

Eetu Honkala

**PURKUKOHTEN PURKUJAKEIDEN MÄÄRÄLLINEN LASKEMINEN TIETO-
MALLISTA**

PURKUKOHTEN PURKUJAKEIDEN MÄÄRÄLLINEN LASKEMINEN TIETO- MALLISTA

Eetu Honkala
Opinnäytetyö
Kevät 2025
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma, rakennustuotanto

Tekijä: Eetu Honkala

Opinnäytetyön nimi: Purkukohteen purkujakeiden määrällinen laskeminen tietomallista

Työn ohjaajat: Kai Tolonen ja Ari Oikarinen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2025

Sivumäärä: 28

Rakentamisen toimintaympäristö on muutoksessa. Uusi rakentamislaki ohjaa kestävän rakentamisen suuntaan ja painottaa vähähiilisyttä sekä rakennusten pitkäikäisyyttä. Uusi rakentamislaki määrittelee rakennusten elinkaariominaisuudet, joita ovat säilyvyys, vähähiilisyys ja uudelleenkäytettävyys. Purkujätteen kierrätykseen on panostettu Suomessa viime aikoina entistä enemmän. Suomella on tavoitteena saada nostettua kierrätysaste yli 70 prosenttiin vuoteen 2027 mennessä.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, miten tietomallinnusta voi hyödyntää rakennuksen purkumateriaalien määrällisessä laskemisessa. Opinnäytetyön esimerkkikohteena toimi myllyojan terveyskeskus, joka purettiin kesällä 2024. Pyrkimyksenä oli lisätä ymmärrystä tietomallipohjaisen suunnittelun tuomasta lisäarvosta purkuhankkeessa. Vuonna 2026 kohteen tietomallintaminen tulee pakolliseksi rakennusluvan saantia varten sekä purkuhankkeissa tullaan vaatimaan purkumateriaali- ja rakennusjätteselvitys syntyvästä jätteestä.

Opinnäytetyössä paneuduttiin ajankohtaisiin aiheisiin, kuten rakennusalan digitalisoitumiseen, kierrättämiseen ja Suomen tavoitteisiin kierrätyksen suhteen. Opinnäytetyön alussa kerrottiin tietomallintamisesta purkuhankkeissa ja millaisia purkuhankkeet ovat. Lisäksi työssä käytiin läpi purkamiseen liittyvää lainsäädäntöä sekä purkukohteen vaarallisia jätteitä. Työssä esiteltiin purkukohde, ja purkujakeiden määrän arvioimiseksi myllyojan terveyskeskuksesta tehtiin tietomalli, josta saatiin jakeiden määrät. Tulososiossa vertailtiin tietomallista saatuja purkujakeiden määriä laskettuihin ja vaalalla punnittuihin jätemääriin. Lopussa esiteltiin johtopäätökset ja pohdittiin tietomallinnuksen potentiaalista käyttöä purkuhankkeissa.

Mallinnus tehtiin Revit-ohjelmalla. Mallinnuksesta saadut tulokset olivat todenmukaiset lukuun ottamatta suhteellisen runsasta tiili- ja betonijätteen määrää, mikä viittaisi siihen, että kasassa oli maa-ainesta sekä muuta jätettä seassa. Mallista saadut tulokset ovat luotettavia, koska tietomallin antamat määrät vastasivat todellisia jätelukemia.

Asiasanat: Kiertotalous, Tietomallinnus, Purkaminen, Purkujäte

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Civil Engineering, House Building Engineering

Author: Eetu Honkala

Title of thesis: Quantitative calculation of the demolition waste from the data model

Supervisors: Kai Tolonen and Ari Oikarinen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2025

Number of pages: 28

The construction industry is undergoing change. Finland's new construction law directs the focus toward sustainable construction and emphasizes low carbon emissions as well as the longevity of buildings. The new construction law defines the life-cycle characteristics of buildings, including durability, low carbon emissions, and reusability.

The aim of this thesis was to explore how modeling can be utilized in the quantitative calculation of building demolition materials. The aim was to increase understanding of the added value brought by data model-based design in the demolition project. In 2026, building information modeling (BIM) will become mandatory for obtaining a building permit, and demolition projects will require a demolition material and construction waste report detailing the waste generated.

The thesis focused on current topics such as the digitalization of the construction industry, recycling, and Finland's recycling goals. At the beginning of the thesis, modeling in demolition projects and the nature of demolition projects were discussed. In addition, the thesis reviewed legislation related to demolition and the management of hazardous waste at demolition sites.

Keywords: Circular economy, Building information modeling, Demolition

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	MALLINNUKSEN PURKUHANKKEESSA	7
2.1	Tutkimuksessa käytetyt menetelmät	7
2.2	Purkuhanke	7
2.3	Purkukohteen tietomallintaminen	8
2.4	Mallinnuksen tarkkuustasot	9
2.5	Purkutyösuunnitelma	9
2.6	Purujätteen kierrätys ja kiertotalous julkisissa purkuhankkeissa.....	10
2.7	Kierrätyksen tavoitteet ja toimenpiteet vuoteen 2027	11
3	PURKAMISEEN LIITTYVÄ LAINSÄÄDÄNTÖ JA ASETUKSET	12
3.1	Rakentamislaki	12
3.2	Rakennusjätetietokanta	14
3.3	Alueidenkäyttölaki	14
3.4	Jätelaki	15
4	VAARALLISET JÄTTEET	16
4.1	Asbestipurkamisen ennakkotyöt.....	16
4.2	Asbesti	17
4.3	Raskasmetallit	17
4.4	Kyllästetty puu	17
4.5	PAH- ja PCB-yhdisteet	18
5	MYLLYOJAN TERVEYSKESKUS	19
5.1	Purkamisen syy	19
5.2	Myllyojan terveyskeskuksen vaaralliset jätteet	20
5.3	Tietomallinnuksen tulokset	22
6	YHTEENVETO	24
	LÄHTEET	26

1 JOHDANTO

Purkuhankkeet ovat keskeinen osa rakennusalan toimintaa, kun rakennusten elinkaari saavuttaa päätepisteensä huonon kuntosuorituksen vuoksi. Purkuhankkeissa yhdistyvät taloudelliset, ekologiset ja tekniset näkökulmat, sillä rakennusten purkaminen ja jätteiden kierrätys vaativat huolellista suunnittelua ja nykyaikaisia menetelmiä. Purkuhankkeet on toteutettava niin, että ne täyttävät lainsäädännön asettamat vaatimukset muun muassa turvallisuus- ja ympäristövaatimukset. Vanhojen rakennusten purkaminen ei ole helppoa se aiheuttaa kustannuksia sekä kuormittaa ympäristöä. Purkamisesta syntyy jätettä, melua, pölyä. Rakennus- ja purkujäte on suomen toiseksi suurin jätelaji ja jätteen hyödynnettävyyssprosentti on maltillinen.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää tietomallinnuksen avulla purkamisen kiertojakeiden määrä. Opinnäytetyössä pohditaan, voidaanko rakennuksen tietomallista saada otettua tiedot purkumateriaali- ja rakennusjäteselvitystä varten, koska vuodesta 2026 eteenpäin selvitys vaaditaan syntyvästä jätteestä.

Opinnäytetyössä vertaillaan niin sanottua perinteistä tyyliä, jossa jätekasat punnitaan vaa'alla, ja tietomallinnusta, jossa purettava rakennus mallinetaan karkealla tasolla, jolloin saadaan tietää, mitä materiaaleja rakennuksessa on ja kuinka paljon. Keskeinen kysymys on se, mikä on riittävän mallinnuksen taso, jotta tulokset ovat luotettavia. Työssä pyritään myös selvittämään, riittävätkö pelkät 2D-piirustukset vai tarvitaanko laserkeilausmalli ja kuinka paljon materiaaleja saadaan hyödynnettyä. Lisäksi opinnäytetyössä pohditaan uuden rakennuslain vaikutuksia purkuhankkeisiin sekä ympäristöön.

