



SITRA

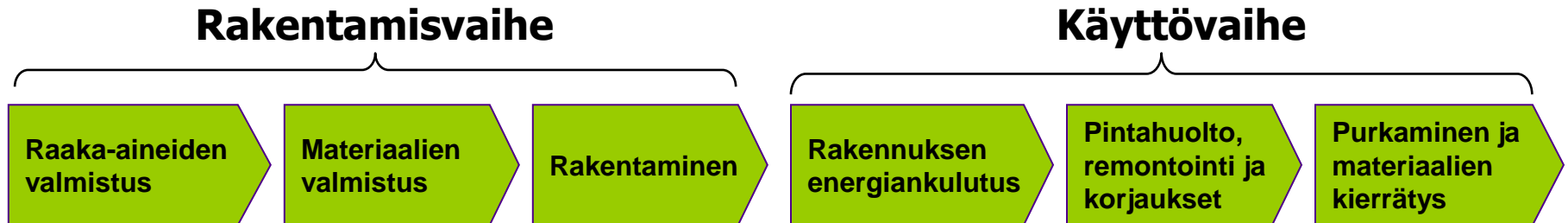
Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälki

21.3.2012

Jarek Kurnitski

Hiilijalanjälki – ilmastonvaikutukset

- Rakennusten suorituskyky ja ilmastonvaikutukset voidaan kuvata kokonaisvaltaisesti 3-5 mittarin avulla:
 - Sisäilmastoluokka (Sisäilmastoluokitus 2008)
 - E-luku (RakMK D3 2012)
 - Hiilijalanjälki
 - (Vesi ja jätteet vähempimerkityksellisempiä)
- Hiilijalanjälki muodostuu:



- VÄRKKI tavoitteena yksikäsitteisen hiilijalanjäljen arvioinnin mahdollistava laskentamenetelmän kehittäminen CEN/TC 350 standardisarjaa soveltaen

Käyttökohteina suunnittelun tavoitteet ja arkkitehtuurikilpailut

Synergiatalon suunnittelukilpailun kriteerit suuntaa näyttäviä:

<http://www.senaatti.com/document.asp?siteID=1&docID=852>

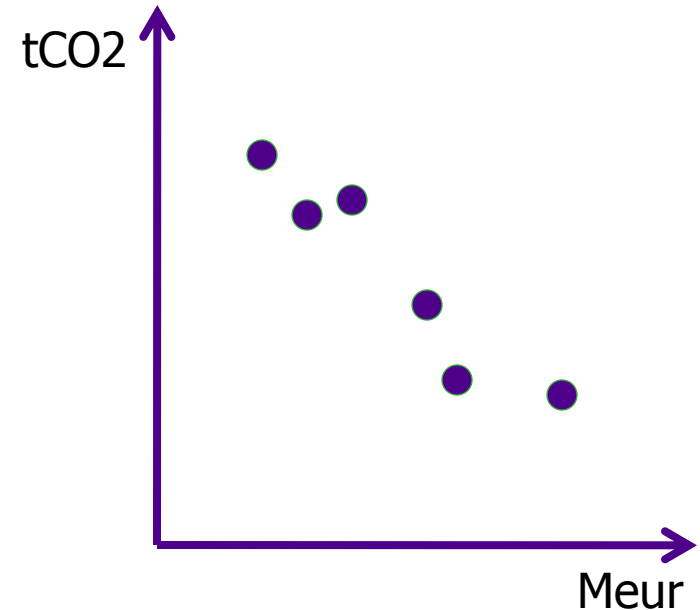
1. Ekologinen kestävyys energia- ja materiaalitehokkuudella mitattuna
 2. Kaupunkikuvallinen ja arkkitehtoninen laatu
 3. Käytettävyys työympäristön laatu ja toiminnallisuudella mitattuna
 4. Toteuttamiskelpoisuus investointi- ja elinkaarikustannuksilla sekä teknisten ratkaisujen laadulla mitattuna
- Sisäilmasto sisältyy kohtaan 3

Synergiatalon kilpailun tulokset: energia- ja materiaalitehokkuus sekä rakentamiskustannukset

