, jos nopeus kasvaa liian suureksi.

Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että nopeuden kasvaessa määrätyn raja-arvon ylittäessä keskipakovoiman avulla toimivan nopeudenrajoittajan kehä laajenee ja hampaat tarttuvat kiinni ulkokehän väkisiin. Nopeudenrajoittajan vaijeri näin pysähtyy ja hissikorin päässä pysähtynyt vaijeri vetää liikkuvan korin tarraimet ylös, jotka kiilantuvat korin ja johteiden väliin estäen näinhissien putoamisen. Tämän turvalaitteen toiminta on valitettavasti erittäin yleistä johtuen ihmisten piittaamattomuudesta hissien enimmäiskuormarajoituksia kohtaan.

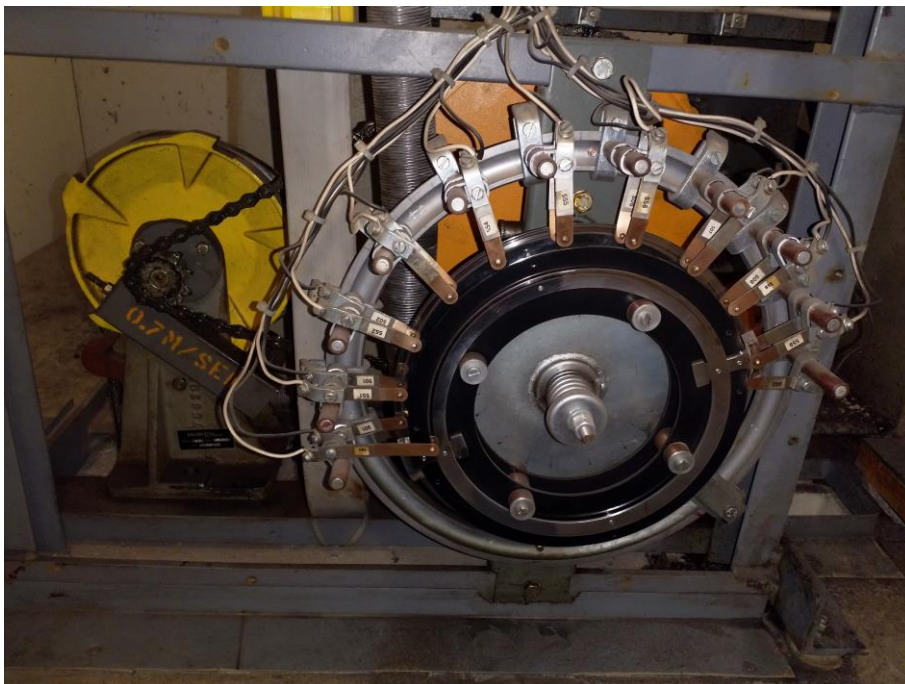


KUVA 5. Nopeudenrajoittaja (How to: Elevators 2016)

2.1.4 Kerrosjakaja

Kerrosjakajien toimintatavat vaihtelevat valmistaja kohtaisesti. Yleisesti hisseissä käytetään magneettilukijoita, jotka kUILUSSA olevien magneettien avulla määrittävät sijaintiaan. Lisäksi moottorissa on enkooderi, joka moottorien kierrosmääristä laskee paljonko hissi on liikkunut ja mihin suuntaan, jotta paikkatieto pysyisi. (Sensing in elevator)

Kuvassa 6 alla esiintyy vanhemman hissin levykerrosjakaja.



KUVA 6. Kerrosjakaja (Kuva: Rami Koskinen 2018)

2.1.5 Kannatinköydet

Kannatinköydet ovat yleensä punottua teräsvaijeria. Käytössä on myös eräänlaisia lattavaijereita ja voitiä. Kannatinköydet ja niiden ominaispaino on ollut yksi suurimpia rajoituksia hissien maksiminostokorkeuksille. Tähän on syntynyt uusia innovaatioita, kuten hissiyhtiö Kone Oyj:n kehittämä hiilikuitukaapeli. (Ultrarope)

Kuvassa 7 on uudemman hissien kannatinköysien ripustuspiste hissikuilun yläpäässä. Punainen levy päällä on vaaka, joka mittaa hissien kuormaa kannatinköysien venymästä.



KUVA 7. Kannatinköysien ripustuspiste (Kuva: Rami Koskinen 2018)

2.1.6 Kori

Kori itsessään ei paljoa ole muuttunut, mutta kiristyneiden turvallisuusmääräysten myötä koriin asennetaan omat automaattiovet, mitkä mahdollistavat sen, ettei hississä ole liikkeen aikana avonaista seinää.

Automaattiovet ovat kuitenkin yksi vikaherkimpiä komponentteja hississä, ellei jopa vikaherkin. Yksi yleisimpiä syitä on kivet tai muut materiaalit kynnyksurassa, jotka estävät ovien sulkeutumisen. Lisäksi vanhoihin kuuluihi hissejä modernisoitaessa, ovet ovat usein heikkorakenteisia, jotta ne veisivät mahdollisimman vähän tilaa. Tämä tekee ovista herkätkä liikkeelle ja kosketukselle.

2.1.7 Ovet

Kääntövet tasoilla ovat jäämässä historiaan. Vanhaa hissiä remontoitaessa vielä joskus jätetään kääntövet hissiin. Uusissa hisseissä käytännössä poikkeuksetta asennetaan tasolle liukuvet, mitkä korin automaattiovet aukaisevat kerrokseen tultaessa.

Kuvassa 8 näkyy tyypillinen korin ovikoneisto mikä kerrokseen tultaessa omalla liikkeellään avaa myös kerrostason vet.



KUVA 8. Korin ovikoneisto (Kuva: Rami Koskinen 2018)

2.1.8 Vastapaino

Muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta kaikissa hissimalleissa on vastapaino. Vastapaino on samoissa kannatinköysissä kiinni korin kanssa. Huomioitavaa on se, että vastapainon mitoitus on yleensä korin omamassa lisätynä noin puolella korin kantavuudesta, eli enimmäiskuormasta. Esimerkiksi, jos kori painaa 400 kg ja sen kantavuus on 320 kg, joten vastapainon on painettava noin 560 kg.

Vastapaino on siis painavampi kuin tyhjä kori ja voi olla vielä kantavuudesta riippuen parilla henkilölläkin. Tämä on oleellinen asia hissien energian kulutusta huomioitaessa. Vastapaino on oleellinen osa keventämään kuormaa ja näin vähentämään energiankulutusta.

Painon jakautuminen selittää myös, miksi hissit eivät putoa alaspäin. Tämä johtuu yksinkertaisesti siitä syystä, että suurimman osan ajasta hissien kevyempi suunta on ylöspäin. Turvatoimintojenkin pettäessä hissi liikkuu yleensä ylöspäin. Tämä on myös täysin mahdollista, joskin erittäin epätodennäköistä. Joissakin malleissa tämä on huomioitu siten, että nopeudenrajoittaja toimii myös yläsuuntaan. Laivahisseissä yläsuuntaan tarraus on pakollista. (How Elevators Work 2018)

Kuvasta 9 alla nähdään myös kannatinköysien kiinnitys vastapainoon.

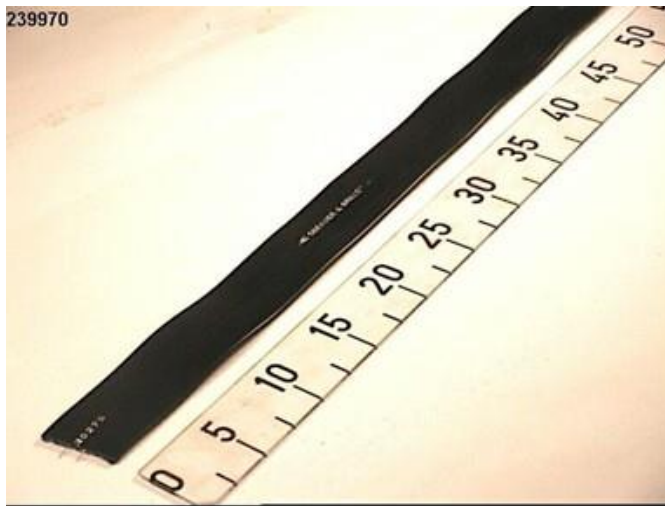


KUVA 9. Vastapaino (Kuva: Rami Koskinen 2018)

2.1.9 Korikaapeli

Sähköt korille kulkevat korikaapelia pitkin. Korikaapeli on yleensä lattakaapeli, jotta se pysyy kuilussa radallaan ja kestää jatkuvaa roikkumista, taivutusta ja liikettä. Kaapelissa on yleensä 18 johdinta, joista yksi on maadoitusjohdin ja muut numeroituja johtimia. Kaapelissa kulkee jännite kaikelle korissa tarvittavalle sähkölle, kuten: valaisimille, turvapuhelimille ja turvapiirille. Lisäksi kaapelissa kulkee väylä napistoille ja muulle ohjauseletroniikalle. (Traveling cable 2018)

Korikaapelista on esimerkki kuvassa 10.



KUVA 10. Korikaapeli (KONE parts 2018)

2.1.10 Johteet

Johteet ovat yleensä T-profiilista terästankoa, mitä pitkin kori ja vastapaino kulkevat. Johteet vaativat jatkuvaa öljyämistä kitkan pienentämiseksi. Kuivat johteet aiheuttavat ylimääräisiä ääniä, rikkovat ohjauskenkiä, lisää energiankulutusta, sekä rasittavat moottoria ja moottorinohjausta kitkan kasvaessa. Korkeammissa ja nopeammissa hisseissä tämä tarve kuitenkin on poistettu käyttämällä rullaohjaimia liukuohjainten sijaan.

