

Jan Seiro

JALKAPALLOKENTÄN LÄMMITYKSEN ENERGIANKULUTUS SUOMESSA

Opinnäytetyö

Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Marraskuu 2016



KYAMK
University of Applied Sciences

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Jan Seiro	Insinööri AMK	Marraskuu 2016
Opinnäytetyön nimi		
Jalkapallokentän lämmityksen energiankulutus Suomessa		37 sivua 13 liitesivua
Toimeksiantaja		
Ohjaaja		
Lehtori Jyri Mulari		
Tiivistelmä		
<p>Tässä opinnäytetyössä tutkittiin jalkapallokenttien lämmityksen energiankulutusta Suomessa sekä etsittiin kehityskohteita energiankulutuksen ja kustannusten vähentämiseksi. Kenttiä joudutaan pitämään korkeiden lämmityskustannusten vuoksi suljettuna kylmällä kaudella. Jotta lajin harrastamisen olosuhteita saataisiin parannettua, yleistilanne on syytä ensin kartoittaa ja sen jälkeen etsiä mahdollisia kehityskohteita. Vastavaa tutkimusta aiheesta ei ole Suomessa aiemmin tehty.</p> <p>Tutkimusmenetelminä käytettiin kvantitatiivista sekä kvalitatiivista tutkimusta. Tutkimuksen perustaksi kerättiin yhteen aiempaa kirjallista materiaalia sekä alan ammattilaisten tietoa. Tarkoituksena oli saada oleellinen tieto suodatettua yhteen julkaisuun. Tämän aineiston perusteella laadittiin Webropol-kyselytutkimus, joka lähetettiin 59 jalkapallokentälle. Vastauksia saatiin 13 kentältä. Kyselytutkimuksen vastauksista pystyttiin johtamaan empiiristä tietoa nykytilanteesta sekä parannusehdotuksia energiankäyttöön ja kentänhoitoon.</p> <p>Tuloksista selvisi, että noin 60 % Suomen kentistä joutuu pitämään kenttää suljettuna keskimäärin kolme kuukautta vuodessa korkeiden lämmityskustannusten takia. Lisäksi kenttien lämmityksen energiankulutus vaihtelee hyvin suuresti jopa samalla säävyöhykkeellä. Vaihteluväli oli 155 – 3000 MWh/a. Samassa suhteessa vaihtelivat lämmityksen kustannukset. Tutkimuksen perusteella voitiin todeta, että lämmityskuluihin voidaan vaikuttaa suuresti prosessin ajotavoilla sekä kentänhoidollisilla toimenpiteillä. Myös teknisiä ratkaisuja, kuten automatiikkaa kehittämällä pohdittiin saatavan säästöjä aikaan. Opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää sekä jo olemassa olevien kenttien energiatehokkuuden parantamiseen että uusien kenttien suunnittelun apuna.</p>		
Asiasanat		
jalkapallokenttä, lämmitys, energiankulutus, automaatio		

Author (authors)	Degree	Time
Jan Seiro	Bachelor of Engineering	November 2016
Thesis Title		
Energy consumption of heated football fields in Finland		37 pages 13 pages of appendices
Commissioned by		
Supervisor		
Jyri Mulari, Senior Lecturer		
Abstract		
<p>The objective of the thesis was to study the energy consumption of heated football fields in Finland and to find potential means to reduce energy consumption and costs. Due to high costs, fields are sometimes forced to close during the cold season. In order to improve circumstantial factors for football, it is essential to first map the present state and only then proceed to improvements. A similar research on the subject has not been previously done in Finland.</p> <p>The research method was combined with quantitative and qualitative methods. The base of the study was created by collecting former literary and empirical knowledge of the professionals into one publication. A Webropol-survey was then issued based on the theoretical data. The survey was distributed to 59 football fields and responses were received from 13 of those. Based on the data collected it was possible to form empirical evidence of the present situation and consider corrective actions to energy usage and field management.</p> <p>The outcome of the study was that around 60 % of Finnish football fields have to suspend their activities for an average of three months in a year due to high heating costs. The energy consumption varies significantly even within the same weather zone. The fluctuation was between 155 – 3000 MWh/a. Naturally the heating costs varied accordingly. It was also clear that the high heating costs can be reduced by changing the methods of process control and by improving the field management. In addition to this, developing technical solutions and improving automation was considered to help achieve savings. The results of this study can be used to improve the energy efficiency of existing fields and to help the planning of new ones.</p>		
Keywords		
football field, heating, energy consumption , automation		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	LÄMMITETTÄVÄT JALKAPALLOKENTÄT SUOMESSA	7
2.1	Lämmitettävän pallokentän investoinnit ja kiinteät kustannukset.....	8
2.2	Muuttuvat kustannukset.....	9
3	KÄYTETTÄVÄT TEKNIIKAT JA ENERGIANKULUTUKSEN TEORIAA	11
3.1	Nestekiertoinen lämmitys.....	11
3.2	Säätöautomaatiikka	14
3.3	Kemikaalit	14
3.3.1	Suolan käyttö	15
3.3.2	Asetaattikemikaalit	16
3.4	Kentän hoito	16
3.5	Energian hinta.....	17
3.5.1	Kaukolämpö	18
3.5.2	Kotimaista polttoainetta käyttävät kattilalaitokset	19
3.5.3	Lämpöpumput	19
3.5.4	Integroidut ratkaisut.....	20
4	WEBROPOL-KYSELYTUTKIMUS.....	20
4.1	Tutkimuskysymykset.....	20
4.2	Kyselyn rakenne	21
4.3	Kohderyhmä	22
4.4	Tutkimuksen luotettavuus ja laatu.....	22
4.5	Kyselyn tulokset.....	23
4.5.1	Kenttien käyttö kylmällä kaudella	24
4.5.2	Primäärienergia ja kentän lämmityskierto	26
4.5.3	Automaatio	28
4.5.4	Kentän hoito	30
5	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTAA	30
	LÄHTEET	36

LIITTEET

Liite 1. Malli Webropol kyselykaavakkeesta

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia ja vertailla lämmitettävien jalkapallokenttien energiankulutusta Suomen ilmastossa sekä etsiä kehityskohteita energiankulutuksen ja kustannusten vähentämiseksi. Työllä ei ole varsinaista toimeksiantajaa, vaan teen sen itsenäisesti. Kuitenkin yhteistyössä on mukana Suomen Palloliitto, jonka olosuhdepäällikkö Tero Auvinen kiinnostui tutkimuksesta. Suomen Palloliiton kannalta nykyinen tilanne, jossa kenttiä joudutaan pitämään korkeiden kustannusten takia suljettuina joitakin talvikuukausia, ei ole hyvä. Juuri talvella peli- ja harjoituskentistä on pulaa, johtuen lajin säännöllistä harjoittelua edellyttävästä teknisestä luonteesta.

Tehdessäni keväällä 2016 kurssityönä energiakatselmusta eräälle kenttäyhtiölle, mielessäni alkoi itää ajatus aiheeseen liittyvästä tutkimuksesta. Minua jäi askarruttamaan, voisiko korkeita lämmityskustannuksia pienentää ja samalla säästää energiaa. Haastateltuani sen jälkeen eri tahoja, olen ymmärtänyt että aiheesta kaivattaisiin tutkimustietoa. Lukuisilla alan ammattilaisilla on kokeemukseen perustuvaa vahvaa osaamista kenttien lämmityksestä, mutta sitä ei ole kerätty yhteen kansiin jaettavaksi yleisesti. Yritän tällä tutkimuksella vastata kysyntään sekä mahdollisesti löytää joitakin ratkaisuja kenttien hoitajien avuksi. Tämä tutkimus keskittyy vain lämmitettäviin ulkokenttiin.

Niin kunnallisilla kuin yksityisillä toimijoilla, kuten urheiluseuroilla tai kenttäyhtiöillä, on varmasti intresseissään kulujen karsiminen. Kuitenkin niin, että toiminta voisi jatkua ja palvelun taso pysyisi korkeana. Tämä tutkimus pyrkii antamaan työkaluja siihen.

2 LÄMMITETTÄVÄT JALKAPALLOKENTÄT SUOMESSA

Olosuhteet

Suomessa on Suomen Palloliiton rekisterin mukaan 59 lämmitettävää ulkojal-kapallokenttää. Lisäksi palloa potkitaan 76 jalkapallokäyttöön rakennetussa hallissa. (Suomen Palloliitto 2015.) Sisäkentillä lämmitysenergiasta saadaan enemmän hyötyä, kun myös hallin ilma pysyy ulkoilmaa lämpimämpänä ja mahdollistaa pelaamisen kevyemmissä varusteissa. Ulkokentillä energiaa käytetään vain kentän pinnan pitämiseen pelikuntoisena ja ylijäämä häviää tai-vaalle.

Suomen Palloliiton mukaan pääosa kentistä lämpiää kaukolämmöllä. Sähköllä on lämminnyt vain Olympiastadion ja sitäkin ollaan 2019 valmistuvassa re-montissa muuttamassa kaukolämmölle. Kouvolassa on ilmalämmitteinen rat-kaisu. Lisäksi joitakin kenttiä lämmitetään maa- tai vesistölämmöllä, pelleteillä sekä jäähallin hukkalämmöllä. (Auvinen 2016.)

Talous

Opetusministeriön (2008, 67–70) ehdotus kansalliseksi liikuntaohjelmaksi muistuttaa, että kunnilla on keskeinen vastuu kuntalaisten hyvinvoinnista ja lii-kunnan edellytyksistä, vaikka jättääkin lopullisen valinnan kansalaisille. Sen mukaan kunnat valtionavusta huolimatta vastaavat itse valtaosasta liikuntatoi-men kustannuksista. Kuntien heikko talouskehitys on kaventanut mahdolli-suuksia täyttää kasvavia liikuntaodotuksia ja useat liikuntapalveluihin liittyvät odotukset ylittävät jopa keskikokoisen kunnat mahdollisuudet. Samanaikai-sesti monet kunnat kehittävät liikuntapalvelujaan osana kunnan vetovoimateki-jöitä.

Sekä FIFA että UEFA ovat hyväksyneet 3. sukupolven keinonurmien käytön kaikilla jalkapallon sarjatasoilla kaikkialla maailmassa ja ympärivuotinen käyttö lämmitetyllä kentällä on mahdollista (Marttinen 2011). Vaikka tahtoa lämmitet-tävän kentän perustamiseen olisi, niin monesti kuulopuheet tai selvitykset kor-keista kustannuksista saattavat olla hankkeen esteenä.

2.1 Lämmitettävän pallokentän investoinnit ja kiinteät kustannukset

Suomessa pelattavia virallisia otteluja varten on Suomen Palloliitto luokitellut kentät käytön perusteella kuuteen luokkaan. Eri luokille on eritasoisia vaatimuksia muun muassa kentän pinnoitteelle, valaistukselle sekä pelaajien ja yleisön tiloille. (Suomen Palloliitto b.) Kustannukset siis nousevat vaatimustason noustessa.

Perustaminen

Lämmitettävän tekonurmikentän rakennuskustannukset nousevat helposti puoleen miljoonaan, jopa miljoonaan euroon (Opetus- ja kulttuuriministeriö - Suomen palloliito ry. 2011, 45). Kustannukset voivat kuitenkin vaihdella suuresti riippuen valituista teknisistä ratkaisuista sekä ympäröivistä rakenteista, kuten pukuhuone ja katsomotiloista. Investointi on kuitenkin suhteellisen kallis, valittu tekniikka maksaa tietyn verran ja työn osuuskin on suhteellisen vakio osa kustannuksista. Kentän perustamiskustannuksissa ei siis voi saada isoja säästöjä muuten kuin jättämällä jotain pois. Kenttä on kuitenkin kymmenien vuosien investointi. Keskimääräinen elinkaari tekonurmellekin hyvin hoidettuna on 5–8 vuotta, ennen kuin se on syytä uusida (Opetus- ja kulttuuriministeriö - Suomen Palloliito ry. 2011, 38).

Käyttöaste

Kun kerran kentän perustaminen on kallista, olisi hyvä jos käyttöaste olisi mahdollisimman korkea. Lämmitettävän nurmikentän optimi käyttöaika on noin 22 viikkoa/a (huhti-syyskuu) ja noin 12 h/vko. Sen sijaan lämmitettävää tekonurmikenttää voi ideaaliolosuhteissa ja optimoidulla hoidolla käyttää 52 viikkoa/a ja noin 50 h/vko, yhteensä 2600 h/a. (Opetus- ja kulttuuriministeriö - Suomen Palloliito ry. 2011, 45.) Käytännössä maantieteellinen sijainti ja varsinkin talven säät rajoittavat käyttöä Suomessa. Kuitenkin käyttöasteen pitäminen korkeana lisää kentän tuottoa. Oikea hoito ja oikea tapa pitää kenttä sulana ja pelattavana vaikuttavat käyttöasteeseen. Monia kenttiä Suomessa pidetään osan kylmää kautta suljettuina korkeiden lämmityskustannusten takia, mutta näin ei tarvitsisi välttämättä olla.

Kuvassa 1 esitetään Suomen Palloliiton visio jalkapallokentän käyttöasteen optimoinnista.

Kentän käyttöaste: (H+E) : H = 65.

- Kuinka monta h/vuorokautta saadaan myytyä /viikko

H = Seuratoiminnan kannalta ajankäytönkannalta edullinen, Prime Time.

E = Seuratoiminnalle ulkopuolinen käyttö: Koulut, oppilaitokset, kerhot, tms. ryhmät.

Päivä	Klo
Ma-pe	16:30-22
La	10-18
Su	10-22

Päivä	Klo
Ma-pe	8-16:30
La	8-10, 18-20
Su	8-10

Kuva 1. Eräs tapa pyrkiä optimoimaan kentän käyttöaste (Opetus- ja kulttuuriministeriö - Suomen Palloliitto ry. 2011, 39)

Kalusto

Jotta käyttöaste saadaan pysymään mahdollisimman korkeana ja kentän korjaus ja uusimiskulut matalana, täytyy kentälle hankkia asianmukainen kalusto kunnossapitoon. Yleensä tämä tarkoittaa minimissään vetotraktoria ja perään kytkettäviä harjoja sekä auroja.

