



samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

TOM WIHLMAN

# **Nousiaisten kirjaston LVI-kuntokatselmus ja LVIAJ-saneeraushanke-suunnittelu**

RAKENNUS- JA YHDYSKUNTATEKNIIKAN KOULUTUS-  
OHJELMA 2022

Tekijä(t) Wihlman Tom	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Kesäkuu 2022
	Sivumäärä 29	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi <b>Nousiaisten kirjaston LVI-kuntokatselmus ja LVIAJ-saneeraushankesuunnittelu</b>		
Tutkinto-ohjelma Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Nousiaisissa sijaitsevan 1990-luvulla rakennetun kirjaston LVI-järjestelmien nykykunto. Liitteenä olevassa LVI-kuntoarvioraportissa on esitetty hankesuunnitelma ja PTS-ehdotus eli pitkän tähtäimen suunnitelma. Näiden avulla tilaaja pystyy arvioimaan korjaussuunnitelmien ajankohtia, sekä päättämään kiinteistölle tehtävistä jatkotoimenpiteistä.</p> <p>LVI-kuntoarviota tehdessä apuna käytettiin saatavilla olevia lähtötietoja, kiinteistökarttia sekä arkkitehti- ja LVI-piirustuksia. Kohteeseen tehtiin kohdekäyntejä, joiden aikana tehtiin havaintoja aistinvaraisesti ja rakenteita rikkomattomin menetelmin. LVI-kuntoarviossa käytiin läpi LVI-järjestelmät, mutta ei rakenteita ja sähköjärjestelmiä.</p> <p>LVI-kuntoarvion perusteella voidaan todeta rakennuksen olevan LVI-järjestelmien osalta melko heikossa kunnossa. Lähes kaikki LVI-järjestelmän osat ovat käyttöikänsä päässä ja korjaukset tulevat tarpeeseen.</p>		
Avainsanat Kuntoarvio, hankesuunnitelma, pitkän tähtäimen suunnitelma		

Author(s) Wihlman Tom	Type of Publication Bachelor's thesis	Date June 2022
	Number of pages 29	Language of publication: Finnish
Title of publication <b>Nousiainen library HVAC condition review and HVAC renovation project planning</b>		
Degree programme Construction and Civil Engineering		
Abstract  <p>The objective of the bachelor's thesis was to assess the current condition of HVAC systems of the library of Nousiainen built in the 1990's. HVAC condition evaluation report in the appendices presents the project plan and the BMP-proposition, also known as building management plan. Using these plans, the client will be able to evaluate the timescale of the repairment plans and decide on further measures to be taken on the property.</p> <p>The HVAC condition evaluation was executed using existing information, property document and architectural- and HVAC plans. During the visits to the property, observations were made using sensory and non-destructive methods. The HVAC condition evaluation covered HVAC systems, but not structures and electrical systems.</p> <p>Based on the HVAC condition evaluation it can be stated that the property is in rather poor condition in terms of HVAC systems. Almost every part of the HVAC system is at the end of its lifecycle and repairsments will be necessary.</p>		
Keywords condition evaluation, project plan, building management plan		

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	4
2 MITTAUSLAITTEISTO .....	5
3 LVI-KUNTOARVIO .....	10
3.1 Kuntoarvioija .....	11
3.2 Kuntoarvioon sisältyvät tarkastelut.....	11
3.3 Kuntoarvion hyödyntäminen .....	12
3.4 Asbesti.....	13
4 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ .....	13
4.1 Lämmitysverkosto.....	15
5 VESI- JA VIEMÄRIJÄRJESTELMÄ.....	15
5.1 Vesijohdot.....	15
5.2 Viemärit .....	17
6 ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄ .....	18
7 HAVAITUT TULOKSET .....	20
7.1 Lämmitysjärjestelmä.....	20
7.2 Vesi- ja viemärijärjestelmä .....	21
7.3 Ilmanvaihtojärjestelmä.....	27
7.4 Puutteet kiinteistökortissa .....	28
8 YHTEENVETO .....	28
LÄHTEET	
LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena oli LVI-järjestelmien kuntoarvion tekeminen Nousiaisissa sijaitsevaan kirjastoon. Tilaajana oli Nousiaisten kunta, joka tarvitsi tietoa kiinteistön nykytilasta ja tulevista korjaustarpeista. Kohde, mitä opinnäytetyössä tutkittiin, oli 1990-luvulla rakennettu tiiliverhoiltu kirjasto, jossa lähes kaikki tekniikka oli alkupe-  
räistä.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää kohteen nykykunto, jotta saataisiin arvioitua, mitä toimenpiteitä kiinteistö vaatii. Myös tilaaja pystyisi LVI-järjestelmien kunnan perusteella vertailemaan korjaussuunnitelmien ajankohtia. Opinnäytetyössä selvitet-  
tiin kustannusarvioita LVI-järjestelmien korjaustoimenpiteisiin.

LVI-kuntoarviota tehdessä tehtiin mittauksia kaukolämmön meno- ja paluuveden läm-  
pötiloista, patteriverkoston meno- ja paluuveden lämpötiloista, lämpimän käyttöveden  
kierron ja kylmän veden lämpötiloista, sekä oheistoiminta tilan kosteudesta, kastepis-  
teistä ja lämpötiloista, tuloilmakanavan lämpötiloista ja poistoilmakanavan lämpöti-  
loista, sekä kosteudesta.

## 2 MITTAUSLAITTEISTO

Kuvassa 1 on esitetty Onset UX100-001 loggeri, jolla mitattiin tuloilmakanavasta lämpötiloja kuuden päivän ajalta, josta selvisi, millaista tuloilmaa rakennukseen puhalletaan.



*Kuva 1. Onset UX100-001 loggeri (Onset, 2022).*

Taulukossa 1 on esitetty Onset UX100-001 loggerin tekniset tiedot.

*Taulukko 1. Onset UX100-001 loggerin tekniset tiedot (Onset, 2022).*

Alue	-20°C – 70°C
Tarkkuus	+/- 0,21°C 0°C – 50°C
Resoluutio	0,024°C 25°C:ssa
Poikkeama	<0,1°C per vuosi

Kuvassa 2 on esitetty Onset UX100-003 loggeri, jolla mitattiin poistoilmakanavasta rakennuksesta poistuvan ilman lämpötilaa ja kosteutta. Mittauksia suoritettiin viiden päivän ajan.



Kuva 2. Onset UX100-003 loggeri (Onset, 2022).

Taulukossa 2 ja 3 on esitetty Onset UX100-003 loggerin tekniset tiedot lämpötila sensorissa ja kosteus sensorissa.

Taulukko 2. Onset UX100-003 loggerin tekniset tiedot lämpötila sensorissa (Onset, 2022).

Alue	-20°C – 70°C
Tarkkuus	+/- 0,21°C 0°C – 50°C
Resoluutio	0,024°C 25°C:ssa
Poikkeama	<0,1°C per vuosi

Taulukko 3. Kosteus sensori (Onset, 2022).

Alue	15% - 95%
Tarkkuus	+/- 3,5% 25% - 85%, mukaan lukien hystereesi 25°C:ssa; alle 25% ja yli 85% +/- 5% tyypillistä
Resoluutio	0,07% 25°C:ssa
Poikkeama	<0,1% per vuosi

Kuvassa 3 on esitetty Extech RTH10 loggeri, jolla mitattiin oheistoiminta tilan lämpötilaa, kastepistettä ja suhteellista kosteutta oleskelu vyöhykkeeltä 12 päivän ajan.



Kuva 3. Extech RTH10 loggeri (Extech, 2019).

Taulukossa 4 on esitetty Extech RTH10 loggerin tekniset tiedot.

Taulukko 4. Extech RTH10 loggerin tekniset tiedot (Extech, 2019).

Lämpötila	-40°C – 70°C, resoluutio 0,1°C, tarkkuus +/- 1,0°C (-10°C – 40°C)
Lämpötila	-40°C – 70°C, resoluutio 0,1°C, tarkkuus +/- 2,0°C (-40°C - -10°C ja 40°C – 70°C)
Kosteus	0 – 100 % resoluutio 0,1 %, tarkkuus +/- 3 %

Kuvassa 4 on esitetty Grant 2040 series dataloggeri, jonka kanssa mitattiin 12 päivän ajan kaukolämmön meno- ja paluuveden lämpötilat, patteriverkoston meno- ja paluuveden lämpötilat, sekä lämpimän käyttöveden kierron lämpötila ja kylmän veden lämpötila.



Kuva 4. Grant 2040 series dataloggeri (Grant, 2019).



Taulukossa 5 on esitetty Grant 2040 series dataloggerin tekniset tiedot.

*Taulukko 5. Grant 2040 series dataloggerin tekniset tiedot (Grant, 2019).*

Tarkkuus	(25°C:ssa) jännite ja vastus (+/- 0,05 % lukemat + 0,025 % alue)
Lineaarisuus	0,015 %

Kuvassa 5 on esitetty TSI-mittari, jolla mitattiin paine-eroja ilmanvaihtokanavasta kolmesta eri kohdasta 10 cm putken yläreunasta alaspäin, keskeltä putkea ja 10 cm ylöspäin putken alareunasta, josta laskettiin keskiarvo.



*Kuva 5. TSI-paine-eromittari (TSI, 2022).*

TSI-mittari pitäisi uudelleenkalibroida vuosittain, jotta mittari antaisi mahdollisimman tarkan ja oikean tuloksen. Kyseistä mittaria, jota käytettiin mittauksissa ei ole kalibroitu viimeisen vuoden aikana, vaan viimeistä kalibroinnista on jo jokunen vuosi aikaa. Tästä syystä tulokset eivät ole välttämättä ihan tarkat, mutta kertovat suhteellisen tarkan tuloksen.

Taulukossa 6 on esitetty TSI-mittarin tekniset tiedot.

Taulukko 6. TSI-mittarin tekniset tiedot pitot-putkella (TSI, 2022).

Alue	250-15500 ft/min (1,27-78,7 m/s)
Tarkkuus	+/- 1,5% 2000 ft/min arvolla (10,16 m/s)
Erottelutarkkuus	1 ft/min (0,1 m/s)

Kuvassa 6 on esitetty Teston 510 paine-eromittari, jolla mitattiin ilmanvaihtokonehuoneen paloseinässä olevasta reiästä, joka avoin mistä ilma pääsi virtaamaan tilasta toiseen, sekä ilmanvaihtokanavasta paine-eroja.



Kuva 6. Teston 510 paine-eromittari (Sensocell, n.d.).

Taulukossa 7 on esitetty Testo mittarin tekniset tiedot.

Taulukko 7. Testo 510 mittarin tekniset tiedot (Sensocell, n.d.).

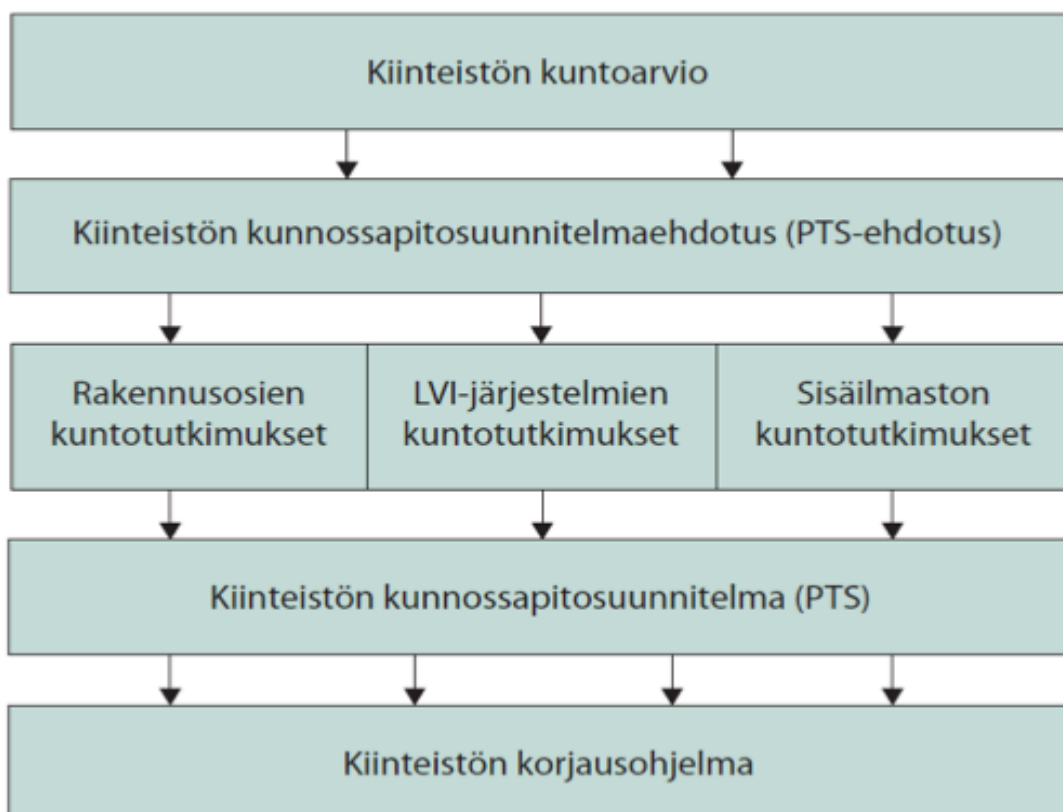
Mittausalue	0 – 100 hPa
Tarkkuus	+/- 0,03 hPa 0- 30 hPa ja +/- 0,05 hPa 0,31 – 1,00 hPa
Resoluutio	0,01 hPa

### 3 LVI-KUNTOARVIO

Kuntoarvion tavoitteena on kiinteistön korjaustarpeen ja nykytilan arviointi, sekä lähtötietojen hankinta kunnossapitosuunnitteluun. Kuntoarvio perustuu kiinteistöstä saatujen asiakirjojen tietoihin ja perustuu pääosin aistinvaraisiin havaintoihin, sekä mahdollisista mittauksista ilman, että rakenteita rikotaan (RT 103003, s. 1,2019).

Kuntoarvion avulla selvitetään kiinteistön nykytila, tekninen kunto ja energiatalous, jolloin voidaan ajoittaa ja mitoittaa oikein kunnossapito- ja korjaustoimet. Hyvät lähtökohdat suunnitelmalliselle kunnossapidolle antavat ennakoiva kuntoarvio ja sieltä saatujen tietojen perusteella laadittu pitkän aikavälin kunnossapitosuunnitelma. Ensimmäisen kerran kuntoarvio tehdään kymmenen vuotta vanhoille kiinteistöille ja päivitetään sitä sen jälkeen noin viiden vuoden välein (RT 103003, 2019, s. 1).

Kuvassa 7 on esitetty periaatekaavio, kun käytetään apuvälineinä kuntoarviota ja kuntotutkimuksia kiinteistön korjausohjelman laadinnassa.



Kuva 7. Kaavio kiinteistön korjausohjelman laadinnasta (RT 18-11165, 2014, s. 2).

