



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

BME Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék

KÖZEL NULLA ENERGIAIGÉNYŰ ÉPÜLETEK KÖVETELMÉNYEI

DR. MAGYAR ZOLTÁN
TANSZÉKVEZETŐ

Aereco Akadémia, Visegrág, 2016. április 28.

KÖZEL NULLA ENERGIAIGÉNYŰ ÉPÜLETEK KÖVETELMÉNYEI, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A SZELLŐZÉSRE

**AZ ENERGETIKAILAG KEDVEZŐ
ÉPÜLET NEM BIZTOS, HOGY
KOMFORTOS IS**

Tartalom

- EPBD recast
- Költségoptimalizált szint
- nZEB – Közel nulla energiaigényű épület
- Épületek energetikai auditja
- Energiahatékonyság – komfort
- Belső terek komfortja
- MSZ EN 15251
- Esettanulmány

ENERGIA



EMBER

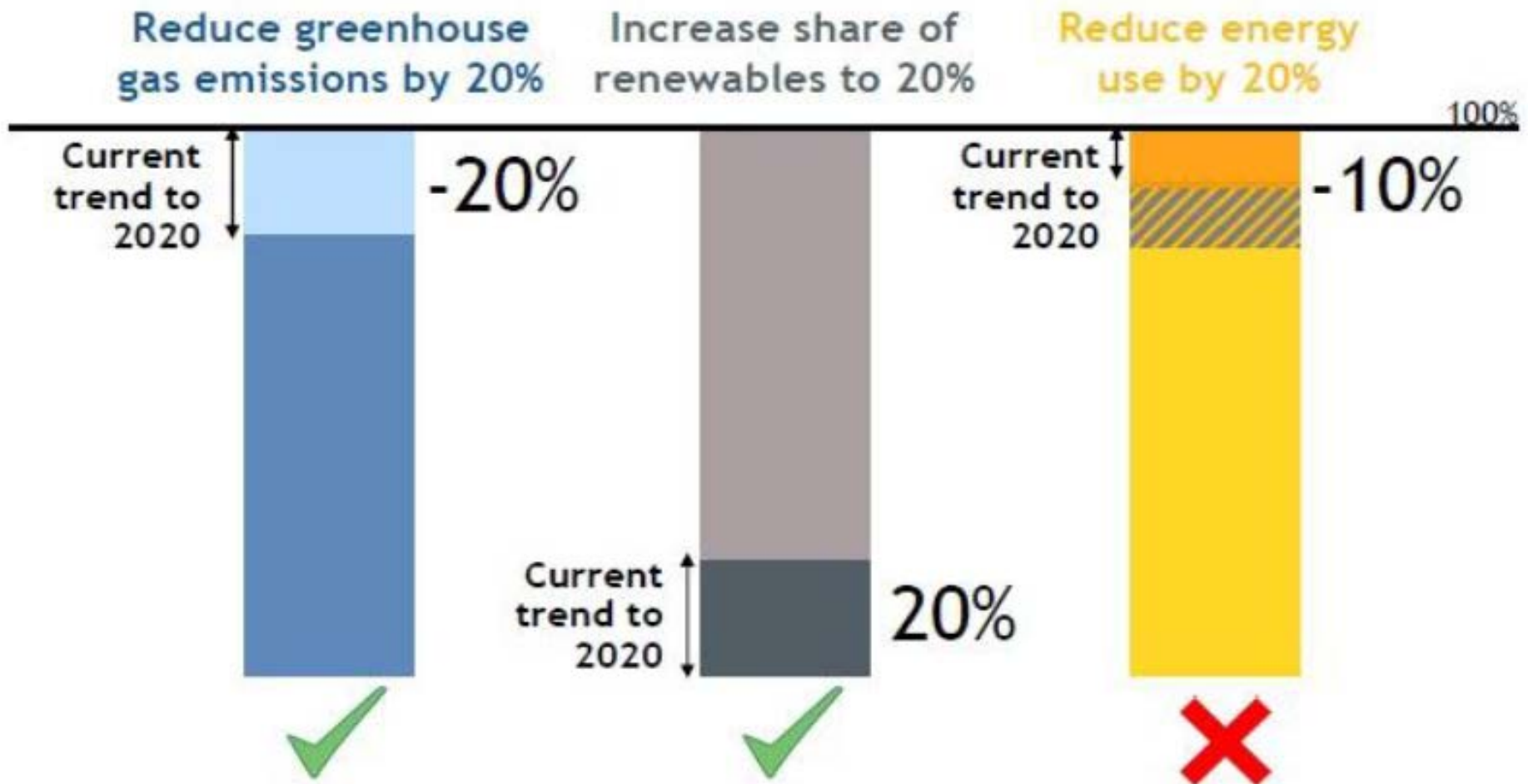


KOMFORT

ÉPÜLET



EU 20-20-20



EPBD „recast” 2010/31/EU direktíva

- Az energiahatékonyságra vonatkozó minimum követelményeket **költségoptimalizált szinten** kell meghatározni.
- 2018. december 31. után épülő új középületeknek, valamint minden 2020. december 31. után épülő új épületnek **közel nulla energiaigényű épületnek** kell lennie.
- Az épületek különböző rendszereire – amelyek nem részei ez Ecodesign direktívának – követelményrendszereket kell kialakítani.

- A direktíva kevés fogalmat definiál, és azokat sem pontosan.
- A tagállamok feladata a pontos definíció megfogalmazása a helyi adottságok figyelembe vételével.
- Nagy különbségek alakultak, alakulhatnak ki a tagállamok között!

Költségoptimalizált szint

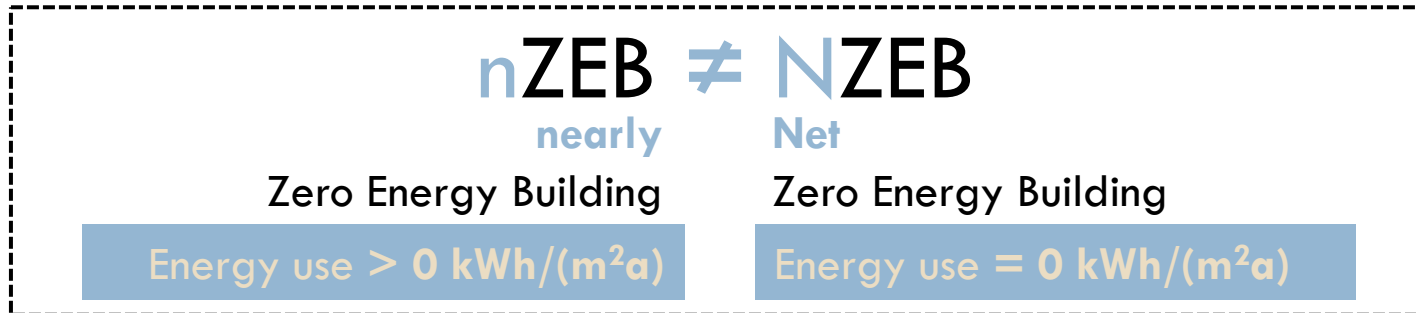


- Az energiahatékonyság azon szintje, amely egy épület becsült gazdasági élettartama folyamán a legalacsonyabb költséget eredményezi.
- A legalacsonyabb költséget a befektetési, karbantartási és üzemeltetési költségek (energiaköltségek, megtakarítások, előállított energia bevételeit is ide számolva), valamint az ártalmatlanítási költségek figyelembevételével kell meghatározni.
- A költségoptimalizált szintnek a teljesítőképesség azon szintjei között kell elhelyezkednie, ahol a becsült gazdasági élettartamra vonatkozó költség-haszon elemzés eredménye pozitív.

EPBD definíció: nZEB

- **Közel nulla energiaigényű épület:** igen magas energiahatékonysággal rendelkező épület, melyben a felhasznált közel nulla vagy nagyon alacsony mennyiségű energiának igen jelentős részben megújuló forrásokból kell származnia, beleértve a helyszínen vagy a közelben előállított megújuló forrásokból származó energiát is.
- Az energiafogyasztást primerenergiára vonatkozóan kWh/m²év egységben kell meghatározni.

EPBD definíció: nZEB



Közel nulla energiaigényű épület: igen magas energiahatékonysággal rendelkező épület, melyben a felhasználás közel nulla vagy nagyon alacsony mennyiségű energiának, jelentős részben megújuló forrásokból kell származnia, beleértve a helyszínen vagy a közelben előállított megújuló forrásokból származó energiát is.



Mit jelent a „magas energiahatékonyság”?

