



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

KAUKOLÄMMÖN PALUUVEDEN JÄÄHTY- MÄN TARKASTELU OSANA TEKONURMI- HANKKEEN INVESTOINTIPÄÄTÖSTÄ

Jenny Koskela

Opinnäytetyö
Heinäkuu 2016
Biotuote- ja Prosessiteknikka
Prosessiteknikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Biotuote- ja Prosessitekniikan koulutusohjelma
Prosessitekniikka

KOSKELA, JENNY:

Kaukolämmön paluuveden jäähtymän tarkastelu osana tekonurmihankkeen investointipäätöstä

Opinnäytetyö 45 sivua, joista liitteitä 2 sivua
Heinäkuu 2016

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää tekonurmikentän lämmityksestä kaukolämmön paluuedellä muodostuvat kustannukset sekä vaikutukset kaukolämpölaitokseen ja -verkkoon. Tutkittavana kohteena työssä oli Akaaseen rakennettava Lastumäen lämmitettävä tekonurmikenttä. Työssä selvitettiin kaukolämmön paluuveden käyttömahdollisuutta Akaan tekonurmikentällä, sekä pyrittiin laskemaan lämmittämisestä aiheutuvat kustannukset. Lisäksi työssä tehtiin pohjustus erilaisista kaukolämmön tuotannon rakenteista helpottamaan vastaavanlaiseen hankkeeseen ryhtyviä.

Työn tulokseksi saadut kustannusarviot ovat karkeita arviota saatujen tietojen sekä lisäselvitysten pohjalta. Kaukolämpöverkkoon liittyminen paluupuolelta sekä priimausmahdollisuus menopuolelta on kannattava lämmitysmuoto kentälle. Lämpöyhtiö Elenia Lämpö Oy suhtautui myönteisesti hankkeeseen ja sen kaukolämpöverkko hyötyy viileämmästä paluuedestä. Kentän sijainti on hyvä kaukolämpöverkkoon ja -laitokseen nähden. Liittymiskustannukset ovat karkeasti arvioituna maksimissaan 10 000 €, perusmaksua kentän lämmityksestä ei peritä ja energiamaksu tulee olemaan 28 000-65 000 €/v. Jäämestarit Oy:n antaman tarjouksen mukaan kentän lämmitysjärjestelmälle tulee hintaa 110 000-120 000 €, alv 0 % ja toimitus sisältää vaihdintilan, vaihdinpaketin, automaation, putkiston aurattuna rakennekerrokseen sekä lämmitysnesteen.

Johtopäätöksenä työssä on, että tekonurmikentän lämmittäminen on kannattavaa, sillä Akaassa on suuri määrä jalkapallon harrastajia ja kentän sijainti on otollinen niin lähiliikuntapaikkana kuin kaukolämpöverkkoon liittymisen kannalta. Kustannusarvion mukaan paluuedellä lämmitys on toimiva ratkaisu ja sen käyttöä voidaan suunnitella myös muille jalkapallokentille. Vastaavia rakennushankkeita varten tehtiin ohjeistus, jonka mukaan hankkeeseen on helpompi ryhtyä. Tarkemmat kustannukset selvinnevät Akaan Jalkapalloilun Tuki Oy:n ja Elenia Lämpö Oy:n neuvotteluissa, kun hanke etenee.

Asiasanat: kaukolämmitys, paluuvesi, tekonurmikenttä

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Bioproduct and Process technology
Process technology

KOSKELA, JENNY:

Assessment of The Cold Flow as Part of The Investment Decision of An Artificial Turf

Bachelor's thesis 45 pages, appendices 2 pages

July 2016

The aim of this thesis was to inspect the uses of district heating cold flow and the expenses of the artificial turf which will be built in Akaa in southern Finland. At the end of the thesis the different district heating production forms are presented.

The thesis was made by searching the information and cooperating with persons from heating plant Elenia Lämpö Ltd, football association Akaan Jalkapalloilun Tuki Ltd and engineering company Elomatic Ltd. The main task was to determine the costs incurring for the construction of the artificial turf and the heating costs. Evaluation of the cost statement and the profitability of the building took place in consultation with the various parties.

Of the results of this thesis show that building the artificial turf is profitable. The district heating network is suitable and expenses are reasonable. A rough estimate of expenses is 10 000 € for connection costs, 28 000-65 000 €/year for energy costs and 110 000-120 000 € for field heating system. Construction of the artificial turf is profitable because there are lots of football players and other users and the location is suitable.

Key words: district heating, artificial turf

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	SIDOSRYHMÄT	8
2.1	Akaan Jalkapalloilun Tuki Oy	8
2.1.1	Toijalan Pallo-49	8
2.1.2	Viialan Peli-Veikot.....	9
2.2	Suomen Palloliitto ry	9
2.3	Akaan kaupunki	9
2.4	Elenia Lämpö Oy	9
2.5	Elomatic Oy	10
3	KAUKOLÄMPÖ.....	11
3.1	Kaukolämpöjärjestelmä	11
3.2	Kaukolämmön tuotanto.....	12
3.3	Lämpöhäviöt	13
3.4	Paluuveden käyttökohteita	13
3.5	Toijalan Käenojan Elenia Lämpö Oy:n lämpökeskus	13
3.6	Toijalan lämpökeskuksen lämpöarvoja	14
4	CALIGO CS6 HP -SAVUKAASUPESURIJÄRJESTELMÄ.....	18
5	VAIKUTUKSET LÄMMÖN TALTEENOTTOSYSTEEMIIN	21
5.1	Hyötysuhde	21
5.2	Muut hyödyt.....	22
5.3	Ympäristövaikutukset ja päästöt	22
6	TEKONURMIKENTTÄ	24
6.1	Kentän sijainti	24
6.2	Kentän lämmitys	27
6.3	Kentän muut vaatimukset	28
6.4	Kentän huolto.....	30
7	KUSTANNUKSET	32
8	POHJUSTUS VASTAAVAAN HANKKEESEEN RYHTYVÄLLE.....	36
9	POHDINTA.....	40
	LÄHTEET.....	42
	LIITTEET	44
	Liite 1. Kustannuslaskelmapohja.....	44

ERITYISSANASTO

Eteeniekvivalentti	Suure, joka kuvaa ihmisten muodostamien oksidanttien määrää alailmakehässä.
Hiilidioksidiekvivalentti	Ilmastotieteessä käytetty suure, joka kuvaa ihmisen tuottamien kasvihuonekaasujen ilmastovaikutusta eli ilmastoa lämmittävää vaikutusta.
Priimaus	Kaukolämmön paluuveden riittävän lämpötehokkuuden varmistaminen tekemällä liitos kaukolämmön menovesipuolelta.
Rikkidioksidiekvivalentti	Suure, joka kuvaa ihmisen tuottamia päästöjä happamoitumisesta.

1 JOHDANTO

Työssä tutkittiin tekonurmikentän lämmitysmahdollisuutta kaukolämmön paluuedellä. Paluueden käyttö lämmittämistarkoituksessa toimii samalla tavoin, kuin kaukolämmön menovedellä lämmitys, mutta lämpöä luovuttavan veden lämpötila on 25–50 °C. Käytännön tutkinnan kohteena työssä on käytetty Akaan Toijalaan rakennettavaa Lastumäen lämmitettävää tekonurmikenttää.

Opinnäytetyön taustalla oli useita tahoja. Työssä on esitelty hankkeessa mukana olevat yritykset. Työn teettäjänä toimi Elomatic Oy, jolle tehtävän oli antanut Akaan jalkapalloseurat ja heidän toimestaan perustettu Akaan Jalkapalloilun Tuki Oy. Opinnäytetyön tarkoituksena on kerätä tietoa ja arvioida kustannuksia, joiden avulla Akaan Jalkapalloilun Tuki Oy tekee investointipäätöksen siitä, lämmitetäänkö tekonurmikenttää kaukolämmön paluuedellä vai ei.

Työssä on kerrottu kaukolämmöstä teorian tasolla, jotta saadaan vaadittavat pohjatiedot aiheesta. Teoriatiedon lisäksi työssä on tarkemmin selvitetty Elenia Lämpö Oy:n Käenojan lämpölaitoksen toimintaa. Lisäksi on kerrottu Toijalan Käenojan lämpölaitoksella olevasta Caligo Industrian toimittamasta savukaasupesurijärjestelmästä. Paluueden jäähtymisen vaikutuksia on käsitelty omassa kappaleessaan, josta selviää niin vaikutukset hyötysuhteeseen kuin ympäristöönkin.

Tekonurmikenttään liittyvät asiat on käsitelty omassa kappaleessaan. Lämmityksen tutkimisen kannalta oleellista on kentän sijainti kaukolämpöverkkoon nähden sekä lämmitettävän alueen pinta-ala. Tekonurmikentän tehon tarpeen ja kaukolämpöverkon toimintakapasiteetin yhteensopivuutta selvitettiin. Myös tekonurmikentän muut vaatimukset ja tarvittavat huoltotoimenpiteet käsitellään työssä.

Tekonurmikentän lämmittämiseen kuluvat kustannukset määritettiin niin tarkoin kuin mahdollista. Kustannuksia selvitettiin kentän lämmitysjärjestelmään liittyviltä tahoilta ja niistä koottiin suuntaa antava kululaskelma. Neuvotteluyhteys lämpöyhtiön suuntaan saatiin avattua. Saatujen tulosten pohjalta Akaan Jalkapalloilun Tuki Oy:n on helpompi arvioida lämmitysjärjestelmän kustannuksia ja tehdä päätöksiä asian suhteen.

Työhön on myös koottu tarpeellista tietoa vastaavaan hankkeeseen ryhtyville tekonurmikenttien rakennuttajille. Tärkeänä osuutena onkin paluuvien jäähtymisen vaikutusten tarkastelu erilaisiin kaukolämmön tuotannon rakenteisiin. Koottujen tietojen pohjalta vastaavaan hankkeeseen ryhtyvien on helpompi avata neuvotteluyhteys lämpölaitosten kanssa ja edetä omassa hankkeessaan.

2 SIDOSRYHMÄT

Työssä oli mukana useampia tahoja, joilla kaikilla on oma roolinsa tekonurmikenttähankkeessa. Lämmitettävän tekonurmihankkeen takana on Akaan Jalkapalloilun Tuki Oy, jonka taustalla ovat Akaan jalkapalloseurat Toijalan Pallo-49 ja Viialan Peli-Veikot. Heitä hankkeessa tukemassa ja neuvomassa on Suomen Palloliitto ry. Akaan kaupunki on osaltaan suhtautunut myönteisesti lämmitettävän tekonurmikentän rakennushankkeeseen sekä opinnäytetyöhön osana sitä. Hyödynnettävänä kaukolämpöyhtiönä hankkeessa on Elenia Lämpö Oy ja heidän Toijalassa Käenojalla toimiva kaukolämpölaitoksensa. Selvityksen teettäjänä toimii Elomatic Oy.

2.1 Akaan Jalkapalloilun Tuki Oy

Akaan Jalkapalloilun Tuki Oy on kesäkuussa 2016 perustettu osakeyhtiö, jonka toimialaan kuuluu urheilupaikkojen rakentaminen, hallinnointi ja markkinointi sekä niitä tukeva toiminta. Lisäksi yrityksen toimintaan kuuluu muun muassa urheilumarkkinointia, liikuntapalveluiden tarjoamista, urheilutilaisuuksien järjestämistä, jalkapallojoukkueiden hallinnointia, markkinointia ja valmennustoimintaa. Yhtiö on voittoa tavoittelematon, eikä se jaa omistajilleen osinkoa, vaan mahdolliset voitot käytetään yhtiön oman toiminnan tukemiseen ja kehittämiseen. (Kauppalehti 2016.)

2.1.1 Toijalan Pallo-49

Jalkapalloseura Toijalan Pallo-49 on perustettu vuonna 1949. Aktiivisia junioripelaajia on tällä hetkellä noin 300. Joukkueiden pelaaminen tapahtuu Tampereen piirin eri sarjoissa. Edustusjoukkue pelaa Tampereen piirin 4. divisioonassa ja kakkosjoukkue 6. divisioonassa. Yhteensä seuran toiminnassa on mukana yli 400 akaalaista viikoittain. Seuran puheenjohtajana toimii Niko Sulin. (Toijalan Pallo-49 2016.)

2.1.2 Viialan Peli-Veikot

Viialan Peli-Veikot on vuonna 1957 perustettu jalkapalloseura. Sen toiminta keskittyy akaalaiseen juniorijalkapalloon, mutta vuonna 2016 seuralla on myös oma edustusjoukkue, joka pelaa Tampereen piirin 6. divisioonassa. Seurassa on yhteensä yhdeksän joukkuetta. Seuran puheenjohtajana toimii Kari Salin. (Viialan Peli-Veikot 2016.)

2.2 Suomen Palloliitto ry

Suomen Palloliitto ry on perustettu vuonna 1907. Kansainväliseen Jalkapalloliittoon FIFAan se liittyi vuonna 1908 ja Euroopan Jalkapalloliittoon UEFAan 1954. Suomen Palloliittoon kuuluu noin tuhat jäsenseuraa, ja siten sen alaisuudessa on yli 127 000 rekisteröityä pelaajaa. Harrastajamäärällä mitattuna Suomen Palloliitto ry on Suomen suurin urheilun lajiliitto. Sen tehtävänä on vastata Suomen jalkapallotoiminnasta ja sen kehittämisestä. (Suomen Palloliitto ry 2016.)

