Umeå School of Architecture
Umeå University

RAKENNUSTEN ENERGIATEHOKKUUSKONSEPTIEN MAHDOLLISUUDET

Kimmo Lylykangas
Adjunct Professor, Umeå School of Architecture, Umeå University
Arkkitehtuuritoimisto Kimmo Lylykangas Oy

RAKENNUSFYSIIKKA 2015
22.10.2015

SISÄLTÖ

JOHDANTO

ENERGIATEHOKKAAN RAKENTAMISEN KONSEPTIEN KRIITTINEN ARVIOINTI

I Passiivitalo
II Nettonollaenergiatalo
III Active house

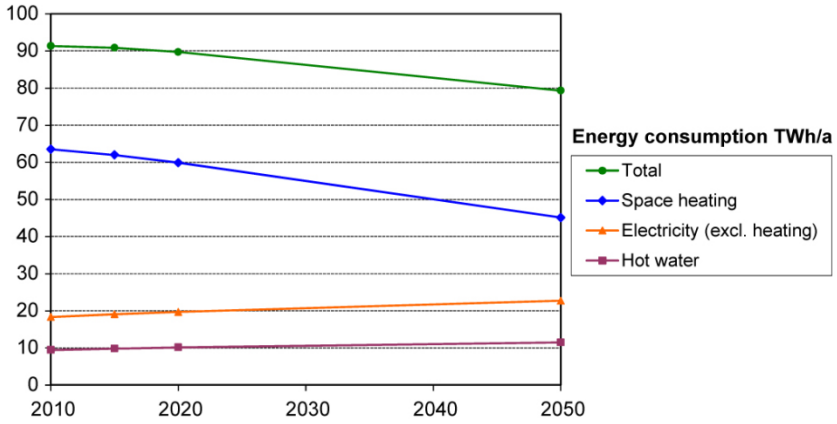
KOHTI KÄYTTÖKELPOISEMPIA RAKENNUSKONSEPTEJA

I Ilmastotavoitteita toteuttava talo
II Infrastruktuuriin tukeutuva rakennus
III Tasokorotettava talo
IV Hybridiratkaisuihin perustuva rakennuskonsepti
V Varmatoiminen talo

YHTEENVETO

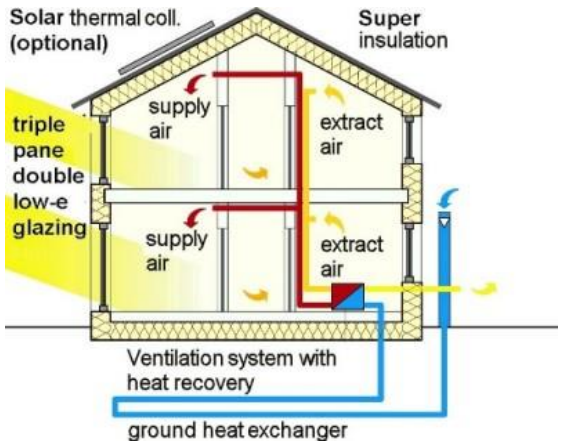
RAKENNUSKANNAN ENERGIANKULUTUS KÄÄNTYNYT LASKUUN

		1976	1978	1985	2003	2007	2010	2012
		C3	C3	C3	C3	C3	C3	D3
SEINÄ	W/m²K	0,40	0,29	0,28	0,25	0,24	0,17	0,17
KATTO	W/m²K	0,35	0,23	0,22	0,16	0,15	0,09	0,09
LATTIA	W/m²K	0,40	0,40	0,36	0,25	0,24	0,16	0,16
IKKUNA	W/m²K	2,10	2,10	2,10	1,40	1,40	1,00	1,00
LÄMMÖN TALTEENOTTO	%				30	30	45	45



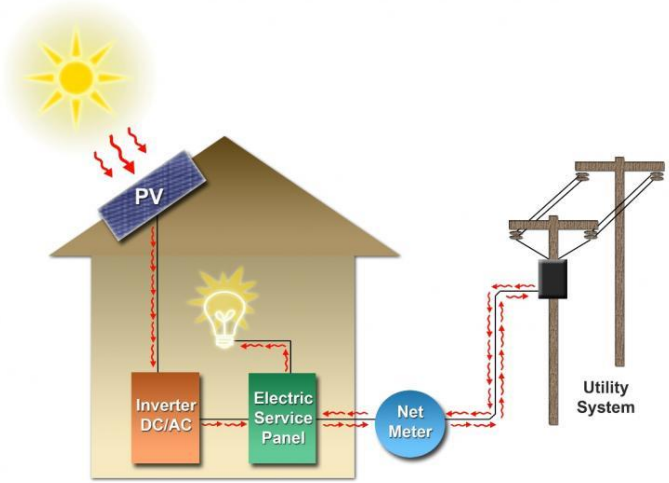
LÄHTEET: Jarek Kurnitski: Kustannusoptimaalisuuden kautta lähes nollaenergiarakentamiseen – nZEB. Presentation 31.1.2012. Tuominen, Pekka, Holopainen, Riikka, Eskola, Lari, Jokisalo, Juha & Airaksinen, Miimu: Calculation method and tool for assessing energy consumption in the building stock. Building and Environment 75 (2014), 153–160.

ENERGIATEHOKKAAN RAKENTAMISEN KONSEPTIEN KRIITTINEN ARVIOINTI



PASSIVE HOUSE

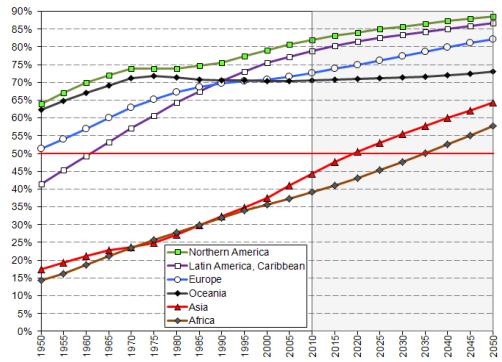
ACTIVE HOUSE

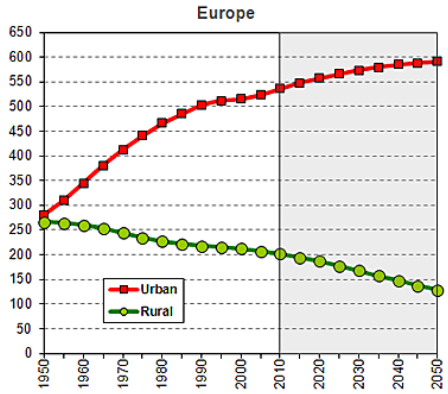


NET ZERO ENERGY HOUSE

MAAILMA KAUPUNGISTUU

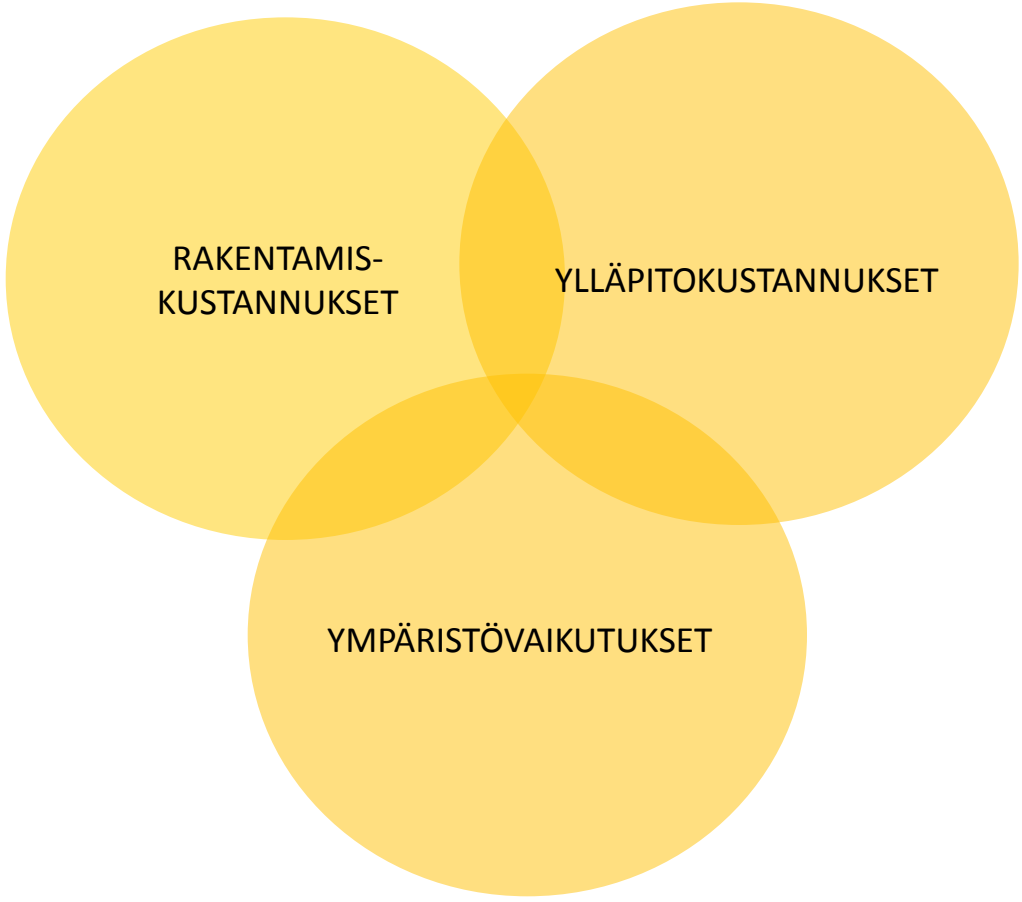
58 % MAAILMAN VÄESTÖSTÄ ASUU KAUPUNGEISSA 2050





lähde: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division: *World Urbanization Prospects, the 2011 Revision*. New York, 2012

RAKENNUSKONSEPTIT JA MÄÄRITELMÄT SISÄLTÄVÄT ERILAISIA PAINOTUKSIA



© 2009 Tele Atlas
© 2009 Europa Technologies
© 2009 Geocentre Consulting
©2007 Google™

I

PASSIIVITALO

1988 *Bo Adamson* ja *Wolfgang Feist* hahmottelevat passiivitalomääritelmän perusteet

1991 Ensimmäinen passiivitalo rakennetaan (Darmstadt, Kranichstein)

1993 Wolfgang Feistin väitöskirja *Passivhäuser in Mitteleuropa* julkaistaan

1996 *Passivhaus Institut* perustetaan

1998 *Passivhaus Projektierungs Paket* (PHPP) –ohjelma lanseerataan

2001 Ensimmäiset ruotsalaiset passiivitalot valmistuvat (Lindås)

2003 Ensimmäinen Pohjois-Amerkikkalainen passiivitalo valmistuu (Urbana, Illinois)

2006 VTT lanseeraa suomalaisen passiivitalomääritelmän

2008 Ensimmäinen pohjoismainen passiivitalokonferenssi Trondheimissa, Norjassa

2009 Ensimmäiset suomalaiset passiivitalot valmistuvat

PHI:n arvion mukaan maailmassa on 10 000 passiivitaloa

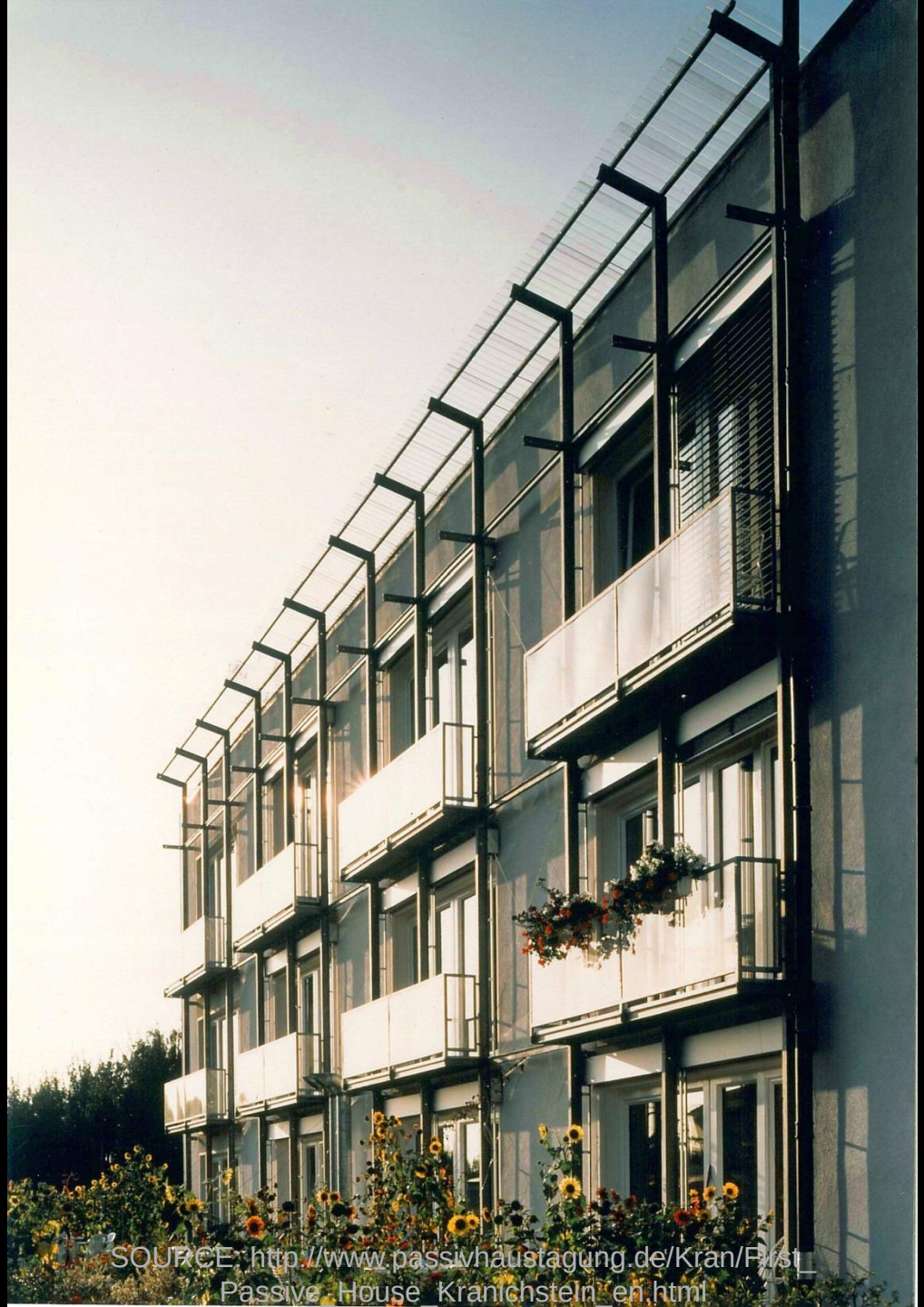
2012 Ensimmäiset suomalaiset PHI:n sertifioimat passiivitalot valmistuvat

Passiivitalo Kranichsteinissa
ensimmäinen passiivitalo

Darmstadt, Saksa

Arkkitehti:	Professor Bott, Ridder, Westermeyer
Valmistumisvuosi:	1991

lähde: http://passipedia.passiv.de/passipedia_en/examples/residential_buildings/single_-_family_houses/central_europe/the_world_s_first_passive_house_darmstadt-kranichstein_germany



SOURCE: http://www.passivhaustagung.de/Kran/First_Passive_House_Kranichstein_en.html