A számítás alapját képezheti többféle mutató is:

- **Az épület nettó energia igénye:**
 - Valamennyi igény beszámításával: fűtés, hűtés, HMV, légtechnika, világítás
 - Nem tartalmazza az alkalmazott gépészeti rendszerek veszteségeit
 - Nem tartalmazza a megtermelt megújuló energiákat
- **Az épület primer energia fogyasztása megújulókkal / nélkülük**
 - A számítás tartalmazza a beépített gépészeti rendszerek hatékonyságát, veszteségeit
 - Tartalmazhatja a megtermelt megújuló energiákat

Mit jelent a „jelentős részben” megtermelt megújuló energia?

Megállapítható a megújuló energiák aránya többféle elv alapján:

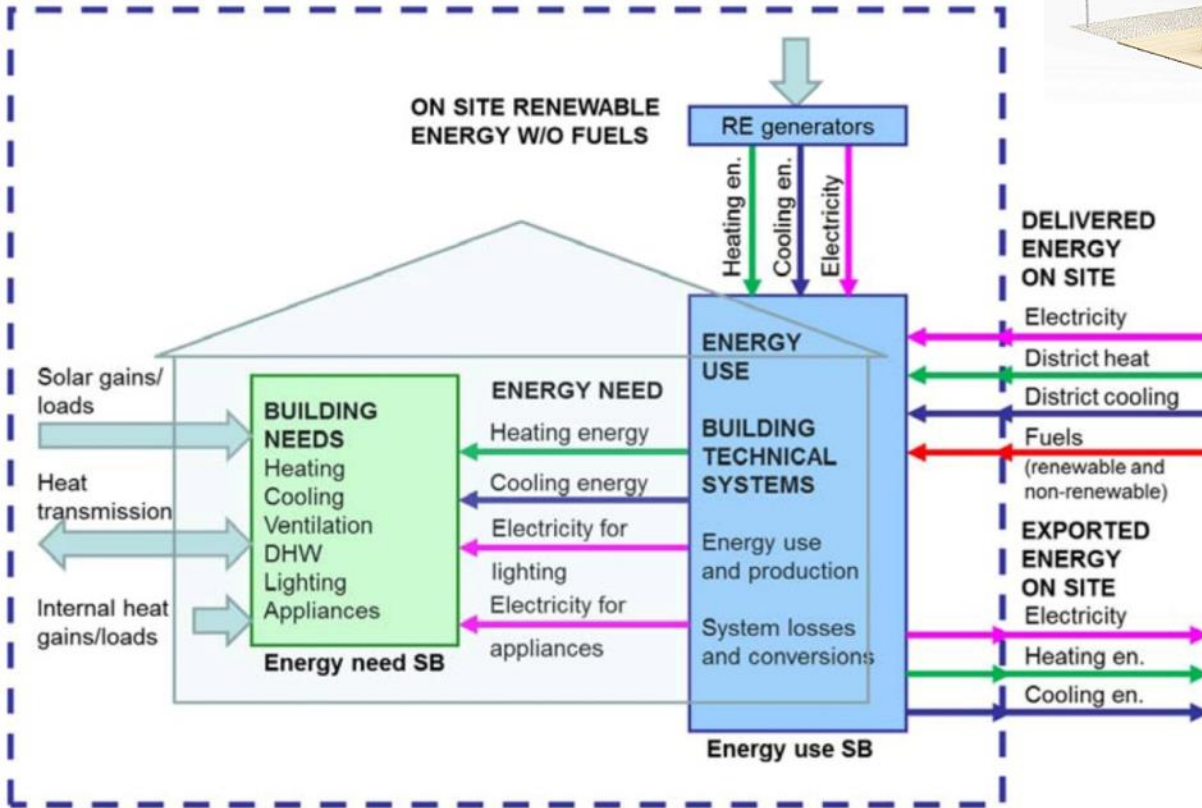
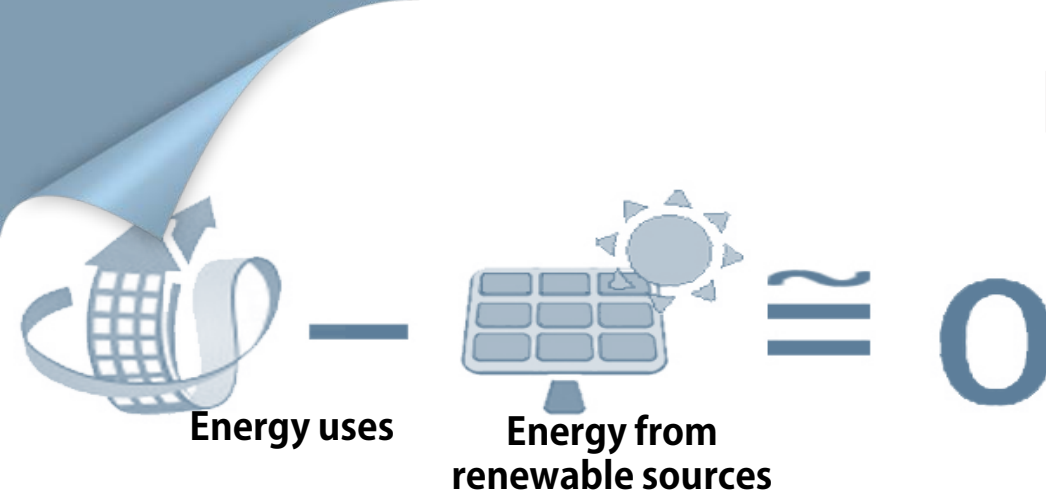
- Követelményérték megállapítása a primer energiafogyasztásra megújuló energiákat nem beleszámolva, és a megtermelt energiákat beleszámolva is
- Opció: az épület által megtermelt, de fel nem használt energia vizsgálata órás, havi vagy éves elszámolás alapján
- Megújuló energiák százalékos arányának megállapítása
 - Például Magyarországon a primerenergiában kifejezett éves energiaigény legalább 25%-a kell az épületben, az ingatlanon, vagy a közelben előállított megújuló energia legyen

Mit jelent a „helyszínen” vagy a „közelben” előállított energia?

A rendszerhatár meghúzható több helyen is:

- **Az épület határoló szerkezeteinél:**
 - A falra, tetőre szerelt pl. hőkollektorokat még beleszámítjuk
 - Az épület mellé telepített pl. napelemeket pl. a kerékpár tároló tetején már nem
- **A telekhatáron belül/kívül található rendszereket választjuk szét**
 - Ha a telken belül több épület található, nehézségekbe ütközhet a megtermelt energia szétosztása: fűtött alapterület / térfogat, energia igény, funkció alapján?
- **Az épülettel csőhálózattal összekötött rendszerek figyelembe vétele**
 - Lehetővé teszi a távfűtés, távhűtés figyelembe vételét, ha az megújuló alapon termel

Boundary conditions



Building site boundary = system boundary of delivered and exported energy on site

Energy needs for:

- Heating
- Cooling
- Ventilation
- DHW
- Lighting
- Appliances

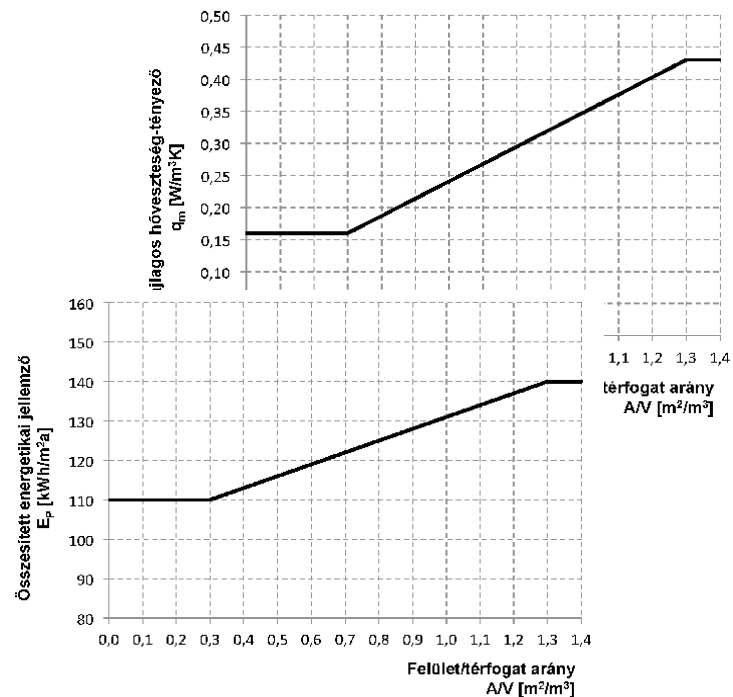
nZEB követelmények megállapítása

A számszerű követelmények megállapítása során számos helyi tényezőt figyelembe kell venni:

- A helyi klimatikus viszonyok
 - Éves fűtési és hűtési hőfokhíd
 - Napsugárzás intenzitása
- Gazdasági mutatók
 - Energia árak
 - GDP
 - Pályázati lehetőségek
- Műszaki szempontok
 - Meglévő épületállomány műszaki, energetikai állapota
 - Az országban elérhető szaktudás, műszaki megoldások

