

Virtuál és valóság – korszerű építészeti tervezés

Az Austrotherm és a Graphisoft konferenciája
BME, 2018.03.01.



Energia Design – Az épületenergetika jövője

Prof. Dr. habil Kistelegdi István DLA, Ph.D.

Pécsi Tudományegyetem, Szentágotthai János Kutatóközpont, Energia Design kutató csoport



Rólunk...

- ▶ Építész tanulmányok Würzburg, Kassel, Németország
- ▶ Kutatás München, Németország (Fa kutató intézet, Weihenstephan, München)
- ▶ ClimaDesign Master TU München - Mester: Prof. Dr. Gerhard Hausladen
- ▶ Energy Design professzor, Kutató csoport vezető, Pécsi Tudományegyetem, Szentágotthai János Kutatóközpont, Pécs
- ▶ Tulajdonos, ügyvezető, Kistelegdi 2008 Építész-Tervező Kft., Pécs
Energia Design Tervező, Fejlesztő és Tanácsadó Kft., Pécs
- ▶ Díjak: Pro Architectura 2017 / Active House Award 2017 / Gábor Dénes Díj 2015 / Csarnok Ngaydíj 2013
Holcim Award 2011



ClimaDesign



„Szenvedélyünk”...

- ▶ **ENERGIA DESIGN® 1.0**: saját fejlesztésű épület tervező módszer
- ▶ Aktív házak: Épületek, melyek többet adnak, mint vesznek
- ▶ Prototípus épített környezet fejlesztés termikus és aerodinamikai szimulációkkal
- ▶ Megvalósult projektek monitorozása
- ▶ **ENERGiA DESIGN® 2.0**: Optimális épület megoldást kereső matematikai szintézis modell fejlesztése
- ▶ BIM – BEM – BAM (Building Information – Energy – Architecture Modeling)



activehouse



Activities

Pécsi Tudományegyetem,
Szentágotthai János Kutatóközpont

Energia Design Kutatócsoport

Tervezése és fejlesztés (kutatás)



Virtuál és valóság – korszerű építészeti tervezés, Az AUSTROTHERM és a GRAPHISOFT konferenciája, BME, 2018
Energia Design – új szemlélet és módszerek az építészeti tervezésben / Prof. Dr. habil Kistelegdi István DLA. Ph.D.

Tevékenységünk



Az ENERGIA DESIGN elmélet kulcselemei



Megközelítés



attraktivitás



attraktivitás



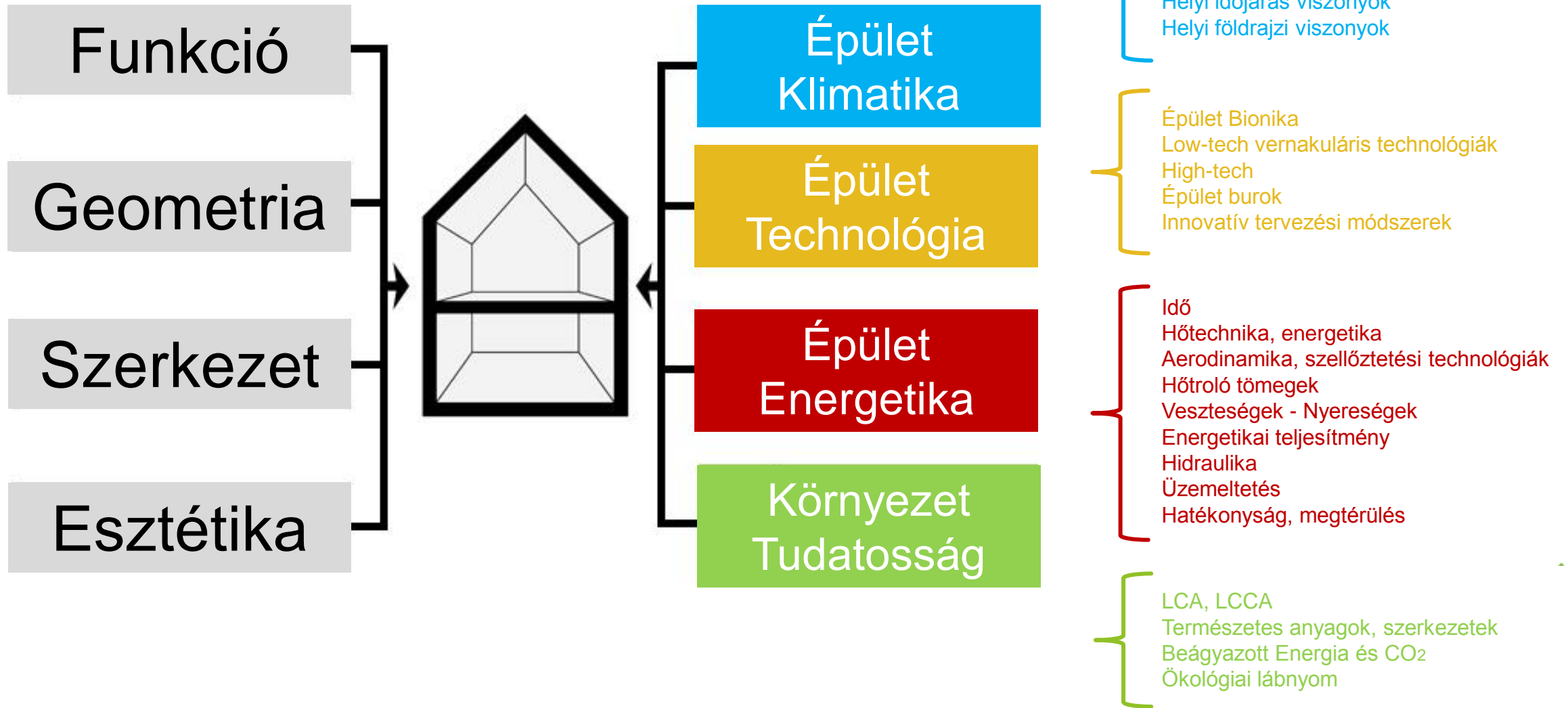
komfort



komfort



„Új” tervezési faktorok



Épület klimatika

Szélességi kör

Nappálya

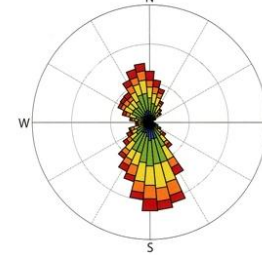
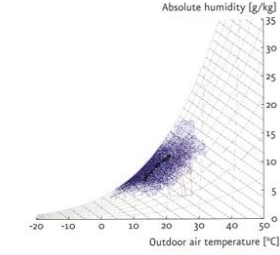
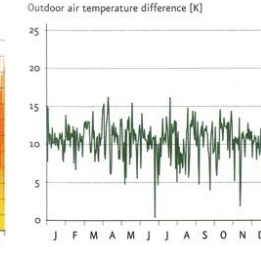
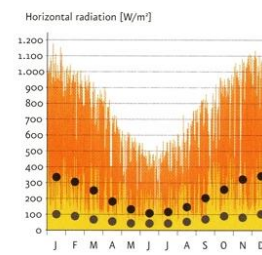
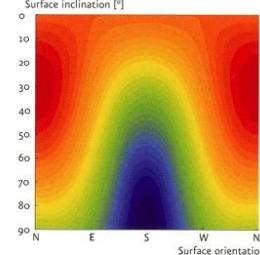
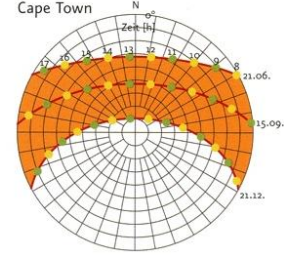
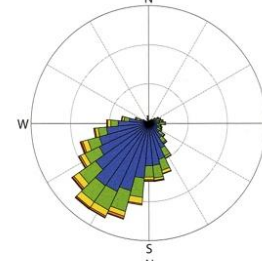
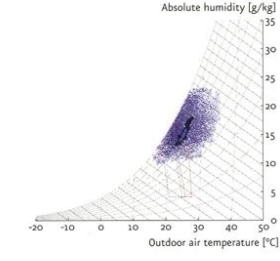
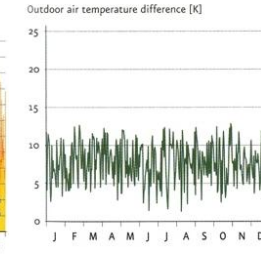
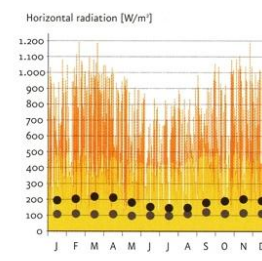
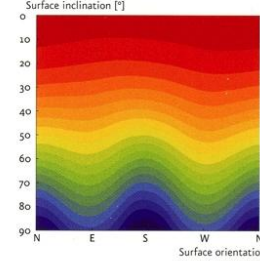
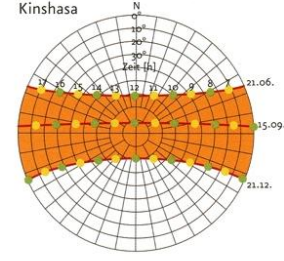
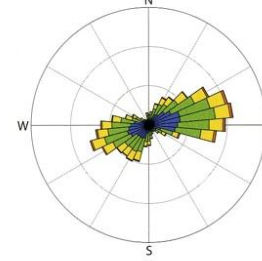
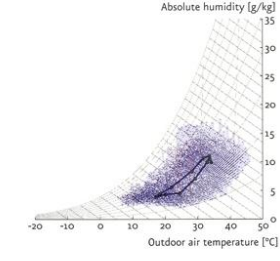
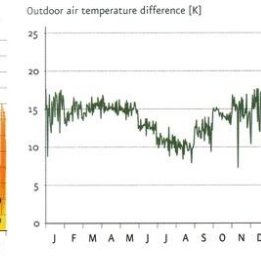
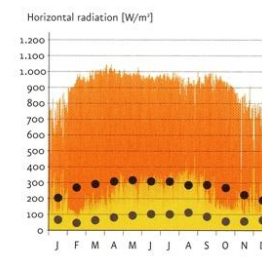
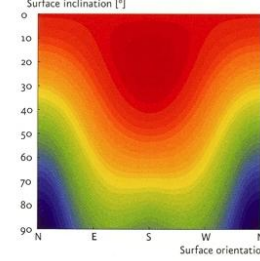
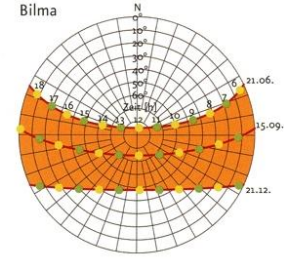
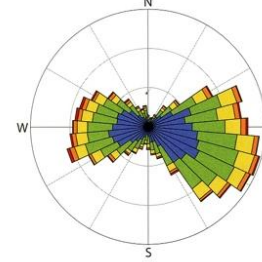
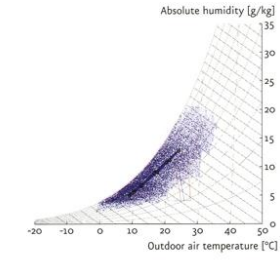
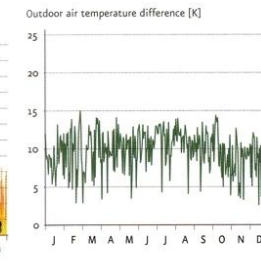
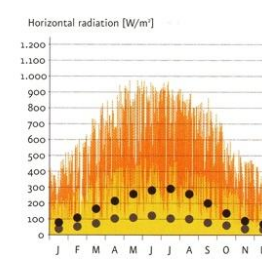
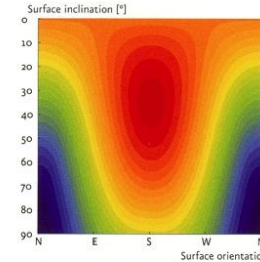
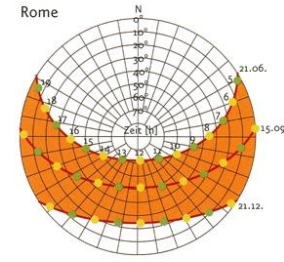
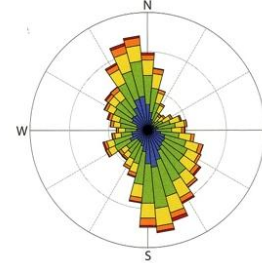
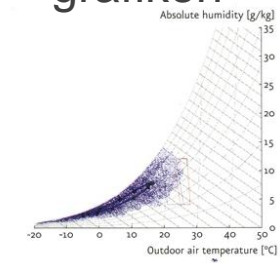
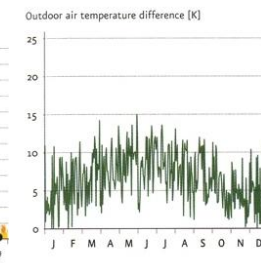
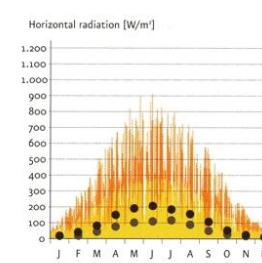
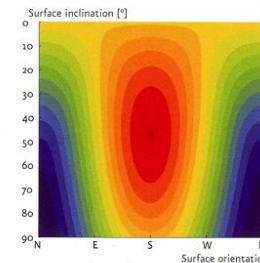
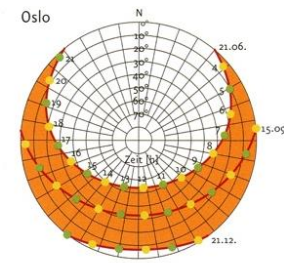
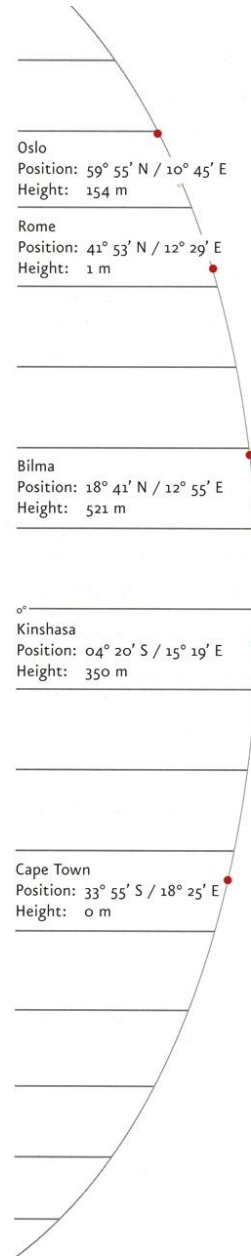
Szoláris sugárzás

Hőmérséklet

Pszichometrikus
grafikon

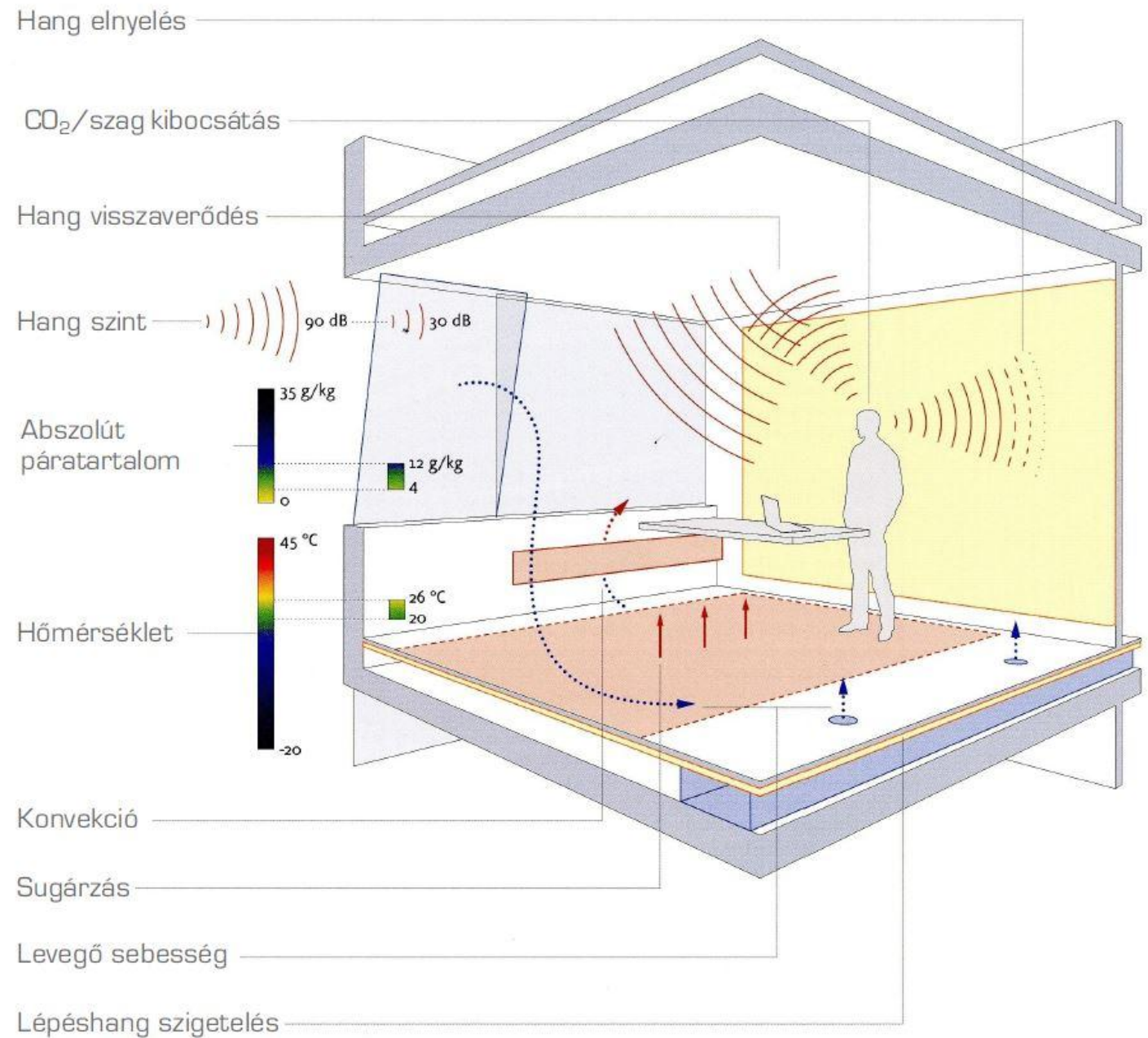
Szél
grafikon

- ▶ Klíma analízis
- ▶ 5 jellemző klímazóna
- ▶ **Külső:**
klíma adaptív tervezés
- ▶ **Belső:**



Épület klímátika

Belső komfort



Épület bioika

Természetből transzferálható

- ▶ szerkezeti
- ▶ működésbeli

princípiumok és technológiák

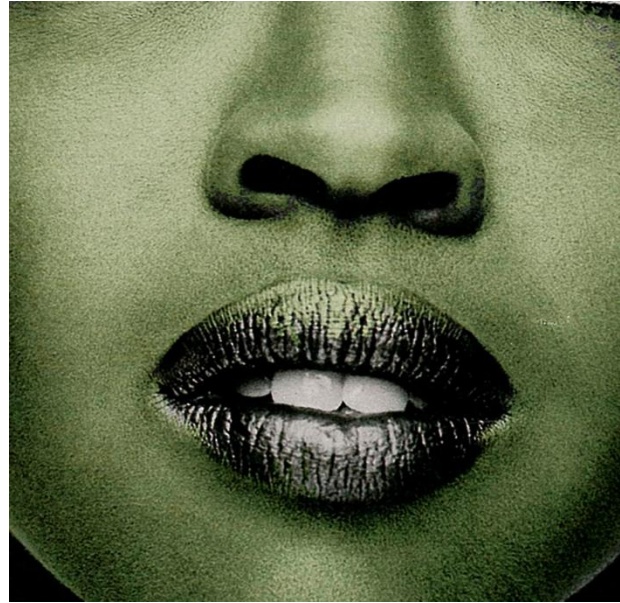
A bionikai, természetes rendszerek működésének elemzése és megértése után alkalmazzuk a nyert tudásanyagot terveinkben, épületekben.



Épület burok

Az épület egy olyan organizmus, amely burka a külső és belső tér anyag- és energiacserejét szabályozza. Ehhez a buroknak a különböző külső klimatikus 'behatásokra', valamint az épületbelsőből jövő 'kihatásokra' reagálni, változni, az energetikai, ill. komfortigényeket pedig kielégíteni kell.

1. burok



- ▶ Védelem
- ▶ Szabályozás
- ▶ Alkalmazkodás
- ✓ Érzékiség - Esztétika

2. burok



- ▶ Védelem
- ▶ Szabályozás Érzékiség - Esztétika
- ▶ Szabályozás
- ▶ Alkalmazkodás
- ▶ Architektónika

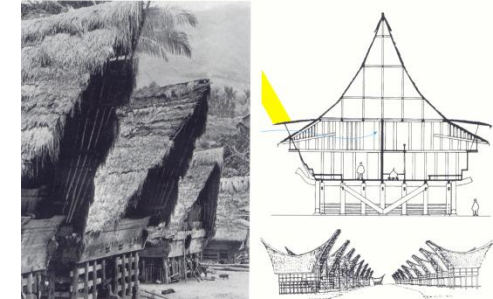
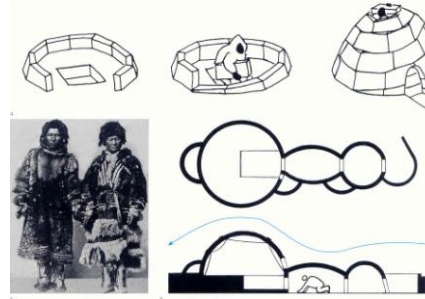
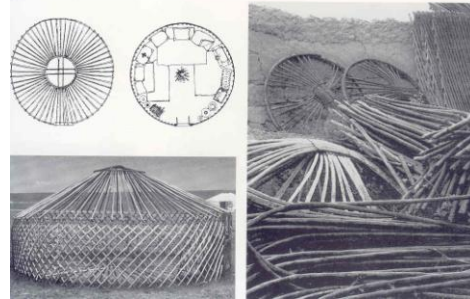
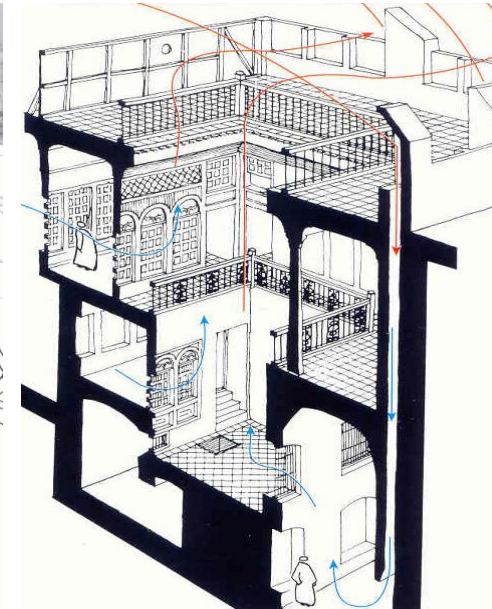
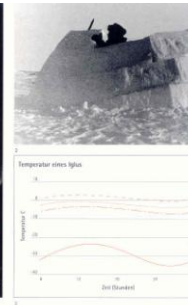
3. burok



- ▶ Védelem
- ▶ Szabályozás
- ▶ Alkalmazkodás
- ▶ Architektónika

Low-tech vernakuláris technológiák

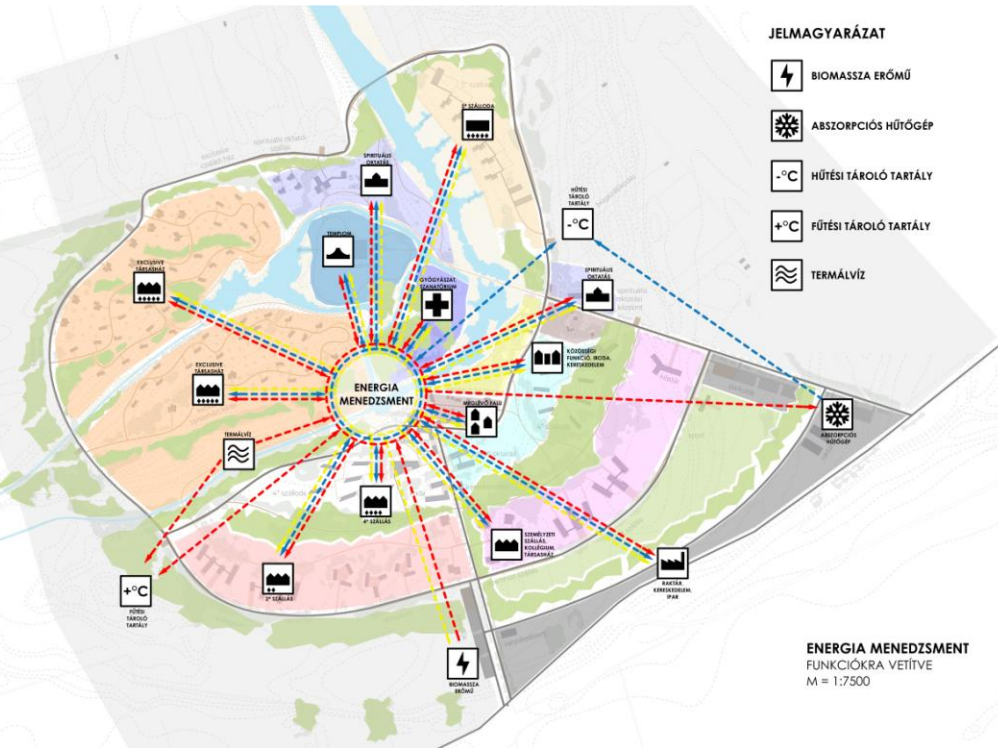
*Tradicionális építészet
magas energia
hatékonyságú
építéstechnológiáinak
alkalmazása*



