

Energiatekninen hankesuunnitelma



Mäntymäen koulu

Raportin päivämäärä: 6.4.2020

Kohdekäynnin päivämäärä: 9.1.2020

Kohdekäynnin suorittivat: Tatu Reinikainen / EcoReal Oy

Tiivistelmä

Tämä energiatekninen hankesuunnitelma on laadittu Kauniaisten kaupungille. Kauniaisten kaupunki on asettanut tavoitteekseen alentaa kiinteistöjen energiankulutusta 25% vuoden 2016 energiankulutuksen tasosta vuoteen 2035 mennessä sisäolosuhteita heikentämättä. Tämän selvityksen tarkoituksena on selvittää vaihtoehtoja alentaa Mäntymäen koulun energiankulutusta 25% vuoden 2016 tasosta. Näiden toimenpiteiden perusteella voidaan laatia koululle energiatekninen PTS.

Mäntymäen koulun nykyinen automaatiojärjestelmä tulee osin elinkaarensa päähän 10 vuoden sisällä. Järjestelmällä toteutetut ilmanvaihdon ohjaukset ovat osin heikosti toteutettu energiatehokkuuden kannalta. Energiankulutusta saadaankin kustannustehokkaasti pienennettyä jopa 24 % vuoden 2016 tasosta automaatiojärjestelmän uusimisella sekä ilmanvaihdon modernisoinnilla.

Muilla ehdotetuilla toimenpiteillä voidaan yhteensä saavuttaa noin 13 % energiansäästö vuoden 2016 tasosta. Näistä toimenpiteistä taloudellisesti kannattavin on aurinkosähköjärjestelmän rakentaminen. Tarkastelluista toimenpiteistä kannattamattomimpia ovat tuulikaappien sekä vanhojen ikkunoiden uusiminen.

On huomattavaa, että automaatiojärjestelmän uusiminen, IV-koneiden puhaltimien (sisältyy ilmanvaihdon modernisointiin), IV-koneiden uusiminen sekä rakennustekniset energiatehokkuuden parantamiskeinot pienentävät myös kiinteistön korjausvelkaa. Nämä toimenpiteet tulisivat siis tarkastelujaksolla muutenkin hyvin laajalta osin toteutettavaksi.

Tämän tarkastelun mukaan energiatukea olisi mahdollista hakea automaatiojärjestelmän uusimiselle ja ilmanvaihdon modernisoinnille sekä aurinkosähköjärjestelmän rakentamiselle. Yhteensä näille toimenpiteille olisi saatavissa energiatukea 50 946 €.

Tarkastellut toimenpiteet, niillä saavutettava energiansäästö, prosentuaalinen säästö vuoden 2016 energian kulutuksesta sekä taloudelliset tunnusluvut on esitetty alla taulukossa.

Taulukko 1. Ehdotetut energiatehokkuutta parantavat toimenpiteet, niiden säästöpotentiaali sekä säästö vuoden 2016 energiankulutuksesta. Lisäksi toimenpide-ehdotusten investointikustannus, takaisinmaksuaika sekä nettonykyarvo

	Lämpö		Sähkö		Yhteensä		Investointi**	NPV**
	MWh	%	MWh	%	MWh	%	€	€
Automaatiojärjestelmän uusiminen ja ilmanvaihdon modernisointi	231,1	27 %	108,9	21 %	340,0	24 %	166 982	238 946
Teknisen työn luokan ilmanvaihtolaitteiston uusiminen	60,0	7 %	3,0	1 %	63,0	4 %	85 350	29 035
Valaistuksen uusiminen	-12,1	-1 %	40,4	8 %	28,2	2 %	106 475	-46 649
Aurinkosähköjärjestelmän rakentaminen	0,0	0 %	41,3	8 %	41,3	3 %	41 160	54 697
Patteritermostaattien uusiminen ja lämmitysjärjestelmän linjasäätö	17,4	2 %	0,0	0 %	17,4	1 %	29 900	-6 523
Yläpohjan lisäeristäminen	8,5	1 %	0,0	0 %	8,5	1 %	12 938	461
Tuulikaappien uusiminen	4,5	1 %	0,0	0 %	4,5	0 %	27 360	-19 314
Vanhojen ikkunoiden uusiminen	10,8	1 %	0,0	0 %	10,8	1 %	34 140	-16 200
Ehdotetut toimenpiteet yhteensä	320,2	37 %	193,5	36 %	513,7	37 %	504 305 €	234 453

**Investointikustannus, takaisinmaksuaika ja NPV laskettu mahdollinen energiatuki sekä energian hinnan nousu (5%) huomioiden.

