



Life Cycle Costing – LCC

FIGBC - Värkki
14 Mar 2012, Korjaamo, Helsinki FI

All material © Copyright 1994..2012, Villa Real® Ltd/SA



Olavi Tupamäki
Villa Real® Ltd/SA

PO Box 100
FI-02321 Espoo Finland
tel +358 9 802 3667
www.villareal.fi
info@villareal.fi
www.energiatyhmyrit.real.fi



VILLA REAL® **for Sustainable Construction**

- **Tarjoamme palveluita kotimaisille ja kansainvälisille rakennus- ja kiinteistöklusterin (CREC) asiakkaille:**
 - **Konsulttipalveluita elinkaarirakentamisen ja rakennusten energiatalouden tarpeisiin; suunnittelu, energiaselvitykset, ohjelmat**
 - **Pian: Edistyksellisiä **FutureConstruct® Total LCC** palveluita ja ohjelmia elinkaarikustannusten kokonaisvaltaiseen laskemiseen hyödyntäen todennäköisyyslaskentaa.**
- **Alaan liittyviä **julkaisuja ja tietokoneohjelmia** löytyy verkkokirjakaupastamme Villa Real **Online Bookshop** <https://onlinebookshop.villareal.fi>.**
- **Blogsite www.energiatyhmyrit.real.fi, jossa käsitellään kokonaisvaltaisesti rakentamisen elinkaarikustannuksia (for sustainable construction) ja varsinkin Suomen uudistuvia energiamääräyksiä.**
- **Asiakkaisiimme kuuluu Bouygues [FR], Hochtief [DE], Saint-Gobain [FR], Skanska [SE], Taylor Woodrow [GB], Shimizu [JP], Ministry of National Development [SG], Euroopan komissio ja useita eurooppalaisia, pohjoismaisia ja suomalaisia CREC-organisaatioita.**

Lisää infoa löytyy www.villareal.fi

Contents

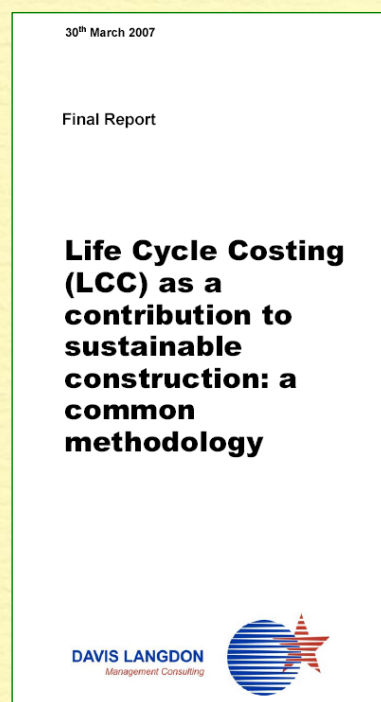
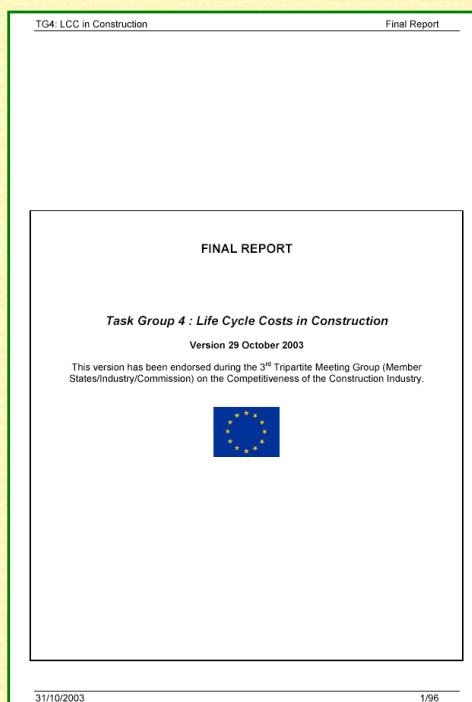
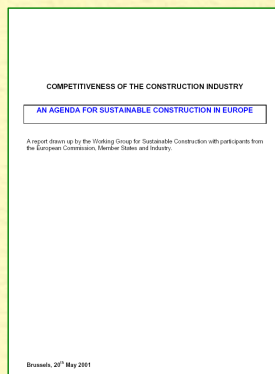
- **Intro 2000...**
- **What are LCA and LCC – Standards & Ratings**
- **EPBD & Cost Optimal**
- **Future development**

Low energy house at the Finnish National Housing Fair 2007, completed by Villa Real Ltd.