VALOKUVA: Jari Kiuru

IMAGE: Jari Kiuru

IMAGE: Jari Kiuru

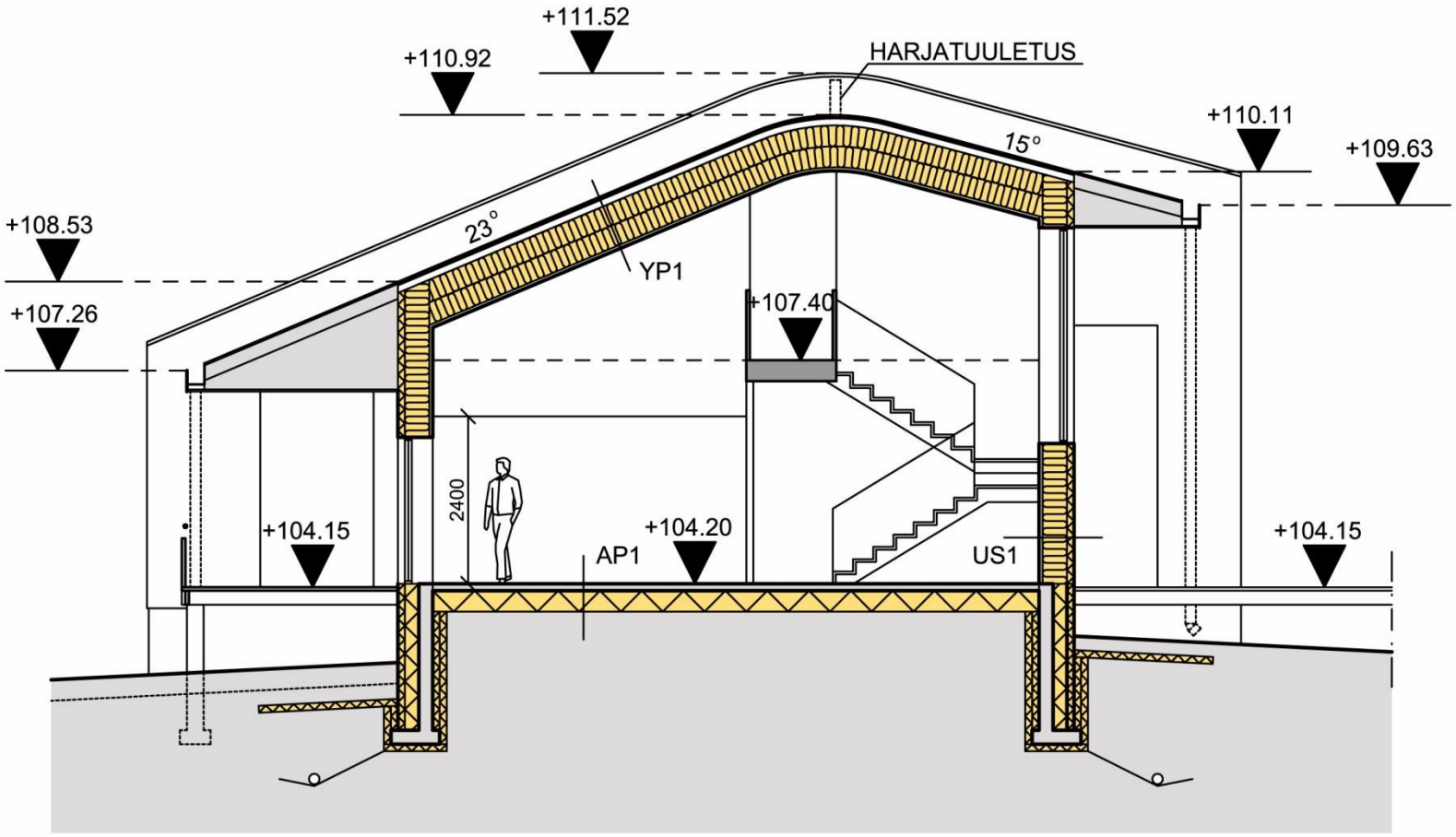
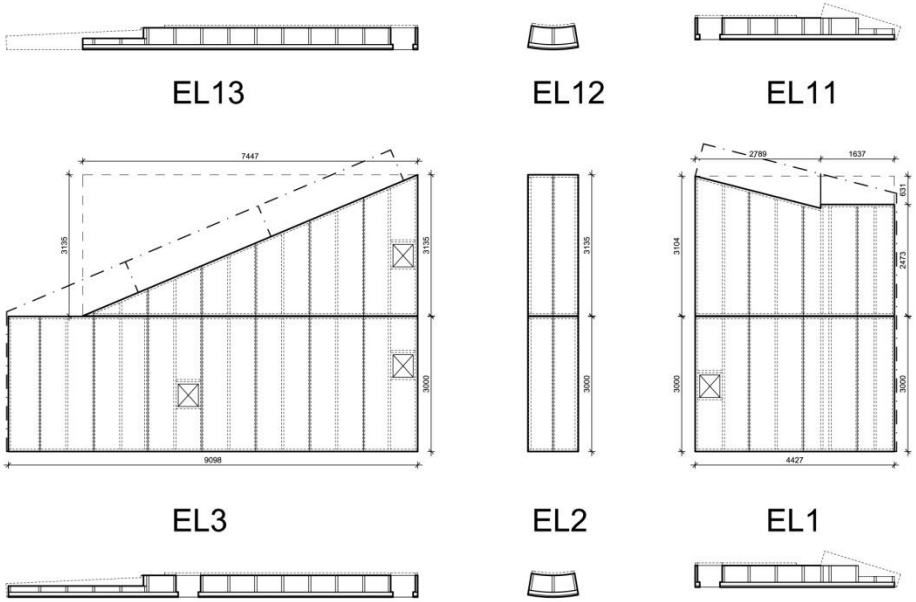
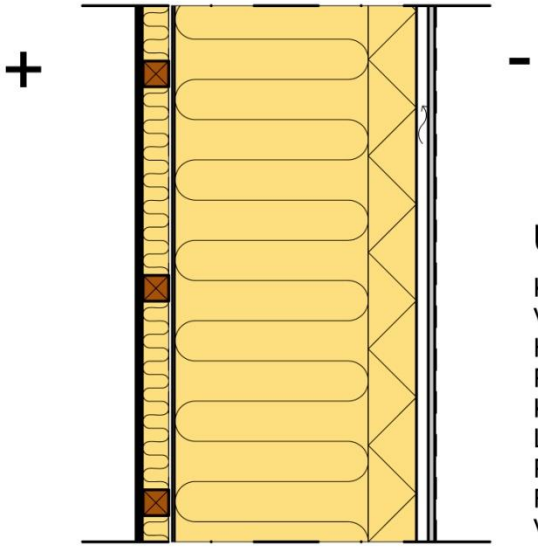


IMAGE: Arkkitehtuuritoimisto Kimmo Lylykangas





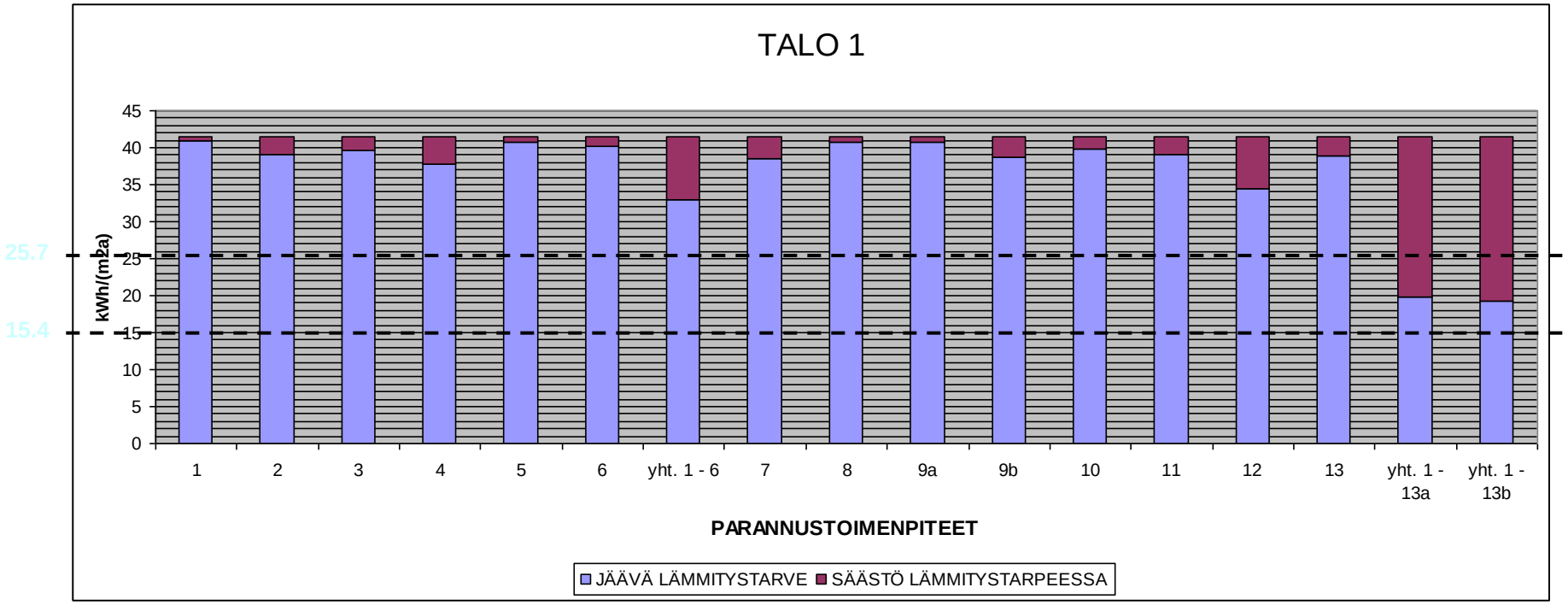
US1

KIPSILEVY EK 13 mm
VAAKAKOOLAUS JA ERISTE 48 mm
HÖYRYN- JA ILMANSULKU
PONTATTU HAVUVANERI 6.5 mm
KERTOPUURUNKO JA LÄMMÖNERISTE 360 mm
LÄMMÖNERISTE + TYVEK-KANGAS 70 mm
PYSTYLAUDOITUS JA TUULETUSRAKO 22 mm
RAPATTAVA LEVY
VÄRILAASTIRAPPAUS

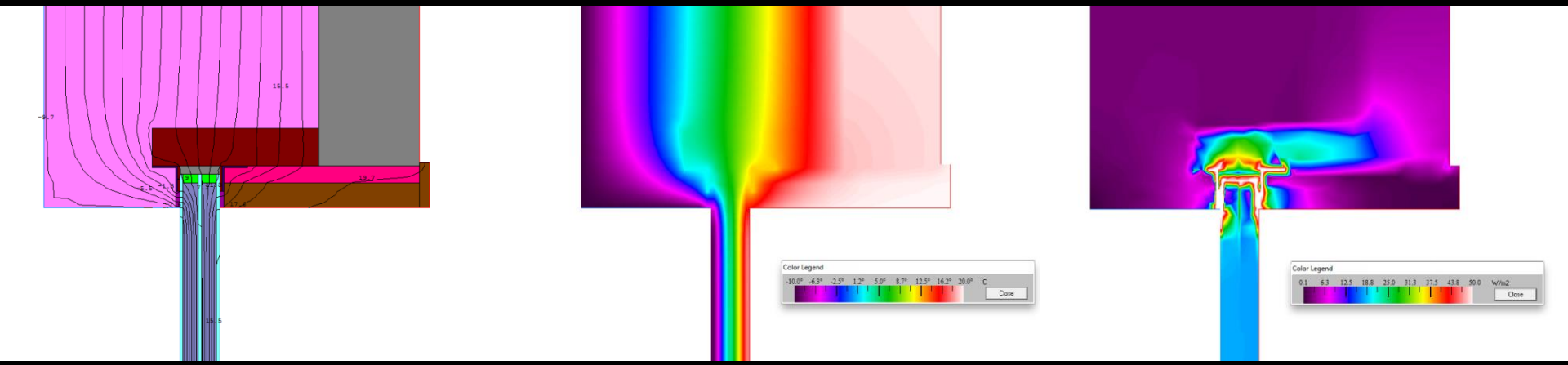
PHOTO: Jari Kiuru

PHOTO: Jari Kiuru

SUUNNITELMAN KEHITTÄMINEN
tilojen lämmitystarve



Ψ = 0.03 W/mK


Color Legend
-10.0° -6.3° -2.5° 1.2° 5.0° 8.7° 12.5° 16.2° 20.0° C
Close
Color Legend
0.1 6.3 12.5 18.8 25.0 31.3 37.5 43.8 50.0 W/m2
Close

kuva: Jari Kiuru

kuva: Jari Kiuru

Passivhus.dk
Heksehøjen 5B
DK-4700 Næstved
www.passivhus.dk

Authorised by: ***Passivhaus Institut***
Dr. Wolfgang Feist
Rheinstr. 44/46
D- 64283 Darmstadt

Certificate

Passivhus.dk ApS hereby certifies the following building as a

Quality Approved Passive House

Oravarinteen Passiivitalot, talo 1, Oravarinne 5, FI-02270 Espoo

Developer: TA Yhtymä, Sinikalliontie 14, FI-02630 Espoo
Architecture, passive house design: Kimmo Lylykangas Architects, Oksasenkatu 10, FI-00100 Helsinki
Main contractor: Rakennusliike Reponen Oy, Piispankallio 4, FI-02200 Espoo with
Platina Kivitalot Oy, Ruukintie 3, FI-02330 Espoo

This building was designed to meet Passive House criteria as defined by the Passive House Institute. With appropriate on-site implementation, this building will have the following characteristics:

- Excellent thermal insulation and optimised connection details with respect to building physics. High thermal comfort during the summer has been considered and the heating demand or heating load will be limited to

15 kWh per m² of living area and year or 10 W/m², respectively

- A highly airtight building envelope, which eliminates draughts and reduces the heating energy demand: The air change rate through the envelope at a 50 Pascal pressure difference, as verified in accordance with EN 13829, is less than

0.6 air changes per hour with respect to the building's volume

- A controlled ventilation system with high quality filters, highly efficient heat recovery and low electricity consumption, ensuring excellent indoor air quality with low energy consumption
- A total primary energy demand for heating, domestic hot water, ventilation and all other electric appliances during normal use of less than

120 kWh per m² of living area and year

This certificate is to be used only in combination with the associated certification documents, which describe the exact characteristics of the building.

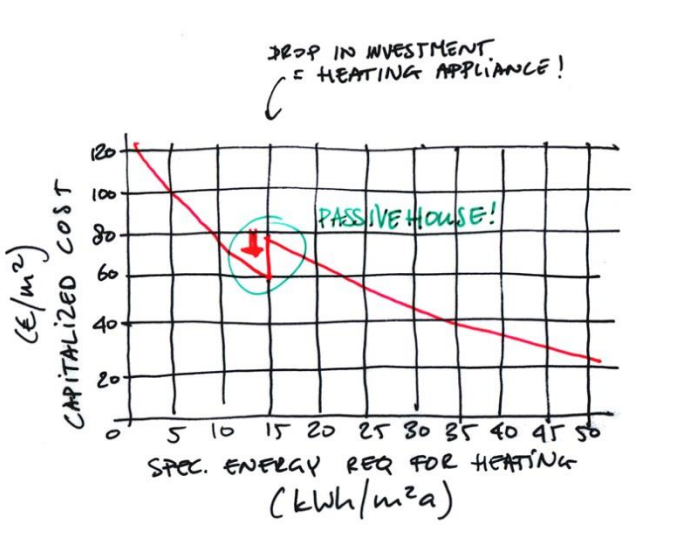
Passive Houses offer high comfort throughout the year and can be heated with little effort, for example, by heating the supply air. The building envelope of a Passive House is evenly warm on the inside and the internal surface temperatures hardly differ from indoor air temperatures. Due to the highly airtight envelope, draughts are eliminated during normal use. The ventilation system constantly provides fresh air of excellent quality. Heating costs in a Passive House are very low. Thanks to their low energy consumption, Passive Houses offer security against energy scarcity and future rises in energy prices. Moreover, the climate impact of Passive Houses is low as they reduce energy use, thereby resulting in the emission of comparatively low levels of carbon dioxide (CO_2) and other pollutants.

issued:
Næstved, Denmark, 4 November 2013

Søren Pedersen
Director, M.Sc. (eng.)
Passivhus.dk ApS

PHDK0031

Certificate-ID: 8000_PDK_PH_20131104_SP



TARKOITUKSENMUKAINEN TAVOITE?

