

samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

JOOSUA HEINIMÄKI

Omakotitalon vedenjakelun parantaminen sekä kustannukset

RAKENNUS- JA YHDYSKUNTATEKNIIKAN TUTKINTO-
OHJELMA
2024

TIIVISTELMÄ

Heinimäki, Joosua: Omakotitalon vedenjakelun parantaminen sekä kustannukset

Opinnäytetyö, AMK

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Elokuu 2024

Sivumäärä: 29

Opinnäytetyön tarkoituksena oli määrittää Ylöjärvellä sijaitsevan omakotitalon vedenjakelun parantaminen, sekä mahdollisista korjaustoimenpiteistä aiheutuvien kustannusten selvittäminen. Lisäksi työssä määritettiin lämpimän käyttöveden energiankulutus sekä miten energiatehokkuutta voidaan parantaa tältä osin. Opinnäytetyössä käsiteltiin myös veden laatua koskevia laatuvaatimuksia.

Työn tarkoitus on tuoda tietoa työn tilaajalle kohteen vedenjakeluun liittyvistä ongelmista ja kuinka ne voidaan korjata.

Opinnäytetyöstä saatavat hyödyt ovat työn tilaajalle tietoa kohteessa tarvittavista toimenpiteistä, joilla voidaan saavuttaa mahdollisimman asetusten mukainen sekä energiatehokas lopputulos. Lisäksi työn tilaajalle selviää, kuinka paljon kyseisten korjausten kustannukset tulisivat lopulta olemaan.

ABSTRACT

Heinimäki, Joosua: Improving the water supply and costs of a detached house
Bachelor's thesis
Construction and Civil Engineering
August 2024
Number of pages: 29

The purpose of the thesis was to determine the improvement of the water supply of a detached house in Ylöjärvi, as well as to determine the costs of possible repairs. In addition, the work determined the energy consumption of hot water and how energy efficiency can be improved in this regard. The thesis also dealt with water quality requirements.

In addition, the purpose of the work is to bring information to the client about problems related to the water supply at the site and how they can be fixed.

The benefits of the thesis are information to the client of the work about the measures needed at the site to achieve the most energy-efficient result possible in accordance with the regulations. In addition, the client of the work will find out how much the cost of those repairs would ultimately be.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 TARKASTELUN KOHTEENA OLEVAT VESIKALUSTEET JA KAIVO	6
2.1 Kaivovesi	9
2.2 Porakaivo	10
2.3 Rikkivety	11
2.4 Rauta	12
2.5 Mangaani	13
2.6 Veden lämpötilat	14
2.7 Putkistot	14
2.8 Varaaja	15
2.9 Vesikalusteista yleisesti	16
3 KÄYTTÖVEDEN ENERGIANKULUTUS	17
3.1 Käytetyt kaavat	18
4 TUTKIMUSMENETELMÄT	18
5 MITTAUSTULOKSET	19
5.1 Käyttöveden energiankulutus	20
6 TULOSTEN KÄSITTELY	22
6.1 Luotettavuus sekä virhetekijät	22
6.2 Laitteiston kunto	22
6.3 Mittaustulokset	23
6.4 Vesi	24
7 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	25
8 LASKENNALLISET KUSTANNUKSET	27
9 OPINNÄYTETYÖ PROSESSINA	28
10 LÄHDELUETTELO	30

1 JOHDANTO

Työn kohde oli Ylöjärvellä vuonna 2000 rakennettu omakotitalo, joka on bruttoaltaan 400 m², ja talon omistaa ylöjärveläinen rakennusyrittäjä. Rakennusyrittäjä osti omakotitalon tarkoituksenaan muuttaa sinne remontin jälkeen asumaan.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää omakotitalon vesiputkistoon liittyviä ongelmakohtia. Ongelmakohtiksi esiin nousivat vesiputkissa veden alhainen paine, lämpimän käyttöveden hidas tulo lämmönjakohuoneesta vesikalusteille sekä käyttövedessä voimakas ”kananmunaa” muistuttava haju.

Lisäksi opinnäytetyön tilaaja esitti toiveen mahdollisuudesta lisätä tarkastelun kohteeksi myös selvitys käyttöveden energiankulutuksesta, sekä tuoda se näiltä osin enemmän nykysäännöksiä vastaavaksi.

Edellä mainittujen ongelmien tutkimusten perusteella määritettiin kustannusarvio, jolla omakotitalon ongelmakohtat voidaan ratkaista.

2 TARKASTELUN KOHTEENA OLEVAT VESIKALUSTEET JA KAIVO

Työhön sisältyvät vesikalusteet, jolle suoritetaan mittauksia ovat: 2 kpl suihkuhana, 2 kpl pesuallashana, joissa toisessa käsisuihku, 2 kpl keittiöhana, joista toinen sijaitsee kodinhoitohuoneessa tasopohja-altaassa. Lisäksi kohteeseen on tarkoitus rakentaa remontin yhteydessä WC myös yläkertaan, mutta tällä hetkellä putkivaraukset ovat tulpattu lattiaanrajaan. Lisäksi tutkinnan kohteena oli käyttövesikaivo.

Kohteen kaikki hanat sekä muut vesikalusteet ovat alkuperäisiä vuonna 2000 asennettuja. Poikkeuksena kuvassa 3 nähtävä suihku on uusittu vuonna 2020.



Kuva 1. Kohteen pesuallashana. (Heinimäki, 2024)



Kuva 2. Kohteen pesuallashan, jossa käsisuihku. (Heinimäki, 2024)



Kuva 3. Kohteen suihkukhana. (Heinimäki, 2024)



Kuva 4. Kohteen kodinhoitohuoneessa sijaitseva keittiöhana. (Heinimäki, 2024)



Kuva 5. Kohteen keittiöhana. (Heinimäki, 2024)



Kuva 6. Kohteen vesikaivo. (Heinimäki 2024)

2.1 Kaivovesi

Kaivovedellä tarkoitetaan maaperän läpi suodattunutta sade- sekä sulamisvesistä muodostunutta pohjavettä. Tätä pohjavettä ei yleisesti tarvitse käsitellä mitenkään ennen kuin sitä voidaan käyttää. Varsinkin harvaan asutetulla alueella talousvesi hankitaan joko rengas- tai porakaivosta. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, 2023b).