1 Yleiset tiedot

Kohteen yleiset tiedot

Kohteen nimi	Mäntymäenkoulu
Osoite	Palokunnantie 12, Kauniainen
Käyttötarkoitus	Koulurakennus
Käyttörytmi	Arkinsin 8-16, muina aikoina satunnaista käyttöä
Rakennusvuosi	1955, laajennukset -86 ja -02, peruskorjaus -19 C-osa
Bruttopinta-ala [brm2]	4 700
Liittynyt energiatehokkuussopimukseen	Kyllä
Kulutusseurantajärjestelmä	Enerkey

Talotekniikan yhteenveto

Lämmitys

- Kaukolämpö
- Lämmönluovutus huonepattereilla, tuloilman lämmityksellä ja kiertoilmalämmittimillä.

Jäähdytys

- Ei keskitettyä jäähdytystä.

Ilmanvaihto

- 7 kpl tulo-poistokoneita, joissa lämmöntalteenotot. Kolmessa koneessa taajuusmuuttajaohjatut puhaltimet ja neljässä 1- tai 2-nopeuspuhaltimet.
- Keittiölle tulokone ja huippuimuri, jossa nestekiertoinen lämmöntalteenotto.
- 1 kpl tulokone + huippuimurit teknisen työn luokalle, ei lämmöntalteenottoa.
- 7 kpl erillispoistoja

Valaistus

- Sisävalaistus T5 ja T8 loisteputkivalaisimilla, pienoisoistelamppuvalaisimilla ja led-valaisimilla.
- Ulkovalaistus led-valaisimilla. Valaistukselle yöhimmennys.

Rakennusautomaatio

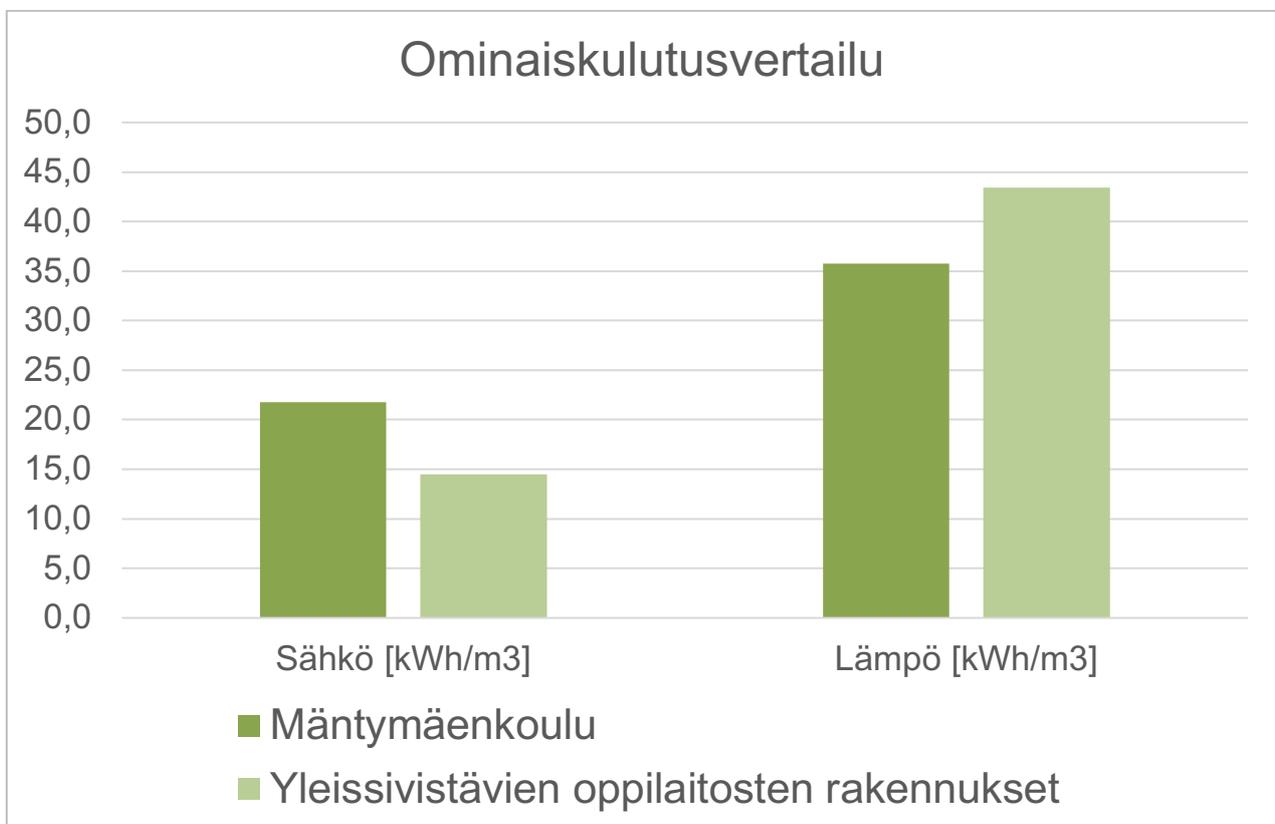
- Schneider Atmostech järjestelmä. Alakeskukset 2000- ja 2010-luvuilta.
- Ohjataan lämmönjakoa, ilmanvaihtoa, kiertoilmalämmittimiä, käytävävalaistusta, ulkovalaistusta ja räystäslämmityksiä.

