

Antti Mattila

Ilmastointisimulaattori

Suunnittelu ja rakentaminen

Opinnäytetyö

Kevät 2013

Tekniikan yksikkö

Auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Auto- ja kuljetustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Auto- ja työkonetekniikka

Tekijä: Antti Mattila

Työn nimi: Ilmastointisimulaattori

Ohjaaja: Jukka Pajula

Vuosi: 2013

Sivumäärä:38

Liitteiden lukumäärä:2

Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella ja rakentaa auton ilmastointisimulaattori Seinäjoen Koulutuskeskus Sedulle.

Ilmastointisimulaattoria tullaan käyttämään opetusvälineenä Sedun törnäväntien ajoneuvoasentajien koulutuksessa. Tarve simulaattorille tulee muuttuneesta opetussuunnitelmasta, jossa vaaditaan ajoneuvoasentajilta tuntemusta turvallisuuden ja ympäristön riskitekijöistä. Ilmastointi on vakiovarusteena lähes jokaisessa uudessa autossa ja työkoneessa.

Tavoitteena oli suunnitella ja rakentaa toimiva ilmastointisimulaattori, joka olisi mahdollisimman siisti, helposti siirrettävissä ja varastoitavissa ja turvallinen käyttäjilleen. Suunnittelun ja rakentamisen lisäksi opinnäytetyössä tutustuttiin kylmäprosessiin ja ilmastoinninkomponentteihin.

Työn tuloksena suunniteltiin ja rakennettiin toimiva ilmastointisimulaattori opetuskäyttöön.

Avainsanat: ilmastointi, simulaattori, testipenkki

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Automotive and Transportation Engineering

Specialisation: Automotive and Work Machine Engineering

Author: Antti Mattila

Title of thesis: Designing and building an air conditioner simulator.

Supervisor: Jukka Pajula

Year: 2013

Number of pages:38

Number of appendices:2

The topic of this thesis was to design and build a simulator which simulates the working of the car air conditioner.

The orderer of the thesis was Vocational Education Centre Sedu.

The air conditioner simulator will be used as a teaching aid to students of the vehicle mechanician.

The curriculum requires that the vehicle mechanician has the basic knowledge of the air conditioner safety and environment risk. The air conditioner is a standard equipment of the new vehicles and work machines.

The goal was to design and build the working air conditioner simulator, which would be clean, easy to move and store and the most important, safe to use. The other goal was to orientate on the cooling process.

Keywords: air conditioner, simulator

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO.....	8
1.1 Tarkoitus.....	8
1.2 Tehtävät ja tavoitteet.....	8
2 ILMASTOINTIJÄRJESTELMÄ.....	9
2.1 Komponenttien toiminta.....	10
2.2 Kylmä- ja voiteluaine.....	13
2.3 Kylmäaineen ominaisuudet.....	14
3 HANKINTA.....	16
4 RISKIEN ARVIOINTI.....	17
4.1 Sähkömoottori.....	17
4.2 Letkut ja lauhdutin.....	17
4.3 Riskien ehkäiseminen.....	17
5 SUUNNITTELU.....	19
5.1 Komponenttien sijoittelu.....	20
5.2 Sähköiset komponentit.....	21
5.3 Rakennettavat komponentit.....	21
6 TOTEUTUS.....	23
6.1 Puhallinkotelo ja säätöpaneeli.....	23
6.2 Sähkömoottori ja taajuusmuuttaja.....	23
6.3 Rakentaminen.....	24
6.3.1 Ohjauselektroniikka ja puhaltimen johtosarja.....	24
6.3.2 Työtaso.....	28
6.3.3 Komponenttien rakentaminen paikalleen.....	30
7 YHTEENVETO.....	37
LÄHTEET.....	38

LIITTEET.....	39
---------------	----

Kuvio- ja taulukkoluetelo

kuvio 1. Ilmastoinnin komponentit.....	9
kuvio 2. Magneettikytkimellä varustettu kompressori.....	11
kuvio 3. Lauhdutinkenko ja puhallin.....	11
kuvio 4. kuivain.....	12
kuvio 5. Paisuntaventtiili.....	12
kuvio 6. Höyrystin.....	13
kuvio 7. Paine- ja entalpiatilapiirros.....	14
kuvio 8. Ilmastointisimulaattorin ensimmäinen luonnos.....	19
kuvio 9. Toinen luonnos.....	20
kuvio 10. Akselin sovite.....	22
kuvio 11. Moottorin alusta.....	22
kuvio 12. Komponenttien sijoittelu.....	24
kuvio 13. Elektroniikan suojakotelo ja johtosarjan suojaputki.....	25
kuvio 14. KytKentäkaavio virranjakajasta.....	26
kuvio 15. Päävirtakytkin.....	27
kuvio 16. Renault Meganen –johtosarja.....	28
kuvio 17. Pöydän aihio.....	29
kuvio 18. Pöytä maalattuna ja pyörät alla.....	29
kuvio 19. Johdot.....	30
kuvio 20. Lauhdutinkennosto.....	31
kuvio 21. Säädinpaneeli ja pohjalevy.....	32
kuvio 22. Moottorin alusta.....	33
kuvio 23. Kompressorin aluslevy.....	33
kuvio 24. Moottori ja kompressori.....	34
kuvio 25. Simulaattorin alipaineistus ja täyttö.....	35
kuvio 26. moniurahihnan suojahäkki.....	36
kuvio 27. Akun kiinnitys.....	36

Käytetyt termit ja lyhenteet

R12	Vuonna 2001 Käytöstä poistettu kylmäaine
R134a	Kylmäaine, joka korvasi R12 ajoneuvoissa.
R1234yf	Vuodesta 2012 alkaen käytettävä kylmäaine.
PAG	Ilmastoinnin voiteluöljy
IP-luokitus	Järjestelmä sähkölaitteiden veden ja pölyn tiiviiden määrittämiseksi
CFC-aineet	Otsonikerrokselle haitallisia kylmäaineita
HFC	Otsonikerrokselle vaarattomia kylmäaineita
Entalpia	Energiaa ilmaiseva suure

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheeksi valittiin ilmastointisimulaattorin suunnittelu ja rakentaminen. Aihe saatiin Koulutuskeskus Sedun ajoneuvoasentajien koulutushaaralta.

Nykyisissä henkilö- ja raskaankaluston autoissa on vakiovarusteena ilmastointi, sillä ilmastointi lisää turvallisuutta ja käyttömukavuutta autoissa ja työkoneissa.

Tämän vuoksi ajoneuvoasentajien on tärkeitä oppia tuntemaan ilmastointijärjestelmä ja sen toimintaperiaate. Opetussuunnitelma myös vaatii, että opiskelija tai tutkinnon suorittaja tuntee ympäristö- ja turvallisuusvaatimukset ilmastointilaitteisiin liittyen. Ilmastoinnin huolto on luvan varaista työtä.

1.1 Tarkoitus

Ilmastointisimulaattorin on tarkoitus toimia opetuskäytössä, siitä nähdään käytännössä ilmastoinnin toiminta ja komponentit. Simulaattorille on mahdollista myös suorittaa tiiveyden tarkistaminen, kylmäaineen ja voiteluaineen vaihdot. Simulaattori mahdollistaa turvallisen opetuksen ilmastointijärjestelmiin, jolloin opiskelijan terveys eikä asiakkaan auto vaarannu.

