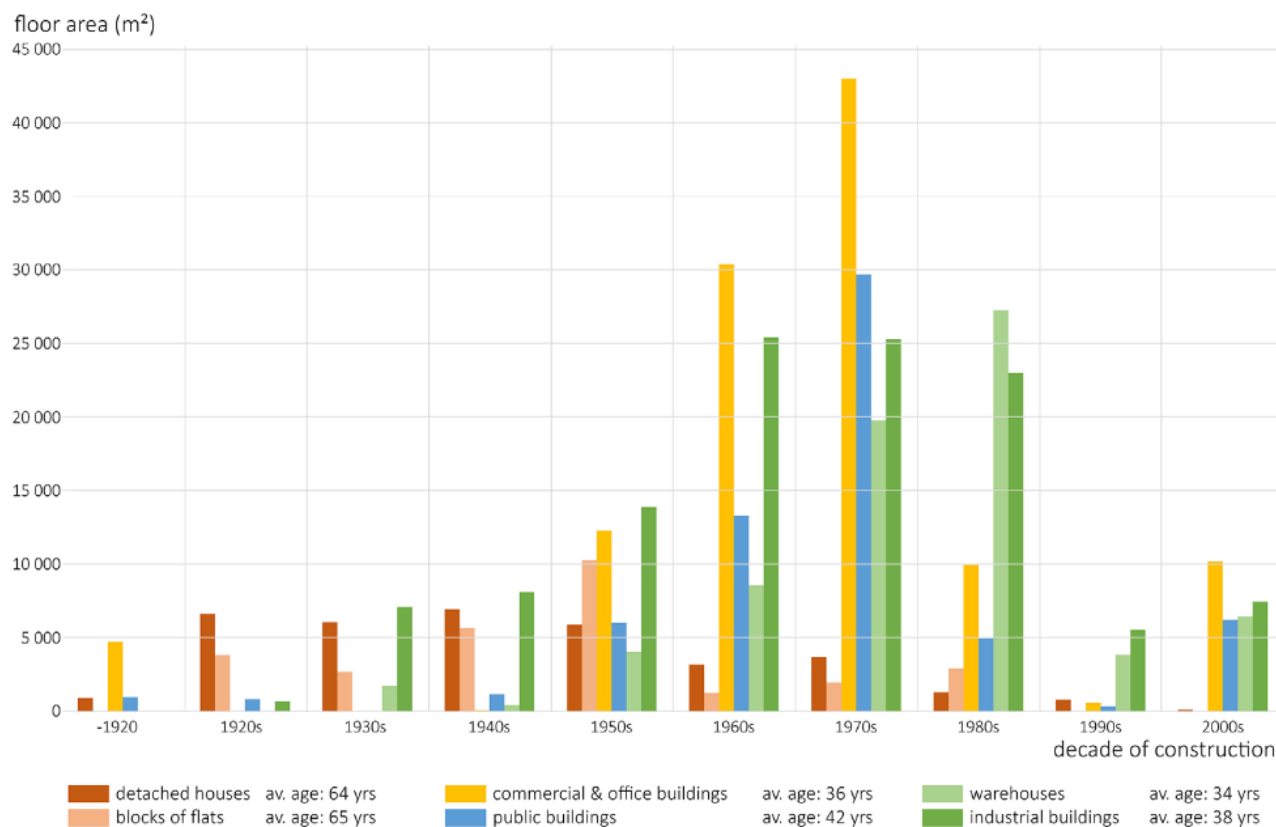


Purkaa vai korjata?

Tarkasteluja hiilijalanjäljen näkökulmasta

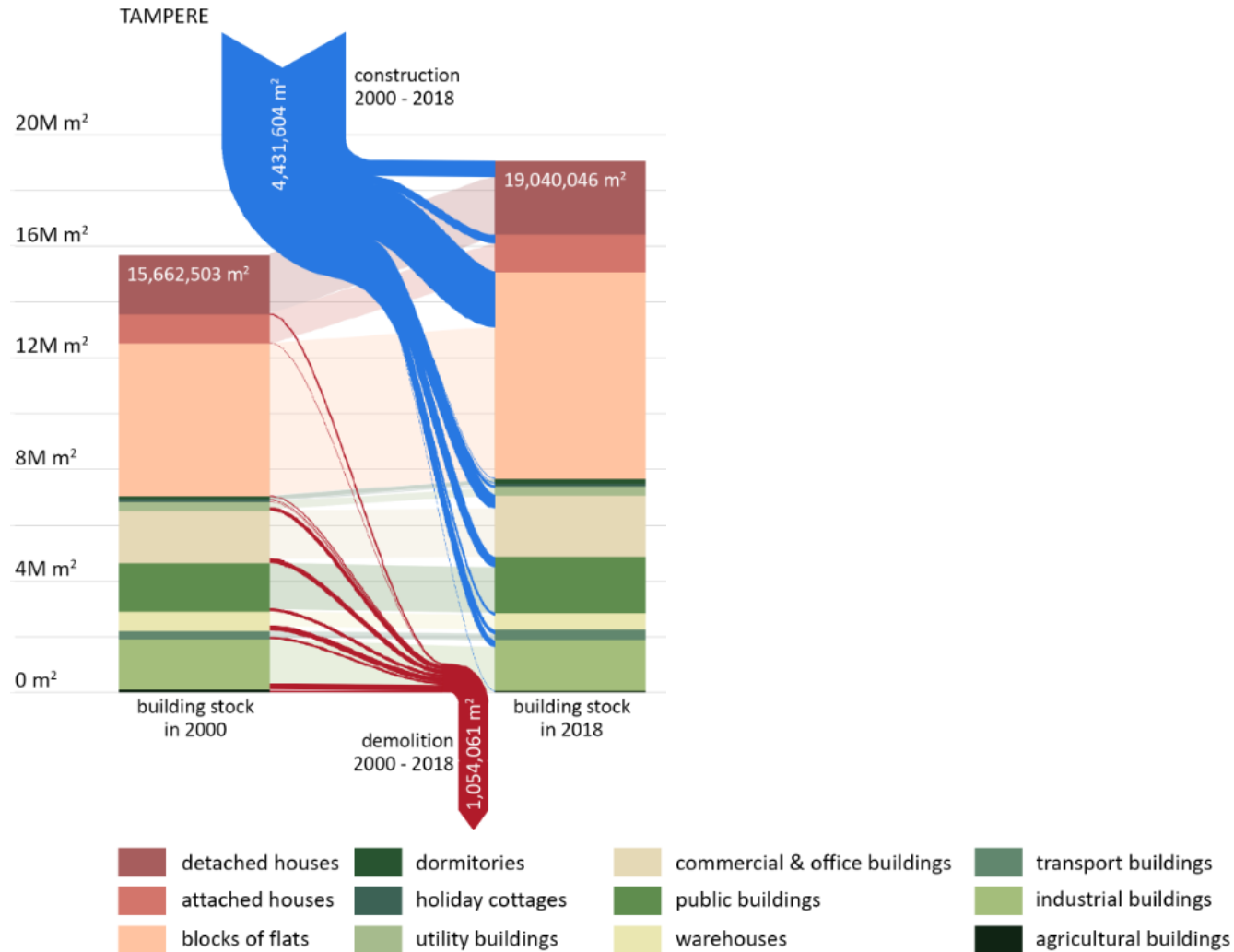
VARELY, alueidenkäytön ajankohtaispäivä
24.9.2025

Malin Moisio
arkkitehti, väitöskirjatutkija
Tampereen yliopisto



Vuosina 2000-2018 Tampereella purettiin yhteensä 3100 rakennusta (n. 1 Mm²)
Purettujen rakennusten keski-ikä oli 50 vuotta.
Purettujen toimistotalojen keski-ikä oli 36 vuotta.