PASSIIVITALOKRITEERI **TILOJEN LÄMMITYSEN. TARVE**	**kWh/m²a** bruttoalalle (180 brm²)	**kWh/m²a** *treated floor arealle* (140.2 m²)
SUOMALAINEN MÄÄRITELMÄ	**20**	25,7
KANSAINVÄLINEN MÄÄRITELMÄ	11,7	**15**

PRIMÄÄRIENERGIAKERTOIMET

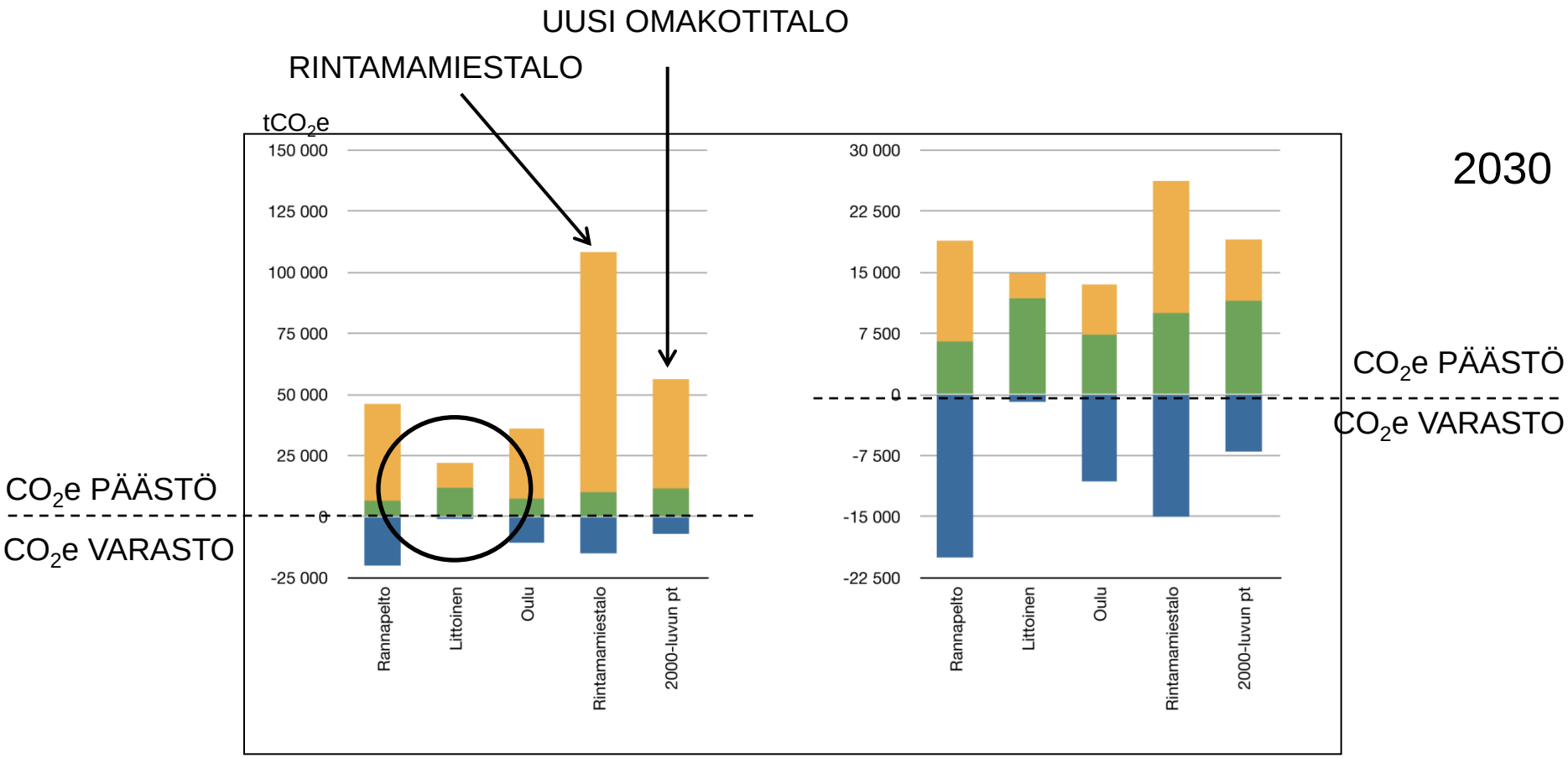
		PASSIVE HOUSE INSTITUT	SUOMALAISET KERTOIMET
SÄHKÖ		2,6	1,7
AURINKOSÄHKÖ RAKENNUKSESSA		0,7	1,7
FOSSIILISET		1,1	1,0
PUU		0,2	0,5
KAUKOLÄMPÖ			
erillistuotanto		1,5	0,7
kaasu	> 70 % CHP	0,7	0,7
öljy, hiili	> 70 % CHP	0,8	0,7
	> 30 % CHP	1,2	0,7

PASSIIVITALOMÄÄRITELMÄN ONGELMIA

- YKSI KIINTEÄLLÄ TUNNUSLUVULLA ASETETTU KRITEERI
  - PIENILLE JA SUURILLE RAKENNUKSILLE
  - ERI RAKENNUSTYYPEILLE
  - KAIKILLE SIJAINNEILLE
- ILMANVAIHTOLÄMMITYS EI OLE KUSTANNUSOPTIMI
  - LÄMMITYSTEHON10 W/m² SAAVUTTAMINEN MAKSAA PIENESSÄ RAKENNUKSESSA ENEMMÄN KUIN LÄMMÖNJAKOVERKOSTON JA ILMANVAIHTOJÄRJSTELMÄN INTEGROINNILLA SÄÄSTETÄÄN
- PRIMÄÄRIENERGIANKULUTUKSELLE ASETETTU KRITEERI PERUSTUU PHI:N ASETTAMIIN KERTOIMIIN; SUOMALAISILLA ENERGIAMUOTOJEN KERTOIMILLA ON TOISENLAINEN OHJAUSVAIKUTUS

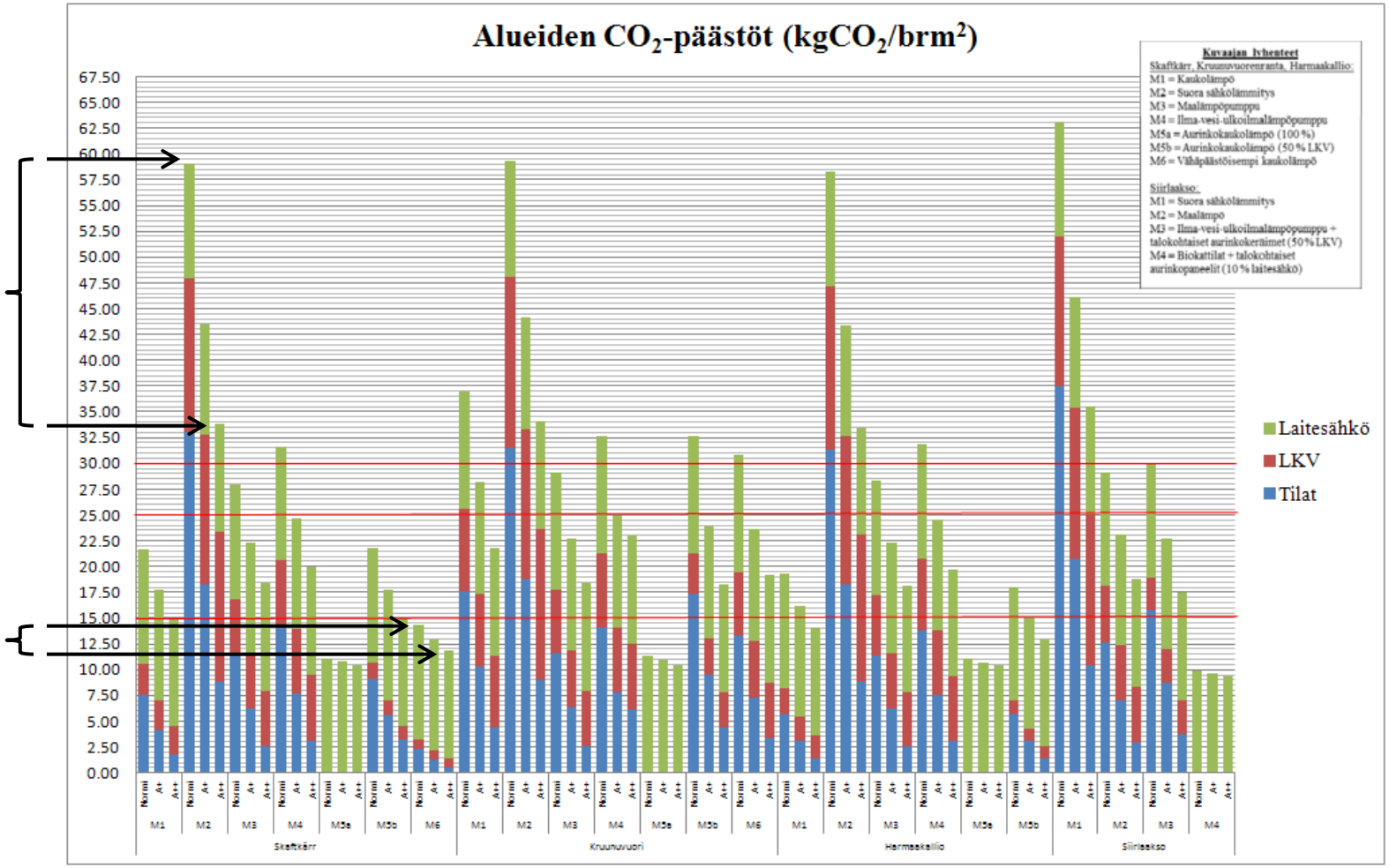
ELINKAAREN CO2e-PÄÄSTÖ

PÄÄRAKENNUSOSIEN MATERIAALIVALMISTUKSEN JA ENERGIANKÄYTÖN (MITTAUKSEEN PERUSTUVA) HIILIJALANJÄLKI, 50 VUODEN ELNKAARI



Hänninen, Pekka: Pientaloasumisen ekologinen kestävyys, 2014, s 21.

ENERGIANKÄYTÖN KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT ($kgCO_2/brm^2$) NELJÄLLÄ ERI ASUINALUEELLA



PORVOO **HELSINKI** **LOVIISA** **MÄNTYHARJU**

lähde: Tuukka Vainio, Aalto Yliopisto Energiakaavoituksen mallit -hanke, 2011.

II

NETTONOLLAENERGIATALO

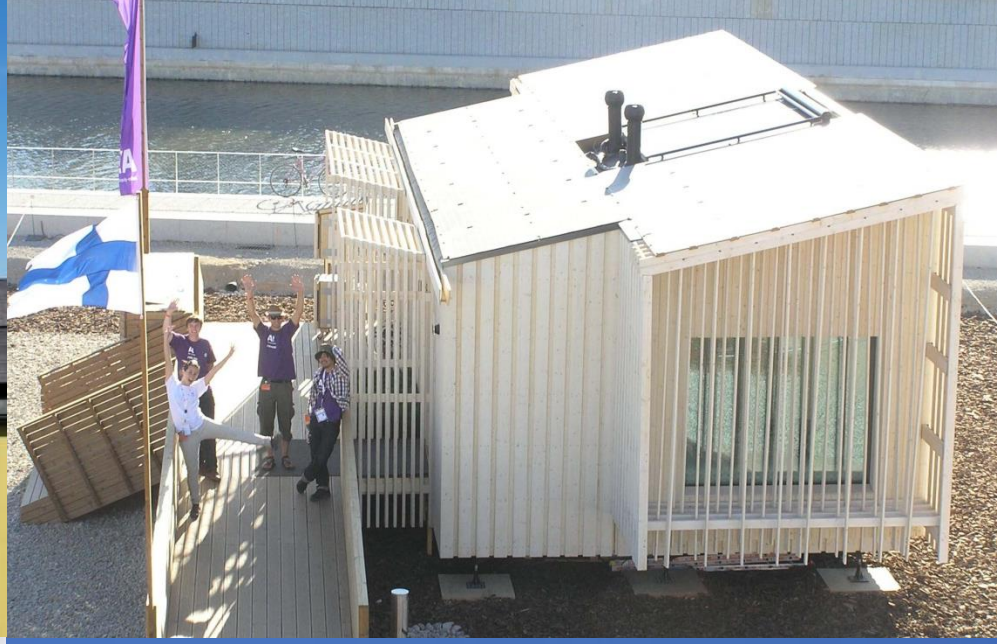
Marché Kempthal

Ensimmäinen nollaenergiatoimistotalo Sveitsissä

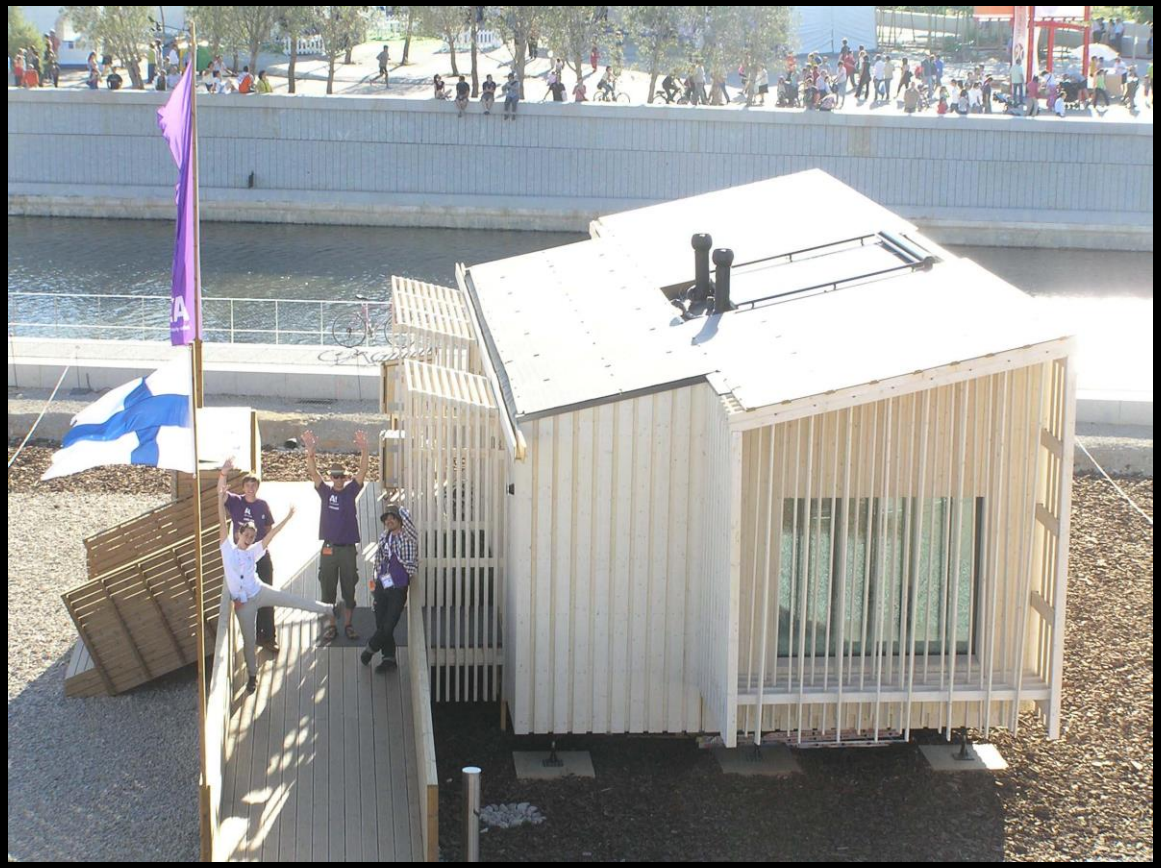
Kemptthal, Sveitsi

Arkkitehti:	Beat Kämpfen
Valmistumisvuosi:	2007

Aurinkoenergian aktiivinen ja passiivinen hyödyntäminen
sveitsiläinen Minergie P-eco standardi
Schwitzer Solarpreis 2007



kuvat: Jyri Nieminen, VTT. www.nollaenergia.fi; Aalto-yliopisto, Arkkitehtuurin laitos, Puurakentaminen.