### 3.1 Kuntoarvioija

Lähtökohtaisesti kuntoarvion tekee rakennus-, LVIA- ja sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien asiantuntija. Arvioijalla tulee olla tehtävän laadun ja vaativuuden edellyttämä pätevyys (kokemus ja koulutus), sekä ammattitaito. Tietyissä tapauksissa rakennushistorian ja rakennusperinnön tuntemus on eduksi, sekä kokemus korjaus- ja uudisrakentamisessa urakointi-, suunnittelu- ja valvontatehtävissä. Kuntoarvioijan tulee ymmärtää asioiden riippuvuus suhteita ja hahmottaa kokonaisuuksia. Energiankulutukseen ja sisäolosuhteisiin vaikuttavia asioita, sekä perustiedot muilta rakentamisen osa-alueilta tulee kuntoarvioijan hallita. Syyt on esitettävä ja lueteltava, miksi niitä ei tarkastamatta jääneisiin kohteisiin tehty (RT 103003, 2019, s. 3).

### 3.2 Kuntoarvioon sisältyvät tarkastelut

#### **Toimenpiteitä lämmitysjärjestelmään**

Siirtyminen suorasta sähkölämmityksestä maalämpöön tai öljylämmityslaitteiston uusimisen yhteydessä aurinkokeräinten liittäminen järjestelmään ovat esimerkiksi toimenpiteitä, jotka parantavat kiinteistön energiatehokkuutta. Myös vanhojen patteriventtiilien ja säätöventtiilien uusimisella voidaan parantaa energiatehokkuutta. Lämmönjakojärjestelmän ja lämmöntuotantolaitteiden säädöt on oltava kunnossa (RT 103003, 2019, s.8).

#### **Toimenpiteitä ilmanvaihtojärjestelmään**

Olemassa olevan ilmanvaihtojärjestelmän lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen parantaminen tai rakentaminen kokonaan uusiksi lämmöntalteenotolla varustetun järjestelmän ovat esimerkkejä toimenpiteistä, jotka parantavat energiatehokkuutta. Tavallimmat toimenpiteet ilmanvaihtojärjestelmään ovat ilmanvirtojen mittaus ja säätö, kanaviston puhdistus ja ilmanvaihtokoneiden uusiminen ovat kunnossapitotoimenpiteitä. Ne saattavat lisätä rakennuksen energiankulutusta, jos lämmöntalteenottoa ei ole, mutta parantavat sisäilman laatua (RT 103003, 2019, s. 8).

### **Toimenpiteitä käyttövesi- ja viemärijärjestelmään**

Vähän vettä kuluttavia vesi- ja WC-kalusteita pyritään käyttämään käyttövesi- ja viemärijärjestelmän korjauksissa. Mahdollisuus ottaa tilakohtainen vedenkulutuksen mitaus käyttöön kiinteistön käyttövesiputkiston uusimisen yhteydessä. Myös huomiota kannattaa kiinnittää lämmöneristyksiin käyttövesijohdoissa (RT 103003, 2019, s.9).

### **Kehitystarpeita kiinteistön ylläpidossa**

Kuntoarvioraporttiin kirjataan kiinteistötarkastuksessa ilmenneet ylläpidon- ja kiinteistöhoiton kehitystarpeet. Rakennusosien- ja laitteiden nopea kuluminen ja rappeutuminen voivat johtua puutteellisesta kiinteistöhoitojärjestelystä, joka heikentää energiataloutta (RT 103003, 2019, s.9).

## 3.3 Kuntoarvion hyödyntäminen

### **Kunnossapitosuunnitelma**

Pohjana kiinteistön kunnossapitosuunnitelmalle toimii PTS-ehdotus eli kunnossapitosuunnitelmaehdotus. Suositeltava toteutusajankohta ja kustannusennuste esitetään toimenpide ehdotuksessa. Kiinteistönomistaja laadituttaa tai laatii kiinteistölle kunnossapitosuunnitelman. Korjaustoimenpiteet esitetään suunnitelmassa esimerkiksi seuraaville 10 vuodelle kustannusennustein. Kuntoarvioijan asiantuntemusta voi kiinteistön omistaja hyödyntää laadinnassa (RT 103003, 2019, s. 13).

### **Korjausohjelma**

Kiinteistön korjausohjelmaa laadittaessa lähtökohtana toimii kunnossapitosuunnitelma. Rakennuksen muuttunut tilojen käyttö, tekniset käyttöiät, omistajan muuttuneista tarpeista tms. syistä voi johtua kiinteistön korjaustarve. Asiakkaiden toiveet, omistajan suunnitelmat, taloudelliset resurssit ja tekniset korjaustarpeet sovitetaan yhteen korjausohjelmassa. Ohjelman eri vuosille jaksotettuina korjaus- ja kunnossapitotyöt esitetään kustannuksineen. Kiinteistönomistajan tulee olla hyväksytetty korjausohjelma, jonka jälkeen se voidaan jakaa erillisiin ohjelmiin, kuten perusparannushankkeisiin, laajennuksiin ja kunnossapitotöihin.

Yleensä vuosittaiset lisäykset ja päivitykset riittävät pitämään ajan tasalla korjausohjelman. Suunniteltujen toimenpiteiden rahoitus voidaan varmistaa päivittämällä korjausohjelmaa budjetoinnin yhteydessä (RT 103003, 2019, s. 13).

### 3.4 Asbesti

Käyttötarkoituksen perusteella määräytyy asbestikartoituksen tarkkuus. Suppeampi kartoitus, joka tarkoittaa näkyvää asbestia, josta selvitetään, onko siitä vaaraa altistumiselle. Asbestikartoituksen tulee olla järjestelmällinen ja selkeä purku- ja korjaustöissä, jotta työn luonteesta voidaan tehdä riittävät johtopäätökset asbestipurkutöiden suorittamisesta turvallisesti. Asbestikartoitusta hyödynnetään kuntoarviossa, tarjouspyyntöä laatiessa, sekä urakkasopimusta tehdessä. Mikäli ei olla varmoja asbestista laboratioanalyysin perusteella, tehdään työ asbestipurkuna (RT 18-11247, 2016, s. 1-2).

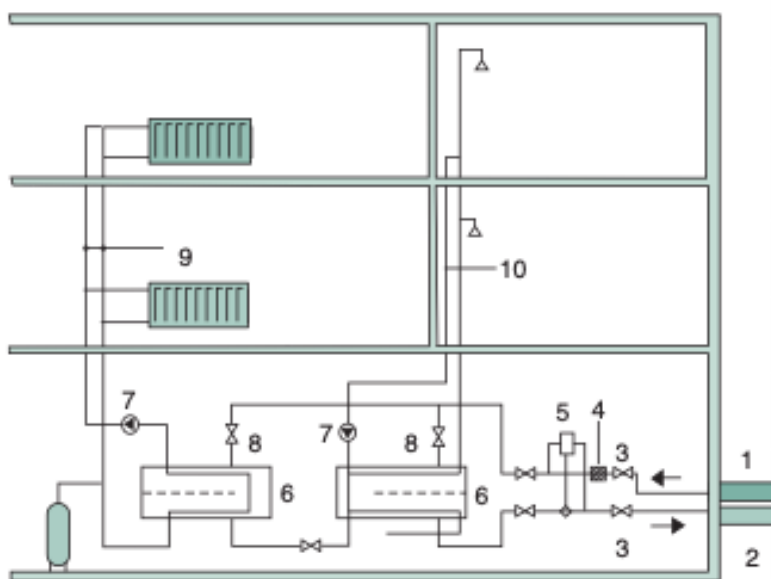
## 4 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ

Helsingin Olympiakylään vuonna 1930-luvun lopulla rakennettiin ensimmäinen kaukolämpöverkko. Keskustarakennuksia alettiin liittää suurimmissa kaupungeissa kaukolämpöverkkoon 1950-luvulla ja kaukolämpöverkkoon liitettiin sitä mukaan, kun rakennettiin uusia kaupunginosia (RT 52-10859, 2005, s. 2).

Kaukolämmitys sopii myös teollisuuteen ja erityiskohteisiin, kuten esimerkiksi sulanapitoon ja kuivaimiin. Se on myös edullinen ja tehokas tapa jakaa lämmitysenergiaa käyttöveden lämmittämiseen ja rakennuksen tiloihin (RT 52-10859, 2005, s. 2).

Tuotantolaitoksella vesi lämmitetään ja pumpataan asiakkaan lämmönjakokeskukseen kaukolämpöverkkoa pitkin. Useiden kulutuskohteiden yhteinen lämmitysjärjestelmä on kaukolämmitys. Lämmönsiirtimen välityksellä kaukolämpövesi luovuttaa lämpöä lämmitys-, käyttövesi- ja ilmanvaihtoverkostoihin. Uudelleen tuotantolaitokseen lämmitettäväksi palaa kaukolämmön paluuvesi (RT 52-10859, 2005, s. 3).

Tehdasvalmisteisia kokonaisuuksia ovat lämmönjakokeskukset. Lähelle kaukolämpöverkostoa asennetaan kaukolämpökeskus, jonka paikan on hyväksynyt lämmönmyyjä. Ensimmäiset asiakkaan huolto- ja hoitovastuuseen kuuluvat laitteistot ovat sulkuventtiilit ja lianerottimet, jotka liitetään asiakkaan lämpölaitteisiin lämmönmyyjän mittauskeskuksen jälkeen. Kuvassa 8 esitetään lämmönjakokeskuksen toimintaperiaate.



- |                               |                                    |
|-------------------------------|------------------------------------|
| 1 kaukolämmön tu-<br>loputki  | 3 kaukolämmön sul-<br>kuventtiilit |
| 2 kaukolämmön pa-<br>luuputki | 4 lianerotin                       |
|                               | 5 mittauskeskus                    |
|                               | 6 lämmönsiirtimet                  |

Kuva 8. Kaukolämmityksen toimintaperiaate (RT 52-10859, 2005, s. 3).

Lämmönjakokeskuksen osat ovat säätölaitteet, lämmönsiirtimet, kiertovesipumput, putkistot, venttiilit ja mittarit, sekä paisunta- ja varolaitteet. *Rakennusten kaukolämmitys. Määräykset ja ohjeet KI:n* julkaisuissa on esitetty lämmönjakokeskuksen laitteet ja niiden rakenne- ja toimintavaatimukset, sekä kytkentäperiaatteet. Kaukolämpölaitteiden rakentamisessa ja asentamisessa on noudatettava mm. painelaitelakia ja sähköturvallisuusmääräyksiä, jotka ovat voimassa, sillä ne ovat painelaitteita (RT 52-10859, 2005, s. 3).

## 4.1 Lämmitysverkosto

Teräs on yleisin lämmitysjärjestelmien putkiston materiaali. Myös muovi ja kupari ovat hyviä lämpöjohtomateriaaleja. Liitokset on tehty kierresaumaliitoksilla, joissa hamppu ja putkikitti ovat paras tiiviste, sekä saumoilla, jotka on hitsattu yhteen. Putkiston iäksi saadaan jopa 60 – 100 vuotta, jos putket ovat kuivassa tilassa ja vesi putkiverkostossa on lähes hapetonta. Ikää huomattavasti lyhentää ulkoinen kosteus. Ulkopuolinen kosteus vaurioitti putkia 1970-luvulla, kun putkia asennettiin lekasoraan lattian sisään. Pintasyöpmisen takia putket saattoivat olla jo kymmenen vuoden päästä käyttöikänsä päässä. Mahdolliset vuodot on helpompi havaita ja putket on helpompi vaihtaa nykyään, sillä ne asennetaan pääosin pinta-asennuksena (Rentola, 2014, s.11).

Venttiilit, mutkat, patterit, haarat ja liitokset ovat heikoimpia kohtia lämmitysverkostossa. Eristeissä ja putken pinnalla näkyvät vauriot auttavat löytämään kriittiset kohdat, jotka ovat esimerkiksi vuotojäljet, väärät materiaalit putkien korjauksissa tai liian pitkät kierteitykset sinkityssä teräsputkessa (Rentola, 2014, s.12).

Rauta ruostuu helposti, sillä se on epäjaloinen metalli. Syöpymisellä tarkoitetaan sitä, kun rauta pyrkii luovuttamaan positiivisesti varautuneita rautaioneja veteen. Passioivoutumiseksi sanotaan, kun korroosionkestävyyden edellytykselle hiiliteräkselle ja valuraudalle on pintaan muodostunut suojaokerros veden sisältämistä aineksista ja korrosiotuotteista, jolloin syöpyminen vähenee (Rentola, 2014, s.12).

## 5 VESI- JA VIEMÄRIJÄRJESTELMÄ

### 5.1 Vesijohdot

Putkistot ovat muuttuneet materiaaleiltaan paremmiksi ja myös putkikoot ovat vaihdelleet aikojen kuluessa. Kylmävesiputket on tehty vanhoissa rakennuksissa kuumasinkitystä teräsputkesta eli galvanoidusta putkesta. Korroosionkestoon on vaikuttanut



myös sinkityksen laatu ja paksuus. Putket on liitetty vanhoissa rakennuksissa kierrelitoksinkin hampulla ja putkikitillä. Aluksi vain kytkentäjohdoiksi tulivat kupariputket 1960-luvun puolella välissä (Rentola, 2014, s. 13).

Yleensä vesijohdot tehdään nykyään muovi- tai kupariputkista. Haponkestävä ja ruostumaton teräs, sekä kupari ovat metallisia putkimateriaaleja, jotka on hyväksytty kylmävesijohdoiksi. Ruostumaton ja haponkestävä teräs ja kupari voivat olla lämminvesiputkia. Kylmävesiputkiksi sopivat muoviputkimateriaaleista PEH, PVC, PEL, PEX, PB ja PEM. Lämminvesiputkiksi sopivat myös PEX- ja PB-muoviputket (Rentola, 2014, s. 13).

Yleensä rakennuksissa lämmin käyttövesi lämmitetään keskitetysti. Putkiston on oltava materiaaliltaan korroosionkestävää, sillä lämmin käyttövesi on happipitoista. Muita syöpyviä materiaaleja, kuin teräsputkia ei saa käyttää. Legioonabakteerin lisääntymisen estämiseksi on lämpimän käyttöveden lämpötilana pidettävä vähintään +55 °C, mutta lämpimän käyttöveden lämpötila ei saa nousta yli +65 °C:n käyttöturvallisuuden vuoksi (Rentola, 2014, s. 13).

### **Yleiset määräykset ja veden laatu**

Kiinteistön vesilaitteiston käytöstä ei saa aiheutua terveydellistä tai muuta vaaraa. Käyttötarkoitukseen nähden vesilaitteistosta on saatava riittävästi vettä. Vesilaitteiston tulee olla riittävän kestävä ja käyttövarma, sekä ominaisuuksiltaan sellainen, että niitä voidaan käyttää ilman hygieenisiä haittojen aiheuttamaa vaaraa tai tapaturmaa. Se tulee sijoittaa kiinteistöön tarkoituksenmukaisesti, eli varattava riittävästi tilaa, jotta se on helposti huollettavissa ja käytettävissä. Hyvän energiatalouden vaatimukset on otettava huomioon vesilaitoksen suunnittelussa (Finlex, 2007, s. 6).

