

Liis Tönnov

Ilmanvaihtokoneiden kuntoarvio ja PTS

Opinnäytetyö

Syksy 2015

SeAMK Tekniikka

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma

SeAMK 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö:	Tekniikka				
Tutkinto-ohjelma:	Rakennustekniikka				
Suuntautumisvaihtoehto:	LVI-tekniikka				
Tekijä:	Liis Tönnov				
Työn nimi:	Ilmanvaihtokoneiden kuntoarvio ja PTS				
Ohjaajat:	Ensio Heinonen ja Marita Viljanmaa				
Vuosi:	2015	Sivumäärä:	31	Liitteiden lukumäärä:	4

Tämä opinnäytetyö tehtiin Seinäjoen koulutuskuntayhtymälle. Opinnäytetyössä tutkittiin kahden Seinäjoella sijaitsevan ammattikoulun ilmanvaihtokoneiden teknistä kuntoa ja tehtiin koneille PTS eli pitkäntähtäimensuunnitelma seuraavalle kymmenele vuodelle. Toisessa ammattikoulussa oli yhteensä 36 ilmanvaihtokonetta ja toisessa 16.

Kuntoarviossa ilmanvaihtokoneet tutkittiin silmämääräisesti arvioiden ja ne valokuvattiin. Tehtyjen havaintojen perusteella koneille esitettiin tarpeelliset toimenpideehdotukset ja määriteltiin kuntoluokat. Kuntoarviossa ei selvitetty koneiden energiankulutusta eikä koneiden automaation kuntoa tai toimivuutta. Kuntoarvio rajattiin koskemaan vain koneiden teknistä kuntoa.

Lopputuloksena saatiin kuntoarvio ja PTS-suunnitelma, joiden pohjalta voidaan lähteä korjaamaan havaittuja ongelmia ja tekemään suunnitelmia huoltokorjauksille. Huoltokorjauksien avulla taataan koneiden toiminta ja hyvä huollettavuus pitkällä tähtäimellä.

Avainsanat: ilmanvaihto, kuntokartoitus, kunnossapito

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty:	School of Technology	
Degree programme:	Construction engineering	
Specialisation:	HVAC Engineering	
Author/s:	Liis Tönnov	
Title of thesis:	Condition assessment and a long term maintenance plan for air handling units	
Supervisors:	Ensio Heinonen and Marita Viljanmaa	
Year: 2015	Number of pages: 31	Number of appendices: 4

The thesis was made for Vocational Education Centre SEDU. The aim of the thesis was to study the technical condition of air handling units and make a long term maintenance plan for the two vocational education centres in Seinäjoki. The examination included a total of 52 air handling units.

The air handling units were estimated visually for the condition assessment. The proposal for actions and condition rates was given for each air handling unit based on the findings. The energy consumption and the condition of automation system was not examined for the condition assessment. The condition assessment was outlined to concern only the technical condition of the air handling units.

The final result of the thesis was a condition assessment and a long term maintenance plan which serve as the basis for the repairs and maintenance plans. The maintenance repairs will ensure reliability and serviceability of the air handling units in the long run.

Keywords: air conditioning, condition assessment, maintenance

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ.....	3
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	5
1 JOHDANTO.....	6
1.1 Kuntoarvion tausta ja tavoitteet.....	6
1.2 Kuntoarvion kohteet.....	6
1.3 Kuntoarvion toteutus ja rajaukset.....	7
2 KUNTOARVIO.....	8
2.1 Raportti.....	8
2.2 PTS.....	8
3 KUNTOARVION TULOKSET.....	10
3.1 Huoltoluukkujen kunto.....	10
3.2 Sulkupellit.....	10
3.3 Ilmavuodot.....	12
3.4 Ruostevauriot.....	12
3.5 Kondenssivesien viemärointi.....	14
3.6 Putkivuodot.....	15
3.7 Puhaltimet.....	15
3.8 Koneiden puhtaus.....	16
3.9 Konehuoneet.....	17
4 PTS JA KUNTOLUOKAT.....	19
5 KONEIDEN UUSIMISTARVE.....	21
5.1 Koneen ikä.....	21
5.2 Energiatehokkuus.....	23
5.3 Automaation vanheneminen.....	27
5.4 Muut syyt ilmanvaihtokoneen uusimiselle.....	27
6 YHTEENVETO.....	28
7 POHDINTAA.....	29

LÄHTEET.....	30
LIITTEET.....	31

Käytetyt termit ja lyhenteet

Kuntoarvio	Kuntoarvio on selvitys kiinteistön tilojen, rakennusosien, järjestelmien, laitteiden ja ulkoalueiden kunnosta. Kuntoarvio tehdään pääasiassa aistiensavaraaisesti ja kokemusperäisesti sekä rakennetta ja materiaaleja rikkomattomin menetelmin. Kuntoarvion tekee työryhmä, johon kuuluu rakennus-, LVIA- ja sähkötekniikan asiantuntija. Kuntoarvio voidaan tehdä koko kiinteistölle tai, jos tarpeita koko kiinteistön käsittävälle kuntoarviolle ei ole, myös jollekin tietylle rakennusosalle, rakenteelle, järjestelmälle tai laitteelle. (RT 18–11086 2012, 2.)
Kuntoluokka	Kuntoluokka kuvaa kunnossapitosuunnitelmaehdotuksen päänimikkeen kuntoa ja sen korjaustarpeen kiireellisyyttä. Järjestelmän päänimikkeen mukainen yksittäisen tarkastuskohteen kunto voi poiketa yleisestä kuntoluokasta. Luokittelu on kuntoarvioijan arvio kohteen kunnosta. Luokituksen avulla rakennusosia ja rakennuksia voidaan verrata toisiinsa. Luokkia on viisi, <i>taulukko 1</i> . (RT 18–11086 2012, 2.)
PTS	PTS eli pitkän tähtäimen kunnossapitosuunnitelma on kuntoarvion laatijan tekemä suunnitelmaehdotus, jota tarvittaessa täydennetään kuntotutkimusten tuloksilla. Kunnossapitosuunnitelmaehdotus on pitkän aikavälin suunnitelma, joka sisältää suositeltavien kunnossapito- ja korjaustoimenpiteiden määrittelyn, ajoituksen ja kustannusennusteen esimerkiksi seuraavalle 10 vuodelle. Tätä suunnitelmaa käytetään korjausohjelman laadinnassa hyväksi. (RT 18–11086 2012, 2.)