Laskentatiedot

Sähkön hinta (alv 0%) [€/MWh]	79,67
Lämmön hinta (alv 0%) [€/MWh]	52,87
Veden ja jäteveden hinta [€/m3]	2,60
Energian hinnannousu [%/a]	5 %
Laskentakorkokanta [%]	5 %

2 Kohteen energiankulutus

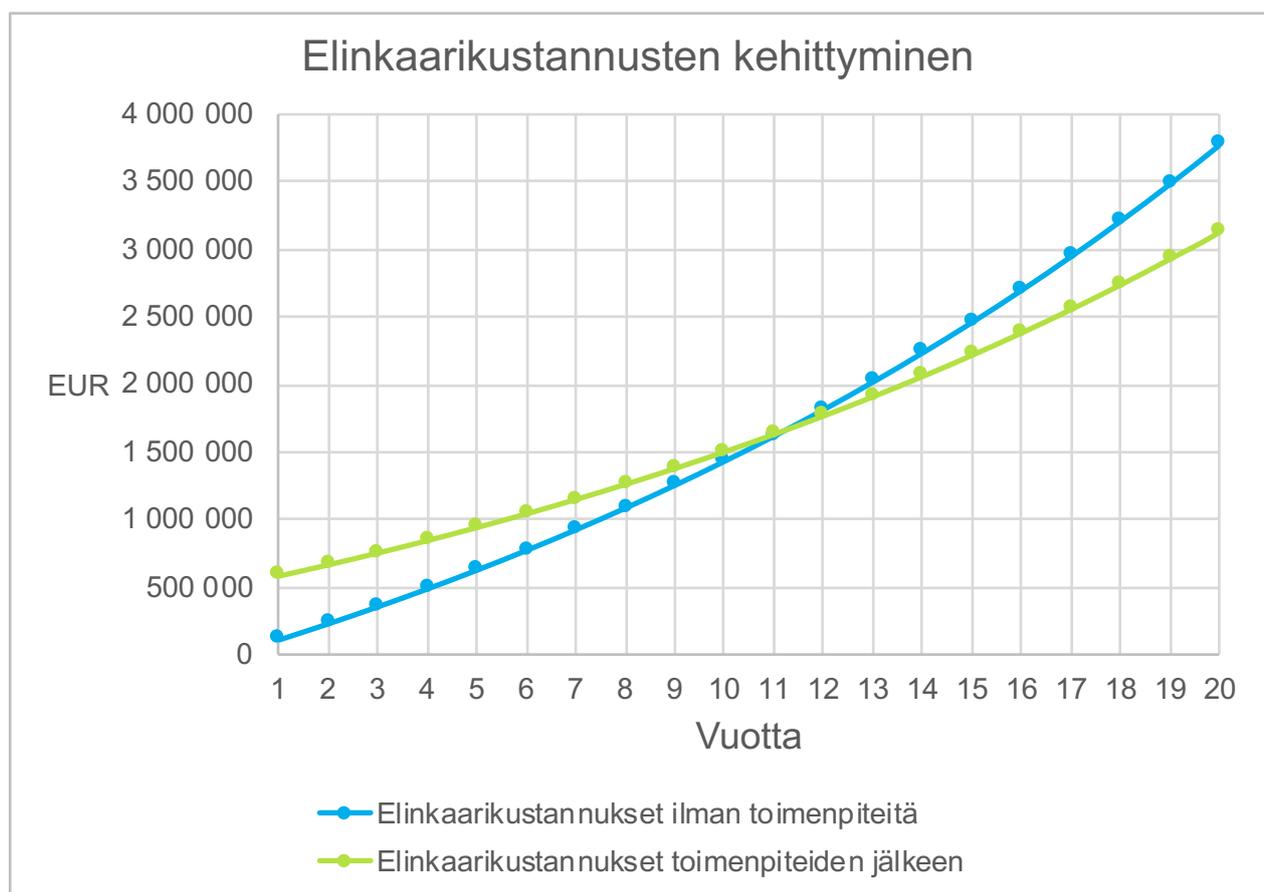
Nykyinen kulutus (2019)	Säästöpotentialiaali	Kulutus investointien jälkeen
Lämpö 872 MWh/a 186 kWh/m ² 62 433 EUR/a	320 MWh/a 37 % 16 927 EUR/a 27 %	552 MWh/a 117 kWh/m ²
Sähkö 531 MWh/a 113 kWh/m ² 42 313 EUR/a	193 MWh/a 36 % 15 415 EUR/a 36 %	338 MWh/a 72 kWh/m ²
Vesi 1 593 m ³ /a 339 l/m ² 4 143 EUR/a	0 m ³ /a 0 % 0 EUR/a 0 %	1 593 m ³ /a 339 l/m ²
CO₂ 251 t/a	92 t/a 37 %	159 t/a
Kulutukset yhteensä	Säästöt yhteensä	Investoinnit yhteensä
108 888 EUR/a	33 093 EUR/a 30 %	556 340 EUR



3 Toimenpidesuosituksset

EcoReal ^e												
Toimenpiteen kuvaus	Säästövaikutus		Kokonaiskustannus €	Energiatuen määrä €	Käyttöikä a	Säästövaikutus			Tunnusluvut mahdollinen energiatuki huomioon otuna			
	€/a	CO ₂ , t/a				Lämpö €/a	Sähkö €/a	Muu €/a	TMA a	IRR %	NPV €	
