

Tomi Lintukorpi

TURUN TELAKAN KAUKOLÄMPÖVERKOSTON
LÄMMÖNTARPEIDEN KARTOITUS, SEKÄ VERKOSTOON
TARVITTAVIEN MUUTOSTEN SUUNNITTELU

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutusohjelma

2019

TURUN TELAKAN KAUKOLÄMPÖVERKOSTON LÄMMÖNTARPEIDEN KARTOITUS, SEKÄ VERKOSTOON TARVITTAVIEN MUUTOSTEN SUUNNITTELU

Lintukorpi, Tomi
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutusohjelma
Marraskuu 2019
Sivumäärä: 39
Liitteitä: 3

Asiasanat: kaukolämmitys, kartoitus, lämpöhäviö

Tämä opinnäytetyö tehtiin Elomatic Oy:lle asiakasprojektiin perustuen. Työn tavoitteena oli tutkia ja käydä läpi Meyer Oy:n Turun telakan kaukolämpöverkoston ja lämmönjakolaitteiden kuntoa, sekä selvittää telakalla esiintyvien lämmitysongelmien mahdollisia syitä. Samalla tuotettiin telakalle kaukolämpöverkostosta ajantasainen kaukolämpökartta, josta käy ilmi putkidimensiot, sulkuventtiilit ja lämmönjakohuoneiden sijainnit.

Kartoituksen tarkoituksena oli selvittää telakan lämmönjakolaitteiden, putkistojen ja komponenttien toimintakunto, sekä ikä ja mahdolliset korjaustarpeet. Kartoituksen aikana käytiin läpi Turun telakka-alueen jokainen lämmönjakohuone ja lämmönjakolaitteiden tekniset tiedot kirjattiin mahdollisimman tarkasti ylös. Telakan kunnossapito-osastolta saamani vanhoihin suunnitelmiin pohjautuvat tiedot lämmönjakolaitteista, kuten lämmönsiirtimistä olivat monessa tapauksessa vanhentuneita.

Moni lämmönjakolaite oli ehditty jo vähintään kertaalleen päivittää, mutta uusittujen lämmönjakolaitteiden suunnittelu- ja mitoitus tietoja ei ollut saatavilla. Myös kartoituksen aikana huomatuimmat akuuteimmat korjaustarpeet, kuten vuodot informoitiin heti havaitessa telakan kunnossapitoyksikölle. Työn lopuksi käytiin läpi lämmitysongelmien ratkaisuehdotuksia verkoston paremman toimivuuden takaamiseksi.

Opinnäytetyön aikana telakan kunnossapito-osasto aloitti kaukolämpölaitteiden kunnostamisen ja korjaamisen, sekä kaukolämpölaitteiden päivittämisen uusiin heti kartoituksen pohjalta annettujen tietojen perusteella.

MAPPING THE DISTRICT HEATING NEEDS OF THE TURKU SHIPYARD AND PLANNING THE NECESSARY CHANGES

Lintukorpi, Tomi

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Construction and municipal engineering

November 2019

Number of pages: 39

Appendices: 3

Keywords: district heating, mapping, heat loss

This thesis was written for Elomatic Oy and was based on a customer project. The purpose of the thesis was to go through and examine the Meyer Oy Turku shipyard's district heating systems' condition and to find out the reasons behind its heating problems. An up to date map of the current district heating area was also produced for the Turku shipyard, which indicated the locations of the district heating pipelines, shutting valves and boiler rooms as well as the dimensions of the pipelines.

The purpose of the mapping was to determine the condition, age and the possible repair needs of the district heating devices and pipelines. During the mapping every district heating room in the Turku shipyard area was examined and the technical information of every heating device was written down as thoroughly as possible. The information that was available based on old designs and plans that I received from the shipyard's maintenance department, such as information about the heat exchangers were often very outdated and inaccurate.

Many of the heating devices had already once been updated and in some cases information about the new devices were also not available. In the process of the mapping, the most urgent repair suggestions such as leaks in the systems were quickly reported to the maintenance department. The solution suggestions of the heating problems were talked through in a meeting at the end of the project.

During the thesis project the Turku shipyard maintenance department began repairs of the district heating systems required, as well as updating some of the older devices based on the information given from the mapping.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	KAUKOLÄMMÖN PERUSTEITA	6
2.1	Kaukolämpö yleisesti	6
2.2	Kaukolämpö Suomessa	7
2.3	Turku Energia Oy.....	9
3	KAUKOLÄMPÖPUTKET.....	10
3.1	Kiinnivaahdotetut putket	10
3.2	Betonikanavaputket.....	12
3.3	Muovisuojakuorijohto liikkuvien teräsputkin	13
3.4	Muut putket.....	14
4	KAUKOLÄMMÖN MITTAUS	15
4.1	Perusteet	15
4.2	Lämpömääränlaskin	16
4.3	Virtausanturit	17
4.3.1	Magneettiset virtausanturit	18
4.3.2	Ultraäänivirtausanturit.....	19
4.3.3	Mekaaniset virtausanturit	20
4.4	Lämpötila-anturit	22
4.5	Mittauskeskus	22
5	LÄMPÖHÄVIÖT	24
6	MEYER TURKU OY TELAKAN LÄMPÖVERKKOALUE.....	29
7	TELAKAN LÄMPÖONGELMIEN SELVITYS	31
7.1	Telakka-alueen lämpöverkon kartoitus	31
7.1.1	Kartoituksen kulku.....	32
7.2	Havaitut lämpöongelmat	33
7.2.1	Kaukolämpölaitteet	34
7.2.2	Energiakanaalit	34
8	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	36
9	YHTEENVETO.....	38
	LÄHTEET	39
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kartoittaa Meyer Oy:n Turun telakan kaukolämpöverkosto, tutkia putkiston –ja laitteiston kuntoa, sekä selvittää raportoitujen lämmitysongelmien mahdollisia syitä. Työ toteutetaan asiakasprojektin ohessa Elomatic Oy:lle.

Meyer Oy:n Turun telakka-alueen koko on yhteensä noin 144 hehtaaria, josta rakennettua aluetta on noin 14,5 hehtaaria. Lämmitettäviin rakennuksiin kuuluu useita tuotantohalleja sekä hallinnollisia rakennuksia, kuten telakan oma terveystasema ja kaksi omaa ruokalaa. Näiden lisäksi kaukolämpöä käytetään myös rakenteilla olevien laivojen sisätilojen lämmitykseen.

Telakan lämpöongelmien tutkiminen aloitetaan perusteellisella lämpöverkoston kartoituksella, jonka aikana pyritään tutkimaan telakka-alueen jokainen lämmönjakuhuone ja niiden sisällään pitämät lämmöntuottolaitteet, sekä putkisto. Ongelmakohtien rajaamiseksi haastatellaan telakan kunnossapitoyksikön työntekijöitä, jotta saadaan tarkkaa tietoa lämmitysongelmien sijainneista.

Lopputulokset käydään läpi telakan kunnossapitoyksikön kanssa ja heille laaditaan tästä erillinen raportti. Raporttiin tulee kirjata kaikki merkittävät havainnot, jotka tulevat esiin kaukolämpökartoituksen aikana. Raporttiin sisällytetään myös lämpöongelmien ratkaisuehdotukset.

2 KAUKOLÄMMÖN PERUSTEITA

2.1 Kaukolämpö yleisesti

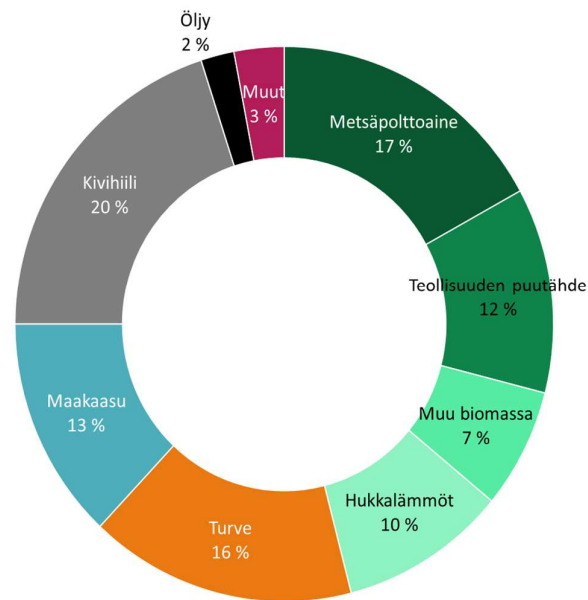
Kaukolämmön periaate on, että lämmöntuottaja tarjoaa asiakkailleen lämpöä käyttöveden, erilaisten rakennusten ja tehtaiden lämmitykseen. Lämpö siirretään kaukolämpöputkia pitkin tuottajalta asiakkaalle kuumana vetenä tai höyrynä suljetussa piirissä. Lämmöntuottaja on yleensä myös kaupungin, kunnan tai alueen pääasiallinen energiantuottaja, koska kaukolämpöä tuotetaan energiantuotannon yhteydessä, yleisesti sähköntuotannon oheistuotteena.

Lämmön tuotanto toteutetaan yleensä kahdella eri tavalla: pienempiin verkostoihin ja alueisiin keskittyneissä lämpökeskuksissa ja isompien verkostojen ja alueiden tarpeisiin tarkoitetuissa voimalaitoksissa. Voimalaitokset tuottavat yleensä sähköä ja lämpöä yhteistuotantona ja lämpökeskukset tuottavat pelkästään lämpöä asiakkaille. Lämpökeskusten energialähteinä käytetään erilaisia fossiilisia- ja biopolttoaineita. Kuvassa 1 havainnollistetaan kaukolämmön tuotantomenetelmien jakautumista energialähteittäin. (Energiateollisuus ry. 2006, 25-28)

Esimerkiksi Turku Energian lämpökeskukset käyttävät sekä biopolttoaineita, että fossiilisia polttoaineita erilaisten asuinalueiden ja teollisuuden lämmöntuotantoa varten. (Turku Energia Oy, [www-sivut](http://www.sivut), 2019)

Suomessa noin 3/4 tuotetusta kaukolämmöstä tulee lämmön ja sähkön yhteistuotannosta. Yhteistuotanto vähentää merkittävästi lämmöntuotannon ilmastopäästöjä, sekä hyötysuhdetta ja tässä Suomi on yksi maailman johtavia maita. Päästöjen vähentämistä alettiin ajamaan 1990-luvun lopulla myös energiateollisuuden alalla merkittävästi. Tästä suurimpana esimerkkinä on YK:n vuonna 1997 laatima maailmanlaajuinen Kioton ilmastopöytäkirja. Siinä sovittiin päästövähennystavoitteista, joihin jokaisen kehittyneen teollisuusmaan oli sitouduttava. Vähennystavoitteiden vertailukohtana käytettiin vuoden 1990 kasvihuonekaasupäästöjä ja yhteiseksi tavoitteeksi asetettiin 5% vähennystä. Tavoitteiden ensimmäinen velvoitekausi alkoi vuonna 2008 ja päättyi vuoteen 2012. Toinen velvoitekausi alkoi vuonna 2013 ja sen päättymisen on asetettu

vuoteen 2020. Toiseen velvoitekauteen ei sitoutunut lähellekään yhtä monta maata kuin ensimmäiseen. (Energiateollisuus ry. 2006, 27)



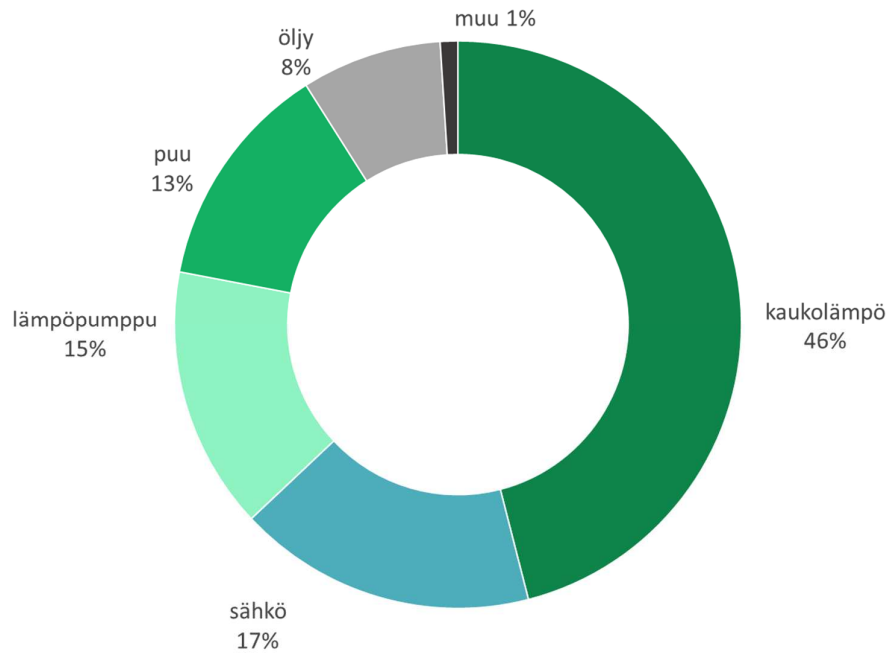
Kuva 1. Kaukolämmön tuotantomenetelmien jakautuminen energialähteittäin vuonna 2018. (Energiateollisuus ry. www-sivu, 2019)

2.2 Kaukolämpö Suomessa

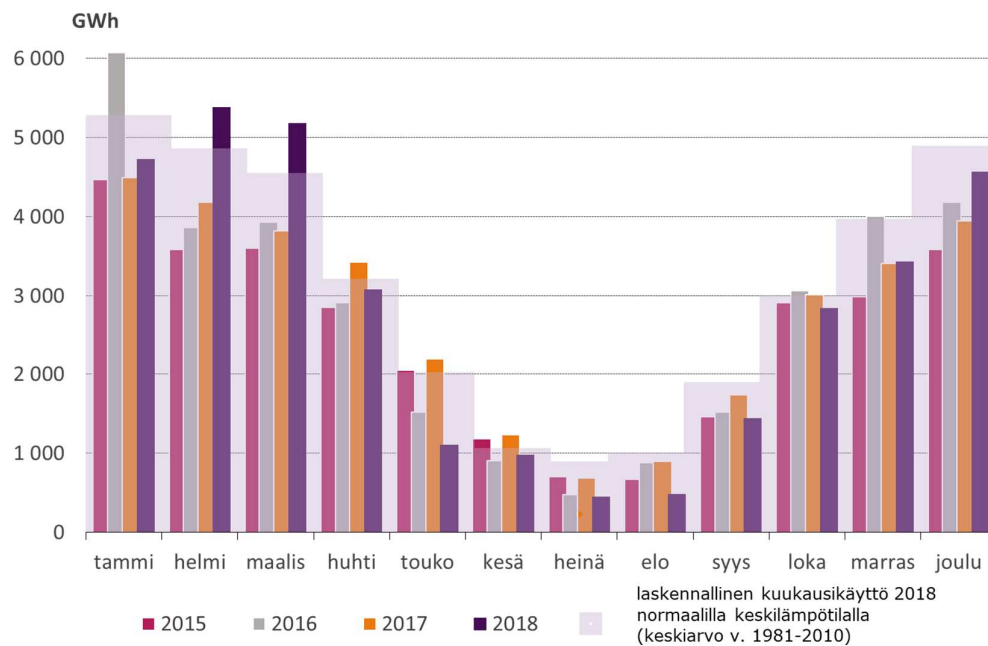
Ensimmäinen asuinalueelle keskitetty kaukolämpöjärjestelmä Suomessa rakennettiin noin vuonna 1940, kun Helsingin olympiakylä valmistui. Sodan jälkeiseen energiapuulaan kehitettiin ratkaisuja, jolloin kaukolämpö tuli esiin. Sähkön ja kaukolämmön yhteistuotantoa alettiin miettiä, kun huomattiin että teollisuuden sähköntuotannon synnyttämää lauhdelämpöä meni runsaasti hukkaan. Tätä hukkalämpöä pystyttiin hyödyntämään rakennusten lämmityksessä. Suomessa kaukolämpöä on siis alusta asti tuotettu yhteistuotantona sähkön kanssa. Ensimmäistä järjestelmää lukuun ottamatta laajemmin Suomessa kaukolämpöjärjestelmiä alettiin ottaa käyttöön vasta 1950-luvulla.