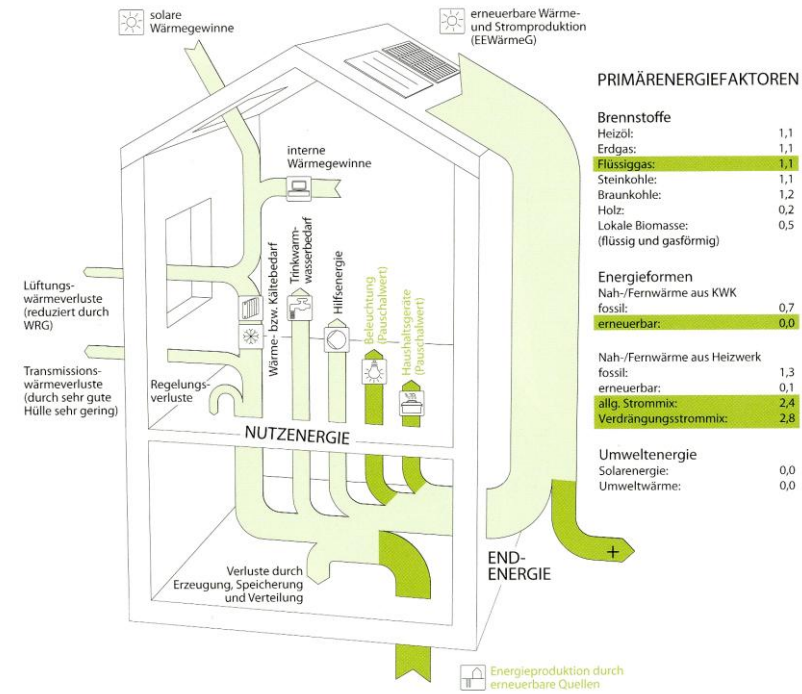
- ▶ Hatékonyság = Input / Output
- ▶ Optimált építés technológiák, üzemeltetés és karbantartás
- ▶ Tradicionális (kultúra, örökség)
- ▶ Fenntartható szerkezetek (helyi, természetes anyagok)

Épület energetika

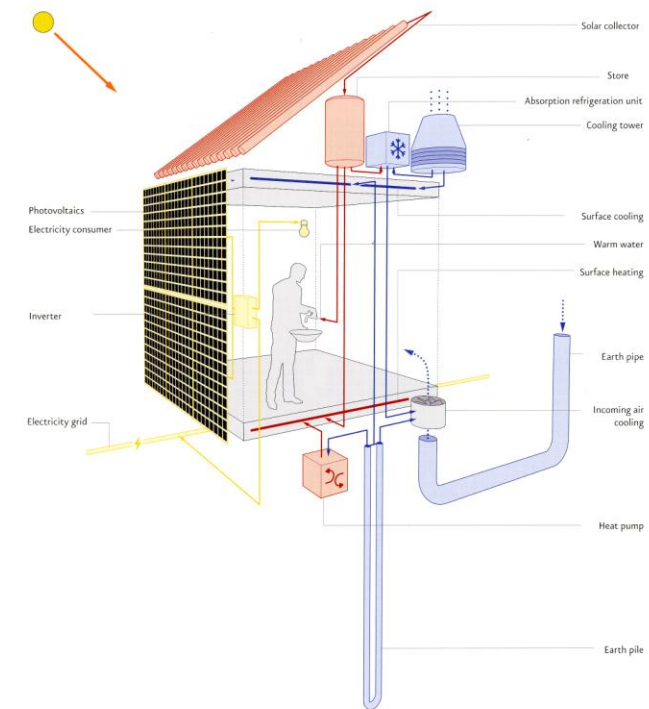
► Település



► Épület



► Helyiség

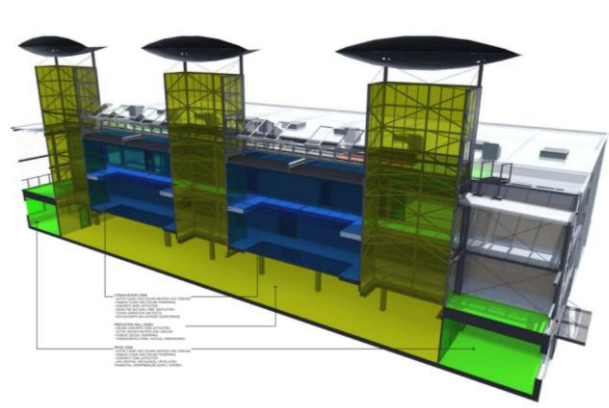


Az ENERGIA DESIGN tervezés technika fogásai

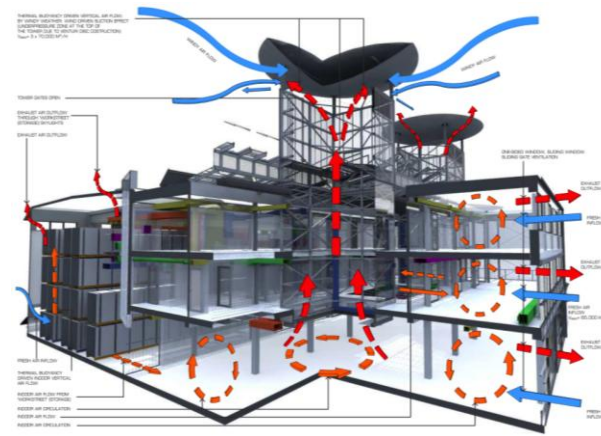


Virtuál és valóság – korszerű építészeti tervezés, Az AUSTROTHERM és a GRAPHISOFT konferenciája, BME, 2018
Energiá Design – új szemlélet és módszerek az építészeti tervezésben / Prof. Dr. habil Kistelegdi István DLA. Ph.D.

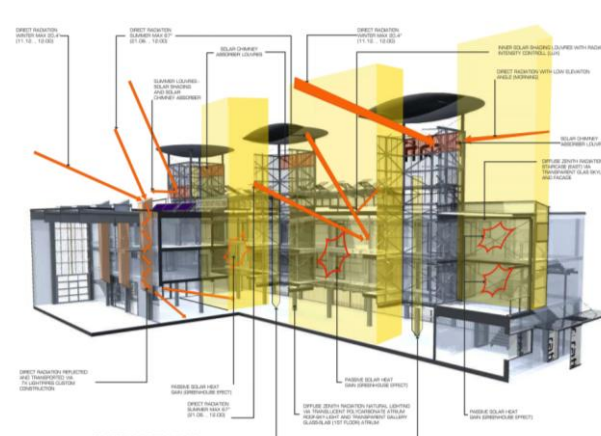
Klíma koncepciók: az épület szezonális működésének tervezése



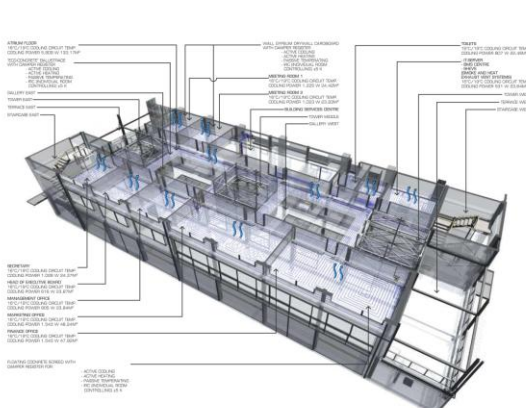
klíma zónák



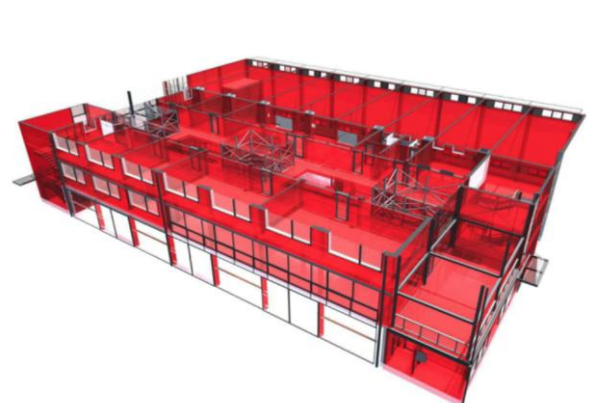
passzív szellőztetés



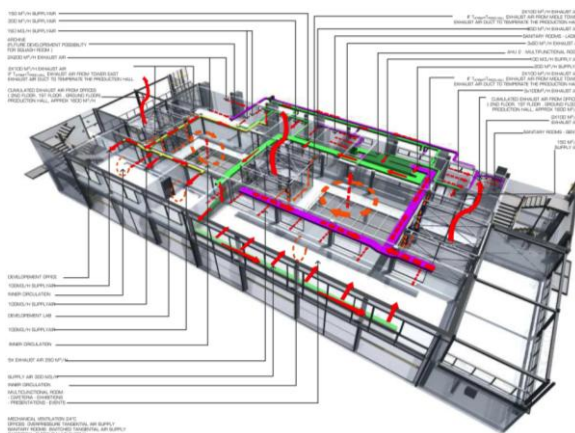
passzív megvilágítás



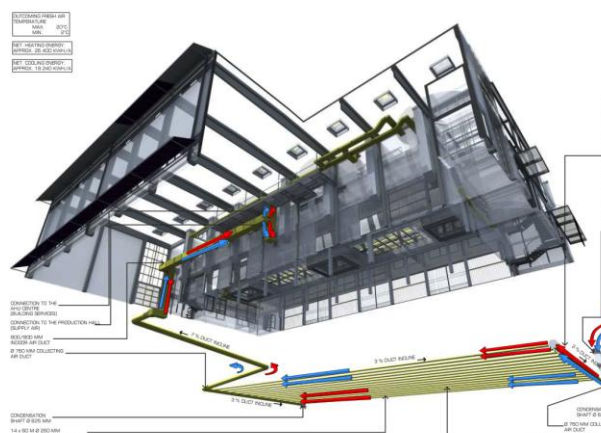
2ND FLOOR: ACTIVE AND PASSIVE FLOOR COOLING SYSTEM



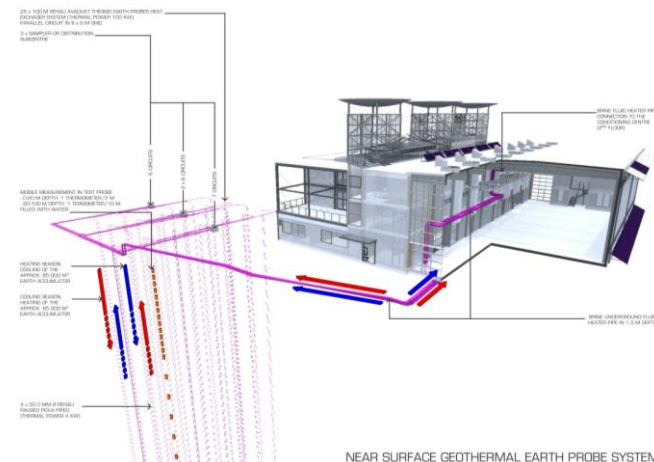
hőtároló tömeg



gépi szellőztetés



geotermika (levegő)



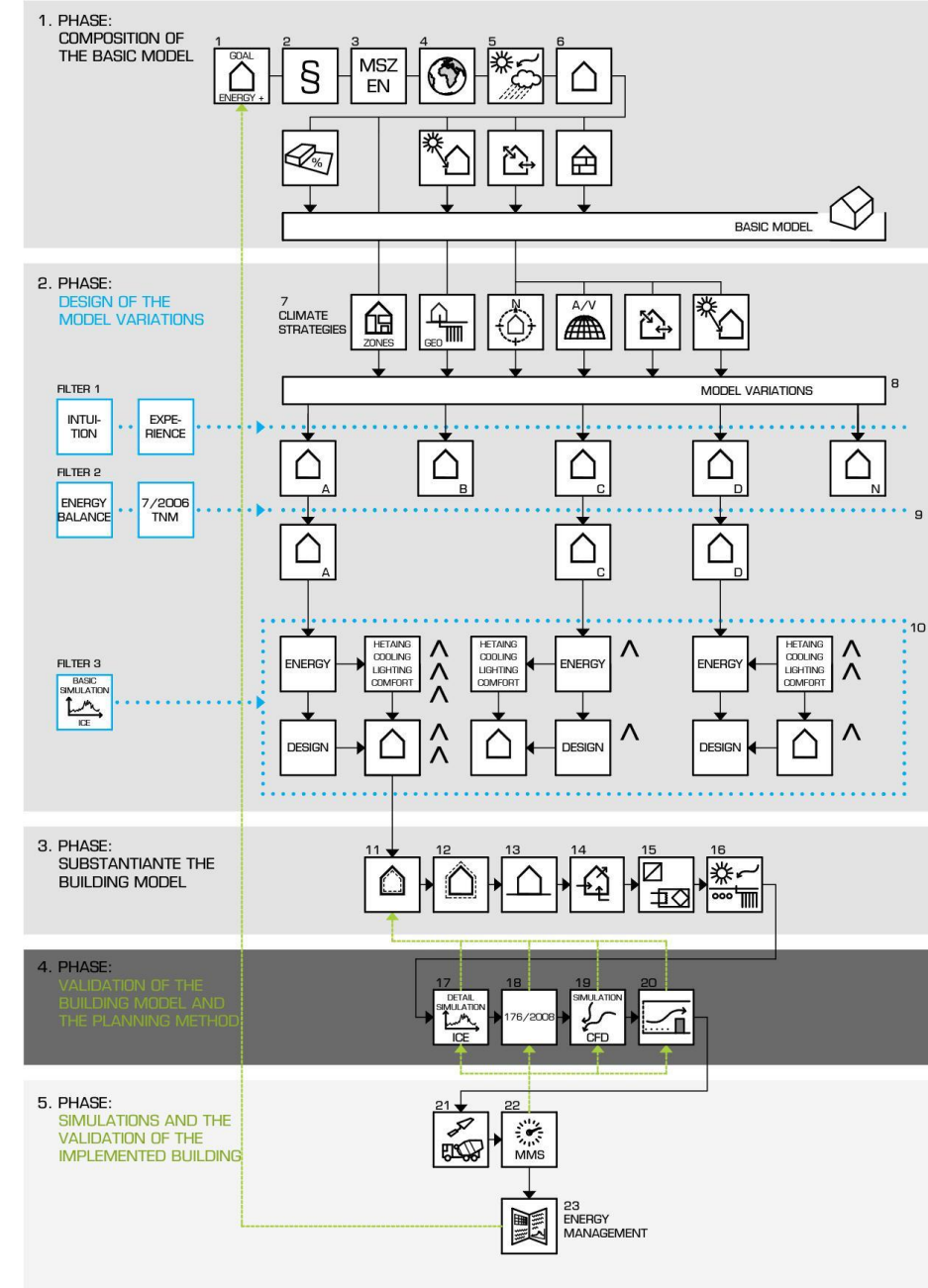
NEAR SURFACE GEOTHERMAL EARTH PROBE SYSTEM

Tervezési módszer (saját fejlesztés)

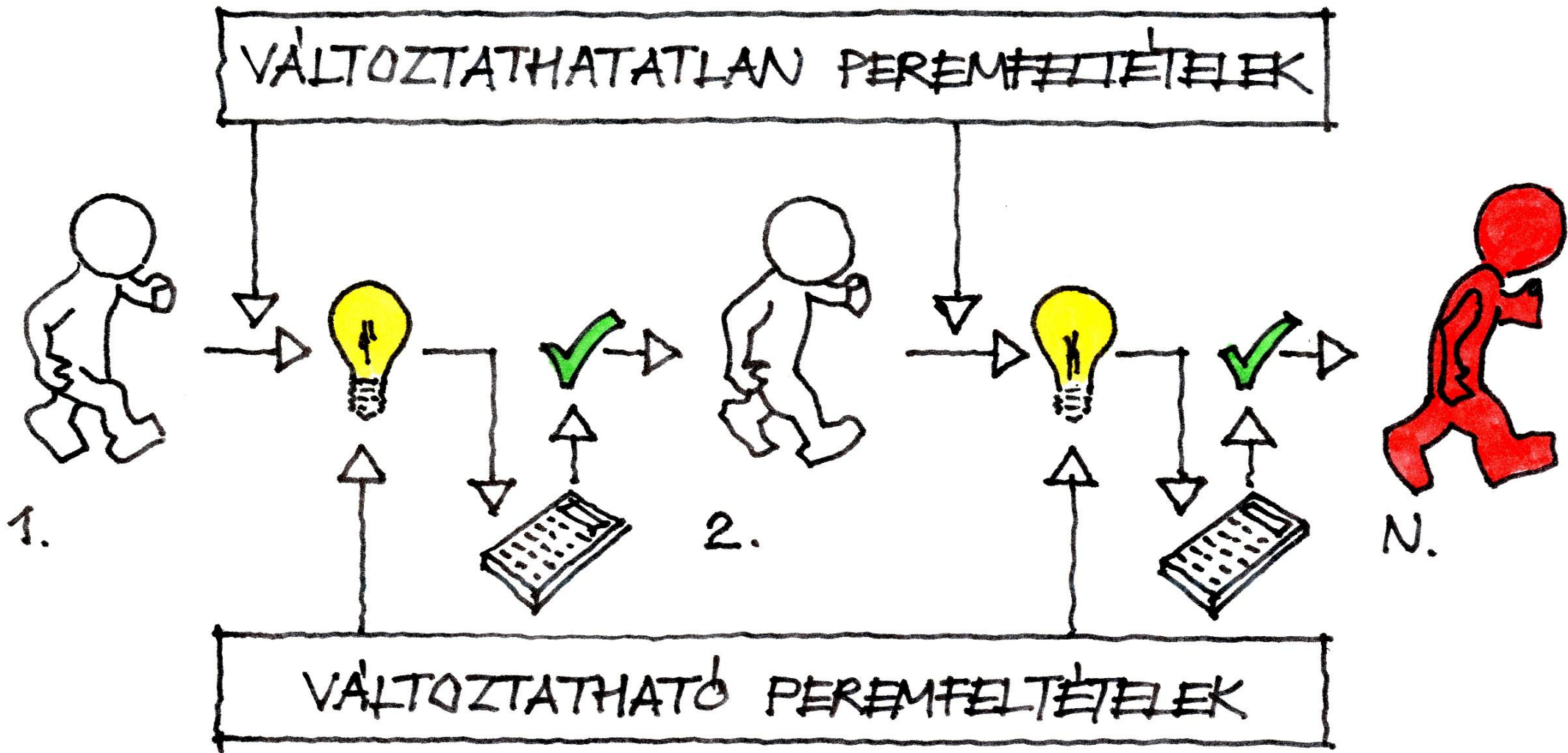
- ▶ Algritmikus probléma megoldó mátrix
- ▶ Modellezési útvonal: útleírás (**roadmap**) a feladat meghatározásától a végső eredmény eléréséig
- ▶ Tervező döntési lépései: fejlesztési fokozatok
- ▶ Nyugtázott tervezői lépések dokumentálása: Használati utasítás a tervezéshez **ENERGIA DESIGN® Roadmap**
- ▶ **ENERGIA DESIGN®** know-how: PTE levédette (registered trademark).
- ▶ A licenciát az **Energia Design Tervező, Fejlesztő és Tanácsadó Kft.** „spin-off” vállalat hasznosítja

EREDMÉNY:

- ▶ Energia-pozitív „aktív-házak
- ▶ Adaptív épület szerkezetek
- ▶ Smart cities

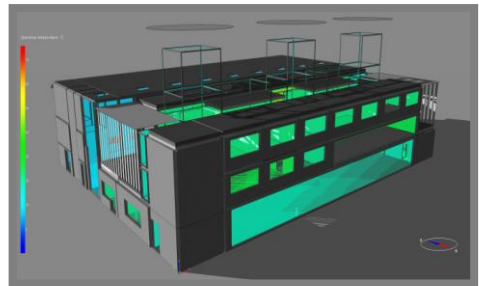


Vagy egyszerűbben...

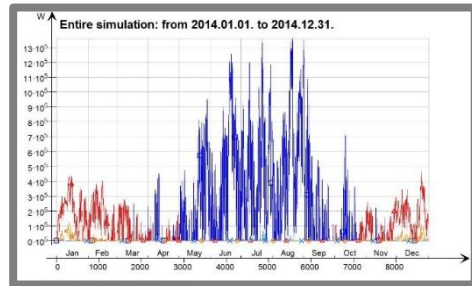


Tervezés támogatás: Szimulációk

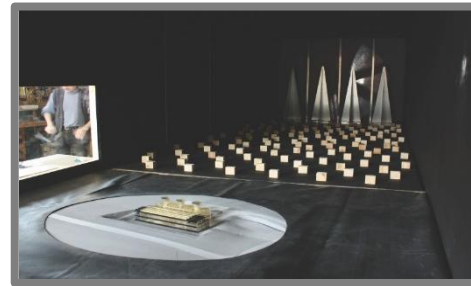
komfort



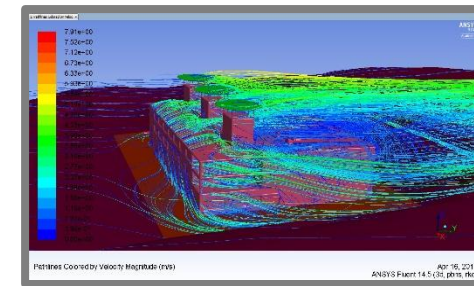
energia



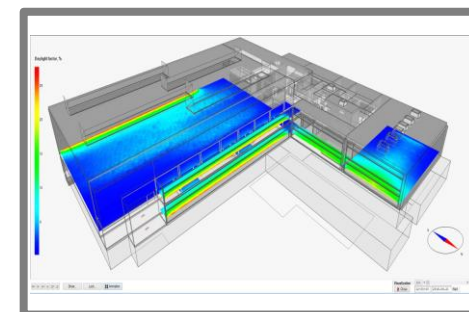
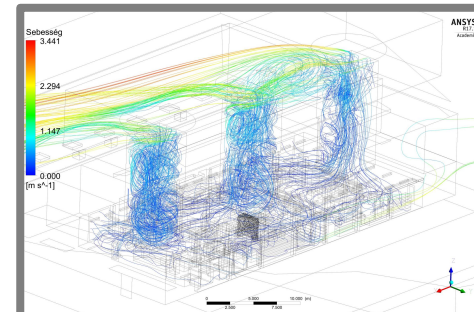
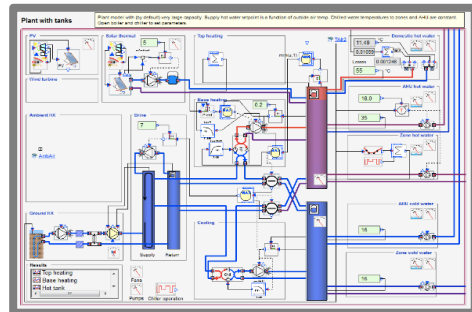
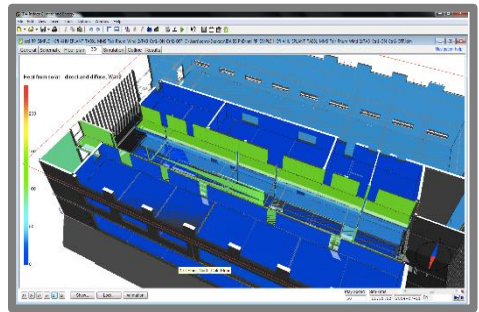
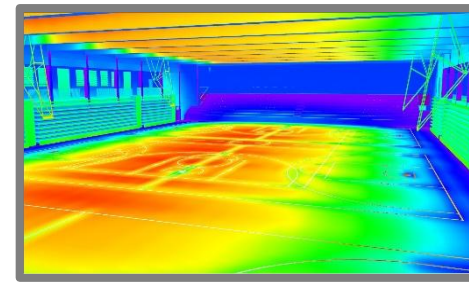
szélcsatorna



CFD



fény



termikus modell

aerodinamikai modell

fény modell

Szimulációk = 4 dimenziós tervezés

▶ fotó



▶ videó

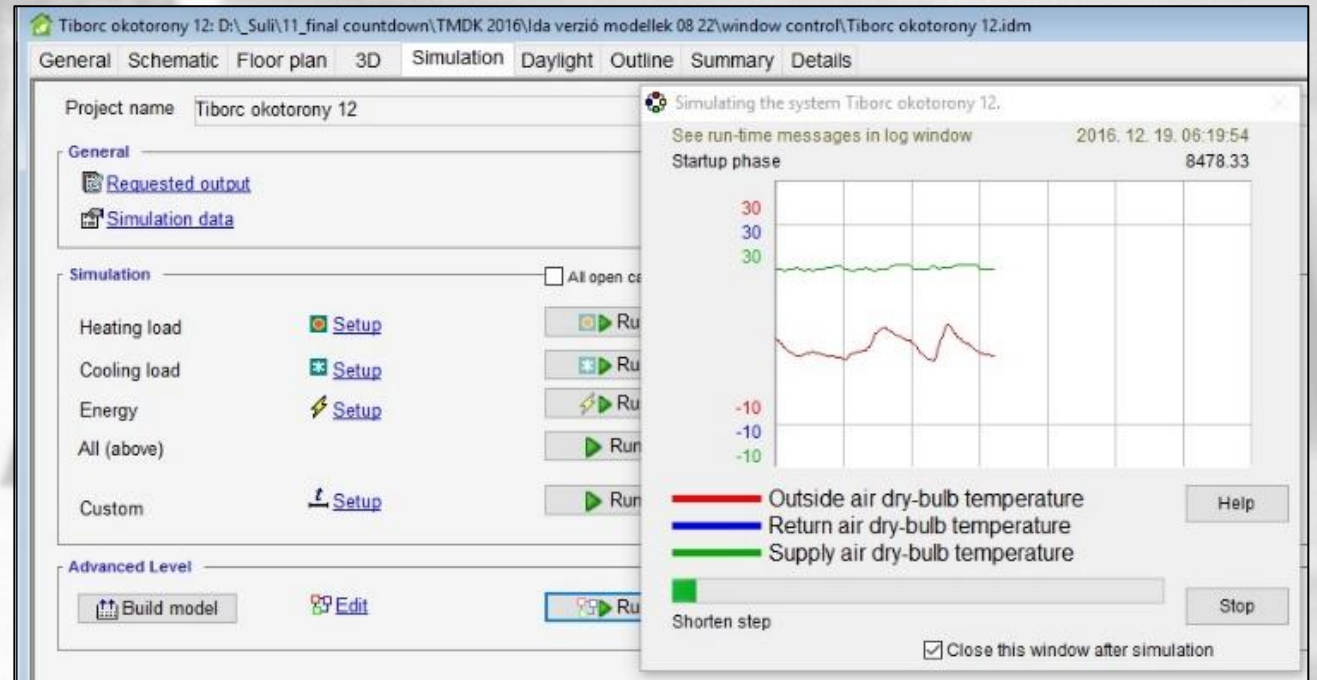


Szimulációkkal támogatott épület + gépészet tervezés

- ▶ Konvencionális tervezés
- ▶ Tervezési pontatlanság $\approx 50\%$
- ▶ Túlméretezés (bizonytalanság)