Hazai költség optimalizált definíció

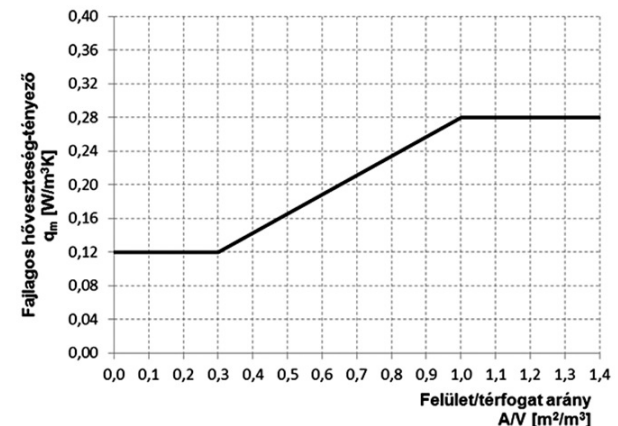
- **39/2015. (IX.14.) MvM rendelet a 7/2006. TNM módosításáról**
- Szigorított követelmények valamennyi szinten:
 - U-értékek, pl.:
 - Homlokzati fal: $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - Lapostető: $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - Műanyag ablakok: $1,15 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - Fajlagos hőveszteség tényező
 - Összesített energetikai jellemző



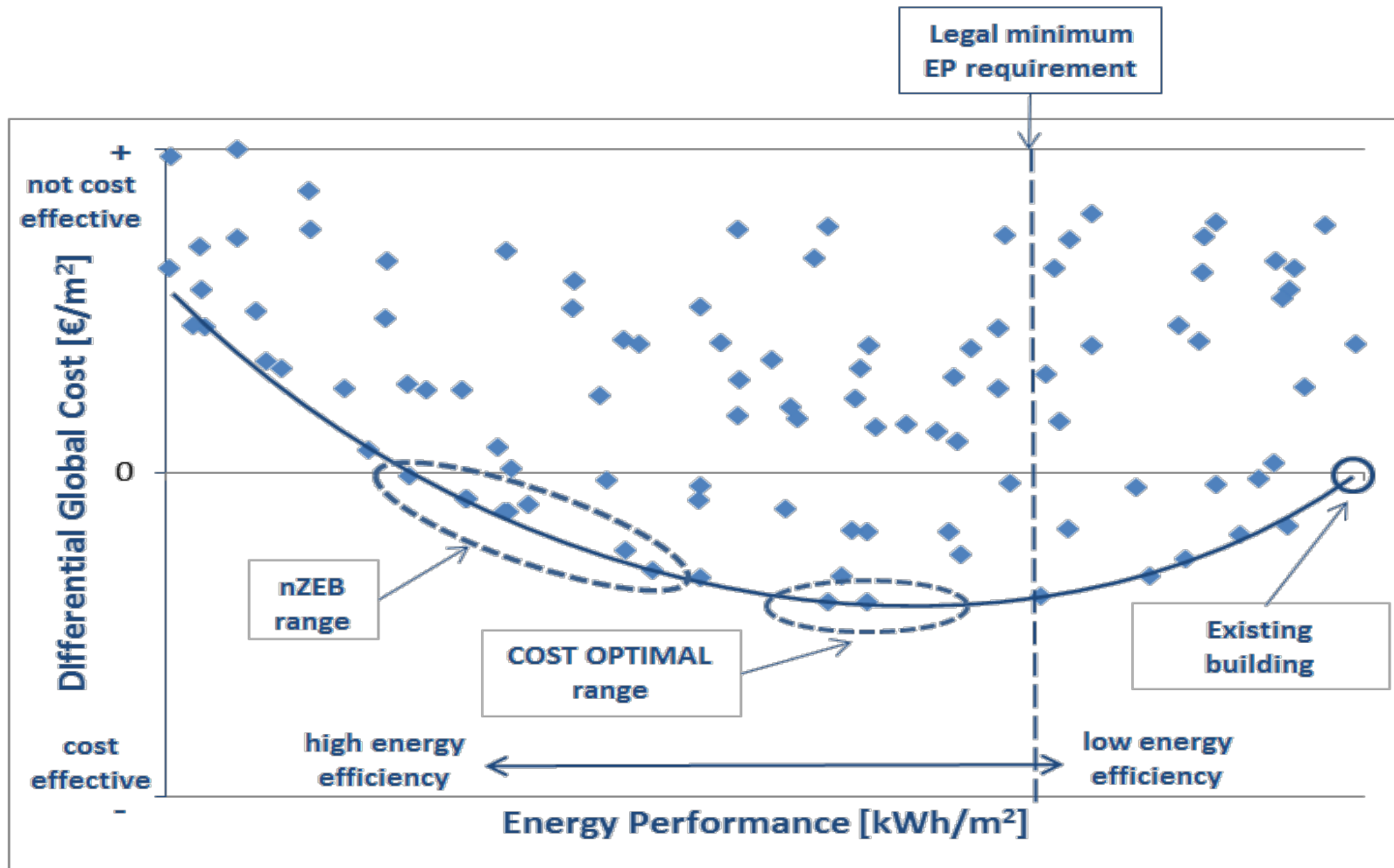
Hazai nZEB definíció

□ 39/2015. (IX.14.) MvM rendelet a 7/2006. TNM módosításáról

- Költségoptimalizált szintnek megfelelő U értékek
Meglévő épületnél csak a felújítással érintett részekre vonatkozik
- Fajlagos hővesztés-tényező megengedett értéke
- Összesített energetikai jellemző
 - Lakóépület 100 kWh/m²,a
 - Iroda 90 kWh/m²,a
 - Oktatási épület 85 kWh/m²,a
 - Hűtéssel ellátott részekenél + 10 kWh/m²,a
- Megújuló energia részarány: 25 %

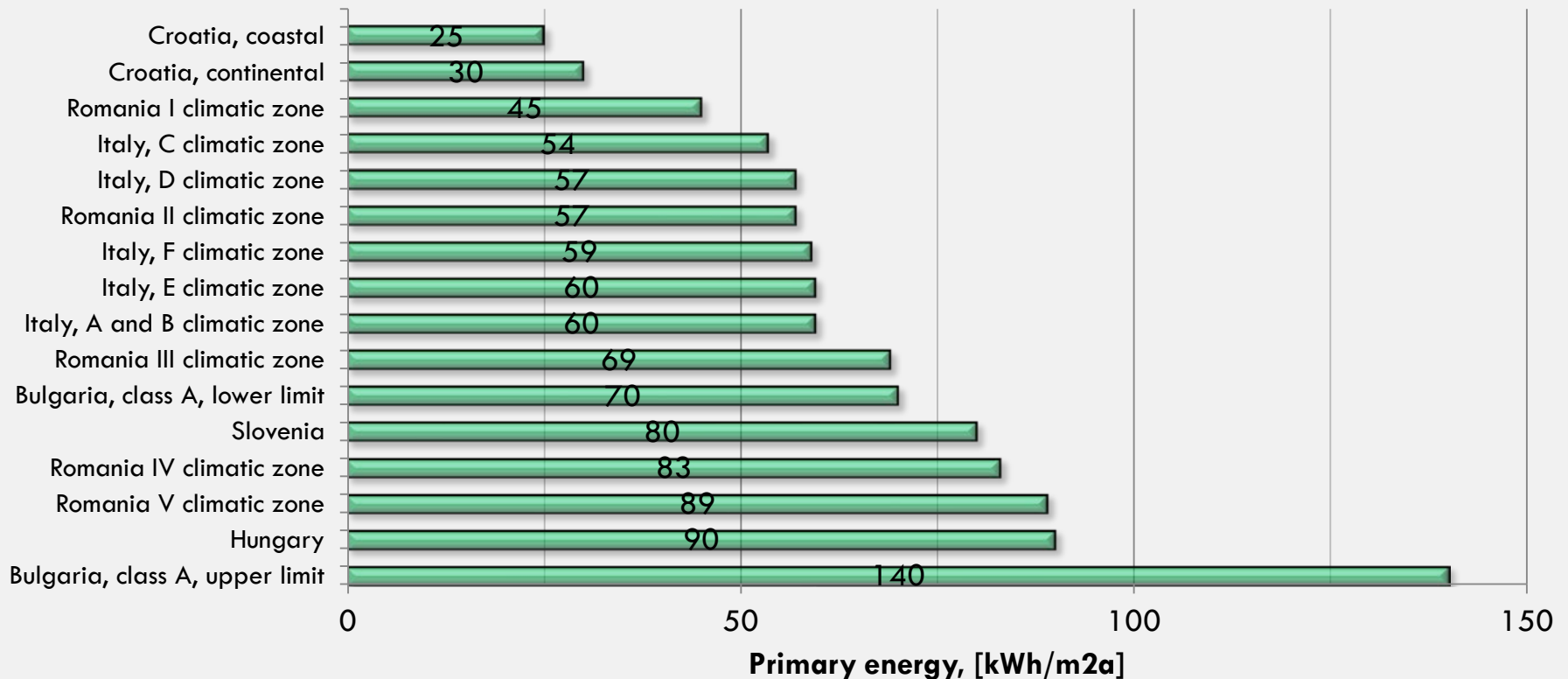


RePublic definíció



nZEB definíció

OFFICE BUILDINGS - primary energy consumption according to nZEB requirement



Energiahatékonysági Direktíva (Energy Efficiency Directive) EED 2012/27/EC

Fő célkitűzése:

- Energiaszolgáltatók éves értékesítésük 1,5 %-át csökkentik energia-megtakarítást eredményező intézkedésekkel.
- Állami tulajdonú központi épületek fűtött alapterületének évi 3 %-os energetikai felújítása.
- Közsféra energia-hatékony épületeket, szolgáltatásokat és termékeket vásárol.
- Vállalatok kötelező energetikai auditja.
- Fogyasztási adatok valós idejű és korábbi energiafogyasztási adatokhoz történő hozzáférés.

