

Pauli Kamula

**YLIVIESKAN LIKUNTAKESKUKSEN ENERGIATEHOKKUUDEN
KEHITTÄMINEN**

YLIVIESKAN LIKUNTAKESKUKSEN ENERGIATEHOKKUUDEN KEHITTÄMINEN

Pauli Kamula
Opinnäytetyö
Kevät 2014
Talotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Talotekniikka, LVI

Tekijä: Pauli Kamula

Opinnäytetyön nimi: Ylivieskan liikuntakeskuksen energiatehokkuuden kehittäminen, Developing the Energy Efficiency on Ylivieska Sport Centre

Työn ohjaaja: Veli-Matti Mäkelä

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2015 Sivumäärä: 59 + 13 liitettä

Tässä opinnäytetyössä käsitellään Ylivieskan liikuntakeskuksen energiatehokkuutta ja sen parantamista. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Ylivieskan liikuntakeskuksen energiankulutus ja -hankinta, löytää energiansäästökohteet ja tehdä kannattavuuslaskelmat löydetyille säästöinvestoinneille.

Liikuntakeskuksessa mitattiin ilmavirrat ja ilmanvaihdon lämpötilat niiltä osin kuin se oli kanavarakenteiden mukaan mahdollista. Käyttövesihanoilta mitattiin vesivirtaamat paineenkorotuksen ollessa päällä ja pois päältä. Sisälämpötiloja mitattiin lämpötilaloggereilla kiinteistön useista eri tiloista. Mittaustulosten, kulutustietojen ja suunnitteluarvojen perusteella lämmönkulutus eriteltiin ja laskettiin säästöpotentiaalit.

Suurimmat energiansäästöpotentiaalit löytyivät ilmanvaihdosta. Useat ilmanvaihtokoneet kävivät jatkuvasti. Liikuntasalin ja tennishallin ilmanvaihtokoneet olivat vuodelta 1968 ja 1988 eikä niissä ollut lämmöntalteenottoa. Keilahallin ilmanvaihtokoneessa kiertoilmapelti ja ulkoilmapelti oli sekoitettu keskenään ja uimahallin ilmanvaihtokoneessa kiertoilman säätöparametrit olivat väärin. Kuntosalin ja kahvion ilmanvaihtokone ei palvellut tiloja tarpeenmukaisesti. Käyttövesipuolella paineenkorotus on jatkuvasti päällä ajoittaisen lattianpesun vuoksi, vaikka virtaamat riittävät hanoille paineenkorotuksen ollessa pois. Keilahallin sisälämpötila oli mittausten perusteella korkea.

Tärkeimpinä säästöinä ehdotettiin ilmanvaihdon käyntiaikojen optimointia, liikuntasalin ja tennishallin ilmanvaihtokoneiden uusimista, virheellisten kytkentöjen ja säätöparametrien korjaamista sekä kuntosalin ja kahvion tuloilman eriyttämistä. Veden osalta ehdotettiin paineenkorotuksen pois jättämistä. Lämmitykseen ehdotettiin jäähallin lauhdelämmöntalteenottoa.

Lasketuilla säästötoimenpiteillä saavutetaan yhteensä 57 231 euron vuosittainen säästö lämmitys-, sähkö- ja käyttövesikuluissa.

Asiasanat: energiakatselmus, lauhdelämmöntalteenotto, energiansäästö

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	6
2 ENERGIAKATSELMUS	7
2.1 Rahoitus	7
2.2 Motiva Oy	7
3 YLIVIESKAN LIIKUNTAKESKUS	8
3.1 Aikaisemmat LVI-tekniset uudistukset	8
3.2 Havaintoja kohteesta	8
4 ENERGIANKÄYTÖN NYKYTILA	9
4.1 Kohteen energianhankinta	9
4.1.1 Lämpöenergia	9
4.1.2 Vesi	14
4.2 Kiinteistön käyttö ja ylläpito	16
5 KOHTEEN ENERGIATALOUDEN ARVIOINTI	18
5.1 Lämmitysjärjestelmät	18
5.1.1 Lämmöntuotanto	18
5.1.2 Lämmönjakelu	19
5.2 Vesi- ja viemärijärjestelmät	24
5.2.1 Lämpimän käyttöveden energiatalous	24
5.2.2 Vesi- ja viemärikalusteet sekä vesijohtoverkoston painetaso	24
5.3 Ilmanvaihtojärjestelmät	26
5.3.1 Ilmanvaihtokoneet	28
5.4 Jäähdytysjärjestelmät	32
5.5 Rakennusautomaatio	32
5.6 Rakenteet	33
6 EHDOTETUT TOIMENPITEET	34
6.1 Lämmitysjärjestelmät	34
6.1.1 Lämmöntuotanto	34

6.1.2 Lämmönjakelu	35
6.2 Vesi- ja viemärijärjestelmät	36
6.2.1 Vesijohtoverkoston painetaso	36
6.3 Ilmanvaihtojärjestelmät	37
6.3.1 Tarpeenmukainen ilmanvaihto	37
6.3.2 Säätojärjestelmät	44
6.3.3 Lämmöntalteenotto	45
6.3.4 Muut ilmanvaihtojärjestelmien toimenpide-ehdotukset	48
6.4 Rakennusautomaatio	49
6.5 Rakenteet	49
6.6 Muut ehdotukset ja havainnot	49
7 JÄÄHALLIN LAUHDELÄMPÖ	50
7.1 Toteutus	50
7.2 Kannattavuus	51
8 YHTEENVETO TALOUDELLISESTA SÄÄSTÖPOTENTIAALEISTA	53
9 LOPPUSANAT	55
LÄHTEET	57
LIITTEET	59

1 JOHDANTO

Energiatehokas rakentaminen on tätä päivää. Uudisrakentamiselle on asetettu ankaria vaatimuksia energiankulutuksen vähentämiseksi. Seinien tulee olla paksumat, ilmanvaihdon energiatehokasta ja vedenkulutuksenkin vähäistä.

Energianhinnan noustessa ja kasvihuoneilmiön lisääntyessä kiinnitetään huomiota myös olemassa olevien rakennusten energiankulutukseen ja -ratkaisuihin. Yksi energiankulutuksen vähentämisen työkalu on energiakatselmuksset.

Tämä energiakatselmushanke käynnistyi Ylivieskan kaupungin toimesta 2014 keväällä, jolloin he tilasivat katselmuksen Insinööritoimisto Eero Jaatinen Oy:ltä, jolla on useiden kymmenien kohteiden kokemus energiakatselmuksista. Ylivieskan kaupungin toiveissa oli uimahallin suuren energiankulutuksen vähentäminen. Energiakatselmus toteutettiin Motivan mallin mukaan. Katselmuksen sähkösuuden toteutti Jarmo Hintsala Sähköinsinööritoimisto Hintsala Oy:stä.

Katselmusta esivalmisteltiin kesällä 2014 tutkimalla, miten vieressä sijaitsevan jäähallin lauhdelämpöä voidaan hyödyntää liikuntakeskuksen lämmityksessä. Lauhdelämmön hyödyntämisestä olikin suuret odotukset.

Ennen kuin energiankulutusta voidaan vähentää, tulee selvittää mihin energiaa kuluu. Varsinaiset mittaukset liikuntakeskuksessa käynnistyivät lämmityskauden alettua, marraskuussa. Kenttätöissä tehtiin ilmanvaihdon, lämmityksen ja käyttöveden mittauksia sekä analysoitiin energiankulutuskohteita. Mittausten tulosten perusteella eriteltiin rakennuksen energiankulutus lämmityksen, ilmanvaihdon ja käyttöveden osalta. Laskentaa auttoi liikuntakeskuksen tarkat, dokumentoidut kulutustiedot sekä laitosten hyvä tietoisuus kiinteistön tilasta. Energiakulutustietojen ja havaittujen säästöpotentiaalien perusteella laskettiin säästöinvestointien kannattavuudet.

2 ENERGIAKATSELMUS

Energiakatselmuksessa analysoidaan kohteen energian hankinta, energiankulutus ja säästöpotentiaalit. Katselmuksen tavoitteena on vähentää kiinteistön energian kulutusta ja siitä aiheutuvia CO₂-päästöjä. Kiinteistöjen energiakatselmus jaetaan tavanomaiseen tekniikan tasoon (1.taso) ja vaativaan tekniikan tasoon (2.taso). Ylivieskan liikuntakeskus kuuluu tekniikan tasoon 2. (1, s.11,12). Muita energiakatselmusmalleja ovat

- kiinteistön energiakatsastus
- kiinteistön seurantakatselmus
- kiinteistön käyttöönottokatselmus (1, s. 11, 12).

2.1 Rahoitus

Mikäli energiakatselmus on tehty työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) energiakatselmustoiminnan yleisohjeen (2013) mukaisesti, energiakatselmuksiin ja -analyysihin voidaan myöntää vuonna 2014 energiatukea. Tällöin TEM:n tuki energiakatselmuksille ja -analyysille on pääsääntöisesti enintään 40 % hyväksytyistä katselmuksen työkustannuksista. Kunnille sekä mikro- ja pk-yrityksille tuki on enintään 50 % hyväksyttävistä kustannuksista. (2, s.1.) Työ- ja elinkeinoministeriö tukee 50 %:lla Ylivieskan liikuntakeskuksen säästöinvestointeja joiden takaisinmaksuaika on 3...10 vuotta.

2.2 Motiva Oy

Motiva on valtio-omisteinen asiantuntijayritys, joka ohjeistaa energian ja materiaalien tehokkaaseen ja kestävään käyttöön. Motiva Oy toteuttaa yhteiskunnallisesti vaikuttavia hankkeita yhteistyössä useiden toimijoiden kanssa. Pääasiakkaat ovat julkishallinto, ministeriöt ja virastot. (3.) Motivan rooli energiakatselmustoiminnassa on ylläpitää järjestelmää, johon kootaan tiedot kaikista energiakatselmuksista. Motiva valvoo energiakatselmusraporttien laatua. Motiva kouluttaa ja neuvoo energiakatselmoijia ja pitää katselmoijista julkista rekisteriä. (4.)

3 YLIVIESKAN LIIKUNTAKESKUS

Ylivieskan kaupungin omistamaan liikuntakeskukseen kuuluvat uimahalli, tennishalli, liikuntasali, kuntosali, squash-halli, keilahalli sekä lisäksi Terveystalon lääkäriasema ja asunto. Näistä käytetään opinnäytetyössä yhteisnimitystä liikuntakeskus.

Liikuntakeskuksen uimahalli, kioski, liikuntahalli ja kuntosali on rakennettu vuonna 1969. Vuonna 1980 on rakennettu squash-halli, 1986 tennishalli ja 1988 keilahalli, lääkäriasema ja takka-/kokoushuone.

3.1 Aikaisemmat LVI-tekniset uudistukset

Kohteeseen on tehty perusparannus vuonna 2007. Kiinteistöön asennettiin kiinteistöautomaatio, uusittiin ilmanvaihtokoneita sekä asennettiin uusi lämmönjakokeskus. Myös lämmitys- ja käyttövesiputkistot uusittiin osittain. Lämmitysmuotona on ollut öljy vuodesta 1968 lähtien. Nykyiseen lämmitysmuotoon, kaukolämpöön, siirryttiin 1982.

3.2 Havainnot kohteesta

Huoltohenkilökunta kertoi kiinteistön tilasta tekemiään havainnot, joiden pohjalta valmisteltiin katselmusta. Kohteeseen tehdyistä uudistuksista ja kulutustiedoista oli dokumentoitu laajasti, mitä hyödynnettiin katselmuksessa. Myös kiinteistöautomaatiosovellusta käytettiin rakennuksen energiatehokkuuden selvittämiseen. Vaikka liikuntakeskuksen kiinteistöhuolto on pitänyt hyvää huolta kiinteistön tilasta, energiataloudellisia säästöpotentiaaleja kuitenkin löydettiin.

4 ENERGIANKÄYTÖN NYKYTILA

4.1 Kohteen energianhankinta

Liikuntakeskus on liitetty Ylivieskan vesiosuuskunnan vesijohtoverkkoon. Kaukolämmön toimittaa Herrfors Oy. Ylivieskassa kaukolämpöä tuotetaan turvevoimalaitoksessa sähkön ja lämmön yhteistuotantona.

Vuosien 2011, 2012 ja 2013 lämmön- ja vedenkulutustiedot saatiin katselmuskäyttöön. Viereisen jäähallin käyttövesi lämmitettiin liikuntakeskuksen lämmönjakohuoneessa. Jäähallin kulutukset vähennettiin saaduista tiedoista.

4.1.1 Lämpöenergia

Lämpöenergian kulutus on pysynyt viime vuodet likimain vakiona. Vuoden 2013 lämpöenergian ominaiskulutusta (50 kWh/m³) (kaava 1) on mahdotonta verrata Motivan tilastoituihin kulutusarvoihin, koska tilojen käyttötarkoitukset vaihtelevat ja eriteltyjä kulutustietoja ei ole. Motivan tilastoidut ominaiskulutusarvot ovat Uimahalleille 104,5 kWh/m³, urheilu- ja kuntoilurakennuksille 45,7 kWh/m³ ja terveysasemille 52,5 kWh/m³ (5).

Normitettu lämmönkulutus lasketaan kaavalla 1 (6).

$$Q_{norm} = \frac{SN_{vpkunta}}{S_{toteutunut\ vpkunta}} * Q_{toteutunut} + Q_{lämmin\ käyttövesi} \quad \text{KAAVA 1}$$

$$Q_{toteutunut} = Q_{kok} - Q_{lämmin\ käyttövesi}$$

Q_{norm} = rakennuksen normitettu lämmitysenergian kulutus (MWh/a)

$Q_{toteutunut}$ = rakennuksen tilojen lämmitykseen kuluva energia (MWh/a)

Q_{kok} = rakennuksen lämmitysenergiankulutus yhteensä (MWh/a)

$Q_{lämmin\ käyttövesi}$ = lämpimän käyttöveden energiankulutus (MWh/a)

$SN_{vpkunta}$ = normaalivuoden tai –kuukauden (1971-2000) lämmitystarveluku vertailupaikkakunnalla

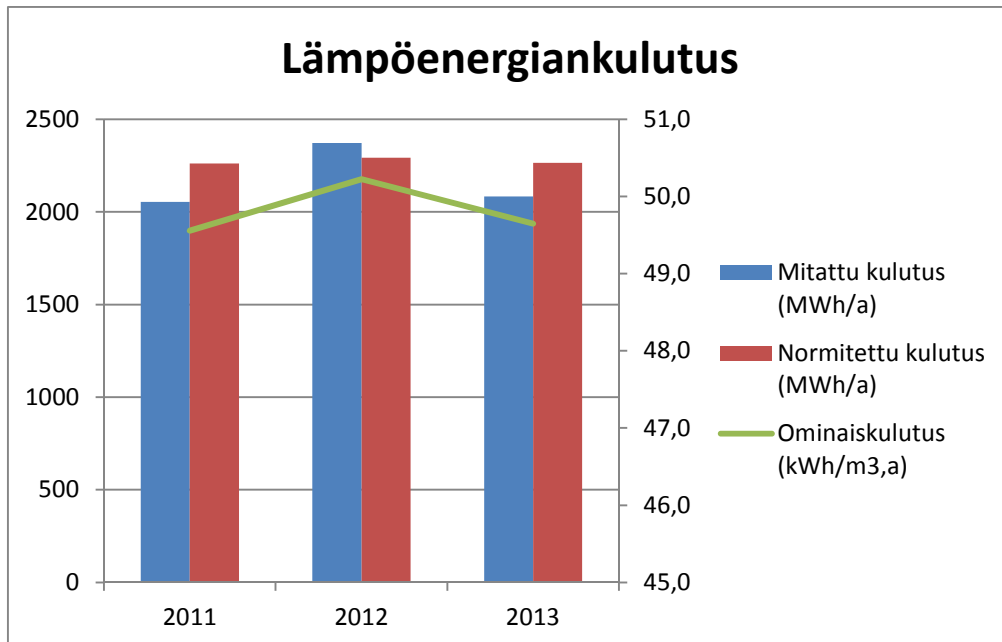
$S_{toteutunut\ vpkunta}$ = kuukauden tai vuoden toteutunut lämmitystarveluku vertailupaikkakunnalla

Mitattu kulutus, normitettu kulutus ja ominaiskulutus on esitetty taulukossa 1. Mitatussa kulutuksessa on tapahtunut kasvua vuonna 2012 kylmästä vuodesta johtuen, mutta kun kulutus normitetaan (kaava 1), huomataan että kulutuksessa ei ole tapahtunut poikkeamaa.

TAULUKKO 1. Lämpöenergian kulutukset vuosina 2011–2013

Lämpöenergiankulutus	2011	2012	2013
Mitattu kulutus, MWh/a	2054	2372	2083
Normitettu kulutus, MWh/a	2261	2292	2265
Ominaiskulutus, kWh/m ³ ,a	50	50	50

Kohteen kulutustiedot (taulukko 1) esitetään kaaviona. Ominaiskulutuskäyrän arvoasteikko on kaaviossa oikealla. (Kuva 1.)



KUVA 1. Lämpöenergian mitattu, normalisoitu ja ominaiskulutus vuosina 2011–2013

Ilmanvaihdon ja lämmityksen energian erittely tehtiin laskennallisesti. Tarkka laskenta oli mahdotonta, koska osa tiloista lämmitettiin ilmanvaihdolla (liikuntasali, uimahalli, tennishalli ja squash-halli). Ilmanvaihdon kuluttama energia laskettiin koneiden käyntiaikojen, mitattujen tai suunnitteluilmavirtojen ja lämmöntalteenoton hyötysuhteen perusteella.

Ilmanvaihdon kuluttama energia laskettiin kaavalla 2 (7, s. 21).

$$Q_{iv} = \frac{t_d * t_v * \rho_i * c_{pi} * q_{v,tulo} * (T_{sp} - \Delta T_{puhallin}) - T_{lto}}{1000} * \Delta t \quad \text{KAAVA 2}$$

Q_{iv} = ilmanvaihdon lämmitysenergian nettotarve, (MWh/a)

t_d = ilmanvaihtolaitoksen keskimääräinen vuorokautinen käyntiaikasuhde (h/24h)

t_v = ilmanvaihtolaitoksen viikoittainen käyntiaikasuhde (vrk/7 vrk)

ρ_i = ilman tiheys (1,2 kg/m³)

c_{pi} = ilman ominaislämpökapasiteetti (1 kJ/m³K)

q_{iv} = tuloilmavirta (m³/s)

T_{sp} = sisäänpuhalluslämpötila (°C)

$\Delta T_{puhallin}$ = lämpötilan nousu puhaltimessa (°C), ei otettu huomioon.

T_{lto} = lämmöntalteenottolaitteen jälkeinen lämpötila (°C)

Δt = ajanjakson pituus (h)

1000= kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos megawattitunneiksi.

