

Suomalaisten teollisuuskiinteistöjen energiatehokkuuden parantaminen

Uudella tekniikalla parannuksia kustannustehokkuuteen

Timo Rissanen
Opinnäytetyö

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Tuotantotalouden koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Timo Rissanen	
Työn nimi Suomalaisten teollisuuskiinteistöjen energiatehokkuuden parantaminen	
Päiväys 18.02.2013	Sivumäärä/Liitteet 36
Ohjaaja(t) Harri Heikura , Jarmo Pyysalo	
Rexel Finland Oy	

Tiivistelmä

Suomalaisten teollisuuskiinteistöjen sähkönkulutus jakaantuu niin että valaistus ja LVI-laitteet muodostavat valtaosan energiankulutuksesta. Tutkimalla näitä teollisuuden suurimpia energiankuluttajia saadaan myöskin suurimmat ja nopeimmat hyödyt käyttämällä nykytekniikkaa ja nykyaikaisia komponentteja. Suomessa on 68 tuhatta teollisuuden kiinteistöä (tuotanto- ja varastotilat), jotka kuluttavat sähköä noin 2 terawattituntia vuodessa, jo puuttamalla näiden tilojen valaistukseen voidaan säästää neljännes sähkön kulutuksesta.

Valaistuksen osuus teollisuuskiinteistön sähköenergian kulutuksesta noin 40 % aiheutuu vanhojen teollisuuskiinteistöjen valaisimien energian käytön tehottomuudesta ja ohjattavuuden puuttumisesta. Monesti teollisuuskiinteistössä laiminlyödään myös valaisinhuolto.

Opinnäytetyössä keskitytään käsittelemään valaisin- ja valolähdetekniikkaa, valaistuksen ohjattavuutta, käyttöaikaa sekä asennustekniikkaa, mutta sivutaan myös toista energiakulutuksen pääryhmää LVI:tä, jossa osa-alueina on ilmanvaihdon merkitys ja moottorikäytöt puhaltimissa.

Johtopäätöksenä voidaan todeta että kyseisillä toimenpiteillä päästään merkittäviin säästöihin etenemällä seuraavasti; tutustuminen omaan energiankäyttöön jakamalla kulutukset osiin ja alistamalla eri segmentit mittauksen alaiseksi. Aikavälin seuranta antaa tietoa kulutuksen ja tuotantoajan vaikutuksesta, tästä saadaan tarkasteluun kulutukset jotka ovat varsinaisen työajan ulkopuolella ja ovat monesti seurausta vääristä ohjelmoinneista laitteiden ja automatiikan piirissä. Näihin asioihin voidaan vaikuttaa nopeasti kun ne havaitaan ja yleensä pienillä kustannuksilla. Seuraavassa vaiheessa tuotantoajan kulutukset ja niiden vaatimat kustannukset energiatehokkuuden parantamiseksi voidaan ottaa käsittelyyn ja asettaa ne investoinnin takaisinmaksuajan mukaiseen järjestykseen. Asia jota ei pidä unohtaa on henkilökunnan motivointi ja kouluttaminen tiedostamaan mahdollisuudet energiatehokkaampaan työympäristöön.

Myös tulevissa tuotannon hankinnoissa on tärkeää huomioida energiatehokkuus, ei vain koneiden ja laitteiden hankintahintaa.

Tämä opinnäyte osoittaa että huomioimalla eri osa-alueet päästään parantamaan omaa kilpailukykyä ja säästämään ympäristöä myös pienillä oikeaan suuntaan otetuilla askelilla. Säästö alkaa silloin kun tehdään päätös sitoutua toimenpiteisiin tietyllä aikavälillä.

Avainsanat

Energiatehokkuus, teollisuus, kustannustehokas tilojen käyttö. kartoituskatselmus.

SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
THESIS

Abstract

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering and Production Technology			
Author(s) Timo Rissanen			
Title of Thesis Energy effience use of finnish industrial properties			
Date	18.10.2013	Pages/Appendices	36
Supervisor(s) Harri Heikura ja Jarmo Pyysalo			
Client Organisation/Partners Rexel Finland Oy			
Abstract <p>Electricity consumption of Finnish industrial real estates electricity consumption is divided so that lighting and HVAC equipment constitute the biggest share of energy consumption. By studying these industries the largest consumers of energy will also get the largest and fastest benefits of using modern technology and modern software components .</p> <p>In Finland, there are 68,000 industrial properties (production and storage facilities). They use electricity approximately 2 TWh per year, already addressing lighting can save a quarter of electricity consumption.</p> <p>Of these properties lighting accounts about 40 %of the electricity consumptionof an industrial buildings. This is because the energy use of old industrial buildings is inefficient and lacks maneuverability. In many cases of an industrial property the lamp maintenance .is neglected.</p> <p>This thesis focuses on lighting and light source technology, handling, use, and installation of technology, but also the other side of energy consumption namely HVAC , whose sub-areas include of importance of the ventilation fan and motor drives in fans. .</p> <p>Keywords Efficiency, consumption, technology, industrial properties.</p>			

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	8
2	Teollisuusvalaistus.....	9
2.1	Valaistuksen perusteet.....	9
2.2	Valaistuksen ominaisuudet.....	10
2.3	Valaistuslaskentaohjelma	11
2.4	Valaistuksen energiatehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä.....	11
2.4.1	Valaisimen valinta.....	12
2.4.2	Valolähteen valinta	12
3	Kiinteistöautomaatio	15
3.1	Ilmanvaihdon ohjaus	15
3.2	Valaistuksen ohjaus.....	16
3.3	Energiankulutuksen hallinta	16
3.4	Valaistuksen säätötekniikoita.....	18
3.5	Lämmityksen ohjaus.....	19
3.6	Prosessien ohjaus	19
3.6.1	Paineilma prosessissa.....	20
3.6.2	Koneellinen jäähdytys	20
3.6.3	Ilmanvaihto.....	20
3.6.4	Vedet	21
4	Energiakatselmus	22
4.1	Energiakatselmus analysoi	22
4.2	Energian käytön kustannus	22
4.3	Päivitys energiatehokkuuteen.....	23
5	Aloituspalaveri.....	24
5.1	Investointiselvitys ja takaisinmaksuaika.....	24
6	Valtio mukana matkalla kohti teollisuuden energiatehokkuutta	25
6.1	Sitoutuminen ilmastonmuutoksen vastaisuuteen	25
6.2	Energiatehokkuussopimukset	25
6.3	Jatkuvan parantamisen periaate	27
6.4	Tuloksellista energiansäästöä	28
6.5	Katselmus- ja investointituet	29
6.5.1	Katselmus	29

6.5.2 Investointituki	29
7 Energiansäästö sovelluskohteissa.....	30
7.1 Ensimmäinen sovelluskohde.....	30
7.2 Toinen sovelluskohde	33
7.2.1 Alkutilanne.....	33
7.2.2 Led päivitys.....	33
7.2.3 Purkauslamppu päivitys.....	33
7.2.4 Tekniset ja taloudelliset näkökohdat.....	34
8 Yhteenveto ja tulevaisuuden näkymät	35
LÄHTEET	37

1 JOHDANTO

Teollisuuden energiatarve jakaantuu seuraaviin pääryhmiin; valaistus, lämmitys, ilmanvaihto sekä moottorikäytöt. Energiasäästö on toimintojen vähentämistä suoraviivaisesti, energiatehokkuus jota tässä käsitellään, tarkoittaa energian tehokkaampaa käyttöä. Se saavutetaan erilaisin ratkaisuin tavoitteena vastaava tai parempi taso, mutta paremmalla hyötysuhteella. Energiatehokkuuden parantaminen vaatii hetkellisesti investointeja. Investointien takaisinmaksuaika vaihtelee halutun laadutason ja sen järkevyyden mukaan. Tämän päivän tekniikka ja sen hyödyntäminen on kohtuullistettava ja se ei saa tapahtua hinnalla millä hyvänsä, vaan huomioidaan tilojen elinkaari, tilan ja tuotannon vaatimukset sekä laitteille asetetut lait ja asetukset.

Ensimmäisenä ja näkyvimpänä tulee ostoenergia, ja sen tarpeen vähentäminen energiatehokkuusratkaisuin, energiamuodon valinnalla sekä jätelämpövirtojen hyödyntämisellä.

Tilojen käyttö ja järjestelmien ohjaus; valaistuksessa, ilmanvaihdossa, lämmön talteenotossa, pumppujen käytössä, tämä kaikki tämä yhdistetään kiinteistön ohjaukseen.

Rakenteiden energiatehokkuus, kuten ilmatiiviys ja lämpöeristeet sekä aukot kuten ovet ja ikkunat muutetaan energiaa säästäviksi.

Lopuksi näiden tekijöiden vaikutus voidaan todentaa kulutusmittauksella ja seurannalla. Jatkuvat mittaukset ja valvonnat auttavat puuttumaan epäkohtiin lyhyellä aikavälillä.

Hyvä suunnitelma alkaa nykyisten toimitilojen kartoituksella ja siinä huomioidaan tilojen käyttötarkoitus. Olennaisia asioita ovat tilojen mitat, koneiden tai hyllyjen pohja-piirroksat, valaistustaso ja tämänhetkinen valaisimien sijoittelu, näin saadaan laskennallinen vertailukohta jota voidaan käyttää vertailtaessa investoinnin suuruutta ja siitä saatavaa hyötyä sekä takaisinmaksuaikaa.

Valaistustekniikan tuntemus auttaa löytämään parhaat vaihtoehdot nykyisistä vaihtoehdoista, joihin on tulossa yhteiseurooppalaisiin määräyksiin perustuvia muutoksia. Muutokset tähtäävät energiataloudellisiin ratkaisuihin valaistuksessa sekä moottorikäytöissä. Lopulliseen takaisinmaksu-aikaan voidaan vaikuttaa maakohtaisiin energiasäästö tavoitteisiin sitoutumalla. Maakohtaiset investointituet energiatehokkuuteen päätetään tietyille aikavälille.

2 Teollisuusvalaistus

Hyvä teollisuusvalaistus muodostuu useammasta eri osa-alueesta ja suositukset perustuvat eri työtehtävissä näkemiseen liittyvistä vaatimuksista [1].

2.1 Valaistuksen perusteet

Valaistussuosituksissa määritetään valon määrä koskien erilaisia tiloja sekä työtehtäviä huomioiden. Työalueen ja tehtävän mukainen valaistustason määrittäminen on järkevää ajatellen energiataloutta ja tila jossa ei vaadita tarkkaa näkemistä, voidaan jättää pienemmälle valomäärälle.