Huuhka, S., Kolkwitz, M., 2021. Stocks and flows of buildings: Analysis of existing, demolished, and constructed buildings in Tampere, Finland, 2000–2018. *J of Industrial Ecology* 25, 948–960. <https://doi.org/10.1111/jiec.13107>



Vuoteen 2023 mennessä rakennuskanta kasvoi 1,2 Mm2

Kolkwitz, M., & Huuhka, S. (2024). Material flows from buildings: A comparison of patterns in two Finnish cities. *Architectural Research in Finland*, 8(1), 390–419. <https://doi.org/10.37457/arf.146884>

Mitkä ovat vaihtoehtojen hiilijalanjälkivaikutukset?



seppo.net

Kuva: seppo.net, käyttö luentoaineistossa tekijän luvalla

Tutkimus on tehty Tampereen yliopistolla,
osana kansainvälistä Circuit –tutkimushanketta
Työryhmä:

Professori Satu Huuhka (arkkitehtuuri)

Arkkitehti Malin Moisio (arkkitehtuuri)

DI Emmi Salmio (rakennustekniikka)

TkT Tapio Kaasalainen (arkkitehtuuri)

Dosentti Jukka Lahdensivu (rakennustekniikka)

DI Aapo Räsänen (rakennustekniikka)

Case kohteet



1. 70-luvun kerrostalo, korotus vs. uudisrakentaminen



2. 50-luvun koulu, korjaustavat vs. uudisrakentaminen



3. 90-luvun toimistorakennus, käyttötarkoituksen muutos vs. uudisrakentaminen

Case kohde 2, 50-luvun koulu

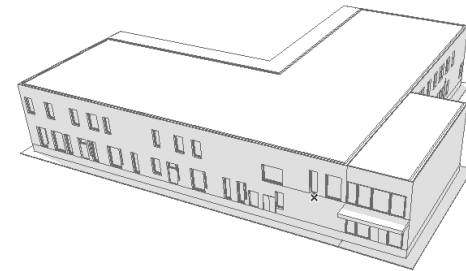
Korjausskenaariot vs. purkava uudisrakentaminen

V1



1. Viivästetty korjaus
2. Peruskorjaus
3. Energiakorjaus
4. Laaja energiakorjaus

V2



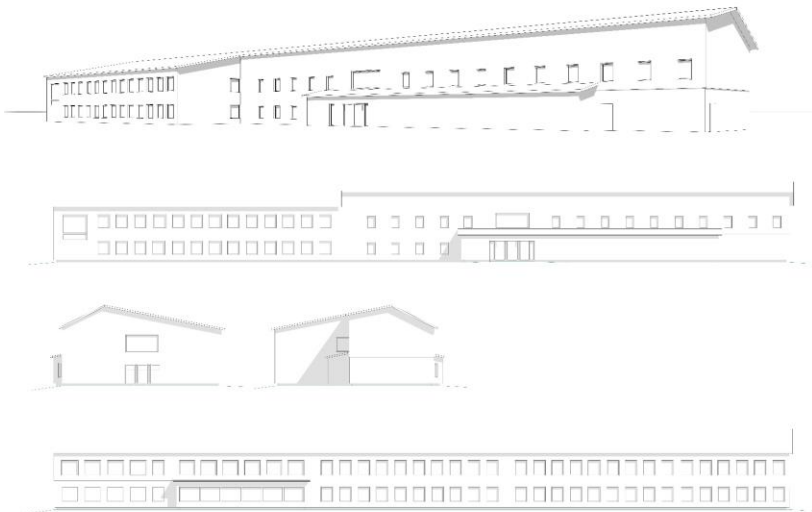
1. Uusi betonikoulu
2. Uusi puukoulu

Korjattava rakennus



Korson koulu, Vantaa

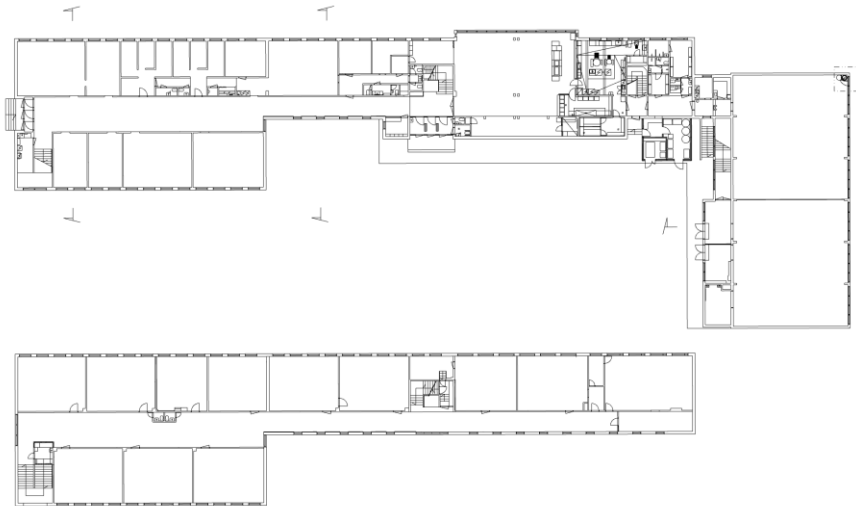
- Tyypillinen 1950-luvun koulurakennus
- Kaksi kerrosta, sivu-/keskikäytäväratkaisu
- Laskentaversioon koko on säädetty vastaamaan Purkuko-tutkimushankkeessa laskettua Heteniityn koulua
- Laskentaversiosta jätetty pois liikuntasalisiipi
- Laskentaversioon lisätty kellarirakenteita jotka tyypillisiä tämän ajan koululle
- Lämmitetty nettoala 2412 m²
- Case-kohteesta muodostettu neljä korjausskenaariota



Korson koulu, tyypillinen 1950-luvun koulu

Kuva: Kimmo Nekkula

Korjattava rakennus



Korson koulu, Vantaa

- Runko betonia ja kevytsoraharkkoa, julkisivu rapattu
- Yläpohjassa puukattotuolit, palopermanto betonia, lastuvillaeriste ja ylälaattapalkisto, vesikatto peltiä
- Välipohjassa ylälaattapalkisto, lastuvillaeriste, muovimatto
- Maata vasten olevissa seinissä KAHL-muuraus ja betonirunko
- Alapohjassa maanvarainen betoninen kaksoislaatta bitumieristeellä
- Ikkunat kaksilasiset alkuperäiset puuikkunat, ovet alkuperäiset puuovet
- Kaukolämpö, koneellinen poistoilmanvaihto

Korjaustavat 1-2

1. Viivästetty korjaus

- Rakennukselle tehdään alkuun vain kevyt korjaus
- Julkisivurappauksesta korjataan vaurioituneet osat (syöksytorvien takaa)
- Vesikatosta korjataan vaurioituneet osat (laajuus 10 %)
- Alapohja, yläpohja, välipohja ja ulkoseinät tiivistetään
- Alapohjan ja välipohjan pinnat modernisoidaan
- Märkätilat uusitaan
- Ikkunat ja ovet kunnostetaan ja tiivistetään
- IV puhaltimet uusitaan ja tasapainotetaan, kaukolämpökeskus uusitaan
- Rakennukselle tehdään 15 vuoden kohdalla kattava peruskorjaus. Toimenpiteet kuten vaihtoehdossa 2. peruskorjaus