Käyttöveden lämmittämiseen kuluva energia laskettiin vedenkulutuksen ja veden lämpötilan muutoksen perusteella kaavalla 3 (8).

$$Q = \frac{\rho c_p V (T_2 - T_1)}{3600}$$

KAAVA 3

Q= veden lämmittämiseen kuluva energia (kWh/a)

ρ = veden tiheys (1000 kg/m³)

c_p = veden ominaislämpökapasiteetti (4,2 kJ/kgK)

V= vedenkulutus (m³/a)

T₂= lämpimän veden lämpötila (°C)

T₁= lämmitettävän veden lämpötila (°C)

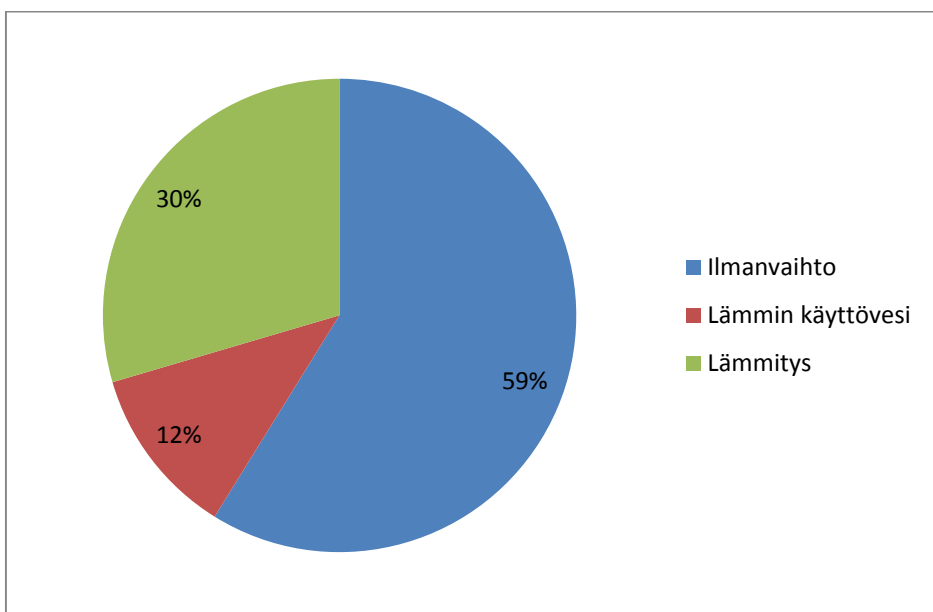
3600= yksikkömuunnoskerroin (kJ->kWh)

Johtumishäviöt saadaan, kun laskennallinen ilmanvaihdon ja mitattu käyttöveden kuluttama energia vähennetään normitetusta kokonaislämmönkulutuksesta. Taulukossa 2 on eritelty lämmitysenergian normitettu kokonaiskulutus.

TAULUKKO 2. Lämmitysenergian laskennallinen kulutusjakauma vuonna 2013

Lämmitysenergian laskennallinen kulutusjakauma 2013	MWh	%
Ilmanvaihto	1333	59 %
Lämmin käyttövesi	263	12 %
Lämmitys	669	30 %
Yhteensä	2265	100 %

Kuvassa 2 on eritelty lämmitysenergian kulutusjakauma. Huomattavaa on ilmanvaihdon kuluttaman energian suuri osuus kokonaisenergiankulutuksesta.



KUVA 2. Lämmitysenergian laskennallinen kulutusjakauma vuonna 2013

Kustannukset ja tariffi

Lämpöenergiamaksut on laskettu keskimääräisestä normitetusta kulutuksesta (2265 MWh) nykyisen hinnan mukaan (50,41 €/MWh alv 0 %). Perusmaksu määräytyy tilausvesivirran 27.37 m³/h mukaan. Perusmaksu on 1132,78 €/kk (alv 0 %). (Taulukko 5.)

TAULUKKO 3. Kiinteistön lämpöenergiamaksut (alv 0 %)

Lämpöenergiamaksut (alv 0 %)	€/a	%
Energiamaksut	114202	89
Perusmaksu	13593,36	11
Yhteensä	127795	100

4.1.2 Vesi

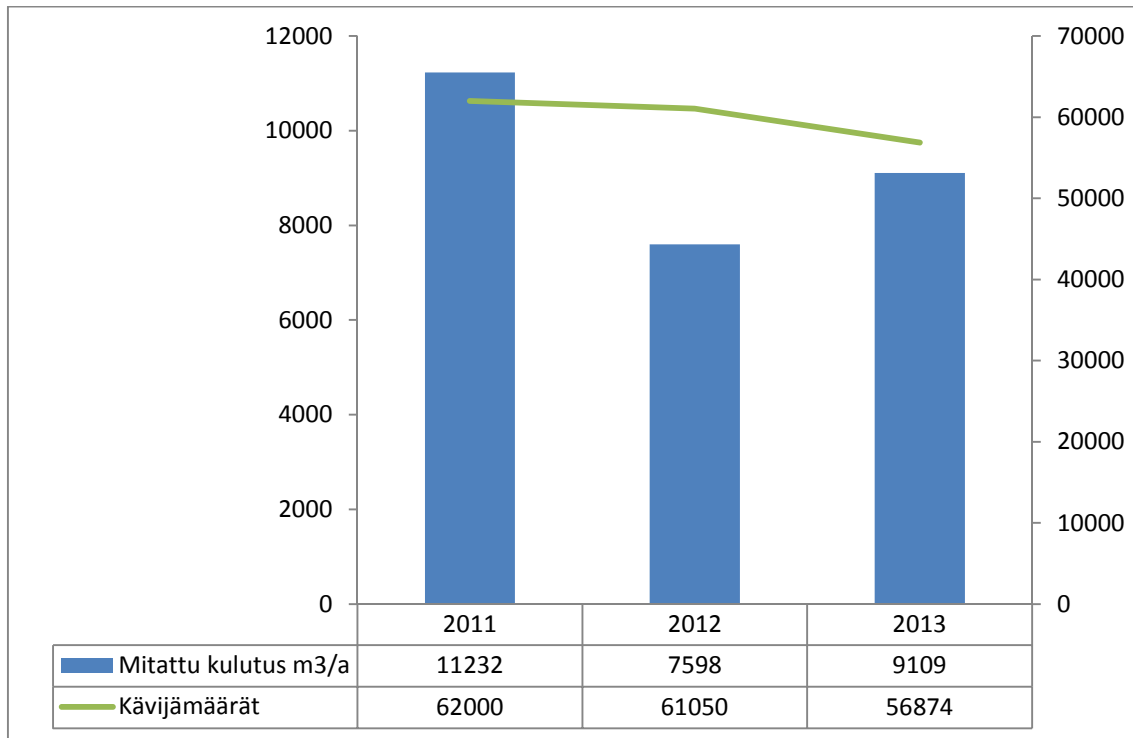
Vedenkulutus on vaihdellut uimahallissa tehtyjen huuhtelutoimenpiteiden ja käyttöasteen mukaan. Vuonna 2011 kulutus oli noin 20 % suurempaa kuin keskimäärin. Tämä selittyy allasvedestä löytyneellä *Pseudomonas*-bakteerilla, jonka vuoksi altaat jouduttiin huuhtelemaan.

Motivan tilaston mukaan keskimääräinen kulutus uimahallissa on 1054 dm³/m³a, urheilu- ja kuntoilurakennuksessa 82 dm³/m³a ja terveysasemalla 148 dm³/m³a (9). Kiinteistön ominaiskulutuksia ei pysty vertailemaan koska rakennuskohtaisia, eriteltyjä kulutustietoja ei ole saatavilla. Ominaiskulutus laskettiin jakamalla mitattu vedenkulutus rakennuksen tilavuudella 45629 m³ (taulukko 4).

TAULUKKO 4. Kiinteistön veden kulutus vuosina 2011–2013

Veden kulutus	2011	2012	2013
Mitattu kulutus, m ³ /a	11232	7598	9109
Ominaiskulutus, dm ³ /m ³	246	167	200

Taulukon 4 kulutustiedot on esitetty kuvassa 3. Kaavioon on lisätty liikuntakeskuksen kävijämäärät vuosilta 2011–2013.



KUVA 3. Kiinteistön vedenkulutus ja kävijämäärät vuosina 2011–2013

Kustannukset

Vesi- ja viemärimaksut on laskettu vuoden 2013 kulutustietojen ja vuoden 2014 yksikköhintojen perusteella (taulukko 5).

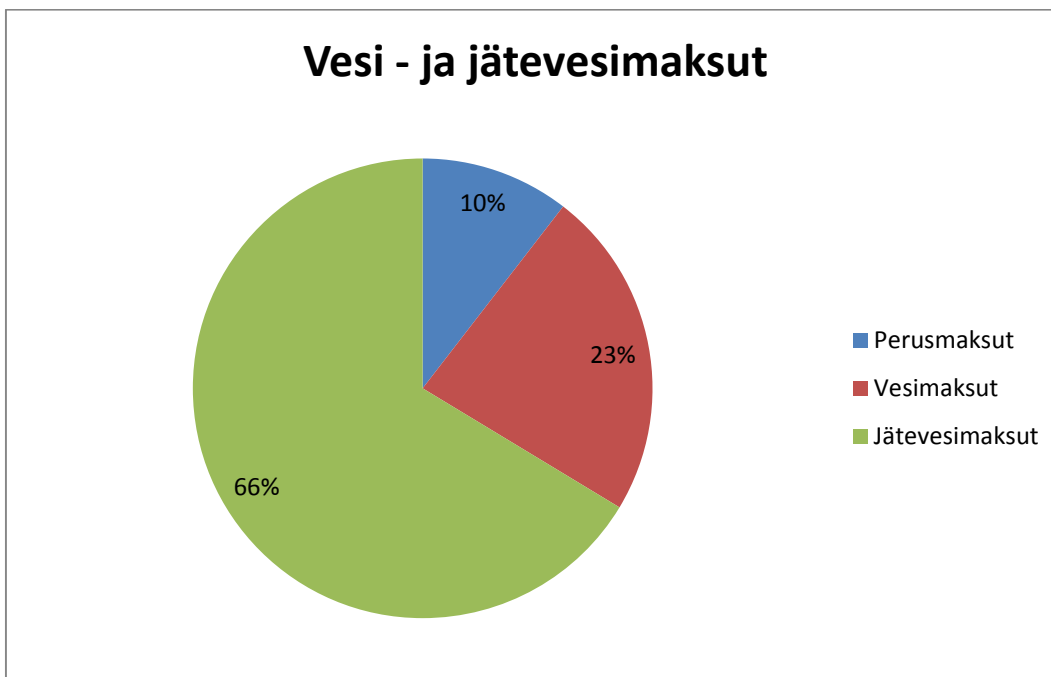
Yksikköhinnat 2014 (alv 0 %):

- perusmaksu 196,72+97,5 €/kk
- vesimaksu 0,86 €/m³
- jätevesimaksu 2,46 €/m³.

TAULUKKO 5. Kiinteistön vesi- ja jätevesimaksut vuonna 2013

Vesi - ja jätevesimaksut	€/a	%
Perusmaksut	3530,6	10 %
Vesimaksut	7833,7	23 %
Jätevesimaksut	22408	66 %
Yhteensä	33773	100 %

Jätevesimaksut muodostavat vesikustannuksista suuren osan (kuva 3).



KUVA 3. Kiinteistö vesi- ja jätevesimaksujen osuudet vuonna 2013

4.2 Kiinteistön käyttö ja ylläpito

Rakennuksen kiinteistöhuollosta vastaavat liikuntakeskuksen omat kiinteistöhuoltajat Timo Hämäläinen ja Arto Saarilampi. Kiinteistön ylläpitoon liittyvät pienet tekniset huollot ja korjaukset huoltomiehet tekevät itse.

Kiinteistöautomaatiojärjestelmän avulla voidaan seurata LVI-tekniisiä laitteita reaaliaikaisesti. Tällöin vioittumiset voidaan huomata nopeasti. Reaaliseurannan lisäksi esitetään hankittavaksi trendiseurantaa, jolla voidaan seurata säätöjen

toimintaa paremmin. Lisäksi esitetään liikuntakeskukselle kohdennettua huolto-
kirjaa.

Energian-, sähkön- ja vedenkulutuksia seurataan kuukausitasolla. Kulutusseu-
ranta perustuu varsinkin lämmönkulutuksien suhteen normitettuun kulutukseen,
jossa kulutusmuutoksia verrataan edellisen vuoden vastaavaan kuukauteen.
Kulutuserojen esiintyessä on tehtävä selvitys, jotta seurannalla olisi merkitystä.

Rakennuksen tekniset asiakirjat löytyivät vuodelta rakentamisvuodelta 1966
sekä ensimmäisestä saneerausvaiheesta vuodelta 1988 ja toisesta saneeraus-
vaiheesta vuodelta 2007.

5 KOHTEEN ENERGIATALOUDEN ARVIOINTI

5.1 Lämmitysjärjestelmät

Rakennus on liitetty Ylivieskan kaupungin kaukolämpöverkkoon 1982. Lämmönjakohuoneessa on yksi lämmönsiirrin patteripiiriä, yksi ilmanvaihtopiiriä sekä yksi lämmintä käyttövetä varten. Rakennuksen lämpöenergia mitataan yhdellä päälämpömäärämittarilla, josta on saatavissa lisätietoina mm. tallentuneet maksimatehot ja vesivirtaamat.

5.1.1 Lämmöntuotanto

Patteri- ja IV-lämmityksen lämmönsiirtimien mitoitusteho on yhteensä $160+880=1040\text{kW}$ / $115-55\text{ °C}$ / ($40-70\text{ °C}$, $40-80\text{ °C}$). Käyttövesilämmönsiirtimen mitoitusteho on 1250 kW / $70-19,4\text{ °C}$ / ($5-60\text{ °C}$). Kaukolämmön sopimusteho on 1597 kW , kun jäähtymä on 50 °C ja sopimustilausvesivirta $27,37\text{ m}^3/\text{h}$. Sopimusteho laskettiin kaavalla 4.

$$P = q_v * \rho * C_p * (T_1 - T_2)$$

KAAVA 4

P= Sopimusteho (kW)

q_v = Tilausvesivirta (dm^3/s)

ρ = Veden tiheys ($1\text{ kg}/\text{dm}^3$)

C_p = Veden ominaislämpökapasiteetti ($4,2\text{ kJ}/\text{dm}^3$)

T_1 = Tuloveden lämpötila ($^{\circ}\text{C}$)

T_2 = Paluueden lämpötila ($^{\circ}\text{C}$)

Viimeisen kolmen vuoden ajalta lämpömäärämittariin on 24.1.2012 rekisteröitynyt tehohuippu 986 kW ja 29.11.2012 virtaamahuippu $22,9\text{ m}^3/\text{h}$. Tästä voidaan päätellä, että tilausteho ei vastaa rakennuksen nykyistä energiankulutusta ja se tulee tarkistuttaa lämmönmyyjällä. Tilaustehon pienentämistä tukee vielä myöhemmin tässä raportissa esitetty jäähallin lauhdelämmön talteenotto käyttövetten sekä lämmitykseen. Lauhdelämmityksestä saatava keskimääräinen teho on 130 kW .

5.1.2 Lämmönjakelu

Sisälämpötilat

Sisälämpötiloja mitattiin lämpötilaloggereilla tennishallista, kuntosalista, kioskista, kahviosta, keilahallista, liikuntasalista sekä liikuntasalin viereisestä aula-
lasta. Datalogger-anturi (kuva 4) mittaa lämpötilan, absoluuttisen kosteuden ja suhteellisen kosteuden, laitteeseen ohjelmoidun mittausvälein ja -ajan mukaisesti. Sisälämpötilan ohjearvona pidetään lämmityskaudella + 21 °C. (10, s. 6.)

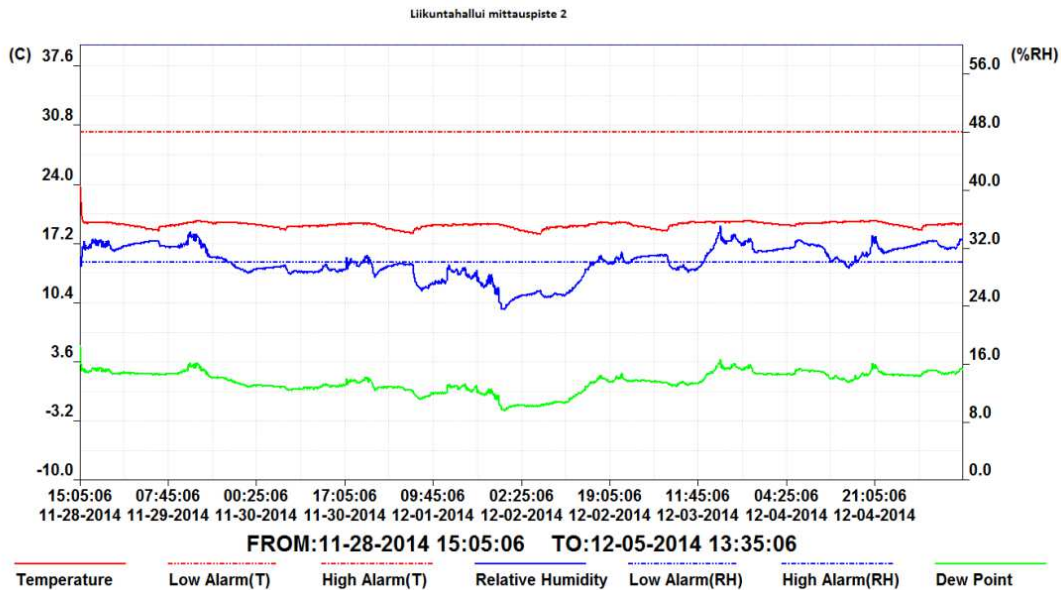


KUVA 4. Datalogger-anturi (11)

Lämpötiloja mitattiin myös pistokoeluontoisesti pintalämpömittarilla tennishallista, siivoustilasta ja keittiöstä. Lisäksi lämpötiloja mitattiin kahdesti Terveystalosta eri kohdista (liite 10). Pidemmässä seurannassa terveystalon poistoilman lämpötila kohoaa yli 23 °C:seen. Toimenpide-ehdotukset ovat luvussa 6.

Liikuntasalin etuaulassa lämpötila oli +19 °C - +21,5 °C.

Liikuntasalissa lämpötila laski yön aikana noin 2 °C, koska ilmanvaihtokone on pysähdyksissä aikaohjelman mukaisesti klo 23.00–06.00 ja tila lämmitetään ilmanvaihdolla. Koneen käyntiaikana sisälämpötila pysyi vakiona noin +19 °C ulkolämpötilan ollessa +3 °C - -3 °C (liite 6). Punainen käyrä kertoo sisälämpötilan, sininen käyrä suhteellisen kosteuden ja vihreä käyrä kastepisteen. (Kuva 5.)



KUVA 5. Liikuntasalin sisälämpötilamittauksen tulos

Sisälämpötilat olivat tasaiset kahvilassa suoritetun pitkäaikaisen lämpötilalogger-mittauksen perusteella (liite 3). Kuntosalissa lämpötilat olivat mittauksen perusteella +19 °C - +21 °C, kun taas pistokoemittauksessa sisälämpötila oli +22 °C. Kuntosalihenkilökunnan haastattelussa tuli ilmi, että sisälämpötila nousee, kun salin käyttäjiä on useampia kuin pistokoemittaushetkellä, jolloin käyttäjiä oli salissa 11 henkilöä. Lämpötilalogger-mittaushetken ulkolämpötilakäyrä on liitteessä 3. Tennishallin sisälämpötila vaihteli mittausaikana +15 °C - +17 °C. Yölliset pudotukset johtuvat TK 11 -ilmanvaihtokoneen yöpysäytyksestä, koska tila lämmitetään ilmanvaihdolla (liite 4). Lämpötilalogger-mittaushetken ulkolämpötila on myös liitteessä 4.

Kioskissa sisälämpötila vaihteli +24 °C - +22 °C ulkoilman ollessa +2 °C - -2 °C (liite 5). Toimenpide-ehdotus on luvussa 6.

