

ENERGI AKATSELMUS Kohdekatselmusraportti



Kämärin jäärheilukeskus
Rehnströminkatu 10
78250 Varkaus



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Pohjois-Savon liitto tukee
maakunnan
menestystä



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020

SISÄLLYSLUETTELO

LAADUNVARMISTUS.....	3
ESIPUHE.....	4
1 PERUSTIEDOT.....	5
2 ENERGIAN KULUTUS JA KUSTANNUKSET.....	6
2.1 ENERGIAN KOKONAISKULUTUS JA KULUTUSJAKAUMA.....	6
2.2 YHTEENVETO ENERGIANSÄÄSTÖTOIMENPITEISTÄ.....	8
2.3 LÄMPÖ.....	10
2.4 SÄHKÖ.....	14
2.5 VESI.....	18
3 NYKYTILAN KUVAUS.....	21
3.1 KOHTEEN KÄYTÖN YLEISKUVAUS.....	21
3.2 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT.....	21
3.3 VESI - JA VIEMÄRIJÄRJESTELMÄT.....	24
3.4 ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄT.....	25
3.5 JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄT.....	27
3.6 SÄHKÖJÄRJESTELMÄT.....	29
3.7 RAKENNUSAUTOMAATIO.....	32
3.8 RAKENTEET.....	33
3.9 MUUT JÄRJESTELMÄT JA HAVAINNOT.....	33
4 ENERGIANSÄÄSTÖTOIMENPITEET.....	34
4.1 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT.....	34
4.2 VESI - JA VIEMÄRIJÄRJESTELMÄT.....	35
4.3 ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄT.....	36
4.4 JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄT.....	38
4.5 SÄHKÖJÄRJESTELMÄT.....	39
4.6 RAKENNUSAUTOMAATIO.....	41
4.7 RAKENTEET.....	41
4.8 MUUT TOIMENPITE-EHDOTUKSET.....	41
LIITTEET	
1. TILOJEN LÄMPÖTILAMITTAUKSET	
2. ILMANVAIHTOKONEET	
3. KAUKOLÄMMÖN TILAUSVESIVIRTATARKASTELU	
4. VALAISTUSTASOMITTAUKSET	

LAADUNVARMISTUS

Revisio	Lopullinen
Päiväys	15.2.2019
Laatijat	Markku Ahonen, Ramboll Finland Oy Kenneth Grönberg, Ramboll Finland Oy Onni Ojala, Ramboll Finland Oy
Tarkastaja	Seppo Vänni, Ramboll Finland Oy
Kuvaus	Energiakatselmus

ESIPUHE

Tässä kohdekatselmusraportissa on esitetty Kämärin jääurheilukeskuksen, Rehnströminkatu 10, 78250 Varkaus energiankäytön nykytilanne sekä mahdollisuudet pienentää kohteen energiankulutusta. Energiakatselmukseen sisältyvät jääurheilukeskuksen kaksi jäähallia ja tekojäähallirata. Kohteen energiankäytön nykytilan selvityksen ja kohdetarkastuksen perusteella raportissa esitetään energiansäästötoimenpiteet energiankäytön vähentämiseksi. Toimenpiteiden kannattavuutta arvioidaan investointiarvion ja saavutettavien säästöjen perusteella. Ehdotettaville toimenpiteille esitetään kannattavuuslaskelma ja muut toimenpiteiden mahdolliset vaikutukset. Energianhinnat, kustannukset ja säästöpotentiaalit on raportissa esitetty arvonlisäverottomina (alv 0 %).

Työn tilaajan puolesta yhteyshenkilöinä on ollut Teija Härkönen Navitas Kehitys Oy:stä. Energiakatselmuksen toteutukseen ovat kohteen puolesta osallistuneet Marko Kukkonen ja Jari Laanto Varkauden kaupungin liikuntapalveluista. Energiakatselmuksen suorittivat Markku Ahonen, Kenneth Grönberg ja Onni Ojala Ramboll Finland Oy:stä. Energiakatselmus on toteutettu osana Navitas Kehitys Oy:n koordinoimaa KierRe -hanketta (Kiertotalouden ja resurssiviisauden toteuttaminen Pohjois-Savossa -hanke, www.kierre.info).

Ramboll Finland Oy

Markku Ahonen
Projektipäällikkö

1 PERUSTIEDOT

Katselmuskohde	Kämärin jääurheilukeskus Rehnströminkatu 10, 78250 Varkaus
Rakennustyyppi	351 Jäähallit
Raportin valmistumispäivä	15.2.2019
Kohdekatseluspäivä	19. ja 20.12.2018
Kohdekatselmuksen tekijät	Markku Ahonen, Ramboll Finland Oy Kenneth Grönberg, Ramboll Finland Oy Onni Ojala, Ramboll Finland Oy
Kohteen tiedot	
Rakennusten määrä, kpl	Kaksi jäähallia ja jäähdytyskoneistojen konttirakennus, lisäksi tekojääradan katsomorakennus, pukuhuonerakennus ja kaksi siirrettävää toimitsijaparakkia
Rakennusvuosi	Kilpahalli 2002 Harjoitushalli 1985 Jäähdytyskoneistojen konttirakennus 2013 Pukuhuonerakennus 1999 ja 2014 Katsomorakennus noin 1950
Peruskorjausvuosi	Jäähdytyskoneistot uusittu 2013
Rakennustilavuus, m ³	Jäähallien kokonaistilavuus 61 200 m ³ Kilpahalli 27 210 m ³ Harjoitushalli 33 990 m ³ Pukuhuonerakennus 500 m ³ Katsomorakennus 300 m ³ (arvio)
Bruttoala, m ²	Jäähallien kokonaisala 6 425 m ² Kilpahalli 3 433 m ² Harjoitushalli 2 992 m ² Pukuhuonerakennus 175 m ² Katsomorakennus 90 m ² (arvio)
Tyypilliset käyttöajat	Kilpahalli ma-pe klo 8:00-23:00, la-su klo 9:00-23:00 Harjoitushalli ma-pe klo 8:00-22:30, la-su klo 11:00-20:30 Tekojäärata ma-su klo 8:00-22:00 <u>Luistelukausi 2018</u> Kilpahalli 1.1.-15.4. ja 23.7.-31.12., jäädytys 18.7. Harjoitushalli 1.1.-15.4. ja 1.9.-31.12., jäädytys 27.8. Tekojäärata 1.1.-17.3. ja 30.10.-31.12., jäädytys 28.10. <u>Kesäkausi (ei jäätä)</u> Kilpahalli (mm. rullalätkä) toukokuu – kesäkuun puoliväli Tekojääradan kenttä (mm. pesäpallo) huhtikuun puoliväli – lokakuun puoliväli
Kohteen liittymät ja mittaukset	
Lämpö	Varkauden Aluelämpö Oy:n kaukolämpöverkko. Yksi liittymä ja laskutusmittaus, tilausteho 287 kW.
Sähkö	Savon Voima Verkko Oy:n 0,4 kV pienjänniteverkko. Yksi laskutusmittaus.
Vesi	Keski-Savon Vesi Oy:n vesi- ja viemäriverkosto. Neljä liittymää; kilpahalli, harjoitushalli, pukuhuonerakennus ja katsomorakennus

2 ENERGIAN KULUTUS JA KUSTANNUKSET

2.1 Energian kokonaiskulutus ja kulutusjakauma

Tässä yhteenvedossa tarkastellaan Kämärin jääurheilukeskuksen energiataloutta ja ehdotettujen energiansäästötoimenpiteiden vaikutusta ja kannattavuutta kohteessa toteutetun katselmuksen tuloksena.

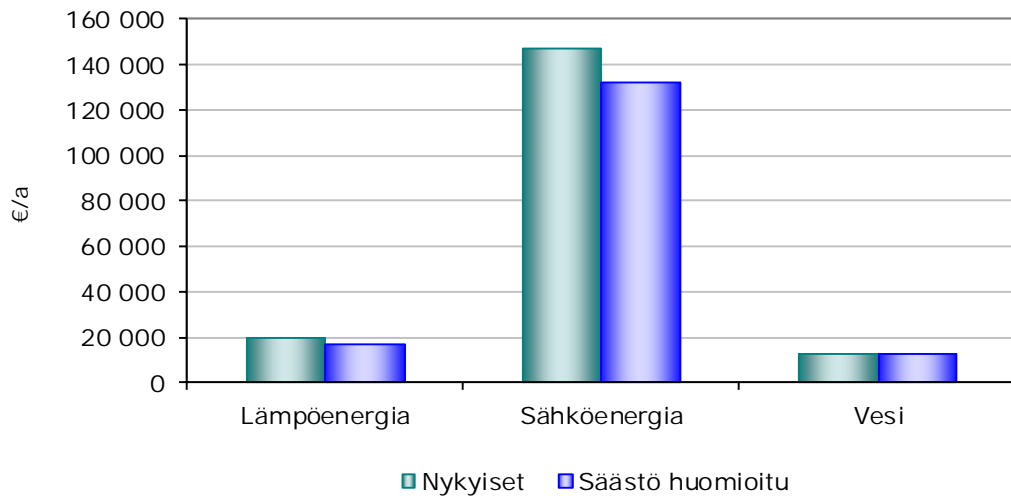
Energian kokonaiskulutukset ja kustannukset sekä säästöpotentiaali esitetään taulukossa 1, ja energiankulutuksen jakautuminen kulutusryhmittäin taulukossa 2. Taulukossa 2 esitetään myös mitatut ja laskennallisesti arvioidut kulutusosuudet.

Taulukossa 1 esitetään energiansäästöä vastaava CO₂-päästöjen arvioitu vähenemä. Vaikutus CO₂-päästöihin on arvioitu Suomen keskimääräisen kaukolämmöntuotannon päästökertoimen (kaukolämmön ja sähkön yhteistuotanto; 188 kg CO₂/MWh) ja keskimääräisen sähköntuotannon päästökertoimen (164 kg CO₂/MWh) mukaan.

Taulukko 1. Yhteenvedo kulutuksista ja säästöpotentiaalista

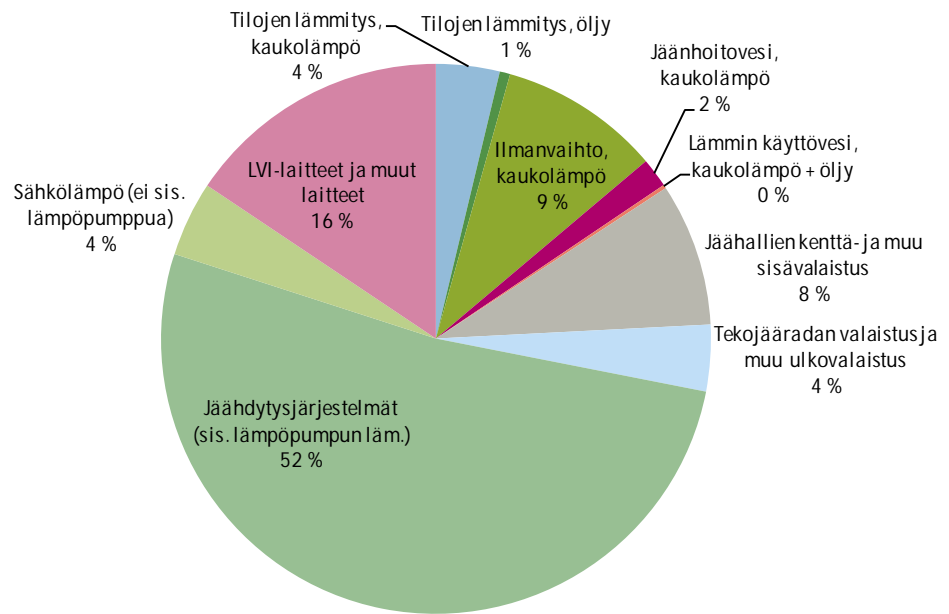
Nykyinen kulutus 2018	Säästöpotentiaali	Kokonaisinvestointi
Lämpöenergia 323 MWh/a 19 175 €/a	46 MWh/a 14 % 2 390 €/a 12 % 8,6 t CO ₂	3 500 €
Sähköenergia 1 723 MWh/a 147 000 €/a	168 MWh/a 10 % 14 520 €/a 10 % 27,6 t CO ₂	72 000 €
Vedenkulutus 3 343 m ³ /a 12 758 €/a	0 m ³ /a 0 % 0 €/a 0 %	0 €
Kulutukset yhteensä	Säästöt yhteensä	Investoinnit yhteensä
178 933 €/a	16 910 €/a 9 % 36,2 t CO ₂	75 500 €

Energiakustannukset



Taulukko 2. Energiankulutuksen jakautuminen

ENERGIANKULUTUKSEN JAKAUMA	Totetutunut MWh/a	%	Mitattu	Laskennallinen
Lämpö	323		✓	
Tilojen lämmitys, kaukolämpö	76	4 %		✓
Tilojen lämmitys, öljy	12	1 %		
Ilmanvaihto, kaukolämpö	194	9 %		
Jäänhoitovesi, kaukolämpö	35	2 %		✓
Lämmin käyttövesi, kaukolämpö + öljy	5	0 %		✓
Sähkö	1 723		✓	
Jäähallien kenttä- ja muu sisävalaistus	172	8 %		✓
Tekojääradan valaistus ja muu ulkovalaistus	80	4 %		✓
Jäähdytysjärjestelmät (sis. lämpöpumpun läm.)	1 062	52 %	✓	
Sähkölämpö (ei sis. lämpöpumpua)	90	4 %		✓
LVI-laitteet ja muut laitteet	319	16 %		✓
Energiankulutus yhteensä	2 046	100 %		



2.2 Yhteenveto energiansäästötoimenpiteistä

Taulukossa 3 esitetään yhteenveto ehdotettavista energian ja veden säästötoimenpiteistä, joita käsitellään yksityiskohtaisemmin raportin luvussa 4. Taulukossa 3 esitettyjen toimenpide-ehdotusten lisäksi ehdotetaan harkittavaksi:

- Tekojääradan valonheittimien uusiminen ja niiden käytön ohjauksen parantaminen.
- Jääratojen jään lämpötilan nosto.
- Rakenteiden lämpökuvaus ja tarpeen mukaan rakenteiden lämpövuotojen korjaus ja ilmatiiveyden parantaminen.
- Kilpahallin varustesäilytysvarastoihin lämmitysverkostoon kytkettyjen kiertoilmalämmittimien asennus nykyisten lämmityspatterien lisäksi, jotta tiloissa ei tarvitsisi käyttää sähköpuhallinpattereita lisälämmittiminä.
- Tekojääradan katsomorakennuksen toisen kerroksen sisälämpötilan alentaminen, mikäli se on nykyisellä järjestelmällä mahdollista. Nykyiseen lämmitysjärjestelmään ei ehdoteta tehtäväksi korjauksia.
- Pesu- ja pukutilojen sekä wc-tilojen hanojen virtaamien tarkistus ja ylisuurien virtaamien rajoitus.
- Paineensäätöventtiilin asennus kilpahallin käyttövesiliittymään.
- Harjoitushallin ja pukuhuonerakennuksen ilmanvaihtokoneiden ohjausten ja säätöjen kytkeminen rakennusautomaatiojärjestelmään.