2.1.11 Puskurit

Kuilun pohjalta löytyvät puskurit, kuten nähdään kuvasta 11, jotka viimeistään pysäyttävät korin tämän mennessä turvajärjestelmistä huolimatta päätykerrosten ohitse. Puskureina on käytetty jousia, polyuretaaniyynyjä ja hydrauliiikkaa. Kuilun katossa puskureita ei yleensä ole, paitsi jos on käytetty vaihtoehtoisia suojausmenetelmiä.



KUVA 11. Puskurit kuilun pohjalla (Kuva: Rami Koskinen 2018)

2.1.12 Kiristyspainot

Punottu teräsköysi venyy yllättävän paljon sen roikkuessa ilmassa. Venymä on staattista ja määrä riippuu köyden kokonaispituudesta, mutta on noin 0,125 – 1 % köyden kokonaispituudesta kuorman suuruudesta riippuen. Kiristyspainot pitävät huolta siitä, että köydet eivät venyessään hyppää pois köysiuraltaan ja ne auttavat saavuttamaan riittävän kitkan köysiurissa.

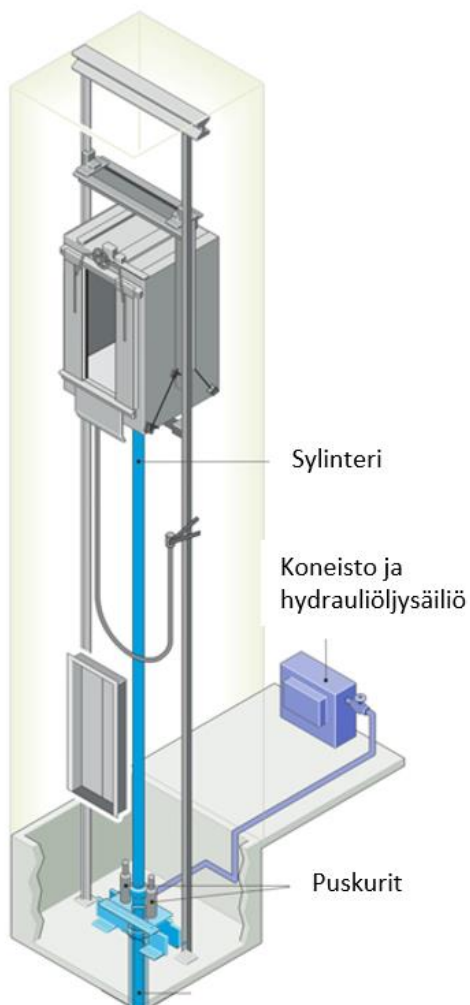
Kiristyspainoa käytetään nykyään vain nopeudenrajoittajan köydelle, sillä mekaaniset kerrosjakajat ovat korvautuneet sähköisillä paikkatiedon lukijoilla. (Properties of Extension of Steel Wire Ropes 2018)

2.2 Hydraulihissi

Tässä työssä ei hydraulihissin energiankulutusta käsitellä, sen marginaalisesta markkinaosuudesta johtuen. Tässä työssä se on lähinnä esimerkkinä vaihtoehdoista köysihisseille. Hydraulihissin asentaminen on paljon kalliimpaa, kuin köysihissin, mutta käyttökohteet ovat yleensä hyvin erilaiset.

Hydraulihissejä käytetään lähinnä teollisuudessa, minkä tarkoitukseen hydraulihissit osin soveltuvat köysihissejä paremmin. Esimerkiksi siirrettäessä raskaita kuormia tarkalleen kerrokseen. Asuintaloista näitä vielä ennestään löytyy ja hieman edelleenkin asennetaan hissittömiin taloihin jälkiasennuksena.

Kuvaan 12 on merkattu hydraulihissin osat, joita ei köysihisseissä löydy.



KUVA 12. Hydraulihissi (Hydraulic elevator 2017)

Hydrauli hississä hissin koneisto pumppaa öljyä sylinteriin, joka nostaa hissiä. Hissin laskemiseksi koneiston venttiiliyksikössä avataan takaisinvirtausventtiili, jolloin öljy pääsee virtaamaan takaisin säiliöön. Näin paine laskee sylinterissä ja hissi liikkuu alaspäin. Muuten toiminta on aika lähelle samanlaista.

Turvalaitteena on nopeudenrajoittajan ja tarraimien sijaan valumasäpit ja putkirikkoventtiilit. Säpit avautuvat liikekäskyn saatuaan ja lukkiutuvat kun vetosähkö katoaa. Putkirikkoventtiili rajoittaa öljynvalumis nopeutta sylinteristä, jotta mahdollisen putkirikon sattuessa öljy ei pääse hallitsemattomasti karkaamaan.

Kuvassa 13 on kuvattu hydrauli hissien konehuonetta.



KUVA 13. Hydrauli hissien konehuone (The ABCs of Hydraulic Elevators 2017)

3 Energiankulutusmittaukset

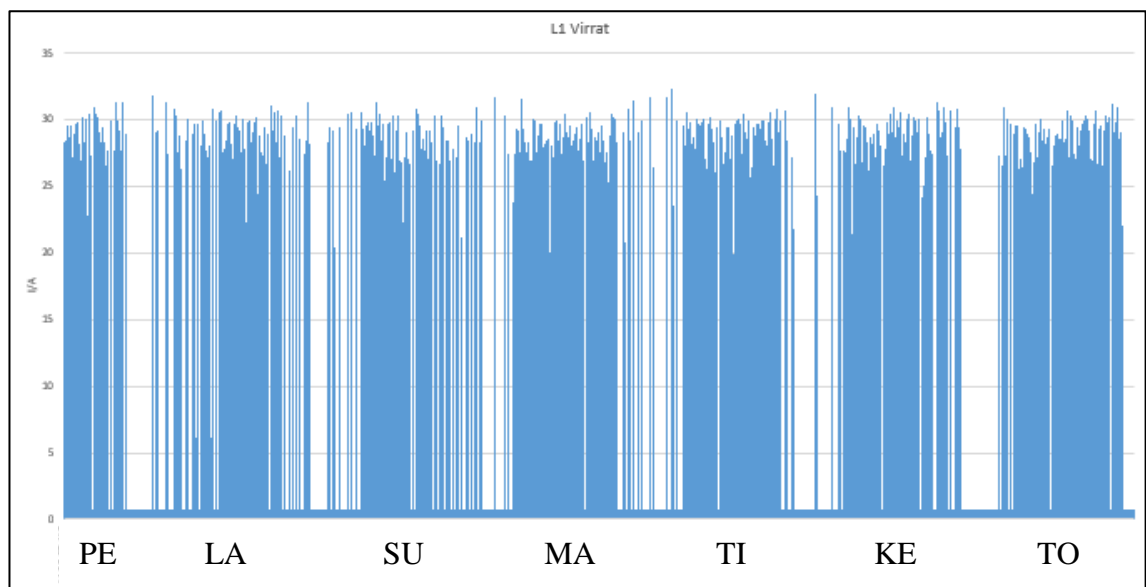
Dataa kerättiin viideltä eri hissiltä viikon ajan. Hissit ovat kaikki asuintalohissejä, joten hissien liikkuminen painottuu hyvin paljon päiväsaikaan ja etenkin normaalien työaikojen reunamille.

Hisseistä kaksi on hieman vanhempia hissejä ja kolme on valmistettu vuoden 2010 jälkeen, eli ovat lähes tuoreimpia malleja. Kolmen uudemman hissien valmistajia, eikä malleja ei tässä työssä luottamuksellisuussyistä tulla mainitsemaan. Hissit kuitenkin ovat yleisimpien valmistajien hissejä. Mittauksien pääasiallinen tarkoitus on verrata, miten energiankulutus on muuttunut tekniikan kehittyessä.

3.1 Hissi 1

Ensimmäinen hissi on malliltaan Valmet VS, mikä on edelleenkin yksi Suomen yleisimpiä hissejä, vaikka VS-hissin valmistaminen on lopetettu jo 80-luvulla.

Kuviosta 1 nähdään, miten hissien liikkuminen painottuu päiville, vaikkakin jotakin liikennettä on myös yöaikaan. Etenkin lauantain ja sunnuntain välisenä yönä liikettä tapahtuu myöhäänkin. Startteja kertyi viikon aikana hissille yhteensä 2077 kappaletta.