Kaukolämpö on Suomessa nykyään yleisin yksittäinen rakennusten ja lämpimän käyttöveden lämmitysmuoto (kuva 2). Kaukolämmön kulutus vaihtelee runsaasti vuoden sisällä ja kulutuspiikit sijaitsevat luonnollisesti talvikuukausien aikana (kuva 3). (Energiateollisuus ry. 2006, 34) Seuraavien kuvien ja taulukoiden avulla on havainnollis-

tettu kaukolämmön erilaisia kulutuksellisia asioita Suomessa. Näihin kuuluvat esimerkiksi kuinka suuressa osassa kaukolämpö on lämmitysmuotona ja lämmöntarpeen vaihtelut eri vuodenaikoina.



Kuva 2. Lämmitysmuotojen markkinaosuudet asuin- ja palvelurakennuksissa vuonna 2017. (Energiateollisuus ry. www-sivu, 2019)

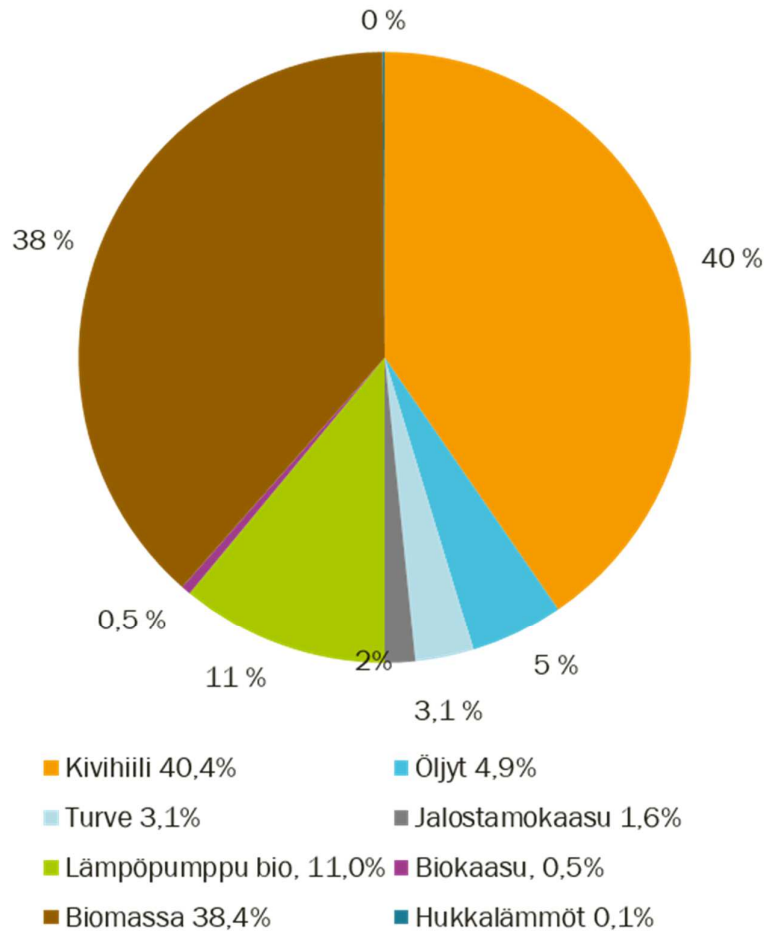


Kuva 3. Lämmöntarpeen vaihtelut eri vuodenaikoina. (Energiateollisuus ry. www-sivut, 2019)

2.3 Turku Energia Oy

Turku Energia Oy:n kaukolämmön tuotanto painottuu pääasiallisesti sen Naantalin voimalaitokseen, Orikedon biolämpökeskukseen ja Kakolan lämpöpumppulaitokseen. Isojen voimalaitosten lisäksi lämpöä tuotetaan pienemmillä kevyttä polttoöljyä ja pellettiä polttoaineenaan käyttävillä lämpökeskuksilla. Kaukolämpöä tuotetaan näillä pienemmillä lämpökeskuksilla muun muassa suurimman lämmöntarpeen aikana talvella, sekä tuotantolaitosten häiriö- ja vikatilanteissa. Näiden lisäksi 5% koko Turku Energian kaukolämmön tarpeesta tulee ulkopuolisilta yhteistyökumppaneilta biopolttoaineina tai hukkalämmöstä tuotettuna.

Kuvassa 4 on havainnollistettu tarkemmin Turku Energian käyttämien energialähteiden prosentuaalinen kulutus vuoden 2018 aikana. Turku Energian julkisena tavoitteena kaukolämmön tuotannon suhteen on ollut, että sen lämmönlähteiden alkuperä olisi yli 50 prosenttisesti uusiutuvista polttoaineista tuotettua ja hiilidioksidivapaata vuoteen 2020 mennessä. Tähän tavoitteeseen Turku Energia kuitenkin ilmoitti verkkosivuilla päässeensä jo ennen määräaikaan. (Turku Energia Oy. www-sivut, 2018)



Kuva 4. Turku Energian kaukolämmön tuottoon käytetyt polttoaineet vuonna 2018. (Turku Energia Oy. www-sivut, 2018)

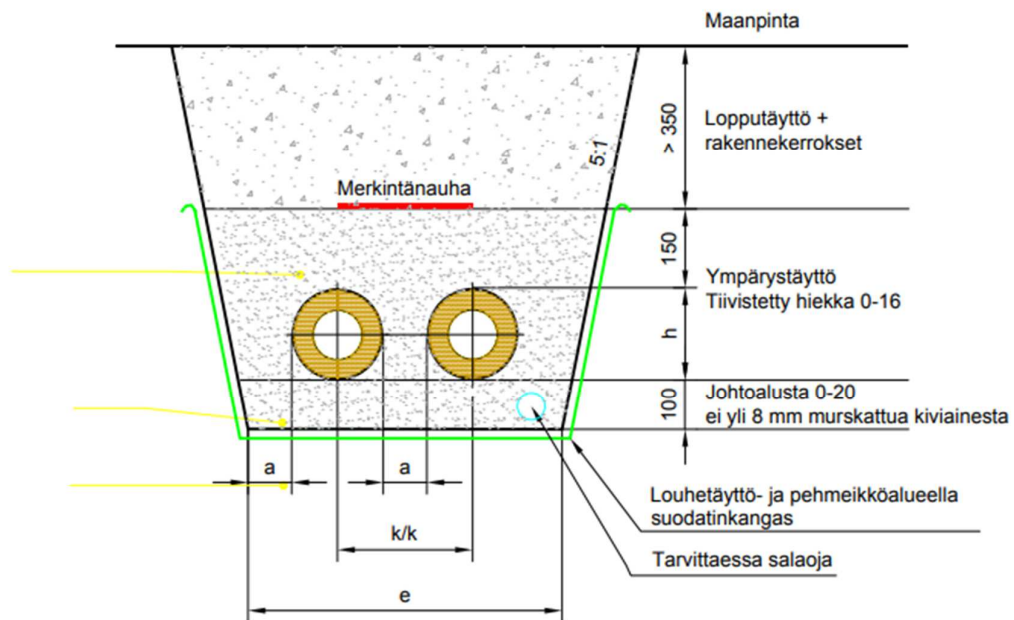
3 KAUKOLÄMPÖPUTKET

3.1 Kiinnivaahdotetut putket

Kiinnivaahdotettu putkityyppi otettiin käyttöön kaukolämpöjohtoina 1970-luvun puolivälin jälkeen Suomessa ja siitä tulikin hyvin pian kaikkein käytetyin kaukolämpöjohto, syrjäyttäen muut putkityypit. Kiinnivaahdotetun putken rakenne koostuu

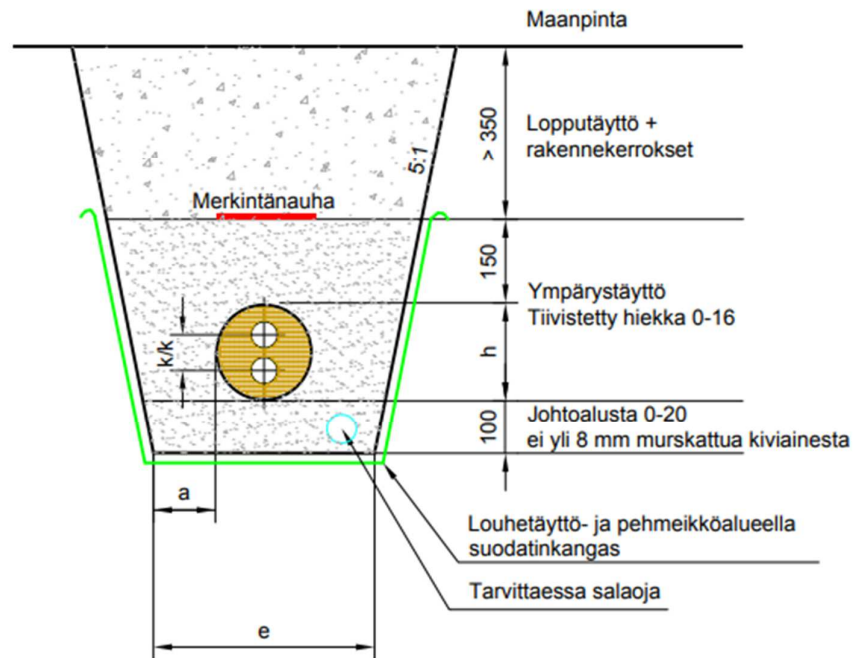
yleensä teräsputkista, eristeenä toimivasta polyuretaanivaahdosta ja polyeteenisuoja-kuoresta. Putkia valmistetaan erillisinä meno- ja paluuputkina (Yksiputkijohto 2Mpuk), sekä yhtenäisenä pakettina jossa meno- ja paluuputki ovat saman kuoren sisässä (Kaksiputkijohto Mpuk). Virtausputkina voidaan käyttää korkeammissa lämpötiloissa ja paineolosuhteissa hitsattua tai saumatonta teräsputkea, ruostumatonta teräsputkea, kupariputkea, sekä matalammissa lämpötiloissa ja paineolosuhteissa myös muoviputkea. Yksiputkijohtoa käytetään yleisesti kun putkikoon tai lämpötehon vaatimus on suurempi. Yksiputkijohtoja on yleisimmin saatavilla kokoina DN 20-DN 600 mutta jopa DN 1200 asti useampina erilaisina pituuksina. Kaksiputkijohtoa on saatavilla kokoina DN 2x20-DN 2x200 ja pituuksina 6 tai 12m. (Energiateollisuus ry. 2006, 138-140)

2Mpuk-johto. Tyyppiirustus. Kanavan poikkileikkaus.



Kuva 5. Yksiputkijohto 2Mpuk. (Energiateollisuus ry. www-sivu, 2015)

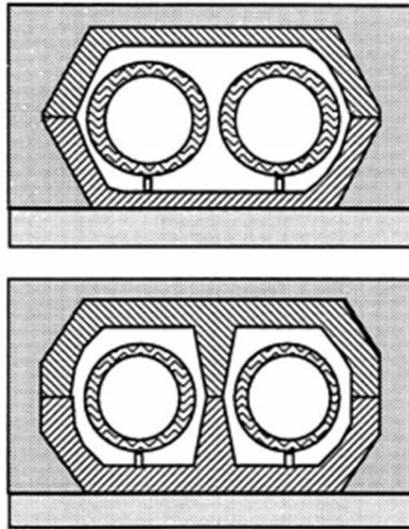
Mpuk-johto. Tyypipiirustus. Kanavan poikkileikkaus.