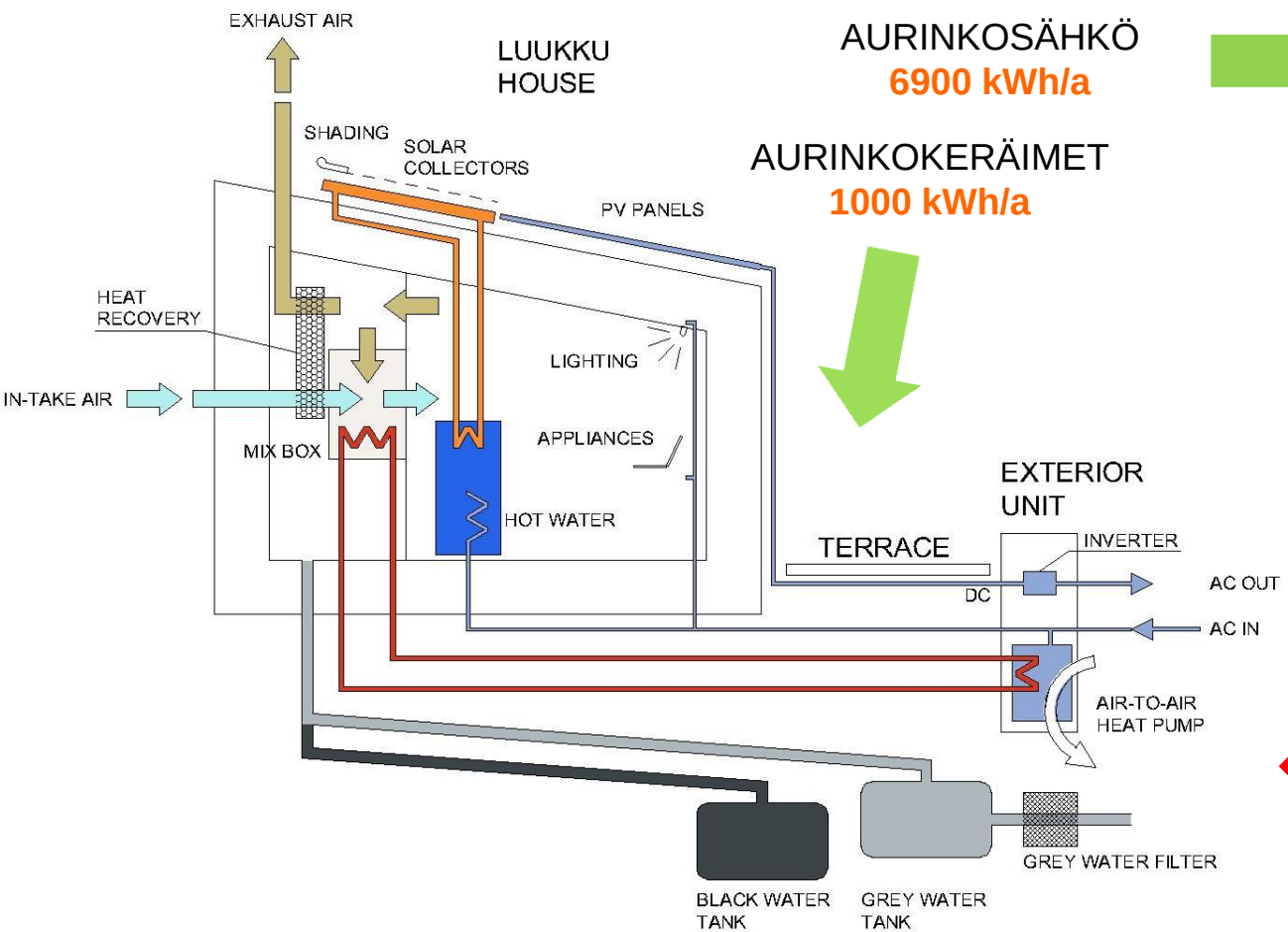
Nettoplusenergiatalo Luukku

Madrid / Mäntyharju

Arkkitehti:	Ulla Prami / Aalto-yliopiston opiskelijati
Valmistumisvuosi	2010
aurinkosähköjärjestelmä	60 m²
aurinkokeräimet 5 m²	
Ilma-ilma-lämpöpumppu	

UUSIUTUVA OMAVARAISENERGIA
~ 60 m² aurinkosähköjärjestelmä
~ 5 m² aurinkokeräimet

TASERAJANA TONTTI



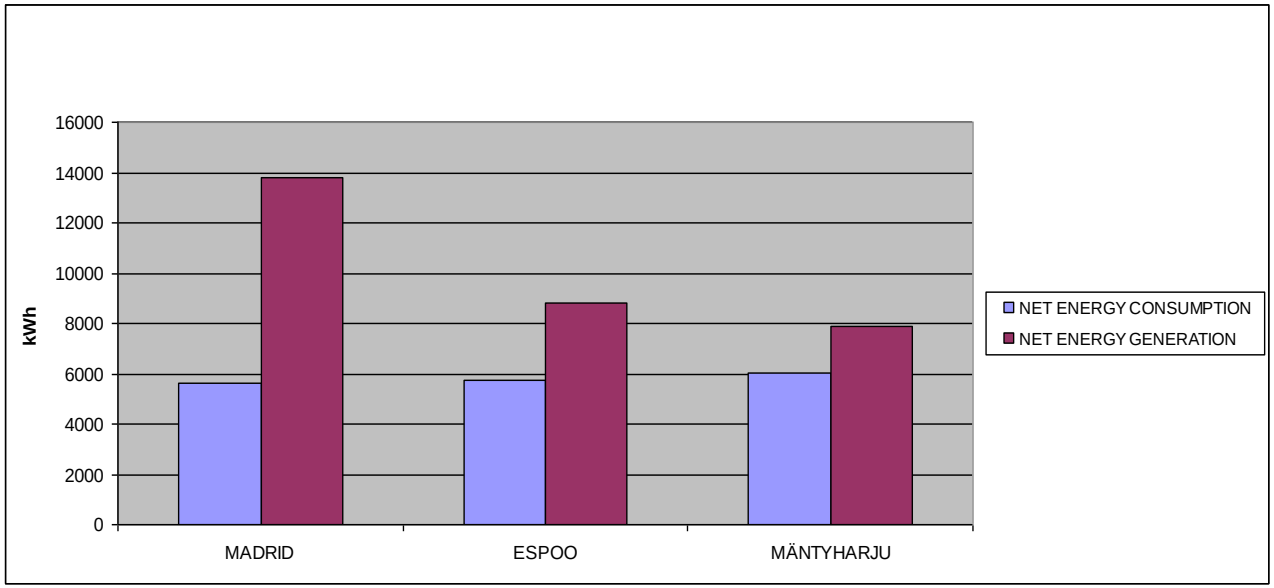
AURINKOSÄHKÖ
6900 kWh/a

AURINKOKERÄIMET
1000 kWh/a

VERKKOON VIETY UUSIUTUVA ENERGIA
6900 kWh/a

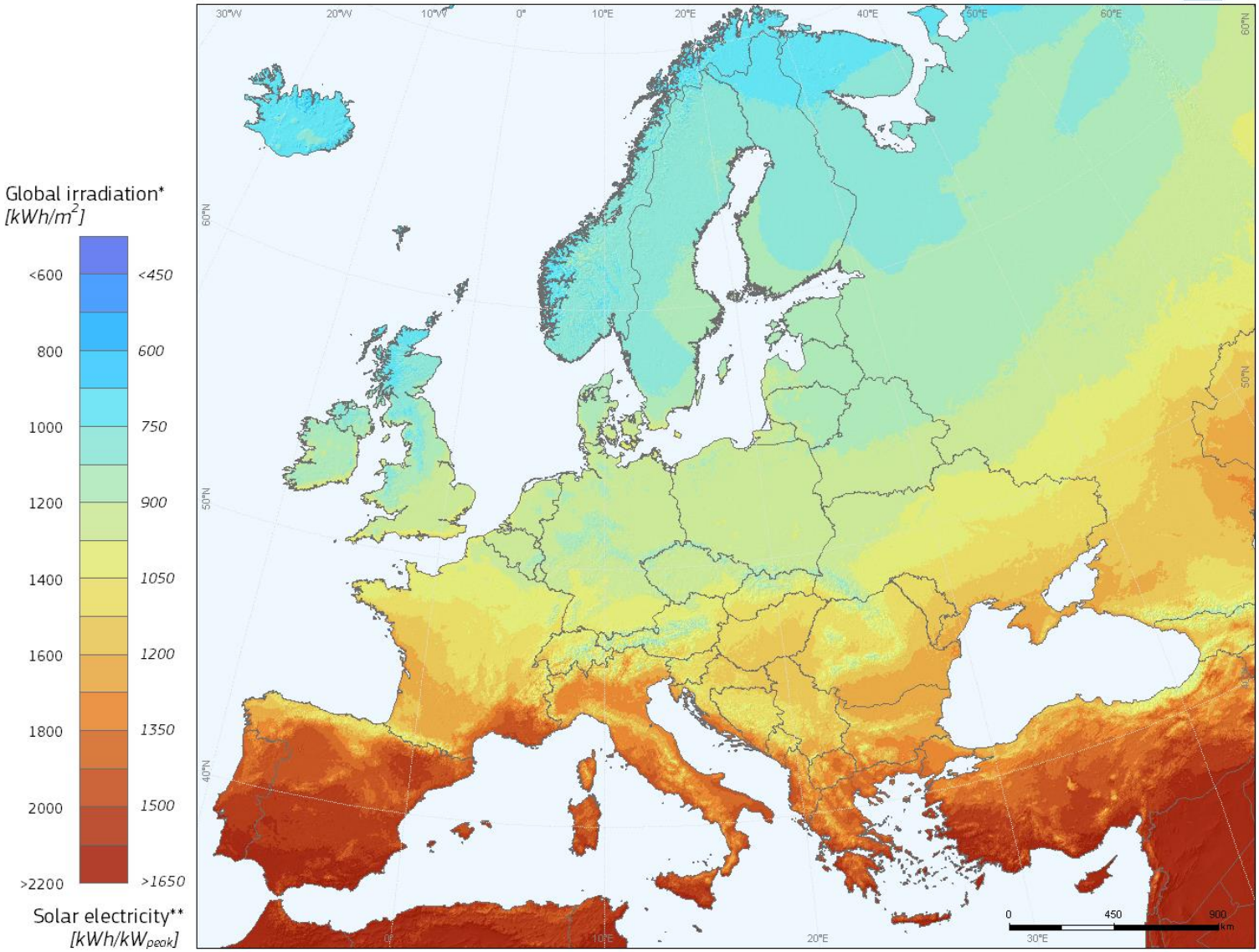
OSTOENERGIA VERKOSTA
5000 kWh/a

lähde: Puurakentaminen / Aalto Yliopisto, Arkkitehtuurin laitos 2010.


16000
14000
12000
10000
8000
6000
4000
2000
0
kWh
MADRID
ESPOO
MÄNTYHARJU
NET ENERGY CONSUMPTION
NET ENERGY GENERATION

lähde: Puurakentaminen / Aalto Yliopisto, Arkkitehtuurin laitos 2012.

Photovoltaic Solar Electricity Potential in European Countries



* Yearly sum of global irradiation incident on optimally-inclined south-oriented photovoltaic modules

***Yearly sum of solar electricity generated by optimally-inclined 1kW$_p$ system with a performance ratio of 0.75*

© European Union, 2012

PVGIS http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/

Authors: Thomas Huld, Irene Pinedo-Pascua
EC • Joint Research Centre
In collaboration with: CM SAF, *www.cmsaf.eu*

Legal notice: Neither the European Commission nor any person acting on behalf of the Commission is responsible for the use which might be made of this publication.

lähde: PVGIS © European Union, 2001-2012

NETTONOLLAENERGIAKONSEPTIN ONGELMIA

- LASKENNALLINEN VUOTUINEN ENERGIATASE EI KUVAA YMPÄRISTÖ- TAI KUSTANNUSVAIKUTUKSIA
    - HYÖDYKSI SAATAVA OSUUS VUOSITUOTOSTA ON ERITYISEN HEIKKO POHJOISESSA
    - NETTONOLLAENERGIATALOT EIVÄT OLE PÄÄSTÖTTÖMIÄ
- EPBD:N MUKAISESTI LASKETTUNA OSTOENERGIAAN EI SISÄLLYTETÄ KULUTTAJASÄHKÖÄ (PISTORASIASÄHKÖÄ), JOKA KUITENKIN ON OLENNAINEN KOMPONENTTI TUOTON JA KULUTUKSEN VASTAAVUUTTA TARKASTELTAESSA
- UUSIUTUVAN ENERGIAN INVESTOINNIT SIIRRETÄÄN RAKENNUSKUSTANNUKSIIN
- JÄRJESTELMIEN YLLÄPITO JÄÄ SUURELTA OSIN KULUTTAJILLE

“Kraftwerk Gottes – Jumalan voimalaitos”

St. Franziskus Church

Wels, Itävalta

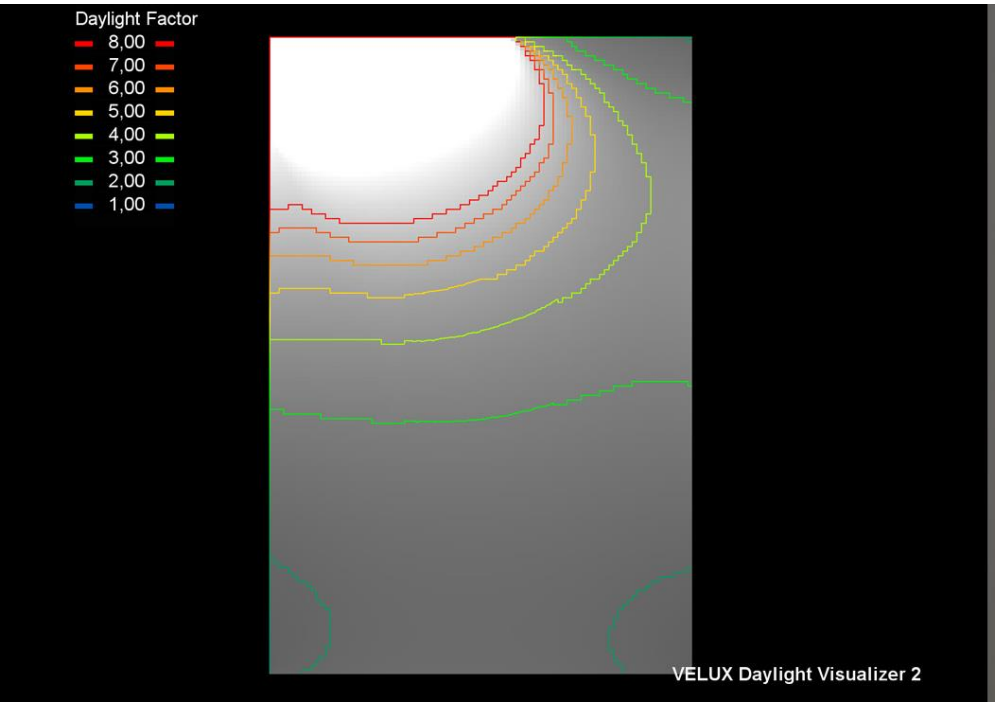
Arkkitehti:	Luger & Maul
Valmistumisvuosi:	2005
aurinkosähkö	165 m²
aurinkolämpö	32 m²
pellettikattila	

SOURCE http://www.panoramio.com/photo/3396492

III
ACTIVE HOUSE

ACTIVE HOUSE -KRITEERISTÖ

PÄIVÄNVALOKERROIN (*daylight factor*)



VÄHIMMÄISVAATIMUS: DF ≥ 2 %
KIRKKAASTI VALAISTU HUONE: DF ≥ 5%

SUOSITUSTASO ON RIIPPUVAINEN LEVEYSASTEESTA (Vikberg 2015, 44)

KOHTI KÄYTTÖKELPOISEMPIA RAKENNUSKONSEPTEJA

I

ILMASTOTAVOITTEITA TOTEUTTAVA TALO

RIITTÄVÄ ENERGIATEHOKKUUS?