Kaivoveden tulee olla ihmisen terveydelle vaaratonta. Kaivovettä koskevat samat laatuvaatimukset sekä -suositukset, kuin muullakin talousvedellä. Vedessä ei saa olla sellaisia mikrobeja tai muita haitta-aineita, jotka heikentävät oleellisesti veden laatua tai aiheuttavat vaaraa sen käyttäjille. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, 2023b).

Kaivoveden laadun ylläpito kuuluu omistajan vastuulle. Tämän takia huolellinen suunnittelu sekä optimaalisen kaivon paikan määrittäminen tontille on ensiarvoisen tärkeää. Myös kaivon huoltotöitä ei voi laiminlyödä. (Terveiden ja hyvinvoinnin laitos, 2023b).

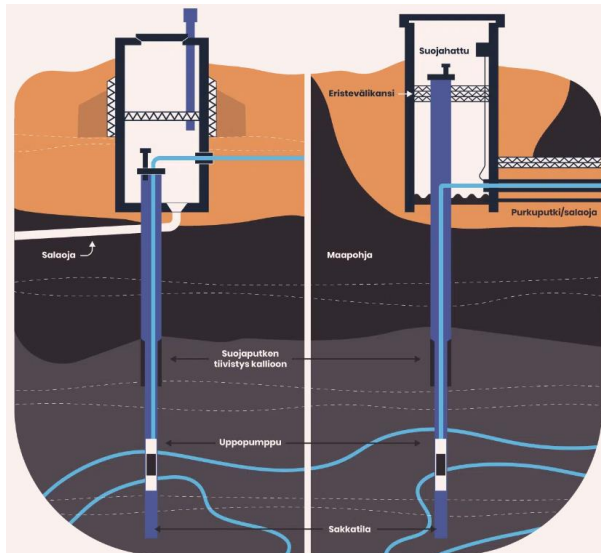
Alle on listattu asiat, jolla voidaan varmistaa kaivoveden laatu:

- Kaivo on hyvä rakentaa mahdollisimman kauas omasta tai naapurin jätevesijärjestelmästä.
- Kaivon maaperä on hyvä olla kaivosta poispäin kallistettu, jotta sulamisvesi sekä sadevesi eivät pääse kaivoon sellaisenaan.
- Varmista, että kaivon routasuojaukset ovat kunnossa.
- Kannen on oltava tiiviisti paikoillaan. Näin estetään sadevesien sekä pienten eläinten pääsy kaivoon.
- Varmista, että kaivon renkaan sekä putkien läpivientien tiivistykset ovat kunnossa.
- Tarkista kaivon kunto silmämääräisesti säännöllisesti, sekä tee tarvittavat korjaustoimenpiteet vian sattuessa (Terveiden ja hyvinvoinnin laitos, 2023b).

2.2 Porakaivo

Porakaivolla tarkoitetaan kallioon tai maahan porattua vesikaivoa, josta saadaan käyttövettä maa- ja kallioperästä. Porakaivo tehdään poraamalla syvä reikä, josta vesi saadaan pumpattua ylös. Talousvesikäytössä olevan porakaivon syvyys on 60–120 metriä. (Poratek, n.d.).

Parhaimmillaan porakaivon vedenottokyky on sadasta litrasta jopa tuhanteen litraan vuorokaudessa (Poratek, n.d.).



Kuva 7. Porakaivon rakennekuva. (Poratek. n.d)

2.3 Rikkivety

Haju- sekä makuuaste ovat hyviä tapoja havainnoida veden laatua, mutta kaikkia muutoksia ja poikkeamia veden laadussa eivät nekään voi havaita. Tämän takia on kaivoveden tutkituttaminen tärkeää aina 3–6 vuoden välein (LUVYLab, n.d.).

Jos vedessä ilmenee poikkeavuuksia kannattaa ensimmäisenä tutkia kaivon ympäristö; onko siellä tapahtunut muutoksia kuten kaivon rikkoutumista tai muita helposti havaittavia poikkeamia. Mikäli kaivosta on mahdollista saada vesinäyte, kannattaa aistinvaraisesti tutkia, onko kaivovedessä poikkeavaa hajua tai makua verrattuna hanaveteen. Tällä tavalla voidaan helposti päätellä, että johtuuko veden laadun poikkeama kaivosta vai putkistosta. (LUVYLab, n.d.).

Käyttövedessä oleva kananmunan haju johtuu rikkivedystä, joka on ihmisen terveydelle vaaratonta, mutta hyvin epämieluisaa vettä juodessa (Water Research Center, 2023).

Rikkivety voi aiheuttaa korroosiota, joka taas vähentää käyttövesiputkiston elinikää. Rikkivedyllä on myös taipumusta värjätä esimerkiksi kylpyhuoneen laattoja. (Kauppila, 2020).

Talousvedessä esiintyvä rikkivety on suositeltavaa poistaa, vaikka sen esiintyvyys olisikin vähäistä. Vaikka rikkivety ei ole ihmiselle vaarallista, lisää sen poistaminen huomattavasti asumismukavuutta. (Kauppila, 2020).

Rikkivedyn poiston todennäköisesti halvin vaihtoehto on veden ilmaus. Ilmaus-tapoja on monia erilaisia, yhtenä esimerkkinä voisi mainita vedensuodattimen. Toinen vaihtoehto rikkivedyn poistamiselle on veden otsonointi, jossa rikkivety poistetaan otsonikaasun avulla vedestä. (Kauppila, 2020).

2.4 Rauta

Rauta on yksi yleisimmistä veden laatua pilaava alkuaine. Rautaa voi esiintyä suuriakin pitoisuuksia kaikkialla Suomessa. Sitä esiintyy yhtä paljon rengas- sekä porakaivoissa. Pohjaveden sekä kaivoveden rautapitoisuuteen vaikuttavat muun muassa kallioperän koostumus, hapetus-pelkistysolosuhteet, orgaanisten aineiden määrä vedessä sekä veden pH. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, 2024c).

Raudan yleisin pitoisuus kaivovedessä on 40 µg/l. Kaivossa, jossa esiintyy paljon rautaa, on myös paljon mangaania. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, 2024c).