1 JOHDANTO

1.1 Kuntoarvion tausta ja tavoitteet

Opinnäytetyön aiheena oli selvittää kahden Seinäjoella sijaitsevan ammattikoulun ilmanvaihtokoneiden kuntoa ja tehdä niille pitkäntähtäimensuunnitelma eli PTS. Työn kohteena olevat koulut olivat Törnäväntie 24 ja Kirkkokatu 10. Kuntoarviota varten tarkastettiin molempien kiinteistöjen kaikki ilmanvaihtokoneet.

Kuntoarvion ja PTS:n tavoitteena oli kartoittaa kiinteistöjen ilmanvaihtokoneiden nykytilaa ja selvittää, minkälaisia korjaustarpeita koneille on odotettavissa seuraavan kymmenen vuoden sisällä. PTS-taulukon tarkoituksena on auttaa koneiden korjausohjelman suunnittelussa ja kustannusten arvioinnissa.

Kuntoarvion tekemiselle oli selkeä tarve, sillä sekä Törnäväntien että Kirkkokadun konekanta oli jo varsin vanhaa eikä ilmanvaihtojärjestelmille ole aiemmin tehty kuntoarviota. Törnäväntien koneista lähes puolet oli jo 25 vuotta vanhoja ja viiden vuoden kuluttua 64 % koneista on 25 vuotta vanhoja. Kirkkokadun koneista vain yksi kone oli 25 vuotta vanha, mutta viiden vuoden kuluttua jopa 69 % koneista on 25 vuoden ikäisiä.

1.2 Kuntoarvion kohteet

Tutkimuksen kohteena olevat koulurakennukset on rakennettu vaihteittain useassa eri osassa. Ensimmäiset osat on rakennettu 60-luvulla. Törnäväntien ammattikoulussa oli yhteensä 36 ilmanvaihtokoneetta ja Kirkkokadulla 16 konetta. Kummassakaan koulussa ei ollut enää alkuperäisiä ilmavaihtokoneita, vaan koneita on alettu uusida 1980-luvulla. Törnäväntien vanhin kone oli vuodelta 1983 ja Kirkkokadun vanhin kone oli vuodelta 1990. Lähes kaikki ilmanvaihtokoneet oli varustettu lämmöntalteenotolla. Törnäväntien 36 koneesta vain neljästä puuttui LTO ja Kirkkokadun 16 koneesta kolmessa ei ollut lämmöntalteenottoa.

1.3 Kuntoarvion toteutus ja rajaukset

Kuntoarvion tekeminen aloitettiin kartoituskierröksellä molemmissa kiinteistöissä. Kartoituskierröksen yhteydessä kerättiin konehuoneista ja koneiden kyljistä tiedot muun muassa koneiden hankintavuosista, valmistajista, koneiden ilmavirroista, LTO:n tyypeistä, palvelualueista sekä mahdollisista saneerauksista. Kartoituskierröksen jälkeen suoritettiin varsinainen tutkimuskierrös. Tutkimuksen yhteydessä tarkastettiin molempien kiinteistöjen kaikki koneet. Tarkastusta varten koneet sammutettiin ja kaikki huoltoluukut avattiin. Koneista löytyvät puutteet ja vauriot merkittiin tarkastuskaavakkeeseen ja niistä otettiin myös valokuvat. Koneiden sammuttamisen ja käynnistämisen yhteydessä tarkastettiin myös sulkupeltien toiminta.

Kuntoarviossa keskityttiin koneiden teknisen kunnan arviointiin eikä tutkittu esimerkiksi koneiden energiatehokkuutta tai automaation toimintaa, sillä koneita oli todella paljon ja aihe haluttiin rajata järkevästi. Kuntoarviota varten ei myöskään tehty käyttäjäkyselyitä, sillä sitä ei nähty tarpeelliseksi.

2 KUNTOARVIO

Kuntoarvion tavoitteena on saada lähtötietoja kunnossapitosuunnitelmaa varten. Kuntoarvio suositellaan tehtäväksi säännöllisin väliajoin, ensimmäisen kerran viimeistään kymmenen vuoden ikäiselle järjestelmälle ja sen jälkeen kuntoarvio tulisi päivittää noin viiden vuoden välein. Kun kuntoarvio tehdään säännöllisin väliajoin, saadaan järjestelmän arvosta, teknisestä kunnosta ja energiatehokkuudesta kokonaiskuva, jonka perusteella voidaan laatia suunnitelma kunnossapitotoimista. (RT 18–11086 2012, 1.)

Kuntoarvio tehdään pääosin aistinvaraisin havainnoin ja tarvittaessa rakenteita rikkomattomin mittauksin. Lisäksi käytetään tietoja, joita saadaan olemassa olevista asiakirjoista, kuten huoltokirjoista ja piirustuksista. Kuntoarviossa ei välttämättä voida havaita mahdollisia piileviä vikoja, joten kuntoarvioija voi suositella tarkemman kuntotutkimuksen tekemistä. (RT 18–11086 2012, 1.)

2.1 Raportti

Kuntoarvioraportissa esitetään järjestelmän kunto ja korjaustarpeet tiivistetysti ja helppolukuisesti. Ehdotetut toimenpiteet perustuvat kuntoarvioijan tekemiin havaintoihin ja näkemyksiin. Raportissa ehdotetaan tarvittaessa kuntotutkimuksia tai muita selvityksiä. (RT 18–11086 2012, 8.)