Energiatehokkuustoimenpiteet:												
1	Automaatiojärjestelmän uusiminen ja ilmanvaihdon modernisointi	20 894	61	208 728	41 746	20	12 219	8 675		6,6	16,5 %	238 946
2	Teknisen työn luokan ilmanvaihtolaitteiston uusiminen	3 861	12	85 350		30	3 172	239	450	14,7	7,2 %	29 035
3	Valaistuksen uusiminen	2 875	4	106 475		20	-640	3 215	300	20,8	-0,5 %	-46 649
4	Aurinkosähköjärjestelmän rakentaminen	3 286	7	51 450	10 290	30		3 286		9,5	12,3 %	54 697
5	Patteritermostaattien uusiminen ja lämmitysjärjestelmän linjasäätö	922	3	29 900		25	922			19,1	3,0 %	-6 523
6	Yläpohjan lisäeristäminen	447	2	12 938		30	447			17,7	5,3 %	461
7	Tuulikaappien uusiminen	236	1	27 360		30	236			30,0	-2,5 %	-19 314
8	Vanhojen ikkunoiden uusiminen	571	2	34 140		30	571			27,6	0,8 %	-16 200
Energiatehokkuusinvestoinnit yhteensä (ilman tukea)		33 093	92	556 340			16 927	15 415	750	12,0	7,7 %	184 895
Energiatehokkuusinvestoinnit yhteensä (tuen kanssa)		33 093	92	504 305	52 036		16 927	15 415	750	11,1	8,7 %	234 453