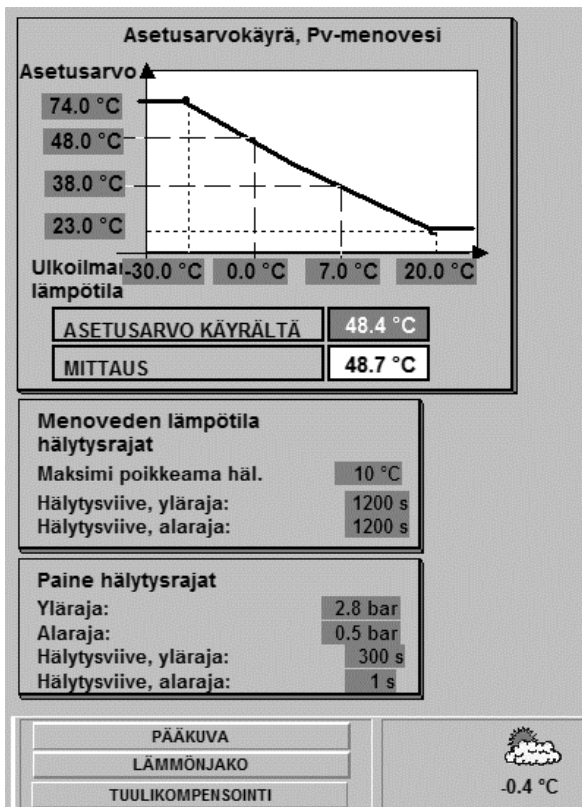
Liikuntasalin etuaulassa lämpötila oli +19 °C - +21,5 °C.

Liikuntasalissa lämpötila laski yön aikana noin 2 °C, koska ilmanvaihtokone on pysähdyksissä aikaohjelman mukaisesti klo 23.00–06.00 ja tila lämmitetään ilmanvaihdolla. Koneen käyntiaikana sisälämpötila pysyi vakiona noin +19 °C ulkolämpötilan ollessa +3 °C - -3 °C (liite 6).

Keilahallissa sisälämpötila pysytteli +23 °C:n ja +20 °C:n välissä. Lämpötilan vaihtelu kertoo suurista vaihtuvista lämpökuormista (keilakoneet ja keilaajat). Ulkolämpötila ja sisälämpötila ovat liitteessä 7.

Patteriverkosto

Patteriverkosto on uudistettu 2007 lukuun ottamatta toimiston ja väestönsuojan patterilinjoihin. Liikuntakeskuksen patteriverkoston menoveden lämpötilaa säädetään ulkoilman lämpötilan mukaan. Lämmönsäätö toimii asetusparametrien mukaisesti (kuva 6).

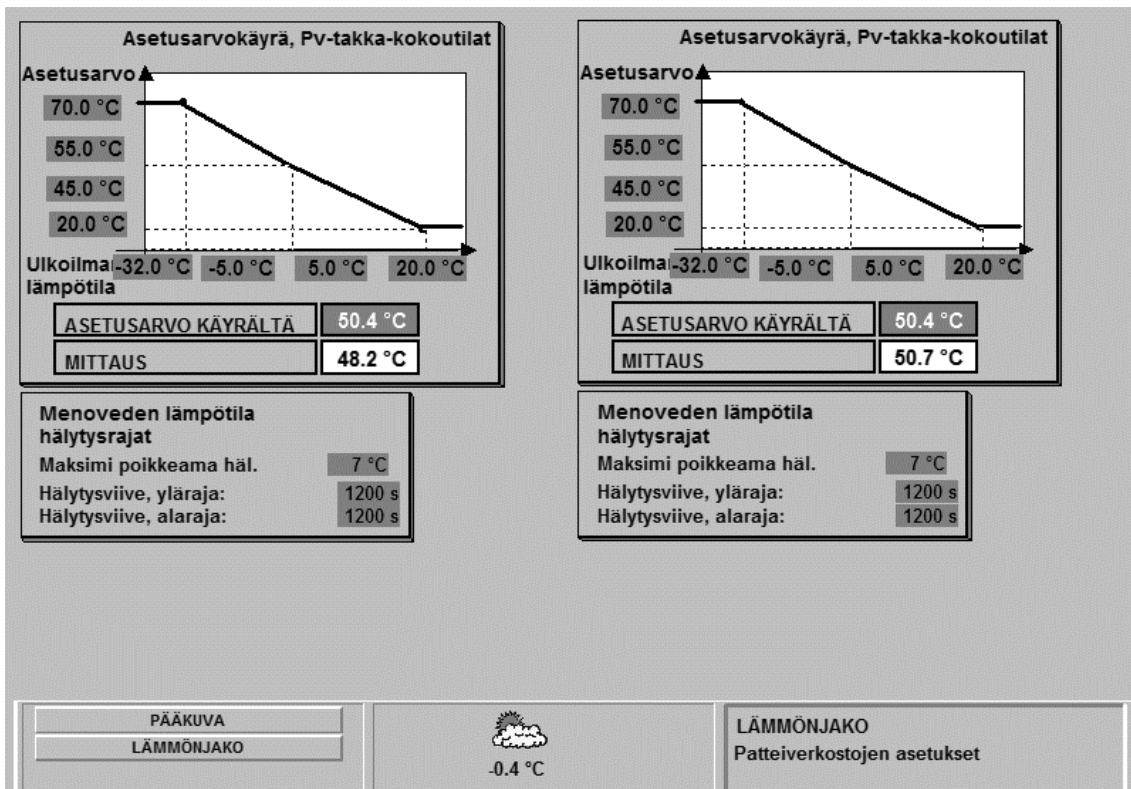


KUVA 6. Patteriverkoston asetusarvokäyrä

Patteripiiri palvelee kioskia, kahviota, kuntosalia, pukuhuoneita, henkilökunnan sosiaalitylöitä ja teknisiä tiloja. Patteriverkoston linjasäätöventtiilit ovat uudistettu 2007. Lämmityspatterit on varustettu termostaattisilla patteriventtiileillä. Patteriventtiilit on uusittu saneerauksen yhteydessä. Toimiston ja väestönsuojan lämmityspatterit ovat alkuperäisiä. Lämpöjohtopumpun kesäaikaista pysäytystä ei

suositella tässä kohteessa, koska lämmitysvedellä kuivatetaan uima-allastilasta ja suihkuista kantautunut vesi pukuhuoneiden lattialta.

Ilmanvaihtopiiristä on otettu jälkisäätö kokous- ja takkahuoneelle ja asunnolle sekä jälkisäätö Terveystalolle ja keilahallille. Patteriverkoston menoveden lämpötilaa säädetään ulkoilman lämpötilan mukaan. Oikeanpuoleinen kuvaaja on Terveystalon ja keilahallin säätökäyrä, vasemmanpuoleinen kuvaaja on takka- ja kokoushuoneen säätökäyrä. Asetusarvot ovat käyrien mukaisia. (Kuva 7.)



KUVA 7. Patteriverkoston asetuskäyrät, jälkisäätö on otettu ilmanvaihtopiiristä

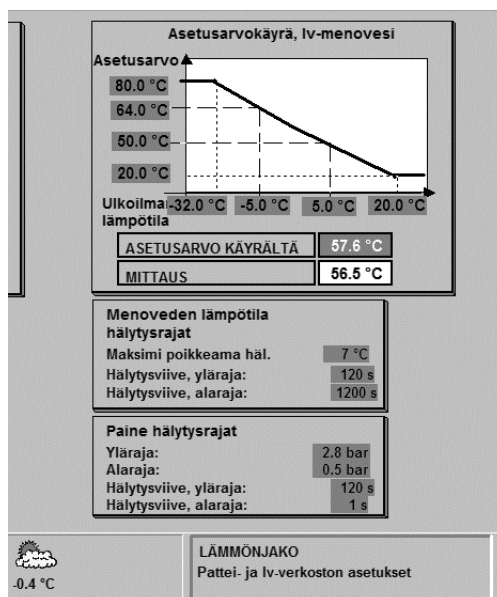
Menoveden lämpötila on Terveystalolle ja keilahallille asetusarvossaan, mutta takka- ja kokoushuoneeseen menoveden lämpötila näyttäisi jäävän hieman asetusarvosta. Pidemmässä seurannassa takka- ja kokoushuoneen menoveden lämpötila näyttäisi heiluvan nopeasti +50 °C - +44 °C. Toimenpide-ehdotus on luvussa 6.

IV-verkoston liitettyjä patteriverkostoja ei ole saneerattu, joten ne ovat vuodelta 1988. Vuonna 2007 tehdyssä lämmönjakokeskuksen remontin yhteydessä IV-verkoston päälinjat on uusittu, ja niihin on asennettu uudet linjasäätöventtiilit. Linjat on liitetty vanhoihin patteriverkoston putkiin keilahallin kohdalla, minne on sijoitettu myös jälkisäätö patteripiirille.

Ilmanvaihtoverkosto

IV-verkosto on uusittu pääosin vuonna 2007. Tennishallin iv-verkosto on vuodelta 1986, liikuntasalin vuodelta 1968, takka- ja kokoustilan, terveystalon ja keilahallin verkosto on vuodelta 1988.

Rakennuksen kaikki tuloilmakoneet, lukuun ottamatta asuntoilmanvaihtokoneita on kytketty iv-verkoston lämpöjohtoverkkoon. Ilmanvaihtokoneille ei ole jälkisäätöä siirtimen jälkisäädön lisäksi. Siirtimen lämmönsäätö tapahtuu ulkoilman lämpötilan mukaan kompensoituna säätönä (kuva 7). Menoveden lämpötilat vastaavat säätökäyrän asetusarvoja.



KUVA 8. Ilmanvaihtoverkoston asetusarvokäyrä

Liikuntasalin IV-verkoston linjasäätöventtiilit ovat vuodelta 1968. Jos tähän verkostoon tehdään muutoksia, on linjasäätöventtiilit vaihdettava säädön mahdollistamiseksi. Tarkastuksissa huomattiin, että keilahallin, Terveystalon sekä takkaja kokoustilan ilmanvaihtokoneiden linjasäätöventtiilit ovat huonokuntoisia vuodelta 1988 olevia venttiileitä. Vuotojälkiä näkyi erityisesti glykoli-lämmöntalteenoton venttiileissä. Jos näihin IV-verkostoihin tehdään muutoksia, on linjansäätöventtiilit uusittava säädön mahdollistamiseksi. Muissa iv-koneissa linjasäätöventtiilit ovat hyväkuntoisia verkoston perussäätöä varten.

5.2 Vesi- ja viemärijärjestelmät

Rakennus on liitetty Ylivieskan kaupungin vesi- ja viemäriverkkoon. Käyttövesiverkostoon on asennettu 0,5 m³:n lämminvesivaraaja tasaamaan kulutushuippuja. Varaaja onkin tasannut lämmönkulutushuippuja, sillä mitattu hetkittäinen huipputeho on ollut viimeisen kolmen vuoden ajalta 986 kW. Vertailukohtana voidaan pitää ilmanvaihdon ja lämmityksen siirtimien yhteenlaskettua mitoitustehoja 1040 kW. Rakennus on varustettu lämmönjakohuoneeseen sijoitetulla vesimittarilla. Uimahallilla on oma alamittaus.

5.2.1 Lämpimän käyttöveden energiatalous

Lämpimän käyttöveden menoveden lämmönsäätö tapahtuu kiinteistöautomaation vakioilämpötilasäädön mukaan säätöventtiilin avulla. Asetusarvo on +65 °C ja mitattuarvo oli mittaushetkellä +64,9 °C, joten lämpimän veden säätö toimii hyvin. Paluuveden lämpötila oli +50,1 °C. Lämpimän veden asetuservo on ollut +75 °C vuoteen 2013 asti, koska jäähallilla tarvittiin kuumempaa vettä jäänhoi-dossa. Lämpimän käyttöveden verkostoon ei ole liitetty lämpöä kuluttavia laitteita.

5.2.2 Vesi- ja viemärikalusteet sekä vesijohtoverkoston painetaso

Rakennuksen vesikalusteet on uusittu nykyaikaisiksi, vettä säästäviksi 1-otehanoiksi. WC-laitteet olivat pääasiassa 6 litran vesisäiliöllä varustettuja hyväkuntoisia laitteita. Siivoustilassa on teollisuuspyykinpesukone. Uimahallissa on käytössä lattianpesujärjestelmä.

Ylivieskan vesijohtoverkoston staattinen paine on noin 3,5 Bar. Liikuntakeskussa on käytössä paineenkorotuspumppuja 2 kappaletta (2,5 l/s, 40 kPa). Paineenkorotuksen ollessa pois 1. kerroksen vesihanoilta mitattuna painetta oli 3 Bar. Paineenkorotuksen ollessa käynnissä 1.kerroksen vesihanoilta mitattuna painetta oli 3,7–4,5 Bar. Vesikalusteissa paine siis riittää, vaikka paineenkorotuspumput eivät ole käynnissä. Paineenkorotus on käytössä vain lattianpesujärjestelmän takia. Toimenpide-ehdotus on luvussa 6.

Suoritettujen hanamittauksien (liite 2) perusteella hana- ja suihkuvirtaukset olivat yleensä suihkuissa n. 0,2 - 0,22 l/s eli noin 1 - 1,1-kertaisia ja pesuallashanoissa 0,1 - 0,17 l/s eli noin 1 - 1,7-kertaisia, normivirtaamaan nähden. Hanamittaukset tehtiin Oras-virtaamamittarilla (kuva 9).



KUVA 9. Virtaamamittari (12)

Pesuallashanojen virtaamat oli säädetty hyvin. Siivoustilassa virtaamat olivat suurempia tarkoituksenomaisesti. Suihkut toimivat painonapista tai liiketunnistimesta 60 s/kerta. 28.11.2014 tehtiin käyttäjäkysely, jonka mukaan suihkujen virtaamaa voisi pienentää.

5.3 Ilmanvaihtojärjestelmät

Rakennuksessa on käytössä seuraavat ilmanvaihtojärjestelmät. Vuonna 1969 rakennettua rakennusosaa palvelee 6 kpl tulo-poistoilmakoneita:

- TK 01, vm 2007, palvelee uima-allastilaa.
- TK 02, vm 2007, palvelee kuntosali ja kahviota.
- TK 10, vm 2007, palvelee vedenkäsittelytilaa.
- TK 08 palvelee kioskia.
- TK 09, vm 2007, palvelee pesu- ja pukutiloja.
- TK palvelee henkilökunnan sosiaalitylöitä.

Sekä yksi tuloilmakone:

- TK 12, vm 1969, palvelee liikuntasali-tilaa.

Puhaltimissa on taajuusmuuttajat.

Huippuimurit palvelevat seuraavia alueita:

- TK01PF02 WC:t.
- TK01PF03 WC:t, tekn.tila, sähkötila.
- TK01PF04 IV-konehuone.
- TK02PF02 WC:t, atk, siivoushuone.
- TK07PF03 tekniset tilat.
- TK08PF02 varasto, WC.
- TK09PF02 pyörätuolivarasto.
- TK10PF02 tasausaltaat.
- TK12PF01 liikuntasali.
- TK12PF02 liikuntasalin pukuhuoneet.
- TKPF02 henkilökunnan WC-tilat.

Huippuimurit ovat pääsääntöisesti kaksinopeuspuhaltimia, joiden käyntiajat on sidottu isäntäkoneiden käyntiaikoihin. Huippuimurit pyörivät aina vähintään osateholla.

TK12PF01 on taajuusmuuttajakäyttöinen puhallin, jonka pyörimisnopeus määräytyy liikuntasalin tulokoneen kiertoilmavirran suuruudesta. WC-tilojen ja teknisten tilojen huippuimurit pyörivät aina kokoteholla.

Vuonna 1980 rakennettua squash-hallia palvelee TK 03, vm 2014, tulo-poistoilmanvaihtokone. Vuonna 1986 rakennettua tennishallia palvelee TK 11, vm 1986, tulo-poistoilmanvaihtokone.

Vuonna 1988 rakennettua laajennusosaa palvelee 4 kpl tulo-poistoilmanvaihtokoneita:

- TK 04, vm 1988, palvelee keilahallia.
- TK 05, vm 1988, palvelee lääkäriasemaa.
- TK 07 palvelee pientä konttoria.

Sekä yksi tuloilmakone:

- TK 06, vm 1988, palvelee takkahuonetta/kokoustilaa.

TK 11:ssa, TK 03:ssa ja TK 04:ssa on kiertoilmatoiminto, TK 11:n kiertoilmavirtaa säätää tennishallin sisäilman lämpötila ja TK 04:n kiertoilmavirtaa säätää sisäilman kosteuden asetusarvo joka on 45 %.

Huippuimurit palvelevat seuraavia alueita:

- TK06PF01,02,03 palvelevat takkahuonetta/kokoustilaa.
- TK07PF02,03 palvelevat WC-, atk-, siivoustilaa ja teknistä tilaa.
- TK08PF02 palvelee kioskin WC-tilaa, varastoa ja siivoustilaa.

Huippuimureiden käyntiajat on sidottu isäntäkoneiden käyntiaikoihin. Huippuimurit käyvät aina vähintään osateholla.

Rakennuksessa on kiinteistöautomaatiojärjestelmä, johon on liitetty kaikki ilmanvaihtokoneet lukuun ottamatta asuntoilmanvaihtokoneita ja tennishallin ilmanvaihtokoneita. Tennishallin ilmanvaihtokone on liitetty Ouman 203 -automaatiojärjestelmään.

5.3.1 Ilmanvaihtokoneet

Liitteessä 9 on lueteltu ilmanvaihtokoneet, ilmanvaihtokoneiden palvelualueet, käyttöajat, ilmamäärät, suunnitteluarvot ja tilojen aukioloajat. Huippuimurit on lueteltu edellisessä kohdassa.

Ohjaustavat ja käyntiajat

Kaikki iv-koneet käyvät käyntiaikaohjelmien mukaisesti. TK 03:n ja TK 05:n käyntiajat on muutettu yöpysäytyksistä jatkuvalla käytölle Terveystalon sisäilmasta johtuvan palautteen vuoksi. Tehtyjen mittausten perusteella Terveystalon hiilidioksidimäärät olivat hyvällä, S1-luokan tasolla, 650–710 ppm; sisälämpötila oli noin 22–23 °C (liite 9). Toimenpide-ehdotus on luvussa 6.

TK 01 (kahvio/kuntosali) ja TK 09 (pukuhuoneet) käyvät jatkuvasti. Toimenpide-ehdotus on luvussa 6.

TK 02 (allastila) ja TK 10 (vedenkäsittelytila) käyvät jatkuvasti, mikä onkin näissä tiloissa tarpeenmukaista. Muiden ilmanvaihtokoneiden käyntiajat on määritetty tilojen aukiolojen mukaan.

Ilmavirrat ja palvelualueet

Ilmanvaihtokoneiden palvelualueet on esitetty kohdassa 5.3 sekä liitteessä 9. Palvelualueet ovat tarkoituksenmukaisia, lukuun ottamatta ilmanvaihtokoneen TK 01 palvelualueita. Tätä selvitetään tarkemmin kohdassa säätötavat.

Kaikkia ilmanvaihtokoneiden tulo- ja poistokokonaisilmavirtoja ei pääse mittaamaan kanavarakenteiden takia. Katselmoijalla on tiedot 1966, 1988, 2007 ja 2014 asennettujen ilmanvaihtokoneiden suunnitteluilmavirrat lukuun ottamatta tennishallin ilmavirtoja. Tehtyjen mittausten perusteella ilmavirrat ovat suunnitteluarvoissa. Terveystalon TK 05 ilmavirtamittaus antoi tulokseksi +0,7/-0,58 m³. Koska tuloilmavirta on poistovirtaa suurempi, ilmanvaihtokoneelle ehdotetaan tarkistusmittausta. Mitatut ja suunnitteluilmavirrat on taulukoitu liitteessä 9.