2 MALLINNUS PURKUHANKKEESSA

Tietomallintamalla rakennuksesta luodaan tietokoneohjelmalla yksi tai useampi todellisuutta vastaava virtuaalimalli. Tietomallinnuksella tarkoitetaan siis tekniikkaa, jossa tietokoneella hahmotettuun malliin luodaan tekstuureja ja materiaaleja, joilla jäljitellään rakennuksen täsmällistä geometriaa. Tietomalli sisältää tiedot, jotka tukevat rakennuksen ja rakentamisen suunnittelua kaikissa vaiheissa. Kaikki rakennusta esittävät mallit eivät ole tietomalleja. Mallit, joissa on vain visuaalista tietoa 3D-muodossa ilman määritteleviä tietoja, eivät ole tietomalleja. (Tekla.)

Tietomallinnus mahdollistaa yksityiskohtaisten tietojen keräämisen rakennuksesta ja kaikki reaaliaikainen tieto purkukohteesta saadaan kaikkien asiantuntijoiden käyttöön. Tietomallinnusohjelmia on erilaisia, kuten Vertex, Revit, ArchiCAD ja Tekla. (Niemi 2022.). Tässä työssä tietomallinnus tehtiin Revit-ohjelmalla.

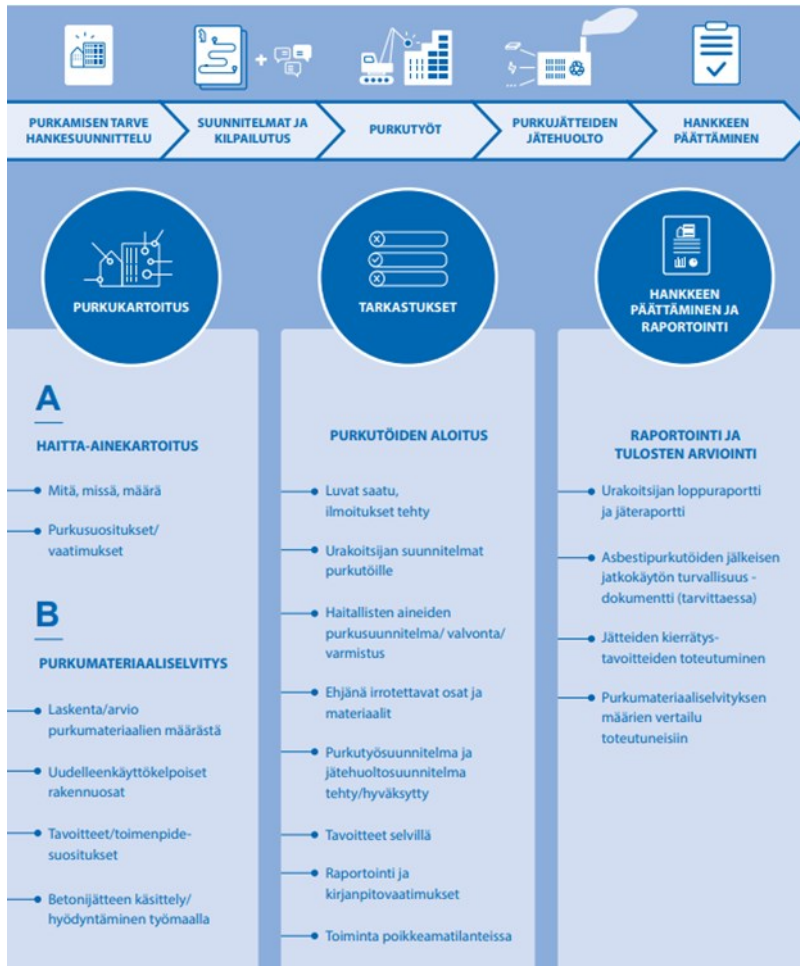
2.1 Tutkimuksessa käytetyt menetelmät

Työssä perehdyttiin tietomallinnukseen ja purkuhankkeisiin. Lisäksi kerrottiin uudesta lainsäädännöstä purkuhankkeiden näkökulmasta sekä yleisesti vaarallisista jätteistä, ja niiden haittavaikutuksista ihmisiin ja ympäristöön. Työ oli tapaustudkimus, jonka esimerkkikohteena toimii Myllyojan terveyskeskus. Työssä käytettiin hyödyksi terveyskeskuksen purkuhanke aineistoa. Rakennus tietomallinnettiin Revit-ohjelmalla rakennepiirustuksista. Valmiin tietomallin pohjalta saatiin purkujakeiden määrät. Mallinnuksen tuloksia arvioitiin asiantuntijan kanssa.

2.2 Purkuhanke

Purkuhankkeella tarkoitetaan hanketta, jossa rakennuksen korjaaminen tai käytöstä poistaminen edellyttää rakenteiden tai rakennuksen purkamista. Kuvassa 1 on esitetty purkuhankkeen vaiheita. Purkuhankkeeseen kuuluu ainakin seuraavat vaiheet: purkamistarpeen määrittely ja suunnittelu, purkutyöt, purkujätteen kierrättäminen eli jätehuolto ja loppuraportointi. (Lehtonen 2019,13.)

Purkamiseen liittyy myös asbesti- ja haitta-ainekartoitus, jolla saadaan selville, onko rakennuksessa ihmisille tai ympäristölle haitallisia aineita. Haitallisten aineiden purkaminen vaatii aina erikoistoimenpiteitä. Olennainen osa purkuhanketta on myös erilaisten lupien hakeminen sekä suunnitelmien ja selvitysten tekeminen. (Lehtonen 2019,13.)



KUVA 1. Purkuhankkeen laadunvalvonta hankkeen eri vaiheissa (Lehtonen 2019)

2.3 Purkukohteen tietomallintaminen

Tietomallinnusta voidaan käyttää rakennuksen purkamisen suunnittelussa avuksi. Purkuhankkeessa tietomallinnus voidaan ottaa käyttöön heti hankkeen alussa. Kaikki projektin osapuolet pääsevät käsiksi ajan tasalla olevaan tietomalliin, koska tehdyt muutokset päivittyvät automaattisesti. Tietomallin avulla voidaan tehdä melun, pölyn ja värinän arviointi simulaatio sekä purkamisjärjestys simulaatio. Yleensä vanhoista rakennuksista ei ole tehty tietomallinnusta, koska tietomallinnus on suhteellisen uusi työkalu. Tietomallinnuksen avulla voidaan mallintaa purettavan rakennuksen kaikki osat ja niihin liittyvät materiaalit. (Tredee.)

Tietomallinnus mahdollistaa tiedon keräämisen rakennuksen eri materiaaleista, kuten betonista, teräksestä, puusta, villoista ja muoveista. Tietomallinnuksen avulla voidaan havainnollistaa lähes mitä tahansa isoista kauppakeskuksista pieniin erämökkeihin. Purkukohteeseen voi tutustua myös virtuaalisesti ilman työmaakäyntejä. (Treedee.)

2.4 Mallinnuksen tarkkuustasot

Tietomallin tarkkuustasojen avulla pyritään valitsemaan käyttötarkoituksiin sopiva tietomallin sisältö sekä mallinnustarkkuus. Yleiset tietomallinnusvaatimukset asettavat vaatimukset kolmelle eri tarkkuustasolle. Mallinnuksen tarkkuustaso vaikuttaa suoraan tarvittuun työmäärään. (YTV 2012.)

Ensimmäisen tarkkuustason mukaan mallinnetaan sijainnin ja perusgeometrian osalta oikein ja sen perusteella voidaan tehdä eri suunnittelualojen yhteensovittaminen. Toisella tarkkuustasolla mallinnetaan niin, että määritellään rakennetyypit ja rakenteiden kokonaismäärät selviävät tietomallista. Toisen tason tarkkuutta tarvitaan hankevaiheessa, jotta voidaan tehdä määrälaskentaa tietomallin perusteella. Kolmannella tarkkuustasolla kohde mallinnetaan yksityiskohtaisesti muun muassa ikkunoiden ja ovien tyypit ja aukkomitat. (YTV 2012.)