2.2 Muuttuvat kustannukset

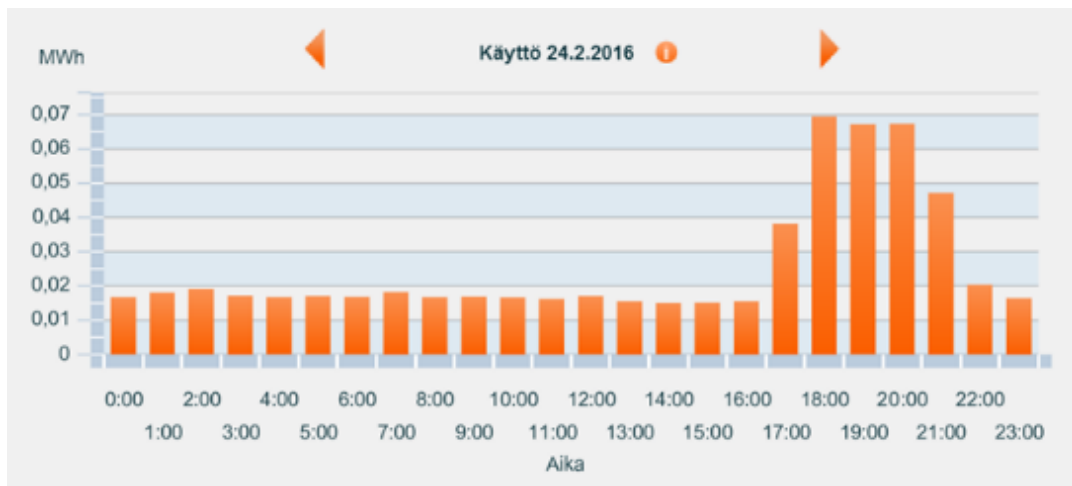
Suurin osa Suomen lämmitettävistä ulkokentistä lämpiää kaukolämmöllä. Oli kentän pinnan lämmitys toteutettu millä tekniikalla ja energialla tahansa, se kuluttaa yleensä suurimman osan koko stadionin energiasta. Muita suuria energiankuluttajia ovat valaistus, käyttöveden ja kiinteistöjen lämmitys, ilmanvaihto sekä kentän lämmityksen käyttökoneisto. Lisäksi varsinkin isommilla stadioneilla on kuulutuslaitteistoja, näyttötauluja ja muuta marginaalisempaa sähkönkulutusta. Sähkönkulutusta on alla käsitelty lyhyesti. Varsinainen tutkimus keskittyy pallokentän nurmen lämmittämisen tekniikkaan ja tapaan.

Sähköenergia

Mikäli kentän lämmitys toteutetaan jollain muulla kuin sähköllä, urheilukentän sähkönkulutus voidaan karkeasti jakaa seuraavasti:

- Kentän valaistus
- Kentän lämmityskoneisto
- Rakennusten ilmanvaihto
- Mahdollinen käyttöveden sähkölämmitys
- Mahdollinen rakennusten sähkölämmitys
- Muu kulutus

Sähkönkuluttajat vaihtelevat tietysti kenttäkohtaisesti, mutta suurin kulutus on yleensä kentän valaistus. Pallokenttien valaistus on monesti toteutettu purkauslampuilla johtuen niiden hyvästä valotehosta suhteessa tehoon (lm/W). LED-teknologia on vasta viimeaikoina kehittynyt niin, että niillä voi toteuttaa stadiontason valotehon korkeiden pylväiden päästä. Monimetallipurkauslampujen nimellisteho voi olla 2000 W. Jotta saadaan riittävä lux-määrä pelikentälle, niitä yleensä tarvitaan kymmeniä. Kentän valaistuksen nimellisteho nousee helposti 50 – 100 kW. Vaikka valoja ei pidetä päällä valoisaan aikaan, vuosikulutus voi olla huomattava. Kuvassa 2 esitetään esimerkki erään kohteen vuorokauden sähkönkulutuksesta helmikuussa. Korkeat pylväät osoittavat kentän valojen käytön vaikutuksen koko kentän sähkön kulutukseen.



Kuva 2. Sähkönkulutuksen nousu, kun kentän valot ovat päällä

Muita sähkönkuluttajia voi olla vaihteleva määrä riippuen pelikentän ulkopuolisista rakenteista. Kentän lämmityskoneisto kuluttaa kuitenkin lämmityksen ollessa päällä tietyn määrän sähköä. Riippumatta pumppujen ja säätöautomatiikan nimellistehoista ja ohjauksesta, on kulutus sitä luokkaa, että se on syytä huomioida. Kuvassa 3 esitetään esimerkki edellisen kohteen kentän lämmityskierron pumpun sähkönkulutuksesta.

Taulukko 1. Pumpun kuluttaman sähkön laskenta

Ajankohta	Pumppu (MWh)	Keskiarvo (MWh)
2013	15,85	14,68
2014	14,26	
2015	13,92	

Lämpöenergia

Suurin osa koko pallokentän kuluttamasta energiasta menee yleensä kentän lämmitykseen, mikäli kenttä halutaan pitää pelattavana ympäri vuoden. Kaukolämpö on arvokasta, kattilalämmitykselläkin energia maksaa. Ainoastaan lämpöpumpulla, tai vastaavalla tekniikalla primäärilämpö on periaatteessa ilmaista. Lämpöpumpun hyötysuhde määrittää kuitenkin kentän alla kulkevan lämmön hinnan. Mikäli kuluja halutaan karsia, kannattaa siis keskittyä kentän lämmityksen ja kunnossapidon optimointiin.

Halvimmillaan ympärivuotinen kentän lämmitys Suomessa on onnistunut alle 20 000 eurolla, mutta moninkertaisiakin vuosikulujakin on tiedossa (Ala-Turkia & Seiro, 2016). Lämmityskuluihin vaikuttaa kuitenkin niin moni seikka, että tarkempi perehtyminen kentän lämmitykseen on paikallaan. Pallokentillä on luonnollisesti paljon muitakin kiinteitä sekä muuttuvia kustannuksia, mutta niitä ei tässä yhteydessä käsitellä.

3 KÄYTETTÄVÄT TEKNIIKAT JA ENERGIANKULUTUKSEN TEORIAA

Kentän alapuolinen lämmitys voidaan toteuttaa nestekierto-, sähkö- tai ilmalämmityksellä. Yleisin energianlähde on kaukolämpö. Kuitenkin vaihtoehdot energiamuodot, kuten maalämpö ja bioenergia ovat yleistymässä. Myös integroituja jäähdytys-lämmitysjärjestelmiä on rakennettu jäähallien yhteyteen. Periaatteessa pallokentän lämmitystä voisi hyödyntää voimalaitoksen sähköntuotannossa keinokuorman sähkön hinnan ollessa sopiva (Huttunen 2005, 27). Nestekiertolämmityksessä toisiokierron neste lämmitetään lämmönvaihtimessa ja kierrätetään kentän alle asennetussa putkistossa. Sähkölämmityksessä vastukset asennetaan myös kentän pinnan alle. Ilmalämmityksessä pinnan alla olevassa putkistossa ja keinonurmimatossa on reikiä, joista lämmin ilma pääsee nousemaan.

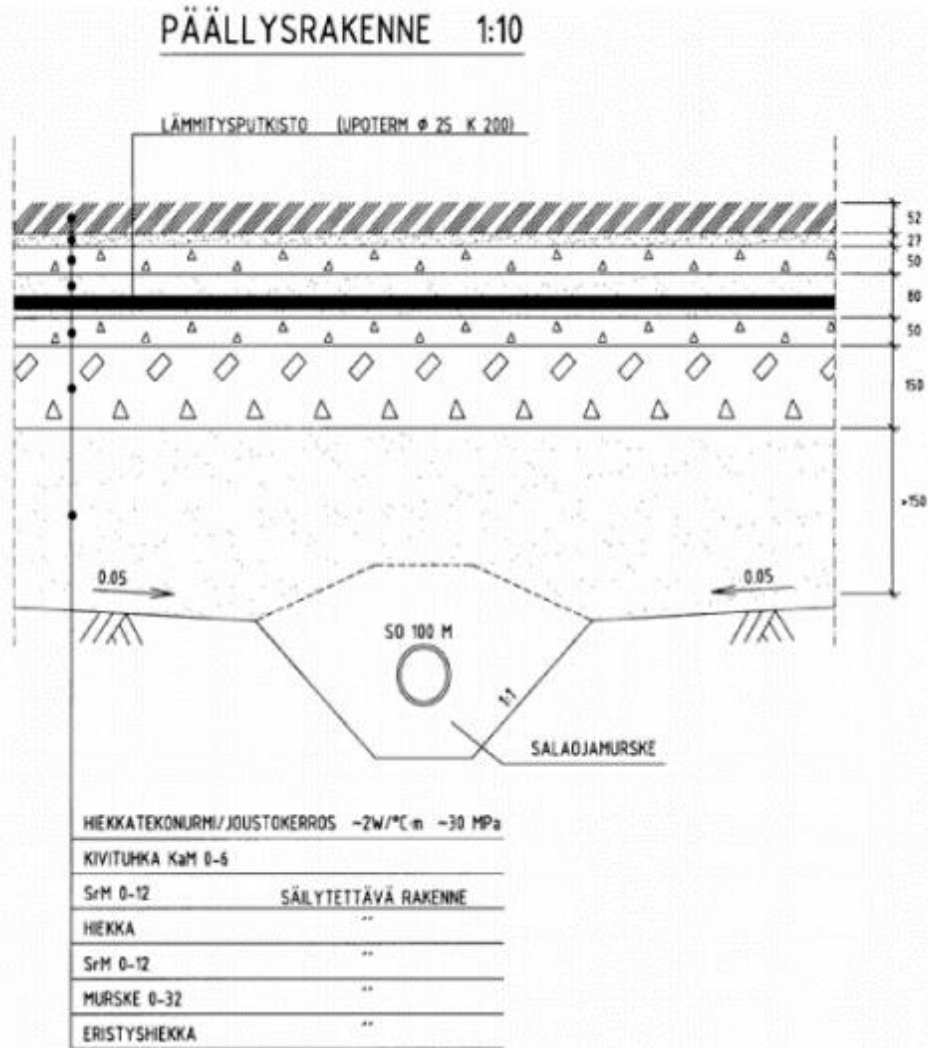
3.1 Nestekiertoinen lämmitys

Yleisin jalkapallokentän lämmitysjärjestelmä on nestekiertoinen. Järjestelmä voidaan rakentaa seuraavasti:

- Kenttäputkisto d 25 mm PEH putki k/k 200
- Jakoputkisto yleensä d 110 mm / 160mm PEH putki

- Eristetyt siirtoputket d 160 mm
- Lämmönsiirripaketti, joka ottaa tehon kaukolämmöstä tai muusta lämmönlähteestä
- Lämmitysneeste propyleeniglykoli 35 %
- Automaatio, joka ohjaa kenttään menevän lämmön määrää

Lämpöputkiston jakotukki suositellaan asennettavaksi kentän pätyyn ja lämmityskoneistoa varten tulee rakentaa oma erillinen tila. Malli tyypillisestä kenttärakenteesta esitetään kuvassa 4.



Kuva 3. Oulun Heinäpään tekonurmikentän rakenne (Huttunen 2005, 10)

Lämmitysjärjestelmä on periaatteessa samanlainen tekonurmella ja luonnonnurmella. Tekonurmelle suositellaan, rakenteesta riippuen, lämmityspotkiston asentamista n. 60 mm maton alle ja lämmitystehoksi 150 – 200 W/m². Luonnonnurmea on tarkoitus lämmittää vain keväällä ja syksyllä. Putkiston asen-

nussyvyydeksi suositellaan 200 – 300 mm. kentän pinnan alle ja lämmityste-hoksi 80 – 100 W/m², tällä vältetään juuriston vahingoittuminen kuumudessa. (Suomen Palloliitto a.)

Lämmönsiirtimeksi kannattaa mitoittaa vähintään 100 W/m² luonnonnur-melle ja 200 W/m². Tekonurmelle. Mikäli primäärilämpönä käytetään kauko-lämmön paluulämpöä, kannattaa varmistaa riittävä mitoitus tarvittavan tehon saamiseksi toisiokiertoon ja varata mahdollisuus tarvittaessa käyttää kauko-lämmön kuumaa tulovettä lisänä. Pumppujen mitoitus on laskettava niin, että riittävä virtaama saavutetaan lämmönvaihtimen molemmilla puolilla. Järjestel-mässä on oltava automaattinen ilmanpoisto ja lämmitysnesteen siirtomatka kentälle on suunniteltava mahdollisimman lyhyeksi häviöiden minimoimiseksi. Jos lähistöllä on vaihtoehtoisia lämmönlähteitä, kuten esimerkiksi jäähallin yli-jäämälämpöä, varaus sen käyttöön kannattaa selvittää. (Suomen Palloliitto a.)

Esimerkki kentän lämmitystarpeen arvioinnista

Jalkapallokentän lämmityksen lämmönsiirron tarkastelussa on käytetty seu-raavia lähtöarvoja ja oletuksia:

- lämmönsiirtonesteen tulolämpötila 38 °C
- lämmönsiirtonesteen jäähtymä 15 °C
- ilman lämpötila -13 °C
- putkiston päällä oleva pintakerrosmateriaali mursketta, joka ei ole jääty-nyttä
- putkiston alapuolinen materiaali: hieno sora + pohjamaa
- lämmönsiirtokerroin maasta lumeen 480 W/m²K
- sulan murskeen lämmönjohtavuus 1,40 W/mK

Lämmitysputkiston mitoitus esitetään taulukossa 1.