TK 01:n, TK 03:n, TK 04:n, TK 05:n, TK 09:n ja TK 12:n tulo ja poistoilmavirtojen säätö tapahtuu sisälämpötilan mukaan. TK 02:n ja TK 10:n tulo ja poistoilmavirtojen säätö tapahtuu sisäilman kosteuden mukaan. TK 06:n ilmavirta määräytyy kahden liiketunnistimen mukaan mikäli molemmat tunnistimet havaitsevat

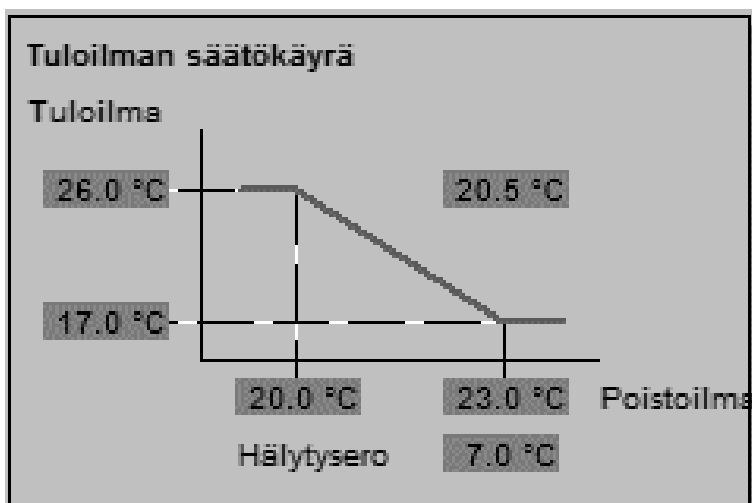
liikettä, kone käy kokoteholla, ja mikäli vain toinen havaitsee, kone käy puoliteholla.

TK 11:n ilmavirtana käytettiin urheiluhallin ilmanvaihtonormia 2 l/sm², koska ilmavirtaa ei päässyt kanavarakenteiden vuoksi mittaamaan eikä suunnitteluasiakirjoja ole saatavilla.

TK 12 -huippuimurin ilmavirta säätyy taajuusmuuttajalla, isäntäkoneen kiertoilmapellin asennon mukaan. TK 02:n ja TK 04:n ulkoilmavirran vähentämistä tulisi harkita allastilan ja keilahallin sisäilman suhteellisen kosteuden lisäämiseksi. Keilahallin TK 04 ja lääkäriaseman TK 05 -ilmanvaihtokoneissa ilmavirta näyttäisi vähenevän sisälämpötilan noustessa. Toimenpide-ehdotus on luvussa 6.

Säätötavat

Ilmanvaihtokoneiden säätötavat on esitetty liitteessä 9. Taulukossa ja tässä luvussa esiintyvä termi kaskadisäätö tarkoittaa tuloilmanlämpötilan säätöä poistoilman lämpötilan mukaan (kuva 10).



KUVA 10. TK 01 tuloilman säätökäyrä

Kuntosalin ja kahvion TK 01 -ilmanvaihtokone ei palvele tilojen nykykäyttöä hyvin, sillä kuntosalille tulee puhalttaa viileää ilmaa ja kahvioon lämmintä. Kuntosalille onkin asennettu kaksi jäähdytintä omilla puhaltimilla sisäilman viilentämiseksi. Kuntosalin jäähdytetty sisäilma voi lisäksi aiheuttaa tuloilman turhaa lämmittämistä. Toimenpide-ehdotukset ovat luvussa 6.

TK 02,TK 09 ja TK 12 ovat kaskadisäädöllä. Tuloilman lämpötilan säätö on tarkoituksenomainen ja se toimii hyvin. TK 04 ja TK 05 ovat kaskadisäädöllä. Kaskadisäädön käyrä on liian korkea. Tuloilman lämpötila pysyy asetetun käyrän mukaisena. Toimenpide-ehdotukset ovat luvussa 6.

TK 06:ssa on vakio sisäänpuhalluslämpötila, jonka asetusarvo on +21 °C. Tätä sisäänpuhalluslämpötilaa voidaan laskea, koska palveltavassa tilassa on patterilämmitys. Toimenpide-ehdotus on luvussa 6.

Vedenkäsittelytilan kone TK 10 toimii kaskadisäädöllä. Tuloilman lämpötila ei pysy kaskadisäädön mukaisena. Kaskadisäädön mukaan tuloilman lämpötila tulisi olla 15 °C, mutta sisään puhalletaan 19,2 °C (liite 8). Toimenpide-ehdotus on luvussa 6.

Lämmöntalteenottolaitteet

Vuonna 2007 asennetut uudet iv-koneet on varustettu lämmöntalteenotolla. TK 01 ja TK 03 on varustettu pyörivällä lämmönsiirtimellä sekä TK 02, TK 10 ja TK 09 on varustettu glykoli-lämmöntalteenotolla. Kioskin TK 08 ja henkilökunnan sosiaalitalan koneet ovat asuntoilmanvaihtokoneita, joissa on ristivirtalämmöntalteenottokennot.

Ilmanvaihtokoneissa TK 04 ja TK 05 on glykoli-lämmöntalteenotto. TK 07 -ilmanvaihtokoneessa on ristivirtalämmöntalteenotto. TK 06,TK 11 ja TK 12 -ilmanvaihtokoneissa ei ole lämmöntalteenottoa. Ehdotetut toimenpiteet ovat luvussa 6.

Kostutuslaitteet

Keilahallin TK 04 -ilmanvaihtokoneessa on sähkökostutin teholtaan 30 kW. Huonetilan suhteellinen kosteus jää kuitenkin 25 %:iin asetusarvon ollessa 45 % ja sisälämpötilan 21,3 °C. Ehdotetut toimenpiteet ovat luvussa 6.

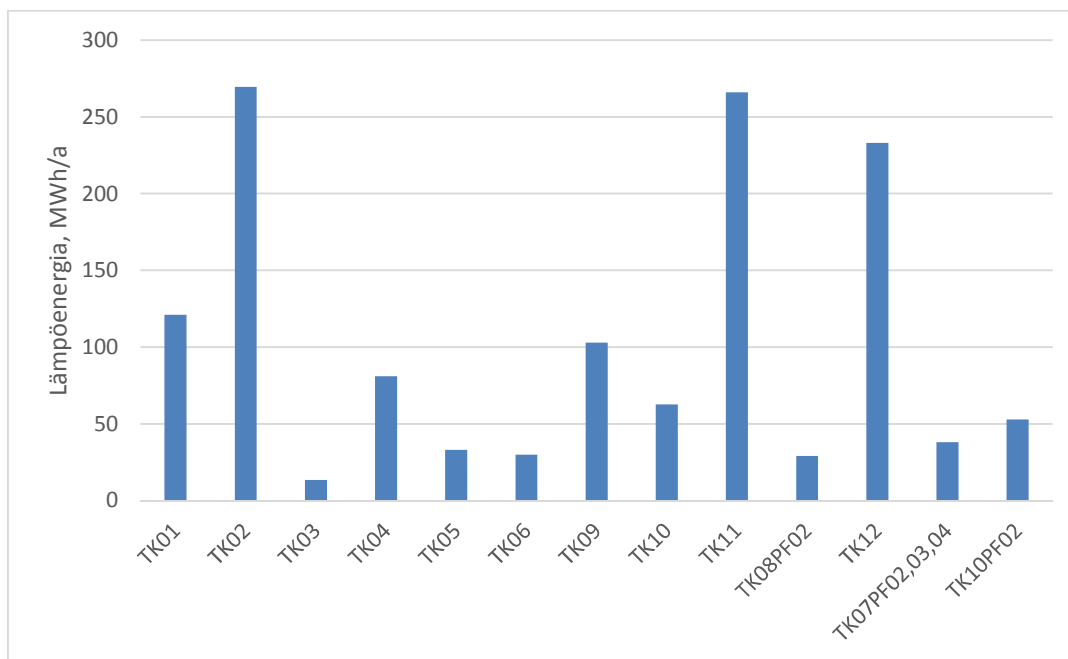
Ilmanvaihdon energiankulutus

TK 12 -ilmanvaihtokoneen suurta lämpöenergiankulutusta (kuva 11) selittää lämmöntalteenoton puute ja suuri ulkoilmavirta (1,6 m³/s). Myös TK 11 ilmanvaihtokoneen lämmönkulutuksessa näkyy lämmöntalteenoton puute sekä suuri ulkoilmavirta (2,6 m³/s). Toimenpide-ehdotukset ovat luvussa 6.

Pesu- ja pukutilan TK 09 -ilmanvaihtokoneen lämmönkulutusta (kuva 11) nostaa huono lämmöntalteenoton hyötysuhde ~40 % ja pitkä käyntiaika 24h/vrk/7d. Toimenpide-ehdotukset ovat luvussa 6.

TK 02 -ilmanvaihtokoneen lämmönkulutusta nostaa suuri ulkoilmamäärä (2,8 m³/s), koneen jatkuva käynti ja huono lämmöntalteenoton hyötysuhde ~40 % (kuva 11). Toimenpide-ehdotukset ovat luvussa 6. TK 01:n energiankulutusta selittää koneen jatkuva käynti sekä liian jyrkkä kaskadisäätökäyrä (ks. luku 3.3.2 Säädetävät).

TK 03:n ja TK 05:n käyntiaikoja on muutettu marraskuussa jatkuvalla käytölle. Käyntiaikamuutokset eivät näy tässä kulutuslaskelmassa (kuva 11). Ilmanvaihdon kuluttama energia laskettiin kaavalla 2.



KUVA 11. Ilmanvaihdon lämpöenergian laskennallinen kulutus MWh/a 2011–2013

5.4 Jäähdytysjärjestelmät

Rakennuksessa on 5 kW:n tehoiset Split-jäähdyttimet toimistossa ja kahviossa. Jäähdyttimet ovat käynnissä silloin kun on tarvetta. Kuntosalissa puolestaan on kaksi 10 kW:n tehoista puhallinjäähdytintä, jotka ovat käynnissä toisinaan myös talvella. Uimahallissa on kylmäallas, jonka veden lämpötila on trendiseurannan mukaan 6–8 °C. Rakennuksessa ei ole ilmanvaihdon jäähdytystä.

5.5 Rakennusautomaatio

Rakennuksessa on laaja automaatiojärjestelmä ilmastoinnin, lämmityksen sekä uimahallin toimintoja varten. Automaatio mittaa sähkön- ja lämmönkulutusta reaaliaikaisesti. Tennishallin ilmanvaihtokone on liitetty erilliseen Ouman 203 -säätimeen. Liikuntakeskuksen kiinteistöhuolto käyttää aktiivisesti selainpohjaista automaatiosovellusta rakennuksen ilmanvaihdon säätötoimenpiteisiin, valvontaan ja ohjaukseen.

5.6 Rakenteet

Rakennuksen ikkunat ovat 3-lasisia ja verraten hyväkuntoisia, eikä rakovuotoja havaittu. Ulko-ovet ovat pääpiirteissään kohtuukuntoisia teräs-lasiovia. Liikuntasalin ulko-ovi on huonokuntoinen ja siinä on suuria rakovuotoja. Toimenpide-ehdotus ovat luvussa 6.

Rakennus on pääosin rakenteeltaan betonirunkoinen ja tiilivuorattu. Rakennusvaippa on kohtalaisen hyväkuntoinen. Uimahallin ulkoseinät ovat lämpölasia.

6 EHDOTETUT TOIMENPITEET

Kaikki tässä kohdassa esitetyt hinnat ja kustannukset ovat alv 0 %. Kaukolämmön hintana on käytetty Herrfors Oy:n 2014 lähtien voimassa olevaa lämmön hintaa 50,41 €/MWh. CO₂-päästöjen laskennassa on käytetty Motivan 1.4.2014 arvoja. Ylivieskan kaupunki kuuluu CO₂-päästöjen osalta ryhmään kaukolämmön ja sähkön yhteistuotanto, jonka kerroin on 209 kg CO₂/MWh. (13.)

Sähkön hintana on käytetty 2012 lähtien voimassa ollutta hintaa 92,9 €/MWh. CO₂-päästöjen laskennassa on käytetty Motivan 1.4.2014 annettua CO₂-kerrointa 223 kg CO₂/MWh. (13.)

Veden hintana on säästölaskelmissa käytetty Ylivieskan Vesilaitoksen voimassa olevia hintoja. Veden hinta on 0,89 €/m³ ja jäteveden 2,46 €/m³, yhteensä 3,32 €/m³.

6.1 Lämmitysjärjestelmät

6.1.1 Lämmöntuotanto

Kaukolämmön tilausteho/tilausvesivirta

Kaukolämmön mittaus on vaihdettu vuonna 2008. Käytettävissä on mittaustiedot vuodelta 2011–2013. Laskinosaan on rekisteröitynyt huipputehoksi 986 kW ja huipputilausvesivirraksi 22,9 m³/h.

Voimassaoleva sopimusteho on 1597 kW ja tilausvesivirta 27,37 m³/h.

Edellä mainittujen tietojen perusteella esitetään liittymistariffin muuttamista, jolloin uusi tilausvesivirta on 23 m³/h, 1341 kW ja perusmaksu on suuruudeltaan 12 292,80 €/a nykyisen perusmaksun 13 593,31 €/a sjaan. Lopullisen tilausvesivirran määrittelee lämmönmyyjä.

Säästö on 1301 €/a.

6.1.2 Lämmönjakelu

Ehdotetaan keilahallin sisälämpötilan alentamista 18 °C:een käyttöajan ulkopuolella. Keilahallin sisälämpötila on käyttöaikana +22...+23 °C, jonka lämpötila alennetaan 21 °C:seen.

Säästö koostuu johtumishäviöiden vähenemisestä. Johtumishäviöt on laskettu 1980-luvun rakennusten tyypilliselle johtumishäviöarvolle $U=30 \text{ W/m}^2$. Johtumishäviöt ovat keilahallissa 13,5 kW. Tästä lasketaan lämpökoduktanssit W/K sisälämpötilalle 23 °C.

Lämpökoduktanssi lasketaan kaavalla 5 (14, s. 58).

$$G = \frac{\varnothing}{(T_1 - T_2)} \quad \text{KAAVA 5}$$

G= Lämpökoduktanssi (W/K)

\varnothing = johtumishäviö (W)

T_1 = sisälämpötila (°C)

T_2 = ulkolämpötila (°C)

Lämpökoduktanssin avulla saadaan johtumishäviöt ehdotetuille sisälämpötiloille +18 °C ja +21 °C. Kun nämä kerrotaan käyttöajan ja käyttöajan ulkopuolilla tuntimäärällä, saadaan uusi lämpöhäviöenergia (taulukko 5).

Toimenpiteet vähentävät myös kustutuksen tarvetta, jota ei ole otettu laskennassa huomioon. Investoinnit koostuvat magneettiventtiin ja huonelämpötilanturin asennuksesta ja automaatioon liittämisestä.

TAULUKKO 5. Säästö ja kannattavuus, Keilahallin sisälämpötilan alentaminen käyttöaikana 21 °C:seen ja käyttöajan ulkopuolella 18 °C:seen

	Määrä
Ennen, MWh/a	42
Jälkeen, MWh/a	36
Säästö lämpöenergia, MWh/a	6
Säästö, €/a	325
Investoinnit, €	900
CO ₂ , kg	959
Takaisinmaksuaika, a	3

6.2 Vesi- ja viemärijärjestelmät

6.2.1 Vesijohtoverkoston painetaso

Ylivieskan kaupungin verkostopaine on n. 3,5 bar. Liikuntakeskuksessa on käytössä paineenkorotus, kaksi 2,5 l/s, 40 kPa pumppua rinnan. Paineenkorotuksen ollessa päällä painetta oli hanoilta mitattuna 4,0–4,5 bar ja hanojen virtaamat olivat 10–70 % liian suuria. Paineenkorotuksen ollessa pois päältä virtaamat olivat normivirtaamien mukaiset ja vedenkulutus vesikalusteissa väheni 15 %. Kokonaissäästö kylmästä vedestä on 825 m³(v. 2012), lämpimästä vedestä säästö 315 m³/a ja lämpimän veden lämmitysenergiasta 26 MWh/a. Sähkön säästö koostuu paineenkorotuspumppujen kuluttaman sähköenergian väheneemisestä (taulukko 6).

TAULUKKO 6. Säästö, paineenkorotuksen pois jättäminen

	Vesi m ³ /a	Lämmin käyttövesi m ³ /a	Lämpöenergia MWh/a
Ennen	5501	2103	172
Jälkeen	4676	1787	146
Säästö	825	315	26

Investointi muodostuu erillisen käyttöjärjestelmän asentamisesta, millä paineenkorotuspumppu voidaan käynnistää uimahallitilojen lattiapesun ajaksi. (Taulukko 7.)

TAULUKKO 7. Kannattavuus, paineenkorotuksen pois jättäminen

Säästöt	Määrä	Säästö	Investointi	CO ² , kg
Lämpöenergia, MWh	26	1 299 €		5384
Vesi, m ³ /a	825	2 740 €		
Sähköenergia, MWh/a	3	261 €		628
Säästöt yht, MWh/a	854	4 300 €		6012
Investoinnit, €			700	
Takaisinmaksuaika, a	0,2			

6.3 Ilmanvaihtojärjestelmät

6.3.1 Tarpeenmukainen ilmanvaihto

Käyntiajat

Ilmanvaihtokoneet TK 01, TK 03 (muutettu marraskuussa 2014), TK 05 (muutettu marraskuussa 2014) ja TK 09 ovat jatkuvalla käytöllä. Jatkuva käynti ei ole näissä tiloissa tarkoituksenmukaista.

Koneet käyvät tilojen sulkeutumisen jälkeen ja ennen tilojen aukeamista kahden tunnin ajan sekä käyntiajan ulkopuolella 30 % teholla. TK 03:n ja TK 05:n säästöt on laskettu koneiden jatkuvan käytön mukaan. Ilmanvaihdon nykyinen energiankulutus on laskettu kaavalla 2.

Uusi lämpöenergian kulutus on laskettu kaavalla 6.

$$Q_{uusi} = \frac{Q_{nykyinen}}{t_{nykyinen}} * t_{uusi}$$

KAAVA 6

Q_{uusi} = ilmavaihtokoneen uusi lämpöenergian kulutus (MWh/a)

$Q_{nykyinen}$ = ilmanvaihtokoneen nykyinen lämpöenergian kulutus (MWh/a)

$t_{nykyinen}$ = ilmanvaihtokoneen nykyinen käyntiaika (h)

t_{uusi} = ilmanvaihtokoneen uusi käyntiaika (h)

Uusi puhaltimien sähköenergian kulutus on saatu kaavalla 7.

$$Q_{uusi} = \frac{Q_{nykyinen}}{t_{nykyinen}} * t_{uusi}$$

KAAVA 7

Q_{uusi} = ilmavaihtokoneen uusi sähköenergian kulutus (MWh/a)

$Q_{nykyinen}$ = ilmanvaihtokoneen nykyinen sähköenergian kulutus (MWh/a)

$t_{nykyinen}$ = ilmanvaihtokoneen nykyinen käyntiaika (h)

t_{uusi} = ilmanvaihtokoneen uusi käyntiaika (h)

Käyntiaikamuutokset ja käyntiaikojen ulkopuolinen moottoritehon määrittäminen voidaan tehdä automaation kautta. Ilmanvaihtokoneiden käyntiaikojen muuttamisella saavutetaan lyhyet takaisinmaksuajat koska säästöt ovat suuret ja investoinnit pienet. (Taulukko 8.)