2.5 Purkutyösuunnitelma

Purkutyösuunnitelmassa kuvataan purkutyön tekemiseen liittyvät oleelliset asiat, kuten purkumenetelmät, turvallisuuden varmistaminen ja purkamisjärjestys. Purkutyösuunnitelman tulee sisältää myös purkujätteen jätahuoltosuunnitelman. Suunnitelman sisältö sisältää esimerkiksi seuraavallaiset tiedot:

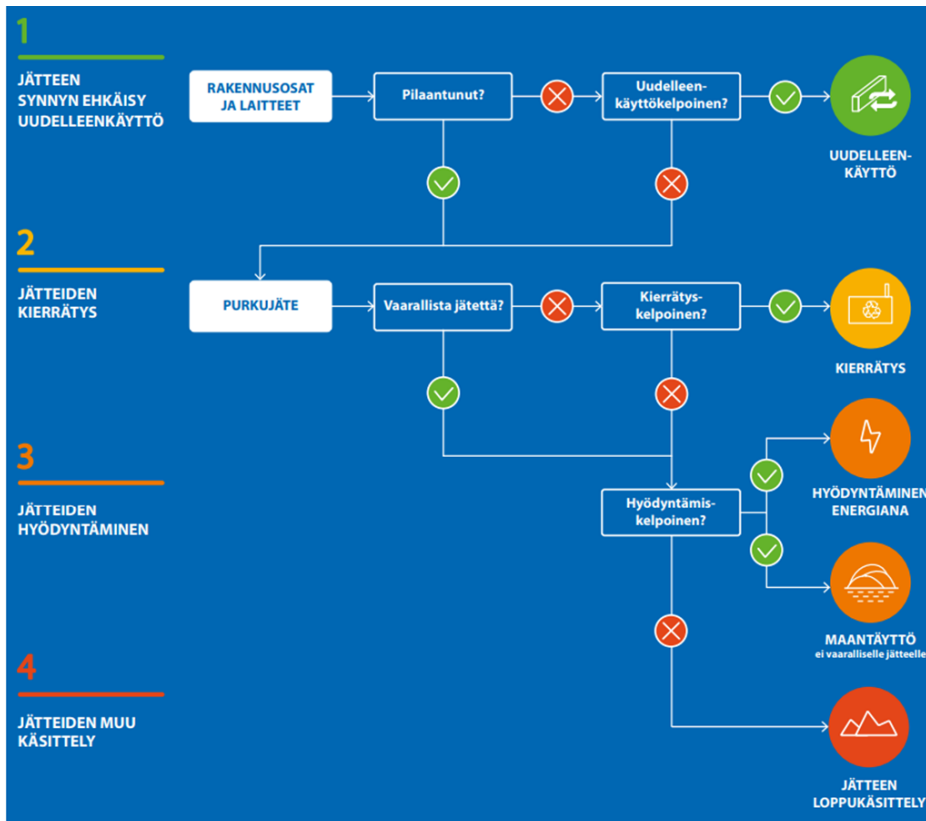
1. työmaan yleistiedot
2. työn johtaminen, hankkeen osapuolet ja yhteystiedot
3. töiden organisointi, työvaihe aikataulu ja yhteensovitus
4. purkutyöjärjestys
5. työmenetelmät, koneet ja laitteet
6. rakenteiden kantavuus ja tarvittavat tuennat, sidonnat ja vahvistamiset
7. purkutöiden turvallisuuden varmistaminen, kuten putoamissuojaus sekä henkilösuojaimet (sisältää myös työntekijöiden perehdytys ja riskienhallintatoimenpiteet)
8. haitallisia aineita sisältävien materiaalien purkumenetelmät, käsittely ja jätahuolto

9. muiden purkumateriaalien määrät, erilleen kerättävät jätelajit ja vastaanottoaikat
10. ympäristön suojaustoimenpiteet ja pölyntorjunta
11. perehdytykset
12. tiedottaminen purkutöistä. (Lehtonen 2019,83.)

2.6 Purkujätteen kierrätys ja kiertotalous julkisissa purkuhankkeissa

Ihmiskunta käyttää luonnonvaroja noin 1,5 kertaa nopeammin kuin maapallo ehtii tuottaa ja suomalaiset kuluttavat niitä jopa kolminkertaisesti. Useiden tärkeiden raaka-aineiden, kuten metallien, ehtyminen on todellinen uhka, mikä korostaa kierrätyksen merkitystä. Purkujäte poikkeaa uudis- ja korjausrakentamisen jätevirrasta. Määrällisesti eniten purkamisessa syntyy betoni- ja tiilijätettä. Rakennus- ja purkujätteelle on järjestettävä erilliskeräys siten, että mahdollisimman suuri osa jätteestä voidaan toimittaa uudelleenkäyttöön taikka muutoin kierrättää tai hyödyntää. Purkutöiden suunnittelulla ja toteutuksella vaikutetaan siihen, miten syntyvää jätettä voidaan kierrättää. (Ympäristö 2023.)

Purkuhankkeessa jätteiden käsittely ja kierrättäminen on tärkein työvaihe. Kierrätyksen avulla pyritään minimoimaan kaatopaikalle vietävät materiaalit ja maksimoimaan jätteiden uusiokäyttö. Kuvassa 2 on esitetty purkujätteiden etusijajärjestys. Mikäli jätettä ei voida uusiokäyttää, jäte on kierrätettävä. Kierrätyksessä jäte hyödynnetään materiaalina, jolloin erilliskerätyt jätejakeet viedään jatkojalostettavaksi tai suoraan raaka-aineeksi uusien tuotteiden valmistukseen. Esimerkiksi lasit toimitetaan uusien lasien tai lasivillan raaka-aineeksi. Polttokelpoinen jäte, jota ei voida kierrättää, voidaan hyödyntää energiana. Jäte, jota ei voi hyödyntää, viedään loppukäsitteltäväksi. (Kuittinen 2019.)



KUVA 2. Purkujätteen etusijajärjestys (Lehtonen 2019)

2.7 Kierrätyksen tavoitteet ja toimenpiteet vuoteen 2027

Materiaalina hyödyntämisellä tarkoitetaan jätteen uudelleenkäytön valmistelua, kierräystä materiaalina sekä sellaisia maantäyttötoimia, joissa jätteellä korvataan uusia, neitseellisiä raaka-aineita. Materiaalina hyödyntämistä ei ole jätteen hyödyntäminen energiana. Ympäristöministeriön laatiman valtakunnallisen jätesuunnitelman tavoitteena on se, että rakennus- ja purkujätteestä hyödynnetään materiaalina vähintään 70 prosenttia vuoteen 2027 mennessä. Aluksi tavoitteena oli saada materiaalin hyödynnettävyysprosentti 70 prosenttiin vuonna 2020, mutta se ei toteutunut. Vuonna 2022 materiaalihyödynnys prosentti oli 54. (Ympäristö 2022.)

Osittaisena esteenä tavoitteille on se, että ei tiedetä, miten eri tuotteet kierrätetään. Rakennustieto.fi on julkaissut tuotetieto.fi nimisen palvelun. Palvelussa on yli 40 000 tuotteen tai pakkausmateriaalin tiedot, miten ne kierrätetään ja mihin jätteastiaan nämä lajitellaan. Palvelusta jokainen voi käydä tarkistamassa rakennustuotteiden sekä niiden pakkausmateriaalien kierrätettävyyssiedot. Palvelun tavoitteena on kierrättämisen helpottaminen, koskemattomien raaka-aineiden suojeleminen sekä hiilijalanjäljen pienentäminen. (Rakennustieto 2024.)

3 PURKAMISEEN LIITTYVÄ LAINSÄÄDÄNTÖ JA ASETUKSET

Tämän kappaleen luvuissa on kuvattu rakennuksen purkamiseen liittyvää lainsäädäntöä. 1.1.2025 tuli käytäntöön uusi rakentamislaki. Uusi rakentamislaki tuo monenlaisia muutoksia rakentamisen lainsäädäntöön. Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 muuttui alueidenkäyttölaiksi ja rakennuslaiksi. Uuden rakennuslain tavoitteina on tukea kiertotaloutta, ohjata vähähiiliseen rakentamiseen, parantaa purku- ja rakennusjätetilastoinnin laatua, yhdenmukaistaa purkumateriaaleihin liittyvää tietoa ja tehostaa käyttöä digitalisaation avulla. Uudessa rakentamislaisissa määritellään rakennusten elinkaariominaisuudet, joita ovat uudelleenkäytettävyys joustavuus ja säilyvyys.

