

Esiselvitys vanhojen ikkunoiden uudelleenkäytöstä

Nea Kekkonen

OPINNÄYTETYÖ
Joulukuu 2023

Rakennustekniikka
Kiinteistönpito ja korjausrakentaminen

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Kiinteistönpito ja korjausrakentaminen

KEKKONEN, NEA:
Esiselvitys vanhojen ikkunoiden uudelleenkäytöstä

Opinnäytetyö 90 sivua, joista liitteitä 1 sivu
Joulukuu 2023

Tässä opinnäytetyössä käsitellään ikkunoiden uudelleenkäytön mahdollisuuksia Suomessa sekä uudelleenkäytön vaatimia toimenpiteitä. Ikkunoiden uudelleenkäytölle on useita toisistaan eroavia käyttötarkoituksia ja ikkunoille asetettu vaatimustaso on riippuvainen ensisijaisesti käyttötarkoituksesta. Eri suoritustasojen ikkunoille on siis erilaisia soveltuvia käyttötarkoituksia.

Opinnäytetyö etenee eri aikakausien ikkunoiden tunnistamisesta ja niiden ominaispiirteistä uudelleenkäytön esimerkkitapauksiin, ikkunoiden kunnan tutkimiseen ja uudelleenkäytön arviointiin päättyen koontiin ikkunoita ja uudelleenkäyttöä koskevasta lainsäädännöstä. Yhdessä osat koostavat tietopaketin, jonka avulla ikkunoiden uudelleenkäyttöä pohtiva voi arvioida projektin vaatimia resursseja ja toteutettavuutta.

Suomessa ikkunoiden uudelleenkäyttö on ollut toistaiseksi hyvin vähäistä ja kokonaisten rakennusosien käyttöön liittyy vielä paljon juridisia epävarmuustekijöitä. Muualla EU-alueella ikkunoiden uudelleenkäyttöä on pilotoitu jo onnistuneesti erilaisissa kohteissa ja käyttötarkoituksissa. Kaikki työssä esitellyt esimerkkikohteet on pyritty löytämään EU-alueelta, erityisesti pohjoisemmasta Euroopasta ja Pohjoismaista, jotta sekä sääolosuhteet että juridinen toimintaympäristö olisivat mahdollisimman vertailukelpoisia Suomen kanssa.

Erilaiset käyttötarkoitukset jaoteltiin viiteen kategoriaan ja kolmeen eri vaatimusluokkaan. Kategoriat ja niihin liittyvät vaatimusluokat selkeyttävät ikkunoille eri käyttötarkoituksissa asetettuja vaatimuksia ja uudelleenkäyttöprojektin vaatimien resurssien hahmottamista.

Uudelleen lainsäädäntö on vielä hajanaista ja painottuu materiaalijakeisiin. Suomessa parlamentaarisia pyrkimyksiä kiertotalouden edistämiseen on nähty viime vuosina ja niiden odotetaan näkyvän myös uudistuvassa rakennus- ja maankäyttölaissa. Alan toimijoiden painostus on saanut myös Ympäristöministeriön ottamaan asiaan kantaa ja monet kaupunkiseudut ovat alkaneet tekemään omia linjauksiaan. Toistaiseksi uudelleenkäytön markkinan kasvua pidättelevät muutamaa monitulkintaiset lainkirjaukset.

Asiasanat: uudelleenkäyttö, kiertotalous, korjausrakentaminen, ikkunat

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Facility engineering and Renovation

KEKKONEN, NEA:

Pre-evaluation for Reuse Potential of Old Windows
Bachelor's thesis 90 pages, appendices 1 page
December 2023

This bachelor's thesis covers the potential and possibilities of reusing window structures in Finland, and the procedures necessary for successful reuse project. There are various differing use-cases for reused windows and the demands for the technical performance depend on the use-case. Therefore, there are different use-cases for windows with different levels of performance.

The thesis proceeds from recognizing windows of different eras and their properties to cases in Europe, surveying the condition of windows and assessing their reuse potential, ending with a compilation of relevant legislation on windows and reuse. Together these sections form a guide for evaluating resources needed for a reuse project and the feasibility of the plans.

So far in Finland, reusing windows has been minimal and there are still many uncertainties considering the legislation and general practices for construction with reused building elements. Elsewhere in the EU successful pilot projects for various purposes have been carried through. All the cases presented in this thesis are located within the EU, especially in northern Europe and the Nordics, to have the climate and legislative circumstances reasonably close to Finland's.

The use-cases found in this thesis were divided into five use categories and placed on a three-level scale based on complexity of execution to clarify the technical demands and resources needed of the reuse process for the different recognized use-cases.

The legislation is still fractured and covers mainly recycling of construction materials like crushed glass and concrete. During the last few years there have been some parliamentary ambitions to improve the operating environment for circular economy and such improvements are expected from the building legislation under reformation. Pressure from the construction industry pushed the Finnish Ministry of the Environment to take a stance and clarify some of the vague wording in the law in 2022. Many cities have also started to come out with their local support for circular economy interpretation guidelines regarding the legislation. Though the hazy legislation is still the main factor limiting the growth of the construction reuse market.

Key words: reuse, circular economy, windows

SISÄLLYS

| | | |
|---|--|----|
| 1 | JOHDANTO | 6 |
| 2 | VANHAT IKKUNAT | 7 |
| | 2.1 1900-luvun alku..... | 7 |
| | 2.2 1920–1950-luvut | 9 |
| | 2.3 1960 ja -70-luvut | 11 |
| | 2.4 1980 ja -90-luvut | 14 |
| | 2.5 2000-luku | 17 |
| 3 | KÄYTTÖKOHTEET | 21 |
| | 3.1 Ikkunoiden uudelleenkäyttö Euroopassa..... | 21 |
| | 3.1.1 Masui4Ever, Brysseli, Belgia | 21 |
| | 3.1.2 Kristian August Gate 13 (KA13), Oslo, Norja..... | 23 |
| | 3.1.3 Resource Rows, Kööpenhamina, Tanska | 26 |
| | 3.1.4 Upcycle Studios, Kööpenhamina, Tanska | 27 |
| | 3.1.5 Kopfbau Halle 118 (K118), Winterthur, Sveitsi | 30 |
| | 3.2 Uudelleenkäytön mahdollisuudet ja soveltuvimmat käyttökohteet | 32 |
| | 3.2.1 Lämmitetyn tilan ikkuna | 33 |
| | 3.2.2 Puolilämpimän ja lämmittämättömän tilan ikkuna | 35 |
| | 3.2.3 Lasijulkisivut | 35 |
| | 3.2.4 Sisätilojen lasirakenteet..... | 38 |
| | 3.2.5 Korjauskohteet ja varaosakäyttö..... | 40 |
| 4 | VANHOJEN IKKUNOIDEN KUNTOTUTKIMUS JA TEKNISET YKSITYISKOHDAT | 42 |
| | 4.1 Ikkunoiden kunnan ja soveltuvuuden tutkiminen | 43 |
| | 4.1.1 Kuntotutkimuksen suorittaminen..... | 43 |
| | 4.1.2 Kuntoarvion valmistelu | 43 |
| | 4.1.3 Kuntoarvio | 45 |
| | 4.1.4 Tarkempi tutkimus | 55 |
| | 4.1.5 Toimenpidesuosituksset..... | 55 |
| | 4.2 Uudelleenkäytön arviointi (reuse assessment)..... | 57 |
| | 4.2.1 Hallinnollinen uudelleenkäytön arviointi..... | 57 |
| | 4.2.2 Tekninen arviointi | 59 |
| | 4.3 Vanhojen ikkunoiden ominaisuuksien parantaminen | 64 |
| | 4.3.1 Lasipaksuuden tai -tyypin muutos ja eristyslaselementin lisääminen..... | 66 |
| | 4.3.2 Tiivistyksen uusiminen..... | 67 |
| | 4.3.3 Kalvotukset..... | 68 |

| | | |
|-------|---|----|
| 5 | Viranomaisvaatimukset..... | 69 |
| 5.1 | Ikkunoita koskevat nykyvaatimukset ja uudelleenkäytön säädökset 69 | |
| 5.1.1 | Ikkunoita koskeva kansallinen rakentamisen lainsäädäntö | 71 |
| 5.1.2 | Rakennustuoteasetus, tuotestandardit ja CE-merkintä..... | 75 |
| 5.1.3 | Jätelainsäädäntö määrää uudelleenkäytöstä | 77 |
| 5.2 | Pyrkimys kohti toimivaa kiertotaloutta | 80 |
| 6 | Johtopäätökset | 82 |
| | LÄHTEET | 83 |
| | LIITTEET | 90 |
| | Liite 1. Esimerkki ikkunaliuskasta | 90 |

1 JOHDANTO

Ikkuna on rakennuksen vaipan yksityiskohtaisin ja teknisin osa, johon kohdistuu myös suuri määrä teknisiä vaatimuksia. Ikkunoiden tekninen kehitys on edennyt harppauksittain viimeisen sadan vuoden aikana, joten nykyisen rakennuskannan ulkonäössä, teknisissä ominaisuuksissa, materiaaleissa ja toteutuksen laadussa on valtavasti hajontaa.

Samaan aikaan rakentamisen ympäristökuormitusta pyritään pienentämään vähentämällä neitseellisten materiaalien käyttöä ja lisäämällä kokonaisten rakennusosien uudelleenkäyttöä (Willenius 2022). Ikkunoiden uudelleenkäytön haasteeksi on mielletty se, että vanhojen ikkunoiden ominaisuudet eivät yllä uusien ikkunoiden suoritusosalle erityisesti lämmöneristävyyden osalta. On kuitenkin huomioitava, että viimeisen vuosikymmenen aikana asennettuja ikkunoitakin puretaan Suomessa runsaasti. Myös eri käyttötarkoitusten vaatimustasot ikkunoille ovat erilaisia. Monissa käyttötarkoituksissa voidaan hyödyntää ikkunoita, joiden tekniset ominaisuudet eivät yllä uusien ikkunoiden tasolle.

Esiselvitys vanhojen ikkunoiden uudelleenkäytöstä on osa Helsingin kiertotalousklusterin ikkunoiden uudelleenkäyttöön liittyvien kolmen projektin kokonaisuutta. IdeaStructura Oy:ltä tilattu esiselvitys on tekninen tarkastelu ikkunoiden uudelleenkäytön mahdollisuuksista. Lisäksi kokonaisuuteen kuului Kierivä Oy:n toteuttama selvitys toimintaympäristön tilasta ja toimijakentän valmiudesta ikkunoiden uudelleenkäyttöön sekä Helsingissä toteutettu pilottiprojekti, jossa Olla Architecturen kohteessa puretuista ikkunalaseista toteutettiin lasisia väliseiniä.

Opinnäytetyö tehtiin IdeaStructura Oy:n toimeksiannosta Helsingin kiertotalousklusterille. Työn tavoitteena oli luoda katsaus ikkunoiden uudelleenkäytön mahdollisuuksiin nykyisen toimintaympäristön ja lainsäädännön kontekstissa ja haastaa käsityksiä ikkunoiden uudelleenkäytettävyydestä. Selvityksestä haluttiin tehdä käytännönläheinen ja opasmainen, jotta sen soveltaminen käytäntöön olisi mahdollisimman vaivatonta.

Työ toteutettiin kirjallisuusselvityksenä käyttäen lähteinä muun muassa ammattikirjallisuutta sekä suomalaisia ja eurooppalaisia tutkimuksia, ohjeita ja artikkeleita. Selvitykseen haastateltiin Norjalaista Future Built- hankkeessa toimivaa rakentamisen kiertotalouden asiantuntijaa, arkkitehti Erlend Seilskjæria ja IdeaStructuran monet asiantuntijat tukivat selvityksen tekemistä jakamalla omaa ammattitaitoaan.

2 VANHAT IKKUNAT

Tässä selvityksessä vanhoilla ikkunoilla tarkoitetaan Suomessa käytössä olleita ikkunoita 1900-luvun alusta 2000-luvun alkuun. Käsiteltävän sadan vuoden aikana ikkunateollisuus on käynyt läpi useita suuria muutoksia ja paitsi ikkunat kokonaisuutena, myös niiden tuotanto, asennus ja käytettävät materiaalit ovat muuttuneet.

Ikkuna on rakennusosista pienipiirteisintä. Se koostuu lukuisista osista ja vanhemmissakin sovelluksissa samanaikaisesti useista eri materiaaleista. Ikkunarakenteeseen kuuluvat valoaukon mahdollistavan lasin lisäksi myös puitteet, karmit ja helat sekä tiiveyden kannalta olennaiset tiivisteet ja tilkkeet. Ikkunoiden muoto ja koko, puitteiden ja lasien määrä, heloitus ja käytettävät materiaalit vaihtelevat eri aikakausina. Ominaisuuksiin ovat vaikuttaneet mm. trendit, saatavuus, viranomaismääräykset ja tekninen kehitys.

Tässä osiossa käsitellään eri aikakausien ikkunoille tyypillisiä piirteitä, materiaaleja, valmistusmenetelmiä ja asennustapoja. Tietojen pohjalta pystytään arvioimaan eri aikakausina toteutettujen ikkunoiden elinkaarta, uudelleenkäytön potentiaalia ja soveltuvuutta eri käyttötarkoituksiin. Lisäksi voidaan punnita mahdollisten kunnostustöiden tarvetta, vaativuutta ja kannattavuutta. Käsittely on rajattu kaupunkirakentamiselle ja kerrostaloille tyypillisiin ratkaisuihin.

2.1 1900-luvun alku

1900-luvun alun ikkunat olivat tyypillisesti pieniruutuisia, useilla välipuitteilla ja usein myös pysty- ja vaakakarmein jaettuina ikkunoita. Kaksilasiset ikkunat aukeivat ajan kerrostaloissa yleensä sisään-ulos, mutta kiinteät ikkunat yksittäisillä joko sisään tai sisään-ulos aukeavilla tuuletusruudulla olivat myös tavallisia. (Mikkola ja Böök 2016, s. 56, 60, 64–66; Neuvonen ja Malinen 2019, s. 82–85)

Pieniruutuisuus johtui tasolasin korkeasta hinnasta ja lasin valmistustavan ruutujen koolle asettamista rajoitteista. 1900-luvun alussa ikkunalasi valmistettiin yleisesti suupuhaltamalla, siis käsityönä (Koivisto ym. 2007, s. 7–8, 32, 93).

Ikkunalasit asennettiin ikkunapuitteiden kyntteisiin vernissakitillä. Ikkunat olivat siis niin sanottuja kitti-ikkunoita, lukuun ottamatta näyteikkunoita. Näyteikkunoi-

den asentamiseen käytettiin jo 1800-luvun lopulta puisia tai metallisia lasituslistoja, joilla ne asennettiin usein kiinteästi suoraan karmiin. (Mikkola ja Böök 2016, s. 55; Neuvonen ja Malinen 2019, s. 82)

1900-luvun alkuvuosina ikkunat valmistettiin yleisesti työmaaverstaassa käsin sahatavarasta. Ikkunoiden suunnittelussa hyödynnettiin valmistuksen käsityövaltaisuutta, ja rakennusten ikkunat olivat usein rakennuskohtaisesti uniikkeja ja monimuotoisia. Tavallisten karmien ja puitteiden puutavara oli yleensä valikoitua mäntyä, mutta puun laatu ja puuosien puutteellinen säilytys työmaalla olivat aikalaisten kritiikin kohteena. Ikkunanpuitteet ja karmien näkyvät osat maalattiin pellavaöljymaalilla. Maalikerros ulotettiin lasituskittauksen yli lasille, mikä suojasi kittiä auringonvalon ja sään vaikutuksilta. Näyteikkunoiden puitteet ja lasituslistat oli pääsääntöisesti valmistettu raudasta tai jalopuusta kuten tammesta. (Mikkola ja Böök 2016, s. 81–83; Neuvonen ja Malinen 2019, s. 82)

Ikkunoiden helat olivat pääosin tehdasvalmisteisia ja valmistettiin joko raudasta tai messingistä. Helojen määrä ikkunoissa lisääntyi, kun Ikkunanpuitteissa käytettävien kulmarautojen lisäksi avattaviin ikkunoihin tarvittiin saranoita, avausmekanismeja, salpoja ja myrskyhakoja. (Mikkola ja Böök 2016, s. 78–79)

Taulukko 1 Tiivistelmä 1900-luvun alun ikkunoiden piirteistä ja ominaisuuksista

| | |
|------------------------------------|--|
| Puutavara tai muu kehysmateriaali: | valikoitu mänty. Erikoistapauksissa tammi, rauta tai lyjy. |
| Lasi: | puhallettua tasolasia |
| Helat: | tehdasvalmisteisia. Materiaalina valettu tai taottu rauta. Myös valettu ja pinnoitettu tina, lyjy ja messinki mahdollisia. |
| Puitteiden ja lasien määrä: | 2, sisä- ja ulkopuitteessa yksi lasi kussakin. |
| Tyyppi: | kiinteä, kiinteä liistekarmeilla, sisään-ulos aukeava, sisään aukeava. Erilaisia yksittäisiä tuuletusruutuja erilaisilla avausmekanismeilla. |
| Muoto: | Monimuotoisia jakopuitteellisia ja -karmillisia malleja. Ikkunat usein kohdekohtaisesti uniikkeja. |
| Asennus: | Kittiasennus (lasitusnaulat/stiftilanka sekä kitti liitujauhosta ja keitetystä pellavaöljystä). |
| Ikkunan valmistus: | Työmaaverstaalla käsityönä |
| Tilke: | Voilokki, pellavarive |

2.2 1920–1950-luvut

1920-luvulla ikkunoiden monimuotoisuutta yritettiin rajoittaa ensimmäisillä standardointiyrityksillä siinä kuitenkaan onnistumatta. Arkkitehtuurisuuntauksen muutos klassismin kautta funktionalismiin kuitenkin yksinkertaisti ikkunoiden muotoa ja pienensi ikkuna-alaa aikaisemmasta. (Neuvonen ja Malinen 2019, s. 85)

Yksinkertaistumiseen saattoi myös vaikuttaa 1900-luvun alussa alkanut ikkunoiden valmistamisen siirtyminen työmaalta teollisempiin valmistusmenetelmiin puusepänverstaisiin ja tehtaisiin. Ikkunateollisuus 1920-luvulta 1950-luvun loppupuolelle tasapainotteli käsityöläisyyden ja täyden teollistumisen välissä. Aikalaiskäsitteksen mukaan käytetyn puun laatu huononi sitä mukaa, kun teollinen valmistus yleistyi. Teollistumisesta huolimatta ikkunat tehtiin edelleen mittatilaustyönä kohdekohtaisesti. (Hemmilä ja Saarni 2002, s. 17; Mikkola ja Böök 2016, s. 83; Neuvonen ja Malinen 2019, s. 85)

Mittatilauksena valmistettuihin ikkunoihin tilattiin myös helat erillisten suunnitelmien mukaan. RT-kortiston arkistosta löytyy useita 40-luvulla julkaistuja ikkunoiden suljinmekanismien ja vastaavien heloitusten piirustuksia. (esim. Suomen Arkkitehtiliitto 1943a; Suomen Arkkitehtiliitto 1943b; Suomen Arkkitehtiliitto 1943c)

Tasolasin valmistaminen mullistui, kun ensimmäiset teollisen skaalan vetomenetelmät keksittiin 1910-luvulla. Veto- eli konelasimenetelmien standardiksi vakiintuva Fourcault-menetelmä keksittiin 1910 ja konelasin käyttö yleistyi nopeasti 20-luvulla.

Konelasi oli puhallettua lasia tasalaatuisempaa mutta ennen kaikkea halvempaa. Tuotantonopeus moninkertaistui ja teollisen skaalan lasintuotanto oli ensimmäistä kertaa mahdollista. Suomessa ulkomaista konelasia tuotu maahan jo ennen kotimaisen tuotannon aloittamista 20-luvun lopulla. Konelasin tuotannon kustannustehokkuudesta kertoo se, että tuotannon aloittaminen ajoi pienet tasolasi-tehtaat markkinoilta jo 30-luvun puoliväliin mennessä. (Koivisto ym. 2007, s. 9–10, 52)

Konelasin edullisuus mahdollisti aikaisempaa suuremmat ikkunaruudut ja pienistä yksittäin asennetuista ruuduista vähitellen luovuttiin. Jo 1930-luvulla yleistyi vaakajaoton kaksiruutuinen ikkuna, jossa toinen ruuduista oli avattava tuuletusikkuna. (Neuvonen ja Malinen 2019, s. 82)

Vain sisään aukeavat ikkunat yleistyivät, kun sisään-ulos aukeavien ikkunoiden ulompi lasi koettiin kaupunkien korkeissa taloissa hankalaksi pestä ja huoltaa. Poikkeuksena aukeamissuuntaan olivat tuuletukseen tarkoitettut terveysikkunat, joissa oli kytketty saranointi. Erilaisia tuuletusikkunoita rakennettiin pääsääntöisesti ainakin asuinhuoneistoihin jo 20-luvulla. (Koivisto ym. 2007, s. 92–93; Mikkola ja Böök 2016, s. 66; Neuvonen ja Malinen 2019, s. 82–85)

Sota-ajan ja sitä seuraavan jälleenrakennusajan raaka-ainepula ja säännöstely rajoittivat ikkunanvalmistusta ja nostivat hintoja 40- ja 50-luvulla. Pula-aika pienensi ikkunoiden kokoa aiemmasta ja saatavilla oli tavallista ohuempaa 2–3 mm paksua ikkunalasia. Pula-aika näkyi ikkunoissa myös puutavaran laadun alenemisena ja lasituskitin raaka-aineiden huonona saatavuutena. Kitin säästämiseksi ikkunoiden kiinnittämiseen saatettiin käyttää lasituslistoja yhdessä aluskitin kanssa. (Koivisto ym. 2007, s. 33; Mikkola ja Böök 2016, s. 56)

50-luvun lopulla pula-ajan ja jälleenrakentamisen kysyntäpiikin loputtua Suomen suurilla lasitehtailla tehtiin keskinäisiä tuotantojärjestelyjä ja valmistauduttiin vientitoiminnan aloittamiseen. Laminoidun turvalasin valmistaminen oli suomessa aloitettu jo 40-luvulla ja karkaistun lasin valmistus päätettiin keskittää Riihimäen tehtaalle, joka valmisti karkaistuja julkisivulaseja. Samaan aikaan Suomen lasitehtailla alkoivat eristyslasin valmistusta koskevat kokeilut. (Koivisto ym. 2007)

Taulukko 2 Tiivistelmä 1920–1950-lukujen ikkunoiden piirteistä ja ominaisuuksista

| | |
|------------------------------------|--|
| Puutavara tai muu kehysmateriaali: | valikoitu mänty, erikoistapauksissa tammi. Rauta ja teräs mahdollisia esim. näyteikkunoissa. |
| Lasi: | konelasi |
| Helat: | tehdasvalmisteisia. Materiaalina valurauta, messinki, teräs, 30-luvun lopun jälkeen myös samakki. Erilaisia pintakäsittelyjä kuten nikkelöinti ja 30-luvulta eteenpäin kromaus. |
| Puitteiden ja lasien määrä: | 2, sisä- ja ulkopuitteessa yksi lasi kussakin. |
| Tyyppi: | sisään-ulos aukeava, sisään aukeava. Tuuletusruutuja ja -ikkunoita erilaisilla avausmekanismeilla. |
| Muoto: | Lähinnä suorakaiteen muotoisia usein yhdellä pystyjakokarmilla tai T-karmilla. Jakopuitteet mahdollisia varsinkin 20-luvulla. |
| Asennus: | Kittiasennus (lasitusnaulat/stiftilanka sekä kitti liitujauhosta ja vernis-sasta). Pula-aikaan jonkin verran lista-asennuksia. Näyteikkunoissa lista-asennus. Lasitus työmaalla. |
| Ikkunan valmistus: | koneistetuilla puusepänverstailla, sahalaitoksilla ja tehtaissa. Tuotanto mittatilauksena. |
| Tilke: | Voilokki, pellavarive, tervarive |

2.3 1960 ja -70-luvut

1960-luvulla ikkunateollisuudessa koettiin uusi murroskausi, jossa muuttuivat niin menetelmät, materiaalit kuin ajatusmaailmakin. Betonielementtitekniikan ja modernismin moduulijattelun läpimurron myötä myös ikkunoiden standardointi löi viimein läpi. Moduulimittaisista sisään aukeavista ikkunoista – MS-ikkunoista – tuli talonrakentamisen normi (Koivisto ym. 2007, s. 98).