1.2 Tehtävät ja tavoitteet

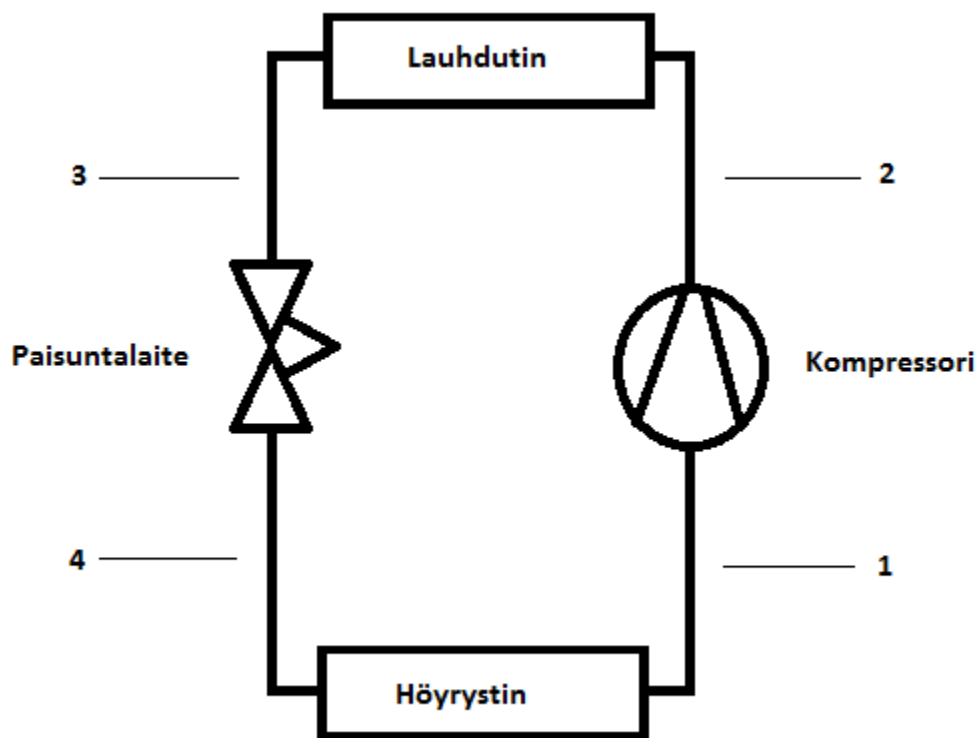
Opinnäytetyössä pyritään suunnittelemaan ja rakentamaan toimiva ilmastointisimulaattori. Lisäksi koulutuskeskus Sedu on esittänyt toiveita toteuttavalle simulaattorille:

- laitteen helpon siirtämisen ja varastoimisen
- turvallisuus
- sähkömoottorin kierrosten tulisi olla hallittavissa.

Tavoitteena on tutustua kylmäprosessiin ja selvittää miksi se toimii ja miten se toimii. Lisäksi tavoitteena on tutustua ilmastoinnin keskeisimpiin komponentteihin ja niiden toimintaan.

2 ILMASTOINTIJÄRJESTELMÄ

Nykyaikaisten autojen ilmastointilaitteiden toiminta perustuu kiertoprosessiin, jossa kylmäaine kiertää järjestelmässä. Kylmäaine höyrystyy sitoen lämpöä ja lauhtuu luovuttaen lämpöä. Ilmastoinnin tärkeimmät osat ovat kompressori, lauhdutin, höyrystin ja paisuntalaite (kuvio 1).



kuvio 1. Ilmastoinnin komponentit

Kuviossa 1 esitetyt kohdat ovat:

1. Matalapaineinen höyry
2. Korkea paineinen höyry
3. Korkea paineinen neste
4. matala paineinen neste.

Ilmastoinnin kylmäkerroin ε voidaan laskea kaavalla:

$$\varepsilon = \frac{Q}{W} \quad (1)$$

- Q on höyrystimen sitoma lämpö
- W, Kompressorin tekemä työ

Kylmäkerroin kertoo kylmäprosessin hyötysuhteen (Hakala & Kaappola. 2011, 10).

2.1 Komponenttien toiminta

Kompressori on laite, joka kierrättää ilmastointijärjestelmän kylmäaineen ja voiteluöljyn. Kompressori ottaa tarvitsemansa käyttövoiman moottorin kampiakselilta tai sähkömoottorilta moniurahihnan välityksellä. Yleisimmät kompressorityypit ovat mäntä-, spiraali-, siipi- ja vinolevykompressori. (kuvio 2). (Rantala, Mikkolainen & Koivisto. 2005, 112)

Ilmastoinnin kytkettäessä käyntiin aktivoituu kompressorissa magneettikytkin. Magneettikytkimen käämeissä alkaa kulkea sähkövirta. Käämin aiheuttama magneettikenttä vetää jousilevyn kiinni hihnapyörään, jolloin hihnapyörän liike välittyy kompressorille. Aktivoituessaan alkaa kompressori pumpata korkea paineista ja kuumaa höyrystynyttä kylmäainetta lauhduttimelle. Magneettikytkimen ollessa pois päältä, pyörii hihnapyörä kompressorissa vapaasti laakerointia vasten. (Rantala, Mikkolainen & Koivisto. 2005, 112)



kuvio 2. Magneettikytkimellä varustettu kompressori.

Lauhduttimessa kuuma kylmäaine kulkee ylhäältä alaspäin ja kuumentunut kylmäaine lauhtuu ja tiivistyy nesteeksi. Lauhduttimesta kylmäaine kulkeutuu kuivaimelle. Lauhduttimen materiaalina on yleensä alumiini. (kuvio 3). (Rantala, Mikkolainen & Koivisto. 2005,116)



kuvio 3. Lauhdutinkenko ja puhallin.



kuvio 4. kuivain.

Kuivaimessa kylmäaineesta poistetaan kosteutta kemiallisen reaktion avulla. Kuivain toimii myös nestesäiliönä, joka tasaa ilmastointijärjestelmän painetta. Kuivaimessa on paineanturi, joka valvoo järjestelmän painetta (kuvio 4). Mikäli järjestelmän paine on epätavallisen matala tai korkea, paineanturi katkaisee magneettikytkimestä virran. (Rantala, Mikkolainen & Koivisto. 2005, 117)



kuvio 5. Paisuntaventtiili.

Paisuntaventtiin tehtävänä on säädellä höyrystimelle kulkevan kylmäaineen määrää ja samalla alentaa painetta. Paineen alentuminen aiheuttaa nestemäisen kylmäaineen höyrystymisen. Paineventtiin toimintaan vaikuttaa kylmäaineen paine ja lämpötila. Venttiili erottaa korkea ja matalapaine puolet toisistaan (kuvio 5). (Rantala, Mikkolainen & Koivisto. 2005, 118)

Ilmastointi voi olla varustettu kiinteällä kuristimella paisuntaventtiin sijaan, jolloin ilmastoinnin rakenne muuttuu. Kuristimella varustetussa ilmastoinnissa kuivain on höyrystimen ja kompressorin välille. Tällaisessa järjestelmässä voitelun tärkeys korostuu. (Rantala, Mikkolainen & Koivisto. 2005,119)



kuvio 6. Höyrystin.