- IPCC:n (*Intergovernmental Panel for Climate Change*) esittämä päästötavoite: 1 tonni CO_2e/asukas, a
- toimiva yhteiskunta tarvitsee energiaa 2000 W / asukas

  (≈ 17 500 kWh/asukas, a)

► 500 W FOSSIILISISTA ENERGIALÄHTEISTÄ

► 1500 W UUSIUTUVISTA, CO_2-VAPAISTA ENERGIALÄHTEISTÄ

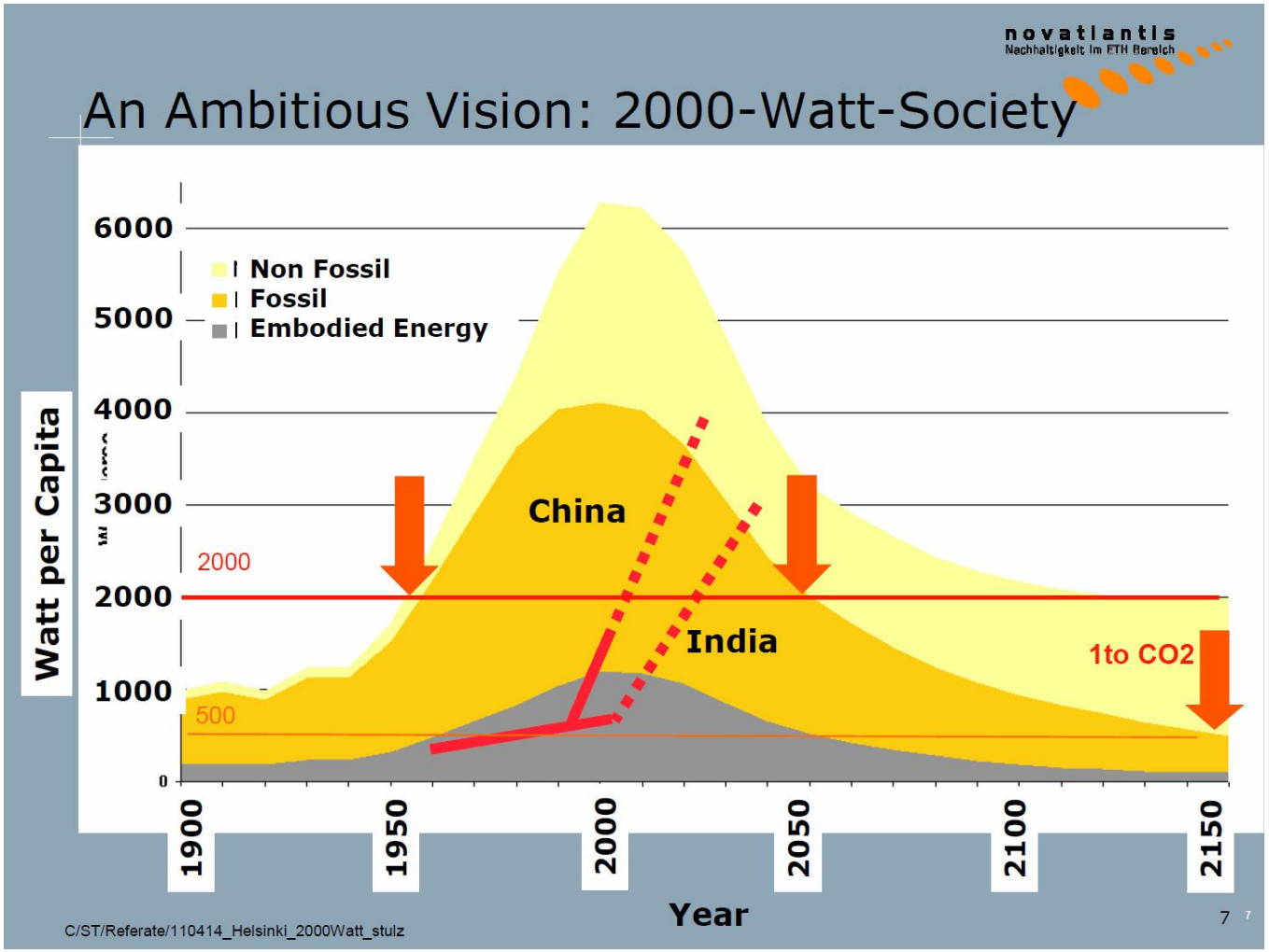
LÄHTEET: Novatlantis, www.novatlantis.ch
Mark Zimmermannin luento, TKK Arkkitehtuurin laitos 30.01.2009

2000 WATT SOCIETY - VISIO

- *2000 Wattin yhteiskunta* ja *Forum Chriesbach* – toimistorakennus muuntavat onnistuneesti globaalin ilmastotavoitteen yksittäisen rakennushankkeen energiatehokkuustavoitteeksi

esimerkki toteuttaa hyvin kestävän kehityksen periaatetta paikallisesta reagoimisesta globaaleihin ongelmiin

- Esitetyt tavoitetasot ovat riittävän konkreettisia generoimaan muutoksia



LÄHTEET: Novatlantis, www.novatlantis.ch
Mark Zimmermannin luento, TKK Arkkitehtuurin laitos 30.01.2009

KULUTUS VIIDENNEKSEEN

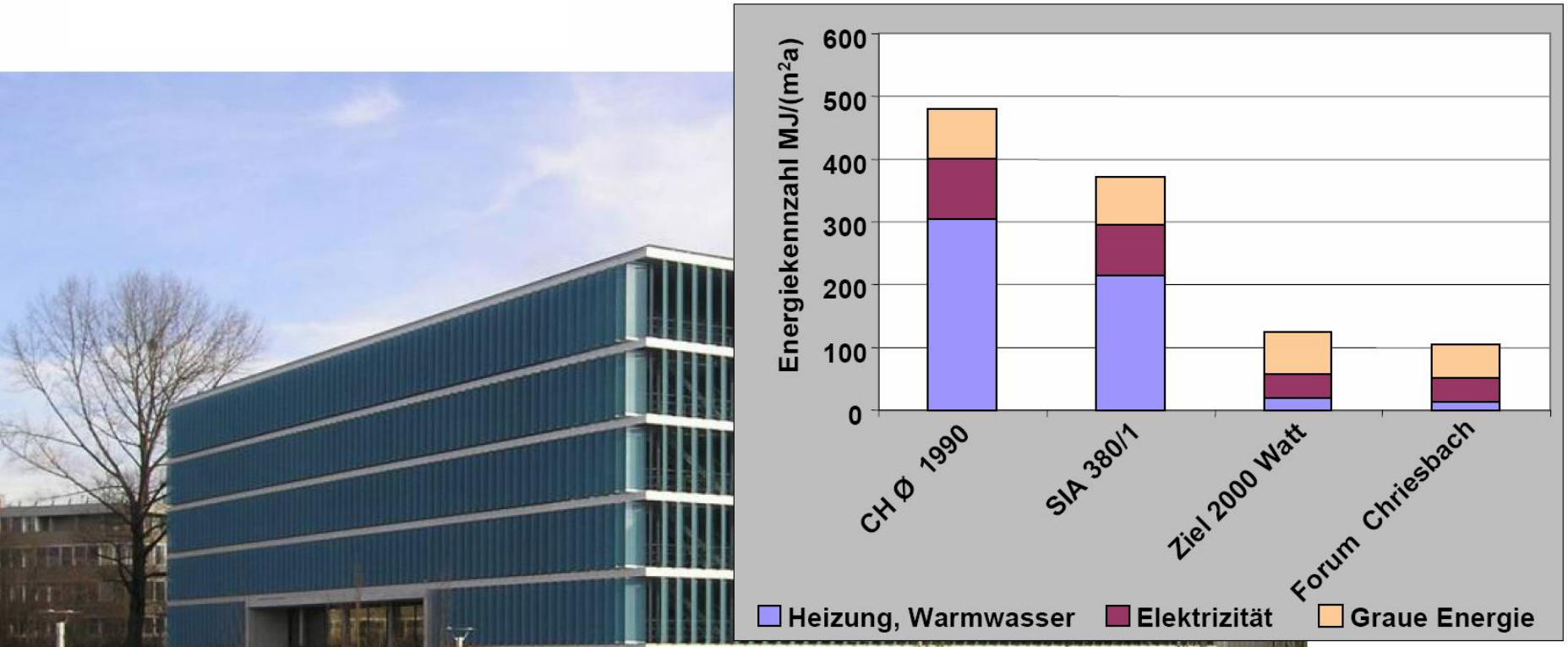
LÄHTEET: Novatlantis, www.novatlantis.ch
Mark Zimmermannin luento, TKK Arkkitehtuurin laitos 30.01.2009

FORUM CHRIESBACH

Dübendorf, Sveitsi 2006

suunnittelija: Bob Gysin + Partner, BGP www.bgp.ch

- vedentutkimuslaitos Eawagin hallinto-, tutkimus- ja kokoustiloja; kirjasto ja henkilöstöravintola, yht. n. 8 533 kem^2
- energiatehokkuustavoite passiivitaloa vastaava *MINERGIE-P*



LÄHTEET: Novatlantis, www.novatlantis.ch; Mark Zimmermannin luento, TKK Arkkitehtuurin laitos 30.01.2009

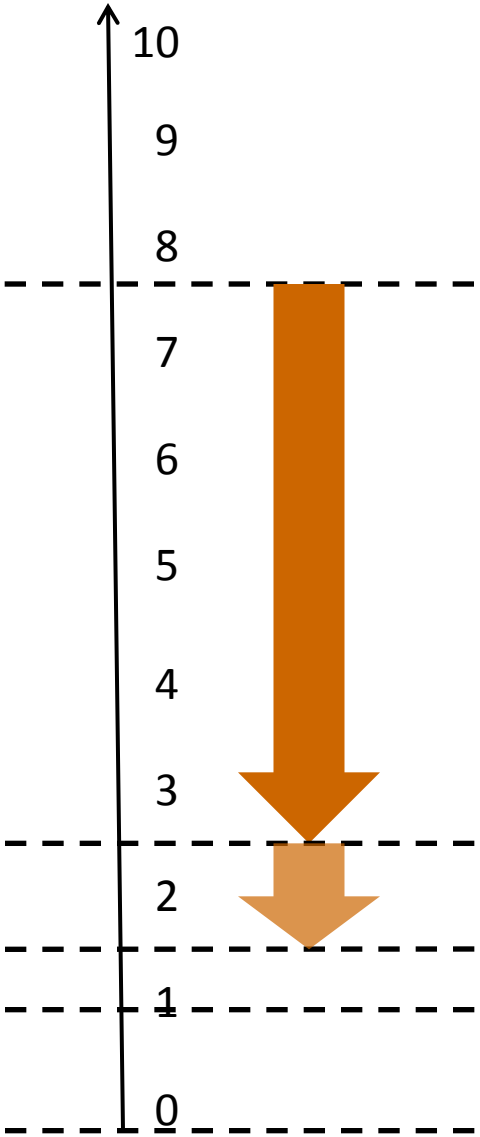
Forum Chriesbach
- Pilot building for 2000 Watt Society vision

Dübendorf, Switzerland

Architect:	Bob Gysin + partner, BGP
Year of completion:	2006

Passive and active solar energy utilized
Swiss Minergie P standard

ONE TONNE LIFE -KOKEILU



t CO_2e/(as,a)

One tonne life -kokeilu

1.5 t CO_2e/(as,a)

IPCC:n ilmastotavoite

1.0 t CO_2e/(as,a)

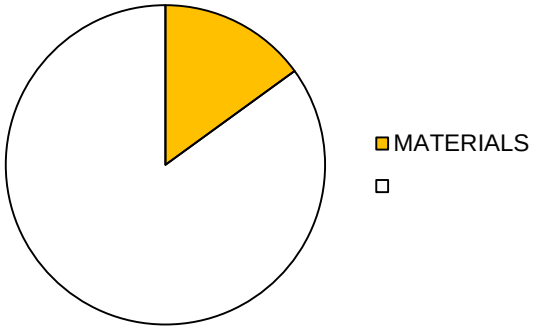
lähde: www.onetonnelife.se

VALOKUVA: Kimmo Lylykangas

SOURCE: www.onetonnelife.com

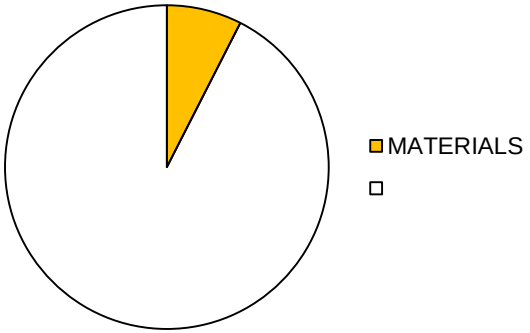
PALJONKO JÄÄ KÄYTETTÄVÄKSI TONNISTA?

1 tCO_2e/henkilö,a



NOLLAENERGIATALO LUUKKU
2 asukasta
50 vuoden elinkaari

►0.15 tCO_2e /asukas,a

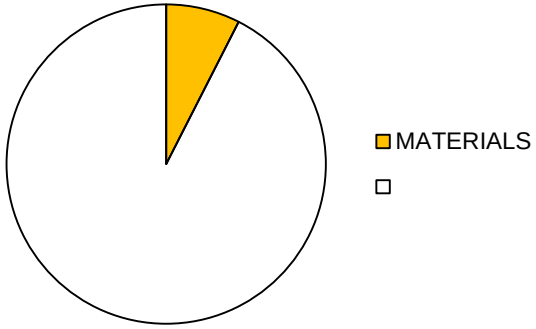


NOLLAENERGIATALO LUUKKU
2 asukasta
100 vuoden elinkaari

►0.075 tCO_2e/asukas,a

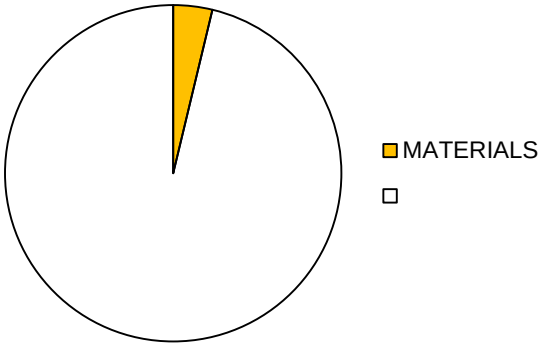
PALJONKO JÄÄ KÄYTETTÄVÄKSI TONNISTA?