Samaan aikaan markkinoille tuli suuri määrä uusia rakennusmateriaaleja. Kemianteollisuuden tuotekehityksen tuloksena 60- ja 70-lukujen aikana käyttöön saatiin erilaisia muovituotteita, kumituotteita kuten tiivisteitä, silikoneja ja pintakäsittelyaineita. (Koivisto ym. 2007, s. 48–65)

Myös lasittajien työkalut muuttuivat. Vielä 50-luvulla lasittajat valmistivat itse työkaluja, mutta 60-luvulla tehdasvalmisteisia välineitä oli saatavilla jo suuri valikoima. Työmaatyöskentelykin koneistui, kun markkinoille saatiin enenevässä määrin erilaisia työmaakäyttöön tarkoitettuja paineilma- ja sähkökäyttöisiä käsi työkaluja. Teollisesti valmistetut ikkunakokonaisuudet yleistyivät uudiskohteissa

70-luvun aikana ja vähitellen lasittajia oli työmailla yhä harvemmin. Ikkunoita lasitettiin perinteiseen tapaan työmailla kuitenkin 70-luvun lopulle saakka. (Koivisto ym. 2007, s. 48–65)

60-luku oli kiihkeän rakentamisen aikaa ja kaupunkien asuntorakentaminen oli huippulukemissa. Suuri tuotantovolyymi asetti vaatimuksia rakennustuotannon tehostamiselle, mihin elementtirakentamisen nousu pyrki vastaamaan. Vaikka ikkunat edelleen lasitettiin työmaalla, siirryttiin perinteisestä kittikiinnityksestä lasituslistoilla kiinnittämiseen. Oikein tehtynä lasituslistakiinnitys oli yhtä tiivis ja jopa kestävämpi kuin perinteinen kittikiinnitys. Tiivistämätön kiinnittäminen lasituslistalla oli kuitenkin nopeampaa, ja kiinnityksiä toteutettiin jopa pelkällä listalla ilman tiivistysmassaa tai kittiä. Markkinoille tulivat myös ensimmäiset synteettiset tiivistysmassat ja -nauhat, jotka 70-luvun loppupuolella olivat syrjäyttäneet perinteisen lasituskitin. (Koivisto ym. 2007, s. 48–65; Mikkola ja Böök 2016, s. 56)

Ikkunatehtaiden kiristyvä kilpailu kiritti tehtaita tehostamaan tuotantoa ja etsimään uusia säästökohteita. Ikkunoihin käytettävän puuaineksen valikoinnista luovuttiin ja tehtailla otettiin käyttöön nopeammin toteutettavia liimattavia liitoksia. Myös pintakäsittelyn kuivumisaikaa haluttiin lyhentää. Aiemman pellavaöljymaalilla tehtävän peittomaalauksen sijaan ikkunoiden puuosat käsiteltiin 60-luvulta 80-luvun alkuun asti tummilla kuultavilla lahonestoaineilla. Lahonestoaineiden huoltoväli osoittautui lyhyeksi eivätkä ne suojanneet puuosia yhtä tehokkaasti kuin aiemmat pellavaöljymaalikäsittelyt. (Hemmilä ja Saarni 2002, s. 15; Koivisto ym. 2007, s. 92–103; Mikkola ja Böök 2016, s. 136–138)

Kiire, liiketoiminnan tehostaminen, rakennusalan teollistuminen, nopeasti kehittyvä rakennuskemia ja aiempaa suurempien yhtenäisten ikkunapintojen suosiminen johtivat 60–70-luvuilla ikkunoiden epätasaiseen laatuun. Huonolaatuiset ikkunat yhdistettynä aikakauden rakentamisen muihin laatuongelmiin johtivat ikkunoiden puuosien ja seinärakenteiden homevaurioihin. Ajan ikkunoiden laatua kuvaakin vaihtelevuus: samalla kun osa ikkunoista vaurioitui muutamassa vuodessa asennuksesta, toiset saman aikakauden ikkunat ovat edelleen käytössä. Öljy- ja energiakriisi 1970-luvun alkupuolella kiristi vaatimuksia ikkunoiden energiatehokkuudelle ja siten lisäsi uusien ikkunoiden myyntiä. Suosituiksi nousivat uudet eristyslasi-ikkunat, kolmipuitteiset kolmen lasin MSK ikkunat sekä vanhan ikkunan ulkopuolelle asennettavat etuikkunat. Uusien ikkunoiden toivottiin parantavan asuntojen energiatehokkuutta ja auttavan näin säästämään kasvaneissa lämmityskustannuksissa. (Koivisto ym. 2007)

Kuten muissakin ajan rakennusteknisissä innovaatioissa, aikaisissa eristyslaseissa oli monia ongelmia. Eristyslaseja valmistettiin moninaisilla menetelmillä, hyödyntäen monenlaisia uusia materiaaleja eikä vakiintuneita valmistus- ja asennustapoja vielä ollut. Myös valmistuksessa käytettyjen osien yhteensopivuudessa oli haasteita. Lasien ilmatiiviyys saatettiin menettää jo parin vuoden käytön jälkeen ja lasien väliin tiivistyvä kosteus samensi lasit. Perinteinen vernissakitti ei soveltunut uusien eristyslasiin kiinnitykseen, mutta eristyslaseja kiinnitettiin kuitenkin usein ohjeiden vastaisesti, mikä nopeutti tiiveyden menetyksiä. Energiaikkunoiksi kutsutut eristyslaseiset ikkunat saivat 70-luvulla huonon maineen, minkä takia ne yleistyivät vasta tulevana vuosikymmeninä. (Koivisto ym. 2007, s. 59–60, 93)

Tasolasiin valmistus mullistui jälleen, kun Britanniassa Pilkingtonin lasitehtaalla kehitettiin Float-menetelmä vuonna 1959. Float-menetelmällä valmistettu lasi oli täysin sileää, tuotanto oli tasalaatuista ja tehokasta, eikä sitä tarvinnut keskeyttää säännöllisesti huoltotoimia varten. Uudella valumenetelmällä tasolasia voitiin tuottaa yhä edullisemmin. Lisäksi lasi oli korkealaatuisempaa ja vapaa sisäisistä jännityksistä, joita vetomenetelmällä tuotettuun lasiin aina muodostui. (Koivisto ym. 2007, s. 39, 59, 93)

Kilpailu alkoi kiristyä ikkunalasimarkkinoilla, kun ohuempaa ikkunalasikelpoista tasolasia alettiin valmistaa Float-menetelmällä 1969. Float-lasi valtasi markkinat nopeasti ja 1970-luvun puolivälissä. Suomeen tuotu Float-lasi oli sekä parempi-laatuista että halvempaa kuin kotimainen konelasi. Suomen ikkunalasimarkkinoilla oli aina ollut kotimaisen tuotannon lisäksi myös paljon tuontilasia, mutta 70-luvun alun ”lasisodiksi” kutsuttuna aikana ulkomainen halpa tuontilasi valtasi markkinoita ennennäkemättömällä aggressiivisuudella. Vuoteen 76 mennessä Pilkington, Float-lasin patentinhaltija, hallitsi kahta kolmasosaa Suomen tasolasimarkkinoista. (Koivisto ym. 2007, s. 39–40)

Vuosikymmenen loppupuolella tilanne alkoi uudistumispyrkimyksistä huolimatta käydä suomalaisille tasolasitehtaille todella tukalaksi, kun lisenssiä Float-lasin valmistamiseen ei yrityksistä huolimatta saatu. Koko 70-luvun ja vielä 80-luvulla suomalaisessa rakentamisessa käytettiinkin samanaikaisesti sekä ulkomaista Float-lasia että kotimaista konelasia. (VTT Rakennuslaboratorio 1984; Koivisto ym. 2007, s. 14–16, 39–40)

Taulukko 3 Tiivistelmä 1960–1970-lukujen ikkunoiden piirteistä ja ominaisuuksista

| | |
|------------------------------------|---|
| Puutavara tai muu kehysmateriaali: | Puutavara/muu puitemateriaali: Valikoimaton havupuutavara ja erikoistapauksissa tammi. Teräs, alumiini ja muovit mahdollisia sekä puupuitteen päällä että te-räs/alumiinirakenteella jäykistettynä. |
| Lasi: | Konelasi, 70-luvulla myös Float-lasi. |
| Helat: | Tehdasvalmisteisia. Messinkiä, sinkkiseosta (samakki) tai terästä. Osat yleensä kromattuja. 70-luvulta alkaen myös muovisia osia. |
| Puitteiden ja lasien määrä: | 2-3 puitetta. Yksilasisia puitteita (MS ja MSK) sekä kaksipuitteisia ikkunoita, joissa sisäpuitteessa kaksilasin eristyslaselementti (MSE). |
| Tyyppi: | Sisään aukeava MS ja MSK, myös MSE. Tuuletusluukut yleisiä. |
| Muoto: | Moduulimittaisia suorakulmaisia jakopuitteettomia ikkunoita tuuletusluukulla/-ikkunalla ja ilman. 70-lukua kohti ruudut suurenevat ja laajat maisemaruudut suosiossa. |
| Asennus: | lasituskitillä, kitillä/massalla/tiivistysnauhalla ja lasituslistalla tai lasituslistalla ilman tiivistystä. Eristelasit synteettisillä kiinnitysmassoilla tai tiivistysnauhalla. Lasitus työmaalla, lasitusliikkeessä, puusepänverstaalla tai tehtaassa. |
| Ikkunan valmistus: | puusepänverstaalla tai tehtaassa |
| Tilke: | mineraalivilla (lasi- tai kivivilla) |
| Vaadittu U-arvo: | Huom. arvot vain lasiosalle. 1969 2,44 W/m ² K; 1976 2,1 W/m ² K |

2.4 1980 ja -90-luvut

1980-luvulla ikkunat lasitettiin pääsääntöisesti jo tehtaissa työmaalasituksen sijaan. Vuosikymmenen aikana tummista lahonestoaineista palattiin peittomaa-laukseen ja eristyslasiin laatu parani. Vaikka asennustekniikka oli vielä 80-luvul-lakin kirjavaa, 70-luvulla aloitettu alan sisäinen koulutus, standardointitoimet ja laatusertifiointi tehosivat ja eristysikkunat yleistyivät 80-luvun loppua kohden. (Koivisto ym. 2007, s. 59–60, 65, 93)

Synteettiset lasituksen kiinnitystuotteen olivat syrjäyttäneet perinteisen pellavaöl-lykitin viimeistään 80-luvulle tultaessa. Vuoden 1990 lasitusohjeissa mineraali- ja kasviöljypohjaisten massojen käyttö kielletään jopa yksittäisten lasiruutujen lasi-tuksessa, ei vain umpiolaseilla, toisin kuin edeltävissä ohjeissa. (RT 41-10208 Puuikkunan lasitus umpiolasilla 1983; RT 41-10434 PUUIKKUNAN LASITUS YK-SINKERTAISELLA LASILEVYLLÄ 1990)

Eristysikkunoiden eristyskyky parani entisestään, kun eristyslaselementtejä alettiin onnistuneesti täyttää jalokaasulla, kuten argonilla. 90-luvulla markkinoille tulivat myös selektiivipinnoitetut lasit. Pinnoite pienensi ikkunoiden kautta tapahtuvaa lämpöhäviötä ja näin paransi niiden energiatehokkuutta lämmityskaudella. Eristyslasiilliset ikkunat yleistyivät niin nopeasti, että 90-luvulle tullessa asennettiin jo lähes yksinomaan eristyslasi-ikkunoita. (Hemmilä ja Saarni 2002, s. 10–17; Koivisto ym. 2007, s. 93)

Uudet katalyytti- ja uretaanimaalit suojasivat puuosia hyvin sään vaikutuksilta pinnan ollessa ehjä. Jos puuhun kuitenkin pääsi imeytymään kosteutta, se ei päässyt haihtumaan tiiviskalvoisen maalin läpi. Tästä syystä ikkunoiden puuosat saattoivat vaurioitua nopeasti. Pinnoitteen ollessa ehjä, puuosat kuitenkin kestivät käyttöä huomattavasti pitempään kuin tummilla kuultavilla lahonestoaineilla käsitellyt. Ulkopuolen puuosien vaurioitumista pyrittiin estämään myös valmistamalla säälle alttiita puuosia painekyllästetystä puusta. (Hemmilä ja Saarni 2002, s. 10–17; Koivisto ym. 2007, s. 100)

Moduulimalliset ikkunat saivat 80-luvulla väistyä uuden tekniikan tieltä. Tietotekniikan saapuessa ikkunatehtaille vuosikymmenen puolivälissä tuotanto muuttui jälleen tilauspohjaiseksi vakiomallien sijaan. Ikkunoiden koko ilmoitettiin tosin edelleen moduulimitoitusjärjestelmän mukaisesti (1M=100 mm). Myös M-kirjain jäi ikkunatyypien koodeihin. (Koivisto ym. 2007, s. 101–102)

Alumiinin käyttö ikkunoissa yleistyi nopeasti 80-luvun aikana. Uudenmallisten puu-alumiini-ikkunoiden karmin ulko-osat ja ulkopuite oli valmistettu kokonaan alumiinista sen sijaan, että puuosia vain suojattaisiin alumiinilla. Alumiiniosilla tavoiteltiin ulko-osien huoltovapautta. 90-luvun kuluessa eristyslasiillisista puu-alumiini-ikkunoista (MSEA) tulikin markkinoiden vallitseva ikkunatyyppi. (Hemmilä ja Saarni 2002, s. 15–16; Koivisto ym. 2007, s. 100)

1980-luvulla polyuretaanivaahdon käyttö yleistyi karmivälien tilkitsemisessä. Markkinoille saatiin 80–90-lukujen aikana myös aiempaa parempia itseliimautuvia ja nidottavia synteettisiä puitevälien tiivisteitä. Ikkunoista saatiin aiempaa tiiviimpiä, mikä paransi jälleen niiden energiatehokkuutta. (R1099-M2 Ikkunoiden tiivistäminen 1981; Hemmilä ja Saarni 2002, s. 17)

Rakennusten ilmanvaihtoa pyrittiin tehostamaan koneellisella järjestelmillä 70-luvulta alkaen. 1980-luvulla rakennettiin jo paljon järjestelmiä, joissa olivat sekä koneellinen tulo- että poistoilma. Pelkän koneellisen poistoilman rakentaminen tosin

oli rakennuskustannuksiltaan edullisempi ja 90-luvun alun lamasta alkaen rakennettiin lähinnä koneellisen poistoilman järjestelmiä. Koneellisen poiston haasteena oli riittävän korvausilman saanti. Aiempaa tiiviimmät ikkunat eivät vuotaneet ilmaa sisään entiseen tapaan ja ikkunankarmeihin alettiin asentaa raitisilma-venttiileitä korvausilman saamiseksi. (LVI 30-10141 ILMANVAIHTO TULOILMAIKKUNAN KAUTTA 1989; Hemmilä ja Saarni 2002, s. 59–61; Koivisto ym. 2007, s. 102)

1980-luvulta lähtien moniin edeltävien vuosikymmenten rakennuksiin vaihdettiin alkuperäisten ikkunoiden tilalle modernit eristyslasilliset puu- tai puu-alumiini-ikkunat. Vaihtamisen sijaan ikkunoihin saatettiin asentaa myös erillisiä ulkopuolen lisäpuitteita. Näiden jälkiasenteisten yksilasisten tai eristyslasielementillisten etuikkunoiden laajamittainen asentaminen käytännössä loppui 2000-luvun alkupuolella. (VTT Rakennuslaboratorio 1989; Hemmilä ja Saarni 2002, s. 7–9, 47; Koivisto ym. 2007, s. 59)

Taulukko 4 Tiivistelmä 1980–1990-lukujen ikkunoiden piirteistä ja ominaisuuksista

| | |
|------------------------------------|--|
| Puutavara tai muu kehysmateriaali: | Valikoimaton havupuutavara. Käytössä myös painekyllästetty puutavara. Ulkopuitteessa ja lisäpuitteessa teräs, alumiini ja muovit mahdollisia teräs/alumiinirakenteella jäykistettynä. |
| Lasi: | Float-lasi, 80-luvun loppuun myös konelasi mahdollinen. |
| Helat: | Tehdasvalmisteisia. Messinkiä, sinkkiseosta (samakki), terästä ja muovia. Osat usein kromattuja tai maalattuja. |
| Puitteiden ja lasien määrä: | 2-3 puitetta, yleensä 3 lasia. Yksilasisia puitteita (MSK) sekä kaksipuitteisia ikkunoita, joissa sisäpuitteessa kaksilasinen eristyslaselementti (MSE). 90-luvulla myös nelilasin eristyslasi-ikkuna, jossa sisäpuitteessa kolmelasin eristyslasi. Selektiivipinnoite mahdollinen yhdessä tai kahdessa lasissa. |
| Tyyppi: | Sisään aukeava. Tuuletusluukut ja -ikkunat yleisiä. Puuikkunoiden lisäksi puu-alumiini-ikkunoita. MSK, MSE, MSEA, MS3E. Vanhojen ikkunoiden päälle asennettuja ”etuikkunoita” 80-, 90- ja 00-luvuilla. |
| Muoto: | Suorakulmainen ja jakopuitteeton tuuletusluukulla/-ikkunalla ja ilman. Vanhojen ikkunoiden näköisversioissa lasin pintaan tai puitteisiin kiinnitettyjä koristejakopuitteita |
| Asennus: | Lasituslistalla, tiivistys kyntteeseen elastisella kiinnitysmassalla tai tiivistysmuotonauhoilla. Lasitus tehtaassa. |
| Ikkunan valmistus: | Puusepänverstaalla tai tehtaassa. |
| Tilke: | mineraalivilla (lasi- tai kivivilla), polyuretaanivaaho |
| Vaadittu U-arvo: | Huom. arvot vain lasiosalle. Lämpimän tilan ikkunan valoaukolle 1985 2,1 W/m ² K |

2.5 2000-luku

2000-luvulla suurin osa uusista asennettavista ikkunoista oli eristyslasiikkunoita puu-alumiini-ikkunoita (Koivisto ym. 2007, s. 100). Ikkunoiden valmistamisesta oli viimeistään 2000-luvulla tullut matalakatetoimintaa, joka nojasi tehokkaiisiin teollisiin prosesseihin ja edullisiin raaka-aineisiin. Kova kilpailu ja tuontipaine myös osaltaan kiristivät hinnoittelua.

Uusilla eristyslasiikkunoilla puu-alumiini-ikkunoilla korvattiin runsaasti kaksi ja kolmelasisia 60–80-lukujen ikkunoita ja vielä 2000-luvun alussa vanhojen ikkunoiden energiatehokkuutta ja sateenpitävyyttä saatettiin parantaa asentamalla ikkunan ulkopuolelle niin kutsuttu etuikkuna (Ratu F32-0212 Ikkunan tiivistäminen, tilkinän korjaus sekä lisäpuitteen asennus. Menetelmät 2000; Hemmilä ja Saarni

2002, s. 47; Haukijärvi 2005a, s. 6–11). Ulkopuolisten etuikkunoiden laajamittainen asennuttaminen kuitenkin jäi pois käytöstä 2000-luvun ensimmäisen vuosikymmenen aikana, kun uusien ikkunoiden vaihtamisesta tuli taloudellisesti kannattavampaa.

Ulkopuolelle asennettavien etuikkunoiden sijaan esimerkiksi museokohteissa alettiin vaihtaa ikkunoiden sisäpuolisiin eristyslaselementtejä tai asentaa jopa kokonaisia sisäpuolisia ”etuikkunoita”. Vanhojenkin säilytettävien kohteiden energiatehokkuutta haluttiin parantaa muuttamatta rakennuksen julkisivua. Uusilla eristyslaseilla se oli mahdollista. (Korjauskortisto: Ikkunoiden korjaus 2000, s. 19; Hemmilä ja Saarni 2002, s. 48)

Ikkunoiden lämpöhäviön vähentämiseen keskittynyt tuotekehitys toi mukanaan odottamattoman ongelman: 1990-luvun lopussa ja 2000-luvun alussa vajaasta promillesta asennetuista eristyslasi-ikkunoista rikkoutui keskimäinen lasi tuntemattomasta syystä. Rikkoutumisen aiheuttajaksi osoittautui auringon lämpösäteilyn, eristylasin, selektiivipinnoitteen ja puitteiden välisten sälekaihdinten yhdistelmän keskimäiseen lasiin aiheuttama liiallinen lämpöjännitys. (Hemmilä ja Heimonen 2005)

Uusien 2010-luvun eristyslaselementtien havaittiin olevan lämmöneristysominaisuuksiltaan liiankin hyviä myös toisella tavalla. Ongelmaksi muodostui ikkunan ulkopuolen huurtuminen, kun ikkunan läpi ei päässyt riittävää lämpövuotoa pitämään ikkunapintaa sulana. Vuosikymmenen lopulla alettiin käyttää huurtumisenestopinnoitteita ulkopuolen ikkunalaseissa. (Rakennustuoteteollisuus pitää ikkunoiden huurtumista normaalina 2013; Lasifakta 2021 2021)

Ilmastonmuutoksen myötä nousevat lämpötilat veivät ikkunoiden tuotekehitystä Suomen oloissa uuteen suuntaan. Aiemmin oli keskitytty estämään lämmön haihtuminen ikkunan läpi ulos, mutta nyt haluttiin estää myös sisätilojen liiallinen lämpeneminen. Markkinoille tuli auringon säteilyvaikutuksia rajoittavia ikkunalaseja, jotka vähensivät liiallisen valon ja lämpösäteilyn pääsyä sisätiloihin. (Huusko 2018; Lasifakta 2021 2021, s. 27–35)

2010-luvun arkkitehtuurissa suuret ikkunapinnat tulivat jälleen suosioon. Toisin kuin 70-luvulla, ikkunapinnat olivat tällä kertaa leveiden sijaan korkeita. Kehittyneistä eristyslaselementeistä rakennettiin enenevässä määrin myös kokonaisia läpinäkyviä julkisivuja liike- ja toimistorakennuksiin.

Uusi erikoislasituksen tarve havaittiin 2020-luvulla, kun puhelin- ja verkkosignaalin huomattiin läpäisevän huonosti uusia rakenneratkaisuja. Ongelmaa ratkaistiin

signaalilaseilla, jotka mahdollistavat paremman kuuluvuuden sisätiloissa. Samalla vuosikymmenellä markkinoille on tullut enenevässä määrin myös ikkunalaseja, joissa on erilaisia sähköisiä ominaisuuksia, kuten lämmitys, säädettävä näkösuoja tai hälytysjärjestelmäyhteys. Muita 2020-luvulla yleistyneitä ikkunoissa käytettyjä erikoislaseja ovat mm. vähärautainen eli kirkaslasi ja itsepuhdistuva lasi. 2000-luvulla suurimmat harppaukset ikkunoiden kehityksessä onkin otettu juuri ikkunalaseissa, vaikka ikkunakehysten alumiiniosien lämmöneristyksessäkin on tapahtunut edistystä. (Aatsalo 2019; Lasifakta 2021 2021)

Ikkunoita koskeva viranomaissääntely oli ollut suhteellisen vähäistä, vaikka energiatehokkuuden vaatimuksia oli asetettu jo 70-luvun energiakriisin aikaan. Vuosituhannen vaihteessa lainsäädäntöä uudistettiin ja voimaan astuivat uudet ilmanvaihtoa, lämmöneristävyttä ja turvallisuutta koskevat määräykset, jotka määrittivät myös uusien ikkunoiden ominaisuuksia. Muun muassa ikkunoiden lämmönläpäisykertoimen vaatimus kiristyi huomattavasti. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen lämmöneristyksestä 2003; Tyypillisiä olemassa olevien vanhojen rakennusten alkuperäisiä suunnitteluarvoja 2018)

EU-jäsenyys vaikutti ikkunoiden sääntelyyn Suomessa. EU-alueella työ unionin sisäisen teknisen yhdenmukaistamisen ja standardisoinnin eteen oli alkanut 1980-luvulla ja vaatimustenmukaisuudesta ilmoittava CE-merkintä tuli ensimmäisenä käyttöön sähkölaitteille jo 1985. Rakennustuotteet, kuten ikkunat, tulivat CE-merkinnän piiriin lokakuusta 2013 EU:n rakennustuoteasetuksen myötä. Tästä eteenpäin ikkunoilla tuli olla asetuksen vaatima CE-merkintä ja käyttötarkoituksensa mukainen suoritustasoilmoitus, joilla niiden kelpoisuus osoitettiin. (MEMO/10/257 CE marking – what does it really mean? 2010; RT 103241 Puu- ja puualumiini-ikkunat: Ominaisuudet ja laatuvaatimukset, asennus, huolto ja kunnossapito 2020; Martinkauppi 2012)

CE-merkinnän ja harmonisoidun tuotestandardin myötä uusista ikkunoista tuli teknisiltä ominaisuuksiltaan tarkkaan säänneltyjä ja eri valmistajien tuotteissa on hyvin vähän teknisiä eroavaisuuksia.

Taulukko 5 Tiivistelmä 2000-luvun ikkunoiden piirteistä ja ominaisuuksista

| | |
|------------------------------------|--|
| Puutavara tai muu kehysmateriaali: | Valikoimaton havupuutavara. Käytössä myös painekyllästetty puutavara. Ulkopuite useimmin alumiinia. |
| Lasi: | Float-lasi, kaikki tuontilasia. Leikkaus, pinnoitus ja eristyslaselementtien valmistusta Suomessa. |
| Helat: | Tehdasvalmisteisia. Sinkkiseosta (samakki), terästä tai muovia. |
| Puitteiden ja lasien määrä: | 1–2 puitetta, 3–4 lasia. Kaksipuitteisessä ikkunassa sisäpuitteessa 2- tai 3-lasinen eristyslaselementti, ulkopuitteessa yksi lasi. Yksipuitteisissä ikkunoissa yleensä 3-lasinen eristyslaselementti tai eristyslaselementti ja ulkolasi. |
| Tyyppi: | Sisään aukeava, tuuletusikkunat yleisiä. 2010-luvun aikana yksipuitteiset kiinteät eristyslasi-ikkunat yleistyvät. Uudisrakennuksissa lähes poikkeuksetta puu-alumiini-ikkunat. Ikkunatyypit MSE, MS3E, MSEA, MEK/MEKA, SE (sisään avattava yksipuitteinen eristyslasi-ikkuna). |
| Muoto: | Suorakulmainen ja jakopuitteeton tuuletusikkunalla ja ilman. Vanhojen ikkunoiden näköisversioissa lasin pintaan tai puitteisiin kiinnitettyjä koristejakopuitteita. 2010-luvulla pystysuuntaiset täyskorkeat kiinteät ikkunat yleistyvät. |
| Asennus: | Kiinnitys tarkoitukseen suunnitellulla lasituslistalla, tiivistys kyntteeseen elastisella kiinnitysmassalla tai tiivistysmuotonauhoilla. Lasitus tehtaassa. |
| Ikkunan valmistus: | Puusepänverstaalla tai tehtaassa. Markkinoilla myös tuonti-ikkunoita lähinnä Virossa. |
| Tilke: | Ensisijaisena polyuretaanivahto. Myös esim. mineraalivilla ja pellaveristenauha. |
| Vaadittu U-arvo: | Huom. luvut koko ikkunarakenteelle. Lämpimän tilan ikkunalle 2003 1,4 W/m ² K; 2010 1,0 W/m ² K |

3 KÄYTTÖKOHTEET

3.1 Ikkunoiden uudelleenkäyttö Euroopassa

Vaikka Suomessa ikkunoiden uudelleenkäyttöä ei ole vielä juuri pilotoitu, muualta Euroopasta on löydettävissä useita kiinnostavia pilottihankkeita. Muiden EU-lainsäädännön tai sitä vastaavan sääntelyn piirissä olevien maiden kohteiden tarkastelu antaa hyvän kuvan ikkunoiden uudelleenkäytön mahdollisuuksista ja ohjaa tutkimaan potentiaalisimpien käyttökohteiden soveltamista Suomen oloihin.

Esitellyissä kohteissa ikkunoita käytetään uudestaan yksittäin ja suurempina erinä, lämmitetyissä sekä kylmissä tiloissa. Käytettyjen ikkunoiden ikä vaihtelee eri käyttötarkoituksissa. Suurimmassa osassa esitellyistä kohteista vanhoja ikkunoita on käytetty kokonaisina, mutta yhdessä kohteessa vanhoista ikkunoista on hyödynnetty uudestaan pelkät eristyslaselementit. Esitellyissä kohteissa on uudishankkeita, laajennuksia sekä käyttötarkoituksen muutoksia

3.1.1 Masui4Ever, Brysseli, Belgia

Masui4Ever on Brysselissä Masuin kaupunginosassa sijaitseva saneeraus- ja laajennuskohde. Paikallisen järjestön toimitiloiksi valmistuvassa kohteessa haluttiin säilyttää mahdollisimman paljon alkuperäistä historiallista rakennusta. Uudessa osissa taas haluttiin hyödyntää käytettyjä rakennusosia mahdollisuuksien mukaan.

Kohteessa ikkunoita käytettiin lämmitetyn tilan ikkunoina kokonaisuutena, joka muodostaa yhden pihanpuoleisista julkisivuista. Kokonaisuuteen on yhdistelty viisi keskenään erilaista second-hand-ikkunaa. Ikkunoiden etsimisessä ja hankkimisessa avusti paikallinen käytettyjä rakennusosia välittävä toimija. Kohde toimii esimerkkinä yksittäisten ikkunoiden pilotinomaisesta hyödyntämisestä luovalla tavalla. Kohteessa pyrittiin mahdollisuuksien mukaan myös jatkamaan rakennuksen vanhojen ikkunoiden elinkaarta niitä kunnostamalla. (Zinneke - Feder Masui4ever n.d.)



Kuva 1 Masui4Ever second-hand-ikkunat asennettuna julkisivurunkoon. Kuva: Delphine Mathy 2021.



Kuva 2 Masui4Ever second-hand-ikkunat uudessa pinnoitetussa julkisivussa. Kuva: Delphine Mathy 2021

3.1.2 Kristian August Gate 13 (KA13), Oslo, Norja

Kiinteistöomistaja Entra ASA:n omistama Kristian August Gate 13 Oslossa on keväällä 2021 valmistunut kunnianhimoinen rakennushanke, jossa purku-uhanalainen 1950-luvun punatiilitalo muutettiin ja laajennettiin toimistokäyttöön. Norjan ensimmäinen laajamittaisesti käytettyjä rakennusosia hyödyntävä hanke toteutettiin Norjalaisen FutureBuilt-ohjelman pilottiprojektina.

Alkuperäisessä rakennuksessa oli hieman yli 2700 kerrosneliometriä. Laajennuksessa neliömäärä kasvoi yli puolella 4297 neliometriin. Käyttötarkoituksen muutoksessa ja rakennuksen korotuksessa käytettiin osia ja materiaaleja alkuperäisestä rakennuksesta sekä yli 25 muusta rakennuksesta. Tavoitteena oli, että vähintään 50 % kaikista käytetyistä materiaaleista olisi jo kertaalleen käytettyjä.