TAULUKKO 8. Kannattavuus, käyntiaikamuutokset

	TK01	TK03	TK05	TK09	Yhteensä
Säästö					
Lämpöenergia, MWh/a	32	5	22	27	87
Lämpöenergia, €/a	1613	275	1114	1361	4385
Sähköenergia, kWh/a	7503	3820	3988	1694	17006
Sähköenergia, €/a	697	355	370	157	1579
CO2 lämmitys, kg/a	6688	1139	4619	5643	18089
CO2 sähkö, kg/a	1673	852	889	378	3792
Kokonaissäästö, €/a	2310	630	1484	1518	5942
Kokonaissäästö, CO2, kg/a	8361	1991	5508	6021	21881
Kannattavuus					
Investoinnit, €/a	200	200	200	200	800
Takaisinmaksuaika/a	0	1	0	0	0,13

Ilmanvaihtokoneiden uudet käyntiajat, nykyinen energiankulutus ja toimenpiteellä saatavat säästöt on lueteltu taulukossa 9.

TAULUKKO 9. Käyntiaikamuutokset

IV-kone	Palveltava tila	Nykyinen käyntiaika	Ehdotettu käyntiaika	Nykyinen kulutus MWh/a	Säästö MWh/a	Säästö €/a
TK 01	Kahvio/Kuntosali	24h/vrk/7d	ma-pe 6.00–23.00, la-su 10.00–19.00	121	32	1620
TK 03	Squash	ma-pe 07-21, la 07-19	ma-pe 6.00–23.00, la-su 10.00–19.00	13	6	290
TK 05	Terveystalo	ma-pe 06.00-20.00	ma-pe 06.00-20.00	57	22	1152
TK 09	Pesu – ja Pukutilat	24h/vrk/7d	ma-pe 06.00-23.00, la 10.00–19.00	103	27	1383
Yhteensä				295	86	4445
		11/2014 eteenpäin 24h/vrk/7d		Kulutus laskettu 11/2014 muutetuilla käyntiajoilla	Säästö laskettu 11/2014 muutuilla käyntiajoilla	

Ilmavirrat

Uimahallin ilmanvaihtokoneessa TK 02 on glykoli-lämmöntalteenotto ja kiertoilmatoiminto. Ulkoilman osuus tuloilmasta oli useamman eri havainnon mukaan noin 62 %, kun ulkoilmapellin asento oli 30 % ja kiertoilmapellin 70 % ulkolämpötilan ollessa -10...-20 °C. Allastilan kosteus pysytteli seurannan aikana 40 %:n alapuolella, kun asetusarvo oli 50 %. Tästä voidaan todeta, että ulkoilman osuus on pakkaskaudella liian suuri ja tätä voidaan pienentää. Liitteen 12 laskennan mukaan kosteuden poistoon riittää talvitilanteessa 1,6 m³/s ulkoilmavirta.

Säästölaskennassa käytetään kokonaisilmavirtana 3,7 m³/s sekä nykyistä ulkoilmavirtaa 2,3 m³/s ja uutta 1,6 m³/s ulkoilmavirtaa. Saavutettavan hyödyn kesto on pakkaskautena eli noin 4kk/a.

Ilmanvaihdon lämmitysenergian uusi ja nykyinen energiankulutus laskettiin kaavalla 2. Uima-allasvesien haihtuminen vähenee sisätilan kosteuden nousun myötä, kun sisäilman kosteus nousee 55 %:iin. Veden haihdunta on laskettu liitteessä 12. Toimenpiteen tuoma säästö saadaan vähentämällä uusi energiankulutus nykyisestä energiankulutuksesta.

TAULUKKO 10. Säästö ja kannattavuus, TK 02 ulkoilmavirran vähentäminen

	Määrä
Säästö	
Ilmanvaihto, MWh/a	33
Ilmanvaihto, €/a	1677
Haihtuminen, MWh/a	38,7
Haihtuminen, €/a	1950
CO2 ilmanvaihto, kg/a	8088
CO2 Haihtuminen, kg/a	4721
Kokonaissäästö, €/a	3627
Kokonaissäästö, CO2, kg/a	12809
Kannattavuus	
Investoinnit, €/a	300
Takaisinmaksuaika/a	0,1

Keilahallin TK 04 ilmanvaihtokoneessa on kiertoilmapelit kytketty automaatioon keskenään sekaisin. Kiertoilmakanavan pelti on kytketty ulkoilmakanavan peliksi ja ulkoilmakanavan pelti kiertoilmakanavan peliksi. Pidemmässä tarkastelussa kiertoilmakanavan maksimiasento 88 % näkyy automaatiossa ulkoilmakanavan pellin asennossa, vaikka ulkona oli pakkasta -2...-10 °C ja sisätilan kosteus 30 % (asetusarvo 45 %). Nämä peltien asennot ajavat ulkoilmavirraksi 90 % kokonaisilmamäärästä 1,5 m³/s. Kytkennän muuttaminen vähentää ulkoilmamäärää 0,8 m³:iin/s ja tämä puolestaan vähentää kostutuksen tarvetta tilassa.

Säästö laskettiin siten, että koneen ilmavirtana käytettiin 0,66 m³/s, ulkoilman lämpötilana Ylivieskan vuoden keskilämpötilaa 3,4 °C sekä glykoli-lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteena 40 %. Uusi ja vanha energiankulutus laskettiin kaavalla 2. Säästö saadaan vähentämällä uusi energiankulutus nykyisestä energiankulutuksesta. Investoinnit muodostuvat ohjelman korjauksesta. (Taulukko 11.)

TAULUKKO 11. Säästö ja kannattavuus, TK 04 kiertoilmajärjestelmien säädön korjaus

	Määrä
Ennen, MWh	80
Jälkeen, MWh	47
Säästö lämpöenergia, MWh/a	33
Säästö, €/a	1667
Investoinnit, €	300
CO ₂ , kg	6911
Takaisinmaksuaika, a	0,18

Palvelualueet

TK 01 ilmanvaihtokone palvelee kuntosalia ja kahviota. Kuntosalilla tarvitaan viileää tuloilmaa tilan käyttöluonteen ja lämpökuormien takia, kahviossa puolestaan tarvitaan lämmintä tuloilmaa. Nykytilanteessa tiloihin puhalletaan samaa, lämmintä ilmaa (+21 °C). Ehdotetaan, että kanavistot eriytetään asentamalla jälkilämmityspatteri kahvion haaraan jolloin kuntosalille voidaan puhalttaa viileää ilmaa. Säästöä kertyy turhan lämmittämisen pois jättämisestä ja jäädytystarpeen vähenemisestä.

Säästö laskettiin siten, että kuntosalille menevää tuloilmaa lämmitetään 5 °C vähemmän kuin nykyisin. Kuntosalihaaran ilmavirtana käytettiin mitattua arvoa 1,3 m³/s. Koneen käyntiaikana käytettiin raportin kohdassa ”käyntiajat” esitettyä uutta käyntiaikaa. Ilmanvaihtokoneen nykyinen lämpöenergian kulutus laskettiin kaavalla 2.

Tuloilman lämpötilan laskemisesta saavutettava lämmitysenergian säästö lasketaan kaavalla 8.

$$Q = \frac{q_{iv} * \rho * cp * (T_n - T_u) * t}{1000}$$

KAAVA 8

Q= ilmanvaihdon lämmitysenergia (MWh/a)

q_{iv}= ilmavirta (m³/s)

ρ= ilman tiheys (1,2 kg/m³)

cp= ilman ominaislämpökapasiteetti (1 kJ/m³)

T_n= nykyinen tuloilman lämpötila (°C)

T_u= uusi tuloilman lämpötila (°C)

t = koneen uusi käyntiaika (h)

Kuntosalissa oli myös kaksi 10 kW jäädytintä. Uusi alempi tuloilman lämpötila vähentää jäädytyksen tarvetta.

Ilmanvaihdon jäädytysteho lasketaan kaavalla 9

$$P_{jäädytys} = q_{iv} * \rho * cp * (T_t - T_s)$$

KAAVA 9

P_{jäädytys}= ilmanvaihdon jäädytysteho (kW)

q_{iv}= ilmavirta (m³/s)

ρ= ilman tiheys (1,2 kg/m³)

cp= ilman ominaislämpökapasiteetti (1 kJ/m³)

T_t= uusi tuloilman lämpötila (°C)

T_s= kuntosalin sisälämpötila (°C)

Jäädytysteho uudella tuloilman lämpötilalla on 7,77 kW. Kylmäkertoimen ollessa 3 säästetty sähköteho on 2,59 kW. Tämä jäädytysteho on hyödynnettävissä kuntosalin aukioloaikana 12h/d puolen vuoden ajan.

Ilmanvaihdon jäähdytysenergia säästö lasketaan kaavalla 10.

$$Q_{\text{sähkö}} = P_{\text{sähkö}} \cdot t$$

KAAVA 10

$Q_{\text{sähkö}}$ = säästetty jäähdytysenergia (kWh/a)

$P_{\text{sähkö}}$ = säästetty sähköteho (kW)

t = aika jolloin jäähdytystehoa on saatavilla (h)

Säästö saadaan vähentämällä uusi energiankulutus nykyisestä energiankulutuksesta (taulukko 12).

Investoinnit

- kanava- ja putkiosat 2000
- kanavalämmitin 1600
- asennustyö 3500
- lämmönsäädin 400
- suunnittelu 1000
- Yhteensä 8500 €**

TAULUKKO 12. Säästö ja kannattavuus, TK 01 tuloilman eriyttäminen

	Määrä
Lämmitys, MWh/a	
Ennen	89
Jälkeen	61
Säästö lämmitys, MWh/a	28
Säästö lämmitys, €/a	1428
Säästö jäähdytys, kWh/a	5657
Säästö jäähdytys, €/a	525
Säästö lämmitys CO₂, kg	5919
Säästö jäähdytys CO₂, kg	117
Kokonaissäästö, €/a	1953
Kokonaissäästö CO₂, kg	6036
Investoinnit, €	8500
Takaisinmaksuaika, a	4,4

6.3.2 Säätojärjestelmät

Säätojärjestelmän toiminta

TK 06 -ilmanvaihtokone puhaltaa kokous- ja takahuoneeseen vakioilämpöistä tuloilmaa. Tuloilmanlämpötila on +21 °C, joka on liian korkea. Lämpötila voidaan laskea +19 °C:seen. Ilmanvaihtokone käy liiketunnistimien mukaan, joten voidaan olettaa että tilassa olevat henkilöt hoitavat tuloilman lämmityksen. Uusi tuloilmanlämpötila leikkaa siis lämpökuormasta johtuvat ylilämpöpiikit.

Säästö laskettiin siten, että tuloilmaa lämmitetään 2 °C vähemmän kuin nykyisin. Koneen ilmavirtana käytettiin 0,66 m³/s, ulkoilman lämpötilana Ylivieskan vuoden keskilämpötilaa 3,4 °C sekä glykoli-lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteena 40 %. Uusi ja vanha energiankulutus laskettiin kaavalla 2. Säästö saadaan vähentämällä uusi energiankulutus nykyisestä energiankulutuksesta. Investoinnit muodostuvat ohjelman korjauksesta.

TAULUKKO 13. Säästö ja kannattavuus, TK 06 tuloilmanlämpötilan muutos

	Määrä
Ennen, MWh	30
Jälkeen, MWh	26
Säästö lämpöenergia, MWh/a	4
Säästö, €	177
Investoinnit, €	300
CO ₂ , kg	732
Takaisinmaksuaika	1,7

TK 10 vedenkäsittelytilan jälkilämmityspatterin säätöventtiili ei toimi kunnolla ja tuloilman lämpötila ylittää asetusarvon. Seurannan perusteella tuloilman asetusarvon ylitys on keskimäärin 5 °C.

Säästö laskettiin siten, että tuloilmaa lämmitetään 5 °C vähemmän kuin nykyisin. Koneen ilmapvirtana käytettiin 1 m³/s, ulkoilman lämpötilana Ylivieskan vuoden keskilämpötilaa 3,4 °C sekä glykoli-lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteena 40 %. Uusi ja vanha energiankulutus laskettiin kaavalla 2. Säästö saadaan vähentämällä uusi energiankulutus nykyisestä energiankulutuksesta. Investoinnit muodostuvat ohjelman korjauksesta.

TAULUKKO 14, Säästö ja kannattavuus, TK 10 Säätimen korjaus

	Määrä
Ennen, MWh	30
Jälkeen, MWh	5
Säästö lämpöenergia, MWh/a	25
Säästö, €	1272
Investoinnit, €	300
CO₂, kg	5273
Takaisinmaksuaika	0,2

6.3.3 Lämmöntalteenotto

Uusien LTO-järjestelmien asentaminen

TK12 ilmanvaihtokoneessa ei ole lämmöntalteenottoa. Kone on liki 50 vuotta vanha, joten ehdotetaan LTO-patterin asentamisen sijaan koko ilmanvaihtokoneen uusimista. Uusi ilmanvaihtokone on varustettu vastavirta-lämmöntalteenottokennolla sekä kiertoilma-toiminnolla. LTO:n vuosihyötysuhde 70 %. Puhaltimien sähköenergiankulutus on samaa luokkaa kuin nykyisin.

Nykyinen ja uusi energiankulutus laskettiin kaavalla 2. Koneiden uusimisesta saavutettava säästö laskettiin vähentämällä uusi energiankulutus vanhasta energiankulutuksesta. (Taulukko 15.)

TAULUKKO 15. Säästö, TK 12 uusiminen

	Määrä
Ennen, MWh/a	233
Jälkeen, MWh/a	81
Säästö, MWh/a	152

Uuden ilmanvaihtokoneen investoinneissa ei ole otettu huomioon tilaratkaisumuutoksista aiheutuvia kustannuksia.

Investoinnit

- iv-kone 40500
- kanavaosat 7000
- lämpöjohtotarvikkeet 2500
- asennustyö 5000
- automaatiotyöt 4500
- suunnittelu 4000
- Yhteensä 75000 €**

TAULUKKO 16. Kannattavuus, TK 12 uusiminen

	TK12
Säästö	
Lämpöenergia, MWh/a	152
Lämpöenergia, €/a	7660
Sähköenergia, kWh/a	0
Sähköenergia, €/a	0
CO2 lämmitys, kg/a	31756
CO2 sähkö, kg/a	0
Kokonaissäästö, €/a	7660
Kokonaissäästö, CO2, kg/a	31756
Kannattavuus	
Investoinnit, €/a	75000
Takaisinmaksuaika/a	9,8

Tennishallin TK11 tulo/poistokoneessa ei ole lämmöntalteenottoa. Kone on vuodelta 1988, joten ehdotetaan koneen uusimista lämmöntalteenottopatterin asentamisen sijaan. Ulkoilmavirta on laskettu ilmanvaihtonormin 2 l/sm² mukaan. Sähkönkulutus on samaa luokkaa kuin nykyisessä koneessa.

Nykyinen sekä uusi energiankulutus laskettiin kaavalla 2. Koneiden uusimisesta saavutettava säästö laskettiin vähentämällä uusi energiankulutus vanhasta energiankulutuksesta. (Taulukko 17.)

TAULUKKO 17. Säästö, TK 11:n uusiminen

	Määrä
Ennen, MWh/a	266
Jälkeen, MWh/a	105
Säästö, MWh/a	160,7

Ilmanvaihtokoneen uusimisen kustannuksien määrittelyssä oletettiin uuden ilmanvaihtokoneen mahtuvan nykyisen koneen paikalle.

Investoinnit

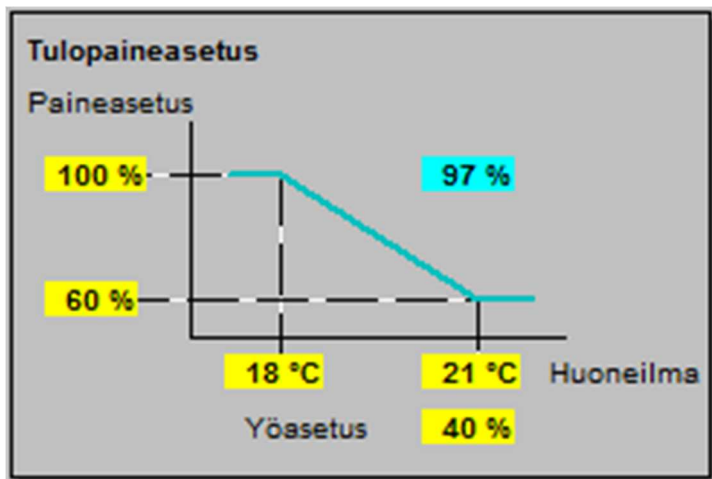
- iv-kone 23000
 - asennus-ja purkutyö 5000
 - automaatiotyöt 1500
 - suunnittelu 2000
- Yhteensä 31500 €**

TAULUKKO 18. Kannattavuus, TK 11 uusiminen

	TK11
Säästö	
Lämpöenergia, MWh/a	161
Lämpöenergia, €/a	8100
Sähköenergia, kWh/a	0
Sähköenergia, €/a	0
CO2 lämmitys, kg/a	33583
CO2 sähkö, kg/a	0
Kokonaissäästö, €/a	8100
Kokonaissäästö, CO2, kg/a	33583
Kannattavuus	
Investoinnit, €/a	31500
Takaisinmaksuaika/a	4

6.3.4 Muut ilmanvaihtojärjestelmien toimenpide-ehdotukset

Keilahallin TK 04 ja lääkäriaseman TK 05 ilmanvaihtokoneissa ilmavirta näyt-täisi automaation säätökäyrien mukaan vähenevän sisälämpötilan noustessa (kuva 12). Säädon tämän hetkinen toiminta tulee selvittää ja muuttaa kään-teiseksi. Ilmanvaihdon tulee tehostua sisälämpötilan noustessa.



KUVA 12. Keilahallin ilmanvaihtokoneen tulopaineasetus-käyrä

6.4 Rakennusautomaatio

Rakennusautomaatioon tulee lisätä trendiseuranta reaaliaikaisten kulutustietojen ja säätöjen seuraamiseen.

6.5 Rakenteet

Liikuntasalin ulko-ovi on vanha, huonosti eristetty ja tiivistetty. Huoltohenkilöstön mukaan ovi ei pidä tuulta. Ehdotetaan ulko-oven uusimista nykyaikaiseksi, $U=0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$, vaikka takaisinmaksuaika on pitkä. Uuden sekä vanhan oven lämpöenergiankulutus laskettiin kaavalla 5.

TAULUKKO 19. Säästö ja kannattavuus, liikuntasalin ulko-oven uusiminen

	Määrä
Ennen, MWh/a	3
Jälkeen, MWh/a	1
Säästö lämpöenergia, MWh/a	2
Säästö, €/a	95
Investoinnit, €	2500
CO ₂ , kg	192
Takaisinmaksuaika, a	26

6.6 Muut ehdotukset ja havainnot

Takka- ja kokoushuoneen patteriverkoston lämmönsäädin on viallinen, mikä näkyi voimakkaana huojuntana. Säädin on viritettävä uudelleen.

Ilmanvaihtokoneiden TK 04 ja TK 05 tuloilman lämpötilan säätökäyriä tulee alentaa. Tuloilman lämpötilan maksimilämpötila asetetaan TK04 -ilmanvaihtokoneessa 19 °C:seen nykyisestä 22 °C:sta ja TK 05 -ilmanvaihtokoneessa 20 °C:seen nykyisestä 23 °C:sta.

Kiinteistöstä puuttuu kyseiseen kiinteistöön kohdennettu huoltokirja. Huoltokirja edesauttaa järjestelmien oikea-aikaisien huoltotoimenpiteiden tekemistä. Huoltokirjaraportit antavat myös kiinteistön omistajalle välitöntä tietoa teknisestä kiinteistön ylläpidosta.

7 JÄÄHALLIN LAUHDELÄMPÖ

Jäähallin jääradan jäähdytyksestä vapautuu lauhde-energiaa 2202 MWh. Vapautuvaa energiaa käytetään jäähallin lattialämmitykseen 102 MWh ja ilmanvaihtoon 495 MWh. Kun kokonaislauhde-energiasta vähennetään lattialämmityksen ja ilmanvaihdon tarvitsema energia, saadaan käytettävissä oleva energiamäärä 1255 MWh. Jäähallin omistaa Ylivieskan kaupunki, eikä sieltä saatavasta lämmöstä veloiteta.