1 tCO_2e/henkilö,a



FIVE TREES HOUSE
4 asukasta
50 vuoden elinkaari

►0.075 tCO_2e/henkilö,a



FIVE TREES HOUSE
4 asukasta
100 vuoden elinkaari

►0.038 tCO_2e/henkilö,a

LÄMMI

KOKONA

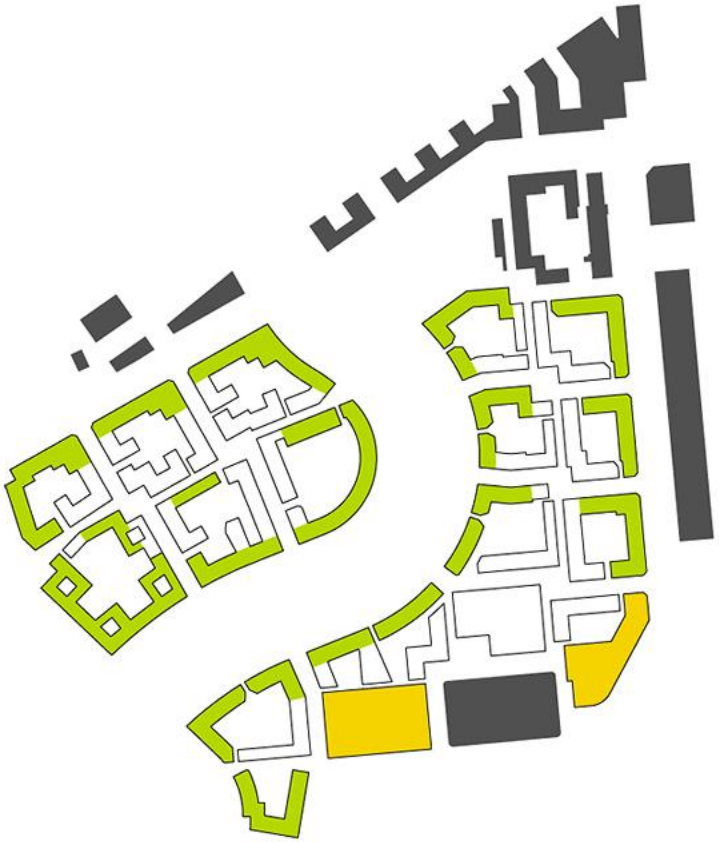
LA

H

TODELLISEEN
KÄYTTÖÖN
PERUSTUVA
KÄYTTÄJÄKOHTAINEN
CO_2e-PÄÄSTÖ
(kgCO_2e/as, a)

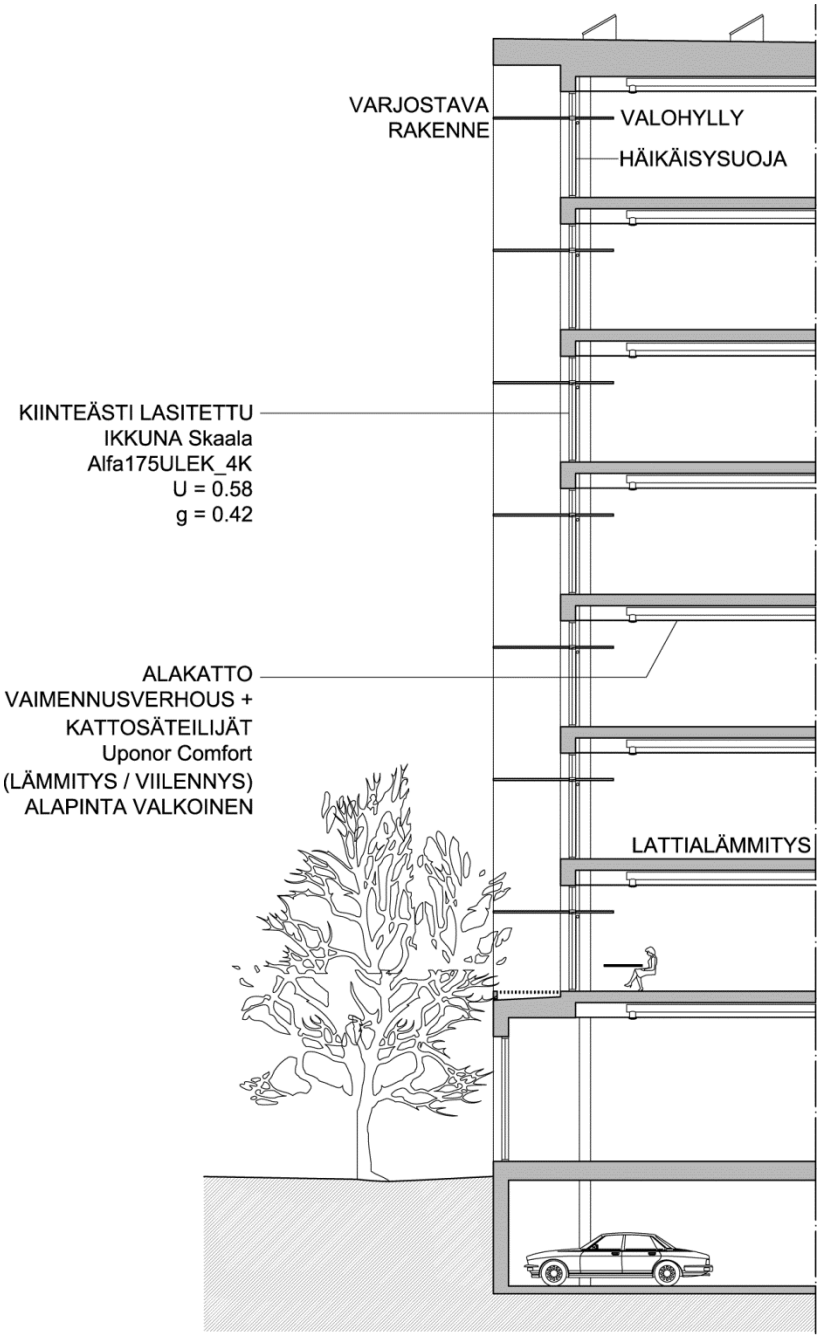
II
INFRASTRUKTUURIIN TUKEUTUVA RAKENNUS

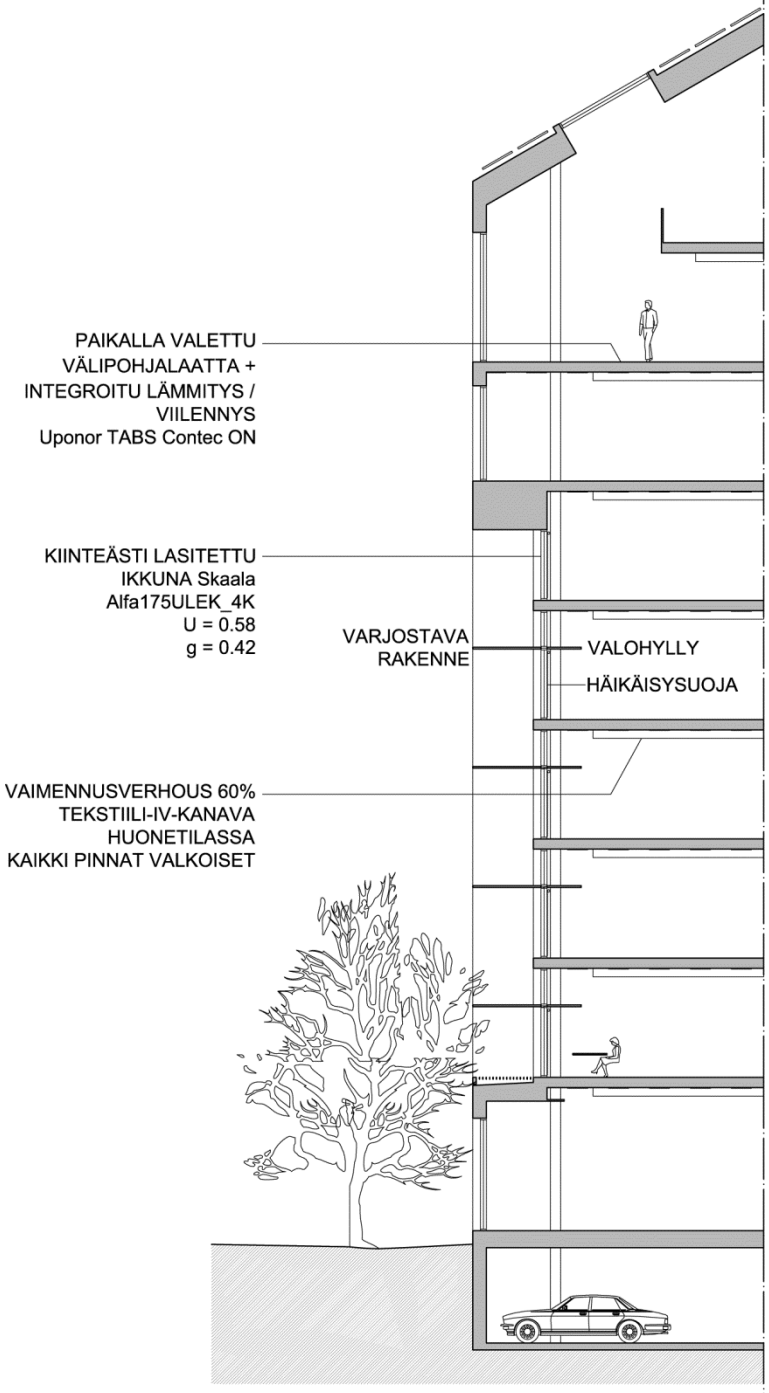
OMAKOTITALOKONSEPTEISTA KOKONAISKUVAAN

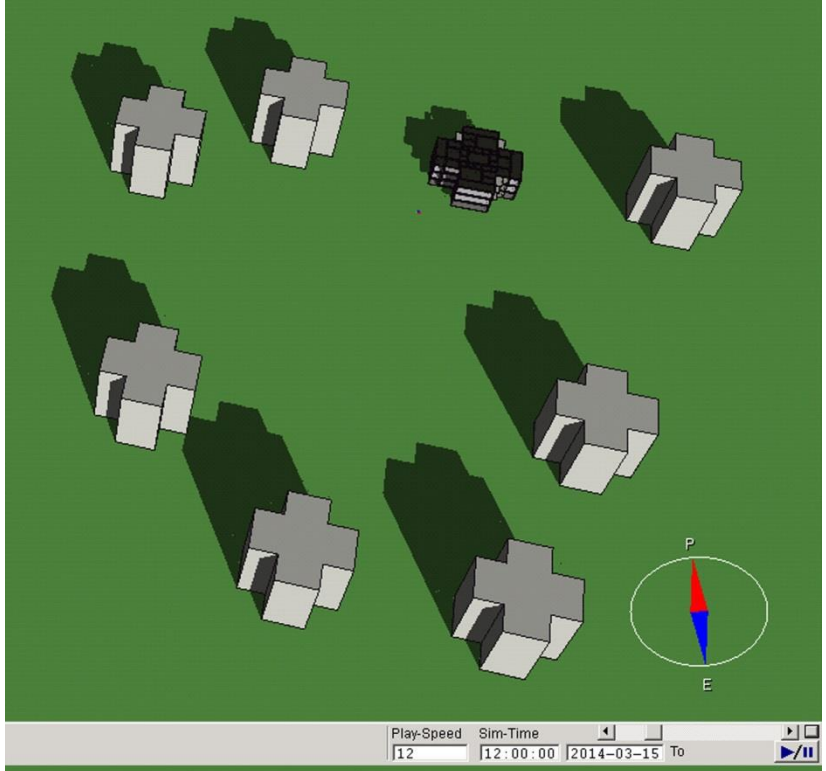


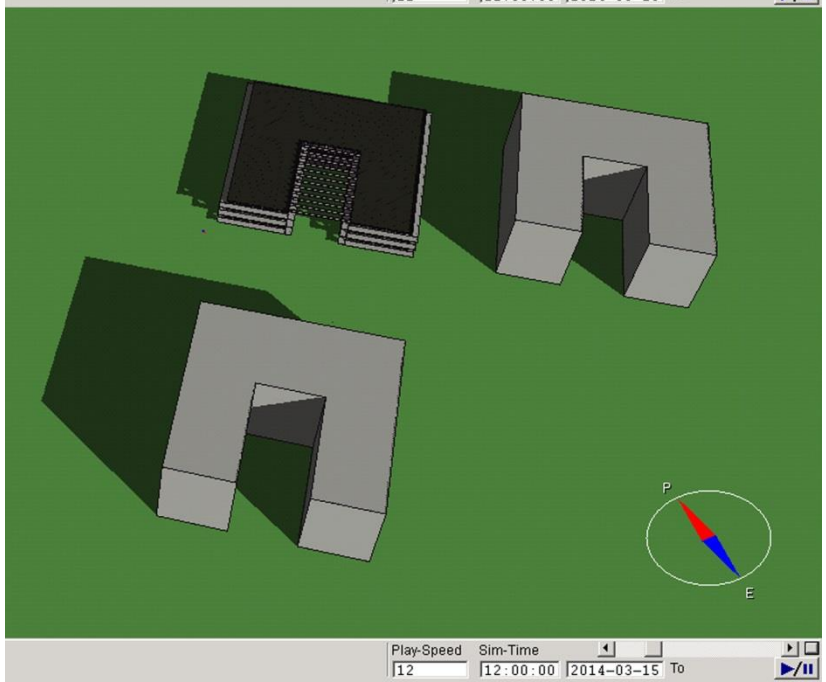
ARKKITEHTUURITOIMISTO
KIMMO LYLYKANGAS OY

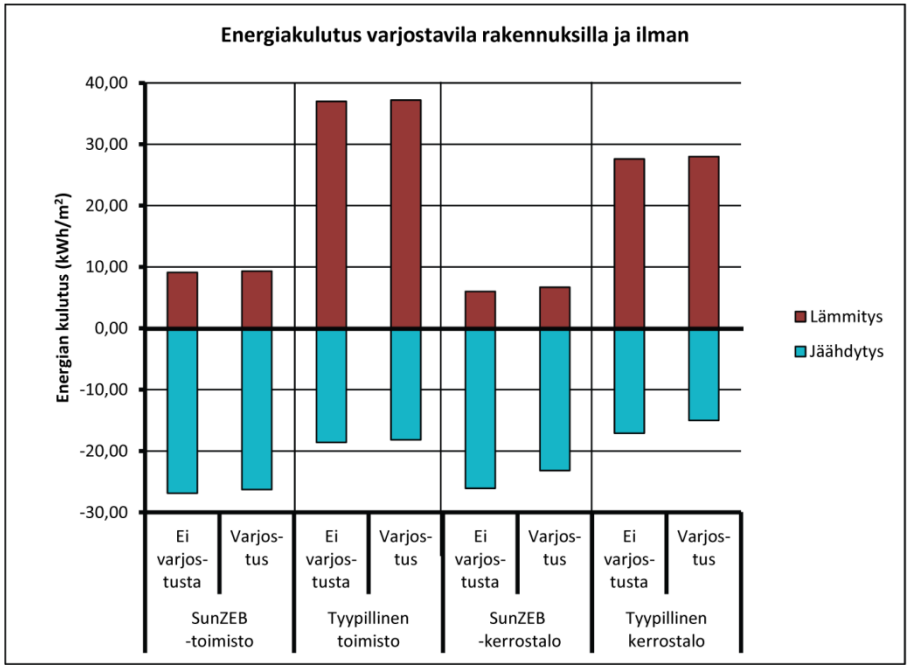
ARKKITEHTUURITOIMISTO
KIMMO LYLYKANGAS OY


VARJOSTAVA
RAKENNE
VALOHYLLY
HÄIKÄISYSUOJA
KIINTEÄSTI LASITETTU
IKKUNA Skaala
Alfa175ULEK_4K
U = 0.58
g = 0.42
ALAKATTO
VAIMENNUSVERHOUS +
KATTOSÄTEILIJÄT
Uponor Comfort
(LÄMMITYS / VIILENNYS)
ALAPINTA VALKOINEN
LATTIALÄMMITYS