Kuva 6. Kaksiputkijohto Mpuk. (Energiateollisuus ry. www-sivu, 2015)

3.2 Betonikanavaputket

Betonikanavarakenteisia kaukolämpöputkituksia rakennettiin 1950-luvulta 1990-luvulle asti. Tässä putkityypissä teräksisten virtausputkien tuenta toteutettiin kannakoidulla putket betonikuorielementteihin samalla mahdollistaen putkiston lämpölaajeneminen kiintopisteiden avulla hallitusti betonikuoren kautta maahan. Erilaisissa betonikanavarakenteissa kannatus on voitu hoitaa eri tavoilla. Betonirakenteet muodostuvat pääosin erillisistä ala- ja yläelementeistä, mutta myös paikalla rakennettavia elementtejä on olemassa. Elementit tehtiin joko valmiina paketteina tai siten, että alaelementti on valettu paikalla ja yläelementti sekä mahdolliset sivuelementit ovat olleet valmisrakenteisia. Lopuksi elementtien saumat on tiivistetty. Eristykset betonirakenteisissa lämpöputkissa hoidettiin useimmiten mineraalivillan tai polyuretaanin avulla. Betonielementteihin varattiin eristeille riittävä tila. (Energiateollisuus ry. 2006, 144)

Tehdasvalmisteiset betonikanavat:**Emv, Epu: (rakentamisvuodet 1960...)****Rakenne:**

Kokoelementtikanava, muodostuu lähes samanlaisista ylä- ja alaelementeistä

Eristemateriaali:

Yleisimmin mineraalivillakouru, myös polyuretaanikouru (mahdl. myös kevytbetoni)

Virtausputket:

Teräs, liikkuva rakenne

Wmv:**Rakenne:**

Kolmitukinen kokoelementtikanava

Eristemateriaali:

Yleisimmin mineraalivillakouru

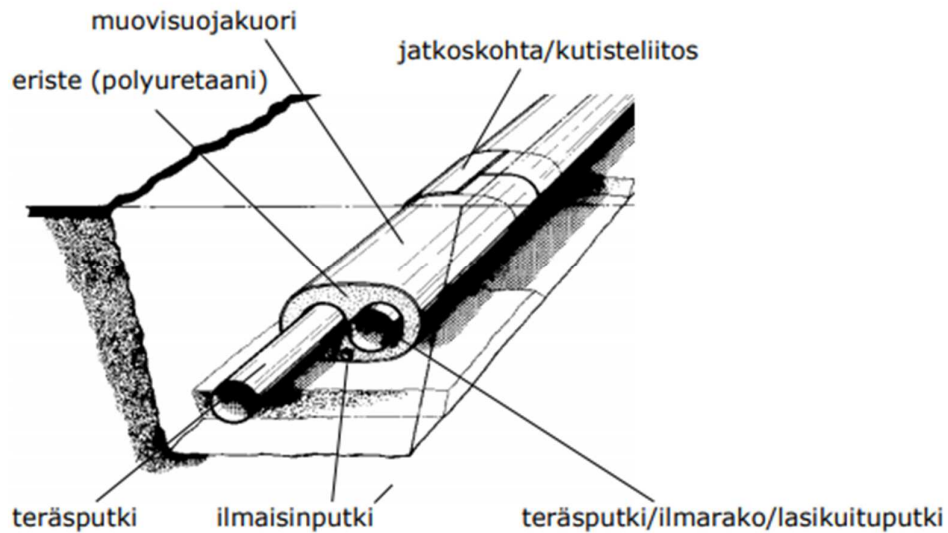
Virtausputket:

Teräs, liikkuva rakenne

Kuva 7. Esimerkki betonikanavaputkista. (Energiateollisuus ry. www-sivu, 2016)

3.3 Muovisuojakuorijohto liikkuvin teräsputkin

Muovisuojakuorijohto liikkuvin teräsputkin, lyhenteeltään Mpul, oli paljon käytetty kaukolämpöputkimateriaali 1960-luvun puolivälin jälkeen noin kahdenkymmenen vuoden ajan. Sen rakenne koostui teräksisistä virtausputkista, joiden päällä on lasikuituiset suojaputket, jotta teräsputket pääsevät liikkumaan vapaasti lämmönvaihteluiden vaikutuksesta. Virtausputkien suojaputket ovat tuuletettavat ja niihin kuuluu erillinen vuotoputki. Suojaputket ovat vaahdotettu kiinni polyuretaanivaahdolla ja päällystetty polyeteenisuojakuorella. Putkityyppiä valmistettiin ja asennettiin myös erillisinä meno- ja paluuputkina. Tämän putkityypin käyttö lopetettiin lähinnä sen jälkeen kun huomattiin, että se oli erittäin altis ympäristön liikkeille ja muutoksille. Esimerkiksi maa-aineksen liikkeet, kuten painuminen aiheuttivat ongelmia putkissa sekä suojaputkien liitoksissa. Suojaputken, liitoskohdan ja eristysten rikkoutuessa virtausputkissa havaittiin usein laajalle levinneitä korroosio-ongelmia. (Energiateollisuus ry. 2006, 145)



Kuva 8. Muovisuojakuorijohto liikkuvien putkin. (Energiateollisuus ry. www-sivu, 2018)

3.4 Muut putket

Tähän kategoriaan lukeutuu erityyppisiä putkitus- ja kannatusmenetelmiä, joita käytetään erikoisemmissä kohteissa ja olosuhteissa. Tällaisiin kuuluu esimerkiksi siltojen, tunneleiden, vesistöjen tai junaratojen kautta tehtävät putkitukset. Näissä tapauksissa käytetään lähinnä vain erilaisia kannatusmenetelmiä tavallisten kiinnivaahdotettujen putkien kanssa. Rakennuskannassa on olemassa vielä myös vanhoja asbestisuojaputkijohtoja, jotka on eristetty mineraalivillalla tai polyuretaanilla. Tämä putkityyppi kuitenkin väistyi 1980-luvulla kun kiinnivaahdotetut lämpöjohdot valtasivat markkinoita ja asbestiin liittyvien ongelmien tultua ilmi. (Energiateollisuus ry. 2006, 145)

4 KAUKOLÄMMÖN MITTAUS

4.1 Perusteet

Kaukolämmön mittauksen periaatteena on lämmönjakelijan luotettavan ja tarkan lämpömäärän laskuttaminen asiakkaan käyttämästä lämmöstä. Tämän vuoksi kaukolämpöveden lämpömäärän mittaukseen tarkoitettujen laitteiden ja komponenttien toimivuus on tärkeää. Kaukolämmön mittaus voidaan pääasiassa jakaa kahteen osaan, asiakasmittauksiin sekä tuotannon ja verkon mittauksiin. Asiaksmittaus tapahtuu kiinteistö- tai huoneistokohtaisesti, joista kiinteistökohtainen on yleisempi mittaustapa. Tuotannon ja verkon mittauksella tarkoitetaan kaukolämmön tuotantolaitosten lämpöenergiamittauksia.

Mittauksia käytetään esimerkiksi tuotantolaitteistojen hyötysuhteen ja kunnan valvontaan, sekä tuotannon ohjaukseen ja prosessilaskentaan. Peruseriaate käytetyn lämpöenergian määrittämisessä on kaukolämmön meno- ja paluuveden lämpötilaerojen ja veden virtausmäärän avulla laskettavan lämpövirran ero ajan funktiona.

Lämpövirta ennen asiakasta menopuolella (alaindeksi 'm')

$$\Phi_m = c_m \times m_m \times T_m \quad (4.1)$$

ja asiakkaalta palatessa paluupuolella (alaindeksi 'p')

$$\Phi_p = c_p \times m_p \times T_p \quad (4.2)$$

joissa

c = veden ominaislämpökapasiteetti (4,2kg/kJ °C)

m = veden massavirta (kg/s)

T = veden lämpötila (°C)

Lämpövirtojen erotuksen aikaintegraali tietyssä ajanjaksona (t_1, t_2) tarkasteltaessa

$$Q = \int_{t_2}^{t_1} (\Phi_m - \Phi_p) dt \quad (4.3)$$

Kaukolämmön mittauksen tärkeimmät osat ovat lämpöenergiamittarit ja niihin kuuluvat komponentit. Lämpöenergiamittareita on erilaisia ja niiden kokoonpanot saattavat vaihdella. Mittareihin kuuluu virtausanturit, lämpötila-anturit ja lämpömääränlaskin.

Nämä komponentit voivat olla yhdessä laitteessa tai erikseen yksittäisinä komponentteina, kaikki kuitenkin toisiinsa yhteydessä. Kaikki komponentit on suunniteltu enintään 120 °C käyttölämpötilaa ja 1,6 MPa käyttöpainetta varten. Suomessa lämpöenergiamittareiden tulee olla Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivien (Measuring Instrument Directive, MID) määräysten ja Suomen kansallisen lainsäädännön mukaisesti hyväksytyjä. (Energiateollisuus ry. 2006, 113-115)

4.2 Lämpömääränlaskin

Lämpömääränlaskimen tehtävä on ottaa vastaan lämpötila- ja virtausantureiden lähetämät tiedot ja muuttaa ne erilaisiksi lämpöenergian kulutuksen määrän osoittamiksi arvoiksi. Laskin huomioi veden lämpötilan mukaan sen tiheyden ja ominaislämmön laskentaa varten. Suurin osa lämpömäärälaskimista näyttää siihen yhteydessä olevasta kaukolämmön alajakokeskuksesta vähintään sen lämpömäärän (MWh), vesivirran (m^3), sekä hetkellisen jäähtymisen ($^{\circ}C$). Monissa laskimissa on tarkasteltavissa myös lisätoimintoja, kuten meno- ja paluulämpötilat ($^{\circ}C$), hetkellinen teho (kW), hetkellinen virtaus (m^3/h), suurin esiintynyt teho ja virtaus, sekä virheilmoitukset. Vastaanotettu data pysyy nykyaikaisten laskinten muistissa vähintään 12 kuukautta. Lämpömääränlaskin käyttää virtaa verkkovirrasta ja/tai paristoista. (Energiateollisuus ry. 2006, 116)



Kuva 9. Lämpömääränlaskin Meyerin telakalta kuvattuna. (Lintukorpi, 2019)

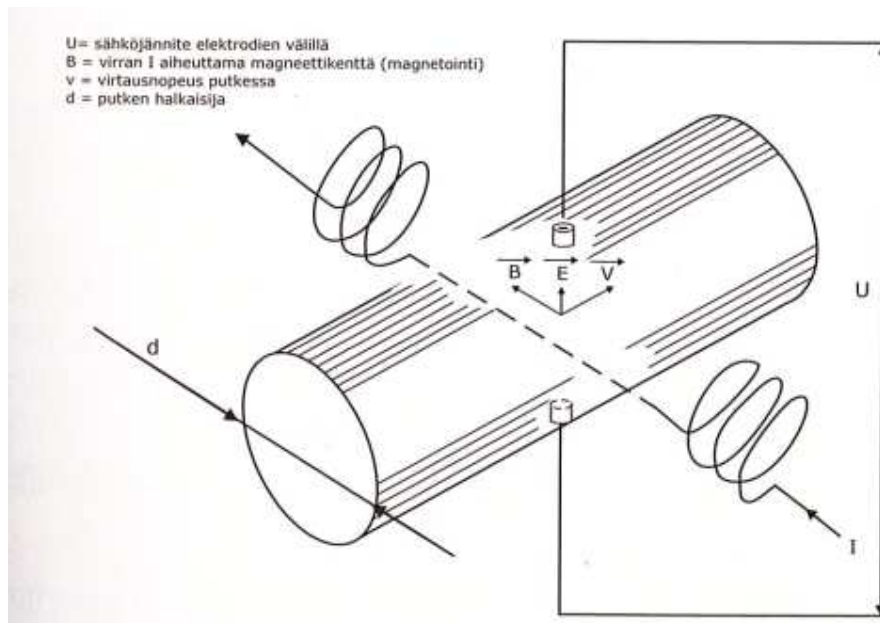
4.3 Virtausanturit

Virtausanturi on lämpöenergiamittarin komponentti, joka määrittää meno- tai paluupuolen läpi menevän kaukolämpövesivirran ja lähettää sen eteenpäin tilavuuden, massan, tilavuusvirran tai massavirran funktiona. Kolme yleisintä mittausmenetelmää ovat:

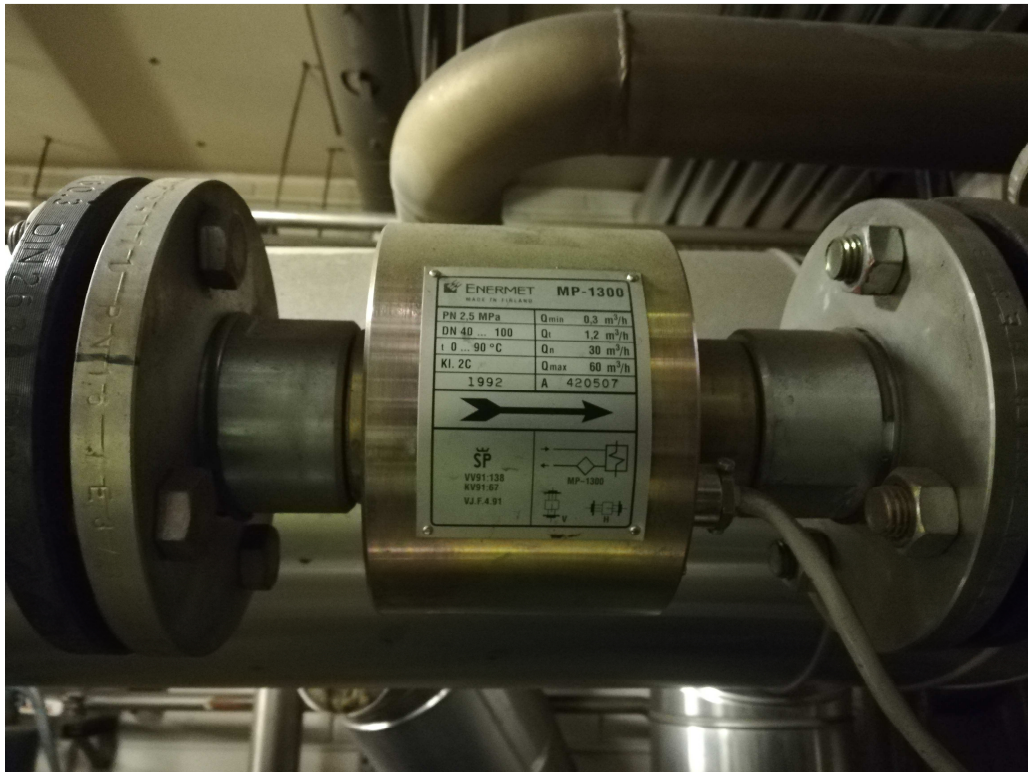
- magneettiset mittarit
- ultraäänimittarit
- mekaaniset mittarit

4.3.1 Magneettiset virtausanturit

Magneettisen virtausanturin toiminta perustuu Faradayn lakiin, jonka mukaan johteen liikkeessa magneettikentässä ja leikatessa vuoviivoja siihen indusoituu jännite. Jännite on suoraan verrannollinen virtausnopeuteen. Mittauksen edellytyksenä kaukolämpöveden tulee johtaa mahdollisimman hyvin sähköä ja tätä voidaan parantaa lisäämällä kaukolämpöveden suolaa. Veden virtausnopeus saadaan selville mittaamalla elektrodien välille syntynyt sähköjännite (U). Tilavuusvirta voidaan laskea virtausnopeuden ja putken halkaisijan mukaan. (Energiateollisuus ry. 2006, 117-118)



Kuva 10. Magneettisen virtausanturin toimintaperiaate. (Energiateollisuus ry. 2006, 117)



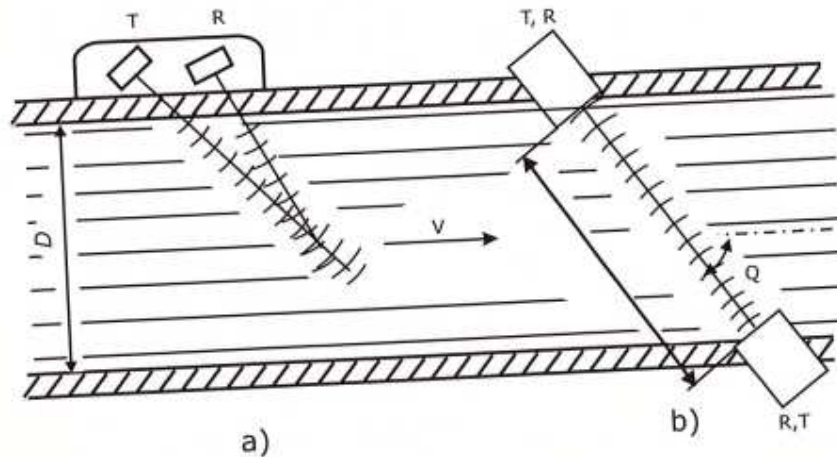
Kuva 11. Magneettinen virtausanturi Meyerin telakalta kuvattuna. (Lintukorpi, 2019)

4.3.2 Ultraääni virtausanturit

Ultraäänivirtausanturien toiminta perustuu virtaavan aineen aiheuttaman äänisignaalin etenemisnopeuden muuttumiseen lähetys- ja vastaanottopisteiden välillä.

