



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

KIERRÄTYSMATERIAALIN KÄYTTÖ OMAKOTITALO KOHTEESSA

TEKIJÄ: Antti Ilanne

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennusmestarin tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Antti Ilanne	
Työn nimi Kierrätysmateriaalin käyttö omakotitalo kohteessa	
Päiväys 13.3.2020	Sivumäärä/Liitteet 31/xx
Ohjaaja(t) Yliopettaja Merja Tolvanen, Tuntiopettaja Jarmo Taavitsainen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Pekka Puurula, Rakennuspalvelu P.Puurula Ky	
Tiivistelmä <p>Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin uusio- ja kierrätysmateriaalien hyödyntämiseen omakotitalohankkeessa. Tontti, jolle tuleva omakotitalo rakennetaan, sijaitsee Muuramessa. Tällä hetkellä tontilla on tilaajan Pekka Puurulan omistama 1950-luvulla rakennettu rintamamiestalo, jonka purkaminen on tarkoitus aloittaa 2020 kesällä. Tavoitteena oli etsiä ja lisätä tilaajan tietoutta mitä rakennusmateriaaleja ja tarvikkeita on saatavana uusiomateriaaleina ja mikä on tuotteiden kierrätysaste, jotta päästäisiin kestävää kehitystä tukeviin ratkaisuihin.</p> <p>Aluksi työssä tutkittiin mitä rajoituksia ja määräyksiä Suomen ja Euroopan unionin lait asettavat rakentamisessa. Sen jälkeen tarkisteltiin RT-, ja Ratu- korttien sisältöä ja miten niitä voidaan hyödyntää omakotitaloa rakentaessa. Tämän jälkeen perehdyttiin kestävään kehitykseen ja rakentamisessa syntyviin jätemääriin, sekä millaisia jätteitä eri työvaiheet tuottavat ja miten eri materiaalit pitää kierrättää. Seuraavassa vaiheessa kuvattiin tonttia ja kohdetta tarkemmin, sekä tutkittiin millaisia määräyksiä Muuramen kunnan asemakaava asettaa. Viimeisessä osiossa käytiin omakotitalon rakennusvaiheet tarkemmin läpi, sekä tutkittiin mitä uusio- ja kierrätysmateriaaleja voidaan hyödyntää kussakin työvaiheessa.</p> <p>Lopputyön tulos antaa hyvän käsityksen mitä kierrätysmateriaalista valmistettuja uusiomateriaaleja on saatavilla ja miten niitä voidaan hyödyntää omakotitaloa rakentaessa.</p>	
Avainsanat omakotitalohanke, kierrätys, kierrätysmateriaali, uusiomateriaali	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Management			
Author(s) Antti Ilanne			
Title of Thesis The Use of Recycled Material in a Detached House			
Date	13 March 2020	Pages/Appendices	31/xx
Supervisor(s) Ms Merja Tolvanen, Principal Lecturer, Mr Jarmo Taavitsainen, Senior Lecturer			
Client Organisation /Partners Mr Pekka Puurula, Rakennuspalvelu P.Puurula Ky			
<p>Abstract</p> <p>This thesis focuses on the reuse of recycled materials in a detached house. The plot where the detached house will be built is located at Muurame. Currently there is a veteran house built in the 1950`s on the plot, which is meant to be deconstructed during the summer 2020. The property is owned by the client. The objective was to increase the awareness of the client of construction materials and supplies that available as a reuse material and what is the recycling rate of these products, in order to achieve solutions that support sustainable development.</p> <p>First, it was found out which restrictions and regulations the Finnish and the European Union laws set for construction. After that, the content of RT and Ratu cards was introduced and it was checked how to utilize them when constructing a detached house. The next phase was to study sustainable development and the amounts of waste material caused by construction as well as the type of waste each construction phase causes and how different materials should be recycled. The next phase focused on describing the construction site in detail as well as examining the regulations that the town plan of the municipality of Muurame sets. The last section presented different construction phases of a detached house and examined which reusable and recycled materials can be used in each work phase.</p> <p>As a result, this final project gives a good understanding of the reuse materials currently available and the ways that they can be used when building a detached house</p>			
Keywords detached house project, recycling, recycling material, reuse material			

SISÄLTÖ

1. JOHDANTO	5
2. OMAKOTITALON RAKENTAMISTA KOSKEVAT LAIT JA MÄÄRÄYKSET	6
3. KESTÄVÄKEHITYS JA JÄTTEET UUDISRAKENTAMISESSA	10
3.1 Kestävä kehitys	10
3.2 Jätelaki ja säädännöt	11
3.4 Jätteet ja kierrätys	14
4. KOHTEEN KUVAUS	16
4.1 Rakennuskohde	16
4.2 Rakennusmääräykset ja asemakuva	17
5. RAKENNUSVAIHEET JA KIERRÄTYSMATERIAALIEN HYÖDYNTÄMINEN	18
5.1 Maarakennus ja pohjatyöt	18
5.2 Perustusvaihe	18
5.3 Runkovaihe	21
5.4 Kattovaihe	24
5.5 Sisävalmistusvaihe	25
6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	27
7. LÄHTEET	29

1. JOHDANTO

Materiaalien kierrätys on tärkeää, sillä ihmiset käyttävät noin 1,5 enemmän luonnonvaroja kuin maapallo ehtii tuottamaan. Lisäksi monet raaka-aineet, kuten metalli alkavat loppua. Tällä hetkellä kierrätysmateriaalien hyötykäyttö rakennuksilla on vielä vähäistä, mutta vuoteen 2020 mennessä tavoitteena on hyödyntää 70 % rakennus- ja purkujätteestä. (Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö, kierrätys ja jätehuolto 2017)

Ympäristöystävällisyys, kierrätys ja kestäväkehitys ovat nykypäivänä paljon puhuttuja aiheita. Tässä opinnäytetyössä selvitetään, miten nämä asiat huomioidaan rakentamisessa ja miten niitä voisi huomioida omakotitalo hankkeessa. Työssä tarkastellaan myös miten suuri vaikutus kierrätyksellä on rakentamisessa ja minkälaisia tuloksia kierrätyksellä voi saada aikaan. Jotta kierrätys tehostuisi rakentamisessa, se vaatii paljon tietoutta, aikaa ja panostusta kaikilta rakentamiseen liittyviltä tahoilta. Kestävä rakentaminen ei tarkoita pelkästään energiatehokkuutta tai hiilijalanjäljen pienentämistä. Jo yksi kestävä rakentamisen osatekijöistä, ekologinen rakentaminen on monimutkainen kokonaisuus. Tässä opinnäytetyössä tavoitteena on perehtyä kierrätys, ja uusiomateriaalien käyttöön omakotitalo rakentaessa, sekä lisätä tilaajan tietoutta asiasta. Selvitystyön taustaksi kootaan omakotitalon rakentamista koskevat lait ja määräykset, kuvataan omakotitalon rakentamishanke ja tarkastellaan mitä jätteitä omakotitalon rakentamisessa syntyy ja miten ne pitäisi lajitella tehokkaan kierrätysasteen kannalta. Tämän jälkeen työssä kuvataan omakotitalon rakentamisen vaiheet ja selvitetään millaisia kierrätysmateriaaleista valmistettuja rakennusmateriaaleja ja tarvikkeita on kaupallisesti tarjolla. Tavoitteena on myös selvittää materiaalien hyöty- ja uudelleenkäyttömahdollisuuksia ja niiden käyttöön liittyviä rajoituksia, sekä esteitä omakotitalo kohteessa. Rakennustuote tarkoittaa rakennukseen kiinteäksi osaksi luettavaa tuotetta, kuten ikkunat ja ovet. Suurimmat yksittäiset rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset syntyvät rakennuksien päärakenteista.

Uusiotuote ja uusiomateriaali tarkoittaa kierrätetyistä hyötyjätteistä valmistettuja tuotteita, kertaalleen valmistetun materiaalin työstäminen uudelleen on todettu vievän vähemmän energiaa ja kuluttavan vähemmän luonnonvaroja, kuin uuden tuotteen tekeminen. Kierrätystuotteella tarkoitetaan tuotetta, tai materiaalia, joka esimerkiksi puretaan vanhasta rakennuksesta ja käytetään hyödyksi uudisrakentamisessa. (SEDERHOLM 2019, 3).

Opinnäytetyön tilaajana toimii Rakennuspalvelu P.Puurula Ky rakennusliike. Yritys on perustettu vuonna 2001. Yritys toimii pääasiassa Keski-Suomen alueella, mutta vuosien varrella yritys on tehnyt ja remontoanut paljon kohteita ympäri Suomea. Tällä hetkellä Rakennuspalvelu P.Puurula:lla on töissä 10 henkilöä. Työt vaihtelevat paljon uudisrakentamisesta, saneeraus kohteisiin. Kohteena työssä on tilaajan tontti Muuramessa, johon on tarkoitus rakentaa omakotitalo. (Tilaaja 2019-11-18).

2. OMAKOTITALON RAKENTAMISTA KOSKEVAT LAIT JA MÄÄRÄYKSET

Rakennusmääräykset, lait, sekä asemakaava asettavat tietynlaisia rajoitteita rakentamiseen. Lakien ja rakennusmääräysten tehtävä on varmistaa, että rakennuksesta tulee terveellinen, turvallinen ja kestävä. Ilman ohjeistusta ja sääntelyä tai rakentamisen valvontaa voi käydä niin, että lopputulos onkin ihan muuta. 1970-luvulla rakentamisen kasvu johti siihen, että markkinoille tuli paljon uusia rakennusmateriaaleja ja rakennusmenetelmiä. Materiaaleja, sekä rakennustapoja ei oltu tutkittu riittävästi, eikä välttämättä osattu käyttää oikein. Tämä johti siihen, että tehtiin paljon riskialttiita rakenteita, jotka aiheuttivat erilaisia terveyshaittoja. Suomessa ensimmäiset rakennusmääräykset otettiin käyttöön vuonna 1976. Asetukset, määräykset, sekä valvonta on kuitenkin parantunut huomattavasti noista vuosista. (Pientalotohtori – kuntotarkastus 1970-luvun taloon).

Tällä hetkellä rakentamista ohjaa 1.1.2000 voimaan tullut Maankäyttö- ja rakennuslaki L 132/1999 §. Tavoitteena on järjestää alueiden käyttö ja rakentaminen niin, että siinä luodaan edellytykset hyvälle elinympäristölle sekä edistetään ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävä kehitystä. Rakennushankkeen onnistumisen edellytyksenä laki määrää, että kaikilla hankkeen osapuolilla on oltava riittävä osaaminen ja ammattitaito, sekä kelpoisuusvaatimukset täyttävät suunnittelijat ja työnjohtajat. Suomen ympäristöministeriö ylläpitää Suomen rakentamismääräyskokoelman, jossa on kirjattuna tarkemmat rakentamista koskevat säädökset, sekä ohjeet. Määräyksiä mm. veden-, kosteuden- ja lämmöneristyksistä, ilmanvaihdosta, vesi- ja viemärlaitteista, palo- ja käyttöturvallisuudesta, sekä talon energiatehokkuudesta. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999, 132 §.)