Kotitalouksille, jotka käyttävät omaa vedenhankintaa eli talousvesikaivoa on määritetty raudan enimmäispitoisuudeksi alle 400 µg/l. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista 401/2001. 1 § 3 kohta Liite 1, 2001)

Kuten aiemmin mainittiin, rauta aiheuttaa maku- sekä hajuhaittoja vedessä. Tämän lisäksi suurina pitoisuuksina vesi- sekä saniteettikalusteet voivat

värjäntyä ruskeaksi. Ihmisen terveydelle suuretkaan rautapitoisuudet eivät ole vaarallisia. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, 2024c).

2.5 Mangaani

Mangaani on raudan lisäksi yksi tavallisimmista kaivojen vesiä pilaavista alkuaineista. Huomattavan suuria pitoisuuksia voidaan mitata lähes missä päin Suomea tahansa. Erityisesti mangaania esiintyy porakaivoissa, joista noin 28 % kaivoista on suositukseen nähden liikaa mangaania. Muissa kuin porakaivoissa on noin 11 % mangaania liikaa suositukseen nähden. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, 2024d).

Yksityiskaivoihin on asetettu hieman erilaiset laatutavoitteet kuin kunnallisiin vesijärjestelmiin. Yksityiskaivoissa sallittu enimmäismäärä on alle 100 µg/l mangaania. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista 401/2001. 1 § 3 kohta Liite 1, 2001)

Mangaania pidetään suurelta osin esteettisenä haittana. Jos vedessä on yli 100 µg/l mangaania, voi vesi haista ja maistua pahalle. Liika mangaani pitoisuus vedessä voi myös värjätä vaatteita pyykinpesun yhteydessä. Myös sanitteittikalusteisiin voi kerääntyä mustaa sakkaa. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, 2024d).

Vaikka kaivovedessä ei välttämättä itsessään esiintyisi mangaania, voi sitä silti olla hanavedessä. Syynä tähän on maabakteerit, jotka irrottavat putkistoista sekä vesisäiliöistä mangaania virtauksen mukana, ja näin se kulkeutuu veden käyttäjälle. Veden vaihteleva paine auttaa myös näitä bakteerikertymiä irrottamaan putkistoista. (LUVYLab, n.d.).

Oman kaivoveden mangaanipitoisuus on suositeltavaa mitata, jotta saadaan varmuus siitä, että mangaania ei ole yli sallitun määrän. Mangaanipitoisuutta

ei voida arvioida paikkakuntaakohtaisesti, vaan se on aina mitattava jokaisesta kaivosta erikseen. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, 2024d).

2.6 Veden lämpötilat

Käyttöveden lämpötiloilla on oleellinen merkitys ihmisen terveyden kannalta. Kuumen käyttöveden ollessa minimissään 55-asteista sekä kylmän käyttöveden ollessa maksimissaan 20-asteista, voidaan estää legionellabakteerin leviäminen (Energiatehokas koti, 2020a). 55-asteista vettä on saatava vesihanasta enintään 20 sekunnin kuluessa. (Talotekniikkateollisuus, 2019a).

Kaikki järjestelmät, joissa on lämmintä vettä, mahdollistaa legionellabakteerin kasvun. Kyseinen bakteeri voi sairastuttaa ihmisen, jos sen pitoisuus on vedessä tarpeeksi suuri. Legionellabakteerin pitoisuus voi kasvaa veden ollessa lämpötilaltaan 20–45 astetta. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, 2023).

Veden lämpötilaa voidaan arvioida esimerkiksi laskemalla mahdollisimman kuumaa vettä ämpäriin, jolloin veden lämpötila on helppo mitata. Veden lämpötilan tulisi olla jokaisesta hanasta noin 55 astetta. Mittauksissa kannattaa ottaa huomioon, että mikäli vettä valutetaan kylmään astiaan, voi se viilentää vettä muutamalla asteella. (Energiatehokas koti, 2020a).

2.7 Putkistot

Kiinteistössä käyttöveden jakelu tapahtuu putkistoa pitkin kylmälle sekä kuumalle vedelle erikseen, jokaiselle vesipisteelle. Kuparia on käytetty aina 1920-luvulta alkaen käyttöveden putkimateriaalina. 1990-luvulta alkaen on myös muoviputken käyttö lisääntynyt putkimateriaalina. (Kiinteistö media, 2022).

Nykyisen tiedon mukaan on arvioitu, että oikein suunnitellun sekä asennetun vesijohtoputkiston käyttöikä on keskimäärin 50 vuotta. Poikkeuksena ovat kupariputket, jotka ovat asennettu kiinteistön omavesikaivoon. Näissä putkien

uusiminen voi olla ajankohtaista jo 20–30 vuoden käyttöiässä. (Kiinteistö media, 2022).

2.8 Varaaja

Lämmintä vettä käytetään taloudessa moneen asiaan kuten suihkussa käyntiin, käsien pesuun sekä käsin tiskaamiseen. Sähkölämmitteisissä omakotitaloissa on usein erillinen vedenlämmitin eli lämminvesivaraaja. Näissä lämminvesivaraajissa vesi lämmitetään sähkövastuksella. Yleisin varaaja malli on moduulikokoinen, kaappimallinen lämminvesivaraaja. Toinen paljon käytetty malli on saunanlauteiden alle sijoitettava makaava, sylinterin muotoinen lämminvesivaraaja. Kyseinen malli on loistava valinta, jos tilaa on esimerkiksi kodinhoitohuoneessa vähän. (Talotekniikkateollisuus, 2021b).

Lämminvesivaraajan pitkästä käyttöiästä huolimatta on varaaja vaihdettava tietyn ajan kuluttua. Tyypillisin käyttöikä varaajalla on 20 vuotta, mutta käyttökään vaikuttaa moni muukin tekijä. Esimerkiksi veden laatu vaikuttaa varaajan käyttöikään. (Talotekniikkateollisuus, 2021b).

Lämminvesivaraajalla on iso osuus asumisen energiatehokkuudessa. Uudet lämminvesivaraajat kuluttavat vaatimusten tiukennettua entistä vähemmän energiaa kuin vanhat varaajat. (Talotekniikkateollisuus, 2021b).