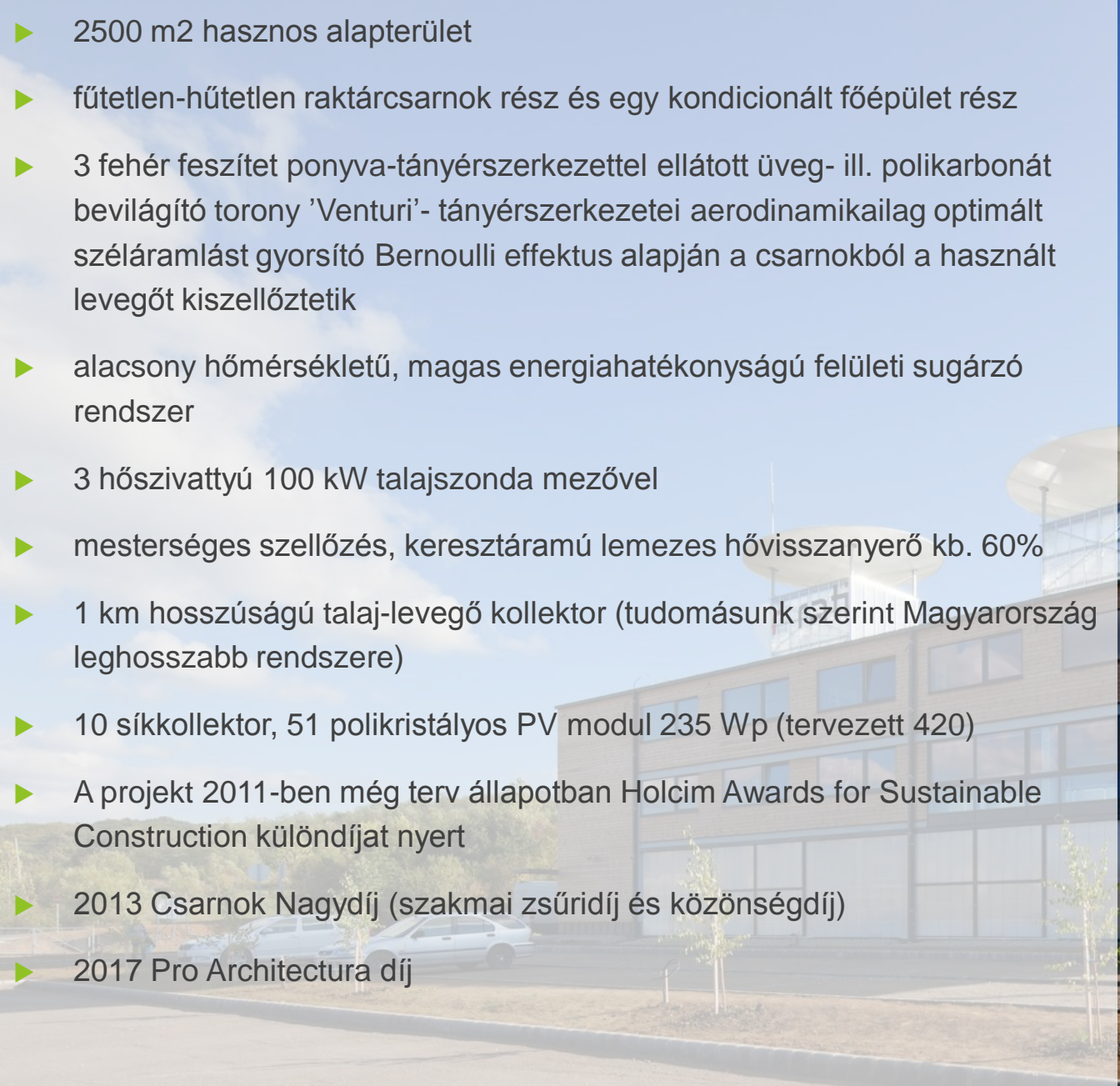
- ▶ Szimulációkkal támogatott tervezés
- ▶ Tervezési pontatlanság $\approx 95\%$
- ▶ Precíz méretezés (biztonság)



Energia-pozitív referencia épület: ipari és iroda létesítmény (RATI Kft.), Komló, 2012



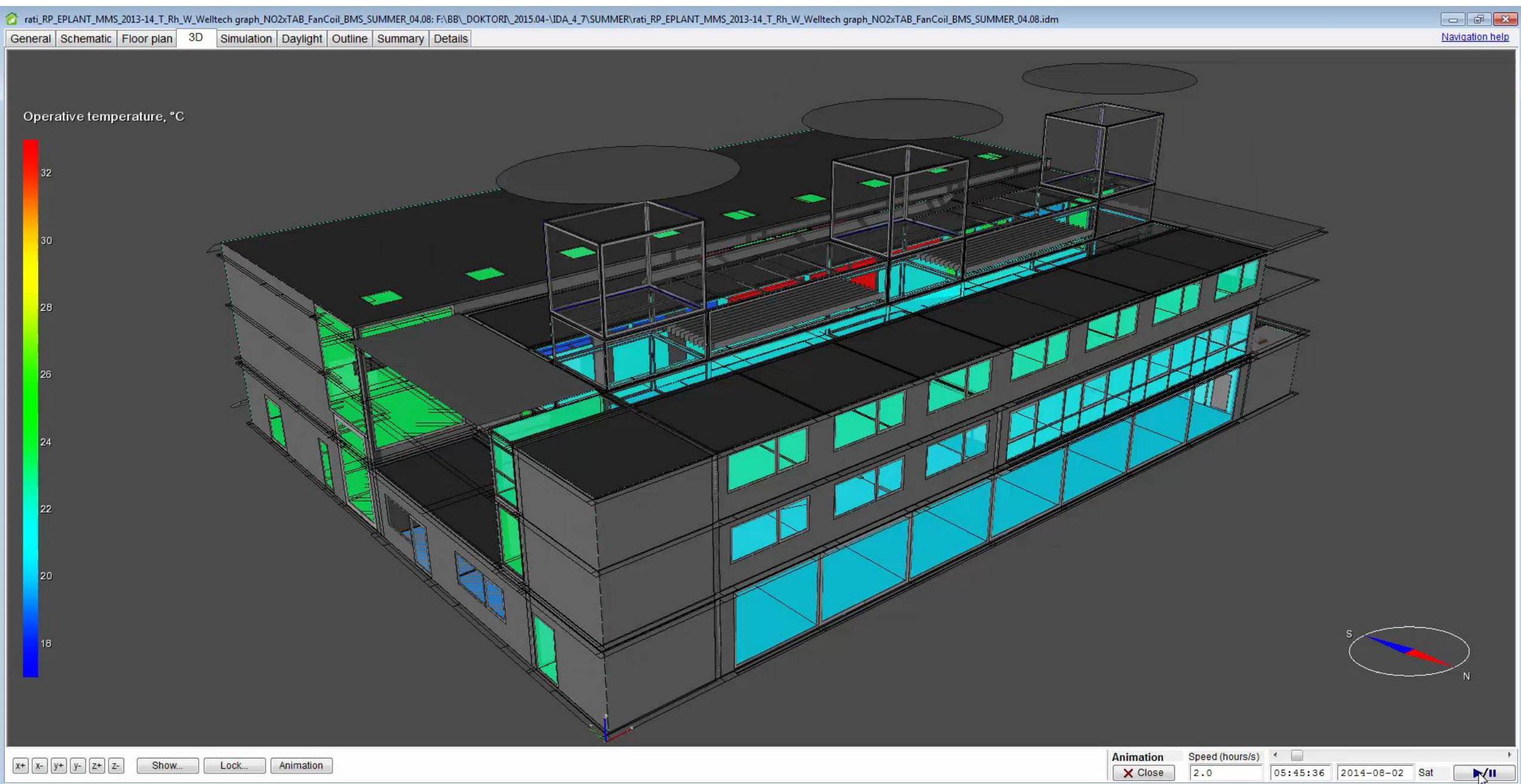
Virtuál és valóság – korszerű építészeti tervezés, Az AUSTROTHERM és a GRAPHISOFT konferenciája, BME, 2018
Energia Design – új szemlélet és módszerek az építészeti tervezésben / Prof. Dr. habil Kistelegdi István DLA. Ph.D.



- ▶ 2500 m2 hasznos alapterület
- ▶ fűtetlen-hűtetlen raktárcsarnok rész és egy kondicionált főépület rész
- ▶ 3 fehér feszítet ponyva-tányérszerkezettel ellátott üveg- ill. polikarbonát bevilágító torony 'Venturi'- tányérszerkezetei aerodinamikailag optimált széláramlást gyorsító Bernoulli effektus alapján a csarnokból a használt levegőt kiszellőztetik
- ▶ alacsony hőmérsékletű, magas energiahatékonyságú felületi sugárzó rendszer
- ▶ 3 hőszivattyú 100 kW talajszonda mezővel
- ▶ mesterséges szellőzés, keresztáramú lemezes hővisszanyerő kb. 60%
- ▶ 1 km hosszúságú talaj-levegő kollektor (tudomásunk szerint Magyarország leghosszabb rendszere)
- ▶ 10 síkkollektor, 51 polikristályos PV modul 235 Wp (tervezett 420)
- ▶ A projekt 2011-ben még terv állapotban Holcim Awards for Sustainable Construction különdíjat nyert
- ▶ 2013 Csarnok Nagydíj (szakmai zsűridíj és közönségdíj)
- ▶ 2017 Pro Architectura díj



Termikus szimuláció – operatív hőmérsékletek (animáció)

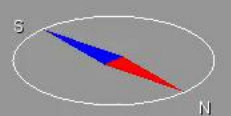
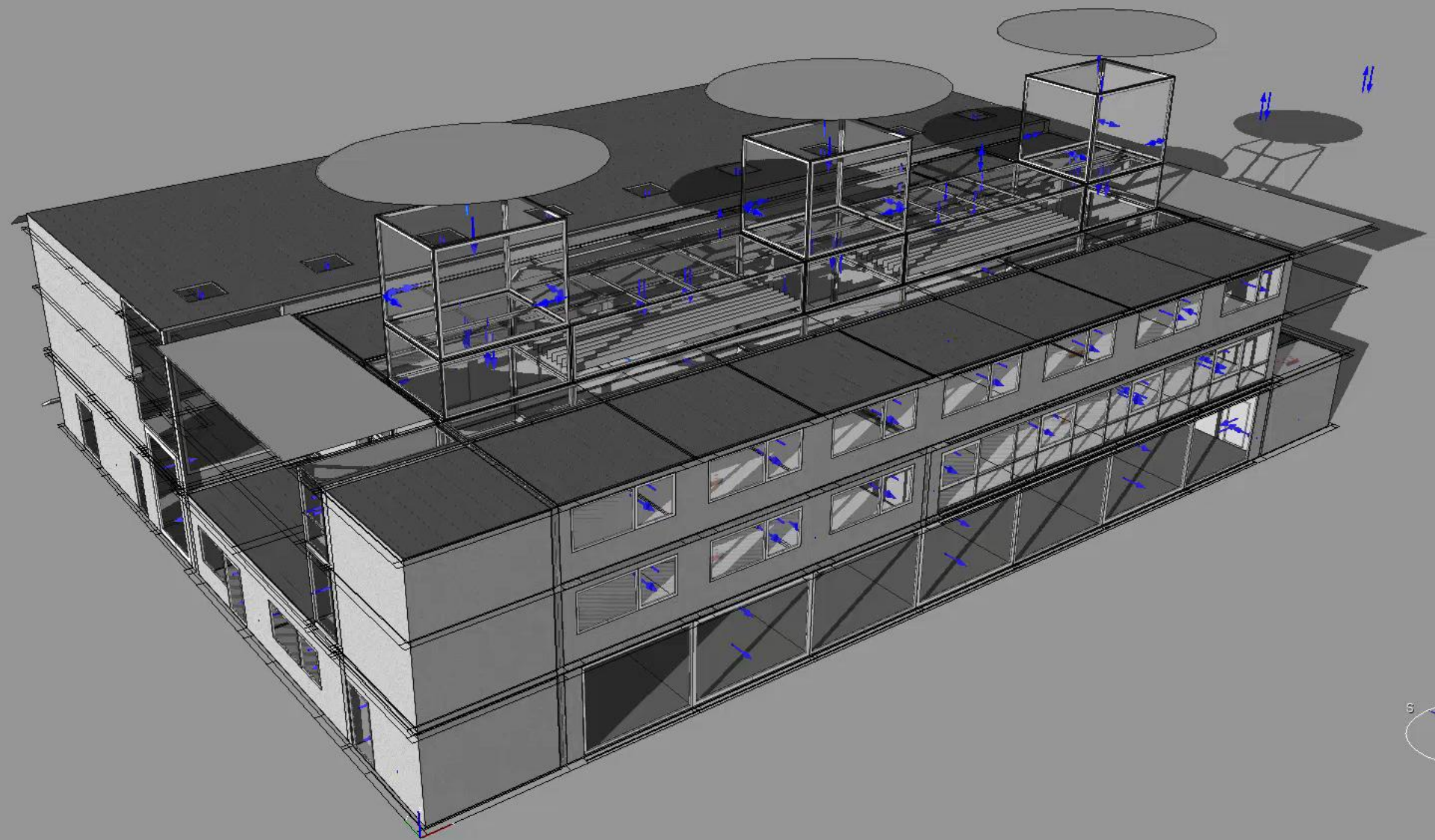
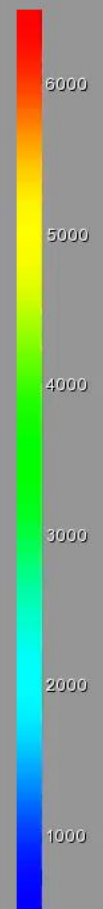


Termikus szimuláció – szellőzési légtérfogat áramok (animáció)

rati_RP_EPLANT_MMS_2013-14_T_Rh_W_Welltech_graph_FanCoil_BMS_SUMMER_2xTAB_04.08: F:\BBV_DOKTORI_2015.04-rati_RP_EPLANT_MMS_2013-14_T_Rh_W_Welltech_graph_FanCoil_BMS_SUMMER_2xTAB_04.08.idm

General Schematic Floor plan 3D Simulation Daylight Outline Summary Details [Navigation help](#)

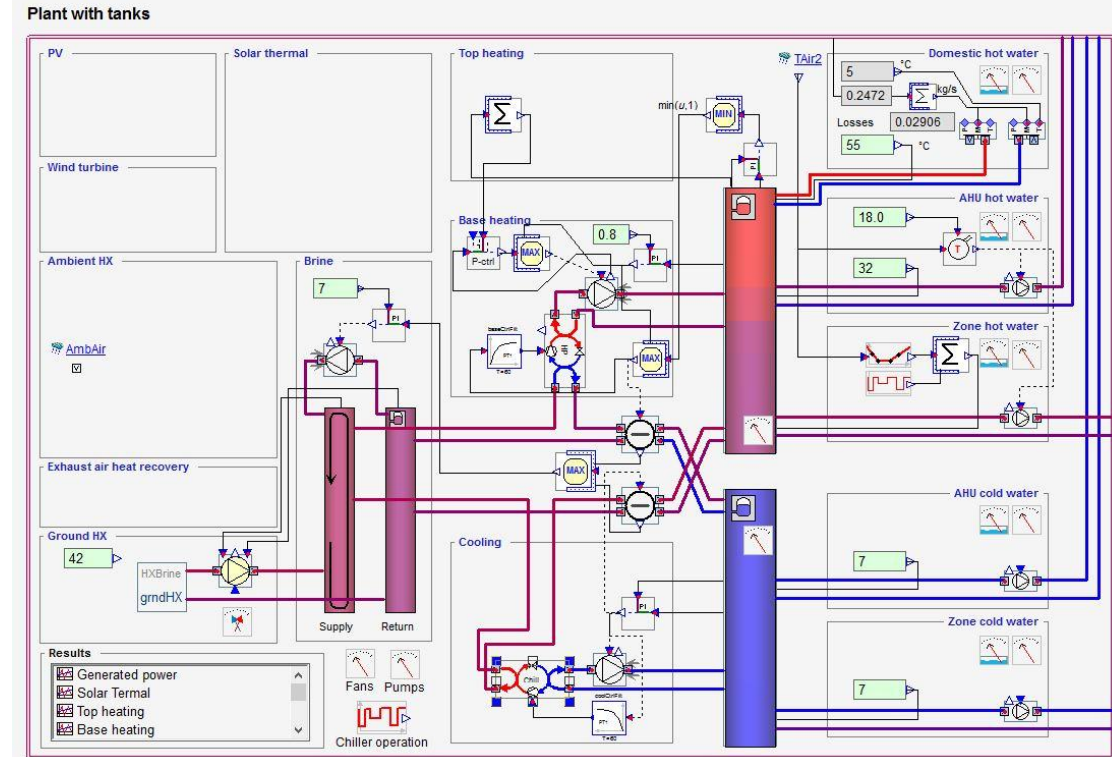
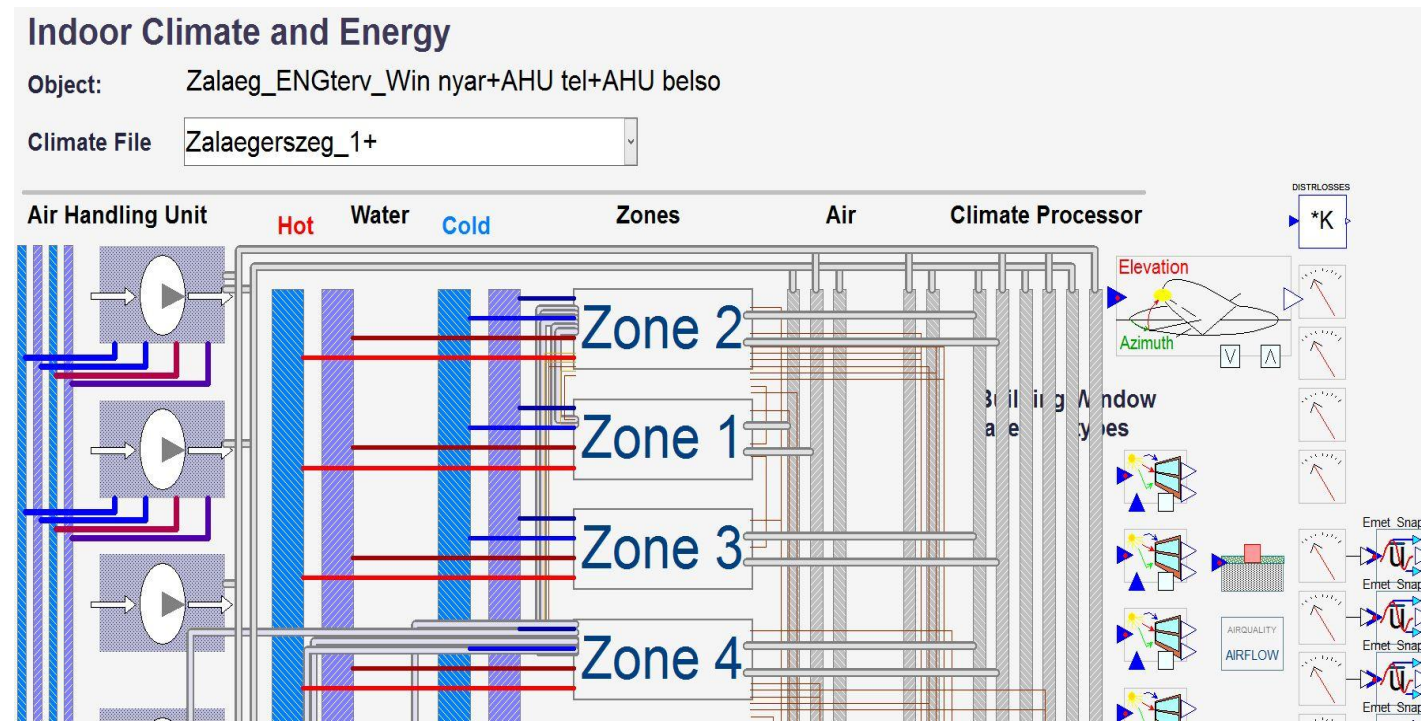
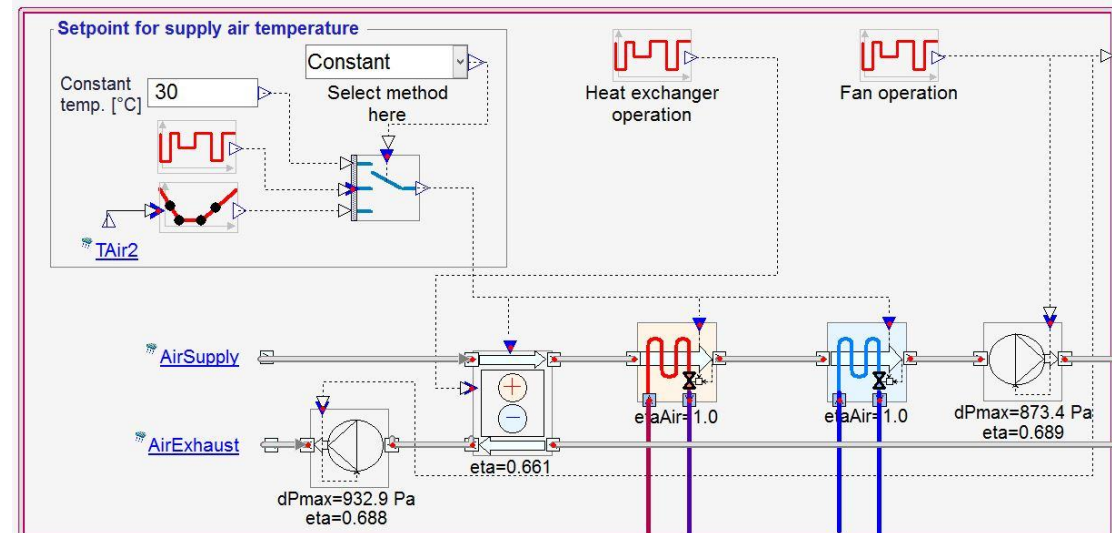
Ventilation air flows, l/s



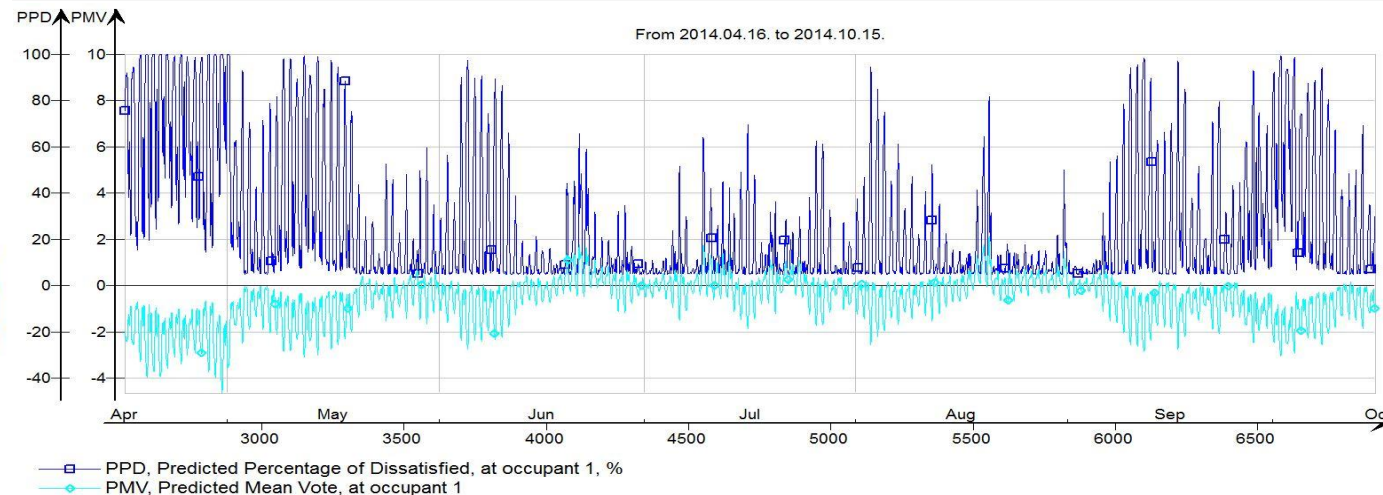
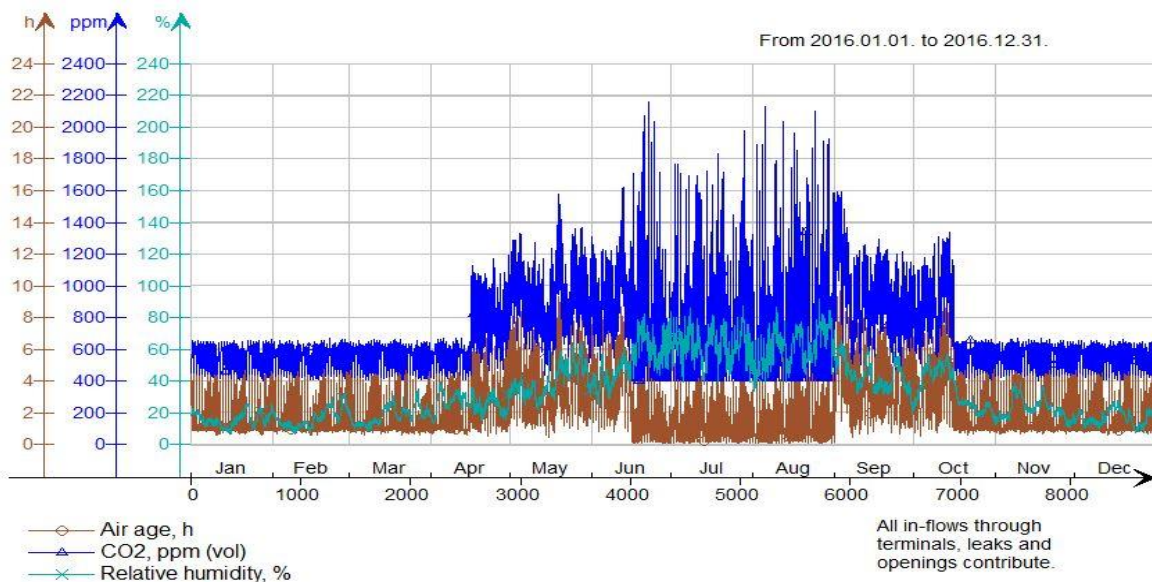
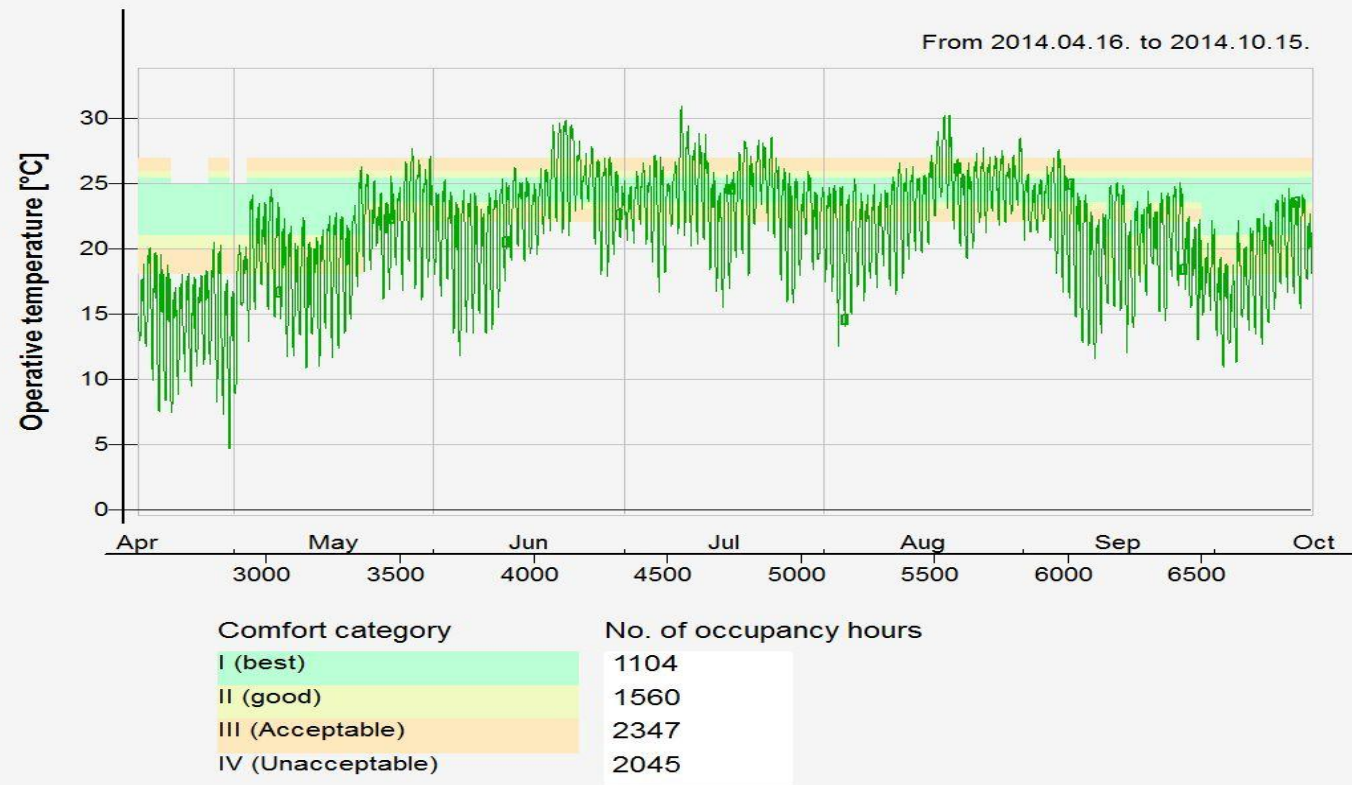
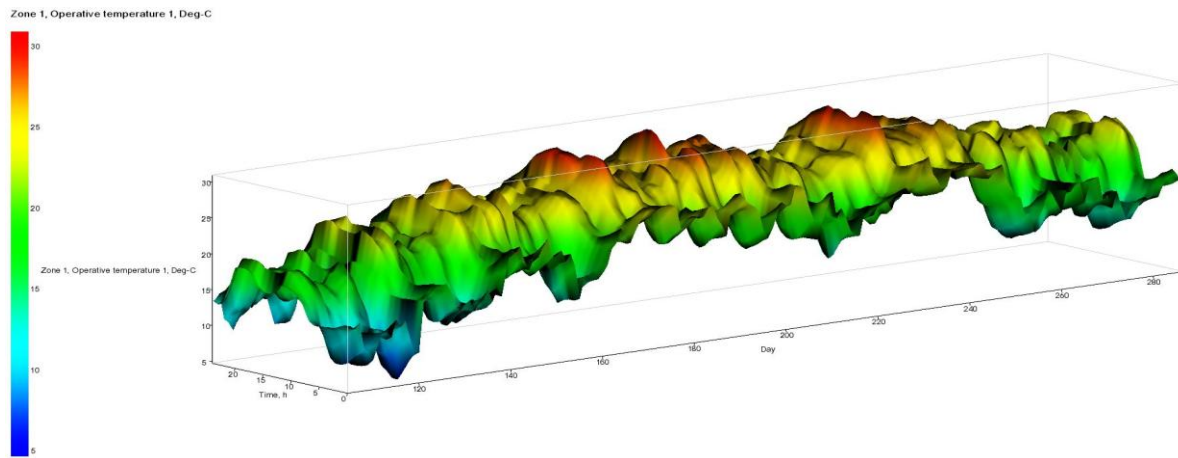
x+ x- y+ y- z+ z- Show... Lock... Animation