Investoinnin sisältö	Investointi EUR	TMA a	IRR %	NPV EUR
Energiatehokkuusinvestoinnit	556 340	12,0	7,7 %	184 895
Energiatehokkuusinvestoinnit, sis. mahdollisen energiatuen	504 305	11,1	8,7 %	234 453
Energiatuen osuus energiatehokkuusinvestoinnista [EUR]				
				52 036
Energiatehokkuusinvestointien elinkaaren aikaiset kustannussäästöt [EUR]				
Elinkaaren pituus 30 vuotta				
				1 292 484



4 Toimenpiteet

4.1 Automaatiojärjestelmän uusiminen ja ilmanvaihdon modernisointi

Kiinteistön rakennusautomaatiojärjestelmä on toteutettu Schneider Atmostech järjestelmällä. Järjestelmää on rakennettu useassa eri vaiheessa. Järjestelmän alakeskukset ovat 1990 - 2010-luvuilta.



Kiinteistön automaatiojärjestelmän alakeskus.

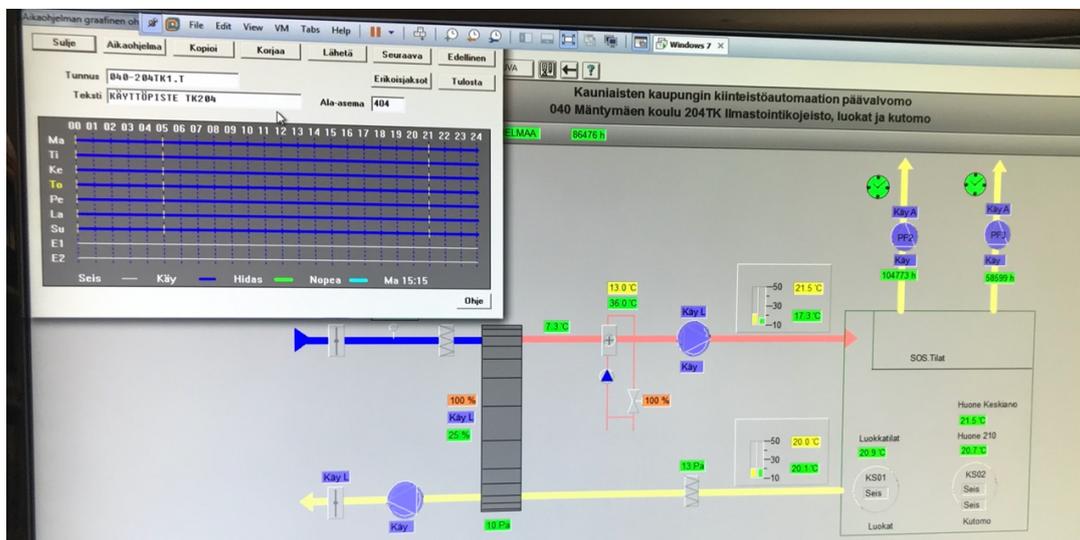
Kiinteistön ilmanvaihtokoneet ovat 2000- ja 2010-luvuilta. 2010-luvun ilmanvaihtokoneiden puhaltimissa on mahdollisuus portaattomaan nopeuden säätöön. 2000-luvun ilmanvaihtokoneissa on 1- tai 2-nopeusohjautut puhaltimet. Teknisen työn luokan ilmanvaihto on toteutettu tulokoneella ja huippuimureilla eikä ilmanvaihdossa ole lämmöntalteenottoa. Muiden tilojen ilmanvaihto on toteutettu lämmöntalteenotoilla varustetuilla tulo-poistokoneilla.



204TK ilmanvaihtokone vuodelta 2002.