Höyrystimessä kylmäaine höyrystyy ja sitoo lämpöä matkustamoon puhallettavasta ilmastista, jolloin lämpöä sitova ilma jäähtyy (kuvio 6). (Rantala, J & Mikkolainen, P & Koivisto, J-P. 2005, 120)

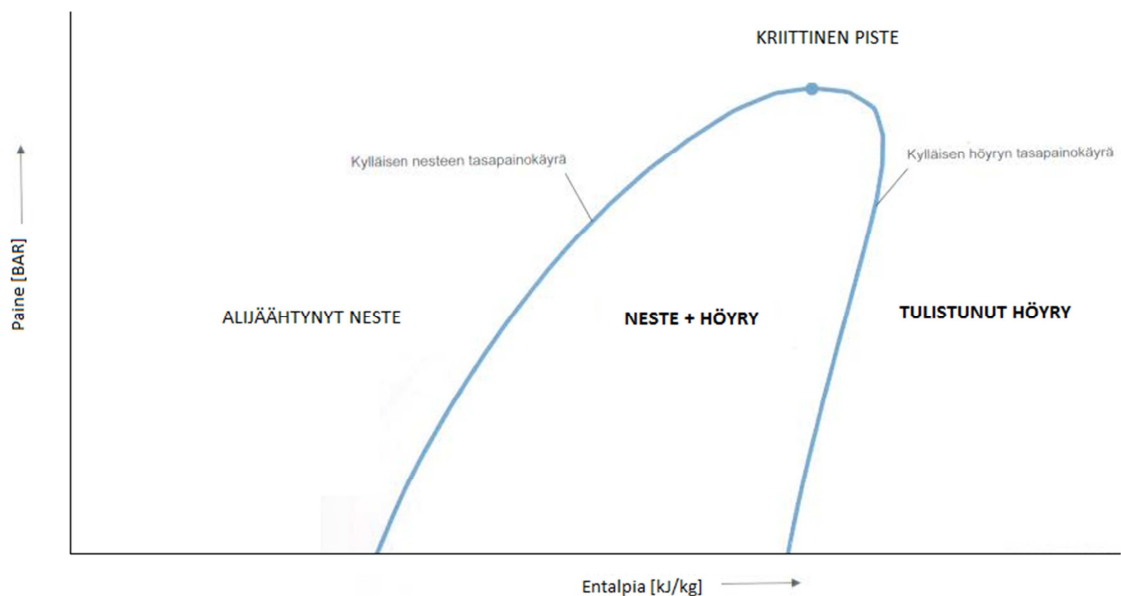
2.2 Kylmä- ja voiteluaine

Nykyisissä ilmastoinneissa kylmäaineena käytetään R134a-ainetta. R134a-ainetta edelsi R12-kylmäaine, jonka käyttö kiellettiin 90-luvun aikana. R12- ja muut CFC-aineet kiellettiin, koska ne sisälsivät otsonikerrokselle erittäin haitallisia kloori-, hiili- ja fluoriyhdistelmiä. R134a-kylmäaine on otsonikerrokselle vaaraton kylmäaine (Oy AGA Ab [Viitattu 1.5.2013].)

R12-kylmäaineen kanssa käytettiin MO eli mineraaliöljyä, mutta uuden r134a-kylmäaineen kanssa käytetään synteettisiä PAG-öljyä eli polyakyleeniglykoliöljyä. Mikäli ilmastoinnin huolto tehdään järjestelmään, jossa on käytetty R12-kylmäainetta ja se täytetään r134a-kylmäaineella, tulee huollon yhteydessä varmistaa, että vanha MO-voiteluöljy saadaan kokonaan poistettua (Hakala & Kaappola. 2011,30).

R134a-aineen käyttö lopetettiin uusissa autoissa, joiden tyyppihyväksyntä on tehty vuoden 2011 jälkeen. R134a-kylmäaineen käytön pitää loppua kokonaan 1.1.2017, koska silloin astuu voimaan asetus, joka kieltää r134a-aineen käytön kaikissa ajoneuvojen ilmastointilaitteissa. Korvaava kylmäaine on r-1234yf, jota autovalmistajat ovat joutuneet käyttämään vuoden 2012 jälkeen tyyppihyväksytyissä autoissa. Tulevaisuuden kylmäaineeksi on visioitu luonnonkaasuja muun muassa hiilidioksidia, sen vaarattomuuden vuoksi. Hiilidioksidin suurimpana ongelmana on sen vaatima paine noin 150 bar. (Kianta 2008.)

2.3 Kylmäaineen ominaisuudet



kuvio 7. Paine- ja entalpiatilapiirros. (Kaappola, Hirvelä, Jokela & Kianta 2011, 19).

Kylmätekniikassa kylmätekniinen kierto-prosessi on mahdollista esittää jokaiselle kylmäaineelle ominaisen paine- ja entalpiatilapiirroksen avulla. Piirroksen x-akseli kuvaa entalpia- arvoja (h) ja y-akseli kuvaa paineen (p) absoluuttisia arvoja. Piirroksen arvot on esitetty logaritmisella asteikolla, jotta piirroksen esittämät arvojen tarkkuus pysyisi samana koko piirroksessa (kuvio 7).

Tilapiirroksen käyrä toimii rajana kylmäaineen eri olomuodoille. Kriittinen piste jakaa käyrän kahteen osaan: kylläiseen nesteeseen ja kylläiseen höyryyn tasapainokäyriin. Kylläisen nesteen käyrän vasemmalla puolella neste on alijäähtynyttä. kylläisen höyryn käyrän oikealla puolella höyry on tulistunutta eli sen lämpötila on kiehumispistettä korkeampi. Tasapainokäyrien välissä kylmäaine on nesteen ja höyryn seosta. Oikea kylmäprosessi tapahtuu kriittisen pisteen alapuolella. Kriittisen pisteen ylittänyt kylmäainehöyry ei voi nesteytyä. (Kaappola, Hirvelä, Jokela & Kianta 2011,19).

3 HANKINTA

Koska koulutus keskus Sedu on julkinen laitos, koskee sitä hankintalaki. Lain mukaan isoista hankinnoista on tehtävä kilpailutus hankintalain 30.3.2007/348 mukaan. Lain tarkoitus on turvata yrityksiä ja yhteisöjen tasapuolinen kohtelu. Lisäksi sen tulisi edistää ja tehostaa julkisten varojenkäyttöä (Laki julkisista hankinnoista 30.3.2007/348).

Työhön hankittavat komponenttien hinnat eivät ylittäneet summaa, joka edellyttäisi julkistahankinta käytäntöä. Koulutus keskus Sedussa on kuitenkin käytössä sisäinen ohjeistus, jonka mukaan jokaisesta yli tuhat euroa maksavasta hankinnasta on toteutettava kilpailutus vähintään kolmen eri vaihtoehdon kesken. Kilpailutukseen soveltuvat uudet sekä käytetyt laitteet.

4 RISKIEN ARVIOINTI

Koska ilmastointisimulaattoria tullaan käyttämään opetusvälineenä, on tärkeää arvioida ja ennaltaehkäistä mahdolliset riskitekijät. Suurimmat riskit liittyvät simulaattorin sähkömoottoriin ja kylmäaineeseen. Lisäksi simulaattorin välinpitämätön käyttö saattaa aiheuttaa vaaratilanteita.

4.1 Sähkömoottori

Sähkömoottorissa on kaksi erillistä riskitekijää. Ensimmäinen näistä on sähköiskun vaara, sillä sähkömoottori käyttää kolmivaihesähköä. Toinen riski liittyy moottorin tuottamaan pyörimisliikkeeseen, sillä sähkömoottorin on tarkoitus pyöriä suurilla kierroksilla.

4.2 Letkut ja lauhdutin

Ilmastointilaitteistossa pyörii korkeapaineinen ja kuuma kylmäaine. Mikäli letku, liitin tai lauhdutinkenko pettää, saattaa kylmäaine aiheuttaa palovamman kaltaisen vamman. Lauhdutinta jäädyttää puhallin, joka pyörii paineen noustessa liikaa. Puhaltimen väliin saattaa epähuomiossaan työntää käden.

4.3 Riskien ehkäiseminen

Ilmastointisimulaattoriin toteutetaan mahdollisten riskikomponenttien suojaus ja simulaattori varustetaan erilaisilla varoitustarroilla, jotka varoittavat kuumasta, pyörivistä osista ja korkeasta jännitteestä.