Animation Speed (hours/s) 2.0 7:00:00 2014-07-02 Wed

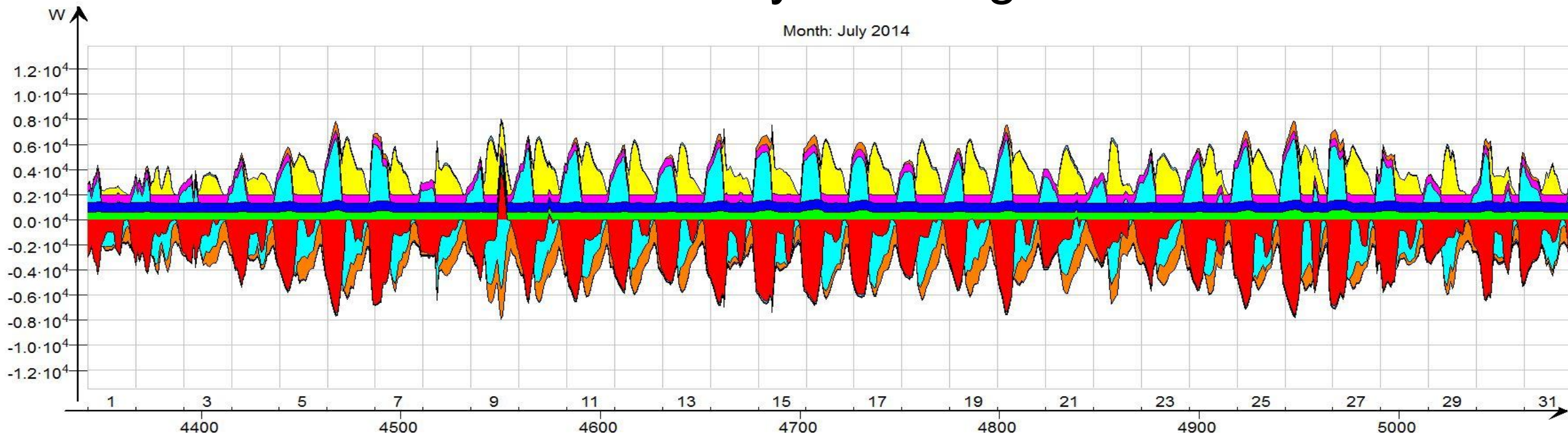
Termikus szimulációk – gépészeti rendszerek



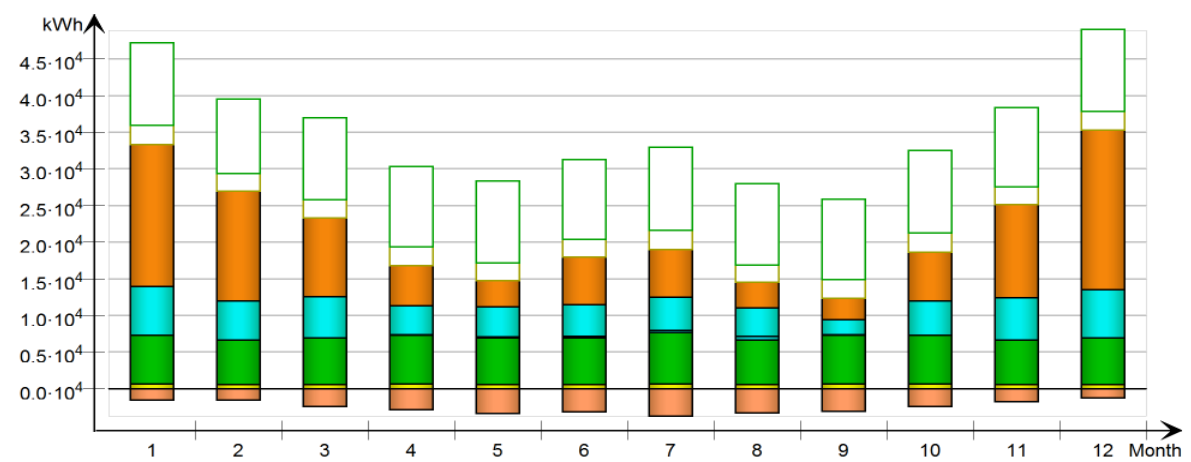
Termikus szimulációk – eredmények: komfort



Termikus szimulációk – eredmények: energia

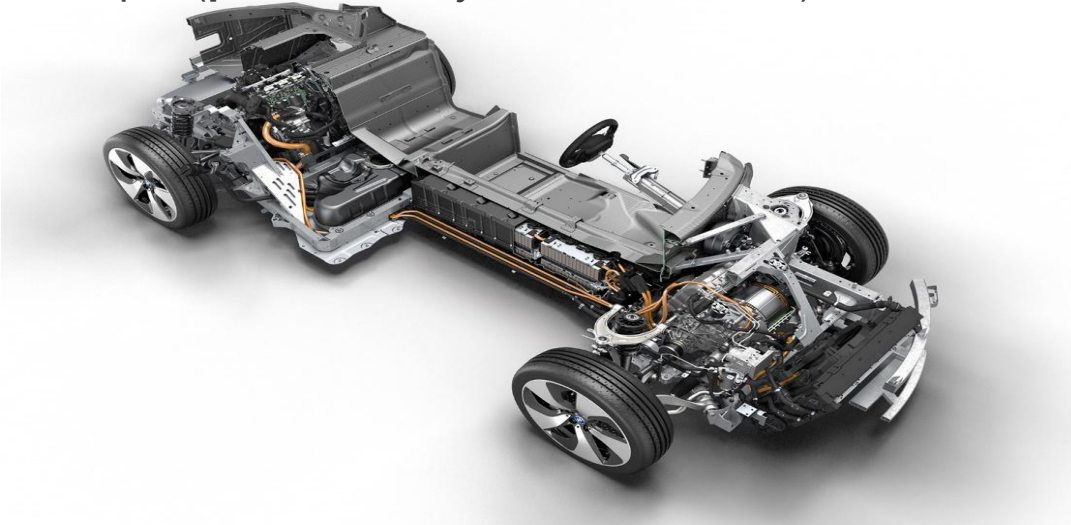


- Heat from air flows, W
- Heat from occupants (incl. latent), W
- Heat from equipment, W
- Heat from walls and floors (structure), W
- Heat from lighting, W
- Heat from solar - direct and diffuse, W
- Heat from heating and/or cooling room units, W
- Heat from windows (including absorbed solar) and openings, W
- Heat from thermal bridges, W
- Net losses, W



Elmélet vs. gyakorlat

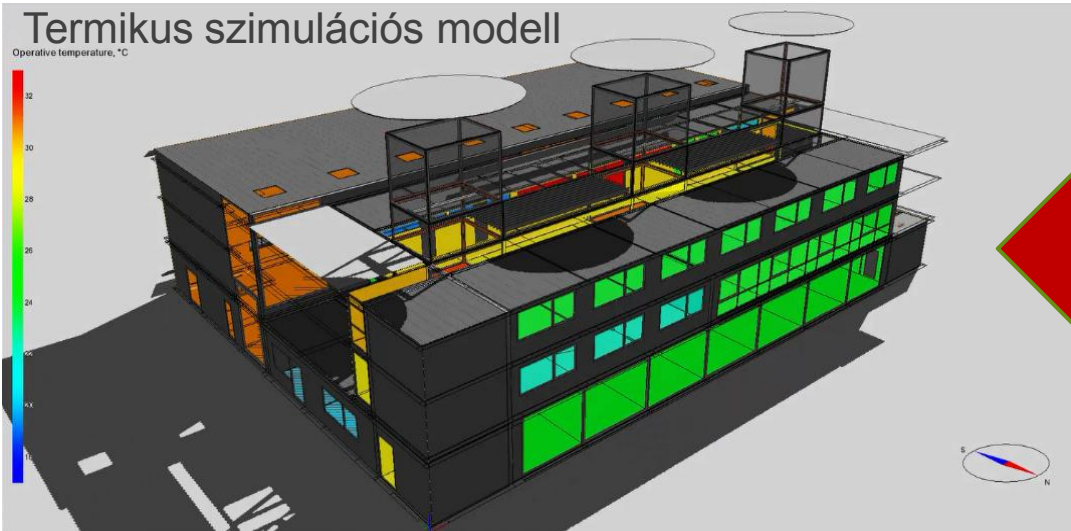
- ▶ Autóipar (pár hónap fejlesztési időtartam)



- ▶ Építőipar (pár év fejlesztési időtartam)



- ▶ Termikus szimulációs modell



- ▶ M 1:1 megvalósult modell



összehasonlítás

MMS - mobile monitoring system



VAISALA XT 520 meteo station



TESTO 6055/0600 9999 radiation temperature measurement equipment



DANTEC anemometer



Air flow measurement
KIMO CP 200



27 x vill.fogyasztásmérők LEGRAND LGR04686



TESTO 882 thermo vision camera



TESTO 480 multifunctional measurement set



Central server (DELL Precision R5500)



4 x National Instruments CompacRIO

BMS - building monitoring system

Üzem szellőzés

Természetes szellőztetés
 Eső jelzés: Nem esik
 Szélsebesség: 0,0 m/s
 Külső fényerősség: 0,0 lux
 Vihar alapjel: Kézi 10,00 %

Időjárás állomás
 Riasztó: Ki
 Külső hőmérséklet: 2,7 °C
 BMS/MMS váltás: Kézi BMS

Külső hőm. eltolás
 Kézi 0,00 °C

Tornyok (Torony kapuk K / NY):

Idokeret	Torony kapuk K	Torony kapuk NY	Idokeret	Torony kapuk K	Torony kapuk NY	Idokeret	Torony kapuk K	Torony kapuk NY
<input type="checkbox"/> Kézi 0,00 %	<input type="checkbox"/> Kézi 0,00 %	<input type="checkbox"/> Kézi 0,00 %	<input type="checkbox"/> Kézi 0,00 %	<input type="checkbox"/> Kézi 0,00 %	<input type="checkbox"/> Kézi 0,00 %	<input type="checkbox"/> Kézi 0,00 %	<input type="checkbox"/> Kézi 0,00 %	<input type="checkbox"/> Kézi 0,00 %
Csarnok hőmérséklet alap: <input type="checkbox"/> Kézi 24,00 °C	Csarnok hőmérséklet alap: <input type="checkbox"/> Kézi 24,00 °C	Csarnok hőmérséklet alap: <input type="checkbox"/> Kézi 24,00 °C	Csarnok légsebesség alap: <input checked="" type="checkbox"/> Kézi 0,20 m/s	Csarnok légsebesség alap: <input checked="" type="checkbox"/> Kézi 0,20 m/s	Csarnok légsebesség alap: <input checked="" type="checkbox"/> Kézi 0,20 m/s	Csarnok hőmérséklet alap: <input type="checkbox"/> Kézi 24,00 °C	Csarnok hőmérséklet alap: <input type="checkbox"/> Kézi 24,00 °C	Csarnok hőmérséklet alap: <input type="checkbox"/> Kézi 24,00 °C
<input type="button" value="Nem nyit"/> <input type="button" value="Zar"/>	<input type="button" value="Nem nyit"/> <input type="button" value="Zar"/>	<input type="button" value="Nem nyit"/> <input type="button" value="Zar"/>	<input type="button" value="Nem nyit"/> <input type="button" value="Zar"/>	<input type="button" value="Nem nyit"/> <input type="button" value="Zar"/>	<input type="button" value="Nem nyit"/> <input type="button" value="Zar"/>	<input type="button" value="Nem nyit"/> <input type="button" value="Zar"/>	<input type="button" value="Nem nyit"/> <input type="button" value="Zar"/>	<input type="button" value="Nem nyit"/> <input type="button" value="Zar"/>

3D Model Temperature Data:

- T torony: 4,4 °C, 4,1 °C, 3,5 °C
- Other: 22,7 °C, 22,4 °C, 19,3 °C

É. kapu (É. kapu K / NY):

É. kapu K	É. kapu köz.	É. kapu NY
<input type="checkbox"/> Kézi <input type="button" value="Zar"/>	<input type="checkbox"/> Kézi <input type="button" value="Zar"/>	<input type="checkbox"/> Kézi <input type="button" value="Zar"/>
Term. hőm.alapjel	Term. hőm.alapjel	Term. hőm.alapjel
Idokeret <input type="checkbox"/> Kézi 24,00 °C	Idokeret <input type="checkbox"/> Kézi 24,00 °C	Idokeret <input type="checkbox"/> Kézi 24,00 °C
<input type="checkbox"/> Kézi <input type="button" value="Zar"/>	<input type="checkbox"/> Kézi <input type="button" value="Zar"/>	<input type="checkbox"/> Kézi <input type="button" value="Zar"/>

Table: Torony3, Torony2, Torony1

	Torony3	Torony2	Torony1
Venturi	3,3 °C	3,7 °C	3,7 °C
	50,2 %	45,8 %	84,2 %
15m	0,0 °C	0,0 °C	0,0 °C
	-142,8 %	0,0 %	20,8 %
12,5m	68,2 °C	153,0 °C	0,0 °C
	21,7 %	0,0 %	22,2 %
10m	21,1 °C	21,4 °C	21,0 °C
	31,4 %	31,3 %	33,0 %
7,5m	21,7 °C	22,1 °C	22,1 °C
	30,2 %	30,0 %	31,4 %
5m	21,9 °C	22,4 °C	22,5 °C
	29,9 %	29,1 %	30,3 %
3m	22,5 °C	22,6 °C	22,7 °C
	28,8 %	28,8 %	29,5 %

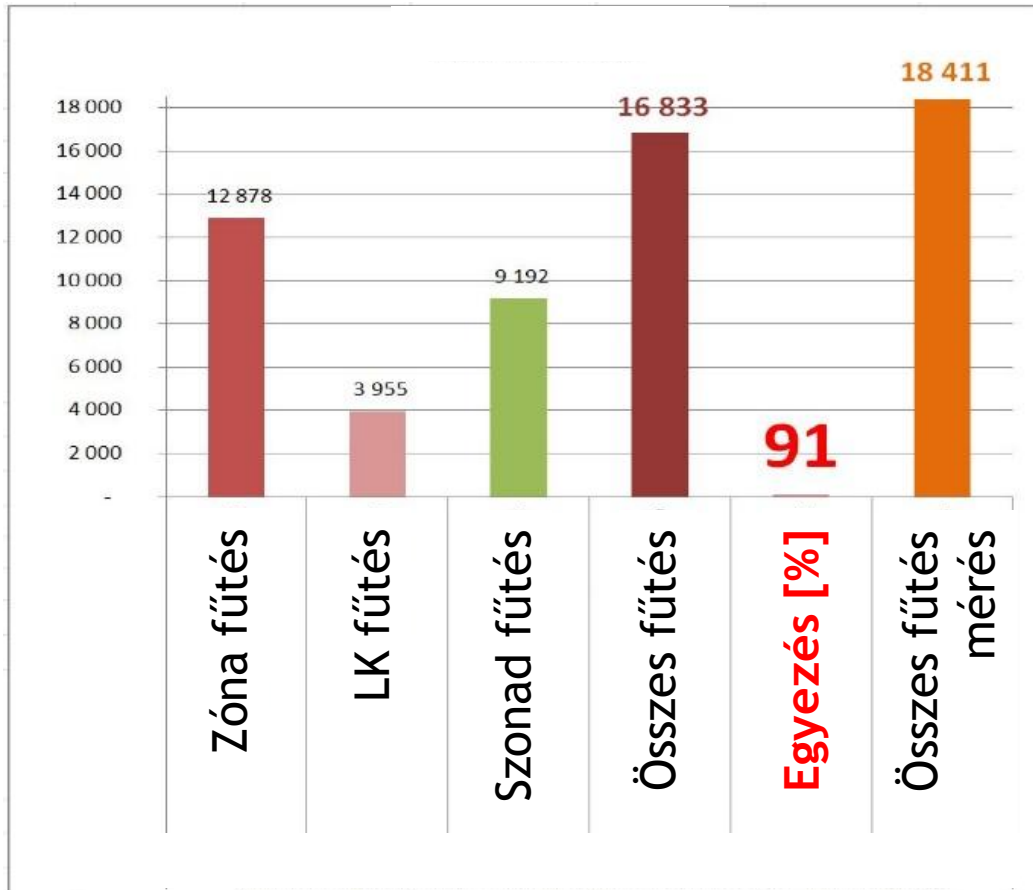
Status Bar: 05-Mar-15 20:56:22 BACNET RATI_10 Failed U 14 Device communication failed
 Honeywell SymmetrE R410.2 | 05-Mar-15 | 21:02:48 | Alarm System | symmetre-server | Stn01 | Engr

AHU 1. Irada

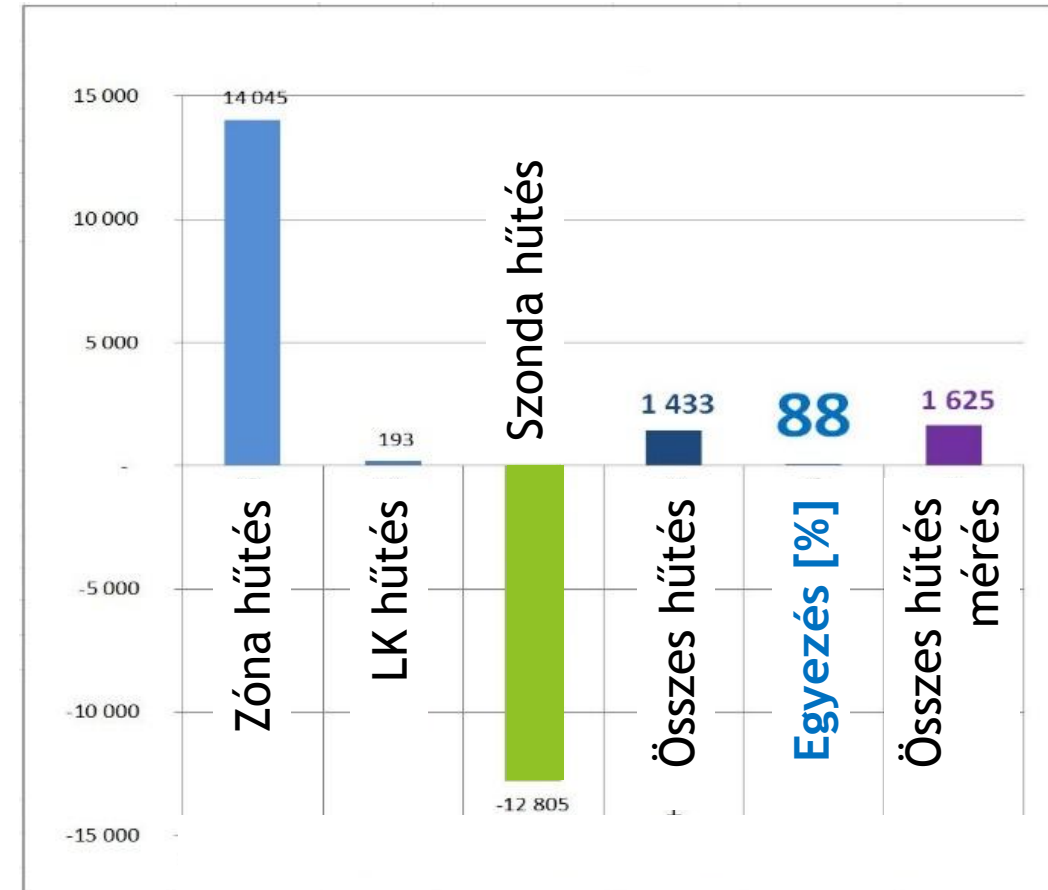
HSE: Hőszivattyúk

Elmélet vs. gyakorlat

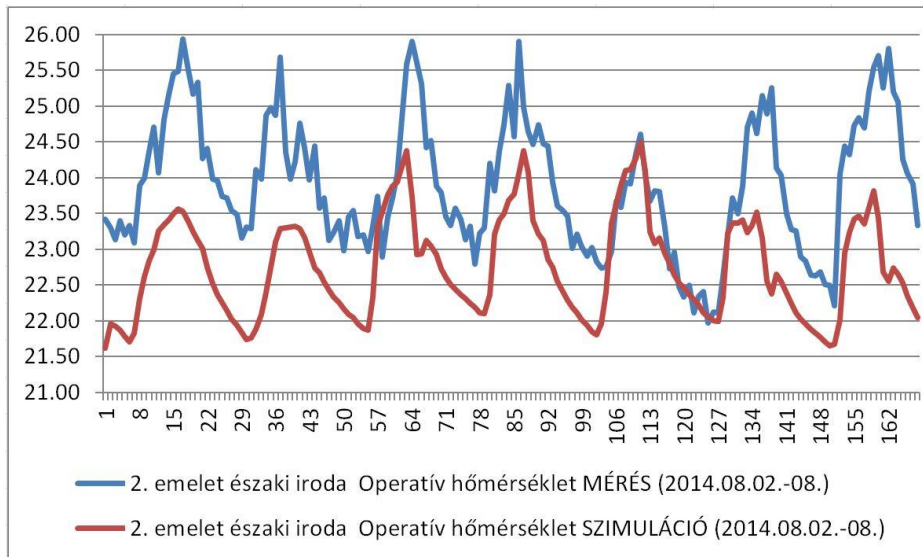
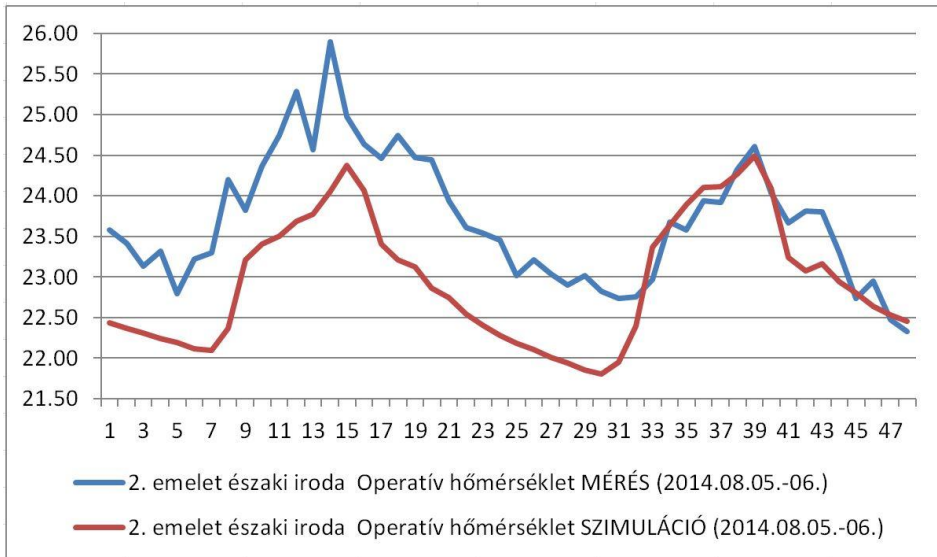
► 2014 Január - fűtés (kWh)