Taulukko 3. Yhteenveto ehdotettavista toimenpiteistä

Kämärin jääurheilukeskus Rehnströminkatu 10, 78250 Varkaus																					
no	TOIMENPITEEN KUVAUS (tarkemmin raportin luvussa 4)	SÄÄSTÖ YHTEENSÄ €/a	Takaisin- maksuaika a	Investointi €	CO ₂ vähenemä yhteensä t	ENERGIANSÄÄSTÖ								VEDEN SÄÄSTÖ		KAUKOKYLMÄN SÄÄSTÖ				Tarkemmin raportin kohdassa	Sovitut jatko- toimet
						LÄMPÖ				SAHKÖ				Vesi m ³ /a	Kustan- nukset €/a	Energia MWh/a	CO ₂ t/a	Kustannukset			
						Energia MWh/a	CO ₂ t	Kustannukset		Energia MWh/a	CO ₂ t	Kustannukset									
								€/a	Teho €/a			€/a	Teho €/a	€/a	€/a	€/a	€/a				
1	Jäänhoitoveden lämpötilan alentaminen ja lämmityksen säädön kytkentämuutos	2 340	1,3	3 000	6,7	25	4,7	1 300		12	2,0	1 040								4.2.2	H
2	Jäähallien pesu- ja pukutilojen ilmanvaihokoneiden TK02 ja TK321 käyntiaikamuutos	1 300			2,9	5	0,9	260		12	2,0	1 040								4.3.1	H
3	Harjoitushallin pesu- ja pukutilojen lämpötilan alentaminen tuloilman lämpötilan ja lattialämmitysten asetusmuutoksilla	310	1,6	500	0,7	1	0,2	50		3	0,5	260								4.3.2	P
4	Kiilpahallin ilmankuivauksen ohjausmuutos	3 800	1,3	5 000	8,6	15	2,8	780		35	5,7	3 020								4.3.4	H
5	Harjoitushallin kenttäaluevalaisimien uusiminen	2 160	8,3	18 000	4,1					25	4,1	2 160								4.5.2	T
6	Kiilpahallin kenttäaluevalaisimien uusiminen	5 010	9,6	48 000	9,5					58	9,5	5 010								4.5.2	H
7	Led-valoputkien asennus T8-loisteputkivalaisimiin	1 300	0,8	1 000	2,5					15	2,5	1 300								4.5.2	P
8	Kiilpahallin räystäskourujen sulatuskaapeleiden ohjausmuutos	690			1,3					8	1,3	690								4.5.4	P
	YHTEENSÄ	16 910	4,5	75 500	36,2	46	8,6	2 390		168	27,6	14 520									

Sovitut jatkotoimenpiteet: T = toteutettu P = päätetty toteuttaa H = harkitaan toteutettavaksi E = ei toteuteta

2.3 Lämpö

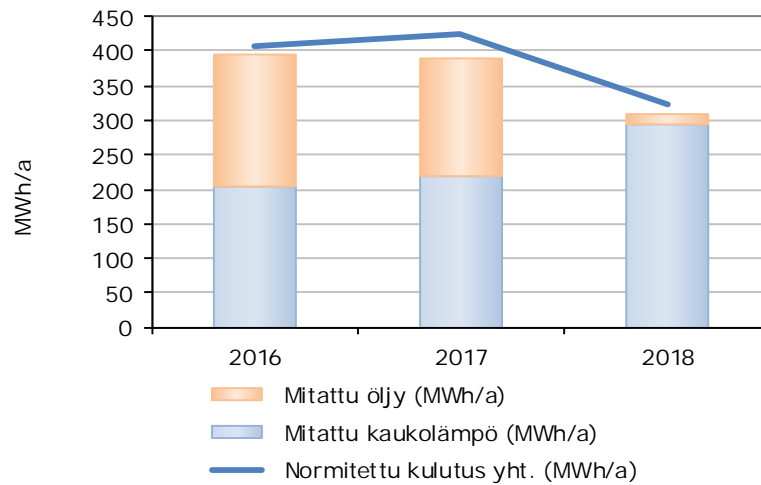
2.3.1 Vuosikulutus

Tiloja, ilmanvaihdon tuloilmaa, käyttövetä ja jäänhoitovettä lämmitetään ensisijaisesti jäähdytyskoneistojen lauhdelämpöä lämmönlähteenä käytävällä lämpöpumpulla. Lämpöpumpulla lämmitetään lämmöntalteenottovaraajaa, johon lämmitysverkostot on kytketty. Lämmitysverkostoja lämmitetään tarpeen mukaan lisää kaukolämmöllä. Harjoitushalli on ollut öljylämmitteinen vuoden 2017 alkupuolelle asti. Tämän jälkeen harjoitushalli on ollut kytkettynä kilpahallin lämmitysjärjestelmään, johon lämpö tuotetaan lämpöpumpulla ja kaukolämmöllä. Viimeinen öljynosto harjoitushalliin on kirjattu jäähallin kulutusseurantataulukkoon maaliskuulle 2017. Öljyä käytetään edelleen tekojääradan katsomorakennuksen lämmitykseen. Tekojääradan pukuhuonerakennus ja toimitsijaparakit ovat sähkölämmitteisiä. Tässä kappaleessa tarkastellaan lämmönkulutuksena kaukolämmön ja öljyn kokonaiskulutusta. Lämpöpumpun käyttämä sähkö ja muut sähkölämmitykset sisältyvät sähkön kokonaiskulutukseen.

Lämmön sääkorjattu (normitettu) kulutus on vuonna 2018 ollut 24 % pienempi kuin vuonna 2017 ja 21 % pienempi kuin vuonna 2016. Lämpöenergian vuoden 2018 mitattu kulutus on ollut 21 % pienempi kuin vuoden 2017 mitattu kulutus. Öljyn osuus lämpöenergian kulutuksessa on viime vuosina vähentynyt merkittävästi harjoitushallin lämmitysjärjestelmän muutoksen vuoksi. Samasta syystä kaukolämmön kulutus on noussut. Öljyn osuus on ollut 7 % vuoden 2018 lämpöenergian kokonaiskulutuksesta, kun öljyn osuus on vuonna 2016 ollut 48 %. Öljyä on vuonna 2018 käytetty ainoastaan tekojääradan katsomorakennuksen lämmitykseen. Kulutukset on saatu kohteen omasta kulutusseurantataulukosta.

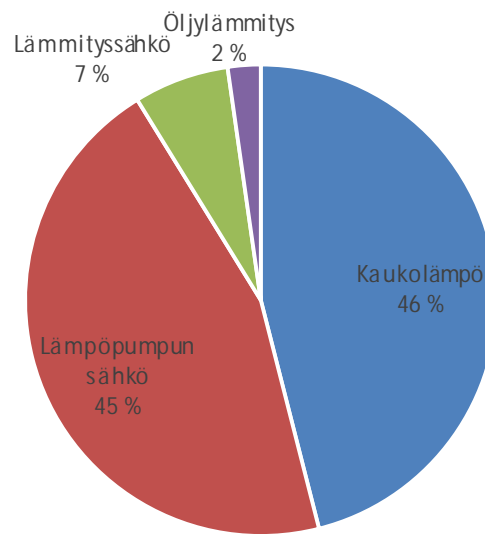
Kohteen lämpöenergian ominaiskulutus rakennustilavuutta kohti on selvästi pienempi kuin jäähallien ominaiskulutuksen mediaanitaso 19,7 kWh/rm³ (Motivan tilastot vuosina 2011-2017 katselmoiduista jäähalleista). Kuntien rakennusten vuoden 2010 tilaston mukaan jäähallien lämpöenergian ominaiskulutus on 20,0 kWh/rm³. Kun arvioitu tilojen ja ilmanvaihdon lämmityssähkön osuus (345 MWh) otetaan huomioon lämpöenergian tuotannossa, on kohteen lämmityksen ominaiskulutus rakennustilavuutta kohti 10,9 kWh/rm³. Ominaiskulutuksien laskennassa on jäähallien tilavuuteen ja pinta-alaan lisätty katsomorakennuksen arvioitu tilavuus ja pinta-ala.

Lämpöenergian kulutus	2016	2017	2018
Mitattu kaukolämpö (MWh/a)	204	219	293
Mitattu öljy (MWh/a)	191	171	17
Mitattu kulutus yht. (MWh/a)	395	391	310
Normitettu kulutus yht. (MWh/a)	407	423	323
Ominaiskulutus (kWh/rm ³)	6,6	6,9	5,2
Ominaiskulutus (kWh/brm ²)	62,4	65,0	49,5



Ostetun kaukolämmön ja öljyn lisäksi käytetään tilojen, tuloilman ja käyttöveden lämmitykseen sähköä. Jäähdytyskoneistojen lauhdelämpöä hyödyntävällä lämpöpumpulla tuotetaan suurin osa tarvittavasta lämpöenergiasta. Lämpöenergian kokonaistarpeen arvioidaan olevan noin 1 270 MWh/a. Tästä lämpöpumpulla tuotetaan arviolta noin 70 %. Lämpöpumpun sähkön käytön arvioidaan olevan noin 300 MWh/a. Lämmitystä varten ostetun kokonaisenergian arvioitu jakauma esitetään alla. Lämmityssähkö ei sisällä lisälämmittiminä käytettyjen erillisten sähköpuhallinpatterien ja sähkösulatusten käyttämää sähköä.

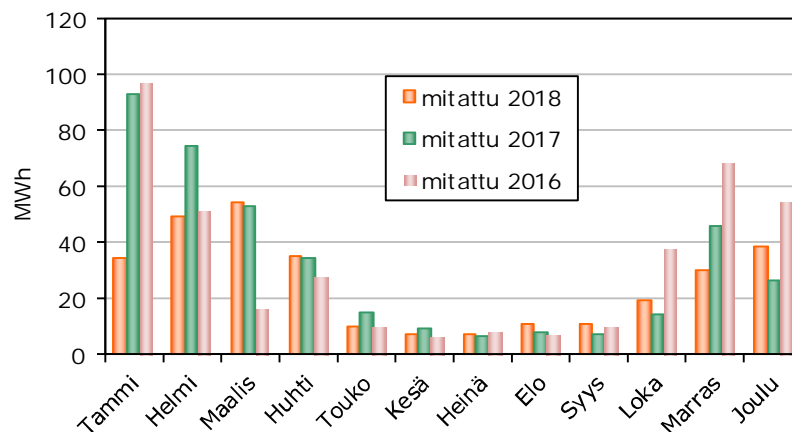
Lämmöntuotanto	MWh/a	
Lämpöpumpun sähkö	300	45 %
Kaukolämpö	307	46 %
Lämmityssähkö	44	7 %
Öljylämmitys	15	2 %
Yhteensä	666	100 %



Lämpöenergian kulutusta on mahdollista pienentää alentamalla jäänhoitoveden lämpötilaa, lyhentämällä pesu- ja pukutilojen ilmanvaihtokoneiden käyntiaikoja sekä alentamalla harjoitushallin puku- ja pesutilojen lämpötilaa. Yksittäisten toimenpiteiden säästöarvot esitetään taulukossa 3 ja luvussa 4.

2.3.2 Kuukausikulutukset

Lämmön mitatut kuukausikulutukset vaihtelevat kuukausittain sääolosuhteiden vaikutuksesta. Lämmön kuukausikulutukseen vaikuttavat lisäksi merkittävästi öljyn ostot tiettyinä kuukausina vuosina 2016 ja 2017. Kesäaikana lämmön kulutus on vähäistä. Kuukausikulutustiedot on saatu kohteen kulutusseurantataulukosta.



2.3.3 Kaukolämpöteho

Kaukolämmön tilausteho on saatujen laskustietojen mukaan 287 kW. Varkauden Aluelämpö Oy:n kaukolämmön perusmaksun suuruuteen vaikuttava kaukolämmön laskennallinen teho lasketaan kaukolämpöhinnastossa esitetyllä kaavalla, jossa on muuttujina edellisen vuoden kulutus ja lämmitystarveluku (vuoden 2018 alussa vuoden 2016 kulutus). Laskentakaavan

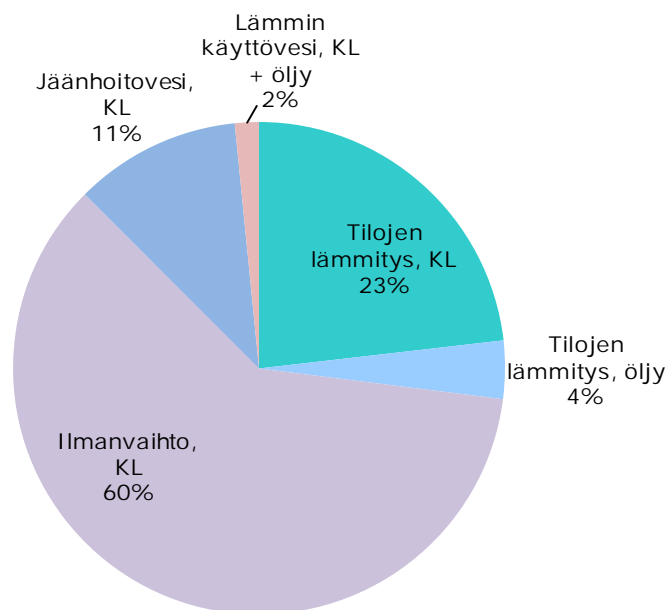
perusteella laskennallinen teho on ollut vuonna 2018 noin 105 kW, joka on selvästi pienempi kuin tilausteho. Laskennallinen teho vastaa likimain myös kuukausikulutustietojen perusteella laskettua tehontarvetta (liite 3).

2.3.4 Kulutusjakauma laiteryhmittäin

Kaukolämmön (KL) ja öljyn kulutuksen jakauma perustuu laskennalliseen arvioon. Alla esitetyistä jakaumasta nähdään, että ilmanvaihdon lämmitykseen kuluu yli puolet ostetusta lämpöenergiasta ja tilojen lämmitykseen vajaa kolmannes ostetusta lämpöenergiasta. Jäänhoitoveden osuuden on arvioitu olevan 11 %. Muun käyttöveden lämmityksen osuus on vähäinen. Käyttöveden lämmitykseen käytetään kaukolämmön lisäksi öljyä. Tekojääradan katsomorakennuksen viereisen kioskin käyttövesi lämmitetään öljyllä.

Ostetun kaukolämmön ja öljyn lisäksi käytetään tilojen, tuloilman ja käyttöveden lämmitykseen sähköä, joka ei sisälly alla esitettyyn jakaumaan.

Kulutusryhmä	MWh/a	
Tilojen lämmitys, KL	76	23 %
Tilojen lämmitys, öljy	12	4 %
Ilmanvaihto, KL	194	60 %
Jäänhoitovesi, KL	35	11 %
Lämmin käyttövesi, KL + öljy	5	2 %
Yhteensä	323	100 %



2.3.5 Kustannukset (alv 0 %)

Kaukolämpömaksut ovat Varkauden Aluelämpö Oy:n vuoden 2018 hintojen ja vuoden 2018 kaukolämmön mitatun kulutuksen mukaan laskettuja maksuja. Kaukolämpöenergian perusmaksut sisältävä keskihinta on vuonna 2018 ollut 60,85 €/MWh ja kaukolämpöenergian hinta ilman perusmaksuja 52,10 €/MWh.

Öljymaksut on laskettu Öljy- ja biopolttoaineala ry:n öljytuotteiden kuluttajahinta seuranta-taulukon kevyen polttoöljyn vuoden 2018 tammi-marraskuun keskihinnalla 80,8 snt/dm³, joka vastaa likimain energian hintaa 80,8 €/MWh.

Lämmitykseen käytettävän sähkön maksut sisältyvät sähkökustannuksiin.

Lämpöenergiamaksut	2018		
Energiamaksu, kaukolämpö	15 265	€/a	80 %
Perusmaksu, kaukolämpö	2 563	€/a	13 %
Öljymaksut	1 347	€/a	7 %
Yhteensä	19 175	€/a	100 %

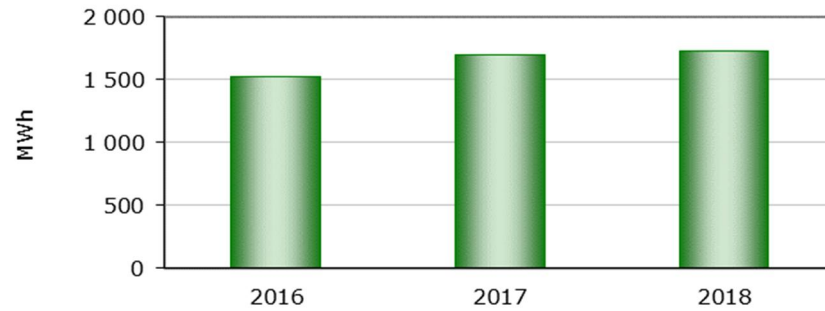
2.4 Sähkö

2.4.1 Vuosikulutus

Sähkön kulutus on ollut noususuunnassa viime vuosina ollen vuonna 2018 noin 13 % korkeampi kuin vuonna 2016. Sähköenergian kulutuksen nousu johtuu pääasiassa jääntekojärjestelmän käyttötarpeesta ja sen käytön vaihtelusta. Kulutukset ovat Savon Voima Verkko Oy:n kulutus-seurannasta (Priwatti) saatuja tietoja.

Kohteen sähköenergian ominaiskulutus vastaa jäähallien mediaanitasoa 27,5 kWh/rm³ (Motivan tilastot vuosina 2010-2016 katselmoiduista vastaavista kohteista). Kuntien rakennusten vuoden 2010 tilaston mukaan jäähallien sähköenergian ominaiskulutus on 28,6 kWh/rm³. Sähkönkulutusta on mahdollista pienentää uusimalla valaisimia ja valonlähteitä sekä sulanapitolämmitysten, ilmanvaihtokoneiden ja ilmankuivauksen ohjausmuutoksilla.

Sähköenergian kulutus	2016	2017	2018
Mitattu kulutus (MWh/a)	1 524	1 692	1 723
Ominaiskulutus (kWh/rm ³)	24,5	27,2	27,7
Ominaiskulutus (kWh/brm ²)	226,7	251,6	256,2



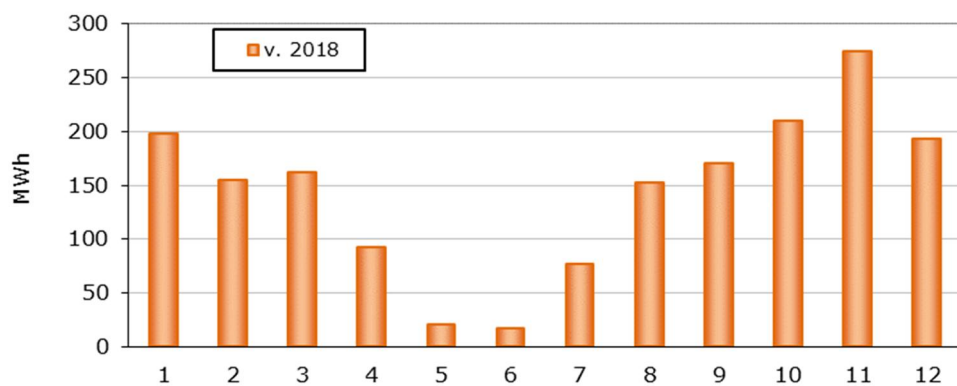
Sähkön alamittausten kulutusjakauma

Kohteessa on useita sähkön alamittareita, joita luetaan kuukausittain ja joiden kulutukset tallennetaan sisäiseen kulutusseurantaan. Seuraavassa taulukossa on esitetty alamittausten kulutukset vuodelta 2018. Taulukossa olevalle kohdalle 'Muu kulutus', ei ole alamittausta, vaan kohdassa kulutus on vähennetty päämittauksen vuoden 2018 kokonaiskulutuksesta.