Taulukko 2. Kentän alla kulkevan lämmitysputkiston mitoituksen vaikutus lämmitykseen yllä olevilla lähtöarvoilla. (Suomen Palloliitto a.)

Lämmonsiiro eri putkiväleillä						
Putkiväli	150 mm	200 mm	250 mm	300 mm	350 mm	400 mm
Upotussyvyys 60 mm, (Wm ²)	256	451	368	309	266	233
Upotussyvyys 150 mm, (Wm ²)	297	252	215	184	161	142

Käytännön mitoitustehona lumensulatukseen käytetään 300 W/m², joka riittää pitämään pinnan sulana -13 °C:n lämpötilaan. Laskennallisesti tällä teholla pystytään sulattamaan -5 °C lunta n. 3 cm tunnissa. (Suomen Palloliitto a.)

Myös kentän rakenne ja materiaalit vaikuttavat energiankulutukseen. Hyvin lämpöä siirtävä pelialusta ei välttämättä ole peliolosuhteiltaan paras mahdollinen. Lisäksi rakenne olisi suunniteltava niin, että mahdollisimman paljon lämpöä putkistosta siirtyy kentän pintaan.

3.2 Säätöautomaatiikka

Automaation avulla lämmitystä ohjataan kulloisenkin tehontarpeen mukaan. Pääperiaatteena on ennakoida sään vaihtelu, etenkin lumisade, jolloin tarvitaan eniten tehoa. Pakkaskelillä, kun kenttä on lumeton ja kuiva, tehontarve on pienempi. Tästä syystä lumisade- ja kosteusantureiden merkitys korostuu. Kentän säätöautomaatiikka sisältää yleensä:

- Lämpötila-anturit
- Mahdolliset ilmalähettimet (lumisade, tuulen suunta ja voimakkuus)
- Kentän kosteuslähetin
- Ohjelmoitava automaatiikka, käyttöliittymä (PC, käsisäse)
- Säätöventtiilit ja säätömoottorit

(Suomen Palloliitto a.)

Automaatiikka voi sisältää myös muita komponentteja ja ominaisuuksia. Esimerkiksi Ilmatieteen laitos tarjoaa reaaliaikaisia säätietoja teollisuuden käyttöön. Tiedot voidaan toimittaa sähköisesti esim. EDI-muodossa, jolloin ne voidaan purkaa automaattisesti suoraan vastaanottavaan tietojärjestelmään. Nykyistenkin automaatiojärjestelmien tiedetään joskus toimivan huonosti, jolloin kentän lämmitystä joudutaan säätämään manuaalisesti (Ala-Turkia & Seiro, 2016). Kehittyneemmän automaation säätäminen on tietysti haastavampaa, mutta toimivan kokonaisuuden toteutus pitäisi kyllä olla mahdollista esimerkiksi prosessoriohjatulla PID-säädöllä tai jollakin sen muunnelmista (PI, PD). PID-säätimellä on kolme viritysparametriä: suhde, integrointi-aika ja derivointi-aika. Säätimen viritys ei pitäisi olla vaikeaa, koska kentän lämmityksessä ei tarvita nopeita muutoksia. Kuitenkin mitä enemmän mittaussuureita automaatio rakennetaan huomioimaan, sitä korkeammat ovat kustannukset. Mikäli lämmityksen ohjaus saadaan toimimaan itsenäisesti ja kentän lämmitys optimoitua, investointi voi olla hyvinkin kannattava.

3.3 Kemikaalit

Lumen ja jään sulattaminen on mahdollista myös erilaisilla kemikaaleilla. Niitä voidaan käyttää joko pääasiallisena sulatuskeinona tai yhdessä lämmityksen

kanssa. Alla on mainittu kolme eri ainetta, joista mikään ei ole EU:n tai Tukesin mukaan luokiteltu vaaralliseksi. Kemikaaleilla on kuitenkin aina myös haittavaikutuksia, joita on syytä punnita ennen käyttöönottoa. Ainakin varusteiden tahriintumista ja hajuhaittoja on raportoitu käyttäjiltä. Myös ympäristöhaitat ovat mahdollisia. Sulatusaineiden käytössä on syytä konsultoida tekonurmen valmistajaa, jotta vältetään vaurioittamasta kenttää.

Myös kemikaalien käyttö aiheuttaa kustannuksia, vaikka lämmityskuluissa säästettäisiin. Kokeiluissa on raportoitu 1000 - 2000 euron vuotuisista säästöistä, mutta nämä eivät ole täysin vertailukelpoisia, koska ilmaston olosuhteet ja kenttien hoito eivät ole vastanneet vertailuvuosia. (Haaroja 2013.) Myös kemikaalien käyttötapa ja kenttien muu hoito voivat vaikuttaa suuresti kustannuksiin. Irtolumen poisto tulisi kuitenkin aina suorittaa auraamalla ennen kemikaalien levitystä kentälle.

3.3.1 Suolan käyttö

Tekonurmella voidaan käyttää suolaa jäätymisen estämiseen. Tarkoitukseen sopii hyvin vuorisuola (natriumkloridi), jota käytetään myös teiden talvisuolauksessa. Suolaustarve vaihtelee luonnollisesti sääolosuhteiden mukaan. Suolausta ei kuitenkaan kannata suorittaa jatkuvilla pakkaskeleillä, vaan silloin kun sääolosuhteet vaihtelevat plussalta miinukselle.

Suolan teho perustuu sen ioneihin, jotka estävät vesimolekyylejä rakentamasta vetysidoksia ja muodostamasta jäätä. Vaikka natriumkloridin eutektinen piste, eli alhaisin mahdollinen jäätymispiste, jonka tietyn suolan vesiliuos voi saavuttaa, on 21 pakkasastetta, käytännössä jäästä sulava vesi pienentää suolapitoisuutta ja jäätymispiste saavutetaan paljon pienemmissä lukemissa. Suolaus on tehokkainta lämpötilan ollessa 0 - -6 °C. (Puttonen 2012.)

Vaikka suolan vuotuinen määrä jää huomattavasti pienemmäksi pallokentällä kuin maantien suolauksessa, sen haittoja on syytä pohtia. Ensinnäkin suola syövyttää metallirakenteita. Suola vaikuttaa myös muihin rakenteisiin, maaperään, kasvillisuuteen ja pohjavesiin. Käytännössä suola ei leviä juurikaan kenttäalueen ulkopuolelle. Yleensä suola imeytyy kentän alle ja lumenaurauksessakin se kerääntyy kentän laiduille ja lopulta lumen sulaessa imeytyy maaperään tai valuu viemäreihin. Vaikutukset jäävät siis suhteellisen paikallisiksi.

Kentälle levitetty suola kuitenkin imeytyy pelaajien vaatteisiin, varsinkin kengisiin, kulkeutuen pukuhuonetiloihin ja siten saattaa aiheuttaa kuivuessaan vaaleita tahroja.

3.3.2 Asetaattikemikaalit

Kentän sulatukseen voidaan käyttää myös asetaattikemikaaleja. Kokemusta on kertynyt ainakin kalsium-magnesiumasetaatista (CMA) sekä natriumasetaatista (NAAC). Norjassa saatuihin kokemuksiin perustuen Suomesakin alettiin kokeilla asetaattikemikaalien käyttöä tekonurmikenttien talvihoidon apuna talvella 2012 – 2013 (Haaroja 2013).

CMA soveltuu parhaiten ennakoivaan liukkaudentorjuntaan. Sen koostumus vaihtelee eri valmistajien tuotteiden välillä. Se tunkeutuu ensin lumen ja jään läpi ja liukenee sitten hitaammin kuin perinteinen natriumkloridi. (Valkonen 2013.) CMA on hygroskooppista, eli se sitoo itseensä kosteutta ympäristöstä. Se ei sulata lunta ja jäätä märäksi, vaan päinvastoin kuivattaa, helpottaen siten lumen poistoa. CMA on hyvä levittää jo ennen lumisadetta tai ennustettua jäätymistä ja se toimii parhaiten yli $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$:ssa. (Haaroja 2013.)

CMA hajoaa lopulta hiilidioksidiksi ja vedeksi. Se on vähemmän korrosoivaa kuin natriumkloridi. Sitä voidaan levittää sellaisenaan, suolaan tai hiekkaan sekoitettuna sekä liuksena. Käyttökokemuksien mukaan CMA kulkeutuu helposti kengissä pukuhuonetiloihin aiheuttaen mustia tahmeita tahroja sekä saattaa tuoksua etikkaiselta. (Haaroja 2013.)

NAAC soveltuu parhaiten kentälle jo kertyneen lumen ja jään sulattamiseen. Se on eksotermista, eli luovuttaa lämpöä liuetessaan ja on tehokkaimmillaan aina noin $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$:een asti. NAAC sulattaa lumen ja jään märäksi sohjoksi helpottaen näin sen poistamista keinonurmelta. Sen korroosiovaikutus on myös hyvin pieni. Myös NAAC:n on huomattu kerääntyvän varusteisiin ja tuoksuvan etikkaiselta.

3.4 Kentän hoito

Pelikunnossa pitäminen tarkoittaa muutakin kuin lämmittämistä. Kentänhoidon suosituksissa todetaan yleisesti, että liika lumi kannattaa ensin aurata pois ja pinnalle jättää vain ohut, 5 – 10 cm kerros sulatettavaksi, mikäli mahdollista

(Suomen Palloliitto a; Haaroja 2013). Myös oikein hoidettu tekonurmi helpottaa sulana pitoa. Riittävä määrä täyteainetta kuitujen välissä pitää nurmen pystyssä ja parantaa mahdollisesti käytettävien kemikaalien vaikutusta.

Toisaalta joustona käytetyllä kumilla on eristävä vaikutus. Varsinkin uutena nurmen nukka on pystyssä, jolloin nukan kärjet keräävät lunta jättäen täytön ja nukan kärjen väliin ilmaraon joka hidastaa sulamista. Käytössä nukka kaatuu ja ilmarako pienenee. Nukan kääntymistä voidaan nopeuttaa rispaamalla nukan kärki mekaanisesti. (Suomen Palloliitto a.)

Luonnonnurmen hoito on haastavampaa. Nurmen kasvun ja hyvinvoinnin taakeena ovat kentänhoitajan toimet ja osaaminen. Nurmea leikataan säännöllisesti, ilmastoidaan, lannoitetaan, hiekoitetaan, kalkitetaan sekä tietysti kastellaan.

Luonnonnurmen käyttöä ja kulutusta joudutaan rajoittamaan varsinkin syksyisin ja keväisin, mutta myös sääolojen, kuten kaatosateen vuoksi. Käyttötuntirajoituksilla estetään nurmen vaurioituminen. Nurmikenttien viikoittainen käyttösuositus vaihtelee 12 - 35 tuntiin. (Laukkanen & Walden 2008, 194, 196.)

Kentältä on syytä poistaa pudonneet lehdet ja pitää nurmi muutenkin puhtaana. Ylipäättään osaavan kentänhoitajan toimilla säästetään huomattavasti pitkällä tähtäimellä.

3.5 Energian hinta

Yhteistyö energialaitoksen kanssa on erittäin tärkeää. Jo hankesuunnitteluvaiheessa tulisi käydä kaukolämpöasiat läpi energialaitoksen kanssa. On selvitetävä linjojen sijainti ja niistä saatavat tehot, kytkentämaksut ja paluupuolen käyttömaksut. Energialaitokselle on eduksi mitä enemmän se saa paluupuolta jäähdytettyä, tästä johtuen on syytä yrittää jonkinlaista ”sponsorisopimusta” kustannuksista energialaitoksen kanssa. (Suomen Palloliitto a.)

Kuten Palloliitto hyvin kiteyttää, kannattaa energian saanti sekä hinta selvittää ja varmistaa jo kentän suunnitteluvaiheessa. Kilpailutus on käytännössä hankalaa, koska vaihtoehtoisia toimittajia ja lähellä sijaitsevia valmiita putkistoja ei yleensä ole. Useimmille lämpöenergian tuottajille on kuitenkin edullista, mikäli prosessin paluupuoli on mahdollisimman viileä, joten edullisesta sopimuksesta

kannattaa neuvotella. Alla käsitellään lyhyesti eri lämmitystapoja, lukuun ottamatta sähkö- tai ilmalämmitystä. Hintalaskelmat ovat vain teoreettisia esimerkkejä, sillä todelliset kulut muodostuvat todellisten muuttujien mukaan.

3.5.1 Kaukolämpö

Kaukolämmön paluueden lämpötilan alentamisella voi saavuttaa monia etuja riippuen kaukolämmön tuotannon rakenteesta. Lähes kaikille verkoille ja laitoille yhteisiä hyötyjä ovat mm. pumppauskustannusten aleneminen kun vesivirtausta voidaan pienentää tehon laskematta. Tästä seuraa myös painehäviöiden väheneminen. Myös verkoston lämpöhäviöt pienenevät, jos paluueden lämpötilaa saadaan laskettua. Lisäksi voidaan parantaa esimerkiksi palamisprosesseja sekä sähköntuotannossa turbiinin paine-eroja. Pallokenttä toimii silloin voimalaitoksen apulauhduttimena ja/tai keinokuormana.

Kaukolämmön hinta jakautuu yleensä kolmeen osaan: liittymismaksu, tehomaksu ja energiamaksu. Kaukolämpöön liittymisestä asiakas maksaa liittymismaksun, jonka suuruus vaihtelee paikkakunnan ja kiinteistön koon mukaan. Käyttömaksut muodostuvat energiamaksusta ja sopimustehoon tai sopimusvesivirtaan sidotusta tehomaksusta. (Energiateollisuus 2016.)

Liittyminen esimerkiksi Helenin verkkoon maksaa tällä hetkellä (syyskuu 2016) 6820 € kaivuutöineen. Vesivirtamaksu 5,6 m³/h noin 12 200 €. Energiamaksun keskihinta (1.11.2015 – 30.4.2016) oli 52,60 €/MWh. (Helen 2016.) Niinpä 500 MWh kulutuksella hinnaksi voidaan laskea n. 77 €/MWh ja sisältäen vesivirta- ja energiamaksun, yhteensä 38 500 €/a. Kaukolämmön hinta on tällä hetkellä nousussa.