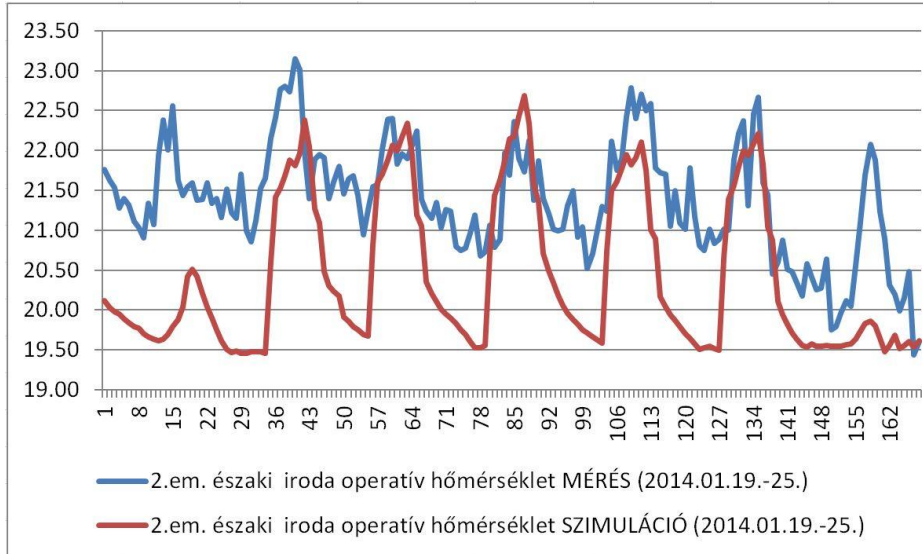
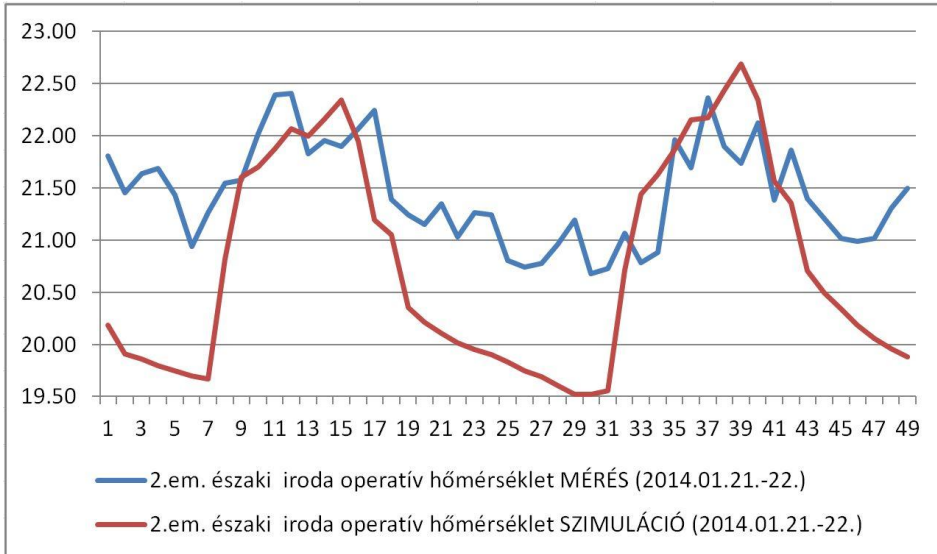
► 2014 Augusztus - hűtés (kWh)



Iroda (zóna) 2.em - operatív hőmérsékletek

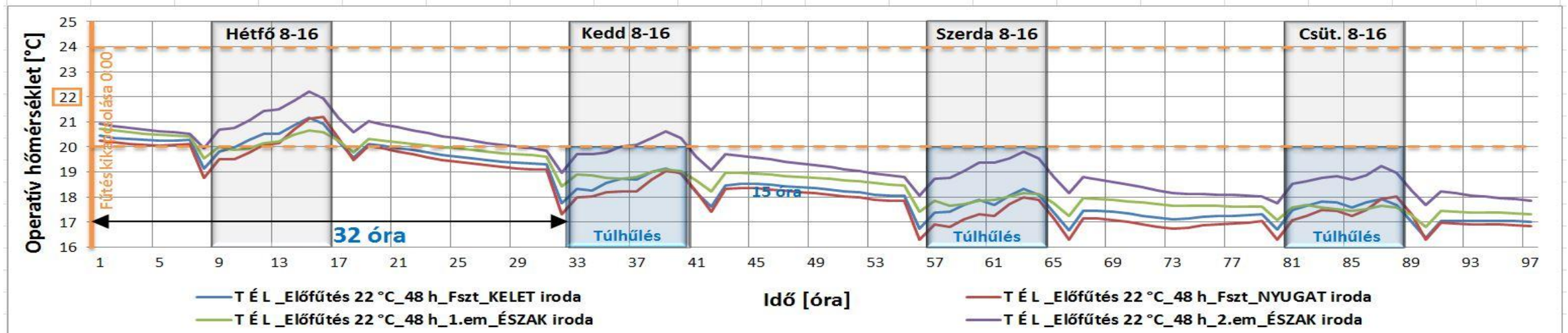
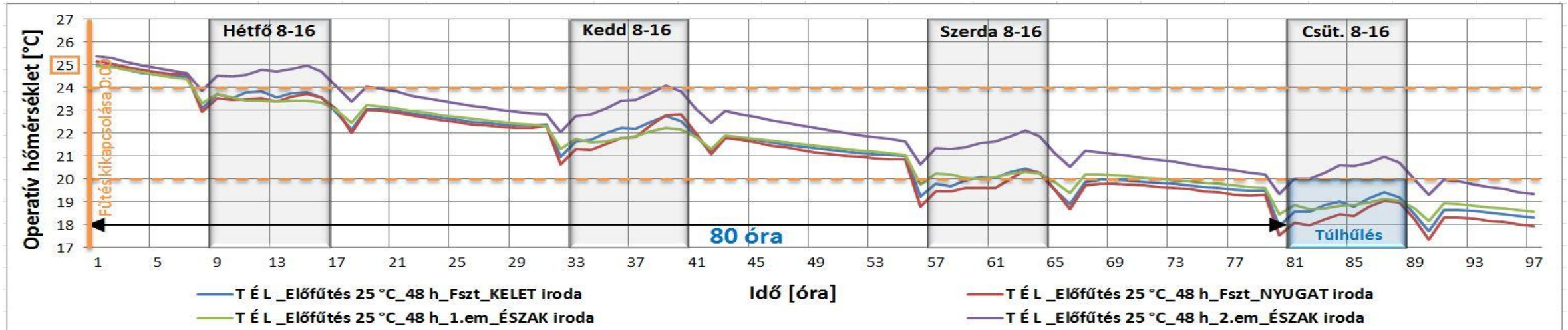


— Mérés
— Szimuláció



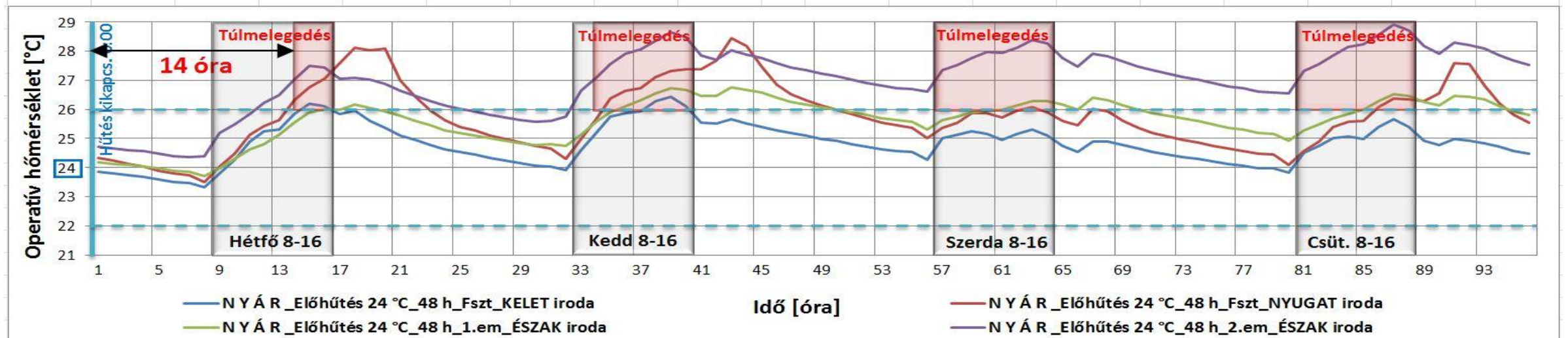
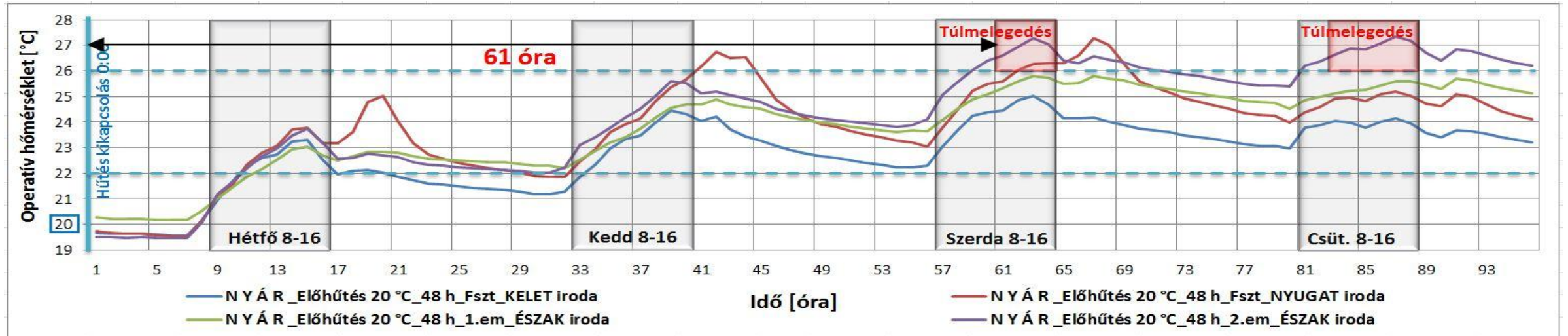
Turn on potential - Heating

- ▶ Heating to 22 °C, no switch off: 302 kWh, 32 h comfort range
- ▶ Preheating to 25 °C, weekend 44 h, then switch off at 0:00: 424 kWh (+29 %), 80 h comfort range ! (BKT, TABs, no AHU)

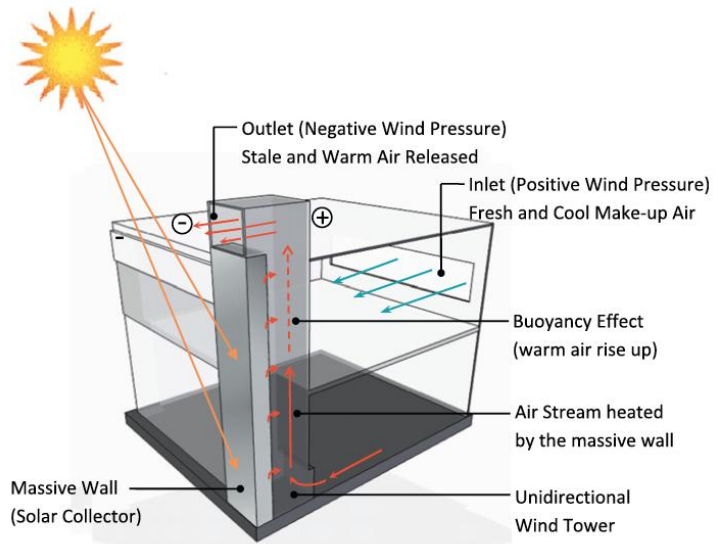
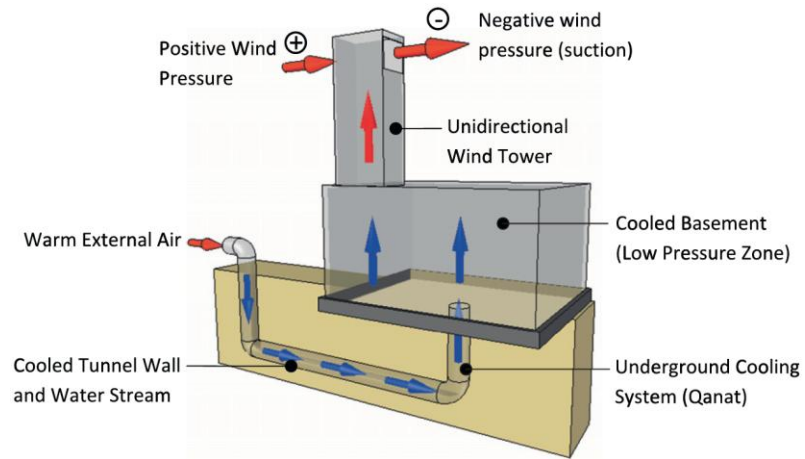


Turn on potential - Cooling

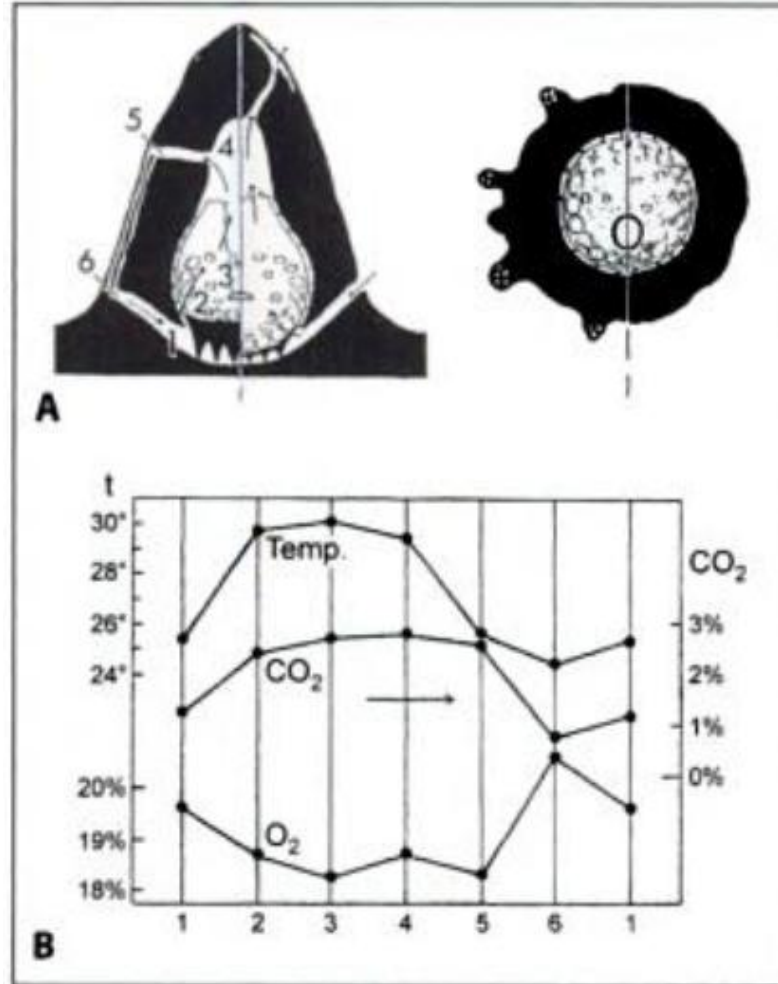
- ▶ Cooling to 24 °C, no switch off: 533 kWh, 14 h comfort range
- ▶ Precooling to 20 °C, weekend 44 h, then switch off at 0:00: 588 kWh (+10 %), 61 h comfort range ! (BKT, TABs, no AHU)



Ventilation concept: Vernacular wind tower + solar chimney

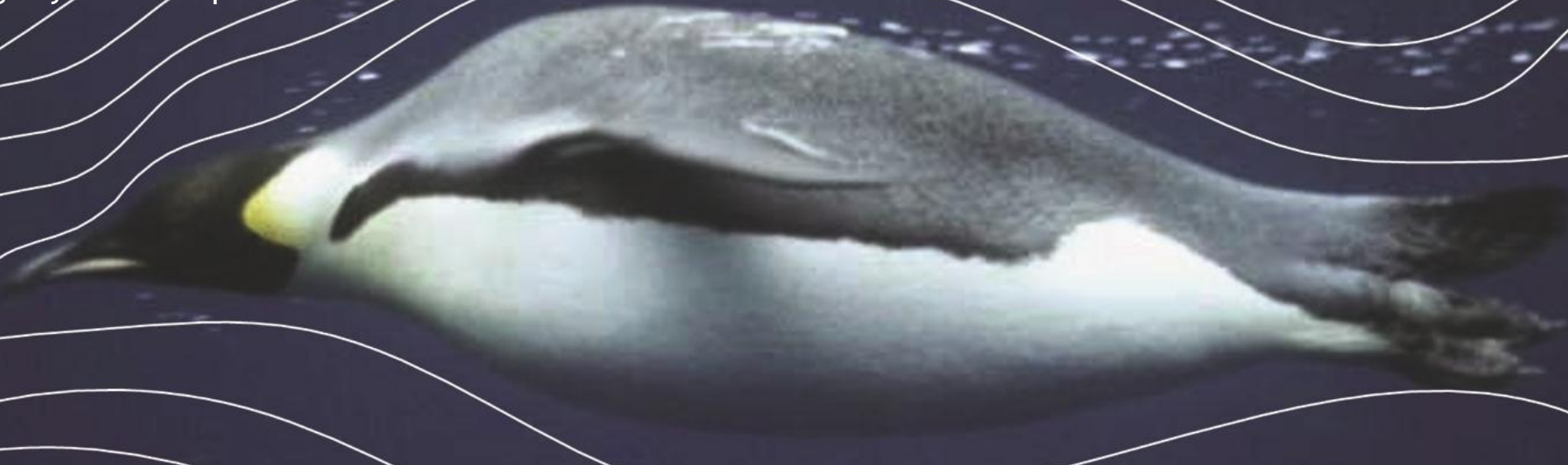


Ventilation concept: Termite nest



Ventilation concept: Wind deflector tower top

- ▶ Penguin
- ▶ Aerodynamic quality: drag coefficient $c_d = 0,03$
- ▶ Boundary layer flow separation



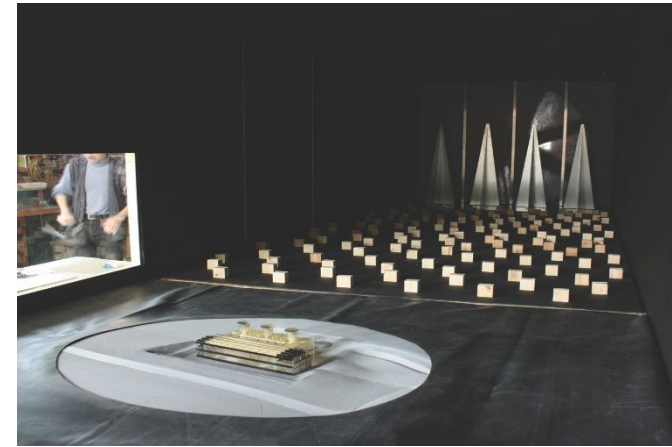
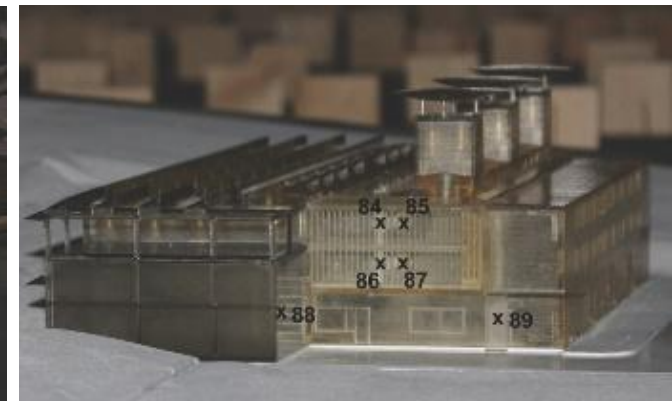
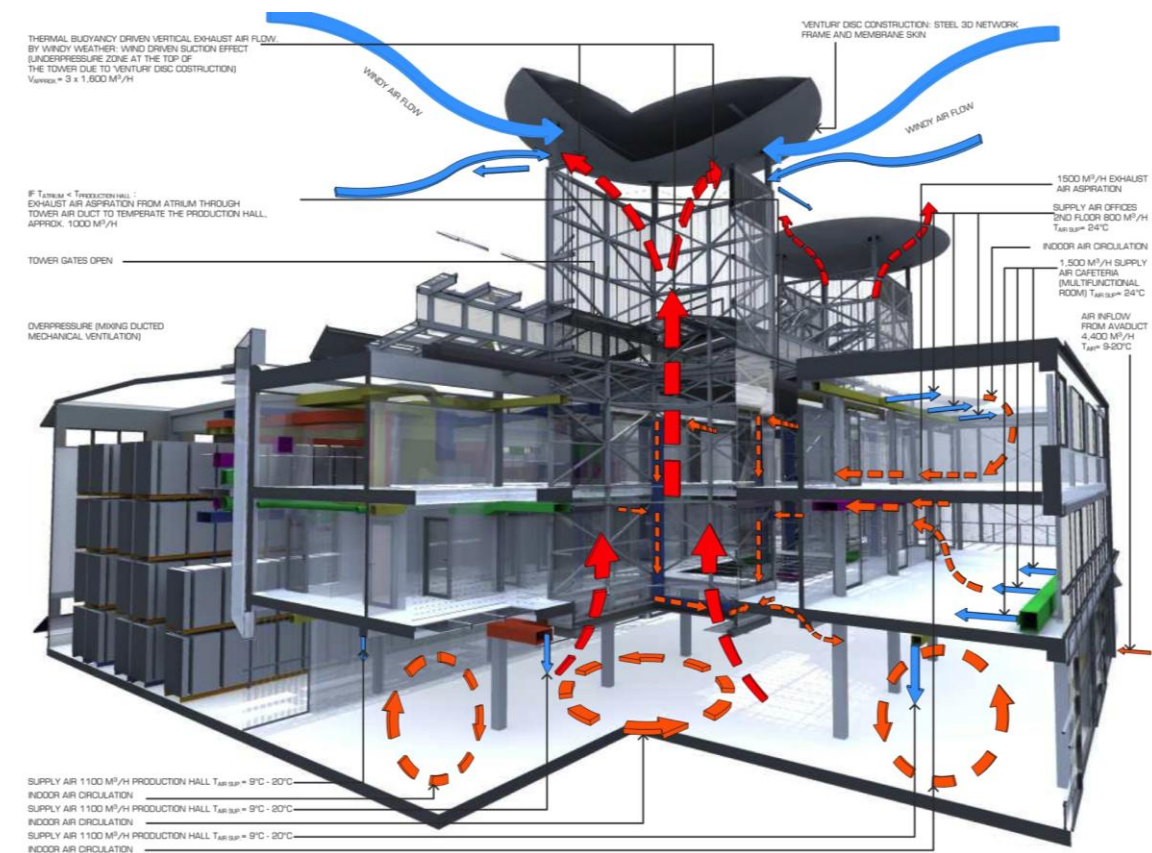
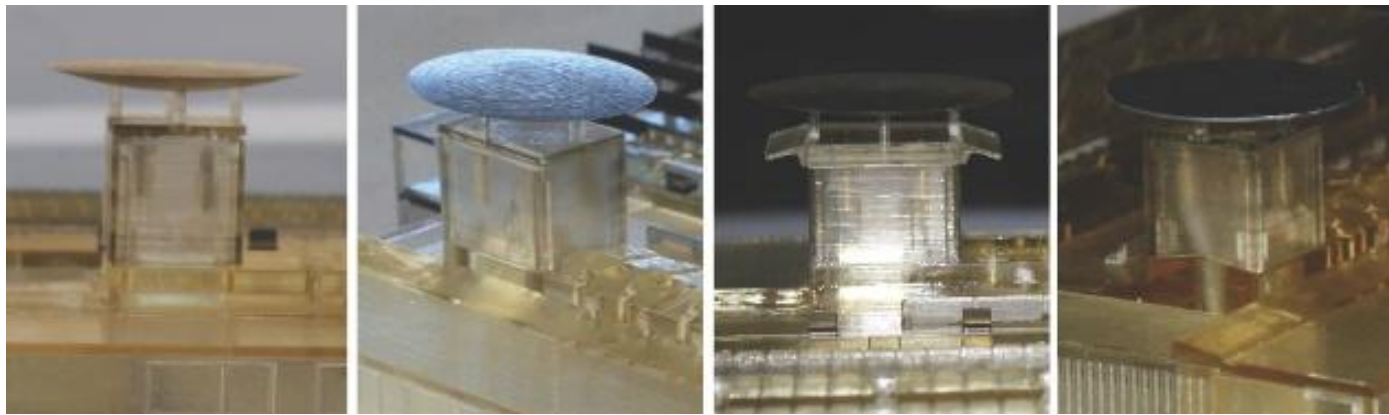
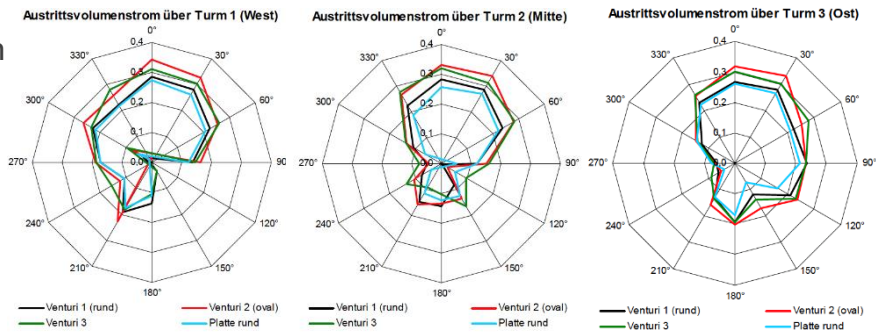
- ▶ Transition of laminar into turbulence after animal
- ▶ Smaller withstand → „flow accelerator” effect