Ultraäänivirtausanturit voidaan jakaa kahteen pääryhmään: (kuva 4.4.)

- Doppler-virtausmittaus
- kulku aikaeroon perustuva virtausmittaus



Kuva 12. Ultraäänimittauksen periaatteet a) Doppler-virtausmittaus b) kulkuajakaeroon perustuva virtausmittaus. (Energiateollisuus ry. 2006, 118)

Kulkuajakaeroon perustuvalla menetelmällä saavutetaan Doppler-mittausta tarkempi mittaustulos. Virtausnopeus saadaan selville mittaamalla signaalin kulkema aika. Tilavuusvirta voidaan laskea virtausnopeuden ja putken halkaisijan avulla.

Signaalin kulkema aika myötä- ja vastavirtaan:

$$t = l \times \left(\frac{1}{c-v} - \frac{1}{c+v} \right) \quad (4.4)$$

joissa

l = signaalin kulkema matka

v = virtausnopeus putkessa

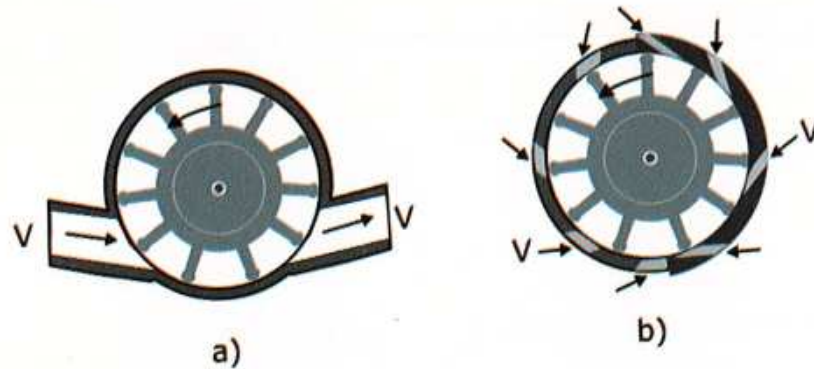
t = signaalin kulkema aika

c = äänen nopeus vedessä ($c \gg v$) (Energiateollisuus ry. 2006, 118-119)

4.3.3 Mekaaniset virtausanturit

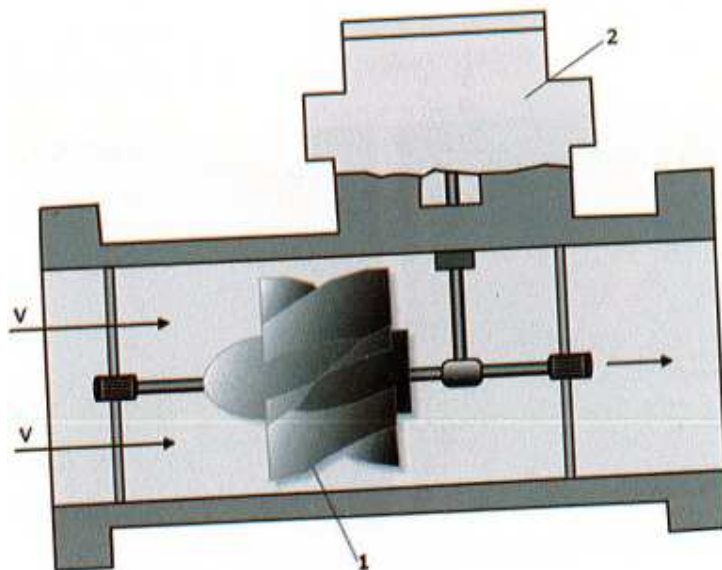
Ennen magneettisia virtausantureita ja ultraäänivirtausantureita kaukolämmössä yleisimmin käytettyjä virtausantureita olivat pyöriväsiipiset mekaaniset virtausanturit. Ne jaetaan suorilla siivillä varustettuihin siipipyörämittareihin ja käyrillä siivillä varustettuihin turbiinimittareihin. Pyöriväsiipisten mittareiden virtausnopeus määritellään mahdollisimman kitkattomasti laakeroidun roottorin pyörimisnopeudesta. Roottori

voidaan asentaa joko virtauksen suuntaisesti tai virtausta vastaan kohtisuoraan. Virtausnopeus roottorilta lähetetään lämpömäärän laskimelle mekaanisesti tai sähköisesti pulssimuodossa. (Energiateollisuus ry. 2006, 119)



Kuva 13. Siipipyörämittari a) yksisuihkuinen b) monisuihkuinen. (Energiateollisuus ry. 2006, 120)

Turbiinimittareissa roottori on asennettu virtauksen suuntaisesti ja virtaus oikaistaan oikaisulevyillä. Woltmann-tyyppisessä turbiinimittarissa pyörimisliike välitetään mekaanisesti lämpömäärän laskimella ja mittari voidaan asentaa joko putken suuntaisesti tai putkea vastaan kohtisuoraan (vaaka- tai pysty-Woltmann). (Energiateollisuus ry. 2006, 120)



Kuva 14. Woltmann-mittari, jossa mekaaninen pyörimisnopeuden ilmaisins (2) ja vaakaroottori (1). (Energiateollisuus ry. 2006, 120)

4.4 Lämpötila-anturit

Lämpötila-anturipari mittaa meno- ja paluuvien lämpötilat ja lähettää sen edelleen lämpömääränlaskimelle lämpötilaeron määrittystä varten. Anturit asennetaan joko ilman suojataskua tai suojataskuun. Suojataskuun asennettuna anturin aikavakion tulee olla yli 20 sekuntia. Suojatasku asennetaan vastavirtaan ja sen tulee peittää 0,3-0,7 kertaa putken poikkileikkauksesta. Anturit on suunniteltu 0-120 °C lämpötiloille. (Energiateollisuus ry. 2006, 121-122)

4.5 Mittauskeskus

Mittauskeskus on erillinen rakennus tai tila, jonka kautta asiakas liitetään lämmöntarjoajan laitteistoon ja lämpöverkostoon. Mittauskeskuksen laitteilla monitoroidaan asiakkaan lämmönkulutusta ja säädetään asiakkaalle lähtevän lämpötehon määrä kulutuksen mukaiseksi. Lämmöntarjoajan laitteistoon kuuluu komponenttien välisten putkistojen, niiden eristysten ja sähköliitännöiden lisäksi:

- Pääsulkuventtiilit
- Lämpömääränlaskin
- Mahdollinen virtauksen tai tehon rajoitin
- Lianerottimet
- Virtausanturit
- Lämpötila-anturit

Mittauskeskuksen sisälämpötila tulee pysyä +5 ja +35 °C:n välillä. Lämmönkulutuksen seuranta tapahtuu nykyään pääasiassa etänä sähköisen tietoliikennemuodulin kautta, mutta se voi olla myös toteutettu paikallisluentana asiakkaan tai lämmönmyyjän toimesta, sekä paikallisväliluentana. Paikallisluenta asiakkaan tai lämmönmyyjän toimesta tarkoittaa käytännössä sitä, että asiakkaan tai lämmönmyyjän palveluksessa oleva henkilö käy sovittuina ajankohtina lukemassa ja kirjaamassa ylös lämmönmyyjän tarvitsemat tiedot lämmönkulutuksesta. Paikallisväliluennassa yhden tai useamman lämpömäärämittarin keräämät tiedot siirtyvät kiinteitä tiedonsiirtokaapeleita pitkin erilliselle keruuyksikölle. Keruuyksiköltä tiedot siirretään lämmönmyyjälle lämmönkäyttöilmoituksilla tai etäluentana. Mittauskeskus tulee suunnitella siten, että

sen sisältämillä laitteilla on riittävästi huoltotilaa. (Energiateollisuus ry. 2006, 123-129)



Kuva 15 ja 16. Turun telakan mittauskeskus kuvattuna sisältä ja ulkoa. (Lintukorpi, 2019)

5 LÄMPÖHÄVIÖT

Lämpöhäviöitä aiheutuu, kun lämpöä siirtyy putken pinnasta maaperään tai ympärillä olevaan ilmaan. Osa karkaavasta lämmöstä voi siirtyä menoputkesta paluuputkeen, jolloin se palaa takaisin hyötykäyttäväksi lämmöntuottajalle. Lämpöhäviöitä syntyy monien eri asioiden summasta. Lämpöhäviöt tuottavat usein suuria kustannuksia lämpöä tuottavalle yritykselle. Yleisimpiä lämpöhäviöiden aiheuttajia ovat:

- Verkon liian korkea käyttölämpötila
- Putkiston riittämätön eristys, eristystyön heikko laatu
- Eristeen vanhenemisesta johtuva putkiston liian suuri lämmönluovutus
- Kaivojen huono lämmöneristys
- Vuotovedet ulkopuolisena jäähdyttäjänä
- Suuri maaperän lämmönjohtavuus
- Putkiston matala peitesyvyys
- Verkon huono käyttöaste (putkikokojen ylimitoitus)
- Lämmön mittauserätarkkuudet (tulkitaan häviöksi, koska näistä ei voida las-
kuttaa)

Pienissä kaukolämpöverkoissa putkikoon ollessa keskimäärin DN 50, lämpöhäviöiden suuruusluokka on noin 10-20 %. Suurissa verkoissa putkikoon ollessa keskimäärin DN 150, lämpöhäviöiden suuruusluokka on noin 4-10 %. Pienempien verkostojen suuremmat lämpöhäviöt selittyvät putkistojen vaippapinta-alojen suhteesta siirtokykyyn. Pääasiallisena eristeenä nykypäivän kaukolämpöjohdoissa käytetään polyuretaania, mutta myös esimerkiksi mineraalivillaa löytyy paljon olemassa olevista lämpöjohdoista. Eristeen lämmönjohtavuus λ_i riippuu käyttölämpötilasta iästä, kosteudesta ja tilavuuspainosta. (Energiateollisuus ry. 2006, 203, 209)

$$\lambda_i = \lambda_{60} + \lambda_{ikä} + \lambda_{kost} + \lambda_{konv} \quad (5.1)$$

Missä

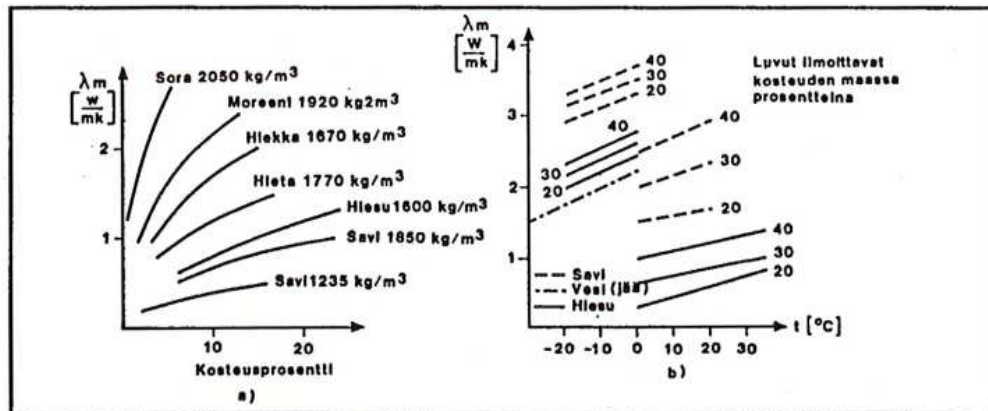
λ_{60} = eristeen keskimääräinen lämmönjohtavuus uutena 60 °C lämpötilassa

$\lambda_{ikä}$ = eristeen käyttöiän aiheuttama lämmönjohtavuuden muuttuminen

λ_{kost} = kosteuden aiheuttama muutos

λ_{konv} = eristyksen raoissa, saumoissa ja onteloissa esiintyvien hallitsemattomien konvektiovirtausten aiheuttama lisäys (ilmenee lähinnä villaeristeissä)

Maan lämmönjohtavuus λ_g , vaihtelee seuraavan kuvan a) ja b) –kohtien mukaisesti maaperän laadun ja kosteuden mukaan välillä 0,5-3,5 W/m,K.