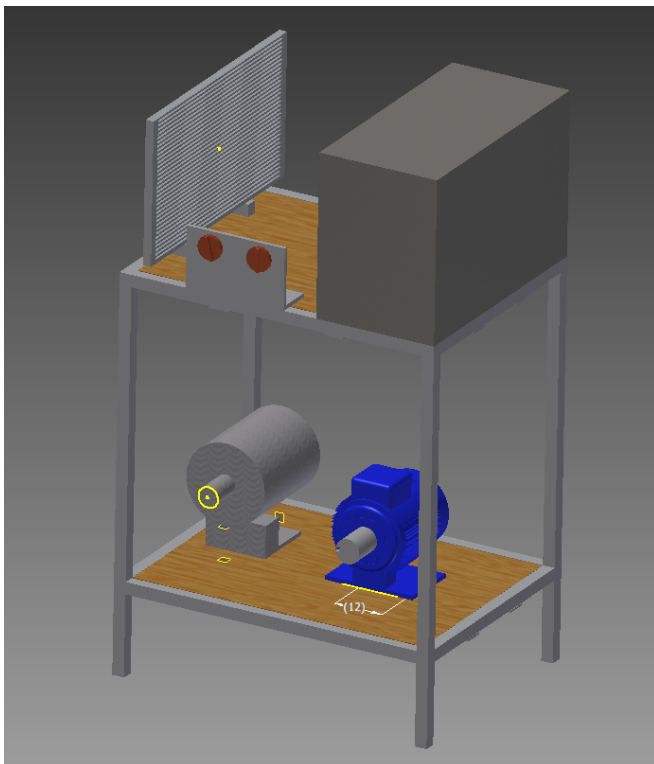
Sähkömoottorin pyörivät osat on tarkoitus suojata eräänlaisella häkkirakenteella. Häkin tehtävä on estää käden ja sormien joutuminen pyöriviin osiin. Lisäksi häkki estää moniurahihnan lentämisen, mikäli hihna katkeaa tai hyppää pois paikaltansa. Sähkömoottorin sähköjohdot kiinnitetään pöytään ja pyritään estämään johtojen liikkuminen ja hankaaminen teräviä kulmia vasten.

Lauhdutinkenko on tarkoitettu sijoittaa häkin sisälle, jolloin se on suojattuna suorilta iskuilta. Lisäksi lauhduttimen puhallin on tarkoitettu kiinnittää häkin seinään kiinni, jolloin sormien ja käsien pääsy puhaltimelle estyy.

Simulaattoria tulisi käyttää suojalasien ja – käsineiden kanssa, sillä nämä suojaavat kylmäaineen aiheuttamilta vaaroilta suuriltaosin (Oy AGA Ab [Viitattu 1.5.2013]).

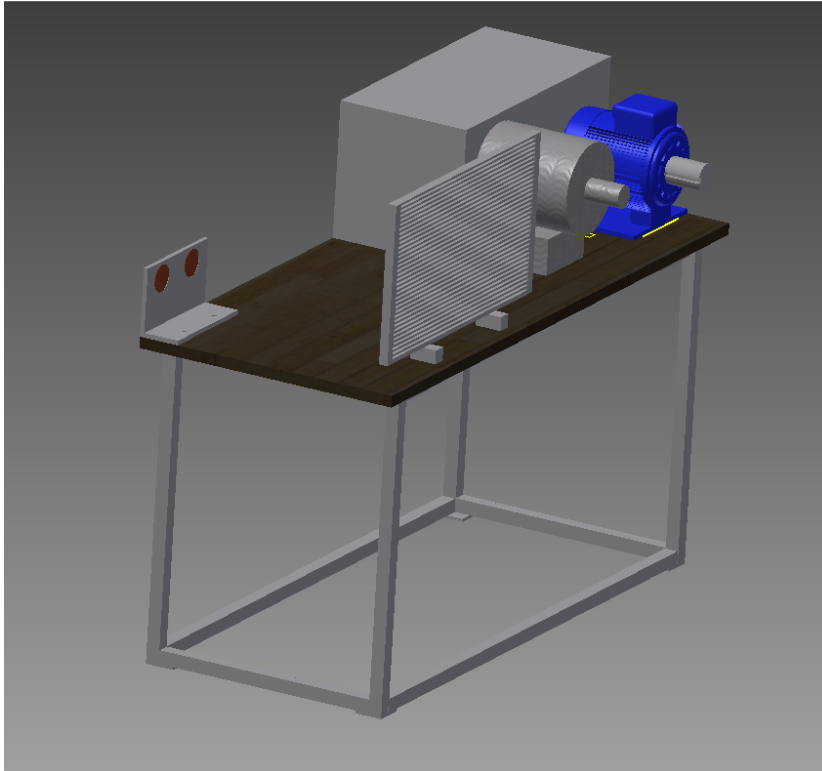
5 SUUNNITTELU

Ilmastointisimulaattori oli alun perin tarkoitus rakentaa mahdollisimman pieneen tilaan, jolloin simulaattorin siirtely ja varastointi on mahdollisimman helppoa. Suunnittelussa aluksi päädyttiin ratkaisuun, jonka mukaan simulaattori rakennetaan kaksi-kerroksisena pöytänä (kuvio 8). Pöytään tulisi myös pyörät alle, jolloin simulaattorin siirtely paikasta toiseen olisi mahdollisimman helppoa.



kuvio 8. Ilmastointisimulaattorin ensimmäinen luonnos.

Tästä suunnitelmasta kuitenkin luovuttiin, sillä auto-osaston varastoista löytyi projektiin sopiva pöytä, jota parantelemalla saataisiin hyvä lopputulos. Uuden suunnitelman mukaan suurin osa komponenteista sijaitseisi pöydän päällä yhdessä kerroksessa (kuvio 9).



kuvio 9. Toinen luonnos.

5.1 Komponenttien sijoittelu

Vanhan sijoittelusuunnitelman mukaan simulaattorin ylemmälle tasolle oli tarkoitus sijoittaa lauhdutinkeno, hallintalaitteisto, kuvain, puhallinkotelo ja sisätilapuhallin. Alemmalle tasolle sijoittuvat kompressori, sähkömoottori, mahdollinen akku ja virtalähde.

Uudessa suunnitelmassa lähtökohtana oli sijoittaa kaikki komponentit akkua lukuun ottamatta samalle tasolle, koska pöydässä oli enemmän tilaa komponenteille.

5.2 Sähköiset komponentit

Simulaattorin ohjainelektronikan ja puhaltimen käyttöjännitteenä käytetään 12-voltin tasajännitettä, joka on työturvallinen. Simulaattorin isoa sähkömoottoria on tarkoitus käyttää kolmivaihesähköllä, jota ohjataan taajuusmuuntajalla. Sähkömoottorille rakennetaan erillinen virtapiiri, joka ei tule olemaan mitenkään kytköksissä 12 voltin järjestelmään.

Ohjainelektronikka on tarkoitus sijoittaa muoviseen sähkökoteloon ja kaikki sähköjohdot on tarkoitus sijoittaa suojaan muoviputken sisälle.