Wind Tunnel model experiments

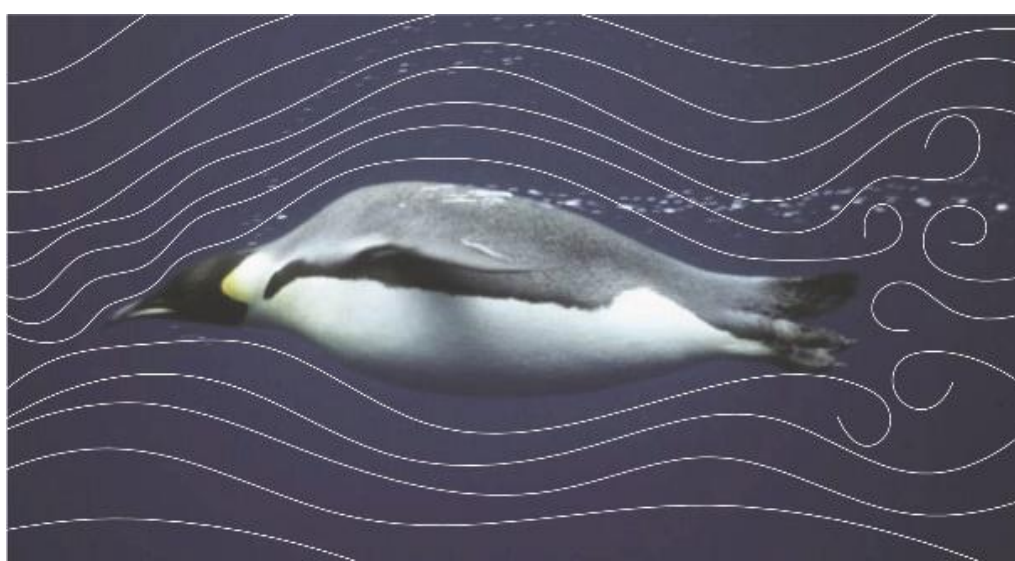
Passive-hybrid
ventilation system
production hall

4 tower versions
to test

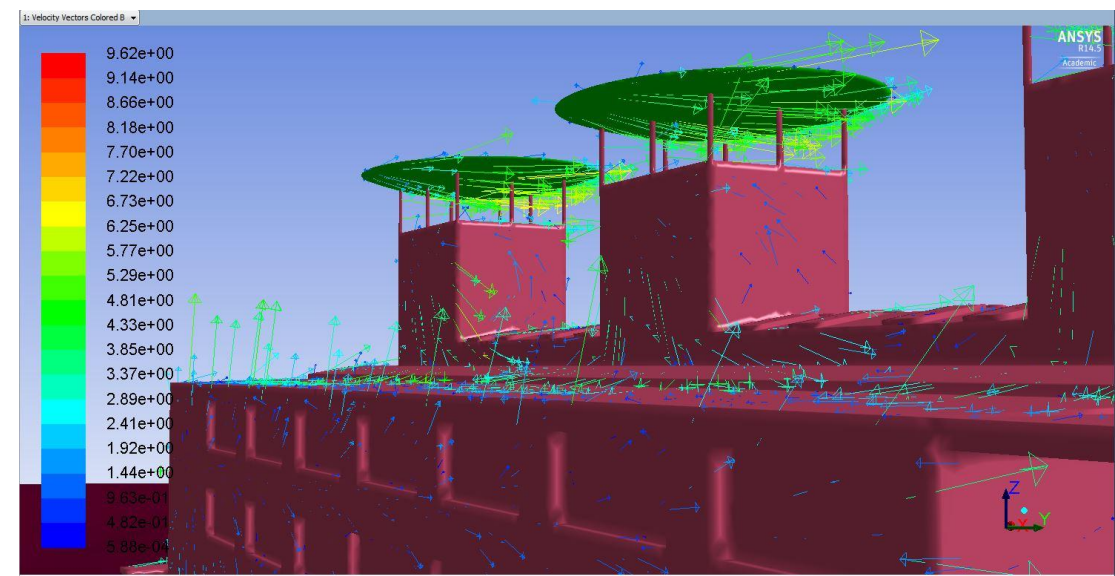
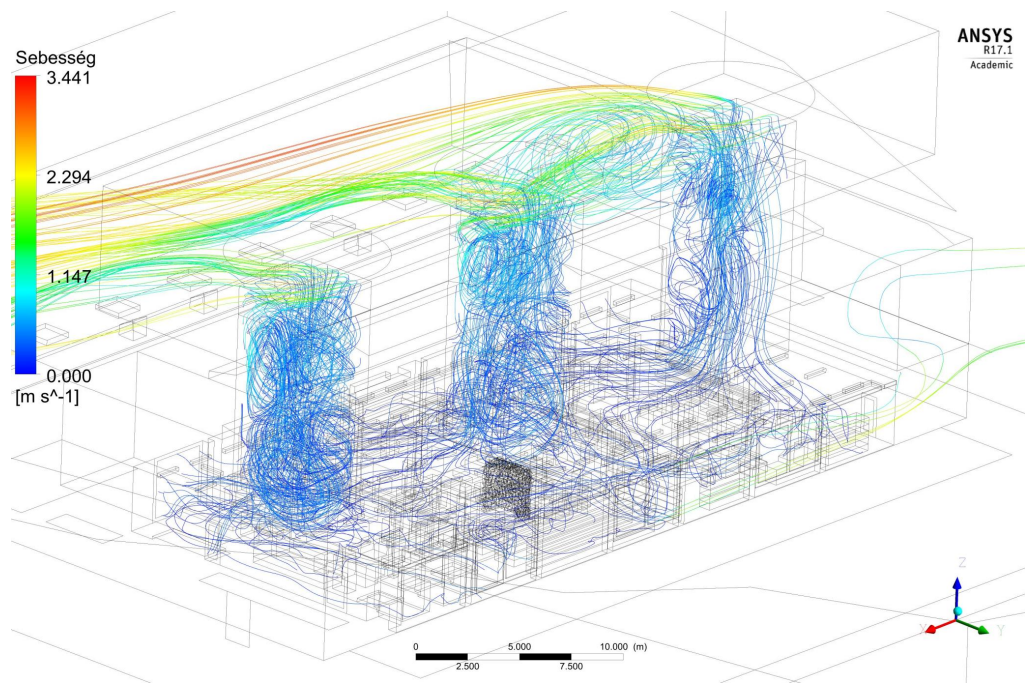


CFD

Visualisation of a penguin's fluid-mechanisc system while swimming:
Acceleration of the fluid flow in the boundary laver along the pengiune's belly and back.

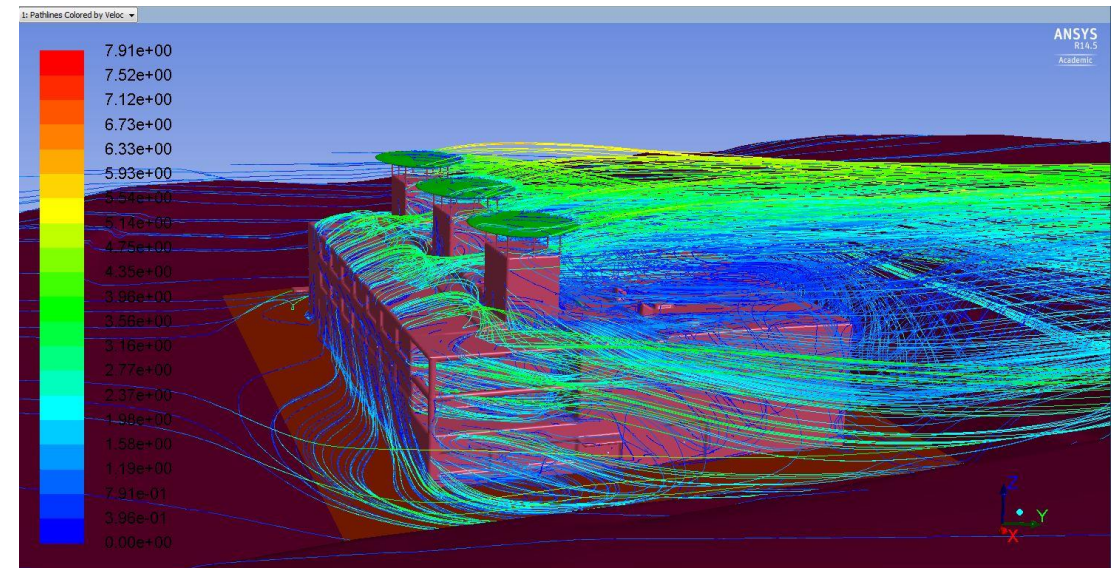


The ventilation tower of the RATI demonstration building operation principle (CFD simulation).



Velocity Vectors Colored By Velocity Magnitude (m/s)

Apr 16, 2014
ANSYS Fluent 14.5 (3d, pbns, rke)

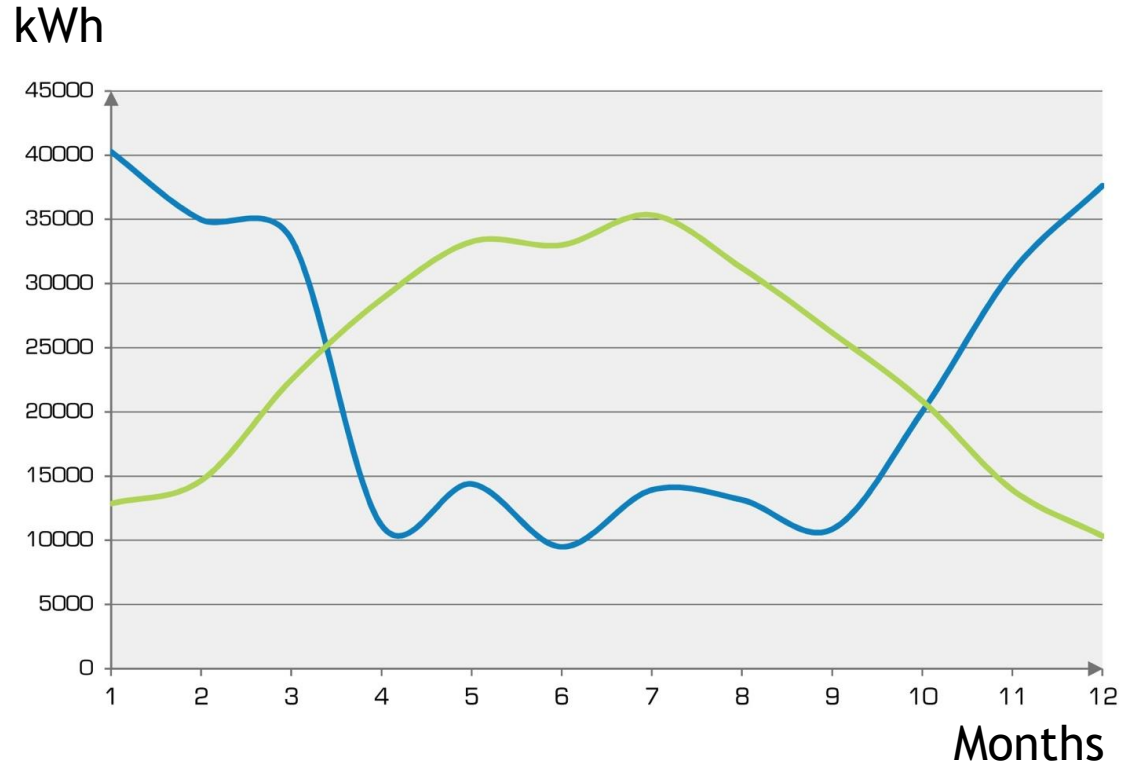


Pathlines Colored by Velocity Magnitude (m/s)

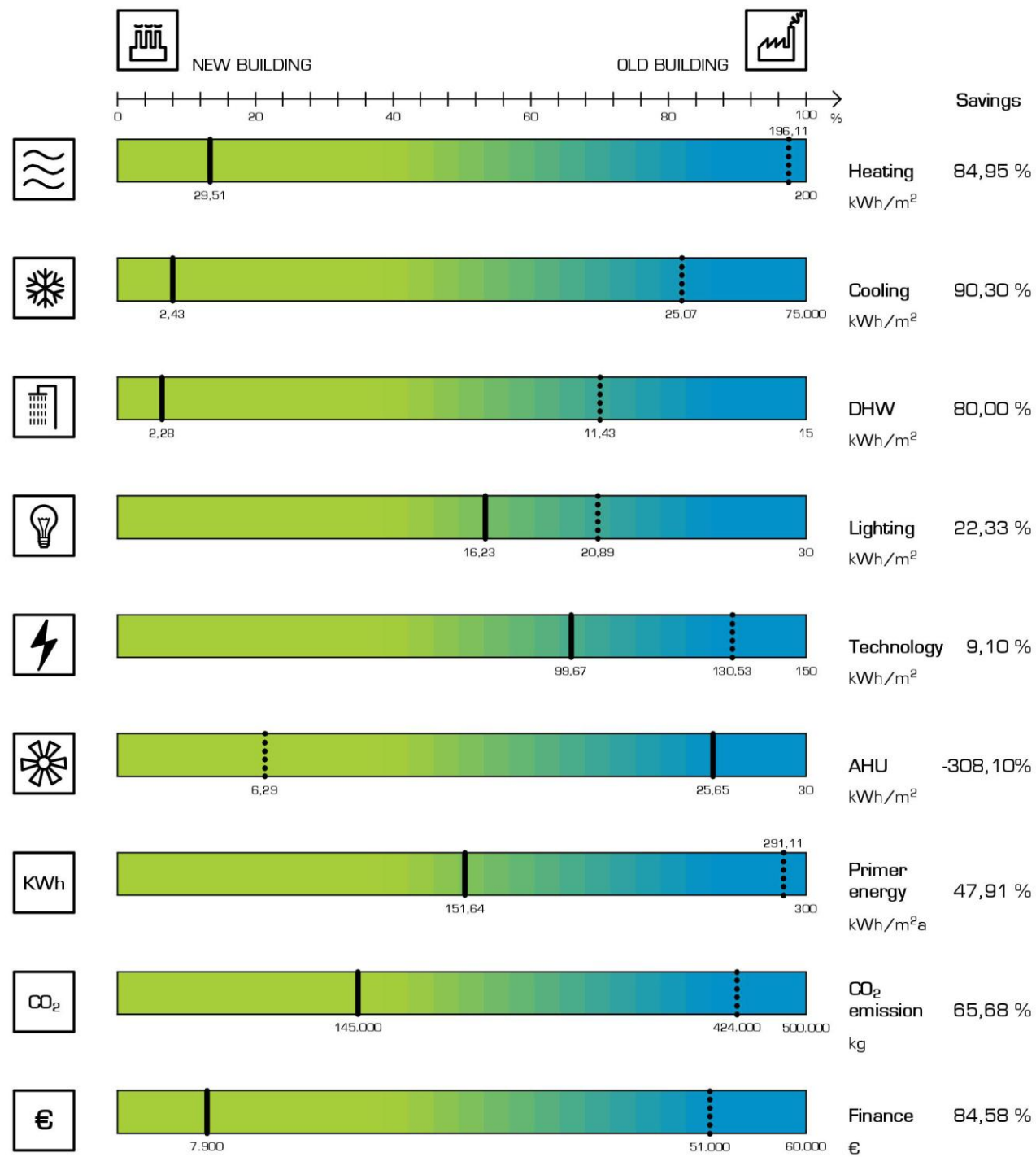
Apr 16, 2014
ANSYS Fluent 14.5 (3d, pbns, rke)

Objective experience

MEASURABLE...(simulations)



— Energy demand 270 320 kWh
— Energy production 282 920 kWh
 Primary Energy Balance 12 600 kWh



East elevation



South elevation



West elevation

Main (north) elevation



Production hall





Atrium

Skylight roof

Glass ventilation towers

Glass slabs

Wood-concrete heating-cooling balustrade prototypes



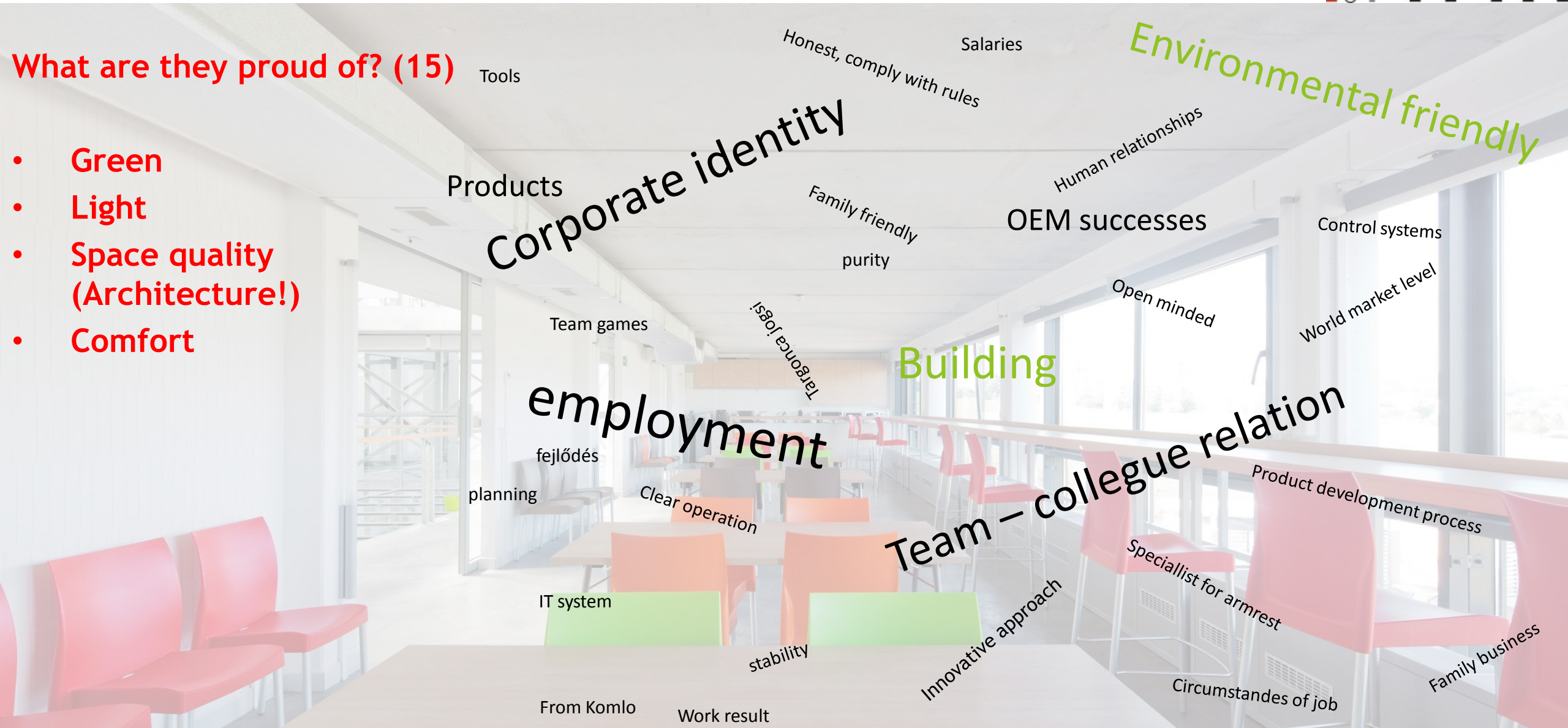
Cafeteria, multi-functional room (presentations, events)



Subjective experience - NOT MEASURABLE...

What are they proud of? (15)

- Green
- Light
- Space quality (Architecture!)
- Comfort



Awards



Holcim Award 2011

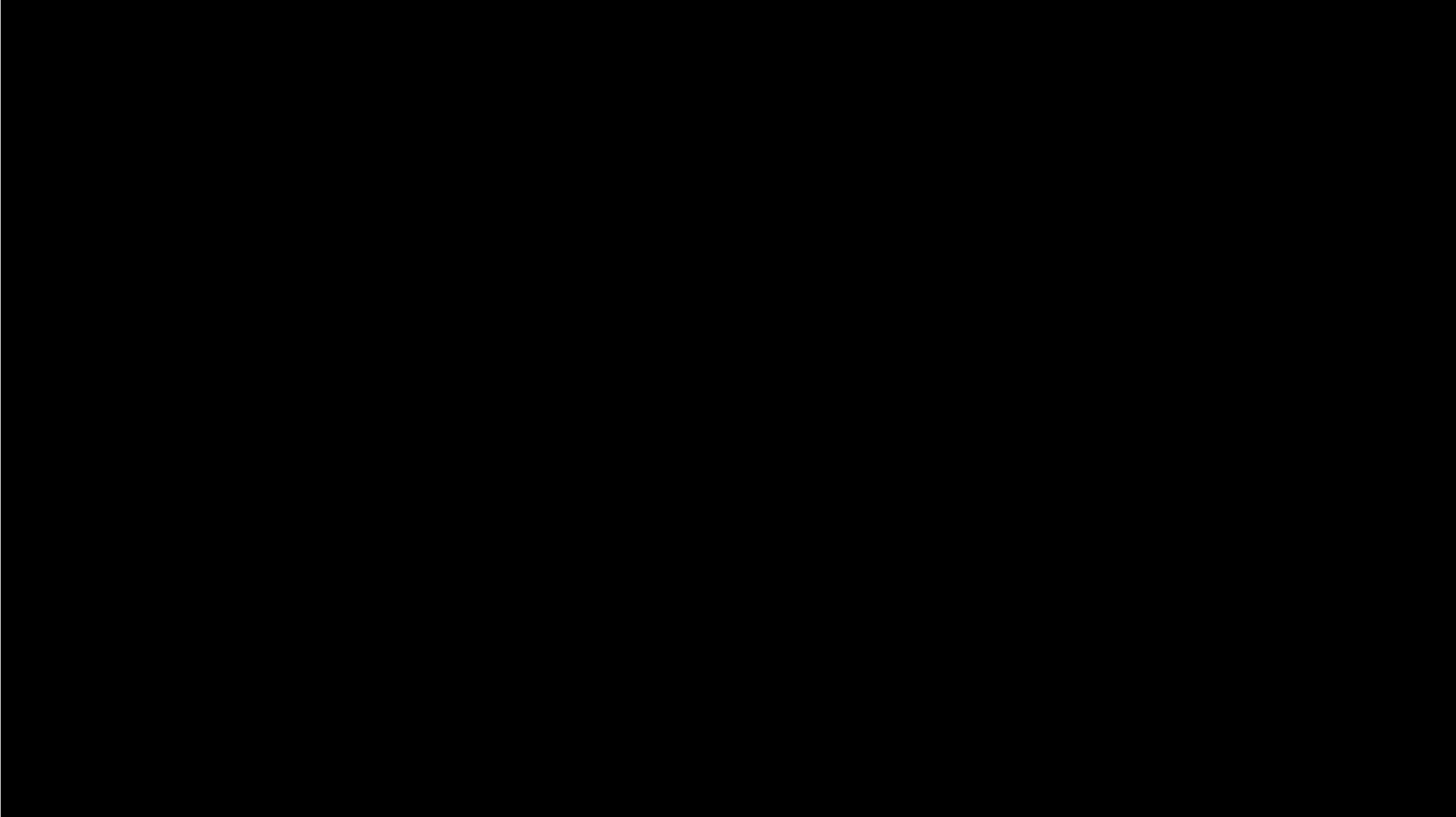


Rehau Regional Reference Award 2012



Industry hall „Grand Prix” Award 2013

Building as boosting part of marketing



1st Hungarian activhouse refurbishment, Pecs, 2015

- ▶ 150 m² net floor space
- ▶ Complete functional conversion of the indoor space organization
- ▶ Intense thermal insulation (thickness 40 cm) and window refurbishment (3-pane “passive house”-glazing)
- ▶ Unheated-uncooled garage part and a conditioned dwelling part
- ▶ Roof structure geometry is solar radiation optimized
- ▶ Low temperature surface radiation system with high energy efficiency,
- ▶ Thermal activated adobe plaster and intense internal moisture control
- ▶ Subsequent sealing problems solved by innovative biotechnology
- ▶ Heat pump 8 kW with earth probe system
- ▶ Mechanical ventilation, cross flow plate heat recovery max. 95%
- ▶ 30 m long soil-air heat exchanger collector
- ▶ 1x solar vacuum thermal collector, 12 x polycrystalline PV modules 250 Wp, total 3,5 kWp



1st Hungarian activhouse refurbishment, Pecs, 2015



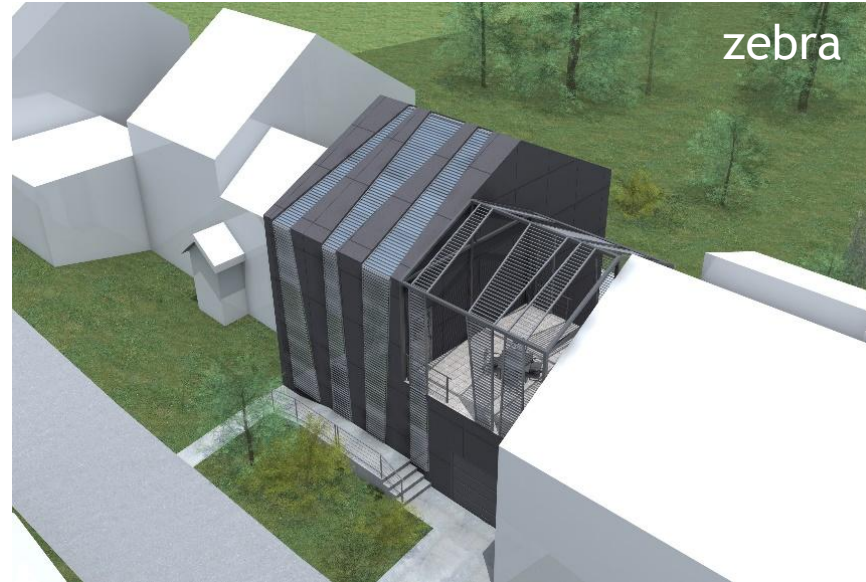
Virtuál és valóság – korszerű építészeti tervezés, Az AUSTROTHERM és a GRAPHISOFT konferenciája, BME, 2018
Energia Design – új szemlélet és módszerek az építészeti tervezésben / Prof. Dr. habil Kistelegdi István DLA. Ph.D.