3.1 Rakentamislaki

Rakentamishankkeeseen aikovan on rakentamis- tai purkamislupaa hakiessaan tai tehdessään purkamisilmoituksen esitettävä purkumateriaali- ja rakennusjätteselvitys, josta on käytävä ilmi arviot rakennus- tai purkuhankkeessa syntyvien purkumateriaalien määrästä. Selvitystä ei kuitenkaan edellytetä hankkeissa, joissa purkumateriaalien määrä on vähäinen. Jos uusi rakennushanke ei sisällä purkamista on vain ilmoitettava pois kuljetettava maa- ja kiviaineksen määrä. (Tukes 2024.)

Rakennus- tai purkuhankkeen valmistuttua on tehtävä purkumateriaali- ja rakennusjätteselvitys niin, että siitä tulee ilmi tiedot rakennuspaikalta pois kuljetettujen rakennus- ja purkujätteiden määrästä, toimituspaikoista ja käsittelystä. Myös uuden rakennuksen rakentamishankkeen selvitykseen on lisättävä tiedot syntyneistä rakennusjätteistä. Rakennus- ja purkujätteen erilliskeräysvelvollisuudesta säädetään jätelain (646/2011) 15 §:ssä ja sen nojalla annetuissa säännöksissä. (Tukes 2024.)

Rakentamishankkeeseen ryhtyvän täytyy ilmoittaa Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämään tietokantaan purkumateriaali- ja rakennusjätteselvityksessä edellytetyt tiedot. Ympäristöministeriön asetuksella voidaan antaa tarkempia säännöksiä purkumateriaali- ja rakennusjätteselvityksen sisällöstä, laadinnasta ja tietojen ilmoittamisesta. (Tukes 2024.)

Rakennukset suunnitellaan ja rakennetaan elinkaariominaisuuksiltaan vähähiilisesti, ekologisesti sekä tekniseltä käyttöiltään pitkäikäiseksi. Pohjarakenteiden ja kantavien rakenteiden kestävyys on kiinnitettävä erityistä huomiota. Rakennuksen tilojen, rakennusosien sekä teknisten järjestelmien käyttöikä, korjattavuus, muunneltavuus sekä rakennusosien purettavuus ja uudelleenkäytettävyys on niin ikään kiinnitettävä huomiota. (Tukes 2024.)

Suomi tavoittelee hiilineutraaliutta vuoteen 2035 mennessä. Tavoitteena on edistää Suomen rakennus- ja kiinteistöalaa koskevia ilmastotavoitteita pienentämällä rakennuksien, rakentamisen ja rakennusmateriaalien hiilijalanjälkeä. Uusi laki velvoittaa rakentamislupavaiheessa raportoimaan rakennuksen vähähiilisyys ja hiilijalanjälki. Lain tavoitteena on lisätä eri toimijoiden tietoisuutta rakennusten rakentamis-, korjaus- ja purkutöiden ilmastovaikutuksista sekä rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen arviointeihin liittyvää tietämystä. Tietoisuuden lisääminen auttaisi eri toimijoita vähentämään rakentamisen ilmastovaikutuksia. (HE139/2022.)

Rakennuksen materiaaliselosteen laatimisvelvoite on olennainen osa vähähiilisuuden arvioimiseksi ja siten keskeinen osa hallitusohjelman pohjalta valmisteltavaa vähähiilisuuden sääntelyä. Selosteeseen sisällytetään tiedot rakennuksen osista, materiaaleista sekä materiaalien alkuperästä. Suurin osa materiaaliselosteen tiedoista kerättäisiin samassa prosessissa kuin rakennuksen ilmastotuloselvitystä varten tarvittavat tiedot. Materiaaliseloste toimisi ilmastotuloselvityksen pohjana, mutta myös tietolähteenä rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeiden laatimisessa. Tarkoituksena on, että materiaaliseloste liitetään rakennuksen tietomallin tietoihin, jolloin se muodostuu osana digitaalisen tiedon tuotantoprosessia. (HE139/2022.)

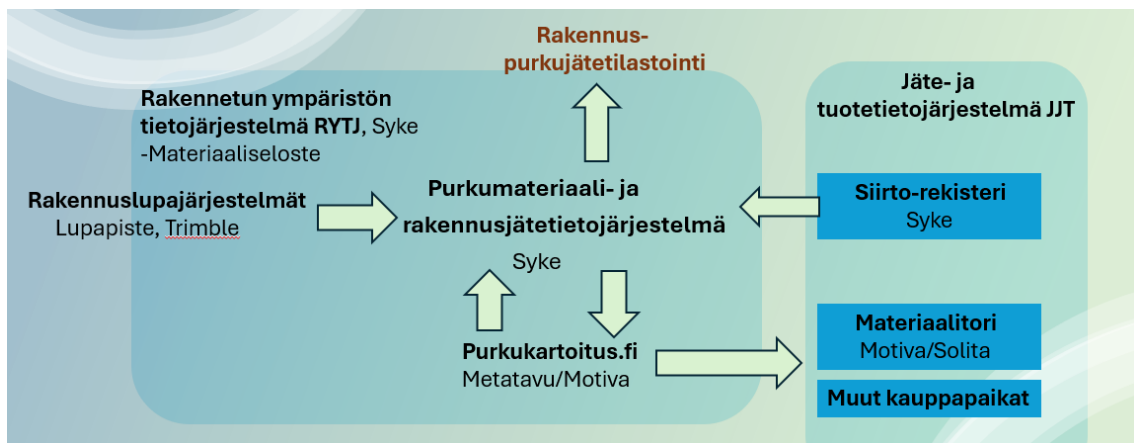
Rakentamislupahakemuksessa vaaditaan rakennuksen rakennussuunnitelmia vastaava suunnitelmamalli tai tiedot koneluettavassa muodossa. Tämä mahdollistaa eri tietojärjestelmien tietojen käyttämisen, vertailun ja yhdistämisen. Rakennuksen suunnitelmamallin rakennuskohdetiedot sisältävät pääasialliset tiedot rakennuksesta ja rakennusosista ja niiden ominaisuuksista. (Tukes 2024.)

Tietomalli antaa suunnittelulle hyvän pohjatiedon rakennusten tulevaisuudessa peruskorjauksissa. Rakennusvalvontaviranomaiselle on toimitettava rakennuksen rakentamista koskevat rakennussuunnitelmat ja erityissuunnitelmat tietomallimuotoisina. Ympäristöministeriön asetuksella voidaan antaa tarkempia säännöksiä rakennuksen suunnitelmat käsittävästä rakennuksen tietomallimuotoisesta suunnitelmasta ja koneluettavista tiedoista. (Tukes 2024.)

3.2 Rakennusjätetietokanta

Rakennusjätetietokannan tarkoitus on parantaa rakennus- ja purkujätteiden tilastointia. Rakennusjätetietokanta on Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämä alusta. Tietokanta on otettu käyttöön 2025. Tietokantaan päivitetään rakennettujen uudisrakennusten materiaalitiedot. Tietokanta on yhteistyössä muiden tietokantojen kanssa, kuten materiaalitorin, joka on tarkoitettu yritysten ja organisaatioiden jätteiden ja tuotannon sivuvirtojen ammattimaiseen vaihdantaan. Kuvassa 3 viitataan tietokantojen integraatioon. Tietokannan integraatiot muihin tietojärjestelmiin helpottavat raportointia, edistävät purkumateriaalien ja maamassojen uusiokäyttöä sekä parantavat tilastointia. (Hakaste 2023.)

Rakennusta korjattaessa tai purettaessa on käytössä tarkka tieto sen sisältämistä materiaaleista, mikä helpottaa purettavien materiaalien kierrätystä tai tuotteiden uudelleenkäyttöä. Tietojen avulla voidaan myös seurata koko Suomen rakennuskannan kierrätysastetta. Tietojen perusteella voidaan kohdistaa kiertotalouden tukitoimia seuduille, joista on tulossa korjausikään arvokkaita raaka-aineita sisältämiä kohteita. (Syke 2024.)