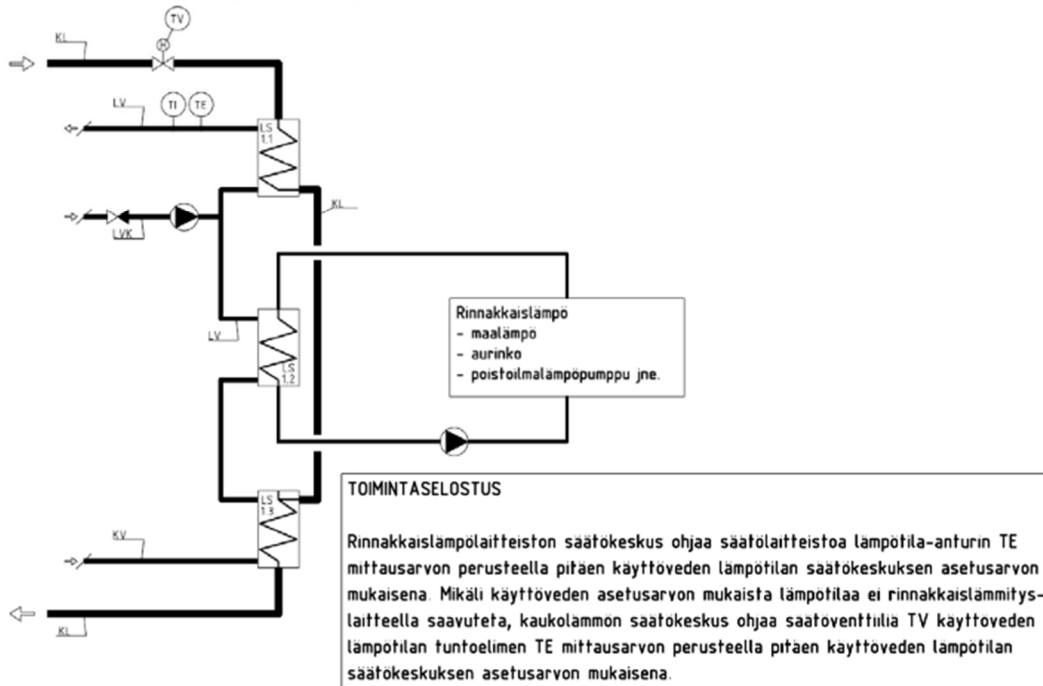
7.1 Toteutus

Jäähalli sijaitsee 200 metrin päässä liikuntakeskuksen lämmönjakohuoneesta. Jäähallilta vapautuva lauhde tuodaan maahan kaivetulla lämpökanaalilla. Kiinteistön sisällä hyödynnetään olemassa olevia, tarpeettomaksi jääneitä kaukolämpöputkia.

Lauhdelämpöä priimataan 130 kW:n tehoisella maalämpöpumpulla kahteen, 2 m³:n varaajaan. Varaajilla saadaan tasattua kompressorin käyntiä ja parannettua koneiston käyttöikä. Varaajat toimivat myös puskureina käyttöveden vaihtelevan kulutuksen tasaamiseksi. Lämpötilataso varaajissa on 60 °C.

Käyttövesi esilämmitetään varaajissa, minkä jälkeen lämmennyt vesi johdetaan kaukolämpösiirtimen läpi. Kaukolämpösiirrin lämmittää käyttöveden 65 °C:seen. (Kuva 13.)

Rinnakkaislämmön kytkentä käyttöveden lämmitykseen



KUVA 13. Käyttöveden lämmitys lauhdelämmöllä ja kaukolämmöllä (15, s. 89)

Ilmanvaihdon tarvitsema energia saadaan suurimmaksi osaksi lauhdelämmöstä. Ilmanvaihdon lämmitysverkoston paluuvesi johdetaan lämminvesisäiliöihin kolmitieventtiilin kautta. Kolmitieventtiili toimii ulkoilman lämpötilastakompensoidun säätöparametrin mukaan. Varaajissa lämmennyt vesi johdetaan kaukolämpösiirtimeen, joka lämmittää menovettä, mikäli tarvetta on.

7.2 Kannattavuus

Lämpöpumpun käyttö nostaa myös kiinteistön sähkönkulutusta. Kompressorin ja lauhteensiirtopumpun kokonaisotto teho on noin 30 kW.

Lauhdetehoa on saatavissa 10 kuukauden ajan vuodessa.

Kustannukset

• lämpöpumppu	20000
• varaajasäiliöt 3 x 2000 l	13500
• Lämpöputkitus rakennuksen sisällä	6500
• Lämpöjohto jäähallilta	26000
• Sähkötyöt	2500
• Asennustyöt	8000
• Automaatiotyöt	2000
• Suunnittelu	5200
Yhteensä:	83 700 €

TAULUKKO 20. Kannattavuus, lauhdelämmöntalteenotto

	Määrä
Säästö kaukolämpö, MWh/a	749
Säästö sähkö, MWh/a	-173
Säästö lämpö, €/a	37757
Säästö sähkö, €/a	-16061
Säästö yht.	21696
Investoinnit, €	83700
Takaisinmaksuaika, a	3,9

8 YHTEENVETO TALOUDELLISESTA SÄÄSTÖPOTENTIAALEISTA

Lämmitys

Kiinteistön lämpöenergian normitettu ominaiskulutus on ollut 49,6 kWh/rm³ vuosina 2011–2013. Tilastoarvo on keskimäärin seuraava: uimahallit 104,5 kWh/m³, urheilu- ja kuntoilurakennukset 45,7 kWh/m³ ja terveysasemat 52,5 kWh/m³. Ehdotetuilla toimenpiteillä lämpöenergian ominaiskulutus pienenee arvoon 19,5 kWh/rm³.

Olellaiset lämmönkulutuksen pienentämiskeinot ovat

- ilmanvaihtokoneiden TK 11 ja TK 12 uusiminen
- TK 01:n, TK 03:n, TK 05:n ja TK 09:n käyntiaikojen muuttaminen
- uimahallin ulkoilmavirran vähentäminen
- kuntosalin ja kahvion tuloilman säädön eriyttäminen
- lämmön talteen ottaminen jäähallin lauhteesta.

Sähkö

Kiinteistön ominaisähkönkulutus on ollut 19,0 kWh/rm³ vuonna 2013. Tilastoarvo on vastaavasti ollut keskimäärin uimahalleissa 39,9 kWh/rm³ ja terveysasemilla 24 kWh/rm³. Kohteen kulutus on ollut selvästi keskimääräistä pienempi. Sähköenergian kulutus on ollut hyvin tasainen kuukausittain. Vuosittainen sähköenergian kulutus on kuitenkin laskenut lievästi. Helmikuussa 2013 on ollut korkein huipputeho 229 kW tarkastelujakson ajalta.

Sähköenergian kulutusta voidaan pienentää seuraavin toimin

- liikuntasalin vanhentuneet valaisimet vaihdetaan uusiin, energiataloudellisiin malleihin
- iv-koneiden käyntiaikaa muutetaan.

Uusi lauhdenesteen siirtopumppu aiheuttaa sähkönkulutukseen lisäyksen, jonka suuruus on 173 MWh/a. Uudeksi ominaiskulutusarvoksi tulee 22 kWh/m³

Vesi

Kiinteistön veden ominaiskulutus on ollut 204 dm³/m³a vuosina 2011–2013. Motivan tilastojen mukaan keskimääräinen kulutus uimahallissa on 1054 dm³/m³a, urheilu- ja kuntoilurakennuksessa 82 dm³/m³a ja terveysasema 148 dm³/m³a (9). Veden kulutusta voidaan pienentää poistamalla paineenkorotuspumppu käytöstä. Veden ominaiskulutus pienenee tämän jälkeen arvoon 186 dm³/m³a.

Nykyistä lämmön, sähkön ja veden vuosikustannuksia voidaan pienentää ehdotetuilla säästötoimenpiteillä 24 %. Säästötoimenpiteiden investoinnit ovat yhteensä 202 300 €. Liitteessä 11 on sovitut jatkotoimenpiteet säästökohteittain.

TAULUKKO 1. Taulukossa on yhteenveto energian-, sähkön ja vedenkulutuksesta, niiden taloudellisista säästöpotentiaaleista sekä katselmuksessa ehdotettujen toimenpiteiden vaikutuksesta CO₂-päästöihin.

Nykyinen kulutus		Säästöpotentiaali			Kokonaisinvestointi	
2013						
Lämpö + polttoaineet						
2 265	MWh/a	1 375	MWh/a	61 %	201 400	EUR
127 795	EUR/a	68 187	EUR/a	53 %		
		277 311	t CO ₂ /a			
Sähkö						
867	MWh/a	- 148	MWh/a	- 17 %	0	EUR
80 542	EUR/a	-13 696	EUR/a	- 17 %		
		-34 043	t CO ₂ /a			
Vedenkulutus						
9 109	m ³ /a	825	m ³ /a	9 %	700	EUR
33 773	EUR/a	2 740	EUR/a	8 %		
Kulutukset yhteensä		Säästöt yhteensä			Investoinnit yhteensä	
242 110 EUR/a		57 231	EUR/a	24 %	202 300 EUR	
		243 268	t CO ₂ /a			

9 LOPPUSANAT

Energiakatselmuksen tavoitteena oli löytää energian ja veden säästökohteita Ylivieskan liikuntakeskuksesta. Kohteeseen tutustuminen alkoi syksyllä keräämällä kolmen edellisen vuoden energian ja veden kulutustiedot sekä kiinteistöhenkilökunnan haastattelulla. Tarvittavat kulutus- ja historiatiedot oli dokumentoitu hyvin, mikä helpotti kokonaiskuvan muodostamista kiinteistön tilasta; rakennuksesta oli pidetty hyvää huolta.

Kiinteistön energian- ja vedenkulutus eriteltiin tehtyjen mittausten perusteella. Ilmanvaihdosta mitattiin ilmavirrat, ilman lämpötilat sekä tarkastettiin säätöjen toiminta. Käyttövedestä mitattiin paineet, vesikalusteiden virtaamat ja lämpötilat. Lämmityksestä tarkistettiin lämmönsäädön toimivuus sekä sisälämpötilat.

Sisälämpötilat olivat suurimmaksi osaksi hyvällä tasolla. Huomautettavaa oli kioskin ja keilahallin korkeasta sisälämpötilasta. Lämmönsäätö toimi hyvin lukuun ottamatta takka- ja kokoushuoneen patteriverkostoa, jonka lämpötilansäätö huojui. Liikuntasalin ulko-ovi oli huonokuntoinen ja siinä oli rakovuotoja. Toimenpiteeksi ehdotettiin liikuntasalin ulko-oven vaihtoa sekä takka- ja kokoushuoneen lämmönsäätöventtiilin viritystä sekä keilahallin lämmönpudotusta käyttöaikana ja sen ulkopuolella. Näillä toimenpiteillä säästöä kertyi 418 €/a

Käyttöveden paineenkorotus oli käytössä, vaikka korkeampaa painetta tarvittiin vain lattianpesujärjestelmässä. Katselmuksessa ehdotettiin paineenkorotuksen ohjausta päälle lattianpesun ajaksi. Tällä toimenpiteellä vedenkulutus väheni vesikalusteissa 15 % ja kokonaisvedenkulutus väheni 10 %. Sähkön, veden ja lämmön säästöksi laskettiin 4300 €/a

Suurimmat säästöpotentiaalit löydettiin ilmanvaihdosta. Tennishallin sekä liikuntasalin ilmanvaihtokoneet olivat ilman lämmöntalteenottoa, vedenkäsittelytilan ilmanvaihtokone lämmitti turhaan tuloilmaa ja kuntosalin ja kahvion ilmanvaihtokone ei palvellut tiloja tarpeenmukaisesti. Squash-hallin, Terveystalon, kuntosalin ja kahvion ja pukutilojen ilmanvaihtokoneet kävivät jatkuvasti, mikä ei ollut näissä tiloissa tarpeenmukaista. Keilahallin ilmanvaihtokoneen kiertoilmapellit olivat sekoitettu keskenään. Uima-allastilan ilmanvaihtokoneessa kiertoilmapellit

antoivat väärän tiedon ja ulkoilman osuus kokonaisilmamäärästä oli pakkaskautena liian suuri.

Säästötoimenpiteiksi ehdotettiin tennishallin ja liikuntasalin ilmanvaihtokoneiden uusimista, vedenkäsittelykoneen lämmönsäätimen virittämistä sekä kuntosalin ja kahvion tuloilman ja säädön eriyttämistä. Lisäksi squash-hallin, terveystalon, kuntosalin ja kahvion sekä pukutilojen ilmanvaihtokoneiden käyntiaikoja tulisi muuttaa tilojen käyttöä vastaavaksi. Säästötoimenpiteiksi ehdotettiin myös keilahallin ilmanvaihtokoneen kiertoilmapeltien säädön korjausta sekä uima-allastilan ilmanvaihtokoneen ulkoilmavirran vähentämistä talviaikana. Näillä ilmanvaihdon säästötoimenpiteillä saavutetaan 29 609 €:n vuosittaiset säästöt.

Rakennuksessa oli päälämmitysmuotona kaukolämpö. Liikuntakeskuksen vieressä sijaitsevasta jäähallista vapautuu lauhdelämpöä liikuntakeskuksen käyttöön. Lauhdelämpö on ilmaista hukkalämpöä, josta Ylivieskan kaupunki ei veloita. Lauhdelämpöä jää käytettäväksi liikuntakeskukseen 1255 MWh/a. Ehdotetaan, että lauhteen lämpötilatasoa nostetaan maalämpöpumpulla käyttöveden esilämmitykseen ja ilmanvaihdon lämmitykseen. Tällä toimenpiteellä saadaan lämpöä hyödynnettyä 797 MWh/a liikuntakeskuksen käyttöön. Maalämpöpumppu kuluttaa sähköenergiaa 173 MWh/a. Tällä toimenpiteellä saadaan euromääräistä hyötyä vuosittain 21 696 €.

Ehdotettujen toimenpiteiden investoinnit ovat yhteensä 202 300 € ja niillä saavutetaan 57 231 €:n vuosittaiset säästöt. Takaisinmaksuajaksi investoinneille tulee 3,5 vuotta.

Työn luovutuskokouksessa päätettiin sovituista jatkotoimenpiteistä. Ehdotetuista säästötoimenpiteistä kaikki päätettiin toteuttaa, liikuntasalin ilmanvaihtokone muutaman vuoden sisään. Ehdotettujen säästötoimenpiteiden näin suuri hyväksyntä kertoo työn onnistumisesta. Työn onnistumiseen on vaikuttanut työnantajan, Eero Jaatisen, pitkä kokemus ja luja tietäminen energiakatselmuksesta ja energiatehokkaista LVI-teknisistä ratkaisuista. Ylivieskan liikuntakeskuksen huoltohenkilökunnan ja Ylivieskan kaupungin rakennuspäällikön asiantunteva ja yhteistyöhaluinen suhtautuminen liikuntakeskuksen energiakatselmukseen auttoi hyvän lopputuloksen saavuttamisessa.

LÄHTEET

1. Kiinteistön energiakatselmuksen toteutus- ja raportointiohjeet. 2004. Helsinki: Motiva Oy
2. Energiatehokkuussopimukset. Energiatukilinjaukset 2014. Motiva Oy. Saatavissa: http://www.motiva.fi/files/8699/Energiatuki_2014.pdf. Hakupäivä 9.3.2015.
3. Motiva Oy. 2015. Motiva. Saatavissa: http://www.motiva.fi/motiva_oy. Hakupäivä 9.3.2015
4. TEM:n tukemat energiakatselmuksat. 2014. Motiva. Saatavissa: http://www.motiva.fi/toimialueet/energiakatselmustoiminta/tem_n_tukemat_energiakatselmuksat. Hakupäivä 9.3.2015
5. Lämpö. 2014. Motiva. Saatavissa: <http://www.motiva.fi/files/6961/Lampo.pdf>. Hakupäivä 23.3.2015
6. Rakennusten lämmitysenergian kulutuksen normitus. 2014. Motiva, Ilmatieteenlaitos. Saatavissa: http://www.motiva.fi/files/2840/Rakennusten_lammitysenergiankulutuksen_normitus.pdf Hakupäivä 23.3.2015
7. D5 2012. 2013. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download/name/%7B8C5C3B41-E127-4889-95B0-285E9223DEE6%7D/40468>. Hakupäivä 27.3.2015
8. Laskukaavat: Lämmin käyttövesi Motiva Oy. 2015. Motiva Oy. Saatavissa: http://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energiankayton_tehostaminen/kiinteistojen_energianhallinta/kulutuksen_normitus/laskukaavat_lammin_kayttovesi. Hakupäivä 27.3.2015
9. Vesi. 2014. Motiva. Saatavissa: <http://www.motiva.fi/files/6963/Vesi.pdf> Hakupäivä 23.3.2015

10. D2 (2012). 2011. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012. D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/37187-D2-2012_Suomi.pdf. Hakupäivä 10.3.2015
11. WK057 Dataloggeri USB. 2005. Paratronic Oy. Saatavissa: http://www.paratronic.fi/datalogger_usb.shtml. Hakupäivä 10.3.2015
12. Oras (909900). Oras Oy. Saatavissa: <http://www.oras.com/fi/professional/products/Pages/ProductVariant.aspx?productcode=909900>. Hakupäivä 10.3.2015
13. CO₂-päästökertoimet. 2014. Motiva. Saatavissa: http://www.motiva.fi/taustatietoa/energian kaytto_suomessa/co2-laskentaohje_energiankulutuksen_hiilidioksidipaastojen_laskentaan/co2-paastokertoimet. Hakupäivä 10.3.2015
14. Seppänen, Olli 2001. Rakennusten lämmitys. Jyväskylä: Suomen LVI-liitto
15. K1 (2013). 2014. Rakennusten kaukolämmitys. Määräykset ja ohjeet. Julkaisu K1/2013. Helsinki: Energiateollisuus Ry. Saatavissa: http://energia.fi/sites/default/files/julkaisuk1_2013_20140509.pdf. Hakupäivä 2.4.2015

LIITTEET

Liite 1 Lähtötietomuistio

Liite 2 Vesikalusteiden virtaamien mittaukset 21.11.2014

Liite 3 Kahvion ja kuntosalin sisälämpötilojen sekä ulkolämpötilan mittaus
18.11.–21.11.2014

Liite 4 Tennishallin sisälämpötilan ja ulkolämpötilan mittaus 26.11.–28.11.2014

Liite 5 Infon huonelämpötilan ja ulkolämpötilan mittaus 26.11.–28.11.2014

Liite 6 Liikuntasalin viereisen aulan ja liikuntasalin sisälämpötilojen sekä ulko-
lämpötilan mittaus 28.11.–06.12.2014