2.2 PTS

PTS-ehdotus on yleensä taulukkomuotoinen esitys kuntoarvion kohteena olevan järjestelmän kunnossapitotoimenpiteistä, niiden ajankohdista ja toimenpiteiden kustannusennusteista. Taulukosta käy ilmi kaikkien kunnossapitotoimenpiteiden yhteenlaskettu kustannusarvio kullekin vuodelle sekä kustannusarvio koko tarkastelujaksolle. Tarkastelujakso on yleensä 10 vuotta, ellei tilaajan kanssa sovita muuta. PTS-ehdotuksessa jokaiselle kuntoarvion kohteena olevalle järjestelmälle määritetään kuntoluokka, joka kuvaa järjestelmän kuntoa ja korjaustarpeen kiireellisyyttä.

Kuntoluokkien avulla järjestelmiä voidaan verrata toisiinsa. Kuntoluokka on kuntoarvioijan arvio kohteen kunnosta. (Taulukko1). (RT 18–11086 2012, 8.)

Taulukko 1. Kuntoluokat (RT 18–11086 2012, 8.)

Luokka	Kuvaus
5	uusi, ei toimenpiteitä seuraavan 10 vuoden aikana.
4	hyvä, kevyt huoltokorjaus 6...10 vuoden kuluessa
3	tyytyttävä, kevyt huoltokorjaus 1...5 vuoden kuluessa tai peruskorjaus 6...10 vuoden kuluessa
2	välttävä, peruskorjaus 1...5 vuoden kuluessa tai uusiminen 6...10 vuoden kuluessa
1	heikko, uusitaan 1...5 vuoden kuluessa

Kustannusennuste tehdään kuntoarvioijan kokemukseen ja yleiseen tietoon perustuvien tietojen pohjalta. Kustannusennusteet auttavat budjetin laadinnassa, mutta ne eivät ole tarkkoja kustannusarvioita. Kustannusennusteet pitävät sisällään sekä suunnittelu-, rakennuttamis-, toteutus- ja valvontakustannukset että erilaisten apu- töiden kustannukset, kuten esimerkiksi ilmanvaihdon muutostöiden kustannuksiin liittyvät rakennus-, asbesti- ja sähkötöiden kustannukset. (RT 18–11086 2012, 8.)

3 KUNTOARVION TULOKSET

Kuntoarvion tulokset on lueteltu konekohtaisesti toimenpide-ehdotuksineen liitteessä 1. Seuraavissa kappaleissa on käsitelty yleisimmät ongelmat, joita koneista löytyi sekä niiden merkitys ilmanvaihtokoneen toiminnalle.

3.1 Huoltoluukkujen kunto

Yleisin ongelma vanhoissa koneissa oli huoltoluukkujen huono kunto. Osa luukuista oli niin pahasti jumissa, että niitä ei saanut ilman työkaluja auki tai jos luukun sai pois paikoiltaan, sen takaisin laittaminen oli hankalaa. Todella yleistä oli, että osa huoltoluukun lukoista oli rikki niin, että luukkua ei saanut lukittua yhdestä tai kahdesta kulmasta tai koko luukkua ei saanut auki, sillä rikkoutunutta lukkoa ei voinut avata.

Huoltoluukkujen huono kunto hankaloittaa koneen huoltoa, kun luukkuja ei saada helposti auki huoltotoimenpiteitä varten. On myös todennäköistä, että lukoista yhä useampi hajoaa, jolloin huoltoluukkua ei saa enää ollenkaan lukittua eikä konetta voi näin ollen myöskään käyttää. Huoltoluukkujen lukot olisi siksi syytä korjata.

3.2 Sulkupellit

Tarkastuksen yhteydessä tuli esiin useita rikkinäisiä sulkupeltejä. Osa pelleistä ei mennyt loppuun asti kiinni konetta sammutettaessa (Kuva 1.) tai pellin paloista joku saattoi olla pois paikoiltaan (Kuva 2.). Sulkupellin tulisi mennä kokonaan kiinni ja estää kylmän ilman ja epäpuhtauksien pääseminen koneeseen, kun kone sammutetaan. Sulkupeltien oikea toiminta on erityisen tärkeää kylmillä ilmoilla, jotta kone ei jäädy sen ollessa pois päältä.

Kaikkien koneiden sulkupeltien oikea toiminta tulisi tarkastaa säännöllisesti kerran vuodessa. Paras ajankohta tarkastukselle on syksy, jotta peltien toiminta olisi varmistettu ennen kun ilmat kylmenevät.



Kuva 1. Raitisilmapelti ei mene loppuun asti kiinni, vaikka kone on sammutettu (TK12).



Kuva 2. Raitisilmapellin yksi pala on pois paikoiltaan (TK 1210).

3.3 Ilmavuodot

Lähes kaikkiin koneisiin oli porattu reikiä ilmavirran mittauksia varten, eikä reikiä ollut tulpattu mittausten jälkeen. Lisäksi joissakin koneissa oli havaittavissa selvää ilmavuotoa koneen saumoista tai koneesta lähtevien kanavien saumoista. Näin olen koneista vuotaa jatkuvasti ilmaa konehuoneeseen tai konehuoneesta koneeseen, mikäli kyseessä on poistokone.

Rakennusmääräyskokoelman osan D2 mukaan ilmanvaihtojärjestelmän ja sen osien tulee olla riittävän tiiviit ja lujat (D2 2002, 12). Ilmanvaihtokanavistolle ja koneille on määritelty tiiviysluokat. Tiiviysluokat määräytyvät suurimman sallitun vuotoilmamäärän mukaan pinta-alaa kohti.

Ilmanvaihtojärjestelmän vuodot voivat aiheuttaa ilmanvaihdon lämmitysenergian ja sähkönkulutuksen suurenemista, painesuhteiden hallinnan vaikeutumista ja pintojen likaantumista (Salmi, Kähkönen, Holopainen, Pasanen & Reijula, 5).

3.4 Ruostevauriot

Koneiden rungot olivat pääsääntöisesti hyväkuntoisia ja pinnat ehjiä, lukuun ottamatta muutamia yksittäisiä koneita, joissa oli havaittavissa selviä ruostevaurioita. Ruostevauriot olivat yleensä suodatinkammioiden pinnoilla (Kuva 3 ja 4). Osassa koneista kammion sisäpintoihin oli hapettunut selviä reikiä.