Alamittaukset	Kulutus MWh/a	Kulutusosuus
Jäähallien kompressorit	885	51 %
Ulkotekojään kompressorit	177	10 %
Katsomorakennus	19	1 %
Ulkotekojääradan mastovalaisuus	72	4 %
Pukuhuonerakennus	54	3 %
Yläkenttäkahvio	10	1 %
Muu kulutus, mm. jäähallien talotekniikka	506	29 %
Yhteensä	1 723	100 %

2.4.2 Kuukausikulutukset

Sähkön kulutus on tyypillinen tämän tapaisille urheilurakennuksille. Kulutus on vähäisintä alkuksästä ja se nousee melko jyrkästi jo elokuussa jääntekotoiminnan alkaessa. Vuonna 2018 sähköä kului eniten marraskuussa.

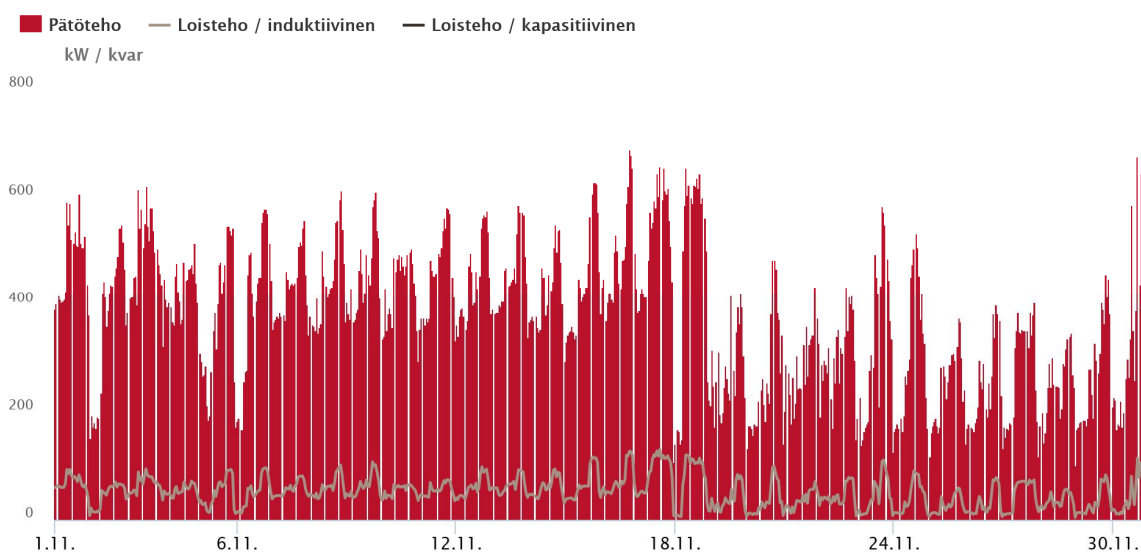


2.4.3 Huipputeho

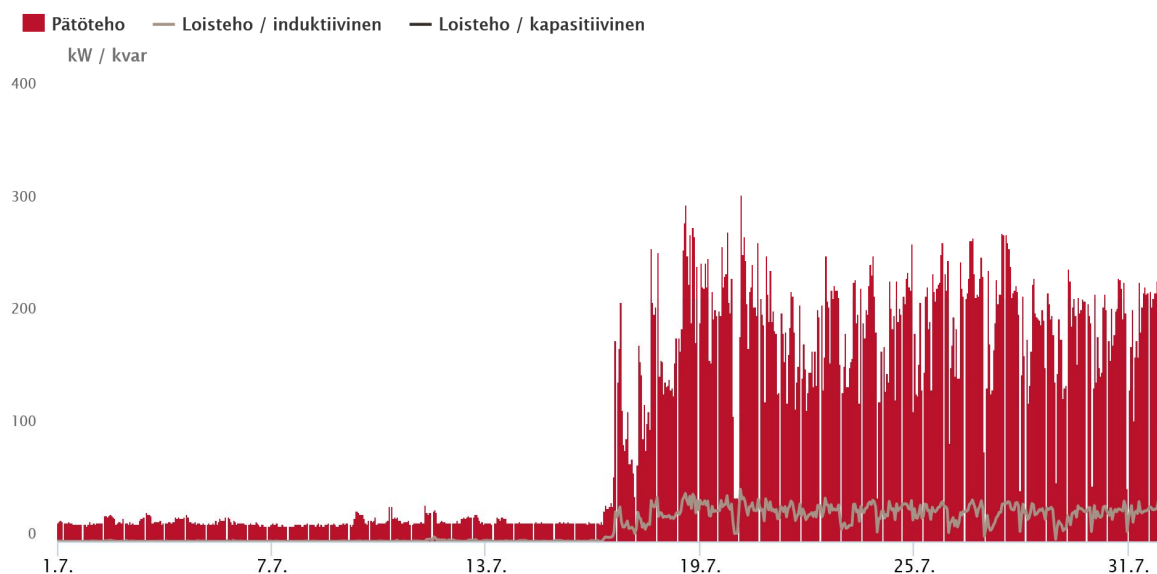
Vuonna 2018 kuukausittainen huipputeho oli korkeimmillaan joulukuussa, jolloin se oli 717 kW. Tehomaksua on maksettu kuukausittain suurimman mitatun tuntitehon perusteella arkisin klo 7:00-22:00 välisenä aikana. Tehomaksua on maksettu vuonna 2018 keskimäärin 420 kW mukaan, joka vastaa ominaiskuormitusta 62 W/m². Vuoden 2018 huipputehon käyttöaika oli noin 4 100 tuntia.

2.4.4 Kuormitusvaihtelu

Savon Voima Verkko Oy:n kulutusseurannasta saatujen tuntitehojen perusteella on laadittu päto- ja loistehon kuormituskäyrät marraskuulta 2018 ja heinäkuulta 2018.



Marraskuussa 2018 kuormitushuiput olivat yli 600 kW. Kuormitushuiput johtuivat pääosin jään-tekolaitteistojen käytöstä. Käyristä nähdään, että säiden kylmetessä kuukauden puolivälin jälkeen on kuormitus ollut alhaisempaa. Loistehon kulutus on ollut melko vähäistä pätotehoon nähden ollen korkeimmillaan noin 100 kW.

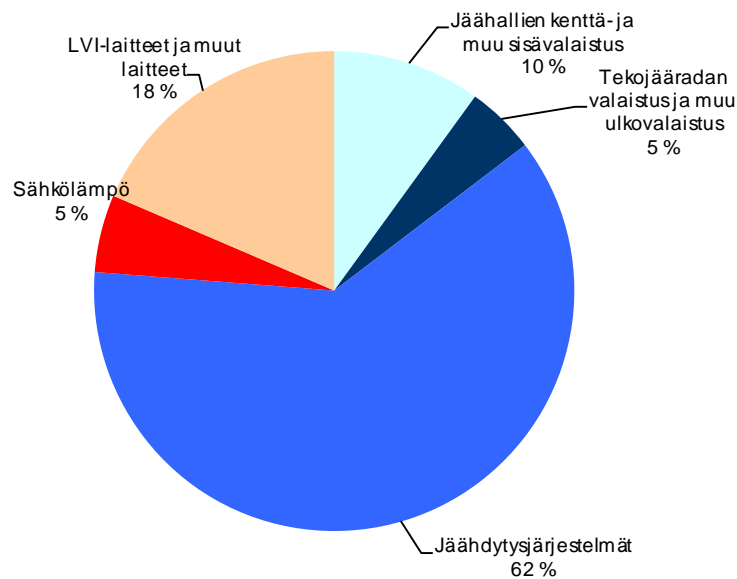


Heinäkuun 2018 kuormituskäyristä nähdään selvästi, että jäänteko on alkanut kuun puolivälissä. Alkukuusta kuormitus on ollut hyvin vähäistä, noin 20-30 kW mutta loppukuusta jopa 300 kW.

2.4.5 Kulutusjakauma laiteryhmittäin

Kulutusjakauma on arvioitu laskennallisesti. Selvästi eniten sähköä kuluu jäähdytysjärjestelmiin.

Laiteryhmä	Kulutus MWh/a	Kulutusosuus
Jäähallien kenttä- ja muu sisävalaistus	172	10 %
Tekojääradan valaistus ja muu ulkovalaistus	80	5 %
Jäähdytysjärjestelmät	1 062	62 %
Sähkölämpö	90	5 %
LVI-laitteet ja muut laitteet	319	18 %
Yhteensä	1 723	100 %



2.4.6 Kustannukset (alv 0 %)

Kiinteistön sähköenergian laskutusmittaus on liitetty Savon Voima Verkko Oy:n kaukoluentaan, ja sähkön siirron tariffina on kaksiaikainen pienjännitetehtotariffi PJ-tehosähkö 2. Energian siirtopalvelusta maksetaan Savon Voima Verkko Oy:lle tariffihinnaston mukaan, ja sähkön myynnille (energia) on erillinen sopimushinta. Raportin laskelmissa käytetyt sähköenergian hankintakustannukset on esitetty seuraavassa taulukossa. Sähkön hintakomponenttina on laskelmissa käytetty keskihintaa 86,34 €/MWh.

Sähkömaksut	2018	
Sähköenergian ostokustannukset	55 189	€/a
Sähköenergian siirtokustannukset	91 854	€/a
Sähkö yhteensä	147 000	€/a

Sähköenergian kustannukset on laskettu katselmusaikaisilla hintakomponenteilla.

	Myynti	Siirto	Sähkö- vero	Kok. hinta
Perusmaksu (€/a)	12	3 180,00	0	3 192,00
Pätötehomaksu (€/kW, a)	0	30,48	0	30,48
Loistehomaksu (€/kvar, a)	0	61,40	0	61,40
Energiamaksu talvipäivä (€/MWh)	32,40	20,97	22,53	75,90
Energiamaksu muu aika (€/MWh)	32,40	8,67	22,53	63,60
Keskihinta				86,34

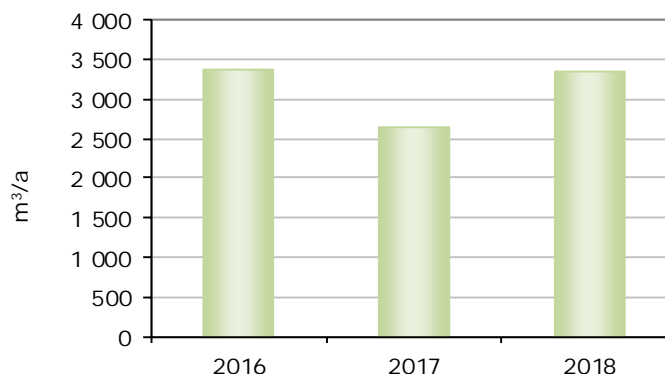
2.5 Vesi

2.5.1 Vuosikulutus

Veden kulutus on noussut 26 % vuonna 2018 verrattuna vuoteen 2017. Vuonna 2018 veden kulutus on ollut likimain samalla tasolla kuin vuonna 2016. Veden kulutukseen vaikuttavat merkittävästi muutokset jääratojen hoitokerroissa. Kulutustiedot on saatu kohteen omasta kulutus-seurantataulukosta.

Kohteen veden ominaiskulutus rakennustilavuutta kohti on selvästi pienempi kuin jäähallien ominaiskulutuksen mediaanitaso $103 \text{ dm}^3/\text{rm}^3$ (Motivan tilastot vuosina 2011-2017 katsel-moiduista jäähalleista). Kuntien rakennusten vuoden 2010 tilaston mukaan jäähallien veden ominaiskulutus on $117 \text{ dm}^3/\text{rm}^3$. Ominaiskulutuksien laskennassa on jäähallien tilavuuteen ja pinta-alaan lisätty pukuhuonerakennuksen sekä katsomorakennuksen tilavuus ja pinta-ala.

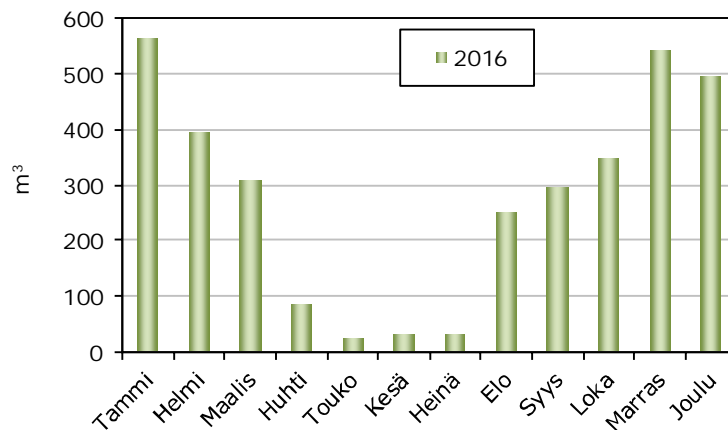
Veden kulutus	2016	2017	2018
Veden kulutus (m^3/a)	3 360	2 650	3 343
Ominaiskulutus (dm^3/rm^3)	54,2	42,7	53,9
Ominaiskulutus (dm^3/brm^2)	502,2	396,1	499,7



Veden kulutusta voidaan hiukan vähentää rajoittamalla vesikalusteiden virtaamia ja/tai asentamalla kilpahallin käyttövesiliittymään paineensäätöventtiili. Toimenpiteiden säästövaikutus on arvioitu vähäiseksi eikä niitä esitetä varsinaisina energiansäästötoimenpiteinä.

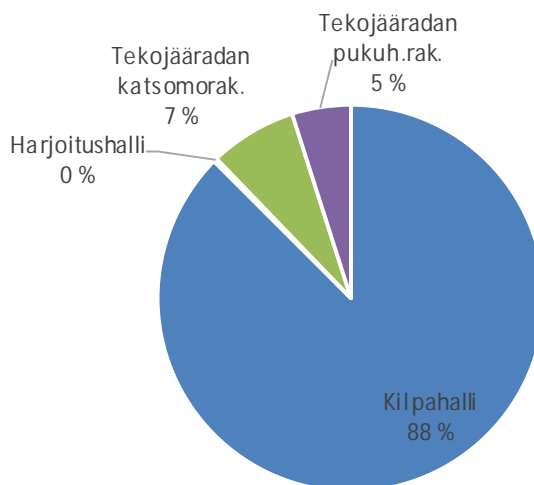
2.5.2 Kuukausikulutukset

Kuukausittaiseen veden kulutuksen vaihteluun vaikuttavat lähinnä muutokset jäähallien ja tekojääradan käytössä ja jäähoidossa. Katselmuksen yhteydessä oli käytettävissä vuoden 2016 veden kuukausikulutukset, joista nähdään, että veden kulutus kesällä on vähäistä. Talvikausina, jolloin jäähallien lisäksi tekojäärata on käytössä, on veden kulutus runsainta. Kuukausikulutustiedot on saatu kohteen omasta kulutusseurantataulukosta.



2.5.3 Kulutusjakauma kulutusryhmittäin

Kohteessa käyttövedestä suurin osa kuluu jäähoidon. Lisäksi vettä kuluu jäähallien ja tekojääradan pukuhuoneiden pesutiloissa sekä mm. wc-tiloissa ja siivouksessa. Alla olevassa kaaviossa esitetään veden kulutuksen jakautuminen rakennuksien vesimittareille vuonna 2018. Kilpahallin vesimittarin kautta otetaan kaikki jäähoidovesi, jonka vuoksi kilpahallin mitattu kulutus on suurin. Kilpahallin vesimittarin kautta otetaan myös harjoitushallin lämmin vesi, ja harjoitushallin mittarin kautta otetaan vain harjoitushallin kylmä käyttövesi. Tekojääradan katsomoraennuksen veden kulutus koostuu lähinnä katsomon kioskin veden kulutuksesta.



Jäänhoitoveden kulutuksen arvioidaan olevan vuodessa noin 2 500 m³, joka on noin 75 % veden kokonaiskulutuksesta. Veden kulutuksesta noin 15 % arvioidaan kuluvan pesu- ja wc-tiloissa. Loput 10 % veden kulutuksesta arvioidaan olevan muuta kulutusta mm. kioskeissa ja siivouksessa.

Lämpimän käyttöveden osuuden arvioidaan olevan 82 % veden kokonaiskulutuksesta, kun jäänhoitovesi lasketaan kulutukseen mukaan. Muun kuin jäänhoitoveden kulutuksesta lämpimän käyttöveden osuuden arvioidaan olevan 30 %.

2.5.4 Kustannukset (alv 0 %)

Vesimaksut on laskettu käyttäen vuoden 2018 kulutusta ja Keski-Savon Vesi Oy:n 2018 hintoja ja perusmaksuja. Puhdasvesimaksu on vuonna 2017 ollut 1,28 €/m³ ja jätevesimaksu 2,36 €/m³.

Vesimaksut	2018		
Vesi- ja jätevesimaksu	12 168	€/a	95 %
Perusmaksu	590	€/a	5 %
Yhteensä	12 758	€/a	100 %

3 NYKYTILAN KUVAUS

3.1 Kohteen käytön yleiskuvaus

Jääratojen järjestelmät ja talotekniset järjestelmät on pääosin liitetty keskitettyihin automaatiojärjestelmiin. Jääratojen järjestelmiä palvelee oma automaatiojärjestelmä ja muita taloteknisiä järjestelmiä oma rakennusautomaatiojärjestelmä. Järjestelmien yhteinen valvomo sijaitsee kilpahallissa. Rakennusautomaatiojärjestelmään on kytketty myös jääratojen järjestelmien mitauspisteitä. Järjestelmien käytöstä, ohjauksesta ja ylläpidosta vastaa jääurheilupuiston käyttökunta. Automaatiojärjestelmät mahdollistavat kohtuullisen hyvin järjestelmien energiataloudellisen käytön. Energiataloudellisen käytön mahdollistamiseksi tulee automaatiojärjestelmät pitää toimintakunnossa.

