



VUOTSON KOULU

Seurantakatselmus

Pesonen Otto, Pernu Juho & Moilanen Kari

Sisällys

Yhteenveto kohteen energiataloudesta ja ehdotetuista toimenpiteistä	2
Kohteen tiedot	2
Energiankulutus ja säästöpotentiaali	3
Kohteen energiankäytön nykytila	6
Energian ja veden hankinta	6
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	6
Sähköjärjestelmät	8
Vesi- ja viemärijärjestelmät	10
Ilmanvaihtojärjestelmät	11
Jäähdytysjärjestelmät	14
Rakenteet	15
Ehdotetut toimenpiteet	17
Säästölaskelmissa käytetyt energian ja veden hinnat sekä CO ₂ -kertoimet	17
Lämmitysjärjestelmät	17
Vesi- ja viemärijärjestelmät	18
Ilmanvaihtojärjestelmät	18
Rakenteet	20

Yhteenveto kohteen energiataloudesta ja ehdotetuista toimenpiteistä

Kohteen tiedot

Kiinteistö: Vuotson koulu

Osoite: Ivalontie 8716, 99690 Vuotso

Rakennustyyppi: 551 Yleissivistävien oppilaitosten rakennukset

Käyttötarkoitus ja toiminta: Koulurakennus (ala- ja yläaste)

- työaika arkisin klo 7.00–16.00

- liikuntasalissa iltakäyttöä arki-iltaisoin klo 16:00 - 21.00

- keittiö auki arkisin klo 6.30–14.30

- keittiössä valmistetaan noin 50 annosta päivittäin

Katselmuksen kohteen rakennukset: Koulurakennukset

Rakentamisvuosi: 1969, Monitoimitilat 1977

Peruskorjausvuosi: Keittiön laajennus (1995), vesikatto, yp-eristeet, ikkunat 2007

Rakennuksen tilavuus: lämmin 5710 m³

Rakennuksen bruttoala: lämmin 1155 m²

Edellinen energiakatselmus: Energiakatselmointi 2015, Bioenergiaselvitys 2014

Muutokset edellisen katselmuksen jälkeen:

- Luokkahuoneisiin rakennettu tuloilmakanava
- Tuloilmalämmittimien asennus/ uusiminen
- Luokkatilojen muutostyöt
- Ilma-vesilämpöpumpputjärjestelmän asennus
- Taajuusmuuttajien asennus IV-koneisiin

Energiankulutus ja säästöpotentiaali

Edellistä katselmusta edeltävät ja sen jälkeiset lämmönkulutuslukemat on esitetty taulukossa 1. Normitettu eli sääkorjattu kulutus on normitettu Sodankylään. Vuoden 2014 kulutuslukemat eivät ole vertailukelpoisia puuttuvan mittausdatan vuoksi. Lämmitysenergian kulutuslukemat on saatu öljynkulutuksesta laskemalla.

Vuonna 2015 tehdyssä katselmuksessa laskettiin silloisten toimenpide-ehdotusten mahdollisen säästöpotentiaalin olevan 40 MWh/a eli noin 10%. Tähän tavoitteeseen ei ole kuitenkaan päästy. Vuoden 2018 normitettua kulutusta verrattaessa vuoden 2013 lukemaan on säästöä syntynyt n. 3,3%.

Vuosi	Mitattu (MWh/a)	Normitettu (MWh/a)	Ominaiskulutus (kWh/m³)
2013	390,1	427,3	74,8
2014	-	-	-
2015	387,0	441,2	77,3
2016	376,6	419,7	73,5
2017	380,7	394,3	69,1
2018	376	413,2	72,4

Taulukko 1: Lämmönkulutus

Kulutuslukemista voidaan todeta kohteen lämpöenergiankulutuksen laskeneen. Lämpöenergian nettokulutus on vähentynyt vuoteen 2013 verrattuna 14,1 MWh. Normitetut eli sääkorjatut lukemat ovat myös laskeneet, joten energiansäästö ei ole johtunut ainoastaan vallinneista sääoloista.

Sähkönkulutuksen osalta edellisessä katselmoinnissa arvioitiin säästöpotentiaalin olevan 12 MWh vuoden 2014 kulutuksesta. Taulukossa 2. on esitetty vuosittaiset sähkönkulutukset.

Vuosi	Mitattu (MWh/a)	Ominaiskulutus (kWh/m³)
2013	79,2	13,86
2014	89,4	15,66
2015	77,2	13,50
2016	94,5	16,55
2017	92,5	16,20
2018	97,2	17,00

Taulukko 2: Sähkönkulutus

Vaikkakin vuonna 2015 sähkönkulutus on laskenut reilusti, niin kohteen sähkönkulutus on kasvanut huomattavasti vuodesta 2016 alkaen. Vuoden 2018 kulutusnousu on ymmärrettävää ilma-vesilämpöpumpun asennuksen myötä. Seuraavan vuoden sähkönkulutus tulee nousemaan lämpöpumppujen myötä entisestään, mutta vastaavasti öljynkulutuksen pitäisi laskea reilusti.

Vedenkulutuksen säästöpotentiaali arvioitiin vuonna 2015 olevan 39m³ vuoden 2014 lukemasta. Tämä tarkoittaisi n.15% säästöä. Tähän tavoitteeseen on päästy. Taulukosta 3, nähdään vuosien 2013-2018 vedenkulutukset.

Vuosi	m ³ /a	Ominaiskulutus (dm ³ /rm ³)
2013	226	39,6
2014	270	47,3
2015	314,4	55,0
2016	148,4	26,0
2017	118,1	20,7
2018	215,3	37,7

Taulukko 3: Vedenkulutus

Veden ominaiskulutus on ollut hyvin vaihtelevaa vuosien varrella. Yksittäiset vuodot wc-istuimissa voivat aiheuttaa jopa parinkymmenen kuution lisäkulutuksen kuukausitasolla. Vuodot tulisivin korjata mahdollisimman pian vuodon paikantamisen jälkeen.