RT-kortti, eli rakennustietokortti on monipuolinen tietopalvelu laadukkaaseen rakentamiseen. Sieltä löytyy tietoa rakennuttamiseen, suunnitteluun, rakentamiseen, kunnossapitoon, laatuun liittyvät asiat, säännökset, sekä tuotetietoja. Omakotitalo hankkeessa voi hyödyntää RT-kortistoa monella tapaa. Kuvassa 1 näkyy miltä rakennustieto.fi osoitteessa oleva RT-kortiston säännöskortti näyttää. Sieltä löytyy laajasti tietoa kaikista rakennusvaiheista, sekä rakennusmateriaaleista. RT-kortistossa on omat kortit säännöksille, ohjeille ja tuotteille. Säännöskortistosta löytyy tietoja monenlaisista säädöksistä ja säännöistä, joita esimerkiksi Euroopan unioni, Suomen sisä-, oikeus-, valtiovarain-, opetus-, metsätalous-, viestintä-, työ ja elinkeino- ja terveysministeriö ovat laatineet. Ohjekorteissa löytyy tietoja muunnoissa rakennustarvikkeista, rakennusvaiheista, rakenteista, valaistuksesta, ilmanvaihdosta. Kuvassa 2 on esimerkki ohjekortin sisällöstä. Tuotekorteissa on tietoja mitä erilaiset rakentaessa käytettävät tuotteet sisältävät, mistä ne ovat valmistettu ja mihin rakentamisvaiheeseen niitä käytetään. Esimerkiksi tuotetietoja halltex-levyistä, joita voi käyttää talon sisäverhouksessa. (Rakennustieto.fi a).

Haku

RT-kortisto Takaisin

RT-kortisto sisältää rakennusalaan ohjaavat lait ja määräykset, yleiset laatuvaatimukset (RYL), ohjeet ja tuotetietoa. Tietosisältö on tarkoitettu erityisesti rakennuttamiseen ja suunnitteluun ja palvelee myös urakointia. Tieto on puolueetonta, luotettavaa ja ajantasaista ja koottu rakentamisen ammattilaisten tarpeisiin.

- Säännöskortit
- Ohjekortit**
 - 0 Yleiset perusteet
 - 1 Rakennushanke
 - 2 Rakennusaineet ja -tarvikkeet
 - 3 Rakennusaineet ja -tarvikkeet
 - 4 Täydentävät rakennusosat
 - 5 Lämmitys, ilmanvaihto
 - 6 Vesihuolto, viemärointi, jätehuolto
 - 7 Sähkö, valaistus
 - 8 Rakenteet
 - 9 Tilat, alueet, liikenne
 - RT Hakemistot, käyttöohjeet ja sanastot
- Tuotekortit**
 - 1 Maa- ja aluerakennustuotteet
 - 2 Runkorakennustuotteet
 - 3 Täydentävät rakennustuotteet
 - 4 Pintatuotteet
 - 5 Rakennusvarusteet ja kalusteet
 - 6 Talotekniikkatuotteet
 - 7 Rakennuskalusto ja -välineet

Kuva 1. RT-kortiston säännöskortit (Rakennustieto.fi b).

Hakukentästä voi suoraan etsiä tiettyä tietoa esimerkiksi muurakseen liittyen. Jokaisen otsikon alta löytyy paljon sisennettyjä otsikoita. Esimerkiksi tietoja kevytsoraharkoista ja muurauksesta löytyvät kohdasta 3 Rakennusaineet ja -tarvikkeet.

RT 81-10486 → **Koodi, jolla voi hakea tiettyä korttia**

Pientalon perustamistavan valinta

Kuvaus
RT-ohjeessa esitetään yleisimpiä pientalon perustamistapoja sekä perustamistavan valintaan vaikuttavia tekijöitä. Tyypillisimmät pientalojen perustamistavat eri maaperäolosuhteissa on esitetty sekä taulukkona että piirrosesimerkein. Pientaloja ovat erillispientalot, paritalot, rivitalot ja ketjutalot.

SISÄLLYSLUETTELO:

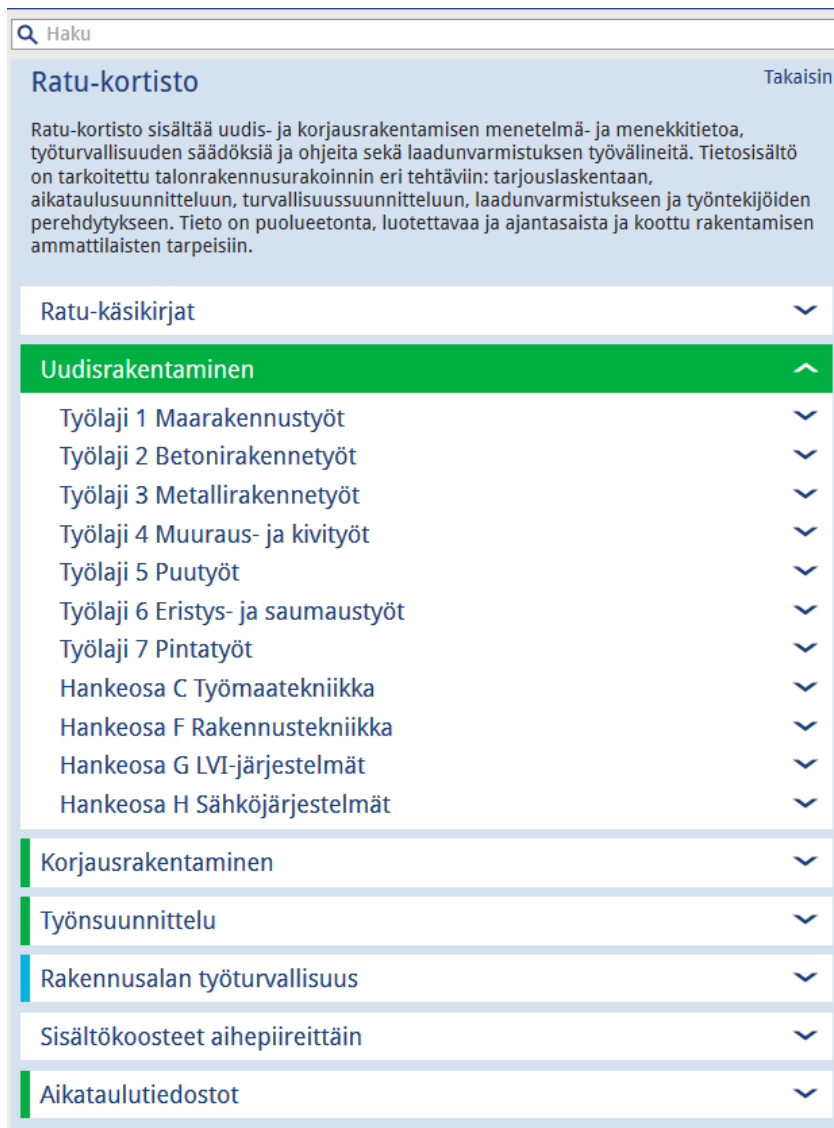
- 1 YLEISTÄ
- 2 POHJASUHTEIDEN SELVITTÄMINEN
- 3 POHJASUHTEIDEN VAIKUTUS PERUSTAMISTAPAAN
 - 3.1 Rakennuksen korkeusaseman valinta
 - 3.2 Perustaminen kantavalle maapohjalle tai kalliolle
 - 3.3 Perustaminen pehmeälle maapohjalle
- 4 PERUSTUSTEN YLÄPUOLISET RAKENTEET
- 5 PERUSTAMISTAVAT
 - 5.1 Yleistä
 - 5.2 Maanvaraiset tai kallionvaraiset anturaperustukset
 - 5.3 Maanvaraiset laattaperustukset
 - 5.4 Paaluperustukset
 - 5.5 Muut perustamistavat
- 6 KUIVATUS JA ROUTASUOJAUS

Lataa kortti (pdf) → **Tästä voi ladata kortin ja avata tiedoston pdf muodossa**

Kuva 2. Esimerkki ohjekortin sisällöstä (Pientalon perustusten valinta RT 81-11093).

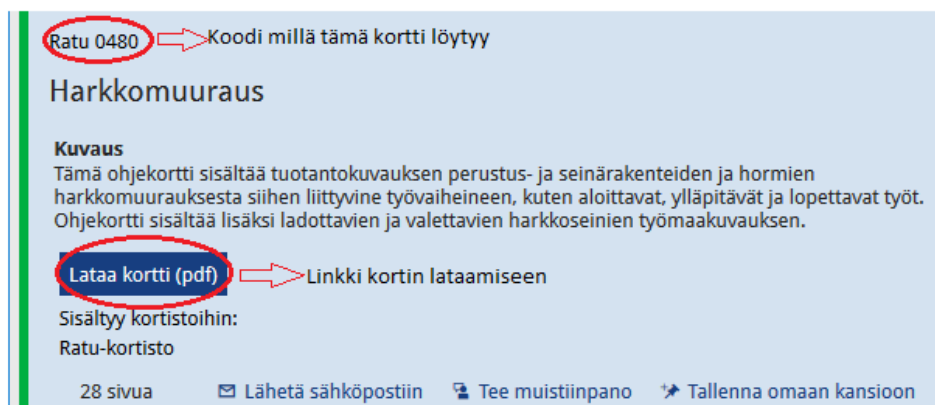
Kuvassa 2 on rakenteiden ohjekortti, jonka otsikko on 8 Rakenteet, 81 Perustukset. Sisällysluettelosta näkee mitä tietoja tämä kortti pitää sisällään.

Ratu-kortisto pitää sisällään rakentamiseen liittyvät menetelmä- ja menekkitiedot, työturvallisuuden säädöksiä ja ohjeita, sekä tietoa laadunvarmistuksesta. Tietosisältöä voi käyttää rakennusurakoinnin eri tehtäviin: tarjouslaskentaan, aikataulusuunnitteluun, turvallisuussuunnitteluun, laadunvarmistukseen ja työntekijöiden perehdytykseen. Tiedostot ovat ajantasaista, puolueetonta ja luotettavaa. Kuvassa 3 on kuvakaappaus Ratu-kortiston pääotsikoista. Siellä on omat otsikoinnit ja sisällöt uudis- ja korjausrakentamiseen, työn suunnitteluun, työturvallisuuteen, sekä aikataulutukseen. Ratu-kortistoa voi hyödyntää omakotitalo rakentamisen eri vaiheissa. Kuvassa 4 on esimerkki harkkomuurauksen Ratu-kortista. Kortissa on kerrottu, miten harkkomuuraus tehdään alusta loppuun, harkkojen, laastien ja muiden materiaalien menekki laskentaa, kuinka kauan työvaiheet vievät aikaa, millaiset suojavarusteet, sekä rakennusvälineet työvaihe vaatii (Rakennustieto.fi c).



Kuva 3. Ratu-kortiston pääotsikot (Rakennustieto.fi d).

Kuvassa 3 näkyy miltä rakennustieto.fi ositteesta löytyvä Ratu-kortisto näyttää. Kortisto toimii samalla tapaa, kuin aikaisemmin kuvattu RT-kortisto.



Kuva 4. Esimerkki Ratu-kortista (Harkkomuuraus Ratu 0480).

Kuvassa 4 on esimerkki harkkomuurauksen kortista, joka löytyy kohdasta: Uudisrakentaminen, Työlaji 4 Muuraus- ja kivityöt, 42 Harkkomuuraus.

3. KESTÄVÄKEHITYS JA JÄTTEET UUDISRAKENTAMISESSA

3.1 Kestävä kehitys

Kestävän kehityksen tavoite on turvata tuleville sukupolville mahdollisimman hyvät mahdollisuudet elämiseen. Rakentaminen on osa kestävästä kehityksestä. Kestävä rakentaminen tarkoittaa toimintaa, jossa otetaan huomioon resurssitehokkuus ja pyritään rakentamaan mahdollisimman pitkäikäinen ja vähän huoltoa, sekä korjausta tarvitseva rakennus. Kestävässä rakentamisessa halutaan edistää luonnonvarojen riittävyyttä, sekä samalla saada taloudellisia hyötyjä energia- ja materiaalisäästöjen kautta. Kuvassa 5 on esitetty kestävä rakentamisen neljä osa-aluetta: ekologinen kestävyys, taloudellinen kestävyys, kulttuurillinen kestävyys, sekä sosiaalinen kestävyys. Ekologisilla vaihtoehdoilla voidaan vähentää kasvihuonepäästöjä ja energiankulutusta rakennus-/asumisvaiheessa. Energiankulutukseen ja ympäristövaikutuksiin käyttövaiheessa voi vaikuttaa jo suunnittelu- ja rakentamisvaiheessa. Oikeat rakennustavat, rakennusmateriaalit, rakentamisen laatu ratkaisevat kuinka pitkä ja millainen asunnon käyttövaiheesta tulee. (Kestävä rakentaminen- kestävä rakennus).



