

PURKAA VAI KORJATA?

Tarkasteluja hiilijalanjäljen näkökulmasta

Puun käytön mahdollisuudet - Lounais-Suomen alueellinen puurakentamisen tapahtuma
Malin Moisio 15.6.2022

Korjaamisen hiilijalanjälki, korjausskenaariot vs. purkava uudisrakentaminen

Tutkimus on tehty Tampereen yliopistolla, osana kansainvälistä Circuit –tutkimushanketta

Työryhmä:

Tenure track -professori Satu Huuhka (arkkitehtuuri)

Arkkitehti Malin Moisio (arkkitehtuuri)

TkK Emmi Salmio (rakennustekniikka)

TkT Tapio Kaasalainen (arkkitehtuuri)

Dosentti Jukka Lahdensivu (rakennustekniikka)

DI Aapo Räsänen (rakennustekniikka)

Case kohde 1, korjausskenaariot



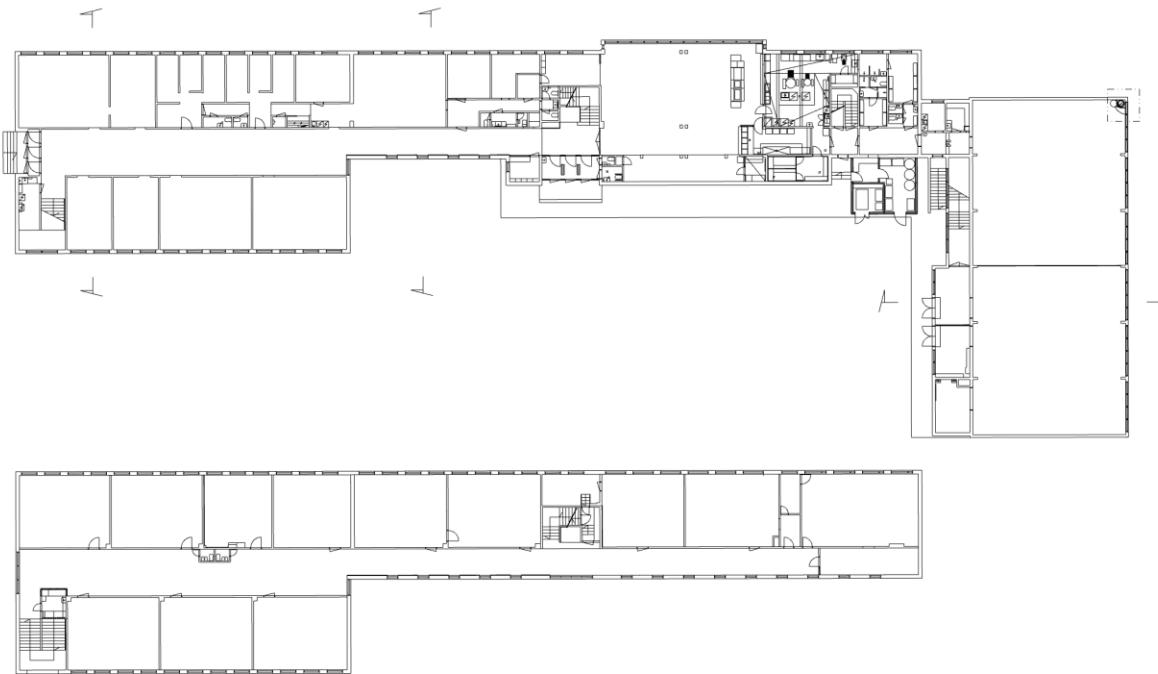
Korson koulu, tyypillinen 1950-luvun koulu

Kuva: Kimmo Nekkula

Korson koulu, Vantaa

- Tyypillinen 1950-luvun koulurakennus
- Kaksi kerrosta, sivu-/keskikäytäväratkaisu
- Laskentaversio 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 kolme korjausskenaariota