Kohteen ominaislämpöenergiankulutus on ollut yleissivistävien oppilaitosten keskiarvoa reilusti suurempi, kun taas sähkön ominaiskulutus on ollut hyvin lähellä keskiarvoa. Veden ominaiskulutus on sen sijaan ollut huomattavasti keskiarvoa matalampi, mikä selittyy vähäisellä oppilasmäärällä.

Yhteenveto energiankulutuksesta ja säästöpotentiaalista

Nykyinen kulutus	Säästöpotentiaali		Kokonaisinvestointi
Lämpö 376 MWh/a	75 MWh/a 7500 €/a 19,6 tCO ₂ /a	20 %	5400 € + LTO investointi
Sähkö 97,2 MWh	0 MWh 0 € 0 tCO ₂	0 %	0 €
Vesi 215,3 m ³	111 m ³ 360 €	52 %	0-300 €

Taulukko 4: Yhteenveto säästöpotentiaalista

Taulukkoon 4. liittyvät huomautukset

- Lämpöenergian kulutus on vuoden 2018 toteutunut nettoenergiankulutus
- Kattilan hyötysuhteena on käytetty laskelmissa 0,85
- Lämpöenergian kustannukset on laskettu katselmusajankohdan hintatason perusteella
- Lämpöpumppujärjestelmän lämpöenergian tuottoa ei ole huomioitu laskennassa

Yhteenveto ehdotettavista toimenpiteistä

Lämpö

Seuraavilla ratkaisuilla voidaan saavuttaa 75-85 MWh vuotuinen säästö, jolla saavutetaan n. 20 % säästö vuosikustannuksissa:

- Yläpohjan lisäeristäminen tuulettuvissa yläpohjissa. 9,4MWh = n. 2,5%
- Tuloilmakoneeseen LTO 65-75 MWh = >17%
- Tuulikaappien käyttö

Sähkö

- Ei ehdotettuja toimenpiteitä.

Vesi

- Vuotojen korjaus

Kohteen energiankäytön nykytila

Energian ja veden hankinta

Lämpö

- Lämpöenergia tuotetaan pääasiassa LAKA ZKL 160 öljypolttimella
- Rinnalle on asennettu vuonna 2018 kolme Viessman vitocal 200-S ilma-vesilämpöpumppua
- Varajärjestelmänä toimii edelleen Högfors 25 klapi kattila
- Keittiötilojen lämmitys on järjestetty sähkökäyttöisellä lattialämmityksellä

Sähkö

- Sähkön siirto Rovakaira Oy
- Siirtotariffina Yleissähkö
- Sähkön myynti Energiapolar Oy

Vesi

- Vesiliittymä Vuotson vesihuolto Oy
- Jätevesiliittymä Vuotson vesihuolto Oy

Lämmitysjärjestelmän kuvaus

Kiinteistön lämmönjako on hoidettu kolmella vesikiertoisella patteriverkostolla, joista yksi palvelee neuvolaa, yksi monitoimitaloa ja yksi koulurakennusta. Monitoimitalon lämmitysverkkoon on asennettu haara tuloilmakoneen lämmityspatterille. Rakennuksessa on Stenfors stematic automaatiojärjestelmä, jolla voidaan säätää, ohjata, ja valvoa lämmitysjärjestelmän, poistoilmakoneiden sekä tuloilmakoneen toimintaa.

Katselmointihetkellä rakennuksen huonelämpötilat olivat keskimäärin 19-20 astetta, mitä voidaan pitää järkevänä ilmanlaadun ja energiatehokkuuden näkökulmasta. Huoneiden lämpötilat olivat melko tasaiset eri puolilla rakennusta. Muutos edellisen katselmoinnin 22,5 asteen keskilämpötilaan on huomattava. Pattereiden tasapainotuksissa oli kuitenkin huomattavia eroja jopa huonekohtaisesti. Asia todettiin pintalämpötilamittauksella. Seurantajakson aikana aulatilojen lämpötila putosi alimmillaan jopa 14°C asteen tuntumaan, mitä voidaan pitää huomattavan alhaisena.

Kesällä 2018 asennetun lämpöpumppujärjestelmän energiantuottoa ei ole otettu laskennoissa huomioon. Ilmavesilämpöpumpun tuoma säästöpotentiaali ei näy kokonaisuudessaan vielä 2018 vuoden kulutuslukemissa ja järjestelmän toiminnassa on ollut kiinteistöhuoltajan mukaan ongelmia. Laitteiston toimintaa ja kulutuslukemia tulisi seurata kevätkaudena tarkemmin, ja mikäli selviä säästöjä ei ole havaittavissa, tulisi ottaa yhteyttä pumpun toimittajaan / huolto-organisaatioon.