Life Cycle Costing – LCC Intro 2000... (1)

*the EU DG Ent /
Construction...*



Life Cycle Costing – LCC Intro 2000... (2)

Standards 2008...

SUOMEN STANDARDISOINTILIITTO SFS STANDARDI **SFS-EN 15459**

Metsäteollisuuden Standardisointikeskus ry
Mechanical Engineering and Metals Industry Standardization in Finland

Vahvistettu
2008-05-23

1 (1 + 88)

COPYRIGHT © SFS, SUOMEN STANDARDISOINTILIITTO SFS
ICS 01.140.10, 54.010

Rakennusten energiatehokkuus, rakennusten energiajärjestelmien taloudellisuuden arviointimenettely
Energy performance of buildings. Economic evaluation procedure for energy systems in buildings

Tämä standardi sisältää eurooppalaisen standardin EN 15459:2007 "Energy performance of buildings. Economic evaluation procedure for energy systems in buildings" englanninkielisen tekstin.
Standardi sisältää myös englanninkielisen tekstin suomenkieliseen käännökseen.
Eurooppalainen standardi EN 15459:2007 on vahvistettu suomenkieliseksi kansalliseksi standardiksi.

This standard consists of the English text of the European Standard EN 15459:2007 "Energy performance of buildings. Economic evaluation procedure for energy systems in buildings".
The standard also contains a Finnish translation of the English text.
The European Standard EN 15459:2007 has the status of a Finnish national standard.

FINAL DRAFT INTERNATIONAL STANDARD ISO/FDIS 15686-5

ISO/TC 59/SC 14
Secretariat: BSI
Voting begins on: 2008-02-15
Voting terminates on: 2008-04-15

Buildings and constructed assets — Service-life planning —
Part 5: Life-cycle costing

Bâtiments et biens immobiliers construits — Prévion de la durée de vie —
Partie 5: Approche en coût global

$$C_G(r) = C_I + \sum_j \left[\sum_{i=1}^r (C_{a,i}(j) \times R_{a,i}(j)) - V_{f,r}(j) \right]$$

discount rate [Rd]

definite value for comparison of the value of money at different times ≠ %
(actually discount factor)

$$NPV = \sum_{t=1}^N \frac{C_t}{(1+d)^t}$$

$$d_{real} = \frac{1+i}{1+a} - 1$$

What are LCA and LCC? (1) Regulatory framework

- It is good to realise that as an EU member state, Finland must comply with the generic EU administrative structure and procedures. For various CREC regulations the practical order is as follows:
 - EU Directive ⇨
 - CEN Standards: mostly in accordance with ISO standards ⇨
 - National regulations: must comply with the above ⇨
 - Voluntary Evaluation/Assessment/Calculation methods (such as LEED, BREEAM, PromisE, FC Sustain etc for sustainable construction): must comply with the above

What are LCA and LCC? (2)

ISO Standards

- Derived from **ISO 14040**: In the Construction and Real Estate Cluster - CREC, environmental life cycle assessment - **LCA** is for assessing the total **environmental impact** associated with a product's manufacture, use and disposal and with all actions in relation to the construction and use of a building or another constructed asset. **LCA does not address economic or societal aspects!**
- Derived from **ISO 15686***: In CREC, Life cycle costing - **LCC** is a technique which enables **comparative cost assessments to be made over a period of analysis**, taking into account all relevant economic factors both in terms of initial capital costs and future operating costs less residual value. It can be defined as the net present value - **NPV** of the total costs of an asset over the period of analysis.
- Note: **life cycle costing $\neq$ life cycle costs**

*ISO 15686-5 (2008): life-cycle costing = methodology for systematic economic evaluation of life-cycle costs over a period of analysis.

