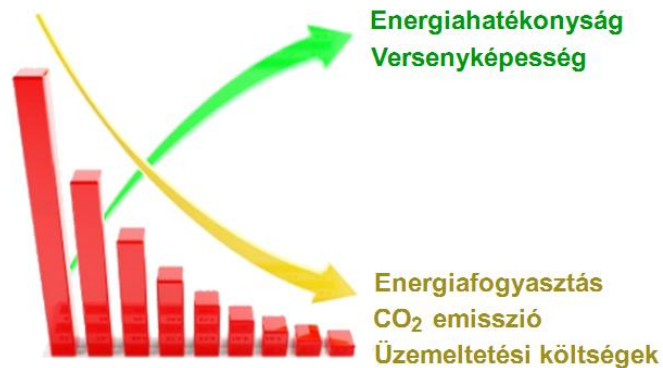




Épületek energetikai auditálása 2



dr. Magyar Zoltán

BME Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék



Jogszabályok

EU irányelv

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

Törvény

2015. évi LVII. (V.22.) törvény az energiahatékonyságról

Rendelet

122/2015 (V.26.) Kormányrendelet
Az energiahatékonyságról szóló törvény
végrehajtásáról





Az energiaaudit szabványok

- ▶ MSZ EN 16247-1 Energiaauditok. 1. rész: Általános követelmények
- ▶ MSZ EN 16247-2 Energiaauditok. 2. rész: Épületek
- ▶ MSZ EN 16247-3 Energiaauditok. 3. rész: Folyamatok
- ▶ MSZ EN 16247-4 Energiaauditok. 4. rész: Szállítás
- ▶ MSZ EN 16247-5 Energiaauditok. 5. rész: Az energiaauditorok kompetenciája

Az energiaaudit definíciója:

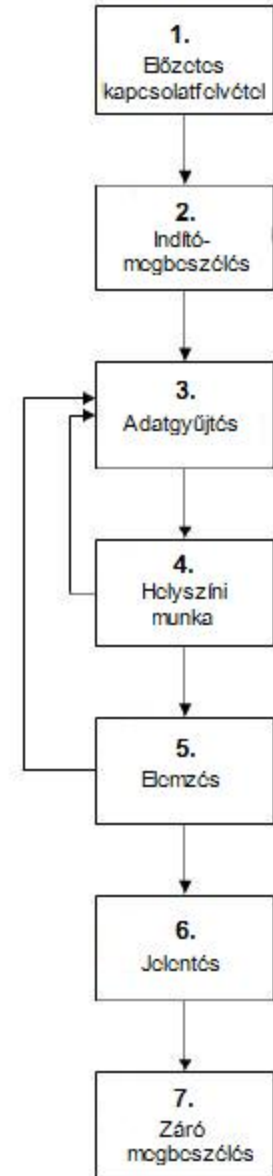
„Valamely helyszín, épület, rendszer vagy szervezet energiafelhasználásának és energiafogyasztásának rendszerszemléletű felülvizsgálata és elemzése, amelynek tárgya az energiaáramlások és az energiahatékonyság-növelés azonosítása és azok jelentése.”



Az energiaaudit folyamata

Az energiaaudit az alábbi részekből áll:

- **Előzetes kapcsolatfelvétel** az auditor és a szervezet között: az audit témakörének rögzítése, célkitűzések, az audit mélysége, pontossága.
- **Indítómegbeszélés** az audit gyakorlati megvalósításáról: felelős személyek megnevezése, munkavédelmi és biztonsági szabályok, munkarend, stb.
- **Adatgyűjtés**: a releváns kiviteli/megvalósulási tervek, dokumentumok, energiafogyasztási adatok, monitoring adatok, stb. összegyűjtése
- **Helyszíni munka**: a szükséges helyszíni felmérések, mérések elvégzése
- **Elemzés**: az energiateljesítmény jelenlegi helyzete (referencia), az energiahatékonyság növelésének lehetőségei és azok értékelése
- **Jelentés**: az elkészített energiaaudit folyamatának és eredményeinek bemutatása
- **Záró megbeszélés**: az audit jelentés bemutatása





Épületek energiaauditja

- ▶ Az energiaaudit témaköre, határa, mélysége tisztázandó:
 - Melyik épület, épületrész, melyik energiafogyasztó, melyik rendszer
 - Energiafogyasztás modellezésének szintje
 - Mérések
 - Energiahatékonysági intézkedések mélysége
- ▶ Épület üzemeltetéssel kapcsolatos információk
 - Beállítások (set-point) és a belső környezeti paraméterek értéke
 - Épület felhasználás időbeli lefutása a különböző funkciókra
 - Felhasználói vélemények, panaszok
- ▶ Adatgyűjtés
 - Energiahordozók
 - Szállított, termelt és exportált energia (delivered, produced and exported energy)
 - Energiafogyasztási adatok, vagy azzal kapcsolatos mérési adatok (használati melegvíz mennyisége, stb.)