Kuva 17. Maan lämmönjohtavuuden vaihtelu. (Energiateollisuus ry. 2006, 203)

Tarkastellaan lämpöhäviöiden määrittämistä eri komponenttien pohjalta oheisen kuvan mukaisesti. Kohdan A mukaisesti lasketaan meno- ja paluuputken lämpöhäviöt yhtälöistä:

$$\Phi'_m = K_{1m}(T_m - T_g) - K_{2m}(T_p - T_g) \quad (5.2)$$

$$\Phi'_p = K_{1p}(T_p - T_g) - K_{2p}(T_m - T_g) \quad (5.3)$$

Kun putket ovat symmetrisesti ($K_{1m} = K_{1p} = K_1$ ja $K_{2m} = K_{2p} = K_2$), saadaan kokonaislämpöhäviöksi:

$$\Phi'_{tot} = \Phi'_m + \Phi'_p = 2(K_1 - K_2) \left[\frac{T_m + T_p}{2} - T_g \right] \quad (5.4)$$

Missä

T_m = menolämpötila (°C)

T_p = paluulämpötila (°C)

T_g = häiriöttömän maaperän lämpötila (°C) upotussyvyydellä

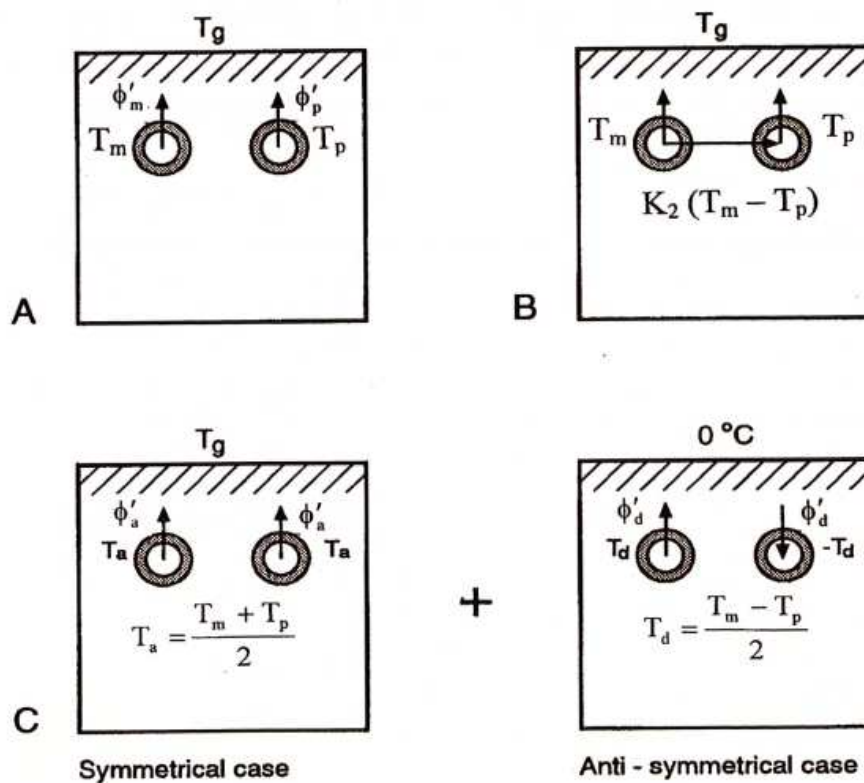
K_1 ja K_2 ovat lämmönläpäisylukuja, jotka määritellään yhtälöillä (5.7) ja (5.8)

Osakuvan B mukaan yhtälöt voidaan kirjoittaa seuraavasti:

$$\Phi'_m = (K_1 - K_2)(T_m - T_g) + K_2(T_m - T_p) \quad (5.5)$$

$$\Phi'_p = (K_1 - K_2)(T_p - T_g) + K_2(T_m - T_p) \quad (5.6)$$

Näistä yhtälöistä voidaan havaita, että menoputken lämpöhäviöt muodostuvat lämpövirran siirtymisestä ympäröivään maaperään sekä paluuputkeen. Lämmönläpäisyyluku K_2 liittyy siis meno- ja paluuputken väliseen lämmönsiirtoon. (Energiateollisuus ry. 2006, 203-204)



Kuva 18. Maahan upotettujen kaukolämpöputkien lämpöhäviöiden määrittäminen. (Energiateollisuus ry. 2006, 204)

Kun putket ovat symmetrisesti, lämmönsiirtokertoimet K_1 ja K_2 lasketaan seuraavasti:

$$K_1 = \frac{R_g + R_i}{(R_g + R_i)^2 - R_m^2} \quad (5.7)$$

Ja

$$K_2 = \frac{R_m}{(R_g + R_i)^2 - R_m^2} \quad (5.8)$$

Missä

R_g = maaperän lämpövastus/pituus, sisältää lämpövastuksen kanavan pinnalla

R_i = eristeen ja vaipan lämpövastus/pituus

R_m = putkien keskinäisen vaikutuksen huomioiva lämpövastus/pituus

Näistä saadaan

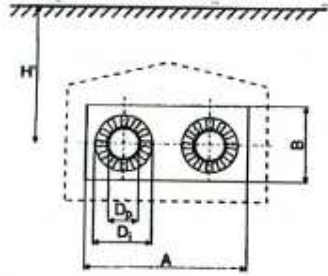
$$K_1 - K_2 = \frac{1}{R_g + R_i + R_m} \quad (5.9)$$

Erityyppisten johtojen lämpövastusten laskentayhtälöitä on esitetty kuvassa (5.3). Eristämättömään putkeen kohdistuva maaperän lämpövastus voidaan laskea yhtälöstä (5.10). Tavanomaisemmassa tapauksessa maahan asennettuun eristettyyn putkeen kohdistuva maaperän lämpövastus voidaan laskea yhtälöstä (5.11). (Energiateollisuus ry. 2006, 203-206)

$$R_g = \frac{1}{2\pi\lambda_g} \ln \left[\frac{2H}{D_c} + \sqrt{\left(\frac{2H}{D_c}\right)^2 - 1} \right] \quad (5.10)$$

$$R_g = \frac{1}{2\pi\lambda_g} \ln \left[\left(\frac{4H}{D_c}\right) \right] \quad (5.11)$$

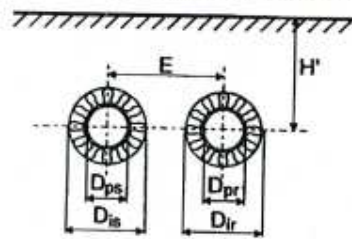
Betonikanava ja putkien ympärillä mineraalivillaeriste



$$D_c = \frac{2.2 \cdot A \cdot B}{A + B} \quad h_s = 7.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$R_{hi} = \frac{1}{\pi D_i h_s} \quad R_{hg} = \frac{1}{2(A+B) \cdot h_s} \quad R_m = R_g$$

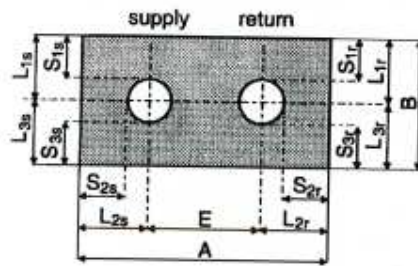
Kiinnivaahdotetut putket



$$D_c = D_i \quad R_{hg} = R_{hi} = 0$$

$$R_m = \frac{1}{4\pi\lambda_g} \ln \left(1 + \left(\frac{2H}{E} \right)^2 \right)$$

Betonikanava ja solumainen betonieriste



$$R_{hg} = R_{hi} = 0$$

$$S_{\max s} = \text{maximum of } S_{1s}, S_{2s}, S_{3s}$$

$$S_{\min s} = \text{minimum of } S_{1s}, S_{2s}, S_{3s}$$

$$\text{For } S_{\max s} / S_{\min s} < 2: D_{cs} = D_{is} = \frac{35.2}{\frac{5}{L_{1s}} + \frac{4}{L_{2s}} + \frac{5}{L_{3s}} + \frac{2}{E}}$$

$$R_{ms} = R_{gs} + R_{is} - \left[\frac{2\pi\lambda_i}{\ln \left(\frac{E}{D_{ps}} + \sqrt{\left(\frac{E}{D_{ps}} \right)^2 - 1} \right)} + \frac{0.4 \cdot E \cdot (\lambda_g - \lambda_i)}{B \cdot R_{is} \cdot \lambda_g} \right]^{-1}$$

Kuva 19. Erilaisten kaukolämpöjohtojen lämpövastuksia. (Energiateollisuus ry. 2006, 207)

6 MEYER TURKU OY TELAKAN LÄMPÖVERKKOALUE

Meyer Turku Oy:n telakan lämpöverkkoalue on kooltaan kohtalaisen suuri. Telakan maa-alue on yhteensä noin 144 hehtaaria, josta rakennettua aluetta on noin 14,5 hehtaaria. Liitteenä 2 on telakan aluekartta, joka havainnollistaa alueen koon. (Meyer Turku Oy. www-sivu) Alueeseen kuuluu useita lämpimiä, puolilämpimiä ja kylmiä tuotantohalleja, toimisto- ja sosiaalirakennuksia, sekä kaksi ruokalaa ja telakan työntekijöiden oma terveyskeskus. Rakennusten lisäksi lämmitysalueeseen kuuluu laivojen sisätilojen lämmitys, joka hoidetaan myös suurelta osin kaukolämmön avulla.

Telakan lämmityksestä vastaa Turku Energia Oy, joka on rakennuttanut telakan lämmitystarpeita varten neljä erillistä lämpökeskusta, joista jokainen on teholtaan noin 10 MW. Lämpökeskusten yhteenlaskettu lämmöntuottoteho on siis noin 40 MW ja lämmitysmuoto keskuksissa on öljy. Lämpökeskukset sijaitsevat juuri telakka-alueen ulkopuolella, joista DN 300 -kokoiset kaukolämpöputket kulkevat telakka-alueelle maanalaisina –ja päällisinä putkivetoina (kuvat 20 ja 21). Aikoinaan kaukolämpöputkien kannakointia varten rakennettiin erilliset jalustat, koska telakkaa ympäröivä maasto on suoperäistä. Putkityyppien kehittyttyä ja alueen muututtua, suoraan lämpökeskuksilta lähtevät putkilinjat kaivettiin myöhemmin maan sisälle. Kaivantoon asennetut putket alittavat myös telakalle myöhemmin rakennetun pääportin ja pohjoisportin välisen tieosuuden (kuva 21). Tien alituksen jälkeen putket jatkavat maanpäällisinä vetoina kohti telakkaa. Kaukolämpöputket johtavat telakan porttien sisällä sijaitsevaan mittauskeskukseen ja siitä eteenpäin lämpöä käyttäville rakennuksille energiakanaleja, sekä hallien sisätiloja pitkin.

Telakka-alueelle tulee jatkuvasti uusia investointeja ja suunnitelmissa on paljon uusia rakennuksia ja toimitiloja, joten kaukolämmön tarve on koko ajan kasvava. Lisääntyvään lämmöntarpeeseen tulee myös reagoida samalla aikataululla kuin uusiin rakennushankkeisiin.



Kuva 20. Telakalle johtavat kaukolämpöputket maanpäällisenä asennuksena. (Lintukorpi, 2019)



Kuva 21. Kaukolämpöputket johtavat kaivantoon alittaen tien. (Lintukorpi, 2019)

7 TELAKAN LÄMPÖONGELMIEN SELVITYS

7.1 Telakka-alueen lämpöverkon kartoitus

Meyer Oy:n Turun telakan kunnossapito-osaston kanssa laadittu projekti telakan kaukolämpöverkon kartoituksesta ja kaukolämpölaitteiden kunnan selvittämisestä lähti liikkeelle, kun useammasta telakan laivarakennushallista raportoitiin lämmitysongelmia. Ongelmat painoutuivat luonnollisesti lämmityskaudelle, erityisesti talvikuukausiin, jolloin ulkolämpötilat laskevat merkittävästi pakkasen puolelle.

Tarkennuksina lämmitysongelmista olivat ainakin tiettyjen hallien sisälämpötilan laskeminen sellaiselle tasolle, että työnteko hankaloitui. Tämä kieli siitä, että lämmönsiirtimiltä ei välittynyt riittävästi lämpöä patteri -tai ilmanvaihtoverkoston. Myös ilmanvaihtokoneiden jäätymissuojien vahteja rikkoutumisista raportoitiin, joka kertoi siitä, että joidenkin hallien ilmanvaihtoverkoston lämmitysverkko ei toimi suunnitellulla tavalla.

Kartoituksen pohjalta telakan henkilökunta sai kokonaisvaltaisen ja päivitetyn tiedon kaukolämpöverkkonsa –ja laitteidensa kunnosta. Myös kaikki akuutit viat tulivat huomattua ja raportoitua eteenpäin, jotta korjaustoimenpiteet saatiin aloitettua mahdollisimman nopeasti. Kartoituksen yhtenä tärkeimpänä päämääränä oli myös se, että sekä telakan että meidän väkemme Elomatic:lla saisi paremman käsityksen missä kunnossa verkosto oli ja ylipäätään missä verkosto alueella kulkee.

Projektiin kuului myös paljon vanhojen suunnitelmien läpikäyntiä, mitä kautta saatiin täydennettyä kartoituksessa kerättyjä tietoja kaukolämpöverkoston sijainneista ja kulureiteistä. Vanhoista suunnitelmista saatiin myös tärkeitä tietoja vanhojen lämmönsiirrinten tehontarpeista, koska osa näistä lämmönsiirtolaitteista oli alkuperäisiä ja muutamissa tapauksissa niissä olleet tietokilvet olivat esimerkiksi ruostuneet lukukelvottomiksi tai ajan saatossa kadonneet kokonaan. Myös monissa vuosien saatossa uusituissa lämmönsiirtimissä oli riittämättömät tietokilvet, joten vanhat suunnitelmat auttoivat hahmottamaan lämmönsiirrosta tarvittavia tietoja. Kartoituksesta kerätty tieto

oli arvokasta myös mahdollisiin tuleviin hankkeisiin, kun telakan rakennuskanta ja sitä myötä myös kaukolämmön tehontarve kasvaa.

Kaukolämpöverkon kartoitusprojektiin sisältyi:

- Kaikkien 26 telakka-alueella sijaitsevien lämmönjakohuoneiden tutkiminen
- Siirrinten teknisten tietojen, iän ja kunnon selvitys ja arviointi
- Säästöventtiilien tietojen kirjaus ja kunnon arviointi
- Lämmönjakohuoneisiin tulevien kaukolämmön runkoputkien kokojen kirjaus, eri järjestelmien putkien kokojen kirjaus
- Tehontarpeiden kirjaus toisiopuolelta
- Nykyisen verkoston putkikokojen ja iän määrittäminen tunneleissa ja maassa
- Sulkuventtiilien kokojen ja sijaintien määrittäminen
- Tiedonhankinta kunnossapidon työntekijöiltä lämmönjakohuoneiden toiminnasta ja ongelmista
- Lämmön jälkimittausten asennusmahdollisuudet
- Aluekartan piirtäminen kartoitukseen perustuen

Työprojektin päätteeksi telakalle tuotettiin edellä mainittujen asiakohtien sisältämä kaukolämmön kartoitusraportti. Tuo raportti on keskeinen osa tätä opinnäytetyötä, joten alkuperäinen dokumentti sisällytettiin liitteeseen 3. Opinnäytetyöhön liitettyyn raporttiin sisällytettiin esimerkkinä vain yhden lämmönjakohuoneen mitoitus -ja suunnittelulomake, sekä lisätietolomake. Todellisuudessa nämä tiedot kerättiin ja raportoitiin jokaisesta alueen lämmönjakohuoneesta -ja järjestelmästä.

7.1.1 Kartoituksen kulku

Telakan kaukolämpöverkoston kartoitus aloitettiin toukokuun aikana, joten merkittäviä lämmitysongelmia oli vaikea havaita enää pelkällä tarkastelulla lämmityskauden ollessa jo käytännössä ohi. Kartoitustyössä apunani oli työkokeilija auttamassa tietojen kirjauksessa ja järjestelmien hahmottamisessa. Tämän lisäksi energiakanaaleissa tuli olla työpari mukana siellä kulkevien hitsauskaasuputkien mahdollisen vuotovaaran takia.

Kartoituksen aikana käytiin läpi telakka-alueen kaikki 26 lämmönjakohuonetta ja mitauskeskus, sekä suurin osa energiakanaaleista. Kaikkien lämmönjakohuoneiden siirtimien, säätöventtiilien, kiertovesipumppujen, sekä paisunta – ja varolaitteiden tiedot kirjattiin ylös käsin lämmönjakokaavioon, joista ne siirrettiin sähköiseen muotoon. Myös mahdolliset lisätiedot, kuten vuodot, putkikoot ja muut merkille pantavat asiat otettiin kaavioon ylös. Lämmönjakokaaviosta on kopio opinnäytetyön liitteenä 1.