What are LCA and LCC? (3)

CEN, ISO and US (2010)

- Also elsewhere standardisation is ready or in a good progress:
 - “**CEN/TC350 – prEN 15643 Sustainability of construction works - Assessment of buildings - Parts 1-4**”.
 - “**ISO 21929-1 Building Construction - Sustainability in Building Construction - Sustainability Indicators**”, etc.
 - In the USA new standards recently approved, ahead of the EU: “**ANSI ICC 700-2008 National Green Building Standard**” (2009) and “**ASHRAE Standard 189-2010 for the Design of High-Performance, Green Buildings**” (2010).

What are LCA and LCC? (4)

LCA Assessment Methods (1)

- Near 100 national and other LCA methods and computer software developed. All are different by approach and criteria. Results are scorings and points and difficult to understand (the same building can get eg 4.2, 123 or 820 points depending on the method used).

LCA Tools (~2004)		LCC Tools	
Name of software	Country of origin	Name of software	Country of origin
BREEAM	GB	Kintels:ötisto	FI
ENVIST	GB	Arakosmedialysat	NO
Eco-Quantum	NL	Kostenreferentiemodell	NL
GreenCalc	NL		
ECO-PRO	DE	Total LCC (2011)	FI
LEGOE	DE	Total LCCP (2017)	EU
HQE	FR		
EQUER	FR		
ODIP	CH		
Miljøstatus	SE		
Økoprofil	NO		
BEAT 2002	DK		
Ekometri	FI		
Ekoservio	FI		
TAKE	FI		
LEED	US		
BES	US		
Green Globes	CA		
ATHENA	CA		
CASBEE	JP		
NABERS	AU		
GBTool = SBTool (by ISBE)	(24 X NN)		
FutureConstruct® SUSTAIN	FI, GB, DK, NL, IT, ES, PT, GR		
PromisE	FI		

What are LCA and LCC? (5)

LCA Assessment methods (2)

- LEED®** (The Leadership in Energy and Environmental Design by the US Green Building Council). Now used in over 70 countries.
- BREEAM** (BRE Environmental Assessment Method; GB). Now used in over 20 countries, mostly EU states.
- FutureConstruct® Sustain 1.0**, developed by 8 EU member states under EuroLifeForm project, and good for different periods of analysis(!).
- In the following table a rating comparison is presented. Scoring for rating class limits is shown for FC Sustain only, the points are percentages ie max = 100% for the best standards and practices; presented here as absolute values, which might be the most illustrative way for presentation and generic understanding.

Method / Rating						
LEED®		Certified	Silver	Gold	Platinum	
BREEAM		Pass	Good	Very Good	Excellent	Outstanding
FutureConstruct® Sustain *	Poor <0.50	Average 0.50 - 0.80	Satisfactory 0.80 - 0.70	Good 0.70 - 0.80	Very Good 0.80 - 0.90	Excellent >0.90

EPBD & Cost Optimal EPBD & Finland (1)

Direktiivit

- EPBD astui voimaan Jan 2003.
- Kansalliset määräykset voimaan <Jan 2006.
- Uudistettu direktiivi voimaan Jul 2010.
- Kansalliset määräykset voimaan 2012...2015.

Mitä Suomessa

- Suomessa direktiivin vaatimat minimimuutokset tulivat voimaan 2 vuotta myöhässä eli 2008 alusta; energiatodistus
- Direktiivin varsinaista tarkoitusta varten rakentamismääräyksiä muutettiin jälleen 2010 alusta. Tällöinkin Suomi jäi Liettuan seuraksi maana, jonka sääntely ei perustu energiankulutukseen vaan rakenteiden u-arvoihin.
- Vihdoin uudistuvat rakentamismääräykset Jul 2012; sääntelyn perustana energiamuotokertoimella painotettu ostoenergiankulutus eli E-luku (primääri-energiankulutus, ei CO₂-kertoimella laskettu); poliittisia kertoimia.