Vettä, joka täyttää asetetut laatuvaatimukset talousvedelle saa vain johtaa vesilaitteistoon. Veden laatu on selvitettävä, jos vetenä käytetään muuta kuin vesihuoltolaitoksesta saatavaa vettä (Finlex, 2007, s. 6).

### **Vesijohtojen sijoittaminen**

Vesijohto ja siihen liitetyt laitteet tulee sijoittaa rakennukseen siten, että mahdollinen vuoto on helppo havaita ajoissa ja luotettavasti, jotta vesijohto voidaan helposti korjata

ja tarkastaa. Vesijohtojen läpivientejä ei saa tehdä märkätilan lattiaan. Vesimittari tulee suojata kuumuudelta, jäätymiseltä ja muilta vahingollisilta vaikutuksilta, sekä se tulee sijoittaa paikkaan, mistä se on helposti luettavissa, asennettavissa, vaihdettavissa ja huollettavissa (Finlex, 2007, s. 11).

## 5.2 Viemärit

Pääasiassa käytetään valurautaa tai muovia viemäriputkien materiaaleina. Valurautaputkella on parempi korroosion kestävyys kuin teräksellä, joten sitä käytetään viemäriputkina kiinteistöissä. Valurautaputkessa tulee olla hyvä suojaava pinnoite, jottei veden laadusta riippuvalla tavalla valurata syövy, niin tällä tavalla varmistetaan pitkä käyttöikä (Rentola, 2014, s. 14).

1930-luvulta lähtien on valmistettu valurautaputkia Suomessa, jotka liitettiin tiivistämällä hamppunarulla ja lyijyä käyttäen muhviilitokset. 1970-luvulla alettiin käyttämään pantaliitoksia. Veden epäpuhtaudet ja jäteveden happamuus vaikuttavat valuraudan korroosionkestävyyteen. Alkalisia tai happamia aineita kaatamalla viemäriin saadaan normaalia nopeampi syöpyminen. Kun rauta liukenee rakenteesta ja poistuu korroosiotuotteisiin voi tapahtua valurautaputkissa garfitoitumista eli selektiivistä korroosiota. Kun ruosteen valumajälkiä näkyy tai putken ulkopinnalla alkaa näkyä saostumia tapahtuu paikallista garfitoitumista. Putken ulkopintaa voi syövyttää, jos putkesta tihkuu kosteutta (Rentola, 2014, s. 14).

### **Jätevesilaitteiston yleiset määräykset**

Jätevesilaitteistosta ei saa aiheutua epämiellyttävää hajua, terveydellistä vaaraa, melua, viemäritulvia tai muita haittoja, vaan se on siten suunniteltava ja asennettava. Jätevesilaitteiston on oltava riittävän käyttövarma ja kestävä, sekä se on sijoitettava kiinteistöön tarkoituksen mukaisesti. Tarpeettomasti ei saa kytkeä viemäriin kuormitusta tai melua aiheuttavia laitteita. Vesihuoltolaitokselle tai kiinteistön jätevesijärjestelmän toiminnalle ei saa sisältyä vahingollisia aineita jätevedessä. Ympäristön pilaantumisen vaaraa ei saa aiheutua, vaan jätevedet on johdettava ja käsiteltävä ennen ympäristöön päästämistä, ellei kiinteistö ole liitetty vesihuoltolaitoksen viemäriin. Jätevesilaitoksen

viemäriin johdetaan jätevesi yleensä erillisessä viemärissä, johon ei johdeta perustusten kuivatus- tai sadevesiä (Finlex, 2007, s. 19).

## 6 ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄ

Ilmanvaihdon tehtävä on poistaa epäpuhtaudet rakennuksesta ja tuoda puhdasta ilmaa hengitykseen. Tarvittavasta kokonaisilmavaihtomäärästä, ilmanvaihto on vain murtoosa ihmisen hapentarpeen tyydyttämisestä. Vuorokaudessa ihmisen keuhkojen läpi kulkee yli 15 000 litraa ilmaa, joka poistaa keuhkoissa syntyvän hiilidioksidin ja hapentarpeen (Sisäilmayhdistys, n.d.).

Epäpuhtauksia ei voida kokonaan poistaa, joiden lähteitä syntyy rakennuksessa. Riittävää yleisilmanvaihtoa tarvitaan tällöin. Ihmiselle ja rakennukselle terveellisellä tasolla vesihöyryn ja hiilidioksidin pitoisuudet saadaan pidettyä tämän avulla (Sisäilmayhdistys, n.d.).

Ilmanvaihto perustuu paine-eroihin, jossa ilma virtaa suuremmasta paineesta pienempään paineeseen. Esimerkiksi puhaltimella koneellisessa ilmanvaihdossa tai painovoimaisessa ilmanvaihdossa tuulen ja lämpötilaeron yhteisvaikutuksella saadaan aikaan paine-eroja. Tulo- ja poistoilmanvaihto on kyseessä, kun tuloilmaan puhalletaan koneellisesti tilaan ja muussa tapauksessa on kyseessä poistoilmanvaihdosta. Ilmastoinnista puhutaan, kun tuloilmaan jäähdytetään tai kosteutetaan. Korvausilman sisäänotto tulee järjestää hallitusti esimerkiksi ulkoilmaventtiilin avulla poistoilmanvaihdon toteutuksessa. Lämmöntalteenottoon poistoilmasta ja tuloilman suodatukseen on mahdollisuus koneellisessa tulo- ja poistoilmanvaihdossa. Ajan kuluessa voi kerääntyä tuloilmakanavistoon likaa huonosti hoitamisen johdosta, joka pilaa sisäilman ja alkaa haisemaan. Alhaisiin investointikustannuksiin perustuu painovoimaisen poistoilmanvaihdon suosio asuinrakennuksissa (Sisäilmayhdistys, n.d.)

### **Rakennusten sisäilmasto yleistä**

Rakennuksen sisäilmastoon vaikuttavat tekijät on otettava huomioon rakennusta suunniteltaessa pääsuunnittelijan, rakennussuunnittelijan ja erityissuunnittelijan toimesta. Vaikuttavat tekijät ovat sisäiset- ja ulkoiset tekijät, rakennuspaikka ja sijainti. Myös näiden suunnittelijoiden otettava huomioon rakennuksen käyttötarkoituksen mukainen sisäilmasto, jossa suunnitellaan ikkunoiden ominaisuuksia ja aurinkosuojausta sekä rakennuksen lämmön- ja kosteudeneristystä, energiatehokkuutta, alapohjan ulkovaipan ja kuilujen ilmanpitävyyttä rakennuksessa sekä rakenteiden ilmatiiveyttä tilojen välillä, äänieristystä ja meluntorjuntaa, valaistusta ja päivänvalon hyödyntämistä, rakennusmateriaaleja, lämmitystä ja jäähdytystä, kosteudenhallintaa työmaalla, puhtauden hallintaa ilmanvaihtojärjestelmässä ja rakennustoissa, laadintaa käyttöönoton aikataulusta, vastaanotosta ja rakennustyömaasta, sekä suunnitella järjestelmien käytettävyyttä, kunnossapitoa, asianmukaista käyttöä ja laadintaa käyttö- ja huolto-ohjeista (Finlex, 2017, 3 §).

### **Ilmanlaatu**

Hiukkasmaisia epäpuhtauksia, kemiallisia, fysikaalisia tai mikrobiologisia tekijöitä ei saa esiintyä sisäilmassaterveydelle haitallisissa määrin eikä viihtyisyyttä heikentäviä hajuja saa olla jatkuvasti. Käytönaikana voi olla enintään  $1450 \text{ mg/m}^3$  (800 ppm) suurempi kuin pitoisuus ulkoilmassa (Finlex, 2017, 5 §)

### **Sisäilman kosteus**

Sisäilman kosteudesta aiheutuvia kosteusvaurioita, terveydellistä haittaa tai mikrobien kasvua tulisi välttää, sillä kosteus sisäilmassa on pysyvä tilojen suunnitellun käyttötarkoituksen mukaisissa arvoissa (Finlex, 2017, 6 §).

## 7 HAVAITUT TULOKSET

### 7.1 Lämmitysjärjestelmä

Rakennuksen lämmitysjärjestelmänä toimii kaukolämpö. Lämmitys tapahtuu vesikiertoisen patteriverkoston kautta. Lämpimän käyttöveden ja ilmanvaihdon lämmitys kuuluu kaukolämmityksen piiriin. Kaukolämmön alajakokeskuksen uusiminen vanhan tilalle. Lämpöverkoston suositellaan sulku-, patteriventtiilien ja termostaattien uusimista, sekä linjasäätöventtiilin lisääminen verkostoon. Samalla suositellaan patteriverkoston sykehuuhtelemista, sekä verkoston perussäätö ja tasapainotusta.

Kuvassa 9 on esitetty REMS Multi-Push koeponnistusyksikkö, jota voidaan käyttää pattereiden huuhtelemiseen ja se toimii öljyttömällä kompressorilla. Laitteella huuhtellaan patterit vedellä tai veden ja ilman seoksella, desinfioidaan, puhdistetaan ja konservoidaan. Laitteella voidaan tehdä myös sama putkistolle, sekä sillä voidaan tehdä painetestausta vedellä tai ilmalla.



*Kuva 9. REMS Multi-Push koeponnistusyksikkö (Staypro, n.d.)*

Laitteen tekniset tiedot on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 8. REMS Multi- Push koeponnistussyksikön tekniset tiedot (Staypro, n.d.).

Teho	1500 W
Vedenpaine, putkijärjestelmä	$p \leq 1 \text{ MPa}/10 \text{ bar}/145 \text{ psi}$
Veden virtaus	$\leq 5 \text{ m}^3/\text{h}$
Paineilmatesti paineilmalla	$p \leq 0,4 \text{ MPa}/4 \text{ bar}/58 \text{ psi}$

Järjestelmän lämmön siirtimet ovat alkuperäiset, mutta kiertovesipumput on vaihdettu uusiin vuosien varrella. Lainaustoimiston lattiaan on asennettu lattialämmitysputkisto, johon on tehty oma säätö Oraksen termostaattisella patteriventtiilillä.

Kaukolämmön menoveden lämpötilat vaihtelivat  $44,1^\circ\text{C} - 76,8^\circ\text{C}$ :n asteen välillä ja paluueden lämpötilat vaihtelivat  $19,8^\circ\text{C} - 60,6^\circ\text{C}$ :n asteen välillä 12 päivän mittauksen aikana. Patteriverkoston menoveden lämpötilat vaihtelivat  $21,1^\circ\text{C} - 64,5^\circ\text{C}$ :n asteen välillä ja paluueden lämpötilat vaihtelivat  $21,7^\circ\text{C} - 29,2^\circ\text{C}$ :n asteen välillä 12 päivän mittauksen aikana.

Ilmanvaihtokoneen lämmityspatterin teho ei ole tiedossa, mutta laskennallinen teho on esitetty kaavassa 1.

$$\emptyset = qv * \rho * Cp * \Delta T \quad (\text{Kaava 1.})$$

$$\emptyset = 0,8 * 1,2 * 1 * (21 - 5)$$

$$\emptyset = 15,4 \text{ kW}$$

## 7.2 Vesi- ja viemärijärjestelmä

Vesi- ja viemärijärjestelmät on liitetty kunnan verkostoon. Verkostossa ei havaittu vuotoja tarkastuksessa. Käyttövesiputkia on uusittu lähivuosina joidenkin tilojen osalta. Verkostoon on liitetty kolme lämmityspatteria lämpimän käyttöveden kiertoon, jotka suositellaan poistamaan. Myös puuttuva takaiskuventtiili tulee lisätä pikapaloposti linjaan. Puutteellisten käyttövesilinjojen kannakointi ja läpiviennit tulee korjata määräysten mukaisesti. Virheellinen eristys tulee vaihtaa niille määriteltymiin eriste paksuuksiin. Sulku-, sekoitus- ja säätöventtiilit, sekä toimilaitteet tulee uusida teknisten

käyttöiän päättymisen vuoksi. Mitoituksen tarkistus, sekä lämpimän käyttöveden kier-  
ron virtaaman säätäminen määräysten mukaisesti. Vanhojen käytöstä poistettujen  
käyttövesilinjojen purkaminen. Yllämainittujen syiden vuoksi käyttövesilinjojen uusi-  
mista suositellaan.

Suosittelaa viemärien pesua ja kuvausta putkiston kunnan kartoittamiseksi, sillä ky-  
selystä saatiin selville, että lainatoimiston vieressä sijaitsevassa WC-tilassa on silloin  
tällöin tukos ja havaittu vuotavan.

Kuvassa 10 on esitetty MSW-Drain clean 23E viemärinavauskone, jota voidaan käyt-  
tää viemäreiden pesuun ja se soveltuu 25 – 125 mm halkaisijoille oleville putkille.  
Puhdistus onnistuu ilman vaijerilla ilman kemikaaleja ja puhdistusaineita.



*Kuva 10. MSW.Drain clean 23E (Expondo, 2022).*

Laitteen tekniset tiedot on esitetty taulukossa 10.

*Taulukko 9. MSW-Drain clean 23E laitteen tekniset tiedot (Expondo, 2022).*

Teho	390 W (0,52 HP)
Putkistojen läpimitta	25 – 125 mm
Vaijerin pituus	23 m

Pyörimisnopeus	370 r/min
----------------	-----------

Kylmän veden lämpötila vaihteli 8,2°C – 48,8°C:n välillä ja lämpimän käyttöveden kierron lämpötila vaihteli 42,8°C – 51,5°C:n välillä.

Putkikokojen tarkastus laskuissa katsotut virtaamat olivat hyväksytyjen rajojen alapuolella kiertovesijohdon osalta. Kiertovesijohdosta ei saatu mitattua virtausnopeutta, sillä linjasäätöventtiili hajosi mittauksen aikana. Teho on saatu kiertovesipattereista kahdesta 240 W ja yhdestä 170 W, yhdestä kuivaustelineestä 52 W ja lämpöhäviöstä putkista 10 W/m. Teho on laskettu kaavalla 2.

$$\phi = 240 \text{ W} * 2 + 170 \text{ W} + 52 \text{ W} + 100 \text{ m} * 10 \frac{\text{W}}{\text{m}} \quad (\text{Kaava 2.})$$

$$\phi = 1,702 \text{ kW}$$

Laskennallisesti virtausnopeus kiertoputkistossa on 1,0 m/s, joka on laskettu kaavalla 3 ja mitoitusarvo lämpimän käyttöveden kierrolle on 0,5 m/s. Kiertovesijohdon putken koko on Cu 15 mm koko matkalla.