KUVA 3. Tietokantojen integraatio (Mukaiillen Hakaste 2023)

3.3 Alueidenkäyttölaki

Alueidenkäyttölain 127§ mukaan purettavalle rakennukselle tai sen osalle on haettava purkulupa asemakaava alueella, ellei rakennuksen tai sen osan purkaminen ole sisälletty voimassa olevaan rakennuslupaan. Purkulupaa ei myöskään tarvita, mikäli hyväksytty tie- tai ratasuunnitelma edellyttävät kohteen purkamista. Talousrakennuksen ja muun siihen verrattavan vähäisen rakennuksen

purkamiseen ei tarvita lupaa, ellei rakennus ole historiallisesti merkittävä tai rakennustaiteellisesti merkittävä. (Alueidenkäyttölaki 132/1999 Luku § 127.)

Tapauksissa, jossa purkamislupaa ei tarvita, on rakennuksen tai sen osan purkamisesta tehtävä purkamisilmoitus kirjallisesti kunnan rakennusvalvontaviranomaiselle. Purkamisilmoitus on tehtävä 30 päivää ennen purkamistyöhön ryhtymistä. (Alueidenkäyttölaki 132/1999 Luku §127.)

Alueidenkäyttölain 139§ mukaan purkamisluvan myöntäminen edellyttää, ettei purkaminen johda rakennettuun ympäristöön sisältyvien perinne-, esteettisten tai muiden arvojen menettämiseen eikä vaikeuttaa kaavoituksen toteuttamista. Purkamisluvan myöntäminen edellyttää myös, että rakennuksen lupavaiheessa ilmoitetaan syntyvästä purkujätteestä sekä sen käsittelystä. ”Lupahakemuksessa tulee selvittää purkamistyön järjestäminen ja edellytykset huolehtia syntyvän rakennusjätteen käsittelystä sekä käyttökelpoisten rakennusosien hyväksi käyttämisestä.” (Alueidenkäyttölaki Luku § 139.)

3.4 Jätelaki

Jätelain tavoitteena on edistää kiertotaloutta ja pitää huolta siitä että, ympäristö pysyy hyvänä tuleville sukupolville. Jätelain 646/2011 mukaisesti on jätteen haltijan oltava selvillä hallinnassaan olevan jätteen alkuperästä, määrästä, laadusta, lajista sekä terveys- ja ympäristövaikutuksista. Purkutyössä syntyviä jätteitä koskevat määräykset jätteiden lajittelusta, vähentämisestä ja hyödyntämisestä. Jätelaki kieltää jätteen hylkäämisen ja käsittelemisen hallitsemattomasti ja sallii jätteen luovuttamisen vain hyväksytyille vastaanottajille, jotka käyttävät parasta käyttökelpoista tekniikkaa ja noudattaa ympäristön kannalta parasta käytäntöä. (Jätelaki 2011.)

4 VAARALLISET JÄTTEET

Rakentamisessa käytettyjä haitallisia aineita kuten asbesti, PCB-yhdisteet, PAH-yhdisteet sekä raskasmetallit mm. sinkki, lyijy ja arseeni luokitellaan vaarallisiksi jätteiksi. Jätelaissa vaarallisiksi jätteiksi luokitellaan jätteet, jotka voivat aiheuttaa vaaraa ihmisen terveydelle tai ympäristölle. Haitallisten aineiden kanssa työskentelyssä tulee noudattaa turvallisuusohjeita. Vaarallisten jätteiden kierrättämisessä on noudatettava lakia ja säännöksiä. (Hengitysliitto.)

4.1 Asbestipurkamisen ennakotyöt

Purkutöihin ryhtyvän on tehtävä kohteeseen asbestikartoitus. Asbestikartoituksessa selvitetään missä, ja kuinka paljon asbestia on sekä materiaalin laatu. Kartoituksen tekijällä on oltava riittävä asiantuntemus asbestista, sen esiintymisestä ja rakenteiden purkamisesta. Lisäksi hänen tulee hallita ne taidot, joita laadukas ja kattava kartoitus edellyttää. Asbestikartoitus dokumentoidaan ja luovutetaan työnsuorittajan käyttöön. (Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta 798/2015 §7.)

Työnantajan täytyy tehdä kirjallinen turvallisuussuunnitelma työn vaarojen selvittämisen ja arvioinnin perusteella. Turvallisuussuunnitelmassa varmistetaan työn turvallisuus toimenpiteillä altistuksen arvioimiseksi, vähentämiseksi ja seurannaksi. Turvallisuussuunnitelma on annettava tiedoksi kaikille työntekijöille, jotka työskentelevät toimintapiirissä. (Vna 798/2015 §8.)

Ennakoilmoitus asbestipurkutöistä täytyy tehdä kirjallisesti työsuojeluviranomaiselle vähintään seitsemän päivää ennen purkutöiden aloittamista. Ennakoilmoituksessa tulee olla muun muassa työn luonne, kohteen sijainti, aikataulu, työntilaaaja yhteistietoineen, työntekijät, työmenetelmät sekä jätteen loppusijoitus paikka. Ilmoitus on uusittava, mikäli työolosuhteissa tapahtuu merkittävä muutos. (Vna 789/2015 §9.)

Asbestipurkutöitä varten työnantaja nimeää kohteelle työnjohtajan. Työnjohtaja huolehtii, että asbesti purkutyö toteutetaan valtion neuvoston asetuksen 798/2015 §8 turvallisuussuunnitelman mukaisesti. (Vna 798/2015 §10.)

4.2 Asbesti

Asbestia on olemassa useita laatuja ja ne ovat kaikki haitallisia terveydelle, varsinkin ihmisen hengityselimille. Asbesti oli suosittu rakennusmateriaali, sen edullisuuden, palonkestävyyden ja lämmöneristävyuden takia. Asbestin käyttö kuitenkin kiellettiin kokonaan vuonna 1994, kun tietoisuus sen vaarallisuudesta lisääntyi. Suomen rakennuskannassa on kuitenkin vielä suuri osa käytetystä asbestista jäljellä. Asbestia voi esiintyä esimerkiksi lämmöneristeissä sekä asbestisementti tuotteissa kuten seinä- ja kattolevyissä. (Työterveyslaitos.)

Asbestityöstä säädetään lailla (684/2015) eräistä asbestipurkutyötä koskevista vaatimuksista ja valtioneuvoston asetuksella (798/2015) asbestityön turvallisuudesta. Lakiin on määritetty asbestipurkutyölupaa ja asbestipurkutyöntekijän pätevyyttä koskevat säännökset sekä näistä pidettävien rekistereiden ylläpitoon liittyvät määräykset.

4.3 Raskasmetallit

Raskasmetalleja sisältävien rakenteiden purkaminen tai esimerkiksi vanhan maalin hionta voi vapauttaa työilmaan haitallisia raskasmetalliyhdisteitä, jotka voivat vaarantaa terveyden. Raskasmetalleille altistuminen tapahtuu yleensä ihokosketuksen kautta tai hengittämällä pölyä. Raskasmetallit voivat aiheuttaa merkittäviä terveyshaittoja, kuten vaurioita iholle, hermostolle ja keuhkoille. Raskasmetallien esiintyminen edellyttää erityisiä toimenpiteitä purkutyöntekijöiden henkilökohtaiseen suojautumiseen sekä ympäristön suojelemiseen. (Labroc.)

Raskasmetalleja voi esiintyä esimerkiksi vanhoissa maaleissa sekä puumateriaalien kyllästeinä. Materiaalin raskasmetallipitoisuudet vaikuttavat materiaalin jätelajiin, hyödyntämiseen ja loppusijoitukseen. Jätteen loppusijoituksesta ja hyödyntämiskelpoisuudesta tulee olla aina yhteydessä paikalliseen jätteenkäsittelijään ennen jätteen toimittamista jätteenkäsittelijälle kyseisen materiaalin metallipitoisuudet huomioiden. (Hengitysliitto.)