EPBD & Cost Optimal EPBD & Finland (2)

Seuraavassa energiamääräysten kehittymisen indikaatteja.

- Ympäristöministeriö esitti paljon suurempia kiristyksiä 2010 määräyksiin, mutta lopulta TUTn tietäjät voittivat VTTn tunarit.
- 2012 määräyksien osalta ministeriö joutui perumaan direktiivin vastaiset ja useat muut typerät esityksensä.

Rakennusten energiamääräysten kehittyminen U-arvot max/vertailu (W/m²K)

Rakennusosa	2003	2008	2010	2012	Kiristys
Ulkoseinä	0.25	0.24	0.17	0.17	32%
Yläpohja	0.16	0.15	0.09	0.09	44%
Alapohja	0.20	0.19	0.17	0.17	15%
Alapohja maata vasten	0.25	0.24	0.16	0.16	36%
Ikkuna, ovi	1.4	1.4	1.0	1.0	29%
Muuta		Energia- todistus	Tiiveys LTO	Osto- energia E-luku	

EPBD & Cost Optimal EPBD & Finland (3)

- Ympäristöministeriön mukaan uusien määräysten myötä syntyvä energiansäästö kattaa aiheutuvat lisäinvestointikustannukset 5-8 vuodessa. Tämä on kuitenkin täyttä pötyä, oikeasti takaisinmaksuajat ovat 100 vuotta.
- Hämmästyttävästi sen enempää ministeriö kuin myöskään RT eivät ole teettäneet ainoatakaan takaisinmaksulaskelmaa!
- Kuitenkin sekä EPBD-direktiivi yleisesti sekä varsinkin sen Cost Optimal menettely vaativat takaisinmaksuaikojen laskemista (mm artikkelit 4, 7 ja 9)
- Yleisesti EPBD-direktiivi lähtee siitä, että uusien tavoitteiden ja rakentamismääräysten **kustannus-hyötyanalyysin tulos rakennuksen taloudellisen elinkaaren ajalle ei saa olla negatiivinen.**
- Eduskunnan päätöksellä voidaan tietysti muuttaa MRL ja muita lakeja siten, että asukkaat pannaan maksamaan.
- Cost Optimal johtaa siihen, että Ympäristöministeriönkin on vihdoinkin pakko opetella elinkaarikustannusten ja takaisinmaksuaikojen laskentaa. Ja hyväksyttävä se, että laskenta ei ole vain kehdosta hautaan.

EPBD & Cost Optimal EPBD & Finland (4)

NPV

- Takaisinmaksuaika löytyy siitä, kun syntyvien energiakustannussäästöjen yhteissumma on yhtä suuri kuin sen vaatima lisäinvestointi. Suora takaisinmaksuaika saadaan simppelellä jakamalla investointi vuosittaisella säästöllä. Rahallakin kuitenkin on hintansa, ja tämä tulee ottaa laskelmissa huomioon.
- Laskennassa käytetään tavanomaista elinkaarikustannusten laskentaa (life cycle costing - LCC), jossa lasketaan tulevien kustannusten ja/tai säästöjen nykyarvo (net present value - NPV) jo lukiossa opetettavalla kaavalla, jossa C = vuotuinen kustannus/säästö, d = diskonttokorko (real interest rate, absolute value) ja N = tarkasteluajanjakson pituus.
- Näin sen vaatii laskemaan myös EPBD-direktiivi kuten myös sen Cost Optimal asetusehdotus 16 Jan 2012.

$$NPV = \sum_{t=1}^N \frac{C_t}{(1+d)^t}$$

EPBD & Cost Optimal Cost Optimal (1)

Cost Optimal (16 Jan 2012)