Épületek energiaauditja

- ▶ Az energiaauditot az előzőekben bemutatott módszer szerint kell elvégezni az épületekhez köthető sajátosságok figyelembe vételével
- ▶ Energiafogyasztás:
 - Fűtés, használati melegvíz termelés
 - Hűtés, szellőzés
 - Világítás
 - Egyéb fogyasztók: lift, mozgólépcső, konnektorhoz csatlakozó eszközök, stb.
- ▶ Energiafogyasztást befolyásoló tényezők:
 - Az épület funkciója, geometriája
 - Az épületszerkezetek hőátbocsátási tényezői
 - Az épületgépészeti rendszerek hatékonysága
 - Üzemeltetési paraméterek, setpointok, szakaszos üzemeltetés
 - Felhasználói magatartás
 - Külső hőmérséklet
 - Belső környezeti paraméterek (hőmérséklet, páratartalom, megvilágítás)



Épületek energiaauditja

- ▶ A belső környezeti paraméterek összehasonlítása az előírt értékkel
- ▶ Épületgépészeti rendszerek értékelése
- ▶ Az épületben felhasznált energia elemzése energiahordozónként, energiafogyasztó rendszerenként, stb.
- ▶ Energiafogyasztás modellezése
- ▶ Összesített energetikai jellemző kiszámítása
- ▶ Energiahatékonyt növelő intézkedések vizsgálata
 - Nagy beruházási igényű intézkedések: épületszerkezet, gépészeti rendszerek átalakítása, stb.
 - Alacsony beruházási igényű intézkedések: üzemeltetés megváltoztatása, veszteségek csökkentése, stb.
 - Képzéssel, motiválással megváltoztatható felhasználói szokások, tudatosság növelése
 - Komfortszint emelését szolgáló intézkedések