2.3 Akaan kaupunki

Akaan kaupunki on Pirkanmaalla Tampereen ja Hämeenlinnan välissä sijaitseva kaupunki. Akaan asukasluku on hieman yli 17 000 ja sen pinta-ala on yli 300 km². Akaan kaupunki on perustettu vuonna 2007, kun Toijalan kaupunki ja Viialan kunta lakkautettiin. Vuonna 2011 Akaan kaupunki kasvoi, kun Kylmäkosken kunta liittyi siihen. Akaa on lapsiperheiden suosima kaupunki, sillä siellä on hyvät peruspalvelut sekä houkutteleva sijainti ja hyvät liikenneyhteydet. Kaupungilla on kolme sydäntä, sillä suurimmat asukas-keskittymät ovat keskustojen ympärillä. (Akaan kaupunki 2016.)

2.4 Elenia Lämpö Oy

Elenia Lämpö Oy on kaukolämpöä ja sähköä tuottava yritys, joka myy ja jakelee kaukolämpöä ja maakaasua Hämeen, Keski-Suomen ja Pohjois-Pohjanmaan alueella. Elenia

Lämpö Oy:llä on 5000 asiakassopimusta, joista noin 40 % on solmittu kotitalouksien kanssa. Yhteensä Elenia Lämpö Oy:llä on 85 000 loppukäyttäjää. Valtion kiinteistöjen osuus lämpöenergian kokonaisymyynnistä on 26 % ja yritysten osuus on 29 %. Yhtiö pyrkii lisäämään uusiutuvien energianlähteiden käyttöä koko ajan. Tällä hetkellä 90 % polttoaineesta, jota kaukolämmön tuotannossa käytetään, on kotimaista puuta ja turvetta. Tuotannon energiatehokkuuden parantaminen on myös Elenia Lämpö Oy:n yksi kehittämisalueista. Energiateollisuus ry on myöntänyt Reilu kaukolämpö -laatumerkin Elenian kaukolämpötoiminnoille. (Elenia 2016.)

Elenia Lämpö Oy:n kokonaisomistus on Elenia Oy:llä. Elenia Lämpö Oy:n liikevaihto oli vuonna 2015 noin 71 miljoonaa euroa. Yrityksen liikevaihto laski noin 4 % edellisvuoteen verrattuna, mutta tämä selittynee alhaisella kaukolämmön volyymillä. Liikevoitto kuitenkin kasvoi noin 25 %, sillä edelliseen vuoteen verrattuna oli tuotannossa käytettyjen polttoaineiden jakauma painottunut edullisempiin kotimaisiin polttoaineisiin. Myös tuotannon hyötysuhde parani. (Elenia Lämpö Oy 2015.)

2.5 Elomatic Oy

Elomatic Oy on Ari Elon vuonna 1970 perustama insinöörisuunnittelutoimisto. Se tarjoaa konsultointi-, suunnittelu-, tuotekehitys- ja projektinhallintapalveluita sekä tuotteita ja kokonaisratkaisuja niin teollisuusyrityksille kuin julkisen sektorin organisaatioille. Elomatic Oy työllistää noin 800 työntekijää ja sillä on toimipisteitä Suomen lisäksi myös Puolassa, Intiassa, Kiinassa, Alankomaissa, Italiassa, Serbiassa, Venäjällä sekä Yhdistyneissä Arabiemiirikunnissa. Elomatic Oy:n erikoisosaamisalueita ovat muun muassa biotekniikka- ja lääketieteellisyys, prosessiteollisuus, energiateollisuus ja kaasua- ja öljyteollisuus. (Brink 2016, 8–11.)

Elomatic-konsernin liikevaihto oli 52 miljoonaa euroa vuonna 2015. Kasvua edellisvuodesta oli noin 15 %. Yrityksen tavoitteena on kasvattaa liikevaihto 200 miljoonaan euroon vuoden 2020 loppuun mennessä. Keskeisenä osana kasvustrategiaa on keskittyä uusiin ja kehittyviin markkinoihin. Esimerkkinä tästä on muun muassa vuonna 2015 tehdyt lääketieteellisuuden investoinnit Iranissa. (Elomatic Oy 2016.)

3 KAUKOLÄMPÖ

Kaukolämpö on Suomen yleisin lämmitysmuoto. Kaukolämmön etuja ovat energiatehokkuus sekä ympäristömyönteisyys, sillä hukkaan menevä lämpöenergia pystytään usein hyödyntämään esimerkiksi sähköntuotannon yhteydessä. Kaukolämmön taloudellisuus perustuu tiheään rakennettujen suuria rakennuksia käsittävien alueiden lämmitykseen. Kaukolämpöä käytetäänkin suurimmassa osassa julkisista ja liikerakennuksista sekä kerrostaloista. Koko Suomessa lämpömarkkinoista kaukolämmön osuus on 46 % ja suurimmissa kaupungeissa markkinaosuus ylittää 90 %. (Kaukolämmitys.)

Kaukolämmitykseen tuotetaan lämpöenergiaa lämmitysvoimalaitoksissa tai lämpökeskuksissa. Tuotettu lämpö jaetaan kaukolämpöverkoston välityksellä asiakkaille. Lämmön siirto kaukolämpöverkostossa perustuu kuuman veden käyttöön lämmönsiirron väliinena. Kiertoveden kuumennus tapahtuu lämpökeskusten kattiloissa tai lämmitysvoimalaitosten lämmönsiirtimissä. Kuumaa kaukolämpövedettä voidaan tuottaa yhdessä sähkön tuotannon kanssa siten, että kuumalla höyryllä tuotetaan ensin sähköä, ja lopulla höyrystä saatavalla energialla lämmitetään kiertovesi tarvittavaan lämpötilaan. Lämpöenergia siirtyy asiakkaan lämmönjakokeskuksessa kiinteistön lämmitysjärjestelmän kiertoveteen tai lämpimän käyttöveden valmistukseen. Jäähdyntynyt kaukolämpövesi palaa kaukolämpöverkostoa pitkin takaisin lämmöntuotantolaitokseen uudelleen lämmitettäväksi. (Mäkelä & Tuunanen 2015, 11.)

3.1 Kaukolämpöjärjestelmä

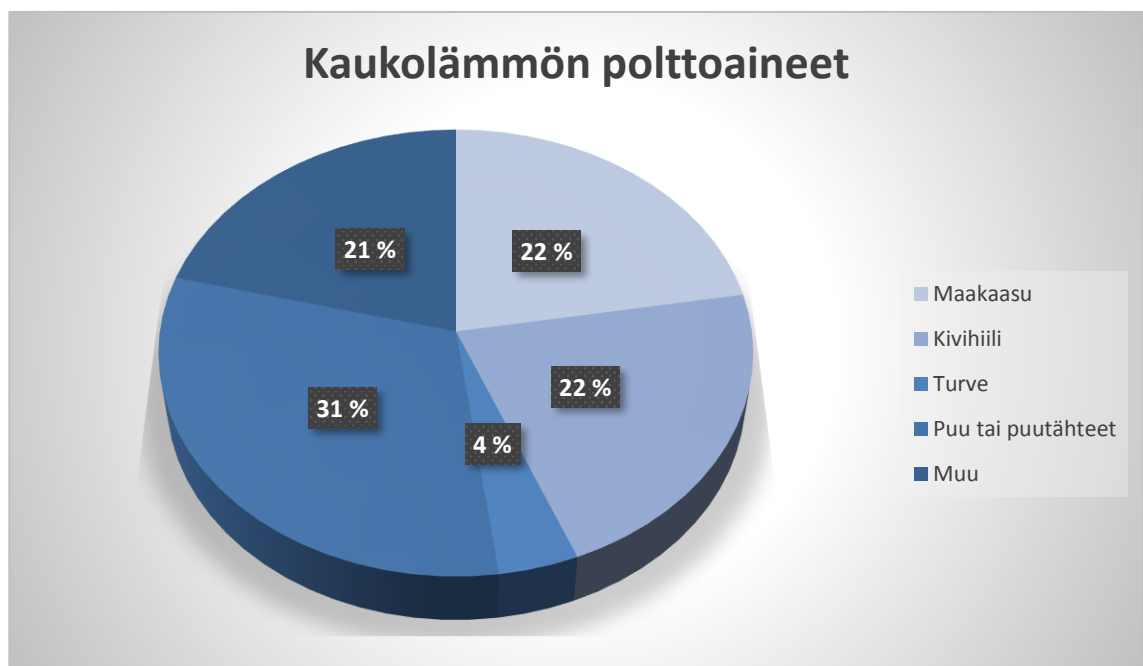
Lämpölaitoksissa tuotettu lämmin vesi, 65–115 °C, pumpataan maan alla kulkeviin polyuretaanilla eristettyihin putkiin, jotka on asennettu noin 0,5–1 m syvyyteen. Putkea pitkin lämmin menovesi kulkee kuluttajan lämmönvaihtimeen, jossa se luovuttaa lämmön kiinteistön patteriverkoston veteen. Lämmönvaihtimesta paluuvesi, 25–50 °C, palaa lämpölaitokselle uudelleen lämmitettäväksi. Veden kierto kaukolämpöverkossa ja asiakkaan kaukolämpölaitteistossa on aikaansaatu lämpölaitoksen pumpuilla, joista muodostuu paine-ero verkkoon. Paine-eron on oltava vähintään 0,6 bar. Kaukolämpöverkon putkien koko vaihtelee talojen liittymisputkien 20 mm suuruudesta voimalaitokselta lähteviin

jopa 1000 mm putkiin. Kaukolämpö on luotettava lämmitysmenetelmä. Korjaustöistä johtuvien käyttökeskeytysten vuoksi kaukolämpöasiakas on vuodessa keskimäärin yhden tunnin ilman lämpöä. (Harju 2010, 143–145.)

3.2 Kaukolämmön tuotanto

Kaukolämmön tuotanto tapahtuu joko lämmitysvoimalaitoksissa tai lämmityskeskusissä. Lämmitysvoimalaitoksissa tuotetaan lämmön lisäksi myös sähköä, kun taas lämpökeskuksissa tuotetaan pelkkää lämpöä. Lämmitysvoimalaitosten osuus kaukolämmön tuotannossa on 75 % ja loput 25 % tapahtuu lämpökeskuksissa. Lämpökeskuksia on kahden tyyppisiä: sellaisia, jotka toimivat täydellä teholla mahdollisimman pitkään ja sellaisia, jotka toimivat huippu- tai varalämpökeskuksina. Varalämpökeskukset toimivat satunnaisesti esimerkiksi kovimmilla pakkasilla.

Kaukolämmön polttoaineena käytetään maakaasua määrällisesti 22,3 %, kivihiiltä 21,6 %, turvetta 4 %, puuta tai puutähteitä 31,1 % (kuvio 1). Samalla käytetään hyväksi myös teollisuustuotannon ylijäämälämpöä. Vuonna 2014 kaukolämmön tuotanto oli 34,7 TWh. (Kaukolämmön tuotanto ja polttoaineet.)



KUVIO 1. Kaukolämmön tuotannossa käytettävät polttoaineet

3.3 Lämpöhäviöt

Kaukolämpöverkon lämpöhäviöt ovat 4–20 %, riippuen putkikoosta. Pienemmissä putkissa DN50 lämpöhäviöt ovat suurempia johtuen suuremmasta vaippapinta-alasta suhteessa lämpöenergian siirtokykyyn. Putkikoon ollessa DN150 lämpöhäviöt ovat useimmiten alle 10 %. Lämpöhäviöt muodostuvat siitä, että lämmön johtuminen on suoraan verrannollinen lämpötilaeroon, joka vallitsee lämmönsiirtymisrajapintojen välillä. Kaukolämpöverkossa lämpöä johtuu maaperään ja siitä edelleen muuhun ympäristöön. Kaukolämpöverkon lämpöhäviöitä voidaan vähentää muun muassa riittävän paksulla ja laadukkaalla putkien eristyksellä, verkon sopivalla käyttölämpötilalla, putkiston riittäväällä peitesyvyydellä sekä verkon oikealla käyttöasteella. (Koskelainen, Saarela & Sipilä 2006, 203.)