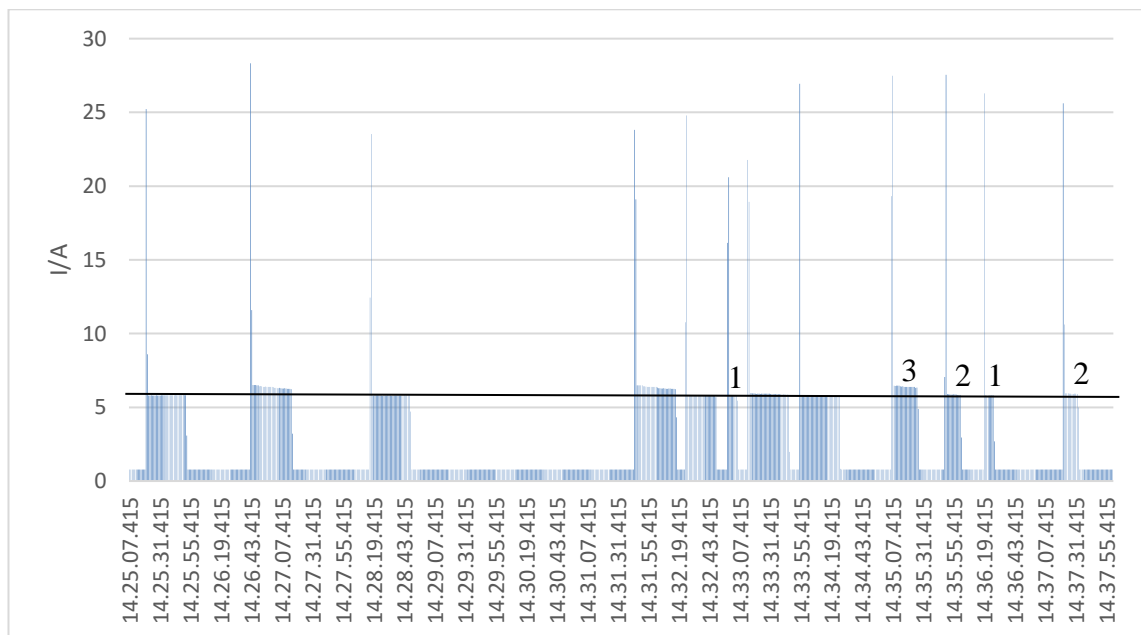


KUVIO 1. Hissin startit viikon ajalta.

Kuvio 2 antaa hyvän mahdollisuuden tutkia hissien käynnistyksiä hieman lähemmin. Kuten kuviosta nähdään niin käynnistyessään moottori ottaa verkosta noin 20 – 30 A virran, minkä jälkeen tasoittuu noin 6 - 7 A tuntumille.

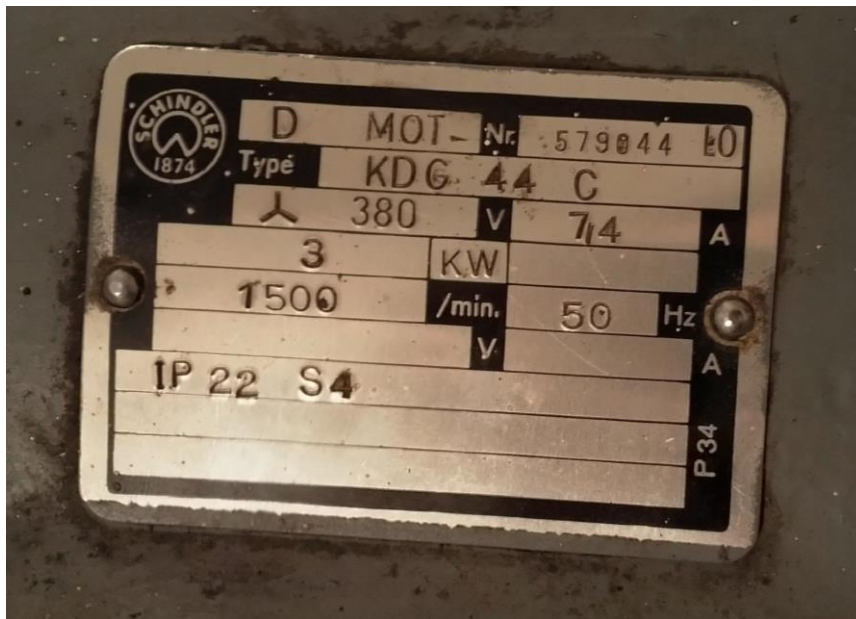
Tässä kohtaa on hyvä muistaa se, että hissien sähkönkulutus riippuu hieman kuormasta. Kuvioon 2 on piirretty yksi ylimääräinen viiva kulutuksen hahmottamiseksi. Erot kuitenkin ovat aika pieniä johtuen siitä, että korin ja vastapainon yhteispaino jo pelkästään ilman kuormaa on 1000 kg luokkaa. Tähän 100 kg lisäys ei paljoa vaikuta.

Palkkien korkeudesta on hankala arvioida kulku suuntaa, mutta niiden leveydestä voidaan arvioida suurin piirtein hissien kulkema matka. Kuvioon 2 on numeroilla merkattu arviot hissien kulkemasta kerrosmäärästä.



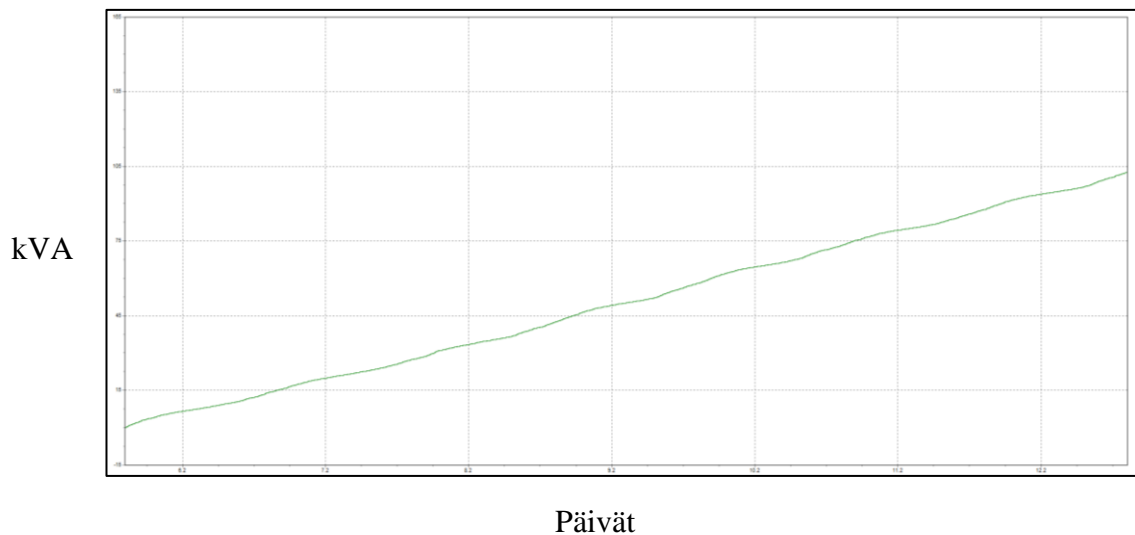
KUVIO 2. Hissin virrat mittausjakson ensimmäisen 10 minuutin aikana.

Kuvassa 14 on esitetty kyseisen hissien moottorin arvokilpi. Nimellisvirraksi on ilmoitettu 7,4 A. Vertaamalla edelliseen kuvioon 2 voimme todeta, että virrat ovat hyvin lähellä tätä noin 6 A tienoilla. Käynnistysvirrat ovat maltillisesti noin kolmi- nelinkertaisia, mikä on normaaliin moottorikäyttöön verrattuna vähän,



KUVA 14. Moottorikilpi (Kuva: Rami Koskinen 2018)

Kuviosta 3 näemme miten kokonaisenergiankulutus 102685 VA viikon ajalle jakautuu. Energiankulutuksen kasvu vauhti on jyrkempää päiväaikaan, mutta huomioitavaa on kuinka kasvua tapahtuu selvästi myös niinä aikoina, kun hissi ei juurikaan liiku. Tämä energiankulutus on lievää, mutta kokonaiskulutukseen nähden sillä on ratkaiseva osuus, kuten tullaan huomaamaan myös muista hisseistä.

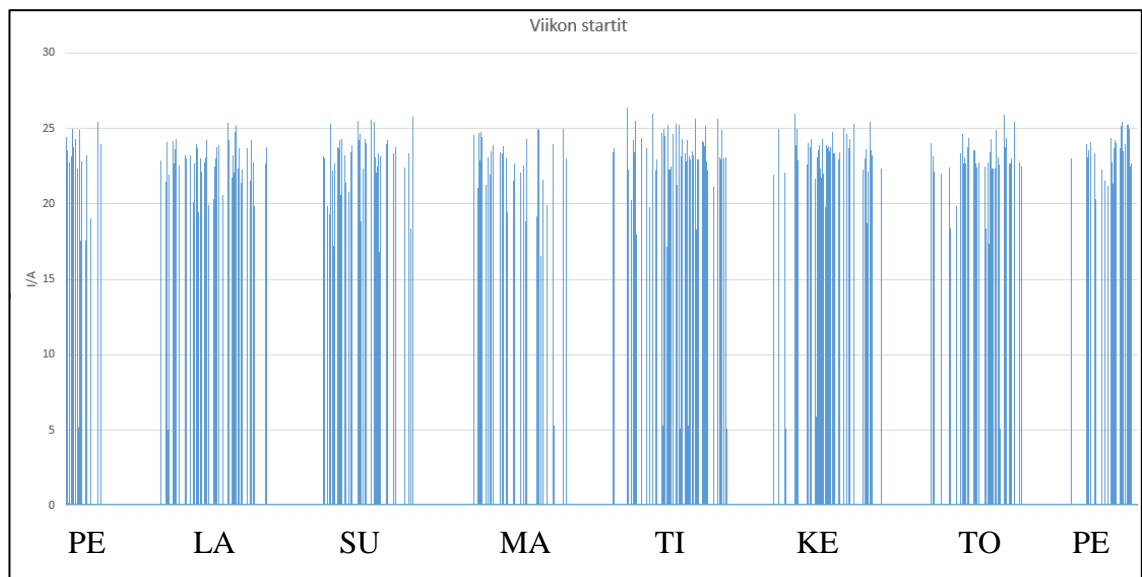


KUVIO 3. Hissin kumulatiivinen energiankulutus viikonajalta

3.2 Hissi 2

Toinen hissimalli on Koneen valmistama vanhempi henkilöhissi, ja se on kohtalaisen yleinen malli Suomessa.