Kuva 1: Lämpöpumppujen ulkoisiköt

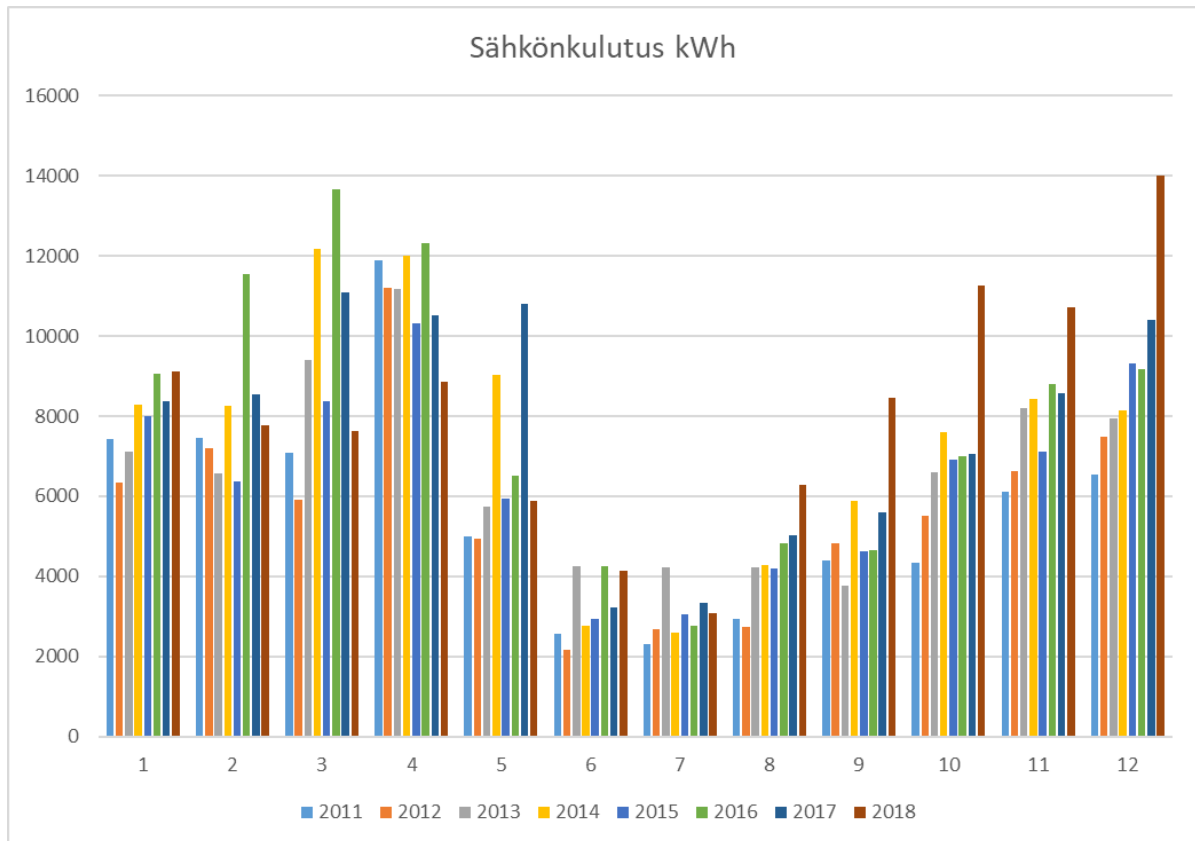
Lämpöenergian kulutusjakauma-arvio vuonna 2018 on esitetty taulukossa 5.

	MWh/a	%
Lämmitys	281	75
Ilmanvaihto	90,4	24
Lämmin vesi	3,74	1
Yhteensä	376,1	100%

Taulukko 5: Kulutusjakauma

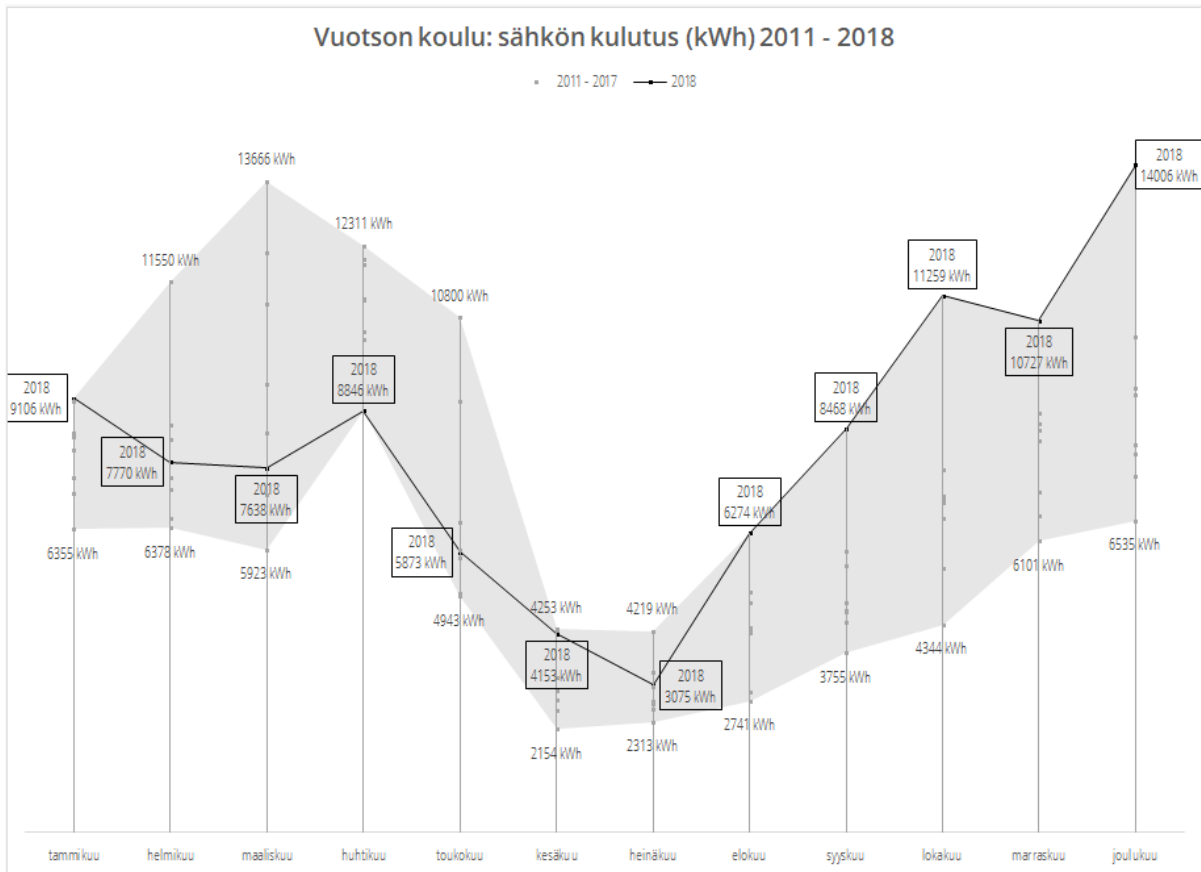
Sähköjärjestelmät

Sähkönkulutus on esitetty kuvassa 2, josta nähdään sähkön käytön vähentyneen kevätkuukausina verrattuna aikaisempiin vuosiin. Elokuusta lähtien sähkönkulutus on noussut selvästi aikaisempiin vuosiin verrattuna, tämä selittyy lämpöpumppujärjestelmän käyttöönotolla.