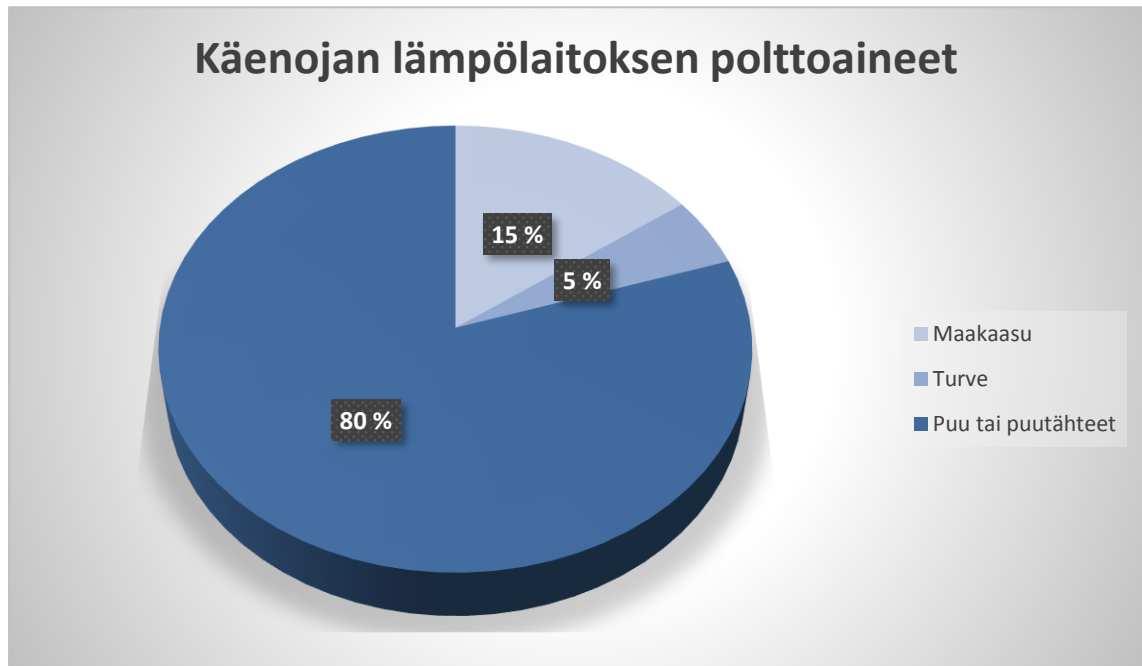
3.4 Paluueden käyttökohteita

Kaukolämpöverkon paluuvettä voidaan käyttää hyödyksi kaupunkien kävelykatujen, ajorampien, piha-alueiden tai pienten terminaalien sulana pitoon. Useat lämpöyhtiöt tarjoavat sulanapitojärjestelmiä, joita voidaan asentaa esimerkiksi kerrostalojen piha-alueille. Sulanapitojärjestelmää varten tarvitaan joko oma liittymä, jolla paluueden lämpö saadaan hyödynnettyä tai vanhaan liittymään uusi lämmönvaihdin, jossa on sulanapitokytkentä. Useissa kaukolämpöverkoissa on paluueden lämpötila niin korkea, että on järkevää hyödyntää sen lämpöä.

3.5 Toijalan Käenojan Elenia Lämpö Oy:n lämpökeskus

Toijalan Käenojan lämpökeskus on vuonna 2014 ottanut käyttöönsä uusimmat investointinsa. Sen investoinnit koskivat savukaasupesuria sekä lämpöpumppua, jotka tehostavat lämpölaitoksen toimintaa ja puhdistavat savukaasuja tehokkaammin. Uusien investointien myötä lämpökeskuksen hyötysuhdetta saatiin nostettua 10 % vuositasolla. Käenojan lämpökeskuksen teho on 11 MW. Polttoaineena Käenojalla käytetään pääasiassa haketta, jota käytetään noin 80 %, turvetta käytetään 5 % ja loput 15 % lämmöstä tuotetaan maa-kaasulla (kuvio 2). Vuonna 2014 käytetyn metsäpolttoaineen määrä Käenojalla oli 28,3

GWh. Pesurin ansiosta savukaasujen lämpö voidaan hyödyntää kaukolämpöveden lämmitykseen ja samalla savukaasut puhdistetaan. Pesurin tehoa pystytään lisäämään, kun kaukolämmön paluuvettä jäähdytetään lämpöpumpulla. Savukaasujen loppulämpötila on saattanut aiemmin olla jopa 160 °C, mutta pesurin ansiosta on lämmöstä saatu talteen yli 100 °C. Toijalassa on käytössä myös toinen lämpökeskus, Savola, mutta se toimii lähinnä varalaitoksena huoltojen sekä kovimpien pakkasten aikana. (Antola 2014.)



KUVIO 2. Käenojan lämpölaitoksella käytettävät polttoaineet

3.6 Toijalan lämpökeskuksen lämpöarvoja

Elenia Lämpö Oy:n Toijalan Käenojan lämpökeskuksen meno- ja paluuveden sekä ulkolämpötilan arvoja tilastoidaan kerran tunnissa suoritettavista mittauksista päivittäin. Tekonurmikentän arvioidun lämmityskauden lämpötilamittausten keskiarvo-, minimi- ja maksimilämpötilat on esitetty taulukoissa 1–3. Arvioitu lämmityskausi kestää lokakuun alusta maaliskuun loppuun. Taulukoiduissa arvoissa on lämpötiloja tammikuusta 2015 maaliskuuhun 2016. Pois on jätetty kuukaudet, jolloin kenttää ei lämmitetä. Taulukossa 1 on esitetty Elenia Lämpö Oy:ltä saatujen ulkolämpötilatilastojen arvot.

TAULUKKO 1. Toijalan Käenojan lämpökeskuksen ulkolämpötilat lämmityskaudella

Lämmityskuukaudet (1.10.–31.3.)	Ulkolämpötila Keskiarvo (°C)	Ulkolämpötila Minimi (°C)	Ulkolämpötila Maksimi (°C)
Tammikuu 2015	-2,7	-19,2	3,8
Helmikuu 2015	-0,6	-16,5	5,8
Maaliskuu 2015	1,6	-9,6	10,0
Lokakuu 2015	4,6	-4,6	15,8
Marraskuu 2015	3,9	-6,2	10,7
Joulukuu 2015	1,8	-8,9	9,6
Tammikuu 2016	-10,9	-27,0	3,3
Helmikuu 2016	-0,7	-9,4	3,9
Maaliskuu 2016	0,6	-12,7	12,2

Lämmityskauden ulkolämpötilat vaihtelevat runsaasti. Minimi- ja maksimiarvojen vaihtelua voidaan selittää vuorokauden aikojen lämpötilaeroilla. Myös vuosittainen vaihtelu voi olla runsasta. Kun verrataan vuoden 2015 tammikuun ulkolämpötilan keskiarvoa tammikuun 2016 keskiarvoon, on lämpötilaero yli 8 °C.

Taulukossa 2 on esitetty Elenia Lämpö Oy:ltä saatujen menoveden lämpötilatilastojen arvot.

TAULUKKO 2. Toijalan Käenojan lämpökeskuksen menoveden lämpötilat lämmitys-
kaudella

Lämmityskuukaudet (1.10.–31.3.)	Menoveden Keskiarvo (°C)	Menoveden Minimi (°C)	Menoveden Maksimi (°C)
Tammikuu 2015	87,3	80,2	109,6
Helmikuu 2015	84,6	78,8	105,1
Maaliskuu 2015	82,3	75,5	95,7
Lokakuu 2015	79,9	73,9	89,0
Marraskuu 2015	80,1	62,3	91,0
Joulukuu 2015	82,3	76,2	97,5
Tammikuu 2016	97,3	80,6	112,6
Helmikuu 2016	84,8	80,1	97,5
Maaliskuu 2016	83,8	75,1	102,8

Menoveden lämpötila on keskimääräisesti 80–90 °C, mutta mitä kylmempi ilma ulkona on sitä lämpimämpää vettä, jopa yli 100 °C, kaukolämpöverkkoon syötetään, jotta pystytään takaamaan asiakkaan lämmöntarve.

Taulukossa 3 on esitetty Elenia Lämpö Oy:ltä saatujen paluuveden lämpötilatilastojen arvot.

TAULUKKO 3. Toijalan Käenojan lämpökeskuksen paluueden lämpötilat lämmitys-
kaudella

Lämmityskuukaudet (1.10.–31.3.)	Paluueden Keskiarvo (°C)	Paluueden Minimi (°C)	Paluueden Maksimi (°C)
Tammikuu 2015	44,8	39,0	54,1
Helmikuu 2015	43,6	40,6	51,0
Maaliskuu 2015	43,0	40,8	48,3
Lokakuu 2015	43,7	41,1	47,5
Marraskuu 2015	43,2	38,5	49,0
Joulukuu 2015	44,7	42,7	49,6
Tammikuu 2016	51,0	44,5	58,7
Helmikuu 2016	45,4	41,5	50,9
Maaliskuu 2016	44,3	41,4	51,9

Paluueden lämpötila vaihtelee 40–50 °C välillä, joten se on vielä melko lämmintä palatessaan lämpökeskukselle. Paluuedessä on vielä potentiaalia lämmittämiseen ja siksi sen hyötykäyttäminen tekonurmikentän lämmitykseen voisi olla toimiva ratkaisu.

Lämpötilojen arvot nitoutuvat yhteen, kun tarkastellaan taulukoita 1–3. Mitä kovempi pakkas on ulkona on, sitä lämpimämpää vettä kaukolämpöverkkoon syötetään. Kovilla pakkasilla asiakkaan vaatima lämmöntarve varmistetaan syöttämällä mieluummin hie-
man kuumempaa vettä kuin välttämättä tarvittaisiin. Samalla paluuedenkin lämpötila on korkeampi kovilla pakkasilla. Paluuedessä on siis vielä potentiaalia kentän lämmitystä varten ja todennäköisesti sen kapasiteetti on riittävä myös pakkasjaksoilla.

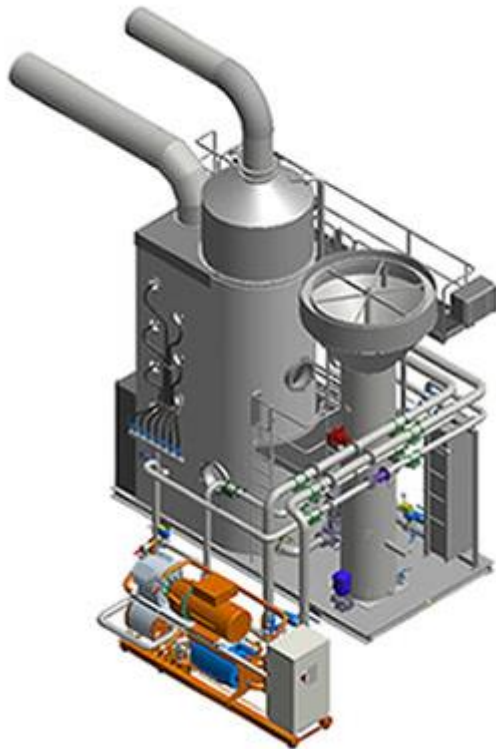
4 CALIGO CS6 HP -SAVUKAASUPESURIJÄRJESTELMÄ

Toijalan Käenojan lämpölaitoksessa on käytössä Caligo Industrian toimittama savukaasupesuri. Pesurissa on patentoitu lämpöpumppukytkentä, joka ansiosta lämmön talteenotto kyky on paljon parempi kuin perinteisillä savukaasupesureilla. Lämpöpumppukytkennän ansiosta lämmön talteenotto onnistuu myös silloin, kun kaukolämmön paluu-jäähdytymän lämpötila on korkea. Perinteisellä savukaasupesurilla sen sijaan lämmön talteenotto kyky laskee. Toimivalla lämmön talteenotolla voidaan saavuttaa jopa 30 % polttoaineen vuosittainen säästö. (Caligo Industria b.)

Caligo-savukaasupesurit toimitetaan mahdollisimman valmiina toimivina itsenäisinä yksikköinä. Asennuspaikalla suoritetaan vain kytkentä muuhun laitokseen ja sen jälkeen pesuri on käyttövalmis. Pesurijärjestelmässä on itsenäinen automaatiojärjestelmä. Se huolehtii pesurin optimaalisesta toiminnasta ja säättää sen toiminta-astetta muun laitoksen asteen mukaiseksi. Caligo-pesurien yksi tärkeimmistä ominaisuuksista on polttoprosessissa syntyneen lauhteen käyttö savukaasujen pesussa, jolloin erillistä raakavettä ei tarvita. Käytetty lauhde voidaan johtaa viemäriverkostoon puhdistusprosessin jälkeen. Patentoidun teknologian ansiosta pesurin fyysinen koko on myös pienempi perinteiseen pesuriin verrattuna. (Caligo Industria a.)

Caligo-savukaasupesurissa on kaksi moduulia; pesuri- ja lauhteenkäsittelymoduuli. Pesurimoduuli sisältää pesuvyöhykkeen sekä yhden tai kaksi lämmön talteenottovyöhykettä, joiden läpi savukaasut johdetaan. Lauhteenkäsittelymoduuli sisältää selkeyttimen, joka sijaitsee ylimpänä lauhtetornissa. Lauhde, joka pesurissa syntyy, johdetaan selkeyttimeen. Siellä liete erottuu painavampana pohjalle. Selkeyttimen alapuolella on hiekkasuodatin. Sinne selkeytynyt lauhde johdetaan ylivuotona. Puhdistetulla lauhteella hiekka pestään automaattisesti ja likainen pesuvesi johdetaan takaisin selkeyttimeen. (Caligo Industria c.)