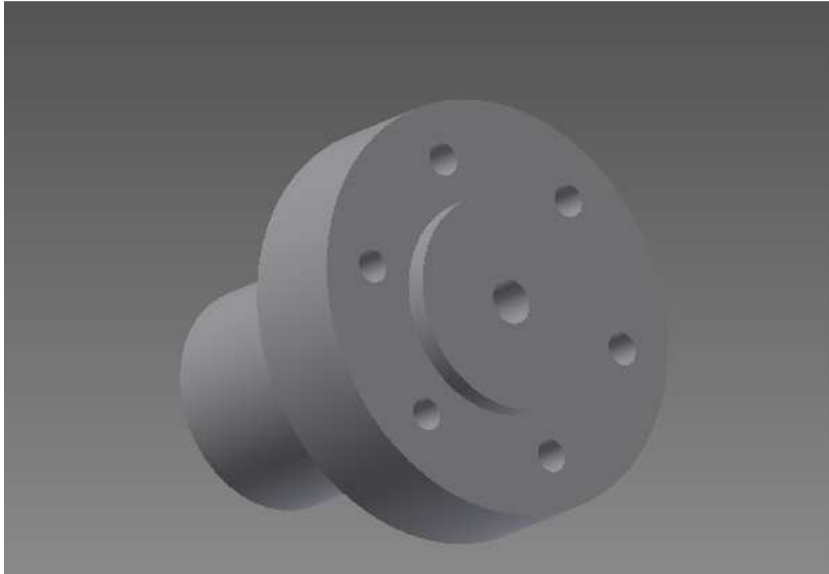
Sähkömoottorin taajuusmuuttaja on tarkoitus asettaa myös muovisen suojakotelon sisälle. Kotelon on tarkoitus soveltua sähköturvallisuuden puolesta korjaamohallin olosuhteisiin.

Kolmivaihevirtaa tarvitsevien laitteiden kytkentä on tarkoitus teettää sähköalan ammattilaisella, koska näiden laitteiden kytkentä vaatii koulutetun sähköasentajan, jolla on tarvittavat luvat kunnossa.

5.3 Rakennettavat komponentit

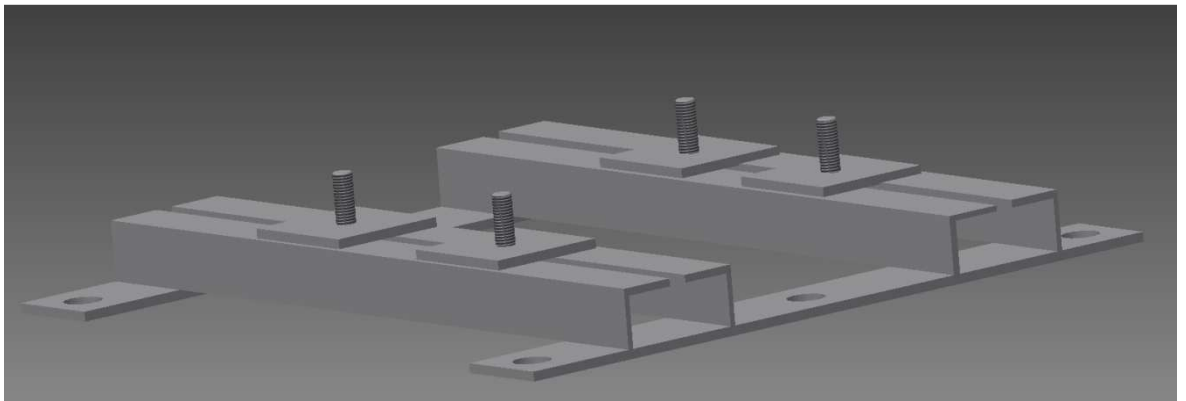
Koska auto-osastolta löytyi valmiiksi opinnäytetyöhön soveltuva hihnapyörä, päätettiin sitä käyttää. Ongelmaksi tuli hihnapyörän sijoittaminen sähkömoottorin akselille, sillä moottorin akselin halkaisija oli 28 mm ja hihnapyörän keskireikä oli 39 mm. Ratkaisuksi ongelmaan päätettiin suunnitella akselisovite moottorin akselin ja hihnapyörän väliin.

Sovitteesta luotiin Inventor-ohjelmistolla 3D-malli (kuvio 10), jonka pohjalta sovitetta alettiin työstää (LIITE1).



kuvio 10. Akselin sovite.

Lisäksi sähkömoottorille tarvittiin sopiva alusta, jonka päällä sähkömoottoria pystyttäisiin liikuttamaan, jotta kompressorin ja sähkömoottorin välinen moniurahiha saataisiin kiristettyä oikeaan kireyteen (kuvio 11).



kuvio 11. Moottorin alusta.

6 TOTEUTUS

Toteutus aloitettiin lähettämällä tarjouspyynnöt kahdelle eri maahantuojalle, sillä maahantuoja ei etsimisen tuloksena löytynyt enempää ja useammasta kylmälaitteasennuksia toteuttavasti yrityksestä ohjattiin ottamaan yhteyttä näihin maahantuojiin. Kolmantena vaihtoehtona oli hankkia ilmastointijärjestelmä autopurkamoilta tai Autovahinko- keskukselta erillisinä osina tai kokonaisuutena sarjana.

Lopulta päädyttiin hankkimaan ilmastointijärjestelmä eräältä maahantuojalta, sillä käytetyn järjestelmän hankkiminen olisi ollut erittäin hankalaksi, sillä järjestelmän jokainen osa pitäisi etsiä erikseen ja purkuosien toimintavarmuus ei ole taattu. Toimintavarmuuden alentuminen voi johtua joko kuivuneista kumitiivisteistä tai järjestelmään päässeestä liasta. Lisäksi ilmastointijärjestelmän kuivain ei ole toimintakuntoinen, mikäli järjestelmään pääsee ilmaa.

6.1 Puhallinkotelo ja säätöpaneeli

Hankittuun jälkiasennusilmastointisarjaan ei kuulunut sisätilapuhallinta, puhallinmoottorin kotelo, hallintapaneelia eikä näiden välillä olevaa johtosarjaa. Puuttuvat komponentit otettiin Sedun auto-osastolle hankitusta kolariautosta. Auton purkutöön suorittivat Sedun autoalan ensimmäisen vuosikurssin opiskelijat.

6.2 Sähkömoottori ja taajuusmuuttaja

Järjestelmän voimanlähteenä toimivan sähkömoottorin ja sen hallintaan tarvittava taajuusmuuttaja hankittiin pakettina paikallisesta yrityksestä. Hankintaa edelsi tarjousten kysyminen kolmelta eri yritykseltä, joista kaksi antoi kilpailukykyisen tarjouksen.

6.3 Rakentaminen

Ilmastoinnin komponenttien saavuttua pystyttiin aloittamaan laitteen rakentaminen. Aluksi komponentit sijoitettiin erilliselle puulevyllä, jolloin pystyttiin arvioimaan lopullinen tilantarve ja valmistamaan tarvittavat kiinnikkeet (kuvio 12).



kuvio 12. Komponenttien sijoittelu.

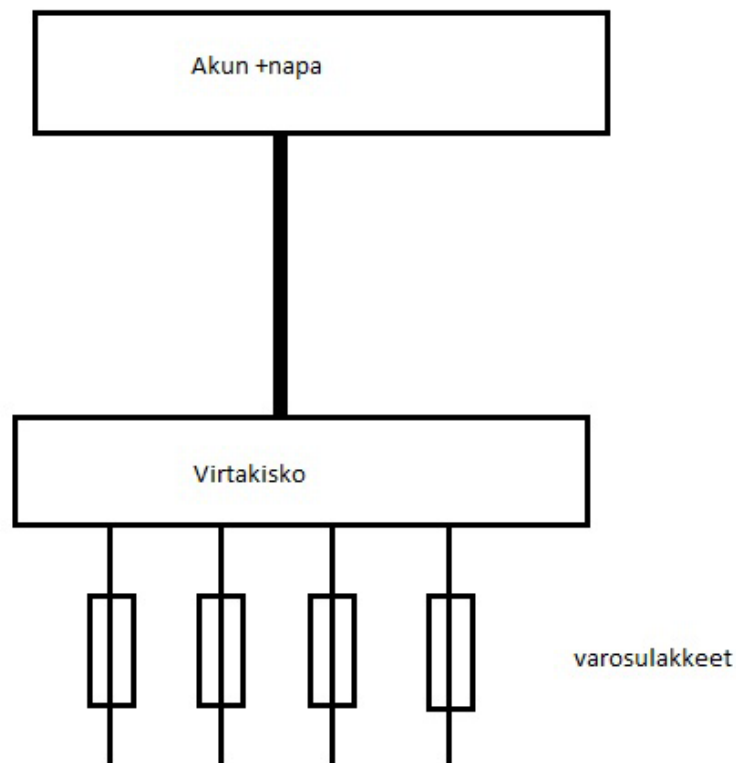
6.3.1 Ohjauselektronikka ja puhaltimen johtosarja