- EPBD-direktiivi tähtää rakennusten energiansäästöön siten, että energia-
tehokkuutta koskevat vähimmäisvaatimukset asetetaan ottaen huomioon
pyrkimys saavuttaa kustannusoptimaalinen taso. Tämä koskee sekä uudis-
että remonttirakentamista.
- Cost Optimal on eri tavoilla saavutettava kustannusten NPV:n minimiarvo (=
kustannustehokkuuden maksimiarvo). Sen pitäisi aina olla positiivinen.
Kustannuksiin lasketaan investointikustannus sekä ylläpito-, korjaus- ja
käyttökustannukset mukaan lukien energiakustannukset ja –säästöt sekä
jäännösarvo (myös tämä diskontataan).
- Olemassa olevia ja suunnitteilla olevia rakennusten energiamääräyksiä sitten
verrataan ja tarvittaessa tarkistetaan cost optimalin saavuttamiseksi.
- Vertailu tapahtuu määriteltävien cost optimal referenssirakennusten kautta.
Näitä tarvitaan erikseen sekä uudis- että remonttirakentamiselle, Suomessa
arviolta kolmelle asuntotyypille ja viidelle muulle rakennusluokalle, kahdessa
eri ilmastovyöhykkeessä.

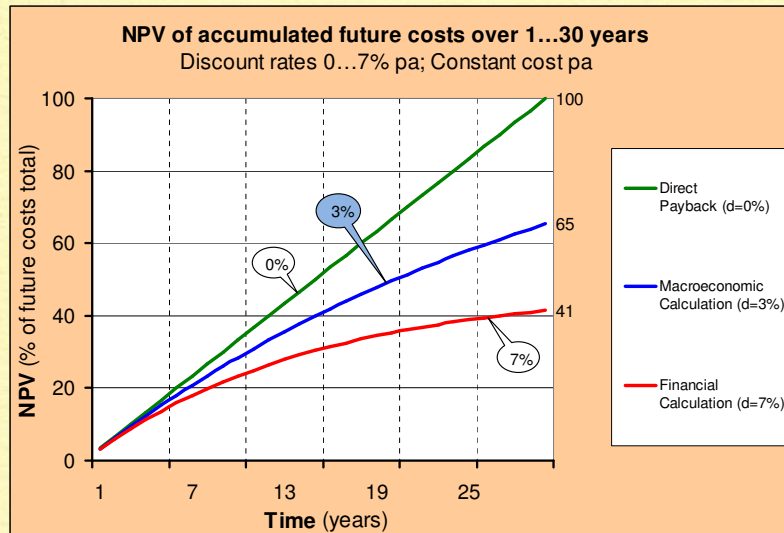
EPBD & Cost Optimal Cost Optimal (2)

Cost Optimal asetuksen piirteitä:

- NPV-elinkaarikustannusten laskenta, primäärienergia.
- Laskenta-ajanjaksot 30 (asunnot ja julkiset rak.) ja 20 (kaupalliset rak.) vuotta.
- Nyt selvästi & oikein sanottu, että sekä diskonttokorko että kustannukset ovat real.
- Vaaditaan 2 laskentaa uusin nimikkein & määrein seuraavasti:
 - Macroeconomic calculation: ilman veroja, tukia etc, CO₂-kustannukset laskettava
mukaan!
 - Financial calculation: kuten investoija normaalisti.
- Herkkyysanalyysi pakollinen diskonttokoron ja energianhinnan osalta: diskonttokorolle
vähintään 2 korkokantaa, joista makrokalkyyllissä toisen tulee olla 3% pa.
- Kukin jäsenmaa kuitenkin saa itse päättää mitä laskentaperustetta ja diskonttokorkoa
käyttää
- Myös primäärienergiakertoimet, useful floor area etc jätetty jäsenmaan omaan
harkintaan.
- Toimenpidevaihtoehtoihin on uusiutuva energia otettava mukaan, RES-direktiivin
määreillä; energiankulutuksen vähentäminen kuitenkin priority.