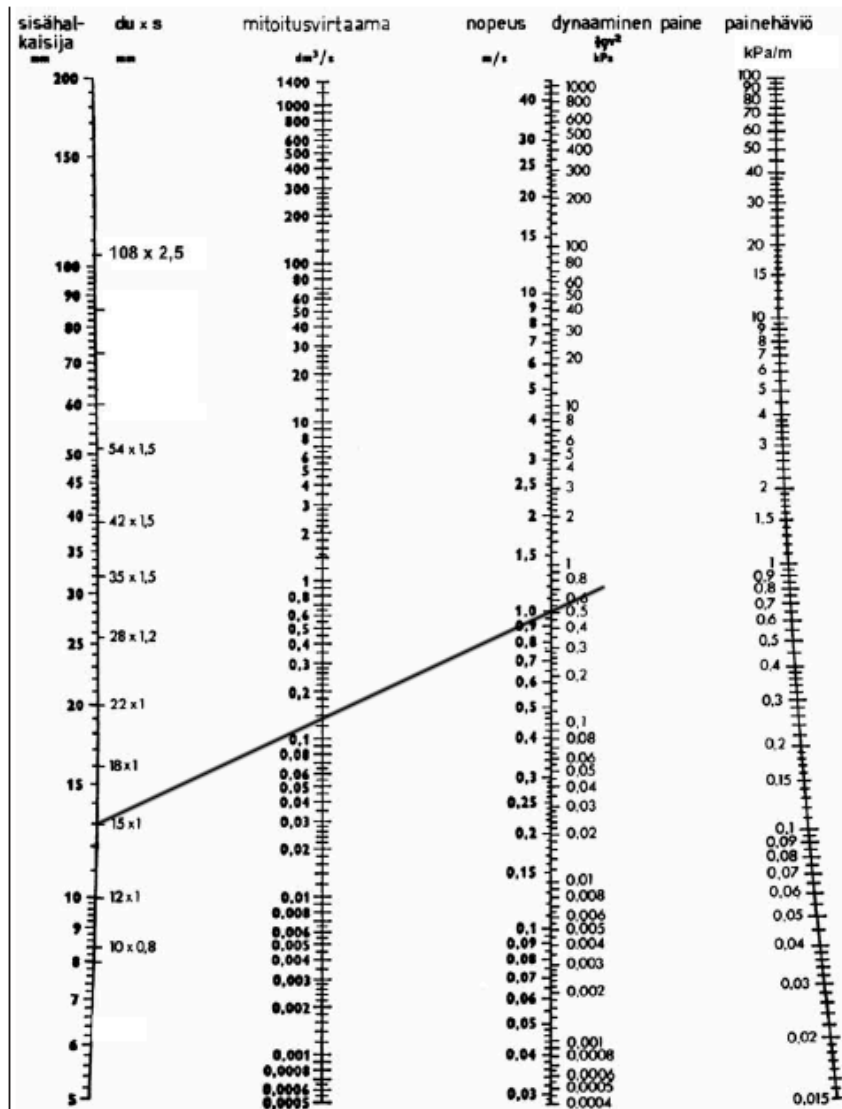
$$qv = \frac{\phi}{\delta * Cp * \Delta T} \quad (\text{Kaava 3.})$$

$$qv = \frac{1,702 \text{ kW}}{1 * 4,2 * (58 - 55)}$$

$$qv = 0,14 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

Kuvasta 11 voidaan tulkita, kun mitoitusvirtaama on 0,14 l/s ja putkikoko on 15 mm, niin veden nopeus putkessa on 1,0 m/s, joka on juuri sallituissa rajoissa.





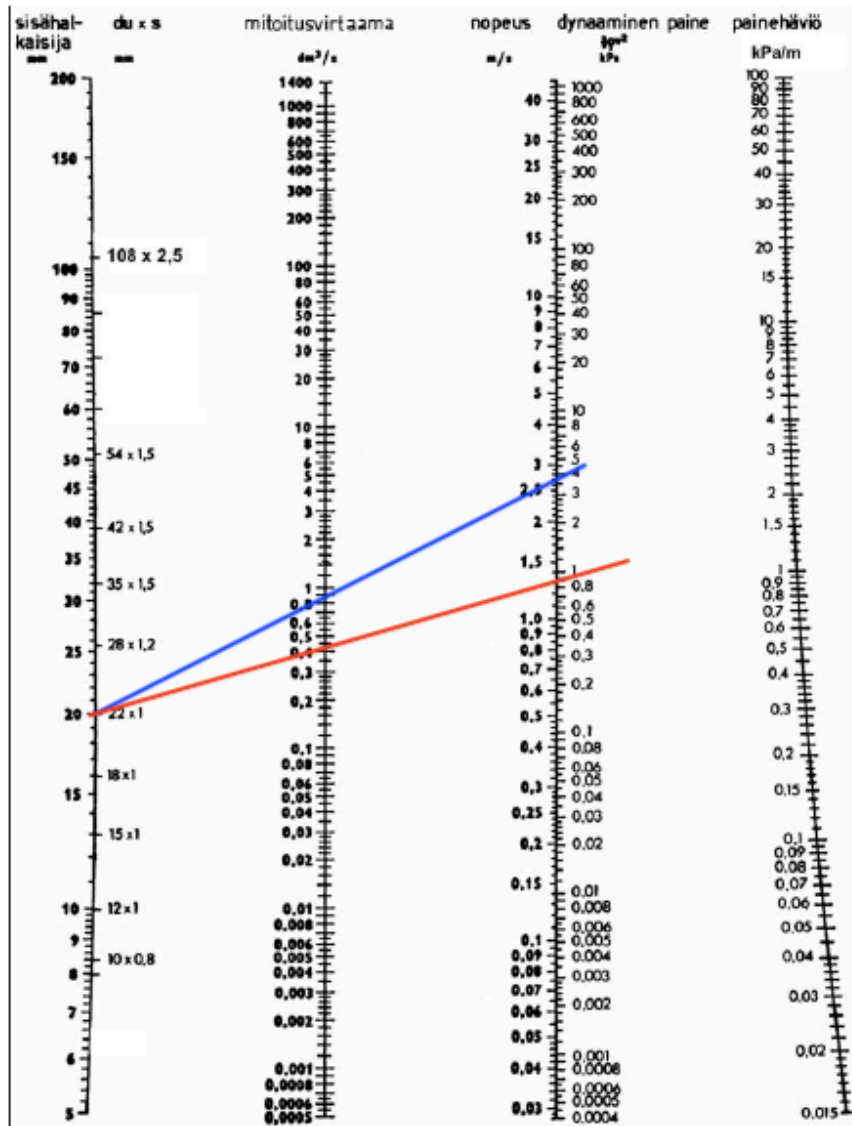
Kuva 11. Veden nopeuden katsominen kuvasta.

Myös kylmän ja lämpimän käyttöveden putket olivat alle hyväksytyjen arvojen, kun virtausnopeus saa olla enintään kylmällä vedellä 4,0 m/s ja lämpimällä vedelle 3,0 m/s. Kun laskettiin normivirtaamat yhteen kylmälle vedelle, saatiin tulokseksi 2,8 l/s ja lämpimälle vedelle 1,5 l/s. Tämän jälkeen katsottiin mitoitusvirtaama kuvasta 12 käyttäen normivirtaamien summaa. Kylmän veden mitoitusvirtaama on 0,61 l/s ja lämpimän veden mitoitusvirtaama on 0,41 l/s. Kylmän veden mitoitusvirtaamana käytetään kuitenkin 0,85 l/s, koska kun rakennuksessa on yksi pikapaloposti (Finlex, 2007, s. 38).

Normivirtaamien summa Q dm <sup>3</sup> /s	Mitoitusvirtaama q <sup>1)</sup> dm <sup>3</sup> /s		
	0,1	0,2	0,3
0,1	0,1	-	-
0,2	0,16	0,2	-
0,3	0,18	0,26	0,3
0,4	0,20	0,28	0,36
0,5	0,21	0,30	0,38
0,6	0,23	0,31	0,40
0,7	0,24	0,33	0,41
0,8	0,25	0,34	0,43
0,9	0,26	0,35	0,44
1,0	0,27	0,36	0,45
1,1	0,28	0,37	0,46
1,2	0,29	0,38	0,47
1,3	0,30	0,39	0,48
1,4	0,31	0,40	0,49
1,5	0,32	0,41	0,50
1,6	0,33	0,42	0,51
1,7	0,34	0,43	0,52
1,8	0,35	0,44	0,53
1,9	0,35	0,45	0,54
2,0	0,36	0,45	0,55
2,2	0,38	0,47	0,56
2,4	0,39	0,48	0,58
2,6	0,41	0,50	0,59
2,8	0,42	0,51	0,61

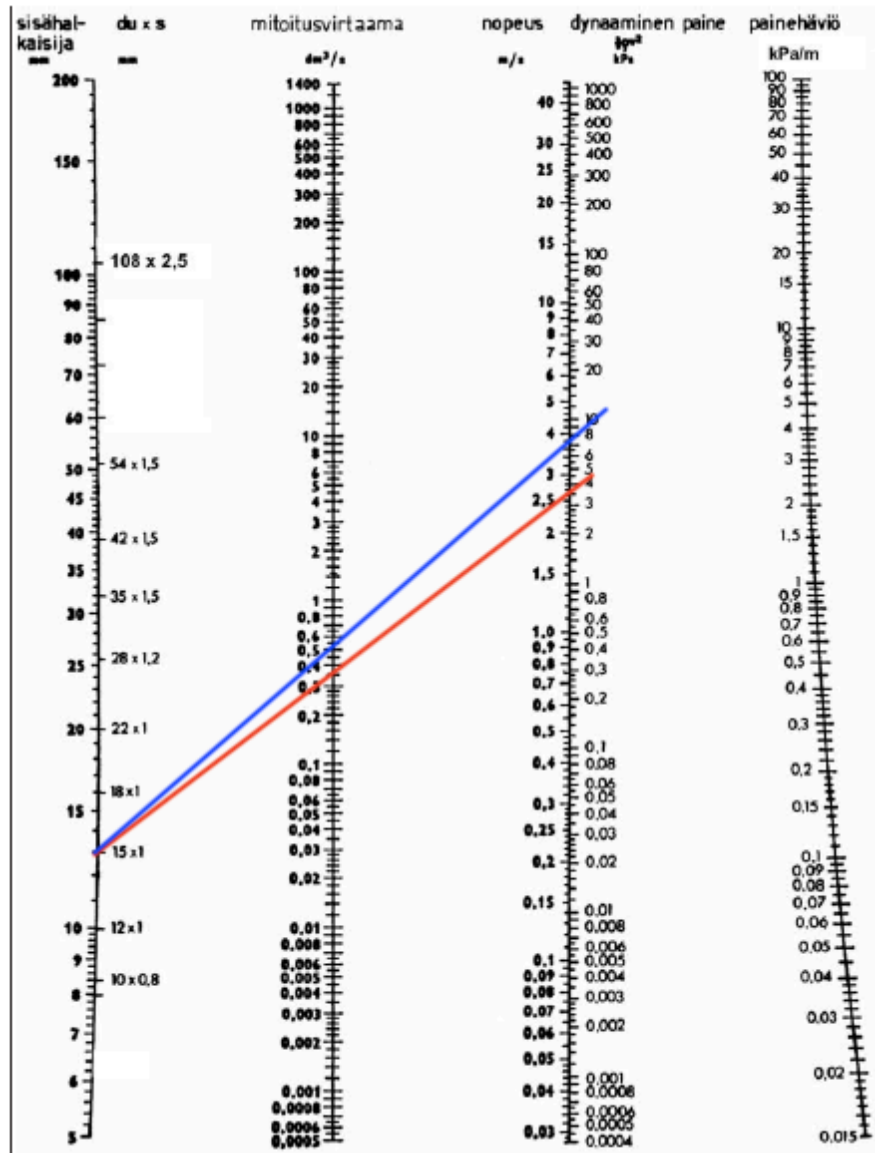
Kuva 12. Mitoitusvirtaamien katsominen normivirtaamien summasta.

Tämän jälkeen katsottiin kuvasta 13 veden nopeus putkessa, kun putkikoko on 22 mm lämmönjakohuoneen kohdalta. Kylmän veden nopeus on 2,6 m/s, joka on alle 4 m/s, mikä on suurin hyväksytty virtausnopeus. Lämpimän veden nopeus on 1,3 m/s, joka on myös alle suurimman hyväksytyyn virtausnopeuden 3,0 m/s (Finlex, 2007, s. 35).



Kuva 13. Kylmän ja lämpimän veden nopeuksien katsominen kuvasta lämmönjakohuoneen kohdalta.

Keittiön kohdalta tehdyistä laskuista saatiin tuloksiksi kylmälle vedelle normivirtaamien summaksi 2,6 l/s ja lämpimälle vedelle 1,0 l/s. Normivirtaamien summasta kylmän veden mitoitusvirtaamaksi tuli 0,51 l/s ja lämpimän veden mitoitusvirtaamaksi tuli 0,36 l/s. Kun mitoitusvirtaamat tiedettiin ja putkikoot olivat 15 mm, voitiin kuvasta 14 tulkita veden nopeudet putkissa. Virtausnopeudet alittivat suurimmat hyväksytyt virtausnopeudet kylmän veden 4,0 m/s ja lämpimän veden 3,0 m/s.



Kuva 14. Kylmän ja lämpimän veden nopeuden katsominen kuvasta keittiön kohdalta.

### 7.3 Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihto on pääsääntöisesti välttävässä kunnossa. Huippuimuri ei toiminut tarkastuksen aikana. Rakennukseen on tehty vuonna 2018 sisäilman- ja kosteustekninen kuntotutkimus. Ilmanvaihtokone ja huippuimuri suositellaan uusimaan käyttöiän lopun vuoksi. Puuttuvat palopellit tulee lisätä palo-osaston seinien ja katon yhteyteen. Tiloissa joissa ei aikaisemmin ole ollut päätelaitteita, tulisi ne lisätä sinne. Ilmanvaihtokanavat ja päätelaitteet suositellaan puhdistamaan ja säätämään uudestaan nykypäivän määräysten mukaisiksi. Höyrykostuttimen vaihtaminen ja kytkeminen käyttöön.

Tuloilman lämpötilat vaihtelivat  $17,8^{\circ}\text{C} - 27,6^{\circ}\text{C}$ :n välillä, joten lämpötilaero on noin  $10^{\circ}\text{C}$ . Tämän uskotaan johtuvan siitä, että ilmanvaihtokone sammutetaan yöksi, jolloin lämpötila nousee kanavistossa. Poistoilman lämpötilat vaihtelivat  $19,9^{\circ}\text{C} - 25,6^{\circ}\text{C}$ :n asteen välillä, joka on suhteellisen tasaista lämpötilojen vaihtelua. Kosteus ilmanvaihtokanavassa vaihteli  $15\% - 45,7\%$ :n välillä. Oheistoiminta tilan kosteudet vaihtelivat  $37,6\% - 74,8\%$ :n välillä. Kastepisteet vaihtelivat  $6,4^{\circ}\text{C} - 18^{\circ}\text{C}$ :n asteen välillä. Oheistoiminta tilan lämpötilat vaihtelivat  $20,6^{\circ}\text{C} - 23,6^{\circ}\text{C}$ :n asteen välillä, joka hyvä ilman lämpötila.