Kaukolämmön, sähkön alamittausten ja veden kulutuksia seurataan kuukausittain tallentamalla kulutuslukemat kohteen omaan kulutusseurantataulukoon. Sähkön kokonaiskulutusta ei seurantaan kirjata. Rakennusautomaatioon on kytketty kaukolämmön energiamittaus ja muutamia vesimittauksia. Energiaraportoinnin kehittämistä suositellaan esim. jompaankumpan automaatiojärjestelmään siten, että kulutukset ovat seurattavissa tuntitasolla. Vaihtoehtoisesti mittaukset voidaan liittää erilliseen energiankulutuksen raportointijärjestelmään. Sähkön laskutusmittauksen kulutusta tunneittain on mahdollista seurata Savon Voiman Priwatti -palvelusta.

3.2 Lämmitysjärjestelmät

3.2.1 Tarve ja käyttö

Kohteen tilat ovat pääasiassa puolilämpimiä tiloja. Jäähalleissa lämpötila on kaukaloiden tasolla 2...5 °C, kilpahallin katsomoissa noin 14 °C ja harjoitushallin katsomossa 5...10 °C. Pesu- ja pukutiloissa lämpötila on 15...17 °C.

Kohdekierroksen aikana sisäilman lämpötilat olivat pääosin tarkoituksenmukaisella tasolla. Kohdekierroksen aikana tehdyt lämpötilamittaukset esitetään liitteessä 1. Harjoitushallin pukuhuoneiden lämpötilat olivat tarpeeseen nähden hieman korkeita. Pukuhuoneiden tuloilman lämpötilan säädön todettiin huojuvan reilusti katselumuksen ajankohtana, mikä voi osaltaan vaikuttaa huoneilman lämpötilaan. Kilpahallin varustesäilytystilojen lämpötilat vaihtelivat melko paljon, ja osassa lämpötila oli selkeästi toisia tiloja korkeampi johtuen sähkölämpöpuhaltimien käytöstä. Tekojääradan katsomorakennuksen sisälämpötila oli varsinkin rakennuksen toisessa kerroksessa korkeahko siihen nähden, että rakennus ei ole tällä hetkellä käytössä. Vanhan lämmitysjärjestelmän säädettävyyden todennäköisesti huono, ja lämpötiloja ei kerrosten välillä välttämättä pysty tasoittamaan ilman merkittäviä järjestelmän korjauksia.

3.2.2 Järjestelmä ja laitteet

Lämmön tuotanto

Tilojen, ilmanvaihdon tuloilman, käyttöveden ja jäänhoitoveden tarvittava lämpö tuotetaan ensisijaisesti jäähdytyskoneistojen lauhdelämpöä lämmönlähteenä käyttävällä lämpöpumpulla, joka sijaitsee jäähdytyskoneistojen konttirakennuksessa. Lämpöpumpulla lämmitetään lämmöntalteenottovaraajaa, johon lämmitysverkostot on kytketty.

Lämpöä tuotetaan myös kaukolämmöllä. Kohde on liitetty Varkauden Aluelämpö Oy:n kaukolämpöverkkoon. Lämmönjakokeskus sijaitsee kilpahallin lämmönjakohuoneessa, jossa on myös harjoitushallin lämmitysverkostoa palveleva kaukolämpösiirrin sekä lämmöntalteenottovaraaja.

Kohdekierroksen ajankohtana kaukolämpöveden jäähtyminen oli lämmönjakokeskuksessa noin 42 °C. Käytettävissä olleiden kaukolämmön laskutustietojen perusteella on jäähtymä vuoden 2018 tammi-huhtikuun ja loka-joulukuun aikana vaihdellut välillä 41... 56 °C. Kaukolämpöveden jäähtyminen on ollut lämmitysverkostojen ja lämmönsiirtimien toiminnan kannalta normaalia tasolla.

Tekojääradan katsomorakennuksessa on öljylämmitys. Tekojääradan pukuhuonerakennus ja toimitsijaparakit ovat sähkölämmitteisiä.

Lämmitysjärjestelmät

Jäähallit ovat pääasiassa ilmalämmitteisiä, jolloin hallien lämpötilaa säädetään tuloilman lämpötilalla. Jäähallien oheistiloissa on vesipattereita sekä lähinnä sisäänkäyntien yhteydessä kiertoilmalämmittimiä. Pattereissa on pääosin termostaattiset patteriventtiilit. Kilpahallin pukuhuone- ja pesutiloissa on lattialämmitys.

Tekojääradan pukuhuonerakennuksessa ja toimitsijaparakeissa on sähköpatterit. Pukuhuonerakennuksessa on kaksi sähkölämmitteistä ilmanvaihtokonetta, ja käyttövesi lämmitetään sähkövaraajissa. Jäähallien oheistiloissa on joitakin sähköpattereita mm. harjoitushallin vanhoissa pukuhuoneissa. Kilpahallin varustevarastoissa on lisälämmittiminä sähköpuhallinpattereita. Rakennuksissa olevista kiertoilmalämmittimistä muutama on sähkölämmiteinen.

Tekojääradan katsomorakennuksessa on vesikiertoinen patteriverkosto, jota lämmitetään öljykattilalla.

Kilpahallin ilmanvaihdon lämmitysverkosto, patteriverkosto ja lattialämmitysverkosto on kytketty lämmöntalteenottovaraajaan ja verkostokohtaisiin kaukolämpösiirtimiin. Harjoitushallin lämmitysverkosto on kytketty niin ikään lämmöntalteenottovaraajaan ja kaukolämpöön omalla lämmönsiirtimellä. Lämminkäyttövesi, josta otetaan myös jäänhoitovesi, lämmitetään lämmöntalteenottovaraajan lämmöllä ja kaukolämpöön kytketyllä lämmönsiirtimellä. Kilpahallin pukuhuone- ja pesutilojen lattialämmitysverkosto on jaettu kahteen erikseen säädettävään säätöpiiriin. Kilpahallin ilmanvaihtokoneen TK01 esilämmityspatteri on kytketty lämmöntalteenottovaraajan lämmityspiiriin ja jälkilämmityspatteri ilmanvaihdon lämmitysverkostoon, jota lämmitetään myös kaukolämmöllä. Harjoitushallin pukuhuone- ja pesutilojen patteriverkosto ja tilojen ilmanvaihtokoneen lämmityspatteri on kytketty samaan harjoitushallin lämmitysverkostoon.

Lämmönjakokeskuksessa on seuraavat lämmitysverkostoja sekä käyttöveden lämmitystä palvelevat juotetut levylämmönsiirtimet:

Lämmönsiirrin	Teho	Valmistusvuosi
Kilpahalli		
Ilmanvaihtoverkosto	250 kW	2013
Patteriverkosto	20 kW	2013
Lattialämmitysverkosto	10 kW	2013
Lämminkäyttövesiverkosto	170 kW	2013
Harjoitushalli		
Lämmitysverkosto	240 kW	2017

3.2.3 Ohjaukset, säätötapa ja toimintaparametrit

Lämmitysverkostojen lämpötiloja säädetään ulkoilman lämpötilan mukaan. Rakennusautomaatioon oli lämmitysverkostojen säätökäyriin kohdekierroksen ajankohtana asetettuna seuraavat asetusarvot:

Lämmitysverkosto	Ulkolämpötila °C	Menoveden lämpötila °C
Ilmanvaihtoverkosto, kilpahalli	-30	60
	-5	45
	+5	35
	+17	25
Patteriverkosto, kilpahalli	-32	70
	-5	55
	+5	45
	+15	35
Lattialämmitysverkosto, kilpahalli	+20	25
	-28	32
	+20	24
Lämmitysverkosto, harjoitushalli	-30	70
	0	45
	+18	18

Lämmitysverkostojen menolämpötilat vastasivat automaation mittausten perusteella likimain säätökäyrien mukaisia asetuksia lukuun ottamatta lattialämmitysverkoston menoveden lämpötilaa, joka oli kaukolämpösiirtimen jälkeen noin 18 °C asetusarvoa korkeampi. Lattialämmitysverkoston ulkoilma- ja huonelämpötilakompensoiduissa jälkisäädöissä menovesi vastasi kuitenkin asetusarvoja (n. 24 °C). Kaukolämpösiirtimen jälkeinen korkea lämpötila johtui lämmöntalteenottovaraajalta tulevan veden lämpötilatasosta (n. 46 °C), jolloin verkostoa ei lämmitetty kaukolämmöllä lainkaan.

Patteriverkoston säätökäyrään on asetettu -2 °C:n suuntaissiirto. Lämmitysverkostojen säätökäyrät on tarkoituksenmukaisesti aseteltu.

3.2.4 Energiatalouden tehostamismahdollisuudet

Harjoitushallin pukuhuoneiden lämpötilaa voitaisiin hieman alentaa. Tuloilman lämpötilan huokuva säätö tulee korjata, jotta tuloilman lämpötila pysyy asetellussa lämpötilassa 16,5 °C.

Kilpahallin varustesäilytysvarastoihin voidaan harkita lämmitysverkostoon kytkettyjen kiertoilmalämmittimien asentamista nykyisten lämmityspatterien lisäksi, jotta tiloissa ei tarvitsisi käyttää sähköpuhallinpattereita lisälämmittiminä. Lämmitysverkostoon kytketyt kiertoilmalämmittimet käyttäisivät pääasiassa jäähdytyskoneistojen lauhdelämpöä hyödyntävällä lämpöpumpulla tuotettua lämpöä.

Tekojäärädan katsomorakennuksen toisen kerroksen sisälämpötilaa ehdotetaan alennettavaksi, mikäli se on nykyisellä järjestelmällä mahdollista. Koska rakennuksen käytöstä tulevaisuudessa ei ole tietoa, ei nykyiseen lämmitysjärjestelmään ehdoteta kuitenkaan tehtäväksi korjauksia ja muutoksia.

Ehdotetut energiansäästötoimenpiteet esitetään luvussa 4.

3.3 Vesi- ja viemärijärjestelmät

3.3.1 Tarve ja käyttö

Käyttövedestä suurin osa kuluu jäänhoitoon. Vettä kuluu myös jäähallien ja tekojääradan pukuhuoneiden pesutiloissa, wc-tiloissa, siivouksessa ja kioskien toiminnoissa. Jäänhoitovesi otetaan kaikki kilpahallin vesimittarin kautta. Kilpahallin vesimittarin kautta otetaan myös harjoitushallin lämmin vesi, jolloin harjoitushallin mittarin kautta otetaan vain harjoitushallin kylmä käyttövesi.

Käyttövesi lämmitetään jäähdytyskoneistojen lauhdelämpöä lämmönlähteenä käytävällä lämpöpumpulla ja kaukolämmöllä. Lisäksi pukuhuonerakennuksessa ja jäähdytyskoneistojen konttirakennuksessa käyttövesi lämmitetään sähkövaraajissa.

3.3.2 Järjestelmä ja laitteet

Kohde on liitetty Kesi-Savon Vesi Oy:n vesi- ja viemäriverkostoihin. Käyttövesiliittymiä on neljä. Liittymät ovat kilpahallissa, harjoitushallissa sekä tekojääradan pukuhuonerakennuksessa ja katsomorakennuksessa. Kilpahallin lämmönjakokeskuksessa käyttövesiverkoston paine oli kohdekierroksen ajankohtana noin 6 bar.

Wc- ja pesutilojen pesuallashanoissa on pääosin 1-otevipuhanoja. Kilpahallin suihkuissa on painonapeilla varustetut termostaattisekoittajat. Harjoitushallin pukuhuoneiden pesutiloissa on suihkuissa elektroniset sekoittajat. Tekojääradan pukuhuonerakennuksen pesutiloissa on suihkuissa 1-otevipuhanasekoittajia. Wc-istuimien huuhtelusäiliöt ovat pääasiassa kahden huuhtelumäärän toiminnolla varustettuja.

3.3.3 Ohjaukset, säätötapa ja toimintaparametrit

Jäänhoitovesi otetaan kaukolämpösiirtimen jälkeen siinä lämpötilassa, johon se lämmöntalteenottovaraajan esilämmityksen jälkeen kaukolämmöllä lämmitetään. Lämpimän käyttövesiverkoston veden lämpötilan asetusarvoksi rakennusautomaatioon oli kohdekatselmuksen ajankohtana aseteltu 57 °C, joka on myös jäänhoitoveden lämpötila. Verkostoon menevän käyttöveden lämpötila vastasi kohdekierroksen ajankohtana asetusarvoa. Verkoston kierron paluulämpötila oli 54 °C, mikä on riittävän korkea lämpötila. Lämpimän käyttöveden lämpötila tulee olla kaikissa verkoston osissa yli 50 °C bakteerikasvuston välttämiseksi.

Kohdekierroksen yhteydessä tehtyjen vesikalusteiden virtaamien havaintojen mukaan ovat suihkujen virtaamat maltillisia ja veden laskuajat melko lyhyet ollen esim. kilpahallin suihkuissa pistokokein tarkistettuna noin 30 sekuntia. Muutamien yksittäisten pesuallashanojen virtaamat olivat pistokokein mitattuna yli normivirtaaman (6 dm³/min) ollen noin 10 dm³/min. Osassa mitatuista hanoista virtaamat olivat likimain normivirtaaman tasolla.

3.3.4 Energiatalouden tehostamismahdollisuudet

Rakennusautomaation nykyisillä mittauksilla ei voida seurata miten lämpimäksi käyttövesi, josta suurin osa on jäänhoitovettä, saadaan lämmöntalteenottovaraajassa lämmitettyä. Toiminnan seurannan parantamiseksi lämmöntalteenottovaraajasta ulos tulevaan käyttövesiputkeen ehdotetaan asennettavaksi lämpötilamittaus, joka kytketään rakennusautomaatiojärjestelmään.

Jäänhoitoveden lämpötilan alentamista ehdotetaan harkittavaksi. Jotta jäänhoitoveden lämpötilaa voitaisiin alentaa esim. lämmöntalteenottovaraajalta tulevan veden lämpötilaan, olisi jäänhoitoveden lämmityksen kytkentää muutettava. Jäänhoitovesi tulisi ottaa suoraan lämmöntalteenottovaraajalta tulevasta käyttövedestä, johon sekoitettaisiin tarvittaessa kaukolämmöllä lämmitettyä käyttövettä. Tällöin jäänhoitoveden lämpötila voitaisiin pitää alemmalla tasolla (esim. 45 °C), kun muu lämmin käyttövesi lämmitettäisiin 57 °C:een.

Pesuallashanojen virtaamien tarkistamisella ja säädöllä maksimissaan normivirtaamien tasolle voidaan saavuttaa vähäistä veden ja lämmön säästöä. Virtaamia voidaan rajoittaa hanakohtaisesti säätämällä tai asentamalla hanoihin ns. säästösuuttimet. Käyttövesiverkoston paine oli kilpahallissa kohdekierroksen ajankohtana melko korkea (n. 6 bar). Paineita voidaan alentaa keskitetysti asentamalla käyttövesiliittymään paineensäätöventtiili. Suositeltava verkoston paine on alle 5 bar. Paineen alennus pienentää kaikkien hanojen ja suihkujen virtaamia.

Hanojen, suihkujen ja wc-istuinten toiminta on hyvä kartoittaa säännöllisesti ja korjata vuotavat kalusteet. Kohdekierroksen ajankohtana ei havaittu vuotavia vesihanoja tai wc-istuinta.

Ehdotetut veden ja energian säästötoimenpide-ehdotukset esitetään luvussa 4.

3.4 Ilmanvaihtojärjestelmät

3.4.1 Tarve ja käyttö

Jäähalleissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä, jota käytetään pääasiassa kiertoilmakäytöllä. Puku- ja pesutiloissa sekä kilpahallin kahvioissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. Muissa oheistiloissa on koneellinen poistoilmanvaihtojärjestelmä tai painovoimainen ilmanvaihto kuten tekojääradan katsomorakennuksessa. Kilpahallin ilmanvaihtojärjestelmät ovat osin alkuperäisiä hallin rakennusajalta ja osin vuodelta 2013. Harjoitushallin katsomon ilmanvaihtokone sekä puku- ja pesutilojen ilmanvaihtokone ovat vuosilta 2017-2018.

Ilmanvaihtokoneiden palvelualueet vastaavat kohtuullisesti käyttötarkoituksialueita. Tuloilmakoneet ja niiden palvelualueet on esitetty liitteessä 2.

3.4.2 Järjestelmä ja laitteet

Kilpahallia palvelee kaksi ilmanvaihtokonetta ja useita poistoilmapuhaltimia. Kilpahallin ilmanvaihtokoneessa TK01 on poistoilman lämmöntalteenotto pyörivällä kiekolla toteutettuna, kiertoilmakäyttö, ilman kuivausta varten jäähdytyspatteri, puhallin sekä tuloilman esi- ja jälkilämmityspatteri. Esilämmityspatteri on kytketty lämpöpumpulla lämmitettävään lämmöntalteenottoverkostoon ja jälkilämmityspatteri lämpöpumpulla ja kaukolämmöllä lämmitettävään lämmitysverkostoon. Pukuhuone- ja pesutiloja sekä kahvilaa palvelevassa ilmanvaihtokoneessa TK02 on poistoilman lämmöntalteenottokuutio, puhallin sekä tuloilman lämmityspatteri. Kilpahallin oheistiloja kuten varastoja ja varustesäilytystiloja palvelee noin 7 pientä poistoilmapuhallinta (0,02...0,15 m³/s).