Liikuntasalia (201TK) sekä vuonna 2019 rakennetun laajennuksen toimistotiloja, kirjastoa ja ruokalaa (301TK) palvelevissa ilmanvaihtokoneissa on tarpeenmukaiset ohjaukset. 201TK koneessa on hiilidioksidimittaukseen (huoneanturit) sekä liiketunnistukseen ja 301TK koneessa on runkokanavan hiilidioksidimittaukseen perustuva ohjaus. 301TK ohjaus on epätarkka, koska kone palvelee useita eri tiloja ja tarpeenmukainen ohjaus on käytössä ainoastaan normaalien käyttöaikojen ulkopuolella. Muissa koneissa on pelkästään automaation aikaohjelmiin perustuvat ohjaukset. Pelkästään aikaohjelmiin perustuva ilmanvaihdon ohjaus on epätarkka ja ilmanvaihto käy ajoittain tarpeettomasti. Lisäksi aikaohjelmat on osassa koneita aseteltu tilojen normaaleja käyttöaikoja huomattavasti pidemmiksi. Ilmanvaihdon epätarkka ohjaus aiheuttaa turhaa lämmön ja sähkön kulutusta.

Ilmanvaihto on käynnissä ympärivuorokautisesti. Rakennusautomaation valvomo-ohjelmiston grafiikan perusteella viisi ilmanvaihtokonetta käy täydellä teholla myös tilojen normaalien käyttöaikojen ulkopuolella. Muut koneet käyvät osateholla normaalien käyttöaikojen ulkopuolella. Normaalien käyttöaikojen ulkopuoliset osatehot ovat kuitenkin tarpeettoman suuret. Ilmanvaihdon toiminta tarpeettoman suurella teholla aiheuttaa turhaa lämmön ja sähkön kulutusta.



204TK ilmanvaihtokoneen automaation valvomo-ohjelmisto grafiikka. Vasemmassa yläkulmassa näkyvässä koneen aikaohjelma, joka on samassa tilassa ympärivuorokautisesti.

Suosittellaan kiinteistön rakennusautomaatiojärjestelmän uusimista ja tarpeenmukaisten ohjauksien toteuttamista ilmanvaihtokoneille, joissa tätä ei vielä ole. Samassa yhteydessä lämmönjaon ja ilmanvaihdon lämmityksen ohjauksia suositellaan muuttamaan siten, että näissä huomioidaan sisä- ja ulkolämpötilat. Toimenpiteellä kiinteistötekniikan ohjauksia saadaan tarkennettua ja kiinteistön sähkön ja lämmön kulutuksia laskettua sisäolosuhteita heikentämättä.

Rakennusautomaatiojärjestelmään suositellaan seuraavia muutoksia ja laajennuksia:

- Tarpeenmukaisen ohjauksen toteuttaminen ilmanvaihtokoneille
 - 201 TK Liikuntasali: olemassa olevien tarpeenmukaisten asetusten optimointi
 - 202TK Luokahuoneet: hiilidioksidimittauksien ja liiketunnistimien lisääminen tiloihin ja koneen ohjauksen toteuttaminen huonoimman olosuhteen perusteella.
 - 204TK Luokat ja kutomo: hiilidioksidimittauksien ja liiketunnistimien lisääminen tiloihin ja koneen ohjauksen toteuttaminen huonoimman olosuhteen perusteella. Tarpeenmukainen ohjaus vaatii portaattoman nopeussäädön toteuttamisen.