Kuva 2: Sähkön kuukausikulutus 2011-2018

Seuraavalla sivulla olevasta kuvassa 3. on havainnollistettu vuoden 2018 sähkönkulutus verrattuna aikaisempiin vuosiin.



Kuva 3: Sähkönkulutuksen havainnekuva

Lämpöpumpputjärjestelmä

Ilmavesilämpöpumppu on kulutuslukemien perusteella arvioituna kuluttanut noin 14 000 kWh asentamisesta lähtien.

Valaistus

Koulurakennuksen valaistusta on muokattu energiatehokkaammaksi asentamalla uusia led-valaisimia loisteputkivalaisimien tilalle. Vanhat loisteputket ja halogeenipolttimet ovat vaihtuneet myös energiansäästömalleihin. Valaistuksen ohjaus on järjestetty edelleen käsikytkimin.

Tuloilmalämmittimet

Kohteeseen on lisätty edellisen katselmoinnin jälkeen uusia tuloilmalämmittimiä, joiden teho on joko 800 W tai 1500 W. Lämmittimien yhteenlaskettu kokonaisteho on n.10kW. Lämmittimien termostaatit on säädetty n. 20-25°C lämpötilaan.

Saattolämmitys

Aikaisemmin suuria kulutuspiikkejä aiheuttanut saattolämmitysjärjestelmä toimii edelleen käsikäyttöisesti, mutta siihen on asennettu termostaattiohjaus. Kevään kulutuslukemien perusteella voidaan arvioida kulutuksen olleen noin 1500 kWh.

Autolämmitys

Autolämmityspaikkojen ohjaus on toteutettu vuorokausikelloilla, joilla voidaan ajastaa lämmitysjakso kahden tunnin mittaiseksi.

Keittiö

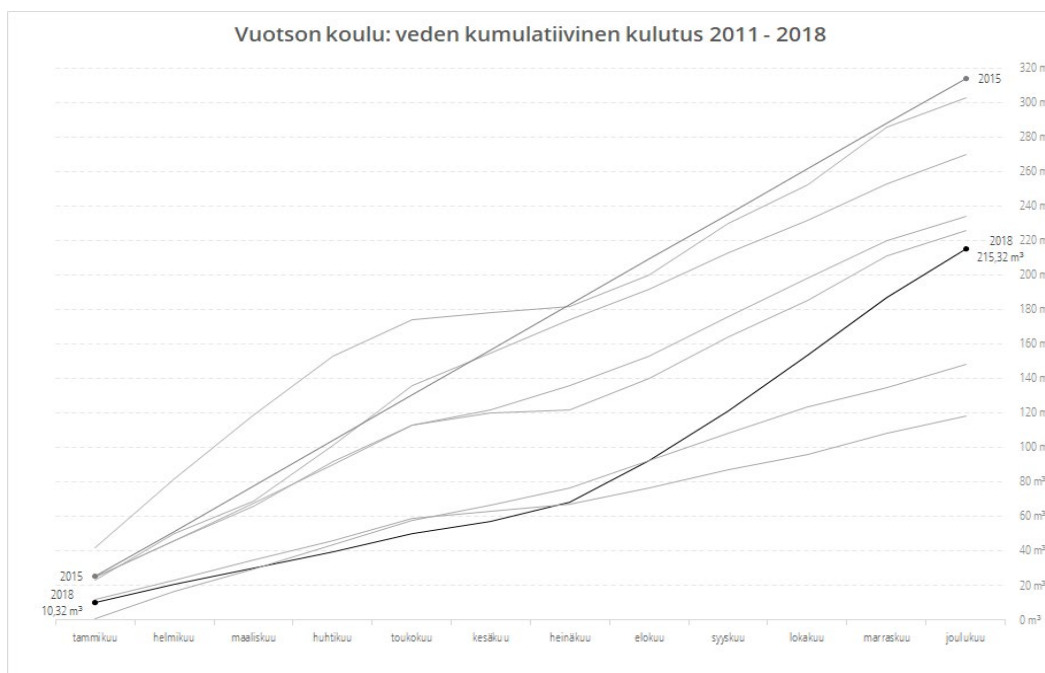
Keittiön lattialämmitys kuluttaa vuodessa noin 180kWh/m². Keittiön pinta-ala on noin 40m², joten energiankulutukseksi saadaan vuositasolla 7,2 MWh.

Muut järjestelmät

Rakennuksessa on sisäilmaoireilun myötä otettu käyttöön kaksi ilmanpuhdistuslaitetta, joiden käyttö ei vaikuta merkittävästi energiankulutukseen (140W).

Vesi- ja viemärijärjestelmät

Koulu on liitetty Vuotson vesi- ja viemäriverkkoon. Lämmin käyttövesi lämmitetään kohteessa öljykattilaan asennetulla kierukalla, menoveden lämpötila oli 57 °C. Paluuveden lämpötilaa ei kyetty tarkistamaan. Vesijohtoverkon painetaso oli 6,5 bar poikien wc:n pesuallashanasta mitattuna. Hanat ovat perinteisiä yksi -ja kaksioite hanoja. Hanojen virtaamat vaihtelivat 6-19 l/minuutissa. Hanojen virtaamat ovat suurimmassa osassa tiloja korkeahkoja tavoitetasoon nähden.