Harjoitushallin ilmanvaihtokoneessa TK03 on kiertoilmakäyttö, puhallin sekä tuloilman lämmityspatteri. Lämmityspatteri on kytketty harjoitushallin lämmitysverkostoon, jota lämmitetään lämpöpumpulla ja kaukolämmöllä. Harjoitushallin pukuhuone- ja pesutiloja palvelevassa ilmanvaihtokoneessa TK321 on poistoilman lämmöntalteenottokuutio, puhallin sekä tuloilman lämmityspatteri. Ilmanvaihtokoneen TK321 ohjauksia ja mittauksia ei ole kytketty rakennusautomaatiojärjestelmään. Harjoitushallin vanhoja pukuhuoneita palvelee poistoilmapuhallin (0,12 m³/s), joka puhaltaa poistoilman hallitilaan.

Tekojäärädan pukuhuonerakennusta palvelee kaksi pientä ilmanvaihtokonetta, joissa on poistoilman lämmöntalteenottokuutio, puhallin sekä tuloilman sähkölämmityspatteri. Jäähdytyskoneistojen konttirakennusta palvelee yksi poistoilmapuhallin.

3.4.3 Ohjaukset, säätötapa ja toimintaparametrit

Ilmanvaihtokoneita ohjataan keskitetyllä rakennusautomaatiojärjestelmällä. Harjoitushallin puku- ja pesuhuonetilojen ilmanvaihtokonetta TK321 ja pukuhuonerakennuksen pieniä sähkölämmitteisiä ilmanvaihtokoneita ei ole kytketty rakennusautomaatiojärjestelmään. Ilmanvaihtokoneiden käyntiä ohjataan automaatioon asetettujen aikaohjelmien mukaan. Ilmanvaihtokoneet käyvät pääasiassa jatkuvasti mm. tilojen lämmitys- ja kuivatustarpeen vuoksi.

Kilpahallia palveleva ilmanvaihtokone TK01 käy jatkuvasti pääasiassa kiertoilmakäytöllä, jolloin ilmanvaihtokoneen tuloilmapuhallin käy ja poistoilmapuhallin on seis. Ilmanvaihdon tehostuskäytölle on ohjaus halli-ilman hiilidioksidipitoisuuden mukaan sekä oman aikaohjelman mukaan. Hallin lämmitys tapahtuu katsomoihin puhallettavalla tuloilmalla. Kaukaloon puhallettavaa tuloilmaa ei juurikaan lämmitetä. Katsomojen tuloilman lämpötilaa säädetään suhteellisesti halli-ilman lämpötila-asetuksen mukaan. Katsomojen halli-ilman asetusarvo oli katselmuksen ajankohtana 14 °C ja kaukalon ilman lämpötila-asetus 4 °C. Katsomoihin puhallettavan tuloilman osuus oli hieman yli 85 % kokonaisilmamäärästä ja kaukaloon puhallettavan tuloilman osuus hieman alle 15 % kokonaisilmamäärästä. Hallin kiertoilmaa pyritään kuivaamaan ilmanvaihtokoneen jäähdytyspatterilla lähes jatkuvasti, sillä halli-ilman suhteellisen kosteuden asetusarvo (30 %) kuivauskäytön käynnistämiseksi on niin matala, että sitä ei kiertoilmakäytöllä todennäköisesti saavuteta ja kiertoilmaa jäähdytetään jatkuvasti. Katselmuksen ajankohtana suhteellinen kosteus hallissa oli 39 %.

Kilpahallin puku- ja pesutiloja palveleva ilmanvaihtokone TK02 käy jatkuvasti pääasiassa hitaalla nopeudella. Tuloilman lämpötilaa säädetään suhteellisesti poistoilman lämpötila-asetuksen (15 °C) mukaan. Tuloilman lämpötilan alarajaksi oli katselmuksen ajankohtana asetettu 15 °C ja ylärajaksi 21 °C.

Harjoitushallia palveleva ilmanvaihtokone TK03 käy jatkuvasti pääasiassa kiertoilmakäytöllä. Hallin lämmitys tapahtuu katsomon alta puhallettavalla tuloilmalla. Tuloilman lämpötilaa säädetään halli-ilman lämpötila-asetuksen mukaan. Halli-ilman asetusarvo oli katselmuksen ajankohtana 5 °C. Harjoitushallissa on erillinen hallin ilmaa kuivaava ilmankuivain, jota saadun tiedon mukaan on tarve käyttää yleensä noin kaksi kuukautta kauden alusta marraskuun alkuun. Katselmuksen ajankohtana suhteellinen kosteus hallissa oli 79 %.

Harjoitushallin puku- ja pesutiloja palveleva ilmanvaihtokone TK321 käy jatkuvasti. Katselmuksen ajankohtana ilmanvaihtokoneen käyntinopeus oli $\frac{3}{4}$ maksiminopeudesta. Tuloilman lämpötila-asetus oli katselmuksen ajankohtana 16,5 °C. Tuloilman lämpötilan säätö huojui merkittävän paljon katselmuksen ajankohtana lämpötilan vaihdellessa välillä 11,5...23,5 °C. Huoneilman lämpötila olin noin 19 °C.

Pukuhuonerakennusta palvelevat pienet sähkölämmitteiset ilmanvaihtokoneet (2 kpl) käyvät raitisilmakäytöllä joka päivä klo 8:00-22:00 saadun tiedon mukaan. Muulloin ilmanvaihtokoneet ovat joko kiertoilmakäytöllä tai seis.

Ilmanvaihtokoneiden käyntiajat ja suunnitellut ilmamäärät esitetään liitteessä 2.

3.4.4 Energiatalouden tehostamismahdollisuudet

Kilpahallin ilmanvaihtokoneen TK01 kiertoilman jäähdyttäminen jäähdytyspatterilla on lähes jatkuvaa, kun kiertoilmaa pyritään kuivaamaan. Koska halli-ilman suhteellinen kosteus on melko matala, ei absoluuttista kosteutta (noin 2,8 g/kg) saada kiertoilman vajaan 10 °C:een jäähdyttämällä juurikaan vähennettyä. Kuivauksen käynnistyksen asetus ehdotetaan muutettavaksi halli-ilman absoluuttisen kosteuden mukaan säädettäväksi. Kuivauksen vähentäminen vähentää tuloilman jäähdytys- ja lämmitystarvetta.

Kilpahallin puku- ja pesutilojen ilmanvaihtokoneen TK02 sekä harjoitushallin puku- ja pesutilojen ilmanvaihtokoneen TK321 käyntiaikoja ehdotetaan muutettavaksi vastaamaan tilojen käyttöä. Käyntiaikamuutoksissa tulee kuitenkin ottaa huomioon, että kyseisten tilojen lämpö- ja kosteusolosuhteet ovat hallittavissa, jotta esim. tilojen rakenteiden pinnoille ei kondensoidu kosteutta ilmasta.

Harjoitushallin puku- ja pesutiloja palvelevan ilmanvaihtokoneen TK321 huokuva lämpötilan säätö tulee korjata. Säädön virittäminen stabiiliksi voi vaatia säätöventtiilin vaihdon pienemmäksi. Samalla tilojen lämpötilaa voitaisiin hieman laskea tuloilman lämpötilaa alentamalla.

Ehdotetut energiansäästötoimenpiteet esitetään luvussa 4.

3.5 Jäähdytysjärjestelmät

3.5.1 Tarve ja käyttö

Jääratojen jäähdytystarve on luistelukaudesta lähes jatkuvaa. Touko- ja kesäkuussa jäähdytystarvetta ei ole. Kilpahallin kaukalon pinta-ala on 1 508 m² ja harjoitushallin kaukalon noin 1 690 m². Tekojääradan pinta-ala on noin 6 000 m² ja tekojääradan pohjana olevan hiekkatekonurmikentän pinta-ala on noin 6 800 m². Kesäkaudella kenttää käytetään pääasiassa pesäpallokenttänä. Kilpahallin kentän pohja on betonia ja harjoitushallin kentän pohja on kivituhkaa. Tekojääradan pohjana on hiekkatekonurmikenttä.

Jäänhoitoa varten on kaksi jäänhoitokonetta, joista toinen on sähköakkukäyttöinen ja toinen dieselkäyttöinen.

3.5.2 Järjestelmä ja laitteet

Jääratojen jäähdytystä palvelee Suomen Tekojäärata Oy:n toimittamat jäähdytyskoneistot, jotka on asennettu vuonna 2013. Kilpahallille ja harjoitushallille on yhteinen jäähdytyskoneisto ja tekojääradalle oma jäähdytyskoneisto. Kilpa- ja harjoitushallin jäähdytyskoneiston lauhdutuspiiriin on kytketty lämpöpumppu. Jäähdytyskoneistot ja lämpöpumppu sijaitsevat kaikki samassa konttirakennuksessa. Jääratoja palvelee seuraavat jäähdytyskoneistot sekä lämpöpumppu:

Kilpahalli ja harjoitushalli		
Jäähdytyskoneisto 2 ruuvikompressoria	Jäähdytysteho 700kW	Kylmäaine ammoniakki (R717) Lauhdeliuos etyleeniglykoli (40 %) Rataputkisto suolaliuos (CaCl ₂ 22 %)
Lämpöpumppu 1 ruuvikompressori	Lämpöteho 200 kW	Kylmäaine R410A Lauhdepiiri etyleeniglykoli (40 %) Lämmitysverkosto vesi
Tekojäärata		
Jäähdytyskoneisto 3 ruuvikompressoria	Jäähdytysteho 1 050 kW	Kylmäaine ammoniakki (R717) Lauhdeliuos etyleeniglykoli (40 %) Rataputkisto suolaliuos (CaCl ₂ 22 %)

Jäähdytyskoneistojen lauhdelämpö, jota ei hyödynnetä lämmityksessä, lauhdutetaan ulos liuoslauhduttimilla. Liuoslauhduttimia on kaksi viiden taajuusmuuttajaohjatun puhaltimen yksikköä jäähdytyskoneistoa kohti. Liuoslauhduttimet sijaitsevat jäähdytyskonttirakennuksen viereisessä aitauksessa. Kylmäliuos- ja lauhdeliuospumput (n. 15 kW/pumppu) ovat taajuusmuuttajaohjattuja. Routasuojapiirin lauhdeliuospumppu on pieni (0,35 kW) yksinopeuspumppu.

Lauhdelämpöä otetaan talteen hallien lämpöpumpulla, jolla tuotetaan lämpöä jäähallien lämmitysverkostoihin. Lämpöpumppu lämmittää lämmöntalteenottovaraajaan, josta lämpöä otetaan lämmitysverkostoihin ja käyttöveden lämmitykseen.

Kilpahallin jääradan perustuksissa on liuoskiertoinen routalämmitysputkisto, joka lämmitetään kylmäkoneistojen lauhdelämmöllä. Harjoitushallin jääradan perustuksissa on routalämmitys toteutettu sähkölämmityskaapeleilla. Harjoitushallin routalämmitys ei ole ollut käytössä.

Kilpahallin ilmanvaihtokoneen TK01 tuloilman kuivauspatteri on kytketty jäärataputkiston kiertoon lämmönsiirtimen välityksellä.

3.5.3 Ohjaukset, säätötapo ja toimintaparametrit

Halleissa jääratojen jään paksuus on noin 3 cm, mutta jään paksuus vaihtelee hieman johtuen kentän pohjan epätasaisuuksista. Saadun tiedon mukaan harjoitushallin jään paksuus vaihtelee enemmän. Jääratojen jään lämpötila pidetään noin -6 °C lämpötilassa. Tekojääradan jään lämpötila vaihtelee jonkun verran ulkolämpötilan mukaan ja jäähdytyskoneistoja tarvitaan vähemmän pakkaskausilla. Katselmuksen ajankohtana jään pintalämpötila kilpahallissa vaihteli välillä -4,5...-6 °C ja harjoitushallissa -6...-7,5 °C. Tekojääradan pintalämpötila oli kentän hallien puoleisessa päässä -7,5 °C ulkoilman lämpötilan ollessa noin -6 °C.

Jäähallien kenttien jääratojen lämpötilaa ohjataan rataputkiston paluuliuksen lämpötilan mukaan. Paluuliuksen lämpötila on asetettu lämpötilatasolle -9...-10 °C (katselmuksen ajankohtana kilpahalli -9,8 °C, harjoitushalli -9,2 °C). Jäähdytysjärjestelmän automaation mittausten mukaan paluuliuksen lämpötila vastasi likimain asetusarvoja. Hetkellisesti tarkistettuna jäähallien jäähdytyskoneistojen toinen kompressori oli käynnissä noin 30 % teholla.

Tekojääradan lämpötilaa ohjataan myös rataputkiston paluuliuksen lämpötilan mukaan. Paluuliuksen lämpötila on asetettu lämpötilaan -6,5 °C. Tekojääradan jäähdytyskoneisto oli katselmuksen ajankohtana seis. Myös liuospiirin pumput olivat seis, joten jäärataputkiston liuksen lämpötilakin oli asetusta korkeampi. Ulkoilman lämpötila oli noin -6 °C.

Kilpahallin routalämmityksen menoliuksen lämpötila-asetus on asetettu lämpötilaan +3 °C. Automaation mittauksen mukaan paluuliuksen lämpötila vastasi katselmuksen ajankohtana asetusarvoa.

Kilpahallin tuloilman, joka on pääasiassa kiertoilmaa, kuivaukseen menevän rataputkiston liuoksen lämpötila oli katselmuksen ajankohtana noin -10 °C ja palaavan liuoksen lämpötila noin +2 °C. Kuivatuksen tuloilman jäähdytyspatterin menoliuoksen lämpötilan asetus oli +1,5 °C. Kiertoilmaa pyritään kuivaamaan jäähdytyspatterilla lähes jatkuvasti halli-ilman suhteellisen kosteuden matalan asetusarvon (30 %) vuoksi.

Jäähallien jääratojen hoitoajoon kuluu vettä noin 500 dm³ ajokertaa ja kenttää kohti. Arkena hallien jääradat hoitoajetaan 7-10 kertaa päivässä ja viikonloppuisin 8-14 kertaa päivässä. Tekojääradan hoitoajoon kuluu vettä noin 2 300 dm³ ajokertaa kohti. Arkena tekojäärata hoitoajetaan 3-5 kertaa päivässä ja viikonloppuisin 2-8 kertaa päivässä. Jäänhoitoon käytetään noin 57 °C lämmintä käyttövettä.

Lauhdelämpöä hyödyntävä lämpöpumppu oli katselmuksen ajankohtana hetkellisesti tarkistettuna käynnissä 76 % kompressoriteholla. Lämmöntalteenottovaraajaan ladattavan veden lämpötilan asetus on 50 °C, joka oli myös automaation mukaan mittausarvo katselmuksen ajankohtana. Varaajalta lämpöpumpulle palaavan veden lämpötila oli noin 44 °C. Lämpöpumpulla on käyntilupa, mikäli varaajalle menevän veden lämpötila on alle 53 °C. Lämpöpumpulla tuotetaan lämpöä lämmityskaudella lähes jatkuvasti jäähallien ja käyttöveden lämmitykseen.

3.5.4 Energiatalouden tehostamismahdollisuudet

Jäähdytyskoneistot käyvät havaintojen mukaan tarpeenmukaisesti ja ne ovat energiatehokkaita uudehkoja koneistoja. Jäähdytyskoneistoihin kohdistuvia energiatehokkuuden parannuskeinoja ei katselmuksen yhteydessä todettu.

Rataputkiston paluuliuoksen lämpötilojen nostolla voitaisiin saavuttaa jäähdytyssähkön säästöä. Tämä tarkoittaa luonnollisesti myös jään lämpötilan nousua. Jään laatuun vaikuttava lämpötila on tavallisesti kokemukseräisesti haettu, joten jään lämpötilan nostoa ei ehdoteta varsinaisena energiansäästötoimenpiteenä. Sitä ehdotetaan kuitenkin kokeiltavaksi.

Jäähdytystarvetta voidaan hieman vähentää kilpahallin kiertoilman jäähdytystä vähentämällä. Kuivauksen vähentämistä on käsitelty luvuissa 3.4 ja 4.3.

Jäähdytystarvetta ja kaukolämmön tarvetta voitaisiin vähentää alentamalla jäänhoitoveden lämpötilaa, jota on käsitelty luvuissa 3.3 ja 4.2.

Lämpöpumpun toimintaa on suositeltavaa seurata aktiivisesti, jotta lauhdelämpöä saadaan hyödynnettyä mahdollisimman paljon. Lämpimän käyttöveden lämmityksen toimivuuden seuraamiseksi ehdotetaan lämmöntalteenottovaraajan kytkentään lisättäväksi mittaus. Toimenpidettä on käsitelty luvuissa 3.3 ja 4.2.

3.6 Sähköjärjestelmät

3.6.1 Tarve ja käyttö

Kiinteistössä on jääurheilukäyttöön tyypilliset sähköjärjestelmät. Kylmätekniiikan laitteet kuluttavat kohteessa valtaosan sähköenergiasta ja taloteknisten järjestelmien kulutus on selvästi vähäisempää. Taloteknisistä järjestelmistä sähköä kuluu pääosin ilmanvaihtojärjestelmiin ja valaistukseen. Kylmätekniiikan järjestelmiä ja laitteita sekä taloteknisiä järjestelmiä pyritään pitämään päällä ja/tai käyttämään tarpeenmukaisesti. Sisätilojen ja ulkoalueen valaistustarve sekä muun talotekniiikan sähkön tarve ovat tyypillisiä urheilurakennuksille.