Jäähdytyksenä tällä hetkelle kiinteistössä on viisi ilmalämpöpumppua, jotka jäähdyttävät rakennusta kesällä.

#### 7.4 Puutteet kiinteistökortissa

Kiinteistökortissa on puutteita tehdyistä korjaus- ja kunnostustoimenpiteistä, jotka ovat:

- Kiertovesipumppujen uusiminen
- Osittaiset käyttövesilinjojen uusimiset
- Ilmanvaihtokanavien puhdistus
- Ilmalämpöpumppujen asennus

## 8 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä perehdyttiin Nousiaisten kirjaston LVI-tekniseen kuntoarvioon. Rakennus on vuonna 1990 rakennettu, johon oli tehty vuosien varrella korjaustöitä, niin rakennuksen piha-alueille kuin itse rakennukselle, sekä LVI-korjauksia. Arvioinnissa hyödynnettiin vanhoja LVI-kuvia ja suoritettiin aistin varaisin menetelmin tarkasteluja rakenteita rikkomatta.

Nousiaisten kirjastoon tehdyn kuntoarvion perusteella ovat LVI-järjestelmät melko heikossa kunnossa. Alajakokeskus on vaihdettava, pattereiden ja linjojen pesu ja säätö,

sekä sulku- ja patteritermostaattien vaihtoa suositellaan. Lämpimän käyttövedenkiertoon asennetut kiertovesipatterit suositellaan poistamaan, putkistojen kannakoinnit, läpiviennit ja eristykset tulisi korjata määräysten mukaisiksi, sekä sulku, sekoitus- ja säätöventtiilit, sekä toimilaitteet tulisi vaihtaa. Yllämainittujen syiden vuoksi käyttövesilinjojen uusimista suositellaan. Suositellaan viemäriputkistojen kuvausta ja pesua. Huippuimuri tulisi vaihtaa toimivaan, palopellit tulisi lisätä palo-osaston seinien kohtaan ja ilmanvaihtokoneen vaihtoa suositellaan. Myös höyrykostutin tulisi vaihtaa ja kytkeä käyttöön.

Nousiaisten kirjastolle laadittiin kunnossapitosuunnitelma, jossa arvioitiin kustannukset ja suositeltiin mahdolliset ajankohdat toimenpiteille seuraaville viidelle vuodelle, sillä kiinteistön LVI-järjestelmät ovat suhteellisen heikossa kunnossa. Kiinteistölle tulisi tehdä kuntoarvio viiden vuoden välein.

## LÄHTEET

Expondo. (2022). Viemärinavauskone 390 W 25 – 125 mm putkistoille.

[https://www.expondo.fi/msw-viemaerinavauskone-390-w-25-125-mm-putkistoille-10060350?gclid=CjwKCAjw4ayUBhA4EiwATWyBruDY-UQDZWZzOPs6Ja6NvL6WJFnQIbZcX0LMCS\\_Zxlbk9J5gn9rQcyhoCDXAQAvD\\_BwE&gclsrc=aw.ds#techDetails](https://www.expondo.fi/msw-viemaerinavauskone-390-w-25-125-mm-putkistoille-10060350?gclid=CjwKCAjw4ayUBhA4EiwATWyBruDY-UQDZWZzOPs6Ja6NvL6WJFnQIbZcX0LMCS_Zxlbk9J5gn9rQcyhoCDXAQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds#techDetails)

Extech. (2019). RTH10 humidity and temperature usb datalogger. <http://www.ex-tech.com/products/RHT10>

Finlex. (2017). Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdesta. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171009>

Finlex. 2007. Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. D1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. [https://www.finlex.fi/data/normit/28208/D1\\_2007.pdf](https://www.finlex.fi/data/normit/28208/D1_2007.pdf)

Grant. (2019). Squirrel 2020/2040 series. SQ2040 further information. <https://grant-instruments.com/support/support/daq-products/squirrel-loggers>

Onset. (2022). HOBO temperature data loggeri. <https://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/ux100-001/>

Onset. (2022). HOBO temperature/relative humidity data logger. <https://www.onset-comp.com/products/data-loggers/ux100-003/>

Rentola, E. (2014). Kerrostalon LVI-kuntoarvio. [AMK-opinnäytetyö, Seinäjoen ammattikorkeakoulu]. Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201404295294>

RT 103003. (2019). Asuinkiinteistön kuntoarvio. Kuntoarvioijan ohje. <https://kortistot.rakennustieto.fi>

RT 18-11165. (2014). LVV-kuntotutkimus. Tilaajan ohje. <https://kortistot.rakennustieto.fi>

RT 18-11247. (2016). Asbestikartoitus, tutkimusmenetelmät. Rakennustieto. <https://kortistot.rakennustieto.fi>

RT 52-10859. (2005). Lämmitys kaukolämmöllä. Rakennustieto. <https://kortistot.rakennustieto.fi>

Sensorcell. (n.d.). Testo 510 paine-eromittarisetti. Haettu 16.5.2022 osoitteesta <https://www.sensorcell.fi/WebRoot/vil-kasfi02/Shops/2016080104/57CD/C0BA/5B0C/CEBC/660F/0A28/1010/C801/testo-510-esite.pdf>

Sisäilmayhdistys. (n.d.). Ilmanvaihdon perusteet. Haettu 20.5.2022 osoitteesta <https://www.sisailmayhdistys.fi/Perustietoa-sisailmasta/Ilmanvaihdon-perusteet>

Staypro. (n.d.). REMS Multi-Push SL SET koeponnistusyksikkö. Haettu 23.5.2022 osoitteesta <https://www.staypro.fi/lvi-sisailma/lvi-koneet/huuhdeltu-koeponnistus-jalisanuotteet/remS-multi-push-sl-set-koeponnistusyksikko-3017491>

TSI. (2022). Velocicalc plus multi-parameter ventilation meter 8385A. <https://tsi.com/getmedia/382745b3-69a6-487d-9fc7-c972684c45bb/1980321J-8384-86-VelociCalc-Plus?ext=.pdf>



LVI-KUNTOARVIO JA HANKESUUNNITELMA



NOUSIAISTEN KIRJASTO

Moisiontie 19  
21270 Nousiainen

Laatija:  
Tom Wihlman  
30.5.2022

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	3
1.1 Kuntoarvion kohde.....	3
1.2 Suoritus aika.....	3
1.3 Tilaaja, vastuhenkilöt.....	3
1.4 Kuntoarvioijat .....	3
1.5 Raportin sisältö .....	3
1.6 Tulosten hyödyntäminen.....	3
2 YHTEENVETO.....	4
2.1 LVI-järjestelmät.....	4
3 EHDOTUS KIINTEISTÖN KUNNOSSAPITOSUUNNITELMAKSI (PTS- EHDOTUS).....	5
3.1 LVIA-järjestelmien PTS-ehdotus .....	5
4 KUNTOARVION LÄHTÖTIEDOT .....	6
4.1 Kiinteistön perustiedot.....	6
4.2 Korjaushistoria.....	7
4.3 Asiakirjaluettelo.....	7
4.4 Työntekijöidenkyselyn keskeiset tulokset .....	7
5 KUNTOARVION TULOKSET .....	8
5.1 LVIA-järjestelmien kuntoarvio.....	8
5.1.1 Lämmitysjärjestelmä .....	8
5.1.2 Vesi- ja viemärijärjestelmä.....	14
5.1.3 Ilmanvaihtojärjestelmä .....	24
5.1.4 Jäähdytys .....	28
5.1.5 Energia.....	28
6 PTS-EHDOTUS.....	29
LÄHTEET	
LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

### 1.1 Kuntoarvion kohde

Kuntoarvion kohteena on vuonna 1990 rakennettu Nousiaisten kirjasto.

### 1.2 Suoritus aika

Suoritus aika on 1.3.-3.6.

### 1.3 Tilaaja, vastuuhenkilöt

Tilaajana toimii Nousiaisten kunta, jonka vastuuhenkilönä on rakennustarkastaja Erkki Hurmerinta.

### 1.4 Kuntoarvioijat

Kuntoarvioijat ovat Tom Wihlman SAMK ja Sampsa Mäki-Arvela Lännen talotekniikka Oy.

### 1.5 Raportin sisältö

Raportissa käydään läpi rakennuksen ilmanvaihdon-, lämmityksen- sekä vesi- ja viemärijärjestelmien nykyinen kunto ja PTS-ehdotus.

### 1.6 Tulosten hyödyntäminen

Tuloksia hyödynnetään tulevassa korjaussaneerauksessa, joka tehdään kiinteistöön.

## 2 YHTEENVETO

### 2.1 LVI-järjestelmät

#### Lämmitysjärjestelmä

Rakennuksen lämmitysjärjestelmänä toimii kaukolämpö. Lämmitys tapahtuu vesikiertoisen patteriverkoston kautta. Lämpimän käyttöveden ja ilmanvaihdon lämmitys kuuluu kaukolämmityksen piiriin. Kaukolämmön alajakokeskuksen uusiminen vanhan tilalle. Lämpöverkoston suositellaan sulk-, patteriventtiilien ja termostaattien uusimista, sekä linjasäätöventtiilin lisääminen verkostoon. Samalla suositellaan patteriverkoston sykehuuhtelemista, sekä verkoston perussäätö ja tasapainotusta.

#### Vesi- ja viemärijärjestelmä

Vesi- ja viemärijärjestelmät on liitetty kunnan verkostoon. Verkostossa ei havaittu vuotoja tarkastuksessa. Käyttövesiputkia on uusittu lähivuosina joidenkin tilojen osalta. Verkostoon on liitetty kolme lämmityspatteria lämpimän käyttöveden kiertoon, jotka suositellaan poistamaan. Myös puuttuva takaiskuventtiili tulee lisätä pikapalopostilinjaan. Puutteellisten käyttövesilinjojen kannakointi ja läpiviennit tulee korjata määräysten mukaisesti. Virheellinen eristys tulee vaihtaa niille määriteltyihin eriste paksuuksiin. Sulku-, sekoitus- ja säätöventtiilit, sekä toimilaitteet tulee uusia teknisten käyttöiän päättymisen vuoksi. Mitoituksen tarkistus, sekä lämpimän käyttöveden kierroksen virtaaman säätäminen määräysten mukaisesti. Vanhat käytöstä poistetut käyttövesilinjat suositellaan purkamaan. Yllämainittujen syiden vuoksi käyttövesilinjojen uusimista suositellaan.

Suosittellaan viemärien pesua ja kuvausta putkiston kunnan kartoittamiseksi, sillä kyselystä saatiin selville, että lainatoimiston vieressä sijaitsevassa WC-tilassa on silloin tällöin tukos ja havaittu vuotavan.

### Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihto on pääsääntöisesti välttävissä kunnossa. Huippuimuri ei toiminut tarkastuksen aikana. Rakennukseen on tehty vuonna 2018 sisäilman- ja kosteustekninen kuntotutkimus. Ilmanvaihtokone ja huippuimuri suositellaan uusimaan käyttöiän lopun vuoksi. Puuttuvat palopellit tulee lisätä palo-osaston seinien ja katon yhteyteen. Tiloissa joissa ei aikaisemmin ole ollut päätelaitteita, tulisi ne lisätä sinne. Ilmanvaihtokanavat ja päätelaitteet suositellaan puhdistamaan ja säätämään uudestaan nykypäivän määräysten mukaisiksi. Höyrykostuttimen vaihtaminen ja kytkeminen käyttöön.

## 3 EHDOTUS KIINTEISTÖN KUNNOSSAPITOSUUNNITELMAKSI (PTS-EHDOTUS)

### 3.1 LVIA-järjestelmien PTS-ehdotus

Asbestikartoitus tulisi tehdä kiinteistöön ennen korjaussaneerauksen aloittamista.

Toimenpide-ehdotukset	Kustannusarvio (x 1000€) ja ehdotettu toteutumivuosi					Huom!
	2022	2023	2024	2025	2026	
<b>Lämmitysjärjestelmä</b>						
-Lämmöntuotanto		15-20				Sis. työ
-Lämmönjakelu pesu, säätö, tasapainotus		4				
<b>Vesi- ja viemärijärjestelmä</b>						
-Vesijärjestelmä						
- Linjasaneeraus				30-40		
-Viemärijärjestelmä						
- Pesu ja kuvaus	5					
-Vesikalusteet						
- Vesikalusteiden vaihto				3		
<b>Ilmanvaihtojärjestelmä</b>						

-Huippuimuri	3*					Sis. työ
-Iv-kone					15*	LVI-tekni- nen osuus, ei ole otettu hu- mioon ra- kennustek- nisiä kus- tannuksia
-Jäähdytys*						Toteute- taan ny- kyisillä ILP:llä ja lisätään niitä tarvit- taessa
-Puhdistus ja säätö					3,5	
-Palopellit	8,2*					Sis. työ
<b>Yhteensä</b>	<b>16,2</b>	<b>19-24</b>	<b>0</b>	<b>33-43</b>	<b>18,5</b>	<b>86 700- 101 700</b>

## 4 KUNTOARVION LÄHTÖTIEDOT

### 4.1 Kiinteistön perustiedot

Kiinteistö on tiiliverhoiltu rakennus, joka on rakennettu vuonna 1990. Kiinteistö on kaksi kerroksinen, jonka kerrosala on 664 m<sup>2</sup> ja tilavuus on 3390 m<sup>3</sup>. Kiinteistössä on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto pyörivällä lämmöntalteenotolla sekä huippuimuri, joka poistaa ilmaan likaisista tiloista. Lämmitysmuotona toimii kaukolämpö, vesikiertoisilla patterilämmityksellä. Käyttö- ja jätevesijärjestelmät on liitetty kunnan verkkoon.

## 4.2 Korjaushistoria

- Maanpinnan muotoilu
- Salaojien ja sadevesiviemäreiden rakentaminen
- Torniosien kermikatteen uusiminen
- Julkisivun vaurioituneiden tiilien vaihto
- Yläpohjan räystääsalueiden puutteiden eristeiden lisäys (rakennuksen sisäpuolella)

## 4.3 Asiakirjaluettelo

- Julkisivukuvat
- Pohjakuvat
- Vesi- ja viemärikuvat
- Lämmityskuvat
- IV-kuvat

## 4.4 Työntekijöidenkyselyn keskeiset tulokset

Keskeisimpinä tuloksina oli, että huippuimuri oli rikki, ilman laatu on huono, lainaus-toimiston vieressä olevassa WC:ssä on ollut silloin tällöin vuotamista ja tukoksia, keit-tiön tiskiallas vetää huonosti ja hanasta tulee aluksi kuumaa vettä, vaikka kahva on käännetty kylmälle puolelle. Kaikki patterit eivät aina lämpene ja ongelmallisim huone on kirjastotoimenjohtajan huone, joka sijaitsee kulmassa, josta vetää ikkunoista ja pat-tereiden lämpöteho ei riitä. Kesällä aurinkoisina päivinä ja hellejaksoina jäähdytyksen tarve on suuri, vaikka rakennukseen on asennettu viisi ilmalämpöpumppua. Lämmit-tyksen reagointinopeus vaihtelee.