Ruostevauriot eivät aiheuta varsinaista haittaa koneen toiminnalle, ellei ruostevaurioiden takia sisäilmaan kulkeudu epäpuhtauksia tai esimerkiksi kuituja eristysvillasta. Ruostevauriot olisi kuitenkin syytä poistaa ja koneen pinnat paikata, mikäli kone aiotaan pitää käytössä vielä useita vuosia.



Kuva 3. Ruostevaurioita suodatinkammiossa (TK11).



Kuva 4. Ruostevaurioita suodatinkammion pohjalla (TK 9).

3.5 Kondenssivesien viemäröinti

Erityisesti ristivirtalämmöntalteenottolaitteen kennojen pintaan tiivistyy kylmillä ilmoilla kondenssivettä. Tästä syystä ristivirtalämmönsiirtimen pohjalla on yleensä kaukalo, johon kondenssivedet kerääntyvät ja ne johdetaan viemäröinnillä koneen ulkopuolelle.

Törnäväntiellä oli kaksi konetta (TK1210 / PK1220, E-osa ja TK / PK B330, B-osa), joissa kondenssivedet oli johdettu konehuoneen lattialle ilman viemäriä. E-osassa sijaitsevassa koneessa kondenssivesi oli aiheuttanut jo ruostevaurioita koneen jalkaan (Kuva 5.). B-osassa olevan koneen konehuoneen lattialla oli jälkiä veden aiheuttamista lammikoista konehuoneen lattialla, mutta ei varsinaisia merkkejä kosteuden aiheuttamista vaurioista (Kuva 6).

Kondenssivedet olisi syytä johtaa asianmukaisesti viemäriin, ettei vesi aiheuta kosteusvaurioita.



Kuva 5. Kondenssiveden aiheuttama ruostevaurio koneen jalassa (TK 1210).



Kuva 6. Konehuoneen lattia, jossa näkyy jäljet kondenssiveden aiheuttamista lamikoista (TK B330).

3.6 Putkivuodot

Ilmastointikoneessa on lähes aina myös nestekiertoisia putkijärjestelmiä ja patte-
reita. Näin ollen vanhoissa järjestelmissä on aina riski, että putket alkavat jossain
vaiheessa vuotaa. Törnäväntieltä löytyi kuntoarvion yhteydessä kaksi putkivuotoa.
Molemmissa paikoissa putkivuodot olivat hyvin pieniä, mutta ne olivat jo aiheutta-
neet vaurioita pinnoille, johon nestettä tippui.

Putkivuodot on korjattava välittömästi lisävaurioiden estämiseksi.

3.7 Puhaltimet

Tarkastuksessa kaikkien koneiden puhaltimet vaikuttivat toimintakuntoisilta. Suurin
osa puhaltimista sekä Törnäväntiellä että Kirkkokadulla oli ns. hihnakäyttöisiä pu-
haltimia. Uudemmissa koneissa oli suoravetoiset puhaltimet. Lähes kaikissa ko-
neissa oli alkuperäiset puhaltimet. Ainoastaan Törnäväntien TK 10 -koneen (E-osa)
puhallin on vaihdettu uuteen koneen saneerauksen yhteydessä vuonna 2013 (?) ja

Kirkkokadun 1.2 TK 2- koneen (rakennus 1) puhaltimen moottori on vaihdettu vuonna 2012.

3.8 Koneiden puhtaus

Kaikki koneet tuntuivat olevan melko likaisia, vaikka molemmissa kiinteistöissä on suoritettu nuohoukset säännöllisesti viiden vuoden välein. Keittiöitä ja puu- ja pintakäsittelyosastoja palvelevat koneet on nuohottu vuosittain. Joissakin koneissa oli kammioiden nurkissa reilusti irtolikaa (Kuva 7.), ja patterit ja puhaltimet olivat toisinaan todella likaisia (Kuva 8). Joidenkin koneiden lämmityspattereiden pinnoissa oli runsaasti mm. kuolleita hyönteisiä (Kuva 9.). Kirkkokadun koulun asuntolan koneiden sisällä oli myös runsaasti eläviä hyönteisiä.

Pattereiden pinnassa oleva lika toimii eristeenä ja pienentää lämmöntalteenoton hyötysuhdetta ja kasvattaa lämmitys- ja jäähdytyspattereiden tehontarvetta. Likaisuus aiheuttaa myös ilmavirran kulun vaikeutumista ja siten ylimääräistä vastusta puhaltimelle. (Lätti, A 2011, 15.)

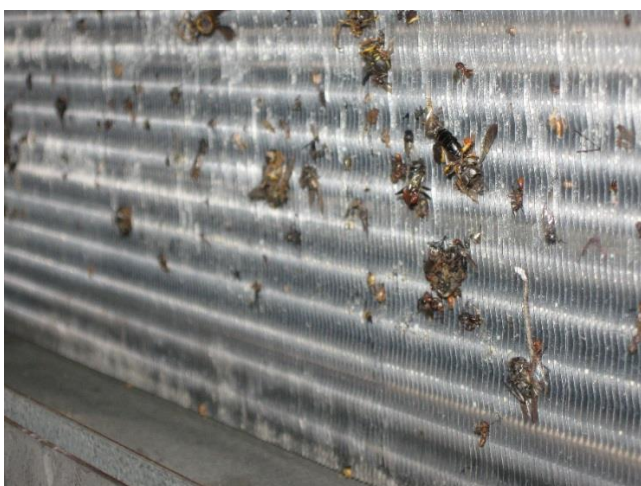
Ilmanvaihtojärjestelmien nuohouksen yhteydessä tulisi imuroida ja pestä huolellisesti myös ilmanvaihtokoneet ja kaikki patterit ja puhaltimet.



Kuva 7. Irtolikaa koneen sisällä (TK302).



Kuva 8. Lämmityspatterin pinta on paksun pölyn ja lian peitossa (1.1. TK1).