Komponenttien sijoittelun jälkeen alettiin valmistella järjestelmän ohjauselektronikan rakentamista ja asettelua läpinäkyvään suojakoteloon (kuvio 13). Suojakotelon kansi haluttiin läpinäkyväksi, ettei kotelointi tarvitsisi purkaa opetustilanteissa, jotta opiskelijat voisivat nähdä ohjauselektronikan.



kuvio 13. Elektroniikan suojakotelo ja johtosarjan suojaputki.

Jälkiasennettavan ilmastointisarjan ohjauselektroniikka perustuu pitkälti releisiin ja niitä ohjaaviin antureihin. Releiden lisäksi ohjauselektroniikka sisälsi sulakkeita. Asennussarjan lisäksi suojakotelon sisälle asennettiin virtakiskot, joihin tuotiin 12 voltin jännite akulta. Virtakiskojen tehtävänä on jakaa yksi suuri jännitelinja useampaan pienempään linjaa, mikä vähensi merkittävästi johtimien yhteenliittämistä tinaamalla. Lisäksi virtakiskojen liitännät ovat ruuvikiristettäviä, jolloin johtimien korjaaminen tai vaihtaminen on huomattavan paljon helpompaa, mikäli tulevaisuudessa on siihen tarvetta. Lisäksi virranjakojärjestelmään lisättiin sulakerasia neljällä sulakkeella. Sulakerasia kytkettiin sarjaan, oheisen kytkentäkaavion mukaisesti (kuvio 14)



kuvio 14. Kytentäkaavio virranjakajasta.

Virranjakajaan lisättiin erillinen päävirtakytkin, jonka tehtävänä on katkaista ja kytkeä 12 voltin virransyöttö. Kytkimen lisääminen helpottaa käytettävyyttä, sillä virtalähteen johdot voivat aina olla kytkettyinä kiinni, eikä niitä tarvitse aina erikseen kytkeä irti tai kiinni. Kytkin sijoitettiin virtalähteen +navan ja virtakiskon väliin.

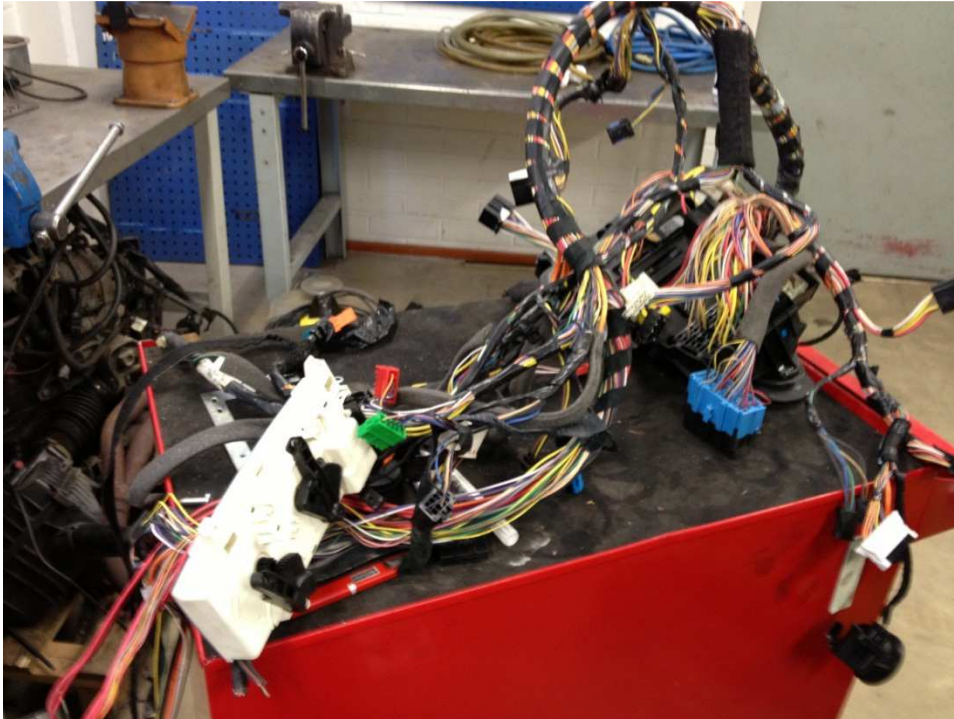


kuvio 15. Päävirtakytkin.

Ohjauselektronikan jälkeen vuorossa oli puhaltimen ja säädinpaneelin välisen johtosarjan valmistaminen. Puhallinmoottori ja säädinpaneeli saatiin auto-osaston erästä purkuautosta. Samasta autosta otettiin myös auton johtosarja (kuvio 16) talteen. Johtosarjaa ei sellaisenaan voinut käyttää, sillä se sisälsi todella paljon tarpeettomia johtoja ja liittimiä. Lisäksi johtosarjan johdot kulkivat auton alkuperäisen sulake- ja relerasian kautta. Alkuun oli tarkoitus käyttää johtosarjasta vain liittimet, mutta johtosarjan kunto yllätti ja tämän seurauksena päätettiin purkaa isosta johtosarjasta puhallinmoottorin ja säädinpaneelin välinen johtosarja erilleen.

Puhaltimen johtosarjan päälle asetettiin halkaistua muoviputkea johtojen suojaamiseksi ulkoisilta rasituksilta

Työtä helpotti Autodata-ohjelmistosta löytynyt Renault Megane ilmastoinnin kytkentäkaavio.



kuvio 16. Renault Meganen –johtosarja.

6.3.2 Työtaso

Alkuperäisen suunnitelman mukaan laitteistolle oli tarkoitus suunnitella ja rakentaa pöytä, jossa olisi ollut kaksi tasoa. Suunnitelmasta kuitenkin poikettiin, sillä auto-osaston varastosta löytyi vanha työtaso, josta pienillä parannuksilla saatiin komponenteille oiva sijoittelutaso (kuvio 17).



kuvio 17. Pöydän aihio.

Pöytään lisättiin jalkoihin uudet pitkittäis- ja poikittaistuet, jolloin pöydästä tuli huomattavasti tukevampi. Pöydän jalat olivat 30 mm * 30 mm vahvuista neliöputkea kuten myös lisätyt tukiputket. Tukien hitsauksen jälkeen pöydän alle lisättiin pyörät, mikä helpotti pöydän siirtelyä. Lisäksi pöydän jalat ja tuet hiottiin ja maalattiin mustalla maalilla, jotta loppu- tulos olisi mahdollisimman siisti (kuvio 18).