2. Peruskorjaus

- Julkisivurappaus uusitaan kokonaan
- Vesikatto uusitaan kokonaan
- Yläpohjaan lisätään eristystä (300 mm)
- Välipohjaan lisätään ääneneristys
- Maata vasten oleviin seiniin lisätään ulkopuolinen lämmön- ja vedeneristys
- Maanvarainen laatta puretaan ja uusitaan alapuolisella lämpöeristyksellä
- Märkätilat uusitaan, keittiön pinnat uusitaan
- Ikkunat ja ovet uusitaan
- Talotekniikka uusitaan, koneellinen tulo- poistoilmanvaihto LTO:lla (55 %)
- Lisätään hissi

Korjaustavat 3-4

3. Energiakorjaus

- Julkisivurappaus uusitaan
- Yläpohja puretaan ja kattorakenteet uusitaan. Mineraalivillaeriste 500 mm, lisätään palo-osastoivia seiniä
- Vesikatto vaihdetaan bitumikermikatteeksi
- Välipohjaan lisätään ääneneristys
- Maata vasten olevien seinien KAHl -muuraus puretaan, ulkopuolinen lisäeristys (EPS 150 mm) ja vesieristys
- Maanvarainen laatta puretaan ja uusitaan alapuolisella lämpöeristyksellä
- Märkätilat uusitaan, keittiön pinnat uusitaan
- Ikkunat ja ovet vaihdetaan erittäin energiatehokkaisiin
- Talotekniikka uusitaan, energiatehokas tulo-poistoilmanvaihto LTO:lla (70 %)
- Lisätään hissi

4. Laaja energiakorjaus

- Kuten 3. energiakorjaus mutta julkisivut lisäeristetään (EPS 50 mm)
- Julkisivurappaus uusitaan eristeen päälle

Uudisrakennukset



Tesoman koulu, tyypillinen 2010-luvun koulu

Kuva: Malin Moisio

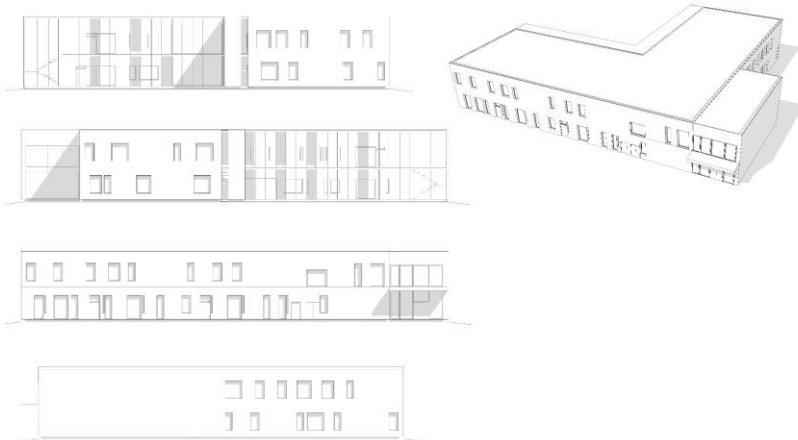
Tesoman koulu, Tampere

- Tyypillinen 2010-luvun koulurakennus
- Betonielementtirakennus
- Kaksi kerrosta, keskikäytäväratkaisu

Laskentaversiot

- Uudisrakennus 1, betonikoulu
- Uudisrakennus 2, puukoulu
- Geometria perustuu Tesoman kouluun, laskentaan on otettu yksi L-mallinen siipi
- Lämmitetty nettoala on säädetty vastaamaan korjattavaa koulua, 2412 m²

Uudisrakennukset, rakenteet



Uudisrakennus 1, betonikoulu

- Rakenteet Tesoman koulun rakennetyyppejä
- Betonielementtirunko, kantavat betoniseinät, pilarit ja palkit
- Mineraalivillaaeriste
- Julkisivut tiililaattaa, maalattua betonia, teräsritilää, alumiinia ja lasia
- Vesikatto bitumikermikate
- Yläpohjassa ontelolaatta ja puukattotuolit
- Välipohjassa ontelolaatasto

Uudisrakennus 2, puukoulu

- Rakenteet toteutettujen CLT (Cross Laminated Timber) kohteiden rakennetyyppejä
- CLT-runko, liimapuupalkit ja pilarit, jäykistäviä betoniseiniä
- Julkisivut puuta, teräsritilää, alumiinia ja lasia
- Vesikatto bitumikermikate
- Yläpohjassa liimapuurakenne, puukuitueriste
- Välipohjassa CLT

Molemmissa

- Ikkunat kolmilasiset puu-alumiini-ikkunat
- Kaukolämpö, koneellinen tulo-poistoilmanvaihto LTO:lla (55%)

Laskenta

Energialaskenta:

- Energiankulutus on laskettu IDA ICE energiasimulointiohjelmalla
- Laskenta tehty asetuksen 1010/ 2017 mukaisella vakioidulla käytöllä
- Lähtöarvoissa tukeuduttu asetuksen mukaisin vertailuarvoihin
- Laskennan lähtöarvot on esitetty Taulukossa 1

Hiilijalanjäljen laskenta:

- Rakennukset ja korjausskenaariot on mallinnettu ArchiCAD ohjelmalla josta saatu materiaalmäärät uusille materiaaleille
- Hiilijalanjälki on laskettu One Click LCA ohjelmalla
- Tarkastelujaksona on käytetty 50 vuotta YM:n menetelmän mukaan
- Laskennassa on käytetty YM:n menetelmän mukaista rajausta ilman aluerakenteita
- Laskennassa on käytetty pääsääntöisesti CO₂ –data tietokannan päästötietoja (SYKE)
- Betonille käytetty vähäpäästöisempää versiota, jossa sementissä 10% kierrätettyjä ainesosia ilman CO₂ –data tietokannan kertoimia
- Uudisrakennusten laskentaan on lisätty olemassa oleva koulun purkamisesta aiheutuneet päästöt