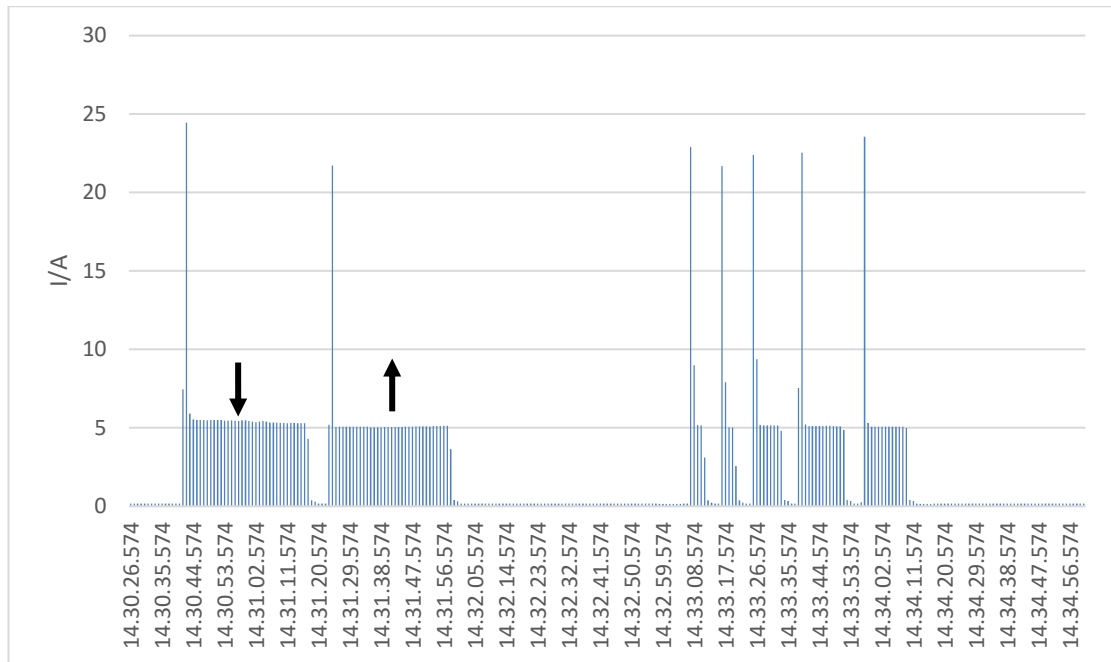
Kuten kuvioista 4 nähdään, on tämä talo paljon rauhallisempi hissinkäytön suhteen, kuin ensimmäisen hissinnäytöksessä. Kaiken kaikkiaan startteja hissille tuli 624 kappaletta viikossa, mikä on noin neljäsosa siitä mitä ensimmäisellä hissillä.



KUVIO 4. Hissin startit viikon ajalta

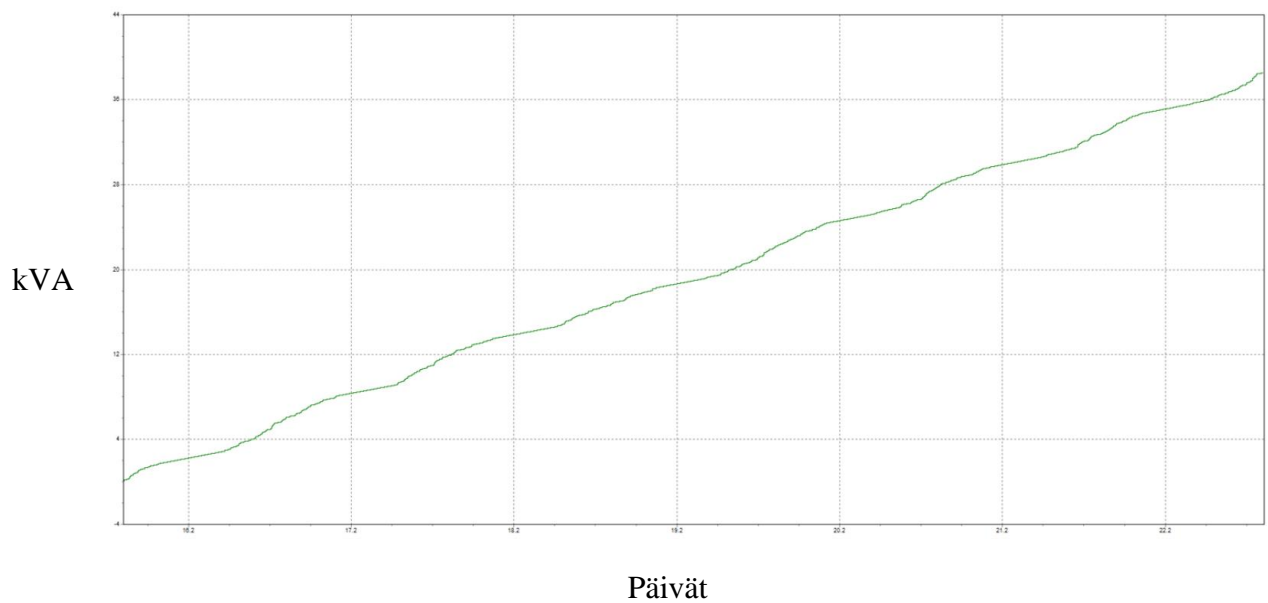
Tämä hissi kuluttaa jo hieman vähemmän virtaa startin aikana. Kuvioista 5 nähdään myös hieman tarkemmin hissinnäytöksajat. Huomioitavaa on myös, että tässä hississä on kaksinopeuksinen moottori, eli hissi hidastaa aina kerrokseen tultaessa. Lähdössä kuitenkin lähdetään heti täydellä nopeudella.

Kuvioon 5 on nuolilla merkitty hissinnäytöksuunnat, kun hissi on ensin liikkunut koko kuilun matkan alas ja heti perään takaisin ylös. Nyt nähdään myös pienen eron energiäkulutuksessa näiden kahden matkan välillä.



KUVIO 5. Hissin virrat ensimmäisen 5 minuutin aikana.

Tämän hissien kokonaisenergiankulutus viikon ajalta oli 38504 VA. Kuviossa 6 erottuu selkeästi miten energiankulutus painottuu päiväajalle.



KUVIO 6. Kokonaisenergiankulutus viikon ajalta

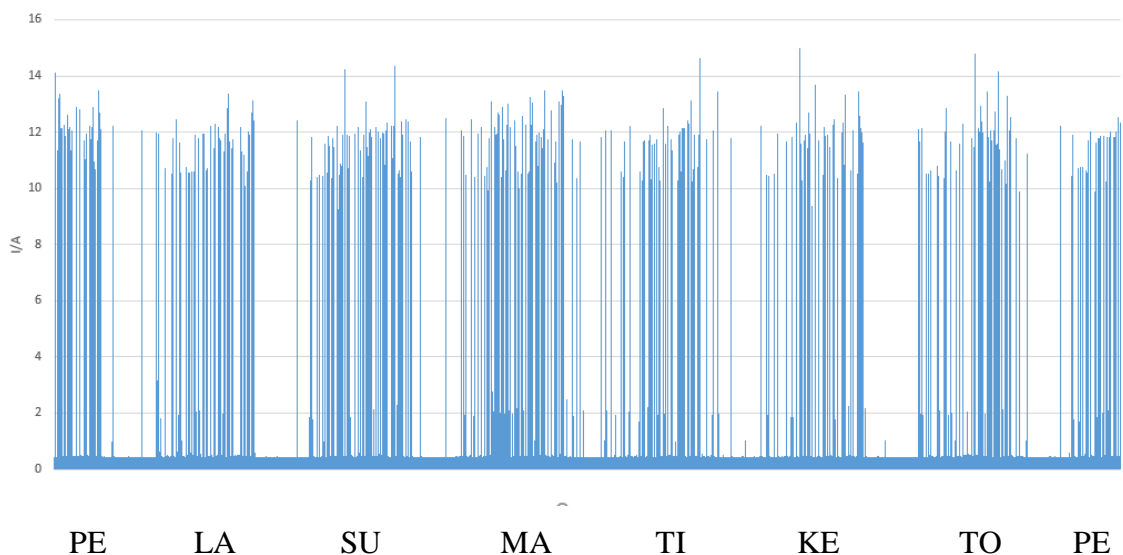
3.3 Hissi 3

Seuraava hissi on hyvin yleinen hissi Suomessa. Tämä edustaa jo hissitekniologian uutta sukupolvea. Tämä näkyikin selvästi etenkin maltillisempina käynnistysvirtoina.

Tämä hissi on erityisen mielenkiintoinen tälle työlle, sillä tällä hissillä ei ole ollenkaan vastapainoa, vaan vastapaino on korvattu omalla köysitysratkaisulla. Tämä tarkoittaa sitä, että normaalista poiketen tämän hissinkin kevyempi suunta on aina alaspäin. Huomioitavaa on myös, että käynnistysvirta alaspäin on vain hieman yli yhden ampeerin. Kuviossa 7 näkyvät piikit ovat siis kaikki ylöspäin mentäessä.