4 model versions

renovation



zebra



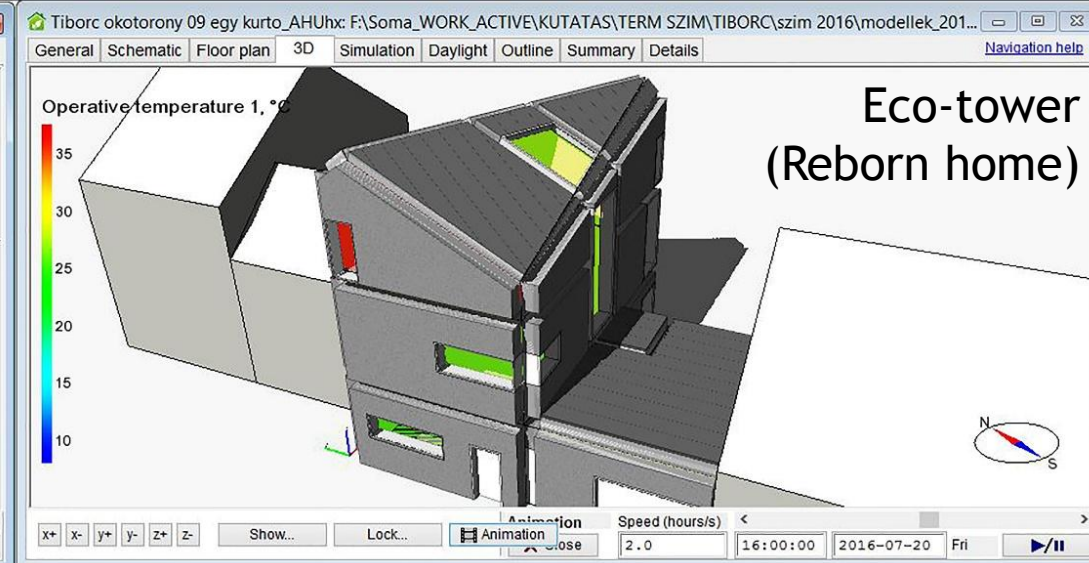
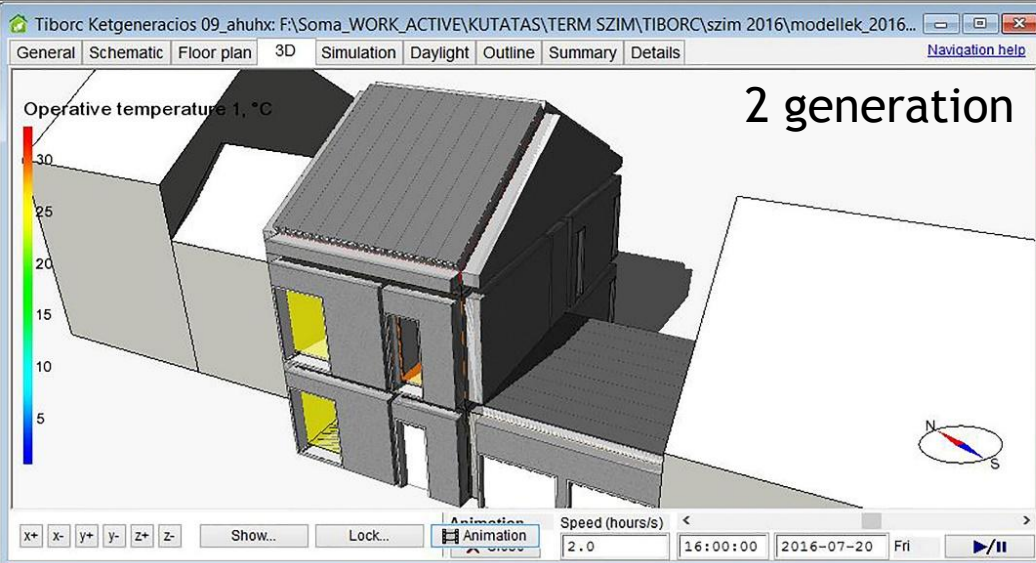
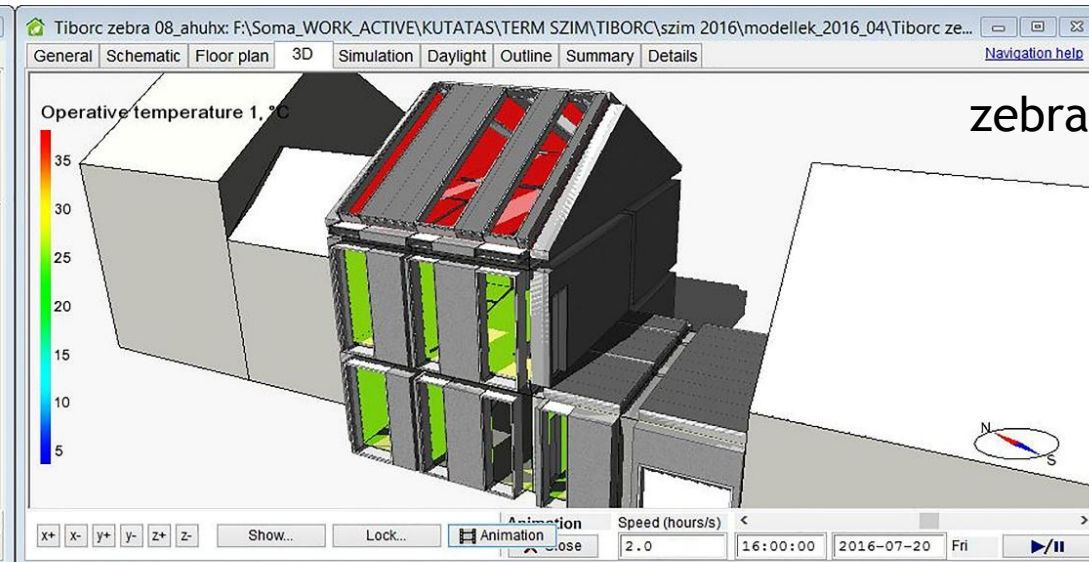
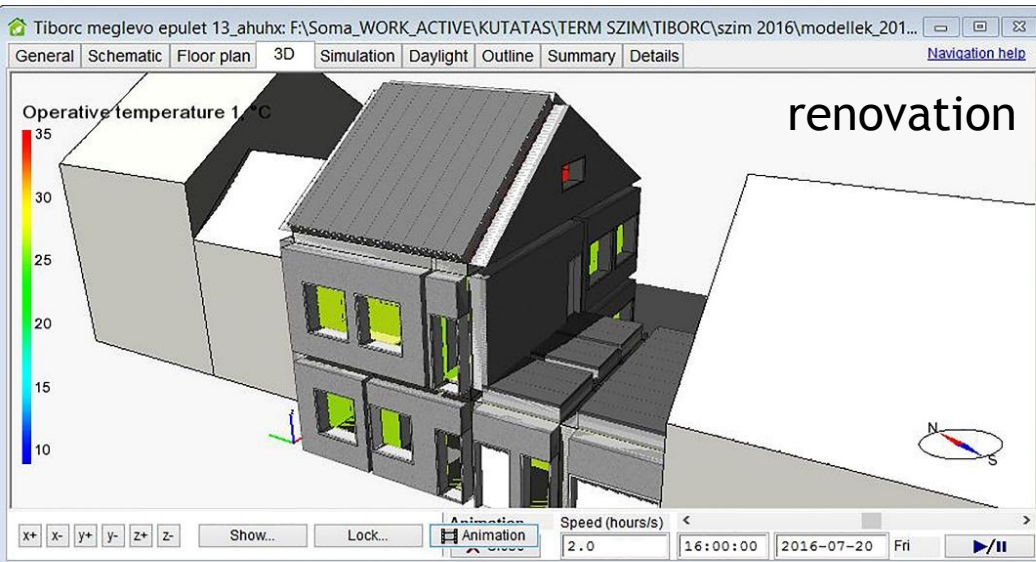
2 generation



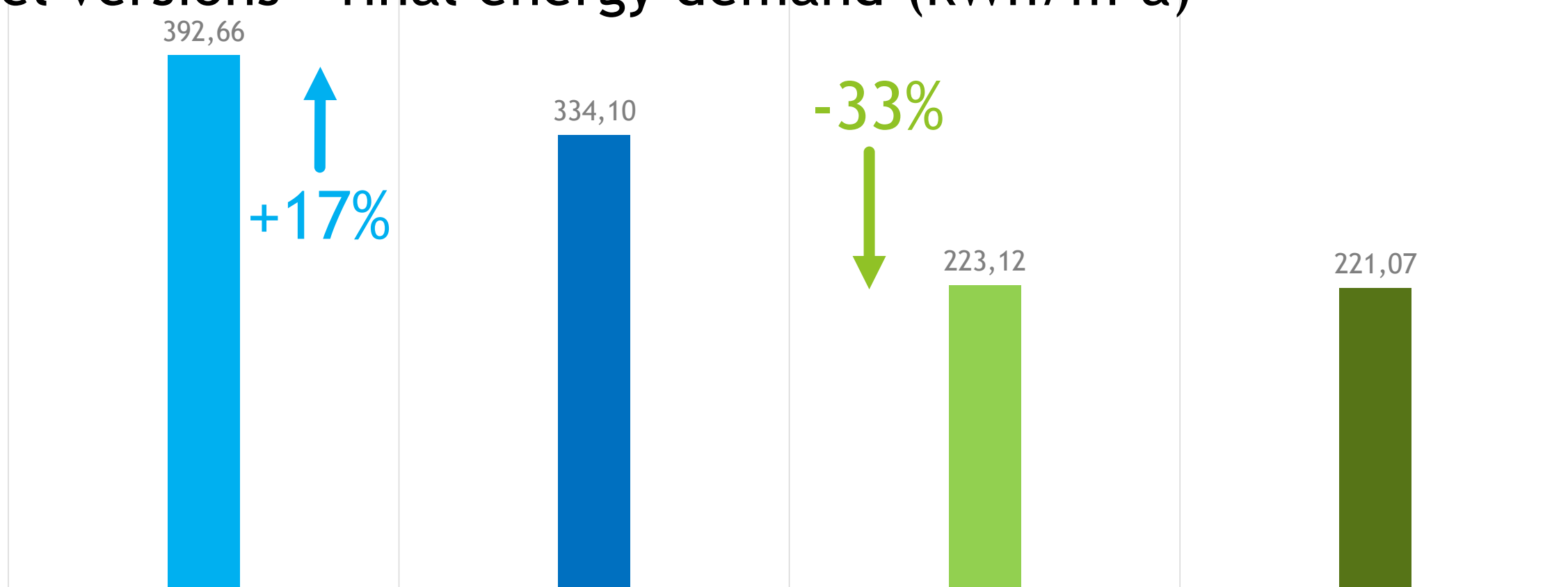
Eco-tower (Reborn home)



4 model versions - 3d energy and comfort models



4 model versions - final energy demand (kWh/m²a)



2 generation



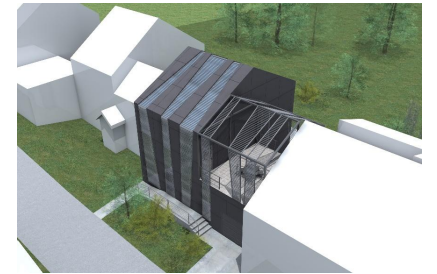
renovation



Eco-tower (Reborn home)



zebra



East elevation



Kithchen and entrance (ground floor)



Living room and masonry heater (ground floor)



Bath and bedroom (1st floor)





**Bath
and
bedroom
(1st floor)**



Solar chimney: skylight and ventilation



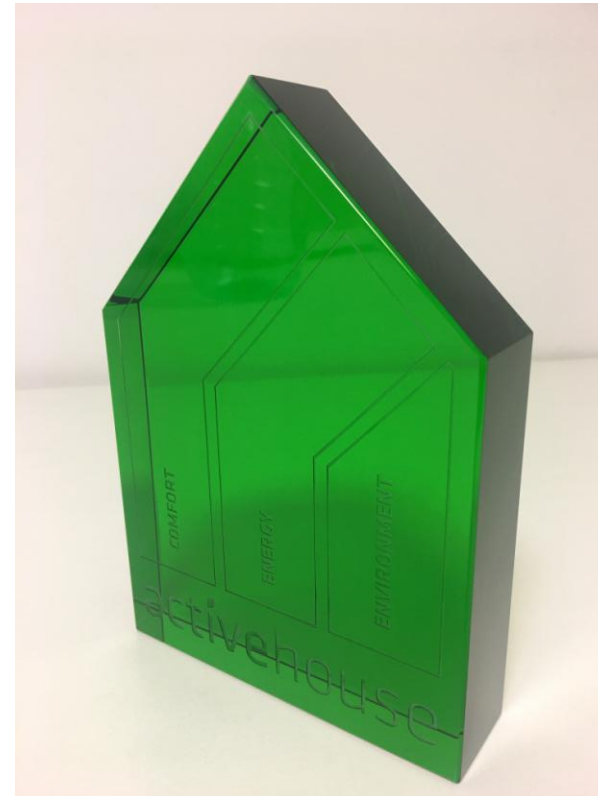
User satisfaction feedback

- ▶ Very pleasant daylight situations (good mood...)
- ▶ T_{air, room} = 19 °C, however ,feels like' 22-24 °C



Active House Award 2017

Active House Label Award 2017 Winner and Awards



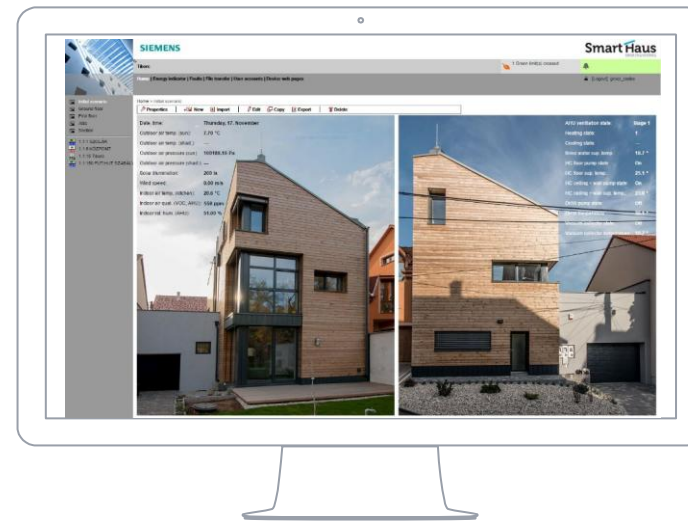
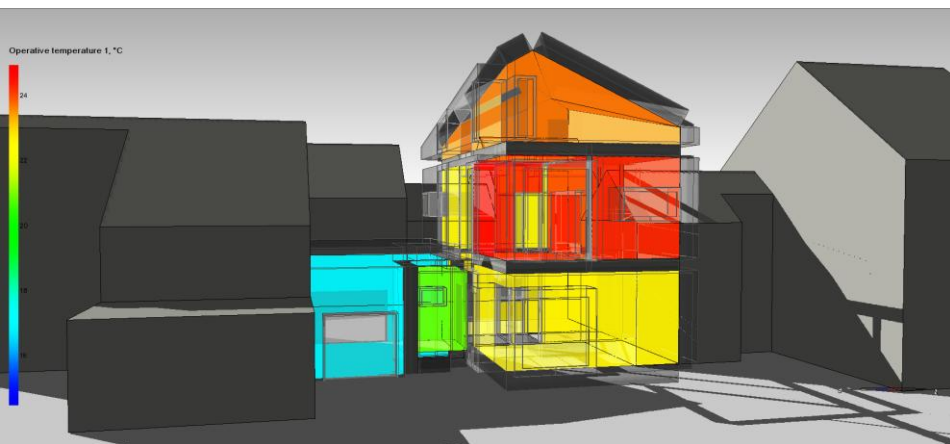
Reborn Home

Winner of the Active House label award 2017

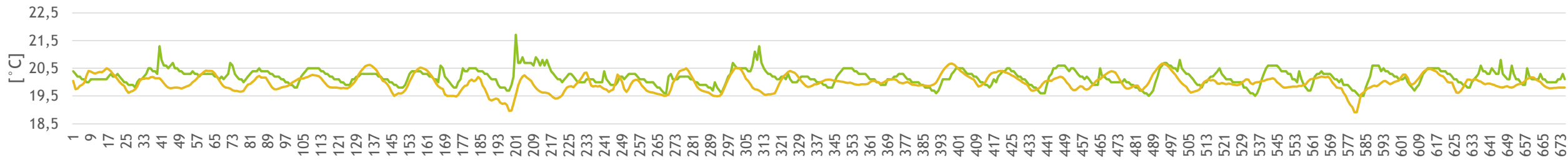
“ The building shows how Active House can be a real strategy to improve in terms of Comfort, Energy and Environment but also aesthetically and therefore improving the economy and market value of existing stock.

Marco Imperadori
Professor, Politecnico di Milano, Italy

Monitoring - validation of the thermal model

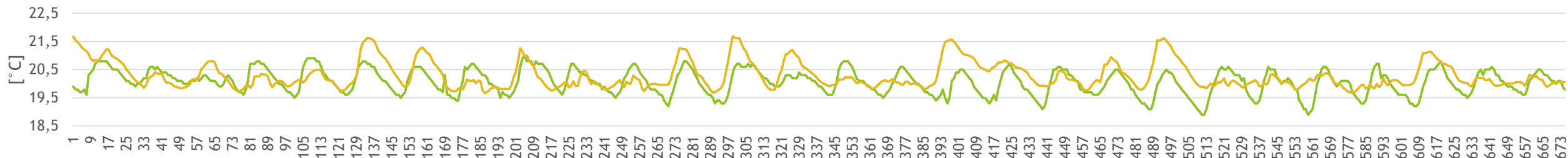


Air temperature ground floor bath




1 month

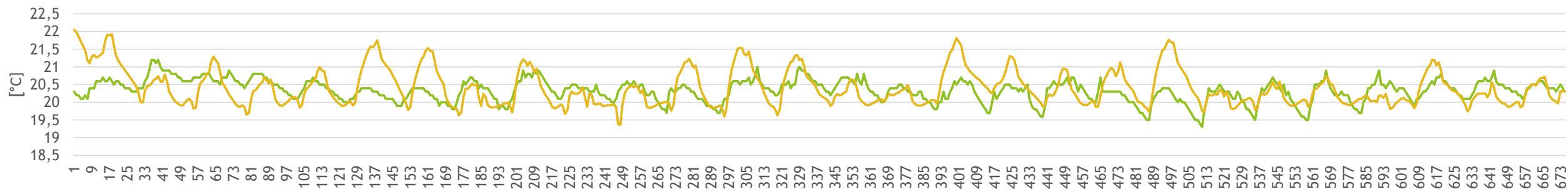
Air temperature ground floor living room



1 month

Measurement  Simulation 

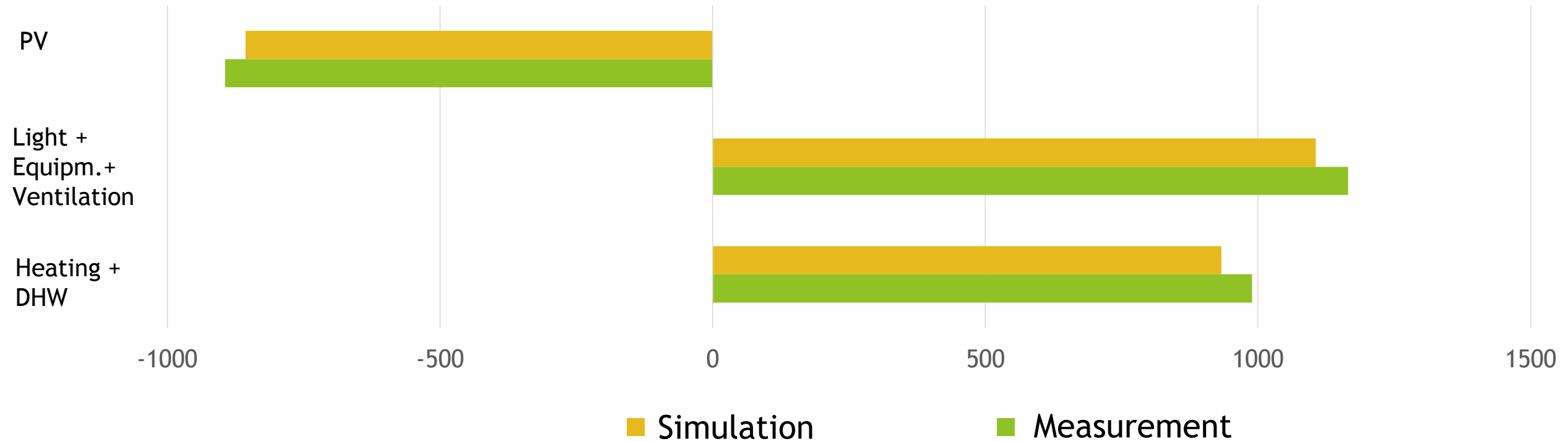
Air temperature ground floor kitchen



1 month

Final energy [kWh] balance

5 month simulations and measurement time interval



Final energy balance - Invoices from supplier [kWh]

SZÁMLARÉSZLETEZŐ

Fogyasztás összesen: A1: 58 kWh H: 1 281 kWh

Árszabás: Hőszivattyús fogyasztás - lakosság

Mérési pont azonosító: HU000120-11-S00000000000001659888

Elosztói engedélyes: E.ON Dél-Dunántúli Áramhálózati Zártkörűen Működő Részvénytársaság

Mérő gyártási száma	Elszámolási időszak	Induló mérőállás	Záró mérőállás	LM	Fogyasztás (kWh)	Szorzó	Mennyiség	
1371521293/001	2015.03.06 - 2015.04.14	14	306	Becs	292	1,000000	292,000	kWh
1371521293/001	2015.04.15 - 2015.10.14	306	306	Becs	0	1,000000	0,000	kWh
1371521293/001	2015.10.15 - 2015.12.31	306	852	Becs	546	1,000000	545,000	kWh
1371521293/001	2016.01.01 - 2016.03.01	852	1 295	Leol	444	1,000000	444,000	kWh
1371521293/002	2015.03.06 - 2015.04.14	0	0	Becs	0	1,000000	0,000	kWh
1371521293/002	2015.04.15 - 2015.10.14	0	58	Becs	58	1,000000	58,000	kWh
1371521293/002	2015.10.15 - 2015.12.31	58	58	Becs	0	1,000000	0,000	kWh
1371521293/002	2016.01.01 - 2016.03.01	58	58	Leol	0	1,000000	0,000	kWh

SZÁMLARÉSZLETEZŐ

Fogyasztás összesen: A1: 271 kWh B: 0 kWh

Árszabás: Lakossági általános éves részszámla

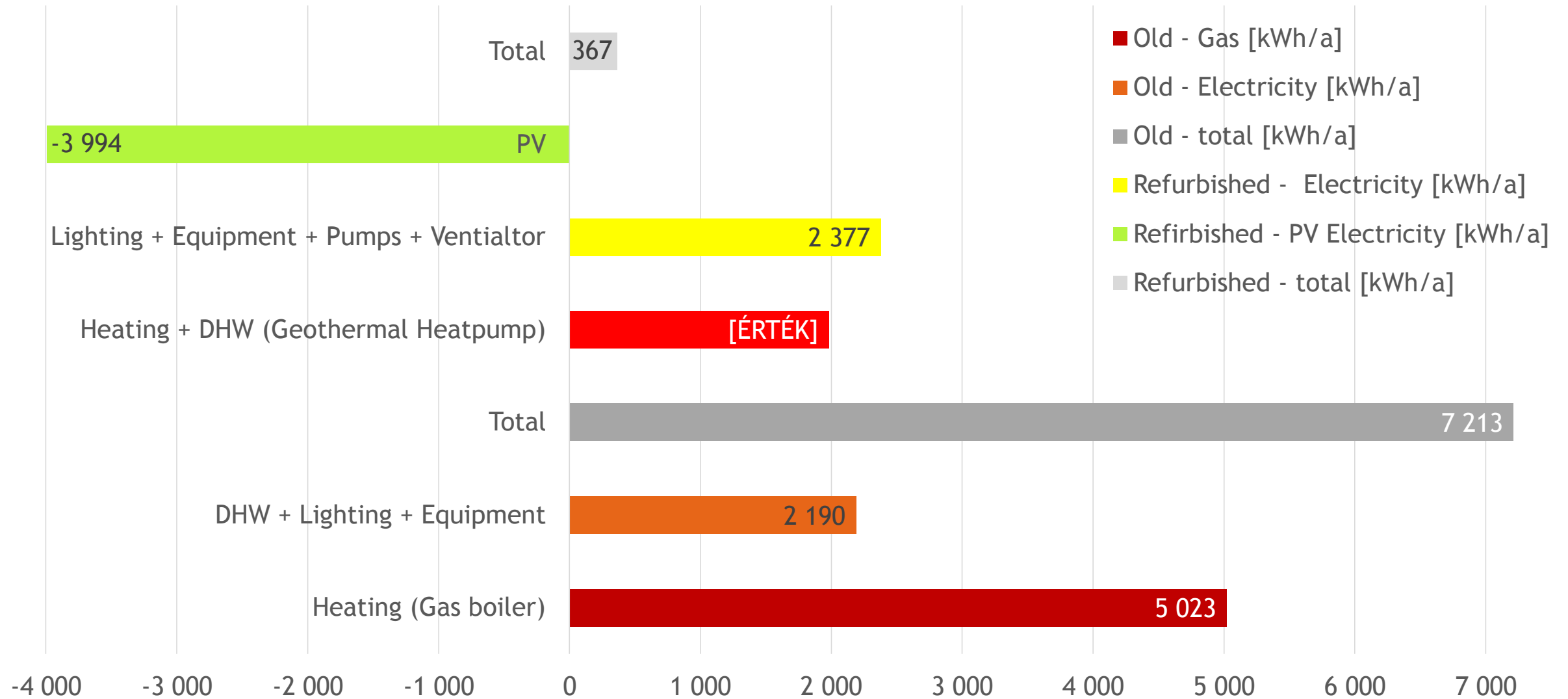
Mérési pont azonosító: HU000120-11-S00000000000000131831

Elosztói engedélyes: E.ON Dél-Dunántúli Áramhálózati Zártkörűen Működő Részvénytársaság