Kuva 5: Kumulatiivinen vedenkulutus

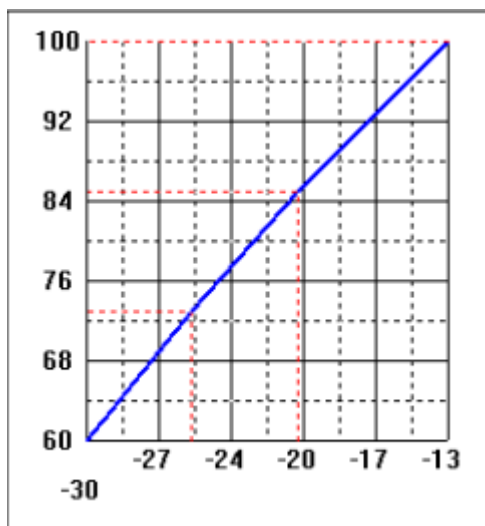
Katselmointihetkellä havaittiin yksi vuotava wc-istuin. Jo yksittäiset vuodot voivat nostaa kuukausittaista veden kulutusta huomattavasti. Silminnähten pieneltä ja mitättömältä näyttävä vuoto, voi todellisuudessa tarkoittaa satoja litroja päivässä hukkaan valunutta vettä. Kumulatiivisen

kulutuksen kuvaajasta (kuva 5.) voidaan nähdä vuoden 2018 vedenkulutuksen olleen matalalla tasolla heinäkuuhun saakka, jonka jälkeen kuukausikulutus on yli kaksinkertaistunut. Tämä voisi viitata pienimuotoiseen vuotoon vesikalusteissa.

Ilmanvaihtojärjestelmät

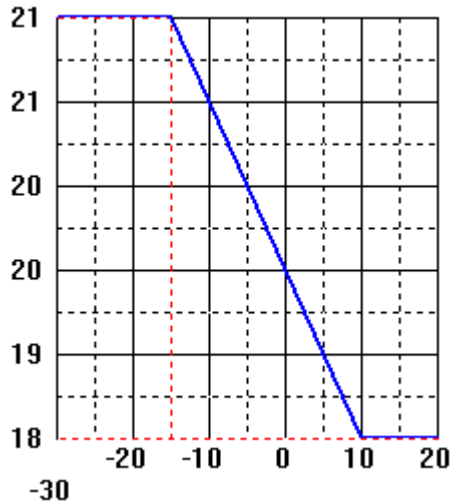
Luokkatiloissa ja liikuntasalissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, tämän lisäksi luokkiin tulee korvausilmaa erillisten tuloilmalämmittimien läpi. Teknisen työn tiloissa tuloilmakanavaa ei ole otettu käyttöön, vaikka linja on rakennettu.

Tulo- ja poistoilmakoneisiin on lisätty edellisen katselmoinnin jälkeen taajuusmuuttajat, joiden avulla koneiden tehon säätäminen on mahdollista. Aiemmin ainoastaan liikuntasalia palvelleeseen tuloilmakoneeseen on lisätty haara luokkahuoneille. Tuloilman ansiosta aiemmin vetoa aiheuttanut korvausilmavirta on vähentynyt. Katselmointihetkellä tuloilmavirta oli konehuoneessa sijaitsevasta kanavasta mitattaessa n. 600 l/s, josta arviolta noin 100 l/s menee luokkahuoneisiin. Tuloilmakoneen tehoa lasketaan ulkoilman laskiessa alle $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$ asteen oheisen säätökäyrän (kuva 6) mukaan.



Kuva 6: Tuloilmakoneen pyörimistehon säätökäyrä

Tuloilmakoneen lämpötilan asetusarvo on esitetty kuvaajassa 7. Lämpötilan tulisi olla lähtökohtaisesti hieman huonelämpötilaa matalampi, ellei tilaa ole tarkoitettu lämmitettäväksi ilmanvaihtokoneella. Tilan pääasialliset lämmityslaitteet reagoivat nopeammin muutoksiin ja hyödyntävät ilmaisenergiat tehokkaammin kuin ilmanvaihtokone. Suositeltava arvo sisäänpuhalluslämpötilalle on n. $15\text{-}17\text{ }^{\circ}\text{C}$.

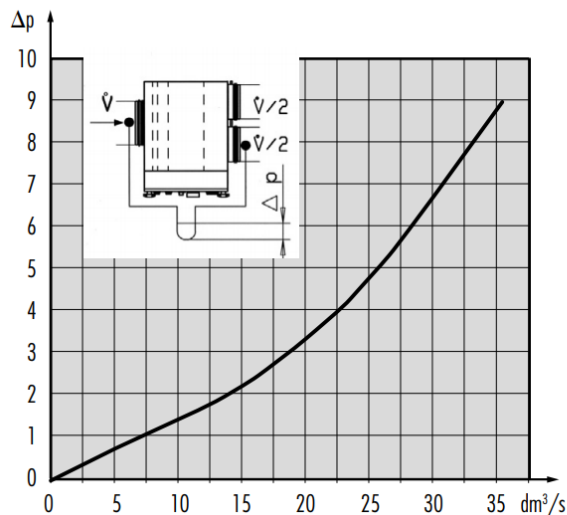


Kuva 7: Tuloilmakoneen lämpötilan asetusarvot

Katselmoitaessa suoritettiin ilmamäärämittauksia luokkahuoneiden päätelaitteisiin. Mittausten perusteella luokkatilojen poistoilmavirta on n. 30 l/s ja tuloilmavirta n. 20 l/s, kun ei oteta huomioon tuloilmalämmittimien läpi tulevaa korvausilmaa. Rakennus oli katselmointihetkellä mitattaessa 10-11,5 Pa alipaineinen ulkoilman suhteen, mitä voidaan pitää liian korkeana. Painetasoa voidaan tasata lisäämällä tuloilmavirtaa joko koneellisesti tai korvausilmaventtiilien avulla.