Lämminvesivaraajaa valittaessa tulee ottaa monta asiaa huomioon. Ennen vanhaan, kun taloissa oli käytössä kaksoistariffi eli ns. yösähkö ja päiväsähkö lämminvesivaraajat lämmitettiin yöaikaan, kun sähkö oli halvempaa. Tämän takia yhden varaajan koko saattoi olla jopa 300 litraa. Nykyään sähkötariffien hintaero on niin pieni, että kyseisellä yö lämmittämisellä ei saada merkittävää säästöä. Näin ollen varaajan koko voidaan mitoittaa pienemmäksi eli 150–200 litran kokoiseksi. (Talotekniikkateollisuus, 2021b).

2.9 Vesikalusteista yleisesti

Vesikalusteista puhuttaessa tarkoitetaan erityyppisiä veden ottoon tarkoitettuja hanoja. Hana voi olla sekoittajatyypinen, joka on kytketty lämmin- sekä kylmävesijohtoon. Hana voi olla myös laskuhanatyypinen, jotka on myös kytketty lämmin- sekä kylmävesiputkiin. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesilaitteistoihin tarkoitettujen vesikalusteiden olennaisista teknisistävaatimuksista 497/2019, 1 luku 1 §., 2019).

Sekoittajien sekä hanojen keskimääräinen käyttöikä on 15–25 vuotta. Suihku-sekoittajien keskimääräinen käyttöikä on 15 vuotta. Vastaavasti WC-laitteiden keskimääräinen käyttöikä on 20–50 vuotta. (Kiinteistö media, 2022).

Alla olevassa taulukossa on esitetty vesikalusteiden säädösten mukaiset vesivirtaamat.

Taulukko 1. Vesikalusteiden normivirtaamataulukko (Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesilaitteistoihin tarkoitettujen vesikalusteiden olennaisista teknisistävaatimuksista 497/2019. 1 Luku 9 §, 2019).

Keittiöhana	0,2 dm ³ /s
Astianpesukoneventtiili	0,2 dm ³ /s
Pesuallashana ja käsisuihku	0,1 dm ³ /s
Suihkuhana	0,2 dm ³ /s
Kylpyammehana	0,3 dm ³ /s
Laskuhana	0,2 dm ³ /s
Vesipostiventtiili DN15	0,2 dm ³ /s
Vesipostiventtiili DN20	0,4 dm ³ /s

3 KÄYTTÖVEDEN ENERGIANKULUTUS

Lämpimän käyttöveden lämmittämiseen kuluva energia voi olla suurimmillaan jopa puolet kodin vuotuisesta energiankulutuksesta (Energiaviesti, 2022).

Käyttöveden lämmittämiseen tarvittavan energian lisäksi lämpimän veden kiertojohtojen lämpöhäviöt voidaan sisällyttää veden lämmittämiseen tarvittavaan energiaan. Kiertojohtojen lämpöhäviöt voivat usein olla sangen merkittäviä. Vanhoissa rakennuksissa varsinaisen käyttöveden lämmittämiseen kuluva energia voi olla samansuuruinen kuin kiertojohtojen lämpöhäviöt. (Motiva, 2024a). Käyttöveden lämmittäminen ei ole verrannollinen ulkolämpötilaan, joten se tulee erottaa normeerattavasta lämmitysenergian kulutuksesta (Motiva, 2024b).

Lämpimän käyttöveden energiankulutus määritetään seuraavasti:

1. Ensisijaisesti lämpimän käyttöveden energiakulutusta laskettaessa käytetään rakennuksen käyttöveteen perustuvaa arvoa.
2. Kun rakennuksen lämpimän käyttöveden energiankulutusta ei ole mitattu erikseen voidaan se laskea lämpimän käyttöveden kulutuksen mukaan alla olevalla kaavalla 1.
3. Kun lämpimänkäyttöveden määrää $V_{\text{lämmin käyttövesi}}$ ei ole tiedossa, voidaan sen olettaa olevan 40 % veden kokonaiskulutuksesta asuinrakennuksissa.
4. Jos veden kokonaiskulutusta ei ole mitattu, voidaan käyttää lämpimän käyttöveden määränä $V_{\text{lämmin käyttövesi}}$ 60 dm³/hlö/vrk asuinrakennuksissa. (Motiva, 2024b)

Pientaloissa veden keskimääräinen kulutus on 110–120 l/vrk asukasta kohden. Yleisin vaihteluväli kuitenkin on 60–270 l/vrk asukasta kohden. (Energiatehokas koti, 2024b).

Yleisimmin puolet vedestä kuluu peseytymistiloissa ja neljännes WC:ssä sekä saman verran keittiössä. Suihkussa käynti on isoin yksittäinen käyttöveden menekki, ja näin ollen perheen suihkuttelut voivat tuoda tuhansien eurojen laskun vuodessa. (Energiatehokas koti, 2024b).

Alla on listattu tarkasteltavana olevaan kohteeseen sopivat vedensäästövälineet, jotka ovat mahdollisia tehdä pienillä kustannuksilla:

- Hanojen virtaamien säätäminen oikeiksi.
- Hanat, joissa on veden säästötoiminto.
- WC-istuimien, joihin on kaksitehoisuus.
- Keittiöhana, joka on varustettu virtausrajoittimen säädöllä.
- Mikäli rakennukseen on saatavilla merkittävästi edullisempaa yösähköä, on kannattavaa keskitalvella lämmittää varaajaa kytkemällä se kellokytkimeen tai muulla tavoin säätää se toimimaan automatiikalla yöaikaan (Energiatehokas koti, 2024b).

3.1 Käytetyt kaavat

$$Q_{\text{lämmin käyttövesi}} = 58 \times V_{\text{lämmin käyttövesi}} \text{ (Kaava 1.)}$$

$$V_{\text{lämmin käyttövesi}} = \text{Käytetty lämpimän käyttöveden määrä (m}^3\text{/ vuosi)}$$

58 = Veden lämmittämiseen (lämpötilan muutos 50 astetta) tarvittava energiamäärä vesikuutiota kohden (kWh/ m³)

4 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tekemäni kirjoitelma oli toiminnallinen opinnäytetyö, jonka tarkoituksena oli tuoda tietoa työn tilaajalle kohteen vedenjakeluun liittyvistä ongelmista sekä löytää niihin ratkaisut.