Valaistuksen mittaamisessa käytettäviä suureita:

- Κελσιν (K) eli väriämpötila kertoo miltä valo ihmissilmässä näyttää,. esimerkiksi hehku-lampussa on 2700 kelviniä
- Λυμεν (lm) eli valovirta kertoo valolähteen valomäärästä eli mitä pienempi arvo sen himmeämpi lamppu.
- Värintoistoindeksi (Ra.) kertoo tasosta miten todenmukaisena valolähde toistaa värejä. Mitä suurempia arvo, sen paremmin värit toistuvat. Yleensä arvo 80 on riittävä.
- Valaistusvoimakkuuden (Em) keskiarvon vähimmäisarvonyksikkö on luksia (lx) ja se tarkoittaa pinnalle osuvan valon määrää. Luksi määrä on sitä pienempi mitä kauempana tarkasteltava pinta on valolähteestä.
Vertailun vuoksi täysikuun valovoimakkuus on 0,25 luksia, kun taas kesäpäivä on parhaimmillaan 100 000 luksia.
- Häikäisyindeksi (UGR) on yleensä valaisinvalmistajan määrittelemä valaisinkohtainen ja korostuu teollisuusvalaistuksessa, jossa käytetään pintaluminanssiltaan korkealla arvolla olevia purkauslamppuja. Näissä valaisimissa suojauskulmat ovat poikkeuksetta pienet toisin kuin toimistovalaisimissa. Toimistoissa valaisimien valolähteet ovat luminanssiltaan pienet ja valaisimet ovat varustettu matalaluminanssiritilöillä. Laskentaohjelmissa on yleensä valmiina eri valmistajien ilmoittama valaisinkohtainen UGR-arvo, jota voidaan hyödyntää suunnittelussa,

2.2 Valaistuksen ominaisuudet

Teollisuuden valaistustasot eri tiloissa esitetään seuraavassa taulukossa 1

Taulukko 1. valaistustaso eri tiloissa [1]

<u>Tilamääritys</u>	<u>Tarkennus</u>	<u>Valaistustaso lx</u>
Käytävä	ei henkilöliikennettä	20
Käytävä	henkilöliikennettä	150
Käyttö- ja ohjauspaikat		150
Varastohyllyn etureuna		200
prosessiohjaus	kauko-ohjaus	50
prosessiohjaus	satunnainen käsiohjaus	150
prosessiteollisuus	jatkuvasti miehitetty	300
Laboratoriot, tarkkuusmittaus		500
Elektroniikkateollisuus	karkea kokoonpanotyö	300
Elektroniikkateollisuus	tavanom. kokoonpanotyö	500
Elektroniikkateollisuus	hieno kokoonpanotyö	750
Elektroniikkateollisuus	tarkkuus kokoonpanotyö	1000
Elintarviketeollisuus	vaihetyöt	200
Elintarviketeollisuus	lajittelu ja pakkaaminen	300
Elintarviketeollisuus	kriittiset työpisteet	500
Metalliteollisuus	hitsaus	300
Metalliteollisuus	karkea kokoonpanotyö	200
Metalliteollisuus	tavanomainen kokoonpanotyö	300
Metalliteollisuus	hieno kokoonpanotyö	500
Metalliteollisuus	tarkkuus kokoonpanotyö	750
Metalliteollisuus	Galvanointi	300
Metalliteollisuus	pintakäsittely, maalaus	750
Paperiteollisuus	tuotanto	300

Uudessa standardissa määritellään myös työalueen lähiympäristö, sillä pyritään helpottamaan näköaistin sopeutumisvaikeuksia. Lähiympäristöksi lasketaan työalueen ympärillä oleva puolen metrin vyöhyke [2]

Taulukko 2. työalueen ja lähiympäristön valaistus [2]

Työalueen valaistusvoimakkuus (lx)	Välittömän lähiympäristön valovoimakkuus (lx)
>750	500
500	300
300	200
>200	sama kuin kohteessa
Tasaisuus: >0,7	Tasaisuus: >0,5

Ulkoalueiden valaistusstandardi SFS-EN 12464-2 [2] koskee ulkoalueilla tehtäviä töitä ja antaa niille keskimääräisen valaistusvoimakkuuden (E_m) ja valaistuksen tasaisuuden (U_o) raja-arvot. Huomiota täytyy kiinnittää myös valaistuksen värintoistokykyyn (R_a) sekä häikäisyyn (U_{GR}) ja niiden täytyy olla raja-arvojen puitteissa

2.3 Valaistuslaskentaohjelma

Valaistuslaskentaohjelmissa voidaan ottaa huomioon myös häikäisy, joka on määritetty standardissa U_{GR} -indeksin avulla. Tämä tosin vain silloin, jos valaisinvalmistaja on toimittanut tiedot häikäisyindeksistä. Valaistuslaskenta häikäisyindekseineen voidaan suorittaa itse esimerkiksi Dial GmbH:n avoimella valaistuslaskentaohjelmalla. Valaisinvalmistajilla sekä valaisintoimittajilla löytyy myös palvelu tähän, mutta silloin ohjelma todennäköisesti laskee jonkun tietyn valmistajan valaisimalleilla, nekin antavat kyllä monipuoliset tiedot tarvittavista teknisistä vaatimuksista. Dialux on ilmainen netistä saatava ohjelma, jonka ominaisuudet ovat monipuoliset valaistussuunnitteluun, niin kiinteistön sisä- ja ulkopuolelle (tie- ja aluevalaistus). Ohjelmaan tuodaan pohjakuvat dwg muodossa ja laskettava tila luodaan kuvan päälle. Valaistukseen vaikuttavat pintamateriaalit ovat vaihdettavissa ja myös kalustaminen onnistuu. Valaisimet voidaan hakea eri valmistajien tietokannoista (esimerkiksi www.rexel.fi) ja tulosta voidaan tarkastella 3D-tilassa. Hiiren avulla voidaan liikkua tilassa tarkastellen valaistusvoimakkuuksia ja luminansseja. Ohjelma on mahdollista tallentaa CAD-kuvaksi valaisin ja kalusteasennuksineen.

2.4 Valaistuksen energiatehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä

Tilojen kalustus ja käytetyt pinnat vaikuttavat valaistustapaan sekä valaisimien sijoitteluun. Määritettäessä valaistustasoa on otettava huomioon myös valaisimien valotehon alenema ja käytön aiheuttama pintojen kuluminen ja likaantuminen. Energiakäytön arviointi voidaan perustaa standardiin SFS-EN 15193 [3]. Standardi tarjoaa kaksi menetelmää; nopean tai perusteellisen. Nopeassa

arviointi perustuu eri tyyppisten rakennusten tyypillisiin käyttö- ja kulutusarvoihin, perusteellisessa taasen kyseiselle rakennukselle arvioituihin tietoihin.

Energian kulutusta on olemassa kahdenlaista; järjestelmän varsinaista (W_L) ja lepokulutusta (W_P) .joten kokonaiskulutus (W) muodostuu näiden molempien yhteenlasketusta määrästä

$$(1) W = W_L + W_P \text{ [kWh].}$$

2.4.1 Valaisimen valinta

Valaisimen valintaan vaikuttavat seuraavat osa-alueet; hyötysuhde, valojako ja liitäntälaitteet.

Hyötysuhde määräytyy käytettävän valolähteen ja liitäntälaitteen mukaan, valojakoon vaikuttaa valaisimessa käytetty optiikka.

2.4.2 Valolähteen valinta

Valolähteen valintaan vaikuttaa; värintoisto – joka tarkoittaa kykyä toistaa värejä, esimerkiksi sisätiloissa työskennellessä Ra-indeksin tulisi olla vähintään 80 ja paikoissa, joissa vaaditaan erinomaista värintoistoa vaaditaan Ra 90 arvoa.

Väriämpötila – kylmä (sinertävä) yli 4000 kelviniä vai lämmin väri (punertava) alle 3500 kelviniä puhutaan T-arvosta , jonka yksikkö on Kelvin.

Valotehokkuus- valolähteen käyttämä valovirta sähkötehoa kohti (lm/W). käsiteltäessä kokonaisuuden valotehokkuutta on laskettava myös liitäntälaitteen ottama teho mukaan.

Yleisimpinä valolähteinä on tarjolla seuraavanlaisia malleja:

-Hehkulamppu, poistuva tuote, joka omaa hyvän värintoiston ja kylmäsytyvyyden, hyvänä puolena on myös helppo himmennettävyyys,. huonoina puolina valontuotto ja alhainen elinikä. Nämä ovat korvautuneet pitkälti ns. energiasäästölamppuilla.

-Energiasäästölamppu tuottaa hehkulamppua vastaavan valotehon murto-osalla hehkulamppun tarvitsemasta energiasta.

Kestoiässä on hyvin paljon hajontaa valmistajittain ja lupaukset eliniästä ovat suuntaa antavia. Valmistaminen kuluttaa hehkulamppua enemmän luonnonvaroja ja niistä tulee käytön jälkeen ongelmajätettä (elohopea ja elektroniikkakomponentit).

Pakkasessa toimivuus on rajallinen, mutta sitä voidaan parantaa hieman, jos niitä käytetään valaisimissa joissa, on kanta ylöspäin jolloin, toiminta lämmittää komponentteja. Toinen syy tähän ulkokäytössä on se että kondenssivesi pääsee valu-

maan putkea pitkin kannassa oleviin komponentteihin, jos kanta on alaspäin, näistä seikoista huolimatta täysi teho saavutetaan kuitenkin kohtuullisen hitaasti.

-Loistelamput;

T8 eli 26 mm putki yhdistetään usein perinteiseen kuristimeen, jolla on elektronista liitäntälaitetta parempi kylmäsytytys.

T5 omaa edellistä suuremman valontuoton (104 lm/W), 40 % pienemmän halkaisijan, joka mahdollistaa valaisimien paremman muotoilun, se ei sovellu ulkovalaistukseen tai kylmätiloihin. Elektronisella liitäntälaitteella sekä lampun ympäristölämpötilalla 35 C saavutetaan lähelle 100 % hyötysuhde.

-Purkauslamput vaativat toimiakseen kuristimen ja usein myös sytyttimen. Ominaisuutena on yleensä hyvä valontuotto ja pitkä käyttöikä. Käyttö varsinkin teollisuuden sisä- ja ulkovalaistuksessa. Rajallista värinointokykyä parantaa keraamisten monimetallilamppujen käyttö.

-Elohopeahöyrylamppu poistuu markkinoilta vuoteen 2015 mennessä, sitä on käytetty yleisesti ulkovalaistuksessa. Sen syttyminen täyteen valovirtaan kestää noin 5 minuuttia.