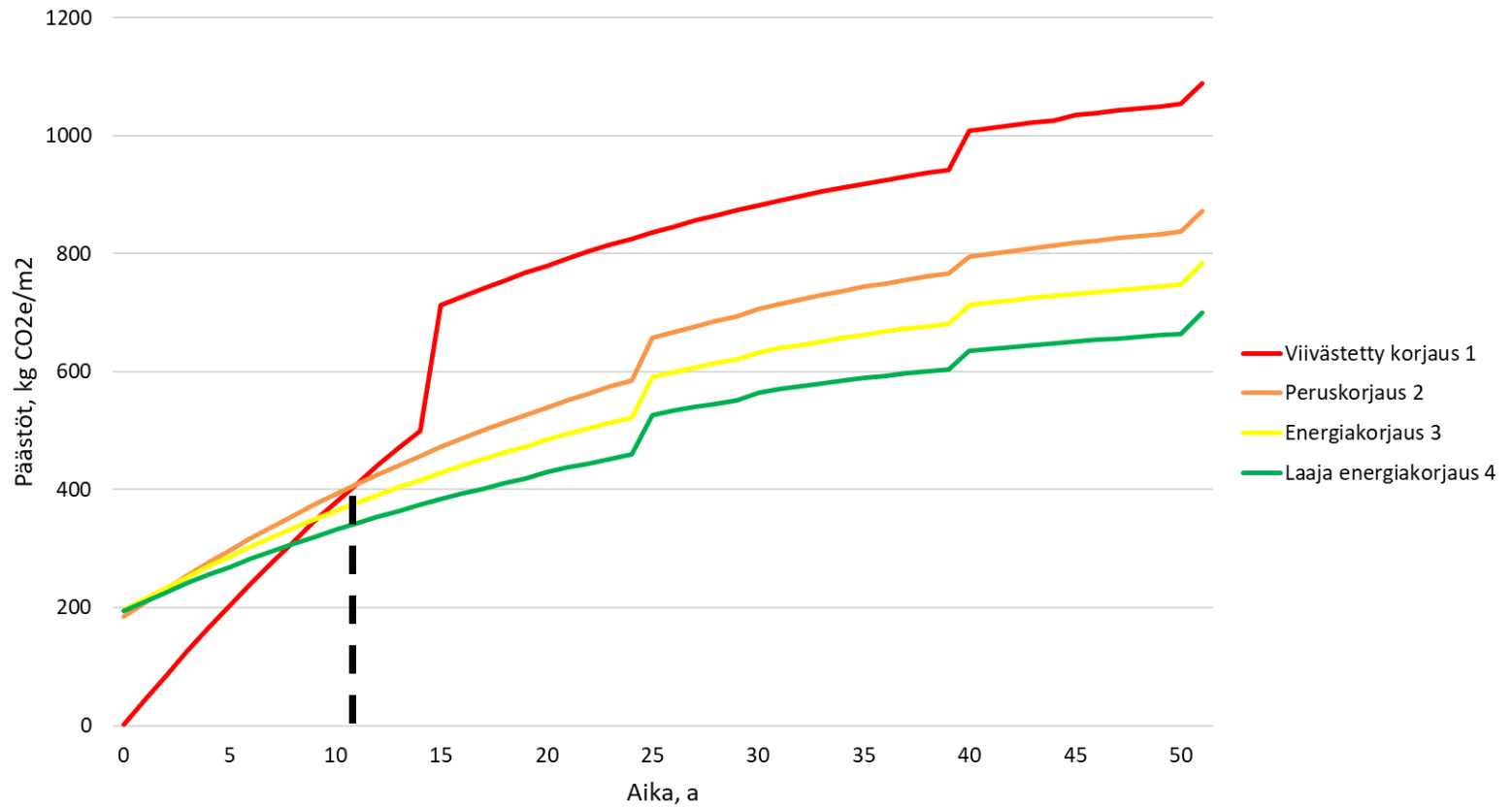
Energialaskennan lähtötiedot

Taulukko 1

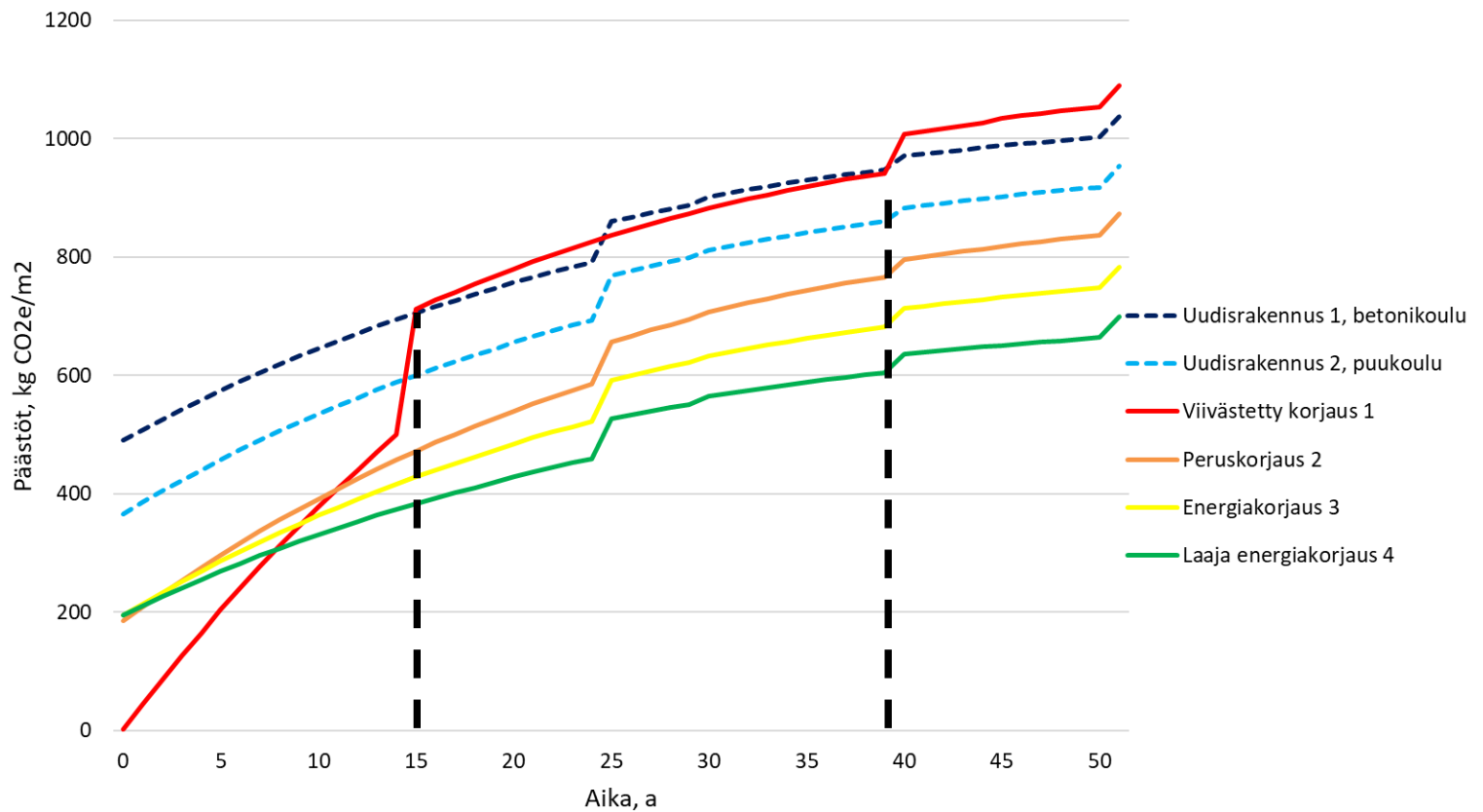
Energialaskennan lähtötiedot	Yksikkö	Viivästetty korjaus 1	Peruskorjaus 2	Energiakorjaus 3	Laaja energiakorjaus 4	Betonikoulu*, uudisrakennus 1	Puukoulu*, uudisrakennus 2
U-arvot							
Ulkoseinä 1	W/(m²K)	0,996	0,996	0,996	0,439	0,19	0,39
Ulkoseinä 2	W/(m²K)	0,43	0,16	0,23	0,23	0,17	0,17
Yläpohja	W/(m²K)	0,27	0,10	0,07	0,07	0,09	0,10
Alapohja maan lämpövuodon kanssa	W/(m²K)	0,41	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14
Ovet	W/(m²K)	1,8	0,8	0,6	0,6	1,0	1,0
Ikkunat	W/(m²K)	2,8	0,8	0,6	0,6	1,0	1,0
Ilmatiiveys							
Ilmanvuotoluku (q50)	m³/(h m²)	2,0	2,0	1,0	2,0	2,0	2,0
Ikkunoiden ominaisuudet							
Lasin U-arvo	W/(m²K)	2,90	0,67	0,45	0,45	0,90	0,90
Karmiosan U-arvo	W/(m²K)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Umpiosan osuus ikkunasta		0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Ikkunoiden g-arvo		0,76	0,54	0,32	0,54	0,54	0,54
Laitteet, IV							
IV-järjestelmän kokonaisvuosihyötysuhde	%	-	55	70	70	55	55
Jäteilman lämpötila mitoitustilanteessa	°C	-	18	18	18	18	18
Ominais sähköteho, SFP-luku	kW/m²/s	0,90	1,8	2	2	2	2
Tuloilman lämpötilan asetusarvo	°C	-	3	3	3	3	3
Vakioidun käytön mukainen poistoilmavirta	dm³/(s m²)	-	3	3	3	3	3
Lämmitysmuoto		Kaukolämpö	Kaukolämpö	Kaukolämpö	Kaukolämpö	Kaukolämpö	Kaukolämpö