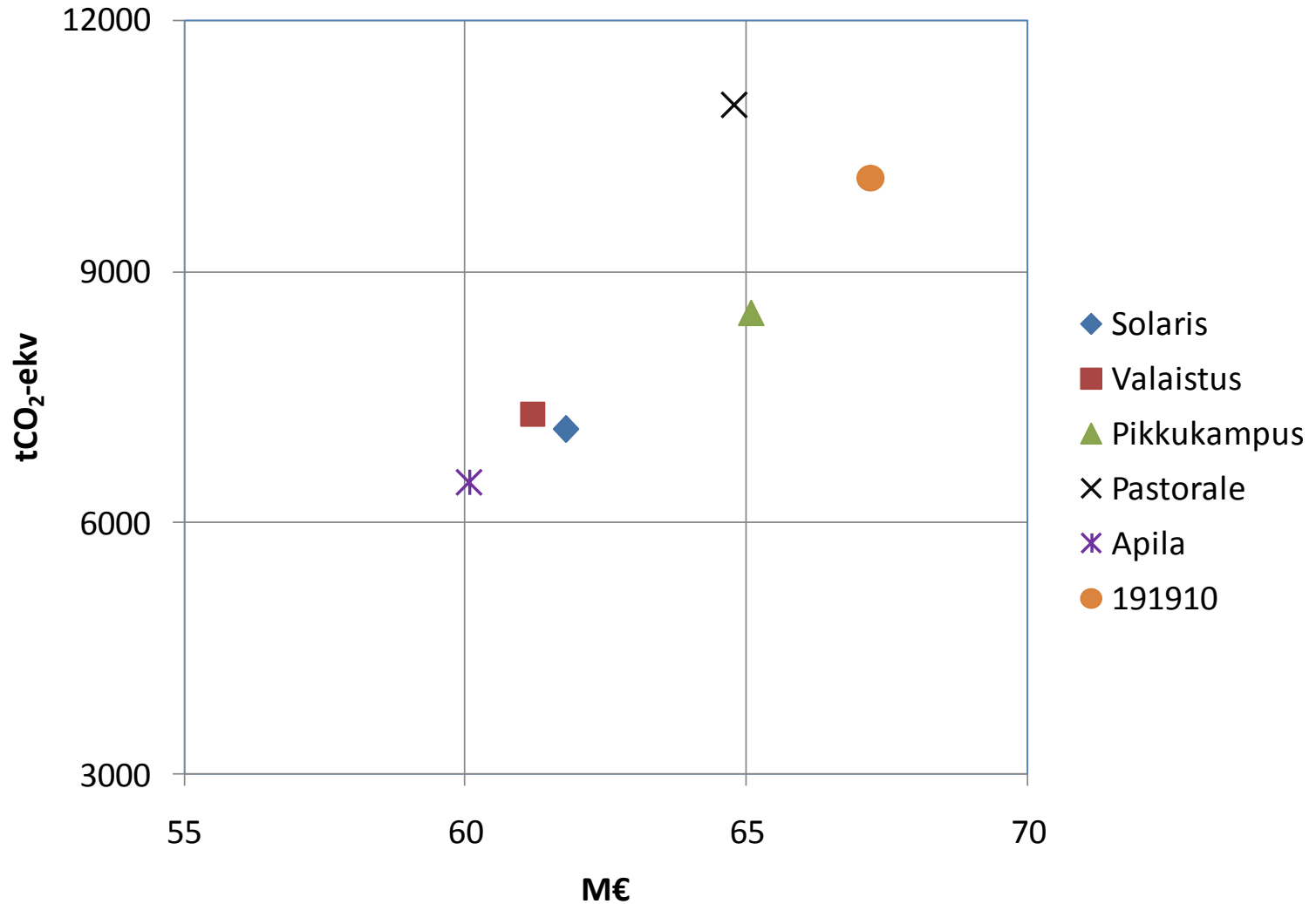
Kilpailutyö	1	2	3	4	5	6
	Solaris	Valaistus	Pikkukam	Pastorale	Apila	191910
Hyötyala, hym^2 (ohjelma-ala 12855 ohm^2)	14000	13100	14600	15800	12700	14800
Huoneala, hum^2	18300	18800	18200	21500	19800	20400
Bruttoala, brm^2	20600	20300	20100	23600	21800	23800
Kustannusarvio, M€	54,9	54,6	58,5	57,7	54,1	61,1
E-luku, vähimmäisvaatimusten mukainen vertailuratkaisu, MWh/a	5104	4513	4575	4272	4523	4053
E-luku, suunnitteluratkaisu tavanomaisella energiantuotolla, MWh/a	3576	3517	3502	3631	3508	3281
E-luku, varsinainen suunnitteluratkaisu, MWh/a	2851	2765	2830	2985	2674	2780
E-luku, varsinainen suunnitteluratkaisu, kWh/(ohm^2, a) ilman käyttäjäsähköä	99	92	97	109	85	93
30 v energiankäytön hiilidioksidipäästöt, $\text{tCO}_2\text{-ekv}$	7589	7146	6904	7726	6005	6102
Päärakenteiden hiilijalanjälki, $\text{tCO}_2\text{-ekv}$	-470	147	1600	3269	481	4013
Päärakenteiden hiilijalanjälki, $\text{kgCO}_2\text{-ekv/ohm}^2$	-37	11	124	254	37	312
30 v energiakäytön ja päärakenteiden hiilijalanjälki yhteensä, $\text{tCO}_2\text{-ekv}$	7119	7293	8504	10995	6486	10115