-Suurpainenaatriumlampussa on erittäin suuri valontuotto aikaansaatu värinointon kustannuksella. Etuina on pitkä elinikä ja näitä löytyy myös värikojattuna, tosin hieman huonommalla valontuotolla.

-Monimetallilamppu omaa erinomaisen värinointokyvyn ja soveltuu monipuoliseen käyttöön. Elinikä on pitkä ja syttyminen kestää 2-3 minuuttia.

-Led valolähde (light emitting diode) on puolijohdekomponentti, joka soveltuu hyvin pohjoisen teollisuuden käyttöön. Se kestää hyvin värinää, on pitkäikäinen viileässä, syttyy ja sammuu nopeasti. Ledin ongelmana ovat laatuongelmat, korkeahko hinta laadukkailla tuotteilla sekä puuttuvat standardit.

Halvalla huonolta tuotantolinjalta tulevat Led valolähteet vaikeuttavat asianmukaista tuotekehitystä laatutietoisilla toimittajilla.

Hintakilpailuun mukaan lähteminen ei anna mahdollisuutta rahaa vaatimaan tuotekehittelyyn, jota tarvitaan varsinkin uuden tuotteen tullessa markkinoille. Valaistusvoimakkuuden esittämisessä on useita tapoja ja toistaiseksi puutteellinen valvonta. Pak-

kauksessa kuuluisi olla olosuhdetiedote, jossa kerrottaisiin, missä olosuhteissa luvattu kestoikä ja valoteho toteutuvat. Hyötysuhde led polttimoissa on parhaimmillaan noin 50% eli energiasta muodostuu 50 % valoa ja loput lämpöä, vertailun vuoksi hehkulamputta energia muodostaa 5 % valoa ja 95 % lämpöä. Käyttöikää ledille tai sen liitäntälaitteelle luvataan nykyään 50 000 – 80 000 tuntia ihanteellisissa olosuhteissa.

3 Kiinteistöautomaatio

Kiinteistöautomaatioon tulisi liittää kaikki teollisuuskiinteistön tekniset järjestelmät mahdollisuuksien mukaan, josta saatava hyöty olisi mahdollisimman suuri. Kokonaisuuden hallinta antaa energiatehokkaimman ratkaisun, minkä vaatimuksena olisivat soveltuvuus tilojen käyttöön sekä olosuhteisiin, järjestelmän helppokäyttöisyykseen ei ole haitta. Alkulähtökohtana on järjestelmään sekä käyttäjien koulutukseen panostaminen, joka mahdollistaa aktiivisen kiinteistöautomaation seuramisen (mittauslukemat ja trendikäyrät). Erilaisia järjestelmiä on voitava yhdistää, jolloin yhden järjestelmän tilatietoa voi käyttää toisen järjestelmän ohjauksessa. Kaikki kiinteistön kulutusmittarit olisi yhdistettävä kiinteistöautomaatiojärjestelmään tehokkaan kulutusseurannan aikaansaamiseksi. Voidaankin sanoa kiinteistön osalta; mitä ei mitata, sitä ei hallita.

3.1 Ilmanvaihdon ohjaus

Teollisuuskiinteistöissä on valtaosin koneellinen ilmavaihto. Ilmanvaihto suoritetaan puhaltimilla ja kun teollisuuden käyttämästä sähköenergiasta noin 60 % kuluu sähkömoottoreissa on se suurin yksittäinen energiatehokkuuden parantamismahdollisuus.

Tämä käyttö jakaantuu pumppuihin, paineilmaan, kuljettimiin ja puhaltimiin, jotka ovatkin käyttöasteeltaan suurin tehon kuluttaja.

Vanhoissa moottoreissa hyötysuhde on 60 % luokkaa ja nykyään päästään jo yli 90 %:iin. Häviöt muodostuvat mekaanisista ja fysikaalisista häviöistä kuten lämpöhäviöt. Moottoreissa hankintakustannus on vain 2 % koko elinkaaren kustannuksesta, joten säästöjä on odotettavissa pienin parannuksin. Sähkömoottoreiden varastoiminen pitkällä aikajänteellä on kyseenalaista edellä mainitusta syystä, vain kriittiset moottorit on syytä varastoida ja lopuille toimitussopimus toimittajan kanssa, silloin saadaan parhaalla hyötysuhteella olevia moottoreita vaihdettua teollisuusyrityksen tarpeisiin. EU:ssa moottorit jaetaan nykyisin neljään IE-luokitukseen (IE1, IE2, IE3 ja IE4) ja ne ovat käsitelty EuP-Direktiivissä heinäkuussa 2009. Peruskonstruktiio on kestänyt samana, parannukset ovat tulleet lähinnä kollektorin profiiliin sekä kuparin määrään.

Taajuusmuuttajien käyttö parantaa moottoreiden hyötysuhdetta ja niiden yleistymisen myötä takaisinmaksuajatkin ovat jo kohtuullisella tasolla.

Hyvällä suunnittelulla on merkittävä osuus ilmanvaihdon sähkönkulutukseen. Energiatehokkaassa suunnittelussa keskeinen tunnusluku on SPF-luku (Specific Fan Power, kW/(m³/s)). Suunnittelussa on otettava huomioon tulo- ja poistoilmavirtojen etäisyys, lämmön talteenoton hyötysuhde sekä poistoilman likaisuus.

3.2 Valaistuksen ohjaus

Valaistuksen tarpeenmukainen käyttö tarkoittaa ohjausta tilojen käyttötarpeen mukaan; se voi olla yritystä, toimitilaa tai työpistettä koskevaa. Ohjaus tapahtuu pienimuotoisesti käytettynä läsnäolotunnistimilla huonetilakohtaisesti. Suurempaa kokonaisuutta kuten ulkovalaistusta voidaan ohjata astrokellolla varustetulla logiikalla ts. älyreleellä, joka hoitaa ohjauksen leveys- ja pituuspiirien mukaisesti tai asetetuilla raja-arvoilla. Kaikkein suurin hyöty kuitenkin saadaan kun käytetään järjestelmää, joka stabiloi tulevan jännitteen sopivaksi liitännälaitteille ja valolähteille [4]

3.3 Energiankulutuksen hallinta

Energiankulutuksen hallinta onnistuu stabiloimalla ja himmentämällä valolähteitä.

Vuodessa on 8760 tuntia, ja esimerkiksi julkiset valaisimet ovat käytössä noin 4000 tuntia.

Vuorokauden aikana tapahtuu huomattavia jännitevaihteluja, joka lyhentää valolähteen käyttöikää ja lisää energiakulutusta. Jos valaisimissa ilmenee 5 % jännitevaihteluita, se tarkoittaa 21 % lisääntyntä energiakulutusta. Kun valaistus stabiloidaan nimellisjännitteeseen saadaan energian säästöä .



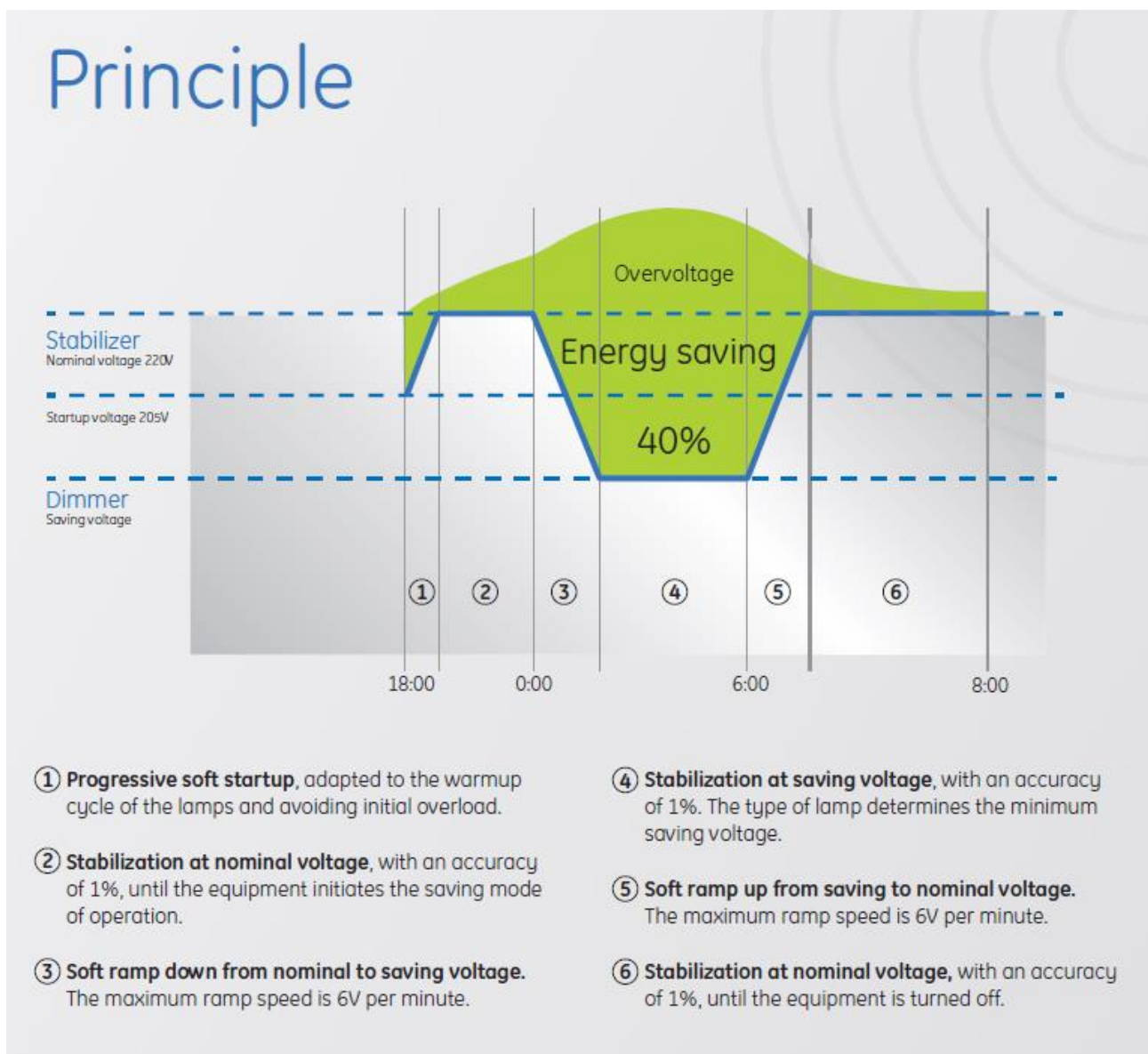
Kuva 1. Gradilux [4]

Valaistuksen ohjausjärjestelmässä käytetään täysin staattista elektronista tekniikkaa suoran vaihtojännitteen jatkuvaan muuntamiseen. Jokaista vaihetta ohjaa oma itsenäinen moduuli, tämä helpottaa kunnossapitoa ja vaihtoa esimerkiksi ukkosvaurion sattuessa. Kaikilla vaiheilla on toisistaan riippumaton, automaattisella nollauksella varustettu toiminto niin sanottu bypass-toiminto.