Épületek energetikai auditja

RENDELETEK

1. 122/2015. (V. 26.) Korm. rendelet: Az energiahatékonyságról szóló törvény végrehajtásáról
2. 123/2015. (V. 26.) Korm. rendelet: Egyes kormányrendeletek energiahatékonysággal összefüggő módosításáról
3. 24/2015. (V. 26.) NFM rendelet: A nagy hatásfokú, hasznos hőenergiával kapcsolatos termelt villamos energia és a hasznos hő mennyisége megállapításának számítási módjáról szóló 110/2007. (XII. 23.) GKM rendelet módosításáról
4. 25/2015. (V. 26.) NFM rendelet: Az energiahatékonyság növelését elősegítő tájékoztatásról
5. 26/2015. (V. 26.) NFM rendelet: Az energetikai auditokkal kapcsolatos adatszolgáltatásra és a regisztráló szervezetek éves jelentésére vonatkozó részletes szabályokról

Épületek energetikai auditja

Az energetikai audit minimális tartalmi követelményei

- Az energetikai auditnak az energiafogyasztással és a – villamos energiára vonatkozó – terhelési profilokkal kapcsolatos naprakész, mért és visszakövethető adatokra kell épülnie.
- Az auditnak ki kell terjednie az épületek vagy épületcsoportok, ipari műveletek vagy létesítmények energiafogyasztásának részletes felülvizsgálatára, beleértve a szállítást is.
- Az energetikai auditnak – amennyiben az lehetséges – életciklus-költség elemzésre kell épülnie a hosszú távú megtakarítások, a hosszú távú beruházások maradványértékei, valamint a diszkontráták figyelembe vételével.

Energiahatékonyság - komfort

“That all people should have free access to air and water of acceptable quality is a fundamental human right.”

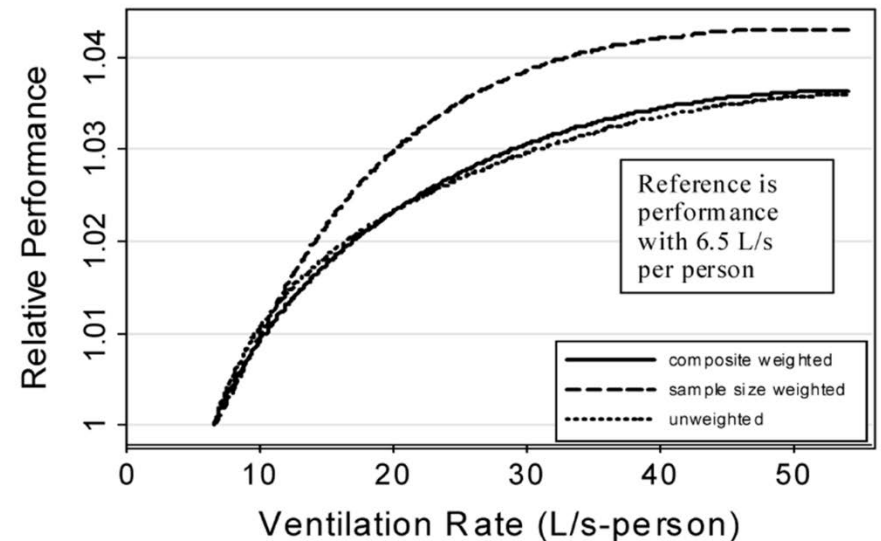
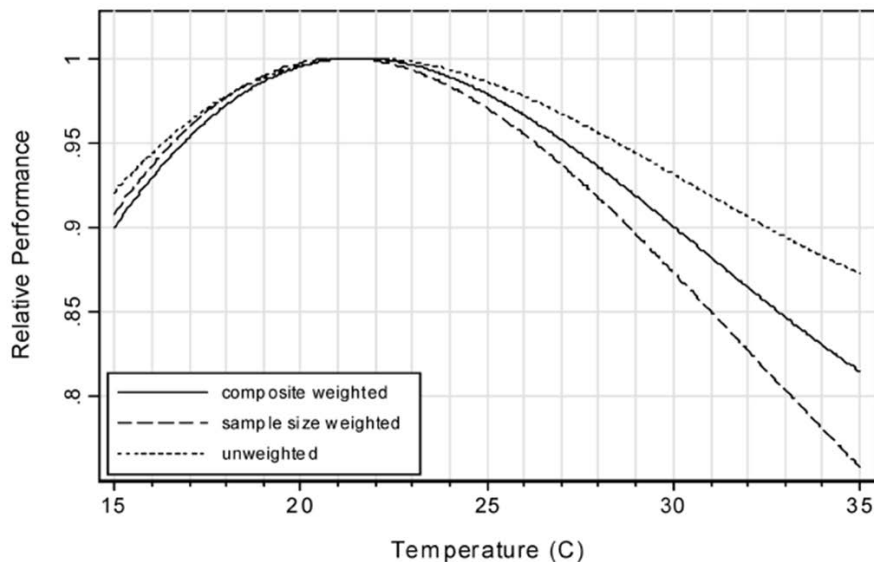
~World Health Organization, *Air Quality Guidelines for Europe*, 2nd ed.

“An energy declaration without a declaration related to the indoor environment makes no sense.”

~Bjarne Olesen, Olli Seppänen, Atze Boerstra. *Criteria for the Indoor Environment for Energy Performance Of Buildings – A New European Standard*.

Belső terek komfortja

- Hőkomfort
- Levegő minősége
- Akusztikai alapfogalmak
- Természetes és mesterséges megvilágítás



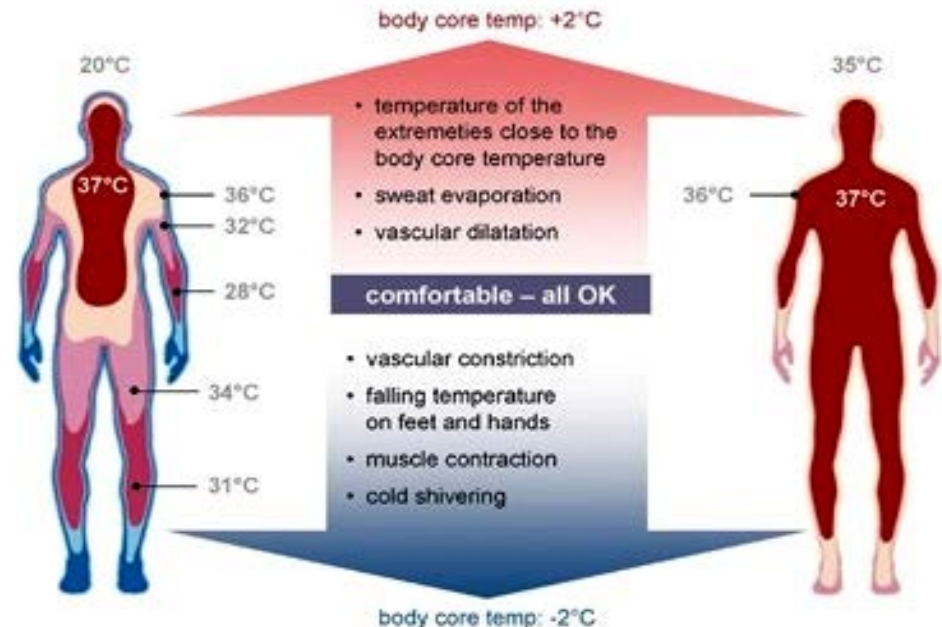
TERMÍKUS KOMFORT

KOMFORTPARAMÉTEREK:

- Levegő hőmérséklete
- Felületek sugárzási hőmérséklete
- Légáramlás
- Relatív páratartalom
- Metabolizmus, szervezet hőtermelése
- Ruha hőszigetelése



A testen belül a közel **állandó hőmérsékletű TESTMAG** és a szervezet perifériás részeit tartalmazó, **változó hőmérsékleti tartományon belül mozgó TESTKÖPENY** különböztethető meg.