## 5 KUNTOARVION TULOKSET

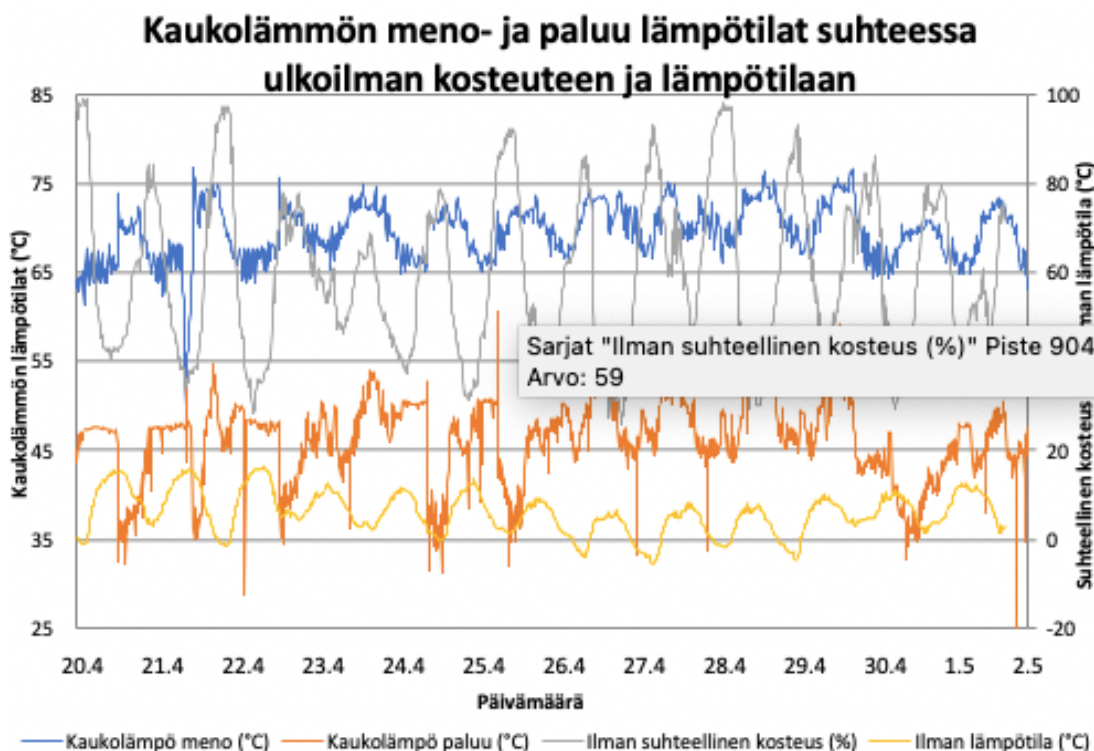
### 5.1 LVIA-järjestelmien kuntoarvio

#### 5.1.1 Lämmitysjärjestelmä

##### Lämmöntuotanto

Kiinteistössä on kaukolämmitys, joka on asennettu vuonna 1990. Lämmitys tapahtuu vesikiertoisen patteriverkoston kautta, joka on varustettuna termostattisilla patteriventtiileillä. Mitoituslämpötila patteriverkostolle on 70/40°C. Lämmönsiirtimenä toimii Parca Norrahammarin CP 16 80 kW teholla, joka vuodelta 1990. Silmäääräisesti tarkasteltuna lämmönsiirtimet ovat välttävässä kunnossa. Kiinteistöön tehtiin lämpötilan mittauksia kaukolämmön meno- ja paluu lämpötiloista 12 päivän ajan, josta tulokset on esitetty kuvaajassa 1. Menoveden lämpötilat vaihteli 44,1°C – 76,8°C:n asteen välillä ja paluueden lämpötilat vaihtelivat 19,8°C – 60,6°C:n asteen välillä. Kuvaaja havainnollistaa kaukolämmön toiminta lämpötilojen muutoksen.





Kuvaaja 1. Kaukolämmön meno- ja paluueden lämpötilat 12 päivän ajan.

Kaukolämmön alajakokeskuksen ja lämmönsiirtimen tekninen käyttöikä on noin 25 vuotta. Alajakokeskus ja lämmönsiirtimet ovat käyttöikänsä puolesta loppu ja on vaihdettava. Liitteessä 1 on esitetty kaikkien LVI-järjestelmien ja osien tekniset käyttöiät.

Järjestelmässä lämmin käyttövesi tulee kaukolämmöstä. Lämpimän käyttöveden lämmönsiirtimenä toimii Parca Norrahammarin CP 2x13 100kW teholla, joka on vuodelta 1990. Lämmönsiirtimen tekninen käyttöikä on noin 25 vuotta, joten se on käyttöikänsä puolesta loppu ja on vaihdettava.

Lämmönjakohuoneessa olevat kiertovesipumput ovat Grundfors Oy:n valmistavat (kuva 1). Molemmat pumput on vaihdettu jossain vaiheessa, sillä alkuperin sinne oltiin suunniteltu laitettavaksi Kolmeksin valmistavat kiertovesipumput. Ilmanvaihtokonehuoneessa oli lämmityspatterin kiertovesipumppu, joka oli myös vaihdettu. Kiertovesipumppujen tekninen käyttöikä on noin 25 vuotta, joten ne tulisi vaihtaa remontin yhteydessä uusiin.



*Kuva 1. Grundforsin lämmitysverkoston kiertovesipumppu.*

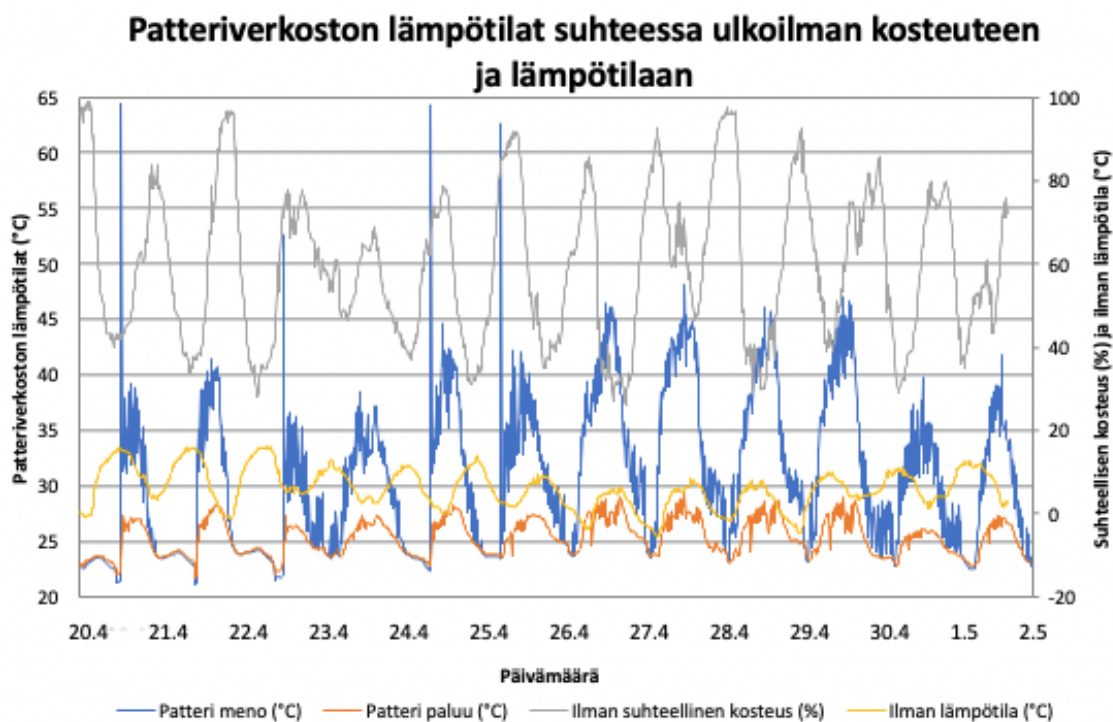
Järjestelmään on asennettu yksi paisuntasäiliö, jonka tilavuus on 80 l. Paisuntasäiliö on Flexconin valmistama, joka on valmistettu vuonna 1989. Varsinkin verkoston ääripäässä liian alhainen esipaine aiheuttaa ongelmia veden kierrolle, jonka takia lämmitysteho saattaa jäädä liian pieneksi.

Säätö- ja sulkuventtiilit ovat alkuperäiset ja välttävissä kunnossa tarkastuksen aikana. Venttiilit olivat hapettuneita ja niiden tekninen käyttöikä loppu, joten ne tulisi vaihtaa. Lämmitysverkostossa ei ole päälinjasäätöventtiiliä. Alajakokeskuksessa oleva moottoriventtiili oli myös välttävissä kunnossa. Moottoriventtiilin tekninen käyttöikä on 20 vuotta, joten sen tekninen käyttöikä on loppu ja se tulisi vaihtaa.

### Lämmönjakelu

Lämmitysverkosto on alkuperäinen vuodelta 1990. Verkoston runko- ja haaralinjat ovat teräsputkia. Putket olivat tarkastelun aikana hyvässä kunnossa, eikä vuotoja ha-

vaittu. Lämmitysverkoston putket olivat eristetty eristekourulla lämmönjako- ja ilmanvaihtokonehuoneen osalta, sekä välipohjassa. Kytkeäjohtot olivat eristämättömiä huonetiloissa. Lämmityspatterit olivat hyvässä kunnossa tarkastelun aikana (kuva 2). Kiinteistöön tehtiin lämpötilan mittauksia patteriverkoston meno- ja paluu lämpötiloista 12 päivän ajan, josta tulokset on esitetty kuvaajassa 2. Patteriverkoston menoveden lämpötilat vaihtelivat 21,1°C – 64,5°C:n asteen välillä ja paluueden lämpötilat vaihtelivat 21,7°C – 29,2°C:n asteen välillä. Termostaattien sekä patteri- ja sulkuventtiilien uusimista suositellaan. Lämmitysverkostosta puuttui päälinjäsäätöventtiili, joka tulisi lisätä verkostoon. Samalla suositellaan patteriverkoston sykehuuhtelemista, sekä verkoston perussäätöä ja tasapainotusta.



Kuvaaja 2. Patteriverkoston meno- ja paluueden lämpötilat 12 päivän ajan.



*Kuva 2. Lehtisalin lämmityspattereri Rettig Ratec ja termostaattinen patteriventtiili Oras.*

Lainaustoimiston lattiaan oli asennettu lattialämmitysputkisto. Lattialämmitystä säädettiin Oraksen termostaattisella patteriventtiilillä (kuva 3). Lattialämmitysputkisto on kytketty lämpöverkoston ja putkiston tulisi olla Upoletin happidiffuusiosuojattua.



*Kuva 3. Lattialämmityksen säätö.*

### Ilmanvaihtokoneen lämmityspatteri

Rakennuksessa on yksi ilmanvaihtokone, jossa on lämmityspatteri. Lämmityspatteri oli välttävissä kunnossa tarkastuksen aikana. Lämmityspatterin lämpöputket ovat teräsputkia ja eristettyjä, sekä ne olivat hyvässä kunnossa tarkastelun aikana (kuva 4). Lämpötilaa nostetaan  $+5^{\circ}\text{C}$   $\rightarrow$   $+21^{\circ}\text{C}$ . Lämmityspatterin teho ei ole tiedossa, mutta laskennallinen on noin 15,4 kW ja lämmityspatterin hyötysuhde ollessa 80% todellinen teho on noin 18,5 kW.



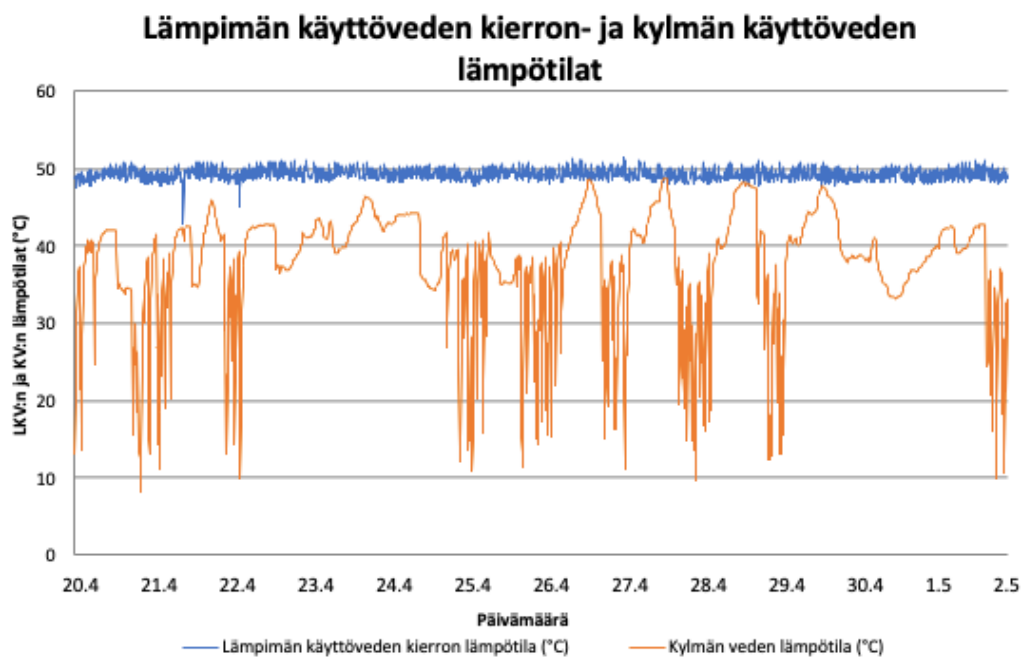
*Kuva 4. Ilmanvaihtoverkoston lämmitysputket.*

### 5.1.2 Vesi- ja viemärijärjestelmä

#### Yleistä

Käyttö- ja jätevesijärjestelmät on liitetty paikalliseen vesihuoltolaitoksen verkostoon. Vesimittari on paikallislueuttava ja sijaitsee lämmönjakuhuoneessa. Vesimittari on Valmetin valmistama ja silmämääräisesti kohtalaisessa kunnossa (kuva 5). Vesimittari on alkuperäinen ja sen tekninen käyttöikä on noin 10 vuotta, joten se on vaihdettava uuteen (Tukes, n.d.). Kiinteistöön tehtiin lämpötilan mittauksia kylmän käyttöveden- ja lämpimän käyttövedenkierron lämpötiloista 12 päivän ajan, josta tulokset on esitetty kuvaajassa 3. Kylmän veden lämpötila vaihteli 8,2°C – 48,8°C:n välillä, joka on yli sallitun rajan +20°C legioona riskin takia. Mittaukset osoittivat kylmän veden lämpötilan olevan sallituissa rajoissa käyttöaikana. Veden korkean lämpötilan syyksi arvioidaan johtuvan puutteellisesta eristyksestä, sekä kylmän käyttöveden syöttöventtiilin

takaisku on vioittunut aiheuttaen takaisin virtausta. Lämpimän käyttövedenkierron paluu lämpötila oli tarkastuksen aikana keskiarvoltaan  $49,3^{\circ}\text{C}$ , joka on alle sallitun rajan  $+55^{\circ}\text{C}$ . Lämpimän käyttöveden kierron paluu lämpötila vaihteli  $42,8^{\circ}\text{C} - 51,5^{\circ}\text{C}$ :n välillä, jonka syyksi arvioidaan säätämätön verkosto, sekä puutteelliset lämpöeristyksset (Finlex, 2007, s. 8).