Alkuperäinen rakenne



Korson koulu

- Runko betonia ja kevytsoraharkkoa, julkisivu rapattu
- Yläpohjassa puukattotuolit, palopermanto betonia, lastuvillaeriste ja ylälaattapalkisto, vesikatto peltiä
- Välipohjassa ylälaattapalkisto, lastuvillaeriste, muovimatto
- Maata vasten olevissa seinissä KAH1-muuraus ja betonirunko
- Alapohjassa maanvarainen betoninen kaksoislaatta bitumieristeellä
- Ikkunat kaksilasiset puuikkunat, ovet alkuperäiset
- Kaukolämpö, koneellinen poistoilmanvaihto

Korjaus 1, kevyt korjaus

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 korjaus , laaja korjaus vastaavat toimenpiteet (ks. korjaus 2)

Korjaus 2, laaja peruskorjaus

Laaja 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

Korjaus 3, laaja energiakorjaus

Laaja energiakorjaus

- Julkisivu lisäeristetään (EPS 50 mm) ja julkisivurappaus uusitaan
 - Yläpohja puretaan ja kattorakenteet uusitaan. Mineraalivillaeriste 500 mm, lisätään palo-osastoivia seiniä
 - Vesikatto vaihdetaan bitumikermikatteeksi
 - Välipohjaan lisätään ääneneristys
 - Maata vasten olevien seinien KAHI -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
- Lisätarkastelu:**
- Versio jossa julkisivun lisäeriste on jätetty pois

Case kohde 2, uudisrakennukset



Tesoman koulu, tyypillinen 2010-luvun koulu

Kuva: Malin Moisio

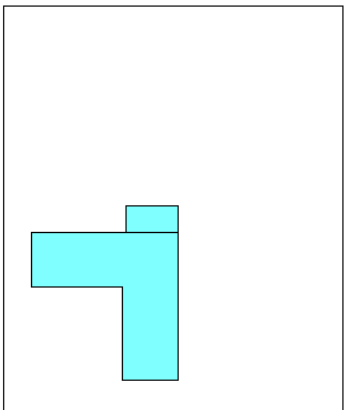
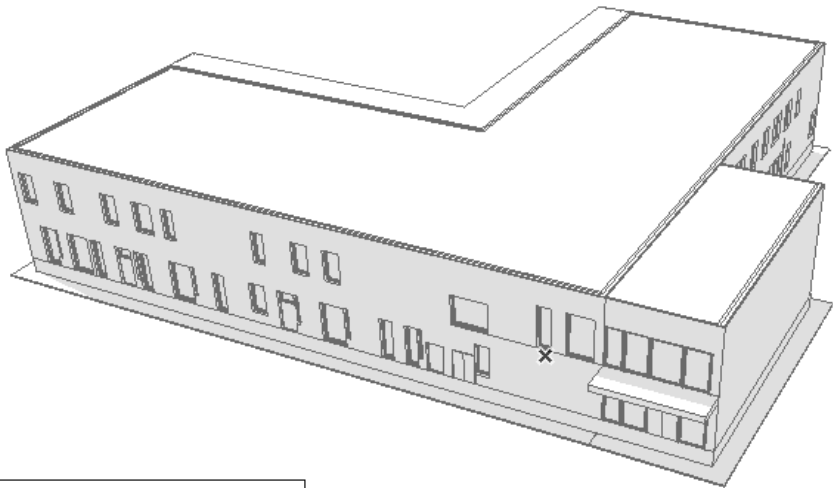
Tesoman koulu, Tampere

- 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, rakenne



Uudisrakennus 1, betonikoulu

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

Uudisrakennus 2, puukoulu

- Rakenteet toteutettujen CLT 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%)

Tapaustutkimuksen alustavat tulokset

Laskenta

Energialaskenta:

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

Hiilijalanjalan laskenta:

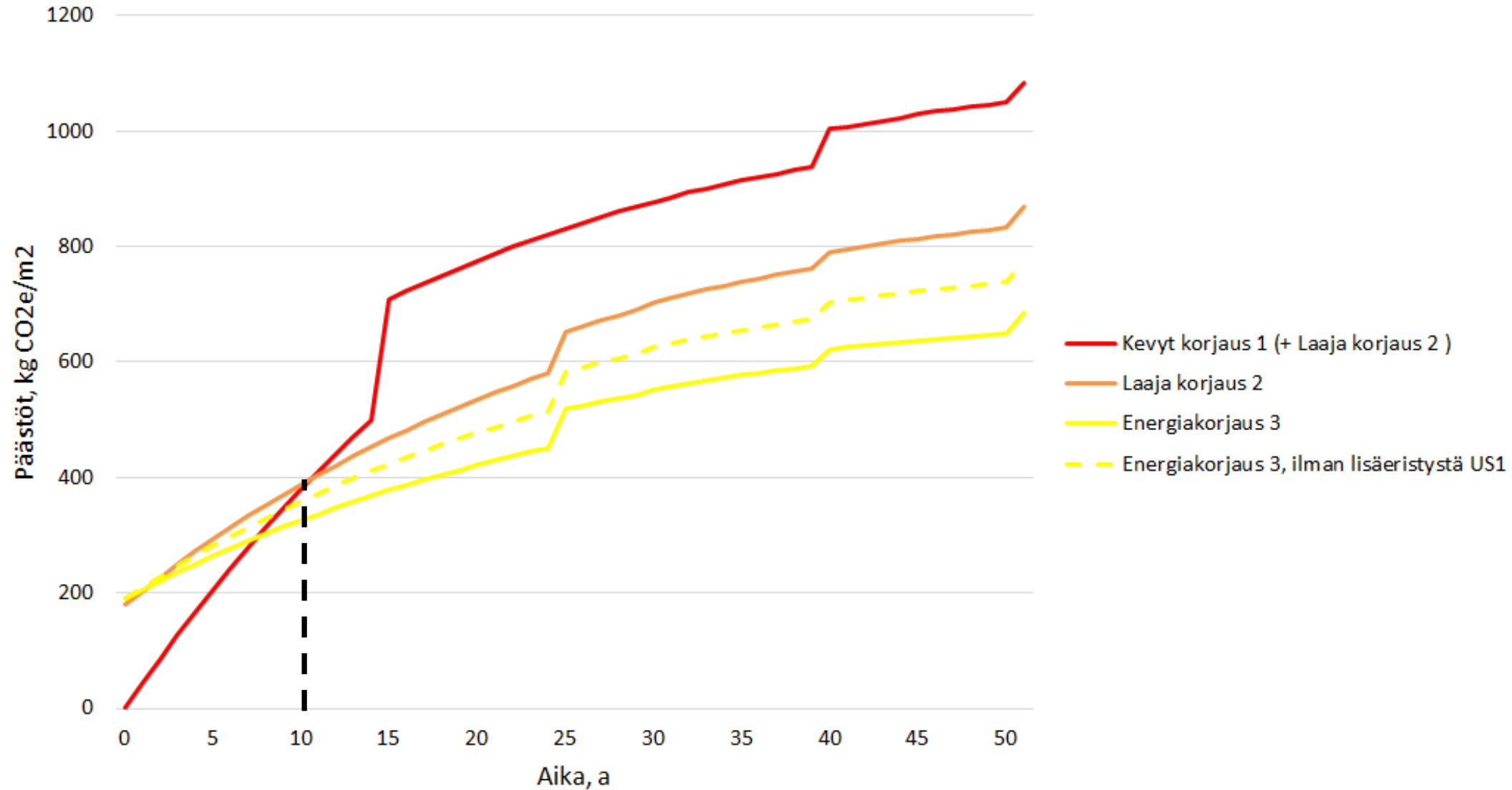
- Rakennukset ja korjausskenaariot on mallinnettu ArchiCAD ohjelmalla josta saatu materiaalmäärät uusille materiaaleille
- Hiilijalanjalan on laskettu One Click LCA ohjelmalla
- Tarkastelujaksona on käytetty 50 vuotta YM:n menetelmän mukaan
- Laskennassa on käytetty YM:n menetelmän mukaista rajausta 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