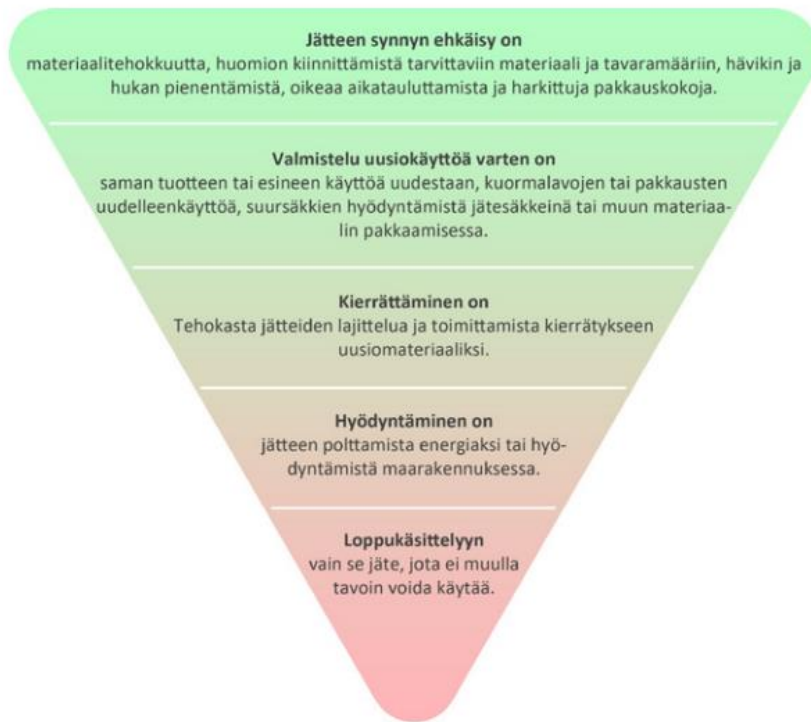
Kuva 5. Kestävän rakentamisen osa-alueet (Suomen ympäristö opisto sykli 2014 b, 7).

3.2 Jätelaki ja säädännöt

Jätehuollon toimintaa ohjaavat erilaiset lait ja määräykset. Yleiset ohjeet jätehuollon järjestämisestä tulevat Euroopan unionista. EU:n direktiivien mukaan jätepolitiikassa on noudatettava viisiportaista jätähierarkiaa: jätteen synnyn ehkäisy, valmistelu uudelleenkäyttöön, kierrätys, muu hyödyntäminen, loppukäsittely, kuten kuvassa 6 on osoitettu. Vuonna 2020 EU velvoittaa kaikkia jäsenmaita kierrättämään, uusiokäyttämään, tai muuten hyödyntämään 70 prosenttia rakentamisessa ja purkamisessa syntyvistä jätteistä. (Itä-Suomen jätesuunnitelma vuoteen 2016. 2009). Jätelainsäädännön tavoitteena on edistää luonnonvarojen käytön vähentämistä, ehkäistä jätteistä aiheutuvaa vaaraa terveydelle ja ympäristölle, vähentää jätteiden määrää, sekä varmistaa toimiva jätehuolto. Jätelainsäädäntö käsittelee laajasti kaikkia jätteitä muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta esimerkiksi ydinjäte. Suurin osa Suomen jätelainsäädännöistä tulevat Euroopan unionista. Suomen lainsäädännössä on paljon direktiivejä ja asetuksia, jotka eivät tule Euroopan unionista. Näin ollen Suomen jätehuolto on tiukempi ja laajempi kuin EU:ssa. (Jätelainsäädäntö edistää luonnonvarojen järkevää käyttöä ja ehkäisee jätteistä aiheutuvia haittoja 2019).

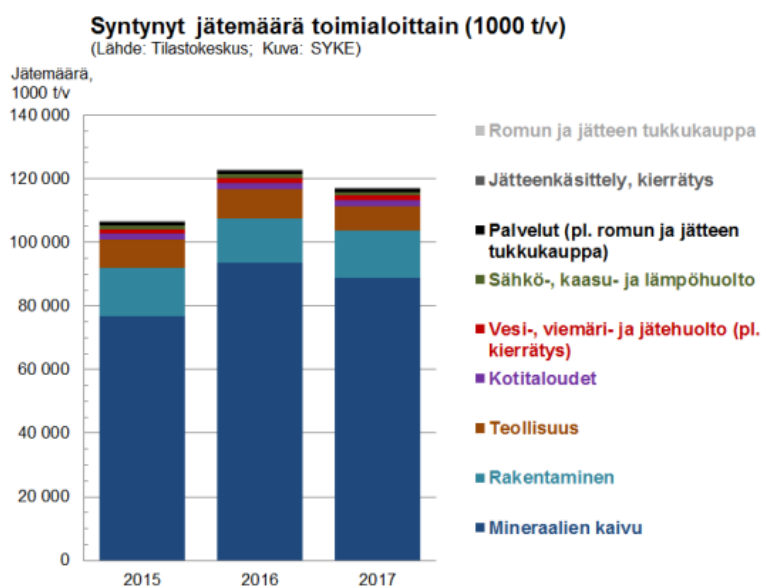
Valtioneuvosto ja ympäristöministeriö ovat yhdessä laatineet valtakunnallisen jätesuunnitelman vuoteen 2023. Suunnitelmaan sisältyy jätehuoltoon, jätteen määriin, haitallisuuteen ja vähentämiseen liittyvät suunnitelmat. Suunnitelmaan on valittu neljä jätealuetta, joiden jätevirroissa on haasteita määrien, haitallisuuksien, sekä kierrätyksen edistämisen kannalta. Nämä alueet ovat: rakentamisen-, biohajoava-, yhdyskunta- ja elektroniikkajäte. Suunnitelman toteutuminen vähentäisi jätteitä, nostaisi kierrätyksen tasoa, mahdollistaa kiertotalouksien uusien toimintamallien käyttöönoton, sekä positiivisia vaikutuksia liiketalouden näkökulmasta. Suunnitelma on voimassa 31.12.2023, tai siihen asti, kunnes uusi jätesuunnitelma astuu voimaan. (Kierrätyksestä kiertotalouteen- valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2023. 2018, 11).

Jätehuoltomääräysten tavoitteena on tukea kestävästä kehityksestä helpottamalla jätteiden hyötykäyttöä. Jätelaki velvoittaa kaikkia pitämään huolta siitä, että jätettä syntyy mahdollisimman vähän, lajittelemaan rakentaessa tulevat jätteet ja toimittamaan ne hyötykäyttöön. Ensisijaisesti ne tulisi käyttää raaka-aineeksi, toisena tulee energian tuotanto ja vasta viimeinen vaihtoehto olisi kuljettaa jätteet kaatopaikalle. Lain tarkoitus on ehkäistä jätteistä syntyvät vaarat ja haitat terveydelle ja ympäristölle, sekä edistää luonnonvarojen kestävästä käyttöä. Ympäristönsuojelulaki edellyttää käyttämän uusinta käyttö tekniikkaa, ottamaan huomioon pohjavesien ja vesistöjen pilaantumiskäsit. Varautumaan ja ehkäisemään vahingot ympäristölle. (Myllärinen, Pahajoki, Peltonen ja Saarikko 2019 a, 164). Valtakunnallinen jätesuunnitelma eli VALTSU seuraa jätteiden määrien syntymistä ja haitallisuutta jätedirektiivien mukaisesti. Tuloksista tehdään indikaattorit kuten kuvassa 7 ja 8. Indikaattoreista on helppo seurata vuosittaisia jäte- ja jätteiden käsittely määriä. (Valtakunnallisen jätesuunnitelman seuranta).



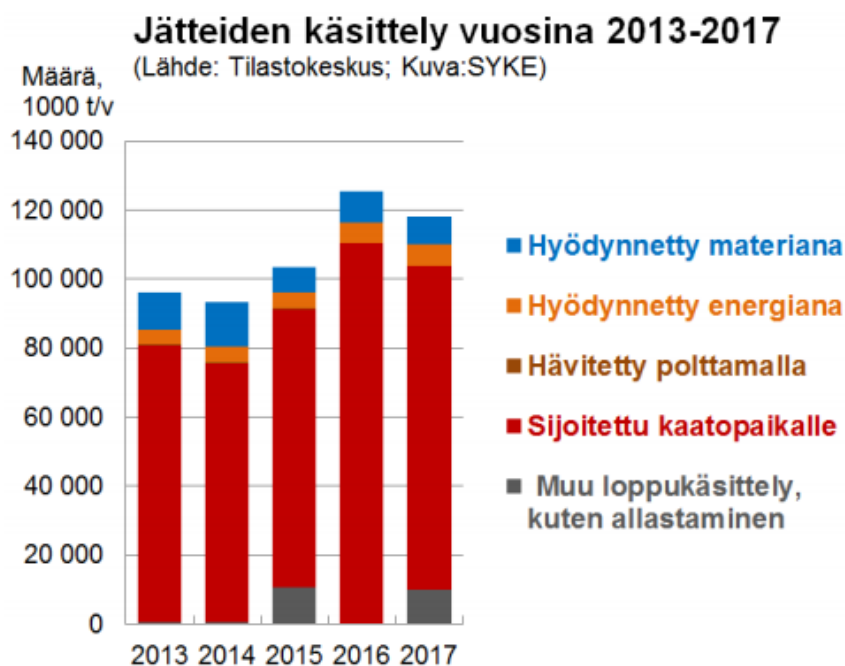
Kuva 6. Jätteiden lajittelunkulku (Suomen ympäristö opisto sykli 2014 a, 15).

1. Kokonaisjättemäärä toimialoittain, t/v



Kuva 7. Jättemäärät (Merilehto 2019. Jätehuollon yleisen kehityksen valtsu-indikaattorit).

2. Jätteiden käsittelymäärät, t/v

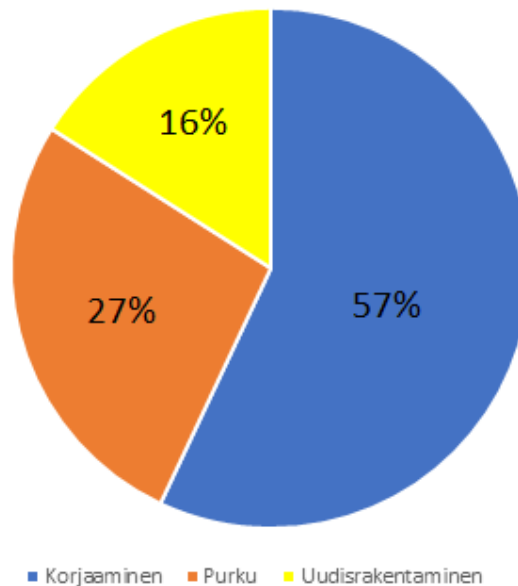


Kuva 8. Jätteiden käsittely (Merilehto 2019. Jätehuollon yleisen kehityksen valtsu-indikaattorit).

Kuvassa 7 on diagrammi, jossa on Suomessa syntyvien jätteiden määrät vuosina 2015–2017. Kuvassa 8 on diagrammi, jossa näkyy jätteiden käsittelyn määrät vuosina 2013–2017.

3.4 Jätteet ja kierrätys

Työmaan eri vaiheissa syntyy erilaisia jätteitä. Suurin osa rakennusalan jätteistä koostuu betonista ja puusta. Talonrakennustyömailla syntyy jätettä melkein yhtä paljon kuin kotitalouksissa yhteensä, 1,1–1,5 miljoonaa tonnia vuodessa. Suomessa tulevasta rakennusjätteestä noin viidennes syntyy uudisrakentamisessa, puolet korjausrakentamisessa ja kolmannes rakennuksia purettaessa, kuten kuvassa 9 on esitetty. (Helsingin seudun ympäristöpalvelut.fi).



