



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Joni Mikkonen

ILMANPUHDISTUSLAITTEEN SUUNNITTELU

Tekniikka
2022

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Joni Mikkonen
Opinnäytetyön nimi	Ilmanpuhdistuslaitteen suunnittelu
Vuosi	2022
Kieli	suomi
Sivumäärä	11
Ohjaaja	Juha Hantula

Opinnäytetyö oli suunnittelu-, kehitys- ja CAD-mallinnustyö tilaajan omasta vanhasta ideasta, johon lisättiin mallinnus vaiheessa pyyntö 3D-tulostetusta prototyypistä mallien mukaan. Työssä elektroniikan suunnittelu ja valmistus sekä ohjelmisto oli toisen opiskelijan vastuulla ja työt tehtiin tiiviisti yhteistyössä, jotta saavutettiin yhteensopivuus tuotteessa.

Raportissa esitetään yleisimpiä VOC-yhdistelmiä ja niiden mahdollisia lähteitä ja haittavaikutuksia. Nasan puhdistusjärjestelmän toimintaperiaate esitetään teoriaosassa, kuten myös selvitetään Wolvertonin suodatusjärjestelmän toiminta.

Tilajalle toimitettiin lopuksi uuden tuotteen CAD-mallit, sekä 3D-tulostettu mallinnus kasvatusvalottomasta versiosta. CAD-mallit toimitettiin molemmista versioista tilaajalle, jotta molemmat versiot olisivat valmistettavissa. Kehitystyön jatkokoon tilaaja sai hyvät uudet CAD-mallit, joissa esitettiin useita korjauksia ja uudistuksia tuotteeseen, jota aiotaan jatkojalostaa.

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Konetekniikka

ABSTRACT

Author	Joni Mikkonen
Title	Design of an Air Purification Device
Year	2022
Language	Finnish
Pages	11
Name of Supervisor	Juha Hantula

This thesis was a designing and 3D-modeling work of an air purification device for the client. The client had constructed a rough working prototype and its features were refined and required features were added in this thesis.

The thesis was a joint project with a university student. My job was to design the device and its mechanical solutions according to the client's list of requirements. The other student designed the electric parts and program for the product. Part of my job in the project was to merge the electric assembly to the product.

The NASA's plant purification principle on which the used Wolverton's plant air purification application is based is presented in the thesis. The results of the thesis are CAD –models and 3D –printed prototype which are both proven helpful for further development of client's invention.

Keywords designing, 3D-imaging, volatile organic compounds, air quality

KÄSITTEET

VOC: VOC-yhdisteet ovat kaasuja. Niihin kuuluvat esimerkiksi aromaattiset hiilivedyt kuten tolueni ja bentseeni, aldehydit, alkaanit, ketonit, terpeenit, halogenoituneet yhdisteet, esterit ja alkoholit kuten etanoli, n-butanoli ja propanoli. (Hengitysliitto. VOC. Viitattu 29.8.2022)

Kutikula: Kasvin lehtien ja varren päällä oleva kasvia muun muassa hyönteisiltä ja auringolta suojaava vettä läpäisemätön vahakerros.

Stomata: Kasvin pääasiassa lehtien alla pinnassa sijaitsevia ilmarakoja, joiden pää-tarkoituksena on yhteyttämisen yhteydessä päästää CO₂-kaasu lehden sisään ja toisaalta estää veden haihtumista kasvista.

Future-proof: Tietotekniikkaan ja –koneisiin liittyessä tietokoneen ohjelmien, laitteiden ja osien toiminnan takaaminen tulevaisuudessa, vaikka teknologia kehittyisi.

WEEE-direktiivi: Sähkö- ja elektroniikkalaiteromua koskevien säädösten tavoitteena on vähentää syntyvän sähkö- ja elektroniikkalaiteromun määrää ja edistää laiteromun uudelleenkäyttöä, kierrätystä ja hyödyntämistä. (Tukes. Sähkö- ja elektroniikkalaiteromu – SER, WEEE)

RoHS -lainsäädäntö: RoHS (Restriction of Hazardous Substances) -lainsäädännön tarkoituksena on suojella ihmisten terveyttä ja ympäristöä sekä vähentää jätteiden haitallisuutta.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	6
2	TEORIA	7
	2.1 Sisäilman haitalliset yhdisteet.....	7
	2.2 Kasveilla tapahtuvan puhdistuksen teoria.....	7
	2.3 Puhdistusjärjestelmä.....	8
	2.3.1 Wolverton suodatussysteemin periaate:.....	8
3	ARVIOINTI	10
	LÄHTEET	11

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehdään työn tilaajalle, joka toimii yksityishenkilönä koskien tätä työtä. Työn aiheen esitteli ja suositteli Vaasan ammattikorkeakoulun lehtori Juha Hantula tilaajan pyynnöstä. Opinnäytetyön tavoitteena on parantaa tilaajan rakentamaa ilmanpuhdistuslaitetta, joka oli rakennettu kotitaloudesta löytyvistä osista. Tilaaja halusi, että ilmanpuhdistuslaite suunniteltaisiin uudelleen kehittämällä laitteen ominaisuuksia ja suunnitella ilmanpuhdistuslaite kuluttaja ystävällisemmäksi. Työn edettyä otettiin mukaan myös tavoite prototyypin valmistuksesta 3D-tulostamalla.