Tulokset

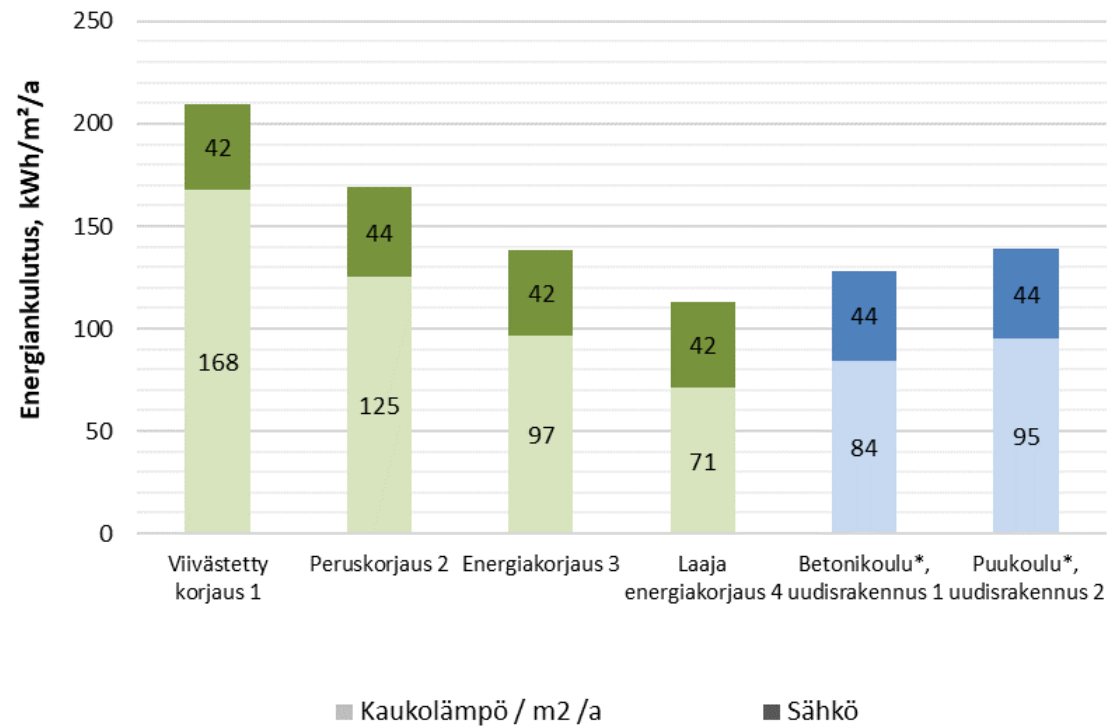
Tulokset 1, korjausskenaariot keskenään



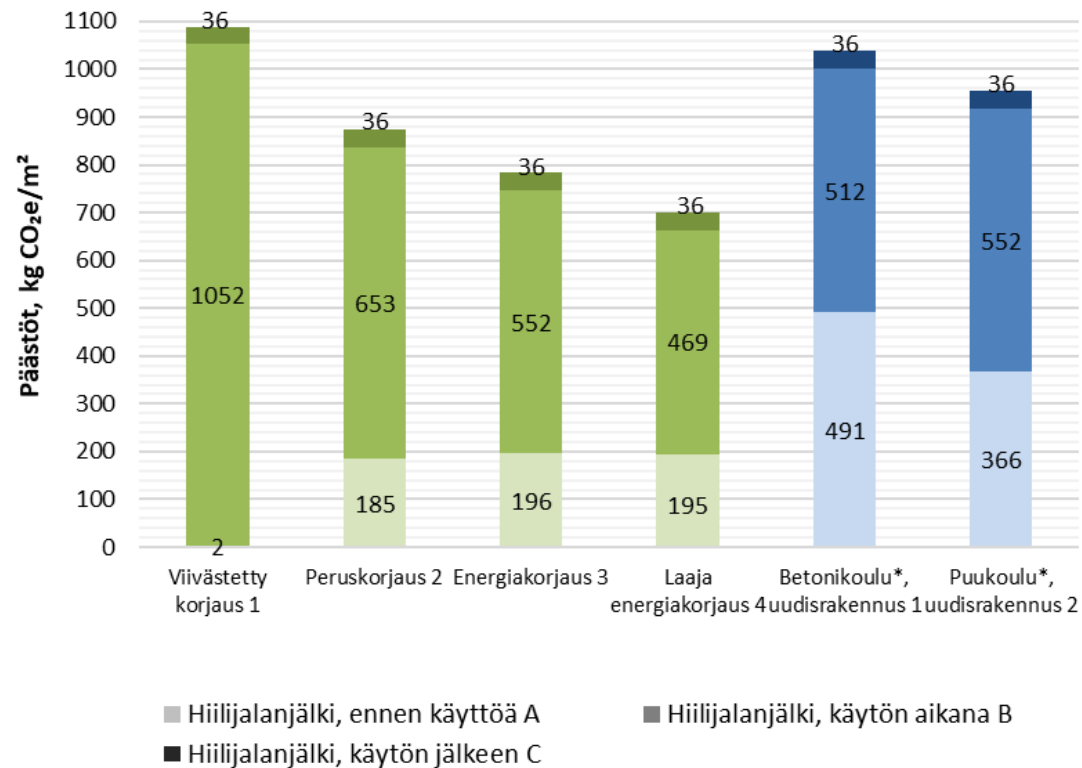
Tulokset 1, korjausskenaariot keskenään



Yhteenveto, energiankulutus

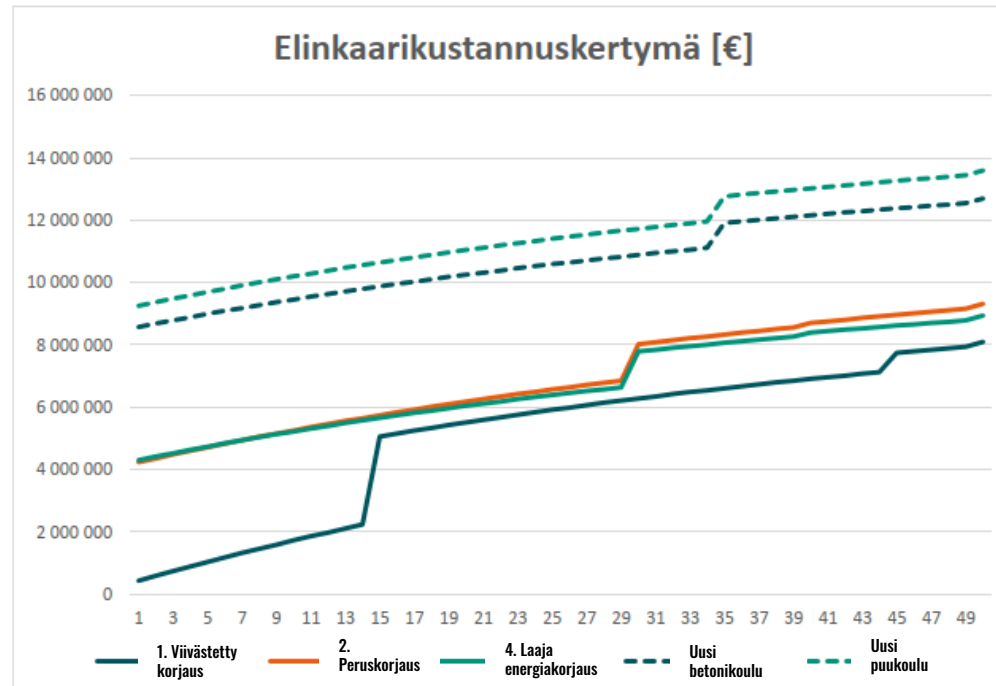


Yhteenveto, hiilijalanjälki



* Vaihe A sisältää vanhan rakennuksen purkamisista aiheutuneet päästöt

Yhteenveto, elinkaarikustannukset



Lähde: FCG Finnish Consulting group (2022). Vantaa- Korson koulu.
Kojaustasot, kustannuslaksenta ja elinkaarikustannukset. 28.9.2022

Kirjallisuuskatsaus

Author(s)	Year	Country	Scope	Original building type	Method	Conclusion, more climate friendly alternative		Conclusion, lower cost alternative	
						Replacement	Refurbish- ment	Replacement	Refurbish- ment
Erlandsson & Levin	2004	Sweden	Refurbishment	Blocks of flats	LCA		x	n/a	n/a
Power	2008	UK	Refurbishment	Blocks of flats	LCA		x	n/a	n/a
Dong et al.	2005	Canada	Refurbishment	Detached houses	LCA	x		n/a	n/a
Heinonen et al.	2011	Finland	Refurbishment	Blocks of flats	LCA		x	n/a	n/a
Säynäjoki et al.	2012	Finland	Refurbishment	Detached houses	LCA		x	n/a	n/a
Horváth & Szalay	2012	Hungary	Refurbishment	Blocks of flats	LCA		x	n/a	n/a
Meijer & Kara	2012	The Netherlands	Refurbishment	Blocks of flats	LCA	x	x	n/a	n/a
Ding	2013	China	Refurbishment	Blocks of flats, detached houses	LCA		x	n/a	n/a
Hawkins & Mumovic	2014	UK	Refurbishment	University buildings	LCA	x		n/a	n/a
Gaspar & Santos	2015	Portugal	Refurbishment	Detached houses	LCA		x	n/a	n/a
Weiler et al.	2017	Germany	Refurbishment	Blocks of flats	LCA		x	n/a	n/a
Hu	2017	USA	Refurbishment	Opera houses	LCA		x	n/a	n/a
Zhang & Wang	2017	China	Refurbishment	Blocks of flats	LCA		x	n/a	n/a
Berg & Fuglseth	2018	Norway	Refurbishment	Detached houses	LCA		x	n/a	n/a
Marique & Rossi	2018	Belgium	Refurbishment	Office buildings	LCA		x	n/a	n/a
Ferriss	2021	USA	Refurbishment	Dormitories	LCA		x	n/a	n/a
Huuhka et al.	2023	Finland	Refurbishment	School buildings	LCA		x	n/a	n/a
Zimmermann et al.	2023	Finland, Denmark, Sweden	Refurbishment	Blocks of flats	LCA		x	n/a	n/a
Moisio et al.	2024	Finland	Refurbishment	School buildings	LCA		x	n/a	n/a
Moisio et al.	2024	Finland	Refurbishment	Block of flats	LCA		x	n/a	n/a

Kirjallisuuskatsaus

Author(s)	Year	Country	Scope	Original building type and adaptive reuse function	Method	Conclusion, more climate friendly alternative		Conclusion, lower cost alternative	