Toiminnallisen opinnäytetyön lähtökohtana on konkreettinen ongelma, johon pyritään antamaan vastauksia opinnäytetyön avulla. Toiminnallinen

opinnäytetyö on työelämälähtöinen, se antaa vastauksia käytännön toiminnan kehittamisestä, järjestämisestä, tehostamisesta sekä ohjaamisesta. Toiminnallisesta opinnäytetyöstä saadaan tuotos, joka on esimerkiksi ohjeistus, palvelun toteutus, alakohtainen suunnitelma, mallinnus, konsepti tai konkreettinen tuote. Opinnäytetyössä on esitettävä asiallisen tietoperustan lisäksi toiminnallisen osuuden kuvaus sekä arviointi suhteessa tietoperustaan. (Satakunnan ammattikorkeakoulu SAMK, n.d).

Opinnäytetyössä selvitettiin kohteen vesiputkiston tämänhetkinen tila ensin käymällä jokaisen tarkastelun kohteena olevan vesikalusteen luona tarkastamassa näiden yleiskunto silmämääräisesti.

Tämän jälkeen mitattiin kuuman sekä kylmän veden lämpötilat vesilämpömittarilla kohteen lämmönjakohuoneesta katsottuna kauimmaisesta vesikalusteesta, joka oli kuvassa 4 esitetty kodinhoitohuoneen allashana.

Kun lämpötilat kylmästä sekä kuumasta käyttövedestä oli saatu mitattua, siirryttiin vaiheeseen missä jokaisesta tarkastelun kohteena olevasta vesikalusteesta mitattiin vesimäärät. Vesimäärät mitattiin laskemalla hanasta 30 sekunnin ajan vettä kymmenen litran ämpäriin täydellä teholla. Näin saatu vesimäärä kerrottiin kahdella, josta saatiin yksiköksi litraa per minuutti. Litraa per minuutti saatiin muutettua helposti kertomalla litraa per sekunti luvulla 0,0167, ja näin tulokset ovat samassa yksikössä ja niiden vertaaminen ylempänä esitetyn taulukko 1 arvoihin on helppoa.

5 MITTAUSTULOKSET

Alla olevassa taulukossa on esitetty vesikalusteista saadut vesimäärät, lämpimän veden maksimilämpötila sekä aika, joka meni lämpimän veden saantiin kauimmaisesta vesilaitteesta lämmönjakohuoneesta katsottuna.

Taulukko 2. Lämpimän veden valutusaika sekä saavutettu lämpötila.

Aika (min)	Lämpötila (astetta)
1,33	52

Taulukko 3. Vesikalusteista saadut vesimäärät.

Vesikaluste	l/min	l/s
WC- hana	6	0,1
Suihku	10	0,17
Suihku uusi	8	0,13
Kodinhuoltohuone	4	0,07
Kodinhuoltohuoneen ta- sapohja-allas	6	0,1
Keittiö	10	0,17

5.1 Käyttöveden energiankulutus

Rakennuksessa oli olemassa vesimittari, mutta työn tilaajalta saamani palautteen perusteella veden kokonaiskulutusta ei ole seurattu vuosiin. Vesimittarin ollessa alkuperäinen vuodesta 2000 jaetaan vesimittarin lukema 24 vuodelle.

Vertailun vuoksi lasketaan myös laskennallinen käyttöveden energiankulutus.



Kuva 8. Kohteen lämpimänveden vesimittari. (Heinimäki, 2024)

Vesimittari näytti lämpimänveden määräksi 734 m³, joten jaetaan kyseinen määrä 24 mistä saadaan vuodessa käytetty lämpimän veden määrä.

$$734 \text{ m}^3 / 24 = 30,58 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{lämmin käyttövesi}} &= 58 \text{ (kWh/ m}^3\text{)} \times 30,58 \text{ m}^3 \\ &= 1773,64 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Kohteeseen oli muuttamassa remontin päättyessä kolme henkilö, joten henkilökohtainen lämpimänveden kulutus (60 dm³/hlö) kerrotaan kolmella.

$$3 \times 60 \text{ dm}^3/\text{vrk} = 180 \text{ dm}^3 = 0,180 \text{ m}^3/\text{vrk}$$

Lasketaan kaavalla 1 lämpimän käyttöveden energiankulutus koko vuodelle.

$$\begin{aligned} Q_{\text{lämmin käyttövesi}} &= 58 \text{ (kWh/ m}^3\text{)} \times 0,180 \text{ m}^3/\text{vrk} \\ &= 10,44 \text{ kWh/vrk} \end{aligned}$$

10,44 kWh/vrk x 365 vrk = 3810,6 kWh

6 TULOSTEN KÄSITTELY

6.1 Luotettavuus sekä virhetekijät

Työssä saadut tutkimustulokset on kerätty kohteessa kiertämällä jokainen vesikaluste yksitellen, sekä havainnoitu silmämääräisesti niiden tämänhetkistä kuntoa verrattuna niiden käyttöikään.

Tietoa laitteiston toiminnasta on kerätty kohteen tilaajalta ja käyttäjiltä. Lisäksi tietoa on kerätty internetin tietokannasta ja verrattu tätä tietoa saatuihin tutkimustuloksiin sekä havaintoihin.

Virhemarginaalia työssä nostaa se, että kohdetta tutkittiin vain päällisin puolin, sillä esimerkiksi veden kokonaislaatuista laboratoriotutkimusta ei ollut mahdollista suorittaa.

Myös käyttöveden energiankulutusta laskettaessa vesimittarin lukema jaetaan 24 vuodelle mikä ei vastaa tulevaa energiankulutusta. Lisäksi kohteen historiassa kyseisen talon vedenkulutus on ollut hyvin vaihtelevaa, joten realistista lukemaa on vaikea saada. Myös henkilökohtaista vedenkulutuksen oletusarvoa käytettäessä saatu tulos on viitteellinen.