Kuva 9. Talonrakentamisen jätteiden jakautuminen. (Tilastokeskus, 2013)

Isommissa hankkeissa kuten kerrostalotyömailla syntyy monenlaista jätettä ja kierrätys on monimutkaisempi kuvio, mutta tässä työssä pyrin keskittymään omakotitalo kohteeseen. Omakotitaloa rakentaessa ei tarvitse tehdä erillistä jättesuunnitelmaa, kunhan muistaa huolehtia laissa määritettyjä kierrätys ohjeistuksia eikä aiheuta haittaa ympäristölle. (Myllärinen ym 2019 a, 165).

Jäteasemilta on mahdollista vuokrata jätelavoja ja jäteastioita, joihin on helppo eritellä rakentaessa syntyvät jätteet. Tärkeä asia jätteiden synnyn ehkäisyyn on tilata rakennustarvikkeita oikea määrä. Internetissä on monia sivustoja, joihin voit laittaa myynti-/antoilmoituksen hukka ja ylijäämä tarvikkeista. Omakotitaloa rakentaessa syntyy monenlaista jätettä eri työvaiheissa. Tontin raivausvaiheessa syntyvä jäte on usein puuta, risukkoa ja ruohoista pintamaata. Puun rungot menevät hyötykäyttöön ja niistä valmistetaan monenlaista puutavaraa esimerkiksi rakentamiseen. Kannot, risut ja pienemmät puut menevät poltettaviksi ja niistä tuotetaan monesti energiaa. Sekalainen maa-aines ja kaivuumaat voidaan käyttää hyväksi täyttö töissä joko omalla työmaalla, naapurin tontilla, tai viedä muualle täyttömaaksi. Tämä edellyttää että, maakerrokset eivät sisällä pilaantuneita maa-aineksia. Multaista pintamaata puolestaan voit hyödyntää seulottuna ja uudelleen käsiteltynä nurmikkopinaksi. Isommat kivet räjäytetään pienemmäksi, jotta ne mahtuvat kuorma-auton lavalle, tai niitä

voidaan vaihtoehtoisesti siirtää ja hyödyntää vaikka piharakentamisessa tai tehdä niistä lasten kiipeilypaikan. Perustusvaiheessa syntyvä jäte on enimmäkseen betonia, routaeristeitä, puuta ja harkkoja. Ylijäämäbetoni, harkot, laastit, ja muu kiviaines eroteltava muista jätteistä ja hoidettava ne kaatopaikalle. (Myllärinen ym 2019 a, 165).

Jäteasemalla kiviainekset murskataan ja ne hyödynnetään maarakentamisessa uusiomateriaaleina. Kiviainesten kierrättäminen säästää luonnonvaroja ja niiden paikallinen käyttö vähentää hiilidioksidipäästöjä. (Jätekukko.fi a) Routaeristeet ovat polystyreeniä ja ylijäämä palat kelpaavat poltettavien jätteiden sekaan. Sekajäte toimitetaan jäteasemalla, josta se siirtyy kaukolämpötuotantoon. Murskattu jäte palaa tehokkaasti ja ympäristöystävällisesti. (Jätekukko.fi c) Perustuksissa käytetyt puutarvat, kuten muottisiivut voidaan hyötyä käyttää uudelleen myöhemmissä rakennusvaiheissa. Hyötykäyttöön kelpaamaton puujäte hyödynnetään energiaksi. (Myllärinen ym 2019a, 165). Runko- ja sisävalmistusvaiheessa syntyvät jätteet riippuvat paljon mistä materiaaleista esimerkiksi runko ja väliseinät tehdään. Työssäni keskityn vain puu ja valuharkkotaloihin, joissa väliseinät tehdään puusta kipsilevy pinnalle tai muuraamalla kivistä. Puurunkoisessa talossa jäte on pääosin puuta ja eristejämiä. Puujäte murskataan ja laatu tutkitaan tarkasti laboratoriossa, jonka jälkeen se toimitetaan energialaitoksille ja siitä tuotetaan energiaa. Paineekyllästetty puu varastoidaan ja käsitellään erikseen vaarallisena jätteenä energiahyödynnettäväksi. Rungossa ja väliseinissä käytettävät eristevillat eritellään muista jätteistä ja ne loppusijoitetaan jäteasemilla. Kipsilevy väliseinissä jäte on pääosin erilaisten kipsien hukkaa, jotka kaatopaikalle toimitettuna ja eriteltynä voidaan hyödyntää uusien kipsilevyjen valmistukseen. (Jätekukko.fi b) Betoni runkoisessa talossa, jossa väliseinät ja runko ovat kivistä tehtyjä jäte on pääosin betonia, harkon palasia ja muurauslaasteja. Nämä kaikki materiaalit menevät kaatopaikalla samaan paikkaan, jossa ne murskataan ja käytetään uudelleen esimerkiksi maarakennuksessa. (Myllärinen ym 2019 a, 165).

4. KOHTEEN KUVAUS

4.1 Rakennuskohde

Kohteena työssä on Muuramessa Jaakkolantie 11 sijaitseva tontti, joka näkyy kuvissa 10 ja 11 punaisella rajattuna. Tontilla on tällä hetkellä purkukuntoinen vuonna 1954 rakennettu puinen omakotitalo, jonka purku on tarkoitus aloittaa vuoden 2020 kesällä. Tontti sijaitsee aivan Muuramen palvelujen tuntumassa. Lähimmät päiväkodit, koulut, sekä kaupat löytyvät reilun kilometrin säteeltä. Vaikka talo sijaitsee keskustan tuntumassa, omaa rauhaa tarjoaa iso 2035m² tontti. Tehokkuusluku $e=0,25$ tarkoittaa, että rakennusoikeutta on 550 kem², joka saadaan laskemalla $2203 \times 0,25 = 550$. Iso tontti mahdollistaa sen, että se on halutessaan mahdollista lohkoa pienemmäksi ja rakentaa kaksi pienempää omakotitaloa, tai rivitalo. Tässä työssä tarkistellaan vaihtoehtoa, jossa tontille rakennettaisiin yhdessä kerroksessa oleva 140m² puurunkoinen omakotitalo. Rakennusmateriaaleina käytettäisiin mahdollisimman paljon uusiomateriaaleja, sekä hyödynnettäisiin kierrätettyjä materiaaleja ja tarvikkeita.



Kuva 10. Talo ja tontti satelliittikuvassa (Google.com)

4.2 Rakennusmääräykset ja asemakuva

Asemakaava asettaa tiettyjä ehtoja ja määräyksiä rakennukselle. Tontti sijaitsee omakoti- ja rivitalojen korttelialueella. Suurin kerrosluku asemakaavan mukaan on I. Asemakaava määräyksissä sanotaan seuraavasti: Rakennuslupaa haettaessa on rakennuspaikkaa varten osoitettava vähintään 1 autopaikka kutakin asuinhuoneistoa kohti. Naapurirakennuspaikan rajalle tai 5 metriä sitä lähemmäksi rakennettavan rakennuksen seinään ei saa tehdä muita aukkoja, kuin ikkunoita, joiden on oltava vähintään 160 cm huoneen lattian yläpuolella. Liikennealueelle saa tehdä tieliittymän, tai pääsytien vain rakennuskaavassa osoitettuun paikkaan. (Muuramen kunta b).



Kuva 11. Asemakaava (Muuramen kunta a).

5. RAKENNUSVAIHEET JA KIERRÄTYSMATERIAALIEN HYÖDYNTÄMINEN

Ennen kuin rakennusviranomaisen myöntää rakennusluvan on erilaiset luvat ja suunnitelmat oltava kunnossa. Suunnittelun merkitys on rakennushankkeessa suuri. Puutteellinen tai huono suunnittelu voi nostaa rakennushankkeen kustannuksia ja aiheuttaa jopa rakenteellisia riskejä. Hankkeen kustannusarvion seurannan heloittamiseksi kannattaa kaikki suunnitelmat olla valmiina ennen rakentamisen aloitusta. Rakentamisen kustannukset vaihtelevat suuresti paikkakunnasta, materiaaleista ja asunnon koosta riippuen. Tämä opinnäytetyö keskittyy yksikerroksiseen puurunkoiseen pientaloon, jossa kustannukset jakautuvat keskimäärin seuraavasti: perustukset 15 %, alapohja 10%, yläpohja 15%, ulkoseinät 10%, sisäseinät 5%, ovet ja ikkunat 10%, sisustus 10%, lvis 25%. Kun luonnossuunnitelmat ovat valmiina voidaan ryhtyä suunnittelemaan pääpiirustuksia rakennuslupaa varten. Pääpiirustuksilla osoitetaan viranomaisille, että rakennus on asemakaavan ja muiden määräysten mukainen. Pääpiirustukset sisältävät muun muassa asema-, pohja-, leikkaus-, julkisivu-, rakenneleikkauspiirustukset. (Pientalorakentajan perustieto 2009).

5.1 Maarakennus ja pohjatyöt

Maaperätutkimuksella selvitetään maaperän kantavuus, radonpitoisuus ja muut ominaisuudet. Kun riittävät tutkimukset ovat suoritettu päästään tekemään maarakennustöitä. Tontin koko, muoto, ja pohjamaan laatu määrittävät pitkälti, miten paljon tontin maata pitää muokata ja millaiset kustannukset niistä muodostuvat. (Myllärinen ym 2019a, 170) Jaakkolantie 11 tontilla on vanha rintamamiestalo, joka puretaan. Tämän jälkeen tontista otetaan tarvittavat maaperänäytteet, jonka jälkeen alkavat maarakennustyöt. Maastokartasta ja vanhan talon perustusten kunnosta päätellen tontti voisi olla hiekka/sora maaperällä, jossa ei tarvitse tehdä louhinta-, tai paalutustöitä. (Paikkatieto.sweco.fi)

Pintamaa poistetaan talon kohdalta ja anturan/perustusten pohjalle laitetaan kantavaa maa-ainesta esimerkiksi. Betroc mursketta, joka syntyy betonin ja tiilen kierrätyksen lopputuotteena ja näin ollen on ekologinen vaihtoehto. (Rudus.fi b) Kun tontilta kaivetaan maata pois voi nämä myöhemmin hyödyntää maapohjassa niillä alueilla, joille ei rakenneta. Kaivaessa esiin tulleita luonnonkiviä on myöhemmin hyvä käyttää istutuksissa ja pengerryksissä. (Rudus.fi c)

5.2 Perustusvaihe

Perustusten tehtävä on siirtää rakennuksen paino kantavalle maapohjalle, estää kosteuden ja haitallisten aineiden pääsy rakennuksen sisälle sekä toimia lämpöä eristävänä rakenteena. Perustustapoja on useita, mutta työssäni keskityn maanvaraiseen perustukseen, sillä tätä tapaa tullaan käyttämään kohteessa. (Betoni.com)

Seuraava työvaihe on anturoiden teko. Anturamuottien tekomenetelmiä on monenlaisia. Otan esimerkiksi kaksi työmenetelmää. Yleisin tapa on tehdä laudoista muotit anturalle kuva 12. Muottien purkamisen jälkeen lautoja voi hyödyntää myöhemmissä rakennusvaiheissa. (Myllärinen ym 2019 a,

191). Mikäli perusmuuri tehdään harkoista, voi harkkoja hyödyntää anturan teossa kuva 13. Harkot asetellaan peräkkäin ja toimivat muottina valettaessa. Muutaman tunnin jälkeen valamisesta betoni on riittävän kovettunutta ja harkot voidaan poistaa. Tällä tavalla säästetään rakennustarvikkeita, sillä puutavaraa ei tarvita ollenkaan muottien tekoon. (Rakentaja.fi b) Ennen anturoiden valamista muotit raudoitetaan kuvien ja ohjeiden mukaisesti. Anturoiden valamisessa voidaan käyttää Ruduksen vihreää betonia, jossa ympäristön kuormitus on minimoitu. Betonin valmistaminen ja käyttäminen tuottavat mahdollisimman vähän hiilidioksidipäästöjä ja niiden arvot lasketaan asiakkaalle. (Rudus.fi a)