- 205 TK B-siipi luokkatilat: hiilidioksidimittauksien ja liiketunnistimien lisääminen tiloihin ja koneen ohjauksen toteuttaminen huonoimman olosuhteen perusteella. Tarpeenmukainen ohjaus vaatii portaattoman nopeussäädön toteuttamisen.
 - 206TK Teknisen työn luokka: hiilidioksidimittauksien ja liiketunnistimien lisääminen tiloihin ja koneen ohjauksen toteuttaminen huonoimman olosuhteen perusteella. Tarpeenmukainen ohjaus vaatii portaattoman nopeussäädön toteuttamisen.
 - 207TK Tekstiilityöluokat: hiilidioksidimittauksien ja liiketunnistimien lisääminen tiloihin ja koneen ohjauksen toteuttaminen huonoimman olosuhteen perusteella. Tarpeenmukainen ohjaus vaatii portaattoman nopeussäädön toteuttamisen.
 - 301TK C-osa toimistotilat, kirjasto, ruokala: hiilidioksidimittauksien ja liiketunnistimien lisääminen tiloihin ja koneen ohjauksen toteuttaminen huonoimman olosuhteen perusteella. IMS lisääminen, jos ilmanvaihtokanaviston rakenne sallii.
 - 302TK Keittiö: Huuvien huippuimurin ohjauksen toteuttaminen keittiölaitteiden käytön mukaan ja tulokoneen käynnin sitominen huippuimurin käyntiin.
 - 311TK WC-tilat: ei toimenpiteitä.
 - Yhteensä 6 kpl puhaltimien uusiminen, 6 kpl ilmamääräsäätimien lisääminen, 69 kpl hiilidioksidimittauksien ja lämpötilamittauksien sekä 72 kpl liiketunnistuksien lisääminen.
 - Tarpeenmukainen ilmanvaihto vaatii tarkempaa suunnittelua ja rakenteiden avaamista tilakohtaisesti, jotta voidaan todeta minne ja millä edellytyksillä se on mahdollista toteuttaa. Tällöin myös selviää tarkemmin kustannusten laajuus.
- Ilmanvaihdon ilmamäärien laskeminen käyttöaikojen ulkopuolella.
 - Kokonaisilmamäärien tarkastaminen ja tasapainottaminen
 - Pakkasrajoitusten lisääminen ilmanvaihtokoneille, joissa tätä ei ole, ja ilmanvaihdon tehon rajoittaminen huippupakkasilla.
 - Rakennusautomaation valvomon grafiikoiden perusteella pakkasrajoitusta ei ole seuraavissa ilmanvaihtokoneissa
 - 201TK Liikuntasali
 - 202TK Luokahuoneet
 - 204TK Luokat ja kutomo
 - 205 TK B-siipi luokkatilat
 - 206TK Teknisen työn luokka
 - 207TK Tekstiilityöluokat
 - Automaation kaikkien toimintojen toiminnan varmistaminen
 - Säättöjen optimointi

4.2 Teknisen työn luokan ilmanvaihtolaitteiston uusiminen

Teknisen työn luokan ilmanvaihto on toteutettu tulokoneella ja huippuimureilla. Ilmanvaihdossa ei ole lämmöntalteenottoa. Tämä aiheuttaa turhaa lämmön kulutusta.

Teknisen työn luokan ilmanvaihdon lämmönkulutusta voidaan laskea uusimalla tulokone ja huippuimurit lämmöntalteenotolla varustetulla tulo-poistokoneella. Kustannusarviossa on huomioitu, että koneen asentaminen vaatii tilamuutoksia ja ilmanvaihtokanavoinnin muokkaamista.



Teknisen työn luokan tuloilmakone

4.3 Valaistuksen uusiminen tai modernisointi

Kiinteistön valaistus on toteutettu T5 ja T8 loisteputkilla sekä pienoisoistelampuilla varustetuilla valaisimilla ja led-valaisimilla. Valaistuksen vuosittaiset käyttötunnit ovat vähäiset, minkä vuoksi takaisinmaksuaika valaisimien uusimiselle on pitkä.

Valaistuksen sähkön kulutusta voidaan vähentää uusimalla valaisimet led-valaisimilla ja varustamalla valaistus liiketunnistuksella ja vakiovalosäädöllä. Liiketunnistus ja vakiovalosäätö suositellaan toteuttamaan varustamalla valaisimet älykkäillä liitännälaitteilla.

Säästölaskelmassa on arvioitu, että kohdekiinteistössä uusitaan 100 kpl 2x58W ja 1x58W T8 loisteputkivalaisimia ja 100 kpl 26 W pienoisoistelampuilla varustettuja valaisimia liikuntasalissa sekä A- ja B-osien käytävillä ja luokkatiloissa. Valaistuksen vuosittaisiksi käyttötunneiksi on arvioitu 2000 tuntia. Kustannuksissa on huomioitu myös alakaton uusimisen kustannukset. Uusittavien alakattojen pinta-ala on arvioitu 500 m²



Liikuntasalin valaistus on toteutettu T8 loisteputkivalaisimilla.

4.4 Aurinkosähköjärjestelmän rakentaminen

Kiinteistön ostosähkön määrää voidaan laskea aurinkosähköjärjestelmällä. Kiinteistön sähkökuorma on kesäaikaan nykyisellään aina yli 45 kW. Kiinteistön katolla on tilaa ainakin 100 kWp:n aurinkosähköjärjestelmälle, mikä vastaa noin 330 aurinkopaneelia. Katon kantavuus voi rajoittaa järjestelmälle käytettävissä olevaa kattopinta-alaa.