						Replacement	Adaptive reuse	Replacement	Adaptive reuse
Assefa & Ambler	2017	Canada	Adaptive reuse	Library to office	LCA+	x	x	n/a	n/a
Hasik et al.	2019	US	Adaptive reuse	Factory to office	LCA+	x	x	n/a	n/a
Griffiths et al.	2022	New Zealand	Adaptive reuse	Library to office	LCA	x	x	n/a	n/a
Gursel et al.	2023	US	Adaptive reuse	Office to residential	LCA	x	x	n/a	n/a
Kyaw et al.	2023	Norway	Adaptive reuse	Factory to office/warehouse	LCA	x	x	n/a	n/a
Hu & Świerzawskib	2024	Poland	Adaptive reuse	School to office/university	LCA+	x	x	n/a	n/a

Author(s)	Year	Country	Scope	Original building type and adaptive reuse function	Method	Conclusion, more climate friendly alternative		Conclusion, lower cost alternative	
						Replacement	Refurbishment	Replacement	Refurbishment
Aye et al.	2000	Australia	Refurbishment	Office building	LCA, LCC	x	x	x	x
Ferreira et al.	2015	Portugal	Refurbishment	Residential palace	LCA, LCC	x	x	x	x
Wastiels, L. et al.	2016	Belgium	Refurbishment	Detached house	LCA, LCC	x	x	x	x
Alba-Rodríguez et al.	2017	Spain	Refurbishment	Blocks of flats	LCA, LCC	x	x	x	x
Palacios-Munoz et al.	2019	Spain	Refurbishment	Blocks of flats	LCA, LCC	x	x	x	x
Sanchez et al.	2019	Canada	Refurbishment	Office building (courthouse)	LCA, LCC	x	x	x	x
Schwartz et al.	2022	UK	Refurbishment	Detached house	LCA, LCC	x	x	x	x
Dragonetti et al.	2025	Greece	Refurbishment	Blocks of flats	LCA, LCC	x	x	x	x

Yhteenveto laskentatuloksista

Korjausskenaariot

- Laaja energiakorjaus 4 on vähäpäästöisin ratkaisu 50 vuoden ajanjaksolla
- Ratkaisu on hiilijalanjäljeltään 36 % pienempi kuin viivästetty korjaus 1 ja 20 % pienempi kuin peruskorjaus 2
- Energiankulutuksella on suuri merkitys päästöihin kun lähtökohtana on paljon energiaa kuluttava vaihtoehto (koneellinen poistoilmanvaihto)

Uudisrakennukset

- Molemmat uudisrakennukset ovat hiilijalanjäljeltään suurempia kuin korjausvaihtoehdot 2,3 ja 4
- Viivästetty korjaus 1 on parempi ratkaisu n. 40 vuoden ajan. Tarkastelujakson lopussa eroa betonikouluun syntyy n. 5 %
- Eroa syntyy erityisesti alkuvaiheessa, korjausten hiilipiikki on n. 40 % uuden betonikoulun hiilipiikistä
- Puukoulun hiilipiikki on n. 75 % betonikoulun hiilipiikistä
- Koko tarkastelujakson aikana laajan energiakorjauksen hiilijalanjälki on vain 67 % ja puukoulun hiilijalanjälki on 92 % uuden betonikoulun hiilijalanjäljestä

Hiilijalanjäljen kannalta korjaaminen on purkavaa uudisrakentamista parempi ratkaisu!