4.4 Kyllästetty puu

Kyllästetty puu lukeutuu vaarallisiin jätteisiin. Kyllästetty puu sisältää erilaisia kemikaaleja, jotka ovat ihmisille ja ympäristölle haitallisia. Ihmisille kyllästetyn puun kemikaalit voivat aiheuttaa silmille,

iholle tai hengityselimille ärsytystä. Kyllästetyn puun käsittelyssä täytyy olla asianmukaiset suoja-varusteet. (Ecocity.)

Kyllästetyn puun oikea oppinen hävittäminen on tärkeää, ettei kemikaalit pääse luontoon. Kyllästetty puu täytyy erotella muista jätteistä ja toimittaa jäteasemalle sille tarkoitettuun kierrätyspisteeseen. Se voidaan hyödyntää energiana rinnakkaispolttolaitoksissa, joissa sallitaan vaaralliseksi luokitellun puujätteen polttaminen tai se voidaan loppu käsitellä jätteenpolttolaitoksissa. (Ecocity.)

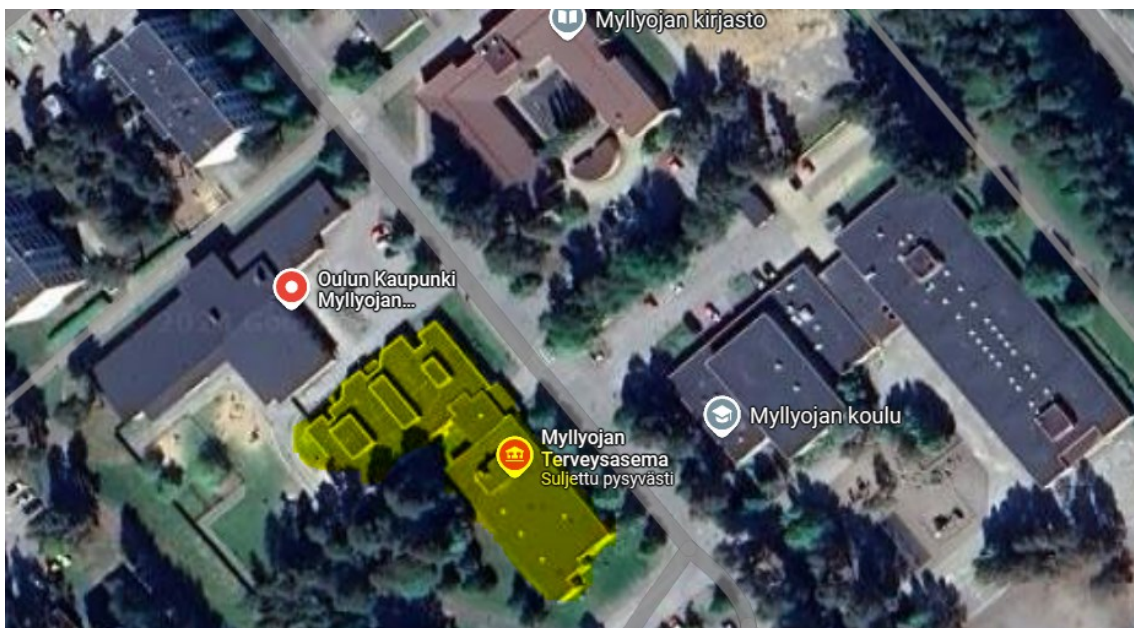
4.5 PAH- ja PCB-yhdisteet

PAH- ja PCB-yhdisteiden käyttö on Suomessa lopetettu, koska ne ovat ihmiselle ja ympäristölle haitaksi. PAH-yhdisteet ovat hiilivety-yhdisteitä, joita muodostuu materiaalin epätäydellisessä palamisessa. PAH-yhdisteitä sisältäviä rakennusmateriaaleja löytyy usein rakenteiden sisältä. Päästöt koskemattomista rakenteista ovat vähäisiä. Sen sijaan PAH-pitoisia rakenteita purettaessa ilmaan vapautuu haitallisia kaasumaisia ja hiukkasmaisia PAH-yhdisteitä. Näitä yhdisteitä löytyy yleensä vanhoista bitumituotteista, pahveista sekä lämmöneristeistä. (Hengitysliitto.)

PCB-yhdisteet eli polykloorattuja bifenyylejä on käytetty pinnoitteissa, maaleissa, liimoissa ja saumausmassoissa. PCB-yhdisteiden oli tarkoitus lisätä palon- ja kosteudenkesto ominaisuuksia. Näiden purkamisessa vältetään pölyäviä työmenetelmiä, sekä tarvittavia suojaustoimenpiteitä, kuten maaperän suojausta. (Hengitysliitto)

5 MYLLYOJAN TERVEYSKESKUS

Tämän työn kohteena oli Oulussa karvarinaukio 16:ssa sijaitseva Myllyojan terveyskeskus, joka on esitetty kuvassa 4. Terveyskeskuksen lähipiirissä sijaitsevat päiväkoti, koulu sekä kirjasto. Terveyskeskus on rakennettu vuonna 1979 ja sitä laajennettiin vuonna 2003. Vanha osa on tyypillinen yksikerroksinen 1970–1980 luvun rakennuskantaa edustava rakennus. Rakennus on matalaperusteinen, siinä on tasakatto ja julkisivut on pääasiassa tiilimuurattu. Koko rakennuksen pinta-ala on 1 705 neliometriä.



KUVA 4. Ilmakuva kohteesta (Google maps 2024)

5.1 Purkamisen syy

Kesällä 2016 terveyskeskukseen on tehty ilmastointijärjestelmien korjauksia osana sisäilmakorjauksia. Korjaustöiden jälkeen tehdyssä kuntotutkimuksessa on havaittu rakenteiden tiiveyspuutteita, joiden takia rakenteissa olevat mikrobivaurioiden hajut yms. pääsevät paikoin sisäilmaan ilmastovirtauksien mukana. Vuonna 2023 Terveyskeskus määrättiin purettavaksi sisäilmaongelmien takia. Kuvassa 5 on terveyskeskuksen julkisivu, joka täyttyi graffiteista purkutuumion jälkeen.



KUVA 5. Terveysasema purkutuomion jälkeen täyttyi graffiteista.

5.2 Myllyojan terveystakeskuksen vaaralliset jätteen

Asbesti- ja haitta-ainetutkimus perustuu kohteessa tehtyihin pintarakenteiden pistokoeluateisiin avauksiin, silmämääräiseen arvioon, kokemusperäiseen- ja kirjallisuusperäiseen tietoon sekä rakenteista otettuihin materiaalinäytteisiin. Tutkimus kattaa pintamateriaalit sekä rakenteiden sisällä olevat rakennusmateriaalit. Taulukko 1 on otettu myllyojan terveystakeskukseen tehdystä asbesti- ja haitta-aine tutkimuksesta. Asbesti- ja haitta-ainetutkimuksen laati Sveco 23.8.2023.

Taulukossa 1 on esitetty yhteenveto tutkimuksessa otetuista materiaalinäytteistä, ja niille tehdyistä analyyseistä. Tehty analyysi on esitetty (-) -merkillä, ja asbestia tai muita haitta-aineita sisältävät analyytit on esitetty X-merkillä.