Mobair 2020 lämmittimien tuloilmavirta on valmistajan mukaan n.10-12 l/s 10Pa paine-erolla. Virtausta voidaan myös tehostaa laitteen omalla puhaltimella. Vallitsevan painetason avulla nähdään Vallox MUH korvausilmaventtiileistä tulevan ilmamäärän olevan n. 35 l/s.

PAINEHÄVIÖ



TULOILMALÄMMITIN, PAINEHÄVIÖ

- Käyrästä ilmoittamaan tuloilmalämmittimen painehäviöön lisätään aina kanaviston painehäviö.
- Mikäli kanaviston painehäviöstä ei ole tietoa, sen voidaan olettaa olevan samansuuruinen kuin tuloilmalämmittimen painehäviön. Esim. kun asuntoon halutaan lämmittimen kautta ilmaa 18 dm³/s tarvitaan asunnossa 3 Pa + 3 Pa = 6 Pa alipainetta, joka saavutetaan esim. poistopuhaltimella.

Kuva 8: Tuloilmalämmittimen painehäviö

Ilmanvaihdon käyntiajat on toteutettu seuraavien aikaohjelmien mukaan.



Kuva 9: Ilmanvaihdossa on käytössä yöajan pudotus

Neuvolan ilmanvaihdosta vastaa Vallox 132 E. Kone on varustettu ristivirtakennoisella lämmöntalteenottojärjestelmällä, jonka hyötysuhteeksi valmistaja ilmoittaa 60%. Koneessa on kaksi 1200 W lämmitysvastusta ilman etu- ja jälkilämmitystä varten. Koneen tehoa voidaan säätää neuvolan odotustilassa olevalla säätimellä. Koneen jälkilämmitystä on myös mahdollista säätää termostaattilla.

Katselmointihetkellä kone oli teholla 1, jolloin ilmamäärä on noin 35 l/s, mikä riittää kyseessä olevan tilaan. Tarvittaessa ilmanvaihtoa on helppo tehostaa käsikytkimestä. Keittiötilojen poistoilmanvaihto on käyttäjien mukaan tarpeettoman suuri. Tilaan johdetaan korvausilmaa siirtoilmana sisäovien yläpuolisista säleiköistä.

Jäähdytysjärjestelmät

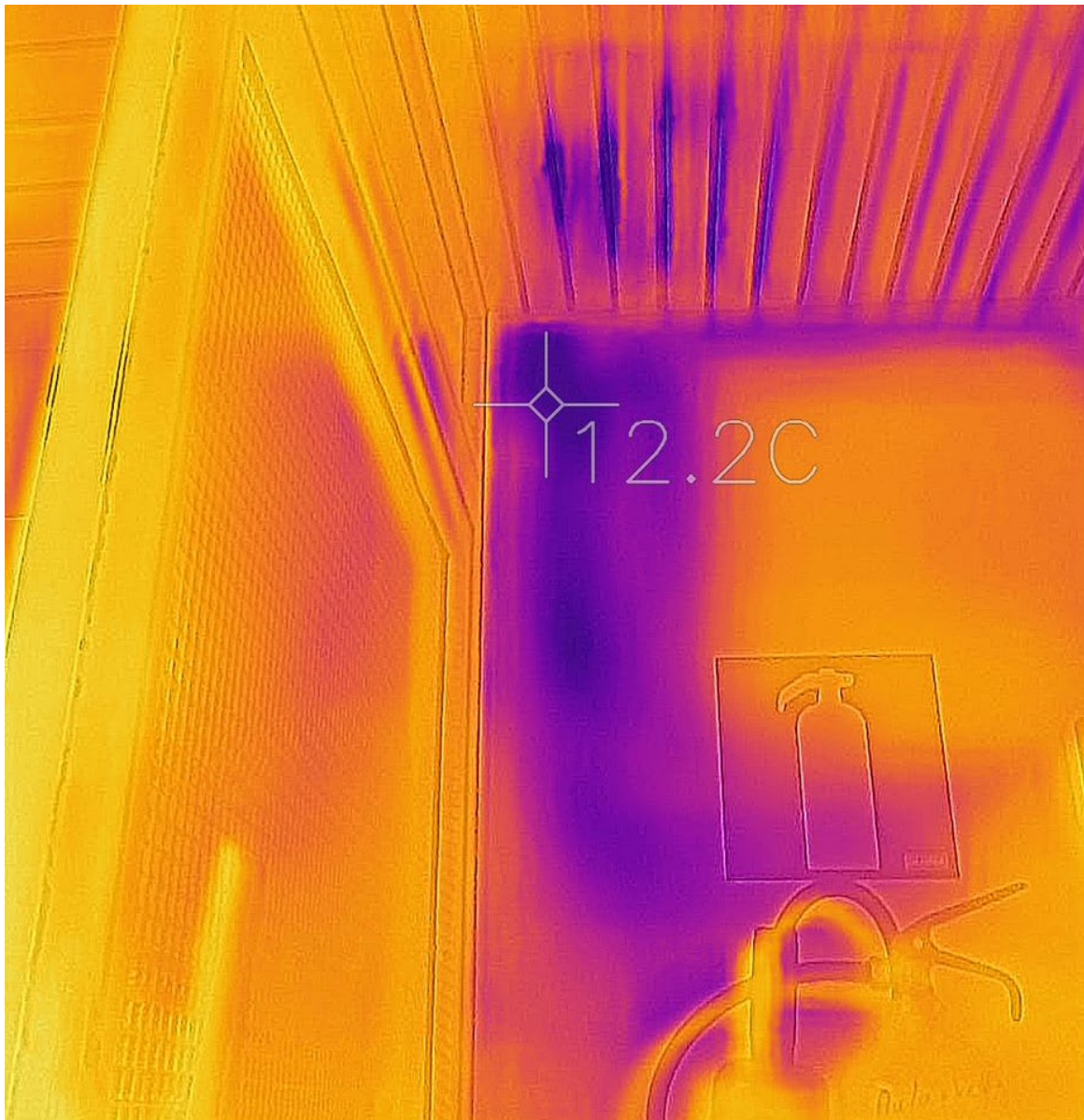
Hoitajan vastaanottohuoneen jäähdyttämisestä vastaa liikuteltava ilmastointilaitte. Laitteen automaatiikka pitää yllä valittua lämpötilaa 15-31 °C välillä. Katselmointihetkellä laite ei ollut käytössä.