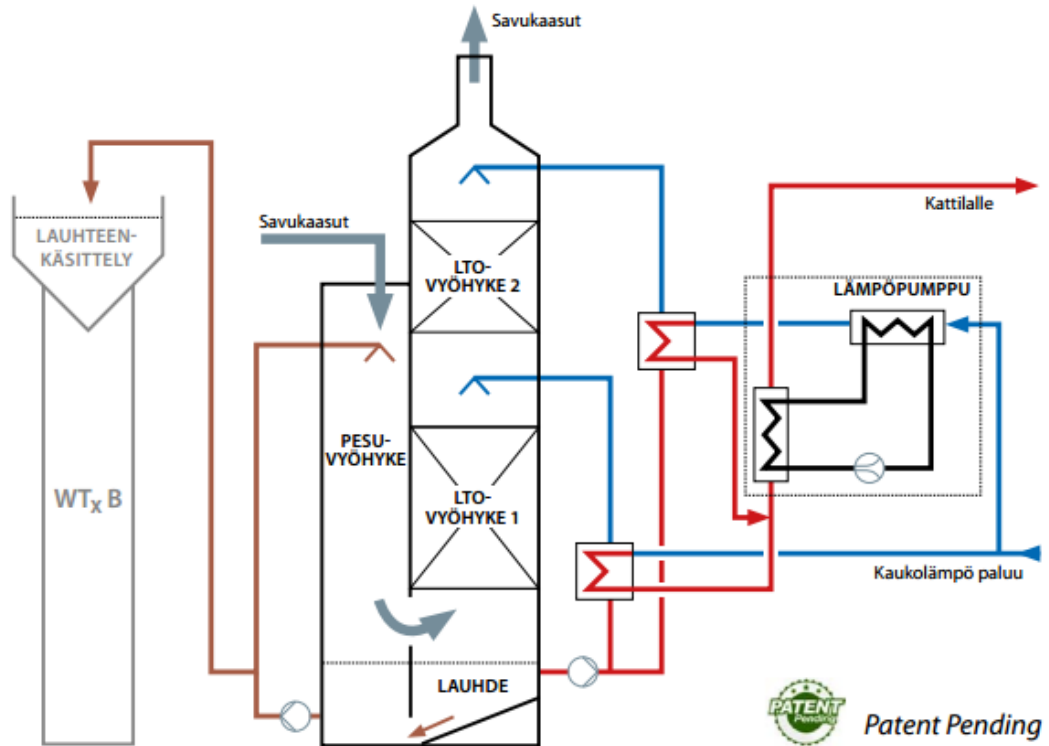
Toijalassa oleva savukaasupesuri on malliltaan CS6 HP (kuva 1). Lämpökattilan koko megawateissa on 6 MW. Muiden laitteiden kuten kompressorien, höyrystimen ja lauhduttimen koko on määritetty erikseen toimitettuun pesuriin ja kytketty patentoidulla menetelmällä osaksi lämmön talteenottokokonaisuutta. (Caligo Industria 2015.)



KUVA 1. Savukaasupesuri CS6 HP (Caligo Industria c)

Caligo Industrian pesurijärjestelmän ideana on jäähdyttää palaavaa kaukolämpövedettä lämpöpumpulla siten, että savukaasujen loppulämpötila saadaan laskettua alhaisemmaksi. Lämpöpumpulta saatava energia palautetaan kaukolämpövedeen pesurin jälkeen. Toijalaan toimitettu Caligo Industrian savukaasupesurin kaaviokuva (kuvio 3) havainnollistaa savukaasupesurin toimintaa. Energiatehokkuuden sekä päästöjen määrän kannalta oleellisinta on savukaasujen loppulämpötila. Mitä matalampi savukaasun lähtölämpötila on, sitä parempi lämmön talteenotto. Normaalilla pesurilla kaukolämpöveden paluulämpötila määrittää suoraan, kuinka kylmäksi savukaasut saadaan jäähdytettyä. Jos paluulämpötila on esimerkiksi 50 °C, savukaasujen loppulämpötila on silloin 53–55 °C. Lämpöpumpupesurilla paluulämpötilan rajoitetta ei ole, vaan savukaasut saadaan Toijalassa nyt jäähdytettyä jopa alle 30 °C lämpötilaan. Savukaasujen jäähdytyksellä kastepistelämpötilan alapuolelle on erittäin paljon merkitystä, koska suurin osa energiasta saadaan savukaasun sisältämän veden lauhtumisesta. Toijalan tilanteessa kylmemmästä paluulämpötilasta ei kovinkaan paljoa ole enää apua lämpölaitoksen toiminnalle. Paluulämpötila on jo tällä hetkellä 42–45 °C ja lämpöpumpun jälkeen savukaasut vapautuvat ilmaan noin 30 °C lämpötilassa. Savukaasujen kyky sitoa kosteutta ei ole lineaarinen, joten savukaasut

eivät juurikaan enää sisällä merkittävää määrää kosteutta. Tämä johtaa siihen, että ylimääräistä energiaa ei ole juurikaan tarjolla, mistä lämpöä saisi otettua talteen. Yleisesti ottaen matalampi paluulämpötila tehostaa lämmön talteenottoa. (Nummila 2016.)



KUVIO 3. Savukaasupesurin kaaviokuva (Caligo Industria 2015)

5 VAIKUTUKSET LÄMMÖN TALTEENOTTOSYSTEEMIIN

Paluuveden lämpötilan laskulla on vaikutusta lämpölaitoksen toimintaan. Teoreettisen tiedon perusteella voidaan olettaa, että lämpölaitos toimii sitä tehokkaammin, mitä viileämpää vettä sinne palaa. Aina toiminta ei ole kuitenkaan näin yksiselitteistä, ja lämpölaitoksen tehokkuuteen vaikuttaa myös muita tekijöitä.

5.1 Hyötysuhde

Elenia Lämpö Oy:ltä saadun tiedon mukaan Käenojan vuosihyötysuhde on noin 102 %. Tämä luku kuvaa lämmön nettotuotannon ja käytetyn polttoaineen suhdetta. Märän puu-polttoaineen tehollinen lämpöarvo on noin 8 MJ/kg. Tämä saadaan määriteltä niin, että poltetaan 1 kg puuta ja mitataan, paljonko lämpöä syntyy. Polttoaineessa oleva vesi höyrystyy poltettaessa ja määrittelyn mukaan oletetaan, että höyry jää höyryksi, eikä lauhdu. Lämpölaitoksen kattilassa poltetaan polttoaine, mutta pesuriosassa savukaasujen höyry lauhduu vielä vedeksi. Tällöin kilosta polttoainetta saadaankin lämpöä hyödyksi enemmän kuin pitäisi. Eli kun laitoksen vuosihyötysuhde on noin 102 %, kilosta märkää puu-polttoainetta saadaan käyttöön energiaa noin 8,1 MJ. Käenojan lämpölaitoksen kattilateho on 5 MW ja pesurinteho 1,3 MW. Koska laitoksessa on käytössä pesurin ja lämpöpumpun yhdistelmä, ei paluuveden matalampi lämpötila käytännössä muuta vuosihyötysuhdetta. Jos käytössä olisi pelkkä savukaasupesuri ilman lämpöpumppua, olisi vuosihyötysuhteen paraneminen arviolta pari prosenttia. (Jauhiainen 2016.)

Sama asia käy ilmi myös Pöyryn tutkimuksesta. Eli savukaasupesurilla, jossa on lämmön talteenotto, ei ole rajoitusta paluuveden lämpötilalle, mutta hyöty on rajallinen. Huomi-oitavaa on myös, että paluuveden lämpötilan laskiessa saatava hyöty vähenee lämpötila-astetta kohti. Toisaalta lämpö tasaantuu ennen lämpökeskusta, sillä paluujohtoon tulee muilta käyttäjiltä normaalia paluuvettä. (Kaukolämpöjärjestelmän paluuveden hyväksikäyttö kiinteistöjen lämmityksessä 2010, 51–52.)

5.2 Muut hyödyt

Vaikka Toijalassa hyötysuhdetta ei pystytä enää parantamaan viileämmällä paluuedellä, on siitä muita hyötyjä, joiden avulla kaukolämpöyhtiö kuitenkin hyötyy. Hyödyt ovat pumppauskustannusten laskeminen, lämpöhäviöiden pieneminen sekä kaukolämpöputkien pienempi koko. Alentamalla paluueden lämpötilaa kaukolämmön vesivirta pienenee. Painehäviöt verkossa vähentyvät pienentyneen vesivirran myötä. Laskeneen vesivirran myötä siirtyy sama kaukolämpöteho pienemmissä putkissa, joten kaukolämpöverkko on mahdollista laajentaa jo olemassa olevista putkista. Eli käytännössä kaukolämpöyhtiö voi ottaa verkkoon uusia asiakkaita, ilman mittavia rakennushankkeita. Olemassa olevan verkon kapasiteetti on riittävä, eikä tarvita uutta suurempaa kaukolämpöputkistoa, vaikka uusia käyttäjiä liitetään olemassa olevan verkon jatkoksi. Huomioitavaa on myös, että mikäli paluueden lämpötilan alentamiseen käytetään lämpöpumppua, saadaan lämmöntarvetta vähennettyä lämpöverkkoon syötetyn sähkötehon verran. Jos lämpöpumppu kuuluu lämmönjakokeskukseen, lämmön tarve vähenee verkosta kulutetun sähköenergian verran. Kaukolämpöteho pysyy kuitenkin muuttumattomana, vaikka lämpötilaero meno- ja paluulinjan välillä kasvaakin. (Kaukolämpöjärjestelmän paluueden hyväksikäyttö kiinteistöjen lämmityksessä 2010, 9–10.)

Lämpöhäviöt pienenevät verkossa, kun paluueden lämpötilaa lasketaan. Yleisesti ottaen yhden lämpöasteen lasku pienentää lämpöhäviöitä 0,8 %. Hyödyn suuruus on kuitenkin riippuvainen jäädyttävän kohteen sijainnista tuotantolaitokseen nähden. Asiakkaan sijaitessa lähellä lämpölaitosta, voi putkipituus lämpöhäviöiden pienentämiseksi jäädä liian lyhyeksi. Toijalan tapauksessa lämpölaitos sijaitsee riittävän kaukana paluueden käyttäjästä, jolloin putkipituus on riittävä lämpöhäviöiden pienentämiseksi. (Kaukolämpöjärjestelmän paluueden hyväksikäyttö kiinteistöjen lämmityksessä 2010, 9–10.)

5.3 Ympäristövaikutukset ja päästöt

Kaukolämmitys auttaa pitämään ympäristöä puhtaana ja se on myös mittava energian- ja ympäristönsäästäjä. Kaukolämpöä käytettäessä polttoaineen energiasta noin 90 % pystytään hyödyntämään. Kaukolämmityksellä on olemassa oma ympäristönhallintajärjestelmä. Kaukolämmön tuotannossa käytetään enenevässä määrin uusiutuvia polttoaineita,

jolloin voidaan vähentää hiilidioksidipäästöjä voimakkaasti. Päästörajoituksilla valvotaan muita päästöjä, kuten typen oksideja ja hiukkaspäästöjä. Suomessa savukaasujen puhdistustekniikka on laadukasta. (Harju 2010, 143.)

Töölön lämmitettävistä jalkapallokentistä, joiden yhteispinta-ala on 12 550 m², on vuonna 2007 tehty energiankulutuksen ja ympäristövaikutusten tutkimus. Tutkimuksessa todettiin Töölön kenttien energiankulutuksen olevan 650 000 GJ elinkaaren eli 50 vuoden aikana. Energianlähteistä 93 % oli uusiutumattomia ja 7 % uusiutuvia. Tarkasteltavalla ajanjaksolla elinkaarikulutus jakautui siten, että 94 % kulutuksesta tuli kiinteistönhoi-
dosta ja 6 % rakentamisesta. Töölön kenttien ympäristövaikutuksista merkittävimpanä olivat hiilidioksidiekvivalentit, joita muodostuu 50 000 tonnia 50 vuoden aikana. Hiilidioksidiekvivalentteina ilmaistut kasvihuonekaasupäästöt liittyvät ilmastonmuutokseen. Rikkidioksidiekvivalentteja muodostuu 140 tonnia 50 vuoden aikana. Rikkidioksidiekvivalentteina ilmaistut päästöt kuvaavat happamoitumista. Eteeniekvivalentteja, jotka kertovat oksidanttien muodostumisesta alailmakehässä, muodostuu 50 vuoden aikana 23 tonnia. (Saari, Sekki, Sinivuori & Tuomela 2007.)

Verrattuna Töölön lämmitettävien jalkapallokenttien energiankulutukseen ja ympäristövaikutuksiin, tulee Toijalan kenttä olemaan paljon ympäristöystävällisempi. Käenojan lämpövoimalaitos käyttää uusiutuvia energialähteitä lämmityksessä 80 % ja uusiutumattomia 20 %, kun turve määritetään kuuluvaksi uusiutumattomiin energianlähteisiin. Lisäksi lämpölaitoksen hyötysuhde on hyvä. Hyödynnettävä lämpö otetaan käyttöön kaukolämmön paluuedestä, jolloin tehostetaan lämpöverkon toimintaa. Lisäksi syntyvät savukaasut käsitellään nykyaikaisella savukaasupesurilla. Pesurissa on patentoitu toiminta-periaate. Siinä on yhdistettynä lämmön talteenotto ja siitä vapautuu ulkoilmaan noin 30 °C höyryä, sekä se suodattaa päästöhiukkaset tehokkaasti. Harrastajien määrä Akaassa on suuri ja todennäköisesti tulee kasvamaan uusien investointien myötä. Toijalan kentän lähetyvillä sijaitsee myös koulu, joka voi käyttää kenttää lähiliikuntapaikkanaan. Kentän käyttöaste tulee siis olemaan suuri. Kentän sijainti on keskeinen, eikä sinne siirtymiseen vaadita välttämättä yksityisautoilua. Toijalan kenttä tulee siis olemaan huomattavasti ympäristöystävällisempi sekä energiatehokkaampi, kuin Töölön kentät tutkimuksen mukaan.