Bypass suojaa kuumuudelta, ylikuormitukselta ja toimintahäiriöiltä. Käytettäessä manuaalista bypass-toimintoa voidaan kunnossapitotyöt tehdä valaisimien pysyessä toiminnassa. Laitteistossa on MODBUS-liitäntä, jonka kautta laite voidaan integroida rakennuksen hallintajärjestelmiin, myös laitteessa olevan näytön avulla voidaan hoitaa koko konfirugointi paikan päältä.

Ethernet –tietoliikennekortilla saadaan verkkoyhteys, se tukee TCP/IP- ja SNMP-protokollia. Laitteen GPRS-modeemilla voidaan muodostaa langaton tietoliikenneyhteys. Etähallinnalla voidaan suorittaa laitteiden vianmäärittystä, konfigurointia ja erilaisia kauko-ohjaus toimintoja.

Ohjauksen kolme eri tasoa: nykyinen valaistus tavallisilla energiakuluilla 0 %, Kun järjestelmään lisätään stabilointi saavutetaan säästöä keskimäärin 20 %. Seuraavassa vaiheessa Järjestelmää vahvistetaan stabiloinnin lisäksi himmennystoiminnolla, kokonaissäästö on jopa 40 %.



Kuva 2. Järjestelmän toimintaperiaate [4]

Kuvan 2. vaiheet suomennettuina:

1. Asteittainen pehmeä käynnistys, joka on sovitettu valolähteiden lämpenemisjaksoon ja jolla estetään alkuvaiheen ylikuormitus.
2. Stabilointi nimellisjännitteeseen, tarkkuus 1 % kunnes laite käynnistää säästötilatoiminnon
3. Himmennys nimellisjännitteestä säästöjännitteeseen. Himmennys on maksimissaan 6 volttia minuutissa.
4. Stabilointi säästöjännitteellä, tarkkuus 1 %. Pienin säästöjännite määräytyy (alla olevan) valolähteen tyyhin mukaan.
5. Säästöjännitteestä nimellisjännitteeseen. Nousun enimmäisnopeus on 6 volttia minuutissa.
6. Stabilointi nimellisjännitteeseen, tarkkuus 1 % kunnes laite sammutetaan.

Taulukko 3. Erilaisilla valolähteillä on erilaisia säästöjännitteitä;

Suurpainenatrium	180 V
Monimetalli	180 V
Pienpainenatrium	190 V
Loisteputket	190 V
Elohopea	200 V
Keraaminen monimetalli	205 V
Sekalaiset lamput	205 V

Täytyy muistaa että kyseisellä ohjausjärjestelmällä ei voi ohjata led-valaisimia tai elektronisia liitäntälaitteita. [4]

3.4 Valaistuksen säätötekniikoita

Valaistuksen säätötekniikoita on edellisen lisäksi periaatteessa kolmea eri tyyppiä; Digitaalinen, analoginen 1-10 V sekä switchDim.

Dali (Digital Adresable Lightning Interface) liitäntälaitteen käyttö mahdollistaa valaisinkohtaisen ohjauksen joko valaisimeen sijoitetulla tai erillään olevalla läsnäolo-/ valoisuustunnistimella. Se voidaan myös integroida muihin järjestelmiin kuten LON (Local operating Network) tai EIB (European Installation Bus) ns. gatewayn avulla. Dalin käytön etuina ovat valaisimien yksittäinen säätö, maksimissaan 64 osoitetta, valaistustilanteiden ohjelmointi (16 tilannetta) tai valaisimien ryhmitteily maksimissaan 16 ryhmään. Kyseinen liitäntälaitte voidaan yhdistää esimerkiksi Esyluxin läsnäoloilmaisimiin joista löytyy ohjaavia (master) ja tunnistavia (slave) pieniin ja suuriin tiloihin.

Näiden kantomatka on yleensä halkaisijaltaan 8 metriä, mutta löytyy myös versio 24 metrin kantomatkalla ja suurin sallittu asennuskorkeus on 5 metriä (yleensä asennus korkeus on 3 metriä).

DSI (Digital Serial Interface) on Tridonicin digitaalinen säätöjärjestelmä. Se on osoitteeton, joten kaikki piirin valaisimet säätyvät samalla tavalla. Tämän etuna on, että piiriin voidaan yhdistää erilaisia ja eritehoisia valolähteitä.

Analogisessa säädössä säätöpiiriin on kytketty potentiometri tai jokin muu ohjain, joka säätää jännitettä 1-10 V eli muutamasta prosentista sataan prosenttiin. Sytytys ja sammutus tapahtuvat erillisestä verkkojännitteisestä kytkimestä.

SwichDim soveltuu liitälaitteille, joissa on valmiina valaistuksen ohjaamistekniikka; sytytys, sammutus ja säätö. Sytytys ja sammutus tapahtuvat lyhyellä painalluksella ja säätö pitkällä painalluksella. Säättötapa on yksinkertainen mutta altis ulkopuolisille häiriöille. Tässä säädössä on noudatettava kapasitiivisten tai induktiivisten komponenttien valmistajien ohjeita koskien komponenttien, liitälaitteiden tai kaapelointien erikoisvaatimuksia.

3.5 Lämmityksen ohjaus

Lämpöä tarvitaan tilojen lämmitykseen ja prosesseihin, lämpö joko ostetaan tai tuotetaan itse. Yleensä pyritään siihen, että tavoitetaan mahdollisimman hyvä hyötysuhde mahdollisimman edullisella polttoaineella. Ohjauksen perustana on oikea mitoitus kiinteistökohtaisesti ja sitä pitäisi pysyttyä säättämään tilakohtaisesti. Työpisteissä voidaan käyttää säteilylämmittäjiä, jotka mahdollistavat ympäröivän ilman lämpötilan alentamisen.

3.6 Prosessien ohjaus

Prosessit vaativat useanlaisia aputoimintoja, kuten paineilmaa, jäähdytystä, ilmanvaihtoa, vettä, höyryä - ja / tai lauhdejärjestelmää ja lämmitystä. Paineilman tehtävänä teollisuudessa on olla turvallinen ja helposti saatavilla oleva säädettävä käyttövoima, puhalluksessa (kuten puhdistus tai maalaus) sekä liikkeen aikaansaamisessa. Haittapuolena pidetään kokoonpuristuvuutta ja pientä painetta sellaisenaan, yleensä 0...10 baria. Jäähdytystä tarvitaan teollisuudessa prosessiin liittyvien kohteiden lämpötilan alentamiseen tehokkaammin kuin mitä se olisi vain ympäristön lämpötilan avulla.

Ilmanvaihdon tehtävänä on tasata lämpötilaa, vähentää rakenteista tai prosesseista aiheutuvia pitoisuuksia ja korvata tilasta poistettua ilmaa. Vesi on apuväline jäähdytyksessä sekä puhdistuk-

nessa, joissa se toimii välittäjäaineena. Höyry- ja lauhdejärjestelmät liittyvät kiinteästi prosessien lämmittämiseen tai höyryturbiinin käyttövoimaan. Lauhdejärjestelmän tehtävänä on taas höyrynkäyttökohteista palautuva lauhde. Lämmitystä käytetään prosesseissa esimerkiksi muokkaamiseen tai nopeuttamaan pesuprosessia. Yleensä se aikaansaadaan sähköllä tai polttoaineilla. Tähän liittyy olennaisesti lämmön talteenotto prosesseista tai jäteilmavirroista.

3.6.1 Paineilma prosessissa

Paineilmajärjestelmän kompressori tulisi sijoittaa suljettuun tilaan, johon saadaan viileää korvausilmaa, ilman että se ottaa sitä sisätiloista. Paineilmaputkiston ilmavuodot olisi minimoitava ja konstruktion pitäisi olla kehämäinen tai tikapuumainen eikä yksisuuntainen päättyvä putkisto, jossa paineilman saanti heikkenee etäisyyden vaikutuksesta. Magneettiventtiileillä voidaan sulkea alueita, joilla ei ole toimintaa. Näillä alueilla olisi hyvä käyttää myös putkiston painemittareita vuotokoh-tien selvittämiseksi. Lämmön talteenottojärjestelmän integroiminen kompressoriin tuottaa lämmityksessä käytettävää lämmintä vettä kiinteistön tarpeisiin.

Paineilman mahdollisimman vähäinen käyttö säästää luonnollisesti sähköenergiaa.

3.6.2 Koneellinen jäähdytys

Koneellisessa jäähdytyksessä kohteesta poistettava lämpöteho ja oma sähköteho muodostaa lauhdelämpöä (yleensä sen suuruus on kolme kertaa sähkötehon ottama). Tämän lämpötehon alhaisuudesta huolimatta sitä voidaan käyttää lattialämmityksessä tai käyttöveden lämmitykseen. Myös vesijäähdytyksessä (suora tai Lämmönvaihdin) lämpöteho jää matalaksi, joten kannattavampaa on rakentaa suljettu jäähdytysveden kierto. Prosessien jäähdytys voi olla koneellista tai suomessa hyvin saatavilla olevaa lähialueen vesistöä hyödyksi käyttävää tai verkostovettä.

3.6.3 Ilmanvaihto

Kun teollisuuskiinteistöön suunnitellaan ilmanvaihtoa, täytyy huomioida prosesseissa muodostuvat epäpuhtaudet ja niiden poistaminen tiloista huuven tai puhaltimien avulla. Näissä prosessilaitteissa pitäisi olla oma korvausilma, mutta yleensä ne käyttävät yleisilman vaihdon tuloilmaa korvausilmana. Ilmanvaihdon parantamiseen prosessien osalta tarvitaan tarpeen mukainen ohjaus poisto- ja tuloilmalle sekä poistoilman lämmön talteenotto.