Synergiatalo: elinkaaren aikaiset päästöt

- 30 vuoden energiankulutuksen aiheuttamat päästöt
- + päärakenteiden hiilijalanjälki (100 v. materiaalin kulutus, mutta purkuvaihe ja muut mahdolliset remontit eivät olleet mukana)
- Epäily siitä, että päästöjen minimointi voi johtaa korkeisiin investointi-kustannuksiin



Ekologinen kestävyys ja kustannustehokkuus (materiaalien CO₂ + energia 30 vuotta vs. elinkaarikustannukset)



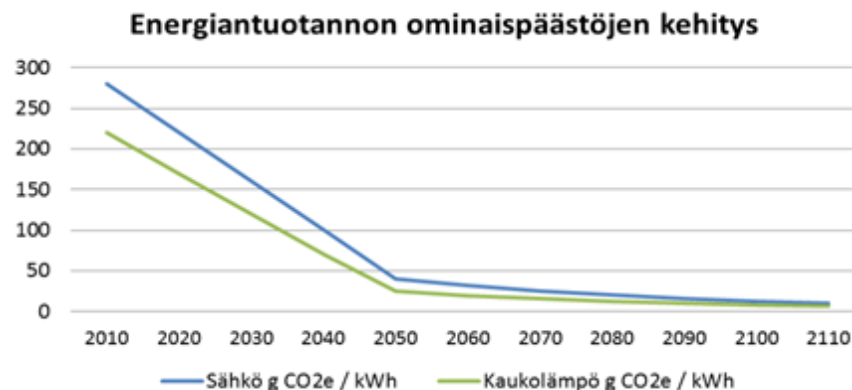
Energiankulutuksen päästöt – miten lasketaan?

- PuuEra esimerkki viitteellisesti (Sitran selvityksiä 63 <http://www.sitra.fi/fi/Julkaisut/>)
- Ostoenergian kulutus (kaukolämpö+sähkö) 100 kWh/(m² a)

	vuosi	Energia kgCO ₂ /MWh	Käyttövaihe kgCO ₂ /m ²
Energiatuotannon päästöt 30 v k.a.	30	170	510
Energiatuotannon päästöt 50 v k.a.	50	120	600
Energiatuotannon päästöt 100 v k.a.	100	70	700
PuuEra materiaalit ja rakentaminen	kgCO ₂ /m ²	% mat 30 v	% mat 100 v
puu	191	27	21
betoni	268	34	28
PuuEra yhteensä, mat.+käyttöv.	30 v	50 v	100 v
	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /m ²
puu	701	791	891
betoni	778	868	968

Päästökertoimet kgCO₂/MWh

- Tiedetään tarkkaan tilastoidut päästökertoimet energiamuodoittain
- Ennusteissa epävarmuutta ja vaihtelevuutta, ei välttämättä mielekästä ennustaa yli 20 v eteenpäin
- Energiateollisuuden Visio 2050:een pohjautuva energian päästöjen kehitys
- Sähkön ja kaukolämmön päästöt likimain samoja
- Voidaan laskea kunkin laskentajakson (30, 50 ja 100 v) keskimääräiset päästökertoimet



Ostoenergian kulutus

Energialuokkien kulutus kWh / nm² / v



- 2012 rakennusmääräysten mukainen rakennus
- passiivitaso rakennus
- lähes nollaenergiataso rakennus

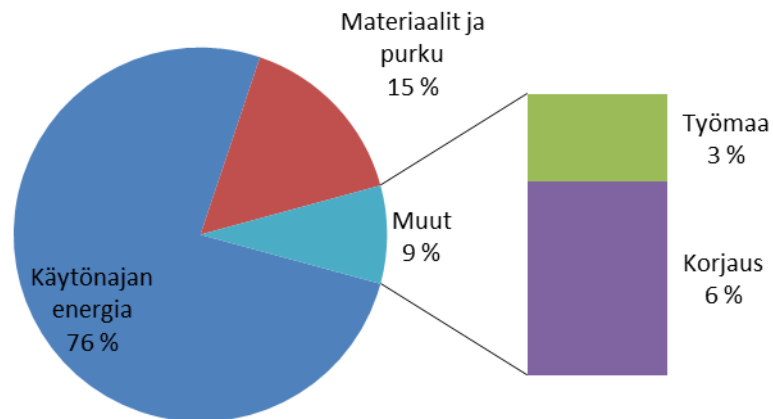
- Helppo simuloida RakMK D3 2012 mukaisella menetelmällä