6 TEKONURMIKENTTÄ

Tekonurmikenttä on synteettinen pelialusta. Tekonurmikenttien historia alkaa vuodesta 1962, kun Yhdysvalloissa tehtiin tutkimus ympärivuotisten liikuntapaikkojen rakentamisesta. Ensimmäinen niin kutsuttu ensimmäisen sukupolven tekonurmikenttä rakennettiin vuonna 1964 Rhode Islandiin. Tällä hetkellä rakennetaan kolmannen sukupolven tekonurmikenttiä, joiden ominaisuudet ovat hyvin paljon luonnonnurmen kaltaisia, mutta käyttöaste on huomattavasti parempi. Lämmitettyä tekonurmikenttää voidaan käyttää ympäri vuoden. (Tekonurmiopas 2011.)

6.1 Kentän sijainti

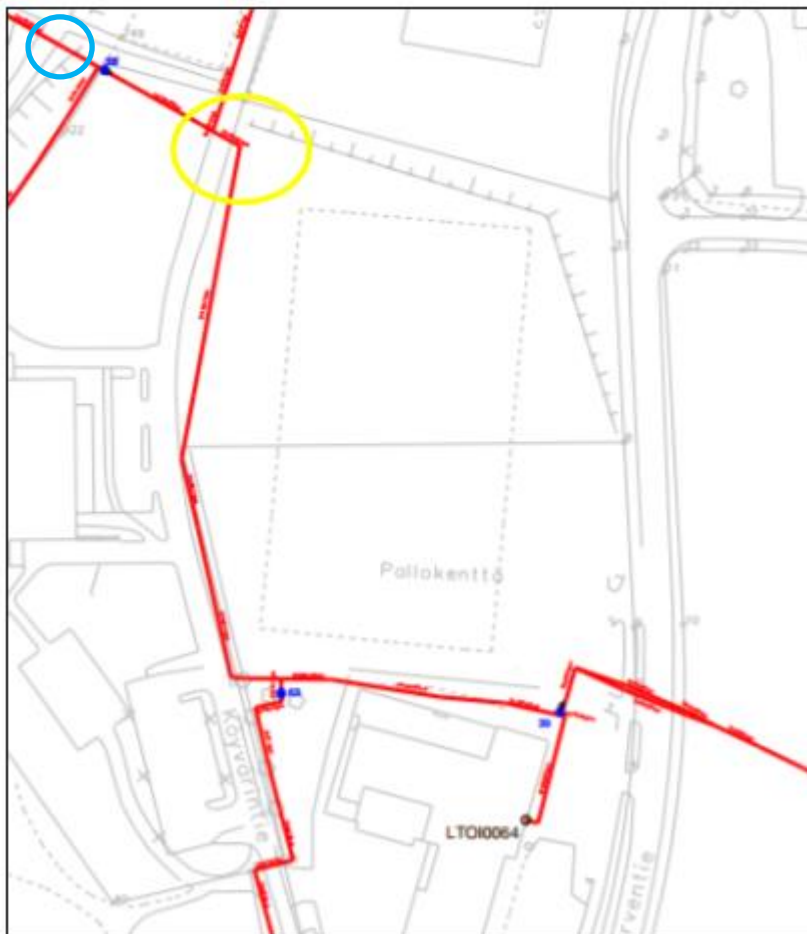
Tuleva tekonurmikenttä rakennetaan Toijalan Lastumäen kentälle. Kentän lähistöllä sijaitsee useita kaukolämmön käyttäjiä: koulu, monitoimihalli sekä kirjasto. Kentän sivusta kulkevan kaukolämpöputken koko on DN100-2Mpuk (kuva 3). Putken nimellisuuruus on DN 100, jolloin vesiputken halkaisija on 114,3 mm ja putken seinämän paksuus 3,6 mm. Koko kaukolämpöputken halkaisija on 200–250 mm riippuen putken eristeluokasta. Merkintä 2Mpuk tarkoittaa, että kyseessä on yksiputkijohto, jossa on muovisuojarakenne, polyuretaanivahtoeristys ja putket ovat kiinni eristyksessä (kuva 2).



KUVA 2. Kaukolämpöjohdon periaatekuva, yksiputkirakenne (Logstor 2015)

Kaukolämpöverkon liittymäkohta on hyvä rakentaa muiden liittymien, kuten vesi, sähkö ja viemäri, kanssa samaan kohtaan: siten, että kaukolämmön liittytävyyden pysyisi mahdollisimman lyhyenä. Teknisen huoltotilan sijoittelu riippuu siis pitkälti näistä seikoista. Esimerkkikohta liittymäpisteelle ja tekniselle tilalle on merkitty kuvaan 3 keltaisella ym-

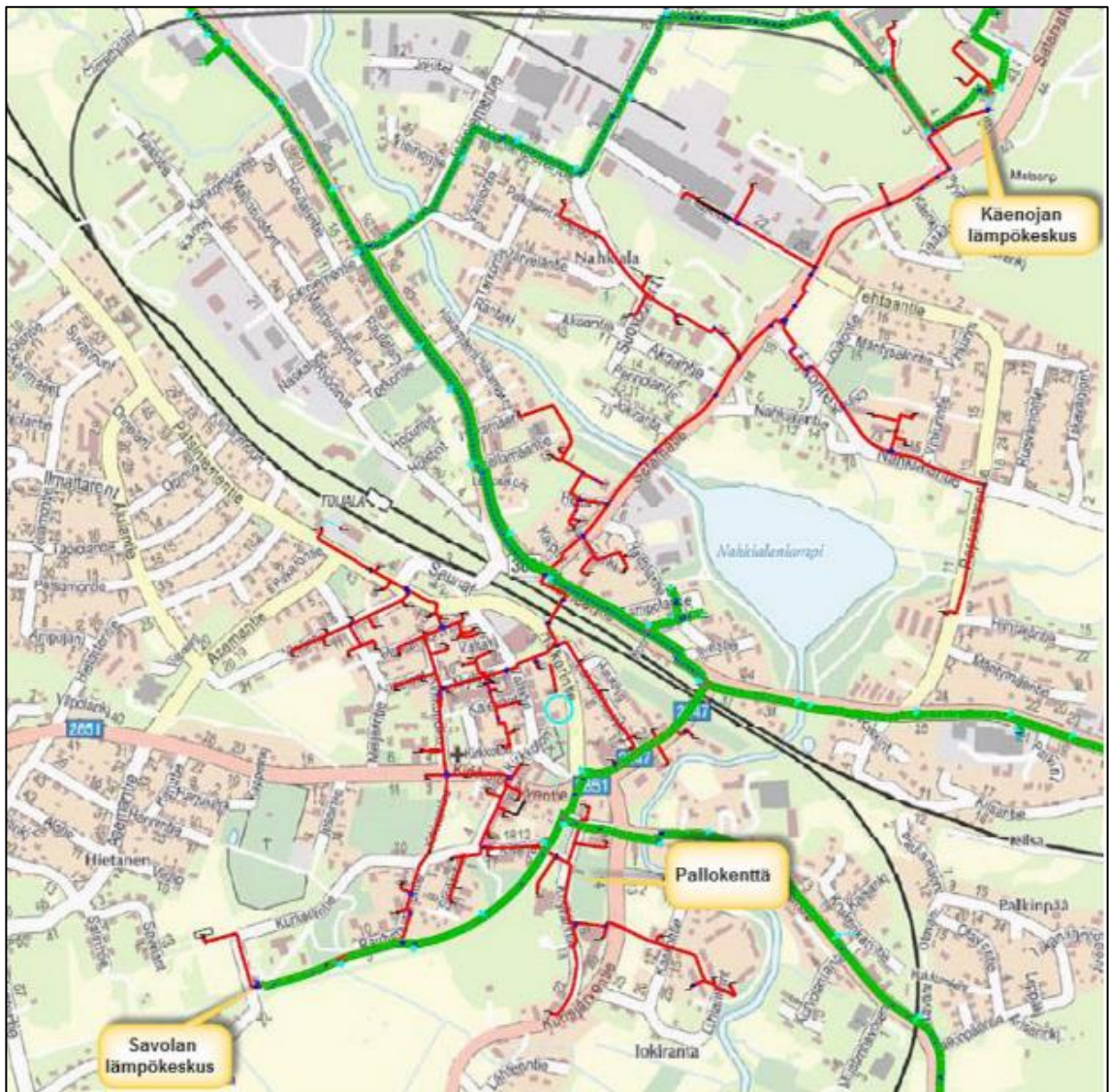
pyrällä. Tässä kohtaa kaukolämmön paluuvirtaus on riittävä ja rakentamisetäisyys on lyhyt. Toisaalta liityntäkohta voisi olla kuvassa 3 sinisen ympyrän kohdalla, jolloin saataisiin yhden suuren käyttäjän paluuvesi vielä käyttöön. Rakennuskustannukset tosin kasvavat pidemmän putken myötä. Myös lämmönvaihtolaitteiston sijoittaminen monitoimihal- liin ja sieltä putken vetäminen kentälle on yksi vaihtoehto. Näitä asioita tulee verrata tar- kemmissa neuvotteluissa lämpöyhtiön kanssa, kun kentän lämpöjärjestelmän rakentami- nen on ajankohtaista. Tässä työssä on arvioitu kaukolämpöverkoston liittymisestä syn- tyviä kustannuksia, kun liittymäkohta on keltaisen ympyrän kohdalla.



KUVA 3. Kentän ympärillä kulkevat kaukolämpöputket (Jauhiainen 2016)

Kaukolämpöputken sijainnilla jalkapallokenttään nähden on suuri merkitys. Mitä lähem- pänä putki kulkee, sen parempi. Silloin voidaan säästää liittymiskustannuksissa. Myös kaukolämpöputken koon on oltava riittävän suuri, jotta paluuvettä voidaan käyttää. Läm-

pökeskuksen sijainnilla pallokenttään nähden ei ole muuta merkitystä, kuin lämpöhäviöiden vähenemisen tuomat hyödyt. Tässä tapauksessa hyödyt toteutuvat, koska kenttä sijaitsee riittävän kaukana lämpökeskuksesta. Toijalan lämpökeskusten ja pallokentän sijainti kartalla näkyy kuvassa 4.



KUVA 4. Toijalan alueen kaukolämpöverkko (Jauhiainen 2016)

Kuvasta 4 käy ilmi, että jalkapallokenttä sijaitsee riittävän etäisyyden päässä lämpökeskuksesta, jotta lämpöhäviöiden vähenemisen hyödyt paluueden lämpötilan laskiessa saavutetaan. Kuvasta nähdään myös, että kentän lämmityksessä päästään hyödyntämään muutamasta kaukolämpöverkon haarasta tulevien paluuvesien lämpöä.

6.2 Kentän lämmitys

Jalkapallokentän pelialueen koko tulee olemaan 64 x 100 m. Jokaiselle kentän sivulle tulee kolmen metrin turva-alue. Kentän päätyyn tulee myös lämmittelyalue kooltaan 60 x 40 m, jota ei todennäköisesti lämmitetä. Lämmitetyn alueen pinta-ala tulee siis olemaan noin 7700 m². Lämmitetty ala on suurempi kuin kentän pinta-ala ja turva-alue, sillä putkiston käänteet ja jakotukki jäävät alueen ulkopuolelle. Lämmitettävän tekonurmikentän lämmitystehontarve on 120–250 W/m² (Tekonurmiopas 2011). Tässä tapauksessa kentän lämmitystehontarve on noin 924–1925 kW. Oletetaan kuitenkin, että useimmiten pysytään alle 150 W/m² tehontarpeessa johtuen melko eteläisestä sijainnista ja lyhyistä kovien pakkasten jaksoista. Lumisateet lisäävät kentän lämmityksen tehon tarvetta, jos sitä ei päästä auraamaan, vaan lunta sulatetaan lämmityksen avulla.