Kartoitus eteni käymällä ensin läpi lämmönjakohuoneet ja tutkimalla niiden sisältämät järjestelmät ja sen jälkeen kanaalit. Kaikkiin energiakanaaleiden osiin ei päässyt, koska osassa niistä tuli sähköjohdoille tarkoitettuja kannatuskiskoja eteen tai kanaalin koko muuttui niin pieneksi, ettei siellä mahtunut kulkemaan.

7.2 Havaitut lämpöongelmat

Lämmitysongelmiin johtavia mahdollisia syitä oli kartoituksen aikana havaittavissa useampia. Telakan kaukolämpöalueen kokonaistehontarve on kasvanut viime vuosina merkittävästi uusien teollisuushallien määrän kasvaessa. Vaikka telakkaa varten rakennettujen lämpökeskusten mitoituksessa oli niitä rakennettaessa jo huomioitu laajennusvaraa, vaikutti siltä, että niidenkin kapasiteetti alkaa tulla vastaan pikkuhiljaa. Silti Turku Energian raporttien perusteella lämpöongelmat eivät olisi peräisin lämpökeskusten lämmöntuottokyvystä. Tätä pitäisi tutkia vielä tarkemmin ja pitää yhtenä mahdollisena syynä ainakin kylmimpien pakkaskausien aikana tapahtuvien lämmitysongelmien aiheuttajana.

Myös telakan kaukolämpölaitteiden kunnossa oli paljon päivitystä kaipaavaa laitekantaa. Vanhojen lämmönsiirrinten ja lämpöä ohjaavien moottoriventtiilien kunnot vaihtelivat aika paljon laidasta laitaan. Siirrinten ja venttiilien osalta oli paljon toimintakuntoisia sekä kohtalaisen uusia laitteita, mutta myös vaihdon tarpeessa olevia vanhoja lämmönsiirtolaitteita. Vanhoista ja huonokuntoisista lämmönsiirtolaitteista voi syntyä lämmitysongelmia, etenkin niille tuotantohalleille, jonka lämmitystä nämä laitteet hoitavat.

Yksi kartoituksen aikana huomatuista lämpöhäviöiden aiheuttajista oli myös kaukolämpöputkien eristys. Vanhentuneet eristeet ja etenkin vanhemmat eristystyylit päästävät lämpöä hukkaan tarpeettomasti. Huomio kiinnittyi myös jossain tapauksissa täysin eristämättömiin putkiin tai lämmönsiirtimiin.

7.2.1 Kaukolämpölaitteet

Kaukolämpösiirtimien suositeltu käyttöikä on lähteistä riippuen 10-20 vuotta, mutta siirrin saattaa toimia riittäväällä tavalla pidempäänkin. Vuotojen riski kasvaa kuitenkin mitä vanhemmaksi lämmönsiirrin tulee. Telakan kartoituksen aikana havaittiin, että suuri osa telakan kaukolämpölaitteista on päivityksen tarpeessa. Muutamien tuotantohallien lämmönjakokeskusten lämmönsiirtimet olivat jopa todennäköisesti täysin alkuperäisiä, vanhimmillaan 1970-luvun alussa asennettuja.

Vanhempien lämmönsiirtimien kohdalla oli usein havaittavissa myös vuotoja ja osassa oli merkintöjä aiemmin toteutetuista huoltotoimenpiteistä. Näin vanhojen ja huonokuntoisten lämmönsiirtimien lämmöntuotto saattaa olla merkittävästi suunniteltua huonompaa ja aiheuttaa yksinään jo tuotantotiloille lämmitysongelmia. Vuotojen takia aiheutuu lämpöhäviöitä ja energiaa valuu hukkaan lämmönjakohuoneiden lattiakaivoja pitkin.

Lämmönsiirtimien sisäpinnoille kertyy myös ajan mittaan epäpuhtauksia, jotka huonontavat siirtimen lämmönsiirtokykyä. Vanhojen ja teknisen käyttöikänsä ylittäneiden siirtimien ja moottoriventtiilien päivittäminen uusiin on yksinkertainen ratkaisu tuotantohallien lämmitysongelmiin. Myös vanhahkojen lämmönsiirtimien sisäinen puhdistus epäpuhtauksista ja ajan saatossa kerääntyneestä sakasta saattaa toimia lyhyen aikavälin korjaustoimenpiteenä, mutta ei palvele pitkällä aikavälillä.

7.2.2 Energiakanaalit

Turun telakan kaukolämpöputkien runkolinjat kulkivat pääosin maanalaisia energiakanaaleja pitkin, sekä tuotantohallien läpi korkealla seinällä kannatettuina. Runkolinjasta haarautui pienempiä kaukolämpöputkia tuotantohallien lämmönjakohuoneisiin,

jotka hoitavat hallien lämmityksen. Kaukolämmön runkoputkien koot vaihtelivat DN 150...DN 300 välillä. Energiakanaaleissa kulki myös sähköjohtoja, käyttöveden kylmävesisyöttö ja erilaisia kaasuputkia.

Kanaaleissa kulkevien kaukolämpöputkien kunto vaikutti silmämääräisesti pääosin täysin moitteettomalta, vaikkakin muutamissa tapauksissa oli havaittavissa eristämättömiä kaukolämpöputkia. Vuoto-ongelmia ei ollut havaittavissa lähtöisin kaukolämmön runkoputkista ja putkiston eristeetkin vaikuttivat pääosin hyväkuntoisilta. Vaikka suurin osa kanaaleista käytiinkin läpi, niin aivan kaikkiin emme päässeet tarkastuskäynnille. Osassa kanaaleista sähköjohtojen kannakkeet tai kanaalin koon pieneneminen esti pidemmälle etenemisen.

Kaukolämpörunkojen eristystyyli vaihtelivat toisistaan ja niistä pystyi hieman päättelemään putkiston ikää. Vanhemmat putkistot luovuttivat selvästi enemmän lämpöä eristysten läpi kuin uudempien runkoputkien eristykset. Tämä huomattiin myös esimerkiksi kanaalin sisälämpötilan kohoamisena. Vanhat putket olivat useimmiten eristetty mineraalivillalla, jossa oli pahvi- tai alumiinipäällyste. Uudemmat putket olivat alumiinisuojuksen alla peitossa, joten tarkempaa eristystapaa ei ollut nähtävissä. Alumiinikuoren alla oli todennäköisesti myös mineraalivillaeriste tai polyuretaanieriste. Huomattavasti tehokkaampi oli kuitenkin jälkimmäisenä mainittu uudempi eristystyyli.



Kuva 22. Yksi uusimmista energiakanaaleista kuvattuna Meyerin telakalta. (Lintukorpi, 2019)

8 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Telakan lämmitysongelmiin ei ole yhtä selkeää ja yksinkertaista ratkaisua. Alueen lämmitysongelmat johtuvat useasta eri tekijästä ja ongelmat täytyy ratkaista yksi kerrallaan. Lämmönsiirtotehokkuuteen tulee kiinnittää huomiota ratkaisuja etsiessä. Aluksi pitäisi miettiä ratkaisuja tuotantohallien ja verkoston osalta, joissa lämmitysongelmia esiintyi eniten. Näiden hallien lämmönsiirtolaitteiden päivitys ja verkoston uudelleen tasapainotus tulisi mieleen ensimmäisenä ratkaisuehdotuksena. Tulisi myös miettiä onko näiden hallien käytössä tai toiminnassa tapahtunut vuosien aikana muu-

toksia, jotka olisivat johtaneet ongelmiin. Toimintaikänsä päähän tulleet lämmönsiirtolaitteet tulisi vaihtaa uusiin vastaaviin laitteisiin mahdollisimman pian. Kartoituksessa esiin tulleita kiireellisimpiä korjausehdotuksia käynnistettiin heti kartoitusprojektin aikana, joka oli erittäin hyvää reagointia telakan henkilökunnalta.

Telakka-alueen kaukolämpöverkosto jakautui pääasiassa kahteen haaraan, joissa lähinnä vain toisen, telakka-alueen pohjoispuoleisen kaukolämpörungon varrella sijaitsevien tuotantohallien osalta raportoitiin lämmitysongelmia. Nämä kohteet tulivat esiin telakan kunnossapito-osaston henkilökunnan kanssa keskusteltaessa. Tämän runkohaaran ongelmien ratkaisut vaativat useampia toimia. Käyttöikänsä ylittäneiden lämmönsiirtolaitteiden päivittämisen lisäksi uuden kaukolämmön menopuolen haaran lisääminen vanhojen haarojen rinnalle tai runkohaaran koon kasvattaminen auttaisi nykyistä tilannetta, koska alkuperäisen kaukolämpörungon koko (DN200) vaikutti liian vaatimattomalta. Helpotusta nykytilanteeseen ja tulevaisuuden varalle toisi myös renkasverkon muodostaminen näiden kahden runkohaaran välille, jolloin jos toisesta haarasta loppuu lämmitysteho, voisi toinen paremmin lämpöä siirtävä haara auttaa ongelmakohtien kanssa.

Tarkastelun alle tulisi ottaa myös nykyisten lämpökeskusten lämmöntuoton riittävyys ääritilanteissa. Kun lämmityskauden huippu tulee, onko vanhojen lämpökeskusten lämmöntuottokyky riittävä huomattavasti kasvaneen telakan rakennuskannan lämmitämiseen. Tämä ongelma ratkeaisi esimerkiksi rakentamalla alueelle uusi kaukolämpörunko ja mittauskeskus telakan pohjoisen portin läheisyyteen. Edellä mainittu ratkaisu veisi tietenkin hieman enemmän aikaa ja olisi myös pidemmän tähtäimen ratkaisu lämmitysongelmiin, sekä alueen laajennussuunnitelmien varalle.

Uusien ja vanhojen rakennusten saneerauksen tai rakentamisen yhteydessä etenkin ilmanvaihtosuunnittelussa tulisi kiinnittää huomiota lämmöntalteenottolaitteiden lisäämiseen. Kartoituksen aikana huomattiin, että ilmanvaihto on tuotantohallien suurin lämpötehon kuluttaja, jonka vuoksi lämmöntalteenotto olisi varteenotettava vaihtoehto hallien lämpötehontarpeen laskemiselle.

9 YHTEENVETO

Minkä tahansa putkijärjestelmän kunnon kartoittaminen on järkevää ja perusteltua aina tietyin väliajoin, varsinkin kun järjestelmä alkaa ikääntyä. Jos järjestelmän toiminnassa alkaa näkyä viitteitä ongelmista, kunnon tarkastelu tulee entistään ajankohtaisemmaksi. Tämä oli myös kyseessä tässä opinnäytetyöprojektissä Meyer Oy:n Turun telakan kaukolämpöverkoston osalta. Verkosto alkoi olla jo sekä putkiston, että laitteiston osalta ainakin osittain sen verran ikääntynyttä, että toiminnan ja kunnon tarkastelu oli ajankohtaista. Myös lämmitysongelmista oli raportoitu jo muutaman vuoden ajan satunnaisesti, varsinkin lämmityskauden huipulla. Toisaalta myös tuoretta putkisto – ja laitekantaa löytyi paljon. Päivityksiä kaukolämpölaitteisiin oli tehty ajan saatossa myös kiittävästi ja järjestelmä oli pysynyt pääosin toimintakuntoisena.

Haastavuutta projektiin toi ehdottomasti kaukolämpölaitteiston – ja järjestelmien koko Turun telakalla. Kaukolämpöputkistoa oli monta kilometriä ja lämmitystarpeet moninkertaisia verrattuna esimerkiksi omakoti – tai kerrostalokohteisiin.

Turun telakan rakennuskanta jatkaa koko ajan kasvamistaan uusien investointien myötä. Tulevaisuudessa tulee pohtia uusien rakennusten lämmöntarpeiden hoitamista, johon tämän kartoituksen pohjalta kerätyt tiedot apuna. Telakan kunnossapito-osaston nopeaa reagointia lämmitysongelmien hoitoon tullaan ehdottomasti tarvitsemaan myös jatkossa, järjestelmien ikääntyessä edelleen.

Kartoitusprojektin myötä tarkempi tutustuminen kaukolämpöjärjestelmiin ja niiden teoriaan oli hyödyksi varmasti tulevaisuutta ajatellen. Suunnittelijan näkökulmasta projekti oli erittäin hyödyllinen etenkin tulevien kaukolämpöprojektien kannalta.

LÄHTEET

Turku Energia Oy. www-sivu, 2018. Viitattu 3.6.2019. <https://www.turkuenergia.fi/>

Energiateollisuus ry. 2006, Kaukolämmön käsikirja, Kirjapaino Libris Oy

Energiateollisuus ry. www-sivu, 2018, Kaukolämpöverkon kunnossapito Suositus KK2/2018. Viitattu 3.6.2019. https://energia.fi/files/2323/Suositus_KK2_2018_Kaukolammon_kunnossapito.pdf