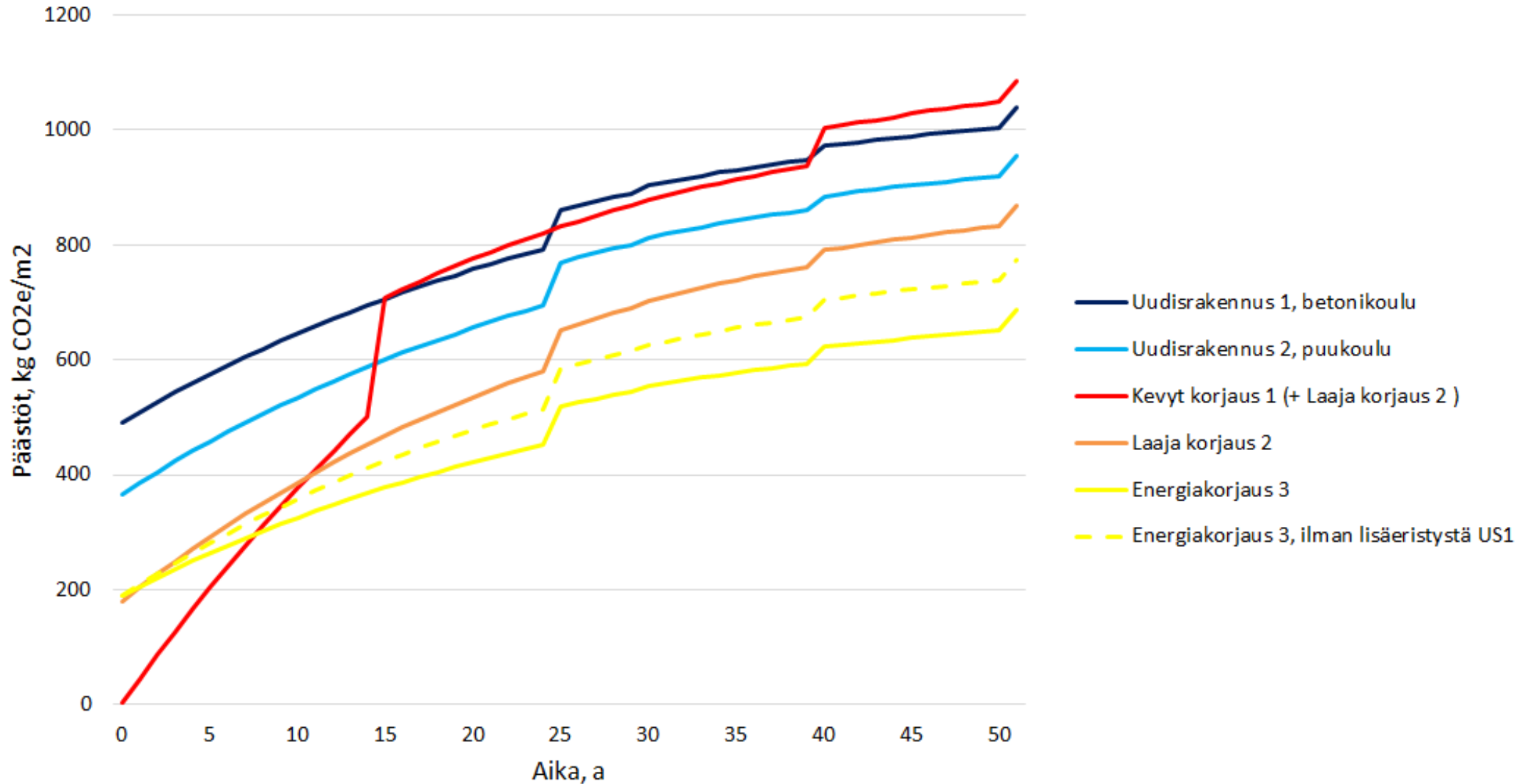
		Korjaus 1	Korjaus 2	Korjaus 3	Uudisrakennus 1	Uudisrakennus 2
Energialaskennan lähtötiedot	Yksikkö	Kevyt korjaus	Laaja korjaus	Energiakorjaus	Betonikoulu	Puukoulu
U-arvot						
Ulkoseinä 1	W/(m²K)	0,996	0,996	0,44	0,19	0,39
Ulkoseinä 2	W/(m²K)	0,48	0,17	0,25	0,17	0,17
Yläpohja	W/(m²K)	0,13	0,10	0,07	0,09	0,10
Alapohja maan lämpövastuksen kanssa	W/(m²K)	0,41	0,15	0,15	0,14	0,14
Ovet	W/(m²K)	1,8	0,8	0,6	1,0	1,0
Ikkunat	W/(m²K)	2,8	0,8	0,6	1,0	1,0
Ilmativeys						
Ilmanvuotoluku (q50)	m³/(h m²)	2,0	2,0	1,0	2,0	2,0
Ikkunoiden ominaisuudet						
Lasin U-arvo	W/(m²K)	2,90	0,67	0,45	0,90	0,90
Karmiosan U-arvo	W/(m²K)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Umpiosan osuus ikkunasta		0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Ikkunoiden g-arvo		0,76	0,54	0,32	0,54	0,54
Laitteet, IV						
IV-järjestelmän kokonaisvuosihyötysuhde	%	-	55	70	55	55
Jäteilman lämpötila mitoitustilanteessa	°C	-	18	18	18	18
Ominaissähköteho, SFP-luku	kW/m³/s	0,90	1,8	1,5	1,8	1,8
Tuloilman lämpötilan asetusarvo	°C	-	3	3	3	3
Vakioidun käytön mukainen poistoilmavirta	dm³/(s m²)	-	3	3	3	3
Lämmitysmuoto		Kaukolämpö	Kaukolämpö	Kaukolämpö	Kaukolämpö	Kaukolämpö