Ventilation today ...



Exhaust

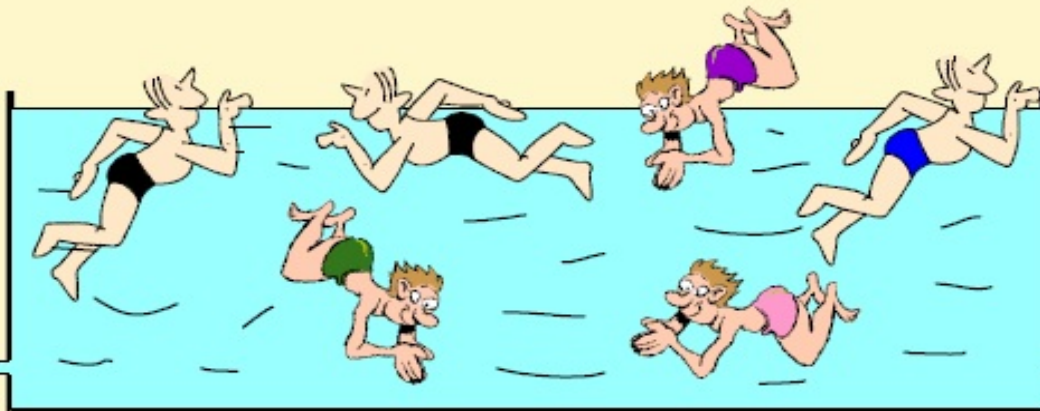


Supply

CAN14HL5



**Clean
Water**



**Drinking
Water ?**



**Clean
Water**



**Drinking
Water**

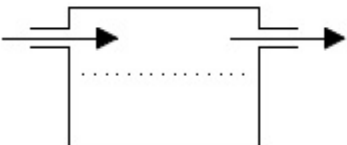
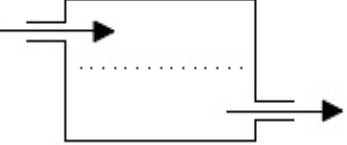




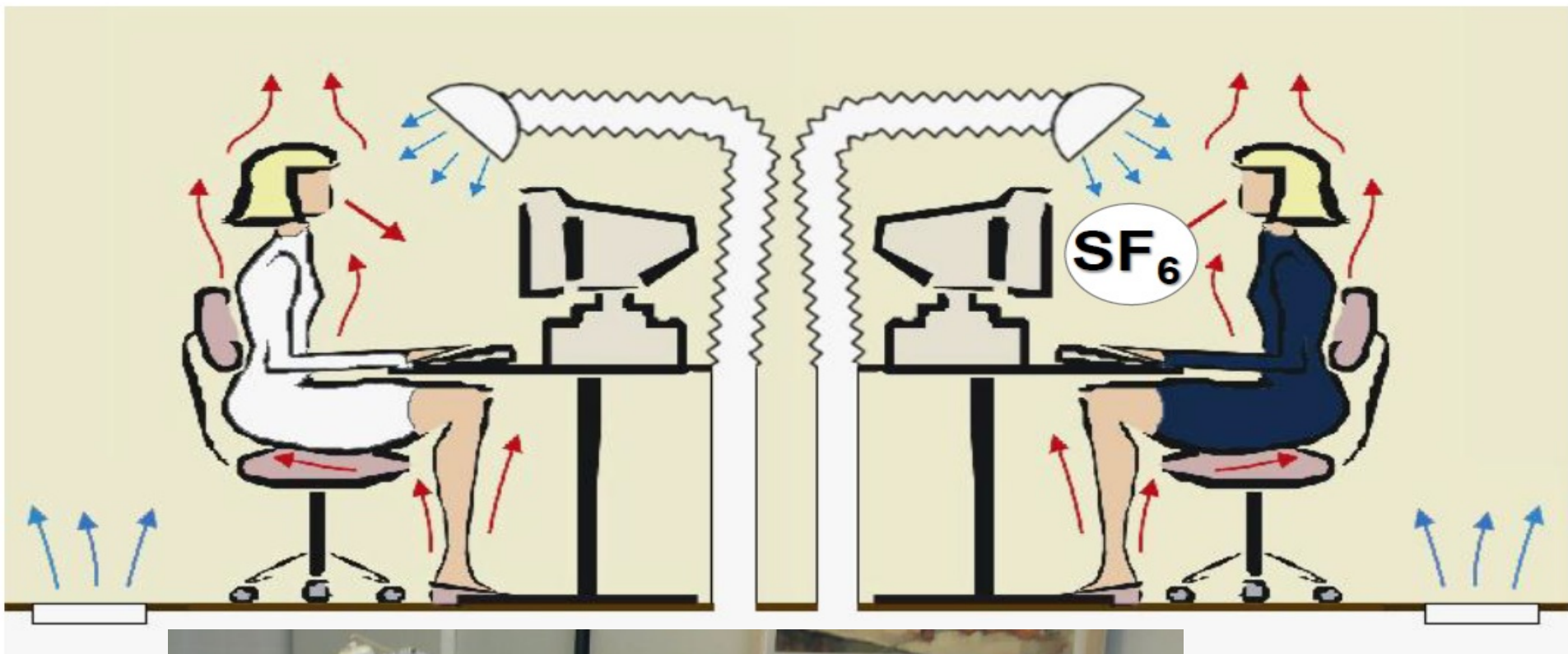
Ventilation Effectiveness

$$\varepsilon_V = \frac{C_E - C_S}{C_I - C_S}$$

Concentrations: C_E exhaust air
 C_S supply air
 C_I breathing zone

CEN Report CR 1752 (1998)

| Mixing ventilation | | Mixing ventilation | | Displacement ventilation | | Personalized ventilation | |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  | |  | |  | |  | |
| T supply - T inhal °C | Vent. effect. | T supply - T inhal °C | Vent. effect. | T supply - T inhal °C | Vent. effect. | T supply - T room °C | Vent. effect. |
| < 0 | 0,9 - 1,0 | < -5 | 0,9 | < 0 | 1,2 - 1,4 | -6 | 1,2 - 2,2 |
| 0 - 2 | 0,9 | -5 - 0 | 0,9 - 1,0 | 0-2 | 0,7 - 0,9 | -3 | 1,3 - 2,3 |
| 2 - 5 | 0,8 | > 0 | 1 | > 2 | 0,2 - 0,7 | 0 | 1,6 - 3,5 |
| > 5 | 0,4 - 0,7 | | | | | | |



Forrás: Bjarne Olesen, DTU,
Denmark

Komfortelméleti kérdések az MSZ EN 15251 szabvány vonatkozásában

Épületek kategóriákba sorolása

- I. Magas szintű elvárások (pl. kórházak)
- II. Normál szintű elvárások
(pl. új és felújítandó épületeknél)
- III. Mérsékelt szintű elvárások
(pl. meglévő épületeknél)
- IV. Az előző három kategórián kívül eső épületek (pl. ideény jellegű használat)

Megengedett hőm. ingadozás

(40/2012 BM)

| Type of building or space | Category | Temperature range for heating, °C Clothing ~ 1,0 clo | Temperature range for cooling, °C Clothing ~ 0,5 clo |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Residential buildings, living spaces (bed room's living rooms etc.) Sedentary activity ~1,2 met | I | 21,0 -25,0 | 23,5 - 25,5 |
| | II | 20,0-25,0 | 23,0 - 26,0 |
| | III | 18,0- 25,0 | 22,0 - 27,0 |
| Residential buildings, other spaces (kitchens, storages etc.) Standing-walking activity ~1,5 met | I | 18,0-25,0 | |
| | II | 16,0-25,0 | |
| | III | 14,0-25,0 | |
| Offices and spaces with similar activity (single offices, open plan offices, conference rooms, auditorium, cafeteria, restaurants, class rooms, Sedentary activity ~1,2 met | I | 21,0 – 23,0 | 23,5 - 25,5 |
| | II | 20,0 – 24,0 | 23,0 - 26,0 |
| | III | 19,0 – 25,0 | 22,0 - 27,0 |
| Kindergarten Standing-walking activity ~1,4 met | I | 19,0 – 21,0 | 22,5 - 24,5 |
| | II | 17,5 – 22,5 | 21,5 – 25,5 |
| | III | 16,5 – 23,5 | 21,0 - 26,0 |
| Department store Standing-walking activity ~1,6 met | I | 17,5 – 20,5 | 22,0 - 24,0 |
| | II | 16,0 – 22,0 | 21,0– 25,0 |
| | III | 15,0 – 23,0 | 20,0 - 26,0 |