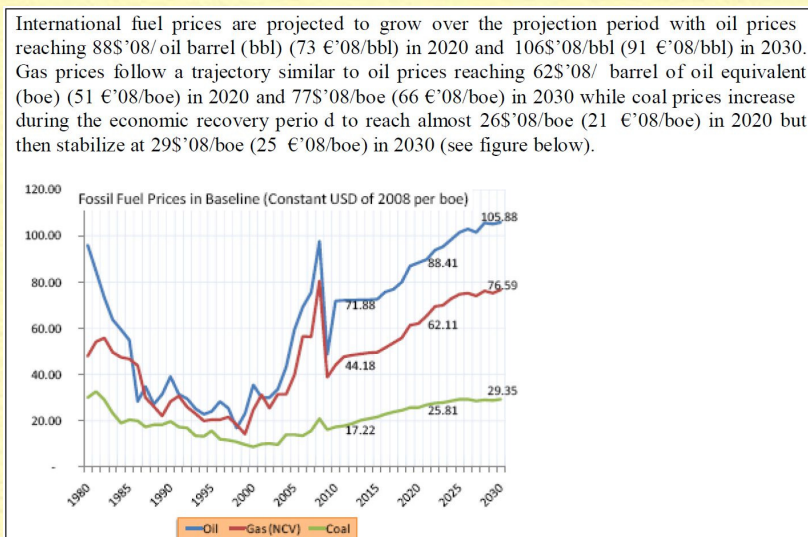
EPBD & Cost Optimal Cost Optimal (3)

- Seuraavassa kaaviossa esitän nykyarvon NPV kumulatiivisen kehityksen kolmella eri korkokannalla 30 vuoden ajanjaksolla. Erotus 7%-3% luo sitten pohjan keskustelulle siitä, miten yhteiskunnan pitäisi tukea mm. energiaremontteja.



EPBD & Cost Optimal Cost Optimal (4)

- Asetus antaa myös ennusteen öljyn, kaasun ja kivihillen reaaliarvojen kehitykselle seuraavaksi 20 vuodeksi. Meillä tulee vastaavasti määritellä ennusteet sähkön, uusiutuvan energian ja kaukolämmön hinnoille.



EPBD & Cost Optimal Cost Optimal (5)

- Kun energiamääräyksiä 2012 tehtiin, niin useat lausunnonantajat vaativat, että takaisinmaksuaikojen tulisi olla enintään 10 vuotta 5% korolla. Se on toiveajattelua!
- Toisaalta, pelkän energiansäästön lisäksi voitaisiin säästöjä löytää ulkoisista ja oheisvaikutuksista kuten käytettävyys, ympäristövaikutukset sekä erilaiset yhteiskunnalliset vaikutukset. Lisäksi, jos katsotaan Suomen asuntolainojen korkoja viimeisen kymmenen vuoden ajalta, niin reaalikorko on oikeasti ollut koko ajan alle 3%.
- EUn keskisissä ja eteläisissä jäsenmaissa Cost Optimal johtaisi rakennusten energiamääräysten kovaan kiristämiseen, mihin rahaa tuskin löytyy. Suomessa taas on vaikea löytää sellaisia määräysten tiukennuksia, jotka olisivat Cost Optimalin mukaisesti kustannustehokkaita; määräykset ovat jo tiukat.
- YmpMin (Pekka Kalliomäki, Maarit Haakana) tuskin saa asiaa (referenssirakennukset, laskenta, raportointi etc) valmiiksi vaadittuun 30 Jun 2012 mennessä. Ja energiaremonttimääräykset (YmpMin/Jyrki Kauppinen) taitavat hyytyä lähtökuoppiinsa.

EPBD & Cost Optimal Cost Optimal (6)