Laskelma on tehty kaukolämmön kuuman puolen hinnoilla. Paluueden hinnasta voi neuvotella kaukolämmön toimittajan kanssa. Lämmitettävä pallokenttä on suhteellisen suuri kuluttaja, joten mahdollinen paluueden jäähtymän hyötykin voi olla merkittävä. Jäähtymähyöty vaihtelee kuitenkin suuresti lämmöntuotannon rakenteen, teknisten ratkaisujen ja tuotannon suuruuden mukaan. Asuinkiinteistöjä koskevassa tutkimuksessa jäähtymähyödyksi on saatu 3,7 – 6,4 €/MWh (Anttonen 2011). Kyselytutkimuksessa erään kentän käyttämän kaukolämmön paluueden hinnaksi on laskennallisesti saatu noin 33 €/MWh.

3.5.2 Kotimaista polttoainetta käyttävät kattilalaitokset

Kiinteätä polttoainetta käyttäviä kattiloita ja kokonaisiä lämpökeskuksia on saatavana noin megawatin kokoluokassa, joka sopii periaatteessa jalkapallokentän lämmitykseen. Polttoaine on suhteellisen halpaa ja sitä on Suomessa tarjolla erittäin paljon. (Putkonen 2015, 4.) Laitosten käyttökustannukset ovat muutenkin pienentyneet parantuneen automatiikan ja etäkäytön yleistymisen johdosta. Perusinvestoinnit ovat kuitenkin suuret, minkä takia hankinnan tulee olla teknisesti ja taloudellisesti kestävällä pohjalla. Myös päästöt ovat monesti suurempia kuin isommissa laitoksissa. (Flyktman, Impola & Linna 2012, 2,27.) Paikallisesta ELY-keskuksesta kannattaa selvittää, onko hankkeeseen saatavissa taloudellista tukea.

Jos oletetaan kattilan hyötysuhteen olevan 85 %:n luokkaa käytännössä, pelletin hinnan olevan 50 €/MWh ja kentän kulutuksen 500 MWh/a, saadaan polttoaineen osalta lämmityksen kuluiksi n. 30 000 €/a.

Kiinteitä polttoaineita käytettäessä kannattaa laskelmissa huomioida polttoaineen kosteuden vaikutus prosessin hyötysuhteeseen. Kiinteitä polttoaineita on tarjolla monia, esim. puuhake, turve, olki ja ruokohelpi.

3.5.3 Lämpöpumput

Lämpöpumpuilla energiaa voi ottaa ilmasta, maan alta tai vesistöistä. Suomessa on useampia kenttiä, erityisesti urheiluopistoilla, jotka ottavat lämpöä talteen läheisistä vesistöistä. Lämpöpumpppua voi käyttää myös toisinpäin, jolloin sillä voidaan jäähdyttää tiloja kesällä. Suuria järjestelmiä voidaan käyttää myös aluelämmön ja jäähdytyksen tuotantoon.

Lämpöpumpun hyötysuhde kertoo kuinka paljon sähköenergiaa tarvitaan lämpöenergian tuottamiseen. Lämpöpumpullakaan lämmittäminen ei siis ole ilmaista. Hyötysuhde voidaan ilmoittaa esim. COP-, SCOP- tai EER- sekä SEER-arvoina. Esimerkiksi COP 3 tarkoittaa, että 1 kW ottoteholla saadaan tuotettua 3 kW lämpötehoa.

Lämpöpumpputekniikalla voi saavuttaa merkittäviä säästöjä ja päästövähennyksiä. Jos 500 MWh/a tehontarpeesta 2/3 voidaan saada ilmaiseksi, sähköä sen tuottamiseen kuluu vain 167 MWh. Sähkön hinnan ollessa vaikkapa 40 €/MWh, lämmityksen hinnaksi tulisi 6680 €/a. Laskelmassa ei ole huomioitu

liittymän perusmaksuja, tai mahdollisia muita maksuja, koska sähköliittymä on kentillä välttämätön ja sähkökulutus jakautuu monelle muullekin laitteelle. Niinpä laskelma ei anna täyttä kuvaa lämmityksen hinnasta. Huomioitavaa on myös, että järjestelmän rakentamisen kustannukset ovat suhteellisen suuret. Kuitenkin, mikäli alueella ei ole valmista infrastruktuuria lämmitykseen, lämpöpumpun edullisuus kannattaa selvittää. Lisäksi ratkaisu yleensä lisää toiminnan positiivista imagoa.

3.5.4 Integroidut ratkaisut

Kentän lämmittäminen onnistuu, kuten aiemmin on mainittu, myös käyttämällä hyväksi esimerkiksi jäähallin ylijäämälämpöä. Lämmityksen voi integroida periaatteessa myös minkä tahansa hukkalämpöä tuottavan prosessin, vaikkapa prosessiteollisuuden tai voimalaitoksen kylkeen.

Energian hintaa tällaiselle ratkaisulle on mahdoton laskea yleisellä tasolla, mutta tämän työn perustana oleva Webropol-kyselytutkimus saattaa antaa siitä osviittaa. Käytännössä esimerkiksi jäähallin kanssa toimiminen ei kuitenkaan ole ympärivuotista, sillä jäähallissa jäähdytystä tarvitaan eniten kesällä, jolloin pallokenttää ei tarvitse lämmittää.

4 WEBROPOL-KYSELYTUTKIMUS

Työn tiedonkeruumenetelmäksi valittiin Webropol-kyselytutkimus, joka voitiin lähettää sähköpostilla usealle vastaajalle samanaikaisesti. Valinta osoittautui myöhemmin hyväksi, kun uudelleenpostituksia jouduttiin tekemään useasti väärin yhteystietojen takia. Kysely oli helppo lähettää yksittäiselle vastaanottajalle jälkeenpäin. Tutkimusmenetelmänä käytettiin kvantitatiivista tutkimusmenetelmää täydennettynä muutamalla kvalitatiivisella kysymyksellä. Näin saatiin parhaiten tarpeellinen tieto kasaan. Kvantitatiivisen tutkimuksen kysymykset muotoutuivat aiempien tutkimusten johtopäätöksistä sekä omien opintojen tuloksista. Kvalitatiiviset kysymykset auttoivat ymmärtämään kohdejoukkoa paremmin.

4.1 Tutkimuskysymykset

Tutkimuksella oli tavoitteena saada vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

- Mitä jalkapallokentän pitäminen pelikuntoisena ympäri vuoden maksaa Suomessa?
- Kuinka yleistä on, että kenttä joudutaan sulkemaan talvella korkeiden lämmityskustannusten takia?
- Onko energiataloutta mahdollista parantaa teknisillä, tai käytötaparatkaisilla?

Lisäksi asiaongelman yhtenä ratkaisuna nähdään ”esimerkin hyöty”. Mikäli empiirisellä tutkimuksella pystytään osoittamaan, että kentän lämmitys voidaan toteuttaa jollakin tietyllä energiankulutuksella, sen toivotaan rohkaisevan muita etsimään säästöratkaisuja. Tätä tukee myös aihetta sivuavien tutkimusten tulosten ja asiantuntijalausuntojen kerääminen yhteen.

Tutkimuksen energiankulutuksia ja kustannuksia koskeviin kysymyksiin pyydettiin vastaamaan vuoden 2015 tiedoilla.

4.2 Kyselyn rakenne

Kyselylomake suunniteltiin niin, että varsinaiset tutkimuskysymykset voitiin kohdistaa kolmelle eri lämmitysratkaisulle: nestekierto, sähkö ja jokin muu. Ensimmäinen sivu oli kaikille yhteinen. Siinä kysyttiin yhteystiedot, kentän mitat ja lämmitysjärjestelmän mitoitusvahvuudet. Lisäksi kysyttiin joudutaanko kenttää pitämään suljettuna korkeiden lämmityskustannusten tai jonkin muun syyn takia lämmityskaudella sekä millä ilmastovyöhykkeellä kenttä sijaitsee. Sivun viimeinen kysymys ohjasi kullekin lämmitysratkaisulle erikseen räätälöityihin jatkokysymyksiin. Seuraavilla sivuilla pyydettiin tietoja lämmityksen energiankulutuksesta ja prosessin lämpötiloista, teknisistä ratkaisuista, ohjausautomaatiikasta sekä kenttähenkilökunnan suorittamista hoitotoimenpiteistä. Kyselytutkimuksen sivutus esitetään taulukossa 2.

Taulukko 3. Webropol kyselykaavakkeen sivutus

Sivu 1 Yhteystiedot	Nestekierto		Sähkö	Jokin muu
Sivu 2 Energianlähde	Kaukolämpö	Jokin muu		
Sivu 3	Lämpötilat ja kulutukset			
Sivu 4		Lämpötilat ja kulutukset		
Sivu 5			Sähkön kulutus	
Sivu 6				Energian kulutus

Koska kaavakkeessa kysyttiin asioita, joihin ei välttämättä ole vastausta valmiina, jokaisen kysymyksen jälkeen oli keskeytyspainike. Tämä mahdollisti tarvittavan tiedon haun rauhassa ja lomakkeelle pystyi palaamaan aina uudelleen. Kyselykaavake kokonaisuudessaan on esitetty liitteessä 1.

4.3 Kohderyhmä

Kohderymänä tutkimuksessa olivat kaikki tiedossa olevat lämmitettävät ulkojalkapallopalkokentät Suomessa. Webropol-kyselytutkimus lähetettiin yhteensä 56 vastaanottajalle. Koska suurissa kaupungeissa ja kunnissa sama taho tai henkilö saattaa vastata useista kentistä, oikeiden yhteystietojen selvittäminen oli jokseenkin hankalaa. Esimerkiksi Espoon kaupungilla on hoidossaan Suomen Palloliiton mukaan 6 lämmitettävää ulkokenttää. Myös yksityisillä yrityksillä saattaa olla useampi kenttä hoidossaan. Todellinen kenttien hoidosta vastaavien tahojen määrä Suomessa on ehkä noin 44. Otanta oli 100 % perusjoukosta, eli tiedossa olevista lämmitettävistä ulkokentistä Suomessa (Suomen Palloliitto 2015).

Tutkimus toteutettiin ajalla 14.8.2016 – 15.10.2016. Monesti selvisi jälkeensä, että kysely on lähetetty väärälle henkilölle ja se jouduttiin postittamaan uudelleen toiseen osoitteeseen. Viimeisiä vastauksia odotettiin vielä kun tulosten analysointi oli jo käynnissä ja ne lisättiin lopullisiin tuloksiin sitä mukaa kun vastauksia saatiin.

4.4 Tutkimuksen luotettavuus ja laatu

Kyselytutkimukseen saatiin vastaus 13 kentältä, vastausprosentti oli 22. Toiveena oli, että useampi kenttä vastaisi, mutta tälläkin otannalla saatiin hyödyllistä tietoa tärkeimmistä tutkimuskysymyksistä. Vastausten perusteella näyttäisi, että kysymykset on tulkittu oikein muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Vastauksissa ei näyttänyt olevan merkittäviä ristiriitoja, joten niihin voitiin luottaa. Kaikki kentät eivät kuitenkaan vastanneet jokaiseen kysymykseen. Varsinkin rahallisia kustannuksia koskevat kysymykset jäivät joiltakin vastaamatta, mikä on toisaalta ymmärrettävää. Joka tapauksessa energiankulutusten vertailu antaa hyvän kuvan vallitsevasta tilanteesta. Myös kentän hoitoa koskeviin kysymyksiin vastattiin hyvin. Osaavalla kentänhoidolla on iso vaikutus energiatalouteen ja kustannuksiin, joten myös tältä osin tutkimus onnistui. Koska vastaajille oli ilmoitettu, että yksittäisten kenttien tietoja ei insinööri-työssä korosteta, ei ole mitään syytä olettaa, että vastaukset eivät olisi rehellisiä.

Tutkimuksen laatua olisi saatu parannettua isommalla vastausprosentilla, eli jos useampi kenttä olisi vastannut tutkimuskyselyyn. Tällä vastaajamäärälläkin oli kuitenkin mahdollista saada suhteellisen laadukasta tietoa olosuhteista.

4.5 Kyselyn tulokset

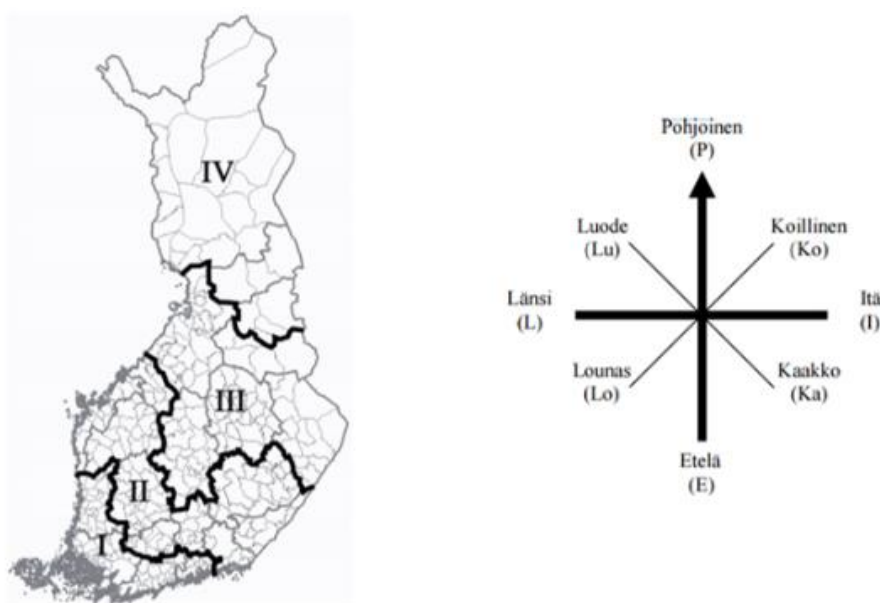
Kyselykaavakkeelle oli pyritty laatimaan riittävä määrä kysymyksiä, joiden voitiin olettaa vaikuttavan tutkimuksen tuloksiin. Joihinkin kysymyksiin tuli kuitenkin niin vähän vastauksia, että niiden informaatiosta ei ollut hyötyä, tai muuten katsottiin, ettei niistä saa lisäarvoa. Niinpä kyselytutkimuksen vastauksista tässä mainitaan vain oleelliset, tuloksia antavat vastaukset.