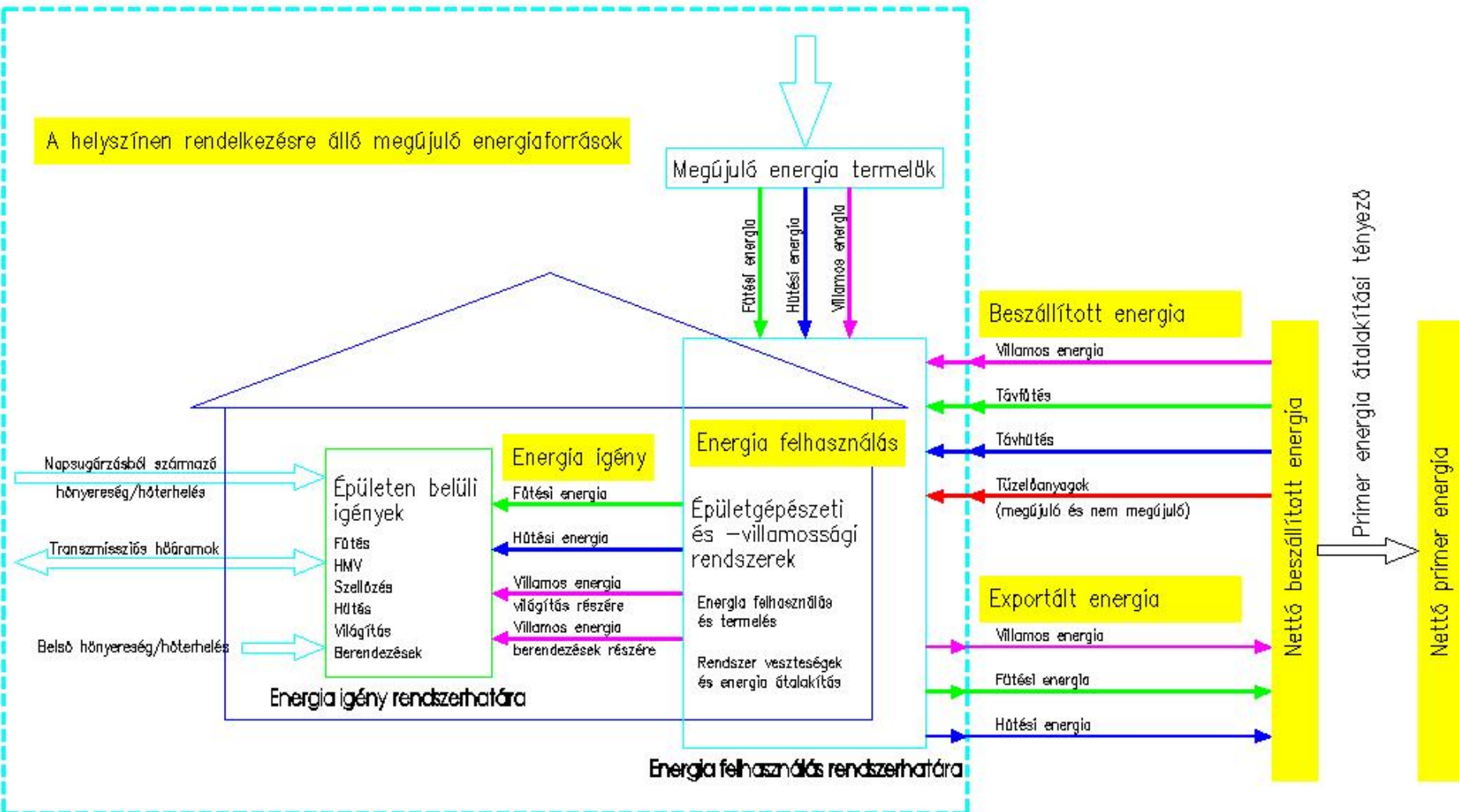


Épületek energiaigénye

- ▶ Rendszerhatár (system boundary): az épületet és a hozzá tartozó terület határa, amelyen belül az energiafogyasztás és energiatermelés történik
- ▶ Az épületen belüli igények meghatározása
 - Fűtés, használati melegvíz termelés, hűtés, szellőzés, világítás
 - Egyéb fogyasztók: lift, mozgólépcső, konnektorhoz csatlakozó eszközök, stb.
- ▶ Az épület rendszerei fűtési, hűtési és villamos energiát igényelnek
- ▶ Az energia előállítása, tárolása és a szétosztása veszteségekkel jár, ezért az energiafelhasználás értéke különbözik az energiaigénytől
- ▶ Az épületbe beszállított energia (delivered energy) mennyiségét csökkenti a helyben termelt megújuló energia, amely fűtési, hűtési, ill. villamos energia lehet
- ▶ Amennyiben az épületben termelt fűtési, hűtési, vagy villamos energia több, mint a rendszerhatáron belül jelentkező igény, úgy az az energia exportálásra kerül (pl. napelemek által termelt villamos energia)



Rendszerhatár és energiacsere épületek esetén



Épület rendszer határ = beszállított és exportált energia rendszerhatára



Adatgyűjtés

- ▶ Az adatgyűjtésnek az audit céljához, témaköréhez és mélységéhez kell illeszkednie
- ▶ Az audit témaköréhez illeszkedően az alábbi adatokra van szükség:
 - Energiahordozók: jelenlegi és rendelkezésre álló energiahordozók
 - Energia adatok:
 - ▶ Az összes energiahordozóra a beszállított, termelt és exportált energia
 - ▶ Pl. irodaház:
 - ▶ beszállított energia: gáz és villamos energia
 - ▶ termelt energia: villamos energia napelemekkel, hőenergia napkollektorokkal
 - ▶ Exportált energia: a napelemekkel termelt energia egy része a közüzemi hálózatba kerül betáplálásra ad-vesz mérőórán keresztül
 - ▶ Energiafogyasztási adat minden rendelkezésre álló mérőre, vagy az energiafogyasztással összefüggő adat (pl. HMV fogyasztás, üzemóra)
 - ▶ Almérők adatai (épületrész, vagy valamely rendszer, berendezés almérője, pl. légkezelők villamos energia fogyasztása), amennyiben rendelkezésre áll
 - ▶ Rövidtávú (pl. órás) energia igény, terhelési görbe, amennyiben rendelkezésre áll



Adatgyűjtés

- ▶ Az adatgyűjtés gyakorisága az audit témaköréhez és alaposságához igazodjon
- ▶ Épületek energiaauditjához általában havi adatok szükségesek
- ▶ Az energiafogyasztást befolyásoló tényezők, melyekről az információk összegyűjtése szükséges a vizsgált időszakra vonatkozóan:
 - Külső hőmérséklet
 - Releváns belső környezeti paraméterek (tipikusan a hőmérséklet, megvilágítás)
 - Az épületgépészeti rendszerek beállításai: set-pointok, menetrendek
- ▶ Az elmúlt 3 évben (vagy az adatgyűjtés által lefedett időszakban) bekövetkezett változások, melyek az energiafogyasztást befolyásolták:
 - Az épület helyiségei: pl. funkcióváltás, méretek változása
 - Épületszerkezeten végzett beavatkozások (ablakcsere, hőszigetelés)
 - Épületgépészeti rendszereket és az ellátott területeket érintő változások
 - Bérelővel kapcsolatos megállapodások
 - Területek használata (különböző használati idő, meghosszabbított üzemórák és belső terhelések)
 - Az épületgépészeti rendszerek beállításai