3.6.4 Vedet

Yleisimpiä prosessivesiä teollisuudessa ovat erilaiset pesuvedet. Pesuvesien matalan lämpötilan ja epäpuhtauksien vuoksi niiden lämmön talteenotto on hankalaa. Pesuveden lämmityksen tarvetta voi vähentää siirtymällä matalampaa lämpötilaa vaativien pesuaineiden käyttöön tai hyödyntämällä talteenotolla prosessilaitteen sisäistä lämpöä.

Käyttöveden osalta säästöt ovat pieniä, mutta helppoja toteuttaa esimerkiksi wc:n kaksitoimisella huuhtelulla, juoma-automaatit sekä vakiovirtaussuuttimet, jolla saadaan aina halutun mukainen veden virtaus. Jos teollisuuslaitoksen vedenkulutuksesta on jätevesimaksusta vapaa, on se mitattava erikseen.

4 Energiakatselmus

Energiakatselmus analysoi teollisuuslaitoksen eri osa-alueiden tämän hetkisen tilan ja se suoritetaan joko osa-alueittain tai kokonaisuutena.

4.1 Energiakatselmus analysoi

Kokonaisvaltaisesti energian käyttöä käsiteltäessä käydään läpi Kiinteistön ilmanvaihto, ulko- ja sisävalaistus, lämmitys, prosessit, moottorikäytöt, jäähdytys, lämmin vesi ja kaikki muut järjestelmät. Asia voidaan ottaa myös osa-alueittain ns. Esco-hankkeena esimerkiksi valaistus tai moottorikäytöt. Katselmus kertoo lähtökohdan euroina ja muina mitattavina suureina kuten kW. Aikaansaadut parannukset ovat mitattavissa kun tiedetään lähtötilanne ennen toimenpiteitä.

4.2 Energian käytön kustannus

Energiankäytön kustannukset selvitetään energialajeittain eri ajanjaksoina; vuosi, vuodenaika, viikko ja vuorokausi tasolla koskien erilaisia käyttö- ja tuotantotilanteita, lasketaan nykyiset kustannukset. Nämä kustannukset saadaan jaoteltua käyttämällä olemassa olevia ja lisättäviä alamittauksia ja tässä selvityksessä suuri osuus on teollisuusyrityksen omalla henkilökunnalla, jolla on paras asiantuntemus tähän. Jos oman yrityksen resurssit eivät riitä luotettavan tuloksen aikaansaamiseksi, tämä palvelu saadaan myös ulkopuoliselta toimijalta, jotka löytyvät Työ- ja elinkeinoministeriön nettisivuilta. Myös mahdolliset muutokset toiminnassa tulee kirjata ylös selvitykseen. Markkinoilla on nykyisin toimijoita kuten esimerkiksi Sensire Joensuussa, joiden toimialana on tarjota asiakasyritykselle mittaus ja monitorointipalvelut kohteenaan energian teho ja laatu, kustannukset sekä hiilijalanjälki. Ainekäytöt joihin pureudutaan ovat vesi, kaasu ja paineilma. Myös olosuhdetietoja kuten lämpö, kosteus, valovoima ja CO². Nämä tiedot saadaan olemassa olevien tai toimittajan toimittamien antureiden kautta kiinteän verkon välityksellä tai langattomasti tukiasemaan ja siitä pilvipalveluun. Antureilta tuleva tieto voi olla jännite, virta tai pulssiviestiä. Asiakas saa tiedon ilman omia palvelimia päätteeltään jonne kirjautuessa omilla tunnuksillaan pääsee haluttuun näkymään netin välityksellä. Toimittajan kanssa yhteistyössä on sovittu minkä tyyppisiä suureita käyttäjätunusten haltija haluaa tarkastella; ne voivat olla esimerkiksi raporteja, watteja, graafisia käyriä tai euroja. Kaikki halutut tiedot saadaan tietoon yhdellä kirjautumisella koontinäkyvässä. Järjestelmästä saadaan myös hälytykset ja rajavalvonnat näkymään tai vaikkapa puhelimeen viestinä. Plussana järjestelmässä on lisäksi tieto esimerkiksi vuokratun tilan tehokulutuksesta, tämä tieto saadaan myös exceliin tai jopa laskuna suoraan asiakkaalle.

Myös energiaraportit– todistukset viranomaisille onnistuvat helposti ylimääräistä työtä aiheuttamatta. Tiedon turvallisuuden takaa yksisuuntainen tiedonkulku, joten tulevaan tietoon ei päästä vaikuttamaan

4.3 Päivitys energiatehokkuuteen

Päivitys energiatehokkaaseen toimintaan; Kiinteistön ilmanvaihdon parannusmahdollisuudet tämän päivän tekniikalla. Valaisin ja valolähdevaihtoehdot arvioidaan huomioiden tilat ja niiden käyttötarkoitus. Kiinteistön rakenteet kuten kattoikkunat ja seinien yläosassa olevat yläikkunat tuovat lisävaloa teollisuuskiinteistöön, kun yhdistetään valoisuusanturit kiinteistön valaistusohjausjärjestelmään, voidaan vakiovalaistustasoa laskea esimerkiksi himmentämällä perustasosta kohti minimiä. Kiinteistön valaistus tulisi sijoittaa niin että sisäpuoliset rakenteet kuten palkistot eivät peitä valojen avautumiskulmaa ts. esimerkiksi valaisinripustuskiskot tulisi sijoittaa mahdollisimman matalalle, esim. palkkien alapinnan tasolle. Kiinteiden koneiden yläpinnat ja hyllystöt määräävät valaistuksen sijoittamista, niin että valaistuslinjat tulee sijoittaa niiden linjauksesta poiketen. Lämmitys vaihtoehdot punnitaan tilojen muodon ja olemassa olevien valmiuksien pohjalta. Tilojen käyttötarkoitukset ja muutostarpeet kartoitetaan koskien lämmitystä ja sen ohjausta ajatellen. Prosessien parannusmahdollisuudet käydään läpi alkaen suurimmasta energiankuluttajasta ja pilkkomalla prosessi osatekijöihin. Näiden tarkastelun seurauksena haetaan muutostarpeeseen perustuvaa ratkaisua. Moottorikäytöissä listataan moottorit, niiden asennustavat tehot, kierrosnopeus ja hyötysuhteet. Samat tarkastelut koskevat myös jäähdytystä ja veden käyttöä.

5 Aloituspalaveri

Alkupalaverissa kerrotaan katselmuksen tulokset ja toiminnan nykytaso, jotta yritys tunnistaa oman energiankäytön ja osaa seurata sitä. Kerrotaan energiansäästömahdollisuuksista.

Määritetään taloudellisesti kannattavien säästötoimien toteutusmahdollisuuksia ja kuinka voidaan ottaa energiatehokkuus huomioon toimintatavoissa ja investoinneissa.

5.1 Investointiselvitys ja takaisinmaksuaika

Energiakatselmuksessa esille tulleet asiat; kulutuslukemat ja suunnitelmat .

Nämä luovat kuvan investointien suuruudesta ja niiden kannattavuudesta. Investointiselvityksessä tiedetään kohteen vaatimukset ja ollaan suunniteltu uusi parannettu energiatehokas päivitys.

Tarjousten perusteella saadaan selville euromääräinen investoinnin suuruus. Tämän jälkeen suori tetaan laskenta jossa verrataan alkuperäistä kulutusta uuteen päivitettyyn kulutukseen. Näiden erotus saadaan kilowatteina (teollisuusalan mukaisesti laskentaperuste on 3,5...12

centiä/ kWh).Tässä selvityksessä käy selville käytetty ja käytettävä tekniikka, kulutus lukemat, investoinnin suuruus ja takaisinmaksuaika. Takaisinmaksulaskelma kattaa tiedot investointien kustannuksista osa-alueittain ja tiedon siitä kuinka isoihin säästöihin niissä päästään. Takaisinmaksulaskelmassa määritetään nykyinen kustannustaso ja investoinnin kustannuksen suuruus, näiden perusteella saadaan takaisinmaksuaika kuukausina. Tämä laskentatapa ei kuitenkaan huomioi kartoitus- tai työkustannuksia.

Esimerkkitila: Kylmävarasto, jossa korvataan 45 kappaletta 250 W suurpainenatriumlamppu (paloika 6 päivää viikossa 52 viikkona vuodessa 65 Wattisella Led teollisuusvalaisimella:

Kokonaiskulutus liitälaitteineen 82368 kWh/ vuosi ja päivityksellä 21902 kWh. Kun tähän välittömästi syttyvään valaistukseen lisätään liike- tai läsnäolotunnistus (päivittäinen paloika yksi tunti) saadaan kulutukseksi 624 / vuosi eli euroissa erotus 8174,40 vuodessa. Investointi on 9900,00 valaisimien osalta ja näin ollen takaisinmaksuaika on 14,53 kuukautta. Laskelma ei huomioi valaistuksen oletettavaa 50 000 käyttöikää ja huolto vapautta (ei valolähteiden vaihtoa).

6 Valtio mukana matkalla kohti teollisuuden energiatehokkuutta

Yli 20 % Suomessa käytetystä sähköstä tuotiin ulkomailta ja sähkön ostaminen pohjoismaisilta markkinoilta seitsenkertaistui. Vuonna 2011 teollisuuden osuus kulutuksesta oli noin 46 %

6.1 Sitoutuminen ilmastonmuutoksen vastaisuuteen

Suomi on sitoutunut kansainväliseen hankkeeseen ilmaston muutoksen vastaisessa työssä, tämä sopimus on laadittu vuonna 2008. Sopimustoiminta on myös keskeisessä asemassa toimeenpan- taessa päästökaupan ulkopuolella olevaa energiankäyttöä koskevaa EU:n energiapalveludirektiiviä (Direktiivi energian loppukäytön tehokkuudesta ja energiapalveluista, 2006/32/EY)

(http://www.energiatehokkuussopimukset.fi/fi/tietoa_sopimuksista/taustat/ 24.10.2013)



Kuva 3. Taustalla kansainväliset sopimukset ja velvoitteet [5]

6.2 Energiatehokkuussopimukset

Suomalaisten yritysten vapaaehtoisuuteen perustuvat eri toiminta-alueiden energiatehokkuussopimukset ovat voimassa tässä vaiheessa vuoteen 2016 asti ja ne kattavat:

- elinkeinoelämän (teollisuus, energia-ala, palveluala)
- kiinteistöalan
- kunta-alan
- öljyalan

- tavara- ja joukkoliikenteen sekä
- maatalouden

Taulukko 4. Sopimusalat [6]

Elinkeinoelämän energiatehokkuussopimus



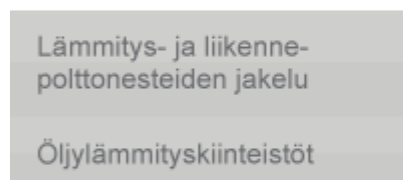
Vastuuministerinä TEM

Kunta-alan energiatehokkuussopimus ja energiaohjelma



Vastuuministerinä TEM

Höylä III energiatehokkuussopimus



Vastuuministerinä TEM

Kiinteistöalan energia-tehokkuussopimus 2010–2016



* Vastuuministerinä YM

** Vastuuministerinä TEM

Liikenteen energia-tehokkuussopimukset



Vastuuministerinä LVM

Maatilojen energiaohjelma 2010–2016



Vastuuministerinä MMM

Yrityksille suunnatuilla energiatehokkuussopimuksilla tavoitellaan päästökaupan ulkopuolella olevissa kohderyhmissä 9 % suuruista energiansäästöä vuoteen 2016 mennessä.