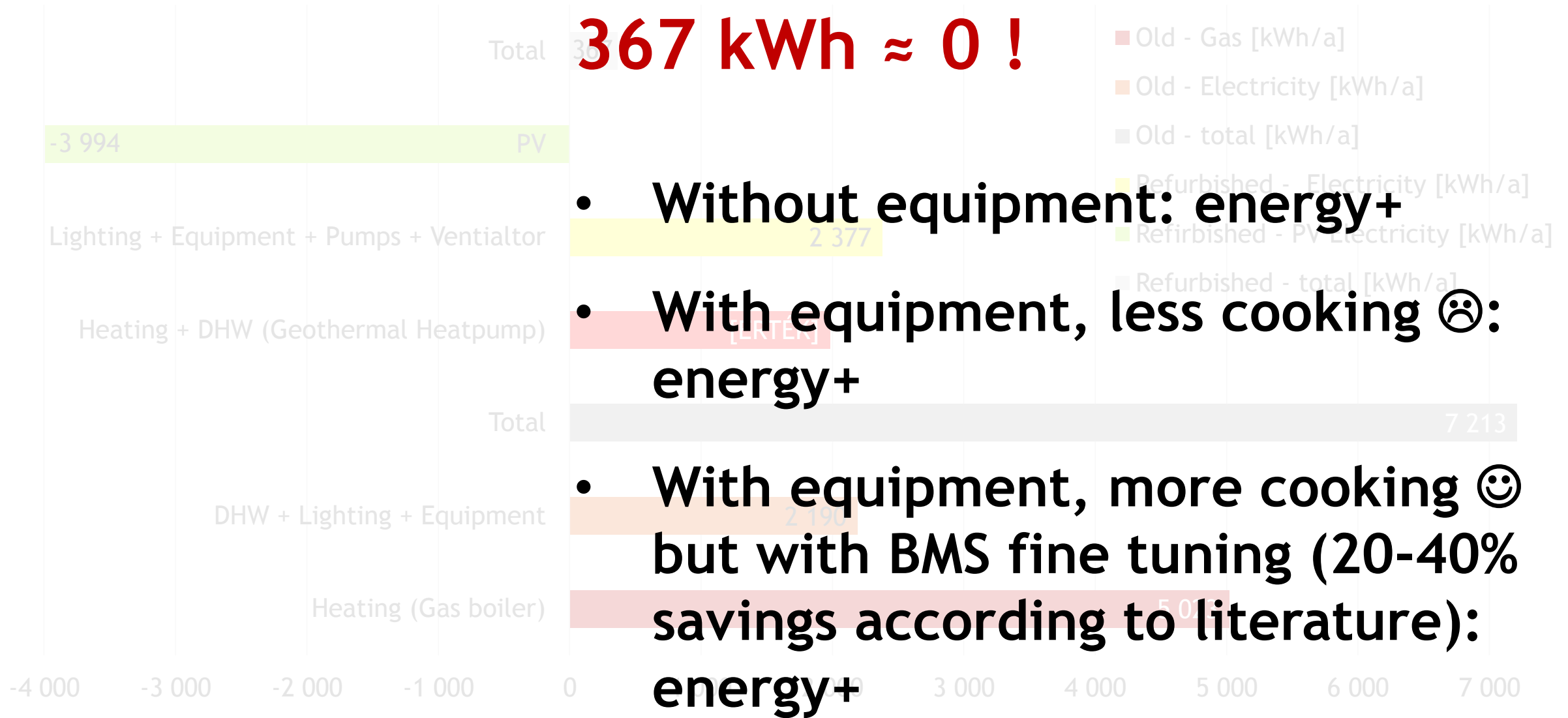
Mérő gyártási száma	Elszámolási időszak	Induló mérőállás	Záró mérőállás	LM	Fogyasztás (kWh)	Szorzó	Mennyiség	
1521420567/001	2015.10.16 - 2015.12.31	0	655	Becs	655	1,000000	654,700	kWh
1521420567/001	2016.01.01 - 2016.03.01	655	1 165	Leol	510	1,000000	510,300	kWh
1521420567/002	2015.10.16 - 2015.12.31	0	502	Becs	502	1,000000	502,400	kWh
1521420567/002	2016.01.01 - 2016.03.01	502	894	Leol	392	1,000000	391,600	kWh
1420943702/001	2015.10.16 - 2015.12.31	0	0	Becs	0	1,000000	0,000	kWh
1420943702/001	2016.01.01 - 2016.03.01	0	0	Leol	0	1,000000	0,000	kWh



Final energy [kWh] balance - Invoices from supplier



Final energy [kWh] balance - Invoices from supplier



Demonstration building, Energy center, Paks, 2016



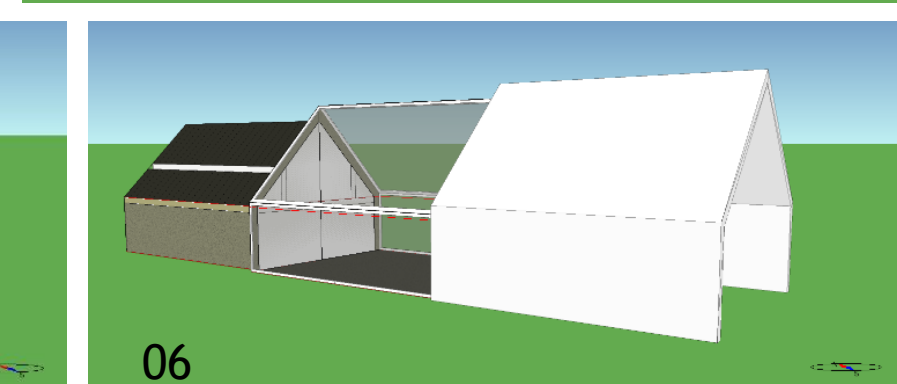
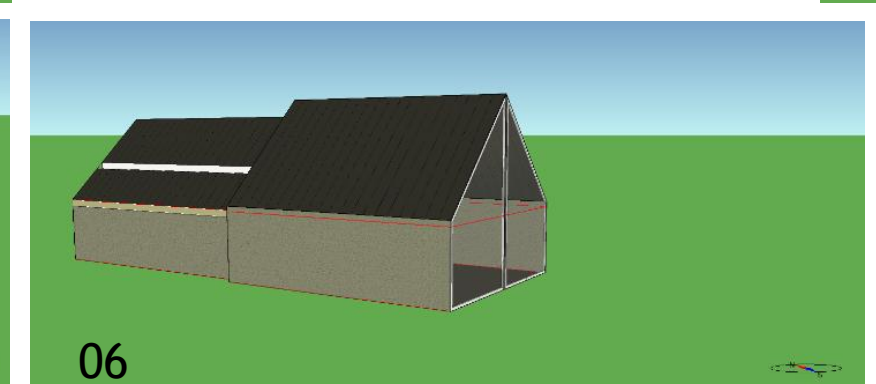
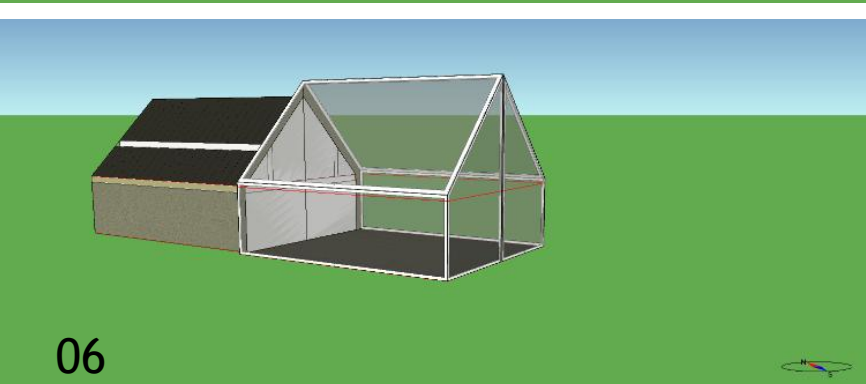
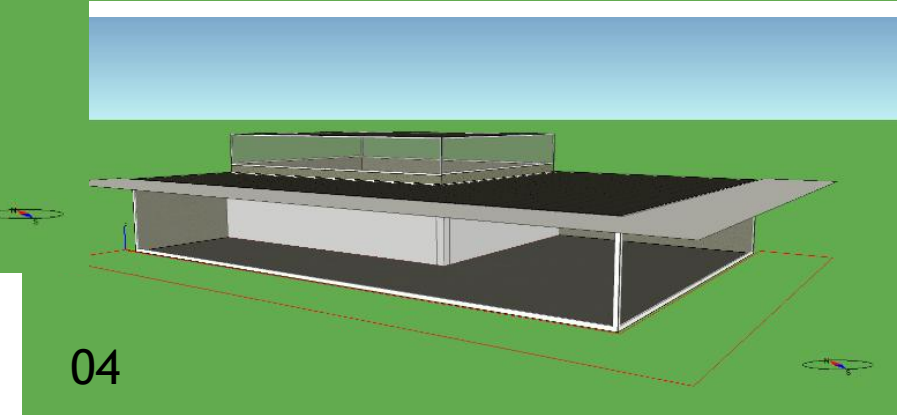
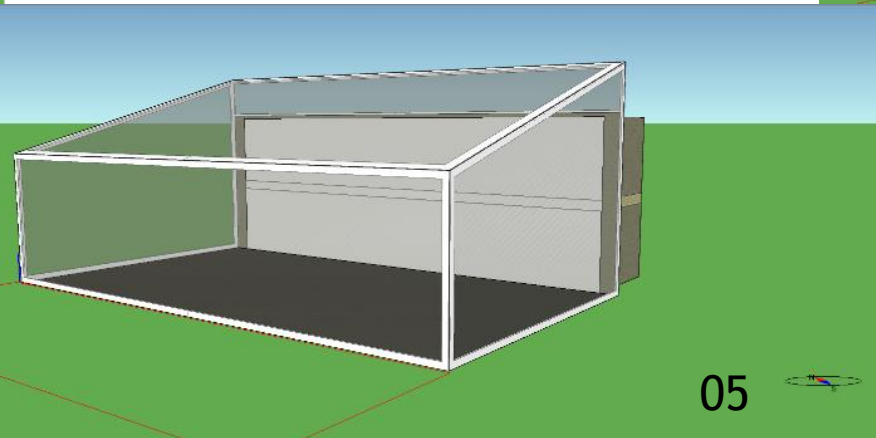
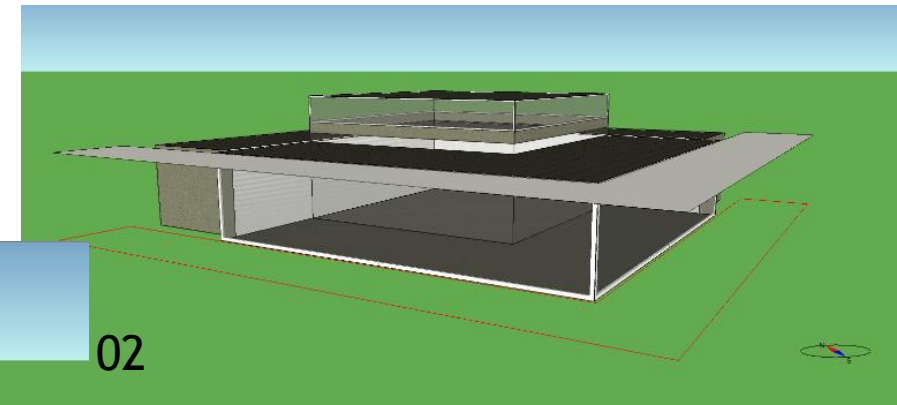
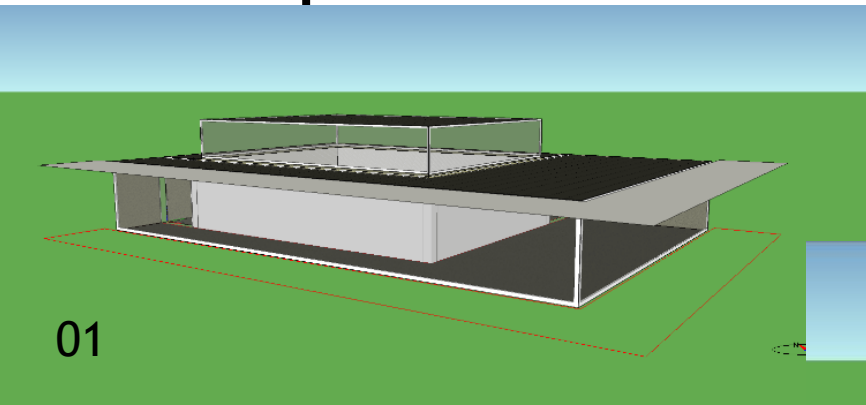
Virtuál és valóság – korszerű építészeti tervezés, Az AUSTROTHERM és a GRAPHISOFT konferenciája, BME, 2018
Energia Design – új szemlélet és módszerek az építészeti tervezésben / Prof. Dr. habil Kistelegdi István DLA. Ph.D.

Demonstration building, Energy center, Paks, 2016

- ▶ 300 m² net floor space
- ▶ Prototype: adaptive system consists of 3 parts, which adapt themselves to changing climate boundary conditions
- ▶ 1st Hungarian adobe office building
- ▶ Interior is able to extend with a slideable thermal insulated building envelope that changes its position in diverse seasons alongside the building body
- ▶ Adobe office building with stationary exhibitions and sanitary rooms: in heating periods the moving skin protects against heat loss
- ▶ Glass house for temporary exhibitions, events: in heating periods serves as air-collector, in cooling season shaded by the skin
- ▶ 3. section: canopied terrace in transition seasons with canopy building skin (loggia)

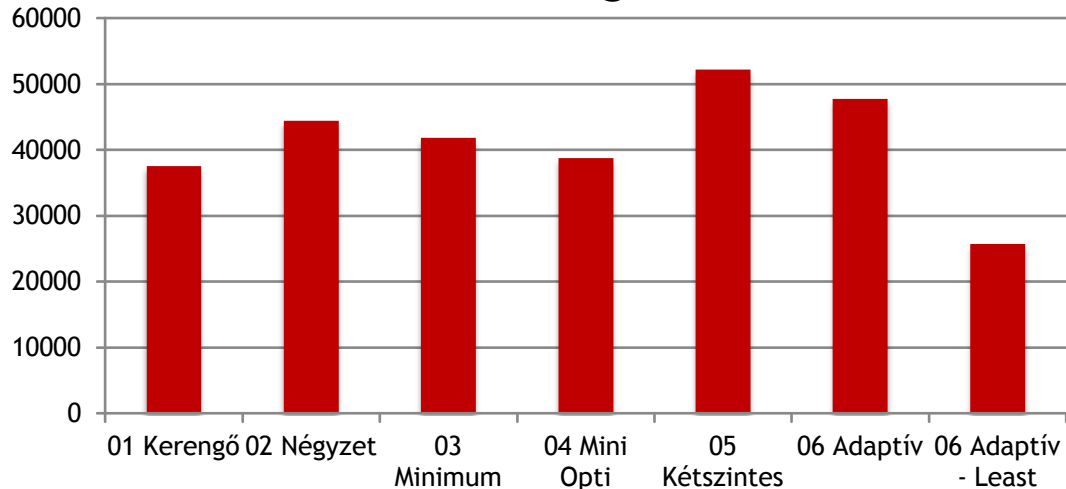


Sketch plan versions - thermal models 1 - 6

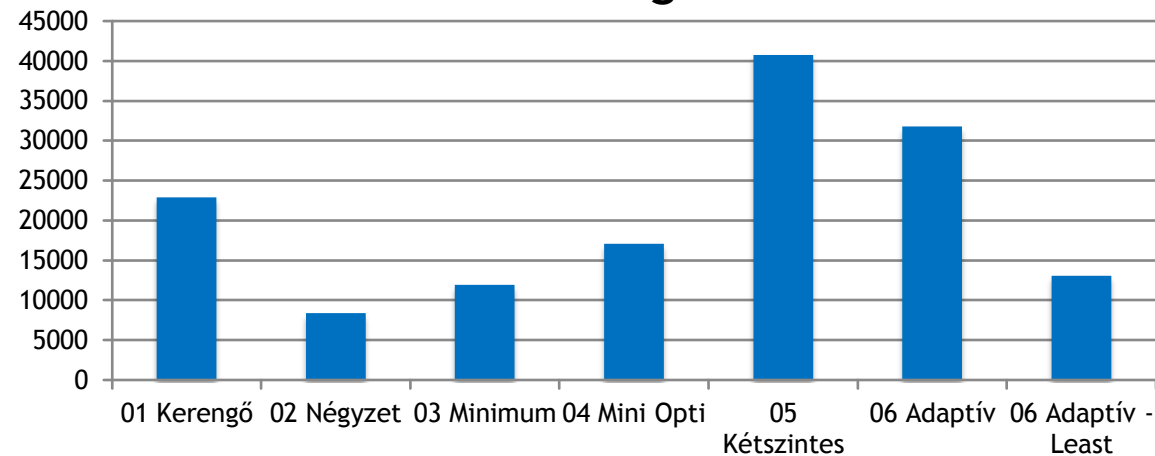


Sketch plan versions - thermal models 1 - 6 (results kWh)

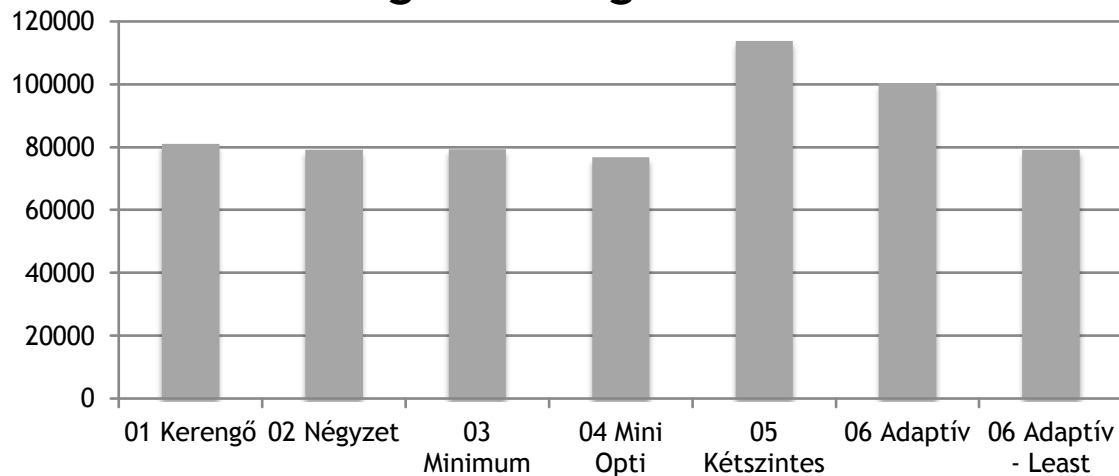
Heating



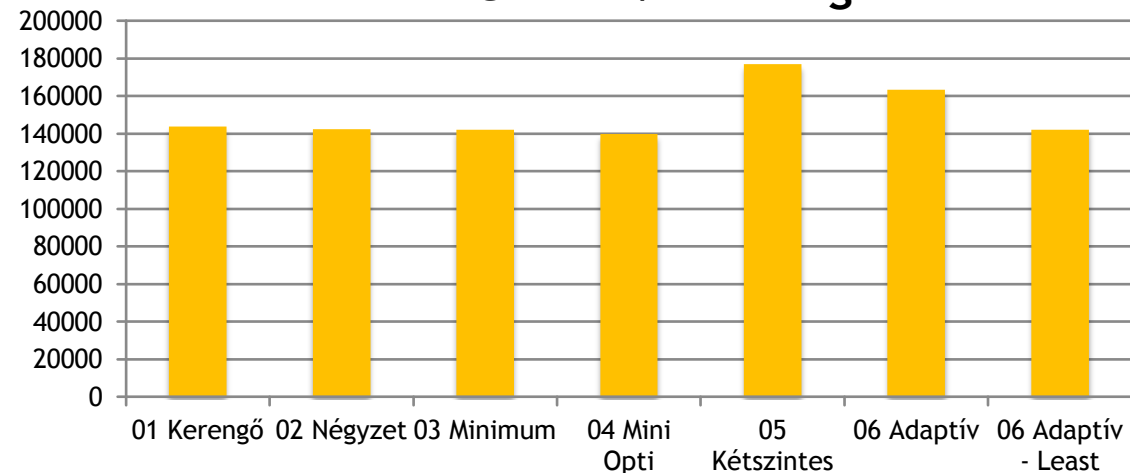
Cooling



Heating + Cooling + Ventilation



Heat + Cool + Vent + Light



Entrance terrace with slidable building skin as a canopy roof



Virtuál és valóság – korszerű építészeti tervezés, Az AUSTROTHERM és a GRAPHISOFT konferenciája, BME, 2018
Energia Design – új szemlélet és módszerek az építészeti tervezésben / Prof. Dr. habil Kistelegdi István DLA. Ph.D.

Glasshouse multi-event hall, entrance terrace without slidable canopy



Virtuál és valóság – korszerű építészeti tervezés, Az AUSTROTHERM és a GRAPHISOFT konferenciája, BME, 2018
Energia Design – új szemlélet és módszerek az építészeti tervezésben / Prof. Dr. habil Kistelegdi István DLA. Ph.D.

1st Hungarian adobe office building with slideable thermal insulation building skin



Virtuál és valóság – korszerű építészeti tervezés, Az AUSTROTHERM és a GRAPHISOFT konferenciája, BME, 2018
Energia Design – új szemlélet és módszerek az építészeti tervezésben / Prof. Dr. habil Kistelegdi István DLA. Ph.D.



**Slideable building skin
Gallery, 1st floor, adobe office building (exhibitions)**

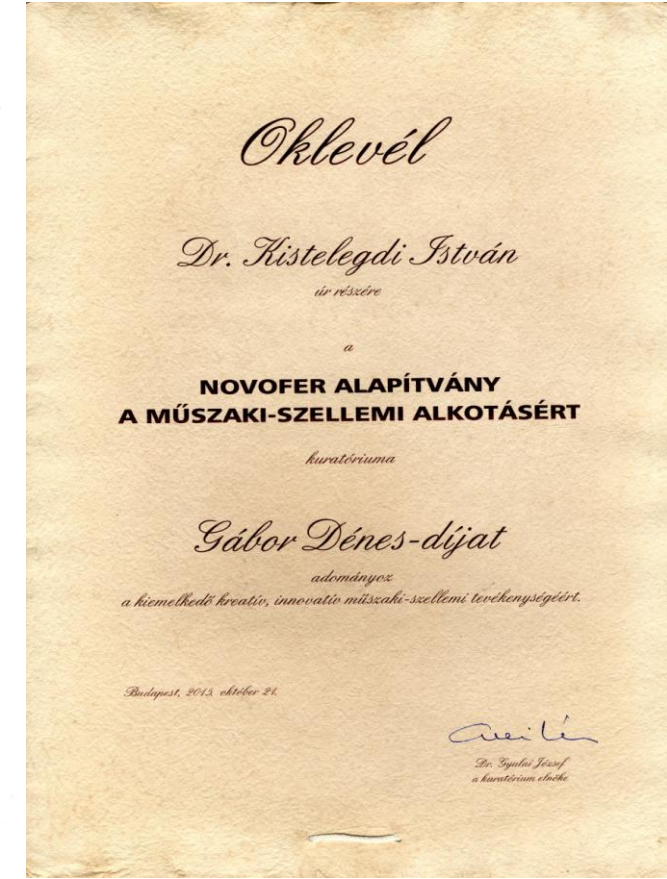


3 parts: 1. adobe office building, 2. glass multi-event hall, 3. terrace with slideable building skin



Virtuál és valóság – korszerű építészeti tervezés, Az AUSTROTHERM és a GRAPHISOFT konferenciája, BME, 2018
Energia Design – új szemlélet és módszerek az építészeti tervezésben / Prof. Dr. habil Kistelegdi István DLA. Ph.D.

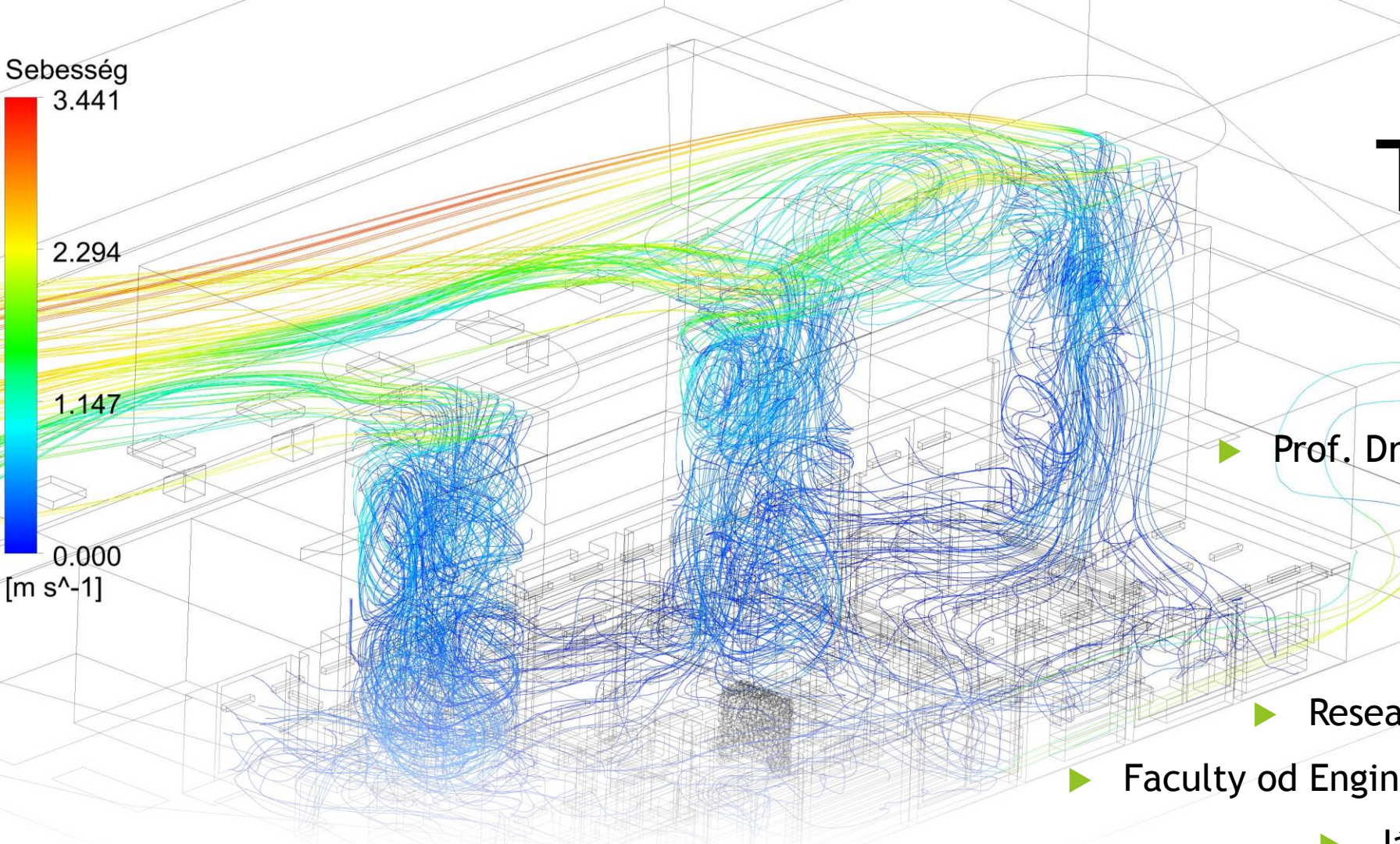
Award for Energy Design theory and practice



Dennis Gabor Award 2015

Thank You...😊

Sebesség
3.441
2.294
1.147
0.000
[m s⁻¹]



- ▶ Prof. Dr. habil István Kistelegdi DLA, Ph.D.
- ▶ www.energiadesign.hu
- ▶ kistelegdisoma@mik.pte.hu
- ▶ Mobile + 36 30 517 2 617
- ▶ Research professor at University of Pécs
- ▶ Faculty of Engineering and Information technology
- ▶ János Szentágothai Research Center
- ▶ Owner and CEO of Kistelegdi 2008 Architecture-Design Ltd., Pécs
- ▶ Owner and CEO of Energia Design Planning, Developing and Consulting Ltd., Pécs