Friss levegő, MSZ EN 15251

Nem lakóépületek:

$$q_{\text{tot}} = n \times q_p + A \times q_B$$

ahol q_{tot} = összes szellőző levegő a helyiségben, l/s

n = emberek tervezett létszáma a helyiségben, -

q_p = személyenkénti friss levegő, l/s/fő

A = helyiség alapterülete, m²

q_B = épületben található szennyezőanyagok emissziójához tartozó friss levegő, l/s/m²

Friss levegő, MSZ EN 15251 (40/2012 BM)

| Kategória | Elégedetlenek várható százalékos aránya, PPD [%] | Szellőző levegő 1 főre [l/s/fő] | Szellőző levegő 1 főre [m ³ /h/fő] |
|-----------|--------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------|
| I | 15 | 10 | 36 |
| II | 20 | 7 | 25 |
| III | 30 | 4 | 15 |
| IV | >30 | <4 | <15 |

| Kategória | Szellőző levegő 1 m ² területre [l/(s.m ²)] | | | Szellőző levegő 1 m ² területre [m ³ /(h.m ²)] | | |
|-----------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| | Nagyon alacsonyan szennyező épületek | Alacsonyan szennyező épületek | Nem alacsonyan szennyező épületek | Nagyon alacsonyan szennyező épületek | Alacsonyan szennyező épületek | Nem alacsonyan szennyező épületek |
| I | 0.5 | 1 | 2.0 | 1.80 | 3.60 | 7.20 |
| II | 0.35 | 0.7 | 1.4 | 1.26 | 2.52 | 5.04 |
| III | 0.3 | 0.4 | 0.8 | 1.08 | 1.44 | 2.88 |
| IV | III. kategórián kívül eső értékek | | | | | |

Friss levegő, MSZ EN 15251 (40/2012 BM)

Lakóépületek:

Table B.5 - Example of ventilation rates for the residences. Continuous operation of ventilation during occupied hours. Complete mixing

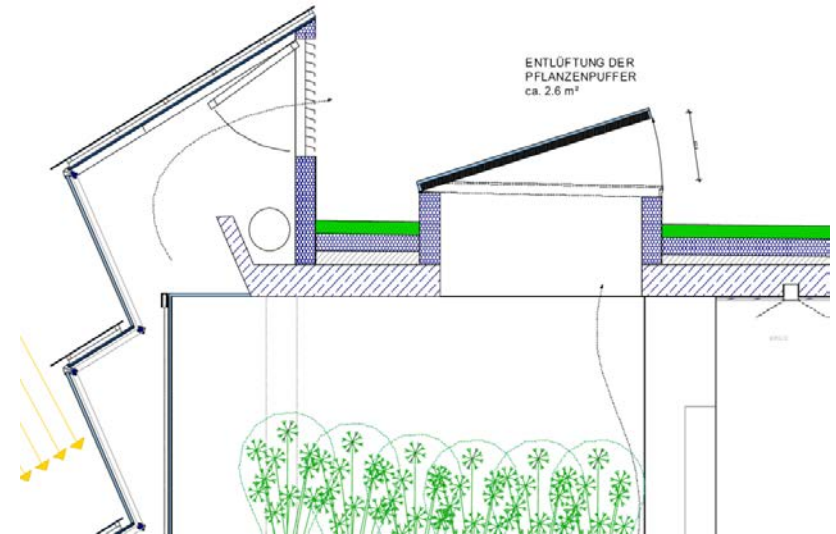
| Category | Air change rate ^a | | Living room and bedrooms, mainly outdoor air flow | | Exhaust air flow, l/s | | |
|----------|------------------------------|-----|---------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------|---------|
| | l/s,m ² | ach | l/s, pers ^b | l/s/m ² | Kitchen | Bathrooms | Toilets |
| | (1) | | (2) | (3) | (4a) | (4b) | (4) |
| I | 0,49 | 0,7 | 10 | 1,4 | 28 | 20 | 14 |
| II | 0,42 | 0,6 | 7 | 1,0 | 20 | 15 | 10 |
| III | 0,35 | 0,5 | 4 | 0,6 | 14 | 10 | 7 |

^a The air change rates expressed in l/s/m² and ach correspond to each other when the ceiling height is 2,5 m.

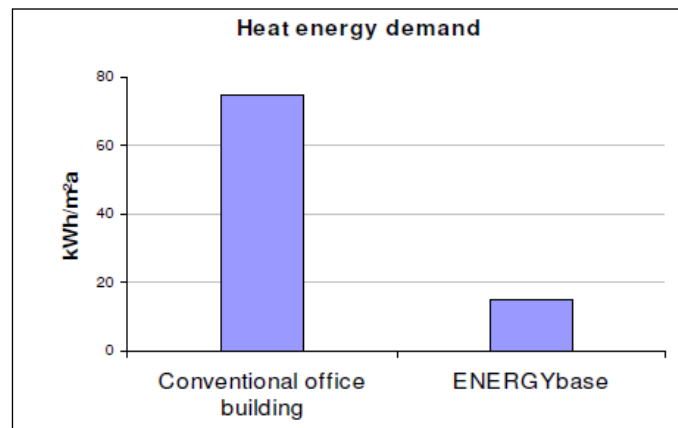
^b The number of occupants in a residence can be estimated from the number of bedrooms. The assumptions made at national level have to be used when existing, they may vary for energy and for IAQ calculations.

Integrált tervezői megközelítés

EnergyBase, Bécs (2008)



[www.intendesign.com]



www.energybase.at

Esettanulmány

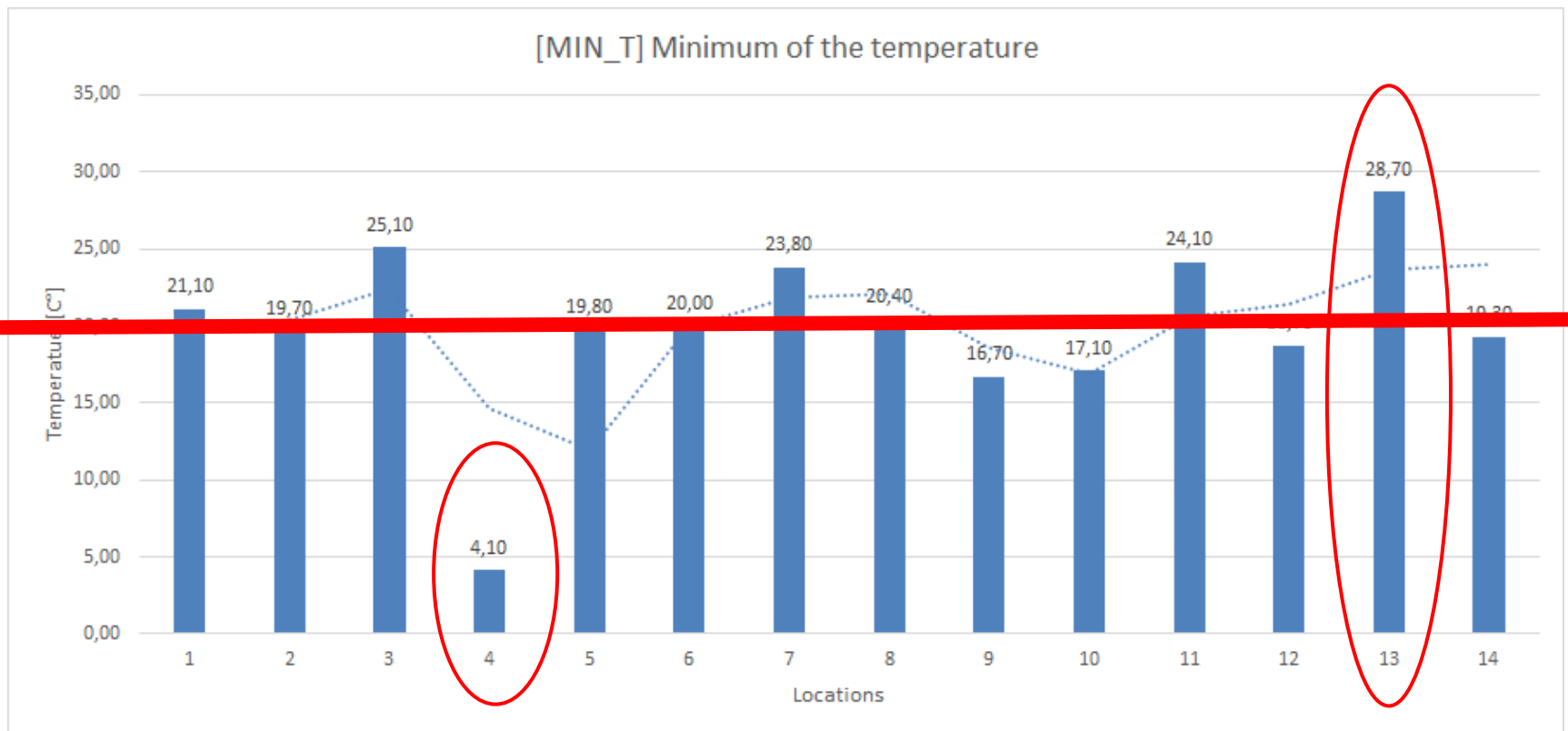
- Az MSZ EN 15251 szabvány szerint kialakítottuk a mérési pontokat **14 budapesti irodaépületnél**.
- Az irodaépületek alapterülete 160 m² és 450 m² között volt.
- A mérések 3 hónapon keresztül történtek 2016 januártól márciusig.
- A fűtés fain coil rendszeren keresztül történt.
- Mértük a belső hőmérséklet és az elektromos áramfelvétel értékeit, melyeket percenként mértük és a 15 perces átlagot rögzítettük.