Adatgyűjtés

- ▶ Az energetikai teljesítmény jelzőszámhoz használandó értékek (a nemzeti indikátorhoz illeszkedően)
 - Alapterület
 - Épület térfogat
 - Egyéb

- ▶ Tervezési, üzemeltetési és karbantartási dokumentumok és információk:
 - Megvalósulási terv
 - Az épületgépészeti rendszerek által ellátott területek (melyik helyiségek vagy zónák fűtöttek, hűtöttek, hol van szellőzés)
 - Kapcsolási sémák, feltüntetve a zónákat, ha vannak
 - Szabályozási diagramok és beállítások
 - Készülék és alkatrész adatok és besorolás
 - Energiafogyasztó berendezések a használt terekben, egyéb belső hőterhelések



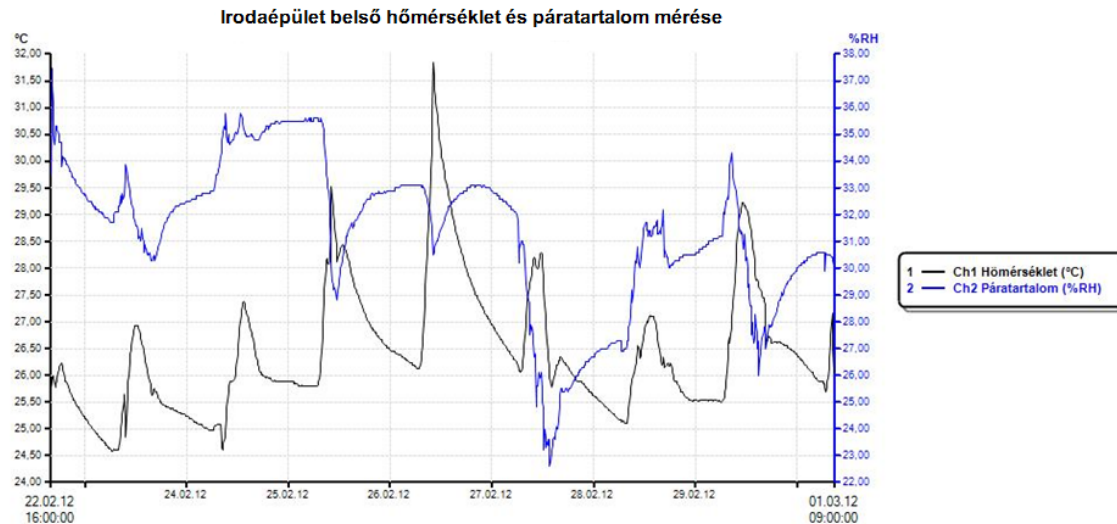
Helyszíni munka

- ▶ Az audit témakörének, alaposágának, célkitűzésének megfelelő helyszíni bejárását kell tartani
- ▶ A helyszínen az adatgyűjtés során kapott adatok ellenőrzése szükséges
- ▶ A műszaki rendszerek megfelelőek-e a kívánt célra, vagyis tudják-e biztosítani az elvárt szintű szolgáltatást
- ▶ Műszaki rendszerek teljesítőképességének értékelése: termelés, elosztás, hőleadás és szabályozás
- ▶ Épületgépészeti elemek szabályozása: szezonális igények
- ▶ Energiahatékonysági intézkedések keresése, kapcsolódó akadályok és korlátozások
- ▶ BMS rendszerben tárolt adatok ellenőrzése: set-pointok, menetrendek
- ▶ Audit témaköréhez, mélységéhez illeszkedő mérések elvégzése, pl.
 - Belső hőmérséklet, páratartalom
 - Légkezelők légmennyisége, befújt/elszívott levegő hőmérséklete
 - Fűtési-hűtési rendszer előremenő/visszatérő vízhőmérséklete
 - Használati melegvíz tárolás hőmérséklete