Kuva 12. Anturoiden tekeminen laudoista (Rakentaja.fi 2007 b)

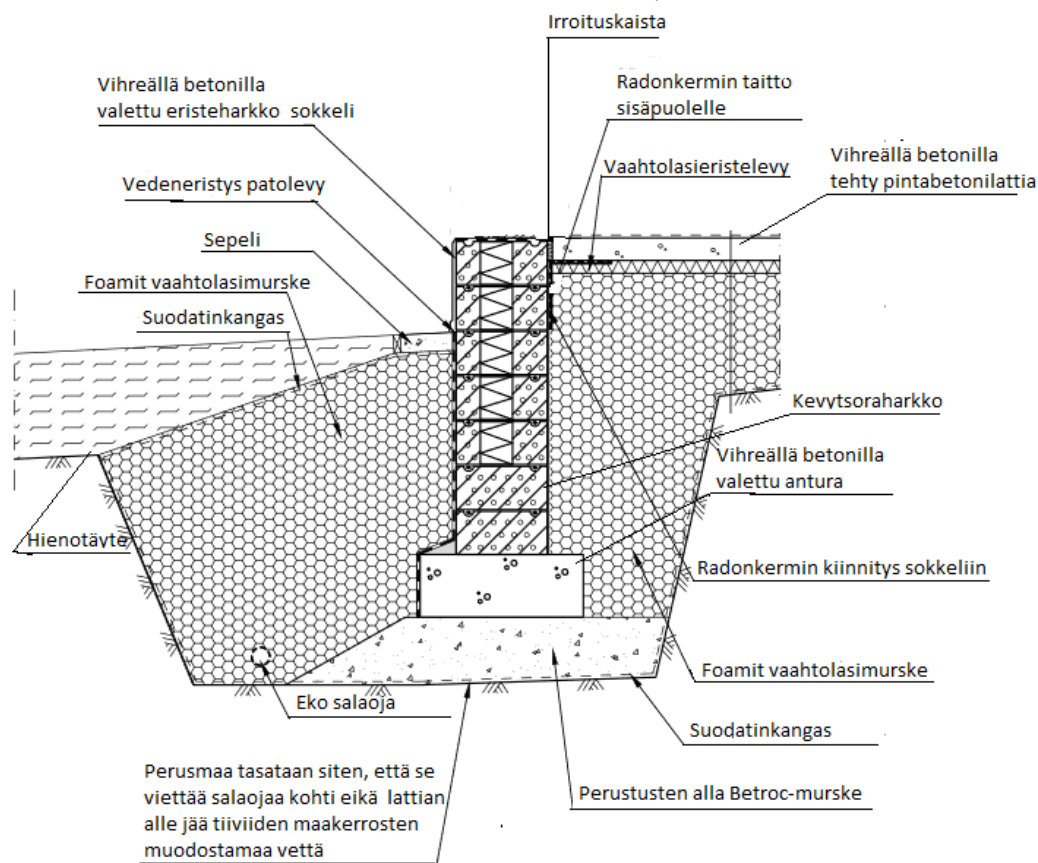


Kuva 13. Anturoiden tekeminen harkoista (Rakentaja.fi 2007 a)

Seuraava työvaihe on sokkelin tekeminen toiselta nimeltään perusmuuri. Sokkeli tehdään anturan päälle ja sen tehtävänä on siirtää seinien kuormitus anturalle. (Myllärinen ym 2019 a, 213). Teke-
mismenetelmiä ja materiaaleja on monia. Tilaaja kertoi, että tässä kohteessa todennäköisesti sokkeli
tehdään kevytsoraharkoista ja betonilla valetuista eristeharkoista. (Tilaaja 2020-02-02).

Tämän jälkeen päästään asentamaan salaojituksia, sadevesijärjestelmiä ja routaeristeitä täyttötöiden yhteydessä. Salaojituksen ja sadevesijärjestelmän tarkoitus on pitää rakennuksen perustukset kui-
vina ja estää pohjaveden nousu perustustasolle (Omakotitalon salaojitus ja sadevesijärjestelmä- toi-
mintaperiaate). Salaoja- ja suojaputket on mahdollista hankkia kierrätetystä materiaalista valmistet-
tuna. Rotomon Oy aloitti EKO-putkistojen valmistamisen vuonna 2018. Näissä uusiomuovin osuus on
yli 60 %. Tehtyjen testien perusteella uusiomuovi ei ole yhtään heikompaa, kuin normaalit muovi
putket. (Rotomon.fi) Sadevesi/viemäriputkien eristämisessä voi käyttää vaahtolasilevyä. Tämä mate-
riaali soveltuu myös hyvin perustusten routaeristeeksi, sekä lattian alle lämpöeristeeksi, kuten ku-
vassa 14 on esitetty. Vaahtolasilevy on epäorgaaninen eristemateriaali, joka on vettä ja kaasua lä-
päisemätön. Vaahtolasilevy on valmistettu 100 % kierrätyslasista. Se on ympäristölle turvallinen ma-
teriaali, jota ei jyräjät, tuhoeläimet ja mikrobit pysty tuhoamaan. Materiaalissa on myös hyvät läm-
mönkestävyys arvot -200 °C:sta + 500 °C:een. Muita käyttökohteita on esimerkiksi. rakennusten
ulko- ja sisäkatot, ulko-, sisäseinät, lämmitetyt lattiat, sokkelit, tiet ja jalkakäytävät. (Greenbau.fi)

Kaivuutöissä pois kaivetun maan tilalle tuodaan rakenteiden vaatimia täyttömateriaaleja, jotka tiivis-
tetään tärylevyllä. (Myllärinen ym 2019 a, 180). Työssä pyritään löytämään ekologisesti kannattavia
vaihtoehtoja, joten talon ulko- ja sisäpuoliset täyttötöet voidaan tehdä kierrätysmateriaalista valmis-
tetulla vaahtolasimurskeella. Se valmistetaan 99 % Suomen puhdistetuista keräyslaseista. Murske on
noin. 16 kertaa kevyempää kuin luonnonkivistä tuotettu murske ja sepeli. Lisäksi siinä on hyvä palo-
luokitus, vedenjohtavuusominaisuudet ja lämmöneristävyys. Murske estää hyvin kapilaarisen veden-
nousun rakenteisiin. (Foamit.fi) Kohteessa mahdollisen radonin eli radioaktiivisen jalokaasun pääse-
minen huone ilmaan estetään kumibitumikermillä, joka kiinnitetään lämmittämällä sokkeliin ja taitta-
malla eristelevyn päälle sisäpuolelle. (Tilaaja 2020-07-02).



Kuva 14. Kohteessa mahdollisesti käytettäviä esimerkki rakenteita, sekä materiaaleja. (Det 101 Matalaperustuksen vierus- ja alustäyttö. Muokattu lähteestä Foamit, 7).

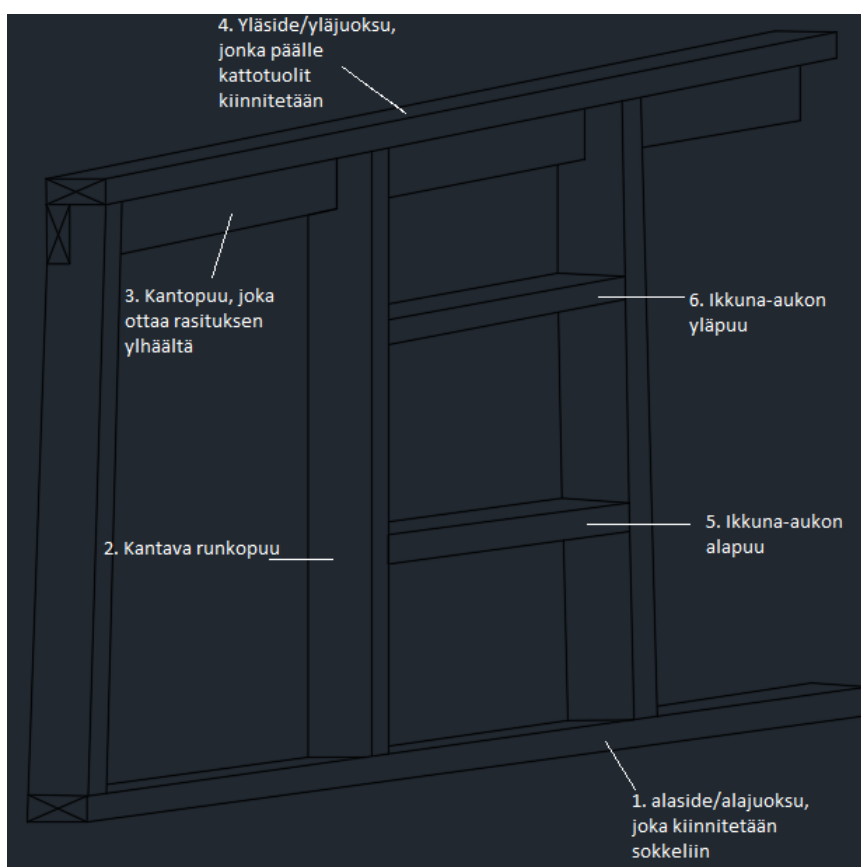
5.3 Runkovaihe

Kun rakennuksen anturat, perusmuuri, täytöt, salaojat ja viemäroinnit, sekä usein ensimmäisen kerroksen lattia ovat tehty aletaan pystyttämään runkoa. Kuvassa 15 on esitetty puurungon rakenneosat, sekä mahdollinen työjärjestys. Runko on rakennuksen näkyvä ja kantava rakenne, joka kantattelee kattorakenteita ja siirtää rasituksen anturoille. Se sisältää lämmöneristeen, lisäksi rungossa on myös kiinni ikkunat, ulko-ovet, sekä ulkoverhous. Rungon rakennusmateriaaleja on monia esimerkiksi- puu, tiili, harkko, teräs, siporex. Myös rakentamismenetelmiä on paljon. (Myllärinen, Paha-joki ja Peltonen 2019, 8-10).

Opinnäytetyö keskittyy puurunkoiseen tiiliverhoiltuun taloon, jossa käytetään mahdollisimman paljon uusiomateriaaleja ja hyödynnetään tarvikkeita puretuista rakenteista. Taloja, joissa käytetään vähimmäislämmöneristepaksuuksia sanotaan "normitaloiksi", kun eriste määriä lisätään puhutaan "matalaenergiatalosta" ja kun käytetään kovia eristeitä saada aikaan "passiivitalo". Lähitulevaisuudessa uudisrakennuksilta vaaditaan lähes nollaenergiatason energiatehokkuutta, johon päästään tekemällä passiivitalon eristeet ja lisäämällä uusiutuvan energian tuotantoa esimerkiksi. aurinkopaneelilla. (Myllärinen ym 2019 b, 10). Puu on hyvä rakennusmateriaali, sillä se on Suomen luonnossa uusiu-

tuva materiaali, siinä on pienempi hiilijalanjälki, kuin esimerkiksi betonissa ja puu tasapainoitta sisäilman kosteutta. Puu-rakentaminen on osana Suomen kestävästä kehityksestä, sekä ilmastonmuutoksen torjuntaa. (SEDERHOLM 2019, 28).

