



The Energy Centre
MAGYAR-EU ENERGIA KÖZPONT

Phare

CSINÁLJUK

JÓL!

ENERGIATAKARÉKOSSÁGI ÚTMUTATÓ

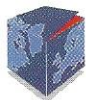


Foto: Buenos Dias

ENERGIAMEGTAKARÍTÁS AZ ISKOLÁKBAN

ÚTMUTATÓ ISKOLAI ENERGETIKUSOKNAK

2



Hogyan takaríthatunk meg energiát?

Ez az útmutató abban kíván segítséget nyújtani a gazdasági igazgatóknak, hogyan használják fel hatékonyan az energiát iskolájukban. Erre a személyzet és a diákok figyelmének felkeltésétől a fűtési rendszer korszerűsítéséig számos lehetőség kínálkozik.

Akik először töltenek be ilyen munkakört, azok számára az iskola energiaköltségeinek kezelése óriási feladatnak tűnhet. Az Útmutatóban számos olyan módszerről olvashatunk, amelyek segítségével az energiaköltségek sikeresen lefaraghatók.

Az energiaköltségek visszafogásának jelentősebb módszerei négy fő csoportba sorolhatók:

A tüzelőanyag-fogyasztás figyelemmel kísérése

- Rendszeresen olvassuk le a mérőket.
- Mielőtt a tüzelőanyag számla kifizeté-

sét jóváhagynánk, ellenőrizzük, hogy azt pontosan állították-e ki.

- Ellenőrizzük, hogy a gázért és az áramért a legkedvezőbb díjszabás szerint fizetünk-e.

Figyeljünk tudatosabban az energiafogyasztásra

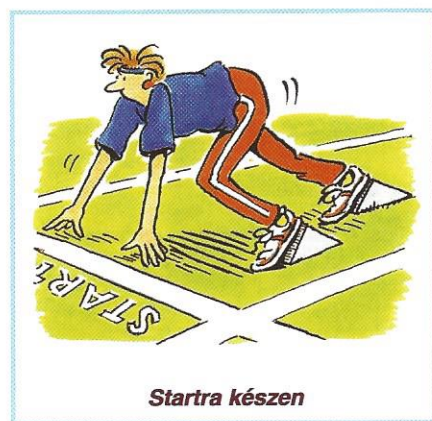
A személyzet és a diákok mindennapos tevékenysége energiapazarláshoz vezethet (pl. égve hagyják a világítást az üres termekben, nyitva felejtik az ablakokat). Mint gazdasági igazgatóknak az a feladatunk, hogy:

- elfogadtassuk a helyes üzemviteli intézkedéseket, és elmagyarázzuk a személyzetnek és a diákoknak, hogy ezek betartásával hogyan csökkenthető az energiafogyasztás.
- kérjük meg az osztályfőnököket, jelöljék ki osztályukban azokat a tanulókat, akik figyelemmel kísérik az energia-/vízfogyasztást.
- a figyelem és az érdeklődés folyamatos fenntartása érdekében rendszere-

sen tájékoztassunk mindenkit az elért eredményekről.

Üzemeltessük hatékonyan a fűtési rendszert

Vonjuk be a gondnoksági dolgozókat is. Az ő támogatásuk és jóindulatuk kulcsfontosságú ahhoz, hogy az iskola energiafogyasztása optimális legyen.



Miért fontos az energiatakarékosság?

Az iskolákban az energiát fűtésre, világításra, főzésre, melegvíz előállítására, számítógépek és egy sereg más berendezés működtetésére használják. Az energiaforrás nagyrészt valamilyen fosszilis energiahordozó - szén, olaj és gáz - vagy villamos áram. A villamos energiát is túlnyomórészt fosszilis tüzelőanyag elégetése révén állítják elő.

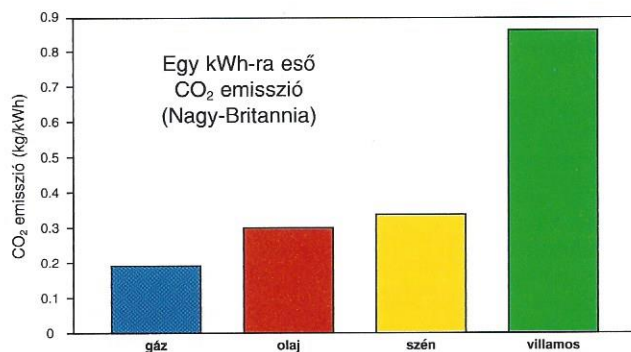
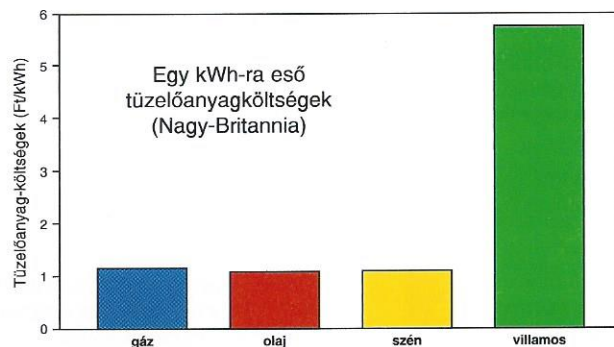
Egy fejlett ipari országban, pl.: Nagy-Britanniában egy lakos évente 6 tonna szénnek megfelelő energiát fogyaszt, ennek 94% -a szerves tüzelőanyagból származik. A szerves tüzelőanyagok elégetése két fontos következménnyel jár:

- gyors ütemben feléljük véges energiaforrásainkat, a szén, az olajat és a gázt, amelyek keletkezéséhez több millió évre volt szükség
- amikor a fosszilis tüzelőanyagot elégetik, a légkörbe kerülnek a felszabaduló gázok pl. a (savas esőt kiváltó) kéndio-

xid és a (globális felmelegedésért javarészt felelős) széndioxid. A bal oldali ábrán a tüzelőanyagok összehasonlító költségei láthatók. A jobb oldali ábra az egyes tüzelőanyagok széndioxid emisszióját mutatja be.

Látható, hogy a villamos áram messze a legdrágább energiahordozó, bár a felhasználási ponton mért hatékonysága rendszerint jobb, mint a fosszilis energiahordozóké. Az erőművek a villamos energia előállításához zömmel fosszilis tüzelőanyagokat égetnek el, ezért magasabb az ábrán a villamos energiára, mint a gázra, olajra illetve a szénre vetített CO₂ kibocsátás kilowattóránként.

Az előrejelzések szerint, ha a jelenlegi trendet nem sikerül megfordítani, a világ energiaszükséglete a jövő században 50%-kal fog növekedni. Ennek megakadályozására mindannyiunknak lépni kell, bármilyen csekélynek is tűnjön az egyes emberek hozzájárulása.



- Gondoskodjunk arról, hogy a dolgozók megfelelően ki legyenek képezve a kazánok és a fűtési rendszer szabályozóinak helyes üzemeltetésére.
- Rendszeres időközönként, különösen a fűtési szezon kezdete előtt, járjuk végig az iskolát és jegyezzük fel, mire kell odafigyelni.

Azonosítsuk a beruházási lehetőségeket

Ahogy a gazdasági igazgató fokozatosan megismeri, hogyan használják fel az energiát az iskolájában, egyre nyilvánvalóbb lesz, hogy például jobb gépekre és gépi berendezésekre, új szabályozásra, illetve további hőszigetelésre fordított további beruházással több energiát lehetne megtakarítani.

Ennek a négy tevékenységnek a révén a legtöbb iskolában könnyedén megtakaríthatunk 10–15% energiát. Az energetikusi feladatkört ellátó lelkiismeretes tanárok, igazgatók, iskolaszéki tagok gyakran 25%-kal is csökkenthetik az energiaszámlákat. A siker kulcsát valójában gyakran a gazdasági igazgató elkötelezettsége és lelkesedése jelenti. Ahol ez hiányzik, ott a megtakarítás valószínűleg csekély és tisztavirág-életű lesz.

A tüzelőanyag-fogyasztás figyelemmel kísérése

A gazdasági igazgatónak tudnia kell, mennyit költ az iskola tüzelőanyagra, és hogy mire használják ezt a tüzelőanyagot. A mérőórák rendszeres (heti illetve havi) leolvasása lényeges részét képezi az energiaköltségek kezelésének.

A gazdasági igazgató az iskola energiafogyasztását nyomon követheti, azáltal, hogy:

- elkészíti az egyes tüzelőanyagok felhasználás szerinti bontását,
- összehasonlítja a folyó év energiafogyasztását az előző évek fogyasztási adataival, és
- elemzi a rendszeres mérőleolvasás során kapott adatokat annak megállapítására, hogy hol és milyen hatékony az energiafelhasználás.

Miután már sikerült némi tapasztalatra szert tennünk és megismertük, hogyan és hol fogyaszt az iskola energiát, szükségünk lesz egy részletesebb felmérésre és auditálásra.