Mitäs jos ei purettaisikaan?

1. Hiilidioksidipäästöt vähenee

- Hiilijalanjäljen kannalta korjaaminen on purkavaa uudisrakentamista parempi ratkaisu kaikissa case-kohteissa.
- Eroa syntyy erityisesti alkuvaiheessa, kun uudisrakentamisen hiilipiikki on korjaamisen hiilipiikkiä suurempi.
- **Case kohde 1, 70-luvun kerrostalo** (241 kgCO₂e/m² vs. 372 kgCO₂e/m²)
 - Korjaamisen hiilipiikki 65 % uudisrakentamisesta
- **Case kohde 2, 50-luvun koulu** (185 kgCO₂e/m² vs. 491 kgCO₂e/m²)
 - Korjaamisen hiilipiikki 38% uudisrakentamisesta
- **Case kohde 3, 90-luvun toimistotalo** (214 kgCO₂e/m² vs. 395 kgCO₂e/m²)
 - Korjaamisen hiilipiikki 54% uudisrakentamisesta

2. Kustannukset pienenee

- Elinkaarikustannukset muodostuvat pääsääntöisesti samalla periaatteella kuin päästöt
- Käyttötarkoituksen muutos on n. 50% halvempi ratkaisu verrattuna uudisrakennukseen

3. Rakennusperintöä säilyy

- Tampereella purettiin 3100 rakennusta vuosina 2000-2018
- Tampereen rakennusten keski-ikä oli vuonna 2018 44 vuotta
- Tampereella 1970-1979 rakennettuja kerrostaloja
 - 529 kpl, yhteensä 1 400 000 kem²
 - Purkamisen mediaani-ikä 65 vuotta (Tampere 2000-2018, kerrostalot)
 - **Vuosina 2000-2018 purettiin kerrostaloja 36 000 kem²**
- Tampereella 1940-1959 rakennettuja kouluja
 - 25 kpl, 105 000 kem²
 - Purkamisen mediaani-ikä 42 vuotta (Tampere 2000-2018, julkiset rakennukset)
 - **Vuosina 2000-2018 purettiin julkisia rakennuksia 110 000 kem²**
- Tampereella 1990-1999 rakennettuja toimistotaloja
 - 26 kpl, yhteensä 180 000 kem²
 - Purkamisen mediaani-ikä 36 vuotta (Tampere 2000-2018, liike- ja toimistorakennukset)
 - **Vuosina 2000-2018 purettiin liike- ja toimistorakennuksia 151 000 kem²**

Yhteenveto

**Jos rakennuksia ei pureta,
säästyy päästöjä, rahaa ja rakennusperintöä!**

Lähteet

väitöskirjan artikkelit

Huuhka, S., Moisio, M., Salmio, E., Köliö, A., & Lahdensivu, J. (2023).

Renovate or replace? Consequential replacement LCA framework for buildings.

Buildings & Cities, 4(1), Article 1. <https://doi.org/10.5334/bc.309>

Moisio, M., Salmio, E., Huuhka, S., Kaasalainen, T. & Lahdensivu, J. (2024)

Climate change mitigation potential of building preservation vs. replacement: Comparing the CO₂ performance of four refurbishment alternatives to new construction.

Journal of Architectural Conservation, 1–20. <https://doi.org/10.1080/13556207.2024.2357005>

Moisio, M., Salmio, E., Kaasalainen, T., Huuhka, S., Räsänen, A. & Lahdensivu, J., Leppänen, M. & Kuula, P. (2024)

Towards urban LCA: Examining densification alternatives for a residential neighbourhood. *Buildings and Cities*, 5(1), pp. 581–600. DOI: <https://doi.org/10.5334/bc.472>

Moisio, M., Kero, P., Räsänen, A., Kaasalainen, T. & Huuhka, S.

(Julkaisematon luonnos)

Is adaptive reuse more low carbon or cost effective than new build? Findings from an office-to-housing conversion case study.

KIITOS!

Malin Moisio
Arkkitehti, väitöskirjatutkija

malin.moisio@tuni.fi, malin@tilasto.info
+358 505 479 954

www.tilasto.info



Lähteet

- Alba-Rodríguez, M. D., Martínez-Rocamora, A., González-Vallejo, P., Ferreira-Sánchez, A., & Marrero, M. (2017). Building rehabilitation versus demolition and new construction: Economic and environmental assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, 66, 115–126. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2017.06.002>
- Assefa, G., & Ambler, C. (2017). To demolish or not to demolish: Life cycle consideration of repurposing buildings. *Sustainable Cities and Society*, 28, 146–153. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2016.09.011>
- Aye, L., Bamford, N., Charters, B., & Robinson, J. (2000). Environmentally sustainable development: A life-cycle costing approach for a commercial office building in Melbourne, Australia. *Construction Management and Economics*, 18(8), 927–934. <https://doi.org/10.1080/014461900446885>
- Berg, F., & Fuglseth, M. (2018). Life cycle assessment and historic buildings: Energy-efficiency refurbishment versus new construction in Norway. *Journal of Architectural Conservation*, 24(2), 152–167. <https://doi.org/10.1080/13556207.2018.1493664>
- Ding, G. (2013). Demolish or refurbish – Environmental benefits of housing conservation. *Construction Economics and Building*, 13(2), 18–34. <https://doi.org/10.5130/AJCEB.v13i2.3322>
- Dong, B., Kennedy, C., & Pressnail, K. (2005). Comparing life cycle implications of building retrofit and replacement options. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 32(6), 1051–1063. <https://doi.org/10.1139/105-061>
- Dragonetti, L., Papadaki, D., Mazzoli, C., Monacelli, A., Assimakopoulos, M.-N., & Ferrante, A. (2025). Circular deep renovation versus demolition with reconstruction: Environmental and financial evaluation to support decision making in the construction sector. *Energy and Buildings*, 336, 115610. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2025.115610>
- Erlandsson, M., & Levin, P. (2004). Environmental assessment of rebuilding and possible performance improvements effect on a national scale. *Building and Environment*, 39(12), 1453–1465. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.06.001>
- FCG. Finnish Consulting group (2022). Vantaa- Korson koulu. Kojaustasot, kustannuslaksenta ja elinkarikustannukset. 28.9.2022
- Ferreira, J., Duarte Pinheiro, M., & De Brito, J. (2015). Economic and environmental savings of structural buildings refurbishment with demolition and reconstruction—A Portuguese benchmarking. *Journal of Building Engineering*, 3, 114–126. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2015.07.001>
- Ferriss, L. (2021). Sustainable reuse of post-war architecture through life cycle assessment. *Journal of Architectural Conservation*, 27(3), 208–224. <https://doi.org/10.1080/13556207.2021.1943260>
- Gaspar, P. L., & Santos, A. L. (2015). Embodied energy on refurbishment vs. demolition: A southern Europe case study. *Energy and Buildings*, 87, 386–394. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.11.040>
- Griffiths, L., Newmarch, E., & Powell, F. (2022). A Case Study for future re-use of buildings to reduce carbon. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85171165887&partnerID=40&md5=b6a0e64cb754a0f15cb9350f3da8c4a6>
- Gursel, A. P., Shehabi, A., & Horvath, A. (2023). What are the energy and greenhouse gas benefits of repurposing non-residential buildings into apartments? *Resources, Conservation and Recycling*, 198. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107143>
- Hasik, V., Escott, E., Bates, R., Carlisle, S., Faircloth, B., & Bilec, M. M. (2019). Comparative whole-building life cycle assessment of renovation and new construction. *Building and Environment*, 161, 106218. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106218>
- Hawkins, D., & Mumovic, D. (2014). Use of an integrated simulation application to assess life cycle carbon impacts of university building redevelopment. <https://doi.org/10.13140/2.1.1924.5448>
- Heinonen, J., Säynäjäkari, A., & Junnila, S. (2011). A Longitudinal Study on the Carbon Emissions of a New Residential Development. *Sustainability (Basel, Switzerland)*, 3(8), 1170–1189. <https://doi.org/10.3390/su3081170>
- Horváth, S. E., & Szalay, D. Z. (2012). Decision-making case study for retrofit of high-rise concrete buildings based on life cycle assessment scenarios. International Symposium on Life Cycle Assessment and Construction, Nantes, France. <https://www.rilem.net/images/publis/b251ad99788b55bb55936873e7211454.pdf.pdf>
- Huuhka, S., Kolkwitz, M. (2021). Stocks and flows of buildings: Analysis of existing, demolished, and constructed buildings in Tampere, Finland, 2000–2018. *J of Industrial Ecology* 25, 948–960. <https://doi.org/10.1111/jiec.13107>
- Huuhka, S., Moisio, M., Salmio, E., Köliö, A., & Lahdensivu, J. (2023). Renovate or replace? Consequential replacement LCA framework for buildings. *Buildings & Cities*, 4(1), Article 1. <https://doi.org/10.5334/bc.309>
- Hu, M. (2017). Balance between energy conservation and environmental impact: Life-cycle energy analysis and life-cycle environmental impact analysis. *Energy and Buildings*, 140, 131–139. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.01.076>
- Hu, M., & Świerżawski, J. (2024). Assessing the environmental benefits of adaptive reuse in historical buildings. A case study of a life cycle assessment approach. *Sustainable Environment*, 10(1). Scopus. <https://doi.org/10.1080/27658511.2024.2375439>