3.6.2 Järjestelmä ja laitteet

Kiinteistö on liitetty Savon Voiman Verkko Oy:n 0,4 kV pienjänniteverkkoon kiinteistön ulkoalueella olevan energialaitoksen puistomuuntamon kautta. Puistomuuntamo on jaettu keskijänniteosaan, jossa on energialaitoksen kojeisto ja muuntaja sekä pienjänniteosaan, joka toimii kiinteistön pääkeskuksena. Pääkeskuksessa on mm. sähköliittymän päävarokkeet ja mittauslaitteet. Sähkönjakelujärjestelmä on asennettu monessa vaiheessa 1980-luvulta lähtien, ja se on toteutettu enimmäkseen TN-S-järjestelmänä (5-johdinjärjestelmä).

Kilpahallin nousukeskukseen on liitetty teholtaan 100 kvar loistehon kompensointilaitteisto. Silmä määräisen tarkastuksen perusteella laitteisto on toimintakuntoinen ja nimellisteholtaan riittävä. Kiinteistöä ei saatujen laskutustietojen mukaan ole vuonna 2018 erikseen laskutettu loistehosta. Purkauslamppuvalaisimet on ainakin kilpahallin osalta pääosin kompensoitu kojekoh-
taisesti.

Valaistus

Kilpahalli

Kilpahallin kenttäaluetta valaisee 400 W monimetallilamppuvalaisimet, ja katsomo- sekä hallin reuna-alueilla on 2x58 W T8-loisteputkivalaisimia. Noin 1/3-osaan katsomo- ja reuna-alueiden valaisimista on viime vuosina asennettu noin 25 W led-valoputket 58 W T8-loisteputkien tilalle. Myös hallin puku- ja pesuhuonevalaistus sekä teknisten tilojen valaistus on toteutettu 2x58 W T8-loisteputkivalaisimilla. Yleisön WC-tiloissa on 9-26 W pienloistelamppuvalaisimia.

Harjoitushalli

Harjoitushallin kenttäaluetta, katsomoa ja reuna-alueita valaisee 400 W elohopeahöyrylamppuvalaisimet. Viime vuosina saneeratun halliosan puku- ja pesuhuoneissa sekä WC-tiloissa on enimmäkseen 14 W ja 28 W T5-loisteputkivalaisimia. Saneeraamattomissa puku- ja pesuhuone-tiloissa on 2x58 W T8-loisteputkivalaisimia.

Muut rakennukset

Muiden rakennusten yleisvalaistus on pääosin toteutettu tilasta riippuen joko yksi- tai kaksiputkisilla 36 W tai 58 W T8-loisteputkivalaisimilla.

Ulkotekojäärata

Ulkotekojääradan valaistus on toteutettu mastoihin asennetuilla, teholtaan 2 000 W monimetallilamppuvalonheittimillä. Valonheittäjiä on mastoissa yhteensä 52 kpl.

Muu ulkovalaistus

Paikoitusalueen pylväsväläisimissä on tehtyjen havaintojen mukaan 100 W suurpainenaatriumlamput. Pääosassa muita ulkovalaisimia on 70-150 W monimetallilamppuja ja vain parissa on 80-125 W elohopeahöyrylamppuja.

Keittiölaitteet

Kilpahallissa on kahvio. Kahvion keittiössä on liesi, pieni rasvankeitin ja parila, kaksi jääpakastinkaappia sekä kahvin- ja vedenkeitimet. Ulkotekojään lähetyvillä on pieni kahviorakennus, ja lisäksi on joitain yksittäisiä pienkeittiölaitteita.

ATK-laitteet

Kilpahallissa on ATK-järjestelmä, johon on liitetty tulos- ja mainostaulut sekä muutamia työ-
asemia. Lisäksi on ATK-jakamo ja -keskuslaitteet.

Sähkölämmitykset

Ulkotekojääradan pukuhuonerakennusta lämmitetään sähköllä ja rakennuksessa on kojekohtai-
silla termostaateilla varustettuja seinälämmittimiä. Sähköä käytetään tässä rakennuksessa ja
myös kylmäkompressorirakennuksessa käyttöveden lämmitykseen.

Harjoitushallissa on saneeratussa sosiaaliiloissa sähköisiä lattialämmityksiä pesu- ja WC-
tiloissa ja kiinteästi asennettuja 100-800 W seinälämmittimiä pukuhuone- ja muissa lämmitte-
tyissä tiloissa. Kilpahallin pukuhuonetiloissa on lisälämmittiminä noin 3 kW kannettavia lämmi-
tyspuhaltimia.

Kilpahallin sadevesikouruissa ja syöksytorvissa on lämmityskaapeleita sulatusta varten. Näiden
lämmityskaapeleiden yhteenlaskettu asennusteho on noin 10 kW. Lisäksi on joitakin yksittäisiä
vesiputkien sulatus- ja saattolämmityskaapeleita.

LVI-laitteet

LVI- ja kylmälaitteita on käsitelty kyseisten järjestelmien kappaleissa.

Muut laitteet

Kilpahallin ulkoseinällä on koteloissa muutama autolämmityspistorasia, joiden käyttö on vaih-
televaa talvikauden aikana. Kilpahallissa on sähkökäyttöinen jäänhoito. Rakennuksissa on säh-
köllä toimivia työkaluja, pyykinpesu- ja kuivauslaitteita sekä turvalaitteita, jotka kuluttavat säh-
köä. Lisäksi on erittelemätön pistorasiakuorma.

3.6.3 Ohjaukset, säätötavat ja toimintaparametrit

Valaistus

Sisävalaistuksen yhteenlasketuksi liitântätehoksi on arvioitu 70 kW. Ulkovalaistuksen liitântä-
teho on peräti noin 110 kW, koska tekojääradan valaistus on toteutettu nimellisteholtaan 2 kW
monimetallilampuilla. Kenttävalaistuksen käyttöajaksi on kilpahallissa laskettu olevan noin
3 500 h/a ja harjoitushallissa noin 2 500 h/a ja hallien oheistiloissa valaistuksen käyttöajaksi
on laskettu 500-1 000 h/a. Ulkotekojääradan valaistuksen käyttöajaksi on laskettu 600-800 h/a
ja muun ulkovalaistuksen käyttöaika on noin 4 000 h/a.

Kilpa- ja harjoitushallien kenttävalaistus on päällä luistelukauden aikana. Hallien valaistus oh-
jataan paikallisista ohjauskeskuksista tai painiketauluista. Luistelukauden aikana valaistus on
keskimäärin päällä noin klo 8:00-23:00 välisenä aikana. Kilpahallissa vain osa valaistuksesta on
normaalisti päällä aamupäivisin ja keskipäivän aikoihin ja täysvalaistus on päällä klo 14:00 jäl-
keen. Kilpahallin yleisissä WC-tiloissa ja harjoitushallin saneeratuissa sosiaaliiloissa valaistus
on läsnäolotunnistinohjauksessa, ja muissa tiloissa valaistusta ohjataan enimmäkseen paikalli-
sesti seinäkytkimistä. Myös muissa rakennuksissa valaistusohjaus tapahtuu paikallisista
seinäkytkimistä. Ulkotekojääradan valaistusohjaus tapahtuu käsin paikallisesta valaistusohjaus-
keskuksesta. Tekojääradalla on täysvalaistus luistelu- ja jääpallokauden aikana vain ottelu- ja
kilpaluistelutapahtumien aikana ja tavallisina iltoina on osavalaistus. Muu ulkovalaistus on hä-
märäkytkinohjauksessa.

Valaistuksen käyttö on kiinteistön tiloissa enimmäkseen tarkoituksenmukaista, ja turhaan valaistuja tiloja ei juurikaan havaittu. Liike- ja läsnäolotunnistimia voitaisiin käyttää enemmän yksittäisissä tiloissa, mutta saavutettava sähkösäästö olisi vähäistä. Merkittäviä säästöjä sen sijaan saataisiin, mikäli kilpa- ja harjoitushallien varsinaisia hallivalaisimia uusittaisiin led-valaisimiksi. Tällöin säästöjä saataisiin valonlähdessä säästöjen lisäksi myös valaistusohjauksien kautta, kun led-valaisimia on mahdollista ohjata ja himmentää tarpeen mukaan. Luonnonvaloa ei rakennusten sisätiloissa voida merkittävästi hyödyntää.

Energiakatselmuksen yhteydessä tehtiin valaistustasomittauksia eri tiloissa. Kilpa- ja harjoitushallien kenttäalueilla pistokokeina mitatut valaistustasot ja Suomen Jääkiekkoliitto Ry:n, Jääkiekon SM-liiga Oy:n ja Opetus- ja kulttuuriministeriön suosittamat valaistusvoimakkuudet on esitetty raportin liitteessä 6. Muissa sisätiloissa pistokokeina mitatut valaistustasot ja EN 12464-1 standardin tilatyypeille suosittamat valaistusvoimakkuudet on myös esitetty samassa liitteessä. Tiloissa mitatut valaistusvoimakkuudet olivat melko lähellä standardin suosituksia.

Keittiölaitteet

Kilpahallin ja ulkotekojään kahvion jääpakastinkaapit ovat käytössä jatkuvasti ja muut keittiölaitteet ovat käytössä otteluiden ja muiden erityistapahtumien aikana. Keittiölaitteiden käyttö on kohteessa tarkoituksenmukaista.

ATK-laitteet

ATK-järjestelmää ja tulostauluja ylläpitävät laitteet ovat käytössä jatkuvasti ja muita ATK-laitteita käytetään tarpeen mukaisesti.

Sähkölämmitykset

Ulkotekojääradan pukuhuonerakennus on sähkölämmitteinen, ja tehtyjen lämpötilamittausten mukaan sisätilälämpötilat ovat sopivalla tasolla. Suorasta sähkölämmityksestä ilman lämpöpumppua noin 90 % on arvioitu kuluvan tuloilman ja tilojen lämmitykseen sekä loput noin 10 % käyttöveden lämmitykseen. Harjoitushallin saneeratuissa sosiaali tiloissa lattiapintalämpötila oli jopa yli 30 °C, joka on turhan korkea pintalämpötila.

Sulanapitolämmityskaapelit ovat termostaatti- ja rakennusautomaatiojärjestelmän ohjauksessa siten, että ne ovat päällä ulkolämpötilan ollessa -4 °C...+4 °C. Sulanapitolämmitysten käyttö on perusteltua, mutta niiden ohjauksen lämpötila-asetusarvot ovat räystäskourusulatusten osalta turhan laajat.

3.6.4 Energiatalouden tehostamismahdollisuudet

Luvussa 4.5.2 esitetään energiansäästötoimenpide-ehdotuksia liittyen valaistukseen ja räystäskourusulatuksiin.

3.7 Rakennusautomaatio

Jääratojen järjestelmille on erillinen automaatiojärjestelmä ja taloteknisille järjestelmille oma erillinen rakennusautomaatiojärjestelmä, jolla ohjataan ja säädetään LVI-järjestelmiä sekä osin valaistusta. Rakennusautomaatiojärjestelmään on kytketty myös jäähdytysjärjestelmän mittauksia.

Rakennusautomaatiojärjestelmään ei ole kytketty harjoitushallin puku- ja pesutilojen ilmanvaihtokonetta TK321 ja pukuhuonerakennuksen pieniä sähkölämmitteisiä ilmanvaihtokoneita. Kaikki talotekniset järjestelmät suositellaan kytkettäväksi rakennusautomaatiojärjestelmään.

Automaatiojärjestelmien säätöjen, ohjausten ja mittausten toimivuus suositellaan tarkistettavaksi ajoittain. Automaatiojärjestelmiin liittyvät toimenpide-ehdotukset on esitetty kohdissa 3.2-3.6 ja luvussa 4.

3.8 Rakenteet

Jäähallien rungot muodostuvat kantavista liimapuukaarista ja -pilareista. Jäähallit on perustettu ilmeisesti maanvaraisesti betonianturoiden varaan. Sokkelit ja alapohjarakenteet ovat betoni-laattaa. Vesikatteina on Protan kumibitumikermikate. Kummassakin hallissa on katon sisäpinnana matalaemissiviteettinen pinnoite, joka vähentää lämpösäteilyä katon sisäpinnasta jäähän. Jääradan laatta on kilpahallissa betoninen ja harjoitushallissa kivituhkarakenteinen. Ulkovaipan eristystasot ovat todennäköisesti rakennusajankohdille tyypillisiä. Julkisivujen pintamateriaaleina on mm. profiilipeltiä sekä kilpahallin osalla myös puurimaa ja -lautaa. Ikkunoita jäähalleissa on suhteellisen vähän, lähinnä kilpahallin kahvion osalla on ikkunaseinää, jossa on lämpölaseielementit. Lisäksi on muutamia ikkunallisia ulko-ovia. Käyntiulko-ovet ja nosto-ovet ovat pääasiassa metallirakenteisia.

Tekojääradan pukuhuonerakennus on puurunkoinen ja lautaverhoiltu rakennus. Katsomorakennus on betoni- ja puurakenteinen sekä katsomon kioski puurunkoinen ja lautaverhoilturakennus. Jäähdytyskoneistojen konttirakennus on teräsrunkoinen.

3.8.1 Energiatalouden tehostamismahdollisuudet

Jäähallien ja muiden rakennusten ulkovaipan eristystason parantamisella voitaisiin jonkin verran vähentää tilojen lämmityksen tarvetta, mutta eristystason parantamisen ei arvioida olevan energiataloudellisesti perusteltavissa. Mahdollisten eristyspuutteiden ja ilmavuotojen kartoittamiseksi suositellaan rakenteiden lämpökuvausta. Lämpö- ja ilmavuotokohtien selvittyä rakenteiden tiiveyden parantaminen korjaamalla lämpö- ja ilmavuotoja paikallisesti on suositeltavaa.

3.9 Muut järjestelmät ja havainnot

Kohteessa olisi tilaa aurinkopaneelien tai -keräimien asennuksille mm. jäähallien katoille, vaikkakin kattojen kaarevat pinnat asettavat omat haasteensa aurinkojärjestelmien asennuksille. Myös rakenteiden riittävä kantavuus tulee selvittää, jos aurinkoenergiajärjestelmiä harkitaan asentaa katoille. Koska jäähallit eivät ole läpi kesän käytössä, on sähkön käyttö osan aikaa kesällä merkittävästi vähäisempää kuin luistelukaudella, jolloin aurinkoenergian hyödyntämisen potentiaali pienenee ja aurinkoenergiajärjestelmien kannattavuus heikkenee. Aurinkoenergiajärjestelmien kannattavuuden ei arvioida olevan riittävän hyvä (takaisinmaksuaika yli 10 vuotta), jonka vuoksi aurinkopaneelien tai -keräimien asentamista ei tässä energiakatselmuksessa esitetä. Aurinkoenergiajärjestelmien hyödyntämistä ostoenergian tarpeen vähentämiseksi suositellaan kuitenkin tutkittavaksi tulevaisuudessa.

4 ENERGIANSÄÄSTÖTOIMENPITEET

4.1 Lämmitysjärjestelmät

4.1.1 Lämmöntuotanto

Kaukolämmön tilausteho

Suuntaa antavan laskennallisen tarkistuksen (liite 3) perusteella perusmaksuun vaikuttava kaukolämpöteho vastaa laskennallista tehontarvetta nykyisellä kaukolämmön kulutustasolla. Varkauden Aluelämpö Oy:n kaukolämmön perusmaksun suuruuteen vaikuttava kaukolämmön laskennallinen teho lasketaan kaukolämpöhinnastossa esitetyllä kaavalla, jossa on muuttujina edellisen vuoden kulutus ja lämmitystarveluku (vuoden 2018 alussa vuoden 2016 kulutus). Perusmaksuun vaikuttava teho on vuosikulutuksen mukaan muuttuva, joten vaikka tilaustehoa muutettaisiin nykyisen tilaustehoalueen (145 – 470 kW) rajoissa, ei se vaikuta kaukolämmön perusmaksun suuruuteen. Vaikka tilaustehoa voitaisiin pienentää niin paljon, että tilaustehoalue muuttuu pienemmäksi (30 – 145 kW), ei se vaikuta merkittävästi perusmaksun suuruuteen. Kaukolämmön tilaustehoon ei ehdoteta muutoksia.

4.1.2 Lämmönjakelu

Sisälämpötila

Sisäilman lämpötiloja ei ole aiheellista merkittävästi alentaa kohdekierroksella tehtyjen mittaus-ten ja havaintojen perusteella.

Harjoitushallin pukuhuoneiden lämpötilaa ehdotetaan hieman alennettavaksi esim. tasolle 16 °C. Tilojen tuloilman lämpötilan huojuva säätö tulee korjata, jotta sisälämpötila on paremmin hallittavissa. Toimenpiteen säästövaikutus otetaan huomioon kohdassa 4.3.2.

Tekojääradan katsomorakennuksen toisen kerroksen sisälämpötilaa ehdotetaan alennettavaksi, mikäli se on nykyisellä järjestelmällä mahdollista. Toimenpide vähentäisi hieman öljyn kulu- tusta. Koska rakennuksen käytöstä tulevaisuudessa ei ole tietoa, ei nykyiseen lämmitysjärjes- telmään ehdoteta tehtäväksi korjauksia, eikä toimenpidettä siten ehdoteta energiansäästöön perustuvana toimenpiteenä.