Liite 7 Keilahallin sisälämpötilan ja ulkolämpötilan mittaus 19.12.–22.12.2014

Liite 8 Vedenkäsittelytilan tuloilmansäädön tilannekuva 8.1.2015

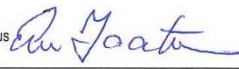
Liite 9 Ilmanvaihtokone-taulukko

Liite 10 Lämpötila- ja hiilidioksidimittaukset 21.11.2014

Liite 11 Päätaulu

Liite 12 Uima-allastilan kosteudenpoistoon tarvittavan ulkoilmavirran laskenta

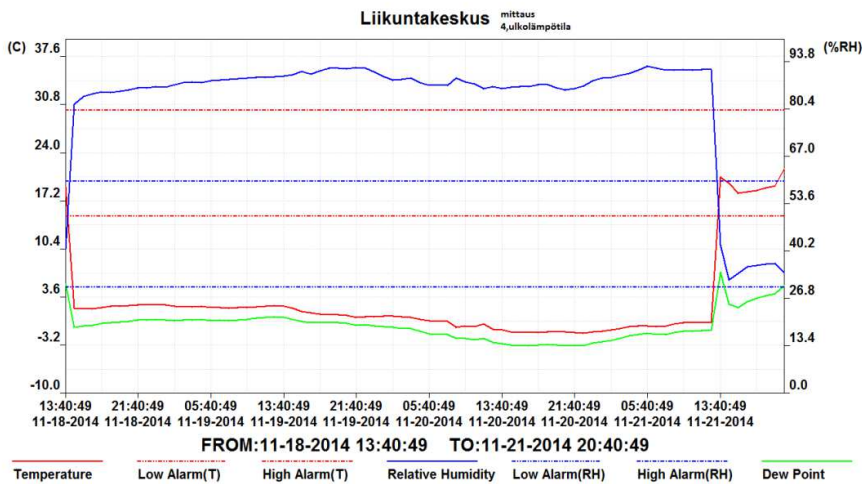
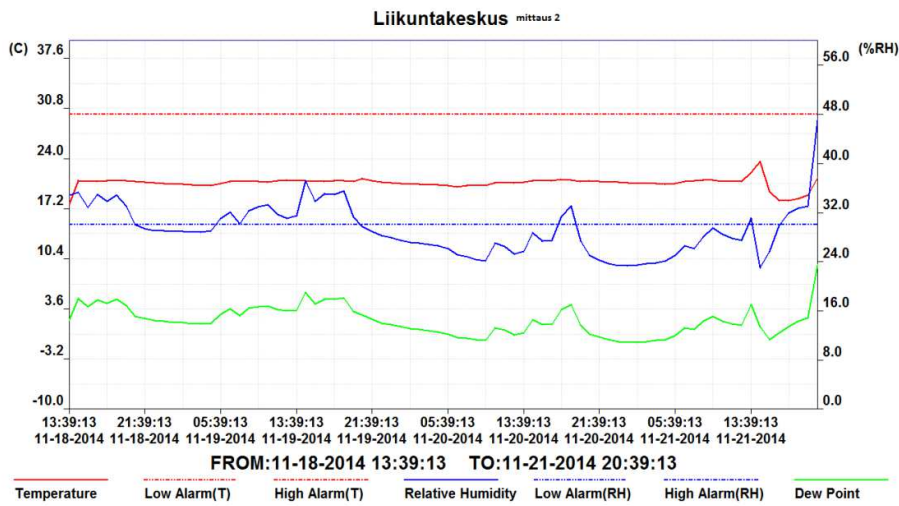
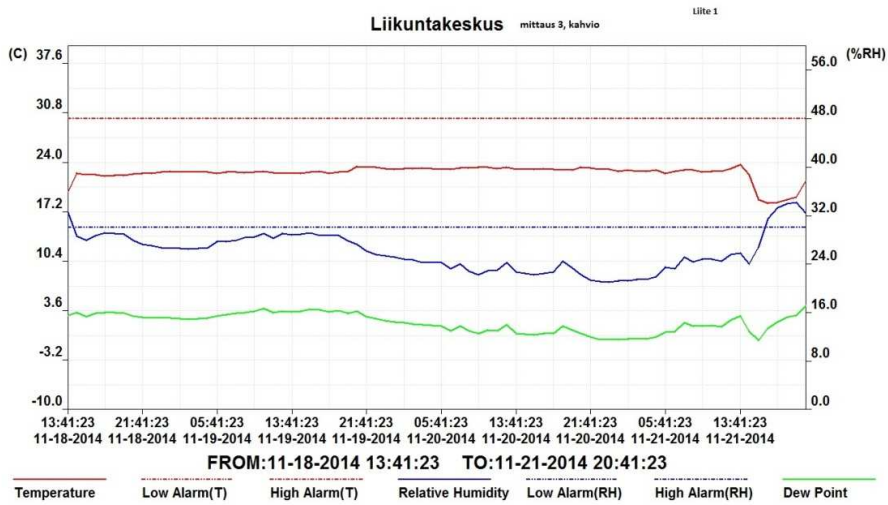
LÄHTÖTIETOMUISTIO

Työn tiedot	Tekijä ¹ Pauli Kamula	Tilaaaja ² Insinööritoimisto Eero Jaatinen Oy
	Tilaaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot ³ Eero Jaatinen, 0505143137	
	Työn nimi ⁴ Energiakatselmus	
	Työn kuvaus ⁵ Laaditaan energiakatselmus Ylivieskan liikuntakeskukselle, johon kuuluu uimahalli, liikuntasali ja keilahalli.	
	Työn tavoitteet ⁶ Energiakatselmuksessa kartoitetaan, analysoidaan ja raportoidaan rakennuksen ja tuotantoprosessin nykyinen energian ja veden käyttö sekä niiden kannattavat tehostamismahdollisuudet. Energiakatselmuksen tavoitteena on vähentää kohteen energian- ja vedenkulutusta ja -kustannuksia sekä pienentää energiankäytöstä ja tuotannosta aiheutuvia CO ₂ -päästöjä.	
	Tavoiteaikataulu ⁷ Energiakatselmusraportin luovutus työn tilaajalle (Ylivieskan kaupunki) tämän vuoden loppuun mennessä. Opinnäytetyön luovutus helmikuun loppuun mennessä.	
Päiväys ja allekirjoitukset ⁸ 03/11/2014 Tekijän allekirjoitus		03/11/2014 Tilaajan allekirjoitus 
<ol style="list-style-type: none"> 1. Tekijän nimi, puhelinnumero ja sähköpostiosoite. 2. Työn teettävän yrityksen virallinen nimi. 3. Sen henkilön nimi ja yhteystiedot, joka yrityksessä valvoo työn suoritusta. 4. Työn nimi voi olla tässä vaiheessa työnimi, jota myöhemmin tarkennetaan. 5. Työ kuvataan lyhyesti. Siinä esitetään muun muassa työn tausta, lähtötilanne ja työssä ratkaistavat ongelmat. 6. Esitetään lyhyesti ja selvästi työn tavoitteet. 7. Esitetään projektin tavoiteaikataulu. Silloin, kun työllä on välitavoitteita, myös ne merkitään aikatauluun. Tavoiteaikataulun ja oppilaitoksen yleisaikataulun perusteella tekijä laatii oman aikataulunsa. 8. Lähtötietomuuistio päivätään ja sen allekirjoittavat tekijä ja tilaaajan yhdyshenkilö. 		

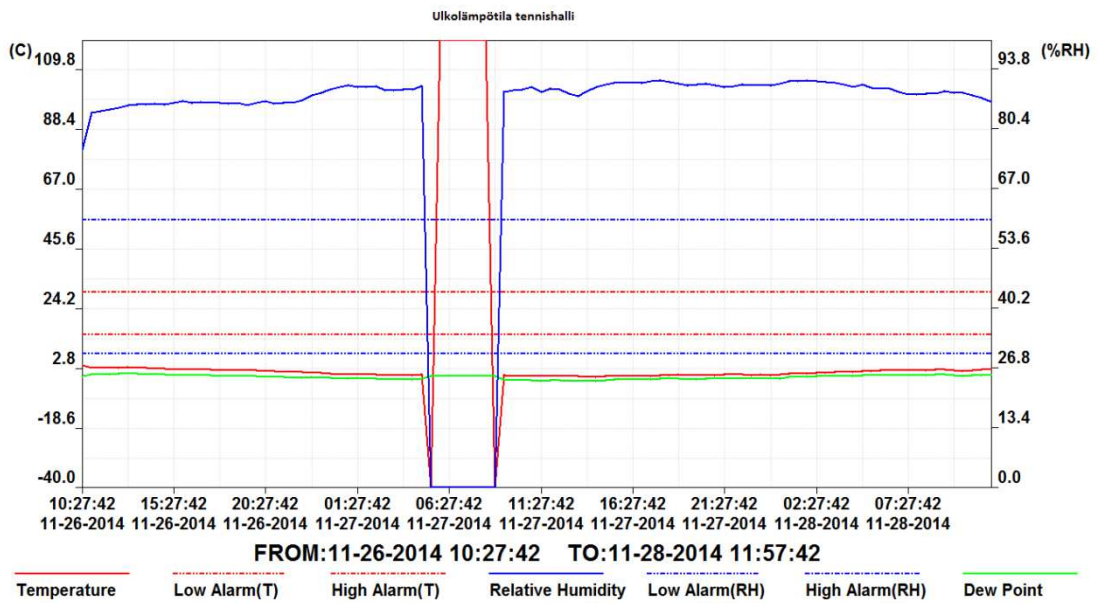
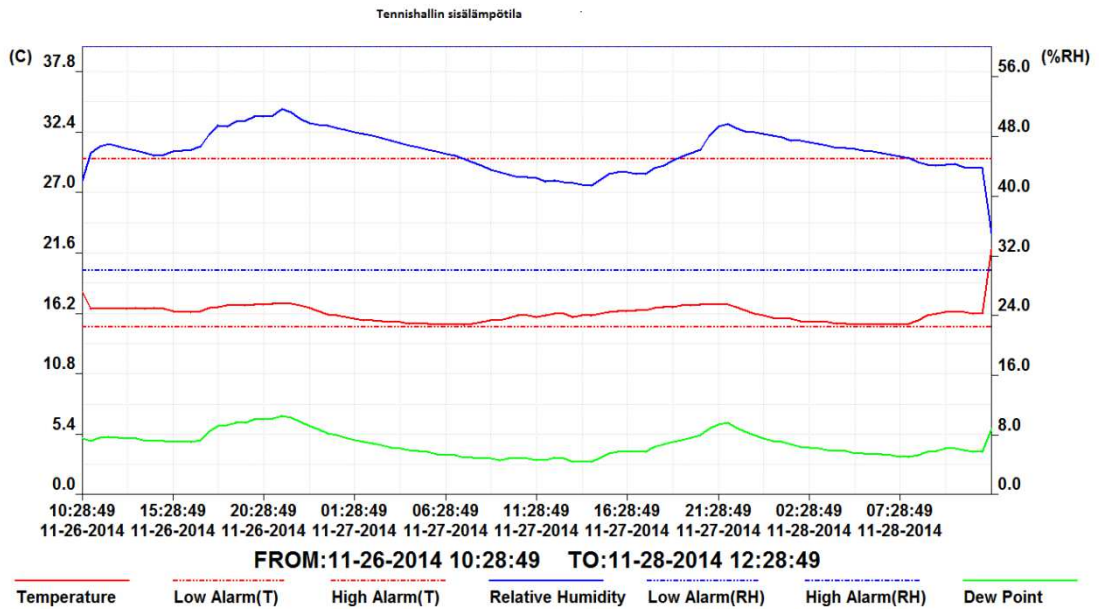
Tila	Paine bar		Virtaama 0,1 l/s		Virtaama 0,2 l/s		Lämpötila
	LV	KV	LV	KV	LV	KV	°C
Siivouhuone					0,27	0,23	64,5
Kioski	4-4,5	4-4,3	0,12	0,1			62
Pukuh/M	3,7	3,9	0,1	0,1			63
WC/M			0,15	0,17			
Suihku					0,22	0,2	

KAHVION JA KUNTOSALIN SISÄLÄMPÖTILAN SEKÄ ULKOLÄMPÖTILAN MITTAUS LIITE 3

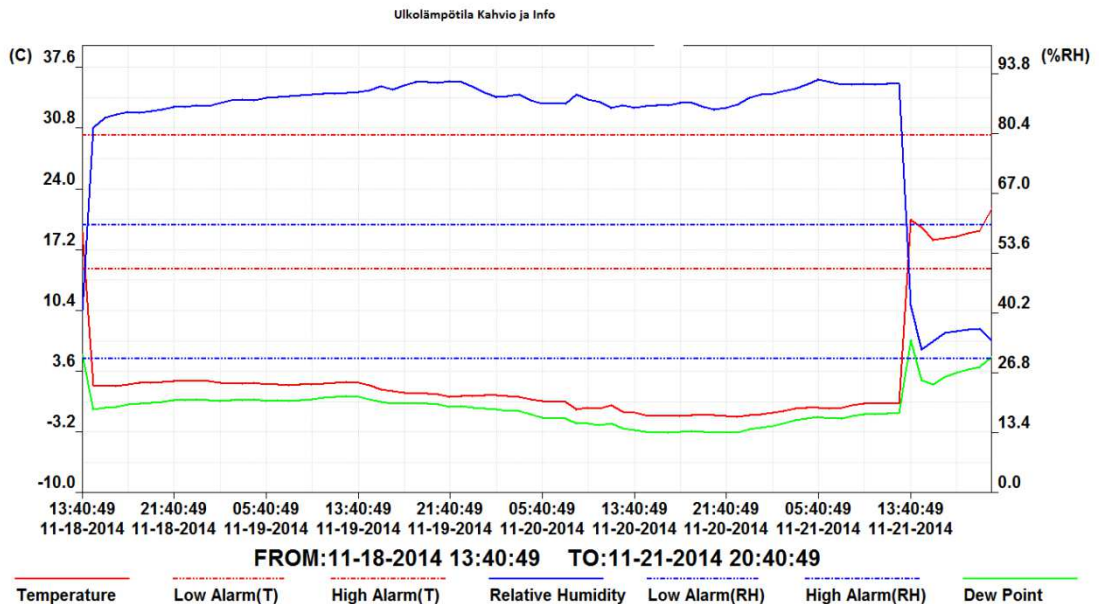
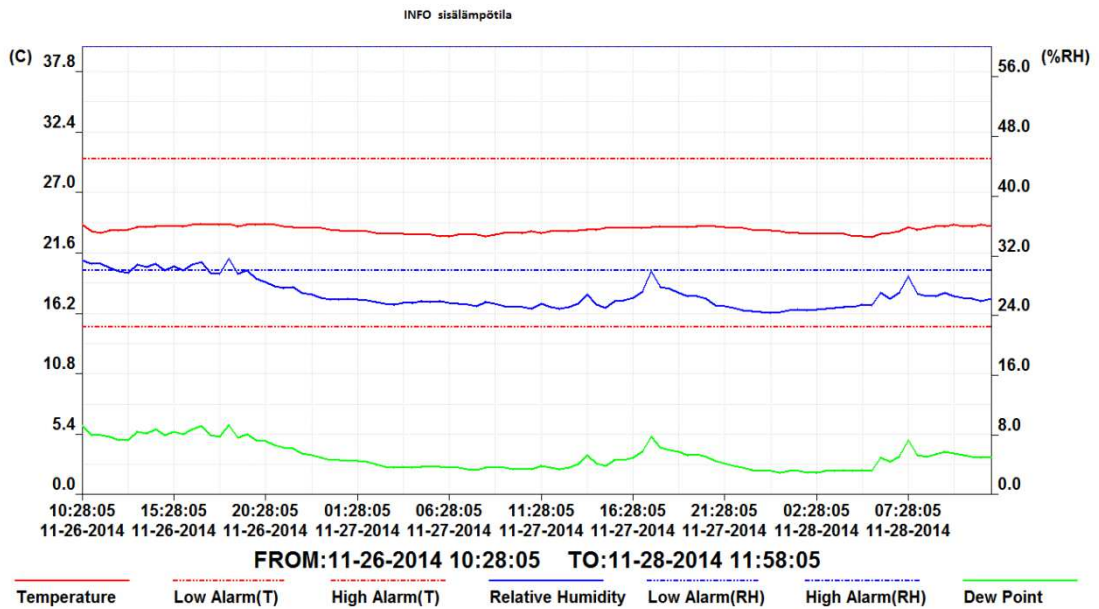
18.11.–21.11.2014



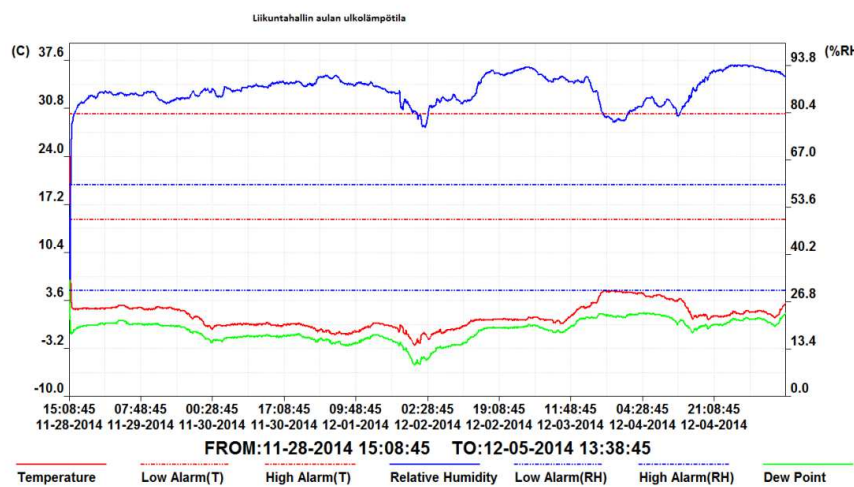
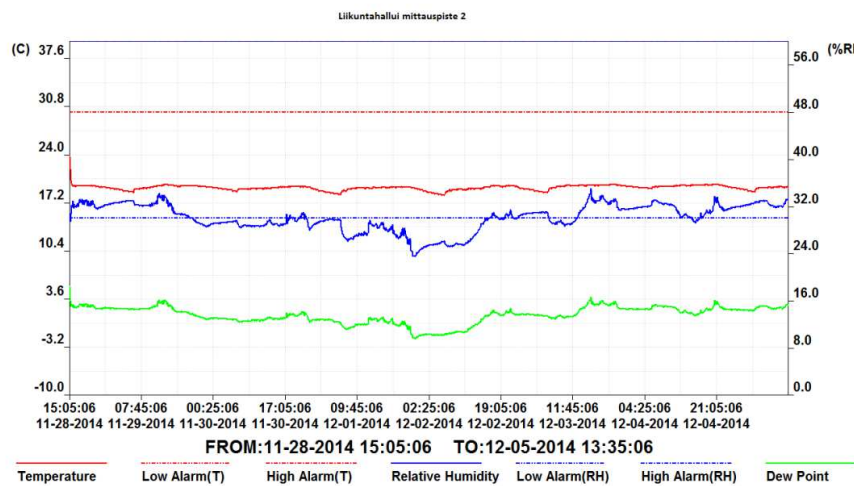
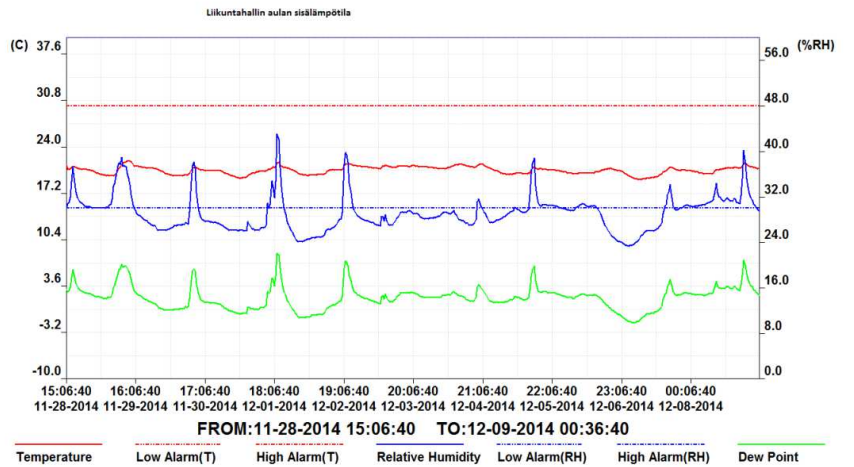
26.11.–28.11.2014