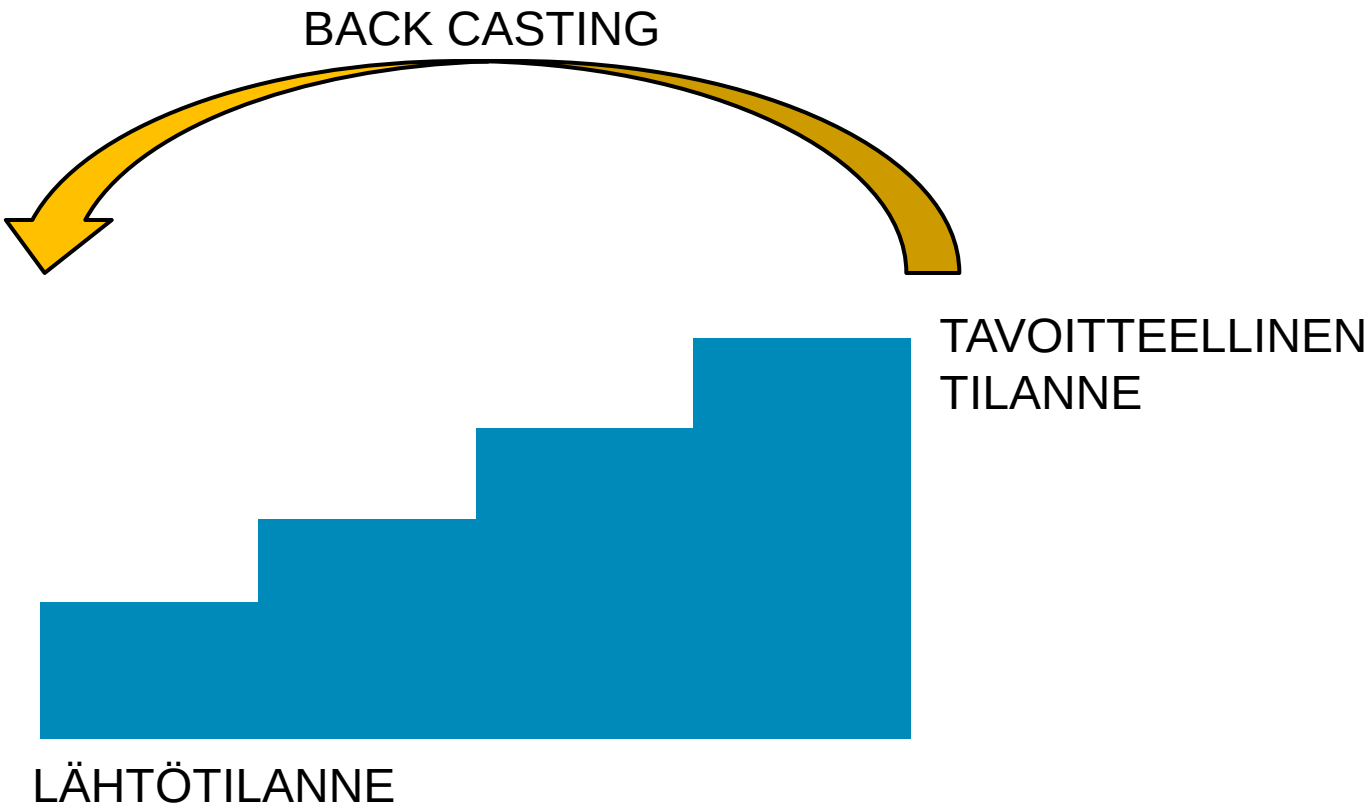

PAIKALLA VALETTU
VÄLIPOHJALAATTA +
INTEGROITU LÄMMITYS /
VIILENNYS
Uponor TABS Contec ON
KIINTEÄSTI LASITETTU
IKKUNA Skaala
Alfa175ULEK_4K
U = 0.58
g = 0.42
VARJOSTAVA
RAKENNE
VALOHYLLY
HÄIKÄISYSUOJA
VAIMENNUSVERHOUS 60%
TEKSTIILI-IV-KANAVA
HUONETILASSA
KAIKKI PINNAT VALKOISET


P
E
Play-Speed
Sim-Time
12
12:00:00
2014-03-15
To


P
E
Play-Speed
Sim-Time
12
12:00:00
2014-03-15
To


Energiakulutus varjostavila rakennuksilla ja ilman
Energian kulutus (kWh/m²)
40,00
30,00
20,00
10,00
0,00
-10,00
-20,00
-30,00
Ei varjos-tusta
Varjos-tus
Ei varjos-tusta
Varjos-tus
Ei varjos-tusta
Varjos-tus
Ei varjos-tusta
Varjos-tus
SunZEB -toimisto
Tyypillinen toimisto
SunZEB -kerrostalo
Tyypillinen kerrostalo
Lämmitys
Jäähdytys

III
TASOKOROTETTAVA TALO


BACK CASTING
TAVOITTEELLINEN TILANNE
LÄHTÖTILANNE

UP-GRADABLE BUILDING – TASOKOROTETTAVA TALO

STEP-BY-STEP TOWARD NET ZERO ENERGY

Three "Up-gradable building" approaches toward net zero energy, depending on the preservation value of the exterior of the target building.

BUILDING CONSERVATION

The preservation value of the facades is considered to be high and no changes of original materials or components are possible.
The order of up-grading measures is decided in a long-term maintenance plan for each building separately.
Each step is timed and scaled to be affordable depending on the economic situation.

	1	2	3	4	5	6	
RENOVATION DEMAND	leaking windows and doors poor thermal comfort refinishing needed problems in function	poor quality of water-proofing surface quality in bathrooms sewage system leakings	poor indoor air quality	poor quality of facades	lack of data on real energy consumption (EED requirement)	environmental performance	ON-SITE GENERATION OF RENEWABLE ENERGY ENERGY CONSUMPTION
UP-GRADE	NEW PASSIVE HOUSE WINDOWS AND BALCONY DOORS SOLAR-PROTECTIVE FILM + BLINDS	BATHROOM RENOVATION WATER CONSUMPTION METERING FOR EACH APARTMENT WATER-SAVING APPLIANCES	NEW VENTILATION SYSTEM WITH HEAT RECOVERY LED LIGHTS FOR CORRIDORS (new suspension ceiling required)	SEALING OF ELEMENT SEAMS WASHING OF FACADES	ENERGY METERING IN EACH APARTMENT	GRID-CONNECTED PHOTOVOLTAIC SYSTEM covering the car parking area no building-integrated pv's	
IMPROVEMENT IN ENERGY PERFORMANCE	IMPROVED U-VALUE OF WINDOWS AND DOORS HIGHER AIR-TIGHTNESS	REDUCTION IN DOMESTIC HOT WATER CONSUMPTION	LOWER HEAT LOSS IN VENTILATION	HIGHER AIR-TIGHTNESS	ENERGY SAVINGS THROUGH CHANGING THE USER BEHAVIOUR	TAKES THE ENERGY BALANCE TOWARD NET ZERO CHARGING POSSIBILITY FOR ELECTRIC VEHICLES	
IMPROVEMENT IN COMFORT OF LIVING	BETTER THERMAL COMFORT IMPROVED FUNCTIONALITY	HIGHER COMFORT AND QUALITY IN BATHROOMS AND TOILETS	BETTER INDOOR AIR QUALITY AND THERMAL COMFORT	BETTER THERMAL COMFORT	LOWER COSTS FOR HEATING	SHELTERED CARPARKS CHARGING POSSIBILITY FOR ELECTRIC VEHICLES	
RESERVATIONS FOR NEXT UP-GRADES		Enabling easy access in all technical installations. Reservation for heat recovery in sewage system.	Reservation for pre-heating for the in-take air (to improve the efficiency of HR)				

REGIONAL PRESERVATION

The building itself is not to be preserved, but the character of the built environment should be maintained and new architectural elements to be avoided.
The order of up-grading measures is decided in a long-term maintenance plan for each building separately.
Each step is timed and scaled to be affordable depending on the economic situation.

	1	2	3	4	5	6	7	
RENOVATION DEMAND	leaking windows and doors poor thermal comfort refinishing needed problems in function	poor quality of water-proofing surface quality in bathrooms sewage system leakings	poor quality of facades poor thermal comfort in apartments corrosion of reinforcement steel in the balcony structures	poor indoor air quality	lack of data on real energy consumption (EED requirement)	decreased heating energy demand	environmental performance	ON-SITE GENERATION OF RENEWABLE ENERGY ENERGY CONSUMPTION
UP-GRADE	NEW PASSIVE HOUSE WINDOWS AND BALCONY DOORS SOLAR-PROTECTIVE FILM + BLINDS	BATHROOM RENOVATION PLUMBING AND WATER PIPES REBUILT USING MODULAR SOLUTIONS	NEW WALL ELEMENTS NEW BALCONIES + INTEGRATED DUCTS FOR IN-TAKE AIR GLAZED BALCONIES	NEW VENTILATION SYSTEM WITH HEAT RECOVERY	ENERGY METERING IN EACH APARTMENT	LOW-TEMPERATURE DISTRICT HEATING SYSTEM	GRID-CONNECTED PHOTOVOLTAIC SYSTEM covering the car parking area no building-integrated pv's	
IMPROVEMENT IN ENERGY PERFORMANCE	IMPROVED U-VALUE OF WINDOWS AND DOORS HIGHER AIR-TIGHTNESS	WATER CONSUMPTION METERING FOR EACH APARTMENT WATER-SAVING TAPS AND APPLIANCES	REDUCTION OF HEAT LOSSES	LOWER HEAT LOSS IN VENTILATION	ENERGY SAVINGS THROUGH CHANGING THE USER BEHAVIOUR	ENERGY SAVINGS BY USING LESS HIGH-TEMPERATURE-DISTRICT HEATING	TAKES THE ENERGY BALANCE TO NET ZERO CHARGING POSSIBILITY FOR ELECTRIC VEHICLES	
IMPROVEMENT IN COMFORT OF LIVING	BETTER THERMAL COMFORT IMPROVED FUNCTIONALITY	HIGHER COMFORT AND QUALITY IN BATHROOMS AND TOILETS	HIGHER THERMAL COMFORT	BETTER INDOOR AIR QUALITY AND THERMAL COMFORT	LOWER COSTS FOR HEATING	LOWER COSTS FOR HEATING BETTER CONTROL OF ROOM TEMPERATURE	SHELTERED CARPARKS CHARGING POSSIBILITY FOR ELECTRIC VEHICLES	
RESERVATIONS FOR NEXT UP-GRADES	Possibility to disassemble the windows and install them again	Enabling easy access in all technical installations. Reservation for heat recovery in sewage system.	Integrated ductwork for new ventilation system Reservation for pre-heating Possibility for adding insulation in the facades without balconies			Reservation for output of excess heating energy to "smart district heating"		

EXTERIOR ARCHITECTURE RENEWED

The architectural quality of the built environment is up-graded by redesigning the exterior of the buildings.
The order of up-grading measures is decided in a long-term maintenance plan for each building separately.
Each step is timed and scaled to be affordable depending on the economic situation.

	1	2	3	4	5	6	
RENOVATION DEMAND	leaking windows and doors poor thermal comfort refinishing needed problems in function	poor quality of water-proofing surface quality in bathrooms sewage system leakings	poor quality of facades poor thermal comfort in apartments corrosion of reinforcement steel in the balcony structures	poor indoor air quality decreased heating energy demand	lack of data on real energy consumption (EED requirement)	environmental performance	ON-SITE GENERATION OF RENEWABLE ENERGY ENERGY CONSUMPTION
UP-GRADE	LARGER WINDOWS SURFACE AREA MORE BALCONY DOORS NEW PASSIVE HOUSE DOORS AND WINDOWS WITH INTEGRATED EXTERNAL BLINDS	BATHROOM RENOVATION PLUMBING AND WATER PIPES REBUILT USING MODULAR SOLUTIONS	NEW, LARGER BALCONIES NEW WALL ELEMENTS + INTEGRATED DUCTS FOR IN-TAKE AIR PARTLY GLAZED BALCONIES	NEW VENTILATION SYSTEM WITH HEAT RECOVERY AND VENTILATION HEATING SYSTEM GROUND SOURCE HEAT PUMP	ENERGY METERING IN EACH APARTMENT	GRID-CONNECTED BUILDING-INTEGRATED PHOTOVOLTAIC SYSTEM	
IMPROVEMENT IN ENERGY PERFORMANCE	IMPROVED U-VALUE OF WINDOWS AND DOORS HIGHER AIR-TIGHTNESS DECREASED RISK FOR OVER-HEATING	WATER CONSUMPTION METERING FOR EACH APARTMENT WATER-SAVING TAPS AND APPLIANCES	REDUCTION OF HEAT LOSSES	LOWER HEAT LOSS IN VENTILATION LOWER PRIMARY ENERGY CONSUMPTION	ENERGY SAVINGS THROUGH CHANGING THE USER BEHAVIOUR	TAKES THE ENERGY BALANCE TO NET ZERO	
IMPROVEMENT IN COMFORT OF LIVING	BETTER THERMAL COMFORT IMPROVED FUNCTIONALITY MULTIFUNCTIONAL BALCONIES	HIGHER COMFORT AND QUALITY IN BATHROOMS AND TOILETS	HIGHER THERMAL COMFORT MULTIFUNCTIONAL BALCONIES	BETTER INDOOR AIR QUALITY AND THERMAL COMFORT POSSIBILITY FOR COOLING LOWER COSTS FOR HEATING	LOWER COSTS FOR HEATING		
RESERVATIONS FOR NEXT UP-GRADES	Possibility to disassemble the windows and install them again	Enabling easy access in all technical installations. Reservation for heat recovery in sewage system.	Integrated ductwork for new ventilation system Reservation for pre-heating Reservations for heat distribution pipes for ventilation heating	Reservation for output of excess heating energy to "smart district heating"			

V
HYBRIDIRATKAISUIHIN PERUSTUVA RAKENNUSKONSEPTI

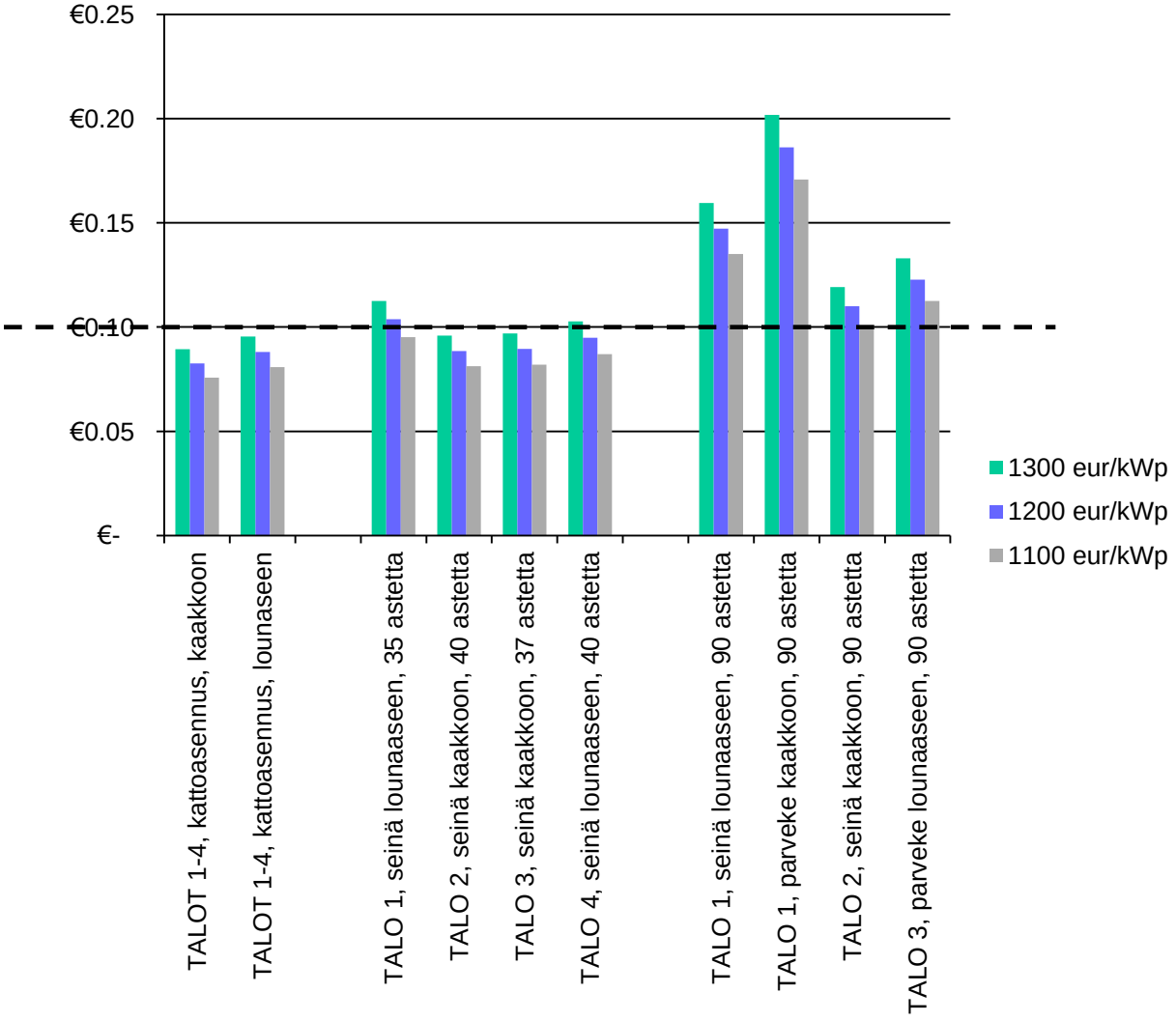
AURINKOKERÄINTEN YHTEENSOPIVUUS ERI LÄMMITYSJÄRJESTELMIEN KANSSA

LÄMMITYSMUOTO	YHTEENSOPIVUUS	TOIMENPIDE	TALOUDELLISUUS	EKOLOGISUUS
ÖLJYKATTILA	HYVÄ	ERILLINEN KV-VARAAJA	ERINOMAINEN	ERINOMAINEN
PUUKATTILA	TYYDYTTÄVÄ	KV-ESILÄMMITYS JA AURINKOKIERUKKA	HEIKKO	HYVÄ
PELLETTIKATTILA	HYVÄ	YHTEINEN AKKUVARAAJA	HYVÄ	HYVÄ
SUORA SÄHKÖ (KUIVA)	HUONO	ERILLINEN KV-VARAAJA	HYVÄ	ERINOMAINEN
SÄHKÖ (VESIKIERTOINEN)	HYVÄ	YHTEINEN AKKUVARAAJA	ERINOMAINEN	ERINOMAINEN
MAALÄMPÖPUMPPU	HYVÄ	YHTEINEN AKKUVARAAJA	HEIKKO	HYVÄ
ILMA-VESILÄMPÖPUMPPU	TYYDYTTÄVÄ	YHTEINEN AKKUVARAAJA	HEIKKO	HYVÄ