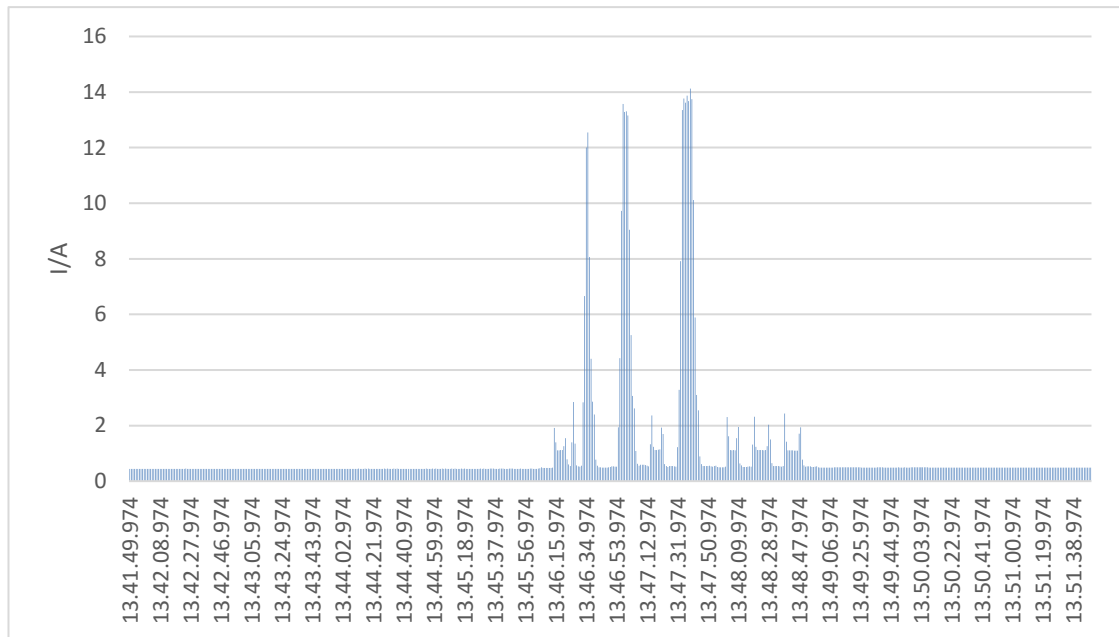
Kuviosta on juuri ja juuri erotettavissa pari kulkua alaspäin, mutta muuten virrat ylöspäin ovat keskimäärin 10-13 A luokkaa.

Startteja viikon aikana kertyi yhteensä 983 kappaletta. Hissi siis oli kohtuullisella käytöllä asuintalohissiksi.



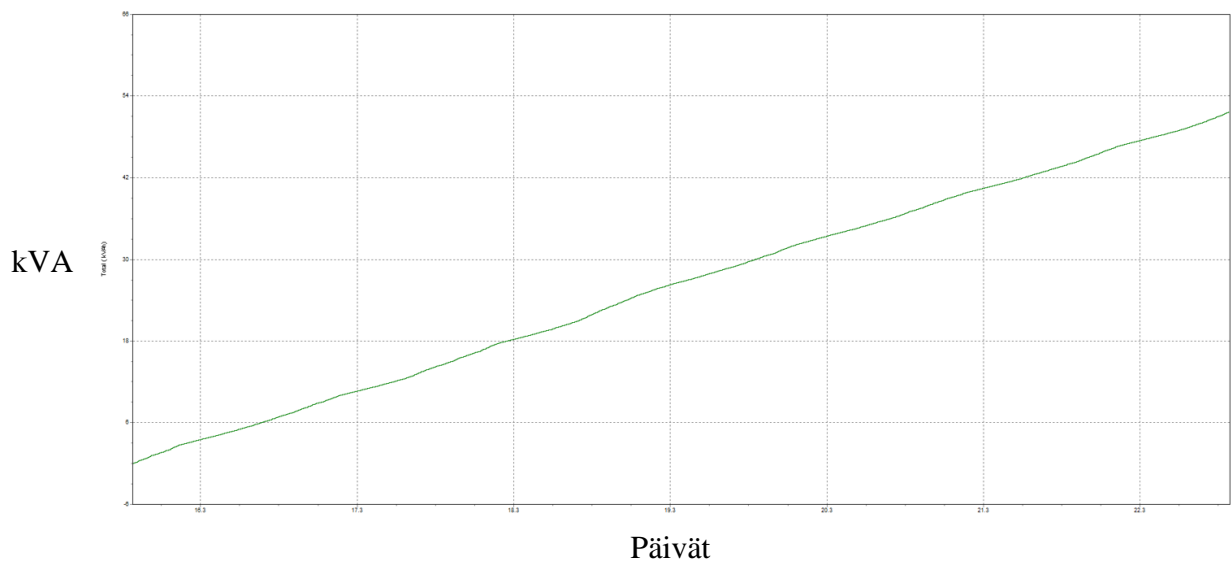
KUVIO 7. Hissin startit viikon ajalta.

Kuviossa 8 näkyvät korkeat piikit ovat hissien liikettä ylöspäin. Tässä on kuvattu hieman tarkemmin, miltä yksittäiset lähdöt mittauksissa erottuu. Matalimmat piikit syntyvät hissien lähtiessä alaspäin, jolloin hissi avaa jarrunsa ja antaa alkusysäyksen liikkeelle.



KUVIO 8. Hissin käyttö mittausjakson ensimmäisen 10 minuutin aikana.

Kuviossa 9 on esitelty konaisenergiankulutus viikona ajalla oli 51680 VA. Tässä hississä kulutuksen kasvu on tasaisempaa, kuin muilla hisseillä. Tämä selittyy osin sillä, että hissi testaa jarrujaan oltuaan käyttämättömänä riittävän kauan ja sillä, että lepokulutuksen suhteellinen osuus on muuhun kulutukseen on suurempi.

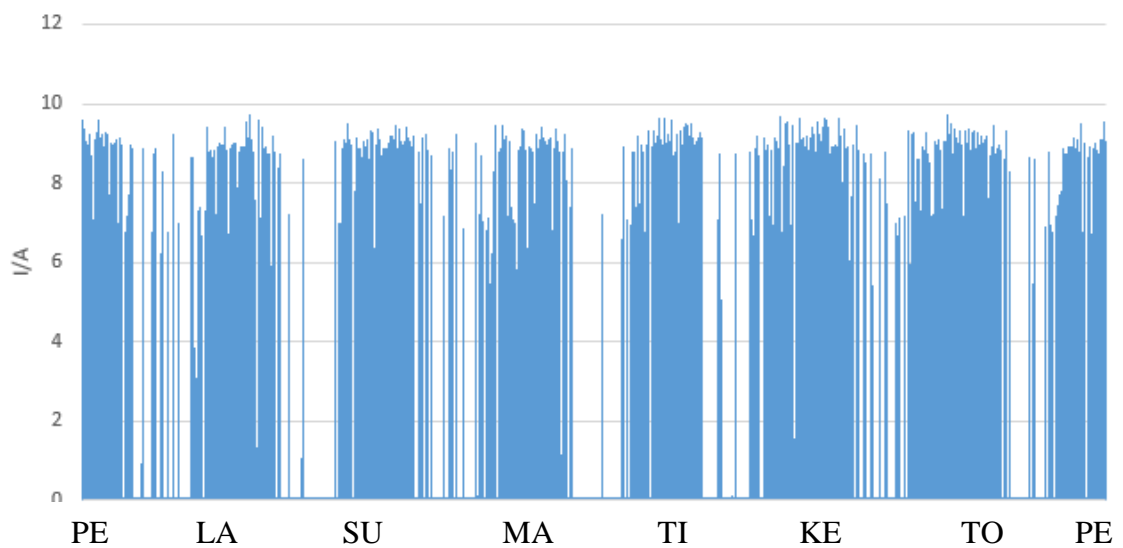


KUVIO 9. Kumulatiivinen energiakulutus viikona ajalta.

3.4 Hissi 4

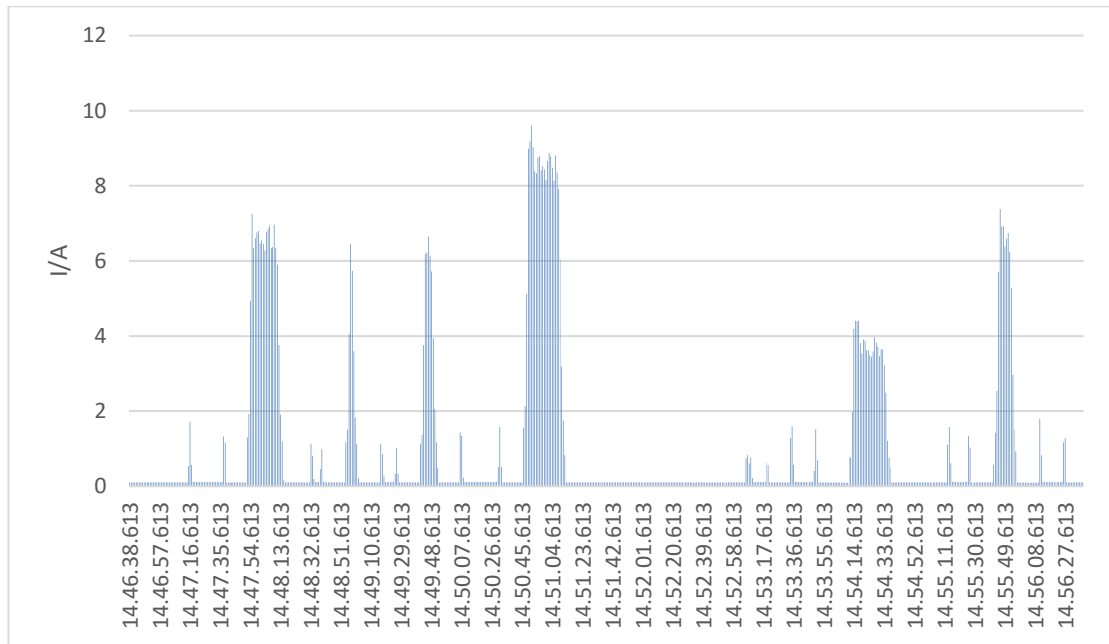
Tätäkin hissimallia ei luottamuksellisuussyistä vuoksi nimetä, mutta kyseinen hissi on yksi yleisimpiä Suomeen asennettavia malleja ja allekirjoittaneen yksi suosikki valinta mikäli pitäisi omaan taloon hissi valita.