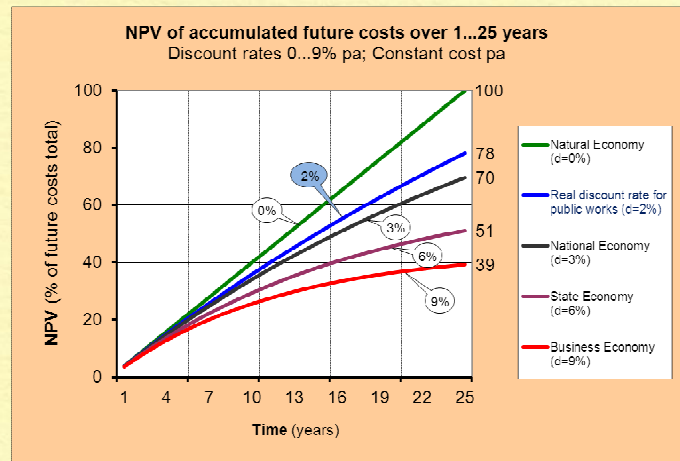
- Cost Optimal asetetus on José Manuel Barroson ukaasi (delegated act), joka tulee sellaisenaan voimaan ilman kansallista käsittelyä. Onko tämä hyvä vai huono asia, jää nähtäväksi. Vaatii kuitenkin vielä Euroopan parlamentin ja neuvoston hyväksymisen.
- Vielä: Ympäristöministeriön ja ERA17-addiktien tulisi pitää mielessään EPBD-direktiivin 4. artikla: ”**Jäsenvaltiolta ei edellytetä sellaisten energia-tehokkuutta koskevien vähimmäisvaatimusten vahvistamista, jotka eivät ole kustannustehokkaita arvioidun taloudellisen elinkaaren aikana.**”

Future Total LCC & Probabilistics (1)

Total LCC [FI] ⇒ with probalistics ⇒ Total LCCP EU]:

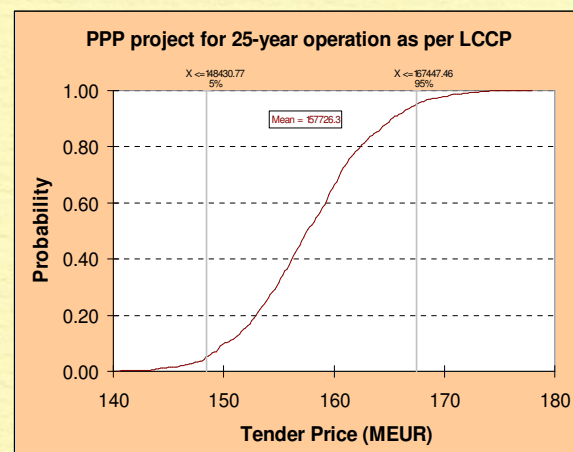
- **Total LCC is to cover not only the initial capital and direct future costs of a building or another constructed asset but also externalities and intangibles** (occupational, locational, environmental and societal impact costs). To put it simply, Total LCC just tries to **convert all various LCA impacts to money**.
- After this **monetising** everything can be calculated mathematically as $LCC = NPV$ of all effective costs over the period of analysis as already envisaged in ISO15686-5 (art 6).

$$NPV = \sum_{t=1}^N \frac{C_t}{(1+d)^t}$$



Future Total LCC & Probabilistics (2)

- For LCC to become widely accepted, concerns about uncertainties in forecasting must be overcome: costs and performance of a building, its components, systems and assemblies. A software pack **FutureConstruct® LCCP** was developed in 3.8 MEUR project **EuroLifeForm** (I was the originator) to make this practically possible.
- I am confident that **eventually the Total LCC/LCCP will be taken to use in the EU**. Via directives and supportive standards they'll replace the existing standards, national regulations and assessment/rating tools. It was already initially approved in 2001 by the task group TG4 of the EC DG Enterprise! This is also envisaged in ISO15686-5 (art 8).
- As an action towards a **LCC Directive**, Davis Langdon Ltd prepared 2007 a report "Life cycle costing (LCC) as a contribution to sustainable construction: a common methodology", duly covering Total LCC with Probabilistics.

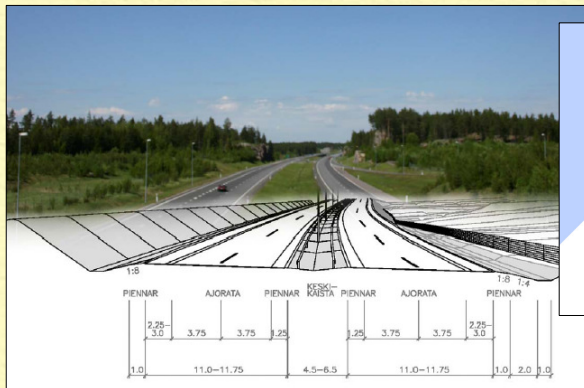


Life Cycle Costing – LCC

Where to find more?