Lähteet

- Kolkwitz, M., & Huuhka, S. (2024). Material flows from buildings: A comparison of patterns in two Finnish cities. *Architectural Research in Finland*, 8(1), 390–419. <https://doi.org/10.37457/arf.146884>
- Kolkwitz, M., Luotonen, E., & Huuhka, S. (2023). How changes in urban morphology translate into urban metabolisms of building stocks: A framework for spatiotemporal material flow analysis and a case study. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 50(6), 1559–1576. <https://doi.org/10.1177/23998083221140892>
- Kyaw, K. S., Fufa, S. M., & Kraniotis, D. (2023). *Adaptive reuse of industrial heritage building—Comparative life cycle assessment using a case study in Norway*. 1196(1). Scopus. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1196/1/012107>
- Marique, A.-F., & Rossi, B. (2018). Cradle-to-grave life-cycle assessment within the built environment: Comparison between the refurbishment and the complete reconstruction of an office building in Belgium. *Journal of Environmental Management*, 224, 396–405. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.02.055>
- Meijer, A., & Kara, E. C. (2012). *Renovation or rebuild? An LCA case study of three types of houses. 1st International Conference on Building Sustainability Assessment (Porto, Portugal)-Barcelos*, 595–602.
- Moisio, M., Salmio, E., Huuhka, S., Kaasalainen, T. & Lahdensivu, J. (2024) Climate change mitigation potential of building preservation vs. replacement: Comparing the CO₂ performance of four refurbishment alternatives to new construction. *Journal of Architectural Conservation*, 1–20. <https://doi.org/10.1080/13556207.2024.2357005>
- Moisio, M., Salmio, E., Kaasalainen, T., Huuhka, S., Räsänen, A. & Lahdensivu, J., Leppänen, M. & Kuula, P. (2024) Towards urban LCA: Examining densification alternatives for a residential neighbourhood. *Buildings and Cities*, 5(1), pp. 581–600. DOI: <https://doi.org/10.5334/bc.472>
- Palacios-Munoz, B., Peuportier, B., Gracia-Villa, L., & López-Mesa, B. (2019a). *Sustainability assessment of refurbishment vs. new constructions by means of LCA and durability-based estimations of buildings lifespans: A new approach*. https://www.academia.edu/71584129/Sustainability_assessment_of_refurbishment_vs_new_constructions_by_means_of_LCA_and_durability_based_estimations_of_buildings_lifespans_A_new_approach
- Power, A. (2008). Does demolition or refurbishment of old and inefficient homes help to increase our environmental, social and economic viability? *Energy Policy*, 36(12), 4487–4501. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.09.022>
- Sanchez, B., Esnaashary Esfahani, M., & Haas, C. (2019). A methodology to analyze the net environmental impacts and building's cost performance of an adaptive reuse project: A case study of the Waterloo County Courthouse renovations. *Environment Systems and Decisions*, 39(4), 419–438. <https://doi.org/10.1007/s10669-019-09734-2>
- StatFin, Kasvihuonekaasut. 121z. Kasvihuonekaasupäästöt alueittain, päästökaupan ulkopuoliset tiedot, 2011–2021.
- StatFin, Rakennukset ja kesämökkit. 116g. Rakennukset käyttötarkoituksen ja valmistusvuoden mukaan, 2022.
- Säynäjoki, A., Heinonen, J., & Junnila, S. (2012). A scenario analysis of the life cycle greenhouse gas emissions of a new residential area. *Environmental Research Letters*, 7(3). Scopus. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/3/034037>
- Schwartz, Y., Raslan, R., & Mumovic, D. (2022). Refurbish or replace? The Life Cycle Carbon Footprint and Life Cycle Cost of Refurbished and New Residential Archetype Buildings in London. *Energy*, 248, 123585. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.123585>
- Wastiels, L., Janssen, A., & Decuypere, R. (2016). *Expanding Boundaries - Demolition versus Deep Renovation of Residential Buildings: Case Study with Environmental and Financial Evaluation of Different Construction Scenarios – L. Wastiels, A. Janssen, R. Decuypere, J. Vrijders*. https://doi.org/10.3218/3774-6_7
- Weiler, V., Harter, H., & Eicker, U. (2017). Life Cycle Assessment of Buildings and City Quarters Comparing Demolition and Reconstruction with Refurbishment. *Energy and Buildings*, 134, 319–328. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.11.004>
- Zhang, X., & Wang, F. (2017). Analysis of embodied carbon in the building life cycle considering the temporal perspectives of emissions: A case study in China. *Energy and Buildings*, 155, 404–413. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.09.049>
- Zimmermann, R. K., Barjot, Z., Rasmussen, F. N., Malmqvist, T., Kuittinen, M., & Birgisdottir, H. (2023). GHG emissions from building renovation versus new-build: Incentives from assessment methods. *Buildings and Cities*, 4(1), 274–291. <https://doi.org/10.5334/bc.325>