Kaikki vastanneet kentät olivat täysikokoisen jalkapallokentän kokoisia (esitetään taulukossa 3), mediaani 68 X 105 m. ja mediaanipinta-ala 7140 m². Näin ollen myös vertailut lämmitystehoista ja energiankulutuksista ovat vertailukelpoisia.

Taulukko 4. Kenttien mitat, vastaajien määrä 13

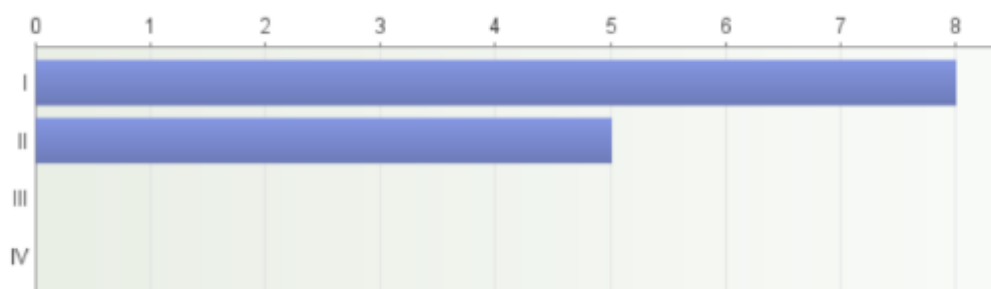
	Minimi-arvo	Maksimi-arvo	Keskiarvo	Mediaani
Pituus (m)	100	110	104,31	105
Leveys (m)	62	80	67,54	68

Kyselytutkimuksessa Suomi oli jaettu neljään ilmastovyöhykkeeseen, joiden mukaan lämmitystehon vertailulaskenta tehtiin. Kaikki vastanneet 13 kenttää sijoituivat säävyöhykkeille I ja II. Säävyöhykkeet esitetään kuvassa 4.



Kuva 4. Säävyöhykkeet (Ympäristöministeriö 2012, 29)

Kenttien jakautuminen säävyöhykkeille esitetään kuvassa 5.



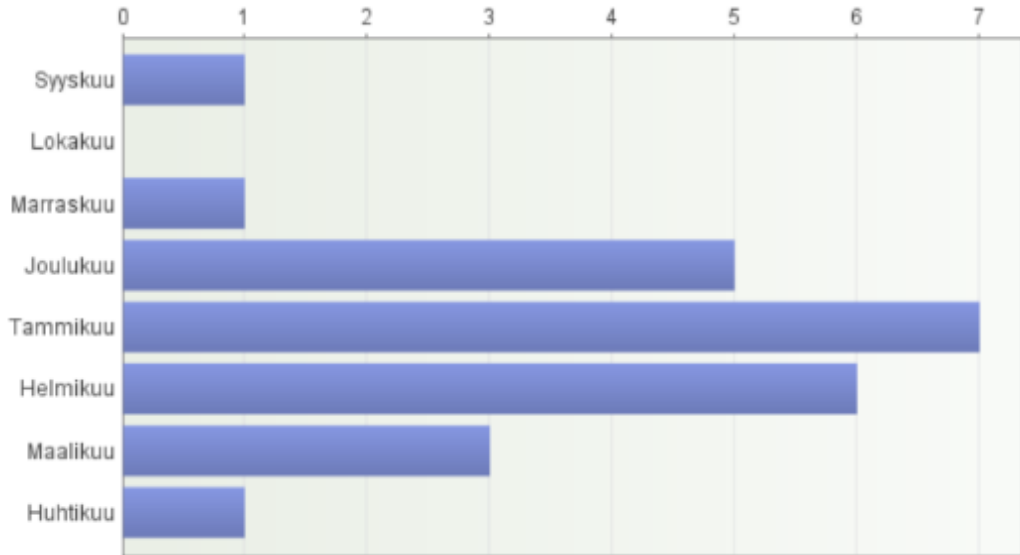
Kuva 5. Kenttien jakautuminen eri ilmastovyöhykkeille, vastaajia 13

Vastanneista kentistä vain yksi oli luonnonnurmi ja loput olivat keinonurmikenttiä. Lämmitystehon mitoitus oli keinonurmikentillä välillä 200 – 280 W/m² ja kokonaisteho välillä 700 – 2000 kW. Nurmikentällä vastaavat arvot olivat 80 W/m² ja 600 kW.

Kaikkien kenttien lämmitysratkaisu oli nestekiertoinen. Vain yhdellä kentällä kentän lämmityskierrossa käytettiin lämmönsiirtonesteenä 35 % vesi-etanoli-seosta, yhdellätoista kentällä 25 – 40 % vesi-glykoliseosta. Yksi kentistä ilmoitti, että kentän alla sijaitsevan pohjavesialueen takia kemikaalien käyttö lämmityspotkistoissa on kielletty ja niissä kiertää pelkkää vettä. Putkistojen ilmauksen on todettu olevan sen verran hankalaa, että talvisinkin pidetään päällä peruslämpöä putkiston jäätyksen estämiseksi, vaikka kentällä ei olisi käyttöä. Niinpä kyseisen kentän arvoista saa hyvän vertailukohtaan ympärivuotisen lämmityksen kulutuksesta ja kustannuksista. Kenttä sijaitsee säävyöhykkeellä II.

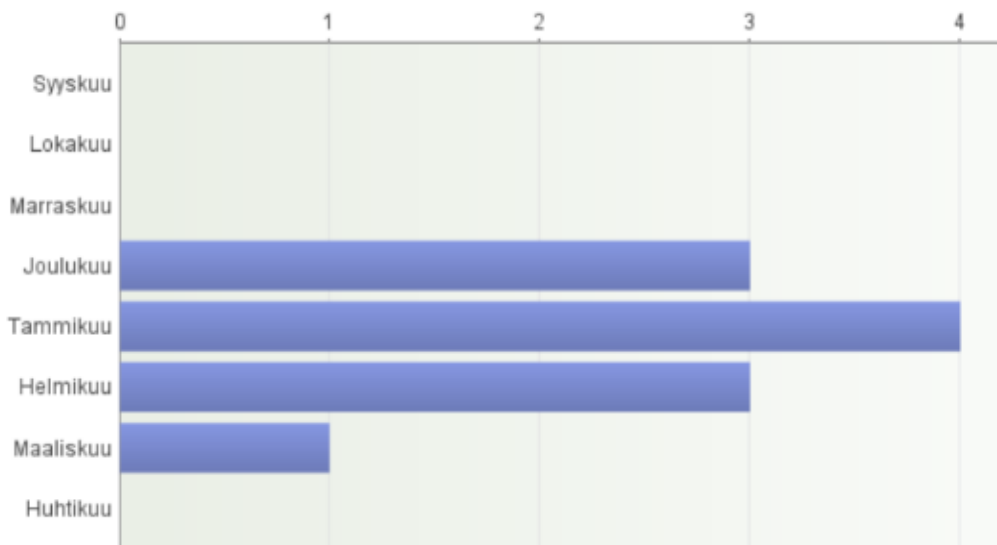
4.5.1 Kenttien käyttö kylmällä kaudella

Kentiltä kysyttiin *Joudutteko pitämään kenttää suljettuna kylmän kauden aikana korkeiden lämmityskustannusten takia?* Kahdeksan vastaajaa kolmesta toista ilmoitti joutuvansa pitämään kenttää suljettuna korkeiden lämmityskustannusten takia. Lämmityskustannusten takia pisin käyttämätön jakso oli viisi kuukautta marraskuusta maaliskuulle ja lyhin vain tammikuun ajan. Yksi vastaaja ilmoitti sulkevansa kentän kustannusten takia syys- ja huhtikuuksi ja muiden syiden takia muun kylmän kauden. Vastaukset esitetään kuvassa 6.



Kuva 6. Grafiikassa näkyy montako kenttää on suljettuna kunakin kuukautena, vastaajia 8. Lisäksi kysyttiin *Joudutteko pitämään kenttää suljettuna kylmän kauden aikana jonkin muun syyn takia?* Näin ilmoitti tekevänsä neljä kenttää (esitetään kuvassa 7). Syiksi ilmoitettiin:

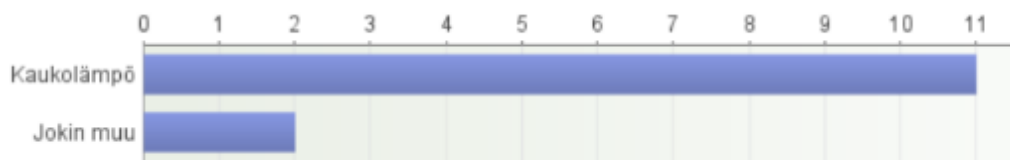
- *Sulatusteho ei riitä ison lumimäärän sulattamiseen jos pakkasta. Kenttä suljettuna lumen takia pari viikkoa vuodessa.*
- *Kentälle ei ole käyttöä tuolloin, kun kaupungissa on myös sisähalli. Kausi 2015 ensimmäinen kokeilukausi vain pelikauden aikaistamisen takia lämmitetty. Päätöksiä jatkolämmityksistä ei ole tehty.*
- *Stadion toimii hiihtourheilun ehdoilla talvikuukausina.*
- *Kentällä ei käyttäjiä, mutta kuutamolämpö päällä koko ajan talvella 4 - 6 c*



Kuva 7. Grafiikassa näkyvät kuukaudet, jolloin kenttiä on jouduttu pitämään kenttää suljettuna kylmän kauden aikana jonkin muun syyn takia, vastaajia 4

4.5.2 Primäärienergia ja kentän lämmityskierto

Yhdellätoista kentällä käytettiin primäärienergiana kaukolämpöä, yhdellä energia otettiin lämpöpumpun avulla läheisestä vesistöstä ja yhdellä käytettiin jäähallin lauhdelämpöä. Vastaukset esitetään kuvassa 8.



Kuva 8. Energialähteiden jakautuminen, vastaajia 13

Kaukolämpö

Kaukolämpöä käyttävistä kentistä kaksi oli liitetty kaukolämpöverkon paluulinjaan, muut käyttivät kuumempaa tulovettä. Vastaukset esitetään kuvassa 9.



Kuva 9. Kaukolämmön tulo- ja paluuveden suhde, vastaajia 11

Kaukolämmön paluulinjasta kentän lämmönvaihtimelle otettu vesi oli 40 °C ja lämmönvaihtimelta lähtevä vesi 15 asteista.

Tulolinjasta lämmönvaihtimille otetun veden lämpötila vaihteli eri kentillä 90 – 110 °C ja kentän lämmönvaihtimelta kaukolämmön paluulinjaan lähtevä vesi 12 – 60 °C.

Kentän alla kulkevilla putkissa lähtölämpötila vaihteli kaikilla kaukolämpöä käyttävillä kentillä välillä 12 – 35 °C ja kentältä palaavan nesteen lämpötila välillä 2 – 18 °C.

Kaukolämmön vuotuinen kulutus vaihteli suuresti (esitetään taulukossa 5).

Tarkastelussa keskiarvoa nostaa yksittäinen erittäin suuri kulutuslukema.

Tässä yhteydessä ei voitu tarkemmin määrittää, miten kulutus kyseisellä kentällä on muodostunut, joten mediaani on lähempänä käytännön keskiarvoa.

Taulukko 5. Kaukolämmön kulutus MW/a, vastaaja 9

	Minimiarvo	Maksimiarvo	Keskiarvo	Mediaani
Käytetty energia / 2015 (MWh)	155	3000	1101,22	1036

Luonnollisesti myös kaukolämmön kustannukset vaihtelivat suuresti (esitetään taulukossa 6). Kyselyssä kaukolämmön kustannukset oli jaettu energiamak- suun ja vesivirtamaksuun, mikä ei osoittautunut toimivaksi. Moni vastaajista ei ilmoittanut molempia lukemia, joten luvuista ei voi tehdä tarkempia johtopää- töksiä.

Taulukko 6. Kaukolämmön kustannukset €/a, vastaaja 8

	Minimiarvo	Maksimiarvo	Keskiarvo	Mediaani
Energiamaksu (€)	0	71632	24291,25	18900
Vesivirtamaksu (€)	0	6500	3250	3250

Kustannukset ovat kuitenkin verrannollisia kulutettuun energiaan, joten ener- gian hinnasta riippumatta voi päätellä todellisten lämmityskustannusten vaih- telun olevan merkittävä.

Muut energianlähteet

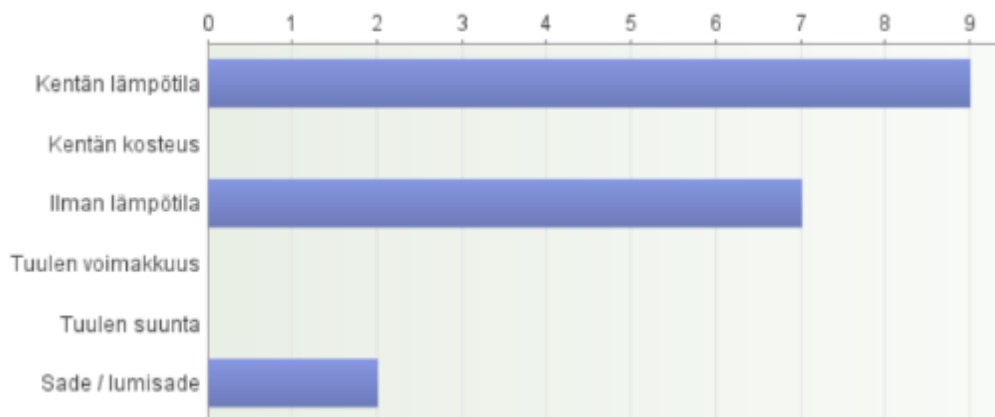
Kentällä, jota lämmitettiin jäähallin ylijäämälämmöllä, primäärikierron tuloläm- pötila oli 30 °C ja paluulämpötila 25 °C. Kentän lämmityskierron lämpötiloja ei ilmoitettu, mutta kenttää kuitenkin pystyttiin pitämään lämmitettynä lähes koko kylmän kauden. On huomioitava, että vastaaja ilmoitti kentän olevan suljettuna vain pari viikkoa vuodessa, koska lämmitysteho ei riitä ison lumimäärän sulat- tamiseen. Kulutustietoja tai lämmityskustannuksia ei kentältä saatu.