CE-merkintä on pakollista silloin, kuin sahattu puutavara saatetaan markkinoille. Tämä tarkoittaa sitä, että mikäli rakennuttaja käyttää omaa puutavaraa talon rakentamiseen siihen ei tarvitse hankkia CE-merkintää, mutta kantavissa rakenteissa käytettävän puun lujuus on varmistettava rakennusviranomaisille tunnuksella, joka takaa puun laadun. Kuka vain ei voi taata puun lujuutta vaan tähän on käytävä tiettyjä kursseja ja hankkia siihen luvat. Linjaukset ovat hyväksytyt EU:ssa ja Suomen Ympäristöministeriössä. (Sahayrittäjät.fi)



Kuva 15. Puurunko (Ilanne 2020-02-07).

Kun runko on pystyssä päästään tekemään lämmöneristys ja jäykistäviä rakenteita vaakavoimia, kuten tuulta vastaan. Yleisin tapa tehdä jäykistys on tuulensuojalevy talon ulkopuolelle ja kipsilevy talon sisäpuolelle. Tuulensuojalevyn tehtävänä on myös estää tuulen aiheuttamat ilmavirtaukset eristevillatilassa, päästää mahdollinen kosteus tuulettumaan ulospäin tuuletusväliin, sekä lisätä talon lämmöneristysarvoa. (Myllärinen ym 2019 b, 32–36).

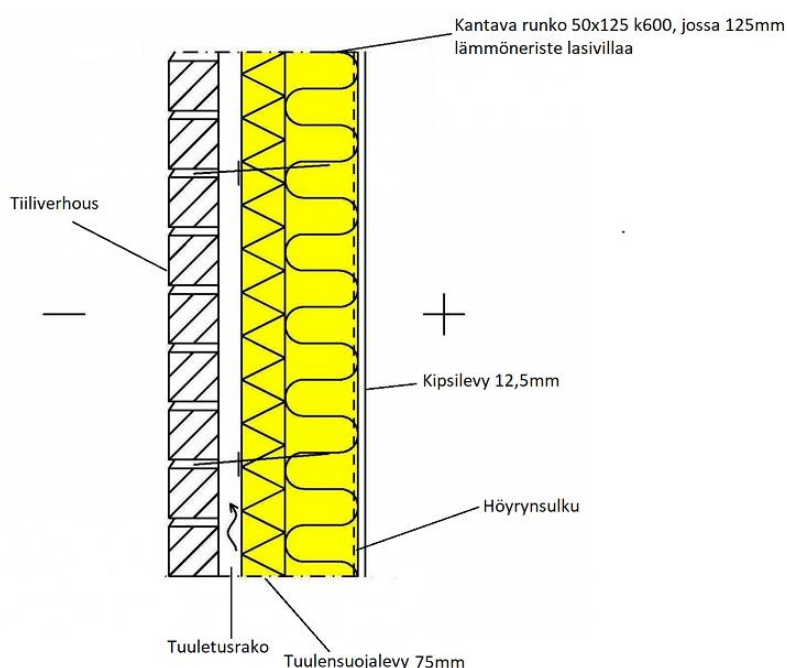
Eristysmateriaalien jäykistemateriaalien valikoima on laaja. Eristeitä ja tuulensuojalevyjä valmistetaan monenlaisista materiaaleista kuten, lasista, kivistä, pellavasta, ja puukuidusta. Tässä muutama esimerkki uusioeristemateriaaleista:

- Isover- Saint Gobain lasivilla, joka valmistetaan 85 % kierrätyslasista. Isover-lasivillaa on saatavissa villalevyinä rungoneristeeksi, sekä tuulensuojalevyinä ulkopuolelle.
- Knauf puhallusvilla, joka valmistetaan myös kierrätyslasista 80 %.
- Ekovilla, jota tehdään pääosin kierrätys puukuidusta, sanomapaperijätettä hyödyntäen. Tuotetta on saatavana, sekä rungoneristeinä ja tuulensuojalevyinä.
- GreenBau Vaahtolasilevy, joka on tehty 100 % kierrätetystä lasista.

(SEDERHOLM 2019, 8–9).

Rungon rakenteeseen kuuluu vielä ulkopuolinen verhoilu, joka voidaan toteuttaa myös monella tapaa. Sisäpuolelle tulee höyrynsulkumuovi, sekä levyn asennus koolauksineen. Ulkopuolinen verhoilu olisi tarkoitus tehdä tiilellä. Tässä työvaiheessa voidaan käyttää myös kierrätystiiliä. Kierrätystiilen ongelmana on se, ettei Suomen markkinoilta tahdo löytyä riittävää määrää puhtaita tiiliä talon tekemiseen. Tiilien puhdistaminen on työlästä, sekä useiden purkukohteiden tiilet esimerkiksi tehdasrakennukset ja korkeat piiput ovat imeneet sisäänsä raskasmetalleja. (MÖLSÄ, 2017) Vuonna 2018 tanskalainen kierrätystiiliyritys sai tuotteisiinsa CE-merkinnän. Yritys myy vanhoista rakennuksista purettuja tiiliä, mutta niiden tilaaminen ja kuljettaminen Suomeen onkin haastavampi asia. (SEDERHOLM 2019, 20). Tiiliverhoukseen voidaan siis yrittää etsiä ylijäämä tiiliä muilta rakentajilta ja puretuista rakennuksista, mutta prosessi voi käydä turhan vaikeaksi. Kuvassa 16 on esimerkki rungon rakenteesta ja rakennusmateriaaleista.

Toinen vaihtoehto olisi puumuovikomposiitti paneeli, joka valmistetaan kierrätetyistä materiaaleista. Materiaalin valmistus tapahtuu Kiinassa, josta se on mahdollista tilata Suomeen kuljetuksella, mutta tämä käy turhan hankalaksi eikä ole enää kovin ekologinen vaihtoehto. (Bohanwpc.com)



Kuva 16. Tiiliverhoiltu puurunko (Muokattu lähteestä Isover.fi c)

5.4 Kattovaihe

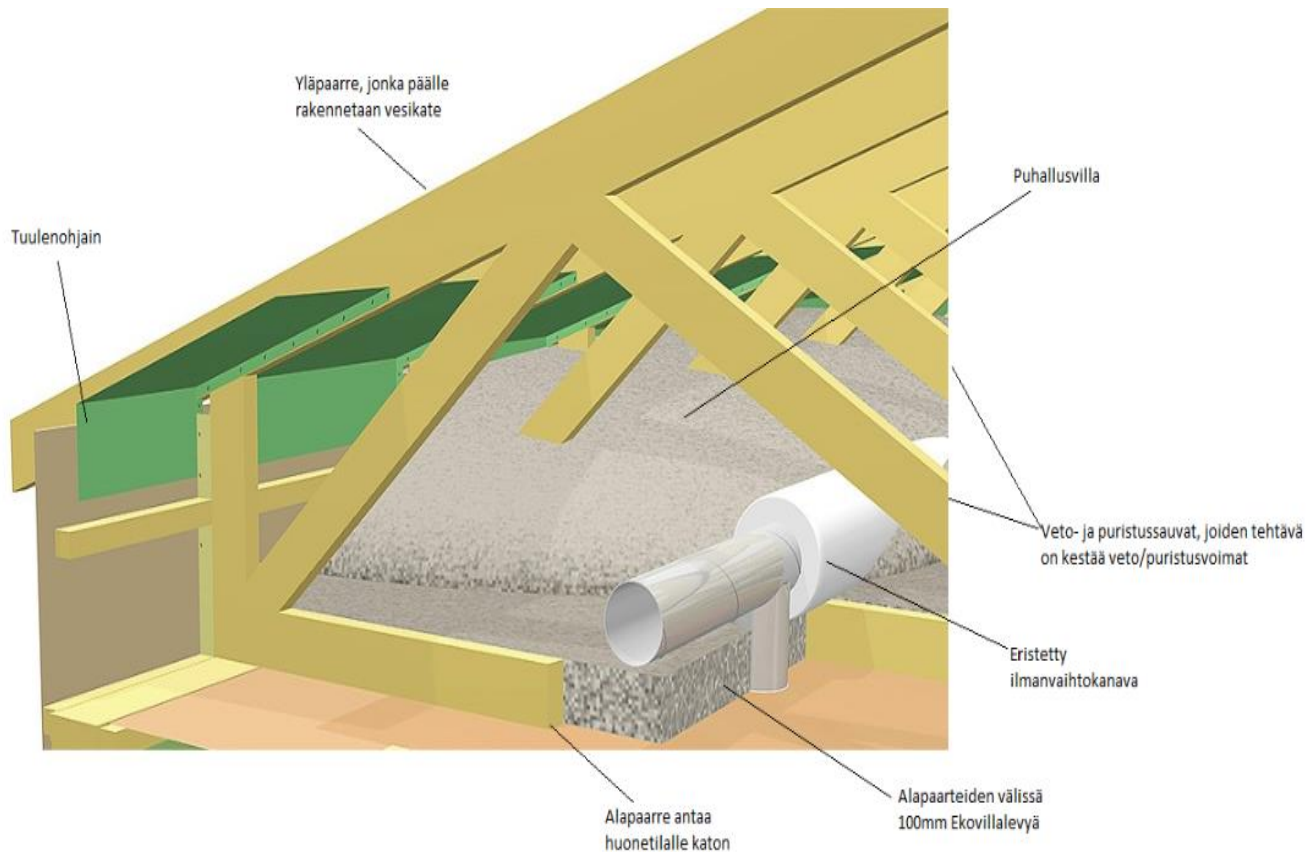
Kattoristikot/ kattotuolit muodostavat kattorungon, joka rakennetaan kantavien väliseinien päälle. Kattorungon tehtävä on johdattaa vesi pois päin talosta, sekä kannatella siihen kohdistuvaa lumi-kuormaa. Kattoristikoiden päälle rakennetaan vesikate, joka suojelee taloa sään vaikutuksilta. Ristikoiden väliin jää välitila, jota sanotaan yläpohjaksi. Välitilassa sijaitsee talotekniikka ja lämpöeristeet, kuten kuvassa 17 ilmenee. (Myllärinen ym 2019 b, 55). Kattotuoleja on monenlaisia ja muotoisia. Suomessa yleisin kattorunkotyyppe on harjakatto niin kuin tässäkin talossa. Yleensä kattoristikot tulevat valmiiksi kasattuna tehtaalta. Tämä menetelmä tulee yleensä edullisemmaksi ja kevyemmäksi kuin itse tehdyt kattoristikot. Pienempiin rakennuksiin kuten esimerkiksi pihasaunaan, tai liiteriin voi kattotuolit tehdä itse. Tämä edellyttää kuitenkin rakennekuvat, joka kunnan rakennusvalvonta hyväksyy. (Myllärinen ym 2019b, 58). Tyypillisesti kattotuolit koostuvat, joko kolmion tai ristikon muotoon kiinnitetyistä palkeista. Nämä rakenteet ovat tunnetusti jäykkiä ja kestäviä. Ristikot kestävät vain pystysuoria voimia, tämän takia ne tuetaan aina poikittain vinoiteilla. (Urakkamaailma.fi)

Kun kattotuolit ovat paikallaan päästään laittamaan aluskate ja ruoteet varsinaista vesikattoa varten. Aluskatteen tehtävä on estää vesikaton raoista tulevan veden ja lumen pääsy yläpohjan eristetilaan. Aluskatteen päälle tulee pystyrimat kattotuolien mukaisesti. Rimat muodostavat tuuletusvälin aluskatteen ja vesikatteen välille. Seuraavana vuorossa on ruodelautojen asennus. Ruodepuun koko ja asennusjako riippuu päälle tulevasta katteesta. (Myllärinen ym 2019 b, 66).