TAULUKKO 1. Otetut materiaalinäytteet ja niille tehdyt analyysit

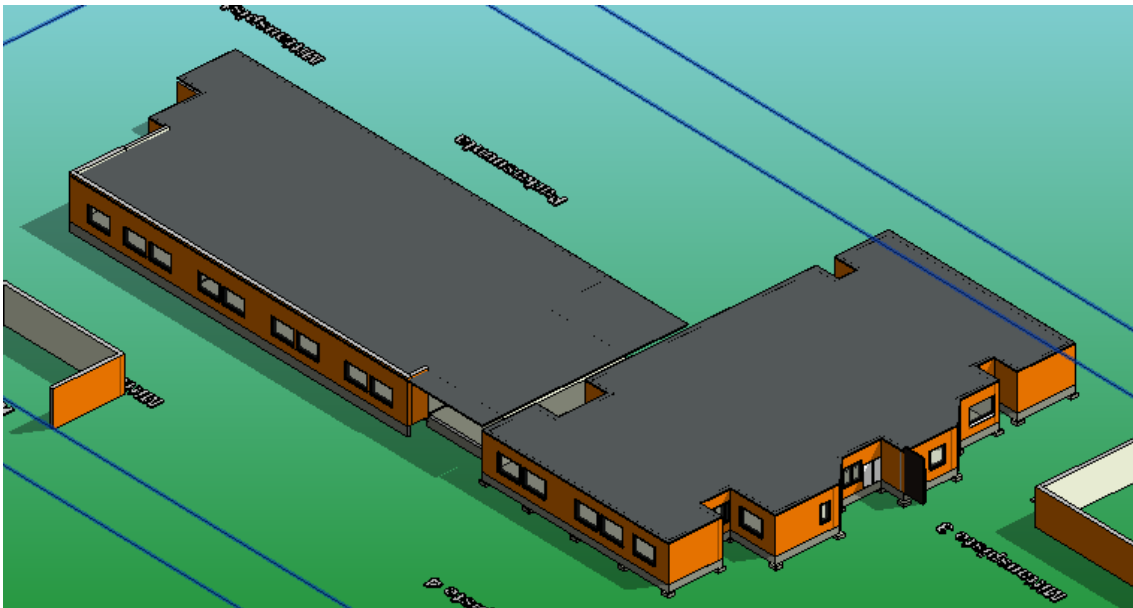
Näyte	Materiaali ja näytteenottoaika	Asbesti	PAH-yhdisteet	PCB-yhdisteet	Raskasmetallit	Öljyt
HA1	Tuulensuojalevy, Ulkoseinä, Tiilijulkisivu	X				
HA2	Ikkunapuitemaali, Ulkoseinä			-	X	
HA3	Saumamassa, Sokkeli			-		
HA4	Bitumikermit, pinta + pohjat, Vesikatto	-	-			
HA5	Tuulensuojalevy, Ulkoseinä, Peltijulkisivu	X				
HA6	Laatta + kiinnitysl. + saumal./ altaan taustalaatoitus, Kokoomanäyte	-				
HA7	Laatta+ kiinnitysl. + saumal. + kosteuseristys., Seinä, Märkätila 37	-	-			
HA8	Laatta + kiinnitysl. + saumal., Seinä, WC-tila 42	-				
HA9	Muovimatto + liima, Lattia, Tila 25	-			-	
HA10	Muovimatto + liima + tasoite, Lattia, Tila 26	-			-	
HA11	Muovimatto + liima + tasoite, Lattia, WC-tila 31	-			-	
HA12	Muovimatto + liima + tasoite, Lattia, Tila 29	-			-	
HA13	Bitumieriste, Lattia, Märkätila Tila 37	-	-			
HA14	Jalkalista, harmaa, lattia, 103				X	
HA15	Muovimatto + liima, lattia, IVKH				-	
HA16	Muovimatto + liima + tasoite, lattia, Tila 04	-				

Taulukossa 1 on esitetty kohteesta löytyneet asbestia sisältävät materiaalit. Kuitusementtilevy tiilijulkisivun takana sisälsi krysotiiliä eli asbestia. Kuitusementtilevy peltijulkisivun takana sisälsi myös asbestia. Asbesti pitoista kuitusementtilevyä on noin 360 m². Kohteen muista näytteistä ei löytynyt asbestia.

Taulukosta 1 nähdään, että raskasmetalleja löytyi kohteesta. Alkuperäisellä osalla ikkunapuitemaali sisälsi lyijyä vaarallisen jätteen ylittävän pitoisuuden. Ikkunapuitteita on yhteensä noin 170 jm. Laajennetulla osalla harmaa muovinen jalkalista sisälsi myös lyijyä vaarallisen jätteen ylittävän pitoisuuden. Jalkalista on noin 450 jm. Kohteesta löytyi kyllästettyä puuta uudemman puolen ulkoseinärakenteessa. PAH- tai PCB-yhdisteitä ei löytynyt kohteesta otetuista materiaalinäytteistä.

5.3 Tietomallinnuksen tulokset

Luvussa 5.3 esitellään tietomallista saadut jakeiden määrät. Myllyojan terveysasema tietomallinnettiin karkealla tasolla Revit-ohjelmalla, valmis 3D-piirros on esitetty kuvassa 6. Rakenteet tietomallinnettiin arkkitehdin piirtämien rakennekuvien mukaisesti, eli valmiissa 3D-mallissa rakennetyypit ja paksuudet vastaavat todellisuutta. Tietomallinnuksessa ei mallinnettu yläpohjan kertopuupalkistoa eikä kevyitä puuväliseinä, jotka sisälsivät puurangan ja kipsilevyä. Sama henkilö toimi terveyskeskuksen alkuperäisen ja laajennetun osan arkkitehtinä.



KUVA 6. Valmis karkeasti mallinnettu terveystalo

Tietomalli antoi materiaalien määrät kuutioina tai neliömetreinä, joten purkumateriaalien massat saatiin kertomalla tilavuus määrät kunkin materiaalin tiheydellä. Taulukossa 2 on esitetty purkujakeiden määrät tietomallista sekä purkuluvassa ilmoitetut määrät. Purkuluvassa kaupungille ilmoitettu määrä on saatu opettajalta. Purku-urakoitsija punnitutti vain betoni- ja tiilijätteen, ja jätteen määrä oli 1 453 000 kiloa.

TAULUKKO 2 Purkujakeiden määrä mallissa sekä purkuluvassa

Materiaalit	Mitä laskettu	Määrä mallista	Käytetty tiheys	kg mallista	Purkuluvassa ilmoitettu kg
Betoni	Ap, vss, sokkeli, sw-elementit, sokkelipalkit, anturat	312m ³	2 400 kg/m ³	748 800	787 658
Tiili	Ulkovuoraus	85m ³	1 200 kg/m ³	102 000	88 986
Kipsipohjaiset jätteet					61 000
Eristevilla	Yläpohja ja ulkoseinät	188m ³	16 kg/m ³	3 008	21 208
Kattohuopa	Vesikatot kermit 2-kertainen	1 724m ²	5 kg/m ² *2	17 240	19 290
Kyllästämätön puu					55 403
Metalli					3 500
Lasi	Lasit 4 mm	173m ²	2 500 kg/m ³	3 460	3 000
Muovi	Vain höyrynsulku 0.2 mm	2 300m ²	0.185 kg/m ²	425.5	4 500
Paperi ja kartonki					1 000
Asbesti					200

Purku-urakoitsijan ilmoittama betoni- ja tiilijätteen määrä on yli 500 000 kiloa enemmän kuin tietomallinnuksesta saatu määrä tai purkuluvassa ilmoitettu määrä. Se, että betoni ja tiili jätteen määrä todellisuudessa on noin runsas voi johtua siitä, että kasassa oli maa-ainesta ja muuta erittelemätöntä jätettä mukana. Betoni- ja tiilijäte kasa on esitetty kuvassa 7.



KUVA 7. Purkukohteen betoni- ja tiilijäte kasa

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tietomallintaa purettava rakennus ja saada valmiista mallista selville syntyvät purkujakeet ja niiden määrät. Mallinnuksen tuloksia vertailtiin niin sanottuun perinteiseen tapaan, missä jakeet tiedetään vasta kun ne punnitaan esimerkiksi jätelaitoksen vaa'alla. Ensimmäiseksi lähdettiin mallintamaan Myllyojan terveystakeskusta Revit-ohjelmalla 2D-piirustuksista. Heti alkuun mallinnuksessa ilmeni haasteita, koska kahdessa vaiheessa rakennetun terveystakeskuksen vanhemman puolen piirustukset olivat heikkolaatuisia. Haasteista selvittiin ja valmiista tietomallista saatiin todella sujuvasti selville kaikkien materiaalien määrät.

Tietomallinnuksesta saatuja tuloksia voidaan pitää varsin luotettavina, koska tietomallintamisessa on käytetty rakenteiden todellisia pinta-aloja ja rakennepaksuuksia. Teoriassa riittävän tarkkoilla rakennepiirustuksilla ja tietomallilla saadaan todellisuutta vastaavat tulokset. Tutkimuksessa olisi saanut varmemman lopputuloksen huolellisemmalla tietomallilla. Myös betoni- ja tiilijäte olisi pitänyt eritellä maa-aineksesta sekä muusta jätteestä.