Kuviossa 10 näkyy hissin startit viikon ajalta. Startteja viikon aikana kertyi yhteensä 1120 kappaletta. Hissi siis oli kohtuullisella käytöllä asuintalohissiksi.



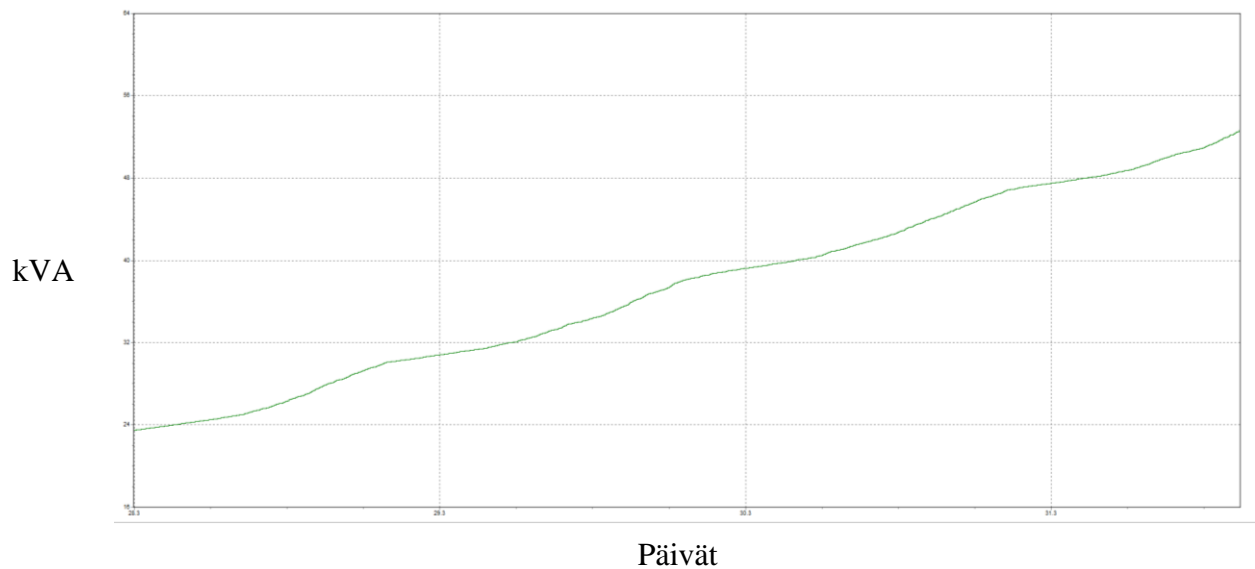
KUVIO 10. Hissin startit viikon ajalta.

Kuviosta 11 huomataan, kuinka modernissa hisseissä starttien virrat jäävät todella maltillisiksi verrattuna vanhempiin henkilöhisseihin. Silmiinpistävää tällä mallilla on kuitenkin se, että starttivirtoja ei oikeastaan edes ole vaan virrat pysyvät samoissa luokissa koko matkan ajan. Vaihtelut kulutuksessa matkojen kesken kuitenkin ovat suhteessa suurempia, kuin vanhemmilla hisseillä. Pienet piikit kuviossa ovat automaattiovien toimintaa.



KUVIO 11. Hissin käyttö mittausjakson ensimmäisen 10 minuutin aikana.

Kuviosta 12 nähdään hissien energian kulutuksen jakautuminen kolmen viimeisen päivän aikana. Tästäkin nähdään, kuinka käyrä jyrkkenee intensiivimpien jaksoiden aikana, mutta yölläkin nousua. Kokonaisenergiankulutus oli tällä hissillä viikon ajalla 52514 VA.

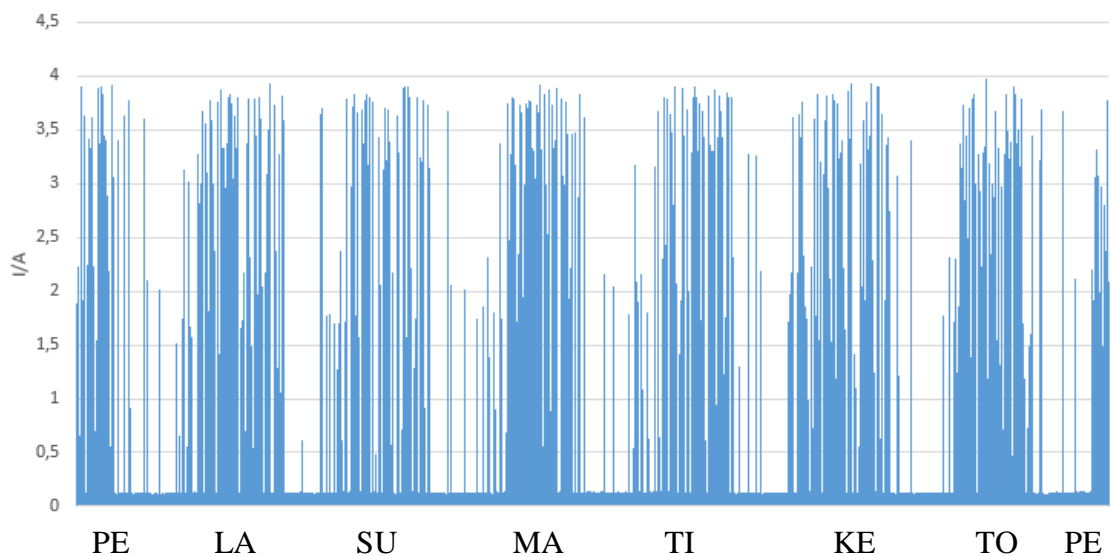


KUVIO 12. Hissi 4 energiankulutus kolmen viimeisen päivän ajalta

3.5 Hissi 5

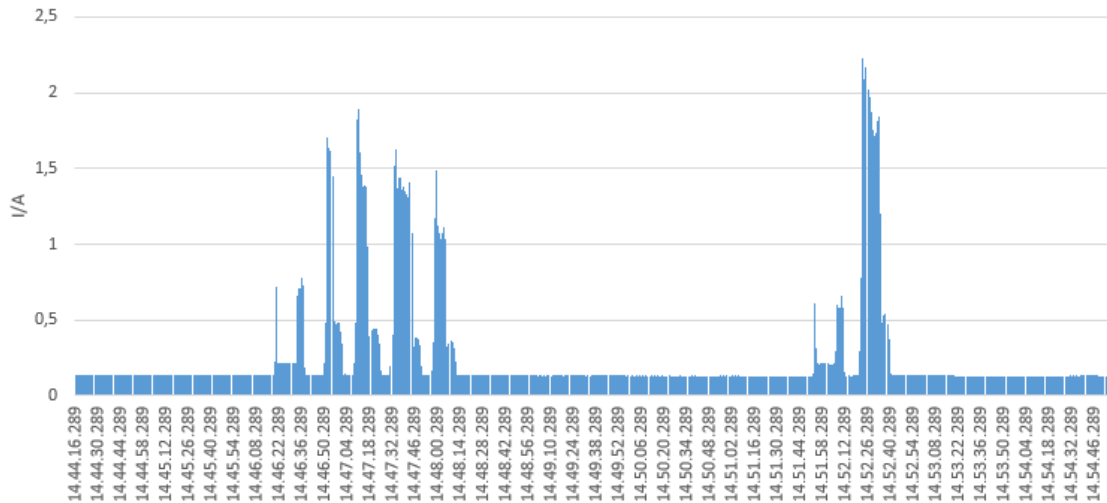
Tämän hissien valmistaminen on Suomessa jo lopetettu yrityskauppojen myötä, mutta näitä löytyy jonkin verran ja se on maailmalla erittäin yleinen asuintalojen henkilöhissi. Hissimalli on erityisen yleinen remonttikohteissa, joissa vanhan hissien tilalle asennetaan uusi. Kyseisen hissien tapauksessa konehuone jätetään käyttöön ja moottorina toimii hieman perinteisempi sähkömoottori. Moottorissa tosin on enemmän hissitoimintaan liittyvää valvontaa.

Tämä hissi vie jo niin vähän sähköä, että kulutus käyrät näyttävät enemmän ahkeran siivoojan pölynimurilta, kuin hissiltä. Tosin on syytä huomata, että tämä hissi on niin sanottu riisuttu versio, eli tässä hississä ei juuri muuta kulutusta olekaan kuin moottori ja ohjaus. Esimerkiksi tässä hississä ei muista uusista poiketen ole automaattiovia, jotka myös kuluttavat hieman sähköä. Kuviosta 13 nähdään hissien startit. Startteja kertyi viikon aikana yhteensä 989 kappaletta.