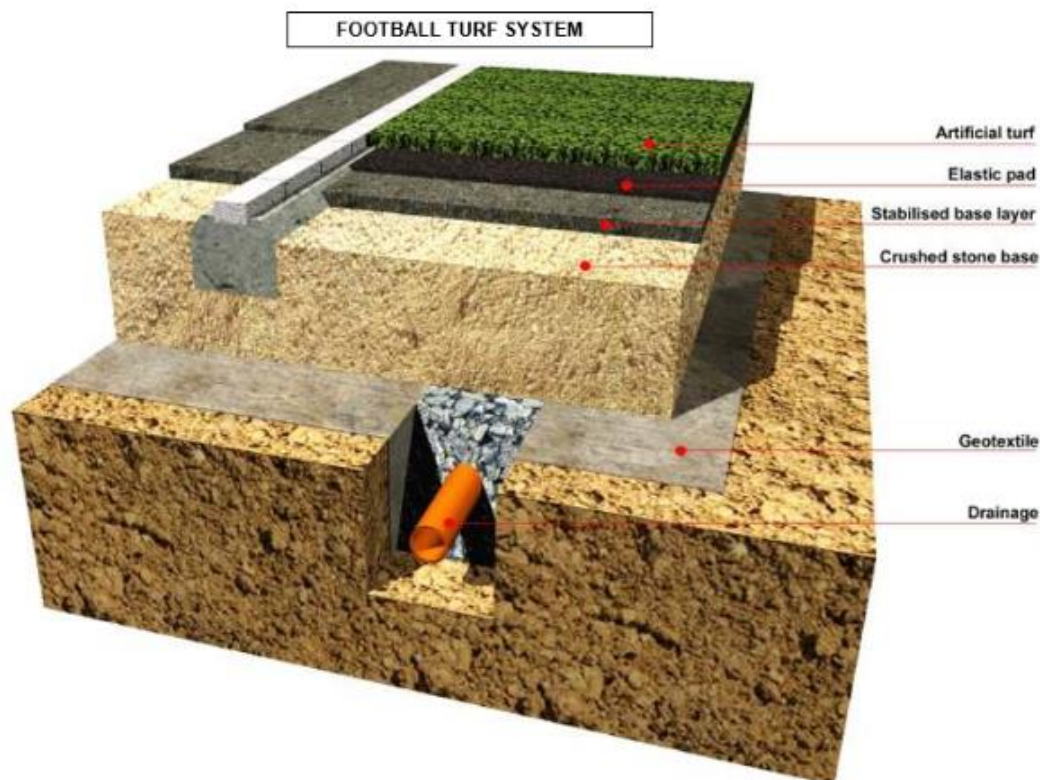
Kentän lämmitys tapahtuu nestekierto-*lämmityksellä*. Lämmin vesiglykoliseos kiertää lämmönvaihtimen avulla kentässä olevassa putkistossa. Putkisto asetellaan siten, että putkien etäisyys toisistaan on 200–250 mm (kuva 5) ja jakotukki on kentän päässä. Putkisto asennetaan mahdollisimman lähelle maton pintaa, kuitenkin enintään 150 mm syvyyteen maton alapinnasta. Mitä lähemmäs maton pintaa putkisto asennetaan, sitä pienempi sen tehontarve on. Putkiston alle on myös mahdollista asentaa eristekerros, joka estää lämmön siirtymistä putkistosta alaspäin ja siten vähentää tehontarvetta. Eristekerros toimii samalla myös joustokerroksena jalkapallokentässä. Oletusarvona työssä on käytetty vähintään 2 °C kentän pintalämpötilaa läpi lämmityskauden. Tämä on todettu hyväksi lämpötilaksi muilla lämmitettävillä tekonurmikentillä. Jos kentän päästä jäätymään talvella ja siten säästää lämmityskuluissa, on usein routimisen vaara suuri. Lämmittämättömyydellä saavutetut säästöt ovat usein pienemmät kuin routimisen aiheuttamien vahinkojen korjauskustannukset.



KUVA 5. Tekonurmikentän lämmitysputkisto (Football pitch heating solutions 2013)

6.3 Kentän muut vaatimukset

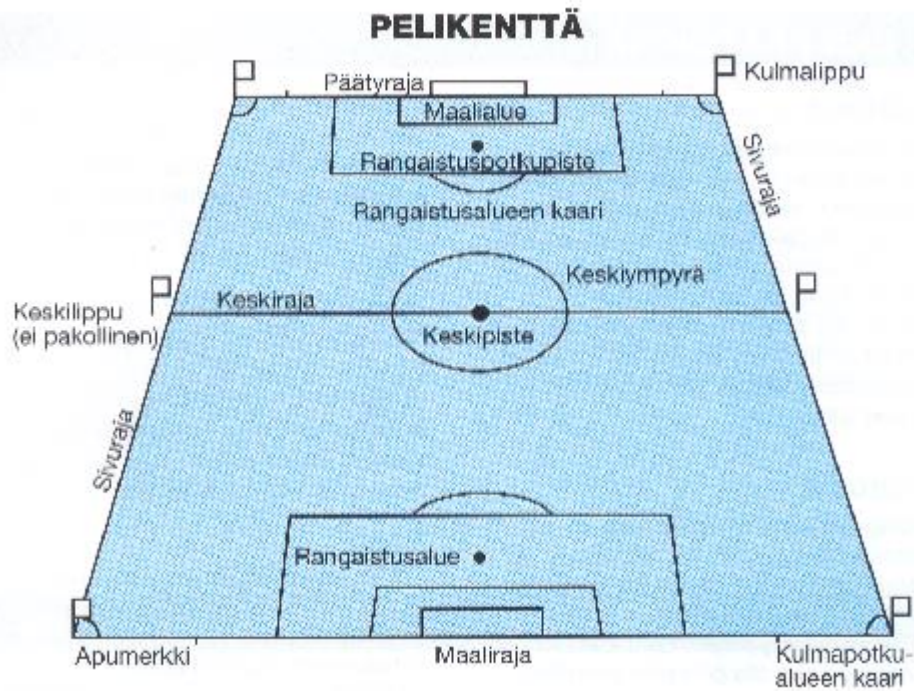
Tekonurmikentän rakentaminen aloitetaan pohjatöillä. Vanhaa maa-ainesta poistetaan noin 55–65 cm syvyydeltä. Pohjan kantavuus varmistetaan, jotta siinä voidaan ajaa työ- ja huoltokoneilla, jotka muodostavat suuriakin pintakuormituksia. Pohjan päälle asetetaan suodatinkangas. Kentällä tulee olla myös asianmukaiset salaojitukset. Salaojaputket peitetään salaojatoralla. Tämän jälkeen rakennetaan jakava kerros, jossa on suodatinhiekkaa raekooltaan 0–65 mm. Jakavan kerroksen päälle tulee kantava kerros, jonka raekoko on 0–32 mm. Tämän päälle asennetaan tasauskerros, jonka raekoko on 0–11 mm. Pohjaan rakennetaan kallistus, jotta vesi ei jäisi seisomaan kentälle. Tämän jälkeen asennetaan mahdollinen eristekerros lämmitysputkiston alle sekä lämmitysputkisto. Lämmitysputkisto asennetaan hiekkakerrokseen niin lähelle nurmimattoa kuin mahdollista. Sen päälle tulee joustinkerros, joka voi olla tyypiltään polyeteenijousto, kumirouhematto tai valettujousto. Joustokerrosta on myös mahdollista käyttää lämmitysputkiston alapuolisena eristeenä, jolloin vältetään ylimääräiseltä eristekerrokselta, mutta pystytään saavuttamaan tarvittava jousto, vaikka joustokerros onkin hieman syvemmällä kenttärakenteessa. Päälimmäiseksi asennetaan tekonurmen taustakangas, johon nukkalangat on ommeltu kiinni. Nurmimattojen yhdistämisen jälkeen lisätään täyteaine, joka voi olla hiekkaa tai kumirouhetta. Tekonurmikentän rakenne on esitetty kuvassa 6. (Tekonurmiopas 2011.)



KUVA 6. Tekonurmikentän rakenne (Football Turf 2008)

Kentälle valitaan tarkoitukseen sopiva nurmimatto. Nurmimatot poikkeavat nukkalanگان pituuden, materiaalin ja värin sekä lankojen ompelutavan ja taustakankaan osalta. Useimmiten nukkalangat on valmistettu polyeteenistä ja niiden tavoitteena on muistuttaa mahdollisimman hyvin luonnonnurmea. Tekonurmessa käytetään usein myös täyteainetta parantamaan kentän ominaisuuksia. Täyteaineena voi olla hiekkatäyte tai kumirouhetäyte. Kumirouhetäytteenä voidaan käyttää kierrätyskumirouhetta, luonnonkumirouhetta tai termostastista kumirouhetta. (Football Turf 2008)

Pelikentän havainnekuva on esitetty kuvassa 7. Pelialustan lisäksi kentälle tarvitaan maalit. Maaleja tarvitaan neljä kappaletta kooltaan 2 x 5 m ja neljä kappaletta kooltaan 2,44 x 7,32 m. Kenttä tulisi myös aidata, jotta pallot eivät pääse poistumaan kentältä ja mahdollista ilkiivaltaa pystytään estämään. Ympärivuotisen käytön mahdollistamiseksi tulisi kentälle asentaa valot. Riittävä valaistus saadaan asentamalla 4-8 valopylvästä. Ottelupahtumia varten kentällä olisi hyvä olla kaksi kappaletta vaihtopelaajien aitioita, tulos-taulut sekä yleisölle katsomo. (Tekonurmiopas 2011.)



KUVA 7. Pelikenttä (Tekonurmiopas 2011)

6.4 Kentän huolto

Tekonurmikentän pelattavuus ja pitkäikäisyys vaativat hoitoa. Lämmityskaudella tekonurmikentän lämmitystä tulee säätää manuaalisesti, sillä automaatio kentän lämmitysjärjestelmässä ei osaa ennakoida tulevia sääoloja. Ennakoivalla säädöllä pystytään varmistamaan kentän pelattavuus ja energiatehokkuus. Osaava kentänhoitaja on siis tärkeässä roolissa kentän tehokkaan käytön varmistamisessa. Kenttää tulee huoltaa siihen tarkoitettuilla työkoneilla. Tekonurmimatto tulee harjata viikoittain vaihtaen harjaussuuntaa. Riittävä täyteaineen määrä kentällä tulee varmistaa, jotta vaadittavat peliominaisuudet säilyvät ja tekonurmi pysyy kunnossa. Irteroska ja lika tulee poistaa tekonurmikentän pinnalta mahdollisimman nopeasti, joko harjaamalla tai puhaltamalla. Myös kenttää ympäröivä alue tulee pitää siistinä muun muassa poistamalla rikkakasvit. Kentälle satanut lumi tulee aurata, kuitenkin noudattaen varovaisuutta mekaanisen rasituksen välttämiseksi. Loput lumesta voidaan poistaa kentältä harjaamalla. Kentältä aurattua lunta varten on hyvä jättää kentän reunalle asfaltoitu alue, jolta aurauksen mukana poistunut kumirouhe voidaan

ottaa uudelleen käyttöön. Oikealla hoidolla tekonurmikenttä kestää käytössä useiden vuosien ajan menettämättä peliominaisuuksiaan. Lisäksi kentän käyttöaste saadaan maksimoitua ja mahdollisimman moni harrastaja pääsee harjoittelemaan lajinsa parissa. (Tekonurmiopas 2011.)

7 KUSTANNUKSET

Kaukolämmön hinta koostuu liittymismaksusta, perusmaksusta sekä energiamaksusta. Toijalan tekonurmikentän liittämisestä kaukolämpöverkkoon Elenia Lämpö Oy ei osannut antaa tarkkaa hinta-arviota, sillä rakentamisetäisyys ja priiamausmahdollisuuden tarve kaukolämmön ensiöpuolelta vaikuttavat hintaan. Myöskään energiamaksun tarkkaa hintaa ei pystytty määrittämään. Hinta siis joudutaan arviomaan erilaisten lähtöarvojen pohjalta.

Elenian kaukolämmön omakoti- ja paritalojen liittymishinnaston mukaan liittymismaksu koostuu perusliittymismaksusta ja lisäliittymismaksusta. Perusliittymismaksu määräytyy tilausvesivirran mukaan. Jos tilausvesivirta on maksimissaan 0,3 m³/h, niin perusliittymismaksu on 5000 €. Jos tilausvesivirta on maksimissaan 0,4 m³/h, niin perusliittymismaksu on 7000 €. Lisäksi perusliittymismaksuun sisältyy enintään 20 metriä rakennuksen ulkopuolista liittymisputkistoa, energiamittauslaitteistot, enintään 4 metriä rakennuksen sisäpuolista putkistoa sekä osuus paikallisen kaukolämpöjärjestelmän rakennuskustannuksista. Lisäliittymismaksua muodostuu 150 €/m ulkopuolisesta liittymisputkistosta 20 metriä ylittävältä osuudelta ja 4 metriä ylittävältä osuudelta sisäpuolisesta putkistosta. Arvonlisäveroa liittymismaksusta ei peritä. Elenia Lämpö Oy omistaa ja kunnossapitää liittymisjohdon ja lämmön mittauskeskuksen. Toimitus sisältää johtokanavan kaivuun ja täyttötöitä. Viimeistelytöitä, kuten asfaltti- tai kiviainespinnoitteet, nurmikkomulta ja maalaukset, eivät kuulu toimitukseen. (Kaukolämmön liittymishinnasto 2008.)

Jos kaukolämmön liittymä rakennetaan kuvassa 3 keltaisella ympyröityyn kohtaan, perusliittymismaksuun sisältyvät putkistomäärät todennäköisesti riittävät. Priiamausmahdollisuuden toteuttaminen ensiöpuolelta lisää liittymiskustannuksia erilaisten haaroitusten ja säätöventtiilien myötä. Kyseessä ei myöskään ole omakoti- tai paritaloliittymä, joten hintaa ei voi suoraan päätellä Elenia Lämpö Oy:n julkisesta hinnastosta. Arvioidaan, että liittymiskustannukset ovat kuitenkin alle 10 000 € pohjautuen omakoti- ja paritaloliittymien hinnastoon.

Elenia Lämpö Oy:n mukaan Toijalan kentän lämmityksestä ei perittäisi perusmaksua. Sulana pidon energiamaksun suuruutta ei vielä tässä vaiheessa Elenialta pystytty määrittämään. Ainoastaan luvattiin sen olevan alhaisempi, kuin normaalin kaukolämpöliittymän energiamaksu. Toijalassa energiamaksu on tällä hetkellä 74,49 €/MWh.

Vuonna 2009 tehdyn selvityksen mukaan tekonurmikentän vuosikulutuksen vaihtelualue on 1000–2500 MWh/v. Suuri vaihteluväli johtuu kentän lämmitystarpeeseen vaikuttavista tekijöistä. Niitä ovat kentän aktiivikäyttöön liittyvät tekijät, sääolosuhteet, huolto- ja käyttötoiminta, kentän maaperä ja rakenne sekä kenttäputkiston ja lämmitysprosessin toteutus. Vuosikulutuksen arvioiminen on hankalaa, johtuen monesta muuttuvasta määreestä. (Kauppila 2009, 4.)