Maankäyttö- ja rakennuslaki muuttui vuoden 2025 alusta alueidenkäyttölainsiksi ja rakennuslainsiksi. Mielenkiintoista nähdä miten lakimuutosten sisältö tulee vaikuttamaan purkuhankkeisiin ja purkujätteen kierrätykseen. Suomella on tavoite saavuttaa 70 prosentin kierrätysaste 2027 mennessä, vaikka aiemmin sama tavoite oli vuoteen 2020 mennessä.

Uuden lainsäädännön, tietoisuuden lisäämisen sekä rakennusyritysten tehostuneiden käytäntöjen perusteella voisi olettaa, että voimme nostaa kierrätysastetta. 70 prosentin kierrätysaste ei ole mahdottomuus, mutta sen eteen täytyy tehdä töitä ja kiinnittää huomiota työmailla. Positiivista on se, että yleisellä tasolla ympäristö- ja kierrätysasioihin kiinnitetään yhä enemmän huomiota. Positiivista on myös se, että uusi rakentamislaki suosii vihreitä valintoja ja markkinoille tulee entistä enemmän ekologisia materiaaleja. Haasteita kierrätysasteen nostamiseksi tuo tietämättömyys ja vaikeus tiettyjen rakennusmateriaalien kierrättämisen osalta.

Tulevaisuudessa tietomallinnuksesta olisi apua purkuhankkeissa. Tällä hetkellä vaikuttaa siltä, että uusi laki vaatii rakennuslupahakemuksessa rakennuksesta tietomallin. Eli tulevaisuudessa tulisi olemaan kaikista rakennuksista jo olemassa oleva tietomalli. Purkuhankkeissa mallinnusta ei tarvitsisi tehdä ja aikaa säästyisi. Purkukartoituksen voisi tehdä tietomallista ja siitä saataisiin syntyvät

purkujakeet tietoon. Tässä tietysti menisi aikaa, kun rakennuskanta uusiutuu todella hitaasti. Suomessa uusien rakennuksien rakentaminen muodostaa noin prosentin koko rakennuskannasta vuosittain. Teoreettisesti siis rakennuskannan uusiutumiseen menisi noin 100 vuotta. Mielestäni mallinnuksen 2. tarkkuustaso on riittävä jakeiden laskemiseksi. Tämän tutkimuksen tietomallin esimerkin antamalla määrillä päästiin luotettaviin ja oikeisiin lopputuloksiin purkujakeiden laskemisessa. Tämä voisi tarkoittaa, että esimerkiksi laserkeilausta ei tarvitsisi tehdä purkuhankkeessa suuremman tarkkuuden saamiseksi.

Keskeinen kysymys on, tullaanko tietomallinnusta käyttämään tulevaisuudessa purkuhankkeissa jakeiden laskemisessa. Tuleeko tietomallinnus nopeuttamaan ja helpottamaan kierrätystä.

LÄHTEET

Ecocity s.a. Paineekyllästetyn puun terveyshaitat. Hakupäivä 9.12.2024. <https://ecocity.fi/painekyllaestetty-puu-terveyshaitat/>.

Finlex 1999. Alueidenkäyttölaki. Hakupäivä 27.1.2025. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L19-2P139>.

Finlex 2022. Hallituksen esitys eduskunnalle. Hakupäivä 16.12.2024. <https://finlex.fi/fi/esitykset/he/2022/20220139#idm46263582630528>.

Finlex 2015a. Laki eräistä asbestipurkutyötä koskevista vaatimuksista. Hakupäivä 10.10.2024. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150684>.

Finlex 2015b. Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta. Hakupäivä 3.11.2024. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150798>.

Google maps. Ilmakuva Myllyojan terveyskeskuksesta. Hakupäivä 24.11.2024. https://www.google.com/maps/place/Karvarinaukio+16,+90650+Oulu/@65.0181713,25.553497,17.79z/data=!4m6!3m5!1s0x4681d2a2cf7fe71f0x9c2d33a160079b3!8m2!3d65.0181293!4d25.5532553!16s%2Fq%2F11c87k955k?entry=tту&_ep=EgoyMDI1MDIxMi4wIKXMDSoJLDEwMjExNDUzSAFQAww%3D%3D.

Hakaste, Harri 8.9.2023. Purkumateriaali- ja rakennusjätteselvitys-mitä uusi asetus vaatii? Ympäristöministeriö. Hakupäivä 11.12.2024. https://fda.fi/wp-content/uploads/2023/09/Purkupaiva_2023_Harri_Hakaste_YM.pdf.

Hengitysliitto.s.a. Rakennusten haitta-aineet. Hakupäivä 5.11.2024. <https://www.hengitysliitto.fi/kodin-sisailma-ja-kunnossapito/sisailman-laatu/rakennusten-haitta-aineet/>.

Kuittinen, Matti 2019. Kiertotalous julkisissa purkuhankkeissa hankintaopas. Hakupäivä 7.11.2024. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161882/YM_2019_31.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Labroc 2024. Raskasmetallipitoisuuden määrittäminen. Hakupäivä 9.12.2024. <https://labroc.fi/raskasmetallipitoisuuden-maaritys/>.

Lehtonen, Katja 2019. Purkutyöt opas tekijöille ja teettäjille. Hakupäivä 20.9.2024. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161884/YM_2019_29.pdf?sequence=4&isAlloved=y.

Materiaalitori s.a. Materiaalitori vauhdittaa kiertotaloutta. Hakupäivä 17.12.2024. <https://materiaalitori.fi/>.

Niemikari, Ville 10.6.2022. Purkukohteen digitalisointi takaa varman, tarkan ja nopean suunnittelun. A-insinöörit. Hakupäivä 21.11.2024. <https://www.ains.fi/asiantuntija-artikkelit/purkukohteen-digitalisointi-edistaa-suunnittelua>.

Rakennustieto 22.2.2024. Työmaiden kierrätysaste uudelle tasolle rakennustiedon tuotetiedolla. Hakupäivä 20.11.2024. <https://uutiset.rakennustieto.fi/kortistot/tyomaiden-kierratysaste-uudelle-tasolle-rakennustiedon-tuotetiedolla/>.

Tekla s.a. Mitä on BIM? Hakupäivä 20.9.2024. <https://www.tekla.com/fi/ajankohtaista/artikkelit/mit%C3%A4-on-bim>.

Treedee 2022. 3D-mallinnuksen hyödyt rakennushankkeessa. Hakupäivä 21.9.2024. <https://treedee.fi/fi/3d-mallinnuksen-hyodyt/>.

Tukes 2024. Sääöstietopalvelu. Hakupäivä 7.9.2024. <https://tukes.edilex.fi/sv/lainsaadanto/20230751/fi>.

Työterveyslaitos s.a. Altistuminen työympäristön haittatekijöille. Hakupäivä 9.12.2024. <https://www.ttl.fi/teemat/tyoturvallisuus/altistuminen-tyoympariston-haittatekijöille/kemiallisten-tekijöiden-hallinta-tyopaikalla/kemikaalit-ja-tyo-altistumistietosivusto/asbesti>.

Ympäristö 2023. Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö kierrätys ja jätehuolto. Hakupäivä 6.11.2024. <https://www.ymparisto.fi/fi/rakennettu-ymparisto/rakentaminen/kiinteistojen-yllapito-ja-korjaaminen/rakennusmateriaalien-uudelleenkayttö-kierratys-ja-jatehuolto>.

Ympäristö 8.10.2024. Rakentamisen jätteet. Hakupäivä 11.11.2024. <https://www.ymparisto.fi/fi/kestava-kierto-ja-biotalous/kierratys-ja-jatteet/valtakunnallisen-jatesuunnitelman-seuranta/rakentamisen-jatteet>.

Ympäristöministeriö 2022. Kierrätyksestä kiertotalouteen. Hakupäivä 22.11.2024. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163978/YM_2022_13.pdf?sequence=1&isAllowed=y.