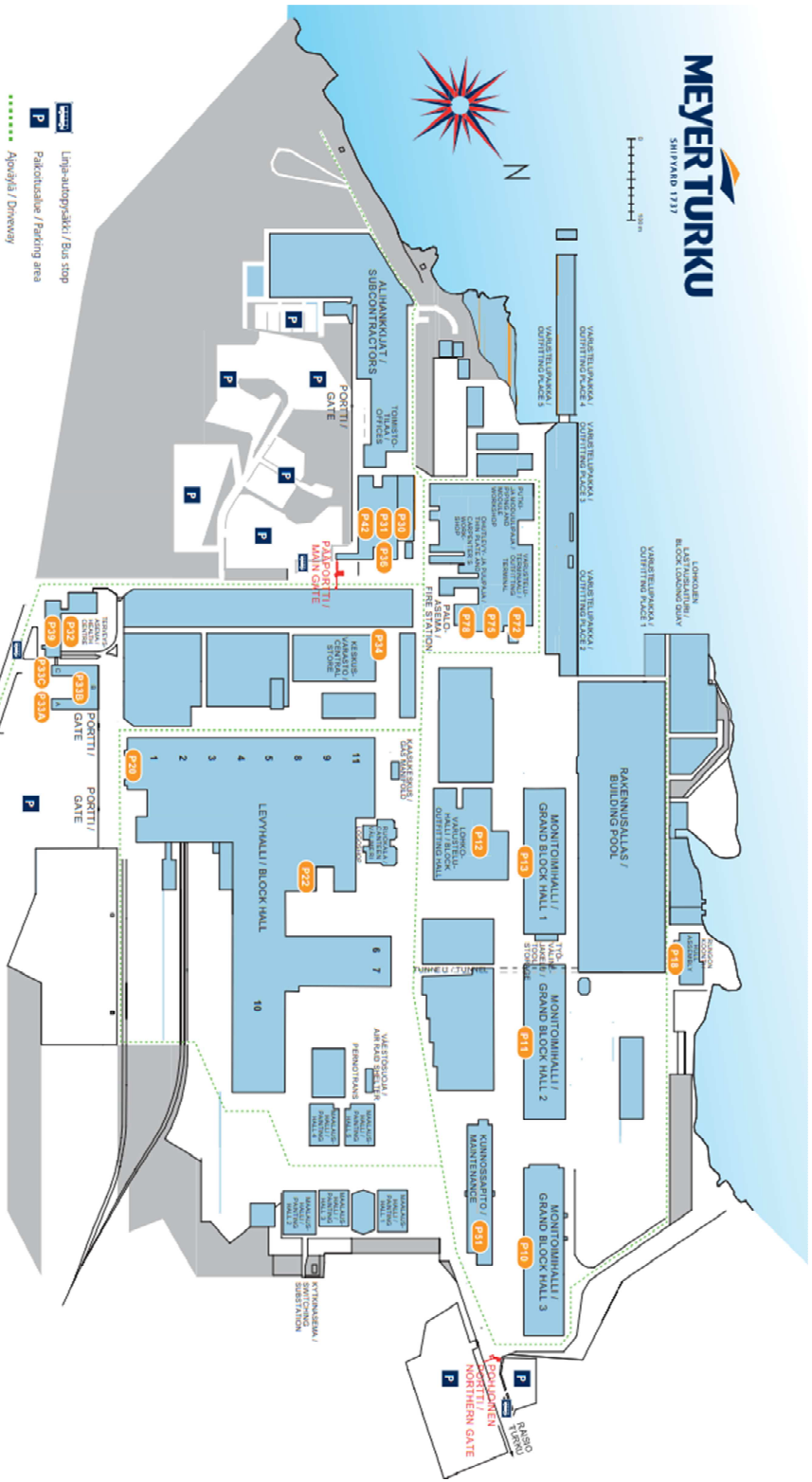
Energiateollisuus ry. www-sivu 2015, Kaukolämpöjohto; Mpuk-kanava poikkileikkaus. Viitattu 3.6.2019. http://energia.fi/files/826/2mpuk- ja mpuk-kanavien_tyyppikuvat_20100415_dwg.pdf

Energiateollisuus ry. www-sivu, 2016, Kaukolämpöverkon suunnitelmallinen perusparantaminen. Viitattu 3.6.2019 https://energia.fi/files/1340/SuositusL7_2016_Kaukolamponverkon_suunnitelmallinen_perusparantaminen.pdf

Meyer Turku Oy. www-sivu, 2019. Viitattu 7.6.2019. <https://www.meyerturku.fi>

LIITE 1

Kohde	LÄMMÖNJAKOHUONE						
LÄMMÖNSIIRTIMET		KÄYTTÖVESI LS1		LÄMMITYS LS2		ILMANVAIHTO LS3	
Valmistaja							
Malli							
Teho	kW						
		ensiö	toisio	ensiö	toisio	ensiö	toisio
Virtaus	dm ³ /s						
Lämpötilat	°C - °C	-	-	-	-	-	-
Painehäviö	kPa						
SÄÄTÖVENTTIILIT		KÄYTTÖVESI TV1		LÄMMITYS TV2		ILMANVAIHTO TV3	
Valmistaja							
Malli							
Virtaus	dm ³ /s						
Painehäviö	kPa						
Koko / kvs-arvo	DN/kvs						
Paineluokka							
KIERTOYESIPUMPUT		KÄYTTÖVESI P1		LÄMMITYS P2		ILMANVAIHTO P3	
Valmistaja							
Malli/lisätiedot							
Virtaus	dm ³ /s						
Nostokorkeus	kPa						
Moottorin ottama teho	kW						
VERKOSTO, PAISUNTA- JA VAROLAITTEET				Lämmitysverkosto		Ilmanvaihtoverkosto	
Verkoston tilavuus / painehäviö			dm ³ / kPa	/		/	
Paisuntasäiliön tilavuus / painehäviö			dm ³ / kPa	/		/	
Varoventtiilin koko / avautumispaine			DN / kPa	/		/	
PAINE-EROSÄÄDIN							
Valmistaja / malli		/					
Virtaama / painehäviö	dm ³ / kPa	/					
Koko / kvs-arvo	DN/kvs	/					
Asetusarvo	kPa	/					
LISÄTIETOJA:							
LÄMMÖNMYYJÄN ILMOITTAMA KÄYTETTÄVISSÄ OLEVA PAINE-ERO							kPa



TURUN TELAKAN ALUEKARTTA / MAP OF TURKU SHIPYARD

- P** Lupa-autopysäkki / Bus stop
- P** Pakettiautot / Parking area
-** Ajoväylä / Driveway
- P10** Monttomihalli / Corbi hall 3
- P11** Monttomihalli / Corbi hall 2
- P12** Lohkovuorokelahalli / Outfitting hall
- P13** Monttomihalli / Corbi hall 1
- P18** Rungon kootti, laivarakennusopisto, siipiteollinen koulu, Customers
- P22** Lohkovuorokelas, johon tuot otetaan / Block assembly, management
- P20** Runkosuunnittelu / Hull design
- P30** Runkoala, valvonta, suunnittelu (osa- ja kokonaisuus) / Center, Design, ship steward, safety representative
- P31** Runkoala, valvonta, suunnittelu (osa- ja kokonaisuus) / Center, Design, ship steward, safety representative
- P42** Runkoala, valvonta, suunnittelu (osa- ja kokonaisuus) / Center, Design, ship steward, safety representative
- P32** Pakkahuone, tennisaikana / Paper office, health center
- P33A** Shipbuilding Completion, Sales & Design
- P33B** Teknologiapalvelut / Technology services
- P33C** Tilauksen edustajat / Customers
- P34** Tilauksen jatkotoimenpiteet / Shipyard management, HR
- P36** Hankinta / Procurement
- P39** Tilaus- ja huolto, SAS-projekti / Financing, SAP project
- P51** Kunnossapito, IT, huolokorjaus, huolto, koulutus / Maintenance, IT, maintenance, training
- P72** Yhteisö- ja työvälineiden hallinta / Community and tool management
- P75** Yhteisö- ja työvälineiden hallinta / Community and tool management
- P78** Projektin johtaminen / Project Management

KAUKOLÄMMÖN KARTOITUSRAPORTTI

1. Nykytilanne

Kaukolämpö tulee yhden DN300-liittymän kautta telakalle. Mittauskeskus sijaitsee kontissa levyhalli 1:n eteläpuolella. Liittymän tilausteho on ollut vuonna 2016 17,3 MW (n.280m³/h). Tammikuussa 2016 pakkaskaudella mitattiin kuitenkin 23,3 MW teho, minkä mukaan liittymän kapasiteetti olisi selvästi tilaustehoa suurempi. Tämän jälkeen on rakennettu teräksen esikäsitteilyhalli, levynleikkuu- ja profiilinleikkuutilat sekä muita pienempiä tiloja, jotka ovat kasvattaneet kaukolämmön kulutusta.

Lähistöllä sijaitsevien Turku Energian neljän öljylämmitteisen kattilan yhteenlaskettu lämpöteho on lähes 40 MW, mihin myös DN300-kaukolämpöputkien lämpötehon välityskyky riittää.

Telakka-alueen kaikkien lämpökeskusten yhteenlaskettu mitoitus-teho (60-70MW) ylittää maksimikattilatehon, mutta huippupakkasten aikaan ilmanvaihtoa on voitu pienentää ja siten huipputehon tarvetta laskea. Myöskään kaikkien huippulämpötehojen esiintyminen yhtä aikaa ei ole todennäköistä, mikä osaltaan pienentää huipputehon tarvetta. Tähän on myös varmasti osaltaan mukana vaikuttamassa järjestelmien ylimitoitus. Osa tiloista on kärsinyt kaukolämmön riittämättömyydestä, mikä on aiheuttanut tiloissa viileyttä ja jopa ilmanvaihdon lämmityspattereiden jäätymisongelmia. Tätä on ilmennyt erityisesti maalaushallien puoleisessa kaukolämpöhaarassa.

Kaukolämpöverkosta saatava teho on siis osoittautunut riittämättömäksi huippukuorman aikana. Tällöin tosin kaukolämmön paluuvesi on Turku Energian tiedon mukaan ollut melko kuumaa, eli telakan lämmönvaihtimet eivät mahdollisen likakerrostuman vuoksi ole kyenneet ottamaan kaukolämpövedestä irti kaikkea mahdollista lämpötehoa. Lämmönvaihtimien uusimisen avulla on tulevaisuudessa mahdollista parantaa kaukolämpöveden jäähtymää.

2. Havainnot

Kaukolämpöverkoston kartoitus suoritettiin telakan toimeksiannosta lämmitysverkostossa esiintyneiden ongelmien selvittämiseksi. Kartoituksen tavoite oli saada kokonaisvaltainen käsitys lämmönjakelulaitteiden ja verkoston kunnosta, selvittää lämmitysongelmat ja miettiä niille ratkaisuehdotukset, sekä laatia ajan tasalla oleva kartta alueen kaukolämpöverkosta.

Kaukolämpöverkoston kartoituksessa havaittiin, että vanhaa/vanhentunutta lämmönsiirtotekniikkaa ja toimintaikänsä palvelleita lämmönsiirtolaitteita on paljon. Elinkaa-

rensa päässä olevia lämmönsiirtimiä ja moottoriventtiileitä oli useita, eri lämmönjako- huoneissa ja eri puolilla telakka-alueita. Energiakanaalien osalta kävelimme läpi lä- hestulkoon kaikki telakka-alueen kanaalit ja ne olivat pääosin kunnossa. Muutamia puutteita havaittiin lämmöneristyksissä, kuten uudelle sosiaalirakennukselle johtavien DN65 putkien eristeiden puuttuminen. Joissakin tapauksissa eristeitä oltiin riisuttu pois korjaustoimenpiteiden takia, minkä jälkeen putket olivat jääneet eristämättä. Ka- naaleissa olevien putkien kunto vaikutti silmämääräisesti hyvältä, tosin tätä oli mah- dotonta eristeitä rikkomatta täysin todeta, mutta ainakaan vuotoja ei ollut havaitta- vissa. Parannusehdotus kanaalien osalta olisi runkoputkien lämmöneristyksen päivit- täminen vanhojen eristeiden osalta uusiin tai alumiinikuoren lisääminen mineraalivil- laeristeiden päälle, parantaen hieman lämpöhäviöitä. Myös ottamalla satunnaisia koe- paloja vanhimmilta putkiosuuksilta, voitaisiin varmistaa runkoputkien kuntoa tarkem- min. Toinen vaihtoehto tähän olisi putkistojen röntgenkuvaus.

Kunnossapidon henkilökunnan kanssa keskusteltaessa tuli ilmi, että etenkin kaikissa maalaushalleissa, kunnossapidon P51-rakennuksessa, sekä monitoimihalli 3:ssa esiin- tyy lämmitysongelmia. Alueen kaukolämpöverkosto koostuu käytännössä kahdesta runkohaarasta ja näistä toiseen haaraan lämpöongelmat meidän tietojemme mukaan keskittyvät. Kyseessä on DN300 runkoputkesta levyhallin sisällä haarautuva DN250 - haara, joka kulkee levyhallin läpi ja alas energiakanaaliin ja siellä monitoimihalli 3:lle. Ongelmia ei ole raportoitu kuitenkaan levyhallien osalta, joten ratkaisuisissa täytyy kes- kittyä levyhallien jälkeiseen osuuteen. Henkilökunnan kanssa keskusteltaessa tuli ilmi, että myös toimistorakennuksissa (P32, P33) esiintyy lämpöongelmia.

3. Laajennustarpeet

Tulevia lämpötehoa vaativia uudisrakennushankkeita on tiedossa ainakin seuraavasti (suluissa arvioidut lämpötehotarpeet):

- maalaushallit, 3 uutta ja vanha maalaushalli 1 puretaan (7,5 MW)
- 1000 hengen sosiaalitalat (1,1 MW)
- kaksi uutta lämmintä/puolilämmintä hallia (2 MW)
- uusi toimistorakennus 9000m² (0,8 MW)

Yhteistehontarve em. laajennuksille on n. 11,4 MW, joista ainakin uudet maalaushallit sijoittuisivat nykyisten maalaushallien lähelle. Joissakin kaavailuissa alueelle tulisi myös uusi erillinen sosiaalitalarakennus.

Läntisen kaukolämpöhaaran puolelle verkostoa on tulossa telakan uusi pääkonttori, pienehkö lämmin halli ja pari puolilämmintä hallia. Lisäksi läntiselle alihankkijoiden alueelle voidaan tulevaisuudessa tarvita lisää rakennuksia.

Telakka-alueen itäpuolelle kaavaillun urakoitsija-alueen (Blue Industry Park) vaatimien rakennuksien lämmöntarpeista ei ole vielä arvioita, mutta kaukolämpöä varten Pernontien runkojohdosta otettavaan haaraan tulee varata riittävästi kapasiteettia (Turku Energia mitoittaa) Blue Industry Parkin lisäksi myös telakan tarpeisiin. Tälle alueelle tulee kuitenkin oma mittauskeskus /-keskukset, joten sillä ei ole vaikutusta telakka-alueen kaukolämmön mitoitukseen. Muutenkaan hanke ei ole kaavaongelmista johtuen edennyt.

4. Toimenpide-ehdotukset

Lämmitysongelmiin ei ole yhtä selkeää ja yksinkertaista ratkaisua. Alueen lämmitysongelmat johtuvat useasta eri tekijästä ja ongelmat täytyy ratkaista yksi kerrallaan. Lämmönsiirtotehokkuuteen tulee kiinnittää huomiota ratkaisuja etsiessä. Aluksi pitäisi miettiä ratkaisuja niiden maalaus- ja tuotantohallien osalta, joissa lämmitysongelmia esiintyy eniten. Näiden hallien lämmönsiirtolaitteiden päivitys ja verkoston uudelleen tasapainotus tulisi mieleen ensimmäisenä ratkaisuehdotuksena. Tulisi myös miettiä onko näiden hallien käytössä tai toiminnassa tapahtunut vuosien aikana muutoksia, jotka olisivat johtaneet ongelmiin. Toimintaikänsä päähän tulleet lämmönsiirtolaitteet tulisi vaihtaa uusiin vastaaviin laitteisiin mahdollisimman pian. Kartoituksessa esiin tulleet kiireellisimmät korjausehdotukset käynnistettiin heti kartoitusprojektin aikana, mikä osoitti nopeaa reagointia telakan kunnossapidon henkilökunnalta. Telakalla on myös tehty samaan aikaan kunnossapidon korjauksia tekevän Caverion Oy:n toimesta lämmönjakokeskusten kuntotutkimuksia, joiden raportit eivät ole vielä valmistuneet. Telakka-alueen kaukolämpöverkosto jakautuu pääasiassa kahteen haaraan, joissa lähinnä vain toisen, telakka-alueen pohjoispuoleisen kaukolämpörungon (DN 200) varrella sijaitsevien tuotantohallien osalta raportoitiin lämmitysongelmia. Nämä kohteet tulivat esiin telakan kunnossapito-osaston henkilökunnan kanssa keskusteltaessa. Tämän pohjoispuolen runkohaaran ongelmien ratkaisut vaativat useampia toimia. Käyttöikänsä ylittäneet lämmönsiirtolaitteet tulisi päivittää uusiin vastaaviin laitteisiin. Uusien kaukolämmön meno - ja paluuputkien (DN 150) lisääminen vanhojen putkien (DN 200) rinnalle tai runkohaaran koon kasvattaminen (DN 200 → DN 250) auttaisi nykyistä tilannetta, koska alkuperäisen kaukolämpörungon koko (DN200) vaikuttaa

liian vaatimattomalta. Helpotusta nykytilanteeseen ja tulevaisuuden varalle toisi myös rengasverkoston muodostaminen runkohaarojen välille, jolloin jos toisesta haarasta loppuu lämmitysteho, voisi toinen haara auttaa ongelmakohtien kanssa.