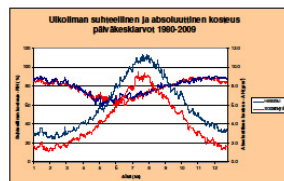
- All the aforesaid and more is available in Villa Real **Online Bookshop** www.villareal.fi or directly at the secured <https://onlinebookshop.villareal.fi>.
- Most of the documents, software etc are available free of charge. Our streamlined download process is **/easy/instant/secure/**. For payment, if any, **MasterCard SecureCode** and **Verified by VISA** double your security.
- Käy (!) myös kaikille avoimella blogisitellä www.energiatyhmyrit.real.fi.



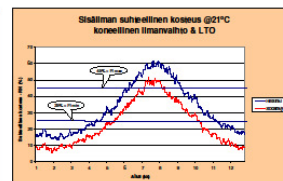
Many thanks!

IRTI KOSTEUSFOBIASTA

KUIVA SISÄILMA ON HAITAKSI JA TUHLAA ENERGIAA



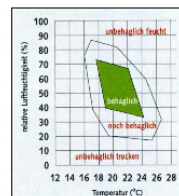
↑ **Ulkoilman kosteus (RH ja AH).**
Source: Ilmatieteenlaitos (T, RH).



↑ **Sisäilman suhteellinen kosteus (RH).** Alaraja 25% ja yläraja 45% ovat yleisimmän Suomessa sanottu.

Liian kuiva sisäilma talvella johtuu ilmanvaihdosta. Vain Suomessa koneellinen ilmanvaihto on pakollinen ja vailla vaatimusta kosteuden palauttamisesta sisäilmaan. Tästä seuraa, että uusissa asunnoissa

- kovilla pakkasilla sisäilman RH<10%
- kun sisäilman RH<30% ⇒ ihmiset palelee ja he sairastuvat
- uudet kuivanlämpimän ilmanalan syöpättaiset hyökkäävät uusiin asuntoihin
- vain Suomessa kiinalaiset kaapit halkeilevat



← **Mukavuuslämpö & suhteellinen kosteus (behaglich):** Saksan ohje Mollier-diagrammissa. Saksat vaatii koneellisessa ilmanvaihdossa & LTOssa kosteuden palauttamista sisäilmaan!

Sisäilman suhteellinen kosteus - RH		0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%
Mittari-lämpötila									
24°C		20	21	22	22	23	24	25	25
23°C		19	20	20	21	22	22	23	24
22°C		18	18	19	20	21	21	22	23
21°C		17	18	18	19	19	20	20	21
20°C		16	17	17	18	18	19	19	20

↑ **Taulukko näyttää mukavuuslämmön riippuvuuden RH:sta** (Apparent temperature. Source: National Oceanic and Atmospheric Administration, US); taulukon luvut pyöristettyjä °C.

Taulukosta voidaan nähdä, että talvella kun RH<20%, niin talo pitää lämmittää mittari-lämpöön 24°C, jotta asukas tuntisi olonsa 21°C mukaiseksi ja mukavaksi! Kun talon mittari-lämpöä joudutaan nostamaan talvella kolmella asteella 21 ⇒ 24°C, energiaa kuluu vuositulolla 12% enemmän! Syyllinen tähän on Ympäristöministeriö, joka ei ymmärrä asettaa mitään ohjeita tai vaatimuksia sisäilman suhteelliseen kosteuteen.

Terveyden, viihtyvyyden ja tuottavuuden sekä energian säästämisen kannalta Suomen rakentamismääräyksiä tulisi muuttaa ja täydentää seuraavasti:

- Sisäilman ohjearvo, asunnot ja toimistot: **RH=30-60%** (T=20-24°C)
- Vaatimus: Kosteuden talteenotto – **KTO>45%** (kesäkauden pois päältä kuun LTO nyt).

→ Lisää infoa: <https://onlinebookshop.villareal.fi>