Kuva 9. Lämmityspatterin pinnassa kuolleita hyönteisiä (TK 301).

3.9 Konehuoneet

Konehuoneet olivat pääsääntöisesti riittävän tilavia ja toimivia. Suurimmassa osassa konehuoneista koneille pääsy oli helppoa ja turvallista. Poikkeuksena oli kaksi konetta, jotka sijaitsivat työhallien katoissa, eikä niiden huoltotasoille ollut lainkaan kiinteää ja turvallista kulkureittiä.

Joissakin konehuoneissa tilaa oli vähän ja joitakin huoltoluukkuja oli hankala avata, sillä luukkujen edessä oli esimerkiksi lämmityspatteriverkoston putkia tai koneen muita osia niin, että luukkua ei ollut mahdollista saada kokonaan auki. Yhden koneen suodatinkammio oli sijoitettu niin, että päästäkseen kammion luo oli kiivettävä koko koneen yli. Nämä asiat eivät välttämättä aiheuta turvallisuusriskiä eivätkä estä koneen huoltoa, mutta voivat vaurioittaa ja kuluttaa koneita ja putkistoja.

Konehuoneet olivat kauttaaltaan myös melko likaisia ja lähes kaikissa konehuoneissa oli melko paljon ylimääräistä rojua ja roskaa. Rojua ei ollut kuitenkaan niin paljon, että se estäisi huoltotoimenpiteitä tai aiheuttaisi palovaaraa. Konehuoneiden siisteydestä olisi kuitenkin hyvä huolehtia paremmin.

Melkein kaikissa konehuoneissa oli suuret peltiset säilytyslaatikot suodattimia varten, mutta ne eivät olleet käytössä, vaan varasuodattimia säilytettiin alkuperäisissä pahvipakkauksissa. Joissakin ahtaissa konehuoneissa tyhjä peltilaatikko vei turhaan tilaa konehuoneesta ja hankaloitti huoltotoimenpiteitä.

4 PTS JA KUNTOLUOKAT

Kuntoarviossa tehtyjen havaintojen perusteella jokaiselle koneelle määriteltiin kuntoluokka PTS:ää varten (Liitteet 2 ja 3). Törnäväntiellä yksikään kone ei saanut kuntoluokitusta *1 heikko* ja vain kaksi konetta sai kuntoluokan *2 välttävä*. Suurin osa koneista, 21 kappaletta, oli kuntoluokassa *3 tyydyttävä* ja 11 konetta sai kuntoluokan *4 hyvä*. Kuntoluokan *5 uusi* koneita oli 2 kappaletta (Taulukko 2).

Taulukko 2. Törnäväntien ilmanvaihtokoneiden kuntoluokkien jakauma.

Luokka	Koneita luokassa	Kuvaus
5	2 kpl	uusi, ei toimenpiteitä seuraavan 10 vuoden aikana.
4	11 kpl	hyvä, kevyt huoltokorjaus 6...10 vuoden kuluessa
3	21 kpl	tyydyttävä, kevyt huoltokorjaus 1...5 vuoden kuluessa tai peruskorjaus 6...10 vuoden kuluessa
2	2 kpl	välttävä, peruskorjaus 1...5 vuoden kuluessa tai uusiminen 6...10 vuoden kuluessa
1	0 kpl	heikko, uusitaan 1...5 vuoden kuluessa

Kirkkokadulla huonoin kuntoluokka oli *3 tyydyttävä*. Tähän luokkaan kuului 6 konetta. Kuntoluokassa *4 hyvä* oli 9 konetta ja kuntoluokkaan *5 uusi* kuului 1 kone (Taulukko 3).

Taulukko 3. Kirkkokadun ilmanvaihtokoneiden kuntoluokkien jakauma.

Luokka	Koneita luokassa	Kuvaus
5	1 kpl	uusi, ei toimenpiteitä seuraavan 10 vuoden aikana.
4	9 kpl	hyvä, kevyt huoltokorjaus 6...10 vuoden kuluessa
3	6 kpl	tyydyttävä, kevyt huoltokorjaus 1...5 vuoden kuluessa tai peruskorjaus 6...10 vuoden kuluessa
2	0 kpl	välttävä, peruskorjaus 1...5 vuoden kuluessa tai uusiminen 6...10 vuoden kuluessa
1	0 kpl	heikko, uusitaan 1...5 vuoden kuluessa

Kuntoluokkien perusteella koneilla ei todennäköisesti ole uusimistarvetta seuraavan kymmenen vuoden aikana. Koneista löytyneet ongelmat olivat pääsääntöisesti vähäisiä koneiden toiminnan kannalta ja niiden vaikutukset liittyvät enemmän koneiden huollettavuuteen. Koneille suositellaan tehtäväksi kevyt huoltokorjaus PTS-ehdotusten (liite 2 ja 3) mukaisesti, jonka yhteydessä havaitut ongelmat korjataan. Huoltokorjauksien avulla taataan koneiden toiminta ja hyvä huollettavuus pitkällä tähtäimellä.

5 KONEIDEN UUSIMISTARVE

Vaikka suurin osa sekä Törnäväntien että Kirkkokadun koneista on jo melko vanhoja, ne olivat toistaiseksi vielä kaikki täysin toimintakuntoisia. Koska koneiden todellista käyttöikää on mahdotonta ennustaa etukäteen, PTS-ehdotukseen ei budjetoitu koneiden uusimista. Kun kyseessä on jo pian elinkaarensa loppupuolella olevat koneet, koneiden uusimiseen kannattaa kuitenkin varautua. Seuraavissa kappaleissa on kerrottu muutamia oleellisimpia asioita ilmavaihtokoneiden uusimistarvetta pohdittaessa.

5.1 Koneen ikä

Ilmanvaihtokoneen eri osille on annettu arvioita niiden teknisestä käyttöiästä Rakennustiedon ohjekortissa RT 18–10922 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot. Teknisellä käyttöiällä tarkoitetaan aikaa, jona järjestelmä tai laite on toimiva ja täyttää tekniset toimintavaatimukset. Kun tekninen käyttöikä on kulunut umpeen, järjestelmä tai laite tulisi vaihtaa uuteen.