Energiaa lämpöpumpun avulla läheisestä järvestä ottava kenttä ilmoitti saa- vansa kentän lämmityskiertoan lämpötilaksi 20 °C. Kentältä palatessaan neste oli vielä 15 asteista. Lämmittämiseen käytetyksi energiaksi vuodessa ilmoitet- tiin 500 MW ja kustannuksiksi 30 000 €. Kentän lämmönsiirtimen tehoksi ilmoi- tettiin 2000 kW. Kentän lämmityskierron ilmoitettiin olevan päällä vain vajaat 800 tuntia vuodessa, joten kulutus ja varsinkin kustannukset vaikuttavat kor- keilta. Mikäli vesistölämpöä käytetään myös muuhun, esimerkiksi kiinteistöjen lämmitykseen, saattaa kustannusten arviointi kentän osalta olla haastavaa.

4.5.3 Automaatio

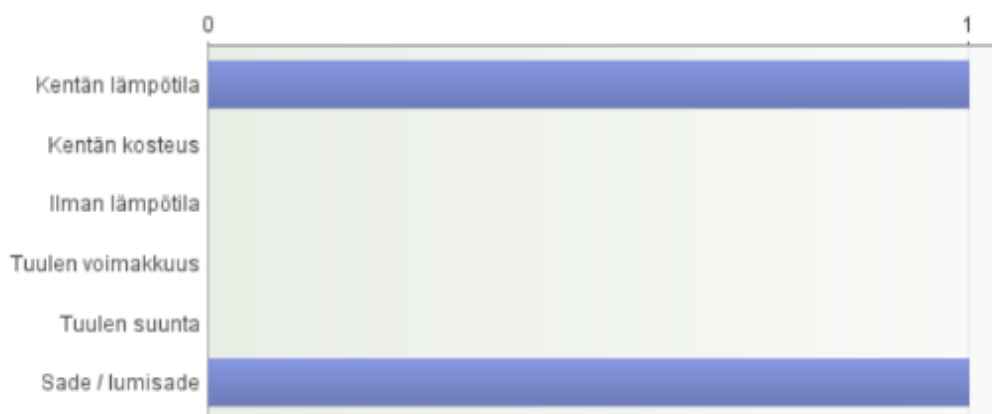
Vastaajilta pyydettiin tietoja automatiikan mittaussuureista ja toiminnasta sekä mitä lämmityksen säätöjä joudutaan käyttämään manuaalisesti.

Vastaukset kaukolämpöä käyttäviltä kentiltä kysymykseen *Mitä seuraavista mittaussuureista automatiikka käyttää kentän lämmityksen säätöön?* esitetään kuvassa 10.



Kuva 10. Kaukolämpöä käyttävien kenttien mittaussuureet, vastaajia 10

Vastaukset muita energiamuotoja käyttäviltä kentiltä kysymykseen *Mitä seuraavista mittaussuureista automatiikka käyttää kentän lämmityksen säätöön?* esitetään kuvassa 11.



Kuva 11. Muita energiamuotoja käyttävien kenttien mittaussuureet, vastaajia 1

Lisäksi kysyttiin: *Käyttääkö automatiikka kentän lämmityksen säätöön myös sääennusteita?* Vaikka yksinkertaisia sääennustemalleja on saatavissa, yhdenkään kentän automatiikka ei hyödyntänyt niitä.

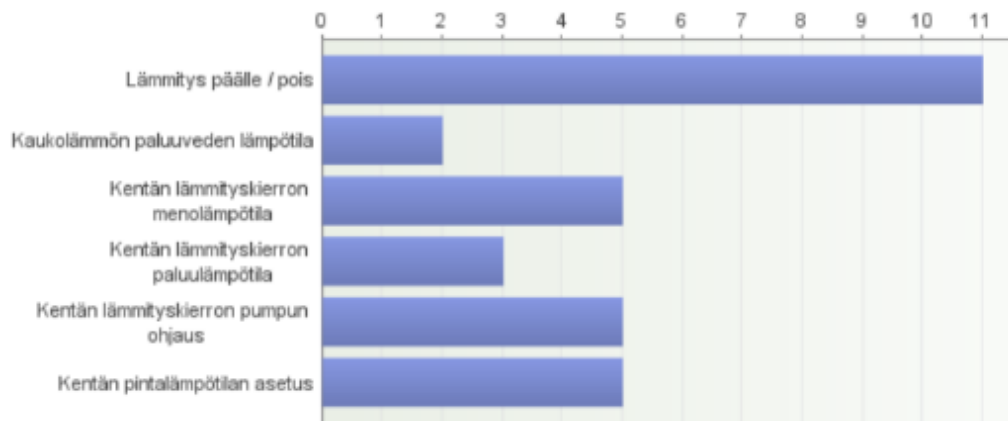
Täydentävinä kysymyksinä kysyttiin *Hoituuko kentän lämmityksen säätö täysin automaattisesti?* ja *Mitä seuraavista säädetään manuaalisesti?* Vain kolme

vastaajista ilmoitti automatiikan hoitavan kentän lämmityksen itsenäisesti, muilla kentillä lämmitystä jouduttiin säätämään kentänhoitajien toimesta, tämä esitetään kuvassa 12.



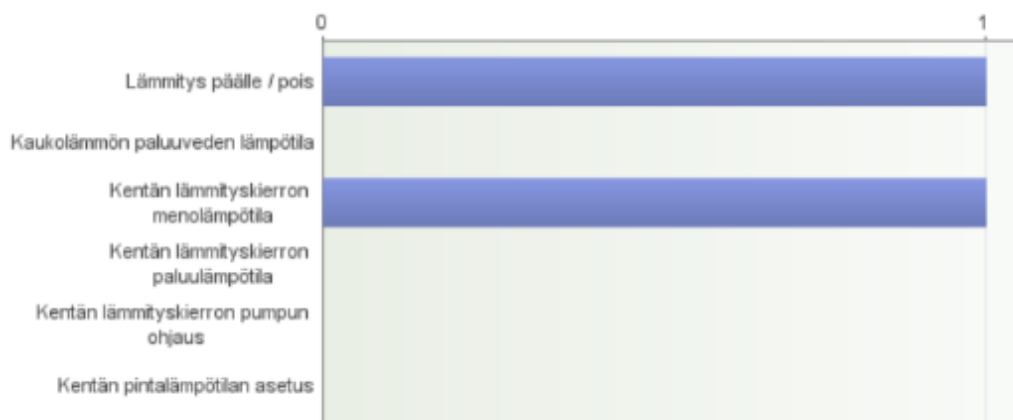
Kuva 12. Kentän lämmityksen säätö hoituu täysin automaation ohjaamana vain kolmella kentällä, vastaajia 10

Manuaalisen säädön tarve kaukolämpöä käyttävillä kentillä esitetään kuvassa 13.



Kuva 13. Manuaalisen säätämisen tarve kaukolämpöä käyttävillä kentillä, vastaajia 11

Manuaalisen säädön tarve muita energiamuotoja käyttävillä kentillä esitetään kuvassa 14.



Kuva 14. Manuaalisen säätämisen tarve muita energiamuotoja käyttävillä kentillä, vastaajia 2

4.5.4 Kentän hoito

Kolmestatoista kentästä kolme ilmoitti pitävänsä kentällä jatkuvasti peruslämpöä päällä. Muilla kentillä lämmitys oli pois päältä aikoina, jolloin kentällä ei ollut, tai ei suunniteltu toimintaa.

Kysymykseen *Suoritetaanko kentällä lumenpoisto myös joillakin seuraavista tavoista?* Vastaukset kaukolämpöä käyttäviltä kentiltä esitetään kuvassa 15.



Kuva 15. Lumen poisto kaukolämpöä käyttävillä kentillä, vastaajia 11

Kysymykseen *Suoritetaanko kentällä lumenpoisto myös joillakin seuraavista tavoista?* Vastaukset muita energiamuotoja käyttäviltä kentiltä esitetään kuvassa 16.



Kuva 16. Lumenpoisto muita energiamuotoja käyttävillä kentillä, vastaajia 2

5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTAA

Kenttien käyttö kylmällä kaudella

Kenttiä piti korkeiden lämmityskustannusten takia suljettuna 61,5 % vastaajista. Kaikista Suomen 59 lämmitettävästä ulkokentästä 61,5 % tarkoittaisi 36 kenttää. Todellisuudessa luku on lienee suurempi, koska kyselyyn vastanneet kentät sijaitsivat säävyöhykkeillä I ja II, joilla lämmitysenergiaa ei tarvita niin paljon kuin pohjoisen kylmemmillä säävyöhykkeillä.

Keskimäärin kenttiä pidettiin suljettuna 3 kk/kenttä. Mikäli 36 kenttää pidettäisiin suljettuna 3 kk/a, olisi Suomessa kenttiä pois käytöstä 108 kk, eli yli 3000 päivää vuodessa.

Primäärienergia ja kentän lämmityskierto

Kaukolämmön kulutuksen mediaani oli 1036 MWh/a. Pienimmällä kulutuksella 155 MWh/a selvisi ilmastovyöhykkeellä I sijaitseva kenttä, joka käyttää lämmitykseen kaukolämmön tulovettä, kentän lämmityskierron menovesi oli 35 °C ja paluuvesi 15 asteista ja lämmönsiirtimen teho 1800 kW. Kyseistä kenttää pidettiin suljettuna 3 kk (joulu – helmikuu) vuodessa. Kentältä ei saatu vuotuisia käyttötuntilukemia. Kentän automatiikka huomioi kentän lämpötilan ja sateiden vaikutuksen, mutta ei huomionnut sääennusteita. Kentällä suoritettiin lumen poisto auraamalla. Hyvin saman tyyppisen käyttöprofiilin, ilmastovyöhykkeellä II sijaitsevan kentän kulutus oli 2290 MWh/a. Tämän luonnonnurmikentän lämmönvaihtimen tehoksi ilmoitettiin vain 1000 kW ja mitoitustehoksi 80 W/m². Kyseisen kentän lämmitys oli suljettuna 3 kk (tammi – maaliskuu). Lumenpoistoa ei tällä kentällä kuitenkaan suoritettu manuaalisesti.

Tutkimuksen vastauksista parhaan vertailun saa kahdelta ilmastovyöhykkeen I kentältä, joilla on hyvin samanlaiset tekniset profiilit ja käyttötavat. Kentät sijaitsevat vain 20 km:n päässä toisistaan, eivät kuitenkaan kumpikaan aivan rannikolla, jossa meren läheisyys voisi vaikuttaa olosuhteisiin. Kentillä on siis oletettavasti ollut vertailuvuonna melko samanlaiset sääolosuhteet. Molemmat saavat lämmitysenergiansa kaukolämmön tulovedestä ja kentän alla kiertää 35 % glykoliseos. Molemmilla kentillä henkilökunta on automaatiosta huolimatta säätänyt kentän lämmitystä manuaalisesti ja poistanut ylimääräisen lumen auraamalla. Kummallakin kentällä toiminta oli ympärivuotista, lukuun ottamatta erittäin kovan pakkasen jaksoja, jolloin kentillä ei pelattu. Ensimmäinen kenttä kuitenkin kytki lämmityksen päälle aina tarvittaessa, josta seurasi, että lämmitys oli päällä n. 1800 tuntia vuodessa. Tämä kenttä ilmoitti kaukolämmön kulutuksen olevan 225 MWh ja kustannusten 19 300 € vuodessa. Toinen kenttä piti kentällä peruslämpöä myös käyttöaikojen välissä, joten lämmitystunteja vuodessa kertyi 3300 vuodessa. Tämä kenttä ilmoitti kulutuksen olevan 1036 MWh/a ja kustannusten 71 632 €/a. Lämmitystuntien lähes kaksinkertaistuminen ei kuitenkaan selitä energiankulutuksen yli nelinkertaista

eroa. Mikäli peruslämpöä olisi pidetty päällä samalla teholla kuin kentän normaalilämmitys, olisi myös kulutuksen pitänyt olla vajaa kaksinkertainen ja mikäli peruslämpöä olisi pidetty alemmalla lämpötilalla, olisi eron pitänyt olla vielä pienempi ensimmäiseen kenttään verrattuna.

Lämmityskustannuksista hyvin mielenkiintoinen esimerkki on ilmastovyöhykkeellä II sijaitseva kenttä, joka käyttää lämmitykseen kaukolämmön paluuvettä. Kentän alla sijaitsevan pohjavesialueen takia kentälle ei ole annettu lupaa käyttää lämmitysputkistoissa muuta kuin puhdasta vettä. Jotta putkistot eivät jäätyisi, kenttää on lämmitetty ympäri vuoden, vaikka kentällä ei olisi käyttöä. Lämmityskierto oli säädetty niin, että paluuv veden lämpötila pysyi aina vähintään +4 °C:ssa. Kenttä käytti energiaa 1200 MWh vuodessa ja lämmityskustannukset olivat 39 000 €. Kenttää lämmitettiin yhteensä 4500 tuntia vuodessa. Lumi poistettiin kentältä tarvittaessa auraamalla. Tämä ei vielä kerro, että kenttää voisi pitää tarpeeksi sulana pelaamiseen tuolla summalla. Kuitenkin se antaa kuvan ympärivuotisen lämmityksen kustannuksista, mikäli kaukolämmön paluuv edelle saadaan vielä neuvoteltua edullinen hinta.