Keravan tekonurmikentältä tehdyn Jalkapallonurmien hoito -esityksen mukaan kentän energiankulutus on vaihdellut 850–1700 MWh/v, kun lämmitettävä pinta-ala 7200 m². Energiankulutustiedot ovat vuosilta 2002–2009. Keravan kenttää on lämmitetty vuodessa lokakuusta maaliskuun loppuun eli kenttä on käytössä ympäri vuoden, lukuun ottamatta muutamaa erittäin kovaa pakkaspäivää. Keravalla kentän pinnan lämpötilana on pidetty 5-7 °C ja lämpöputket kentässä ovat 130–150 mm syvyydessä, eikä niiden alla ole vuosina 2002–2009 ollut nykyaikaista eristystä. Lämmityksen teho on 200 W/m². (Mäkirinta 2009.)

Oletetaan, että Toijalan kentällä huoltotoimenpiteet toimivat asiaan kuuluvasti, eli satanut lumi aurataan kentältä, eikä sitä yritetä sulattaa lämmitysjärjestelmän avulla. Voidaan myös olettaa, että kenttien eristys on kehittynyt vuodesta 2009, joten Akaan kentän rakenne on energiatehokkaampi kuin Kauppilan ja Mäkirinnan selvityksissä. Samalla myös lämmityksen tehontarve laskee. Myös osaava kentänhoitaja säätää lämmitystä ennakoitujen sääolosuhteita ja siten säästetään energiaa. Arvioidaan, että vuosikulutus on noin 1000 MWh/v, perustuen Keravan kentän energiankulutukseen. Todellinen vuosikulutus selviää vasta muutaman lämmityskauden jälkeen, kun lämmityksen säätely ja kentän huolto on saatu hiottua parhaaseen mahdolliseen kuntoon. Myös vuosittaiset vaihtelut voivat olla suuriakin vaihtelevista sääolosuhteista johtuen.

Toijalassa energiamaksun ollessa 74,49 €/MWh ja arvioidun kulutuksen ollessa 1000 MWh/v, olisi täysi energiamaksu 74 490 €/v. Energiamaksun luvattiin kuitenkin olevan

alhaisempi kuin normaali energiamaksu. Taulukossa 4 on esitetty erilaisilla alennusprosentteilla laskettuja arvoja energiamaksulle.

TAULUKKO 4. Vuosikustannusarviot erilaisilla energiamaksun alennusprosentteilla

Alennus (%)	Energiamaksu (€/MWh)	Vuosikustannus (€/v)
0	74,49	74 490
10	67,04	67 040
25	55,87	55 870
40	44,69	44 690
50	37,25	37 250
60	29,80	29 800

Hinnat ovat karkeita arvioita ja tarkentuvat kenttähankkeen edetessä ja perustetun Akaan Jalkapalloilun Tuki Oy:n päättäessä tarkemmista kentän vaatimuksista. Alustavat arviot on saatu Elenia Lämpö Oy:n asiakaspalveluinsinööri Hannu Jauhiaiselta. Lämpöyhtiön kanssa voidaan neuvotella myös erilaisista sponsorisopimuksista paikallisten lasten ja nuorten liikuntatoiminnan tukemiseksi. Tämä on vakiintuva käytäntö suuremmissa kulttuurihankkeissa.

Kentän lämmitettävän pinta-alan ollessa 7700 m², arvioi Jäämestarit Oy:n Osmo Rajala kentän lämmitysjärjestelmän hinnaksi 110 000 -120 000 €, kun alv on 0 %. Tähän hintaan kuuluu vaihdintila, vaihdinpaketti, automaatio, putkisto aurattuna rakennekerrokseen sekä lämmitysneeste. Jäämestarit Oy on rakentanut suurimman osan Suomen tekonurmi- kenttien lämmitysjärjestelmistä, joten heillä on vankka kokemus ja taito kenttien lämmitysjärjestelmistä.

Vuonna 2011 tehdyn Tekonurmioppaan mukaan lämmitetyn tekonurmikentän kokonaisinvestointikustannukset ovat noin 700 000 €, ylläpito- sekä hoitokustannukset noin 50 000 € vuodessa ja käyttöaste noin 2600 tuntia vuodessa. Näiden arvioiden pohjalta investointikustannukset todennäköisesti alitetaan. Ylläpito- sekä hoitokustannuksetkin alittuvat, jos energiamaksuun tulee edes noin 50 % alennus.

Liitteessä 1 on kustannuslaskelmapohja, johon on lisätty yllä olevat kustannusarviot. Kenttähankkeen edetessä laskelmapohjaa voidaan täyttää saatujen tarjousten pohjalta ja samalla saadaan käsitys kokonaiskustannuksista.

8 POHJUSTUS VASTAAVAAN HANKKEESEEN RYHTYVÄLLE

Tekonurmikentän lämmitystä kaukolämmön paluu-jäähdytyksellä suunnittelevan on otettava huomioon erilaisia seikkoja. Ensin on selvitettävä kentän tarpeellisuus. Harrastajamäärien on oltava riittävän suuret, jotta tekonurmikentän rakentaminen on kannattavaa. Toijalassa lisenssin omaavia pelaajia on yli 500. Kenttähankeiden myötä harrastajamäärät yleensä vielä kasvavat. Olisi hyvä myös huomioida kentän sijainti, jotta päiväkäyttäjät, kuten koulujen liikuntaryhmät, voivat käyttää tekonurmea lähiliikuntapaikkanaan.

Kun kentän tarpeellisuus on tarkistettu, tulee selvittää kaukolämpöverkon sijainti ja koko. Ihanteellisessa tilanteessa riittävän suuren virtausmäärän omaava kaukolämpöputkisto kulkee mahdollisimman lähellä kenttää ja sen ympärillä on suuria kaukolämmön käyttäjiä. Niiltä saadaan lämmintä paluuvettä, jossa on vielä lämmityspotentiaalia. Pitkiä matkoja kaukolämpöputkistoa ei kannata alkaa vetämään tekonurmikentän takia, sillä rakennuskustannukset nousevat nopeasti. On myös varmistettava, että kaukolämpöputkiston teho ja koko ovat riittäviä paluueden käyttöä ajatellen.

Kaukolämpöyhtiön kanta asiaan on hyvä selvittää jo kenttähankkeen alkuvaiheissa. Yleisesti viileämpi paluuvesi hyödyttää lämpöyhtiötä ja tehostaa laitoksen toimintaa. Ennen tarkempia sopimus- ja kustannusneuvotteluja on hyvä tutustua kaukolämpölaitoksen tuotannon rakenteeseen. Tuotannon rakenteella on merkitystä siihen, kuinka paljon paluueden lämmön alentuminen hyödyttää lämpölaitosta. Kaikille verkoille on yhteisiä hyötyjä, jotka on käsitelty jo kappaleessa 5.2 Muut hyödyt.

Kaikille verkoille yhteisiä hyötyjä, tuotantotavasta riippumatta, ovat pumppauskustannusten laskeminen, lämpöhäviöiden pieneminen sekä kaukolämpöputkien pienempi koko. Alentamalla paluueden lämpötilaa kaukolämmön vesivirta pienenee. Painehäviöt verkossa vähentyvät pienentyneen vesivirran myötä. Kaukolämpöteho pysyy kuitenkin muuttumattomana, vaikka lämpötilaero meno- ja paluulinjan välillä kasvaakin. Lämpöhäviöt pienenevät verkossa, kun paluueden lämpötilaa lasketaan. Yleisesti yhden lämpöasteen lasku pienentää lämpöhäviöitä 0,8 %. Hyödyn suuruus on kuitenkin riippuvainen jäädyttävän kohteen sijainnista tuotantolaitokseen nähden. Asiakkaan sijaitessa lähellä lämpölaitosta, voi putkipituus lämpöhäviöiden pienentämiseksi jäädä liian lyhyeksi.

Koska paluueden lämpötilan lasku pienentää vesivirtaa, pystytään sama kaukolämpöteho siirtämään pienemmissä putkissa. Täten olemassa olevan kaukolämpöverkon kapasiteetti riittää pidemmälle kuluttajien määrän kasvaessa. Huomioitavaa on myös, että mikäli paluueden lämpötilan alentamiseen käytetään lämpöpumppua, saadaan lämmöntarvetta vähennettyä lämpöverkkoon syötetyn sähkötehon verran. Jos lämpöpumppu kuuluu lämmönjakokeskukseen, lämmön tarve vähenee verkosta kulutetun sähköenergian verran. (Kaukolämpöjärjestelmän paluueden hyväksikäyttö kiinteistöjen lämmityksessä 2010, 9–10.)

Erilaisia kaukolämmön tuotannon rakenteita ovat:

- lämmön tuotanto lämpökeskuksessa ilman lämmön talteenottoa
- lämmön tuotanto lämpökeskuksessa, jossa on lämmön talteenotto
- lämmön tuotantoyksikkönä on lämmön ja sähkön yhteistuotantolaitos (CHP)
- lämmön tuotantoyksikkönä on lämmön ja sähkön yhteistuotantolaitos sekä lämmön talteenotto
- lämmön tuotanto kaukolämpöakulla ja/tai moottorivoimalaitoksella

Lämpökeskuksissa, joissa ei ole lämmön talteenottoa, ei paluueden alentaminen tuo erityisiä hyötyjä. Paluueden lämpötila säädetään yleensä ennen kattilaa polttoaineesta riippuvaan lämpötilaan, käyttämällä menovettä. Tällöin paluueden lämpötilan laskulla ei ole merkitystä lämpölaitoksen toimitaan. Jokaiselle lämpöverkolle yhteiset hyödyt pätevät kuitenkin tässäkin tapauksessa. (Kaukolämpöjärjestelmän paluueden hyväksikäyttö kiinteistöjen lämmityksessä 2010, 5–6.)

Lämpökeskus, jossa on lämmön talteenotto, on usein varustettu lämmöntalteenottope-surilla eli savukaasupesurilla. Energiämäärä, joka saadaan lämmöntalteenottope-surista, on suoraan verrannollinen kaukolämmön paluueden lämpötilaan. Mitä pienemmäksi savukaasujen lämpötila saadaan laskettua pesurin jälkeen, kaukolämmön paluueden lämpötilaa alentamalla, sitä suurempi osa savukaasujen kosteudesta lauhtuu ja sitä suurempi kaukolämpönä hyödynnettävä energiämäärä vapautuu. Polttoaineen kosteus vaikuttaa energiämäärään, joka savukaasuista voidaan ottaa talteen. Esimerkiksi, kun polttoaineen kosteus on 50 % ja paluueden lämpötila 50 °C, saadaan paluuvettä jäähdyttävästä energiämäärästä savukaasujen kautta noin 48 % ”ilmaiseksi”. (Kaukolämpöjärjestelmän paluueden hyväksikäyttö kiinteistöjen lämmityksessä 2010, 6–7.)

Lämmön ja sähkön yhteistuotantolaitoksilla kaukolämmön paluueden lämmön alentaminen vaikuttaa sähkön määrään, joka voimalaitoksesta saadaan. Alhaisemman lämpötilan hyödyntäminen onnistuu laitoksissa, joissa lämpö tuotetaan kaukolämpöön vähintään kaksivaiheisesti. Ensin vettä lämmitetään vastapaineisella höyryllä ja sen jälkeen turbiinin väliottohöyryllä. Paluueden lämpötilaa laskemalla, saadaan vesivirtaa pienennettyä, mutta menoveden lämpötila ja kaukolämpöteho pysyvät muuttumattomina. Samalla saadaan hyöty, kun paluuvesi on jäähtyneempää, niin turbiinin vastapaine alentuu ja turbiinin höyry saadaan paisumaan pidemmälle. Energiämäärä, joka vastapaineisesta höyrystä siirretään kaukolämpöön, pysyy samana. (Kaukolämpöjärjestelmän paluueden hyväksikäyttö kiinteistöjen lämmityksessä 2010, 7–8.)

Lämmön ja sähkön yhteistuotantolaitoksessa, jossa on myös lämmön talteenotto, yhdistyvät lämmöntalteenottopesurin sekä sähkön tuotannon hyödyt, kun paluueden lämpötilaa lasketaan. Savukaasuista talteen otetun jäähtymäenergian jälkeen lopulla jäähtymästä lisätään sähkön tuotantoa. Tämä on erittäin kannattava muoto voimalaitoksen täyden kuorman aikaan. Kuitenkin, kun laitos käy osakuormalla turbiinin lämpökuorma vähenee, kun pesurista saatava lämpö lisääntyy. Tällöin menetettävän sähkön arvo on yhtä suuri kuin pesurista saatava hyöty. Joten, kun voimalaitos käy osakuormalla, ei ole kannattavaa käyttää pesuria. (Kaukolämpöjärjestelmän paluueden hyväksikäyttö kiinteistöjen lämmityksessä 2010, 8–9.)

Lämpöakkua käytettäessä varastointikyky riippuu kaukolämmön meno- ja paluueden lämpötilaerosta. Esimerkiksi paineettomassa akussa 5 °C paluueden lämpötilan alentamisella saavutetaan noin 10 % lisää akun varastointikapasiteettia. Moottorivoimalaitokselle paluueden lämpötilan alentaminen mahdollistaa matalalämpöisten lämmönlähteiden lämmön hyödyntämisen. Kun paluueden lämpötilaa lasketaan 60–40 °C, niin moottorivoimalaitoksen lämmöntuotanto kasvaa noin 12 %. Tällaiset kohteet ovat kuitenkin harvassa. (Kaukolämpöjärjestelmän paluueden hyväksikäyttö kiinteistöjen lämmityksessä 2010, 9.)