Uudelleenkäytettävien osien joukkoon kuului useita lasirakenteita. Ensimmäisessä kerroksessa käytettiin uudelleen vuosituhatien alun julkisivulaseja toisesta osloilaisrakennuksesta. Vuonna 2014 valmistuneesta kunnallisesta asuintalosta virheellisinä irrotettuja ikkunoita käytettiin 28 kappaletta. Suunnitteluvirheen vuoksi asuinkäyttöön sopimattomat muutoin moitteettomat nykyaikaiset ikkunat löysivät uuden käyttötarkoituksen laajennusosan ylemmissä kerroksissa. Alempiin kerroksiin päätettiin asentaa suuremmat uudet ikkunat, jotta huoneisiin saataisiin enemmän valoa.

Näiden 28 ikkunan lisäksi rakennuksen ensimmäisessä ja toisessa kerroksessa hyödynnettiin kaksi muuta second-hand-ikkunaa. Ikkunoiden viranomaishyväksynnän ja CE-merkinnät projektissa hoiti paikallinen rakennusosien uudelleenkäyttöön erikoistunut yritys Resirqel.

Projektissa haluttiin käyttää vain suoraan uudelleenkäytettävissä olevia ikkunoita. Toimenpiteiden ja niiden välillisten kustannusten katsottiin tekevän ikkunoista taloudellisesti kannattamattomia, joten projektiin rajattiin käytettäväksi vain uusia ja sellaisenaan käyttökelpoisia käytettyjä ikkunoita.

Niihin ikkunoihin, joihin turvallisuuden vuoksi vaadittiin putoamisen estävä turvominaisuus, asennettiin teräksiset putoamisen estävät kaiderakenteet. Kaiderakenteet olivat edullisemmat toteuttaa kuin ikkunoiden uudelleenlasitus tai uudet ikkunat turvalasilla. ”Uudelleenkäytössä on oltava valmis tekemään luovia ratkaisuja”, kuvaili FutureBuilt-ohjelmassa toimiva arkkitehti Erlend Seilskjær selvitystä varten tehdyssä haastattelussa.

Rakennuksen vanhat 80-luvun puuikkunat olivat kurjassa kunnossa. Projektissa selvitettiin mahdollisuutta käyttää uudelleen ikkunoiden eristyslaselementtejä, mutta saadut tarjoukset ylittivät uusien ikkunoiden kustannukset. Rakennuksen vanhan osan ikkunat päätettiin vaihtaa uusiin, mutta asennus on suunniteltu ja toteutettu niin, että ikkunat voidaan myöhemmin irrottaa ehjinä ja käyttää uudelleen.

Käytettyjen lasirakenteiden hyödyntäminen jatkui talon sisällä. Toimistotiloja ja kavat lasiseinät haluttiin tehdä käytetyistä osista. Käytetyt lasit löytyivät rakennuttajan lasitoimittajan kautta, joka myös valmisti vanhoille lasiseinille uudet kehykset. Lasitoimittaja hankki toimistotiloihin myös 25 käytettyä toimisto-ovea. (Erfaringsrapport ombruk: Kristian Augusts gate 13 2021; Mad Arkitekter n.d.)



Kuva 3 KA13 laajennusosa erottuu kirjavan julkisivupinnan ansiosta. Kuva: Mad Arkitekter



Kuva 4 Uudelleenkäytetyt ikkunat KA13 laajennusosan julkisivussa. Kuva: Mad Arkitekter



Kuva 5 Erikoiset suojakaiderakenteet estävät putoamisen matalimmalle asettuvista suurista ikkunoista. Samanlainen muoto toistuu muualla rakennuksen sisällä. Kuva: Mad Arkitekter

3.1.3 Resource Rows, Kööpenhamina, Tanska

Resource Rows on 92 asunnon rivi- ja kerrostalokokonaisuus Tanskan pääkaupungissa. Uudiskohde valmistui vuonna 2019. Hankkeessa on käytetty mm. Carlsbergin vanhasta tehtaasta purettuja tiiliä, kierrätettyä puuta ja vahaa betoni-palkkia sillan runkona. Kohteen suunnittelusta vastaava Lendager Group on kestävään kehitykseen erikoistunut arkkitehtitoimisto.

Vanhoja ikkunoita on käytetty poikkeuksellisella tavalla laajassa mittakaavassa toissijaiseen, lämmittämättömään rakenteeseen. Talojen katoilla olevat puutarhamökkit ("garden houses") on rakennettu jättepuusta ja vanhoista ikkunoista. Rakenteiden ikkunoina on voitu käyttää lämmöneristysominaisuuksiltaan muuten uudisrakentamiseen soveltumattomia ikkunoita, sillä lämmittämättömässä rakennuksessa ikkunoiden lämmöneristävyydellä ei ole merkitystä. (Lendager Group n.d.)



Kuva 6 Resource Rows tiilijulkisivu. Katoilla puutarhamökkit, jotka on rakennettu second-hand-materiaaleista. Kuva: Lendager Group



Kuva 7 Puutarhamökkejä toisen Resource Rows-rakennuksen rakennuksen katallo. Kuva: Lendager Group

3.1.4 Upcycle Studios, Kööpenhamina, Tanska

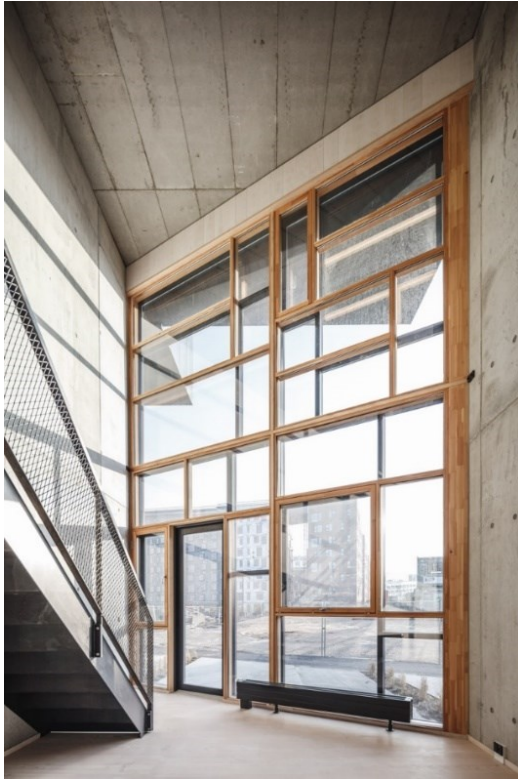
Kööpenhaminassa sijaitseva 20 rivitaloasunnon kohde on saman tilaaja- ja suunnittelutiimin tuotos kuin edellä esitelty Resource Rows. Upcycle Studios valmistui vuonna 2018 ja on näin ensimmäinen näistä kahdesta uudelleenkäyttöön ja kierrätettyihin materiaaleihin keskittyvästä uudishankkeesta. Kohteessa on käytetty uudelleen tai kierrätetty mm. betonia, puuta ja vanhoja ikkunoita.

Upcycle Studiosissa ikkunoita ei ole uudelleenkäytetty kokonaisina, vaan niistä on hyödynnetty vain eristyslaselementit. Kohteen lasijulkisivut on valmistettu vanhoista eristysikkunoista. Remontoiduista kohteista irrotettujen ikkunoiden eristyslaselementit on purettu alkuperäisistä puitteistaan ja asennettu uusiin kehysrakenteisiin.

Julkisivulasitusten eristyslaselementit on asennettu sekä ulko- että sisäkarmeihin ja lasien väliin jää ilmarako. Yleisin haaste vanhojen ikkunoiden hyödyntämiselle uudisrakennuksissa ovat tiukat energiatehokkuusvaatimukset. Oleelliset tekniset vaatimukset kuitenkin täyttyvät Upcycle Studiosin julkisivurakenteissa. Upcycle Rows on erityisen kiinnostava esimerkki eristyslaselementtien uudelleenkäytöstä ja uudelleenkäytettävien rakennusosien luovasta potentiaalista. (Lendager Group n.d.)



Kuva 8 Upcycle Studiosin julkisivut on koostettu käytetyistä eristyslaselementeistä. Kuva: Lendager Group



Kuva 9 Julkisivulasituksen sisä- ja ulkopuoli on lasitettu erikseen, mikä on antanut joustavuutta käytettävissä olleiden ikkunoiden mukaan. Sisä- ja ulkopuolien puukehykset ovat eri väriset. Kuva: Lendager Group



Kuva 10 Lasituksissa on kaksi eristyslaselementtiä rinnakkain ja lasien välissä on ilmarako. Kokonaisuudella on hyvät lämmöneristysominaisuudet. Kuva: Lendager Group

3.1.5 Kopfbau Halle 118 (K118), Winterthur, Sveitsi

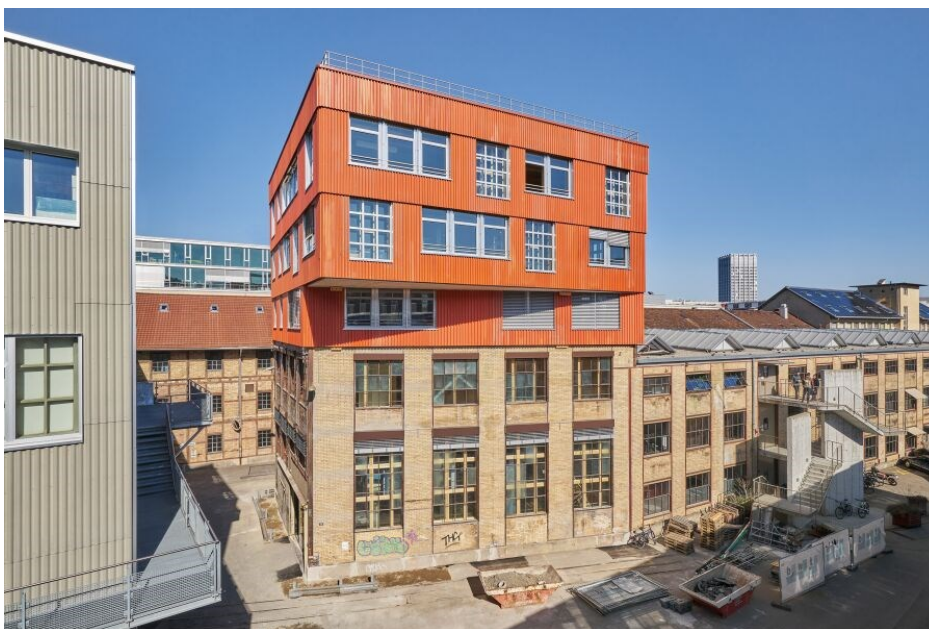
Vanhalla teollisuusalueella Sveitsin pohjoisosassa sijaitseva K118 on entinen koneollisuuden varastohalli, jota haluttiin laajentaa ja muuttaa muiden alueen rakennusten tavoin toimistokäyttöön. Arkkitehtiimin ja rakennuttajan tavoitteena oli täysin kierrätetty talo, joten myös laajennusosan materiaalit haluttiin löytää käytettynä. Lopulta käytettyjen materiaalien erä oli noin 50.

Kolmen lisäkerroksen ikkunat saatiin Orion-nimisestä purettavasta toimistotalosta Zürichistä, n. 25 kilometrin ajomatkan päästä. Sisätilojen toimistotiloja jakavat lasiseinät, toimistojen ovet ja lasinen pääovi hankittiin samasta rakennuksesta. Winterthurin alueen muista muutettavista ja purettavista teollisuus- ja toimistorakennuksista hankittiin lisää ikkunoita käytettäväksi sekä vanhassa rakennuksessa että laajennusosassa. Käytetyt ikkunat olivat alumiinirunkoisia eristyslasi-ikkunoita. Näiden lisäksi käytettiin jonkin verran vanhoja teollisuusikkunoita korvaamaan alkuperäisen rakennuksen vastaavia rikkoutuneita osia. Yhteensä Zürichistä tuotuja alumiini-ikkunoita käytettiin 88 kpl ja Winterthurista peräisin olevia teollisuusikkunoita 72 m².

K118 on kunnianhimoinen ja hyvin onnistunut kierrätyksen ja uudelleenkäytön mahdollisuuksien mallikohde. Arkkitehtitoimisto Baubüro In Situ on erikoistunut rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöön, kierrätykseen ja kestävään rakentamiseen. Tiimi halusi kohteessa todistaa, että ammattitaidolla tehden kierrätetty talo on paitsi ympäristöystävällisempi, myös aivan yhtä laadukas eikä sen kalliimpi toteuttaa kuin neitseellisistä materiaaleista valmistettu. (Buser ym. 2021; Global Holcim Awards 2021: New again and again Extending the Cycle in Switzerland 2021; Baubüro In Situ n.d.)



Kuva 11 Baubüro In Situ suunnittelemassa laajennuksessa ja käyttötarkoituksen muutoksessa käytettiin mahdollisimman paljon kierrätettyjä materiaaleja. Kuva: Baubüro In Situ ag



Kuva 12 Erilaiset ikkunat tekevät julkisivuista elävän, vaikka vaativatkin suunnittelijalta joustavuutta. Kuva: Baubüro In Situ ag



Kuva 13 Vanhat teollisuusikkunat pitävät julkisivun ilmeen ennallaan. Sisäpuolelle on asennettu modernit eristyslasi-ikkunat. Kuva: Baubüro In Situ ag

3.2 Uudelleenkäytön mahdollisuudet ja soveltuvimmat käyttökohteet

Vanhojen ikkunoiden soveltuminen eri käyttökohteisiin riippuu teknisen toteutavuuden näkökulmasta ikkunoiden teknisistä ominaisuuksista, kunnosta ja siirrettävyydestä. Lainsäädäntö asettaa ikkunoille ja uudelleenkäyttöprosessille lisää vaatimuksia, joiden on eri käyttökohteissa täytyttävä.

Vaikka ikkunoiden uudelleenkäyttö joko kokonaisina tai osissa on haastavaa, esitellyt kohteet osoittavat sen olevan mahdollista ja parhaimmillaan taloudellisesti kannattavaa. Toiminta hakee vielä vakiintuneita käytäntöjä, mikä asettaa projekteille juridisia ja teknisiä haasteita, mutta antaa toisaalta tilaa innovaatioille, luovuudelle ja uudelle liiketoiminnalle.

Käytettyjen ikkunoiden tai vanhoja ikkunoita hyödyntämällä valmistettujen ikkunoiden käyttö vaatii suunnittelun siirtymistä tarkan suunnittelun sijasta konseptiajatteluun. Kun käytetään vanhoja ikkunoita, täyttä varmuutta saatavien erien homogeenisuudesta, määrästä ja kappaleiden mitoista ei yleensä ole suunniteluvaiheessa saatavilla. Suunnitelmien on oltava ikkunoiden jaottelun, koon ja sijainnin mukaan joustavia ja lopullinen suunnitelma muodostetaan sen mukaan,

mitä on saatavissa. (Global Holcim Awards 2021: New again and again Extending the Cycle in Switzerland 2021)

Seuraavissa kappaleissa esitellyt käyttökohteet perustuvat eurooppalaisiin esimerkkikohteisiin tarkasteltuna Suomen ja EU-lainsäädännön sekä teknisten vaatimusten kontekstissa. Rakennusosien uudelleenkäyttöä ja kierrätystä koskevaa lainsäädäntöä käsitellään tarkemmin luvussa 5. Esiteltyjen käyttökohteiden on tarkoitus johdatella tarkastelemaan erilaisten hankkeiden ikkuna- ja lasirakenteiden suunnittelua uusin kiertotaloudellisin silmin ja antaa käsitys vaatimuksista, joita eri käyttökohteisiin liittyy. Esiteltyjen käyttökohteiden ikkunoille asettamien teknisten vaatimusten ja uudelleenkäytön haastavuuden viitteelliset vaatimustasot on koottu taulukossa 6.

Taulukko 6 Vanhojen ikkunoiden potentiaalisia käyttökohteita ja käyttökohteenmukaisia ikkunoiden teknisten ominaisuuksien sekä uudelleenkäytön prosessin vaatimustasoja.

| Käyttökohte | Vaativustaso |
|-----------------------------------|--------------|
| Lämmitettyjen tilojen ikkunoina | +++ |
| Puolilämpimien tilojen ikkunat | ++ |
| Lämmittämättömien tilojen ikkunat | + |
| Lasijulkisivut | +++ |
| Sisätilojen lasit | + |
| Korjauskohteet | ++ |
| Taideteokset | + |

Vaativustasot ilmoitettu seuraavasti: +++: Korkeat tekniset vaatimukset, haastava prosessi; ++: Joitakin teknisiä vaatimuksia, prosessi vaatii suunnittelua; +: Vähäiset tekniset vaatimukset, vähäiset juridiset vaatimukset.

3.2.1 Lämmitetyn tilan ikkuna

Vanhojen ikkunoiden käyttäminen uudessa rakennuksessa alkuperäisessä käyttötarkoituksessaan on todella haastavaa ja harvoin taloudellisesti tai energiatehokkuudeltaan tarkoituksenmukainen ratkaisu. Poikkeuksen muodostavat uudet

tai suhteellisen uudet ikkunat, jotka pystytään irrottamaan ehjinä kohtuullisin kustannuksin ja jotka eivät tarvitse parannustoimenpiteitä, kuten esimerkkikohteista K13 ja K118 voidaan havaita.

Uudisrakennusten ja laajennusten lämmitettyjen tilojen ikkunoihin kohdistuvat raskaimmat tekniset vaatimukset. Uudemmat ikkunat voivat hyvin täyttää kyseiset vaatimukset, niiden tekninen dokumentaatio on todennäköisemmin saatavissa ja historia selvitettävissä. Kun ikkunaa suunnitellaan käytettäväksi lämmitetyssä tilassa uudessa rakennuksessa, teknisiä dokumentteja voidaan tarvittaessa käyttää ikkunoiden suoritustason todentamisessa (Poncelet ja Nasserredine 2021, s. 16).

Uusissa rakennuksissa voidaan käyttää uudelleen myös vanhojen ikkunoiden osista valmistettuja uusia ikkunoita. Lasiosien uudelleenkäyttö pienentää ikkunanvalmistuksen hiilijalanjälkeä eniten, sillä rakennuslasin suurimmat päästöt syntyvät valmistusvaiheessa (Kuenen ym. 2023, s. 10).

Vanhoja esteettisesti viehättäviä ikkunoita on myös mahdollista hyödyntää julkisivussa sekä uudelleenkäyttäen että kierrättäen siten, että tekniset vaatimukset täyttyvät. Vanha ikkuna voidaan asentaa ulkopuolelle ja sisäpuolelle asentaa erillinen eristysikkuna. Kierrättäen vanhasta ikkunasta voidaan käyttää ulkopuolelle, kun uuteen sisäpuolelle on asennettu moderni eristyslaselementti. Ensin mainittu ratkaisu toteutettiin Baubüro In Situn suunnittelemassa K118 teollisuushallin vanhan osan käyttötarkoituksen muutoksessa, jossa ulkopuolella säilytettiin alkuperäinen yksilasin teollisuusikkuna ja sisäpuolelle asennettiin käytettynä hankitut modernit eristysikkunat. (Buser ym. 2021)

Käytettyjen ikkunoiden hyödyntäminen uuden rakennuksen tai laajennuksen ikkunoina pienentää rakennustoiminnasta aiheutuvaa materiaalihukkaa ja hiilijalanjälkeä. Se voi myös viedä rakennusten suunnitteluprosessia ja estetiikkaa kiinnostavaan suuntaan, kuten nähdään esimerkkikohteissa KA13 ja Kopfbau Halle 118 (K118). (Buser ym. 2021; Erfaringsrapport om bruk: Kristian Augusts gate 13 2021; Global Holcim Awards 2021: New again and again Extending the Cycle in Switzerland 2021)

3.2.2 Puolilämpimän ja lämmittämättömän tilan ikkuna

Puolilämpimiä ja lämmittämättömiä tiloja koskevat teknisten ominaisuuksien vaatimukset ovat kevyemmät, kuin lämmitetyillä uudisrakennuksilla. Puolilämpimien tilojen ikkunoiden lämmönläpäisykertoimen vertailuarvo on hieman lämmitetyn tilan kerrointa hieman ja lämmittämättömälle tilan ikkunoille ei ole asetettu lämmöneristävyysvaatimuksia lainkaan. (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 2018)

Puolilämpimien tilojen vertailuarvo $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ vastaa vuonna 2003 ikkunoille annettua u-arvovaatimusta. Puolilämpimissä tiloissa, kesäasunnoissa ja siirtokelpoisissa rakennuksissa olisi siis mahdollista käyttää lämmönläpäisykertoimen puolesta vuoden 2003 jälkeen valmistettuja lämmitettyihin tiloihin kelpoisia hyväkuntoisia ikkunoita. Myös haitta-aineiden esiintyminen näin uusissa ikkunoissa on vähemmän todennäköistä (RatuTT 9.13 Haitta-ainespitoisten rakennusainesten ja tarvikkeiden markkinoillaoloaikoja 2014), mikä tukee uudelleenkäyttöä.

Erilaisten siirrettävien tilamoduulien käytön ja tuotannon yleistymisen voisi tarjota kiinnostavan mahdollisuuden laajamittaisemmalle ikkunoiden ja eristyslasielementtien uudelleenkäytölle. Siirtokelpoista väliaikaista rakennusta koskevat säädökset ovat muutenkin hieman löyhempiä kuin pysyvän rakennuksen, mikä voisi muodostaa otollisen kokeilualustan ikkunoiden uudelleenkäytölle.

Koska lämmittämättömään tilaan ei kohdistu lämmöneristävyysvaatimuksia, vanhoja ikkunoita voi teoriassa käyttää näissä tiloissa vapaammin. Riittävä lämmöneristävyys on teknisistä ominaisuuksista haastavin saavuttaa vanhoilla ikkunoilla. Lämmöneristävyysvaatimusten puuttuminen tekee vanhojen ikkunoiden uudelleenkäytöstä lämmittämättömissä tiloissa muihin käyttötarkoituksiin verrattuna helppompaa. Esimerkiksi Resource Rows_-kohteessa vanhoja ikkunoita käytettiin uudelleen rakennusten katoilla olevissa lämmittämättömissä puutarhamökeissä (Lendager Group n.d.).

3.2.3 Lasijulkisivut

Vanhoista ikkunoista valmistettuja julkisivukokonaisuuksia on toteutettu sekä Euroopassa että muualla maailmassa, kuten Japanissa (Hiroshi Nakamura & NAP

2020). Julkisivut on toteutettu joko yhdistelemällä vanhoja kokonaisia ikkunoita tai uudelleenkäyttämällä pelkkiä ikkunoiden eristyslaselementtejä.

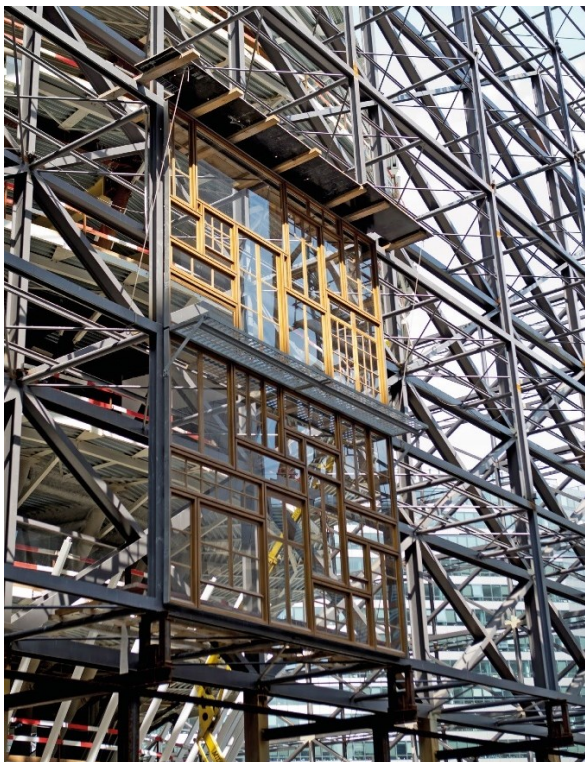
Useimmiten vanhoja ikkunoita on käytetty läpinäkyvissä lasijulkisivuissa, kuten esimerkkitapahtumana esitellyssä Upcycle Studios -rivitalossa ja Europa-rakennuksessa Brysselissä (Kuva 14, Kuva 15, Kuva 16).

Europa-rakennuksessa julkisivu on rakennettu ympäri Eurooppaa hankituista vanhoista tammipuitteista. Vanhat tammipuitteet on liitetty toisiinsa elementteiksi ja kiinnitetty kantavaan teräsrunkoon. Yhteensä vanhoja ikkunoita on julkisivussa 3 750 kappaletta. Muodostuva kuutio toimii aulatilana sisäpuolella sijaitsevalle munanmuotoiselle lämmitetylle rakennukselle. (494 – EUROPA – New headquarters of the Council of the EU 2016; EUROPA: the beating heart of Europe 2020)

Upcycle Studiosissa taas hyödynnettiin kokonaisten ikkunoiden sijaan käytettyjen ikkunoiden eristyslaselementtejä, joita asennettiin kahteen rinnakkaiseen karmijärjestelmään.



Kuva 14 Euroopan neuvoston ja EU:n neuvoston päätösimpaikka Europa-rakennus Brysselissä. Kuva: Philippe SAMYN and PARTNERS



Kuva 15 Vanhoista tammipuitteista koottuja elementtejä asennetaan Europa-rakennuksen teräksiseen runkojärjestelmään. Kuva: Philippe SAMYN and PARTNERS



Kuva 16 Runkojärjestelmä sisäpuolelta. Oikealla sisäpuolella sijaitseva munanmuotoinen rakennus. Kuva: Philippe SAMYN and PARTNERS

3.2.4 Sisätilojen lasirakenteet

Sisätilojen väliseinissä käytettävät ikkunat voidaan tulkita lasiksi väliseinärakenteiksi, jotka eivät kuulu harmonisoidun standardoinnin (hEN) piiriin. Sisätiloihin tulevia ikkunoita on siis mahdollista korjata ja muuttaa ilman CE-merkintävaatimusta. Asetukset rakennusten energiatehokkuudesta tosin määrittävät lämmityksen ja puolilämpimän tilan erottavan väliseinän ikkunalle lämmönläpäisykertoimen maksimiksi 2,8 W/m²K. (SFS-EN 14351-1:2006 + A2:2016 Ikkunat ja ovet. Tuotestandardi, toiminnalliset ominaisuudet. Osa 1: Ikkunat ja sisäänkäyntiovet 2017; SFS 7031:2022 Ikkunoihin sekä sisäänkäyntioviin kohdistuvat kansalliset vaatimukset ja suoritustasojen arviointi 2022)

Ikkunan käyttöturvallisuudelle on myös tiettyjä vaatimuksia sen sijaintikorkeudesta ja -paikasta riippuen. Törmäysturvallisuus voi vaatia lasiosan laminointia tai kaideratkaisuja. (RT 38-10901 Rakennuslasi, tasolasit 2007; Ympäristöministeriön asetus rakennuksen käyttöturvallisuudesta 2018)

Selvitystä varten haastateltu arkkitehti Erlend Seilskjær piti suurimpana haasteena käytetyissä ikkunoissa esiintyviä haitta-aineita. Hänen mukaansa FutureBuilt-ohjelman muutamia pilottikohteisiin on harkittu vanhojen ikkunoiden käyttöä sisätiloissa, mutta esteenä ovat olleet ikkunoista löytyneet haitta-aineet. Ulkotilan vastaisena käyttökelpoinen ikkuna voi sisätiloissa olla turvallisuusriski, tai käyttö vaatisi intensiivisempiä huolto- ja puhdistustoimia, kuin projekteissa on katsottu taloudellisesti kannattavaksi. (Seilskjær 2023)

Tästä huolimatta sisätiloissa on käytetty onnistuneesti vanhoja ikkunoita väliseinärakenteiden osana ja kokonaisina lasisina tilanjakajina. Väliseiniin voidaan hyödyntää pieniä eriä hyvinkin vanhoja puuikkunoita, kuten kuvien 17–20 käytettyjä rakennusosia välittävän Genbyg.dk:n toteuttamissa väliseinissä ja sisusteissa. (Genbyg.dk 2015, 2016c, 2016a, 2016b)

Ikkunoiden tai niiden osien uudelleenkäyttö sisätiloissa vaatii huolellisen haitta-ainetutkimuksen, vaarallisuuden arvioinnin ja mahdollisia puhdistustoimia.