Automaatio

Automaatiikan osuus kentän lämmityksen säädössä oli varsin mielenkiintoinen kysymys. Vastauksista kävi ilmi, että kentän ja ilman lämpötilat ovat lämmityskoneiston säädössä vakiomittauksia. Ilman lämpötila kuuluu myös lämmityksen säädön perusmittauksiin. Sen sijaan sadetta tai lumisadetta ei huomioinut kuin kolmen kentän automaatiikka. Tuulen vaikutusta ei huomioinut yhdenkään kentän automaatiikka.

Kuten aiemmin on todettu, hyvin ohjelmoidun ja oikein säädetyn automaatiikan pitäisi nykypäivänä pystyä hoitamaan kentän lämmityksen optimointi normaali-tilanteissa. Suurimmalla osalla kentistä hoitohenkilökunta joutui kuitenkin puuttumaan säätöihin. Kaikki ilmoittivat kytkevänsä lämmityksen päälle ja pois päältä. Lisäksi säädetyimpiä suureita olivat kentän lämmityskierron menolämpötila, kentän pintalämpötilan asetus ja pumpun ohjaus. Kaukolämmön paluuv veden säätöarvoon joutui puuttumaan vain kaksi vastanneista. Tämä on kuitenkin kriittinen arvo putkiston jäätymisvaaran takia. Yleensä automaatiikka on ohjelmoitu niin, että vaikka kenttää ei lämmitettäisi, se virtauttaa tarvittavan määrän kuumaa vettä putkistoon jäätyksen estämiseksi.

Kolmella kentällä automaatio sääti lämmitystä itsenäisesti. Näiden kenttien vastauksista ei kuitenkaan ilmene mitään yhtenäistä kaavaa. Joukossa oli sekä pienin että suurin energiankuluttaja. Kaikkien kenttien automatiikka huomioi kentän lämpötilan ja yhdellä kentällä lisäksi ilmanlämpötilan. Sateen tai lumisateen huomioon ottavalla kentällä oli pienin energiankulutus, mutta tästä ei voi vetää mitään johtopäätöksiä, koska kentän lämmityksen vuotuiset tuntimäärät eivät käyneet vastauksista ilmi.

Vaikka automaatiota ei saataisi kustannustehokkaasti hoitamaan kentän lämmitystä täysin itsenäisesti, eräs parannus voisi olla erilaiset esiohjelmoidut ajotavat. Käyttöpaneelissa voisi olla valittavana esimerkiksi kolme eri toimintaohjelmaa: kevyt peruslämpö, normaali lämmitys ja täysi teho. Henkilökunta seuraisi sääennusteita sekä kentän lämmitystarvetta ja valitsisi sopivan ennalta säädetyn lämmitystason.

Kentän hoito

Vaikka lumen sulattaminen lämmittämällä on kallista, kaksi kentistä ilmoitti, että lunta ei aurata eikä sulateta muilla keinoin kuin lämmityksellä. Yksi kentistä ilmoitti käyttävänsä kemikaaleja aurauksen ja lämmityksen apuna. Kymmenen vastaajaa ilmoitti auraavansa irtolumen pois. Kentistä, jotka eivät auranneet lunta, toinen oli luonnonnurmi ja toista lämmitettiin jäähallin hukkalämmöllä. Näin ollen tutkimuksen kannalta ei saatu riittävää vertailua aurauksen vaikutuksesta energiankulutukseen.

Myöskään kemikaalien vaikutusta energiankulutukseen ei voitu vertailla, koska vain yksi kenttä ilmoitti niitä käyttävänsä. Tällä kentällä kaukolämmön kustannuksiksi ilmoitettiin 33 000 € vuodessa. Toisaalta kemikaalien käytöstä aiheutuu myös kustannuksia.

Kokonaiskuva

Tutkimusprosessin aikana on kuulunut monenlaisia kommentteja kenttien lämmityksen kehittämisestä. On oltu skeptisiä automaation mahdollisuuksista hoitaa lämmitys itsenäisesti. Toisaalta moni on antanut hyviä ehdotuksia järjestelmien kehittämiseen. Moni alan ammattilainen on korostanut osaavan kenttähenkilökunnan merkitystä kentän hoidon optimointiin. Näitä lausuntoja ja ajatuksia ei ole tarkoituksella kirjattu lähteiksi tähän tutkimukseen, koska ne voidaan katsoa ainakin jossain määrin subjektiivisiksi tiedoiksi. Sen sijaan niitä

on tutkimuksessa käytetty ohjaavina elementteinä, ammattilaisten tietotaitona, joiden perusteella rajata ja kohdentaa tutkimus- ja asiakysymyksiä. Nyt, kun tutkimuksen tulokset on analysoitu, on monia näistä mielipiteistä saatu todennettua, tai ainakin niille on saatu tutkimukseen perustuvaa vahvistusta.

Vaikka tässä tutkimuksessa on pyritty keräämään mahdollisimman objektii- vista, hyödyllistä ja varsinkin käytännöllistä tietoa jalkapallokenttien lämmittä- misestä, niin monia energiatehokkuuteen vaikuttavia asioita jäi vielä aiheeksi jatkotutkimuksille. Kahden pohjoisemman säävyöhykkeen kentiltä ei tullut yh- tään vastausta kyselytutkimukseen, joten pohjoisten jalkapallokenttien energi- ankulutuksesta ei tämä tutkimus valitettavasti anna lisätietoa.

Jalkapallokentän lämmityksessä oleellista on saada kentän pinta vastaamaan lajin vaatimuksia sekä kestävästi käyttöä. Kenttä ei saa olla liian kova, eikä liian pehmeä, jotta vältetään loukkaantumisia ja pallo käyttäytyy oikein. Oike- alla lämpötilalla varmistetaan myös niin luonnon- kuin keinonurmenkin kestä- minen pelikuntoisena pitkään. Kentälle ei ole tarkoitus luoda lämmityksellä ke- sänomaisia olosuhteita keskellä talvea, vaan lämmitys on tasapainoilua sopi- van pintalämpötilan saamiseksi. Näin luodaan mahdollisuus harrastaa lajia Suomessa myös silloin, kun sääolot eivät muuten ole suotuisat lajille.

Energiankulutukseen vaikuttaa monia muitakin seikkoja, esimerkiksi maaperä ja tekonurmimaton eristävyys, joita ei kyselytutkimuksessa selvitetty. Tutki- muksen perusteella voidaan kuitenkin todeta, että monella kentällä Suomessa voidaan energiankulutusta ja niin ollen myös kustannuksia pienentää oikeilla teknisillä ratkaisuilla ja suunnitelmallisella kentänhoidolla. Ennustava automa- tiikka saattaa olla yksi ratkaisu, mutta siitä ei kuitenkaan ole mainittavasti ko- kemusta toistaiseksi. Tulevaisuudessa sellaista ehkä saadaan asennettua joil- lekin kentille ja kokemus ratkaisun toimivuudesta karttuu. Siihen asti motivoitu- nut henkilökunta pystyy toimillaan varmasti saamaan säästöjä aikaiseksi. Mi- käli kentänhoitajalla olisi mahdollisuus saada reaaliaikaista tietoa lämmityspro- sessista, he pystyisivät ennakoimaan ja säätämään järjestelmän toimintaa. Myös etävalvonta yhdistettynä kameravalvontaan saattaa olla toimiva ratkaisu joillakin kentillä.

Jo kenttää suunniteltaessa on hyvä kartoittaa erilaisia ratkaisuja, kuten kauko- lämmön paluueden hyödyntämistä, uusiutuvia energiamuotoja, automaation

astetta ja mahdollisuutta integroituun energiankäyttöön. Myös erilaisia eristysratkaisuja ja kenttämateriaaleja on syytä pohtia. Suomessa on kenttiä, joilla ratkaisut ja toimintatavat ovat taloudellisesti järkeviä ja kannattavia. Näiltä kentiltä saa varmasti hyviä ja käytännöllisiä neuvoja suunnittelun avuksi.

Uusien kenttien rakentaminen käyttötarpeita vastaaviksi ja kustannustehokkaiksi on mahdollista. Myös jo olemassa olevien kenttien energia- ja kustannustehokkuutta voidaan parantaa. Jotta osataan keskittyä oikeisiin asioihin, on hyvä tehdä koko kentän kattava energiakatselmus. Katselmuksessa selvitetään nykytilanne ja annetaan suosituksia kehityskohteiksi.

LÄHTEET

Ala-Turkia, T. & Seiro, J. 2016. Energiakatselmusraportti, Oulunkylän tekonurmi Oy ja Käpylän juniorihalli Oy. Julkaisematon kurssityö. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu.

Anttonen, K. 2011. Kaukolämpöverkon paluuveden hyödyntäminen lämmityksessä. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Saatavissa: <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/73946/Diplomity%C3%B6%2c%20Kari%20Anttonen%202011.pdf?sequence=1> [viitattu 22.9.2016]

Auvinen, T. 2016. Jalkapallonurmipintaisten kenttien lämmitys – työkokous, useita osallistujia – puheenvuoroja kokemuksista. Muistio 3.5.2016. Suomen Palloliitto.

Energiateollisuus 2016. Kaukolämmön hinta. Saatavissa: <http://energia.fi/kotija-lammitys/kaukolammitys/kaukolammon-hinta> [viitattu 22.9.2016]

Flyktman, M., Impola, R. & Linna, V. 2012. Kotimaista polttoainetta käyttävien 0,5...30 MW kattilalaitosten tekniset ratkaisut sekä palamisen hallinta. Energiateollisuus ry. ja Ympäristöministeriö. Saatavissa: http://energia.fi/sites/default/files/suositus_kotimaista_polttoainetta_kayttavista_kattiloista_20120514.pdf. [viitattu 20.9.2016]

Haaraoja, H. 2013. Tekonurmen talvihoito cryotech cma ja naac tuotteiden avulla. Lyhennelmä Heikki Haaraojan tekemästä lopputyöstä Suomen urheilupuolelle Vierumäelle. Saatavissa: http://mktrading.no/onewebmedia/Lyhennelm%C3%A4%20Haaraojan%20lopputy%C3%B6st%C3%A4_2013.pdf [viitattu 9.9.2016].

Helen 2016. Kaukolämmön hinnat. Saatavissa: <https://www.helen.fi/lampo/kodit/hinnat/> [viitattu 22.9.2016]

Huttunen, M. 2005. Lämmitettävän tekonurmikentän hyödyntäminen vastapainvoimalaitoksen sähköntuotannossa. Opinnäytetyö. Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu.

Laukkanen, K. & Walden, H. 2008. Urheilunurmikoiden perustaminen ja hoito. Helsinki: Rakennustieto.

Marttinen, H. 2011. Urheilupinnoitteiden valintaopas. Mestarityö. Metropolia. Saatavissa: <http://theseus.fi/bitstream/handle/10024/26653/Opinnaytetyo%20Hannu%20Marttinen.pdf?sequence=1> [viitattu 5.9.2016].

Opetusministeriö 2008. Liikkuva ja hyvinvoiva Suomi 2010-luvulla. Saatavissa: <http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Julkaisut/2008/liitteet/tr14.pdf?lang=fi> [viitattu 5.9.2016].

Opetus- ja kulttuuriministeriö - Suomen Palloliitto ry. 2011. Tekonurmiopas. Saatavissa: <http://seuraohjelma.fi/seuranhallinto/olosuhteidenkehittaminen/getfile.php?file=132> [viitattu 13.9.2016].

Putkonen, T. 2015. Kattilatekniikat biopolttoaineille alle 5 MW:n teholuokassa. Kandidaatintyö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Saatavissa:

http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/104483/Kandidaatinty%F6_Ta-pio_Putkonen.pdf?sequence=2 [viitattu 20.9.2016]

Puttonen, M. 2012. Miksi suola pitää tiet sulina? Artikkelit. Tiede – lehti. Saatavissa: http://www.tiede.fi/artikkeli/jutut/artikkelit/miksi_suola_pitaa_tiet_sulina_ [viitattu 13.9.2016].

Ympäristöministeriö 2012. Rakennusten energiatehokkuus, määräykset ja ohjeet. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2012_Suomi.pdf [viitattu 10.10.2016]

Suomen Palloliitto a s.a. Fair Pay Areenan synty, Malleja olosuhteiden kehittämiseen. Saatavissa: <http://seuraohjelma.fi/seuranhallinto/olosuhteidenkehittaminen/getfile.php?file=59> [viitattu 5.9.2016].

Suomen Palloliitto b s.a. Kenttä- ja hallimääräykset. Saatavissa: <https://www.palloliitto.fi/node/1875/kentta-ja-hallimaaraykset> [viitattu 5.9.2016].

Suomen Palloliitto 2015. Jalkapallonurmet 2015. Julkaisematon Excel taulukko.

Suomen Palloliitto 2011. Jalkapallonurmi Pietarsaareen, Malleja olosuhteiden kehittämiseen. Saatavissa: <http://seuraohjelma.fi/seuranhallinto/olosuhteidenkehittaminen/getfile.php?file=53> [viitattu 5.9.2016].

Valkonen, M. 2013. Mekaaniset menetelmät kemiallisen liukkaudentorjunnan tehostamisessa. Opinnäytetyö. Savonia ammattikorkeakoulu. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/56049/Valkonen_Mikko.pdf?sequence=1 [viitattu 13.9.2016].

WEBROPOL-KYSELYKAAVAKE, sivu 1, yhteistiedot ja perustiedot

Pallokentän lämmitys

Kyselyyn on laitettu keskeytyspainike joka kysymyksen jälkeen, joten vastaaminen on mahdollista keskeyttää missä vaiheessa vaan, mikäli jotakin tietoa ei ole heti saatavilla. Ohjelma antaa sinulle linkin, josta pääset jatkamaan myöhemmin. Linkin voit myös lähettää sähköpostiisi, jolloin voit sulkea ohjelman ja jatkolinkki pysyy tallessa (suositus). Jos jotakin tietoa ei ole saatavilla, siirry seuraavaan kysymykseen.