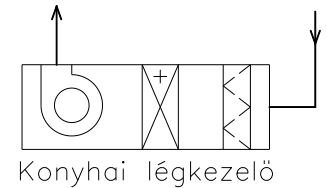
Helyszíni mérés, 1. példa



- 1 hetes hőmérséklet és páratartalom mérés adatgyűjtővel, 15 perces mintavételezéssel
- Az adott irodában jelentős a túlfűtés: a legalacsonyabb hőmérséklet 24,6°C, a legmagasabb 31,8°C, az átlagos belső hőmérséklet pedig 26,4°C volt.
- A hétvégi napokon – február 25 és február 26. – belső hőmérséklet-csökkentés nem volt jellemző, sőt a legmelegebb a hétvégén volt. A magas belső hőmérsékletet az okozza, hogy a fűtési rendszer szabályozása ablaknyitással történik, de a hétvégén bezárt ablakok mellett további túlfűtés alakul ki (kézi radiátor szelepeket nem használják, a kazánok szabályozása elavult)
- A páratartalom a mérési adatokat figyelembe véve kissé alacsony



Légtechnikai rendszer mérése



	Méret [mm×mm]	Mért paraméterek				Szűrő Δp_{st} [Pa]
		V [m ³ /h]	v [m/s]	t [°C]	p_{st} [Pa]	
Konyhai légkezelő	600×400	3850	4,45	23,9	89	10

	Tervezett V [m ³ /h]	Mért V [m ³ /h]	$V_{mért}/V_{terv}$ [%]
Konyha	3500	3850	110%

	Δp_{st} [Pa]	$A_{nyomókeret}$ [mm×mm]	$A_{nyomókeret}$ [m ²]	$V_{nyomókeret}$ [m/s]	Δp_{dny} [Pa]	$\Delta p_{\ddot{o}}$ [Pa]	$V_{\ddot{o}}$ [m ³ /h]
Konyha	333	350×350	0,12	8,73	46	379	3850



Energiahatékonysági fejlesztések

Általánosságban beruházást igénylő fejlesztési lehetőségek az alábbiak:

Épület, mint energiafogyasztó

- Külső határoló szerkezetek (elsősorban külső falak és zárófödémek) hőszigetelése
- Külső nyílászárók cseréje vagy korszerűsítése
- Hőtermelő rendszerek korszerűsítése (pl. kondenzációs gázkazán, hőszivattyú)
- Hőelosztó és hőleadó rendszerek korszerűsítése, pl. fűtési/hűtési vezetékek hőszigetelése, elavult fűtőtestek cseréje, termosztatikus szelepek felszerelése a hőleadókra, szabályozó szelepek beépítése, hidraulikai szabályozás, épületautomatika rendszer telepítése vagy fejlesztése



Energiahatékonysági fejlesztések

Épület, mint energiafogyasztó

- Külső árnyékolók elhelyezése
- Hűtési rendszer fejlesztése nagyobb hatásfokú hűtőgép beépítésével
- Integrált szabadhűtővel rendelkező folyadékhűtő beépítése (elsősorban komfort rendszer)
- Fűtési és hűtési szabályozó rendszer fejlesztése
- Használati melegvíz ellátó rendszer fejlesztése napkollektoros előfűtő rendszerrel
- Szellőző rendszerekbe hővisszanyerő beépítése
- Változó fordulatszámú szivattyúk és ventilátorok beépítése



Energiahatékonysági fejlesztések

Épület, mint energiafogyasztó

- Világítási rendszer LED-esítése (akár 65% világítási energia megtakarítás!)
- Jelenlét érzékelők beépítése a világítási rendszerbe, pl. mellékhelyiségek, raktárak
- Napelemes rendszer telepítése



12 MW napelemes rendszer SEAT autógyár, Martorell, Spanyolország



Energiahatékony üzemeltetési megoldások

Épület

- Megfelelő belső hőmérsékletek beállítása
- Hidraulikai beszabályozás
- A fűtési rendszerben csökkentett belső hőmérséklet beállítása az üzemen kívüli időszakokban (éjszaka, hétvége)
- A hőtermelő szabályozásának beállítása: megfelelő fűtési jelleggörbe, időjáráskövető szabályozás, időprogram.





Energiahatékony üzemeltetési megoldások

Épület

- A komfort hűtési rendszerben növelt belső hőmérséklet beállítása vagy a hűtési rendszer kikapcsolása az üzemem kívüli időszakokban (éjszaka, hétvége)
- A légtechnikai rendszerek időprogramjának beállítása: csak üzem közben működjenek.