6.2 Laitteiston kunto

Silmämääräisesti tutkittuna hanat sekä muut vesikalusteet olivat moitteettomassa kunnossa. Missään vesikalusteessa ei ollut havaittavissa esimerkiksi veden tippumista tai vuotoja sen ollessa kiinniasennossa. Myös tilaajalta kysyttäessä ei kyseisiä ongelmia ole ollut aikaisemmin.

Käyttövesikaivo vaikutti silmämääräisesti moitteettomalta. Kaivon kansi oli tukevasti kaivon päällä, ja kaivoa ympäröivä maa-aines vietti pääasiassa pois-päin. Näin on voitu varmistaa, ettei sade- eikä sulamisvedet pääse vahingoittamaan käyttövettä.



Kuva 9. Varaajan lämpötilat. (Heinimäki, 2024)

Kuvassa 9 nähdään kohteen 340 litrainen lämminvesivaraaja, jossa varaajan veden lämpötila on noin 60 astetta. Varaaja on kohteessa alkuperäinen.

6.3 Mittaustulokset

Taulukosta 2 nähdään, että lämpimän veden virtausajaksi saatiin kauimmaisesta vesipisteestä 1,33 minuuttia, joka ylittää reilusti asetusten mukaisen ajan. 55-asteista vettä olisi saatava enintään 20 sekunnin kuluessa vesipisteeltä.

Veden lämpötilaksi saatiin 52 astetta, joka on kolme astetta vähemmän kuin veden lämpötilan tulisi olla.

Taulukko 4. Saadut mittaustulokset vertailtu asetusten mukaisten arvojen kanssa.

Vesikaluste	Saatu tulos (l/s)	Asetus (l/s)
WC- hana	0,1	0,1
Suihku	0,17	0,2
Suihku uusi	0,13	0,2
Kodinhoitohuone	0,07	0,2
Kodinhoitohuoneen tasapohja-allas	0,1	0,2
Keittiö	0,17	0,2

Kuten taulukosta 4 voidaan päätellä, vesimäärät mitatuista kohteista ovat hyvin lähellä asetusten mukaisia vesimääriä. Muutama isompi poikkeus nähdään kohteen vuonna 2020 asennetussa suihkussa, josta saatu mittaustulos jäi asetusten vesimäärästä 0,07 l/s. Lisäksi kodinhoitohuoneen tasapohja-altaan tuloksessa nähtiin isoin heitto 0,1 l/s, mutta kuten tekstissä mainitaan, oli kyseessä lämmönjakuhuoneesta katsottuna kauimmainen vesipiste. Muiden mitattujen vesipisteiden vesimäärät vastaava asetuksia.

6.4 Vesi

Kohteen vedessä havaittiin voimakas rikkivedyn haju, kuten ennen mittauksia oli tiedossa. Lisäksi voidaan päätellä, että pohjavedessä on paljon rautaa sekä mangaania, sillä kohteen naapurissa sijaitsevassa omakotitalossa on esimerkiksi wc-istuimen vesisäiliöön kerääntynyt paljon mustaa öljymäistä sakkaa, joka todennäköisesti on mangaania. Lisäksi naapuritalossa on useita kylpyhuoneen kaakeleita värjäytynyt ja pyykinpesun yhteydessä myös pestävät vaatteet ovat ajoittain värjäytyneet.

7 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Rikkivedyn poistamiseksi käyttövedestä voidaan suositella kaivoon asennettavaa vedenhapetinta. Alla kuvassa 8 on Water 4 you -nimisen yrityksen rikkivedyn poistoon kehitetty hapetin. Kyseisen hapettimen hinta on tällä hetkellä 775 €. Hintaan ei sisälly asennus.



Kuva 10. Aqua-hapetin kaivoveden ilmastamiseen (Water 4 you n.d.)

Toisena vaihtoehtona toimii Jalovesi-nimisen yrityksen KANKDF-44A vedensuodatin, joka poistaa rikkivedyn lisäksi mangaania, rautaa sekä humusta. Kyseisen suodattimen toimintaperiaatteena on suodattaa epäpuhtaudet vedestä massan avulla. Massana toimii kationi- ja anionivaihtohartsit sekä KDF-85-suodatusmassa. KANKDF-44A käyttöikä on 10–20 vuotta. Suodattimen käyttökustannukset ovat arviolta 15 euroa kuukaudessa. Suodattimen hinta on 1690 €, asennus ei sisälly suodattimen hintaan. (Jalovesi Oy, n.db).



Kuva 11. KANKDF-44A-vedensuodatin (Jalovesi Oy. n.d.)

Vesikalusteiden virtauksien osalta voidaan suositella hanojen sekä vanhemman suihkusekoittajan vaihtoa jo pelkästään niiden käyttöiän perusteella, hanoissa käyttöikä on 15–20 vuotta, ja 2000-luvulla rakennetun omakotitalon vesikalusteet alkavat olla jo käyttöikänsä lopussa. Suihkusekoittajassa käyttöikä on 15 vuotta, joten alkuperäinen suihkusekoittajan käyttöikä on ylitetty 9 vuodelle. Hanojen virtauksiin voidaan saada myös vaihtotoimenpiteillä parannusta virtaamien osalta. Vesikalusteiden vaihto parantaa myös omakotitalon energiatehokkuutta, joten näiltä osin voidaan suositella toimenpidettä.

Hanasta saatu lämpimän veden maksimilämpötila 53 astetta, on hieman alle säästösten ja on suositeltavaa nostaa hieman varaajan lämpötilaa sekä mitata tämän jälkeen vedenlämpötila uudestaan. Veden tulisi olla tekstissä mainittu 55 astetta.

Varaajan kohdalla voidaan suositella kokonaan uuden varaajan hankkimista. Varaaja on yli kaksikymmentä vuotta vanha ja se ylittää oman elinikänsä, joka oli 20 vuotta. Varaajan vaihdon hyötyjä on myös se, että nykypäivänä tarjolla

olevat varaajat ovat huomattavasti energiatehokkaampia sekä varaajan kokoa voidaan pienentää 150–200 litraan. Pienempi varaaja vapauttaa myös tilaa lämmönjakohuoneessa.