Sopimustoiminta tähtää mahdollisimman nopeaan uuden energiatehokkaan teknologian käyttööntöön sekä lisätä uusiutuvan energian käyttöä. Tavoitteena on ohjata yrityksiä ja yhteisöjä hallitusti parempaan energiatehokkuuteen.

6.3 Jatkuvan parantamisen periaate

Yritykset ja yhteisöt, jotka ovat sitoutuneet oman energiankäyttönsä tehostamiseen asettavat tavoitteensa ja toteuttavat siihen tähtäävät toimenpiteet. Tästä toiminnasta kuten muustakin parantavasta raportoidaan vuosittain. Tekniikka kehittyy ja sopimusjärjestelmän tavoitteena ovat uusien energiatehokkaiden sovellutusten käyttöönotto.

Energiatehokkuusjärjestelmää voidaan kuvata 5-vaiheisen ympyrän avulla [5]



Kuva 4. Jatkuvan kehittämisen vaiheet [5]

Kuvassa 4 on havaintoesitys siitä kuinka energiatehokkuuteen pääseminen on jatkuva prosessi ei kertaluonteinen toimenpide.

- **Energiapolitiikka:** yrityksen tahdon ilmaisu yrityksen sitoutumisesta sovittuihin energiatehokkuustavoitteisiin. Energia-asiat voidaan liittää yrityksen käyttämään johtamisjärjestelmään, jolloin erillistä energiapoliitikkaa ei tarvita
- **Suunnittelu:** yrityksen energiankäytön kartoittaminen, tavoitteiden asettaminen ja toimenpiteistä ja menettelyistä sopiminen (energia)politiikan mukaisten tavoitteiden ja päämäärien saavuttamiseksi
- **Täytäntöönpano ja toteutus:** tehostamistoimenpiteiden toteutus; organisointi, henkilökunnan koulutus ja tiedottaminen.
- **Tarkkailu ja korjaavat toimenpiteet:** tavoitteellinen kulutusseuranta, benchmarking, energiatehokkuuden itsearviointi [5]

6.4 Tuloksellista energiansäästöä

Sähkön ja lämmön yhteistuotanto, vapaaehtoisten energiatehokkuussopimusten kattavuus ja energiakatselmusten järjestelmällinen toteuttaminen ovat hyviä esimerkkejä tuloksellisesta energiansäästöstä Suomessa. Kansallinen energiatehokkuustavoite koskee kaikkia ja energiaa säästävät ja käyttöä tehostavat toimenpiteet hyödyttävät tavoitteen saavuttamista. Suomessa lämmitysenergia edustaa noin neljännestä energian loppukulutuksessa. Tavoitteena onkin parantaa rakennusten energiatehokkuutta edelleen. Lämpiminä kesinä energiatehokkaat ratkaisut vähentävät jäähdytyksen tarvetta. Kaukolämmön, -jäähdytyksen ja yhteistuotannon edistäminen on Suomelle mahdollisuus, sillä alalla on osaamista. Samalla on tärkeää edistää energiatehokkuutta sähkö- ja maakaasuverkoissa. Suomi on monissa energiansäästötoimissa ja energiankäytön tehokkuudessa kansainvälisesti johtavia maita. Tämä on saavutettu kustannustehokkailla ratkaisuilla ja vapaaehtoisuuteen perustuvalla energiatehokkuussopimusjärjestelmällä [6]

Energiatehokkuus on osa yrityksen tuotantotehokkuutta ja kilpailukykyä ja siihen kuuluu energiaan liittyvien vaikutusten tunnistaminen ja mitattavien tavoitteiden asettaminen niille. Organisaatiossa tulee määritellä vastuut, sekä toimenpiteet ja niiden toteuttaminen.

Kun edellä mainitut on toteutettu, tulee energiakulutusta ja tehtyjä toimenpiteitä seurata onko tavoitteet saavutettu ja onko syytä suorittaa jatkotoimenpiteitä..

Energiatehokkuuden jatkuva parantaminen edellyttää yritykseltä oman energiankäytön tuntemista ja sen seurannan hallitsemista, näin saadaan tietoa energiansäästö mahdollisuuksista..

Tämä vaatii myös alan seuraamista ja teknisten parannusten tuntemista, se että mitkä ratkaisut ovat taloudellisesti kannattavia ja mahdollisia toteuttaa vaatii asiantuntemusta.

Energiatehokkuus on asia jonka yrityksen täytyy huomioida toimintatavoissa, investoinneissa sekä hankinnoissa. Tämä saattaa vaatia yritykseltä tuotteiden päivitystä ja hankintojen keskittämistä.

6.5 Katselmus- ja investointituet

Työ- ja elinkeinoministeriö (TEM) tukee TEM:n ohjeiden mukaisesti toteutettuja ja raportoituja yritysten tai kiinteistöjen kokonaisvaltaisia energiansäästöselvityksiä, joista käytetään nimitystä energiakatselmuksia.

6.5.1 Katselmus

Tähän tarkoitettua energiakatselmustukea voivat saada yritykset ja yhteisöt (esimerkiksi kunnat, seurakunnat ja säätiöt). Myös kaukolämpöalan, voimalaitosalan ja kuljetusketjujen katselmushankkeet sekä uusiutuvan energian kuntakatselmuksia kuuluvat katselmustuen piiriin.

Investointitukea yrityksille ja yhteisöille voidaan myöntää muun muassa hankkeisiin, jotka edistävät energiansäästöä uutta teknologiaa hyödyntäen tai edistävät uusiutuvan energian käyttöä.

Lisäksi energiatehokkuussopimusjärjestelmään liittyneiden yritysten ja yhteisöjen on mahdollisuus saada tapauskohtaisen harkinnan perusteella tukea myös tavanomaisen tekniikan säästöinvestointien toteuttamiseen. Suositeltavin etenemisjärjestys on teettää ensin energiakatselmus, joka toimii usein pitkälti investointihakemuksen selvitysosana.[7]

6.5.2 Investointituki

Energiakatselmusten tai -analyysien toteuttamiseen saatavan tuen enimmäismäärä on pääsääntöisesti 40 % hyväksytyistä katselmuksen työkustannuksista.

Energiatehokkuussopimukseen liittyneet kunnat sekä mikro- ja pkt-yritykset ovat oikeutettuja muita korkeampaan energiatuen määrään. Kyseisille tahoille tuki on enintään 50 % hyväksyttävistä kustannuksista. Työ- ja elinkeinoministeriön energiakatselmustuki ei koske asuinrakennuksia eikä maatiloja.

Lisäksi energiatehokkuussopimukseen liittyneille kunnille tuki uusiutuvan energian kuntakatselmuksiin on enintään 60 % hyväksyttävistä kustannuksista. [8]

7 Energiansäästö sovelluskohteissa

Kaksi Esco-hanketta: ensimmäinen sovelluskohde alla olevien suunnitelmien mukaisesti toteutettu ja toinen kohde takaisinmaksuajaltaan lyhyemmällä purkauslamppuvalaisimilla.

7.1 Ensimmäinen sovelluskohde

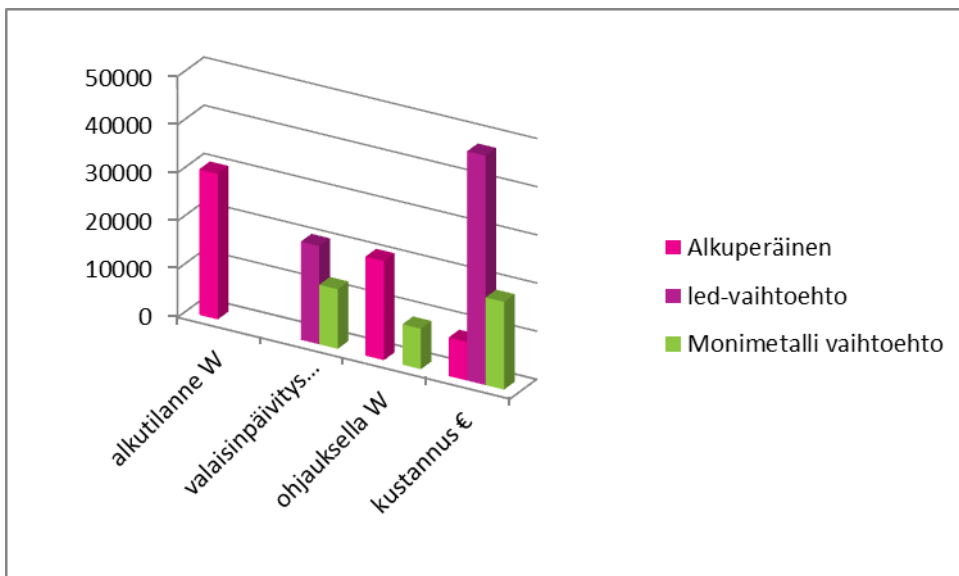
Vanha teollisuuskiinteistö, joka oli kärsinyt palovaurioita 2000-luvun alkupuolella. Osassa tuotantotiloista oli tehty esimerkiksi valaistuksen päivitystä, mutta varsin perinteisellä tavalla ilman ohjauksia.

Lähtökohtana oli asiakkaan halu pyrkiä kustannustehokkuuteen, työturvallisuuden parantamiseen sekä säästämään ympäristöä. Esimerkitapauksessa oli havaittu olemassa olevan parannustarve ja toimittajalla oli valmis konsepti hyödynnettäväksi yhteistyökumppanilleen.