Korjaukset, ylläpito, purkaminen ja kierrätys

- Kaikki kuluvat osat vaihdettu kaksi kertaa 100 vuoden aikana. Korvaavien osien päästötaso on oletettu nykypäivän päästötasoksi ja osien kierrätyksen päästötaso on näin myös huomioitu nykypäivän päästötasoksi. Huomioidut kuluvat osat ovat:
 - talotekniikka: hissi ja ilmanvaihtokoneet
 - ikkunat ja ovet: ikkunat, parvekeovet, ulko-ovet ja sisäovet
 - kattohuopa
 - lattiapinnoitteet: keramiikkalaatat, laminaatti ja muovimatto
- Puu: ulkoseinät maalataan kerran 10 vuodessa. Puun pinnan oletetaan kestävän elinkaaren ajan, ilman että sitä joudutaan vaihtamaan.
- Betonin pinnan oletetaan kestävän elinkaaren ajan, ja betonilaatu on valittu elinkaari huomioiden. Tässä betonitalon saumaukset oletetaan tehtävän kaksi kertaa 100 vuodessa.
- Purkamisen, materiaalien kierrätyksen ja hyötykäytön keinot oletetaan samoiksi kuin tällä hetkellä. Hyötykäytön päästövähennykset on arvioitu purkuajankohdan eli vuoden 2110 päästöhyödyille.

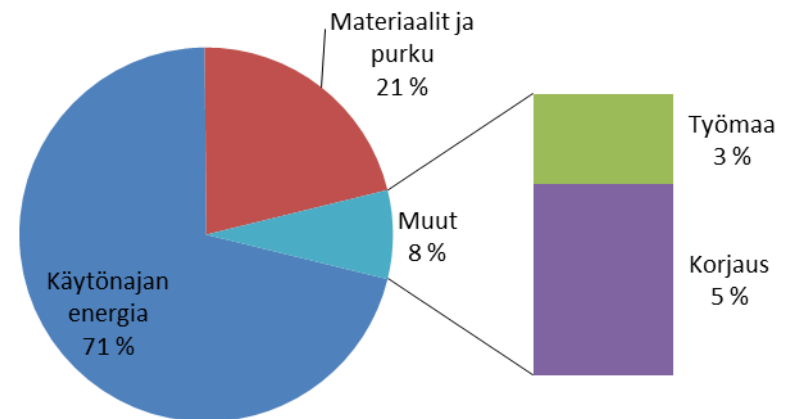
Elinkaaren aikaiset päästöt

Puutalon päästöt 100 vuodessa



Puutalo 9,4 kgCO₂/m²/v

Betonitalon päästöt 100 vuodessa



Betonitalo 10,0 kgCO₂/m²/v

Elinkaaren aikaiset päästöt

Energialuokka	Materiaali	30 v	50 v	100 v	100 v*
Määräykset 2012	Puu	28,0	19,6	11,1	30,2
Määräykset 2012	Betoni	30,5	21,1	11,8	30,8
Passiivi	Puu	23,7	16,6	9,4	24,7
Passiivi	Betoni	26,3	18,1	10,0	25,3
Lähes nolla	Puu	20,3	14,2	8,0	20,3
Lähes nolla	Betoni	22,9	15,7	8,6	20,9

* Viimeisessä sarakkeessa on esitetty vertailukohtana 100 vuoden elinkaari nykyisillä energian päästöillä, jos oletettua päästöjen vähenemää ei huomioida

Johtopäätökset

- Hiilijalanjäljen laskenta ei ole vaikeata, mutta oletukset vaikuttavat tuloksiin merkittävästi – standardoitu laskentamenetelmä tarvitaan – VÄRKKI -hiilijalanjälkihjeistukselle suuret odotukset
- Suurin yksittäinen oletus on käytettävät energian päästökertoimet
 - Pitäisi perustua ko. maassa käytettävän sähkön (tuonti mukaan lukien, vienti poistettu?) päästöjen kehitykseen (samoin kaukolämpö)
 - Nykyenergian tai ns. vihreä sähkön päästöillä tehtävät laskelmat johtavat harhaan
 - LCA laskentaperiaate edellyttää kuitenkin nykyisten arvojen käyttämistä
- Rakenteiden hiilivarasto, elinkaaren pituus, kierrätyksen oletukset – monia standardisoitavia asioita vertailukelpoisuuden saavuttamiseksi
- CEN/TC 350 yhteensopivuus tärkeä, jotta kansainvälinenkin tulosten vertailu voitaisiin kohtuullisella vaivalla tehdä