Taulukko 1

Tulokset 1, korjausskenaariot keskenään

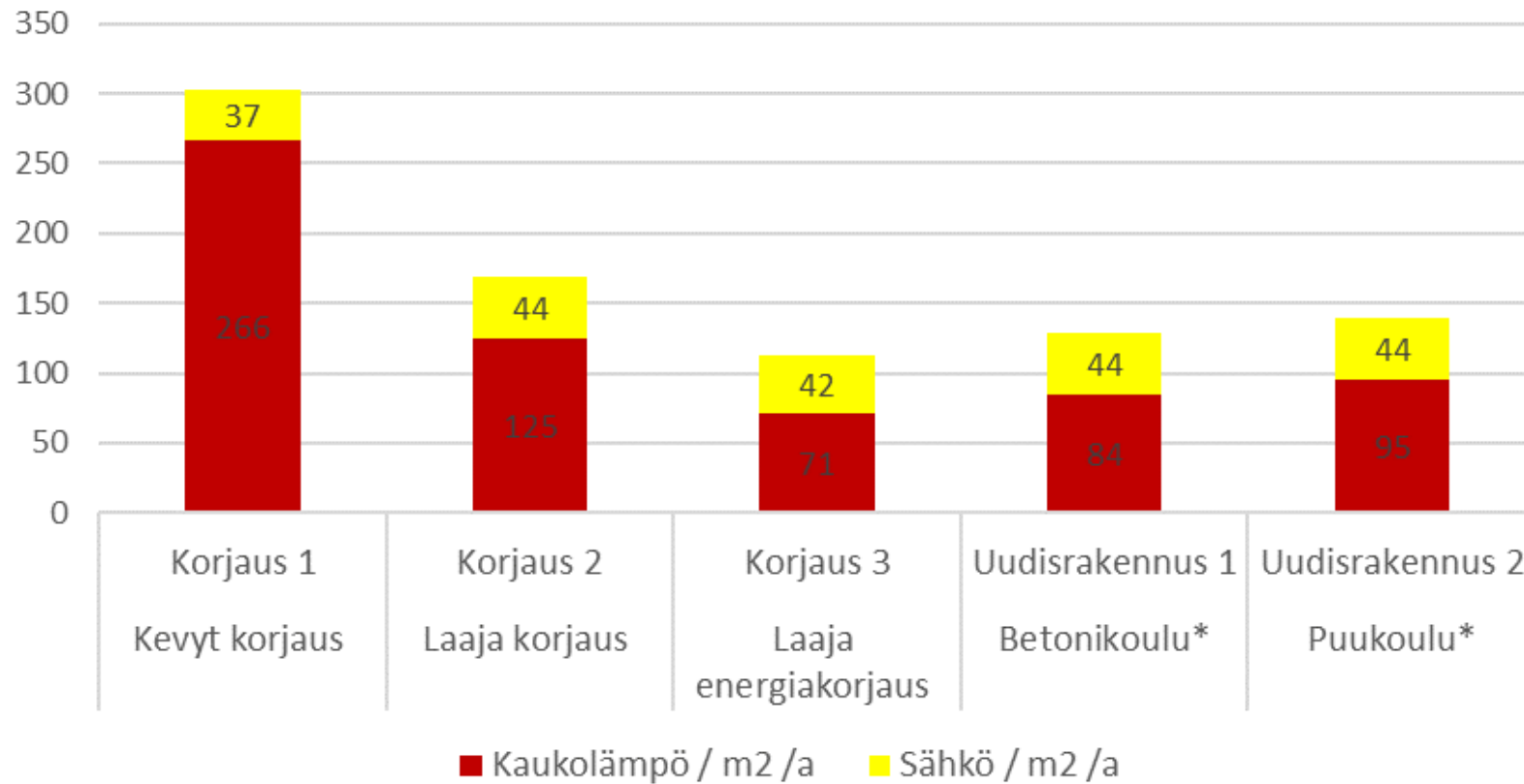


Tulokset 2, korjausskenaariot vs. uudisrakennukset



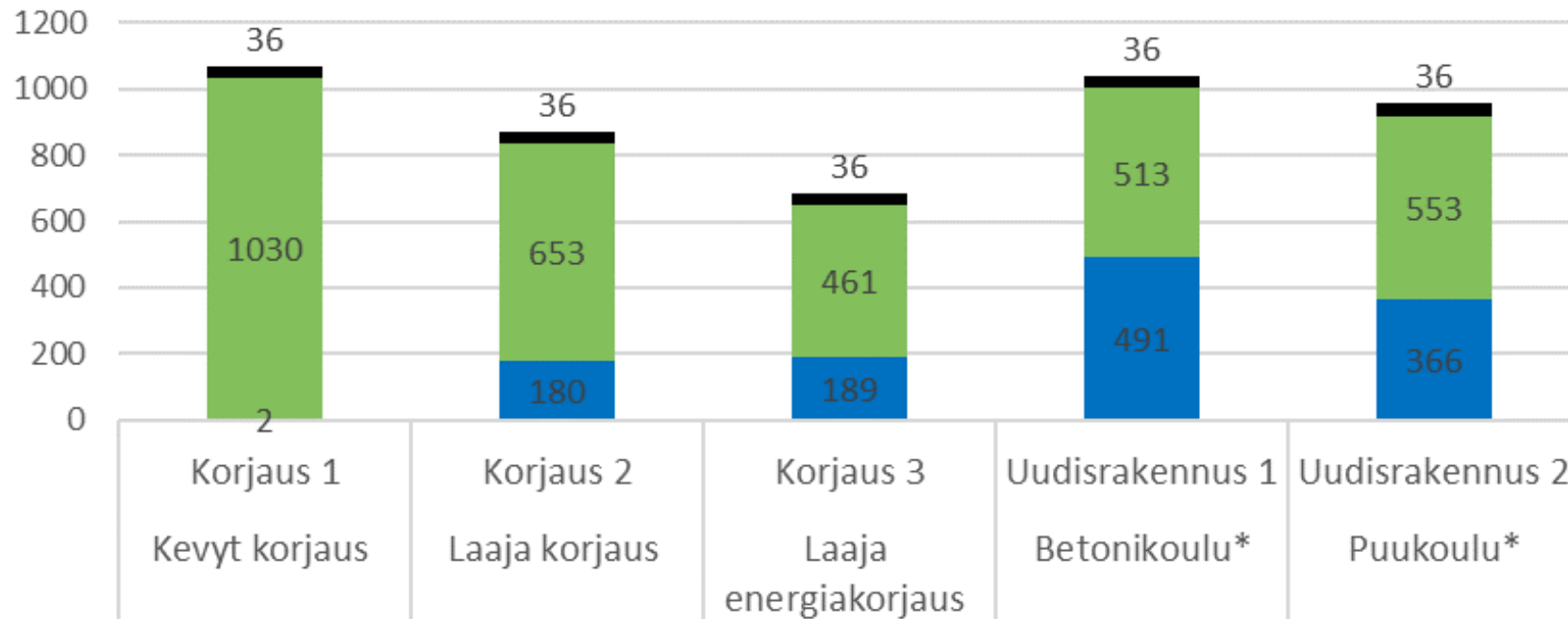
Tulokset, yhteenveto

Energiankulutus kWh/m²/a



Tulokset, yhteenveto

Hiilijalanjälki kg CO₂e/m²



■ Hiilijalanjälki, ennen käyttöä A

■ Hiilijalanjälki, käytön aikana B

■ Hiilijalanjälki, käytön jälkeen C

* Vaihe A sisältää vanhan rakennuksen purkamisista aiheutuneet päästöt

Yhteenveto

Korjausskenaariot

- Energiakorjaus 3 on vähäpäästöisin ratkaisu 50 vuoden ajanjaksolla
 - Ratkaisu on hiilijalanjäljeltään 36 % pienempi kuin kevyt korjaus 1 ja 21 % pienempi kuin laaja korjaus 2
- Energiankulutuksella on suuri merkitys päästöihin kun lähtökohtana on paljon energiaa kuluttava vaihtoehto (koneellinen poistoilmanvaihto)

Uudisrakennukset

- Molemmat uudisrakennukset ovat hiilijalanjäljeltään suurempia kuin korjausvaihtoehdot 2 ja 3
- Kevyt korjaus 1 on parempi ratkaisu n. 40 vuoden ajan. Tarkastelujakson lopussa eroa betonikouluun syntyy n. 3 %
- Eroa syntyy erityisesti alkuvaiheessa, energiakorjaus 3:n hiilipiikki on n. 39 % uuden betonikoulun hiilipiikistä
- Puukoulun hiilipiikki on n. 75 % betonikoulun hiilipiikistä
- Koko tarkastelujakson aikana energiakorjaus 3:n hiilijalanjälki on vain 66% ja puukoulun hiilijalanjälki on 92 % uuden betonikoulun hiilijalanjäljestä

Hiilijalanjäljen kannalta peruskorjaus on purkavaa uudisrakentamista parempi ratkaisu!

Artikkeli (julkaisematon luonnos)

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

Climate change mitigation potential of building conservation vs. replacement: Comparing the CO₂ performance of three repair alternatives to new construction