Mérési eredmények

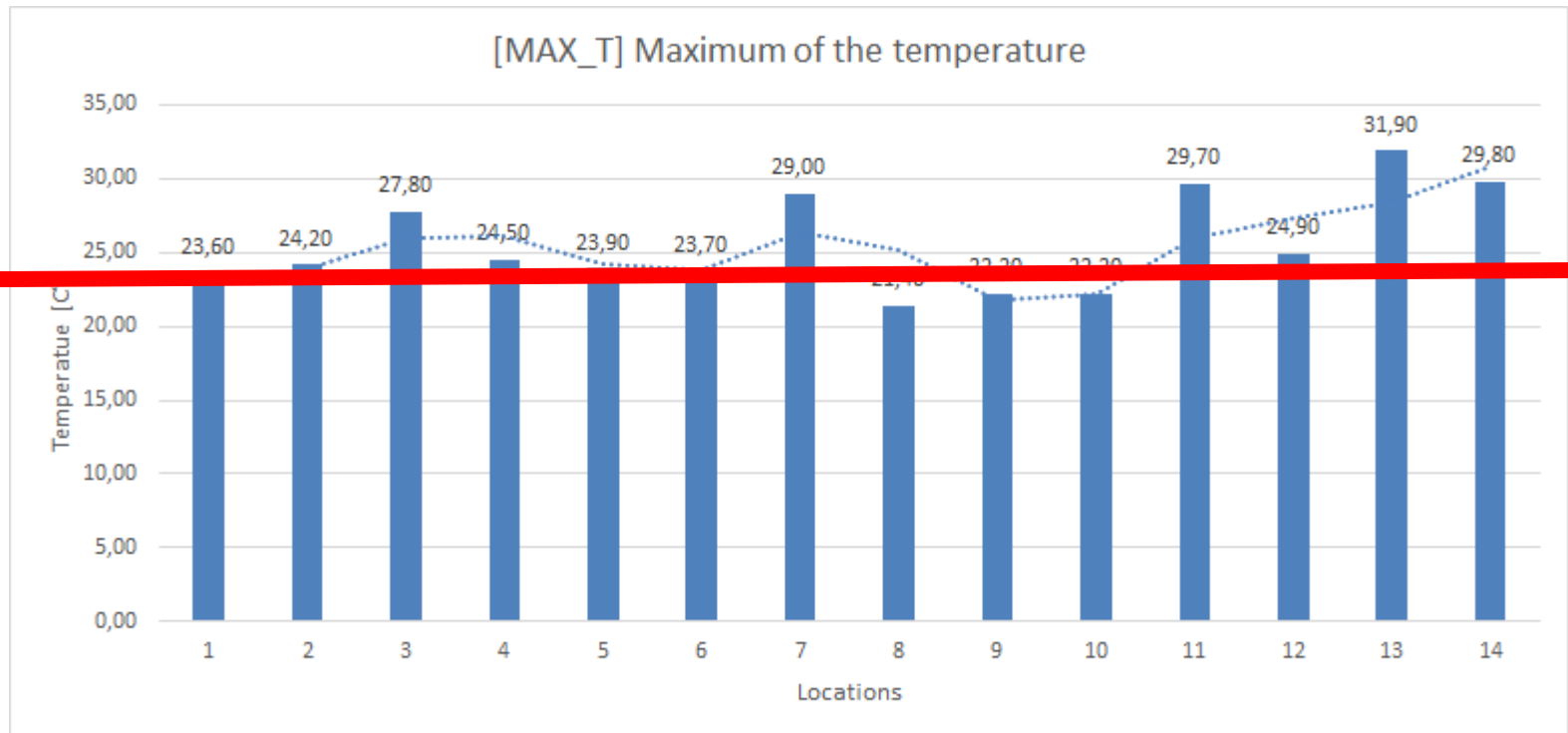
| Hely | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Minimum hőmérséklet [°C] | 21,10 | 19,70 | 25,10 | 4,10 | 19,80 | 20,00 | 23,80 |
| Átlag hőmérséklet [°C] | 23,38 | 20,97 | 26,48 | 21,33 | 22,48 | 21,45 | 24,70 |
| Maximum hőmérséklet [°C] | 23,60 | 24,20 | 27,80 | 24,50 | 23,90 | 23,70 | 29,00 |
| Hőmérséklet tartomány [°C] | 2,50 | 4,50 | 2,70 | 20,40 | 4,10 | 3,70 | 5,20 |

| Hely | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Minimum hőmérséklet [°C] | 20,40 | 16,70 | 17,10 | 24,10 | 18,70 | 28,70 | 19,30 |
| Átlag hőmérséklet [°C] | 20,67 | 20,99 | 21,34 | 26,71 | 21,85 | 30,48 | 24,55 |
| Maximum hőmérséklet [°C] | 21,40 | 22,20 | 22,20 | 29,70 | 24,90 | 31,90 | 29,80 |
| Hőmérséklet tartomány [°C] | 1,00 | 5,50 | 5,10 | 5,60 | 6,20 | 3,20 | 10,50 |