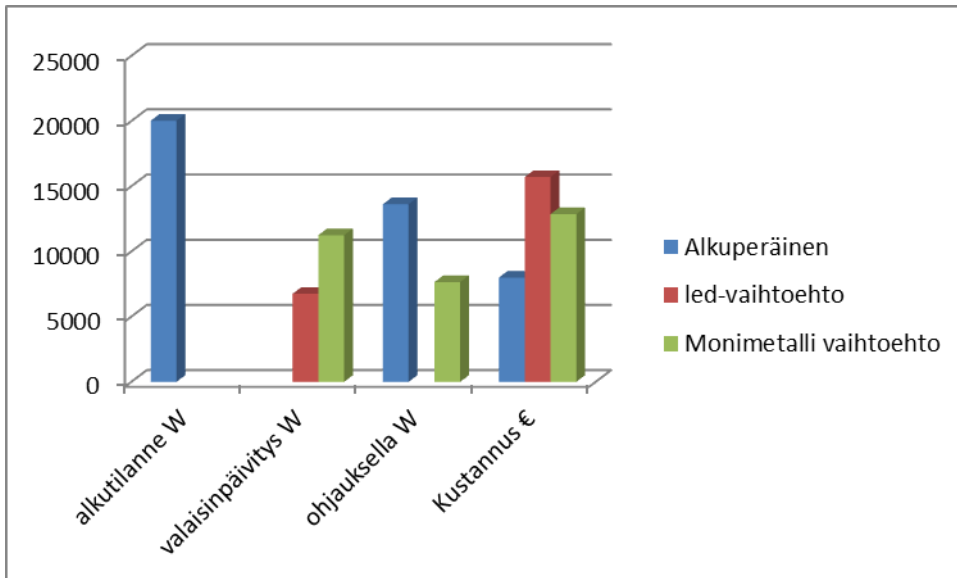
Yhteispalaverissa määritettiin lähtökohdat ja aikataulu. Näiden tehtiin asiakasyritykselle tarvekartoitus, siihen tarvittiin asiakkaalta esimerkiksi tilojen dwg-kuvat sekä lay-outin. Alkutason määrittäminen antoi kuvan valaistustasosta, energiankulutuksesta, oliko valaistus siellä missä sitä tarvitaan sekä tekniikan päivitystarpeesta. Valaistussuunnitelma tehtiin saatujen tietojen pohjalta DiaLux valaistussuunnitteluohjelmalla, joka huomioi tilojen mitat kuten korkeuden, esteet ja valaistustarpeen. Suunnittelussa tuli ilmi että 12,7 metriä korkeaan tilaan voitiin käyttää nykyisiä valaisimia, mutta niihin oli tehtävä valaisinhuolto. Aina ei siis ole tarvetta uusilla kunnossa olevaa, pesu, muutama kuristin, kovettuneet liittimet ja uudet valolähteet riittivät tähän.

Kokoonpanopuolen valaistus päivitettiin keraamisella monimetallilla varustetuiksi syväsiteilijöiksi vastaamaan tämän päivän vaatimuksia ja molempiin tiloihin sijoitettiin GE:n Gradilux valaistuksenohjausjärjestelmä. Gradilux etuina ovat; liitäntälaitteet saavat stabiloitua jännitettä, joka pidentää niiden sekä valolähteiden käyttöikä. Muita etuja on ohjaus joka mahdollistaa himmennuksen jännitettä laskemalla ilman että sitä huomaa. Ohjausjärjestelmä sisältää myös astrokellon, mahdollisuuden sijoittaa ohjauskortin esimerkiksi etäkäyttöä (vaikkapa älypuhelimella) varten. Myös yläikäkunoista tulevan valon huomiointi on mahdollista ja edullinen säästö kasvaa sitä mukaa mitä enemmän järjestelmästä käyttäjä haluaa ottaa hyötyä. Jännitteen stabilointi antaa yleensä säästöä noin 20 % ja himmennuksen käyttö toiset 20 %.

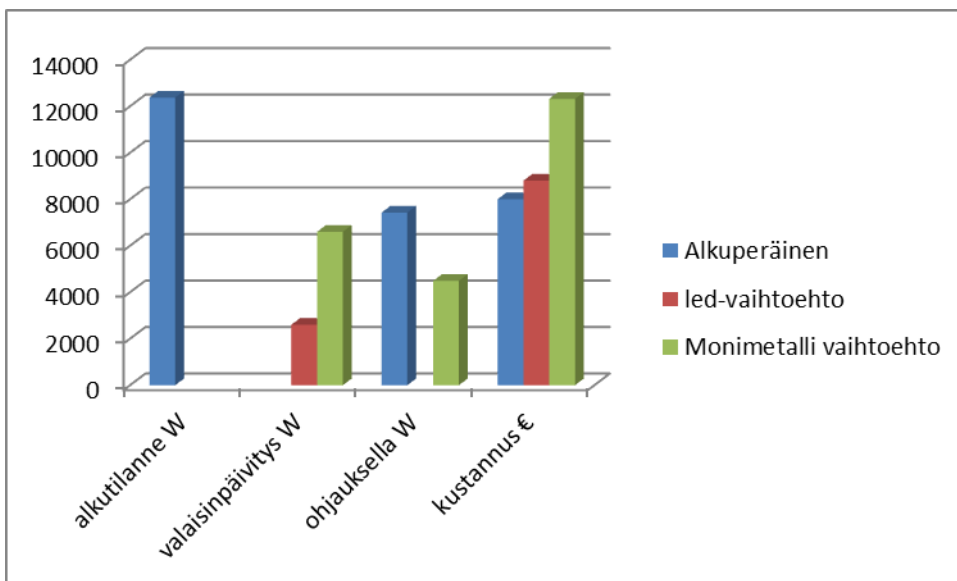
Kylmävaraston purkauslamppuvalaistus korvattiin Philipsin Pacific ledillä jonka tehon tarve on kolmannes. Leditekniiikan etuja ovat; heti syttyminen ja sytytyskerroista välittämättömyys saatiin hyödynnettyä läsnäolotunnistuksella käytävittäin. Läsnäolotunnistus tiputti tehontarpeen vuositason murto-osaan ja täytyy todeta että led viihtyy mainiosti viileässä. Takaisinmaksuaika on kohtuullisen lyhyt, ja sitäkin voi pienentää liittymällä energiatehokkuussopimukseen, jossa asiakasyrityksen tapaan sitoudutaan pienentämään energiankulutusta 9% vuoteen 2016 mennessä. Tosin kyseinen yritys on säästöissään todennäköisesti reilusti tavoitteen yläpuolella ja sehän tulee näkymään tuloksessa energiakustannusten pienenemisenä välittömästi. On olemassa myös Led vaihtoehtoja, mutta ne eivät tulleet kysymykseen korkeassa kohteessa kahdesta syystä; valaistuskorkeus ja hinta, jolla ei päästy asiakkaan vaatimaan takaisinmaksuaikaan.



Kaavio 1 esimerkkitapaus 1:Tila 1 arvot eri tilanteissa



Kaavio 2 Esimerkkitapaus 1: Tila 2 arvot eri tilanteissa



Kaavio 3 Esimerkkitapaus 1: Tila 3 arvot eri tilanteissa

7.2 Toinen sovelluskohde

Teollisuustila 70 luvulta, jota oli päivitetty muuttuneen tarpeen ja tuotannon kasvun myötä

7.2.1 Alkutilanne

Elementtien kokoonpanohallissa oli 44 kappaletta vanhentuneita 400 wattisia syväsiteilijä mallisia elohopeahöyryvalaisimia, asennuskorkeus oli 8,3 metriä, kokonaiskorkeuden ollessa 9,2 metriä.

kokonaiskulutus 17,6 kW. Elementtien valmistushallissa oli 19 kappaletta vanhentuneita 400 wattisia syväsiteilijä mallisia elohopeahöyry valaisimia, asennuskorkeus oli 7,8 metriä, kokonaiskorkeuden ollessa 8,4 metriä.

kokonaiskulutus 7,6 kW. Valaistustaso molemmissa tiloissa keskimäärin 150 luxia.

Lisäksi materiaalien esikäsittelytilassa on 2X58 wattisia loisteputkivalaisimia 44 kappaletta, yhteisteholtaan noin 5kW. Niiden tehon kulutus vuodessa oli 30,2 kW ja kun huomioidaan 3840 tunnin vuotuinen työaika, euroiksi muutettuna kustannus oli 11636,74 / vuosi

7.2.2 Led päivitys

Kokoonpanotila suunniteltiin 44 :lla HiStar led valaisimella , joiden teho on 150 wattia, ja valovoimakkuus 14 000 lumenia. Valaisimessa on Dali liitäntälaite, johon voidaan yhdistää Esyluxin valoisuus- / läsnäolotunnistus, tosin tunnustus on tuotava 5 metrin korkeuteen.

Elementtien kokoonpanotila voidaan suunnitella 30:lla HiStar led valaisimella, joiden teho on 150 wattia ja valovoimakkuus 14 000 lumenia. Valaisimessa on Dali liitäntälaite, johon voidaan yhdistää Esyluxin valoisuus-/ läsnäolotunnistus, tosin tässäkin tapauksessa tunnustus on tuotava 5 metrin korkeuteen.

Tilassa liikkuu nosturi joka aiheuttaa tärinää valolähteille, joten ledin tärinän kestävyys on omiaan tähän tilaan.

7.2.3 Purkauslamppu päivitys

Kokoonpanotila suunnitellaan 44 :lla Lama08 syväsiteilijä valaisimella , joiden teho on 250 wattia + liitäntälaite.

Elementtien kokoonpanotila voidaan suunnitella 30:lla Lama 08 syväsiteilijä valaisimella, joiden teho on 250 wattia + liitäntälaite.

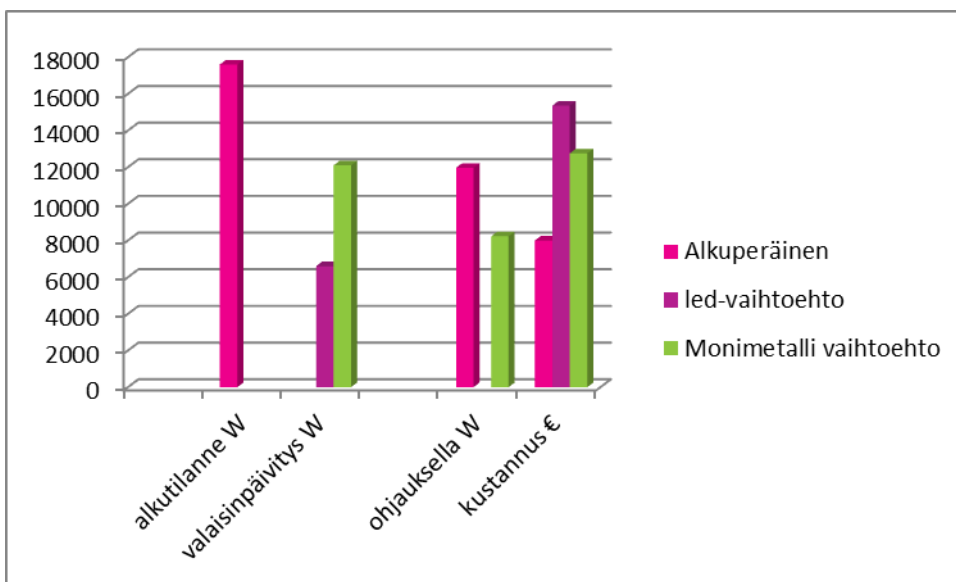
Valoteho kasvaa huomattavasti verrattuna aiempaan elohopeahöyryvalaisimeen.