Energiahatékony üzemeltetési megoldások

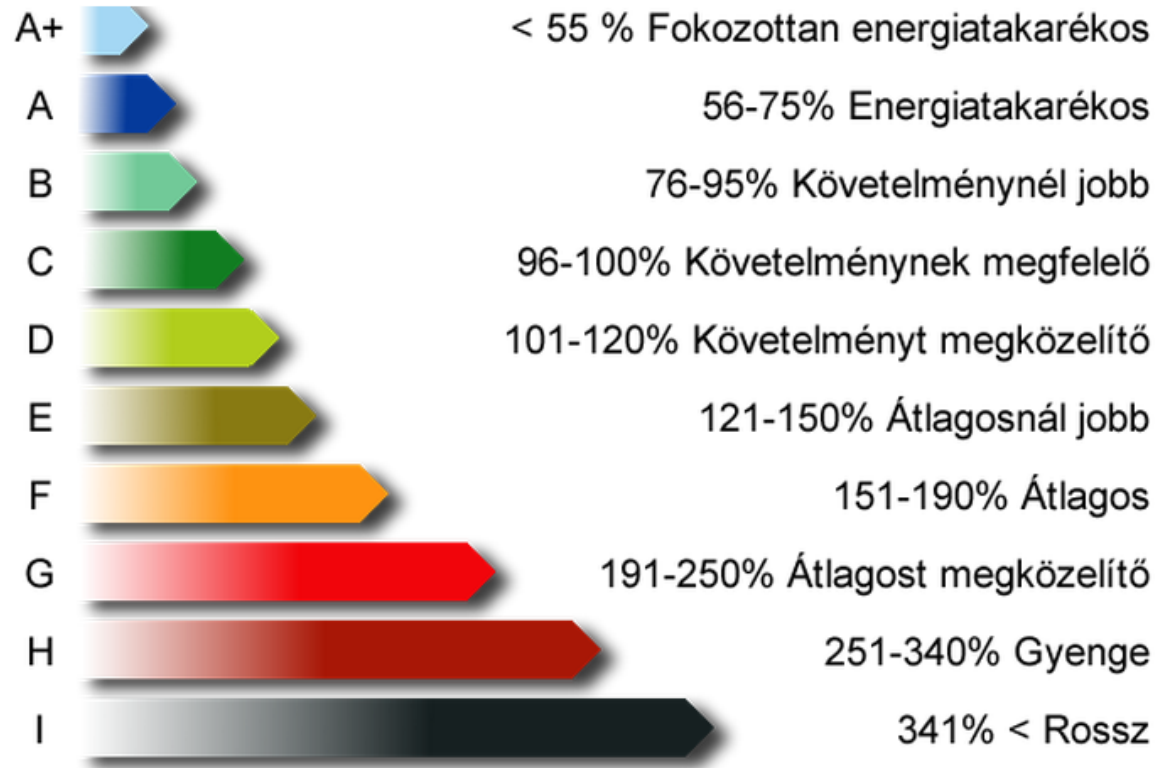
Épület

- Fűtési-hűtési menetrendek optimalizálása hőmérséklet adatgyűjtős mérésekkel:
 - Javasolt az adatgyűjtőkkel legalább 1 hetes periódust vizsgálni, mellyel a hétvégi üzem is vizsgálható
 - Mérési frekvencia: 10-15 perc
 - Megrendelővel egyeztetett mérési helyeken, pl. ahol panasz van; ahol elvileg minden rendben van; közel a hőtermelőhöz; távol a hőtermelőtől



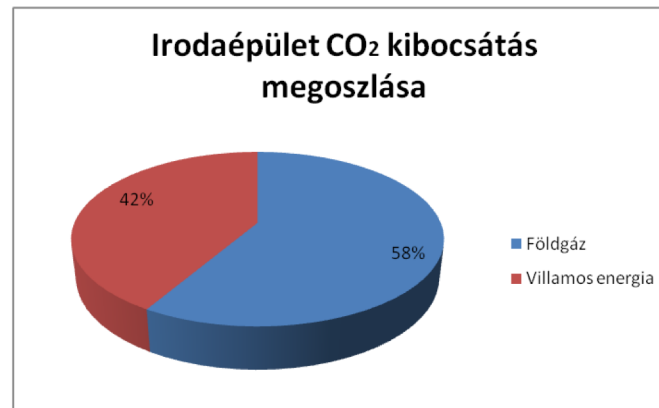
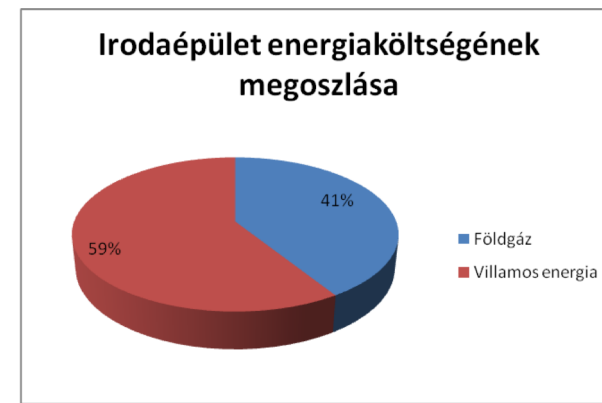
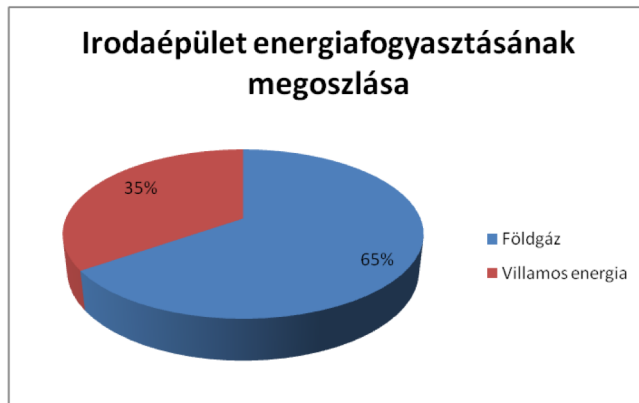