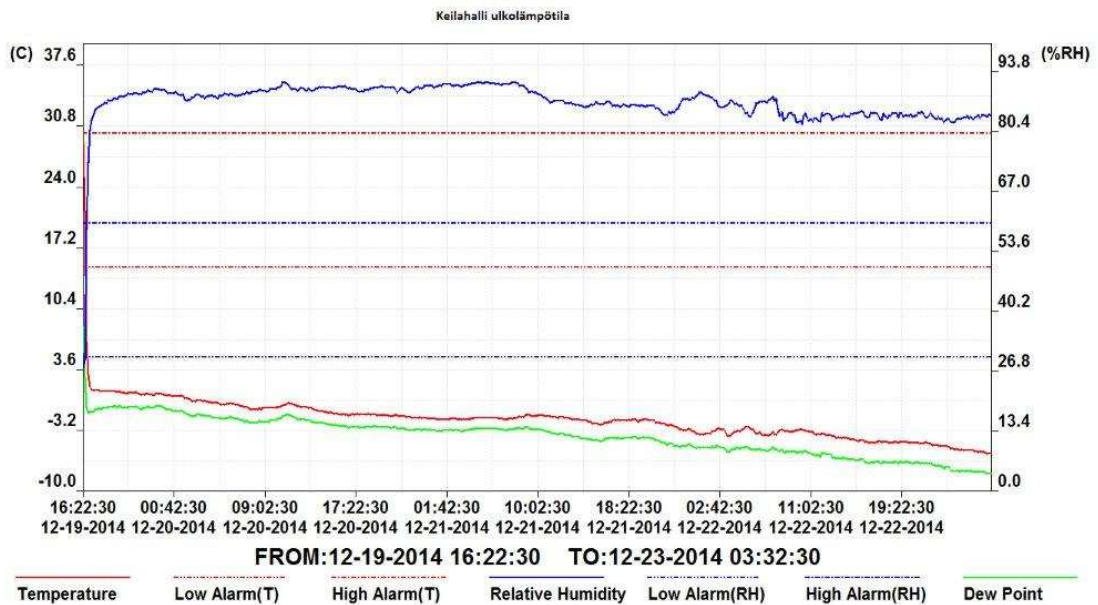
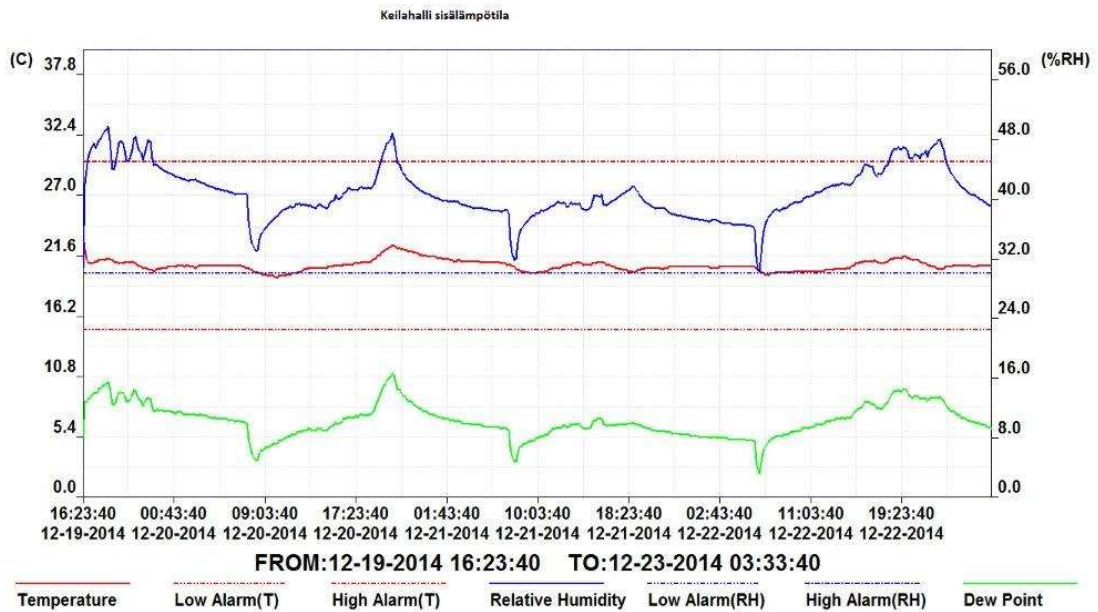
26.11.–28.11.2014

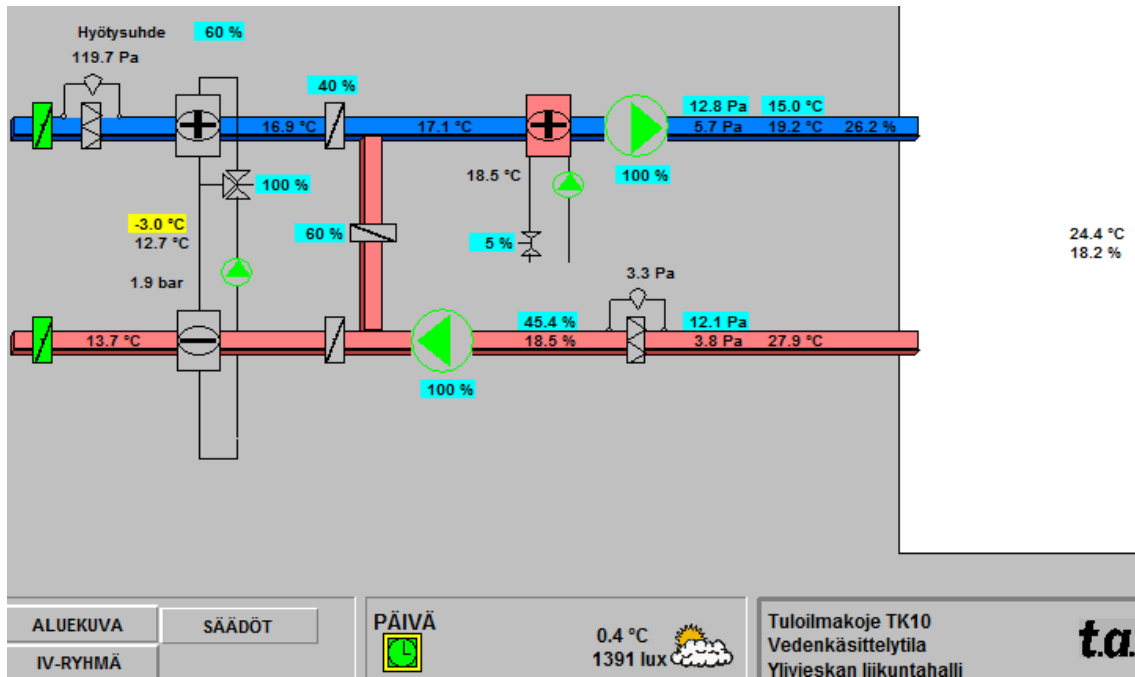


SEKÄ ULKOLÄMPÖTILAN MITTAUS 28.11.–06.12.2014



19.12.–22.12.2014





				Ilmavirrat m³/s	Suunn. Ilmavirrat m³/s	Laskennassa käytetty m³/s		
IV-kone	Palveltava tila	Tilan aukiolo	Koneen käyntiaika	tulo/poisto	tulo/poisto	ulkoilmavirta	Säätö	LTO
TK 01	Kahvio/Kuntosali	ma,ke 6.30-20.30, ti,to 11-20.30, pe 6.30-19.30, la 12-17.30, su 12-17.30	24h/vrk/7d	1,84/1,95	1,95/2,05	1,84	Kaskadi	Pyörivä
TK 02	Allastila	ma-to 14-21, pe 14-20, la 12-18	24h/vrk/7d	3,70/4,50	6,80/7,00	2,3	Kaskadi/kosteudenhallinta	Glygoli
TK 03	Squash	ma-pe 8-21, la 12-18, Su 11-17	ma-pe 07-21, la 07-19 *	Ei mit.	0,95/0,95	0,95	Kaskadi	Pyörivä
TK 04	Keilahalli	ma-to 14-21, pe 14-22, la 12-18, su 11-17	ma-pe 06-23, la-su 07.30-19.00	Ei mit/1,51	1,37/1,39	1,5	Kaskadi	Glygoli
TK 05	Terveystalo	ma-pe 8-17	ma-pe 06.00-20.00 *	0,70/0,58	0,60/0,61	0,7	Kaskadi	Glygoli
TK 06	Takkahuone/Kokoustila	ma-pe 8-16	liiketunnistimella -08-16	0,66/ei mit.	0,71	0,66	Vakio sis.puhallus It 21°C	Ei LTO
TK 07	Pieni konttori	24h/d	24h/vrk/7d	Ei mit.	0,09/0,09	0,09	Vakio sis.puhallus It	Ristivirta
TK 08	Kioski	ma-to 14-21, pe 14-20, la 12-18	24h/vrk/7d	Ei mit.	0,09/0,09	0,09	Vakio sis.puhallus It	Ristivirta
TK 09	Pesu – ja Pukutilat	ma-to 14-21, pe 14-20, la 12-18	24h/vrk/7d	Ei mit.	1,55/1,65	1,55	Kaskadi	Glygoli
TK 10	Vedenkäsittelytila	24h/d	24h/vrk/7d	Ei mit.	1,00/1,20	1,0	Kaskadi	Glygoli
TK 12	Liikuntasali	ma-pe 8-22, la 12-18, su 11-17	ma-su 06-23	5,00	4,5	3	Kaskadi	Ei LTO
TK 11	Tennishalli	ma-la 8-23, su 11-17	ma-su 08-23	Ei mit.	2,2*	2,6*	Kaskadi	Ei LTO
TK X	hk. sos.tila	24h/d	24h/vrk/7d	Ei mit.	0,07/0,08	0,07	Vakio sis.puhallus It	Ristivirta
			*01.11.2014 eteenpäin 24h/vrk/7d		*arvioitu l/m²	*normi, 2 l/sm²		

		Lämpötila- ja hiilidioksidimittaus		
	lämpötila	Hiilidioksidi	Puhallus It.	Huom!
Paikka	°C	CO ₂	°C	Ulkolämpötila +5 °C
Terveystalo				
Aula	22	650	21	
Käytävä	22	650	19	
Vastaanotto	22	710	21	Tilassa työskentelee yksi henkilö.
Hoitajanhuone	23	635	20	Tilassa on ollut henkilöitä juuri
Hoitajanhuone	21	594	18	Tilassa on ollut henkilöitä juuri
Näytteenottohuone	20	635	18	
Kuntosali	22	670-1100		Tilassa 11 henkilöä
Liikuntasali				
Sali	19			Tilassa 10 henkilöä
Aula				
Kahvio	19	701		
Siivoustila	23	766		Tilassa 6 henkilöä
Tennishalli	16,5	636		Oppilaskäytössä juuri
Keittiö	23		19	

POPELY/0208/05.02.09/																	31.12.2014		
Ylivieskan liikuntakeskus																			
no	TOIMENPITEEN KUVAUS	SÄÄSTÖ YHTEENSÄ EUR/a	TMA a	INVE- STOINTI EUR	CO ₂ VÄHENENÄ YHTEENSÄ t/a	SÄÄSTÖ LÄMPÖ				SÄÄSTÖ SÄHKÖ				SÄÄSTÖ VESI		SÄÄSTÖN ELINIKÄ arvio a	RAPOR- TIN KOHTA	SOVITUT JATKO- TOIMET TP,H,E	
						energia	CO ₂	kustannukset		energia	CO ₂	kustannukset		vesi	kustan- nukset				
						MWh/a	t/a	energia	muut	energia	muut	energia	muut	m ³ /a	EUR/a				
1	Jäähallin lauhdelämmöntalteenotto	21696	3,9	83700	117962	797,0	156541,0	37757		-173,0	-38579,0	-16061			20	4.4.2	P		
2	TK 11 ilmanvaihtokoneen uusiminen	8100	3,9	31500	33583	161,0	33583,0	8100							20	4.3.3	P		
3	TK12 ilmanvaihtokoneen uusiminen	7660	9,8	75000	31756	152,0	31756,0	7660							20	4.3.3	H		
4	IV-koneiden käyntiakamutukset	5964	0,1	800	21881	87,0	18089,0	4385		17,0	3792,0	1579			20	4.3.1	P		
5	Paineenkorotuksen ohjauksen muutos	4300	0,2	700	6270	26,0	5643,0	1299		2,8	627,0	261	825	2740	15	4.2.1	T		
6	TK 02 ulkoilmavirran vähentäminen	2816	0,1	300	11676	56,0	11676,0	2816							20	4.3.1	P		
7	TK 01 tuloilman eriyttäminen	1953	4,4	8500	6036	28,0	5919,0	1428		5,7	117,0	525			20	4.3.1	P		
8	TK 04 kiertoilmapiirin säädön korjaus	1667	0,2	300	6911	33,0	6911,0	1667							20	4.3.1	P		
9	TK 10 säätimen korjaus	1272	0,2	300	5474	25,0	5474,0	1272							15	4.3.2	P		
10	Keilahallin sisälämpötilan alentaminen	325	2,8	900	959	6,0	959,0	325							20	4.1.2	P		
11	TK 06 sisäänpuhallustn. muutos	177	1,7	300	760	4,0	760,0	177							20	4.3.2	P		
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19	Muut																		
20	Kaukolämpötariffin muutos	1301		0		0,0	0,0	0	1301	0,0	0,0	0	0			4.1.1	P		
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
	YHTEENSÄ	57231	3,5	202300	243268	1375	277311	66886	1301	-148	-34043	-13696	0	825	2740				

ULKOILMAVIRTALASKENTA

	KESÄTILANNE			LÄHDE:	LVISTM-00413
		It	kost.		
kesä ulkoilma		17 °C	60 %		
kosteusero sisä/ulko			5,2 g/kg		
käyttöaikana					
haihdunta, 45% sisäilman kost.	e*a*(pv-pvh)				
250 m ²		106655,00 gH ₂ O/h			
46 m ²		19624,52 gH ₂ O/h			
61 m ²		26023,82 gH ₂ O/h		Tarvittava	
12 m ²		5119,44 gH ₂ O/h		ulkoilmavirta	
yht		157,42 kgH ₂ O/h			7,0 m ³ /s
		11334,44 kg/vko			
lepoaikana					
haihdunta, 45% sisäilman kost.	e*a*(pv-pvh)				
250 m ²		26663,75 gH ₂ O/h			
46 m ²		4906,13 gH ₂ O/h			
61 m ²		6505,96 gH ₂ O/h		Tarvittava	
12 m ²		1279,86 gH ₂ O/h		ulkoilmavirta	
yht		39,36 kgH ₂ O/h			1,7 m ³ /s
		3778,15 kg/vko			
keskim		15112,59 kg/vko		Tarvittava	
		89,96 kg/h		ulkoilmavirta	4,0 m ³ /s
Sisäilman suht. Kosteus 45%					
pv allasvesi	28 °C	29	mmv/hg		
pvh huoneilma	29 °C	13	mmv/hg		
pv Allasvesi	28 °C	38,663	hPa		
pvh huoneilma	29 °C	17,332	hPa		
e käyttöaikana		20	gH ₂ O)/(hm ² hPa		
e lepoaikana		5			
Sisäilman suht. Kosteus 55%					
pv Allasvesi	28 °C	29	mmv/hg		
pvh huoneilma	29 °C	16,8	mmv/hg		
pv Allasvesi	28 °C	38,663	hPa		
pvh huoneilma	29 °C	22,398	hPa		
e käyttöaikana		20	gH ₂ O)/(hm ² hPa		
e lepoaikana		5			
käyttöaikana					
haihdunta, 55 % sisäilman kost.	e*a*(pv-pvh)				
250 m ²		81325,00 gH ₂ O/h			
46 m ²		14963,80 gH ₂ O/h			
61 m ²		19843,30 gH ₂ O/h		Tarvittava	
12 m ²		3903,60 gH ₂ O/h		ulkoilmavirta	
yht		120,04 kgH ₂ O/h			5,3 m ³ /s
		8642,57 kg/vko			
lepoaikana					
haihdunta, 55 % sisäilman kost.	e*a*(pv-pvh)				
250 m ²		20331,25 gH ₂ O/h			
46 m ²		3740,95 gH ₂ O/h			
61 m ²		4960,83 gH ₂ O/h		Tarvittava	
12 m ²		1279,86 gH ₂ O/h		ulkoilmavirta	
yht		30,31 kgH ₂ O/h			1,3 m ³ /s
		2910,04 kg/vko			
keskim		11552,61 kg/vko		Tarvittava	
		68,77 kg/h		ulkoilmavirta	3,1 m ³ /s
kosteussäätö		185118,94 kg/a			
lämpöä		125,6751881 MWh/a			

ULKOILMAVIRTALASKENTA

TALVI TILANNE			
		lt	kost.
talvi ulkoilma		-7	100 %
kosteusero sisä/ulko			10 g/kg
käyttöaikana			ilmavirtojen jako kahdella tulee siitä että talvella kosteusero on kaksi kertaa suurempi kuin mitoitusilanteessa kesällä
haihdunta 45% sisäilman kost.	e*a*(pv-pvh)		
250 m ²	10665,00	gH2O/h	
46 m ²	19624,52	gH2O/h	
61 m ²	26023,82	gH2O/h	
12 m ²	5119,44	gH2O/h	
yht	157,42	kgH2O/h	3,5 m ³ /s
	11334,44	kg/vko	
lepoaikana			
haihdunta 45% , sisäilman kost.	e*a*(pv-pvh)		
250 m ²	26663,75	gH2O/h	
46 m ²	4906,13	gH2O/h	
61 m ²	6505,96	gH2O/h	
12 m ²	1279,86	gH2O/h	
yht	39,36	kgH2O/h	0,9 m ³ /s
	3778,15	kg/vko	
keskim	15112,59	kg/vko	
	89,96	kg/h	2,0 m ³ /s
Sisäilman suht. Kosteus 45%			
pv	28 °C	29	mm/hg
pvh	29 °C	13	mm/hg
pv Allasvesi	28 °C	38,663	hPa
pvh huoneilma	29 °C	17,332	hPa
e käyttöaikana			gH2O)/(hm2hPa
e lepoaikana		5	
Sisäilman suht. Kosteus 55%			
pv	28 °C	29	mm/hg
pvh	29 °C	16,8	mm/hg
pv Allasvesi	28 °C	38,663	hPa
pvh huoneilma	29 °C	22,398	hPa
e käyttöaikana		20	gH2O)/(hm2hPa
e lepoaikana		5	
käyttöaikana			
haihdunta, 55 % sisäilman kost.	e*a*(pv-pvh)		
250 m ²	81325,00	gH2O/h	
46 m ²	14963,80	gH2O/h	
61 m ²	19843,30	gH2O/h	
12 m ²	3903,60	gH2O/h	
yht	120,04	kgH2O/h	2,7 m ³ /s
	8642,57	kg/vko	
lepoaikana			
haihdunta, 55 % sisäilman kost.	e*a*(pv-pvh)		
250 m ²	20331,25	gH2O/h	
46 m ²	3740,95	gH2O/h	
61 m ²	4960,83	gH2O/h	
12 m ²	1279,86	gH2O/h	
yht	30,31	kgH2O/h	0,7 m ³ /s
	2910,04	kg/vko	
keskim	11552,61	kg/vko	
	68,77	kg/h	1,5 m ³ /s
Säästö haihtuminen	3560,0	kg/vko	
	56959,7	kg/4kk	
	38,7	MWh/4kk	