Tässä tapauksessa kattomateriaali voisi olla pelti, sillä peltikatossa käytettävä teräs on 100 % kierrätettävä tuote. SSAB hyödyntää kierrätysteräksen ja he lupaavat, että jokaista tuhatta kiloa kohden on käytetty 20 % kierrätysmateriaalia. (Ssab.fi)

Välitilassa sijaitsee ilmanvaihtokanavat ja eristetila. Ilmanvaihtokanavien eristäminen on tärkeää, sillä voidaan välttyä lämpöhäviöiltä ja kondensoitumiselta. Ilmanvaihtoeristeiden lämmöneristyksen avulla laitteiden jäähdytys- ja lämmitystehoa ei tarvitse kasvattaa, jolloin säästyy energiaa. Kondensoitumista halutaan välttää, koska tiivistyessään vedeksi kosteus saattaa joutua rakenteisiin tai vaurioittaa ilmanvaihtoputkia. (Isover.fi a)

Ilmanvaihtokanavien eristyksessä voidaan käyttää siihen tarkoitettuja eristemattoja, tai eristekouruja. Molemmista hyödynnetään kierrätysmateriaaleja, joissa kierrätyslasiin osuus on n.80 %. (Rakentaja.fi a) Eristetilassa suositetaan puhallusvillaa, sillä siinä on hyvät lämmön- ja äänieristyskyvyt, täyttää kaikki kattoristikoiden välit ja ontelot, palamaton, lahoamaton, sekä hajuton materiaali, jonka valmistuksessa käytetään yli 70 % kierrätyslasiä. (Isover.fi b)



Kuva 17. Kattorunko ja yläpohja (Muokattu lähteestä Ekovilla.com)

5.5 Sisävalmistusvaihe

Sisävalmistusvaiheen töiden sisältö on laaja ja siihen menee paljon rahaa omakotitaloa rakentaessa. Omakotitalon sisätoihin kuuluu muunnoissa väliseinät, sisäkatot, lattiat, ovet, ikkunat, märkätilojen vedeneristys ja laatoitus, listoitukset, sekä kiintokalusteiden asennus. (Myllärinen ym 2019 b, 202). Sisävalmistustöihin rakennusmateriaaleja on saatavilla todella paljon, joten työssä otetaan esille vain esimerkkejä uusio-/kierrätysmateriaalien hyödyntämisestä. Puurunkoisten väliseinien väliin laitetaan yleensä eriste, joka auttaa saavuttamaan vaadittavat paloluokitukset, sekä parantamaan äänieristystä. Tähän kelpaa esimerkiksi Ekovilla, ISOVER lasivilla, tai vaahtolasilevy. (Tilaja 2020-02-22). Edellä mainituissa vaihtoehdoissa on kaikkien valmistamisessa käytetty kierrätysmateriaaleja. Ekovilla valmistetaan pääosin kierrätys puukuidusta eli sanomalehdistä. Lasivilla ja vaahtolasilevyt puolestaan kierrätyslasia hyödyntämällä. Väliseinissä käytettävien kipsilevyjen valmistamiseen käytetään kierrätyskipsiä, jopa 80% kipsistä on peräisin voimalaitoksista tullutta teollisuuden sivutuotetta teollisuuskipsiä, jota ei voida muuten käyttää. Joidenkin levyjen pintakartonki valmistetaan kierrätyspaperista. (SEDERHOLM 2019, 10). Myös sisäkatot voidaan tehdä kipsilevystä, jossa kierrätysmateriaalin hyödyntäminen on sama kuin väliseinien levytyksessä. Toinen vaihtoehto MDF-levy eli puukuitulevy. Levyjen raaka-aineena pääasiassa sahatavaran sahauksessa syntyvää purua ja muita pienijakeisia puuraaka-aineita, jotka syntyvät muun valmistuksen sivutuotteena. Kuitulevyt valmistetaan yleensä jauhamalla kostea raaka-aine kuiduiksi korkeassa lämpötilassa. Kuiduista muodostetaan levyaiho, joka puristetaan kuumapuristimella levyksi. (Puuproffa.fi)

Lattia-, sekä seinälaattoja on saatavissa uusiomateriaaleina, joissa kierrätysmateriaalin käyttöaste voi olla jopa 100 %. Ekolaatat valmistetaan kierrätyslasista. Lasi murskataan lasipölyksi, jonka jälkeen ne puristetaan laataksi. Voidaan käyttää kaikilla seinä- ja lattiapinnoilla sisällä ja ulkona. Laatat eivät ime vettä itseensä, joten ne kestävät hyvin Suomen sääolosuhteita. (Kaakelikeskus.fi)

Alumiinisten rakennustuotteiden kierrätysaste on suuri. Kierrätettyä alumiinia pystytään hyödyntämään rakennusmateriaaleissa noin. 50–85 %. Purso on suomalainen yritys, joka valmistaa kierrätetystä alumiinista laadukkaasti suunniteltuja ja toteutettuja julkisivuja, ovia ja ikkunoita, joissa alumiinin kierrätysaste on 100 %. (SEDERHOLM 2019, 19).

Kalustamisessa voidaan myös huomioida uusiomateriaaleja. Esimerkiksi suomalainen Durat firma valmistaa erilaisia keittiö- ja kylpyhuonekalusteita, pesualtaita, ammeita, tuoleja, penkkitasoja, sekä hyllyjä, joiden valmistamisessa käytetään noin 30 % uusiomuovia ja ovat 100 % kierrätettävissä. Väri valikoimasta löytyy yli 200 eriväriä ja erikoisvärejä on saatavana tilauksesta. Tuotteilla on 15-vuoden takuu ja ne ovat pitkäikäisiä. Tuotteet kestävät hyvin kulutusta, kemikaaleja ja kosteutta, joiden pinnat voidaan tarvittaessa uudistaa kevyesti hiomalla. (Durat.fi)

6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä opinnäytetyössä tarkoituksena oli selvittää uusio-, sekä kierrätysmateriaalien hyödyntämistä omakotitalo hankkeessa, sekä antaa tilaajalle kattava tietopaketti mitä rakennusmateriaaleja on saatavilla kierrätetyistä materiaalista valmistettuna kuhunkin työvaiheeseen. Työn tulosten mukaan rakennustarvikkeita ja materiaaleja oli melko laajasti markkinoilla jokaiseen työvaiheeseen.

Maarakennustöissä talolle tulevissa täytöissä pysytään käyttämään esimerkiksi Betroc mursketta, joka valmistetaan betonin ja tiilien kierrätyksen lopputuloksena. Perustusvaiheessa anturoista purettuja muottilautoja tai harkkoja voidaan käyttää myöhemmin uudelleen rakentamisen aikana. Lisäksi anturat voidaan valaa Ruduksen vihreällä betonilla, jossa hiilidioksidi päästöt ovat minimoitu. Perustustöissä asennettavat EKO-salaojaputket valmistetaan kierrätysmateriaalista, joissa uusiomuovin osuus on yli 60 %. Sadevesi/viemäriputkien-, roudan- ja lattian eristeeksi on saatavilla vaahtolasilevyä, joka valmistetaan 100 % kierrätyslasista. Samalta tuoteperheeltä saa kierrätyslasista valmistettua vaahtolasimursketta, jota käytetään talon täyttömateriaalina. Runkovaiheessa käytettäviä uusiomateriaaleja on muunnoissa monet eristevillat ja vaahtolasilevyt, joiden tekemisessä käytetään kierrätyslasia tai kierrätys puukuitua. Rungon ulkopuoliseen verhoiluun on saatavilla puumuovikomposiitti levyä, joka valmistetaan kierrätysmuovista. Myös vanhojen rakennusten tiiliä voidaan hyödyntää ulkoverhoiluun. Katon tekeminen pellistä on myös ekologinen vaihtoehto, sillä teräs on kierrätettävämateriaali ja kattopeltien valmistamisessa käytetään 20 % kierrätysmateriaalia. Välitilassa olevien ilmanvaihtokanavien eristykseen ja talon lämpöeristykseen voidaan käyttää kierrätyslasista valmistettuja materiaaleja, joissa kierrätyslasin osuus on noin 80 %. Sisävalmistusvaiheeseen saatavia uusiomateriaaleja on paljon. Esimerkiksi runkotolppien väliin tulevat eristevillat, tai vaahtolasilevyt. Myös seinien ja kattojen levytyksessä käytettävien kipsilevyjen kipsi on 80 % peräisin teollisuuskipsistä ja pintakartonki kierrätyspaperista. Puukuitulevy valmistetaan pääasiassa sahatavaroiden sahanpurusta. Lattia- ja seinälaattoja on saatavilla eko-malleina, joissa kierrätyslasin osuus on jopa 100 %. Omakotitalon ikkunat ja ovet voidaan tilata tehtaalta, joka valmistaa niiden kehikot 100 prosenttisesti kierrätysalumiinista. Lisäksi monissa huonekaluissa on otettu huomioon kierrättäminen mm. keittiö- ja kylpyhuonekalusteissa, pesualtaissa, ammeissa, tuoleissa, penkkitasoissa, sekä hyllyissä uusiomuovin osuus on 30 %.

Uusiomateriaaleja on melko hyvin saatavilla, mutta ongelmaksi katson niiden haastavan etsimisen internetistä, sekä joidenkin rakennustarvikkeiden tilaamisen. Joitain uusiomateriaaleja en voinut hyväksyä työhöni sillä tuotteiden kotisivut ja valmistus tapahtui ulkomailla. Mielestäni tässä opinnäytetyössä onnistui hyvin talonrakentamisen vaiheiden kuvailu, sekä niissä uusio- ja kierrätysmateriaalien mahdollinen hyödyntäminen. Työssä keskityttiin omakotitalon rakentamiseen tietyille tontille, sekä ottamalla esimerkkejä erilaisista rakenne vaihtoehdoista.

Mikäli kestävä kehitys, kierrättäminen, uusiomateriaalien käyttö tai omakotitalon rakentaminen kiinnostaa työstä saa hyvät perustiedot näihin asioihin. Opinnäytetyötä voidaan myös hyödyntää isommissa rakennushankkeissa ja firmoissa, sillä työssä on kerrottu melko laajasti mitä kierrätysmateri-

aaleista valmistettuja uusiomateriaaleja on saatavilla. Tätä opinnäytetyötä voi käyttää pohjana laajennukselle. Laajennuksessa voitaisiin tutkia miten uusiomateriaalien käyttö vaikuttaisi kustannuksiin, sekä aikatauluun ja miten saatavilla olevat materiaalit saataisiin paremmin suunnittelijoiden ja hankinnoista vastaavien ihmisten tietoisuuteen.