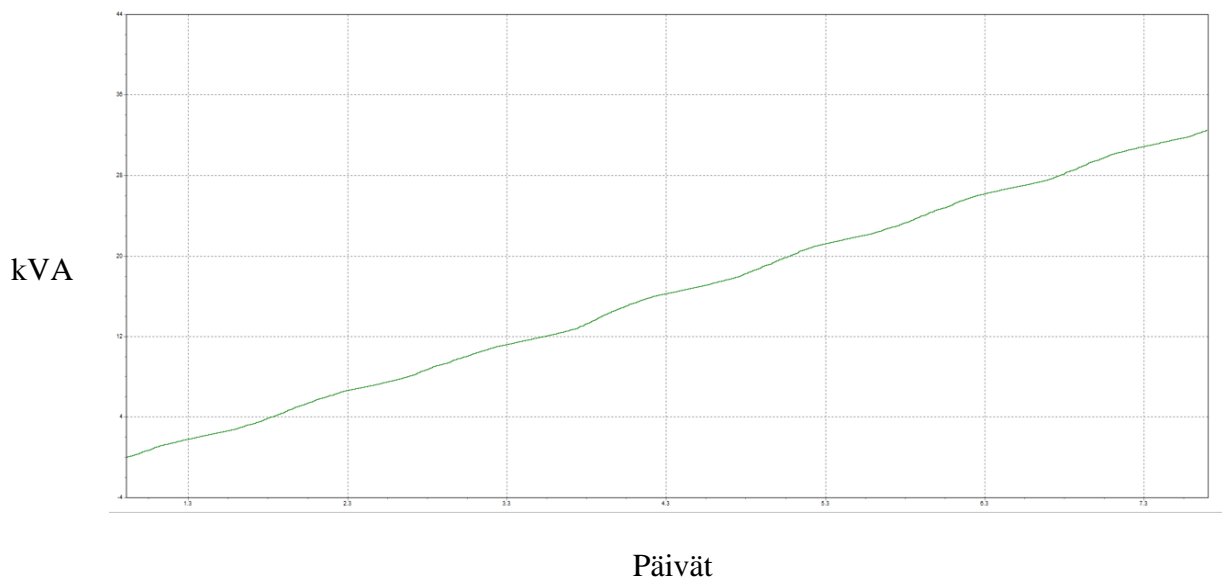
KUVIO 13. Hissin startit viikon ajalta.

Virran matalaa kulutusta näille kuviosta 14 löytyville ajoille voidaan todennäköisesti selittää kuorman suuruudella. Näin maltillisten virtojen kohdalla korissa on ollut todennäköisesti lähestulkoon puolikuorma.



KUVIO 14. Hissin käyttö mittausjakson ensimmäisen 10 minuutin aikana.

Myös hissien energinkulutus on ennätysellisen alhainen 32800 VA, kuten kuviosta 15 nähdään. Myös tällä hissillä kumulatiivinen kasvu näyttää melkein suoralta, mutta tämän hissien kulutus syntyy niin tasaisesti, että kasvu ei juurikaan erotu. Etenkään, koska kokonaiskulutus on muita pienempi myös kokonaisuudessaan.

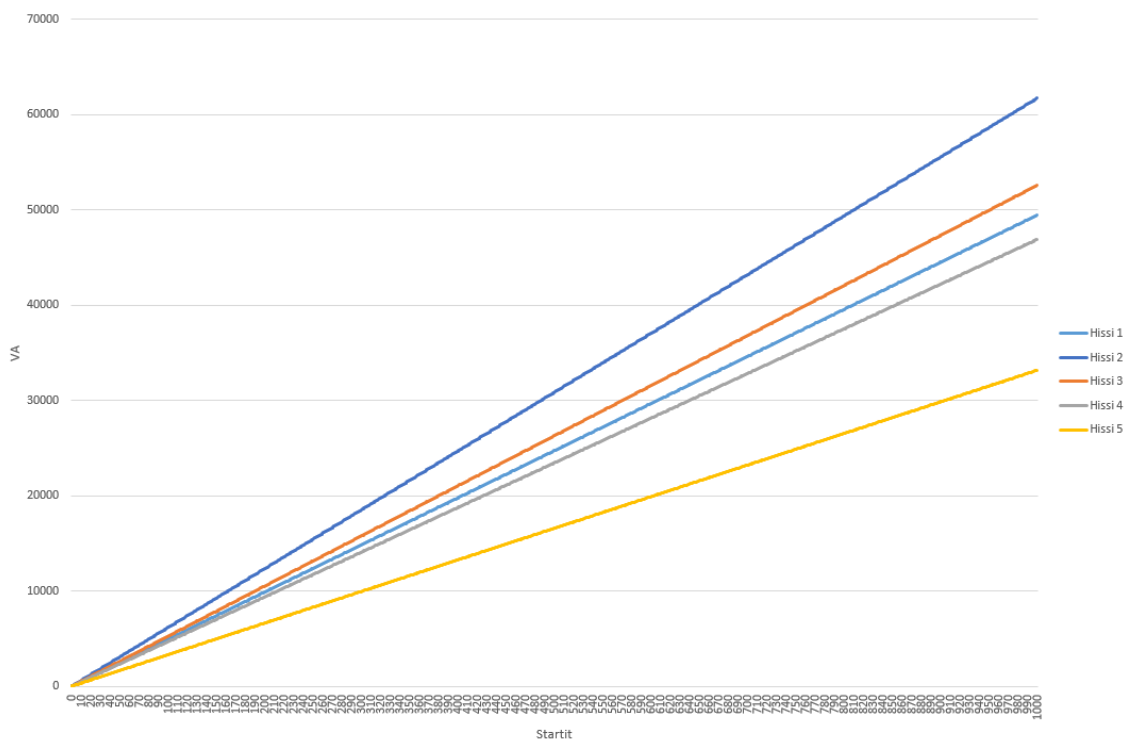


KUVIO 15. Energiakulutus viikon ajalta

4 ENERGIANKULUTUKSEN VERTAILU

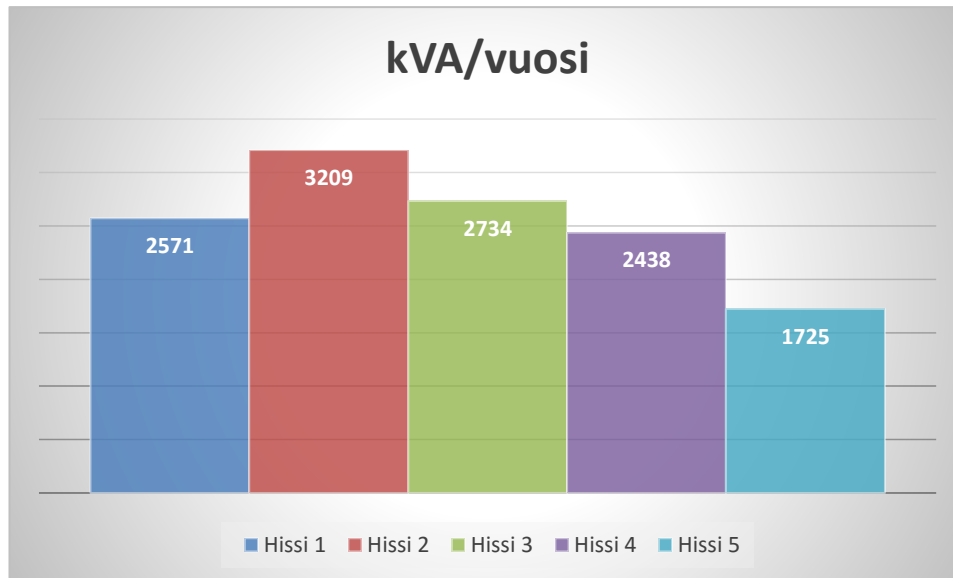
Tässä osiossa vertaillaan hissien energiankulutusta toisiinsa. Tehoja vertaillessa on hyvä muistaa, että hissien käyttö olosuhteet ovat erilaiset ja nämä vaikuttavat myös tehon kulutukseen. Esimerkiksi 2000 starttia viikossa ja 1000 starttia viikossa eivät suoraan starttimääriä tasaamalla mahdollista tarkkaa vertailua, mutta käynnistysmäärät tasaamalla saadaan riittävän tarkkoja tuloksia suuntaa antavaa vertailua varten. Tämä johtuu siitä, että pienemmällä starttimäärällä lepoaikojen sähkönkulutus kasaantuu rajummin yhtä starttia kohden.

Kuvioon 16 on jokaisen hissien starttimäärät tasattu tuhanteen starttiin ja koottu tehon kulutuksen käyrät samaan kaavioon. Kuten kuviosta 16 nähdään, ei sähkön kulutuksessa suuria eroja tule, yhtä poikkeusta lukuun ottamatta. Tarkempiin vertailuihin tarvittaisiin suurempi otanta.



KUVIO 14. Hissien keskinäiset erot 1000 startilla

Kuviossa 17 nähdään eri hissien vuosikulutus olettaen, että kaikki hissit starttaisivat tuhat kertaa viikossa. Hissit yksi ja kaksi ovat vanhempia hissejä ja loput uusia. Erot hissien kulutuksessa ovat hissiä 5 lukuun ottamatta pieniä.



KUVIO 17. Vuosikulutus kilovolttiampeereina

Taulukosta 1 nähdään tarkempia tietoja hissien kulutuksesta. Lisäksi taulukkoon 1 on laskettu vuosittainen osuus sähkölaskusta 11 sentin kWh-hinnalla. Suurimman ja pienimmän kulutuksen ero on 163,25 € vuodessa. Olettaen, että hissien uusiminen kyseiseen kohteeseen maksaa noin 60 000 € ja vuotuinen säästö olisi tuo 163 € niin hissien takaisinmaksuaika olisi noin 368 vuotta.

Lienee siis syytä todeta, että sähkön säästöllä ei hissien vaihtamisen kannalta ole juuri mitään merkitystä. Toki uutta hissiä uuteen taloon valittaessa, myös tämä kriteeri voidaan huomioida.

Taulukko 1 Hissien vertailuarvot koottuna taulukkoon.