Alunperinkin sisätiloja rajanneita lasirakenteita voidaan usein uudelleenkäyttää sellaisenaan toisessa kohteessa. Näin toimittiin toimistojen lasiseinien ja -ovien kanssa kohteiden Kopfbau Halle 118 ja K13 sisätiloissa, joihin lasiseinäelementit saatiin muualla purettavista toimistokohteista. (Buser ym. 2021; Erfaringsrapport ombruk: Kristian Augusts gate 13 2021)



Kuva 17 Genbyg.dk:n toteuttama vanhoista ikkunoista koottu väliseinä Kööpenhaminalaisessa ranskalaistyyllisessä ravintolassa Kuva: Genbyg.dk



Kuva 18 Genbyg.dk:n toteuttama väliseinä yksityisasunnossa Tanskassa. Kuva: Genbyg.dk



Kuva 19 Ravintolan sisusteita ja sisätilojen lasirakenteita vanhoista puikkunoista. Kuva: Genbyg.dk



Kuva 20 Ravintolan sisätilojen lasirakenteita vanhoista puikkunoista. Kuva: Genbyg.dk

3.2.5 Korjauskohteet ja varaosakäyttö

Entisöintikohteiden ja vanhojen pientalojen korjaamisessa on jo pitkään käytetty erilaisia käytettyjä rakennusosia saman aikakauden rakennuksista. Purettavien

ja saneerattavien kohteiden rakennusosien käyttäminen varaosina voisi olla toimiva malli muillekin korjauskohteille silloin, kun kohdetta korjataan alkuperäistä säilyttäen.

Korjauskohteissa vanhojen rakennusten energiatehokkuutta tulee mahdollisuuksien mukaan parantaa. Säädökset ovat kuitenkin löyhemmät ja niissä on enemmän poikkeuksia kuin uusia rakennuksia koskevassa lainsäädännössä. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 2013a)

Rakennuksen ikkunoiden elinkaaren jatkaminen rakennusajalle tyypillisillä käytetyillä osilla on yksi ikkunoiden osien uudelleenkäyttömahdollisuus. Tässä tapauksessa nykyisestä sijainnistaan irrotettavat ikkunat toimisivat kuten käytöstä poistetut autot: varaosapankkeina vielä käytössä oleville vastaaville. Pahasti vaurioituneita yksittäisiä ikkunoita voisi olla mahdollista jopa vaihtaa kokonaan käytettyihin rakennusajan ikkunoihin, kuten K118 alkuperäisen rakennusosan julkisivun vaurioituneille ikkunoille tehtiin (Buser ym. 2021).

Haaste kokonaisten ikkunoiden uudelleenkäytölle varaosina on mittojen vaihtelevuus. Yhden kohteen ikkunoiden sovittaminen toisen rakennuksen aukkoihin ei välttämättä onnistu ja mittojensa suhteen yhtenevää luovuttajaa voi olla vaikea löytää. Toisaalta suuresta ikkunoiden valikoimasta olisi todennäköisempää löytää juuri kohteeseen sopiva varaosa. Tämä vaatisi markkinoille Tanskan Genbygin ja Norjan Ombyggin kaltaisia suuria toimijoita.

Varaosina käytettävien ikkunoiden ei tarvitse tulla kohteen ulkopuolelta. Suurten kohteiden osittaisissa purkamisissa olisikin hyvä selvittää säilytettävän osan ikkunoiden kunto ja korvata huonokuntoiset ikkunat purettavista osista saatavilla hyväkuntoisiksi määritetyillä ikkunoilla. Ikkunoiden osat ja varusteet, kuten sälekaihtimet, voivat myös olla käyttökelpoisia muualla rakennuksessa.

Samana rakennuksen sisällä tehty uudelleenkäyttö on helpoin ja kevyin tapa tehdä rakennusosien uudelleenkäyttöä. Se myös säästää ikkunoiden hävittämisestä koituvat kustannukset. (Vara 2023)

4 VANHOJEN IKKUNOIDEN KUNTOTUTKIMUS JA TEKNISET YKSITYIS- KOHDAT

Ikkunoiden kuntotutkimuksen tavoite riippuu siitä, tehdäänkö tutkimus ikkunoiden elinkaaren jatkamiseksi vai uudelleenkäyttöpotentiaalin selvittämiseksi.

Elinkaaren jatkamiseksi tehdyn kuntotutkimuksen tavoite on oikein ajoitettu ja kohdistettu korjaaminen. Tarkoituksena on välttää ikkunoiden tarpeeton uusiminen ja pidentää ikkunoiden elinkaarta rakennusta ja käyttäjiä palvelevalla tavalla. Kuntotutkimus on kyseisen kohteen yksityiskohtainen ikkunoiden teknisen kokonaisuuden kartoitus ja sen tuloksena suositellaan teknisesti ja taloudellisesti parhaiten toteutettavissa olevia kunnostustoimenpiteitä. (Rakennustietosäätiö 1992; Hemmilä ja Saarni 2002, s. 68)

Uudelleenkäyttöpotentiaalin selvittämiseksi tehty kuntotutkimus tarkastelee kohteen ikkunoita käyttöä sääntelevän jätelainsäädännön perspektiivistä ja koko uudelleenkäytön prosessin kontekstissa. Yksittäisten ikkunoiden tekninen tutkimus on vähemmän yksityiskohtaista, mutta tutkimukseen tulee sisällyttää myös uudelleenkäytön teknisen toteutettavuuden tarkastelu. Tutkittavan kohteen ikkunoita ei tarkastella niinkään suhteessa niiden nykyiseen käyttöpaikkaan, vaan suhteessa joko suunniteltuun tai mahdolliseen tulevaan käyttöpaikkaan niiden soveltuvuutta arvioiden. Uudelleenkäytettävyyden arvioimiseksi tehdyn tutkimuksen tuloksena on selvitys tutkittujen ikkunoiden arvioidusta teknisestä soveltuvuudesta uudelleenkäyttöön ja uudelleenkäytön teknisestä toteutettavuudesta tutkitussa kohteessa.

Purkuprosessin alkuvaiheeseen kuuluu monia muitakin tutkimuksia ja analyysijä, joten ikkunoiden kuntotutkimus ja uudelleenkäytön arviointi on luonnollista ajoittaa niiden oheen. Elinkaaren jatkamiseen pyrkivä tutkimus taas määrittää korjaushankkeen sisältöä ikkunoiden ja niihin liittyvien rakenteiden osalta. Tutkimus on siis toteutettava mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta sillä saavutetaan toivottu hyöty.

4.1 Ikkunoiden kunnan ja soveltuvuuden tutkiminen

4.1.1 Kuntotutkimuksen suorittaminen

Ikkunoiden kuntotutkimuksessa on neljä vaihetta:

1. kuntoarvion valmistelu
2. kuntoarvio
3. tarkempi tutkimus
4. toimenpidesuosituksen koostaminen

Kuntotutkimusprosessia tulisi soveltaa kohdekohtaisesti siten, että tilaajan tutkimukselle asettamat tavoitteet voidaan saavuttaa. Tutkimusneuvottelussa ja tutkimuksen suunnittelussa tilaajan osallistaminen on ensisijaista, jotta tutkimusohjelma voidaan rakentaa tilaajan hankkeen kannalta merkittävien asioiden ympärille.

Kuntotutkimuksen suoritusohjeet ja tutkimusmenetelmät on koottu Rakennustietosäätiön puuikkunoiden kuntoarviota, puuikkunoita, ikkunakorjauksia, kiinteistöjen kuntoarvioita ja puu-alumiini-ikkunoita koskevista ajantasaisista ohjeista sekä museoviraston ikkunoiden korjauskortista ja aihealueen muusta ammattikirjallisuudesta. Tutkimusohjeet keskittyvät elinkaaren jatkamiseen tähtäävän kuntotutkimuksen suorittamiseen, mutta prosessi on sovellettavissa myös uudelleenkäytön arviointiin. Soveltamista käsitellään laajemmin luvussa 4.2 Uudelleenkäytön arviointi.

4.1.2 Kuntoarvion valmistelu

Valmisteluvaiheessa tutustutaan tutkittavan kohteen dokumentteihin ja tarvittaessa katselmoidaan kohde. Rakennuksen ikkunoista tehdään dokumenttien ja kohdekäynnin perusteella inventaario, johon kirjataan kohteen kaikki ikkunat määrineen ja sijainteineen. Inventaarioluetteloon voidaan merkitä myös otannan rajaus, jos kuntoarvio on päätetty suorittaa rajatulle otannalle kohteen ikkunoista. Ikkunat numeroidaan julkisivukuviin siten, että tutkimusvaiheessa ikkunaliuskoihin merkityt havainnot on helppo yhdistää oikeisiin ikkunoihin rakennuksen julkisivuissa. (Rakennustietosäätiö 1992; Korjauskortisto: Ikkunoiden korjaus 2000; Mikkola ja Böök 2016, s. 161–164)

Kustakin rakennuksen ikkunatyypistä piirretään ikkunakaavio, joka voidaan liittää tutkimuksessa käytettäviin ikkunaliuskoihin. Kaavioihin merkitään tutkimusvaiheessa tehdyt havainnot. Jokaiselle tutkittavalle ikkunalle valmistellaan ikkunaliuska, johon merkitään kohteen perustiedot, ikkunan numero ja ikkunan ikkunakaavio. Ikkunaliuskaan on varattava riittävästi tilaa tutkimuksessa tehtyjen havaintojen kirjaamiseen. Liitteessä 1 on esimerkki ikkunaliuskasta.

Valmisteluvaiheessa kohteen rakenteet ja korjaushistoria selvitetään käytettävissä olevien dokumenttien perusteella ja arvioidaan, onko tutkittavia ikkunoita kohteen elinkaaren aikana korjattu tai vaihdettu. Tietoja täydennetään selvittämällä kohteen rakennus- ja korjausajankohdalle tyypilliset rakenteet, rakenteiden tyypilliset vauriot ja todennäköisimmin käytetyt materiaalit. Tietojen perusteella valitaan alustavat haitta-aineiden näytteenottoapaikat ja sovitaan tutkimuksen laajuus. (Rakennustietosäätiö 1992; RT 41-10726 Puuikkunat Korjausrakentaminen 2000; Mikkola ja Böök 2016, s. 162–163)

Kattavimmat ja tarkimmat tulokset ikkunoiden kuntoarviosta saadaan, kun kaikki kohteen ikkunat tutkitaan. Suurissa kohteissa, joissa ikkunoita on runsaasti, voidaan tutkimus tehdä myös rajattuna otantana erilaisilla rasituksilla olevista ikkunoista. Kuntoarvion otantaan tulee sisältyä ainakin:

- kosteiden tilojen ikkunat
- parvekesyvennysten ikkunat
- etelä-, lounais- ja länsijulkisivun ylimmät ikkunat
- pohjois-, koillis-, ja itäjulkisivun alimmat ikkunat

Otantana tehty kuntoarvio on aina suurpiirteisempi kuin kaikki ikkunat kattava tutkimus. Ikkunoiden kuntoarvio tehdään ikkunakohtaisesti ja saman rakennuksen eri ikkunoiden kunto ja korjaustarve vaihtelevat. Rajatussa otannassa tutkitaan suurimmalla rasituksella olevat ikkunat, mikä saattaa vääristää tulosta kohteen ikkunoiden kunnosta. Tarkka tilannekuva saadaan vain sisällyttämällä kuntoarvioon kaikki ikkunat. (Rakennustietosäätiö 1992; Mikkola & Böök 2016, 162)

Uudelleenkäytön potentiaalia tutkittaessa rakennuksen ikkunoiden kunnan kokonaiskuva ei ole tuloksen kannalta merkityksellinen, toisin kuin elinkaaren jatkamiseen tähtäävässä tutkimuksessa. Tässä tilanteessa oleellista on tunnistaa ja merkitä uudelleenkäytettäviksi tai tulevaan kohteeseen soveltuvat ikkunat ja niiden irrottamisen ja logistiikan tekninen toteutettavuus.

Tutkimusotantaan on suositeltavaa sisällyttää kaikki rakennuksen ikkunat, jos joi-takin ikkunoita ei jo ennalta tiedetä soveltumattomiksi. Tutkimusta tehdessä toi-menpiteitä vaativat ikkunat voidaan ohittaa nopeasti uudelleenkäyttöön soveltu-mattomina.

4.1.3 Kuntoarvio

Kuntoarvio suoritetaan kohteella inventaarion ja valmisteluvaiheen tietojen pe-rusteella tehdyn suunnitelman mukaan. Kuntoarvioon kuuluvat kohteen ikkunoi-den tutkimus, vauriokartoitus ja vauriomekanismien selvittäminen. Kuntoarviossa vaurioiden lisäksi kartoitetaan ikkunoiden kulumista ja puutteita. Tavoitteena on tarkka kuva ikkunoiden eri osien kunnosta rakennuksen eri osissa, jotta voidaan välttää tarpeettomia korjauksia. (Rakennustietosäätiö 1992; Hemmilä ja Saarni 2002, s. 68; Mikkola ja Böök 2016, s. 162)

Ikkunoiden vauriot ja kunnan heikkeneminen johtuvat pääasiassa kosteudesta ja auringon säteilyn vaikutuksista. Lisäksi ikkunoita kuluttavat niihin kohdistuvat me-kaaniset rasitukset, kuten avaaminen ja sulkeminen, tuulenpaine ja ikkunan oman painon aiheuttaman muodonmuutokset. Myös ikkunoissa käytettävien elastisten tiivistysmassojen ja -nauhojen elinkaari on rajallinen. (RT 41-10726 Puuikkunat Korjausrakentaminen 2000; Hemmilä ja Saarni 2002, s. 19–21; Mik-kola ja Böök 2016, s. 166)

Ikkunat tutkitaan sekä sisä- että ulkopuolelta. Ikkunoissa havaituista vaurioista kirjataan myös vaurioitumisen syy, laajuus sekä arvio vaurion etenemisestä. Tutkimus tulee tehdä siten, ettei se aiheuta vaurioiden laajenemisen vaaraa tai uu-sien vaurioiden syntymistä. (Rakennustietosäätiö 1992; Korjauskortisto: Ikkunoi-den korjaus 2000)

Kustakin ikkunasta tutkitaan kunnossapidon kannalta kolme merkittävintä raken-teen osaa (Rakennustietosäätiö 1992):

- ikkunoiden pintakäsittely (A)
- puuosat (B)
- lasituksen kiinnitys ja tiiveys (C)

Lisäksi ikkunoista tutkitaan seuraavat asiat:

- tiivisteet (D)
- tilkeväli ja rakenteiden liitos (E)

- heloitus (F)
- vesipellitys (G)
- ikkunan käynti (H)

Kuntoarviossa tehdyt havainnot koodataan tarkastellun osan, vaurion sijainnin tarkentavan merkinnän ja arvosanan yhdistelmällä (Rakennustietosäätiö 1992). Koodauksen tarkoituksena on tehtyjen havaintojen kirjaamisen nopeuttaminen ja yhtenäistäminen. Koodattuja havaintoja voidaan myös helpommin analysoida koneellisesti.

Ikkunoiden kuntoarviossa kolmiosaiset arviointikoodit kirjataan kustakin ikkunasta osille A, B ja C.

Havaitun vaurion sijaintia ikkunassa tarkennetaan seuraavilla kirjainmerkinnöillä:

- I (iso i) = koko ikkuna
- U = ulkopuite
- S = sisäpuite
- K = karmi
- a = alaosa
- s = sivut

Viimeisenä annetaan tarkastellulle osalle arvosana. Arvosana annetaan kokonaislukuina yhdestä neljään. Numeroiden merkitys on seuraava:

1 = ei vaurioita

2 = Pieniä paikallisia vaurioita, jotka eivät vaadi välittömiä toimenpiteitä

3 = Melko suuria vaurioita, joiden korjaustoimenpiteiden määritys vaatii lisätutkimuksia. Toimenpiteet melko kiireellisiä.

4 = Suuria vaurioita ja joitain osia on uusittava. Vaatii välittömästi toimenpiteitä.

Arviointikoodi annetaan siis jokaisen kuntoarvioon sisällytetyn ikkunan kullekin rakenteen osalle erikseen. Yhden kokonaisen ikkunan koodeja voivat olla esimerkiksi AS1, AUa3, BKas2 ja CUS1. Jos ikkuna on uutta vastaavassa kunnossa, koodit olisivat AI1, BI1 ja CI1. (Rakennustietosäätiö 1992)

Kohtien D-H osille voidaan antaa pelkkä yleisarvosana. Jos havaitun vaurion sijainnin tarkentaminen koodaamalla katsotaan tarpeelliseksi, sille voidaan antaa vaurion sijaintia tarkentava kirjainmerkintä. (Rakennustietosäätiö 1992)

Yksittäisen ikkunan kokonaisarvosanaa varten kootaan eri osien arvosanat. Ikkunoiden kunnan kokonaiskuva saadaan kokoamalla kunkin ikkunan arviokoo-

dien arvosanat ja vertaamalla niitä toisiinsa. Siksi on tärkeää havainnoida ja kirjata myös vauriottomat osat ja havainnot hyväkuntoisista rakenteista, ettei ikkunan yleisarvosana vääristy. (Rakennustietosäätiö 1992)

Kuntoarvion kokonaisarvosanan tulee pystyä välittämään havainnoista syntynyt kokonaiskuva. Onkin tarkoituksenmukaista koota vauriohavainnot ympäristöittäin, että tilaajalle selviää ikkunoiden rasiustilanne ja kunnostustarve rakennuksen eri osissa. (Rakennustietosäätiö 1992)

Vaurioitumisen kokonaiskuvan perusteella voidaan havaita tyypillisimmät vaurioitumismekanismit ja valita ne ikkunat, joita ikkunoiden tarkempaan tutkimukseen tulisi sisällyttää. (Rakennustietosäätiö 1992)

Uudelleenkäyttöä varten tutkittaessa on harkittava, onko ikkunoiden eri osien arvioiminen erikseen tarkoituksenmukaista. Myös jokaista tutkittavaa ikkunaa varten valmisteltujen ikkunaliuskojen käyttäminen voi olla tarpeetonta. Havaintojen kirjaaminen inventaariolistaan sekä julkisivupiirustuksiin on todennäköisesti kokonaisten ikkunoiden tai niiden pääosien uudelleenkäytön selvittämistä paremmin palveleva metodi.

Pintakäsittelyn kunto havainnoidaan kustakin ikkunanpuitteesta sekä karmin sisä- ja ulkopuolisissa osissa. Pintakäsittely suojaa puuosia säärasituksilta ja toimiakseen sen tulee olla eheä. Pintakäsittelystä havainnoidaan pinnan kulumat (kiillonmenetys, värin muutokset, maalin liituuntuminen, likaantuminen) ja vauriot (halkeilu, hilseily, lohkeamat, mekaaniset vauriot). Varjoisissa ympäristöissä osien pinnoilla voi kasvaa leviää, sammalia tai sinistäjäsiäntä. (Rakennustietosäätiö 1992; Korjauskortisto: Ikkunoiden korjaus 2000; Mikkola ja Böök 2016, s. 167, 169)

Maalin kiinnittymistä alustaan tutkitaan puukon kärjellä, jos epäillään puutteita tartunnassa (Rakennustietosäätiö 1992; RT 41-10726 Puuikkunat Korjausrakentaminen 2000). Puutteellisen tartunnan syy selvitetään kuntoarviovaiheessa pintapuolisesti ja tutkimusmuistiinpanoihin tehdään maininta, jos vaurioituminen vaatii lisätutkimuksia.

Pintakäsittelyn tyyppi ja soveltuvuus kohteeseen arvioidaan.

Alumiinisten ikkunanpuitteiden ja karmin osien vauriot ovat usein pintakäsittelyn tai pinnan vaurioita, joten ne voidaan käsitellä tässä osiossa.

Puuosina tarkastellaan kaikki puurakenteiset ikkunanpuitteet lasituslistoineen, karmit, peitelistoitus ja vuorilaudat. Tärkeintä on havainnoida ja kirjata merkit kosteuden aiheuttamista vaurioista puuosissa (turpoaminen, kosteuteen viittaava halkeilu, lahovauriot). Lahovaurioita tutkitaan painelemalla puuosaa piikillä tavanomaista pehmeämpien osien havaitsemiseksi. (Rakennustietosäätiö 1992; Korjauskortisto: Ikkunoiden korjaus 2000; Mikkola ja Böök 2016, s. 168–173)

Kosteuden aiheuttamia vaurioita havaitaan erityisesti ikkunanpuitteiden alaosissa ja puitteen alakappaleessa. Jos ulkopuitteen alakappaleesta puuttuu tippanokka, tai rakenne on muuten kosteusteknisesti puutteellinen, myös karmin alaosassa voi olla vaurioita (Korjauskortisto: Ikkunoiden korjaus 2000; Mikkola ja Böök 2016, s. 172–173). Tällöin tulisi ikkunoiden tarkemman tutkimuksen yhteydessä tutkia mahdollisten apukarmien ja ikkunaan liittyvien ulkoseinärakenteiden kunto (RT 41-10726 Puuikkunat Korjausrakentaminen 2000).

Puu voi halkeilla myös puhtaasti lämmön vaikutuksesta erityisesti tummiksi käsitellyissä puuosissa aurinkoisilla paikoilla. Auringon UV- ja lämpösäteily aiheuttaa myös puuosien pinnan haristumista. (Korjauskortisto: Ikkunoiden korjaus 2000; RT 41-10726 Puuikkunat Korjausrakentaminen 2000; Mikkola ja Böök 2016, s. 167–169)

Puitteiden ja karmien liitosten kunto tarkistetaan. Ikkunoiden iästä riippuen puuosien liitokset voi olla toteutettu puutapeilla ja kulmarautoilla, tapeilla ja liimalla, nauloilla ja liimalla, kalanpyrstöliitoksella tai liimatulla litsiliitoksella (RT 860.71 Ikkunapuitteen nurkkaliitos 1955; Koivisto ym. 2007; Mikkola ja Böök 2016, s. 81–83). Tapitetuissa liitoksissa liitosten avautuminen johtuu usein liitoksen muodonmuutoksista ja tappien löystymisestä, sekä kulmarautojen vaurioista. Liimatuissa liitoksissa liitokset aukeavat liimauksen pettäessä. (Korjauskortisto: Ikkunoiden korjaus 2000; RT 41-10726 Puuikkunat Korjausrakentaminen 2000; Mikkola ja Böök 2016, s. 174)

Jos puuosien liitoksissa havaitaan vaurioita, jotka halutaan korjata, on liitokset hyvä dokumentoida ja liitosten rakenne selvittää myöhemmin osana tarkempaa tutkimusta.

Lasi, lasituksen kiinnitys ja lasituksen tiiveys tarkastellaan aistinvaraisesti. Jos lasi helisee koputettaessa tai ikkunaa käytettäessä, on todennäköistä, että ikkunalasin kiinnittämiseen ja tiivistämiseen käytetty kitti, massa tai nauha on menettänyt elastisuutensa. Kun elastisuus on menetetty, ikkuna on altis alaosan

kosteusvaurioille ja sen lämmöneristyskyky on tavallista huonompi. (Rakennustietosäätiö 1992; RT 41-10726 Puuikkunat Korjausrakentaminen 2000; Mikkola ja Böök 2016, s. 168)

Perinteisellä lasituskitillä kiinnitetyissä ikkunoissa kitin kovettumisen voi havaita murentumisena. Lasituskittiä on käytetty myös lasituslistojen kanssa, joten kitin kunnan havainnointi voi edellyttää lasituslistan irrottamista (Korjauskortisto: Ikkunoiden korjaus 2000; Mikkola ja Böök 2016, s. 168). Uudemmat yksilasiset ikkunat ja eristyslaseielementit on kiinnitetty puitteeseen pääsääntöisesti synteettisen elastisen massan tai nauhan ja lasituslistan yhdistelmällä, joskus myös pelkällä lasituslistalla tai massalla. (Hemmilä ja Saarni 2002, s. 44; Mikkola ja Böök 2016, s. 56)

Jos lasituslistat ovat muuta materiaalia kuin puuta ja niissä havaitaan esimerkiksi lämpöliikkeestä johtuvia muodonmuutoksia tai vaurioita, tulee havainnot kirjata lasituksen yhteyteen. (RT 41-10726 Puuikkunat Korjausrakentaminen 2000)

Lasituksen kitti-, massa-, ja nauhakiinnitysten ja tiivistysten tulisi olla eheitä, yhtenäisiä ja elastisia (RT 41-10726 Puuikkunat Korjausrakentaminen 2000). Näiden ominaisuuksien puutteet, vauriot ja tarkemman tutkimuksen tarve kirjataan. Ikkunalasista havainnoidaan lasin yleiskunto. Helpoimmin havaittavia vaurioita ovat halkeamat. Niiden lisäksi tulisi kirjata lasin samentuminen, tummuminen, uloimman lasin alapinnan harmaantuminen, naarmuisuus, sekä mahdolliset havainnot kosteuden tiivistymisestä lasipinnoille. Lasien kirkkaus tulisi huomioida osana ikkunalasin yleiskuntoa. Lasin kirkkaus vaikuttaa siihen absorboituvaan auringon lämpösäteilyyn ja likainen lasi on suuremman lämpörasituksen alaisena. Lämpörasitus johtaa myös lian pinttymiseen lasin pintaan, mikä voi vaatia tavallista pesua suurempia huoltotoimenpiteitä siinä missä muutkin lasien vauriot. (Korjauskortisto: Ikkunoiden korjaus 2000; RT 41-10726 Puuikkunat Korjausrakentaminen 2000; Hemmilä ja Saarni 2002, s. 41; Mikkola ja Böök 2016, s. 175) Eristyslaseista tulee dokumentoida valmistajan tyyppimerkinnät, jos sellaisia on. Merkinnät löytyvät yleensä eristyslasienvälilistasta. Merkintöjen perusteella voidaan yrittää selvittää eristyslaseielementin teknisiä ominaisuuksia.