Értékelés, példa





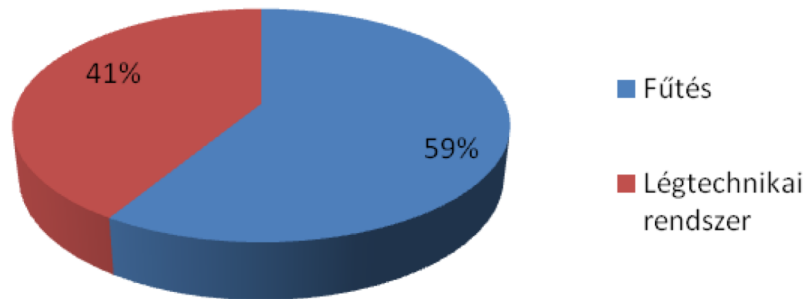
Értékelés, példa



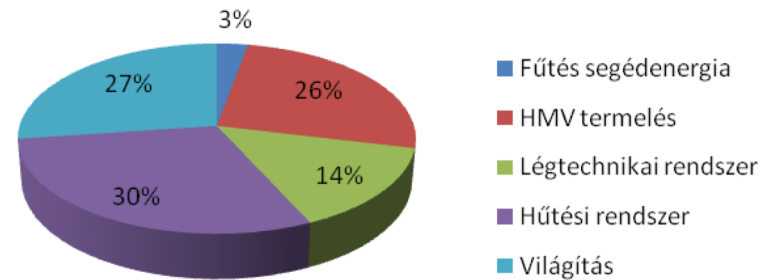


Értékelés, példa

Irodaépület földgáz fogyasztásának megoszlása



Irodaépület villamosenergia fogyasztásának megoszlása





Értékelés

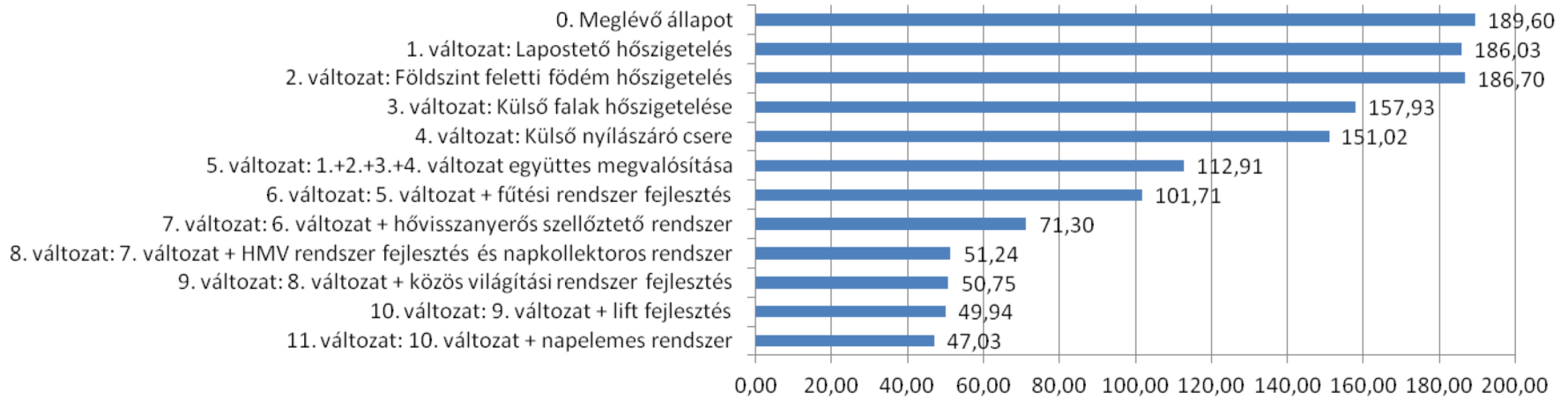
Energiahatékonyság növelésének lehetőségei