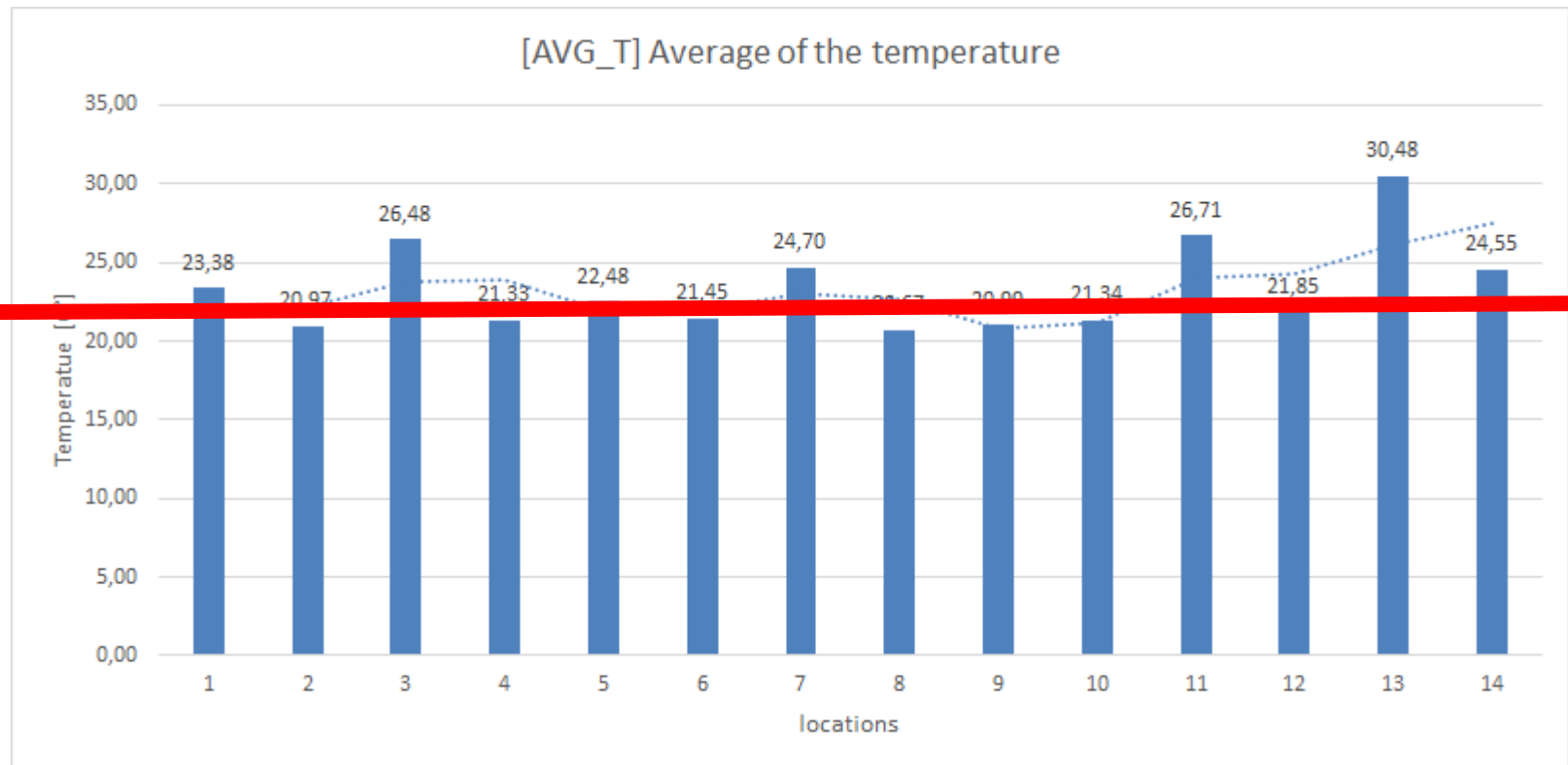
Minimum hőmérséklet



Maximum hőmérséklet



Átlag hőmérséklet



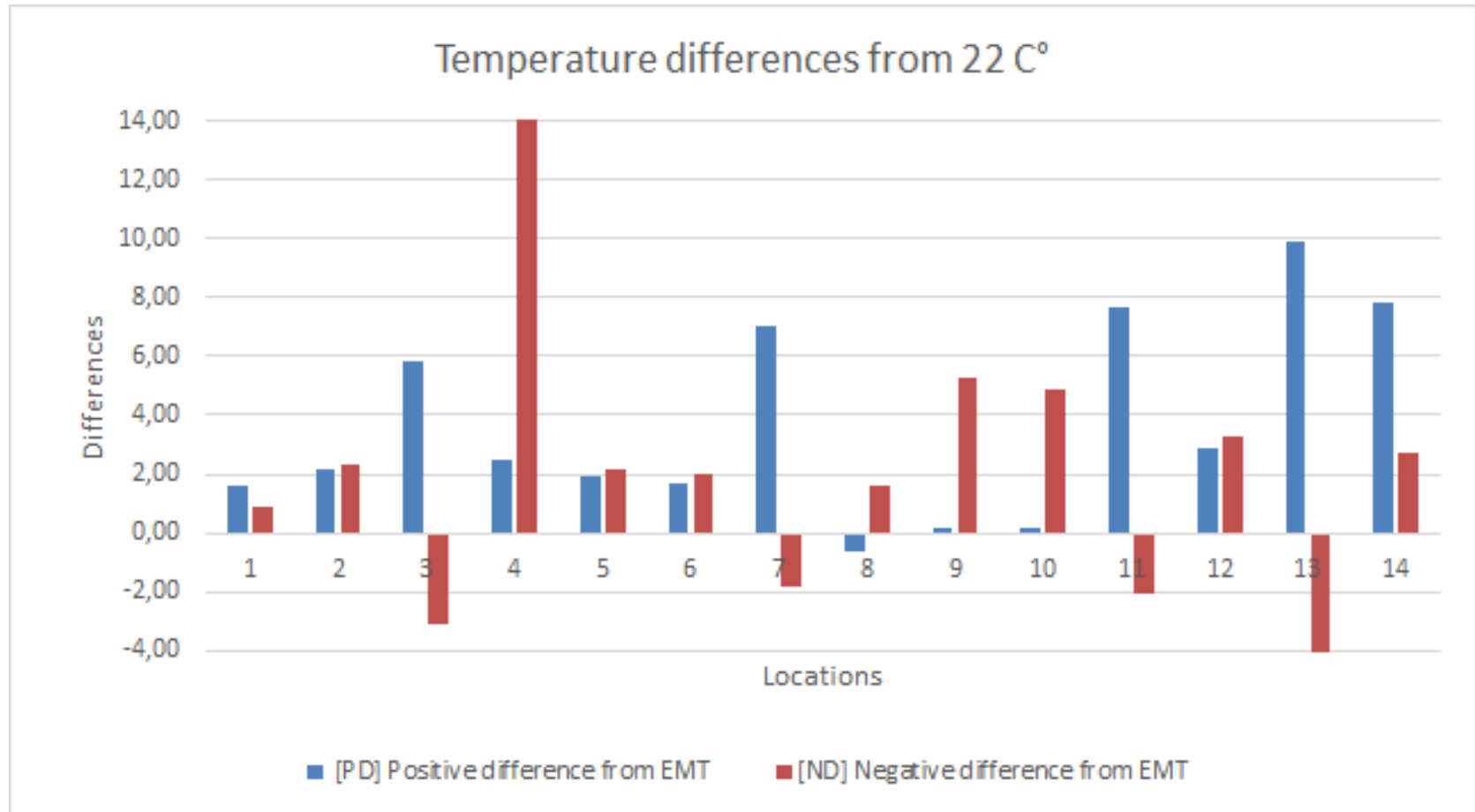
Hőmérséklet tartomány

| Hely | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----------------------------------|------|------|------|-------|------|------|------|
| Hőmérséklet tartomány | 2,50 | 4,50 | 2,70 | 20,40 | 4,10 | 3,70 | 5,20 |
| Pozitív eltérés az átlagtól | 1,60 | 2,20 | 5,80 | 2,50 | 1,90 | 1,70 | 7,00 |
| Negatív eltérés az átlagtól | 0,90 | 2,30 | 3,10 | 17,90 | 2,20 | 2,00 | 1,80 |
| Tartomány [AVG +/- 1°C] | no | no | no | no | no | no | no |
| Tartomány [AVG +/- 2°C] | yes | no | yes | no | no | yes | no |
| Tartomány [AVG +/- 3°C] | yes | yes | yes | no | yes | yes | yes |
| Tartomány [22 °C +/- 1°C] | no | no | no | no | no | no | no |
| Tartomány [22 °C +/- 2°C] | yes | no | no | no | no | yes | no |
| Tartomány [22 °C +/- 3°C] | yes | yes | no | no | yes | yes | yes |

Hőmérséklet tartomány

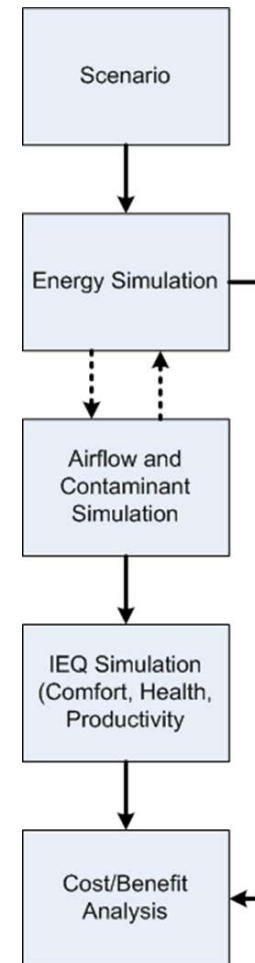
| Hely | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Hőmérséklet tartomány | 1,00 | 5,50 | 5,10 | 5,60 | 6,20 | 3,20 | 10,50 |
| Pozitív eltérés az átlagtól | 0,60 | 0,20 | 0,20 | 7,70 | 2,90 | 9,90 | 7,80 |
| Negatív eltérés az átlagtól | 1,60 | 5,30 | 4,90 | 2,10 | 3,30 | 6,70 | 2,70 |
| Tartomány [AVG +/- 1°C] | yes | no | no | no | no | no | no |
| Tartomány [AVG +/- 2°C] | yes | no | no | no | no | yes | no |
| Tartomány [AVG +/- 3°C] | yes | yes | yes | yes | no | yes | no |
| Tartomány [22 °C +/- 1°C] | no | no | no | no | no | no | no |
| Tartomány [22 °C +/- 2°C] | yes | no | no | no | no | no | no |
| Tartomány [22 °C +/- 3°C] | yes | no | no | no | no | no | no |

Hőmérséklet különbség



Integrált elemzés részei

- Energetikai szimuláció
 - ▣ Általános hőtechnikai
 - ▣ Egyes berendezések
- Légtechnikai modellezés
 - ▣ Multizónás modell
 - ▣ CFD
- IAQ modellezés
- Gazdasági elemzés



- EPBD recast, költségoptimalizált szint, nZEB
- Hazai szabályozási környezet
- Cél: jobb belső környezet kevesebb energia felhasználásával
- Épületek energetikai auditja
- Energiahatékonyság – komfort
- Belső terek komfortja, MSZ EN 15251
- Esettanulmány



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

BME Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék

KÖSZÖNÖM MEGTISZTELŐ FIGYELMÜKET !

DR. MAGYAR ZOLTÁN
TANSZÉKVEZETŐ

Aereco Akadémia, Visegrág, 2016. április 28.