Järjestelmän tai laitteen tekninen käyttöikä voi vaihdella sen mukaan, mikä on järjestelmän rasitusluokka. Rasitusluokkia on kolme ja ne on määritelty taulukon 4 mukaisesti.

Taulukko 4. Rasitusluokat.

Rasitusluokka	Selite
1 vaikea	ilmanvaihto toimii jatkuvasti (24 h/d, 7 pv/vko)
2 normaali	ilmanvaihto toimii arkipäivien päiväkäyttöä (9...10 h/d, 5 pv/vk) vastaavalla käyttöjaksolla (50 h/vko)
3 kevyt	ilmanvaihto toimii joitakin tunteja vuorokaudessa (10...20h/vko)

Törnäväntien ja Kirkkokadun ammattikouluissa ilmanvaihto toimii arkisin 9 - 10 h/d, 5 pv/vk, joten ne kuuluvat rasitusluokkaan 2.

Rasitusluokassa 2 ilmanvaihtokoneen osien tekniseksi käyttöiäksi on arvioitu 20 - 25 vuotta ja yleensä puhallin on koneen osista lyhytikäisin.

Törnäväntien ja Kirkkokadun koneista yhteensä 71 % on tällä hetkellä iältään 21–30 v. Yksi kone on yli 30 v (2 %) ja 6 % on iältään 11–20 v. Koneista 21 % on 0 - 10 vuoden ikäisiä. (Taulukot 5 ja 6).

Taulukko 5. Ilmanvaihtokoneiden ikäjakauma vuonna 2015.

	Törnäväntie		Kirkkokatu		Yhteensä	
	kpl	%	kpl	%	kpl	%
yli 30 v	1	3	0	0	1	2
21- 30 v	27	75	10	63	37	71
11- 20 v	2	6	1	6	3	6
0 - 10 v	6	17	5	31	11	21
yht.	36	100	16	100	52	100

Taulukko 6. Ilmanvaihtokoneiden ikäjakauma vuonna 2025.

	Törnäväntie		Kirkkokatu		Yhteensä	
	kpl	%	kpl	%	kpl	%
yli 30 v	28	78	10	63	38	73
21- 30 v	2	6	1	6	3	6
11- 20 v	6	17	5	31	11	21
0 - 10 v	0	0	0	0	0	0
yht.	36	100	16	100	52	100

Tekniset käyttöikäarviot ovat yleistäviä ja ne perustuvat käytössä oleviin tietoihin ja kokemukseen järjestelmien tai laitteiden kestävyydestä (RT 18–10922 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot 2008.).

Ilmanvaihtokonetta tai sen osia ei kuitenkaan ole syytä vaihtaa uuteen ennaltaehkäisevästi pelkästään iän perusteella, sillä on täysin mahdollista, että kone tai sen

osat kestävät käyttöä useita vuosia kauemmin kuin tekninen käyttöikäarvio ennustaa. Ilmanvaihtokoneen uusiminen on kuitenkin aina suuri investointi, joten teknisen käyttöiän ennuste antaa hyvän arvion siitä, milloin näihin investointeihin on syytä varautua, vaikka niitä ei joutuisikaan vielä silloin toteuttamaan.

5.2 Energiatehokkuus

Vanhan ilmanvaihtokoneen tai sen osien uusiminen voi parantaa jonkin verran koneen hyötysuhdetta ja energiatehokkuutta, sillä ilmanvaihtokoneet ovat kehittyneet vuosien saatossa energiatehokkaammiksi. Kuitenkin säästöt, joita koneen uusimisesta seuraa, ovat niin pieniä, että pelkästään taloudellisista syistä koneita ei kannata vaihtaa, mikäli ne muuten ovat toimintakuntoisia. Sen sijaan, mikäli vanhassa koneessa ei ole lämmöntalteenottoa, kannattaa koneen vaihtamista uuteen harkita.

Törnäväntien ja Kirkkokadun ammattikoulujen ensimmäiset osat on rakennettu 1960-luvulla ja ilmanvaihtojärjestelmät on saneerattu 1980–1990-luvuilla. Tällöin viimeistään vanhat poistojärjestelmät on korvattu tulo-poistojärjestelmiin ja useimmat koneet on varustettu myös lämmöntalteenotolla. Törnäväntiellä oli 4 ilmanvaihtokoneita, ja Kirkkokadulla 3 ilmanvaihtokoneita, joissa ei ollut lämmöntalteenottoa.

Törnäväntien koneet, joista puuttuu lämmöntalteenotto:

- TK 304: ilmamäärä ei tiedossa, palvelualue: ruokala ja kellarin sos.tilat
- TK A 304: 0,82 m³/s, palvelualue: keittiö ja ruokasali
- TK / PK 18: 5,7 m³/s, palvelualue: auditoriosali
- TK / PK 303: 2,2 m³/s, palvelualue: dieettikeittiö

Kirkkokadun koneet, joista puuttuu lämmöntalteenotto:

- TK 2.2: 2,2 m³/s, palvelualue: luokkatilat
- TK 3: 1,27 m³/s, palvelualue: laboratoriotilat
- 4 TK 1: 5,1 m³/s, palvelualue: ruiskumaalaamo

Tuloilman lämmittämiseen kuluva energia määrää rajan teoreettiselle säästöpotentiaalille, jota lämmöntalteenotolla voidaan saada talteen. Mitä suurempi on koneen tuloilmavirta, sitä enemmän tarvitaan lämmitysenergiaa ja sitä suurempi on myös säästöpotentiaali.