Tiivisteillä tarkoitetaan ikkunoiden kuntoarvion yhteydessä puitteiden ja karmin välissä käytettäviä elastisia materiaaleja, joilla puitteiden käyntivarasta pyritään tekemään ilmatiivis. Tiivistemateriaaleja on paljon villapunoksesta erilaisiin syn-

teettisiin materiaaleihin. Käytetty materiaali riippuu usein kohteen rakennusajan kohdasta, ikkunoiden valmistusajasta tai edellisen korjauksen ajankohdasta. Talo-yhtiöissä ikkunoiden tiivisteet ja niiden vaihtaminen ovat osakkaiden vastuulla, joten huoltosykli ja käytetyt materiaalit voivat olla kirjavia. (VTT Rakennustuotantolaboratorio 1992; Hemmilä ja Saarni 2002, s. 16–17, 38, 40, 42; Energiakorjaus: Tekninen kortti 4, pientalot: Ikkunakorjaus 2014; Mikkola ja Böök 2016, s. 314–315)

Tiivisteiden toiminnalle olennaista on elastisuus. Kun materiaalin vanhenemisen myötä elastisuus menetetään, tiiviste tulisi vaihtaa. Elastisuutensa menettäneellä tiivisteellä ei ole tiivistävää vaikutusta. Materiaalista riippumatta elastisuuden menetys ilmenee jokseenkin samalla tavalla: tiiviste on kova, ei joustaa tai ei palaudu muotoonsa painettaessa. Materiaali voi myös lohkeilla tai murentua ja siinä voi esiintyä värimuutoksia. (VTT Rakennustuotantolaboratorio 1992)

Muita tiivisteiden vaurioita ovat tiivisteiden irtoaminen ja katkeilu. Tiivisteiden kes-toikää lyhentävät kemiallinen rasitus (pesuaineet, maalit), mekaaninen rasitus avattaessa ja suljettaessa sekä säärasitus (auringonvalo, pakkanen). Erilaisten rasitustekijöiden vaikutus tehostuu, jos tiiviste on väärän kokoinen tai muotoinen tai tiivistys on puutteellinen. (VTT Rakennustuotantolaboratorio 1992)

Ikkunatyypistä, rakennuksen ominaisuuksista ja tiivistetyypistä riippuen tiivistykseen suositellaan jätettäväksi aukkoja. Suositeltu tiivistystapa on suositeltavaa varmistaa ennen tutkimusta tai viimeistään tuloksia analysoitaessa, ettei tiivistykseen tule virheellisesti kirjattua puutteita. (VTT Rakennustuotantolaboratorio 1992; RT 41-10726 Puuikkunat Korjausrakentaminen 2000; Mikkola ja Böök 2016, s. 310–311)

Tilkevälistä ja rakenteiden liitoksesta tutkitaan kuntoarviota tehdessä aistinvaraisesti ilmanpitävyys ja liitoksen yleiskunto. Tilkeväli voidaan tutkia kuntoarviossa pistokoeluntoisesti tai jättää se osaksi tarkempaa tutkimusta.

Liitoksen yleiskunnon ja kosteusolosuhteiden toteamiseksi on irrotettava sisäpuolelta alakappaleen peitelista tai puujulkisivuissa ulkopuolelta alakappaleen vuorilauta (Korjauskortisto: Ikkunoiden korjaus 2000). Mahdolliset vauriot on todennäköisintä havaita ikkunan alaosassa, joka on eniten alttiina kosteusrasitukselle. Jos liittymästä tehtyjen havaintojen tai ikkunassa havaittujen muiden vaurioiden perusteella herää epäily ympäröivien rakenteiden vaurioitumisesta, asiaa on tarkemmassa tutkimuksessa tutkittava rakenneavauksin.

Jos karmin ja seinärakenteen välinen sauma on toteutettu tai suunniteltu virheellisesti tai elastisella massalla toteutettu sauma on elinkaarensa päässä, sauman kautta voi päästä sadevettä rakenteisiin. Vastaavasti ikkunan pellityksessä tehdyt virheet altistavat rakenteet kosteusvaurioille. Ikkunan ja ulkoseinän liitoksen saumauksen ja pellityksen kunto tulee tästä syystä ottaa huomioon arvioitaessa tilkevälin ja liitoksen vaurioitumista. (Rakennustietosäätiö 1992; RT 41-10726 Puu-ikkunat Korjausrakentaminen 2000; RT 103528 Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot 2023, s. 12)

Liitoksen ilmatiiveyttä tutkitaan asunnon sisäpuolelta. Ikkunoiden tulee olla suljettuna ja poistoilmanvaihdon päällä. Ikkunan alapuolinen peitelista irrotetaan ja kokeillaan, havaitaanko ilmavirtaa. Kylmällä säällä ilmavuoto on helppo tuntea kämmenellä, mutta ilmavirran toteamiseen voidaan käyttää myös merkkisavua tai lämpökameraa. Jos ilmavirtaa havaitaan, liitoksen tiiveys on puutteellinen. (Rakennustietosäätiö 1992; Korjauskortisto: Ikkunoiden korjaus 2000)

Kun ikkunoille suunnitellaan uudelleenkäyttöä, on oleellista selvittää, miten ikkuna kiinnittyy rakenteeseen. Kiinnitystapa kannattaa tutkia tilkevälin tarkastelun ohessa kohteen eri ikkunatyypeistä. Uudelleenkäyttö kokonaisina rakenneosina voidaan jo arviossa sulkea pois, jos ikkunoita ei kiinnitystavan vuoksi voida kohtuullisella vaivalla purkaa ehjinä.

Heloihin kuuluvat ensisijaisesti ikkunoiden pienet metalliosat, kuten saranat, suljinlaitteet, aukipitolaitteet kuten haat, kytkentäosat ja peitekilvet sekä 1960-lukua edeltävissä ikkunoissa ikkunanpuitteiden nurkkaliitoksia jäykistävät kulmaraudat (Korjauskortisto: Ikkunoiden korjaus 2000; RT 103241 Puu- ja puualumiini-ikkunat: Ominaisuudet ja laatuvaatimukset, asennus, huolto ja kunnossapito 2020; Mikkola ja Böök 2016, s. 77–79). Kuntoarviossa helojen kategoriaan lasketaan myös muita pienosia, kuten ikkunan sulkemista helpottavat karmilu'ut ja helojen kiinnittämiseen käytetyt ruuvit ja naulat.

Helat on yleensä valmistettu metalliseoksesta, kuten messingistä tai sinkkiseoksesta. Mekanismien osissa käytetään myös terästä ja alumiinia. Vanhemmat helat voivat olla takorautaisia. Varsinkin uudemmat helat voi olla pintakäsitelty kro-maamalla tai maalaamalla. Myös muovisia heloja ja helojen kategoriaan luettavia osia kuten puiteliukuja on käytetty ikkunoissa 70-luvulta alkaen. (Korjauskortisto: Ikkunoiden korjaus 2000; RT 103241 Puu- ja puualumiini-ikkunat: Ominaisuudet

ja laatuvaatimukset, asennus, huolto ja kunnossapito 2020; Mikkola ja Böök 2016, s. 77–79, 214–218)

Heloissa voidaan havaita pintakäsittelyn kulumista ja pinnan vaurioita (RT 41-10726 Puuikkunat Korjausrakentaminen 2000). Vaurioitunut pintakäsittely ei suojaa helan rakennemetallia, joten pinnan vauriot altistavat helat korroosiolle. Pintakäsittelyn hilseily tai kupliminen voivat olla merkki helan runkometallin vaurioista tai materiaalien sopimattomuudesta kyseisiin olosuhteisiin.

Heloja myös rikkoutuu käytössä ja niiden kiinnitykset voivat löystyä ajan saatossa käytön ja ikkunan painon seurauksena. Kiinnitysten löystyminen ja helojen materiaalin väsyminen voidaan havaita ikkunan huonona käyntinä: ikkuna on vaikea avata ja/tai sulkea. Aistinvaraisen tarkastelun lisäksi helojen toiminnallisuuden testaaminen kertoo helojen kunnosta ja riittävydestä ikkunan kokoon nähden. (Rakennustietosäätiö 1992; RT 41-10726 Puuikkunat Korjausrakentaminen 2000)

Heloituksesta kirjataan havaitut helat, tarkastetaan helojen pintapuolinen kunto ja testataan helojen toiminta kokeilemalla ikkunan käynti. Havaittu yleiskunto, vauriot ja puutteet kirjataan.

Uudelleenkäyttöä varten tutkittaessa hyväkuntoisten ikkunoiden helojen tarkempi tutkimus ei välttämättä ole tarkoituksenmukaista.

Vesipellitys suojaa ikkunan ulkopuolisia rakenteita ja liittyvää ulkoseinärakennetta säärasitukselta, erityisesti kosteudelta (RT 80-11202 Rakennuksen suoja Pellitykset 2016; RT 103241 Puu- ja puualumiini-ikkunat: Ominaisuudet ja laatuvaatimukset, asennus, huolto ja kunnossapito 2020, s. 35). Vesipellistä ja muista ikkunan suoja Pellityksistä tutkitaan metalliosien korroosiovauriot, muodonmuutokset sekä toteutuksen asianmukaisuus. (Rakennustietosäätiö 1992; RT 41-10726 Puuikkunat Korjausrakentaminen 2000)

Korroosiovauriot voivat johtua rasitusoloihin sopimattomasta metallista tai kiinnitystarvikkeista. Myös pintakäsittelyn vauriot altistavat pellitykset voimakkaammalle säärasitukselle. Korroosiovaurioita voi syntyä myös säärasituksesta riippumattomista syistä sähkökemiallisena korroosiona eri jalousasteisten metallien päästessä kosketuksiin keskenään. Sähkökemialliselle korroosiolle altistaa eri jalousasteisten metallien käyttö saman rakenteen pellityksissä tai pellitysten kiinnikkeissä. Korroosiota voivat aiheuttaa myös puun kyllästämiseen käytetyt metallisuolat, jos yhteensopimaton kyllästetty puu ja metallipinta ovat kosketuksissa.

Muodonmuutokset ikkunaa suojaavissa peltirakenteissa voivat liittyä lämpötilavaihteluiden ja tuulenpaineen aiheuttamaan liikkeeseen. Muodonmuutoksille altistavat pitkien yhtenäisten metallikappaleiden ja rasisoloihin nähden liian ohuen metallilevyn käyttö. (Korjauskortisto: Ikkunoiden korjaus 2000; RT 41-10726 Puuikkunat Korjausrakentaminen 2000)

Virheellisesti suunnitellut tai toteutetut ikkunapellitykset voivat altistaa sekä korrosiovaurioille että muodonmuutoksille. Lisäksi riskinä ovat eriasteiset ikkunan ja ympäröivän seinärakenteen kosteusvauriot. Yleisiä ympäröivien rakenneosien vaurioihin johtavia ikkunan suojaPELLITYKSEN puutteita ovat (Rakennustietosäätiö 1992; Korjauskortisto: Ikkunoiden korjaus 2000; RT 41-10726 Puuikkunat Korjausrakentaminen 2000; Mikkola ja Böök 2016, s. 177):

- ikkuna-aukon yläpuolisen vesipellin puuttuminen, epätiiveys tai pellin tippauran puuttuminen
- vesipellin tippanokka puuttuu tai on liian lyhyt
- rapatussa rakenteessa pellin päät on jätetty rappauksen alle
- vesipellin riittämätön kallistus (kaltevuus alle 15°)
- tuulisilla paikoilla, erityisen korkeissa rakennuksissa ja merenrannalla myrskypeltien puuttuminen

Pellityksistä kirjataan pellityksen yleiskunto (pintakäsittelyn kunto, korrosio, muodonmuutokset ja muut vauriot kuten kolhut), yleisvaikutelma toteutuksen toimivuudesta sekä havaitut puutteet tai riskitekijät.

Ikkunan käynti testataan avaamalla ja sulkemalla kaikki avattavat puitteet. Ikkunan käyntiin vaikuttavat puuosien, lasituksen ja heloituksen kunto, sekä ikkunan puuosien muodonmuutokset ja ikkunan käyntiväli. (RT 41-10726 Puuikkunat Korjausrakentaminen 2000; Ratu F32-0349 Puuikkunoiden kunnostaminen ja maalauskorjaus 2009; Hemmilä ja Saarni 2002, s. 32–33; Haukijärvi 2005b)

Ikkunan karmeihin ja puitteisiin syntyviä tyypillisiä muodonmuutoksia ovat painuminen ja kieroutuminen. Muodonmuutoksia syntyy kosteuden, ikkunan oman painon, ikkunarakenteessa käytettyjen materiaalien lämpöliikkeen, elastisten materiaalien käyttöiän ylittymisen ja avattavan ikkunan käytön seurauksena. Puuosien muodonmuutokset voidaan todeta ottamalla puitteista ja karmista ristimitat. (RT 41-10726 Puuikkunat Korjausrakentaminen 2000; Ratu F32-0349 Puuikkunoiden kunnostaminen ja maalauskorjaus 2009)

Karmin ja puitteen väliin jäävä käyntiväli voi muuttua ahtaaksi muodonmuutosten takia tai puuosien turpoamisen vuoksi. Suunnittelu- tai toteutusvirhe voi tehdä käyntivälistä alkujaankin turhan tiukan. Ahdas käyntiväli nopeuttaa tiivisteiden ja sisäosien pintakäsittelyn kulumista, kun niihin kohdistuu tarkoitettua voimakkaampi puristus- ja hankausrasitus. Liian kapea käyntiväli aiheuttaa myös riskin osien rikkoutumiselle. Puutteellinen sulkeminen edistää puitteiden ja karmin muodonmuutosten syntymistä. (RT 41-10726 Puuikkunat Korjausrakentaminen 2000; Hemmilä ja Saarni 2002, s. 21)

Ikkunan käynnistä kirjataan tehdyt havainnot ja puutteet. Jos ikkunan jonkin puitteen käynti on huono, kirjataan myös syy tai epäilty syy huonolle käynnille. Syynä voidaan viitata muihin tutkimuslöydöksiin, kuten helojen tai puuosien vaurioihin. Uudelleenkäytön kannalta hyväkuntoiselta vaikuttavan avattavan ikkunan käynti tulisi kuntoarviossa kokeilla. Ikkunan huono käynti voi viitata muussa aistinvaraisessa tarkastelussa havaitsematta jääneisiin vaurioihin ja huono käynti voidaan itsessään katsoa hylkäysperusteeksi.

4.1.4 Tarkempi tutkimus

Ikkunoiden tarkempi tutkimus on perusteltua suorittaa, jos kuntoarvion perusteella toimenpiteiden määrittelyä on suoritettava lisätutkimuksia tai suuri määrä rakenteita voi vaatia uusimista. Tutkimus rajoitetaan muutamaankuunaan, jotka edustavat laajimmin esiintyneitä vaurioita. (Rakennustietosäätiö 1992; RT 41-10726 Puuikkunat Korjausrakentaminen 2000; Haukijärvi 2005c)

Otoksen tulee olla niin laaja, että tutkimuksen tuloksia voidaan yleistää, mutta silti niin rajattu, että halutut tutkimukset voidaan suorittaa ja käsitellä tehokkaasti.

Tarkempi tutkimus täsmentää kuntoarviossa tehtyjä löydöksiä, varmistaa vaurioiden epäiltyjä syntymekanismia ja tuottaa ikkunoiden korjaamisen tekniseen toteutukseen tarvittavaa tietoa. Tutkimuksen tulosten perusteella muodostetaan ikkunoiden korjaamista koskevat toimenpidesuosituksot, joihin sisältyvät korjaukset ja -aikataulu eri tavoin vaurioituneille ikkunoille. (Rakennustietosäätiö 1992; RT 41-10726 Puuikkunat Korjausrakentaminen 2000)

Tutkimus rajoitetaan melko huonokuntoisiksi todettujen ikkunoiden vaurioitumista selittäviin tekijöihin. Lisäksi tutkimukseen sisällytetään kuntoarviossa löydetty toistuvat puutteet tai vauriot, jotka kaipaavat tarkempaa selvittämistä. Ikkunoiden tarkempaan tutkimukseen voidaan sisällyttää myös uudelleenikäytön ja korjaamisen kannalta merkittävät yleistettävissä olevat tutkimuskohteet, kuten rakenneratkaisujen ja materiaalien selvittäminen. (Rakennustietosäätiö 1992)

Kuntotutkimuksesta tehdään tutkimussuunnitelma, johon kirjataan tutkittavat ikkunat, ikkunoiden edustamat otokset ja kustakin otoksesta tutkittavat asiat. Kunkin listatun asian tutkimiseksi käytettävät tutkimusmenetelmät ja laitteisto kirjataan suunnitelmaan, samoin kuin mahdolliset rakenneavaukset sijainteineen. Tutkimustulokset kirjataan täydentäen kuntoarvion ikkunaliuskoihin.

4.1.5 Toimenpidesuosituksot

Ikkunoiden kuntotutkimusprosessin neljäs vaihe on korjaamisen toimenpidesuosituksot koostaminen. Toimenpidesuosituksiin kuuluvat rakennuksen eri tavoin vaurioituneiden ja eri rasisuoloissa olevien ikkunoiden korjaustoimenpiteet ja korjausten kiireellisyys sekä suosituksot vauriottomien tai vähäisesti vaurioituneiden

den ikkunoiden huoltotoimenpiteistä. Kyseessä on tutkimusprosessin loppuraportti, johon kootaan kuntoarvion ja kuntotutkimuksen tulokset, koonti ja johtopäätökset löydöksistä, käytetyt tutkimusmenetelmät sekä suositeltavat toimenpiteet. (Rakennustietosäätiö 1992; Haukijärvi 2005c)

Uudelleenkäytön arvioimiseksi tehdyn tutkimuksen erityispiirteitä ja tulosten raportointia käsitellään luvussa 4.2 Uudelleenkäytön arviointi.

Elinkaaren jatkamiseen tähtäävissä toimenpide-ehdotuksissa on otettava huomioon eri korjaus-, parannus-, ja uusimistoimenpiteiden kokonaistaloudellisuus sekä toimenpiteiden toteutettavuus. Rakennuksen eri osiin voidaan osoittaa erilaisia toimenpiteitä ja monia toimenpiteitä voidaan suorittaa ikkunoita tai niiden osia siirtämättä. Toisaalta on huomioitava käyttäjien mahdollinen läsnäolo ja tilan käytettävyys korjausten aikana siten, ettei se kohtuuttomasti vaikeuta työn toteuttamista tai asumista. (Hemmilä ja Saarni 2002, s. 76; Haukijärvi 2005c)

Suosittelavien toimenpiteiden tulee olla kokonaistaloudellisuuden kannalta järkeviä, kun korjaamista verrataan ikkunoiden täydelliseen uusimiseen. Uusimisen kertakustannus on yleensä korjaamista suurempi, samoin kuin uusien energiatehokkaiden ikkunoiden energiansäästö. Korjaamisen, erityisesti jos korjaukset ovat vähäisiä, pienempi kertakustannus voi kompensoida taloudellisesti korjaustoimilla saavutettavan pienemmän energiansäästön. Myös korjaustoimien ja ikkunoiden uusimisen ympäristökuormitusta tulisi verrata toisiinsa harkittaessa toimenpidesuosituksia uusimisen ja korjaamisen välillä. Ikkunoita voidaan säilyttää ja korjata myös yksin rakennustaiteellisin perustein, jolloin toimenpiteet tulisi määrittää sen mukaan. (Hemmilä ja Saarni 2002, s. 62–63; Energiakorjaus: Tekninen kortti 4, pientalot: Ikkunakorjaus 2014; Mikkola ja Böök 2016, s. 31, 33)

Suosittelavat toimenpiteet muodostetaan perustuen kuntoarvion ja kuntotutkimuksen tuloksiin. Toimenpiteet voidaan muodostaa esimerkiksi seuraavalla tavalla:

1. Ikkunoiden kuntoarvion ja kuntotutkimuksen tulosten analyysistä tehdään yhteenveto. Tämän pohjalta muodostetaan kunnostusalueet eli ikkunaryhmät, joissa on samantyyppisiä vaurioita, samoja korjaustarpeita ja samanlainen kiireellisyysaste.
2. Määritellään kriittiset ja kiireelliset toimenpiteet. Nämä toimenpiteet on suoritettava viivyttämättä rakenteiden vaurioiden etenevän ja laajenemisen ehkäisemiseksi. Kiireellisiä toimenpiteitä

vaativien löydösten korjausmahdollisuudet, korjauksen toteutettavuus, kertakustannus, korjauksella saavutettava hyöty ja toimen kokonaistaloudellisuus arvioidaan. Näin saadaan paitsi muodostettua suositeltavat toimenpiteet, myös perusteltua kyseiset toimenpiteet.

3. Kootaan vähäisemmät toimenpiteet suuremmiksi kokonaisuuksiksi.
4. Yhdistellään toisiinsa järkevästi liittyvät kunnostusalueet toimenpiteineen ja toimenpidetkokonaisuudet urakoiksi. Suositellaan toteutusaikataulua muodostetuille urakoille

4.2 Uudelleenkäytön arviointi (reuse assessment)

Ikkunoiden uudelleenkäyttöä arvioidaan kahdella tasolla. Rakennuttaja tai kiinteistön omistaja laatii ylätason arvion, jossa käsitellään hankkeen uudelleenkäyttötavoitteita ja uudelleenkäytön hallinnollista toteutettavuutta. (Smeyers ym. 2021, s. 6–7)

Uudelleenkäytön teknisestä arvioinnista vastaa tutkija, joka perustaa tutkimusohjelmansa ylätasolla tehtyyn hallinnolliseen arviointiin.

4.2.1 Hallinnollinen uudelleenkäytön arviointi

Uudelleenkäyttöä arvioitaessa on määritettävä uudelleenkäytöllä tavoiteltava hyöty, osien mahdollinen käyttötarkoitus sekä pohjavaatimukset kyseisille osille. Hallinnollinen uudelleenkäytön arviointi on kolmeosainen ja etenee ylätason tavoitteista käytännön yksityiskohtiin seuraavasti:

1. Halutun lähestymistavan määrittäminen

Haluttu lähestymistapa tarkoittaa uudelleenkäytöllä tai kierrätyksellä tavoiteltua hyötyä, päämotivaattoria ryhtyä vaihtoehtojen selvittämiseen. Vanhojen ikkunoiden hyödyntämisen lähestymistapoja ovat:

- a. **Ympäristöllinen:** Vanhoja ikkunoita halutaan hyödyntää luonnonvarojen säästämiseksi tai projektin hiilijalanjäljen pienentämiseksi.

- b. **Taloudellinen:** Vanhojen ikkunoiden hyödyntämisellä haetaan säästöjä rakennuskustannuksissa tai jätteenkäsittelymaksuissa. Vanhat ikkunat myymällä voidaan pyrkiä saamaan tuloja.
- c. **Säädösjohtoinen:** Vanhoja ikkunoita hyödyntämällä pyritään täyttämään paikallisen lainsäädännön vaatimukset esim. jätteen vähentämisen osalta.
- d. **Sertifiointi ja kelpoisuus:** Projektissa halutaan hyödyntää vanhoja ikkunoita tavoitellun sertifioinnin vaatimusten tai rakennusprojektin hankekelpoisuuden täyttämiseksi.
- e. **Esteettinen:** Rakennusprojektin suunnitellulle estetiikalle on ensiarvoista hyödyntää vanhoja ikkunoita.

(Geerts ym. 2021, s. 20–21; Smeyers ym. 2021, s. 6)

2. Uudelleenkäytön kohteen ja käyttötarkoituksen määrittäminen

Kohteen tai käyttötarkoituksen määrittäminen antaa teknisiä raja-arvoja arvioitavien ikkunoiden ominaisuuksille (Poncelet ja Nasserredine 2021, s. 4). Näiden raja-arvojen perusteella voidaan valikoida tutkittaviksi ikkunat, jotka todennäköisimmin ja vähäisimmillä parannustoimilla soveltuvat suunniteltuun kohteeseen. Kun ikkunoita tutkitaan vain uudelleenkäyttöpotentiaalin selvittämiseksi, tämä voi säästää tutkimukseen käytettyä aikaa ja rahaa.

Jos uudelleenkäyttöpotentiaalia arvioidaan purettavan tai korjattavan kiinteistön puolelta, ikkunoiden asiakirjojen ja kuntotutkimuksen pohjalta voidaan määrittää ikkunoille soveltuvat käyttötarkoitukset ja mahdolliset parannustarpeet. Tietojen pohjalta luovuttajarakennuksen (donor) ikkunoita voidaan tarjota sopivan projektin käyttöön. (Smeyers ym. 2021, s. 10–17, 20)

Tutkijan kannalta onkin oleellista tietää, tehdäänkö tutkimusta sopivien käytettyjen ikkunoiden löytämiseksi (scouting) vai tietyn kohteen ikkunoiden käyttöpotentiaalin arvioimiseksi (salvaging).

3. Tavoitetason asettaminen

Rakennuttaja asettaa usein uudelleenkäytettävälle ikkunoille muitakin kuin puhtaasti teknisiä vaatimuksia. Tällaisia vaatimuksia ovat esimerkiksi tarvittava käytökelpoisten ikkunoiden määrä ja mitat. Lisäksi hankkeessa on hyvä pohtia valmiutta tutkittavien ikkunoiden kunnostustoimiin ja sääntelyn vaatimiin prosesseihin. (Geerts ym. 2021, s. 79–86, 93–94; Smeyers ym. 2021, s. 7, 22)

Uudelleenkäytettäväksi hankittaville ikkunoille tai niiden osille tulisi laatia ainakin seuraavat rajaavat kriteerit:

- a. Ikkunoiden ominaisuuksien ja kunnan taso: uudelleenkäytettävissä, vaatii valmistelua uudelleenkäyttöön, voidaan valmistaa uudeksi tuotteeksi (kierrättää), voidaan kierrättää materiaalijakeeksi
- b. Minimi- ja maksimimäärä, joka ikkunoita tarvitaan ja voidaan hyödyntää
- c. Valmius kunnostustoimenpiteisiin (kyllä/ei ja laajuus)
- d. Valmius tuotekelpoisuuden todentamiseen (kyllä/ei)
- e. Projektin vaatima aikataulu

4.2.2 Tekninen arviointi

Ikkunoiden tekninen uudelleenkäyttöpotentiaali arvioidaan ennen kenttätutkimusta kohteesta saatavilla olevista dokumenteista. Tutkimussuunnitelma valmistellaan kohteen ja hallinnollisessa uudelleenkäytön arvioinnissa määritettyjen tavoitteiden ja rajaavien tekijöiden mukaisesti. Suurin osa arviointityöstä tapahtuu kentällä. (Poncelet ja Nasserredine 2021, s. 6, 10)

Samaan tapaan kuin ikkunoiden kunnan tutkimisessa, kohteen ikkunoiden tutkimuksessa ja potentiaalın arvioinnissa on suositeltavaa käyttää apuna kohteen ikkunoista tehtyä inventaarioluettelo ja kohteen julkisivukuvia, johon ikkunat on numeroitu inventaarioluettelo vastaavalla tavalla.

Kentällä arvioidaan tutkittavien ikkunoiden uudelleenkäytettävyyttä ja teknistä soveltuvuutta käyttökohteisiin. Ikkunoiden kunto on keskeinen muttei ainoa käyttöpotentiaaliin vaikuttava tekijä, joten kohteessa tutkitaan myös uudelleenkäytön teknistä toteutettavuutta. (Poncelet ja Nasserredine 2021, s. 10; Smeyers ym. 2021, s. 33–37)

Jos tutkimus tehdään tiettyä uutta käyttöpaikkaa varten, tutkijan on hyvä tietää suunnitellusta käyttötarkoituksesta ainakin seuraavat, jotta ikkunoita voidaan arvioida käyttötarkoituksen asettamien vaatimusten kontekstissa:

- suunnitellaanko tutkittavia ikkunoita käytettäväksi korjaus-, entisöinti- vai uudiskohteessa
- onko tutkittavia ikkunoita tarkoitus käyttää sisätiloissa, puolilämpimien tilojen vastaisissa seinissä vai ulkoseinissä
- onko rakennus lämmitettävä, puolilämmin vai lämmittämätön

- missä käyttötarkoituksessa tutkittavia ikkunoita suunnitellaan käytettävän (esim. ikkunoina, julkisivupintana, taideinstallaatiossa)

Luovuttajarakennuksen organisaation toimeksiannosta tutkittaessa voidaan tutkimuksessa määrittää tutkittujen ikkunoiden soveltuvat käyttökohteet. (Poncelet ja Nasserredine 2021, s. 7)

Teknisten ominaisuuksien vaatimustaso määräytyy suunnitellun käyttötarkoituksen mukaan. Vertaamalla tavoitellun käyttötarkoituksen asettamia teknisten ominaisuuksien vaatimuksia tutkittavien ikkunoiden historiatietoihin voidaan välttää rakennushankkeen kannalta hyödyttömiä tutkimuksia aikaisessa vaiheessa ja toisaalta hankkeessa voidaan etsiä muita luovia ratkaisuja. Eri käyttötarkoitusten vaatimustasoja käsitellään tarkemmin luvussa 3.2.