Ne feledjük azonban, hogy nemcsak az energetikai felmérés kerül pénzbe, a javasolt meg-

Az **energetikai felmérés** lényegében abból áll, hogy az iskola valamennyi épületét bejárjuk és feljegyzést, leírást készítünk:

- minden egyes energiát fogyasztó gépről és berendezésről,
- a kezelési helyekről és arról, mit lehet kezelni,
- a szabályozókról és beállításukról,
- a mérők helyéről és arról, hogy mit mérnek,
- az épületek méreteiről és építési módjukról.

A felmérés során egy megfelelően képzett mérnök gyorsan felfedezi a pazarlás területeit, melyek között sok olyan is lehet, amely az iskola dolgozó számára nem nyilvánvalóak.

Az **energetikai auditálás** egy épület energiafelhasználásának fizikai mérését jelenti. Az auditálás során elemezzük a mérőállások és az energetikai felmérés adatait, illetve felosztjuk az energiafogyasztást a különféle felhasználási módok, valamint gépek és berendezések között.

Az auditálás célja számot adni a teljes energiafelhasználásról, és javaslatot tenni a lehetséges megtakarításokra.

oldások is beruházást igényelnek. Noha egyes javaslatok megvalósítása semmiibe sem – vagy alig valamibe – kerül, egy átfogó szakmai energetikai felmérés valószínűleg forrásigényes intézkedéseket is javasol majd.

Jobban megfelel a szűkösebb kereteknek egy másik lehetséges módszer, amellyel szintén számos ötletet kaphatunk az energiatakarékosságra vonatkozóan: kérjünk fel egy nagy tudású szakembert, tartson szemlét az iskolában és a kazánházban. Ha a helyi önkormányzatnak van energetikai csoportja, hívjuk meg az egyik itt alkalmazott energetikust. Ha nincs, esetleg találunk olyan iskolaszéki tagot vagy szülőt, aki jártas az építőiparban illetve az energetikában, és hajlandó segíteni nekünk.

A figyelemmel kíséréssel és az energetikai felmérésből kidolgozhatjuk az iskolai energiafogyasztás összevetésre alkalmas alapadatait, annak érdekében, hogy:

- lássuk, hogy a saját teljesítményünk az előző évekéhez képest romlott vagy javult; és
- összehasonlíthassuk más iskolákkal.

Az iskola éves energiafogyasztásának összesítése alapján az energiahatékonyságra vonatkozóan kiszámíthatjuk a fajla-

gos teljesítmény mutató (FTM) néven ismert mérőszámot.

Nyilvánvaló, hogy ott van leginkább lehetőség költséghatékony energiatakarékossági beruházásokra, ahol az iskolaépület FTM-je rossz, noha bizonyára ott is van mit javítani, ahol jó. Mivel az épületek átlagteljesítménye folyamatosan javul, ami jelenleg jónak számít, idővel esetleg átlagosnak minősül majd. A jelenlegi besorolástól függetlenül az iskoláknak folyamatosan is erőfeszítéseket kell tenniük az energiahatékonyság javítására.

Figyeljünk tudatosabban az energiafogyasztásra

Ha az iskolában dolgozókat és a diákokat arra ösztönözzük, hogy alkalmazzák a józan ész diktálta üzemviteli gyakorlatot, pl. kapcsolják le a villanyokat, zárják el a csapokat stb., biztos sikerül legalább 10% csökkenést elérni.

A megtakarítást a helyes üzemvitel kialakításával kell kezdeni. Ennek előnyei:

- nem igényel beruházást,
- a bevezetett módszerek azonnali megtakarítást eredményeznek.

Megtakarítás még a legjobban vezetett iskolákban is lehetséges.

Egy dolog megállapítani, hogy melyek a jó üzemvezetési módszerek, egy másik rá-

A **fajlagos teljesítmény mutató (FTM)** olyan módszer, amellyel reálisan összehasonlíthatjuk saját iskolánk és más iskolák energiafelhasználását. A mutató mértékegysége kWh/m²/év.

A FTM úgy számítható ki, hogy:

- összegezzük iskolánk éves villamosenergia-fogyasztását,
- összegezzük egyéb (tüzelőolaj, gáz, szén, koks) energiahordozó fogyasztását
- a m³/év-ben mért gázfogyasztást, olajfogyasztást, a t/h-év-ben mért szilárd tüzelőanyag fogyasztást átszámítjuk kWh/év-re, ehhez segítségként olvassuk le a számlákon feltüntetett fűtőértékeket,
- ha iskolánk esetleg távhőszolgáltatásra van kapcsolva, kérjük meg a szolgáltatót, hogy közölje velünk éves hőfogyasztásunkat,
- az így kWh/év-ben kiszámított teljes éves energiafogyasztásunkat osszuk el az iskolaépület összes m²-ben mért alapterületével.