Opinnäytetyössä oli myös yhteistyökumppanuus toisen opiskelijan kanssa, joka suunnitteli ja toteutti elektroniikan ja ohjelmiston tuotteeseen, joka integroitiin suunnittelun edetessä tuotteeseen.

Ilmanpuhdistusjärjestelmä, jota käytämme tuotteessa, on johdannainen Nasan teknologiasta. Teknologia käyttää aktiivihiltä, huokoisia liuskekiviä, mikrobeja ja märkäerotinta yhdessä kasvinjuurakon kanssa poistamaan VOC-yhdisteitä sisäilmasta. Sisäilmasta poistetut VOC-yhdisteet muuntuvat ravinnoksi kasville. Mikrobit, jotka muuntavat VOC-yhdisteet, pystyvät nopeasti uudelleen aktivoimaan aktiivihillen, jolloin aktiivihiltä ei tarvitse vaihtaa, kuten tavallisissa aktiivihilisuodattimissa.

Suurin osa työstä jätetään julkaisematta liikesalaisuuden säilyttämiseksi.

2 TEORIA

2.1 Sisäilman haitalliset yhdisteet

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet ovat kaasuja ja niiden epäillään yhteisvaikutuksissa aiheuttavan terveydellisiä haittoja. VOC-yhdisteistä johtuvia terveyshaittoja voivat olla silmien ärtymisoireet, päänsärky ja limakalvojen ärsytysoireet. Rakennus- ja sisustusmateriaalit, jotkin mikrobikasvustot ja pesuaineet ovat sisäilmassa esiintyvien VOC-yhdistelmien lähteitä. VOC-yhdisteitä ovat aromaattiset hiilivedyt, halogenoituneet yhdisteet, aldehydit, alkoholit ja esterit. (Hengityслиitto 2020)

Etenkin uudet rakennukset ja niiden sisätilat ovat suuria VOC-yhdistelmien keskittymiä. VOC-yhdistelmiä vapautuu runsaasti tuoreista rakennuselementeistä, kuten kipsilevyistä, liimoista ja maaleista, joita käytetään rakentamisessa. Uudet huonekalut luovuttavat huoneilmaan VOC-yhdisteitä ja voivat suurissa määrin yhdessä tuoreiden rakenteiden kanssa vaikuttaa haitallisesti terveyteen. Seinien ja huonekalujen luovuttavat VOC-yhdisteiden määrä vähenee ajan kuluessa, mutta uusissa rakennuksissa tulee olla riittävä ilmanpuhdistus ja -vaihto mahdollisuudet vähentämään VOC-yhdisteiden aiheuttamia haittavaikutuksia sisäilmassa. (Hengityслиitto 2022)

2.2 Kasveilla tapahtuvan puhdistuksen teoria

Kasveilla on useita tutkittuja ja todettuja hyötyjä sisätiloissa. Suurella määrällä huonekasvi- ja ruukkukasvilajeilla on kyky imeä VOC-yhdistelmiä itseensä näin puhdistuen sisäilmaa. Työtiloissa, kuten toimistoissa huonekasveilla, on todettu myös positiivisia vaikutuksia ihmisissä. Kasveilla voi olla myös sosiaalisia ja psyykkisiä vaikutuksia ihmisiin. Huomattuja vaikutuksia ovat olleet vähentynyt väsymys, parantunut mieliala ja luovan työn suorittamisen parantuminen (Shibata, S. & Suzuki, N. 2004).

Kasvin maanpäällisiin osiin imeytyminen. VOC-yhdisteen tyyppi todennäköisesti vaikuttaa sen imeytymiseen kasviin sen maanpäällisissä osissa, jotka pääosin ovat lehtien kutikula ja ilmaraot. Bentseeni on rasvaliukoinen aromaattinen hiilivety ja rasvaliukoisuutensa ansiosta imeytyy kasviin kasvin kutikulan läpi. Vesiliukoiset VOC-yhdistelmät kuten, formaldehydi ei imeydy lipideistä koostuvaan kutikulan läpi vaan imeytyy kasviin sen stomatan kautta, jotka ovat auki valossa. Vaikka VOC-yhdistelmien hajottaminen haitattomiksi aineosiksi on päätavoite, tarvitsee kasvin varastoida tai erittää VOC-yhdisteet muuhun kasvin osaan, jos hajoaminen ei voi tapahtua. Varastointi poistaa VOC-yhdistelmiä sisäilmasta, mutta kerääntyessä liiallisin määrin voi johtaa vahingollisiin vaikutuksiin kasville. Tutkimuksessa huomattiin bentseenin kasaantuvan karhunvatukan ja omenan lehdille ja samassa tutkimuksessa karhunvatukan, kurkun sekä omenan hedelmiin (Collins et al. 2000). Kuitenkin osa VOC-yhdistelmistä pystytään erittämään kasvin juurakkoon, imeyttää maaperän partikkeleihin tai hajottaa maaperän mikrobeilla (Su and Liang 2013).