Ikkunoiden teknisen uudelleenkäytön arvioinnissa voidaan soveltaa Interreg FCRBE-hankkeen julkaisussa Reuse Toolkit: The Reclamation Audit (Smeyers ym. 2021, s. 33–37) esiteltyä uudelleenkäytettävyyden potentiaalin tunnistamisen kriteeristöä. Ikkunoihin sovellettu kriteeristö on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 7 Ikkunoiden uudelleenkäyttöpotentiaalin arviointiin sovellettu kriteeristö

| | | |
|----|---------------|---|
| 1. | Kunto | Tutkitaan toimeksiannon kannalta tarkoituksenmukaisin osin. Kunkin ikkunan kunnosta on pohdittava: <ul style="list-style-type: none"> - Onko ikkuna hyvässä kunnossa? - Onko ikkunassa vaurioita? - Tarvitaanko ikkunalle suuria puhdistus- tai sovitustoimia? - Ikkunan tekniset ominaisuudet ja suoritustaso |
| 2. | Määrä | Tutkittavien ikkunoiden kokonaismäärällä on merkitystä tutkimuksen suunnittelun. Raportoinnin kannalta merkittävää on toimeksiannon mukaiseen uudelleenkäyttöön soveltuviksi arvioitujen ikkunoiden kappalemäärä. Pienten erien tai yksittäiskappaleiden irrotus on taloudellisesti perusteltua vain erikoistapauksissa. <ul style="list-style-type: none"> - Onko kyseisen ikkunaerän irrotus kannattavaa? - Riittääkö erä suunniteltuun käyttöön? |
| 3. | Homogeenisuus | Ikkunaerän keskinäinen yhtenäisyys vaikuttaa paitsi ikkunoiden hyödynnettävyyteen uudessa käyttöpaikassa, myös uudelleenkäytön kuluihin. Toimenpiteiden, kuten irrotuksen ja asennuksen, toistettavuus alentaa yksittäisen toimenpiteen kuluja. <ul style="list-style-type: none"> - Ovatko kohteen ikkunat mittojensa puolesta homogeenisia? - Ovatko ikkunat standardikokoisia? - Onko ikkunoiden kunto riittävässä määrin yhtenäinen? - Ovatko tarvittavat kunnostus- ja parannustoimet toistettavissa? - Ovatko ikkunoiden rakenteet keskenään yhtenäisiä? |

| | | |
|----|-----------------------------------|--|
| 4. | Autenttisuus ja taiteellinen arvo | <p>Ikkunan rakennustaiteellinen merkitys ja tunnettu suunnittelija voivat nostaa ikkunan arvoa, vaikka sen tekninen suoritusaste ei vastaisi nykyvaatimuksia. Esteettisesti arvokkaille ikkunoille voidaan tarvita luovia suunnitteluratkaisuja, jotta niitä voidaan hyödyntää uudessa rakennuksessa.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Onko ikkuna harvinainen? - Onko markkinoilla vastaavia nykyaikaisia tuotteita? - Onko ikkuna tunnetun suunnittelijan tai arkkitehdin suunnittelema? - Onko ikkunalla erityistä rakennustaiteellista tai historiallista arvoa? - Voiko ikkuna toimia kiinnostavana vaihtoehtona uudelle vastaavalle tuotteelle? - Onko ikkunalla kiinnostavia tai arvostettuja esteettisiä ominaisuuksia? |
| 5. | Rahallinen arvo | <p>Rahallisella arvolla on merkitystä erityisesti, kun irrotettavia ikkunoita suunnitellaan tarjottavaksi markkinoille. Rakennushankkeissa ikkunoiden uudelleenikäytön kustannuksia taas verrataan uusien ikkunoiden hankkimisen kustannuksiin.</p> <p>Osa ikkunoiden teknistä arviointia on arvioida uudelleenikäyttöpotentiaalia ympäristön kontekstissa taloudellisen kannattavuuden näkökulmasta.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Onko ikkunoille kysyntää markkinoilla? - Onko ikkunalla arvoa nostavia (teknisiä) erikoisominaisuuksia (esim. laminoitu tai lämpökarkaistu turvalasi, kirkaslasi, signaalilasi)? - Onko ikkunassa käytetty erityisen arvokkaita osia tai materiaaleja (esim. tammi, metallit, täysmetallikehykset)? - Muodostuuko hinta vertailukelpoiseksi tai alhaisemmaksi kuin uuden vastaavan tuotteen? - Kattaako arvo ikkunoiden valmistelu- ja irrotuskulut? |
| 6. | Irrottaminen | <p>Ikkunat tulee voida irrottaa niitä vahingoittamatta ja oleellisesti muuttamatta. Irrottamisen teknisen toteutettavuuden arviointi on ikkunoiden kunnan ja teknisen soveltuvuuden ohella keskeisin uudelleenikäyttöä varten tutkittava asia.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Voidaanko ikkunat irrottaa muuttamatta ikkunan teknisiä tai esteettisiä ominaisuuksia? - Onko irrottaminen teknisesti toteutettavissa? - Onko ikkunalle helppo ja turvallinen pääsy? |
| 7. | Logistiikka | <p>Irrottavien ikkunoiden logistiikkaketjun toimivuudella on suuri merkitys uudelleenikäytön kustannuksille.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Onko ikkunaa helppo käsitellä (paino, määrä, hauraus)? - Onko ikkuna mahdollista kuljettaa, varastoida, huoltaa ja uudelleen asentaa helposti ja turvallisesti vahingoittamatta tai muuttamatta ikkunan ominaisuuksia? Tarvitaanko liikutteluun erikoisvälineistöä? - Onko tarvittavien toimijoiden ketju olemassa? - Onko kohteelle helppo ja turvallinen pääsy tarvittavalla irrotus- ja kuljetusvälineistöllä? - Voidaanko irrotus sovittaa yhteen muun purkutyön kanssa? |
| 8. | Ympäristövaikutus | <p>Vanhojen ikkunoiden hyödyntäminen säästää neitseellisiä materiaaleja ja on usein ympäristöystävällisempää kuin uuden tuotanto. Joskus ikkunoiden vaatimat kunnostustoimet voivat kuitenkin kuormittaa ympäristöä saman verran kuin uuden tuotteen valmistaminen. Ikkunoista voi myös irrota purettaessa työntekijöille tai ympäristölle vaarallisia aineita.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vähentääkö ikkunan hyödyntäminen ympäristökuormitusta tai rakennettavan kohteen hiilijalanjälkeä? - Aiheuttavatko ikkunarakenteen kemikaalit tai biologiset haitalliset aineet vaaraa ympäristölle? |

| | | |
|-----|-------------------------------|--|
| 9. | Terveys ja turvallisuus | <p>Haitta-aineiden esiintyminen ikkunarakenteissa on suurimpia ikkunoiden uudelleenikäytön esteitä. Epäily haitta-aineesta ei automaattisesti estä ikkunan uudelleenikäyttöä, sillä ehjässä tuotteessa aine voi olla vaaraton. Ehjän ikkunan haitta-aineet on kuitenkin otettava huomioon, jos ikkunasta valmistetaan uusi tuote tai se hävitetään.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Haitta-aineiden tutkimus ja hallinta: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tutkittavat haitta-aineet eriteltävä (Taulukko 11) ▪ Haitta-aineiden esiintyvyys varmistettava (näytteet) ▪ Haitta-aineiden vaarallisuus ehjässä tuotteessa arvioitava ▪ Haitta-aineiden vaarallisuus irrotettaessa arvioitava - Liittyykö irrotukseen ja sitä seuraaviin toimiin terveys- tai turvallisuusriskejä? |
| 10. | Suoritustaso ja dokumentaatio | <p>Ikkunoista löytyvät erilaiset suunnitelmat ja dokumentit helpottavat ikkunoiden suoritustason ja käyttötarkoitukseen soveltuvuuden arviointia. Alkuperäisen suoritustason todentavat dokumentit voivat helpottaa soveltuvuuden todentamista tarvittaessa.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Valmistajan ilmoitus teknisistä ominaisuuksista <ul style="list-style-type: none"> ▪ mm. esitteet - Dokumentaatio ikkunoiden alkuperästä <ul style="list-style-type: none"> ▪ Valmistajan leimat ja muut merkinnät ▪ Rakennuskohteen kuitit ja suunnitelma-asiakirjat |

Yhden tai useamman kriteerin täyttymättömyys ei automaattisesti tee tutkittavista ikkunoista käyttökelvottomia, vaan soveltuvuutta on tarkasteltava hallinnollisessa uudelleenikäytön arvioinnissa asetettujen vaatimusten ja tavoitteiden kontekstissa. Uudelleenikäytön arvioinnissa on suositeltavaa pitäytyä avoimena luoville ja epätyypillisille ratkaisuille. Uudelleenikäytön arvioimiseksi tehtävä ikkunoiden kuntotutkimus vaatii tutkijalta sääntelyn ja käyttötarkoitusten teknisten vaatimusten realiteettien tuntemuksen lisäksi valmiutta soveltamiseen ja ideointiin tuttujen ratkaisujen ulkopuolelta. (Poncelet ja Nasserredine 2021, s. 37; Global Holcim Awards 2021: New again and again Extending the Cycle in Switzerland 2021)

Tutkittavasta kohteesta ja sen ikkunoista kirjataan havainnot niiltä osin kuin toimeksiannolle on tarkoituksenmukaista hyödyntäen kuntotutkimusprosessin osia ja esitettyä kriteeristöä. Uudelleenikäytön tekniseksi arvioimiseksi tehdystä tutkimuksesta tulisi kuitenkin kirjata vähintään (Poncelet ja Nasserredine 2021, s. 41–43):

1. Hyödyntämiskelpoisten osien kappalemäärät
⇒ Luovuttajakohteen vastaavuus tarpeeseen
2. Osien mitat
⇒ Sovellettavuus kohteeseen
3. Arvio siirrettävien osien massasta
⇒ Siirtokustannukset (korkeat/matalat)
4. Osien sijainti rakennuksessa ja rajoitteet siirtämiselle sisä- tai ulkotiloissa

⇒ Irrotus- ja siirtokustannukset (korkeat/matalat)

5. Osien kunto

⇒ Kuntoluokka: Uudelleenkäytettävä / uudelleenkäytön valmistelu / kierrätys uudeksi tuotteeksi / kierrätys materiaaliksi

⇒ Soveltuvuus kohteeseen

6. Osien erityiset tekniset ominaisuudet, esim. laminoitu turvalasi

⇒ Poikkeuksellinen rahallinen arvo ja käyttöpotentiaali

Teknistä uudelleenkäytön arviointia tekevän tutkijan on tunnettava jätelain pääkohdat ainakin jätteeksi luokittelua, jätehierarkiaa sekä kierrätystä ja uudelleenkäyttöä käsitteleviltä osin. Lisäksi on tunnettava eri käyttökohteissa ikkunoita koskeva teknisten ominaisuuksien vaatimustaso ainakin pääpiirteittäin. Tutkijalla on myös hyvä olla käsitys purkamisen ja logistiikan realiteeteista, jotta kentällä voidaan ikkunoiden teknisen tutkimuksen lisäksi arvioida prosessin toteutettavuutta kokonaisuudessaan. (Smeyers ym. 2021, s. 10–13)

Kun kaikkien kohteen ikkunoiden potentiaalista halutaan arvio esimerkiksi purkukartoituksen yhteydessä, tutkitut ikkunat voi luokitella kuntotutkimuksessa mainittujen ikkunaryhmien sijaan jätelain (Jätelaki 2012) etusijajärjestyksen mukaisiin luokkiin. Etusijajärjestyksen luokat kuvaavat paitsi tutkittujen ikkunoiden kuntoa, myös niiden vaatimien toimenpiteiden vaativuutta. Ikkunoiden kuntotutkimuksessa käytetty arvosteluasteikko 1–4 (Rakennustietosäätiö 1992) on sovellettavissa vastaamaan etusijajärjestyksen mukaisia kuntoluokkia esimerkiksi taulukossa 8 esitetyllä tavalla.

Taulukko 8 Ikkunoiden kuntotutkimuksen arviointiasteikon soveltaminen uudelleenkäytön teknisen arviointiin

| Arvosana | Ikkunoiden kuntotutkimuksessa | Uudelleenkäytön arvioinnissa |
|----------|---|---|
| 1 | Ei vaurioita | Uudelleenkäytettävä |
| 2 | Pieniä paikallisia vaurioita, jotka eivät vaadi välittömiä toimenpiteitä | Uudelleenkäytön valmistelu |
| 3 | Melko suuria vaurioita, joiden korjaustoimenpiteiden määrittäminen vaatii lisätutkimuksia. Toimenpiteet melko kiireellisiä. | Kierrätettävissä uudeksi tuotteeksi tai materiaaliksi |
| 4 | Suuria vaurioita ja joitain osia on uusittava. Vaatii välittömästi toimenpiteitä | Kierrätettävissä materiaalijakeeksi, hyödynnettävissä energiana |

4.3 Vanhojen ikkunoiden ominaisuuksien parantaminen

Vaikka vanhat ikkunat harvoin yltävät parannettuunakaan uusien ikkunoiden tekniseen suoritustasoon, monia niiden ominaisuuksia voidaan olennaisesti parantaa nykytilasta. Tärkeimmät ja yleisimmät parannustoimenpiteet koskevat ikkunoiden avainominaisuuksia: ikkunan lämmöneristävyyttä, ääneneristävyyttä, turvallisuusominaisuuksia, ilmanpitävyyttä ja sateenpitävyyttä. (Hemmilä ja Saarni 2002, s. 18–19)

Korjaamalla ja ominaisuuksia parantamalla voidaan jatkaa ikkunoiden elinkaarta nykyisessä käyttöpaikassa, mikä useissa tapauksissa on uusimista ympäristöystävällisempi ja taloudellisempi ratkaisu (Hemmilä ja Saarni 2002; Energiakorjaus: Tekninen kortti 4, pientalot: Ikkunakorjaus 2014). Ikkunoiden korjaaminen ja parantaminen nykyisellä käyttöpaikallaan myös parantaa niiden uudelleenkäytettävyyttä, jos rakennuksen tai ikkunoiden käytöstä luovutaan niiden elinkaaren aikana.

Kun kyseessä ovat kohteen alkuperäiset ikkunat, ikkunan ominaisuuksien parantaminen on usein uusimista suositeltavampi vaihtoehto myös rakennuksen alkuperäisen ilmeen säilyttämiseksi (Korjauskortisto: Ikkunoiden korjaus 2000; Hemmilä ja Saarni 2002, s. 48; Mikkola ja Böök 2016, s. 33). Tavanomaisten huoltokorjausten lisäksi erityisesti vanhemmat ikkunat voivat tarvita laajempia parannustoimenpiteitä, jotta ominaisuudet saadaan halutulle tasolle menettämättä rakennustaiteellista arvoa.

Tässä kappaleessa esitellään muutamia toimivimpia ja tyypillisimpiä toimenpiteitä, joilla ikkunoiden keskeisiä teknisiä ominaisuuksia voidaan parantaa. Toimenpiteet ovat sovellettavissa sekä uudelleen hyödynnettäviin vanhoihin ikkunoihin että paikalleen jääviin ikkunoihin, joiden elinkaarta halutaan pidentää.

Uudelleenkäytön yhteydessä on huomioitava, että muutosten myötä paranevista perusominaisuuksien suoritustasoista voidaan ilmoittaa vain, jos parannetut ikkunat testataan ja CE-merkitään muutosten jälkeen. Laskennassa tai myyntitilanteessa parannetuille ikkunoille, joita ei tuoda markkinoille uusina tuotteina ja siten CE-merkittyinä, käytetään siis lähtötilanteen suoritustasoja, vaikka ominaisuudet olisivat korjaustoimilla parantuneet. Kappaleessa mainituista avainominaisuuksista

sista törmäysturvallisuutta ei tosin lueta ikkunan perusominaisuuksiin, joten lami-noimalla parannetusta törmäysturvallisuudesta voidaan mainita ilman erillistä tes-taamista. (Koponen 2023a)

Tässä kappaleessa ei käsitellä tarkemmin perinteisen puuikkunan huolto- ja kor-jaustoimenpiteitä, sillä asiasta on jo saatavilla runsaasti muuta kirjallisuutta. Ra-kennushistoriallisesti arvokkaiden puuikkunoiden elinkaaren jatkaminen korjaa-malla esimerkiksi Rakennustietosäätiön RT-kortiston, Museoviraston ohjeistuk-sen ja muun alan kirjallisuuden mukaisesti on ehdottoman suositeltavaa ja tärkeä osa kyseisten ikkunoiden käyttöiän jatkamista sekä rakennusperinnön säilyttä-mistä (Korjauskortisto: Ikkunoiden korjaus 2000; Mikkola ja Böök 2016, s. 33).

Taulukko 9 Parannustoimenpiteiden vaikutus avainominaisuuksiin (Hemmilä ja Saarni 2002, s. 39)

| | Lämmön- eristävyys | Äänen- eristävyys | Ilman- pitävyys | Sateen- pitävyys | Turvallisuus- ominaisuudet |
|---|-----------------------|----------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------|
| Lasin/lasien vaihtaminen pak-sumpiin | ✓ | ✓ | | | |
| Eristyslasin vaihtaminen sisä-puitteeseen | ✓ | ✓ | | | |
| Lisäpuitteen asentaminen sisä-puolelle | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| Sisäpuitteen uusiminen eristys-lasilliseksi | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| Puitetiivisteiden uusiminen | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| Tilkevälin tiivistyksen paranta-minen | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| Selektiivikalvo | ✓ | | | | |
| Laminointi | | | | | ✓ |

4.3.1 Lasipaksuuden tai -tyypin muutos ja eristyslaselementin lisääminen

Ikkunalasin paksuus, lasivälin leveys ja käytetty lasityyppi vaikuttavat ikkunan ominaisuuksiin ja käyttömahdollisuuksiin. Vanhoissa ikkunoissa lasin paksuus vaihtelee valmistusajan ja -tavan mukaan. Suupuhalletuissa ja vetomenetelmällä valmistetuissa laseissa saman kappaleenkin paksuus voi hieman vaihdella. Pula-ajan vetolasi taas on tavallista ohuempaa, vain 2–3 mm paksua. Tavallisten nykyikkunoiden eristyslaselementtien yhden float-lasin paksuus on tyypillisesti 3–4 mm. Suurten ikkunoiden, kuten maisema- tai näyteikkunoiden, lasi on tavanomaista paksumpaa. (Koivisto ym. 2007, s. 33; RT 38-10901 Rakennuslasi, tasolasit 2007; Mikkola ja Böök 2016, s. 19–23)

Lasivälin leventäminen on harvoin toteutettavissa, sillä se vaatisi koko karmin syvyyden muuttamista. Paksumman ikkunalasin vaihtaminen vanhoihin puitteisiin taas on yleensä mahdollista, vaikka vaihtaminen vaatii puitteissa olevien lasikyntteiden leventämistä. Paksumpi ikkunalasi eristää lämpöä ja ääntä ohutta paremmin. (Mikkola ja Böök 2016, s. 24, 196)

Ikkunassa käytetyn lasin tyypin vaihtamisella voidaan parantaa lasiosan lämmöneristävyyttä, lisätä turvaominaisuuksia tai esimerkiksi pienentää auringon lämpökuormaa sisätiloissa. Lasiosien lämmöneristysominaisuuksia voidaan parantaa valitsemalla lasityypiksi selektiivilasi. Auringonsuojalasilla taas saadaan pidettyä sisätilat viileämpinä paahteisilla seinustoilla. Vanhoihin kehyksiin voidaan tarvittaessa vaihtaa myös laminoituja ja karkaistuja turvalaseja, jos käyttötarkoitus sellaisia vaatii. (Hemmilä ja Saarni 2002, s. 32, 48; Mikkola ja Böök 2016, s. 197)

Vanhan ikkunan lasiosan lämmön- ja ääneneristysominaisuudet paranevat, kun sisäpuitteisiin vaihdetaan eristyslaselementti. Eristyslaseja on asennettu myös vanhoihin yksipuitteisiin rakennustaiteellisesti arvokkaisiin ikkunoihin suojellussa rakennuksessa. Eristyslasi on lämmöneristysominaisuuksiltaan yksittäisiä laseja tehokkaampi vaihtoehto. (Hemmilä ja Saarni 2002, s. 48; Mikkola ja Böök 2016, s. 198)

Eristyslaselementit ovat toisaalta myös huomattavasti paksumpia (n. 24 mm), mikä voi olla esteenä eristyslasin käytölle vanhoissa puitteissa. Varsinkin 1950-

lukua edeltäneiden ikkunoiden puitteet ovat usein siroja, eikä lasikyntettä ole välttämättä mahdollista leventää eristyslaselementille sopivaksi ilman raskaita toimenpiteitä. (Mikkola ja Böök 2016, s. 198)

Ikkunan lasien vaihtaminen teknisiltä ominaisuuksiltaan suorituskykyisempiin muuttaa aina ikkunan ulkonäköä. Vaihtaminen on raskas ja kallis toimenpide, joskin usein pitkäikäinen ja tehokas.

Jos vanhan ikkunan laseja ei lähdetä muuttamaan, eristyslaselementillinen tai yksilasinen lisäpuite voidaan kiinnittää ikkunan sisäpuolelle tai lasiväliin. Rakennuksen julkisivujen ulkoasu pysyy jokseenkin samana, mutta sisäpuolelta ikkunan ulkonäkö muuttuu. Ikkunan ulkopuolelle vielä 2000-luvun alussa asennettuja etuikkunoita ei enää toteuteta kuin poikkeustapauksissa. (Korjauskortisto: Ikkunoiden korjaus 2000; Mikkola ja Böök 2016, s. 197–199)

Näitä toimenpiteitä soveltava metodi on vaihtaa vanhan ikkunan sisäpuite uuteen eristylasilliseen puitteeseen. Toimenpide on hintava ja muuttaa ikkunan ulkonäköä ja tuntua sisätiloissa, mutta ulkopuoli voidaan säilyttää ennallaan ja kokonaisuuden eristysominaisuudet paranevat. Toimenpidettä on käytetty jonkin verran suojele- ja museokohteissa. (Lättilä 2020)

4.3.2 Tiivistyksen uusiminen

Käyntivälin tiivisteiden uusiminen on helppo ja edullinen tapa parantaa ikkunoiden äänen- ja lämmöneristävyyttä sekä vähentää vetoisuutta. Tiivisteet ovat ikkunan kuluvia osia, joiden elinkaari vaihtelee kolmen ja 15 vuoden välillä materiaalista ja rasituksista riippuen. Käyntivälin tiivisteiden vaihtaminen on pesemisen ohella tavanomaisimpia vanhojen ikkunoiden vaatimia huoltotoimenpiteitä. (Hemmilä ja Saarni 2002, s. 42; Energiakorjaus: Tekninen kortti 4, pientalot: Ikkunakorjaus 2014)

Paikalleen jäävien ikkunoiden ilmatiiveyttä sekä äänen- ja lämmöneristävyyttä voidaan parantaa myös uusimalla tai parantamalla ikkunan karmin ja ulkoseinän välisen tilkevälin tiiveyttä tilkinnän korjauksella ja saumojen teippaamisella. (Korjauskortisto: Ikkunoiden korjaus 2000; Hemmilä ja Saarni 2002, s. 42–43; Jokelainen 2014, s. 20–21)

Epätiiviestä tilkevälistä vuotaa kylmää ilmaa sisätiloihin, mikä aiheuttaa vedon tuntea. Ikkunoiden elinkaarta jatkavissa tutkimuksissa tilkevälin tiiveys tulisi aina

tarkistaa ja tarvittaessa suositella korjaamista. Tilkevälin tiivistäminen tilkinnän korjaamisella ja liitosten teippaamisella parantaa ikkunarakenteen energiatehokkuutta. (Energiakorjaus: Tekninen kortti 4, pientalot: Ikkunakorjaus 2014)

4.3.3 Kalvotukset

Ikkunalasien lämmöneristävyys- ja turvaominaisuuksia voidaan parantaa ikkunalasiin asennettavilla kalvoilla. Lasiin voidaan lisätä kalvottamalla selektiivilasin lämmöneristysominaisuuksia tai auringonsuojakalvoilla vähentää jäähdytykseen käytettävän energian määrää. (Safetyset Oy n.d.)

Lasirakenteen turvaominaisuuksia voidaan parantaa turvakalvojen asentamisella. Jälkiasennettava turvakalvo toimii samaan tapaan kuin valmistusvaiheessa laminoitu lasi. (Safetyset Oy n.d.)

Valmiisiin lasirakenteisiin erilaisilla kalvotuksilla tehtävät parannukset ovat yleensä edullisia verrattuna koko lasiosan vaihtamiseen. Kalvojen elinkaari on toisaalta uutta lasia lyhyempi. Ikkunoiden huollon tulee myös olla varovaisempaa, sillä kalvojen pinta on lasipintaan verrattuna pehmeä ja herkempi vahingoittumaan. (Safetyset Oy 2016, n.d.b)

5 Viranomaisvaatimukset

5.1 Ikkunoita koskevat nykyvaatimukset ja uudelleenkäytön säädökset

Lasirakenteille ja ikkunoiden teknisille ominaisuuksille annetaan vaatimuksia sekä kansallisessa lainsäädännössä että EU-tasolla. Sääntelyssä määrätään ikkunoiden ominaisuuksista eri käyttötarkoituksissa ja välillisesti osana rakennuksen vaippaa.

Kansallisessa lainsäädännössä ikkunoihin vaikuttavia säädöksiä annetaan esimerkiksi maankäyttö- ja rakennuslaissa (Maankäyttö- ja rakennuslaki (Alueidenkäyttölaki) 2000) ja rakennusmääräyskokoelmassa. EU-tason sääntelystä huomattavin on vuonna 2013 toimeenpantu rakennustuoteasetus (Martinkauppi 2012; Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) N:o 305/2011, annettu 9 päivänä maaliskuuta 2011, rakennustuotteiden kaupan pitämistä koskevien ehtojen yhdenmukaistamisesta ja neuvoston direktiivin 89/106/ETY kumoamisesta 2013), joka sitoo uusien ikkunoiden tekniset ominaisuudet harmonisoituun tuotestandardiin ja CE-merkintään. Käytettyjen rakennusosien uudelleenkäyttöä ja kierrätystä säätelee nykytulokinnin mukaan erityisesti jätelaki (Jätelaki 2012; Naval 2021), joka on vuonna 2021 päivitetty vastaamaan EU:n uudistettuja jätedirektiivejä (Ympäristöministeriö n.d.).