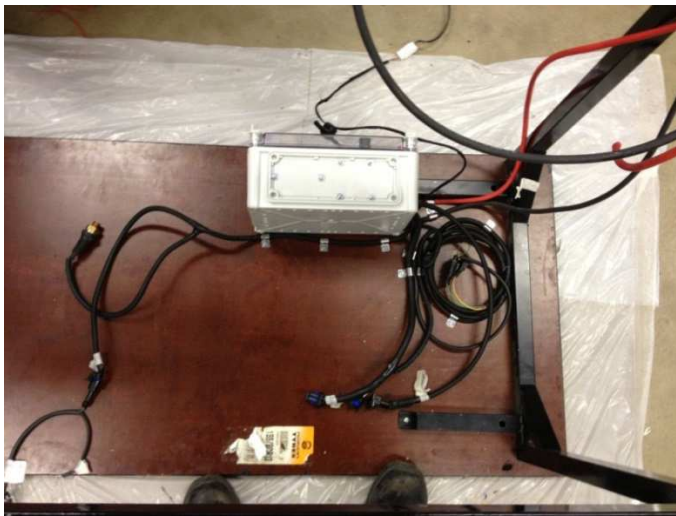


kuvio 18. Pöytä maalattuna ja pyörät alla

Pöytään lisättiin neljä kappaletta pyöriä, joista toinen pari oli kääntyviä ja toinen oli kiinteästi paikallansa. Pyörin avulla pöydän siirtely koulun tiloissa on huomattavasti helpompaa, sillä esimerkiksi pelkkä sähkömoottori painoi jo 38 kg.

6.3.3 Komponenttien rakentaminen paikalleen

Pöydän valmistuttua aloitettiin komponenttien sijoittaminen pöytään. Aluksi lisättiin pöydän kansilevyn alle ohjainelektroniikan kotelo ja johdot pöytälevyn alapuolelle (kuvio 19).



kuvio 19. Johdot.

Johtosarjan asennuksen jälkeen pöytään asennettiin lauhdutin, lauhduttimen tuuletin, kuivain ja lauhdutinkennon suojahäkki. Suojahäkki rakennutettiin metallialanopiskelijoilla tilaustyönä. Häkki hiekkapuhallettiin ja maalattiin mustaksi (kuvio 20).



kuvio 20. Lauhdutinkennosto.

Seuraavaksi tilattiin sähkömies asentamaan sähkömoottori ja taajuusmuuttaja. Taajuusmuuttajan IP- luokitus on 20, joten taajuusmuuttaja piti asentaa erilliseen suojakoteloon, joka suojaisi sitä fyysisiltä iskuilta, vesiroiskeilta ja estäisi opiskelijoita koskemasta kontaktipintoihin. Taajuusmuuttujan suojakotelo asennettiin pöydän kansilevyn alle elektroniikkaohjainkotelon viereen.

Taajuusmuuttajan ja sähkömoottorin lisäksi pöytään kiinnitettiin sisätilapuhaltimen ohjainpaneeli. Pöydän alatasoon lisättiin vanerilevy. Levyn päälle on tarkoitus sijoittaa akku ja työkalut, joilla ilmastointisimulaattoria voidaan tutkia ja huoltaa (kuvio 21).



kuvio 21. Säädinpaneeli ja pohjalevy.

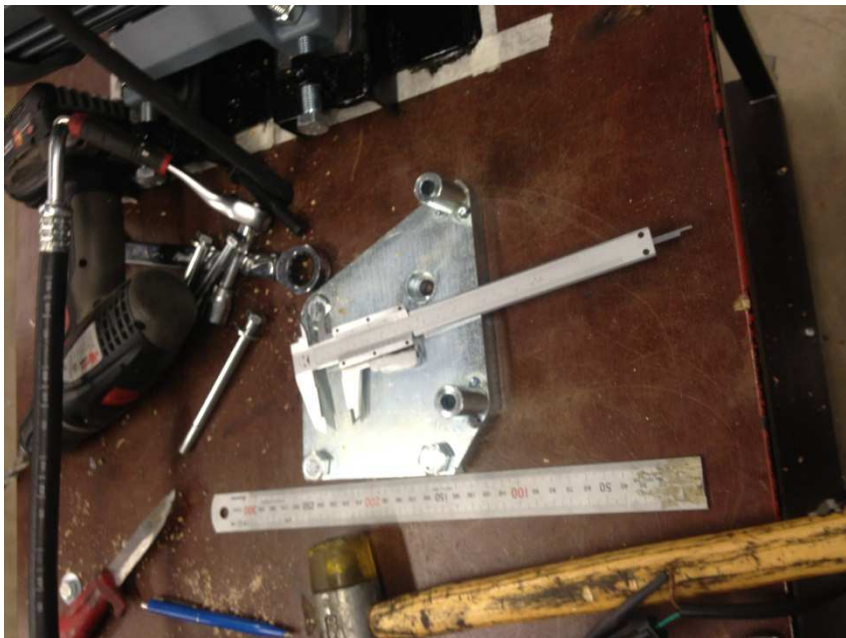
Ilmastoinnin puhaltimen säädinpaneelin sijoitettiin lauhdutinkennon eteen. Paneeli kiinnitettiin kahdella ruuvilla pöytälevyyn ja tuettiin takaapäin taivutetulla lattateräksellä.

Simulaattorin moottoria varten valmistettiin kulmaraudasta suunnitelmien mukainen moottorin alusta, jossa on kiristyspultit moottorin hihnan kiristämistä ajatellen (kuvio 22).



kuvio 22. Moottorin alusta.

Ilmastointisarjan mukana tuli kompressorille alumiininen alustalevy, jota päätettiin käyttää kompressorin alustana. Alustan tarkka sijoittaminen pöytälevyyn oli tärkeää, sillä kompressorin ja sähkömoottorin välinen moniurahihna piti saada asennettua oikeaan linjaan. Mikäli linja olisi liian vinossa, olisi vaarana hihnan nopea kuluminen tai pomppaaminen pois paikaltansa (kuvio 23).



kuvio 23. Kompressorin aluslevy.

Kompressorin asennuksen jälkeen sijoitettiin sähkömoottorin ja kompressorin väliin moniurahirna. Hihna saatiin kiristettyä paikallensa moottorin alustan säätöpulttien avustuksella (kuvio 24).



kuvio 24. Moottori ja kompressori.

Lopulta ilmastoinnin kylmäkomponentit yhdistettiin toisiinsa muoviletkuilla. Letkujen ja komponenttien liittimiin ja tiivisteisiin laitettiin pag-öljyä, jotta tiivisteet eivät pääsisi kuivumaan. Liitännöiden jälkeen testattiin järjestelmän tiiviys alipaineistamalla koko ilmastointijärjestelmä Mac32-ilmastoinninhuoltolaitteella. Alipaineistus tehtiin huoltolaitteen avustavalla ohjelmalla, jonka ajaksi valittiin kolmekymmentä minuuttia.

Alipaineistuksen jälkeen ilmastoinnin annettiin olla kolmekymmentä minuuttia paikallansa ja sen jälkeen tarkistettiin järjestelmän pitämä paine. Paineen tuli olla sama kuin alipaineistuksen loputtua, jotta voitaisiin olla varmoja järjestelmän tiiveydestä (kuvio 25).



kuvio 25. Simulaattorin alipaineistus ja täyttö.

Testauksen jälkeen järjestelmään syötettiin sen voiteluöljy ja vuodonilmaisinaine. Vuodonilmaisinaine on kirkkaan värinen aine, joka erottuu hyvin, mikäli ilmastoinnissa on vuoto. Lisäksi se hohtaa UV-valossa. Lopulta järjestelmä täytettiin kylmäaineella, jota pumpattiin järjestelmään 750 g. Tämän jälkeen ilmastointi käynnistettiin ja testattiin koko simulaattorin toiminta. Aluksi käynnistettiin sähkömoottori ja sitä ajettiin täysillä kierroksilla. Sen jälkeen aktivoitiin kylmälaitteisto, jolloin magneettikytkin välitti sähkömoottorin liike-energian kompressorille. Ilmastoinnin todettiin toimivan täydellisesti.