*Kuvaaja 3. Lämpimän käyttöveden kierron ja kylmän käyttöveden lämpötilat 12 päivän ajan.*



*Kuva 5. Kiinteistön vesimittari*

## Vesijohdot

Vesijohdot olivat kupariputkea pääosin. Tarkastelussa huomattiin, että joihinkiin kupariputkiin oli liitetty PEX-muoviputkea (kuva 6). Kupari käyttövesiputkien tekninen käyttöikä on noin 50 vuotta, johon vaikuttaa myös veden virtausnopeus putkistossa. PEX-putkien tekninen käyttöikä on noin 50 vuotta.



*Kuva 6. Käyttövesiverkoston kupariputket liitetty PEX-muoviputkiin.*

Alkuperäisiä käyttövesijohtoja on uusittu osittain viimeisen 10 vuoden aikana useiden vesivahinkojen vuoksi (kuva 7). Tarkastuksen yhteydessä huomattiin puutteita pikapalopostissa, kannakoinnissa, eristyksissä ja läpivienneissä.

Tarkastuksessa huomattiin takaiskuventtiilin puuttuvan pikapalopostinlinjasta, joka estää veden virtauksen takasin putkessa. Takaiskuventtiili tulisi lisätä linjaan. (Finlex, 2007, s. 18).



Kannakointien välit olivat liian pitkiä, putket on kannakoitu seinän läpiviennin vaaraan ilman suojaholkkia, sekä kannakointi oli tehty osittain vanteella, joka on kielletty näkyville jääneiden putkien kannakoinnissa (kuva 8). Myös kevyt betoniseinän läpi menevistä putkista puuttui suojaholkki, joka estää putkia hankautumasta seinään mahdollisten paineiskujen takia (kuva 9). Putket tulee kannakoida niin, että ne eivät pääse liikkumaan esim. kierretankokannakointina (LVI 12-10370, 2004, s.2-7).

Lämmönjakohuoneesta puuttui eristystä käyttövesiputkien osalta, sekä uusituista kohdista välipohjissa (kuva 10). Käyttövesijohdot on eristetty 13 mm solumuovi- ja solukumieristeellä. Eristepaksuudet ovat liian pienet lämpimän käyttöveden- ja kiertoveden putkissa, joiden pitäisi olla 10-49 mm putken ulkohalkaisijalle 60 mm eristettä. Kylmän käyttöveden eristepaksuuden pitäisi olla näkyvissä putkissa 10-49mm putkille 20 mm eristettä ja ei näkyvissä oleville putkille 30 mm (Paroc, 2019, s. 5-6).

Ilmanvaihtokonehuoneen, jonka pitäisi olla oma palo-osasto EI 60, oli käyttövesiputkien ympäriltä täysin avoin, johon oli vielä jätetty vanhat käyttövesijohdot katkaisutuna näkyviin (kuva 11). Reiän kohdalta mitattiin paine-ero, josta saatiin selville ilmanvaihtokonehuoneen olevan 9 Pa alipaineinen muihin tiloihin nähden (LVI 12-10217, 1994, s. 2-5).

Kiertovesilinjaan on asennettu yksi linjasäätöventtiili koko kiertovesipiiriin, jossa on kolme kiertovesipatteria ja yksi räätipatteri. Kiertovesipattereissa ei saa olla säätö mahdollisuutta, eikä käyttäjällä saa olla mahdollisuutta sulkea sitä. Kiertopattereiden säätämättömyyden ja liiallisen virtausnopeuden takia putkistoihin on muodostunut syöpymiä. Lämpimän käyttöveden odotusaika oli viimeisellä vesipisteellä 14 sekuntia, jonka ohjearvona on, ettei odotusaika saa olla pidempi kuin 20 sekuntia.

Käyttövesilinjaan suositellaan tehtäväksi tarkistus mitoitus. Lämmönjakohuoneen kohdalta käyttövesijohdot olivat hyväksytyjen rajojen alapuolella, kun kylmän veden virtausnopeus on 2,6 m/s ja lämpimän veden virtausnopeus on 1,3 m/s. Myös keittiön kohdalla olevat putket ovat hyväksytyjen rajojen alapuolella, kun ne ovat 15 mm kupariputket ja niiden virtausnopeudet on kylmälle 3,8 m/s ja lämpimälle 2,7 m/s. Jakojohdoille suurimmat hyväksytyt virtausnopeudet kylmälle vedelle 4,0 m/s ja lämpimälle vedelle 3,0 m/s. Jakojohdoissa, joissa on jatkuva virtaama, on niiden suu-

rin sallittu virtausnopeus 1,0 m/s. Kiertovesijohto oli 15 mm kupariputkea, jonka virtausnopeus on tarkistuslaskelman jälkeen 1,0 m/s, joka on suurin hyväksytty virtausnopeus, mutta mitoitusarvona käytetään yleensä 0,5 m/s. Suurimmat hyväksytyt virtausnopeudet vedelle on määritelty syöpymisen kannalta (Finlex, 2007, s.43).



*Kuva 7. Lähivuosina uusittua kupariputkea.*



*Kuva 8. Lämmönjakohuoneessa toteutettu kannakointi.*



*Kuva 9. Huonosti tehty läpivienti, jossa suojaholkki on korvattu teipillä.*



*Kuva 10. Puutteellista eristystä käyttövesiputkista lämmönjakohuoneessa, sekä siitä näkee miten putket olisi pitänyt eristää.*



*Kuva 11. Auki oleva palokatkoseinä, johon jätetty katkaistut kupariputket paikoilleen, sekä kannakointi on puutteellinen.*

Inva WC:n bideen vesijohdot olivat Upoletin muoviputkia, jotka olivat upotettu lattiavaluun (kuva 12). Inva WC:n bide oltiin toteutettu omalla hanalla, johon tuli kylmä- ja lämmin käyttövesi, sekä siinä oli ejektori + muunnosnipa, josta lähti bidee letku ja putki viemäriin (kuva 13).



*Kuva 12. Inva WC:n vesijohdot upotettu lattiaan.*



*Kuva 13. Inva WC:n bideen toteutus.*

### Sulku- ja linjasäätöventtiilit

Kiinteistön käyttövesiverkoston sulku- ja linjasäätöventtiilit ovat alkuperäiset, eli vuodelta 1990. Venttiilit olivat tarkastelun aikana välttävässä kunnossa, mutta ovat teknisen käyttöiän mukaan loppu. Teknisen käyttöiän lopun takia venttiilit suositellaan vaihtamaan uusiin remontin yhteydessä. Lämpimän käyttöveden kiertovesilinjassa oleva linjasäätöventtiili on epäkunnossa.

### Kiertovesipatterit

Rakennukseen oli asennettu kolme Formatermin lämmityspatteria lämpimän käyttöveden kiertoon (kuva 14) ja yksi Oraksen kuivausteline. Kiertovesipattereiden haaralinjoissa ei ole omia linjasäätöventtiileitä, joilla voitaisiin hoitaa kiertoveden tasainen virtaus koko linjastossa. Kiertovesipatterit eivät saa olla käyttäjän suljettavissa, joten ne luovuttavat lämpöä talvella, sekä kesällä. Kun kiertovesilinjassa on lämmityspattereita, mutta ei linjasäätöventtiileitä pyrkii vesi kiertämään linjassa helpointa mahdollista reittiä takaisin, jolloin kiertoveteen mitoitettu virtaama ei toteudu linjan loppupäässä. Rakennuksessa on kaksi Formatermin 600x600mm kiertovesipatteria, joiden teoreettinen maksimi teho on 240 W ja laskennallinen teho on 324 W. Rakennuksessa on yksi pienempi Formatermin kiertovesipatteri 400x600mm, jonka teoreettinen maksimi teho on 170 W ja laskennallinen teho on 234W. Oraksen kuivaustelineen teoreettinen maksimi teho on 52 W (Oras, 2022). Jos kuivauspattereita käytetään lämminvesiverkoston kiertojohdossa, niiden teho saa olla enintään 200 W yhtä huonetilaa kohden (Acalor, 2022).



*Kuva 14. Naisten pukuhuoneen patteri, joka on liitetty lämpimän käyttöveden kiertoon.*

### Vesi- ja viemärikalusteet

Vesikalusteet ovat alkuperäisiä ja näyttivät olevan kohtalaisessa kunnossa. Vesikalusteet ovat yli 30 vuotta vanhoja, joten niiden tekninen käyttöikä on loppu ja ne tulisi vaihtaa. WC-kalusteet ovat myös yli 30 vuotta vanhoja, mutta niiden teknistä käyttöikä on vielä jäljellä.

Kyselyssä havaittiin lainaustoimiston vieressä olevan WC:n viemäriinjassa tukoksia, sekä vuotoja. Myös keittiön tiskialtaan viemäri toimii huonommin kuin ennen, tämän uskotaan johtuvan hajulukosta, joka on osittain tukkeutunut. Kyselyssä havaittiin myös, että keittiön hanasta tulee aluksi kuumaa vettä, vaikka on kylmällä puolella ja vettä saa valuttaa pitkään ennen kuin tulee juomakelpoista vettä. Syyn arvellaan johtuvan eristyksen puutteesta, mikä tulee vaihtaa määriteltyihin eristepaksuuksiin.

### Viemärit

Kiinteistön viemärit on liitetty kunnan jätevesijärjestelmään. Rakennuksen viemärit ovat muoviviemäreitä. Niiden kuntoa on vaikea arvioida, koska ne eivät ole näkyvissä.

Viemärit ovat alkuperäisiä vuodelta 1990, joten niiden teknistä käyttöikä on vielä jäljellä. Lainaustoimiston vieressä olevassa WC-tilassa ja keittiön tiskialtaan viemäreissä havaittu kyselyn perusteella välillä tukoksia. Suositellaan viemäreiden kuvausta ja pesua.

### 5.1.3 Ilmanvaihtojärjestelmä

#### Yleistä

Kiinteistössä on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto pyörivällä lämmöntalteenotolla, joka on alkuperäinen (kuva 15). Rakennuksen likaisista tiloista kuten WC-tiloista, suihkuista ja siivouskomerosta on erillinen poistoilmanvaihto, joka on toteutettu huippuimurilla. Ilmanvaihtokone sijaitsee ilmanvaihtokonehuoneessa, joka on rakennuksen toisessa kerroksessa ja huippuimuri sijaitsee vesikatolla. Myös ilmanvaihdon ohjauskeskus sijaitsee ilmanvaihtokonehuoneessa, sekä lainaustoimiston seinässä olevassa paneelissa. Ilmanvaihtokone oli välttävissä kunnossa ja sen tekninen käyttöikä on loppu. Huippuimuri oli tarkastuksen aikana rikki ja sen tekninen käyttöikä on loppussa, joten se suositellaan vaihtamaan uuteen. Tarkastelu kierroksen aikana muu ilmanvaihto paitsi huippuimurin toimi normaalisti.



*Kuva 15. Ilmanvaihtokone oli hyvässä kunnossa ulkoapäin.*



Kiinteistöön on tehty vuonna 2018 sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus.

### Ilmanvaihtokanavat

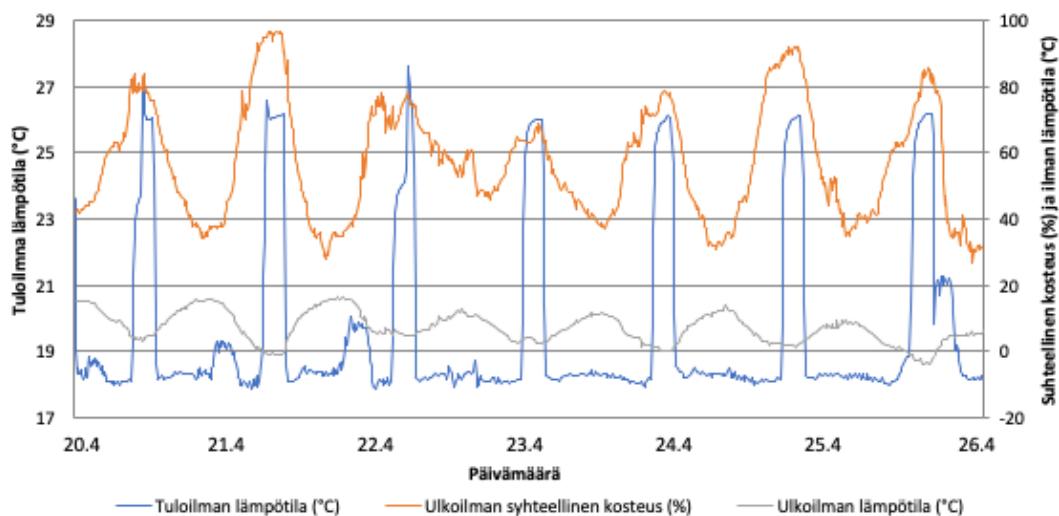
Ilmanvaihtokanavat ovat pääosin pyöreää kanavaa, mutta ilmanvaihtokonehuoneessa osittain kantti kanavia. Kanavia ei tarkasteltu sisäpuolelta, mutta ulkoa ne näyttivät olevan hyvässä kunnossa ja niiden teknistä käyttöikää on vielä jäljellä.

Kanavat on nuohottu viimeisen kymmenen vuoden aikana. Ne suositellaan nuohomaan ja säätämään uudelleen 5 vuoden välein. Puhdistusta suositetaan tekemään terveyshaittojen ehkäisemiseksi, sekä paloturvallisuusriskin takia (Suomen Vesitekniikka, 2022).

Suoritimme ilmavirta mittauksia TSI Velocity mittarilla tulo- ja poistokanavista, josta saimme tuloksen m/s. Mittaus tuloksen saimme ottamalla keskiarvot kolmesta eri kohdasta kanavaa, eli 10 cm putken yläreunasta alaspäin, putken keskeltä ja 10 cm putken alareunasta ylöspäin. Keskiarvo tuloksen ja putken koon perusteella saatiin laskettua nopeus l/s. Saatuja tuloksia vertaillaessa aiempiin määriteltyihin ilmavirtoihin, oli mitatut tulokset hieman pienemmät kuin määritellyt ilmavirrat.