Tilaaajalle voidaan myös suositella vedenlaadun laboratoriotutkimuksia, jotta voidaan varmistua veden laadusta. Tutkimusten hinta on noin 300 € yrityksen mukaan.

8 LASKENNALLISET KUSTANNUKSET

Talotekniikka-alan työehtosopimuksessa on määritelty eri työsuoritteille normituntiajat, jonka mukaan tämän opinnäytetyön laskennalliset kustannukset on määritetty. Laskennassa on otettu huomioon paljonko kustannuksia syntyisi, jos kohteesta vaihdetaan kaikki hanat, wc-istuimet sekä suihkusekoittaja. Lisäksi taulukkoon on lisätty vedensuodattimen normituntiaika.

Kojeiden eli tässä tapauksessa vedensuodattimen normituntiaikaan sisällytetään kojeiden putkikytkennät ja hanojen, venttiilien sekä varustimien asennukset tai purkutytöt riippumatta siitä, onko kyseessä asennus suoraan kojeisiin tai vaihtoehtoisesti niihin liittyviin johtoihin tai puretaanko ne niistä. (LVI-Tekniset Urakoitsijat LVI-TU ry, 2023).

Laskennassa on oletettu, että työ tehdään urakkana. Urakkasumma (US) saadaan kertomalla normituntien summa (NHS) normituntikertoimella (NHK). Työmaiden putkitöiden normitunnit (NH) kerrotaan 18,63 €/NH. (LVI-Tekniset Urakoitsijat LVI-TU ry, 2023).

Taulukko 5. Tarkasteltavan olevien kalusteiden normituntiajat.

Kaluste	NH/KPL	Kokonaismäärä	NH yhteensä
WC-istuin	1	2	2
Suihkusekoittaja	0,9	1	0,9

Keittiöhana	0,6	2	1,2
Normaalihana	0,6	3	1,8
Vedensuodatin	0,9	1	0,9

Taulukon 5 normituntiaikojen lisäksi laskennassa on otettava huomioon haittatekijät sekä muut työt. Pientalojen kohdalla haittalisäprosentti on 7 %. Saaneerausessa vanhojen asennusten purkutyöistä aiheutuvat lisäkustannukset ovat 15–45 %. (LVI-Tekniset Urakoitsijat LVI-TU ry, 2023).

Taulukosta 5 nähdään, että normituntiaikojen summaksi saatiin 6,8 (NHS). Tästä 6,8 haittalisä 7 % on noin 0,5. Purkutyöstä aiheutuvat lisäkustannuksiksi voidaan olettaa 15 % kohteessa. Näin ollen 6,8 15 % on 1,02.

Yhteensä siis normituntiaikojen summaksi saadaan 8,32 (NHS). Kerrotaan normituntien summa (NHS) normituntikertoimella (NHK), josta saadaan urakkasumma: $8,32 * 18,63 = 155 \text{ € (US)}$. Saatuun urakkasummaan 155 € laskeaan sosiaalikulut kertoimella 1,7, josta tulee 263,5 €. Voidaan olettaa, että katteen määrä on 15 %, josta saadaan summaksi 303 €. Tähän lisätään alv, joka on 24 % = $303 * 1,24 = 375,70 \text{ €}$.

Täytyy muistaa, että saatu urakkasumma on suuntaa antava, sillä summaan lisätään asentajan kilometrikorvaukset sekä ateriakorvaukset riippuen missä urakkaa laskeva yritys sijaitsee. Lisäksi todenmukaiseen urakkalaskelmaan lisätään työnjohtokulut laskelmaan, joka on huomattava lisä kustannuksiin.

9 OPINNÄYTETYÖ PROSESSINA

Opinnäytetyön tekeminen oli itselleni vaihtelevaa. Aihe oli itsessään mielenkiintoinen, mutta aikataulullisesti ei päästy siihen mihin olisin halunnut. Lähiinnä omien vaikeuksien takia. Koulussa oli opintojen aikana käyty hyvin vähä

asiaa vedestä itsessään, joten opinnäytetyön aikana veteen tutustuminen oli paikallaan. Koen kehittyneeni "raportin" kirjoittajana opinnäytetyön aikana.

Tulokset eivät sinällään olleet yllättäviä, sillä etukäteen saamat tiedot kohteesta viittasivat vahvasti arvioituihin tuloksiin jo työn alkuvaiheessa. Toivon, että työstäni on tilaajalle hyödyllistä tietoa kohteen veden tilasta ja myös vesikalusteiden kunnosta. Tulevaisuudessa vanhentuneet vesikalusteet voivat hajota, sekä vuodot voivat lisääntyä. Veden laboratoriotutkimus olisi kertonut enemmän veden tilasta, mutta tällä kertaa kyseistä tutkimusta ei kustannuksellisista syistä ollut mahdollista tehdä.