Malli	MFP26-1021R1	
Jäähdytysteho	9 000 Btu/t /2 600 W	
Kosteudenpoistoteho (l/päivä)	18	
Teho (W)	Jäähdytys	1100
	Kosteudenpoisto	800
Virtausnopeus (m ³ /t)	360	
Virtalähde (yksivaiheinen) V~/Hz)	220~240V/50	
Äänenpainetaso dB (A)	≤52	
Nettopaino (kg)	34	
Mitat	Runko (mm)	738x446x377
	Pakkaus (mm)	780x460x450
Jäähdytysaine / (g)	R407C/490	
Käyttötila (m ²)	18	
Huomautus: Yllä mainittu jäähdytysteho on mitattu ympäristössä, jonka lämpötila on 30 °C DB / 25,5 °C WB (sama sisä- ja ulkotiloissa).		

Kuva 10: Jäähdyttimen tyyppikilpi

Rakenteet

Kiinteistön rakenteisiin on tehty muutoksia yhden luokkahuoneen osalta. Luokka on jaettu kahdeksi pienemmäksi tilaksi, jolloin tilojen käyttö on tehostunut. Katselmoinnin yhteydessä tutkittiin rakenteiden pintalämpötiloja lämpökameralla ja pintalämpömittarilla. Erityisesti yläpohjan pintalämpötilat olivat huomattavan alhaisia. Myös seinistä löytyi paikoittain alhaisia pintalämpötiloja, jotka johtuivat pääasiassa ilmavuodoista.



Kuva 11: Lämpökamerakuva käytävästä

Yläpohjan eristäminen on toteutettu n. 15-25cm vahvuisella puhallusvilla kerroksella, mikä antaa rakenteen U-arvoksi n. 0,27 – 0,17W/m². Vuosina 2007-2009 Rakennusmääräyskokoelman enimmäisarvo yläpohjarakenteen U-arvolle oli 0,15 ja Vuodesta 2010 lähtien enimmäisarvo on ollut 0,09. Yläpohjan lisäeristäminen olisi helposti toteutettavissa, koska rakenteita ei tarvitse purkaa.

Liikuntasalin katon eristystasoa ei voitu selvittää, mutta havaintojen perusteella rakenteessa on lämpövuotoja, tai eristystaso on riittämätön. Jääpuikot talvipakkaselle kertovat lämpövuodoista tai puutteellisesta eristetasosta.



Kuva 12: Liikuntasalin räystäs

Koulun pääsisäänkäynnin yhteydessä ei ole käytössä tuulikaappia, ja myös liikuntasalin puolen tuulikaapin käyttö oli puutteellista. Tuulikaapin toinen ovi oli auki. Kyseisen tuulikaapin lämpötila oli samalla myös tarpeettoman korkea. Suositeltavaa olisi pitää tuulikaapissa reilusti huonelämpötilaa matalampi lämpötila ja molemmat ovet kiinni. Näin minimoidaan ulko-oven lämpövuodon määrä. Tuulikaapin lisäyksellä aulaan ja tarkoituksen mukaisella käytöllä lämpövuodon lisäksi myös vedon tunne vähenisi rakennuksessa.

Ehdotetut toimenpiteet

Säästölaskelmissa käytetyt energian ja veden hinnat sekä CO₂-kertoimet

Lämpö

- Vuotson koulun lämmöntuotanto tapahtuu omalla kevytöljykattilalla, jonka CO₂ - päästökerroin on Motivan laskentaohjeen taulukon mukaisesti 261 kg CO₂/MWh.
- Lämmitysöljyn hintana on käytetty markkinahintaa 1€/l sis. alv. 24%

Sähkö

- Sähkön hintana laskelmissa on käytetty 0,12€/kWh
- Keskimääräinen sähköntuotannon CO₂-päästökerroin Suomessa laskettuna viiden vuoden liukuvana keskiarvona:
- 164 kg CO₂/MWh
(Lähde: Tilastokeskus, tilastovuosi 2016) (päivitetty 26.4.2018)

Vesi

- Veden hintana on käytetty 1,45€/m³ + alv 24%
- Jäteveden hintana on käytetty 1,45€/m³ + alv 24%

Lämmitysjärjestelmät

Asennetun Ilma-vesilämpöpumpun toiminta ei ole kulutuslukemien perusteella ollut tehokasta. Järjestelmän kokonaisteho huomioon ottaen öljynkulutuksen tulisi laskea huomattavasti.

Toimenpide

- Järjestelmän toiminnan tarkastaminen / huolto
- Järjestelmän käytön opastaminen
- Lämmitysveden meno lämpötilan laskeminen, mikäli mahdollista → vähentää öljypolttimen käyttöä.

Vesi- ja viemärijärjestelmät

Kuukausikulutuslukemista voidaan päätellä kulutuksen kasvaneen elokuusta lähtien verrattaessa alkuvuoteen. Katselmuksessa havaittu yksittäinen vuoto wc-istuimessa voi olla vedenkulutuksen nousun syynä.

Pieni vuoto wc-istuimessa voi olla jopa noin 30 litraa/tunti. Näin ollen kuukausikulutus kasvaa n.20 m³. Vastaava kasvu on nähtävissä vedenkulutuslukemista. Yhteensä vuodon aiheuttama kulutuksen kasvu on arviolta 111m³/a, kun kulutuksia vertaa normaali kuukausien lukemiin. Koska vuoto on ollut pelkästään kylmää vettä, hinnaksi tulee 360€. Vuodon korjaukselle ei laskettu tässä tapauksessa hintaa.