Tuloilmavirran tarvitsema lämpöenergia $Q_{iv,tuloilma}$ määritetään kaavalla

$$Q_{iv,tuloilma} = t_d t_v \rho_i c_{pi} q_{v,tulo} (T_{sp} - T_u) \Delta t / 1000, \quad (1)$$

missä

$Q_{iv,tuloilma}$	tilassa tapahtuvan tuloilman lämpenemisen lämpöenergian tarve, kWh
t_d	ilmanvaihtolaitoksen keskimääräinen vuorokautinen käyntiaikasuhde, h/24h
t_v	ilmanvaihtolaitoksen viikoittainen käyntiaikasuhde, vrk/7 vrk
ρ_i	ilman tiheys, 1,2 kg/m ³
c_{pi}	ilman ominaislämpökapasiteetti, 1000 J/(kg K)
$q_{v,tulo}$	tuloilmavirta, m ³ /s
T_{sp}	sisäänpuhalluslämpötila, °C
$T_u, vuosi$	ulkoilman vuotuinen keskilämpötila, °C
Δt	ajanjakson pituus, h
1000	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi

Esimerkiksi ilmanvaihtokone, jossa ei ole lämmöntalteenottoa ja jonka maksimituloilmavirta on 2 m³/s, käyntiaika 10 h/24h, viikoittainen käyntiaikasuhde 5 vrk/7 vrk, tuloilman lämmitykseen kuluu energiaa

$$Q_{iv,tuloilma} = t_d t_v \rho_i c_{pi} q_{v,tulo} (T_{sp} - T_{u,vuosi}) \Delta t / 1000$$

$$Q_{iv,tuloilma} = \frac{\frac{10 \text{ h}}{24 \text{ h}} * \frac{5 \text{ vrk}}{7 \text{ vrk}} * 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 1000 \frac{\text{J}}{(\text{kg} * \text{K})} * 2 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * (18 \text{ °C} - 4,6 \text{ °C}) * 8760 \text{ h}}{1000}$$

$$\approx 83\,846 \text{ kWh/a}$$

Vastaava kone, jossa on lämmöntalteenotto, tuloilman lämmitykseen kuluu energiaa

$$Q_{iv,tuloilma} = t_d t_v \rho_i c_{pi} q_{v,tulo} (T_{sp} - T_{lto}) \Delta t / 1000$$

$$Q_{iv,tuloilma} = \frac{\frac{10 \text{ h}}{24 \text{ h}} * \frac{5 \text{ vrk}}{7 \text{ vrk}} * 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 1000 \frac{\text{J}}{(\text{kg} * \text{K})} * 2 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * (18 \text{ }^\circ\text{C} - 16,1 \text{ }^\circ\text{C}) * 8760 \text{ h}}{1000}$$

$$\approx 12\,014 \frac{\text{kWh}}{\text{a}}$$

$$T_{lto} = T_{u,vuosi} + \Phi_{lto} / (t_d t_v \rho_i c_{pi} q_{v,tulo}), \quad (2)$$

missä

T_{lto} lämmöntalteenottolaitteen jälkeinen lämpötila, °C

Φ_{lto} lämmöntalteenotolla talteen otettu kuukauden keskimääräinen teho, W

$$T_{lto} = 4,6 \text{ }^\circ\text{C} + \frac{(8\,200 \frac{\text{kWh}}{\text{a}})}{\frac{10 \text{ h}}{24 \text{ h}} * \frac{5 \text{ vrk}}{7 \text{ vrk}} * 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 1000 \frac{\text{J}}{(\text{kg} * \text{K})} * 2 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}} \approx 16,1 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Phi_{lto} = \eta_{a,ivkone} t_d t_v \rho_i c_{pi} q_{v,tulo} (T_{sp} - T_{u,vuosi}), \quad (3)$$

missä

$\eta_{a,ivkone}$ ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenoton poistoilman vuosihyötysuhde, -

$$\Phi_{lto} = 0,7 * \frac{10 \text{ h}}{24 \text{ h}} * \frac{5 \text{ vrk}}{7 \text{ vrk}} * 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 1000 \frac{\text{J}}{(\text{kg} * \text{K})} * 2 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * (21 \text{ }^\circ\text{C} - 4,6 \text{ }^\circ\text{C}) \approx 8\,200 \frac{\text{kWh}}{\text{a}}$$

Lämmöntalteenotolla varustetulla koneella säästetään energiaa vuodessa

$$83\,846 \text{ kWh/a} - 12\,014 \text{ kWh/a} = 71\,832 \text{ kWh/a}$$

Lämmitysenergianhinnalla 0,044 €/kWh säästö vuodessa olisi

$$71\,832 \text{ kWh/a} * 0,044 \text{ €/kWh} \approx 3\,161 \text{ € / a}$$

Uuden koneen hinta on noin 9 000 € / m³ eli tässä esimerkkitapauksessa

$$9\,000 \text{ € / m}^3 * 2 \text{ m}^3 = 18\,000 \text{ €}$$

Uuden koneen takaisinmaksuajaksi muodostuisi tällöin

$$18\,000 \text{ € / } 3\,161 \text{ € / a} \approx 6 \text{ a}$$

Laskelmassa tulisi kuitenkin huomioida myös asennuskustannukset, sillä ne muodostavat merkittävän osan koneen lopullisesta hinnasta. Asennuskustannuksia on vaikea arvioida etukäteen varsinkaan saneerauskohteissa. Mutta mikäli asennuskustannukset olisivat esimerkiksi 50 % koneen hinnasta, takaisinmaksuaika olisi

$$\text{Koneen hinta asennettuna: } 18\,000 \text{ €} * 1,5 = 27\,000 \text{ €}$$

$$\text{Takaisinmaksuaika: } 27\,000 \text{ € / } 3\,161 \text{ € / a} \approx 9 \text{ a}$$

Ilmanvaihtokoneen osien arvioitu keskimääräinen tekninen käyttöikä on noin 25 vuotta, joten laskelman mukaan investointi vaikuttaa kannattavalta.

Tämä on kuitenkin vain karkea laskelma, jossa on oletuksena, että kone käy täydellä teholla 10 h / päivä ja 5 vrk / viikko. Todellisuudessa koneen käyntiaika on pienempi, jos koneet sammutetaan viikonloppujen ja iltojen lisäksi myös lomapäivinä. Koneen sammuttaminen lomapäiviksi vähentää säästöpotentiaalia ja voi pidentää takaisinmaksuaikaa oleellisesti.