Nykyisen kesäajan sähkökuorman perusteella suositeltava nimellisteho aurinkosähköjärjestelmälle olisi 50-55 kWp:ä. Kyseisen kokoisen järjestelmän tuotanto pystyttäisiin nykyisellään pääosin hyödyntämään kiinteistössä. Raportissa esitetyillä toimenpiteillä kesäaikainen sähkökuorma tulisi laskemaan. Suositellaan aurinkosähköjärjestelmän sopivan nimellistehon määrittämistä ennen mahdollista toteutusta. Mahdollisen eri kiinteistöjen välisen nettomittauksen onnistuessa suositellaan mahdollisimman suuren järjestelmän rakentamista.

Aurinkosähköjärjestelmän rakentaminen edellyttää vesikaton kunnon tarkastusta sekä rakenteiden kantavuuden varmentamista ennen asentamista.



Ilmakuva kohteesta. Kuvaan merkitty punaisella aurinkosähköjärjestelmälle sopivat kattojen osat.

4.5 Patteritermostaattien uusiminen ja lämmitysjärjestelmän linjasäätö

Osa kiinteistön lämmityspatterien venttiilitermostaateista on 90-luvulta tai vanhempia. Nämä ovat ylittäneet luotettavan teknisen käyttöikänsä.

Lämmitysjärjestelmän toimintaa voidaan tarkentaa uusimalla vanhat patteritermostaatit elektronisilla termostaateilla ja toteuttamalla lämmitysjärjestelmän linjasäätö. Laskelmassa kiinteistön vanhojen termostaattien määräksi on arvioitu 80 kpl.



4.6 Yläpohjan lisäeristäminen

Kiinteistön yläpohjan lämmöneristys on osassa kiinteistöä heikko kiinteistön eri osien rakennusvuosien perusteella. Kiinteistön lämmönkulutusta voidaan laskea yläpohjan eristystä parantamalla. Osa yläpohjasta on jo lisäeristetty. Kiinteistön yläpohjien yhteydessä on välitila, minkä perusteella yläpohjan lisäeristäminen olisi toteutettavissa puhallusvillalla. Säästölaskelmassa on määritetty, että yläpohjaa lisäeristetään puhallusvillalla 1500 m² alalta 150 mm: ä.



Yläpohjan välitilaa.

4.7 Tuulikaappien uusiminen

Pääsisäänkäynnin yhteydessä on kaksi lämmöneristykseltään heikkoa tuulikaappia. Lisäksi kiinteistössä on useita vanhoja puurakenteisia tuulikaappeja, joissa ei ole tiivisteitä. Tuulikaappien kautta syntyviä lämpöhäviöitä voidaan laskea uusimalla tuulikaapit. Säästölaskelmassa on määritetty yhden tuulikaapin uusiminen.



4.8 Vanhojen ikkunoiden uusiminen

Kiinteistössä on paikoin vanhoja ikkunoita. Ikkunoiden kautta syntyviä lämpöhäviöitä voidaan vähentää uusimalla ikkunat. Vanhoja ikkunoita on ainakin pääsisäänkäynnin yhteydessä ja teknisen työn luokassa. Säästölaskelmassa on arvioitu, että ikkunoita uusitaan 40 kappaletta.



5 Muut huomiot

5.1 Tarkastellut toimenpiteet

Tarkastellut toimenpiteet
<p>Paikallinen energiantuotanto</p> <ul style="list-style-type: none">- Tontilla ei ole tilaa kiinteistön koko lämmön tarpeen kattavan maalämpöjärjestelmän kaivoille.
<p>Lämmöntalteenotto</p> <ul style="list-style-type: none">- Raportissa esitettyjen lisäksi ei hukkalämmönlähteitä, joihin olisi toteutettavissa lämmöntalteenottoa.
<p>Veden kulutuksen pienentäminen</p> <ul style="list-style-type: none">- Veden kulutusta on mahdollista pienentää esimerkiksi uusimalla vesikalusteita vakiovirtaussuuttimilla tai -venttiileillä varustetuilla kalusteilla.