Tässä osiossa käsitellään ikkunoihin vaikuttavaa kansallisen lainsäädännön ikkunoita määrittäviä osia, ikkunoiden harmonisoitua standardia ja CE-merkintää, sekä jätelainsäädäntöä tuotestatuksen säilyttämisen näkökulmasta. Taulukossa 10 on lueteltu ikkunoiden teknisiä ominaisuuksia, vaikutusta rakennusten ominaisuuksiin ja uudelleenkäyttöä koskevaa lainsäädäntöä. (RT 38-10901 Rakennuslasi, tasolasit 2007; RT 103241 Puu- ja puualumiini-ikkunat: Ominaisuudet ja laatuvaatimukset, asennus, huolto ja kunnossapito 2020; Kiertotalouden sääntely ohjaa resurssitehokkuutta n.d.; Rakennustuotteet n.d.; Kauppi ym. 2019; Naval 2021)

Taulukko 10 Ikkunoihin ja ikkunoiden uudelleenkäyttöön vaikuttava lainsäädäntö

| Laki, asetus tai muu säädös | Vaikutus ikkunoihin tai uudelleenkäyttöön |
|---|---|
| Maankäyttö- ja rakennuslaki (Alueidenkäyttölaki) 5.2.1999/132 | Rakenteiden teknisiä ominaisuuksia, huoneiden valoisuutta, ikkunoiden ja valoaukkojen vaatimuksia uusissa rakennuksissa sekä muutos- ja korjauskohteissa koskevia määräyksiä. |
| Maankäyttö- ja rakennusasetus 10.9.1999/895 | Maankäyttö- ja rakennuslakia täydentävä. |
| Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 4/13 | Ikkunoiden ja sisäänkäyntiovien energiatehokkuuden parantaminen korjaus- ja muutostöissä. |
| Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017 | Lämmönläpäisykertoimen vertailuarvot uusissa rakennuksissa. |
| 1007/2017 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen käyttöturvallisuudesta | Lasirakenteiden käyttöturvallisuus; törmäys- ja putoamisvaaran ehkäisy. |
| Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä 796/2017 | Desibelirajat rakennuksen vaipalle eri käyttötarkoituksissa. |
| Ympäristöministeriön asetus asuin-, majoitus- ja työtiloista 1008/2017 | Asuin-, majoitus- ja työtilojen ikkuna-alat ja ikkunoiden sijainnit ympäröivien rakennusten ikkunoihin nähden. |
| Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017 | Osastoivassa rakennusosassa olevat ikkunat, savunpoistoikkunat |
| Laki eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä 21.12.2012/954 | Rakennuspaikkakohtainen kelpoisuuden osoitus |
| Ympäristöministeriön asetus eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä 555/2013 | Rakennuspaikkakohtainen kelpoisuuden osoitus, tarkentava |
| Sosiaali- ja terveysministeriön asetus haitallisiksi tunnetuista pitoisuuksista 654/2020 | Haitta-aineiden raja-arvot |
| Jätelaki 17.6.2011/646 | Uudelleenkäyttö, tuote- ja jätestatus, jätteeksi luokittelun päätyminen, vaarallinen jäte |
| Valtioneuvoston asetus jätteistä 978/2021 | Jätelakia tarkentava |
| Rakennustuoteasetus (EU) 5.2.1999/132 | Ensimmäistä kertaa markkinoille saatettavien ikkunoiden teknisten ominaisuuksien sitominen harmonisoitun tuotestandardiin |

5.1.1 Ikkunoita koskeva kansallinen rakentamisen lainsäädäntö

Ikkunoiden ominaisuuksista ja toiminnasta osana rakennuksen vaippaa säädetään rakentamista koskevassa maankäyttö- ja rakennuslaissa sekä sitä tarkentavissa maankäyttö- ja rakennusasetuksessa ja rakennusmääräyskokoelmassa. Pykälät koskevat mm. ikkunoiden määrää huoneissa, valoisuutta, turvallisuutta ja energiatehokkuutta.

Turvallisuus on energiatehokkuuden ohessa merkittävimpiä ikkunoita ja lasirakenteita kansallisessa lainsäädännössä määrittäviä tekijöitä. Lasirakenteen turvallisuus koostuu itse lasin turvaominaisuuksista, kuten putoamisen estämisestä ja särkyemisestä aiheutuvien vammojen ehkäisystä. Koko ikkunarakenteelle on tietyissä käyttötarkoituksissa määrätty myös paloturvallisuusvaatimuksia. (RT 38-10901 Rakennuslasi, tasolasit 2007; Ympäristöministeriön asetus asuin-, majoitus- ja työtiloista 2018; Ympäristöministeriön asetus rakennuksen käyttöturvallisuudesta 2018; Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 2018; RT 103241 Puu- ja puualumiini-ikkunat: Ominaisuudet ja laatuvaatimukset, asennus, huolto ja kunnossapito 2020)

Ympäristöministeriön asetuksessa rakennuksen käyttöturvallisuudesta määrittelee esimerkiksi pykälässä 11, että lasirakenne ei saa rikkoutuessaan aiheuttaa putoamisvaaraa eivätkä sirpaleet saa aiheuttaa vaaraa alle jäävälle. Lasien täytyy kestää niille törmäyksessä kohdistuva kuormitus, jos niitä ei ole suojattu kiinteällä törmäyesteellä. Törmäys- tai putoamisvaaran aiheuttavat lasirakenteet on toteutettava sijainnistaan riippuen laminoidusta, lämpökarkaistusta tai näitä yhdistävästä turvalasista asetuksen määräämällä tavalla. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen käyttöturvallisuudesta 2018)

Käyttöturvallisuusasetus koskee pääosin uudisrakennuksia ja rakennusten laajennuksia. Määräysten voidaan kuitenkin katsoa koskevan korjauskohteita silloin, kun rakennuksen käyttötarkoitus muuttuu riskialttiimmaksi tai alkuperäinen ratkaisu on selkeästi haitallinen. Käytettävä lasityyppi, kaidekorkeudet, lasirakenteen suojausvaatimukset ja muut lasirakenteen turvallisuusvaatimukset on esitetty asetuksessa yksityiskohtaisesti. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen käyttöturvallisuudesta 2018)

Ikkunoiden tuottaman valoisuuden vaatimuksia on määritetty Ympäristöministeriön asetuksessa asuin, majoitus ja työtiloista, jonka mukaan valoaukon täytyy kattaa vähintään 1/10 huonealasta. Valoisuuteen liittyen Suomessa vahvistettiin

päivänvalostandardi kansalliseksi standardiksi vuonna 2018. Ikkunoiden sijoittelusta ja valoisuudesta määrätään myös Maankäyttö- ja rakennuslaissa. (Maankäyttö- ja rakennuslaki (Alueidenkäyttölaki) 2000; Ympäristöministeriön asetus asuin-, majoitus- ja työtiloista 2018)

Energiatehokkuus on ikkunoiden merkittävimpiä teknisiä ominaisuuksia ja lämmöneristävyydelle onkin asetettu vaatimuksia jo pitkään. Ikkunoille annetaan asetuksessa laskentaa varten käyttötarkoituksen mukainen vertailuarvo Ympäristöministeriön asetuksessa uuden rakennuksen energiatehokkuudesta, mutta sitovia u-arvoja rakennusosille ei enää käytetä. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen lämmöneristyksestä 2003; Tyypillisiä olemassa olevien vanhojen rakennusten alkuperäisiä suunnitteluarvoja 2018; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 2018)

Rakennusten on saavutettava vähintään sille asetuksessa annettu E-lukuvaatimus tai täytettävä rakenteellisen energiatehokkuuden kriteerit. Käytännössä korkeamman lämmönläpäisykertoimen omaavia ikkunapintoja voidaan siis kompensoida esimerkiksi paremmin eristetyillä ulkoseinillä tai käyttämällä maalämpöjärjestelmää. (Maankäyttö- ja rakennuslaki (Alueidenkäyttölaki) 2000; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 2018)

Mainitusta ympäristöministeriön asetuksesta on huomioitava, että se koskee vain ”sisäilmaston ylläpitämiseen energiaa” käyttäviä ja kerrosalaltaan yli 50 neliömetrin kokoisia rakennuksia. Asetus ei siis koske uusia rakennuksia, joita ei lämmitetä tai viilennetä, tai hyvin pieniä rakennuksia. (Maankäyttö- ja rakennuslaki (Alueidenkäyttölaki) 2000; Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 2018)

Tästä syystä näihin rakennuksiin tai rakennuksen osiin ei myöskään lasketa E-lukua, joten vanhojen ikkunoiden alhaisempaa lämmöneristyskykyä ei tarvitse kompensoida. Koska määräykset eivät koske lämmittämättömiä ja pieniä rakennuksia, näistä on lämmitettyä rakennusta helpompi lähteä toteuttamaan uudelleen käytön kokeilu- ja pilottiprojekteja.

Maankäyttö- ja rakennuslaissa sekä Ympäristöministeriön asetuksessa rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä (4/13) määrätään erikseen korjaus- ja muutostöitä koskevista vaatimuksista. Maankäyttö- ja rakennuslain energiatehokkuuden parantamista käsittelevässä pykälässä 117 g on korjauskohteille runsaasti poikkeustapauksia, joita parantamis-

vaatimukset eivät koske. Korjattavien rakennusten energiatehokkuuden parantamista koskevan lainsäädännön ydinsanomana voidaan tulkita olevan, että korjaus- ja muutostyöt eivät saa heikentää laeissa määritettyjä ominaisuuksia. (Maankäyttö- ja rakennuslaki (Alueidenkäyttölaki) 2000; Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 2013b)

Korjaus- ja muutostöitä koskevassa asetuksessa 4/13 pykälässä 4 mainitaan ikkunoista seuraavasti:

”4 § Rakennusosakohtaiset vaatimukset

Kun rakennuksen energiatehokkuuden parantamisen suunnittelu ja toteutus tapahtuu rakennusosakohtaisesti, on noudatettava seuraavia vaatimuksia;

...

4) Uusien ikkunoiden ja ulko-ovien U-arvon on oltava 1.0 W/(m² K) tai parempi. Vanhoja ikkunoita ja ulko-ovia korjattaessa on lämmönpitävyyttä parannettava mahdollisuuksien mukaan.”

Pykälä on uudelleenkäytön näkökulmasta monitulkintainen, sillä uutta ja vanhaa ikkunaa ei asetuksessa määritellä. Pykälä ei myöskään koske MRL 117 g § mainittuja poikkeustapauksia, joissa energiatehokkuutta ei tarvitse parantaa tai silloin, kun rakennuksen energiatehokkuutta ei paranneta rakennusosakohtaisesti. Haitta-aineiden riski on aina huomioitava myös juridisesta näkökulmasta suunniteltaessa vanhojen ikkunoiden uudelleenkäyttöä. Ikkunoissa eri aikoina käytettyjä haitta-aineita on esitetty taulukossa 6. (RatuTT 9.13 Haitta-ainespitoisten rakennusaineiden ja tarvikkeiden markkinoillaoloaikoja 2014; RT 103501 Haitalliset aineet rakennuksissa, tutkijan ohje 2022; Kauppi ym. 2019; Naval 2021, s. 5; Smeyers ym. 2021, s. 101–105)

Taulukko 11 Ikkunoiden haitta-aineet eri vuosikymmenillä

| | |
|--|---|
| 1900-1950 | PAH tilkkeessä, mahd. punostiivisteessä ja apukarmeissa |
| 1900-2000 | Metallit maaleissa ja homeenestoaineissa (kertyvät raskasmetallit, syöpävaa- ralliset ei-kertyvät metallit, herkistävät metallit) |
| 1960-1970 | PCB tiivistys- ja saumausaineissa |
| 1960-2000 | Asbesti tiivistys- ja saumausaineissa |
| 1960-2000 | Lyijy-yhdisteet tiivistys- ja saumausaineissa |
| 1970-1980 | Lyhytketjuiset klooriparafiinit (SCCP) ja MCCP elastisissa saumamassoissa |
| 1970-2020 | Lyhytketjuiset klooriparafiinit (SCCP) maaleissa |
| 1980 | Kloorifenolit (esim. PCP) kyllästetyissä puuosissa |
| 1980-1990 | Metallit kyllästetyissä puuosissa |
| 1980-2000 | PAH kyllästetyissä puuosissa |
| PVC-osissa, esim. ikkunaprofiileissa, ftalaatit | |
| Eristyslaselementeissä PCB ja klooriparafiinit | |

Ikkunarakenteiden eri osissa on käytetty monia vaarallisiksi luokiteltuja aineita. Monet käytetyt aineet aiheuttavat vaaraa rikkoutuessaan tai niitä on käytetty ikkunarakenteiden sisällä. Ehjä ikkuna voi siis olla vaarallisista aineista huolimatta käyttäjille turvallinen. Ikkunoiden vaarattomuus haitta-aineita havaittaessa on pystyttävä luotettavasti todistamaan. (Jätelaki 2012; Smeyers ym. 2021, s. 71)

Maankäyttö- ja rakennuslain 117 § mukaan korjaus- ja muutostöissä on otettava huomioon, ettei käyttäjien turvallisuus saa vaarantua tai terveydelliset olot heikentyä muutosten johdosta. Käytetyt ikkunat eivät myöskään saa uudis- tai korjauskohteissa Maankäyttö- ja rakennuslain 117 c § (21.12.2012/958) mukaisesti aiheuttaa terveyden vaarantumista rakennuksessa.

Vaarallisten aineiden raja-arvoista ja vaaraa aiheuttavista aineista säädetään mm. sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa haitallisiksi tunnetuista pitoisuuksista (654/2020), Valtioneuvoston asetuksessa rakennustyön turvallisuudesta (205/2009) ja Valtioneuvoston asetuksessa työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta (1267/2019).

5.1.2 Rakennustuoteasetus, tuotestandardit ja CE-merkintä

EU:n rakennustuoteasetus tuli EU-alueella sitovaksi sen toimeenpanon jälkeen loppuvuodesta 2013. Tämä tarkoitti myös CE-merkinnän muuttumista pakolliseksi niille rakennustuotteille, joille oli olemassa harmonisoitu tuotestandardi. Asetuksen tarkoituksena oli yhtenäistää rakennustuotteiden, kuten ikkunoiden, laatua ja perusominaisuuksia sekä niiden suoritusasteen ilmoitustapaa EU:n sisällä ja näin helpottaa rakennustuotteiden kauppaa. (Martinkauppi 2012; Declaration of Performance and CE marking n.d.)

Yhtenäistämisen pohjana ovat hEN-standardit, joissa määritetyt ominaisuudet testatusti täyttävässä tuotteessa valmistajalla on oikeus käyttää vaatimusten täyttämistä ilmoittavaa CE-merkkiä. Vaikka CE-merkki on valmistajan ilmoitus vaatimusten täyttymisestä, monilla rakennustuotteilla se tarkoittaa velvollisuutta tuotetyyppien testaamiseen ilmoitetussa testilaboratoriossa. Tulosten perusteella tuotteesta on koostettava suoritusasteilmoitus. (Rakennustuoteteollisuus RTT ry n.d.; Declaration of Performance and CE marking n.d.)

Ikkunoita määrittävä harmonisoitu standardi on SFS-EN 14351-1+A2 2016. Standardiin liittyy suuri määrä ikkunoiden ominaisuuksia luokittelustandardeja ja ominaisuuksien testaamista koskevia erillisiä standardiosia. Kansallinen soveltamisstandardi SFS 7031 on suomalaisille ikkunoille tärkein osa. Soveltamisstandardissa esitetään standardin kansalliset vaatimustasot sekä annetaan kansallisia ohjeita standardin tulkintaan. Standardista SFS-EN 14351-1+A2 2016 onkin huomattava luvun 4 kohdan 4.1 huomautus: *"HUOM. 1 Kaikki nämä ominaisuudet eivät koske jokaista tuotetta tai aiottua loppukäyttötilannetta. Missä ominaisuuksia vaaditaan, tämä eurooppalainen standardi yksilöi määrittävät ja tulosten ilmoitustavat kuten myös vaatimustenmukaisuuden arvioinnin"*. Suomessa ikkunoita koskevat siis vain kansallisessa soveltamisstandardissa luetellut vaatimukset. Vaaditut ominaisuudet on lueteltu taulukossa 7. (SFS-EN 14351-1:2006 + A2:2016 Ikkunat ja ovet. Tuotestandardi, toiminnalliset ominaisuudet. Osa 1: Ikkunat ja sisäänkäyntiovet 2017; RT 103241 Puu- ja puualumiini-ikkunat: Ominaisuudet ja laatuvaatimukset, asennus, huolto ja kunnossapito 2020; SFS 7031:2022 Ikkunoihin sekä sisäänkäyntioviin kohdistuvat kansalliset vaatimukset ja suoritusasteiden arviointi 2022)

Taulukko 12 Suomalaisia ikkunoita hEN-standardeissa koskevat perusominaisuudet ja kansalliset vaatimustasot

| Ominaisuus | Vaativustaso määritetään |
|--|--|
| Tuulenpaine | SFS 7031 & SFS-EN 14351-1+A2 2016 |
| Sateenpitävyys | SFS 7031 & SFS-EN 14351-1+A2 2016 |
| Äänitekniset ominaisuudet | Kohdekohtainen mitoitus kun kaavamääräykset edellyttävät |
| Lämmönläpäisykerroin | Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta (1010/2017) mukaiset lämmönläpäisykertoimen vertailu- ja enimmäisarvot. |
| Säteilyominaisuudet: lasiosan g-arvo | Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta (1010/2017) mukaan |
| Säteilyominaisuudet: valonläpäisykerroin | Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta (1010/2017) mukaan |
| Ilmanpitävyys | SFS 7031 & SFS-EN 14351-1 +A2 2016 |

Kansallisen soveltamisstandardin taulukossa 1 esitetään selkeästi eri käyttötarkoituksiin suunnitelluille ikkunoille asetetut kotimaiset suoritustasovaatimukset. Useassa kohdassa kuitenkin viitataan Ympäristöministeriön asetukseen uuden rakennuksen energiatehokkuudesta (1010/2017), jossa yksiselitteisiä tai sitovia arvoja mainituille ominaisuuksille ei välttämättä anneta. Lisäksi lämmittämättömät tilat eivät kuulu viitatus asetuksen soveltamisalaan ja voidaankin katsoa, että tällaisiin rakennuksiin käytettäville ikkunoille kyseisiä vaatimuksia ei sovelleta.

CE-merkintä – sen puute, hankinta ja kelpoisuuden osoittaminen – on ollut oleellinen ikkunoiden uudelleenkäyttöä hankaloittava tekijä rakennustuoteasetuksen epäselvästi ilmaistun soveltamisalan takia (Zhu ja Tähtinen 2022). Alan painostuksen tuloksena Ympäristöministeriö otti asiaan kantaa kesäkuussa 2022. Tiedotteessaan (Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta ja Ympäristöministeriö 2022) Ympäristöministeriö selvensi, että ”*EU:n nykyinen rakennustuoteasetus (305/2011) koskee lähtökohtaisesti uusia tuotteita eikä sisällä säännöksiä uudelleenkäytettävistä rakennustuotteista.*” (ym.fi, 21.6.2022).

Tiedotteen perusteella harmonisoidut standardit ja CE-merkintä eivät siis koske uudelleenkäytettäviä ikkunoita. Käytettyihin osiin tulisi sen sijaan soveltaa rakennuspaikkakohtaista kelpoisuuden osoittamista, jonka tarkoitus on varmistaa ikkunan soveltuvuus ja turvallisuus käyttökohteessa. Ikkunoiden suoritustasoa voidaan joutua rakennuspaikkakohtaisessa kelpoisuuden osoittamisessa todenta-

maan. (Laki eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä 2013; Ympäristöministeriön asetus eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä 2013; Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta ja Ympäristöministeriö 2022)

Varsinkin uudisrakennusten lämmitetyissä tiloissa on todennäköistä, että ikkunan suoritustasoja on tarpeen todistaa vähintään teknisten dokumenttien tasolla. Rakennuspaikkakohtaisessa kelpoisuuden osoittamisessa kelpoisuuden todistustaakka on rakennushankkeeseen ryhtyvällä. (Laki eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä 17 §)

Ikkunoita koskevasta standardistosta on myös huomattava, että väliseinien ikkunat sisätiloissa voidaan tulkita lasirakenteisiksi väliseiniksi, jotka eivät kuulu harmonisoidun standardin piiriin. Sisätilojen lasirakenteille sovelletaan aina rakennuspaikkakohtaista kelpoisuuden osoittamista. (SFS-EN 14351-1:2006 + A2:2016 Ikkunat ja ovet. Tuotestandardi, toiminnalliset ominaisuudet. Osa 1: Ikkunat ja sisäänkäyntiovet 2017; SFS 7031:2022 Ikkunoihin sekä sisäänkäyntioviin kohdistuvat kansalliset vaatimukset ja suoritustasojen arviointi 2022)

Tämä tekee vanhojen ikkunoiden käyttämisestä sisätiloissa juridisesti monia muita käyttötarkoituksia helpompaa.

Palonkestävyyden ja savutiiveyden osalta osastoiville ikkunoille on erilaisia ominaisuusvaatimuksia, joita ei tässä kappaleessa ole käsitelty.

5.1.3 Jätelainsäädäntö määrää uudelleenkäytöstä

Eniten uudelleenkäyttöä ja kierrätystä sääntelevät Suomessa jätelaki (646/2011) ja jäteasetus (987/2021). Jätelakia uudistettiin EU:n uudistettujen jätedirektiivien mukaisesti vuonna 2021, jolloin siihen sisällytettiin vaatimus jätteen vähentämisestä ja kiertotalouden painotuksia. Ensisijaisesti jätteen käsittelyä ohjaa jätedirektiiviin pohjautuva etusijajärjestys, jonka kaksi ylintä tasoa ovat jätteen syntyamisen ehkäisy ja uudelleenkäyttö. Jätelain etusijajärjestyksen alempia tasoja ovat:

- uudelleenkäytön valmistelu
- kierrätys uudeksi tuotteeksi
- kierrätys materiaalijakeeksi
- hyödyntäminen energiana

Jätelaki määrittää, missä määrin käytettyjä materiaaleja ja osia voidaan hyödyntää. Purettava materiaali tai esine luokitellaan purettaessa tuotteeksi tai jätteeksi. Luokittelu ei riipu jätelain kontekstissa materiaalin tai esineen ominaisuuksista, vaan olennaista luokittelulle on haltijan aikomus ja toiminta. (Jätelaki 2012; Naval 2021)

Jäte määritellään 5§ seuraavasti: *”Tässä laissa tarkoitetaan jätteellä ainetta tai esinettä, jonka sen haltija on poistanut tai aikoo poistaa käytöstä taikka on velvollinen poistamaan käytöstä”*.

Interreg FCRBE:n julkaisema ja Susie Navalin kirjoittama Product or Waste-julkaisu viittaa termin ”discard” tulkinnassa Euroopan komission antamaan termin tarkennukseen. Komission tarkennuksessa käytöstä poistamisen kuvataan tapahtuvan kahdella tavalla: aktiivisesti tai passiivisesti, ja haltijan toimesta. Aktiivinen käytöstä poistaminen tapahtuu, kun osien tai esineiden haltija tarkoituksellisesti tai tahattomasti tekee kyseisistä osista tai esineistä jätettä esimerkiksi siirtämällä ne jätelavalle tai allekirjoittamalla niitä koskevan jätteidensiirtoasiakirjan. Passiivinen käytöstä poistaminen komission tarkennuksen mukaan tapahtuu silloin, kun haltijalla ei ole aikomusta hyödyntää hallitsemiaan materiaaleja uudelleen. Esimerkiksi työmaan jätesuunnitelmaan ei ole kirjattu materiaalien kierrätys- tai uudelleenkäyttötoimia tai materiaalit on hylätty pitkäksi aikaa vailla aikomusta käyttää uudelleen. (Naval 2021, s. 4–6)

Product or waste-julkaisussa, vedoten komission tarkennuksiin, Naval korostaa materiaalien jätestatuksen syntymisessä materiaalin haltijan toimien merkitystä. Voidaankin tulkita, että materiaalin haltija voi päätöksellään ja toimillaan valita hallitsemansa materiaalin olevan joko tuotteita tai jätettä niin kauan, kun kyseessä ei ole materiaali, jonka haltija on velvoitettu poistamaan kierrosta. (Naval 2021; Koponen 2023a)

Jätelakia ja täydentävää jäteasetusta noudattaen tulee rakennustoiminnassakin noudattaa jätelain mukaista etusijajärjestystä. Järjestyksen tarkoituksena on ohjata toimijoita vähentämään jätteen syntymistä ja lisäämään kierrätysastetta. Uudelleenkäyttö on etusijajärjestyksessä ensimmäisenä, eikä uudelleenkäytettäviä osia luokitella lainkaan jätteeksi. (Jätelaki 2012)

Uudelleenkäyttö määritellään jätelain 6§ tuotteen tai sen osan käyttämiseksi uudelleen samaan tarkoitukseen kuin mihin se on alun perin suunniteltu. Tätä kohtaa on kuitenkin tarkennettu jäteasetuksen perustelumuiotiossa seuraavasti: *”uudelleenkäyttönä voitaisiin pitää esimerkiksi rakennushankkeessa käyttämättä*

jääneen tai rakennuksesta puretun rakennusosan käyttämistä uudelleen rakennusosana.” Tarkennus laventaa rakennusosien käyttömahdollisuuksia. Ikkunoiden kohdalla perustelumuistion kohta tarkoittaa sitä, että purettu ikkuna on uudelleenkäytettävissä rakennusosana, esimerkiksi lasiväliseinänä, pelkän ikkunan sijaan. (Jätelaki 2012; Levinen 2021, osa 25 §; Koponen 2023b)

Purettavien osien tuotestatuksen säilyminen riippuu materiaalien haltijan, yleensä kiinteistön omistajan, päätöksestä ja toiminnasta. Uudelleenkäytettävien tuotteiden katsotaan säilyttävän tuotestatuksensa, kun materiaalien haltija tekee päätöksen uudelleenkäytöstä ja toimii päätöksen mukaisesti. Tuotestatuksen säilyttämiseksi uudelleenkäytettäviä materiaaleja on kohdeltava tuotteina, eikä niitä tule sekoittaa materiaaleihin, joita käsitellään jätteenä. Materiaalin haltijan on huolehdittava, ettei uudelleenkäytettäväksi aiotulle materiaalille tapahdu kappaleen alussa mainittua aktiivista tai passiivista käytöstä poistamista. (Naval 2021, s. 4–6)

Uudelleenkäytön valmistelu määritellään jätelain 6 § seuraavasti: *”jätteen tarkistamiseksi, puhdistamiseksi tai korjaamiseksi toteutettavaa toimintaa, jolla käytöstä poistettu tuote tai sen osa valmistellaan siten, että se voidaan käyttää uudelleen ilman muuta esikäsitelyä”*. Ikkunoissa on runsaasti osia, joista jotkin ovat kuluvia ja edullisia huoltaa (RT 41-10726 Puuikkunat Korjausrakentaminen 2000). Tässä selvityksessä tutkituissa eurooppalaisissa uudisprojekteissa on pitäydty sellaisenaan uudelleenkäytettävien ikkunoiden tai eristyslaselementtien hyödyntämisessä.

Ikkunoiden uudelleenkäyttöä saattaa rajoittaa ikkunarakenteissa käytetyt haitta-aineet. Haitta-ainelöydökset eivät kuitenkaan oletusarvoisesti tee ikkunoista käytökelvottomia, sillä monet ikkunoiden haitta-aineet voidaan katsoa vaarattomiksi ikkunan ollessa ehjä. Hävitettäessä haitta-aineet on kuitenkin otettava huomioon. Vaarallisen jätteen luokittelusta voidaan jätelain mukaan poiketa, jos voidaan *”osoittaa luotettavasti, ettei kyseisellä jätteellä ole yhtään vaaraominaisuutta ja ettei tämä ole seurausta jätteen laimentamisesta ”* (Jätelaki 2012, osa 7 §).

On myös huomattava, että jätelakia sovelletaan ensisijaisesti jätteisiin eikä tuotteisiin. Uudelleenkäytettävien ikkunoiden haitta-aineita on siis tarkasteltava Maankäyttö- ja rakennuslain, sitä tarkentavien lakien, asetusten ja määräysten sekä tuote-, ympäristö- ja kemikaalilainsäädännön puitteissa. Raja-arvojen ylitty-

essä, ja kun vaarattomuutta ei voida luotettavasti osoittaa, haltija voidaan velvoittaa poistamaan ikkunat käytöstä. Tässä tapauksessa ikkunat luokitellaan jätteeksi. (Jätelaki 2012; Naval 2021, s. 5)

5.2 Pyrkimys kohti toimivaa kiertotaloutta

Maaliskuussa 2020 Euroopan komissio antoi Kiertotalouden toimintasuunnitelman, jonka tavoitteena on toteuttaa Euroopan vihreän kehityksen ohjelman tavoitteita ilmastoneutraalista, resurssitehokkaasta, oikeudenmukaisesta ja kestävästä Euroopasta. Suomen Ympäristöministeriö sekä Työ- ja elinkeinoministeriö käsittelivät toimintasuunnitelmaa maaliskuussa 2021 julkaisemassaan Valtioneuvoston periaatepäätöksessä, jossa ministeriöt kuvasivat ohjelman toimintasuunnitelman toteuttamista Suomessa vuosina 2021–2024.