4.1.3 Muut lämmitysjärjestelmien toimenpide-ehdotukset

Kilpahallin varustesäilytysvarastoihin voidaan harkita lämmitysverkostoon kytkettyjen kiertoil- malämmittimien asentamista nykyisten lämmityspatterien lisäksi, jotta tiloissa ei tarvitsisi käyt- tää sähköpuhallinpattereita lisälämmittiminä. Lämmitysverkostoon kytketyt kiertoilmalämmitti- met käyttäisivät pääasiassa jäähdytyskoneistojen lauhdelämpöä hyödyntävällä lämpöpumpulla tuotettua lämpöä. Sähkön käytön arvioidaan vähenevän toimenpiteen vaikutuksesta muutamia kilowattitunteja ja kustannusten arvioidaan vähenevän noin 300 €/vuosi. Useiden kiertoilma- lämmittimien asennuksen investointi on kustannussäästöön nähden niin suuri, että toimenpi- dettä ei ehdoteta energiansäästön perusteella.

Kiertoilmalämmittimien puhtaus ja ohjausten toimivuus on hyvä tarkastaa aika-ajoin.

4.2 Vesi- ja viemärijärjestelmät

4.2.1 Vesijohtoverkoston painetaso ja kalusteiden virtaamat

Kohdekierroksen ajankohtana mitatut vesikalusteiden virtaamat vaihtelivat kulutuspistekohtaisesti. Muutamien yksittäisten pesuallashanojen virtaamat olivat pistokokein mitattuna yli normivirtaaman ($6 \text{ dm}^3/\text{min}$) ollen noin $10 \text{ dm}^3/\text{min}$. Pesuallashanojen virtaamien tarkistamisella ja säädöllä maksimissaan normivirtaamien tasolle voidaan saavuttaa vähäistä veden ja lämmön säästöä. Virtaamia voidaan rajoittaa hanakohtaisesti säätämällä tai asentamalla hanoihin ns. säästösuuttimet. Lisäksi hanojen, suihkujen ja wc-istuimien toiminta on hyvä kartoittaa säännöllisesti ja korjata vuotavat kalusteet tarpeen mukaan.

Kohteen pesu- ja pukutilojen sekä wc-tilojen hanojen ja suihkujen käyttöveden kokonaiskulutukseksi on arvioitu noin $500 \text{ m}^3/\text{a}$, ja lämpimän käyttöveden lämmön kulutukseksi $9 \text{ MWh}/\text{a}$. Vesikalusteista virtaamia rajoitettaisiin lähinnä pesuallashanoista, jolloin säästövaikutus on vähäinen. Veden ja lämpöenergian kustannussäästöpotentiaaliksi arvioidaan noin 250 €/a . Toimenpidettä ehdotetaan harkittavaksi, mutta sitä ei ehdoteta varsinaisena energiansäästötoimenpiteenä.

Käyttövesiverkoston painetta voitaisiin alentaa keskitetysti asentamalla käyttövesiliittymään paineensäätöventtiili. Suositeltava verkoston paine on alle 5 bar. Paineen alennus pienentää kaikkien hanojen ja suihkujen virtaamia ja voi pidentää putkiston käyttöikä. Paineensäätöventtiin asennusta voidaan harkita vesikalusteiden virtaamien rajoituksen lisäksi.

4.2.2 Muut vesi- ja viemärijärjestelmien toimenpide-ehdotukset

Jäänhoitoveden lämpötilan alentamista ehdotetaan harkittavaksi. Jotta jäänhoitoveden lämpötilaa voitaisiin alentaa esim. lämmöntalteenottovaraajalta tulevan veden lämpötilaan, olisi jäänhoitoveden lämmityksen kytkentää muutettava. Jäänhoitovesi tulisi ottaa suoraan lämmöntalteenottovaraajalta tulevasta käyttövedestä, johon sekoitettaisiin tarvittaessa kaukolämmöllä lämmitettyä käyttövettä. Tällöin jäänhoitoveden lämpötila voitaisiin pitää alemmalla tasolla (esim. 45 °C), kun muu lämmin käyttövesi lämmitettäisiin 57 °C :een.

Kytkentämuutoksen lisäksi ehdotetaan jäänhoitoveden ja muun lämpimän käyttöveden lämmityksen toiminnan seurannan parantamiseksi, että lämmöntalteenottovaraajasta ulos tulevaan käyttövesiputkeen asennetaan lämpötilamittaus, joka kytketään rakennusautomaatiojärjestelmään. Mittauksen avulla voidaan seurata miten lämpimäksi käyttövesi, josta suurin osa on jäänhoitovettä, saadaan lämmöntalteenottovaraajassa lämmitettyä.

Jäänhoitoveden kulutuksen arvioidaan olevan vuodessa noin $2\,500 \text{ m}^3$, jonka lämmitykseen arvioidaan kuluvan lämpöpumpun käyttämää sähköä noin $40 \text{ MWh}/\text{a}$ ja kaukolämpöä noin $35 \text{ MWh}/\text{a}$. Jäänhoitoveden lämpötilan alentaminen tasolle 45 °C , vähentäisi kaukolämmön tarvetta jäänhoitoveden lämmityksessä merkittävästi (arvio n. 70 %). Samalla jäänhoitoveden jäähdystarve pienee vähentäen jäähdytys­sähkön kulutusta. Säästöarvion investointi sisältää lämpimän käyttöveden lämmityksen kytkentämuutoksia ja säätöjen ohjausmuutoksia.

4.2.2 Jäänhoitoveden lämpötilan alentaminen ja lämmityksen säädön kytkentämuutos			
Säästöt - lämpöenergia	25 MWh/a	1 300 €/a	4,7 t CO ₂
- sähköenergia	12 MWh/a	1 040 €/a	2,0 t CO ₂
Säästöt yhteensä		2 340 €/a	6,7 t CO ₂
Investointitarve, kustannusarvio		3 000 €	
Takaisinmaksuaika		1,3 a	

4.3 Ilmanvaihtojärjestelmät

4.3.1 Tarpeenmukainen ilmanvaihto

Ilmanvaihtokoneet käyvät pääasiassa jatkuvasti. Kilpahallin puku- ja pesutilojen ilmanvaihtokoneen TK02 sekä harjoitushallin puku- ja pesutilojen ilmanvaihtokoneen TK321 käyntiaikoja ehdotetaan muutettavaksi vastaamaan enemmän tilojen käyttöä siten, että ilmanvaihtokoneet pysäytetään yöksi. Käyntiajoiksi ehdotetaan esim. ma-su klo 7:00-24:00. Käyntiaikamuutoksissa tulee kuitenkin ottaa huomioon, että kyseisten tilojen lämpö- ja kosteusolosuhteet ovat hallittavissa. Muun muassa kilpahallin kahvion alueella voi lasipinnoille kondensoitua vettä, mikäli tilan lämpötila laskee liiaksi.

Ilmanvaihtokoneiden TK02 ja TK321 laskennallinen lämpöenergiankulutus on nykyisellä käytöllä 86 MWh/a ja sähkönkulutus on 23 MWh/a. Lämpöenergiankulutuksesta arviolta 20 % tuotetaan kaukolämmöllä ja 80 % lämpöpumpulla. Sähkön säästö koostuu lämpöpumpun ja ilmanvaihtokoneiden puhaltimien sähkön käytön vähenemisestä.

Mikäli pelkästään muutetaan ilmanvaihtokoneiden käyntiaikoja, voidaan muutokset tehdä ilman investointia rakennusautomaatiojärjestelmään ja ilmanvaihtokoneen TK312 ohjausyksikköön. Lämpö- ja kosteusolosuhteiden hallinnan parantamiseksi voidaan myös harkita sisäilman lämpötila- ja kosteusmittausten lisäämistä ilmanvaihtokoneiden palvelualueille. Näiden mittausten ohjaamina ilmanvaihtokoneet käynnistyisivät lämpötilan laskiessa ali ja/tai kosteuden noustessa yli asetusarvojen tilojen käyttöjaksojen ulkopuolella. Ilmanvaihtokoneen TK312 osalta koneen mittaukset ja ohjaukset tulisi muutenkin liittää keskitettyyn rakennusautomaatiojärjestelmään, ja kaikkien ilmanvaihtokoneiden ohjaukset ja säädöt suositellaankin kytkettäväksi rakennusautomaatiojärjestelmään ja samalla ohjauksia lisättäväksi tarpeen mukaan. Esitettävässä toimenpide-ehdotuksessa ei oteta tätä rakennusautomaation laajennustoimenpiteen investointia huomioon.

4.3.1 Jäähallien pesu- ja pukutilojen ilmanvaihtokoneiden TK02 ja TK321 käyntiaikamuutos			
Säästöt - lämpöenergia	5 MWh/a	260 €/a	0,9 t CO ₂
- sähköenergia	12 MWh/a	1 040 €/a	2,0 t CO ₂
Säästöt yhteensä		1 300 €/a	2,9 t CO ₂
Investointitarve, kustannusarvio		0 €	
Takaisinmaksuaika		0,0 a	

4.3.2 Säätojärjestelmät

Harjoitushallin puku- ja pesutiloja palvelevan ilmanvaihtokoneen TK321 lämpötilan säätö huojui katselmuksen ajankohtana. Huojuva lämpötilan säätö tulee korjata tarvittaessa uusimalla säätoventtiili.

Harjoitushallin puku- ja pesutiloissa on sähköinen lattialämmitys. Lattialämmitykset olivat päällä katselmuspäivänä, ja tehtyjen mittauksen mukaan lattioiden pintalämpötila oli jopa yli 30 °C. Lattialämpötilojen pintalämpötilaksi riittää yleensä noin 22 °C...24 °C, jotta lattiapinnat kuivuvat. Lattialämpötila-asetuksia alennettiin katselmuspäivänä seinätermostaateista.

Puku- ja pesutilojen lämpötilaa ehdotetaan laskettavaksi tuloilman ja lattialämmityksen lämpötila-asetuksia alentamalla siten, että sisälämpötila on esim. tasolla 17 °C.

Kyseisten puku- ja pesutilojen ilmanvaihtokoneen TK321 laskennallinen lämpöenergiankulutus on 14 MWh/a, kun em. käyntiaikojen lyhennys otetaan huomioon. Lattialämmitysten sähkön kulutukseksi on arvioitu nykyisellä käytöllä 8 MWh/a. Sähkön säästö koostuu lämpöpumpun ja lattialämmityksen käytön vähenemisestä. Tuloilman lämmityksessä arvioidaan säästettävän myös hieman kaukolämpöenergiaa. Toimenpide toteutettiin lattialämmitysten asetusarvojen muutosten osalta jo kohdekatselmuksen aikana. Tuloilmakoneen tuloilman lämpötilan säädön korjaus vaatii pientä investointia.

4.3.2 Harjoitushallin pesu- ja pukutilojen lämpötilan alentaminen tuloilman lämpötilan ja lattialämmitysten asetusmuutoksilla			
Säästöt - lämpöenergia	1 MWh/a	50 €/a	0,2 t CO ₂
Säästöt - sähköenergia	3 MWh/a	260 €/a	0,5 t CO ₂
Säästöt yhteensä		310 €/a	0,7 t CO ₂
Investointitarve, kustannusarvio		500 €	
Takaisinmaksuaika		1,6 a	

4.3.3 Lämmöntalteenotto (LTO)

Ilmanvaihtokoneiden poistoilman lämmöntalteenottolaitteiden osalta ei esitetä toimenpide-ehdotuksia. Ilmanvaihtokoneiden lämmöntalteenottojen toimintaa ja hyötysuhdetta suositellaan seurattavaksi aktiivisesti ja tarpeen mukaan korjata tai puhdistaa lämmöntalteenottolaitteet, mikäli niiden hyötysuhteet heikkenevät.

4.3.4 Kuivaus

Kilpahallin ilmanvaihtokoneen TK01 kiertoilman jäähdyttäminen jäähdytyspatterilla on lähes jatkuvaa, kun kiertoilmaa pyritään kuivaamaan. Halli-ilman suhteellinen kosteus oli katselmuksen ajankohtana melko matala, ja kiertoilman absoluuttista kosteutta (noin 2,8 g/kg) ei saatu ilman vajaan 10 °C:een jäähdyttämisellä juurikaan vähennettyä. Kuivauksen käynnistyksen asetus ehdotetaan muutettavaksi halli-ilman absoluuttisen kosteuden mukaan säädettäväksi ja absoluuttinen halli-ilman kosteusraja asetettavaksi esim. arvoon 4,6 g/kg. Tällöin halli-ilman lämpötilassa 10 °C suhteellinen kosteus olisi noin 60 %. Kosteusrajan ylittyessä saataisiin kiertoilmaa kuivattua jäähdyttämättä kiertoilmaa pakkasen puolelle. Kuivautuksen vähentäminen vähentää tuloilman jäähdytys- ja lämmitystarvetta.

Ilmanvaihtokoneen TK01 tuloilman jäähdytykseen arvioidaan kuluvan sähköä 160 MWh/a. Vähentämällä tuloilman jäähdytystä pienenee jäähdytyskoneistojen ja lämpöpumpun

sähkönkulutus sekä kaukolämmön kulutus. Ohjausmuutokset vaativat investointia, joka sisältää muutokset automaatioon ja mittauksiin.

4.3.4 Kilpahallin ilmankuivauksen ohjausmuutos			
Säästöt - lämpöenergia	15 MWh/a	780 €/a	2,8 t CO ₂
- sähköenergia	35 MWh/a	3 020 €/a	5,7 t CO ₂
Säästöt yhteensä		3 800 €/a	8,6 t CO ₂
Investointitarve, kustannusarvio		5 000 €	
Takaisinmaksuaika		1,3 a	

4.3.5 Yötuuletus

Erilliselle yötuuletukselle kesäaikana ei arvioida olevan tarvetta.

4.3.6 Muut ilmanvaihtojärjestelmien toimenpide-ehdotukset

Ei toimenpide-ehdotuksia.

4.4 Jäähdytysjärjestelmät

4.4.1 Kylmäntuotanto

Jäähdytyskoneistot ovat energiatehokkaita uudehkoja koneistoja (v. 2013). Jäähdytyskoneistoihin kohdistuvia toimenpiteitä ei esitetä.

4.4.2 Jäähdytyksen tarpeenmukainen käyttö

Jäähdytyskoneistot käyvät tarpeenmukaisesti, eikä niiden käytön osalta ehdoteta toimenpiteitä.

Rataputkiston paluuliuksen lämpötilojen ja jään lämpötilan nostoa ehdotetaan harkittavaksi ja kokeiltavaksi. Koska jään laatuun vaikuttava lämpötila on tavallisesti kokemukseräisesti haettu, ei jään lämpötilan nostoa ehdoteta varsinaisena energiansäästötoimenpiteenä.

4.4.3 Lauhdutus ja lauhdelämmön talteenotto

Jäähdytyskoneistojen lauhdelämpöä hyödynnetään lämmitysjärjestelmän lämpöpumpun lämmönlähteenä. Lämpöpumpun toimintaa on suositeltavaa seurata aktiivisesti, jotta lauhdelämpöä saadaan hyödynnettyä mahdollisimman paljon.

Hyödyntämättömän lauhdelämmön lisähyödyntämisessä ei arvioida olevan kustannustehokasta ratkaisua. Lämpöpumpun mitoitusta suurentamalla voitaisiin saada lämpöä enemmän talteen, mutta tämänkään ei arvioida olevan kustannustehokas toimenpide. Mikäli lauhdelämpöä halutaan hyödyntää nykyistä enemmän, tulee tätä mahdollisuutta selvittää tarkemmin.

4.4.4 Muut kylmätekniisten järjestelmien toimenpide-ehdotukset

Ei toimenpide-ehdotuksia.

4.5 Sähköjärjestelmät

4.5.1 Sähköliittymät

Sähköliittymän sähköenergian siirtotuotteena on Savon Voima Verkko Oy:n PJ-Tehosähkön siirto 2. Siirtopalvelusta maksetaan energialaitokselle tariffihinnaston mukaan. Sähkön tariffitarkastuslaskelma on esitetty raportin liitteessä 5. Laskelmassa todetaan, että nykyinen siirtotuote on edullisin mahdollisista tuotevaihtoehdoista. Saatujen laskutustietojen mukaan loistehomaksuja ei ole peritty viime aikoina, joten loistehon kompensointi on kiinteistössä kunnossa.

4.5.2 Valaistus

Valaistuslaitteet

Harjoitushallin kenttäaluevalaisimien uusiminen

Harjoitushallin kenttäaluevalaistus on toteutettu 400 W elohopeahöyrylampuilla. Valaisimet ovat alkuperäisiä ja ikääntyneitä, ja niitä ei ole enää järkevää varustaa led-valonlähteillä energian säästämiseksi. Nykyiset vanhat elohopeahöyrylampuvalaisimet esitetään tämän vuoksi korvattavaksi led-valaisimilla. Noin 140-150 W led-valaisin vastaa valaistusominaisuuksiltaan ja korvaa 400 W elohopeahöyrylampun. Nykyisten elohopeahöyrylampuvalaisimien sähkönkulutus on noin 38 MWh/a. Toimenpiteiden säästöpotentiaaliksi on arvioitu 25 MWh/a. Investointikustannus on laskettu valaisimien 500 € yksikköhinnalla eikä se sisällä mahdollisia laajempia kaapelointi- tai muita sähköitä.