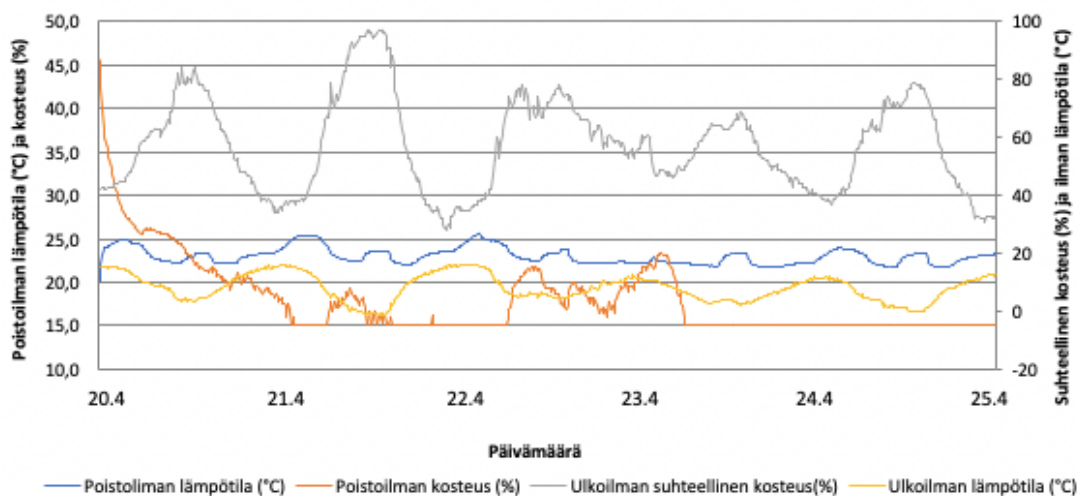
Kiinteistöön tehtiin lämpötilan mittauksia tuloilman lämpötiloista, sekä poistoilman lämpötiloista ja kosteudesta ilmanvaihtokanavan sisältä, josta saatiin selville, millaista tuloilmaa rakennukseen puhalletaan, sekä millaista ilmaa poistuu rakennuksesta. Saadut tulokset on esitetty kuvaajissa 4 ja 5. Tuloilman lämpötilat vaihtelivat 17,8°C – 27,6°C:n välillä, joten lämpötilaero on noin 10°C. Tämän uskotaan johtuvan siitä, että ilmanvaihtokone sammutetaan yöksi, jolloin lämpötila nousee kanavistossa. Poistoilman lämpötilat vaihtelivat 19,9°C – 25,6°C:n asteen välillä, joka on suhteellisen tasaista lämpötilojen vaihtelua. Kosteus ilmanvaihtokanavassa vaihteli 15% - 45,7%:n välillä. Liiallinen kosteus aiheuttaisi mikrobien- ja eliöiden kasvua, kosteusvaurioita tai muuta terveydellistä haittaa (Finlex, 2017, 6 §).

### Tuloilman lämpötilat suhteessa ulkoilman kosteuteen ja lämpötilaan



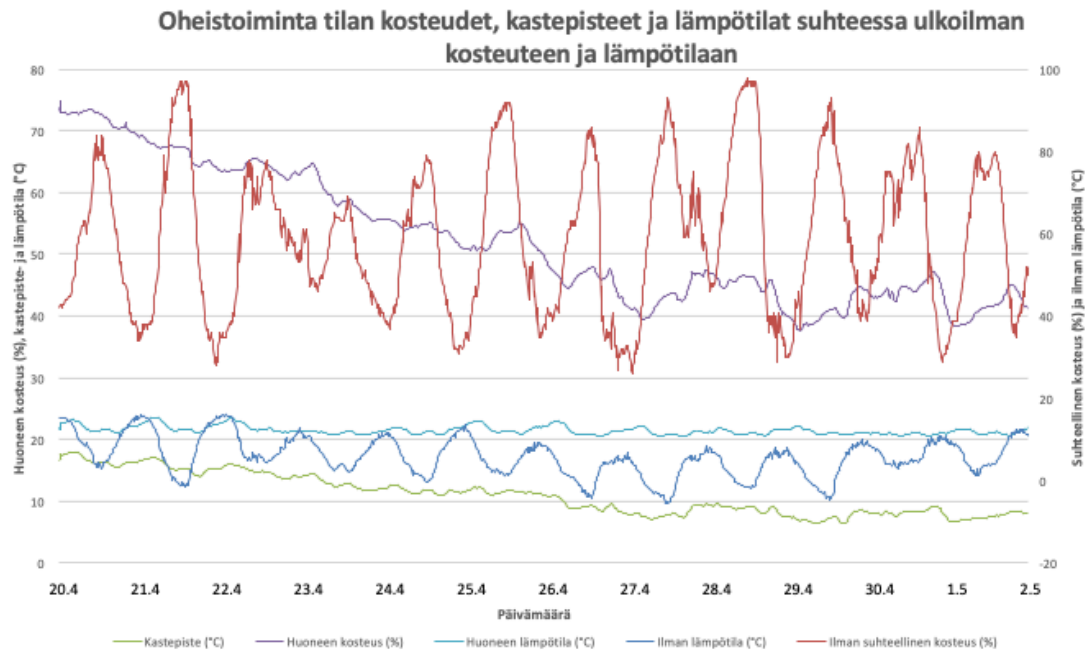
Kuvaaja 4. Tuloilman lämpötilat kuuden päivän ajalta.

### Poistoilman lämpötilat ja kosteudet suhteessa ulkoilman kosteuteen ja lämpötilaan



Kuvaaja 5. Poistoilman lämpötilat ja kosteuden viiden päivän ajalta.

Rakennuksen oheistoiminta tilaan tehtiin kosteuksien, kastepisteiden ja lämpötilojen mittauksia 12 päivän ajan oleskeluvyöhykkeeltä. Oheistoiminta tilan kosteudet vaihtelivat 37,6% - 74,8%:n välillä, joka on poikkeuksellisen korkea. Kastepisteet vaihtelivat 6,4°C – 18°C:n asteen välillä. Oheistoiminta tilan lämpötilat vaihtelivat 20,6°C – 23,6°C:n asteen välillä, joka hyvä ilman lämpötila.



Kuvaaja 6. Oheistoiminta tilan kosteudet, kastepisteet ja lämpötilat 12 päivän ajan.

### Palopellit

Ilmanvaihtokonehuone on oma paloalueensa, jossa pitäisi olla palopellit ilmanvaihtokanavissa siinä kohdassa, mistä putket menevät läpi seinän. Näin ei kuitenkaan ollut, sillä kanavissa ei ollut yhtään palopeltiä. Palopellit tulee asentaa kanaviin.

### Päätelaitteet

Päätelaitteet ovat kaikki alkuperäisiä ja kohtalaisessa kunnossa. Muutamien päätelaitteiden havaittiin olevan likaisia. Päätelaitteet tulisi puhdistaa aina tarpeen mukaan. Liitteessä 2 on esitetty alkuperäiset- ja nykypäivän vaatimuksien mukaiset ilmamäärät.

### Höyrykostutin

Ilmanvaihdon tulokanavaan on asennettu höyrykostutin, joka sijaitsee iv-konehuoneessa (kuva 16). Höyrykostuttimen sähköteho on 10 kW. Höyrykostutin on alkuperäinen ja sen käyttöikä on loppu. Höyrykostutin on poistettu käytöstä epäkuntoisena. Höyrykostutin tulee vaihtaa, sekä kytkeä uudelleen käyttöön.



*Kuva 16. Iv-konehuoneessa sijaitseva höyrykostutin.*

#### 5.1.4 Jäähdytys

Kiinteistöön on asennettu noin 5-7 vuotta sitten viisi ilmalämpöpumppua, jotka jäähdyttävät rakennusta kesällä. Ilmalämpöpumput palvelevat kirjastonjohtajan tilaa, kirjastosalia, oheistoiminta tilaa ja varastoa, joka on muutettu ATK tilaksi. Rakennuksessa ei ole muuta jäähdytystä tällä hetkellä, kuin ilmalämpöpumput.

#### 5.1.5 Energia

##### Energiankulutus

Kiinteistökortista saatiin kulutusseurannan tiedot kaukolämmölle, vedelle ja sähkölle. Kaukolämmön lämmitykseen kului viime vuonna 2021 76 MWh. Kaukolämmön lämmityksen keskiarvo kuudelle edelliselle vuodelle on 78 MWh. Vettä kului vuonna 2021 29 m<sup>3</sup> ja veden keskiarvo kuudelle edelliselle vuodelle on 48 m<sup>3</sup>. Sähköä kului vuonna 2021 51300 kWh ja sähkönkulutuksen keskiarvo kuudelle edelliselle vuodelle on 46130 kWh.

## 6 PTS-EHDOTUS

Asbestikartoitus tulisi tehdä kiinteistöön ennen korjaussaneerauksen aloittamista.

Toimenpide-ehdotukset	Kustannusarvio (x 1000€) ja ehdotettu toteutusvuosi					Huom!
	2022	2023	2024	2025	2026	
<b>Lämmitysjärjestelmä</b>						
-Lämmöntuotanto		15-20				Sis. työ
-Lämmönjakelu pesu, säätö, tasapainotus		4				
<b>Vesi- ja viemärijärjestelmä</b>						
-Vesijärjestelmä						
- Linjasaneeraus				30-40		
-Viemärijärjestelmä						
- Pesu ja kuvaus	5					
-Vesikalusteet						
- Vesikalusteiden vaihto				3		
<b>Ilmanvaihtojärjestelmä</b>						
-Huippuimuri	3*					Sis. työ
-Iv-kone					15*	LVI-tekni- nen osuus, ei ole otettu huomioon rakennustek- nisiä kustan- nuksia
-Jäähdytys*						Toteutetaan nykyisillä ILP:llä ja li- sätään niitä tarvittaessa
-Puhdistus ja säätö					3,5	
-Palopellit	8,2*					Sis. työ
<b>Yhteensä</b>	<b>16,2</b>	<b>19-24</b>	<b>0</b>	<b>33-43</b>	<b>18,5</b>	<b>86 700-101 700</b>

## LÄHTEET

Acalor. (2022). Formaterm M. [https://www.acalor.fi/wp-content/uploads/2016/01/Acalor\\_Formaterm-M\\_esite.pdf](https://www.acalor.fi/wp-content/uploads/2016/01/Acalor_Formaterm-M_esite.pdf)

Finlex. (2017). Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdesta. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171009>

Finlex. 2007. Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. D1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. [https://www.finlex.fi/data/normit/28208/D1\\_2007.pdf](https://www.finlex.fi/data/normit/28208/D1_2007.pdf)

LVI 12-10217. (1994). Putkien läpiviennit. Rakennustieto. <https://kortistot.rakennustieto.fi>

LVI 12-10370. (2004). Putkistojen ja kanavien kannakointi. Rakennustieto. <https://kortistot.rakennustieto.fi>

Oras. (2022). Kuivausteline 582100. <https://www.oras.com/datasheet/582100/fi>

Paroc. (2019). Talotekniikan eristykset. <https://www.paroc.fi/-/media/files/brochures/finland/hvac-installation-guide-paroc-fi.ashx>

RT 18-10922. (2008). Kiinteistöjen tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot. Rakennustieto. <https://kortistot.rakennustieto.fi>

Suomen Vesitekniikka. (2022). Ilmanvaihtokanavien puhdistus. <https://suomenilmanvaihto.fi/hyva-tietaa/iv-puhdistus-ukk>

Tukes. (n.d.). Vesimittari. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. Haettu 13.5.2022 osoitteesta <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/mittauslaitteet/kulutusmittarit/vesimittarit>

## LIITE 1

Liitteessä on esitetty järjestelmien ja osien tekniset käyttöiät (RT 18-10922, 2008, s. 13-25)

**Lämmitysjärjestelmän tekniset käyttöiät**

Kaukolämmön alajakokeskus 25 vuotta  
Vesikiertoinen patteriverkko 50 vuotta  
Vesikiertoinen lattialämmitysputkisto 50 vuotta  
Kiertovesipumppujen ikä noin 25 vuotta  
Linjansäätöventtiilit 30 vuotta  
Paisunta-astia 25 vuotta  
Patteriventtiilit 15-20 vuotta  
Moottoriventtiili 20 vuotta

**Käyttövesijärjestelmän tekniset käyttöiät**

Kupariputket 50 vuotta  
Muoviputket PEX 50 vuotta  
Sulkuventtiilit 40 vuotta  
Linjansäätöventtiilit 30 vuotta  
Pumput 25 vuotta  
Hanat 25 vuotta  
Vesipostit 50 vuotta  
WC-laitteet 50 vuotta  
Vesilukot 30 vuotta  
Muoviviemärit 50 vuotta

**Ilmanvaihtojärjestelmän tekniset käyttöiät**

Putket 50 vuotta  
Pumput 25 vuotta  
Puhaltimet 25 vuotta  
Huippuimuri 25 vuotta  
Höyrykostutin 15 vuotta  
Sulku-, säätöpellit ja päätelaitteet järjestelmän käyttöiän mukaan

## LIITE 2

Liitteessä alkuperäiset ilmavirrat, sekä nykypäivän mukaiset ilmavirrat.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1			1990 ilmavirrat		Huippari	2022 ilmavirrat		Huippari
2	1.Krs	Pinta-ala M <sup>2</sup>	Tulo l/s	Poisto l/s	Poisto l/s	Tulo l/s	Poisto l/s	Poisto l/s
3	TK (001)	10	-	-		30	30	
4	WC (002)	2			30			20
5	Tutkija toimsto (003)	7	15	15		7	7	
6	Kahvio/taukotila (004)	10	40	25		20	20	
7	Var (005)	6	20	20		6	6	
8	Työhuone (006)	49	70	20		49	49	
9	TK (007)	1,5	-	-				
10	Kirj.joht. (008)	12	20	20		12	12	
11	Henk.sos.m (009)	5,5	-	-		12	12	
12	Suihku/WC (009)				20			20
13	Henk.sos.n (010)	9	10			28	28	
14	Suihku (010)				16			16
15	WC (010)				20			20
16	Arkisto (011)	19		20		20	20	
17	Lainastoimisto (012)	20						
18	Lehtisali (013)	32	64			64		
19	Aula (014)	56	56	510		168	574	
20	Kirjastosali (015)	234	500			468		
21	Inv.WC (016)	5,5			30			20
22	Siiv.k. (017)	6			25			24
23	Lämmönj. (018)	7		25			3	
24	Spth. (019)	4		5			2	
25	Var (ATK) (020)	3		4			6	
26	Oheistoiminta (021)	60	192	188		180	180	
27	2.Krs							
28	IV-Konehuone (101)	27	-	-		10	10	
29	<b>Yht.</b>	<b>558,5</b>	<b>987</b>	<b>852</b>	<b>141</b>	<b>1074</b>	<b>959</b>	<b>120</b>