7. LÄHTEET

- Betoni.com [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-01-15]. Saatavissa: <https://betoni.com/koti-betonista/rakennustapavaihtoehdot/perustukset/>
- Bohanwpc.com [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-02-10] Saatavissa: <http://fi.bohanwpc.com/wall-panels/solid-wpc-wall-panel/recycled-wood-plastic-composite-wall-panel-externa.html>
- Durat.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-02-29] Saatavissa <https://www.durat.fi/koti/>
- Ekovilla.fi Kattorunko ja yläpohja. [verkkojulkaisu]. [viitattu 2020-02-18]. Saatavissa: <https://www.ekovilla.com/se/ammattilaisille/tuotteet-ja-ratkaisut/puhallusvilla/ratkaisut/>
- Foamit.fi Talonrakennus, mallipiirrustuksia. [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-02-07]. Saatavissa: <https://foamit.fi/wp-content/uploads/2019/07/Foamit-talorakentamisen-mallipiirrustuksia-ramboll-2019-1.pdf>
- Foamit.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-02-07] Saatavissa: <https://foamit.fi/kayttokohteet/talonrakentaminen/>
- Greenbau.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-02-05] Saatavissa: <http://www.greenbau.fi/vahtolasilevyt/>
- Google.com Satelliittikuva. Muurame. [viitattu 2019-01-28] Saatavissa: <https://www.google.com/maps/place/40950+Muurame/@62.1257997,25.6705234,220m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x46857760b7849129:0x40146d63c75b870!8m2!3d62.1291562!4d25.675877>
- HARKKOMUURAUUS RATU 0480. [online]. Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2019-11-22] Saatavissa: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%200480>
- Helsingin seudun ympäristöpalvelut.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-11-25] Saatavissa: <https://www.hsy.fi/fi/opettajalle/sahkoisetoppimateriaalit/amatillisetoppilaitokset/rakennusala/Sivut/default.aspx>
- Isover.fi a [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-02-14] Saatavissa: <https://www.isover.fi/ratkaisut/ilmanvaihdon-eristys>
- Isover.fi b [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-02-14] Saatavissa: <https://www.isover.fi/tuotteet/rakennuseristeet/puhallusvilla>
- Isover.fi c [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-02-12] Saatavissa: <https://www.isover.fi/rakennekirjasto/us1201-ulkoseina-puurunko-tiiliverhoilu>
- Itä-Suomen jätesuunnitelma vuoteen 2016. 2009. [verkkoaineisto]. Suomen ympäristö 47. [viitattu 2019-11-22] Joensuu: Pohjois-Karjalan ympäristökeskus. Saatavissa: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38027/SY47_2009.pdf?sequence=1
- Jäte kukko.fi a. Kiviainesten käsittely [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-11-26]. Saatavissa: <https://www.jatekukko.fi/palvelut/kuopion-jatekeskus/jatteiden-kasittely/kiviainesten-kasittely.html>
- Jäte kukko.fi b. Puujätteen käsittely [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-11-26]. Saatavissa: <https://www.jatekukko.fi/palvelut/kuopion-jatekeskus/jatteiden-kasittely/puujatteiden-kasittely.html>
- Jäte kukko.fi c. Sekajätteen käsittely [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-11-26]. Saatavissa: <https://www.jatekukko.fi/palvelut/kuopion-jatekeskus/jatteiden-kasittely/sekajatteen-kasittely.html>

Jätelainsäädäntö edistää luonnonvarojen järkevää käyttöä ja ehkäisee jätteistä aiheutuvia haittoja [verkkoaineisto]. ympäristöministeriö.fi. [viitattu 2019-11-22] saatavissa: https://www.ymparisto.fi/fi-fi/ymparisto/lainsaadanto_ja_ohjeet/jatelainsaadanto

Kaakelikeskus.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-02-29] Saatavissa: <http://kaakelikeskus.fi/sivu.php?id=317#id1582>

KAILA, Henri. 2018-05-21. POHJATÖIDEN KUSTANNUSKET [verkkoaineisto]. Rudus. [viitattu 2020-01-20]. Saatavissa: <https://www.rudus.fi/blogi/2018/05/21/pohjatoiden-kustannukset-kuinka-paljon-rahaa-pitaa-varata-talopakettin-paalle>

KESTÄVÄ RAKENTAMINEN – kestävä rakennus [verkkoaineisto]. Ympäristöosaava.fi [viitattu 2019-11-20]. Saatavissa: <https://www.ymparistoosaava.fi/rakennusala/index.php?k=22796>

KIERRÄTYKSESTÄ KIERTOTALOUTEEN- VALTAKUNNALLINEN JÄTESUUNNITELMA VUOTEEN 2023. 2018. [verkkoaineisto]. Suomen ympäristö 01. [viitattu 2019-11-22] Helsinki: Ympäristöministeriö. Saatavissa: http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160441/SY_01_18_FI_Kierratyksesta_kiertotalouteen.pdf?sequence=4&isAllowed=y

MAANKÄYTTÖ- JA RAKENUSLAKI. L 132/1999 § [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-11-20]. Saatavilla: <http://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

MERILEHTO, Kirsi, 2019-10-24. Jätehuollon yleisen kehityksen Valtsu-Indikaattorit. [verkkajulkaisu]. [viitattu 2019-12-18]. Saatavissa: <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B92476B14-8A2B-4A7F-A9E5-7A5FA29A64DE%7D/151771>

MUURAMEN KUNTA a. Lupavalmistelijä. 2019-01-28. Asemakaava kuva opinnäytetyössä [sähköpostiviesti] Antti Ilanne. Saatavissa: Antti Ilanteen kokoelmat.

MUURAMEN KUNTA b. Lupavalmistelijä. 2019-01-28. Asemakaava määräykset opinnäytetyössä. [sähköpostiviesti] Antti Ilanne. Saatavissa: Antti Ilanteen kokoelmat.

MYLLÄRINEN, Tomi, PAHAJOKI, Hannu, PELTONEN, Panu ja SAARIKKO, Juhani 2019 a. Rakentamisen perusteet. Helsinki: Sanoma Pro Oy

MYLLÄRINEN, Tomi, PAHAJOKI, Hannu ja PELTONEN, Panu 2019 b. Talonrakennus. Helsinki: Sanoma Pro Oy

MÖLSÄ, Seppo 2017-09-12. Puurakentamisen kilpailijoille tulee kallis ja ongelmallinen kierrätysvelvollisuus. Rakennuslehti. [viitattu 2020-02-10] Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/2017/09/puurakentamisen-kilpailijoille-tulee-kallis-ja-ongelmallinen-kierratysvelvollisuus/>

Omakotitalon salaojitus ja sadevesijärjestelmä- toimintaperiaate [verkkoaineisto]. Suomela.fi [viitattu 2020-02-02] Saatavissa: <https://www.suomela.fi/salaojitus-ja-sadevesijarjestelma-periaate>

Paikkatieto.sweco.fi. [verkkoaineisto]. Kartta- Muurame. [viitattu 2020-01-10]. Saatavissa: https://paikkatieto.sweco.fi/maps/muurame/kartta?startExtent=475751.97791129%2C6887258.4247526%2C492744.77034905%2C6896953.11749&visibleBackgroundLayer=&visibleLayers=Asemakaavojen%20m%C3%A4%C3%A4r%C3%A4ykset%20Asemakaavayhdistelm%C3%A4&initialLayerOrder=Taustakartta_1milj%2CTaustakartta_100000%2CN4322R%2CN4323L%2CN4324L%2CN4321R%2Cky4%2Cky3%2Cky2%2Cky1%2CAsemakaavojen%20m%C3%A4%C3%A4r%C3%A4ykset%2CKunnanraja%2CIlma-kuva%2Ckrk_rajat%2Ckrk_tunnus%2CTeiden%20nimet%2COsoitenumerot&selection=

PIENTALON PERUSTAMISTAVAN VALINTA RT 81-10486. [online]. Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2019-11-22] Saatavissa: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2081-10486>

PIENTALORAKENTAJAN PERUSTIETO. 2009. [verkkoaineisto]. Puuinfo. [viitattu 2020-01-10]. Saatavissa: <https://www.puuinfo.fi/sites/default/files/pientalorakentajan-perustieto-2-2.pdf>

PIENTALOTOHTORI – KUNTOTARKASTUS 1970-LUVUN TALOON [verkkoaineisto]. Suomela.fi [viitattu 2019-11-20] Saatavissa: <https://www.suomela.fi/pientalotohtori-kuntotarkastus-1970-luvun-taloon/>

Puuproffa.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-02-28] Saatavissa: <https://puuproffa.fi/puutieto/puunjalostaminen/kuitulevyt/>

Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö, kierrätys ja jätehuolto [verkkoaineisto]. Ympäristö.fi päivitetty 2017-02-16. [viitattu 2019-12-05] Saatavissa: https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Korjaustieto/Rakennusmateriaalien_tietopankki/Uudelleen kaytto_kierratys_ja_jatehuolto

Rakennustieto.fi a [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-11-22] Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/index/tuotteet/rt/sisalto.html>

Rakennustieto.fi b [verkkajulkaisu]. Rt-kortisto. [viitattu 2019-11-22] Saatavissa: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortistot/rt-kortisto>

Rakennustieto.fi c [verkkoaineisto]. Ratu-kortisto. [viitattu 2019-11-22] Saatavissa: <https://rt.rakennustieto.fi/verkkopalvelut/ratu-kortisto>

Rakennustieto.fi d [verkkajulkaisu]. Ratu-kortisto. [viitattu 2019-11-22]. Saatavissa: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortistot/ratu-kortisto>

Rakentaja.fi a [verkkoaineisto]. Ilmanvaihtokanavien eristys. [viitattu 2020-02-12] Saatavissa: https://www.rakentaja.fi/artikkelit/10235/ilmanvaihtokanavien_eristys.htm

Rakentaja.fi b [verkkoaineisto]. Anturan valutyöt. [viitattu 2020-01-20]. Saatavissa https://www.rakentaja.fi/tv/e471anturan_valutyot.aspx

Rakentaja.fi 2007 a. Anturoiden tekeminen harkoista. [verkkajulkaisu]. Saatavissa: https://www.rakentaja.fi/tv/e471anturan_valutyot.aspx

Rakentaja.fi 2007 b. Anturoiden tekeminen laudoista. [verkkajulkaisu]. Saatavissa: https://www.rakentaja.fi/tv/e715anturoiden_betonointi.aspx

Rotomon.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-02-05] Saatavissa: <https://www.rotomon.fi/tuotteet/ekosalaojaputket/>

Rudus.fi a [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-01-20]. Saatavissa: <https://www.rudus.fi/tuotteet/betoni/vihrea-betoni>

Rudus.fi b [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-01-10]. Saatavissa: <https://www.rudus.fi/tuotteet/kierratys/betoroc-murske-luonnonkiveakin-parempi>

Rudus.fi c [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-01-10]. Saatavissa: <https://www.rudus.fi/blogi/2018/04/25/tonttimaalta-loytyy-aarteita-viisi-ideaa-tontin-luonnonkivien-hyodyntamiseen>

Sahayrittajat.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-02-07] Saatavissa: <http://www.sahayrittajat.fi/ce-jaljuuslajittelu>

SEDERHOLM, Camilla. 2019. KIERTOTALOUDEN RAKENNUSMATERIAALIN MARKKINAKATSAUS 2019. Esimerkkejä rakentamisen uusiutuotteista ja –materiaaleista. [verkkoaineisto]. Suomen ympäristökeskus. Julkaistu 2019-05-27. [viitattu 2020-02-28]. Saatavissa: https://www.hankintakeino.fi/sites/default/files/media/file/Kiertotalouden-rakennusmateriaalien-markkinakatsaus-2019_SYKE-sederholm_0.pdf

Sekajätteen käsittely [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-11-26]. Saatavissa: <https://www.jatekukko.fi/palvelut/kuopion-jatekeskus/jatteiden-kasittely/sekajatteen-kasittely.html>

Ssab.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-02-12] Saatavissa: <https://www.ssab.fi/tuotteet/brandit/greencoat/why-choose-tin-roof>

Suomen ympäristö opisto sykli 2014 a. Jätteiden lajittelunkulku [verkkajulkaisu]. [viitattu 2020-01-05] Saatavissa: <https://sykli.fi/wp-content/uploads/2018/05/raksa-opas-final.pdf>

Suomen ympäristö opisto sykli 2014 b. Kestävän rakentamisen osa-alueet [verkkajulkaisu]. [viitattu 2020-01-05] Saatavissa: <https://sykli.fi/wp-content/uploads/2018/05/raksa-opas-final.pdf>

Tilaja 2019-11-18. Tilaja. [haastattelu]. Kuopio: Rakennuspalvelu P.Puurula Ky.

Tilaja 2020-02-02. Tilaja. [haastattelu]. Kuopio: Rakennuspalvelu P.Puurula Ky

Tilaja 2020-02-07. Tilaja. [haastattelu]. Kuopio: Rakennuspalvelu P.Puurula Ky

Tilaja 2020-02-22. Tilaja. [haastattelu]. Kuopio: Rakennuspalvelu P.Puurula Ky

Urakkamaailma.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2020-02-12] Saatavissa: <https://www.urakkamaailma.fi/kattotuolit>

Valtakunnallisen jätesuunnitelman seuranta [verkkoaineisto]. Ympäristö.fi päivitetty 2019-10-24. [viitattu 2020-02-25] Saatavissa: https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Jatteet_ja_jatehuolto/Jatesuunnittelu/Valtakunnallisen_jatesuunnitelman_seuranta