4.5.2 Harjoitushallin kenttäaluevalaisimien uusiminen			
Säästöt - sähköenergia	25 MWh/a	2 160 €/a	4,1 t CO ₂
Säästöt yhteensä		2 160 €/a	4,1 t CO ₂
Investointitarve, kustannusarvio		18 000 €	
Takaisinmaksuaika		8,3 a	

Kilpahallin kenttäaluevalaisimien uusiminen

Kilpahallin kenttäaluevalaistus on toteutettu 400 W monimetallilampuvalaisimilla. Valaisimet alkavat teknisesti olla melko vanhoja eikä näitäkään enää kannata varustaa led-valonlähteillä. Nykyiset monimetallilampuvalaisimet esitetään tämän vuoksi korvattavaksi led-valaisimilla. Noin 140-150 W led-valaisin vastaa valaistusominaisuuksiltaan ja korvaa 400 W monimetallilampuvalaisimen. Nykyisten monimetallilampuvalaisimien sähkönkulutus on noin 88 MWh/a. Toimenpiteiden säästöpotentiaaliksi on arvioitu 58 MWh/a. Investointikustannus on laskettu valaisimien 800 € yksikköhinnalla, ja se ei sisällä mahdollisia laajempia kaapelointi- tai muita sähköitä.

4.5.2 Kilpahallin kenttäaluevalaisimien uusiminen			
Säästöt - sähköenergia	58 MWh/a	5 010 €/a	9,5 t CO ₂
Säästöt yhteensä		5 010 €/a	9,5 t CO ₂
Investointitarve, kustannusarvio		48 000 €	
Takaisinmaksuaika		9,6 a	

Tekojääradan valonheittimien uusiminen

Tekojääradan valaistus on toteutettu valonheittimillä, jotka on varustettu 2 000 W monimetallilampuilla. Valonheittimet ovat vanhahkoja ja niiden uusiminen tulee teknisin perustein ajankohtaiseksi lähivuosina. Nykyisten valonheittimien sähkönkulutus on alamittauksen mukaan noin 72 MWh/a. Uusimalla nykyiset 2 000 W monimetallilamppuvalonheittimet noin 700-800 W led-valonheittimillä saadaan säästöpotentiaalia noin 32 MWh/a. Investointikustannus on laskettu valaisimien 1 500 € yksikköhinnalla, ja se ei sisällä mahdollisia laajempia kaapelointi- tai muita sähkötoita.

4.5.2 Tekojääradan valonheittimien uusiminen			
Säästöt - sähköenergia	32 MWh/a	2 760 €/a	5,2 t CO ₂
	Säästöt yhteensä	2 760 €/a	5,2 t CO ₂
	Investointitarve, kustannusarvio	80 000 €	
	Takaisinmaksuaika	29,0 a	

Toimenpide-ehdotuksen takaisinmaksuaika on yli 10 vuotta, joten sitä ei ole esitetty taulukossa 3 energiansäästötoimenpiteenä. Valaisimien uusiminen ja sitä kautta toimenpiteen toteuttaminen tulee kuitenkin eteen kunto- ja ikäperustein lähivuosina.

Valonheittimien uusimisen yhteydessä suositellaan myös niiden käytön ohjausta parannettavaksi siten, että valonheittimet voitaisiin laittaa päälle ja sammuttaa etänä eikä pelkästään paikallisesta keskuksesta, josta valonheittimien käyttöä tällä hetkellä ohjataan. Ohjausjärjestelmän parantamismahdollisuudet tulee selvittää valonheittimien uusimisen suunnittelun yhteydessä.

Led-valoputkien asennus T8-loisteputkivalaisimiin

Noin 1/3-osa kilpahallin alkuperäisistä 58 W T8-loisteputkivalaisimista on nykyisin varustettu noin 25 W led-valoputkilla sähköenergian säästämiseksi. Tilojen loputkin T8-loisteputket kannattaa varustaa led-valoputkilla ja säästöjä saataisiin lisää, mikäli myös muiden rakennusten T8-loisteputkivalaisimiin asennettaisiin led-valoputket. Edellä mainittujen tilojen T8-loisteputkivalaisimet kuluttavat sähköenergiaa nykyisellään noin 30 MWh/a. Toimenpiteen säästöpotentiaaliksi on arvioitu 15 MWh/a. Investointikustannus on laskettu led-valoputken 10 € yksikköhinnalla. Vaihdotyön kustannusta ei ole huomioitu, koska led-valoputket vaihdetaan normaalien lampunvaihtojen yhteydessä.

4.5.2 Led-valoputkien asennus T8-loisteputkivalaisimiin			
Säästöt - sähköenergia	15 MWh/a	1 300 €/a	2,5 t CO ₂
	Säästöt yhteensä	1 300 €/a	2,5 t CO ₂
	Investointitarve, kustannusarvio	1 000 €	
	Takaisinmaksuaika	0,8 a	

Valaistusryhmitykset, ohjaukset ja käyttö

Ei esitetä erikseen toimenpide-ehdotuksia. Uusien led-valaisimien ohjattavuus on nykyisiä elo-
hopeahöyry- ja monimetallilamppuvalaisimia parempi, joten uusimalla edellä mainitut valaisi-
met, on mahdollista myös siltä osin saada lisäsäästöjä sähkökustannuksissa.

4.5.3 LVI -laitteet

LVI-laitteiden sähkönsäästömahdollisuudet on arvioitu LVI-osassa.

4.5.4 Sähköiset lämmitykset

Kilpahallin räystäskourujen sulatuskaapeleiden ohjausmuutos

Kilpahallin räystäskourujen ja syöksytorvien sulatuskaapelit ovat rakennusautomaatiojärjestel-
män ohjauksessa siten, että ne ovat päällä ulkolämpötilan ollessa $-4\text{ °C} \dots +4\text{ °C}$. Tämä on turhan
laaja lämpötila-alue. Räystäskourujen ja syöksytorvien sähkönkulutukseksi on nykyisillä lämpö-
tilan asetusarvoilla arvioitu 25 MWh/a. Toimenpiteen säästöpotentiaaliksi on arvioitu 8 MWh/a
mikäli asetusarvoiksi muutetaan $-2\text{ °C} \dots +2\text{ °C}$.

4.5.4 Kilpahallin räystäskourujen sulatuskaapeleiden ohjausmuutos

Säästöt - sähköenergia	8 MWh/a	690 €/a	1,3 t CO ₂
Säästöt yhteensä		690 €/a	1,3 t CO ₂
Investointitarve, kustannusarvio		0 €	
Takaisinmaksuaika		0 a	

4.5.5 Muut sähköjärjestelmät

Ei toimenpide-ehdotuksia.

4.6 Rakennusautomaatio

Edellä esitettyjen rakennusautomaatioon liittyvien tarkistusten ja toimenpiteiden lisäksi on suo-
sittelavaa käydä läpi aika ajoin rakennusautomaatiojärjestelmän asetukset, ohjaukset ja sää-
döt, ja korjata epäkohdat tarpeen mukaan.

Harjoitushallin ja pukuhuonerakennuksen ilmanvaihtokoneiden ohjaukset ja säädöt suositellaan
kytkettäväksi rakennusautomaatiojärjestelmään. Toimenpidettä ei esitetä energiansäästöllä pe-
rusteltavana toimenpiteenä.

4.7 Rakenteet

Jäähallien ja muiden rakennusten ulkovaipan eristyspuutteiden ja ilmapuotojen kartoittamiseksi
suositellaan rakenteiden lämpökuvausta. Rakenteiden paikallisten lämpövuotojen korjaus ja
tiivyyden parantaminen epäkohtien selvittyä säästää lämpöenergiaa ja voi parantaa sisäolosuh-
teita. Toimenpidettä ei esitetä varsinaisina energiansäästötoimenpiteinä.

4.8 Muut toimenpide-ehdotukset

Ei esitetä toimenpide-ehdotuksia.

SISÄLÄMPÖTILAMITTAUKSET

Katselmuspäivä 19.-20.12.2018

Ulkolämpötila °C -5...-7 °C

Säätila Pilvinen

Kerros/huone	Sisälämpötila °C	Tuloilmakone	Lämmityslaitteet	Sisäinen lämpökuorma	Auringon vaikutus	Patteriventtiili	Huomautukset
Kilpahalli							
Aula/kahvio	11,0	TK02	patterit	tyhjä	ei	term.	
Katsomo B	10,0	TK01	tuloilma	tyhjä	ei	-	
Katsomo A	10,6	TK01	tuloilma	tyhjä	ei	-	
Kaukalo	4,6	TK01	tuloilma	tyhjä	ei	-	Jään pinta -6...-4,5 °C, katon sisäpinta 8,5 °C
Kuntosali/VSS	11,5	-	patterit	tyhjä	ei	term.	
Varustesäilytys/varasto	16,3	-	patterit	tyhjä	ei	term.	Lisäksi sähkölämpöpuhallin
Varustesäilytys/varasto	19,3	-	patterit	tyhjä	ei	term.	"
Varustesäilytys/varasto	13,6	-	patterit	tyhjä	ei	term.	"
Varustesäilytys/varasto	18,6	-	patterit	tyhjä	ei	term.	"
Varustesäilytys/varasto	22,2	-	patterit	tyhjä	ei	term.	"
Pukuhuone 4	17,0	TK02	lattialämmitys	tyhjä	ei	-	Lattian pinta 21,5 °C
Pukuhuone 2	17,5	TK02	lattialämmitys	tyhjä	ei	-	Lattian pinta 21,0 °C
Varasto (katsomon A alla)	12,9	-	patterit	tyhjä	ei	term.	
Varasto (katsomon A alla)	14,0	-	patterit	tyhjä	ei	term.	
Harjoitushalli							
Katsomo	3,5	TK03	tuloilma	tyhjä	ei	-	
Kaukalo	2,0	TK01	tuloilma	tyhjä	ei	-	Jään pinta -7,5...-6 °C, katon sisäpinta -0,5 °C
Pukuhuone 1	19,0	TK321	patterit	tyhjä	ei	term.	
Pukuhuone 2	19,3	TK321	patterit	tyhjä	ei	term.	
Vanha pukuhuone	16,0	-	sähköpat.	tyhjä	ei	-	
Pukuhuonerakennus							
Pukuhuone	15,8	TK	sähköpat.	tyhjä	ei	-	
Katsomorakennus							
1. kerros	13,0	-	patterit	tyhjä	ei	term.	
2. kerros	17,5	-	patterit	tyhjä	ei	term.	

ILMANVAIHTOKONEET

Kone-tunnus	Sijainti rak.osa	Palvelu-alue	Käyntiaika				Ilmavirta m ³ /s	Osat	Lto:n tyyppi	Lto:n hyöty-suhde	Lisätiedot
			Nykyinen		Ehdotettu						
			vrk	klo	vrk	klo					
TK01	Iv-koneh. kilpahallin pohjoiskulma	Kaukalo ja katsomot	jatkuva tehostus ma - pe la - su	17:00 - 22:00 12:00 - 21:00			6,7	LTO , KIE , JP , PUH , LP	kiekko	60 % (arvio)	Jatkuvalla kiertoilmakäytöllä, jolloin poistopuhallin ja LTO seis. Tehostuskäytössä hallin CO2-pitoisuus ohjaa ilmanvaihdon määrää. Kaksi lämmityspatteria, esilämmitys lämpöpumpulla, jälkilämmitys kaukolämmöllä.
TK02	Iv-koneh. kilpahallin aula	Kilpahalli, puku- ja pesutilat, kahvila/kioski	jatkuva	hidas	ma - su	7:00 - 24:00 lisäksi It ja kosteus ohj.	2	LTO , LP , PUH	kuutio	43 %	
TK03	Iv-koneh. harjoitus-halli	Harjoitus-halli katsomo	jatkuva	nopea			4	KIE , PUH , LP			Jatkuvalla kiertoilmakäytöllä.
TK321	Harjoitus-hallin pukutilojen varasto	Harjoitus-halli, pukutilat ja pesutilat	jatkuva		ma - su	7:00 - 24:00	0,3	LTO , PUH , LP	kuutio	40% (arvio)	
TK	Puku-huone-rakennus	Pukuhuone-rakennus	ma - su	8:00 - 22:00			0,2 (arvio)	LTO , SÄP , PUH	kuutio	40% (arvio)	Sähkölämmitys.

ILMANVAIHTOKONEET

Kone-tunnus	Sijainti rak.osa	Palvelu-alue	Käyntiaika				Ilmavirta m ³ /s	Osat	Lto:n tyyppi	Lto:n hyöty-suhde	Lisätiedot
			Nykyinen		Ehdotettu						
			vrk	klo	vrk	klo					
TK	Puku-huone-rakennus	Pukuhuone-rakennus	ma - su	8:00 - 22:00			0,2 (arvio)	LTO , SÄP , PUH	kuutio	40% (arvio)	Sähkölämmitys.
Lisäksi on tuloilmakoneita vastaavat poistoilmakoneet, erillisinä poistoilmapuhaltimia ja kiertoilmakoneita, joita tässä ei ole lueteltu											

LTO = lämmöntalteenotto
LP = lämmityspatteri
JP = jäähdytyspatteri
ELP = esilämmityspatteri

PUH = puhallin
JLP = jälkilämmityspatteri
JJP = jälkijäähdytyspatteri

KIE = kiertoilman sekoitusyksikkö
SÄP = sähköpatteri
KOS = kostutusyksikkö

KAUKOLÄMMÖN TILAUSTEHOTARKASTELU

Sopimuksen tilausteho: 287 kW

Tilaustehotarkastelu on tehty talvikuukausien lämmönkulutusten perusteella arvioimalla ao. kuukausien tunnin huipputehot seuraavasti:

$$P = (Q_{kk} \times \Delta T_{mit}) / (24 \times LTL_{kk}) ,$$

jossa

Q_{kk} tarkastelukuukauden lämmönkulutus

ΔT_{mit} sisä- ja ulkolämpötilan mitoituslämpötilaero (°C), tark.:ssa 50 °C

LTL_{kk} tarkastelukuukauden lämmitystarveluku (°Cd)

Huipputehoa vastaava kaukolämpövesivirta voidaan laskea seuraavasti:

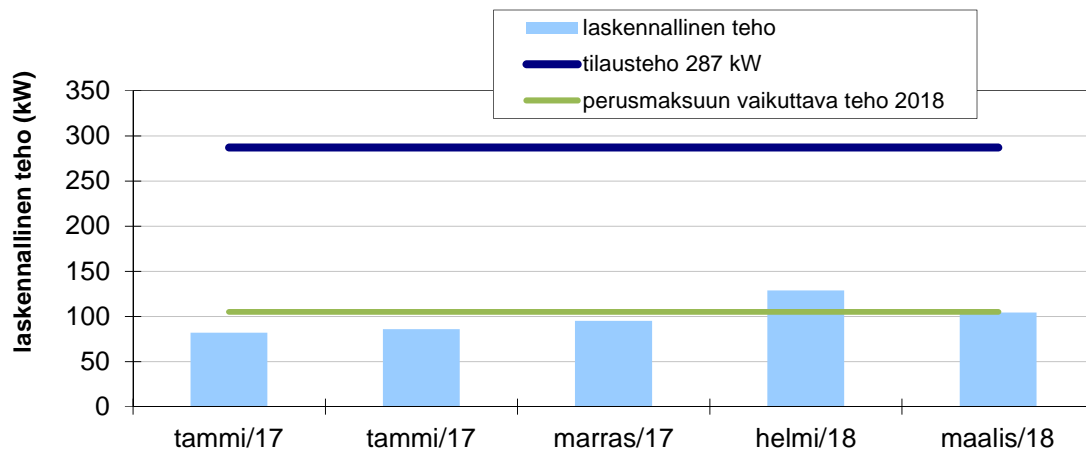
$$V_q = P / (1,163 \times \Delta T_{jäähtymä}) ,$$

jossa

V_q laskennallinen vesivirta (m³/h)

P kaukolämmön laskennallinen 1 tunnin huipputeho (kW)

$\Delta T_{jäähtymä}$ kaukolämpöveden jäähtymä (°C), tarkastelussa 50 °C



Tilausteho on laskennallisen tarkastelun perusteella suuri, mutta perusmaksuun vaikuttava teho vastaa laskennallista tehoa.

Tilaustehon tarkastelu on suuntaa antava ja tarvittaessa tilaustehon tarkistamisen voi pyytää energialaitokselta.

VALAISTUSTASOMITTAUKSET

Katselmuspäivä 19-20.12.2018

Tila	Valaisin- tyyppi	Valaistus- taso lx	EN 12464-1 standardi	Huomautukset
Kilpahalli/ Pääaula-kahvio	T8, 2x58W	340	200	
Kilpahalli/ Yleisö-WC	PL, 9-18W	180	200	Liiketunnistin
Kilpahalli/ Pukuhuone	T8, 2x58W	200	200	
Kilpahalli/ Pesuhuone	T8, 2x58W	250	200	
Kilpahalli/ Kenttävalaistus	MM, 400W	700-850	500	J3 (hallityyppi)
Kilpahalli/ Katsomo	T8, 2x58W	180-300		
Harjoitushalli/ Kenttävalaistus	HqI, 400W	170-250	250	J4 (hallityyppi)
Harjoitushalli/ Pukuhuone 1	T5, 1x28W	220	200	Liiketunnistin
Harjoitushalli/ Pesuhuone	T5, 3x14W	350	200	Liiketunnistin
Harjoitushalli/ Pukuhuone 3	T8, 2x58W	250	200	
Kompressorirakennus	T8, 2x58W	240		
Ulkotekojääradan pukuhuone	T8, 1x58W	220	200	