Periaatepäätöksen mukaan Kiertotalouden strategisen ohjelman tavoitteisiin pyritään kiertotalouden kannustimia ja rahoitusta kehittämällä. Tuki kohdistuisi esimerkiksi teollisuuden vähähiilisiin teknologioihin tai hiilidioksidin talteenottoon ja käyttöön, sekä uudelleenkäytön ja kierrätyksen edistämiseen. Valtioneuvoston periaatepäätöksen mukaan edellytyksiä selvitetään myös kiertotalouden palvelumallien vauhdittamiseen. (Ympäristöministeriö ja Työ- ja elinkeinoministeriö 2021) Luonnonvarojen säästeliääseen käyttöön kohdistuvia taloudellisia kannustimia luvataan kehittää ja taloudellisten kannustimien muodostamista arvioidaan periaatepäätöksen mukaan verotuksen eri osien näkökulmista. Myös kaikkiin julkisten rakennuttajien talohankkeisiin tulisi periaatepäätöksen mukaan sisällyttää kiertotaloutta tukevat rakentamisen hankintakriteerit vuodesta 2022 alkaen. Periaatepäätöksessä kiertotalouden markkinoiden vahvistumisella arvioidaan olevan positiivinen vaikutus talouteen pitkällä aikavälillä. (Ympäristöministeriö ja Työ- ja elinkeinoministeriö 2021)

Viranomaisten yhteistyön ja tiedonjaon kehittämisen katsotaan olevan merkittävää kiertotalouden markkinoiden kehitykselle. Periaatepäätöksessä ehdotetaan toimintamallia, jossa viranomaiset muodostavat kiertotaloushankkeita tukevan verkoston, joka alueellisten kiertotaloustoimijoiden kanssa mm. jakaisi osaamista ja tukisi ”alueellisten kiertotaloushankkeiden valmistelua”. Kirjausta vastaavia julkisen toimijan alaisia kiertotalousklustereita onkin kirjoitusaikaan toiminnassa esimerkiksi Helsingissä.

Valtioneuvosto julkaisi kiertotalouden strategista ohjelmaa arvioivan selvityksen maaliskuussa 2023. Selvityksen mukaan ohjelman toteutussuunnitelmassa takalalle jäivät kiertotaloutta hidastavien rakenteiden purkaminen. Myös varatut resurssit katsottiin melko rajallisiksi suhteutettuna ohjelman tavoitteisiin ja tavoiteltujen muutosten mittakaavaan. (Haila ym. 2023)

Selvityksessä arvioitiin, että tavoitteiden saavuttaminen vaatisi selvästi laajempaa taloudellisen ohjauksen keinojen hyödyntämistä. Taloudellisesta näkökulmasta verotukseen liittyviä toimenpiteitä on havaittu monia, mutta niiden kohdentuksen tehokkuutta epäiltiin. Lisäksi verotukseen liittyvät toimenpiteet arvioitiin poliittisesti melko haastaviksi toteuttaa. Julkisia rahoitusinstrumentteja selvitys arvioi käytetyn kattavasti. Kuitenkin katsottiin, että, kiertotalouden edistämiseksi tulisi ennemmin kohdentaa olemassa olevia rahoitusinstrumentteja kuin lisätä julkista rahoitusta. Tosin tavoitteisiin suhteutettuna julkisten hankintojenkaan toimenpiteet eivät vaikuttaneet riittävältä. (Haila ym. 2023)

Ohjelmaa arvioivassa selvityksessä esitettiin joitakin suosituksia ohjelman kehittämiseksi. Ensinnäkin suositeltiin taloudellisia ohjauskeinoja kiertotalouden edistämiseksi kehittävän parlamentaarisen työn aloittamista. Myös rahoitusympäristöä tulisi selvityksen mukaan kehittää mm. selvittämällä tehokkaampien rahoitusratkaisujen mahdollisuutta julkisten ja yksityisten tahojen yhteisrahoituksella.

Kiertotalouden seuraamista ja siitä saadun tiedon hyödyntämistä tulisi selvityksen mukaan kehittää. Myös lupaprosessien katsottiin tarvitsevan sujuvoittamista ja selkeytystä. (Haila ym. 2023)

Kiertotalouden toimintaympäristön selkeyttäminen ja toiminnan edistäminen on ollut myös uudistuvan maankäyttö- ja rakennuslain keskiössä osana ilmastoystävällisempään rakentamiseen tähtäävää lakiuudistusta. Syksyn 2022 rakentamislain lakiesitykseen sisältyi muun muassa rakennusten korjattavuuteen, rakennusperinnön säilyttämiseen ja uudelleenkäytön edistämiseen liittyviä osia. Lakiesitykseen sisältyi myös purkuselvitysten teettämiseen ohjaavaa säädäntöä, jonka tarkoituksena oli edistää rakennusosien ja materiaalien pääsemistä kiertoon. (Martinkauppi 2022)

Kirjoitusaikaan lakiuudistus on edelleen keskeneräinen, vaikka eduskunta onkin hyväksynyt jo rakennuslain osuuden. Alueidenkäyttöä eli muun muassa kaavoitusta koskeva osa on yhä valmistelussa, eikä lakiuudistuksen aikataulusta tai uuden hallituksen pyrkimyksistä uudistuksen suhteen ole viime aikoina tiedotettu.

6 Johtopäätökset

Voidaan todeta, että ikkunoiden uudelleenkäyttö laajassa mittakaavassa olisi Suomen oloissa ja toimintaympäristössä mahdollista. Toistaiseksi yleisten käytäntöjen, laintulkintojen, kotimaisten esimerkkikohteiden ja palveluketjun puuttuminen tekee ikkunoiden uudelleenkäytöstä tosin työläämpää, kuin se voisi olla. Suunnittelulta ikkunoiden uudelleenkäyttö vaatii ajattelutavan muutosta, kun käytettävistä osista ei ole suunnitteluvaiheessa täyttä varmuutta. Jotta uudelleenkäyttö toimisi, on suunnittelussa ja lupamenettelyssä voitava siirtyä kohti konseptisuunnittelua, joka joustaa saatavilla olevien ikkunoiden mukaan.

Jotta uudelleenkäyttöä voidaan todella tehostaa, uudelleenkäyttöä tällä hetkellä rajoittavasta monitulkintaisesta säädännöstä tulisi saada kokonaisvaltainen selkiyttävä lausunto. Muussa tapauksessa rakennusosien uudelleenkäytössä on liian paljon markkinan kasvua estäviä epävarmuustekijöitä. Lisäksi rakennus- alalla on luotava yhteisiä uudelleenkäytön ja kierrätyksen toimintatapoja, jotka ohjaavat koko alaa kohti kiertotaloutta. Tämä vaatii onnistuakseen korostetusti kaikkien osapuolten – rakennuttajien, rahoittajien, viranomaisten, arkkitehtien, suunnittelijoiden, asiantuntijoiden ja urakoitsijoiden – välistä yhteistyötä.

Esiselvityksen toteuttamisen suurimpana haasteena oli aiheen valtava laajuus. Selvitys tuli rajata siten, että lopputulos palvelisi ikkunoiden uudelleenkäytön edistämistä, mutta ei paisuisi mahdottomaksi lukea tai jäisi tyngäksi. Koska Selvityksen perustana oli ympäristökuormituksen pienentäminen, oli tasapainoiltava myös uudelleenkäytön merkittävyyden kanssa. Selvityksessä päätettiin ottaa uudelleenkäytön oheen ikkunoiden elinkaaren jatkaminen, minkä katsottiin myös tukevan uudelleenkäyttöä.

Selvitystä tehdessä kävi selväksi, että kokoavaa kirjallisuutta eri aikakausien ikkunoiden teknisistä ominaisuuksista, ikkunoiden kunnon tutkimisesta ja spesifisti ikkunoiden uudelleenkäytöstä on saatavilla vähän. Tavoitetason saavuttamiseksi lähestymistapaa oli muutettava alkuperäistä suunnitelmaa fragmentoituneemmaksi ja tietoja etsittävä ja yhdisteltävä suuresta massasta erityyppisiä lähteitä. Lopputuloksena on mielestäni onnistunut, joskin alkuperäistä suunnitelmaa kattavampi koonti eri ikäisten ikkunoiden tunnistamiseen, tutkimiseen ja niiden uudelleenkäyttöpotentiaalin arviointiin nykylainsäädäntöä vasten heijastettuna.

LÄHTEET

494 – EUROPA – New headquarters of the Council of the EU. samynandpartners.com. 2016 [viitattu 7. heinäkuuta 2023]. Saatavissa: <https://samynandpartners.com/portfolio/europa-new-headquarters-of-the-council-of-the-european-union/>

Aatsalo J. ”Laajakaistaikkuna” voi ratkaista kännykän kuuluvuusongelmat – uudenlaisen ikkunan valmistamiseen miljoonapanostus. Rakennuslehti [Internet]. 3. heinäkuuta 2019 [viitattu 15. joulukuuta 2023]; Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/2019/07/laajakaistaikkuna-voi-ratkaista-kuuluvuusongelmat/>

Baubüro In Situ. K.118 – Kopfbau Halle 118 [Internet]. Baubüro In Situ. n.d. [viitattu 4. kesäkuuta 2023]. Saatavissa: <https://www.insitu.ch/projekte/196-k118-kopfbau-halle-118>

Buser B, Angst M, Hentschel P, Poignon B, Müller K, Brand M. K118. Extending the Cycle in Switzerland. Baubüro in situ ag; 2021.

Declaration of Performance and CE marking. single-market-economy.ec.europa.eu. n.d. [viitattu 19. joulukuuta 2023]. Saatavissa: https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/construction/construction-products-regulation-cpr/declaration-performance-and-ce-marking_en

Energiakorjaus: Tekninen kortti 4, pientalot: Ikkunakorjaus. Oulun rakennusvalvonta; 2014.

Erfaringsrapport ombruk: Kristian Augusts gate 13. Entra ASA; 2021.

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) N:o 305/2011, annettu 9 päivänä maaliskuuta 2011, rakennustuotteiden kaupan pitämistä koskevien ehtojen yhdenmukaistamisesta ja neuvoston direktiivin 89/106/ETY kumoamisesta. 305/2011 heinä 1, 2013. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A02011R0305-20210716>

EUROPA: the beating heart of Europe. 2020 [viitattu 17. kesäkuuta 2023]. Saatavissa: <https://www.consilium.europa.eu/en/europa-building-story/>

Geerts G, Ghyoot M, Naval S, Godon B, Topalov H, Billet M, ym. Reuse toolkit procurement strategies: Integrating reuse in large-scale projects and public procurements. Interreg FCRBE; 2021.

Genbyg.dk. Vinduesvæg med dør, lavet af genbrugsmaterialer [Internet]. Genbyg.DK Bloggen. 2015 [viitattu 17. heinäkuuta 2023]. Saatavissa: <https://blog.genbyg.dk/2015/07/15/specialdesignet-vinduesvaeg-med-doer/>

Genbyg.dk. Franske fornemmelser på Værnedamsvej [Internet]. Genbyg.DK Bloggen. 2016a. Saatavissa: <https://blog.genbyg.dk/2016/06/27/franske-fornemmelser-paa-vaernedamsvej/>

Genbyg.dk. Restaurant Cofoco – Hygge og storby i skøn forening [Internet]. Genbyg.DK Bloggen. 2016b [viitattu 15. joulukuuta 2013]. Saatavissa: <https://blog.genbyg.dk/2016/07/12/restaurant-cofoco-hygge-og-storby-i-skoenforening/>

Genbyg.dk. Scarpetta – Et miks af nyt og brugt skaber trattoria stemning på Nørrebro [Internet]. Genbyg.DK Bloggen. 2016c [viitattu 15. joulukuuta 2013]. Saatavissa: <https://blog.genbyg.dk/2016/07/05/scarpetta-et-miks-af-nyt-og-brugt-skaber-trattoria-stemning-paa-noerrebro/>

Global Holcim Awards 2021: New again and again Extending the Cycle in Switzerland. Holcim Awards 6th Reg Glob Compet Proj Vis. 2021;2020/2021:12–21.

Haila K, Salminen V, Kiiskinen J, Roiha U, Leppänen R, Kiemunki J. Kiertoalouden strategisen ohjelman arviointi. Valtioneuvosto; 2023. (Valtioneuvoston julkaisuja). Report No.: 2023:32.

Haukijärvi M. Juko - ohjeistokansio julkisivukorjaushankkeen läpiviemiseksi: Korjaustapakuvaukset: Ikkunarakenteet, yleiskuvaukset. Julkisivuyhdistys ry; 2005a.

Haukijärvi M. Juko - ohjeistokansio julkisivukorjaushankkeen läpiviemiseksi: Korjaustapakuvaukset: Ikkunoiden kunnossapitokorjaukset - suunnitteluohjeet. Julkisivuyhdistys ry; 2005b.

Haukijärvi M. Juko - ohjeistokansio julkisivukorjaushankkeen läpiviemiseksi: Korjaustarpeen selvittäminen ja kuntotutkimukset. Julkisivuyhdistys ry; 2005c.

Hemmilä K, Heimonen I. Suomalaisten ikkunoiden kestävyys. VTT Rakennus- ja yhdyskuntateknikka; 2005. (VTT tiedotteita). Report No.: 2285.

Hemmilä K, Saarni R. Ikkunaremontti. 1. Helsinki: Rakennustieto Oy; 2002.

Hiroshi Nakamura & NAP. Kamikatsu Zero Waste Center [Internet]. Hiroshi Nakamura & NAP. 2020 [viitattu 23. toukokuuta 2023]. Saatavissa: <https://www.nakam.info/en/works/kamikatsu0/>

Huusko M. Aurinkosuojaus voi leikata jäähdytysenergian kulutusta. Rakennuslehti [Internet]. 14. kesäkuuta 2018 [viitattu 15. joulukuuta 2023]; Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/2018/06/aurinkosuojaus-voi-leikata-jaahdytysenergian-kulutusta/>

Jokelainen J. Vanhan puuikkunan energiakunnostus. Seinäjoen ammattikorkeakoulu; 2014. (Seinäjoen ammattikorkeakoulun julkaisusarja A).

Jätelaki. 646/2011 touko 1, 2012. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=j%C3%A4telaki>

Kauppi S, Bachér J, Laitinen S, Kiviranta H, Suomalainen K, Turunen T, ym. Kestävä ja turvallinen kiertotalous: Selvitys POP-yhdisteiden ja SVHC-aineiden hallinnasta kiertotaloudessa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta; 2019. (Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja). Report No.: 2019:58.

Kiertotalouden sääntely ohjaa resurssitehokkuutta. www.kiertotaloussuomi.fi. n.d. [viitattu 10. elokuuta 2023]. Saatavissa: <https://kiertotaloussuomi.fi/tieto/ohjauskeinot/>

Koivisto K, Kuhanen I, Kainulainen S. Lasitutkimuksia XVII - Glass research XVII: Läpi näkyy ja lämpimän pitää. 1. Riihimäki: Suomen Lasimuseo; 2007.

Koponen A. Ikkunaselvityksen läpikäynti. 2023a.

Koponen A. Jättestatus kannanotto. Helsingin kiertotalousklusteri; 2023b.

Korjauskortisto: Ikkunoiden korjaus. Museovirasto; 2000.

Kuenen J, van der Most P, Rentz O, Nunge S, Trozzi C, Pulles T, ym. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023: 2.A.3 Glass production. European Environment Agency; 2023. Report No.: 06/2023.

Laki eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä. 954/2012 heinä 1, 2013. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/smur/2012/20120954>

Lasifakta 2021. NSG Group; 2021.

Lendager Group. Resource Rows [Internet]. Lendager Group. n.d. [viitattu 4. kesäkuuta 2023a]. Saatavissa: <https://lendager.com/project/resource-rows/>

Lendager Group. Upcycle Studios [Internet]. Lendager Group. n.d. [viitattu 4. kesäkuuta 2023b]. Saatavissa: <https://lendager.com/project/upcycle-studios/>

Levinen R. Valtioneuvoston asetus jätteistä 978/2021: asetuksen perustelumuis-tio [Internet]. Ympäristöministeriö; 2021. Saatavissa: https://ym.fi/documents/1410903/38678498/Perustelumuis-tio_VNAt_j%C3%A4tteet_YSA_PCB_SOVA.pdf/0b83ccf1-de32-b278-98f4-ac5b3236d19b/Perustelumuis-tio_VNAt_j%C3%A4tteet_YSA_PCB_SOVA.pdf?t=1656394101682

LVI 30-10141 Ilmanvaihto tuloilmaikkunan kautta. Rakennustietosäätiö RTS sr; 1989.

Lättilä H. Entisen Tullihallituksen talon muutos toimistotiloiksi valmistuu keväällä – ”Koska ratikka- ja bussiliikenne ei saa häiriintyä, näitä työvaiheita tehtiin yöllä”. Rakennuslehti [Internet]. 7. joulukuuta 2020 [viitattu 19. joulukuuta 2023]; Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/2020/12/entinen-tullihallituksen-talo-muuntuu-toimistotiloiksi-koska-ratikka-ja-bussiliikenne-ei-saa-hairiintya-naita-tyovaiheita-tehtiin-yolla/>

Maankäyttö- ja rakennuslaki (Alueidenkäyttölaki). 132/1999 tammi 1, 2000. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/smur/1999/19990132>

Mad Arkitekter. Kristian August gate 13 [Internet]. Mad Arkitekter. n.d. [viitattu 4. kesäkuuta 2023]. Saatavissa: <https://mad.no/prosjekter/kristian-august-gate-13>

Martinkauppi K. Rakennustuotteiden CE-merkinnästä tulee pakollista 2013. Ympäristöministeriö: Fakta Rakennetusta Ympäristöstä. 1. tammikuuta 2012; 2012(1).

Martinkauppi K. Rakentamislakiesitys lisää työkaluja ilmastonmuutoksen torjuntaan, tukee rakennusten pitkäikäisyyttä ja turvaa kulttuuriympäristöjä [Internet]. Maankäyttö- ja rakentamislaki uudistuu, blogi. 2022 [viitattu 19. joulukuuta 2023]. Saatavissa: <https://mrluudistus.fi/2022/09/rakentamislakiesitys-lisaa-tyokaluja-ilmastonmuutoksen-torjuntaan-tukee-rakennusten-pitkaikaisyytta-ja-turvaa-kulttuuriymparistoja/>

MEMO/10/257 CE marking – what does it really mean? Euroopan komissio; 2010 [viitattu 15. joulukuuta 2023]. Saatavissa: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fi/MEMO_10_257

Mikkola J, Böök N. Ikkunakirja: perinteisen puuikkunan kunnostaminen. 2. Helsinki: Moreeni; 2016.

Naval S. Product or waste? Criteria for reuse. Interreg FCRBE; 2021. (FutuREuse).

Neuvonen P, Malinen M. Kerrostalot 1880-1940. 2. Helsinki: Rakennustieto Oy; 2019.

Poncelet F, Nasserredine M. Evaluating the technical performance of reclaimed building. Interreg FCRBE; 2021. (FutuREuse).

R1099-M2 Ikkunoiden tiivistäminen. Rakennustietosäätiö RTS sr; 1981.

Rakennustietosäätiö. KH 90-00156 Asuinrakennuksen puurakenteisten ikkunoiden kuntoarvio. Rakennustietosäätiö RTS sr; 1992.

Rakennustuoteteollisuus pitää ikkunoiden huurtumista normaalina. Rakennuslehti [Internet]. 21. marraskuuta 2013 [viitattu 15. joulukuuta 2023]; Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/2013/11/rakennustuoteteollisuus-pitaa-ikkunoiden-huurtumista-normaalina/>

Rakennustuoteteollisuus RTT ry. hEN Helpdesk [Internet]. henhelpdesk.fi. n.d. Saatavissa: <https://www.henhelpdesk.fi/>

Rakennustuotteet. ym.fi. n.d. [viitattu 10. elokuuta 2023]. Saatavissa: <https://ym.fi/rakennustuotteet>

Ratu F32-0212 Ikkunan tiivistäminen, tilkinnän korjaus sekä lisäpuitteiden asennus. Menetelmät. Rakennustieto Oy; 2000.

Ratu F32-0349 Puuikkunoiden kunnostaminen ja maalauskorjaus. Rakennustietosäätiö RTS sr; 2009.

RatuTT 9.13 Haitta-ainespitoisten rakennusaineiden ja tarvikkeiden markkinoillaoloaikoja. Rakennustieto Oy; 2014.

RT 38-10901 Rakennuslasi, tasolasit. Rakennustietosäätiö RTS sr; 2007.

RT 41-10208 Puuikkunan lasitus umpiolasilla. Rakennustietosäätiö RTS sr; 1983.

RT 41-10434 PUUIKKUNAN LASITUS YKSINKERTAISELLA LASILEVYLLÄ. Rakennustietosäätiö RTS sr; 1990.

RT 41-10726 Puuikkunat Korjausrakentaminen. Rakennustietosäätiö RTS sr; 2000.

RT 80-11202 Rakennuksen suojaPELLITYKSET. Rakennustietosäätiö RTS sr; 2016.

RT 422.2 Aukipidin, sormituulihaka 1:1. Suomen Arkkitehtiliitto; 1943.

RT 860.71 Ikkunapuitteen nurkkaliitos. Suomen arkkitehtiliitto; 1955.

RT 863.1 Suljin, kääntö-. Suomen Arkkitehtiliitto; 1943.

RT 863.2 Suljin, kirvessäppi. Suomen Arkkitehtiliitto; 1943.

RT 103241 Puu- ja puualumiini-ikkunat: Ominaisuudet ja laatuvaatimukset, asennus, huolto ja kunnossapito. Rakennustietosäätiö RTS sr; 2020.

RT 103501 Haitalliset aineet rakennuksissa, tutkijan ohje. Rakennustietosäätiö RTS sr; 2022.

RT 103528 Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot. Rakennustietosäätiö RTS sr; 2023.

Safetyset Oy. Suojakalvot takuu- hoito-ohje 2016 [Internet]. Safetyset Oy; 2016. Saatavissa: <https://www.safetyset.fi/dokumentit/turvakalvot/tekniset-tiedot-ohjeet-takuutodistukset-1/30-suojakalvot-takuu-hoito-ohje-2016/file>

Safetyset Oy. Auringonsuojakalvot [Internet]. www.safetyset.fi. n.d. [viitattu 19. joulukuuta 2023a]. Saatavissa: <https://www.safetyset.fi/auringonsuojakalvot/>

Safetyset Oy. Turvakalvot [Internet]. www.safetyset.fi. n.d. [viitattu 19. joulukuuta 2023b]. Saatavissa: <https://www.safetyset.fi/turvakalvot/>

Seilskjær E. Reuse potential of old windows. 2023.

SFS 7031:2022 Ikkunoihin sekä sisäänkäyntioviin kohdistuvat kansalliset vaatimukset ja suoritustasojen arviointi. Suomen standardisoimisliitto; 2022.

SFS-EN 14351-1:2006 + A2:2016 Ikkunat ja ovet. Tuotestandardi, toiminnalliset ominaisuudet. Osa 1: Ikkunat ja sisäänkäyntiovet. Suomen standardisoimisliitto; 2017.

Smeyers T, Deweerdt M, Mertens M. Reuse Toolkit: The Reclamation Audit. Interreg FCRBE; 2021. (FutuREuse).

Tyypillisiä olemassa olevien vanhojen rakennusten alkuperäisiä suunnitteluarvoja. Ympäristöministeriö; 2018.

Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta, Ympäristöministeriö. Rakennustuotteiden uudelleenkäyttö on Suomessa mahdollista rakennuspaikkakohtaista varmentamista käyttäen [Internet]. Ympäristöministeriö; 2022 [viitattu 14. kesäkuuta 2023]. Saatavissa: <https://ym.fi/-/rakennustuotteiden-uudelleenkaytto-on-suomessa-mahdollista-rakennuspaikkakohtaista-varmentamista-kayttaen>

Vara L. Materiaaleista parhain on olemassa oleva [Internet]. Rakennuslehti blogi. 2023 [viitattu 15. joulukuuta 2023]. Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/blogit/materiaaleista-parhain-on-olemassa-oleva/>

VTT Rakennuslaboratorio. KH 94-00053 Puuikkunoiden kunnossapito. Rakennustietosäätiö RTS sr; 1984.

VTT Rakennuslaboratorio. R1124M LISÄLASIN ASENTAMINEN JA TILKINNÄN KORJAUS. Rakennustietosäätiö RTS sr; 1989.

VTT Rakennustuotantolaboratorio. KH 94-00162 Ikkunoiden tiivistäminen. Rakennustietosäätiö RTS sr; 1992.

Willenius D. "Olemassa oleva rakennuskanta pitäisi jatkossa nähdä materiaali-pankkina" – kiertotalousajattelu ottaa koko ajan uusia askelia, mutta matka on pitkä. Rakennuslehti [Internet]. 21. huhtikuuta 2022 [viitattu 20. joulukuuta 2023];

Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/2022/04/olemassa-oleva-rakennuskanta-pitaisi-jatkossa-nahda-materiaalipankkina-kiertotalousajattelu-ottaa-kokojan-uusia-askelia-mutta-matka-on-pitka/>

Ympäristöministeriö. Jätesäädöspaketti [Internet]. www.ymp.fi. n.d. [viitattu 19. joulukuuta 2023]. Saatavissa: <https://ymp.fi/jatesaadospaketti>

Ympäristöministeriö, Työ- ja elikeinoministeriö. Valtioneuvoston periaatepäätös kierrätystalouden strategisesta ohjelmasta. Valtioneuvosto; 2021.

Ympäristöministeriön asetus asuin-, majoitus- ja työtiloista. 1008/2017 tammi 1, 2018. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171008>

Ympäristöministeriön asetus eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä. 555/2013 heinä 17, 2013. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/smur/2013/20130555>

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 4/13 kesä 1, 2013a. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/700001/40799>

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 4/13 helmi 27, 2013b.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen käyttöturvallisuudesta. 1007/2017 tammi 1, 2018. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171007>

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen lämmöneristyksestä. C3 SUOMEN RAKENTAMISMÄÄRÄYSKOKOELMA. Osa MÄÄRÄYKSET 2003 2003.

Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. 848/2017 tammi 1, 2018. Saatavissa: <https://finlex.fi/fi/laki/smur/2017/20170848>

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta. 1010/2017, 1010/2017 tammi 1, 2018. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171010#Lidm46434449660096>

Zhu Y, Tähtinen K. Rakennusosien uudelleenkäytön edellytykset Suomessa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta; 2022.

Zinneke - Feder Masui4ever. www.rotordb.org. [viitattu 4. kesäkuuta 2023]. Saatavissa: <https://www.rotordb.org/en/projects/zinneke-feder-masui4ever>

LIITTEET

Liite 1. Esimerkki ikkunaliuskasta

Kohde _____ pvm _____

 Ikkunan tunniste _____ Ikkunatyyppi _____

Ympäristö W N E S _____

Pintakäsittely **A**

A _____

A _____

A _____

Puuosat **B**

B _____

B _____

B _____

Lasitus **C**

C _____

C _____

C _____

Tiivisteet **D** D _____

Tilkeväli **E** E _____

Heloitus **F** F _____

Vesipellitys **G** G _____

Ikkunan käynti **H** H _____