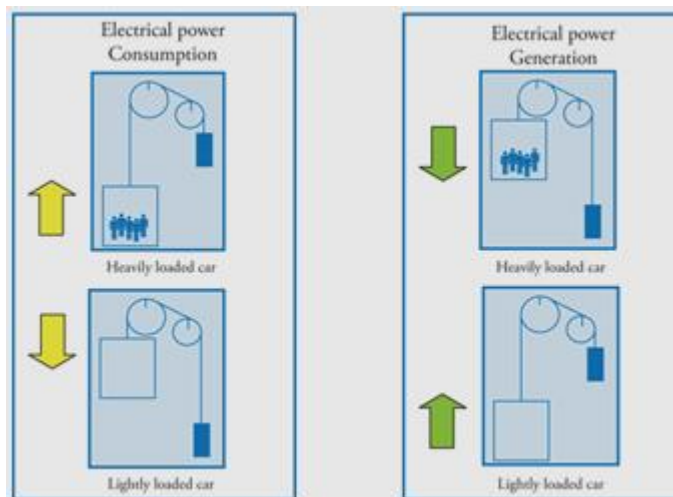
	Hissi 1	Hissi 2	Hissi 3	Hissi 4	Hissi 5
VA	102685	38504	51680	52514	32800
Startit	2077	624	983	1120	989
VA/S	49,44	61,71	52,57	46,89	33,16
1000 starttia	49439,09	61705,00	52573,75	46887,50	33164,81
kVA/a	2571	3209	2734	2438	1725
€/a	282,79	352,95	300,72	268,20	189,70

5 SÄÄSTÖMAHDOLLISUUKSIA

Koska edellä on todettu, että hissien pääasiallinen toiminta kuluttaa yllättävän vähän sähköenergiaa, voidaan todeta, että iso osa sähköenergian kulutuksesta tulee hissi korin valaistuksesta. Näin ollen ensimmäinen sähköä säästävä toimenpide vanhoihin hisseihin olisi lamppujen vaihtaminen led-valaisimiksi hehkulamppujen sijaan. Tässä syntyy pidempien kestoikien vuoksi säästöjä myös korjauskustannuksista.

5.1 Energian talteenotto

Suuremmilla hissiyhtiöillä on nykyään tarjolla myös jarrutusenergiaa talteenottava vaihtoehto. Kuva 15 selittää tätä toimintoa tyhjentävästi.



KUVA 15. Kuorman vaikutus energiankulutukseen ja tuottamiseen (Energy Efficient Elevator Technologies 2012)

Hissin vastapainotuksesta johtuen hissien energiankulutus ja kevyemmät liikesuunnat ovat täysin päinvastaiset mitä yleensä oletetaan.

Hissi kulkee suuren osan ajasta kuluttamatta lainkaan energiaa ja sillä on generaattoritoiminnalla mahdollisuus myös tuottaa sitä. Tämän toiminnon hyöty on tämän työn valossa kuitenkin kyseenalainen, sillä sanomattakin tiedetään, että kaikki lisätoiminnot maksavat hankittaessa ja takaisinmaksuaika voi etenkin nykyisillä sähköhinnoilla olla pitkä.

5.2 Energiansäästötoiminnot

Lähes kaikissa uusissa hisseissä on käytössä erilaisia energiansäästöohjelmia esim. lepotilatoiminto. Pääosin tämä toiminto ei tee juuri muuta, kuin sammuttaa valot ja kytkee ohjauksen valmiustilaan. Tästä voi helposti laskea, kuinka paljon energiaa säästyy kun sammutetaan pari valoa.

Hissi menee lepotilaan oltuaan toimettona määrätyn ajan. Vilkkaasti liikennöidyissä taloissa voi tästä olla enemmän haittaa kuin hyötyä, sillä lepotilasta palaaminen on myös hidasta. Lisäksi monessa hississä nämä otetaan tarkoituksella pois päältä niiden vikaherkkyuden takia. Loisteputkilla valaistuisissa hissikoreissa säästetty energiakustannus myös katoaisi putkien uusimisiin.

5.3 Kohdeohjaus

Termille destination dispatch ei ole määritelty täsmällistä suomenkielistä vastinetta. Termi voitaisiin suomentaa kohdeohjaukseksi tai määränpääohjaukseksi. Ideana kuitenkin, että henkilö painaa tavoitekerroksen jo ennen hissiin menoa, näin järjestelmä osaa lähettää hissin, joka nopeimmin ja taloudellisimmin vie henkilön perille. Tietenkin tämä toimii vain, kun käytössä on useampia hissejä.

5.4 Viisas käyttö

Viisas käyttö on kaikkein hyödyllisin säästötoimenpide. Terveillä jaloilla pääsee pari kerrosta portaitakin.

Ulkokutsuissa on suuremmissa rakennuksissa suuntakutsut, joita painamalla kerrotaan hissille mihin suuntaan henkilö on menossa. Näin hissi osaa poimia matkustajan kyytiin sopivalla hetkellä ja näin vältetään turhaa pysähtelyä. Tämä edellyttää, että ihmiset osaavat myös katsoa mihin suuntaan hissi on menossa eivätkä turhaan mene kyytiin sen mennessä väärään suuntaan.

6 POHDINTA

Mittaukset suoritettiin pääosin taloyhtiöiden sähköpääkeskuksesta, sillä mittarit tarvitsevat tilaa, jota ei nykyaikaisista konehuoneettomista hisseistä löydy. Näin ollen kuudennen hissimallin mittaustuloksia käsitellessäni jouduin toteamaan, että olin mitannut yhden viikon ajan todennäköisesti talon ilmastointikoneita, tai muuta vastaavaa.

Mitattavia hissejä oli siis alun perin kuusi kappaletta ja tämän yhden hissimallin puuttuminen jäi itseäni harmittamaan erittäin paljon. Sähköpääkeskuksen merkinnät kuitenkin selvästi väittivät hissien olevan kyseisten nousujohtojen takana.

Hissien kanssa työskennellessä on monet asiat otettava huomioon, kuten tässä työssä on usein mainittu. Tästä syystä pelkät mittaustulokset eivät kuvaa koko totuutta, vaan on otettava huomioon monia erilaisia asioita, jotta hissejä voisi tasa-arvoisesti verrata toisiinsa. Tässä työssä pyrittiin huomioimaan erot jo mitattavia hissejä valittaessa.

Hissit kuluttavat yllättävän vähän energiaa saatavaan hyötyyn nähden. Kuten aiemmin on moneen kertaan mainittu, uusien ja vanhojen erot ovat niin pienet, että hissien uusimista on tällä turha perustella. Energian säästäminen nykyaikana on jo sinänsä vihreiden arvojen kunnioittamista, eikä siinä tarvitse aina ajatella vain rahaa.

Mitattavat kohteet olivat asuintalohissejä ja ne oli valittu matalimmasta päästä. Näin varmistettiin, että mittaukset tuottivat keskenään vertailukelpoisia tuloksia. Korkeampien ja vilkasliikenteisempien talojen kohdalla energiakulutus erot nousisivat enemmän esille.

Säästämahdollisuuksia on myös esitelty, mutta lyhyesti voidaan tiivistää, että energian säästö ei aina ole rahan säästöä.

LÄHTEET

Asme. 2012. Energy Efficient Elevator Technologies. Luettu 9.2.2018

<https://www.asme.org/engineering-topics/articles/elevators/energy-efficient-elevator-technologies>

Cetex. 2018. Properties of Extension of Steel Wire Ropes. Luettu 12.5.2018

http://www.cetex.co.uk/en/products/steel-wire-rope-accessories/technical-information/properties-of-extension-of-steel-wire-rope_n46395

Continuing education. 2018. New Elevator Technology: The Machine Room-Less Elevator. Luettu 18.12.2017.

<https://continuingeducation.bnppmedia.com/courses/kone-inc/new-elevator-technology-the-machine-roomless-elevator/2/>

Electrical Knowhow. 2012. Basic Elevator Components - Part One. Luettu 18.12.2017.

<http://www.electrical-knowhow.com/2012/04/basic-elevator-components-part-one.html>

Energia virasto. 2017. Sähkönhinta. Luettu 18.12.2017

<https://www.sahkonhinta.fi/summariesandgraphs>

FANDOM. 2018. Traveling cable. Luettu 1.6.2018

http://elevation.wikia.com/wiki/Traveling_cable

Farnell. 2018. Sensing in elevator. Luettu 12.5.2018

<http://uk.farnell.com/elevator-sensor-applications>

Howstuffworks. 2018. How Elevators Work. Luettu 12.5.2018

<https://science.howstuffworks.com/transport/engines-equipment/elevator3.htm>

KONE. 2017. Ultrarope. Luettu 12.5.2018

<http://www.kone.com/fi/media/tiedotteet/kone-avaa-uudistetun-hissilaboratorionsa-tytyrissa--maailman-pisin-testikuilu-ulottuu-350-metrin-syvyyteen-2017-03-29.aspx>

KONE parts. 2018. Korikaapeli. Luettu 12.5.2018

<https://parts.kone.com/Products/KM239970>

National Elevator Industry, Inc. 2018. Destination dispatch. Luettu 9.2.2018

<http://www.neii.org/destdispatch.cfm>

Offtheclothboff. 2016. How to: Elevators. Luettu 12.5.2018

<https://offtheclothboff.com/2016/03/15/how-to-elevators/>

Professional elevators. 2017. Hydraulic elevator. Luettu 18.12.2017.

<http://professionalelevators.com/hydraulic-elevators/>

Schmelevator. 2017. The ABCs of Hydraulic Elevators. Luettu 12.5.2018

<https://schmelevator.wordpress.com/541-2/>