Vaikka laskelma onkin melko suurpiirteinen, se antaa kuitenkin jonkunlaisen arvion siitä, kannattaako energiansäästöstä ja kustannuksista lähteä tekemään tarkempia laskelmia.

Liitteenä (Liite 4) Excel-pohja, jolla voi laskea helposti takaisinmaksuaikoja erikokoisille koneille.

5.3 Automaation vanheneminen

Kuntoarviossa ei tutkittu ilmanvaihtokoneiden automaatiota. Rakennusautomaatio on kuitenkin yksi hyvin tärkeä osa myös ilmanvaihtokoneiden elinkaarta. Rakennusautomaation keskimääräinen tekninen käyttöikä on huomattavasti lyhyempi kuin ilmanvaihtokoneen ja -kanaviston tekninen käyttöikä, joten automaatiojärjestelmä tulee saneerata vähintään kerran ilmanvaihtojärjestelmän elinkaaren aikana.

Rakennustiedon ohjekortissa RT 18–10922 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitokaksot on annettu rakennusautomaatiojärjestelmän osille keskimääräisiä teknisiä käyttöikä. Ohjekortin mukaan valvomolaitteiden ja ohjelmistojen tekninen käyttöikä on 3–5 vuotta. Kenttälaitteet, kuten mitta- ja toimilaitteet kestävät käytössä noin 15 vuotta. Kaapeloinnin keskimääräinen tekninen käyttöikä on yhtä pitkä kuin koko ilmanvaihtojärjestelmän käyttöikä, joten se on automaatiojärjestelmän osa, jota ei todennäköisesti tarvitse uusia.

5.4 Muut syyt ilmanvaihtokoneen uusimiselle

Muita järkeviä syitä vielä toimivan koneen uusimiselle voivat olla ongelmat sisäilmassa, ilmanvaihdon riittämättömyys tai muutokset palvelualueen tilojen käytössä. Koneiden uusimista suunniteltaessa kannattaa ottaa huomioon myös muut saneeraukset kiinteistöissä. Vanhemman koneen uusiminen saneerauksen yhteydessä on taloudellisesti edullisempaa kuin pelkän ilmanvaihtojärjestelmän uusiminen myöhemmin.

6 YHTEENVETO

Kuntoarviossa esiin tulleet ongelmat koneissa olivat suhteellisen pieniä. Iästä huolimatta koneet olivat vähintäänkin tyydyttävässä kunnossa. Yleisimpiä ongelmia koneissa oli huoltoluukkujen huono kunto sekä rikkinäiset sulkupellit. Lisäksi koneet olivat melko likaisia sisäpuolelta, vaikka molemmissa kiinteistöissä on tehty ilmanvaihtokanavien nuohoukset asianmukaisesti vuosittain tai viiden vuoden välein koneen palvelualueiden vaatimusten mukaan.

Koneista löytyi joitakin pikaisia toimenpiteitä vaativia vikoja, kuten esimerkiksi toimimattomia sulkupeltejä, yksi poikki mennyt lämmöntalteenoton hihna ja putkivuotoja.

Yksikään koneista ei ollut niin huonossa kunnossa, että koneita olisi välttämättä tarvetta uusida seuraavan viiden vuoden sisällä. Koneiden tai niiden osien uusimiseen tulisi kuitenkin varautua, sillä koneet ovat kuitenkin iäkkäitä ja on mahdollista, että ainakin puhaltimet voivat alkaa hajota jossain vaiheessa.

7 POHDINTAA

Opinnäytetyön aihe syntyi alun perin tilaajan toiveesta saada kattava käsitys omistamiensa koulurakennusten ilmanvaihtokoneista. Siis ylipäätään siitä, mitä koneita on missäkin ja minkälaisia ne ovat ja myöskin siitä, minkä kuntoisia ne tällä hetkellä ovat. Suurin tarve oli selvittää nimenomaan Törnäväntien koulun tilanne, sillä se oli SEDU:n kouluista suurin ja sen koneet olivat myöskin vanhimpia. Aluksi mukana oli myös muita Seinäjoen ammattikouluja, mutta ne karsiutuivat pois jo ensimmäisen kartoituskierroksen jälkeen ja jäljelle jäivät Törnäväntie 24 ja Kirkkokatu 10.

Törnäväntien ja Kirkkokadun teknisestä huollosta vastaa SEDU:n oma huoltomies, joka kyllä tuntee koneet käytännön tasolla, mutta missään ei ollut ajan tasalla olevaa kirjallista koostetta koneista eikä koneille ollut aiemmin tehty kuntoarviota. Opinnäytetyön lopputuloksena saatu kuntoarvio ja PTS-taulukot vastasivat tilaajan mukaan hyvin tähän tarpeeseen.

LÄHTEET

D2. 2002. Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto

Lätti, A. 17.5.2011. Pölynpoisto Ja Lämmöntalteenotto Vaneritehtaan Kuumapuristimen Poistoilmasta. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 12.10.2015]. Saatavana: https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/33126/Lopputyo_Aleksei_Latti.pdf?sequence=1

RT 18-10922. 2008. Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot. Helsinki: Rakennustieto.

RT 18-11086. 2012. Liike- ja palvelukiinteistön kuntoarvio. Kuntoarvioijan ohje. Helsinki: Rakennustieto.

Salmi, K., Kähkönen, E., Holopainen, R., Pasanen, P & Reijula, K. Ei päiväystä. Työterveyslaitos: Ilmanvaihtokanavien tiiviys pientaloissa [verkkajulkaisu]. [Viitattu 12.10.2015]. Saatavana: <http://www.sisailmayhdistys.fi/wp-content/uploads/2013/09/Kari-Salmi.pdf>

LIITTEET

Liite 1. Kuntoarvioraportti

Liite 2. PTS Törnäväntie

Liite 3. PTS Kirkkokatu

Liite 4. Excel-laskelma