Yhteystiedot**Täytä yhteystiedot**

Kentän nimi	<input type="text"/>
Kentän omistaja / Yritys / Organisaatio	<input type="text"/>
Yritys tai organisaatio, jos kenttää hallinnoi tai hoitaa jokin muu kuin omistaja	<input type="text"/>
Osoite	<input type="text"/>
Postinumero	<input type="text"/>
Postitoimipaikka	<input type="text"/>
Sähköposti	<input type="text"/>
Matkapuhelin	<input type="text"/>
Puhelin	<input type="text"/>

Perustiedot**Kentän mitat**

Pituus (m)	<input type="text"/>
Leveys (m)	<input type="text"/>

Kentälle mitoitettu lämmitysteho

W/m ²	<input type="text"/>
------------------	----------------------

Lämmitysjärjestelmän kokonaisteho

(Valitse joko kW tai MW)

kW	<input type="text"/>
MW	<input type="text"/>

Joudutteko pitämään kenttää suljettuna kylmän kauden aikana korkeiden lämmityskustannusten takia?

(Valitse kuukaudet)

- Syyskuu
- Lokakuu
- Marraskuu
- Joulukuu
- Tammikuu
- Helmikuu
- Maalikuu
- Huhtikuu

Joudutteko pitämään kenttää suljettuna kylmän kauden aikana jonkin muun syyn takia?

(Valitse kuukaudet)

- Syyskuu
 Lokakuu
 Marraskuu
 Joulukuu
 Tammikuu
 Helmikuu
 Maaliskuu
 Huhtikuu

Keskeytä

Jos joudutte pitämään kenttää suljettuna jonkin muun syyn kuin kustannusten takia, kerro syy lyhyesti

300 merkkiä jäljellä

Keskeytä

Millä ilmastovyökkeellä kenttä sijaitsee?

- I
 II
 III
 IV



Keskeytä

Kentän lämmitysratkaisu

- Nestekierto Sähkö Jokin muu

Keskeytä

Seuraava -->



WEBROPOL-KYSELYKAAVAKE, sivu 2, energianlähde, nestekierto

Pallokentän lämmitys

Energianlähde

Keskeytä

Mitä energiaa käytetään lämmitykseen?

Kaukolämpö

Jokin muu

Keskeytä

<-- Edellinen

Seuraava -->



WEBROPOL-KYSELYKAAVAKE, sivu 3, lämpötilat ja kulutukset, kaukolämpö

Pallokentän lämmitys**Lämpötilat ja kulutukset****Mitä lämmönsiirtonestettä käytetään kentän lämmityskierrossa?**

(Vastaa esimerkiksi -Propyleeniglykoli 35 %)

50 merkkiä jäljellä

Kaukolämmön tulolämpötila °C**Kaukolämmön paluulämpötila** °C**Kentän lämmityskierron lähtölämpötila** °C**Kentän lämmityskierron paluulämpötila** C**Lämmitysenergiaksi ostetaan kaukolämmön...**

(Kaukolämpöyhtiöille on edullista saada vesi takaisin mahdollisimman kylmänä, joten jotkin yhtiöt voivat myydä halvemmalla lämmityskohteista palaavaa jäähtynyttä vettä kohteeseen jossa ei tarvita korkeaa lämpötilaa prosessiin. Yleensä tulovesi on kylmällä kaudella n. 80 - 110 °C ja paluuvesi noin 30 - 60 °C. Valitse alavetovaihtoista.)

 ▾**Kaukolämmön toimittaja**

(Kirjoita kenttään kaukolämmön myyjäyhtiön nimi)

Kaukolämmön kulutus vuodessaKäytetty energia / 2015 (MWh) **Kaukolämmön kustannukset vuodessa**

(Ilmoita vuonna 2015 maksetut kaukolämpömaksut)

Energiamaksu (€) Vesivirtamaksu (€) **Vesivirtaama**

(Ilmoita laskutusperusteena käytettävä kaukolämpöveden virtaus)

Vesivirtaama m³/h **Lämmönsiirtolaitteisto ja automatiikka****Lämmönsiirtimen teho**

(Ilmoita lämmönsiirtimen mitoitusteho. Mitoitusteho eli lämpöteho on yleensä merkitty lämmönsiirtimen kylkeen)

kW **Mitä seuraavista mittaussuureista automatiikka käyttää kentän lämmityksen säätöön?**

- Kentän lämpötila
 Kentän kosteus
 Ilman lämpötila
 Tuulen voimakkuus
 Tuulen suunta
 Sade / lumisade

Käyttääkö automatiikka kentän lämmityksen säätöön myös sääennusteita?

(Esimerkiksi Ilmatieteenlaitos pystyy toimittamaan yrityksille räätälöityjä sääennustepalveluja, joita kehittynyt automatiikka voi hyödyntää)

- Kyllä
 Ei

Kentän hoito**Hoituuko kentän lämmityksen säätö täysin automaattisesti?**

- Kyllä
 Ei

Mitä seuraavista säädetään manuaalisesti?

- Lämmitys päälle / pois
- Kaukolämmön paluuveden lämpötila
- Kentän lämmityskierron menolämpötila
- Kentän lämmityskierron paluulämpötila
- Kentän lämmityskierron pumpun ohjaus
- Kentän pintalämpötilan asetus

Montako tuntia vuodessa kentän lämmitys on päällä?

(Arvioi kuinka monta tuntia vuodessa keskimäärin kenttää lämmitetään)

Tuntia / vuosi

Pidetäänkö kentällä jatkuvasti peruslämpöä?

(Joillakin kentillä pidetään kylmän kauden aikana myös pientä peruslämpöä päällä, vaikka kentällä ei pelattaisi)

- Kyllä
- Ei

Suoritetaanko kentällä lumenpoisto myös joillakin seuraavista tavoista?

- Auraamalla
- Suolaamalla
- Kemikaaleilla
- Ei lumenpoistoa manuaalisesti, vaan lumi sulatetaan lämmityksellä



WEBROPOL-KYSELYKAAVAKE, sivu 4, lämpötilat ja kulutukset, jokin muu

Pallokentän lämmitys**Lämpötilat ja kulutukset****Mistä kentän lämmitykseen käytettävä energia saadaan?**

(Kuvaile kentän primäärienergian lähde. Esimerkiksi: kentän lämmitykseen käytettävä energia saadaan lämpöpumpulla läheisestä järvestä.)

Mitä lämmönsiirtonestettä käytetään kentän lämmityskierrossa?

(Vastaa esimerkiksi -Propyleeniglykoli 35 %)

50 merkkiä jäljellä

Primäärikierron tulolämpötila °C**Primäärikierron paluulämpötila** °C**Kentän lämmityskierron lähtölämpötila** °C**Kentän lämmityskierron paluulämpötila** C**Primäärilämmön kulutus vuodessa**

(Ilmoita montako MWh primäärilämpöä kuluu vuodessa)

Käytetty energia / 2015 (MWh)

Primäärilämmön kustannukset vuodessa

(Ilmoita paljonko primäärilämpö keskimäärin maksaa vuodessa)

 € / vuosi

Lämmönsiirtolaitteisto ja automatiikka**Lämmönsiirtimen teho**

(Ilmoita lämmonsirtimen mitoitusteho. Mitoitusteho eli lämpöteho on yleensä merkitty lämmonsirtimen kylkeen)

 kW**Mitä seuraavista mittaussuureista automatiikka käyttää kentän lämmityksen säätöön?**

- Kentän lämpötila
 Kentän kosteus
 Ilman lämpötila
 Tuulen voimakkuus
 Tuulen suunta
 Sade / lumisade

Käyttääkö automatiikka kentän lämmityksen säätöön myös sääennusteita?

(Esimerkiksi Ilmatieteenlaitos pystyy toimittamaan yrityksille räätälöityjä sääennustepalveluja, joita kehittynyt automatiikka voi hyödyntää)

- Kyllä
 Ei

Kentän hoito**Hoituuko kentän lämmityksen säätö täysin automaattisesti?**

- Kyllä
 Ei

Mitä seuraavista säädetään manuaalisesti?

- Lämmitys päälle / pois
 Kaukolämmön paluuvien lämpötila
 Kentän lämmityskierron menolämpötila
 Kentän lämmityskierron paluulämpötila
 Kentän lämmityskierron pumpun ohjaus
 Kentän pintalämpötilan asetus

Montako tuntia vuodessa kentän lämmitys on päällä?

(Arvioi kuinka monta tuntia vuodessa keskimäärin kenttää lämmitetään)

 Tuntia / vuosi

Pidetäänkö kentällä jatkuvasti peruslämpöä?

(Joillakin kentillä pidetään kylmän kauden aikana myös pientä peruslämpöä päällä, vaikka kentällä ei pelattaisi)

- Kyllä
 Ei

Keskeytä

Suoritetaanko kentällä lumenpoisto myös joillakin seuraavista tavoista?

- Auraamalla
 Suolaamalla
 Kemikaaleilla
 Ei lumenpoistoa manuaalisesti, vaan lumi sulatetaan lämmityksellä

Keskeytä

<-- Edellinen

Lähetä



WEBROPOL-KYSELYKAAVAKE, sivu 5, sähkölämmitys, sähkön kulutus

Pallokentän lämmitys**Sähkön kulutus****Sähkön toimittaja**

(Kirjoita kenttään sähkömyyjän nimi)

50 merkkiä jäljellä

Energian kulutus vuodessa

(Ilmoita joko kWh tai MWh)

kW MW **Sähkön kustannukset vuodessa**

(Ilmoita paljonko sähköenergia keskimäärin maksaa vuodessa)

 € / vuosi**Automatiikka****Mitä seuraavista mittausuureista automatiikka käyttää kentän lämmityksen säätöön?**

- Kentän lämpötila
 Kentän kosteus
 Ilman lämpötila
 Tuulen voimakkuus
 Tuulen suunta
 Sade / lumisade

Käyttääkö automatiikka kentän lämmityksen säätöön myös sääennusteita?

(Esimerkiksi Ilmatieteenlaitos pystyy toimittamaan yrityksille räätälöityjä sääennustepalveluja, joita kehittynyt automatiikka voi hyödyntää)

- Kyllä
 Ei

Kentän hoito**Hoituuko kentän lämmityksen säätö täysin automaattisesti?**

- Kyllä
 Ei

Mitä seuraavista säädetään manuaalisesti?

- Lämmitys päälle / pois
 Kentän pintalämpötilan asetus

Montako tuntia vuodessa kentän lämmitys on päällä?

(Arvioi kuinka monta tuntia vuodessa keskimäärin kenttää lämmitetään)

 Tuntia / vuosi**Pidetäänkö kentällä jatkuvasti peruslämpöä?**

(Joillakin kentillä pidetään kylmän kauden aikana myös pientä peruslämpöä päällä, vaikka kentällä ei pelattaisi)

- Kyllä
 Ei

Suoritetaanko kentällä lumenpoisto myös joillakin seuraavista tavoista?

- Auraamalla
 Suolaamalla
 Kemikaaleilla
 Ei lumenpoistoa manuaalisesti, vaan lumi sulatetaan lämmityksellä



WEBROPOL-KYSELYKAAVAKE, sivu 6, jokin muu lämmitysratkaisu, energian kulutus

Pallokentän lämmitys

Energian kulutus

Keskeytä

Millä tekniikalla kentän lämmitys on toteutettu?

(Mikäli kentän lämmitys ei ole toteutettu nestekierrolla tai sähkövastuksilla, kuvaile kentän lämmitysratkaisua omin sanoin)

200 merkkiä jäljellä

Keskeytä

Energian toimittaja

(Kirjoita kenttään primäärienergian toimittajan nimi)

50 merkkiä jäljellä

Keskeytä

Energian kulutus vuodessa

(Ilmoita joko kWh tai MWh)

kW

MW

Keskeytä

Lämmitysenergian kustannukset vuodessa

(Ilmoita paljonko lämmitysenergia keskimäärin maksaa vuodessa)

€ / vuosi

Keskeytä

Automaatiikka

Keskeytä

Mitä seuraavista mittaus suureista automaatiikka käyttää kentän lämmityksen säätöön?

- Kentän lämpötila
- Kentän kosteus
- Ilman lämpötila
- Tuulen voimakkuus
- Tuulen suunta
- Sade / lumisade

Keskeytä

Käyttääkö automaattikka kentän lämmityksen säätöön myös sääennusteita?

(Esimerkiksi Ilmatieteenlaitos pystyy toimittamaan yrityksille räätälöityjä sääennustepalveluja, joita kehittynyt automaattikka voi hyödyntää)

- Kyllä
 Ei

Keskeytä

Kentän hoito

Keskeytä

Hoituuko kentän lämmityksen säätö täysin automaattisesti?

- Kyllä
 Ei

Keskeytä

Mitä seuraavista säädetään manuaalisesti?

- Lämmitys päälle / pois
 Kentän pintalämpötilan asetus

Keskeytä

Montako tuntia vuodessa kentän lämmitys on päällä?

Arvioi kuinka monta tuntia vuodessa keskimäärin kenttää lämmitetään.

Tuntia / vuosi

Keskeytä

Pidetäänkö kentällä jatkuvasti peruslämpöä?

(Joillakin kentillä pidetään kylmän kauden aikana myös pientä peruslämpöä päällä, vaikka kentällä ei pelattaisi)

- Kyllä
 Ei

Keskeytä

Suoritetaanko kentällä lumenpoisto myös joillakin seuraavista tavoista?

- Auraamalla
 Suolaamalla
 Kemikaaleilla
 Ei lumenpoistoa manuaalisesti, vaan lumi sulatetaan lämmityksellä

Keskeytä

<-- Edellinen

Lähetä