Moottorin ja kompressorin välinen moniurahihna päätettiin suojata samanlaisella häkillä kuin lauhdutinkenko. Suojahäkin tarkoituksena on estää sormien joutuminen hihnapyörien ja moniurahihnan. Häkki myös suojaa tilanteessa, jossa remmin katkeaa tai hyppää pois paikoiltaan (kuvio 26).



kuvio 26. moniurahihnan suojahäkki

Lopuksi simulaattoriin piti toteuttaa akun kiinnitys. Kiinnitystavaksi valittiin kierretappikiinnitys. Tällöin akun koko ei rajoita käytettävän akun mallia (kuvio 27).



kuvio 27. Akun kiinnitys.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä tehtävänä oli suunnitella ja rakentaa koulutuskeskus Sedun auto-osastolla ilmastointisimulaattori, jota on tarkoitus käyttää opetuslaitteistona. Aiheena ilmastointisimulaattorin suunnittelu ja rakentaminen oli haastava, mutta mielenkiintoinen. Isoimmat haasteet olivat komponenttien hankinta, sillä kaikki kalteimmista komponenteista piti pyytää vähintään kaksi eri tarjousta ja niiden pohjalta päättää hankinnasta. Jälkiasennusilmastointisarjan hankinta tuotti eniten vaikeuksia, koska lähes kaikissa nykyaikaisissa autoissa ilmastointi kuuluu vakiovarusteisiin, jolloin jälkiasennettavilla sarjoilla ei ole isoa kysyntää tai markkinoita.

Työn kuluessa tutustuttiin hitsaukseen, konepiirtämiseen, kunnallisiin hankintasäännöksiin ja kylmäprosessiin.

Mielestäni opinnäytetyön onnistui hyvin ja Sedun henkilökuntakin oli tyytyväinen lopputulokseen. Simulaattorista tuli kaikin puolin siisti (LIITE 2).

Tulevaisuudessa ilmastointisimulaattoriin voitaisiin mahdollisesti rakentaa mittausjärjestelmä, johon kuuluisi paine- ja lämpötila-antureita, jolloin pystyttäisiin tutustumaan ilmastoinnin kylmäprosessiin paremmin. Lisäksi ilmastointisimulaattoriin voitaisiin luoda esimerkiksi opetusmateriaalia insinööriopintojen projektiopintoina.

LÄHTEET

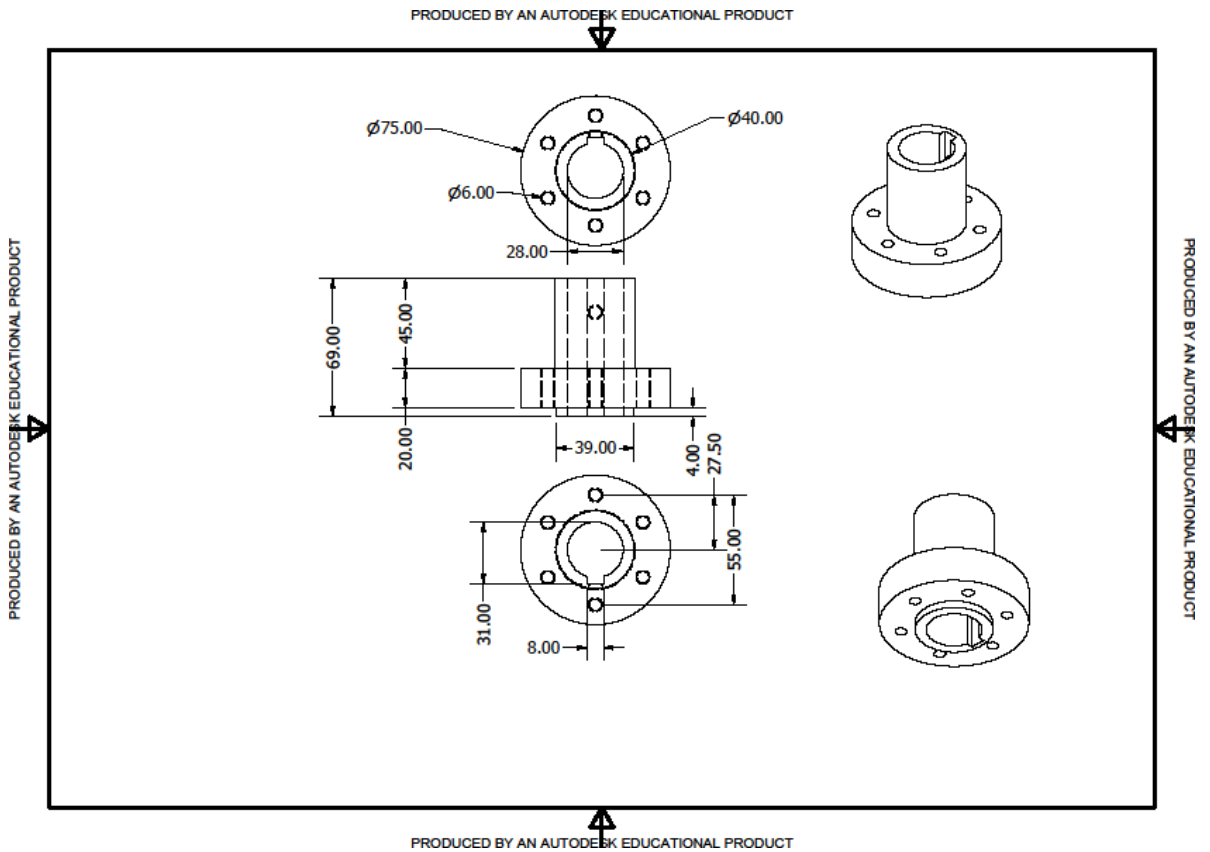
- Hakala, P. & Kaappola, E. 2011. Kylmälaitoksen suunnittelu. 1. painos Helsinki : Opetushallitus.
- Perttula, J. 2000. Energiatekniikka. 1.painos Porvoo: WSOY.
- Kaappola, E., Hirvelä, A, Jokela, M. & Kianta, J. 2011. Kylmätekniiikan perusteet. Helsinki: Opetushallitus.
- Rantala, J., Mikkolainen, P. & Koivisto, J-P. 2005. Auto- ja kuljetusalan erikoistumisoppi: valaistuslaitteet, korin sähkölaitteet, moottorin sähkölaitteet. 1. painos Helsinki: Otava
- Robert Bosch GmbH. 2002. Autoteknillinen käsikirja. Robert Bosch
- Oy AGA Ab käyttöturvallisuustiedote.
[[http://www.aga.fi/international/web/lg/fi/like35agafi.nsf/repositorybyalias/2teollisuus_r134a/\\$file/tetrafluorietaani%20\(r134a\).pdf](http://www.aga.fi/international/web/lg/fi/like35agafi.nsf/repositorybyalias/2teollisuus_r134a/$file/tetrafluorietaani%20(r134a).pdf)]. Oy Aga ab, suomi. [viitattu 1.5.2013]
- Kianta, J. Kylmäainetilanne 2008.
[<http://www.skll.fi/yhdistys/www/att.php?type=2&id=37>] Suomen kylmäyhdistys ry. [viitattu 1.5.2013]
- Laki julkisista hankinnoista 30.3.2007/348. Finlex. Ajantasainen lainsäädäntö. [viitattu 24.5.2013]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2007/20070348>

LIITTEET

LIITE 1: Akselisovitteen piirustus

LIITE 2: Kuvat valmiista simulaattorista

LIITE 1: Akselisovitteen piirustus



LIITE 2: Kuvia valmiista simulaattorista