Lämpökeskus, jossa on lämmön talteenotto, on useimmiten sellainen laitos, joka hyötyy eniten paluueden alemmasta lämpötilasta. Seuraavaksi eniten hyötyy lämpölaitos, jossa on lämmön ja sähkön yhteistuotantolaitos sekä lämmön talteenotto. Näissäkin laitoksissa hyöty on kuitenkin riippuvainen polttoaineen kosteudesta sekä paluueden lämpötilasta.

Joka tapauksessa jäähtyneempi paluuvesi hyödyttää lämpölaitoksia vähintäänkin lämpöverkkojen hyödyillä. Mitä jäähtyneempää vettä lämpölaitokselle palaa, sitä hyödyllisempää se on lämpölaitoksille ja sen verkoille. (Kaukolämpöjärjestelmän paluuveden hyväksikäyttö kiinteistöjen lämmityksessä 2010, 5.)

Pohjustuksen avulla tekonurmikentän rakentamista suunnittelevat tahot saavat tietoa kaukolämmön tuotannon rakenteista. Rakenteiden tuntemus auttaa ymmärtämään kustannusten muodostumista. Kun kentän lämmityksen vaikutukset lämpölaitokseen ovat tiedossa, päästään asiantuntevampaan asemaan kustannusneuvotteluissa. Asiantuntevuus koko prosessia kohtaan auttaa ymmärtämään kaukolämpölaitoksen toimintaa ja siten myös kentän lämmitysjärjestelmää.

9 POHDINTA

Työn päällimmäisenä tarkoituksena oli selvittää kaukolämmön paluuedellä lämmitettävän tekonurmikentän lämpöjärjestelmän rakentamisesta ja käytöstä aiheutuvat kustannukset. Jäämestarit Oy:ltä saatiin tarkka hinta-arvio, jonka sisältö oli erittäin kattava. Elenia Lämpö Oy ei osannut antaa tarkkoja kustannusarvioita kaukolämpöverkkoon liittymisestä ja käyttömaksuista, mutta saatujen hinnoittelun suuntaviivojen avulla pystyttiin kokoamaan suuntaa antava kustannusarvio. Lämpöyhtiön tarkkaa kustannusarvion antoa rajoittaa lämpöteollisuuden muutokset ja hintatason vaihtelu. Myöskään täysin tarkkoja tietoja ei lämmitettävästä kentästä vielä tässä vaiheessa pystytty antamaan. Lämpöyhtiö suhtautui asiaan myönteisesti ja selvitti viileämmän paluueden vaikutuksia laitoksensa toimintaan. Avatun neuvotteluyhteyden myötä Akaan Jalkapalloilun Tuki Oy pääsee keskustelemaan yksityiskohtaisemmin kustannuksista, kun kentän tarkemmat tiedot ja rakennusajankohta ovat varmistuneet.

Akaan tekonurmikentän tapauksessa teoreettisesti paluueden jäähtymisen olisi pitänyt nostaa lämpökeskuksen hyötysuhdetta merkittävästi, sillä käytössä on lämpökeskus, jossa on lämmöntalteenotto. Elenia Lämpö Oy:n tekemien investointien johdosta laitoksen hyötysuhde kuitenkin oli jo niin hyvä, ettei viileämmällä paluuedellä ole siihen merkitystä. Caligo Industrian savukaasupesurin ja lämpöpumpun patentoitu yhdistelmä ei myöskään toimi samalla tavoin kuin perinteinen savukaasupesuri, joten samaa hyötyä viileämmällä paluuedellä ei saavuteta. Kaikkia kaukolämmön rakenteita hyödyttävät viileämmän paluueden vaikutukset kuitenkin saavutetaan, joten hyötyä paluueden jäädyttämisestä on.

Työn toinen selvityksen kohde, jota Palloliitosta pyydettiin, oli koota tietoa vastaaviin hankkeisiin ryhtyville jalkapalloseuroille. Tässä osiossa selvitettiin toimintajärjestystä, jolla hankkeen alkuvaiheissa kannattaa edetä. Myös erilaisia kaukolämmön tuotannon rakenteita selvitettiin. Viileämmän paluueden vaikutus erilaisiin tuotannon rakenteeseen kuvattiin yksinkertaistetusti. Niiden pohjalta rakennushankkeeseen ryhtyvien on helppompaa aloittaa neuvottelut lämpöyhtiön kanssa, jopa ilman teknistä taustaa.

Työ eteni aikataulussa ja halutut tulokset saavutettiin niin tarkoin kuin mahdollista. Saa-
dut tulokset helpottavat Akaan Jalkapalloilun Tuki Oy:tä heidän rakennushankkeessaan,
sekä muita vastaavia hankkeita suunnittelevia. Työ on toteutettu kattavasti kaikkia työssä
mukana olleita palvelevaksi. Itsenäisen työn tekeminen eteni luontevasti, etenkin kun
käytössä oli asiantuntevia kontakteja.

LÄHTEET

Akaan kaupunki. 2016. Akaa info. Luettu: 2.5.2016.
<http://www.aka.fi/>

Antola, T. 2014. Käenojan lämpökeskuksen uusi investointi päästää vähemmän lämpöä harakoille. Akaan Seutu. Julkaistu: 10.9.2014. Luettu: 12.5.2016.
<http://akaanseutu.fi/2014/09/10/kaenojan-lampokeskuksen-uusi-investointi-paastaa-va-hemman-lampoa-harakoille/>

Brink, M. 2016. The Elomatic Catalogue. Turku: Elomatic.

Caligo Industria a. n.d. Teknologia: Valmis kokonaisuus. Luettu: 9.5.2016.
<http://www.caligoindustria.com/technology.html>

Caligo Industria b. n.d. Tuotteet: Caligo-savukaasupesurit. Luettu: 9.5.2016.
<http://www.caligoindustria.com/products.html>

Caligo Industria c. n.d. Tuotteet: Pesuri Lämpöpumpulla CSX HP. Luettu: 9.5.2016.
<http://www.caligoindustria.com/products.html>

Caligo Industria. 2015. Caligo CSX HP -savukaasupesurijärjestelmä. Tuote-esite. Luettu: 9.5.2016.
http://www.caligoindustria.com/files/Caligo_CSXHP_Brochure_FIN_2015v1.pdf?

Elenia. 2016. Lämpöliiketoiminta. Luettu: 27.4.2016.
<http://www.elenia.com/fi/liiketoiminta/1%C3%A4mp%C3%B6liiketoiminta>

Elenia Lämpö Oy. 2015. Tilinpäätös. Julkaistu 31.12.2015.

Elomatic Oy. 2016. Elomatic vahvalla kasvu-uralla – lupaavia avauksia Iranissa. Julkaistu 21.1.2016. Luettu 27.4.2016.
<http://www.elomatic.com/fi/elomatic/uutiset/2016/01/21/elomatic-vahvalla-kasvu-uralla-%E2%80%93-lupaavia-avauksia-iranissa/>

Football pitch heating solutions. 2013. European federation turf group. Tallennettu: 12.5.2016.

Football Turf. 2008. Experiences learned and shared by Sportfloor TechnologieS. Tallennettu: 12.5.2016.

Harju, P. 2010. Lämmitystekniikan oppikirja. 4. painos. Anjalankoski: Solverpalvelut Oy.

Jauhiainen, H. Asiakaspalveluinsinööri. 2016. Toijalan tekonurmikentän lämmitys. Sähköpostiviesti. hannu.jauhiainen@elenia.fi. Luettu: 13.5.2016.

Kaukolämmitys. n.d. Energiateollisuus. Luettu: 29.6.2016.
<http://energia.fi/koti-ja-lammitys/kaukolammitys>

Kaukolämmön liittymishinnasto. 2008. Elenia Lämpö Oy. Luettu 6.6.2016.
https://www.elenia.fi/sites/default/files/Kaukol%C3%A4mm%C3%B6n%20pientalojen%20liittymishinnasto_0.pdf

Kaukolämmön tuotanto ja polttoaineet. n.d. Energiateollisuus. Luettu: 29.6.2016
<http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/kaukolampo-ja-kaukojaahdytys/tuotanto-ja-polttoaineet>

Kaukolämpöjärjestelmän paluuveden hyväksikäyttö kiinteistöjen lämmityksessä. 2010. Pöyry Finland Oy. Energiateollisuus ry. Selvitys. Luettu: 4.5.2016.
http://energia.fi/sites/default/files/paluuvesilammitus_loppuraportti_20100224.pdf

Kauppalehti. 2016. Akaan Jalkapalloilun Tuki Oy. Luettu: 28.6.2016.
<http://www.kauppalehti.fi/yrietykset/yritys/akaan+jalkapalloilun+tuki+oy/27662389>

Kauppila, K. 2009. Tekonurmikentän lämmitys vesistölämpöpumpulla. Esiselvitysraportti. Tallennettu: 12.5.2016.

Koskelainen, L., Saarela, R. & Sipilä, K. 2006. Kaukolämmön käsikirja. Helsinki: Energiateollisuus.

Logstor. 2015. Kaukolämpöjärjestelmä. Tulostettu: 4.5.2016.

Mäkelä, V-M. & Tuunanen, J. 2015. Suomalainen kaukolämmitys. Tampere: Tammerprint Oy.

Mäkirinta, Aki. 2009. Jalkapallonurmien hoito. Palloliitto Uudenmaan piirin Olosuhdepäivät. Tallennettu: 24.6.2016.

Nummila, M. CTO. 2016. Toijalan Käenojan savukaasupesuri. Sähköpostiviesti. mika.nummila@caligoindustria.com. Luettu: 15.3.2016.

Saari, A., Sekki, T., Sinivuori, P. & Tuomela, S. 2007. Liikuntapaikkarakentamisen ympäristövaikutukset. Opetusministeriön Liikuntapaikkajulkaisu 91. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Suomen Palloliitto ry. 2016. Palloliitto lyhyesti. Luettu: 2.5.2016.
<http://www.palloliitto.fi/esittely/palloliitto-lyhyesti>

Tekonurmiopas. 2011. Opetus- ja kulttuuriministeriö & Suomen Palloliitto ry. Tallennettu: 2.5.2016

Toijalan Pallo-49. 2016. Seuran esittely. Luettu: 4.5.2016.
<http://www.tp-49.fi/>

Viialan Peli-Veikot. 2016. Arkisto. Luettu: 4.5.2016.
<http://www.viipv.fi/index.php?page=etusivu>

LIITTEET

Liite 1. Kustannuslaskelmapohja

Kustannuslaskelma		
Rakennuspaikka	Akaa, Lastumäen kenttä	
Kentän koko	64 x 100 m	
Turva-alue	3 m sivurajasta, 3 m päätyrajasta	
Lämmitettävä alue	7700 m ²	

	<u>Hinta</u>	<u>Huomioitavaa</u>
<u>Lämmitys</u>		
Hankintakustannukset:		
Liittymiskustannukset	>10 000 €	Arvioitu kustannus
Asennuskustannukset		
Vaihdinpaketti		
Vaihdintila	110 000-120 000 €, alv 0 %	Kustannusarvio Jäämestarit Oy
Lämmitysjärjestelmän putkisto ja neste		
Suunnittelukustannukset		
Yht.		
Käyttökustannukset:		
Perusmaksu	0 €	
Energiamaksu	28 000-65 000 €/v	Karkea arvio
Huoltokustannukset		
Yht.		
<u>Suunnittelutyöt</u>		
Suunnittelukustannukset		
Geotekniset tutkimukset		Akaan kaupunki on sitoutunut tekemään pohjatutkimuksen
Yht.		
<u>Maansiirto ja kentän pohjarakentaminen</u>		
Rakennekerrokset, massantäyttö tai -vaihto		
Kentän tasaava kerros, max 1 % kaltevuus		
Tasaavan kerroksen tiivistys		
Yht.		
<u>Joustokerros</u>		
Paikalla valettu jousto		
Joustopatto		
Yht.		

<u>Tekonurmi</u>		
Tuotteen kuvaus		
Nukkalaatu materiaali		
Nukan pituus		
Nukan väri		
Kentän merkinnät (leikattu)		
Kentän ulkopuolinen alue(kive- tys/asfaltti)		
Hiekan laatu (raekoko)		
Hiekan paino kg/m ²		
Hiekan korkeus mm		
Kumirouheen laatu (SBR, EPDM)		
Kumirouheen paino kg/m ²		
Kumirouheen korkeus mm		
Tekonurmimatto		
Tekonurmen asennus		
Hoitokoneet		
Kumirouhe		
Yht.		
<u>Kenttävarusteet</u>		
Jalkapallomaalit		
Kulmaliput		
Vaihtopelaaja-aitiot		
Yht.		
<u>Aidat</u>		
Kentän sivut		
Kentän päädyt		
Ovet		
Portit		
Yht.		
<u>Kentän reunus</u>		
Kivetys		
Asfaltti		
Yht.		
<u>Valaistus</u>		
Mastot		
Valolamput		
Kaapelointityö		
Yht.		
<u>Kentänhoito, koulutus</u>		
Koulutus hoitohenkilöstölle		
Yht.		
<u>Kenttätestit</u>		
FIFA:n Quality Conseptin mukainen testaus		
Kokonaiskustannukset		