2.3 Puhdistusjärjestelmä

Ilmanpuhdistusjärjestelmä, jota käytämme tuotteessa, on johdannainen Nasan teknologiasta. Teknologia käyttää aktiivihiihtä, huokoisia liuskekiviä, mikrobeja ja märkäerotinta yhdessä kasvinjuurakon kanssa poistamaan VOC-yhdisteitä sisäilmasta. Sisäilmasta poistetut VOC-yhdisteet muuntuvat ravinnoksi kasville. Mikrobit, jotka muuntavat VOC-yhdisteet, pystyvät nopeasti uudelleen aktivoimaan aktiivihiihtä, jolloin aktiivihiihtä ei tarvitse vaihtaa, kuten tavallisissa aktiivihiihtäsuodattimissa.

2.3.1 Wolverton suodatussysteemin periaate:

Wolvertonin suodatussysteemi on johdettu Nasan teknologiasta. Suodatinpohja on maaperä yhdistelmä, joka koostuu huokoisista liuskekivistä, aktiivihiihtästä, kasvin juurakosta ja mikrobeista (Kuvio 1).

Puhdistettava huoneilma tulee saada johdatettua suodatinpohjan maaperän läpi, jotta huoneilma saadaan puhdistettua. Huoneilma imetään suodatuspohjan läpi negatiivisella ilmanpaineella, joka luodaan systeemiin liitetyillä tuulettimilla. Systeemin läpi kulkevasta ilmasta VOC-yhdistelmät imeytyvät aktiivihilleen ja huokosiin liuskekiviin. Mikrobit kasvinjuurakossa muuntavat aktiivihilleen ja kiviin imeytyneet VOC-yhdisteet kasville ravinnoksi ja uudelleen aktivoivat aktiivihiltä. Puhdistunut ilma siirretään takaisin sisäilmaan puhaltamalla ilma ulos purkista samoilla tuulettimilla, joilla se imettiin suodatinmaaperään. (Wolverton Environmental Services 2022)

Nasan aikaisemmassa tekniikassa ei käytetty tuulettimia tehostamaan ilman kiertokulkua kasvatuspurkin läpi ja siksi Wolvertonin suodatussysteemin käyttö tehostaa ilmanpuhdistusta.

3 ARVIOINTI

Työn tulos vastaa tilaajan vaatimuksia ja tilaaja on tämän työn tulokseen tyytyväinen. Tilaaja on ilmoittanut tarpeesta uudelle opinnäytetyölle, jossa optimoidaan 3D-tulostusmalleja ja itse tulostusta.

LÄHTEET

Collins CD, Bell JNB, Crews C (2000) Benzene accumulation in horticultural crops. *Chemosphere* 40:109–114.

Hengitysliitto. VOC. Viitattu 29.8.2022 <https://www.hengitysliitto.fi/kodin-sisailma-ja-kunnossapito/sisailman-laatu/sisailman-epapuhtaudet-ja-hajut/>.

Hengitysliitto. VOC-yhdisteet. Viitattu 12.11.2020. <https://www.hengitysliitto.fi/fi/sisailma/sisailma-asiat-sisailmaongelmat/kaasumaiset-epapuhtaudet/voc-yhdisteet>.

ThoughtCo. Stomata. Viitattu 1.2.2021. <https://www.thoughtco.com/plant-stomata-function-4126012>.

Tieteen termipankki. Kutikula. Viitattu 1.2.2021. <https://tieteentermipankki.fi/wiki/Biologia:kutikula>.

Tukes. WEEE-direktiivi. Viitattu 22.11.2022. <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/sahkolaitteet/sahkolaitteiden-vaatimuksia/sahko-ja-elektronikkalaiteromuser-weee>.

Shibata, S. & Suzuki, N. (2004). Effects of an indoor plant on creative task performance and mood. *Scandinavian Journal of Psychology*, 45, 373–381.

Su YH, Liang YC (2013) The foliar uptake and downward translocation of trichloroethylene and 1,2,3-trichlorobenzene in air–plant–water systems. *J Hazard Mater* 252–253:300–305.

Wolverton Environmental Services. Wolvertonin suodatin systeemi. Viitattu 29.8.2022. <http://www.wolvertonenvironmental.com/plantairpurifier.html>.