Tarkastelun alle tulisi ottaa myös nykyisten lämpökeskusten lämmöntuoton riittävyys ääritilanteissa. Kun lämmityskauden huippu tulee, onko vanhojen lämpökeskusten lämmöntuottokyky riittävä huomattavasti kasvaneen rakennuskannan lämmittämiseen. Tämä ongelma ratkeaisi uuden kaukolämpöhaaran tuomisella alueelle ja mittauskeskuksen rakentamisella esimerkiksi telakan pohjoisportin läheisyyteen. Tämä ratkaisu tietenkin veisi hieman enemmän aikaa, vaatisi investointeja myös Turku Energialta ja olisi pidemmän tähtäimen ratkaisu lämmitysongelmiin, sekä alueen laajennussuunnitelmien varalle.

Kartoituksen aikana huomattiin, että ilmanvaihto on tuotantohallien suurin lämpötehon kuluttaja. Uusien rakennusten ja vanhojen hallien saneerausten yhteydessä ilmanvaihtosuunnittelussa tulisi ottaa huomioon uusien lämmöntalteenottolaitteiden lisääminen ja vanhojen laitteiden hyötysuhteiden parantaminen.

Toimenpide-ehdotuksia toimistorakennuksiin (P32, P33) johtavan eteläisen kaukolämpörungon raportoituihin lämpöongelmiin:

- Vanhojen, teknisen käyttöikänsä ylittäneiden lämmönsiirtimien uusiminen suositeltavaa
- Toimistorakennuksissa on todennäköisesti vielä alkuperäisiä lämmönsiirtimiä ja säätöventtiileitä ja myös uusittuja säätöventtiilejä. Tarkempi erittely lämmönjakolaitteista raportoitiin liitetyissä lämmönjakokaavioissa.
- Maan pinnalla kulkevien eristeiden uusiminen tai korjaus lämpöhäviöiden minimoimiseksi ja putkien suojelemiseksi suositeltavaa
- Joissain kohdissa putkistojen eristeet ovat iän ja ympäristön rasituksen myötä ja/tai uusia haaroituksia tehdessä jääneet puutteellisesti eristetyiksi ja alkaneet hapertua ym., jonka myötä putkistot ovat alttiina ympäristön vaikutuksille.
- Helpotusta lämpöongelmiin saadaan, kun P32-rakennus puretaan. Samalla rungosta otetun uuden kaukolämpöhaaran tehontarve on pienempi.
- Haaran tasapainotuksen simulointi tarkempaa tarkastelua varten.

Toimenpide-ehdotuksia rakennusaltaalle johtavaan läntisen kaukolämpörungon raportoituihin lämpöongelmiin:

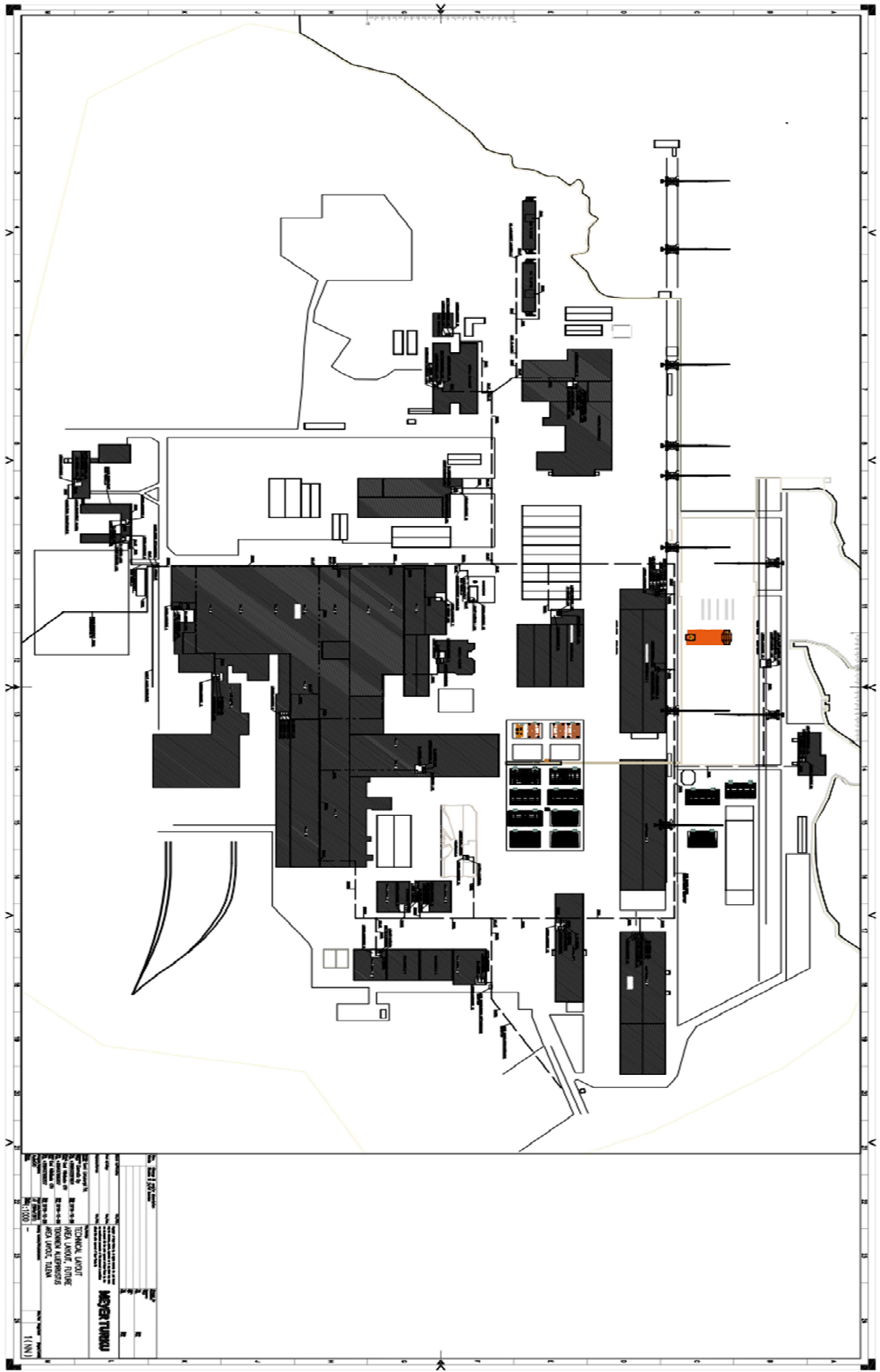
- Läntisen kaukolämpöhaaran osalta ei raportoitu juurikaan lämmitysongelmista, mutta kartoituksen aikana huomioitiin, että tälläkin alueella on vanhentuneita ja teknisen käyttöikänsä ylittäneitä lämmönsiirtolaitteita, joiden uusiminen olisi suositeltavaa optimaalisen toiminnan kannalta. Tarkempi erittely lämmönjakolaitteista raporttiin liitetyissä lämmönjakokaavioissa.
- Haaran tasapainotuksen simulointi tarkempaa tarkastelua varten.

Toimenpide-ehdotuksia pohjoisen kaukolämpörungon eli mm. maalaushalleille johtavan putkiston varrella raportoituihin lämpöongelmiin:

- Lämpötehon varmistaminen maalaushallien alueelle vaihtoehto 1:
 - Telakan lämmönsaannin varmistamiseksi tarvittaisiin vanhan liittymän lisäksi uusi toinen kaukolämpöliittymä, jolla turvataan tulevien laajennusten lämmöntarve ja toisaalta saadaan varalämpöreitti esimerkiksi vanhan liittymän putkirikosta aiheutuvan lämmityskatkoksen varalta. Uusi kaukolämpöliittymä telakalle voitaisiin reitittää joko Blue Industry Parkin alueelta pohjoisportin läheltä tai rautatien eteläpuolelta Pernontien lähellä olevasta kaukolämmön DN400-runkolinjasta. Liittymäputkien pituus olisi reitinvalinnasta riippuen 800-1000 m. Mittauskeskus sijoittuisi joko maalaushallin 1:n (BIP) tai vaihtoehtoisesti maalaushalli 2:n läheisyyteen (rautatien eteläpuolelta).
- Lämpötehon varmistaminen maalaushallien alueelle vaihtoehto 2:
 - Toinen mahdollisuus lisätä maalaushallien alueen kaukolämpötehoa on rakentaa rengasreitti DN200 – DN250 altaan reunan jatkeelle monitoimihalli 3:lle saakka ja samassa yhteydessä korvata vanha kanaalissa oleva DN80 (DN100?) putkiosuus suuremmilla DN250 putkilla. Ajatellen kaukolämmön turvaamista myös häiriötilanteissa molemmat edellä mainitut vaihtoehdot kannattaisi toteuttaa.
- Lämpötehon varmistaminen maalaushallien alueelle vaihtoehto 3:
 - Kolmas vaihtoehto on suurentaa levyhalleilta tulevaa kaukolämpölinjaa. Mikäli ei päästä toteuttamaan 1- ja/tai 2-vaihtoehtoja, niin tällä toimenpiteellä saadaan maalaushalleille turvattua kaukolämmön riittävyys. Levyhallien investointiohjelman yhteydessä on jo saneerattu olemassa olevia ilmanvaihtokoneita siten, että lämmöntalteenottoa parannetaan. Tämä vähentää lämmöntarvetta maalaushalleille johtavassa kaukolämpöhaarassa.
- Lämpötehon varmistaminen väliaikaisratkaisulla
 - Mikäli ylläolevia ratkaisuvaihtoehtoja ei päästä toteuttamaan maalaushallien rakentamisen tahdissa, on vielä mahdollisuus käyttää väliaikaisratkaisuna maalaushallien lähelle tuotavaa siirrettävää esim. öljylämpökeskusta. Tällaisia voi ostaa tai vuokrata. Rekkaperävaunun kokoisena siirrettäviä keskuksia löytyy ainakin 10MW saakka. Lisäksi tarvitaan tilaa öljysäiliölle tai säiliöauton perävaunulle, josta polttoaine johdetaan lämpökeskukselle.

- Haaran tasapainotuksen simulointi tarkempaa tarkastelua varten.

Kohde		LÄMMÖNJAKOHUONE 10 / Maalaushalli 2					
LÄMMÖNSIIRTIMET		KÄYTTÖVESI LS1		LÄMMITYS LS2		ILMANVAIHTO LS3	
Valmistaja		WTT Finland Oy		WTT Finland Oy		WTT GmbH	
Malli		WP5-30		WP4-20		WP10-270	
Teho	kW	122		35		4050	
		ensiö	toisio	ensiö	toisio	ensiö	toisio
Virtaus	dm ³ /s	0,65	0,65	0,12	0,28	13,79	32,29
Lämpötilat	°C - °C	70 - 25	10 - 55	115 - 45	40 - 70	115 - 45	40 - 70
Painehäviö	kPa	14	13	0,9	4,0	5,5	29,1
SÄÄTÖVENTTIILIT		KÄYTTÖVESI TV1		LÄMMITYS TV2		ILMANVAIHTO TV3	
Valmistaja		TAC		TAC		TAC	
Malli		V241		V241		V222 / V232	
Virtaus	dm ³ /s	0,65 (vanha kaavio)		0,12 (vanha kaavio)		9,2 / 4,6 (vanha kaavio)	
Painehäviö	kPa	35 (vanha kaavio)		45 (vanha kaavio)		40 / 35 (vanha kaavio)	
Koko / kvs-arvo	DN/kvs	15 / 4		15 / 0,63		65/63 / 40/25	
Paineluokka		PN16		PN16		/ PN25	
KIERTOVEDISIPUMPUT		KÄYTTÖVESI P1		LÄMMITYS P2		ILMANVAIHTO P3	
Valmistaja		Kolmeks		Kolmeks		Kolmeks	
Malli/lisätiedot		AEP-26/4		AE-26/4FCC		/	
Virtaus	dm ³ /s	0,2		0,28		32	
Nostokorkeus	kPa	50		27		105	
Moottorin ottama teho	kW	0,1		0,27		7,5	
VERKOSTO, PAISUNTA- JA VAROLAITTEET				Lämmitysverkosto		Ilmanvaihtoverkosto	
Verkoston tilavuus / painehäviö		dm ³ / kPa		/		/	
Paisuntasäiliön tilavuus / painehäviö		dm ³ / kPa		80 / 100		2x 500 / 230	
Varoventtiilin koko / avautumispaine		DN / kPa		2x 15 / 250		2x 65 / 350	
PAINE-EROSÄÄDIN							
Valmistaja / malli							
Virtaama / painehäviö	dm ³ / kPa						
Koko / kvs-arvo	DN/kvs						
Asetusarvo	kPa						
LISÄTIETOJA: KL -runko DN150, KV -runko DN100 (sulkuventtiili) PE-putki ø 160.							
IV-verkoston varoventtiili vuotaa.							
LÄMMÖNMYYJÄN ILMOITTAMA KÄYTETTÄVISSÄ OLEVA PAINE-ERO							
							kPa



PROJECT INFORMATION

Project Name: [Illegible]
 Client: [Illegible]
 Architect: [Illegible]
 Date: [Illegible]

GENERAL NOTES

1. All dimensions are in meters unless otherwise specified.
 2. Refer to the structural drawings for column locations and sizes.
 3. The floor finish is to be as per the specification.
 4. The ceiling height is to be as per the specification.
 5. The lighting is to be as per the specification.
 6. The air conditioning is to be as per the specification.
 7. The fire alarm system is to be as per the specification.
 8. The security system is to be as per the specification.
 9. The building is to be constructed in accordance with the relevant building codes and standards.
 10. The contractor is to ensure that all work is completed in accordance with the approved drawings and specifications.