- ▶ Az intézkedések vizsgálatánál figyelemmel kell lenni a rendszerek egymásra hatására: pl. világítás korszerűsítés csökkenti a belső hőterhelést, ami viszont növeli a fűtési igényt és csökkenti a hűtési igényt
- ▶ Az épületszerkezet és az épületgépészeti és -villamossági rendszerek vizsgálata alapján kell beazonosítani az energiahatékonyságot fokozó intézkedéseket
- ▶ Az egyes intézkedések egyenkénti és csoportokban történő hatását vizsgálni kell.
 - Energiafogyasztás a fejlesztés után, energiamegtakarítás
 - Energetikai indikátor a fejlesztés után (energetikai minősítés)
 - Energiaköltség a fejlesztés után, energiaköltség megtakarítás
 - Egyéb költségek változása: karbantartás, üzemeltetés
 - Pénzügyi megtakarítás a fejlesztés hatására: energia, karbantartási, üzemeltetési költségek
 - Beruházási költség
 - A beruházás megtérülés: egyszerű megtérülési idő, vagy belső megtérülési ráta
- ▶ Az intézkedéseket a megadott kritériumok szerint rangsorolni kell
- ▶ Javasolt intézkedések, megvalósítási ütemterv

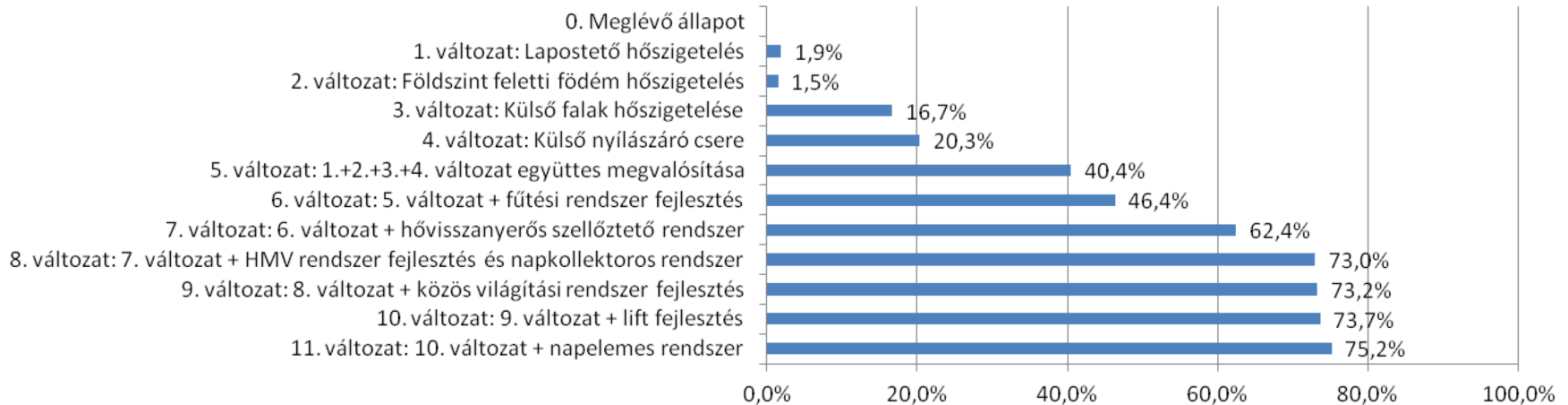


Társasházi épület: fejlesztési változatok hatása

Összesített energetikai jellemző, E_p [kWh/m²a]



Primer energia fogyasztás megtakarítás [%]





Jelentés

Energiahatékonyság növelésének lehetőségei

- ▶ Vezetői összefoglaló:
 - A jelenlegi energiafogyasztás és az épület energetikai minősítése a meglévő állapotban
 - Energiahatékonyság növelés lehetőségei, összefoglaló táblázattal
 - Javasolt intézkedések összefoglalása: beruházási költség, megtakarítás, megtérülés

- ▶ Épület alapadatok
 - Helyszín ismertetése
 - Közmű csatlakozások

- ▶ Energiafogyasztási adatok

- ▶ Üzemeltetés, karbantartás, létesítménygazdálkodás



Köszönöm megtisztelő figyelmüket !

Dr Magyar Zoltán
zmagyar@invitel.hu