LÄHDE: Timo Jodat: Aurinkolämpöjärjestelmän mitoitusohjeet. Jodat Ympäristöenergia Oy, 2014.

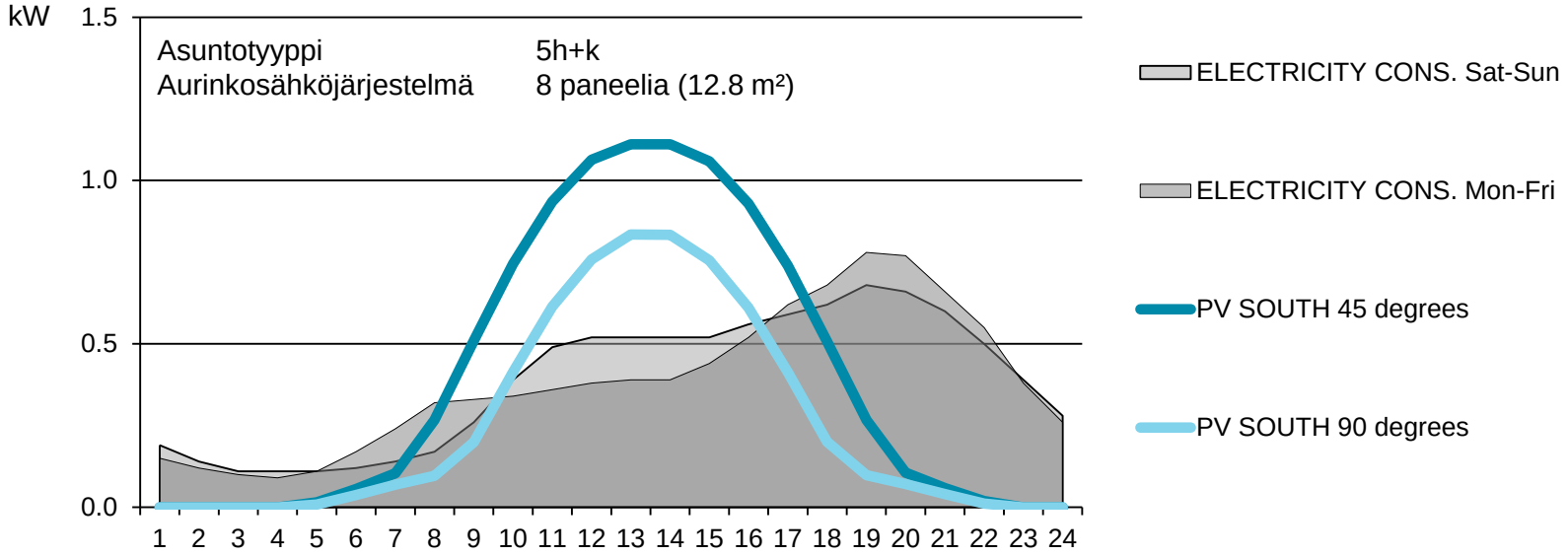
AURINKOSÄHKÖN KANNATTAVUUS

KORJAUSKOHDE, TURKU

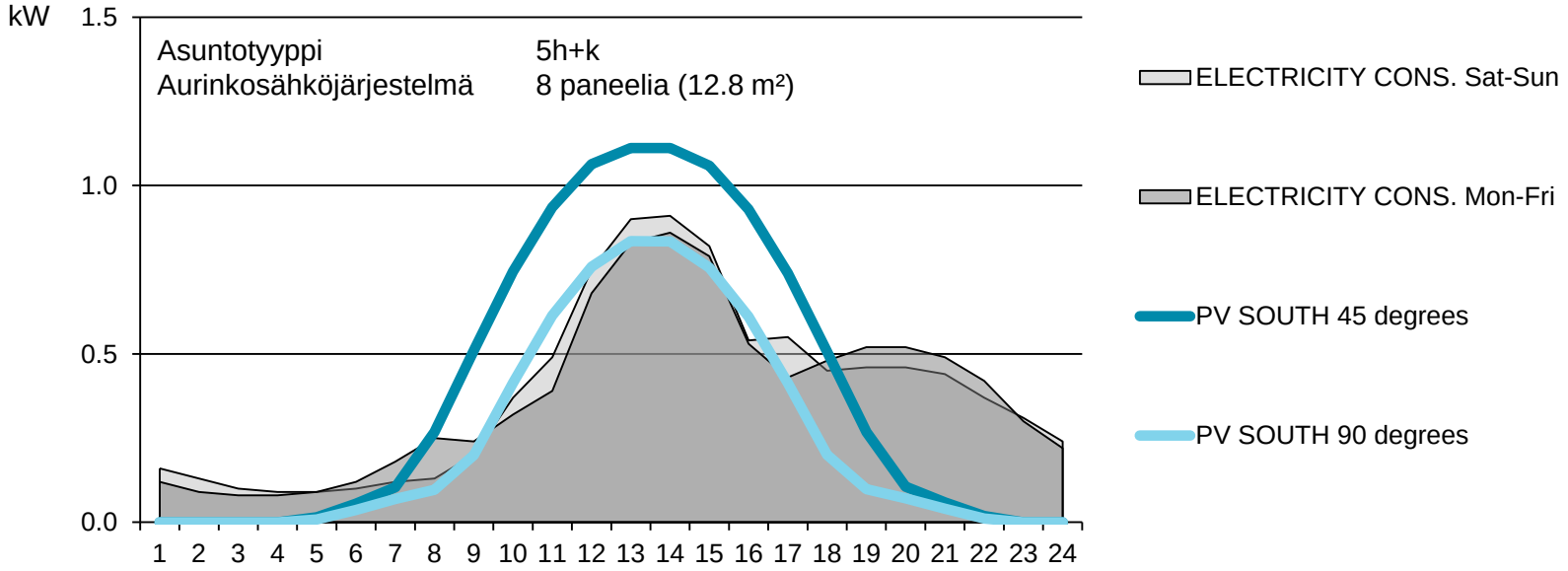


LÄHDE: Arkkitehtuuritoimisto Kimmo Lylykangas Oy 2015.

SÄHKÖN TUOTON JA KULUTUKSEN KOHTAAMINEN / KESÄKUU, OULU

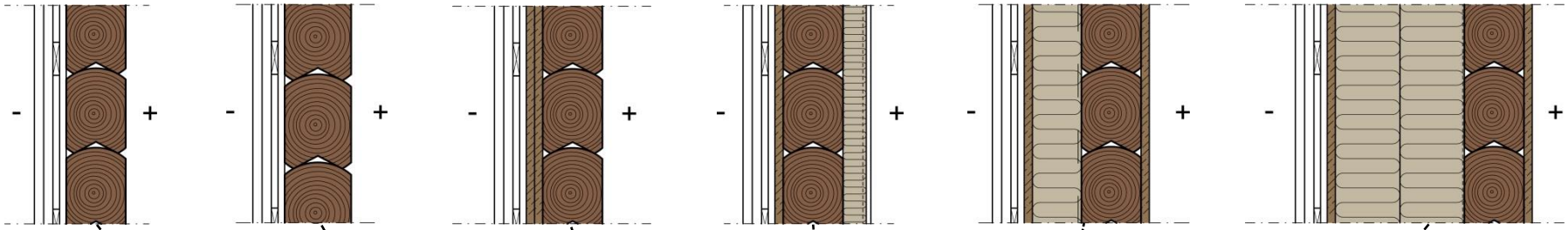


KULUTUKSEN OHJAUS – KODINKONEIDEN KÄYTTÖ KESKIPÄIVÄLLÄ



LÄHDE: Aurinkoenergiaselvitys Oulun kaupungille, Arkkitehtuuritoimisto Kimmo Lylykangas Oy 2014.

VI
VARMATOIMINEN TALO



TALO 1

A_{netto} = 199 m²

LÄMPÖHÄVIÖN TASAUSLASKENTA

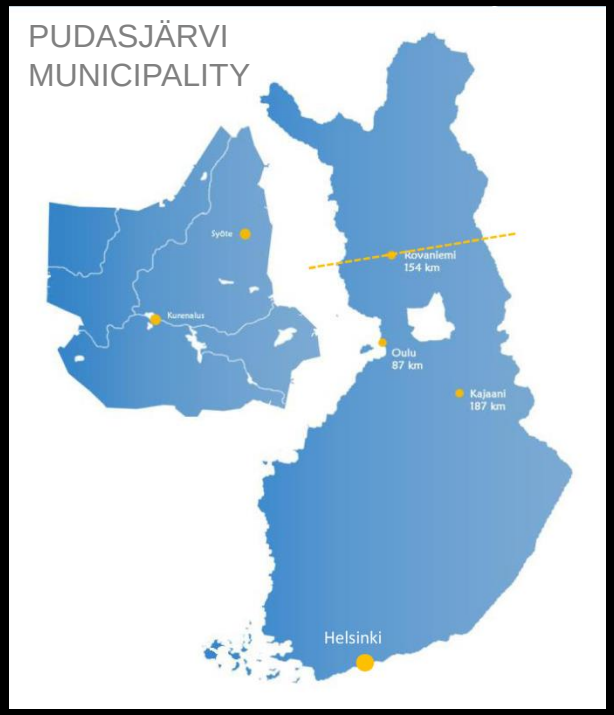
LTO = 0 %

HIRSI 180 mm	HIRSI 200 mm + ULKOVERHOUS	HIRSI 175 + 2 x PUUKUITULEVY + ULKOVERHOUS	SISÄP. LÄMMÖNERISTYS + HIRSI 175 + ULKOVERHOUS	HIRSI 175 + ULKOP. LÄMMÖNER. + ULKOVERHOUS	HIRSI 175 + ULKOP. LÄMMÖNER. + ULKOVERHOUS
U = 0.60 W/m²K	U = 0.52 W/m²K	U = 0.38 W/m²K	U = 0.26 W/m²K	U = 0.17 W/m²K	U = 0.09 W/m²K
q_{50} = 4.0 m³/(h m²)	q_{50} = 4.0 m³/(h m²)	q_{50} = 4.0 m³/(h m²)	q_{50} = 2.0 m³/(h m²)	q_{50} = 1.0 m³/(h m²)	q_{50} = 1.0 m³/(h m²)
LÄMPÖHÄVIÖTÄ KOSKEVA VAATIMUS EI TÄYTY	LÄMPÖHÄVIÖTÄ KOSKEVA VAATIMUS EI TÄYTY	LÄMPÖHÄVIÖTÄ KOSKEVA VAATIMUS EI TÄYTY	YP: U = 0.07 W/m²K AP: U = 0.10 W/m²K IKK: U = 1.0 W/m²K OVI: U = 1.0 W/m²K	YP: U = 0.09 W/m²K AP: U = 0.17 W/m²K IKK: U = 1.7 W/m²K OVI: U = 1.0 W/m²K	YP: U = 0.09 W/m²K AP: U = 0.17 W/m²K IKK: U = 1.7 W/m²K OVI: U = 1.0 W/m²K

E-LUKU

E-LUKUVAATIMUS: 159

	E-LUKU	E-LUKU	E-LUKU
MAALÄMPÖPUMPPU	122	121	116
ILMA-VESI-LÄMPÖPUMPPU	161	160	152
PELLETTILÄMMITYS	139	138	132
KAUKOLÄMPÖ	150	149	142
SUORA SÄHKÖLÄMMITYS	283	281	265



SOURCES: www.arkkitehdit-m3.fi
Daavittila, Kaarina: Pudasjärven hirsikampus. 28.11.2013. Presentation, Puu-päivä 2013.

WOODCUBE

Inselpark 7, Hamburg-Wilhelmsburg, Germany 2013
Arkkitehti: Architekturagentur

- viisikerroksinen puukerrostalo
- seinärakenne 350 mm

Thoma Holz100 -massiivipuulevy	320 mm
liimaton tuulensuojalevy	30 mm
tuuletusrako	
ulkoverhous	

LÄHDE
http://www.architektourist.de/2013/07/24/woodcube/
KUVAT
Martin Kunze

WOOD CUBE

2226

Lustenau, Austria 2013
Architect: Baumschlager-Eberle

- 2226 = sisälämpötilan vaihteluväli 22º - 26º C
- massiivitiiliseinä 760 mm

LÄHDE
http://www.archdaily.com/451653/2226-be-baumschlager-eberle/5292910ae8e44ece58000277_2226-be-baumschlager-eberle_site_plan-png/
KUVAT
Eduard Hueber

KUVA: Baumschlager-Eberle

kuva: Baumschlager-Eberle; Eduard Hueber

YHTEENVETO

KOHTI TARKOITUKSENMUKAISEMPIA RAKENNUSKONSEPTEJA

- RAKENNUSKONSEPTIT ILMENTÄVÄT NÄKEMYSTÄMME PAREMMASTA RAKENTAMISESTA JA RAKENTAMISEN TULEVAISUUDESTA
- TARVITAAN KESKUSTELUA JA NÄKEMYSTÄ RAKENTAMISEN SUUNNASTA
- TOISAALTA RAKENNUSKONSEPTIT OHJAAVAT POLIITTISTA PÄÄTÖKSENTEKOA, TUTKIMUSTA JA TUOTEKEHITYSTÄ
- TARKOITUKSENMUKAISET RAKENNUSKONSEPTIT TUNNISTAVAT ERILAISET LÄHTÖKOHDAT
  - RAKENNUSTYYPEITTÄIN
  - MAANTIETEELLISEN SIJAINNIN SUHTEEN
  - RAKENTAMISKULTUURIN SUHTEEN
  - ERILAISTEN KÄYTTÄJIEN SUHTEEN

KIITOS MIELENKIINNOSTANNE