10 LÄHDELUETTELO

- Energiatehokas koti. (27. 10 2020a). *Energiatehokas koti*. Noudettu osoitteesta Käyttövesivaraajan lämpötila ja lämpöhukan pienentäminen. Haettu 15.07.2024:
https://www.energiatehokaskoti.fi/korjaaminen/vesikiertoisen_lammonj_aon_energiatehokkuuden_parantaminen/kayttovesivaraajan_lamopotila_ja_lampohukan_pienentaminen
- Energiatehokas koti. (08. 05 2024b). *Energiatehokas koti*. Noudettu osoitteesta Käyttövesi. Haettu 05.05.2024:
https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/kayttovesi
- Energiaviesti. (19. 09 2022). *Energiaviesti*. Noudettu osoitteesta Käyttöveden osuus kodin energiankulutuksesta on merkittävä. Haettu 22.06.2024:
<https://www.energiaviesti.fi/kotona/kayttoveden-osuus-kodin-energiankulutuksesta-on-merkittava.html>
- Jalovesi Oy. (n.da). *Jalovesi*. Noudettu osoitteesta Rikkivety vedessä:
<https://jalovesi.fi/vedensuodatuslaitteet/rikkivety/>
- Jalovesi Oy. (n.db). *Jalovesi Oy*. Noudettu osoitteesta KANKDF-44A Vedensuodatin, humuksen, raudan ja mangaanin poisto. Haettu 25.07.2024: <https://jalovesi.fi/tuotteet/kankdf-44a-vedensuodatin-humuksen-raudan-ja-mangaanin-poistoon/>
- Kauppila, A. (2020). *Radon ja rikkivety talousvedessä. [AMK-opinnäytetyö, Metropolia ammattikorkeakoulu]*. Helsinki: Theseus.
- Kiinteistö media. (2022). *Isännöinnin käsikirja*. Haettu 20.05.2024. Helsinki: Kiinteistö media.
- LUVYLab. (n.d.). *LUVYLab*. Noudettu osoitteesta Yleisimpiä kysymyksiä kaivoveden tutkimisesta. Haettu 13.05.2024:
<https://luvylab.fi/yleisimpia-kysymyksiä-kaivoveden-tutkimisesta/>
- LVI-Tekniset Urakoitsijat LVI-TU ry. (2023). *TALOTEKNIikka-ALAN LVI-toimialan työehtosopimus 2023-2025*. Haettu 31.07.2024. Jyväskylä: LVI-Tekniset Urakoitsijat LVI-TU ry.
- Motiva. (05. 02 2024a). *Motiva*. Noudettu osoitteesta Laskukaavat: Lämmin käyttövesi. Haettu 31.06.2024:
https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kiinteiston_energian kaytto/kulutuksen_normitus/laskukaavat_lammin_kayttovesi
- Motiva. (05. 02 2024b). *Motiva*. Noudettu osoitteesta Laskukaavat: Lämmin käyttövesi. Haettu 20.06.2024:
https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kiinteiston_energian kaytto/kulutuksen_normitus/laskukaavat_lammin_kayttovesi

Oras. (n.d.). Oras. Noudettu osoitteesta Oras Safira. Haettu 25.07.2024:
<https://www.oras.com/fi/tuoteperheet/oras-safira/pesuallashana/1021F>

Poratek. (n.d.). *Poratek*. Noudettu osoitteesta Erinomaista käyttövetä porakaivosta. Haettu 02.07.2024: <https://www.poratek.fi/vesikaivot/>

Satakunnan ammattikorkeakoulu SAMK. (n.d.). *Satakunnan ammattikorkeakoulu*. Noudettu osoitteesta Kirjallisten töiden ja opinnäytetyön ohjeet. Haettu 02.05.2024:
<https://www.samk.fi/opiskelijalle/kirjallisten-toiden-ja-opinnaytetyon-ohjeet/#section-12>

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista 401/2001. 1 § 3 kohta Liite 1. (17. 5 2001). *FINLEX*. Noudettu osoitteesta Sosiaali- ja terveysministeriön asetus pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista 401/2001. 1 § 3 kohta Liite 1 (Haettu 23.08.2024):
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2001/20010401#Pidm46111190665504>

Suomen ympäristökeskus. (16. 08 2021). *Vesi.fi*. Noudettu osoitteesta Kaivoveden laatu: <https://www.vesi.fi/vesitieto/kaivoveden-laatusyventava-sisalto/>

Talotekniikkateollisuus. (24. 01 2019a). *Talotekniikka info*. Noudettu osoitteesta Käyttöveden lämpötila ja laatu. Haettu 27.05.2024:
<https://talotekniikkainfo.fi/esimerkit/kayttoveden-lampotila-ja-laatu>

Talotekniikkateollisuus. (n.d. 2021b). *Talotekniikka info*. Noudettu osoitteesta Käyttövesivaraajan uusinta älyvaraajalla (Haettu 23.08.2024):
<https://talotekniikkainfo.fi/ratkaisut-etusivu/kayttovesivaraajan-uusinta-alyvaraajalla>

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. (12. 05 2023a). *Terveyden ja hyvinvoinnin laitos*. Noudettu osoitteesta Legionellabakteerit vesijärjestelmissä. Haettu 02.05.2024:
<https://thl.fi/aiheet/ymparistoterveys/vesi/legionellabakteerit-vesijarjestelmissa>

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. (07. 12 2023b). *Terveyden ja hyvinvoinnin laitos*. Noudettu osoitteesta Kaivovesi. Haettu 13.06.2024:
<https://thl.fi/aiheet/ymparistoterveys/vesi/kaivovesi>

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. (22. 03 2024c). *Terveyden ja hyvinvoinnin laitos*. Noudettu osoitteesta Rauta. Haettu 13.06.2024:
<https://thl.fi/aiheet/ymparistoterveys/vesi/kaivovesi/kaivoveden-kemiallinen-laatu/kaivovedessa-luonnostaan-esiintyvät-kemialliset-aineet/rauta>

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. (22. 03 2024d). *Terveyden ja hyvinvoinnin laitos*. Noudettu osoitteesta Mangaani. Haettu 13.06.2024:

<https://thl.fi/aiheet/ymparistoterveys/vesi/kaivovesi/kaivoveden-kemiallinen-laatu/kaivovedessa-luonnostaan-esiintyvät-kemialliset-aineet/mangaani>

Water Research Center. (n.d. 2023). *Know your H2O*. Noudettu osoitteesta Get Informed | Sulfate, Hydrogen Sulfide, Sulfate-Reducing Bacteria, and Sulfur. Haettu 21.05.2024: <https://www.knowyourh2o.com/indoor-6/sulfur-hydrogen-sulfide-sulfate-and-sulfate-reducing-bacteria>

Ympäristöministeriö. (2007). *D1 SUOMEN RAKENTAMISMÄÄRÄYSKOKOELMA*. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesilaitteistoihin tarkoitettujen vesikalusteiden olennaisista teknisistävaatimuksista 497/2019, 1 luku 1 §. (11. 04 2019). *FINLEX*. Noudettu osoitteesta Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesilaitteistoihin tarkoitettujen vesikalusteiden olennaisista teknisistävaatimuksista. Haettu 05.05.2024: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20190497>

Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesilaitteistoihin tarkoitettujen vesikalusteiden olennaisista teknisistävaatimuksista 497/2019. 1 Luku 9 §. (11. 4 2019). *FINLEX*. Noudettu osoitteesta Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesilaitteistoihin tarkoitettujen vesikalusteiden olennaisista teknisistävaatimuksista 497/2019. 1 Luku 9 §. (Haettu 23.08.2024): <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20190497>