Ilmanvaihtojärjestelmät

Tällä hetkellä kohteen tuloilman lämmittämiseen kuluu noin neljäsosa koko rakennuksen lämpöenergiasta. Asentamalla lämmöntalteenottolaitteistolla varustettu ilmanvaihtokone / koneita, voidaan lämmitysenergian osalta saavuttaa jopa 65 -75MWh eli 17-20% vuotuinen säästö.

$$65\text{MWh} * 261 \text{ kg CO}_2 / \text{MWh} = \underline{16\,965 \text{ kg CO}_2}$$

$$65\text{MWh} / 0,85 / 10,02\text{kWh/m}^3 = \underline{7600\text{l}} = 7600\text{€}$$

Mikäli kohteeseen halutaan asentaa lämmöntalteenotolla varustettu ilmanvaihto, tulisi ensimmäisenä laatia perusteellinen ilmanvaihtosuunnitelma, jonka perusteella valitaan kohteeseen sopiva ilmanvaihtokone, kanavisto ja päätelaitteet.

Nykyaikainen ilmanvaihtokone voidaan varustaa myös erilaisilla tunnistimilla (CO₂, läsnäolo), jolloin koneen tarkoituksenmukainen käyttö on helppoa.

Pallas eAir W oikea

Puhaltimet

	Tulo	Poisto
Mitoituspisteessä		
Puhallinnopeus	54 %	56 %
Syötetty ilmavirta	600 l/s	650 l/s
Kanavapaine	100 Pa	100 Pa
Ottoteho	355 W	407 W
SFP	1.17 kW/(m ³ /s)	
Huipputeho		
Maksimi-ilmavirta	954 l/s	991 l/s
Maksimikanavapaine	253 Pa	232 Pa
Tehostusvara	59 %	52 %

Vuosilaskenta

Kaupunki	Sodankylä, Suomi
Vuosihyötysuhde	68.8 %
Hyötysuhde yhtäsuurilla ilmavirroilla	71.7 %
Poistoilmasta talteenotettu lämpöenergia	101 344 kWh
Vuotuinen jälkilämmitystarve	12 809 kWh

Äänet (Lw)

	Taajuudet [Hz]								dB	dB(A)
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
Vaipan läpi	60	61	65	56	52	40	26	17	67.4	58.9
20 m ³ absorptio LpA										51.9
Tuloilmakanava	60	62	69	63	67	65	54	41	73.2	70.5
Poistoilmakanava	52	60	62	48	43	42	32	14	64.3	54.8
Ulkoilmakanava	55	56	56	50	44	39	32	11	60.9	52.0
Jäteilmakanava	60	63	70	64	68	67	61	46	74.6	72.6

Ecodesign

SFPint	799 W/(m ³ /s)
SFPint_limit,2016	1243 W/(m ³ /s)
SFPint_limit,2018	1003 W/(m ³ /s)

Laite täyttää Ecodesign 2018 -vaatimukset

Talvi

Lämmön talteenotto

Tyyppi	Vakio
Mitoituspisteessä	-38 °C / 90 %RH
Tuloilma jälkeen LTO:n	6.7 °C / 71 %RH
Hyötysuhde	74.6 %

Nestepatteri W

Patteri	60/40 °C Sisäinen
Ilma sisään	1.7 °C / 100 %RH
Ilma ulos	13.4 °C / 45 %RH
Neste	0.218 l/s / 12.2 kPa
Neste sisään/ulos	35 / 25 °C
Venttiili	R222, kvs 6.30 DN25, TR24-SR
Teho	8.72 kW

Huom! Tämä on ei ole vakioatteri tälle laitteelle. Huomauta tästä tilauksen yhteydessä."

Kesä

Lämmön talteenotto

Tyyppi	Vakio
Mitoituspisteessä	25 °C / 50 %RH
Tuloilma jälkeen LTO:n	23.5 °C / 55 %RH
Hyötysuhde	74.6 %

Nestepatteri W

Patteri	60/40 °C Sisäinen
Ilma ulos	23.5 °C / 55 %RH

Huom! Tämä on ei ole vakioatteri tälle laitteelle. Huomauta tästä tilauksen yhteydessä."

Kuva 13: Esimerkki LTO:lla varustetun IV-koneen säästöpotentiaalista

Rakenteet

Yläpohjan lisäeristys

Yläpohjan eristetason havaittiin olevan puutteellinen. Lisäeristettävä ala on noin 400 m². Lisättävän eristeen paksuus on noin 300mm.

400m²*0,3m= 120m³. Ekovillan kuutiohinta puhallettuna on noin. 40-45 €/m³ sis. Alv 24% Investoinnin hinnaksi tulee n. 4800 - 5400€. sis. alv. 24%. Takaisinmaksuaika investoinnille on 4-5 vuotta.

YHTEENSÄ: rakenteet (1 kpl)	
Alkuperäisen ratkaisun lämpöhäviö:	14500 kWh/vuosi
Korjatun ratkaisun lämpöhäviö:	5140 kWh/vuosi
<hr/>	
Säästöt:	9400 kWh/vuosi
	1128.04 €/vuosi

Kuva 14: Yläpohjan lisäeristys laskelma

Myös muiden yläpohjarakenteiden lisäeristämismahdollisuudet tulisi selvittää.

Tuulikaappien rakentaminen

Sisäänkäynnin yhteyteen rakennettavalla tuulikaapilla pystyttäisiin estämään vedon tunnetta käytävätiloissa. Myös olemassa olevan tuulikaapin oikeaoppisella käytöllä, pientä säästöä lämpöenergian kulutuksessa olisi saavutettavissa.