Kokonaistehon kulutus on 20,35 kW ja 3840 tunnin vuotuisella työajalla kustannus on 7814,40 €.

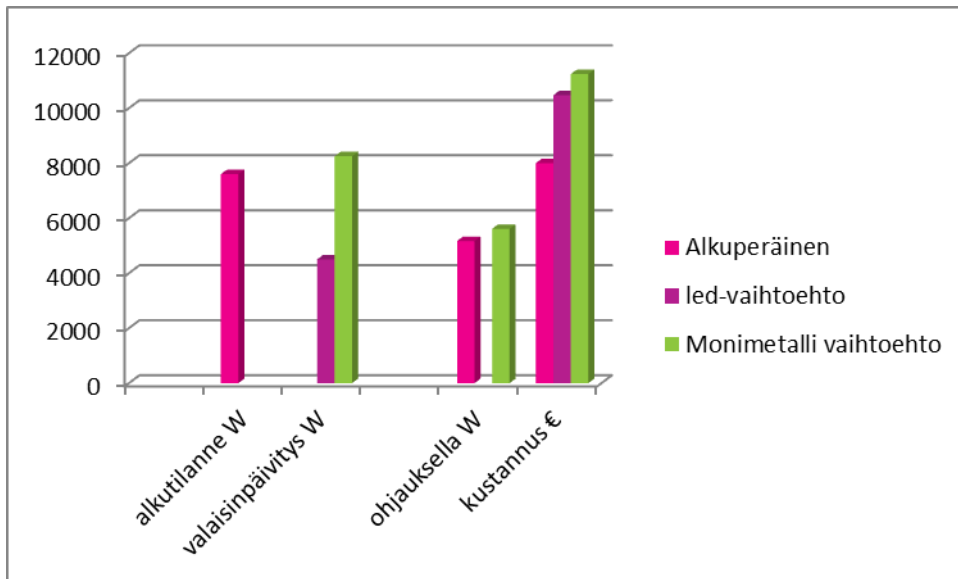
7.2.4 Tekniset ja taloudelliset näkökohdat

Tärinää kestävät ledivalaisimet kuluttavat kolmanneksen energiasta alkuperäisiin verrattuna, vuotuista kustannusta on laskettu 3840 tunnin työajalla, mutta tämä pienenee entisestään kun lisätään ohjaus valaisimiin, tämä valmius löytyy vakiona. Lisäksi etuina tulevat pitkäikäisyys ja huoltovapaus.

Purkauslamppuvalaisimiin voidaan yhdistää Gradilux ohjaus, mutta hankintakustannuksia tulee 45 kW:n kokoiselle yksikölle, joka ohjaa molempia tiloja 7920,-. Tällä aikaan saatu säästö on kyseisissä tiloissa noin 40 %, joka laskisi vuotuiset kustannukset 4688 euroon siis lähelle ledin kustannuksia.



Kaavio 4. Esimerkkitapaus 2. Elementtien kokoonpanohalli arvot eri tilanteissa



Kaavio 5. Esimerkkitapaus 2. Elementtien valmistushalli arvot eri tilanteissa

8 Yhteenveto ja tulevaisuuden näkymät

Toteutettujen kohteiden näkyvin vaikutus on parantunut työturvallisuus ja viihtyvyys työympäristössä. Toteutuksen jälkeen alkavan viikon tuntemukset olivat työntekijöillä haastattelun perusteella seuraavanlaiset; valonmäärä hämmästytti ja jotkut pitivät sitä liiallisenakin kun aikaisemmalla viikolla oli tehty töitä vielä työpisteisiin sijoitetuilla valaisimilla, mutta nyt niiden käyttötarpeen todettiin poistuneen. Uudet valaisimet tuovat valoa myös alueille joissa sitä ei ennen ollut. On myös todettava että ohjauksen käyttöönotto antaa mahdollisuuden säätää valaistusvoimakkuutta tiloissa joissa valaistus on voimakkuudeltaan Suomen valoteknillisen seuran suositusten ylärajalla. Ohjausjärjestelmä tuo käyttömukavuutta mukautuvalla valotunnistuksella käytettäessä valoisuusantureita niissä tiloissa joihin luonnonvalo saadaan aurinkoisina päivinä tuotantotilojen yläikkunoiden kautta. Molemmissa esimerkkikohteissa energiatehokkuuteen investoimalla on päästy lyhyisiin takaisinmaksuaikoihin.

Kohde yksi lyhensi laskennallista takaisinmaksuaikaa liittymällä Teollisuus- ja Elinkeinoministeriön (TEM) energiatehokkuussopimukseen. Kohteessa numero kaksi yritys sai niin suuret säästöt lyhyellä ajanjaksolla eivät katsooneet edes tarpeelliseksi anoa investointitukea energiatehokkuuden parantamiseen.

Molemmissa kohteissa työturvallisuus ja viihtyvyys paranivat. Lopputuloksena on että valaistuksen 40 % teollisen sähkönkulutuksesta on helppo vaikuttaa ja siitä saadaan nopeasti säästöä pienillä investoinneilla ja lyhyillä takaisinmaksuajoilla, jotka ovat pääsääntöisesti olleet alueellamme alla kolme vuotta.

Huoltohenkilökunnan kannalta tiettyjen pitkäikäisten ratkaisujen kuten led-valaisimien käyttö vähentää olennaisesti huollontarvetta, ei valolähteiden, liitäntälaitteiden tai komponenttien vaihtoa.

Huoltohenkilökunta saa ajantasaiset raportit säästetystä sähkönmäärästä sekä Co2- päästöistä ohjausjärjestelmän paneelista.

Tehtaan työjohto pystyy ohjaamaan valaistuksen tarvetta ohjauksen käytöllä ja tulevaisuudessa ohjaukseen liitettävällä kortilla, joka mahdollistaa etäkäytön älypuhelimella pilvipalvelun kautta. Uudistusten myötä valaistus on mahdollista liittää väylään osaksi tuotannon- ja kulujenhallintaa teollisuuslaitoksen hallussa olevien prosessinohjaus järjestelmien kautta. Järjestelmästä voidaan lukea äkilliset tehontarpeen kasvut jotka enteilevät vikaantumista tai säädön tarvetta prosessissa. Jatkuvien mittaustulosten saaminen paljastaa myös laitoksen energiakuluttajat, joihin voidaan kiinnittää huomiota arvioiden kustannuksia ja säästömahdollisuuksia.

Yleisellä tasolla Suomalaisissa teollisuuskiinteistöissä pystytään varautumaan tuleviin teollisuudelta vaadittaviin energiakulutusluokkiin jo nykyistä tekniikkaa ja tietämystä hyväksikäyttäen.

Puutteena teollisuudessa on yleensä mittauksen ja lähtökohta-arvojen puuttuminen.

Suomalaisen teollisuuden kilpailukyky saavutetaan osaltaan päivittämällä teollisuuslaitoksemme tälle vuosituhannelle nykytekniikkaa hyödyntäen.

Monesti markkinoita on vaikea kasvattaa, mutta kuluja tuotannon siitä kärsimittä on yrityksen kannalta mahdollista vähentää.

Monellakin teollisuuslaitoksella tämä työ on väistämättä edessä EuP-direktiivien poistaessa markkinoilta energiatehottomia valolähteitä. Valolähteiden poistuminen markkinoilta vaatii uusien valaisimien tarvekartoituksen valaistussuunnittelun kautta, valaisimien päivittäminen vastaamaan nykypäivän vaatimuksia on monesti mahdotonta tai ainakin suhteettoman kallista.

Tulevaisuudessa energiakustannusten kasvu saa yritykset etsimään mahdollisuuksia säästää energiassa Energiakustannukset ovat nousseet aikavälillä 2000 - 2011 vuosittain 5 %, jos vertaamme sitä elinkustannusindeksiin, nousu on ollut nelinkertainen. Tulevaisuudessa nousu on suhteessa edellistäkin suurempi johtuen energiakustannuksiin yhä enemmän vaikuttavista energianverotuksen ja -siirron kustannuksista. Suomalaiset energiayhtiöt ovat ilmoittaneet että, muutaman vuoden kuluessa suomalainen kuluttaa maksamaan sähköstään jopa 30 % enemmän, energiateollisuus perustelee tätä näkökantaa riittämättömällä tuotanto- ja siirtoverkkokannalla. He korostavat myös energia verotuksen muuttumista ja poistuvaa tuotantokantaa, johon ei voida investoida nykyisen alhaisen sähkötukkuhinnan vuoksi.

LÄHTEET

- [1] SFS-EN 12464-1, valo ja valaistus.Työkohteiden valaistus.Osa1:Sisätilojen työkohteiden valaistus.
Suomen standardisoimisliitto SFS2003-06-02
- [2] Ulkotyöalueiden valaistus Standardi SFS-EN 12464-2
- [3] SFS-EN 15193 Energy performance of buildings. Energy requirements for lightning.Suomen
standardisoimisliitto SFS2008-01-21.
- [4] <http://csigradilux.com/What%20is%20Gradilux.html> 18.2.2013
- [5] <http://www.energiatehokkuussopimukset.fi/fi/tietoa> 1.9.2013
- [6] <http://www.energiatehokkuussopimukset.fi/fi/sopimusalat/1.9.2013>
- [7] http://www.energiatehokkuussopimukset.fi/fi/tietoa_sopimuksista/sopimustoiminnan_kulmakivet/jatkuva_parantaminen/ 1.9.2013
- [8] http://www.motiva.fi/toimialueet/energiakatselmustoiminta/tem_n_tukemat_energiakatselmukset/katselmus_ja_investointituet 25.10.2013
- [9] http://www.energiatehokkuussopimukset.fi/fi/tietoa_sopimuksista/sopimustoiminnan_kulmakivet/valtion_tuet/ 25.10.2013