venni a dolgozókat és a diákokat, hogy bevett szokásaikat megváltoztassák. Mégis az iskolában az energiaszámlák csökkentésének az egyik legcélravezetőbb módszere az, ha a dolgozókat és a diákokat energiatakarékos szokások kialakítására ösztönözzük. Ennek elérésére számos módszer kínálkozik:

- kiírhatunk pályázatot olyan plakátok tervezésére, amelyek felhívják a figyelmet, hogy zárjuk be az ajtókat, ablakokat, stb., illetve olyan matricák elkészítésére, amelyeket a csapok, villanykapcsolók stb. fölé ragaszthatunk;
- minden osztályban választhatunk energiafelelőst;
- meghívhatunk olyan színjátszó együtteseket, amelyek energiatakarékosági illetve környezetvédelmi vonatkozású előadásokat tartanak;
- beiktathatunk a tantervbe energiával kapcsolatos témákat;
- az érintett dolgozóknak továbbképzést biztosíthatunk és ösztönzőket tűzhetünk ki.

Az energiához való tudatosabb hozzáállás kialakítása az a terület, ahol a gazdasági igazgatónak és a tantestület vezetőinek elkötelezettsége az energiaköltségek lefaragására a legnagyobb hatással van.

Üzemeltessük hatékonyan a fűtési rendszert

A jó energiagazdálkodáshoz a kazának megfelelő karbantartása és optimális hatásfok melletti üzemeltetése is hozzátartozik. Számos iskola energetikai auditálása azonban kimutatta, hogy energiatakarékosági szempontból legalább ilyen fontos a fűtési rendszer és a szabályozók üzemeltetésének módja is.

Különös figyelmet kell fordítani:

- a fűtőberendezés üzemére a hétvégeken és a szünidőben,
- a kazán(ok) üzemére a használati melegvíz előállítás céljából elsősorban a fűtési időnyen kívüli időszakban,
- az optimalizátor (lásd később) és egyéb szabályozók helyes idő és hőmérséklet beállítására.

Fontos, hogy mind a gazdasági igazgató, mind a gondnokság ne csak ismerje a fűtési rendszer és a szabályozók üzemeltetésének módját, hanem tudja azt is, hogyan lehet változtatni a beállított értékeken – mert ezeket pl. az egyes évszakokban változó fűtési igény szerint illetve a hosszabb üzemidőnek (pl. amikor az iskolát este is használják) megfelelően át kell állítani.

A fűtési rendszer legjobb üzemével kapcsolatban először is a helyi önkormányzat energetikai osztályának épületgépészeihez fordulhatunk tanácsért. Ezen felül a kazánok és szabályozó berendezések gyártói is adnak üzemeltetési utasítást, kétségek esetén pedig tanácsot tudnak adni.

A fűtési szezon kezdete előtti bejárás ideális alkalom a szervizelést, karbantartást illetve javítást igénylő tételek összeírására. Az ellenőrizendő tételek listája iskolánként változhat, a gazdasági igazgatónak kell fokozatosan összeállítania az iskolájára vonatkozó listát.

Azonosítsuk a beruházási lehetőségeket

Számos olyan műszaki megoldás létezik, amellyel az iskolaépület energiafelhasználását csökkenthetjük, pl. fejlettebb szabályozókat szerelhetünk a fűtési rendszerbe vagy jobban leszigetelhetjük a padlásteret.

A túlóldalon a táblázat számos olyan műszaki megoldást sorol fel, amely az iskolákban alkalmazható. Ezeket 145 iskola energetikai felmérésének ajánlásaiból válogattuk össze.

A gazdasági igazgató számára hasznos, ha tudják, hogy hová lenne szükséges új, hatékonyabb berendezést felszerelni az iskolában, hogy amikor erre módjuk kínálkozik, pl. amikor az iskolaépületek felújításra kerülnek, vagy egy berendezést le kell cserélni, élni tudjanak a kínálkozó lehetőséggel. Azonban a különféle műszaki megoldások kölcsönhatása miatt elengedhetetlen a körültekintő tervezés és szerelés.

Az iskolák többségénél az épületszerkezet, csakúgy mint a fűtési rendszer és az elektromos hálózat, a helyi önkormányzat hatáskörébe tartozik. Csak a független és a

saját döntésük alapján az önkormányzat illetékessége alól kikerült iskolák dönthetnek saját hatáskörükben az iskola épületére fordított beruházásokról. Ennek következtében, noha az iskolák a kisebb beruházásokat (például lámpacsere) az energiamegtakarításból finanszírozni tudják, a nagyobb műszaki beruházások megszervezése és finanszírozása a helyi önkormányzat megfelelő osztályának hatáskörébe tartozik.

A finanszírozási konstrukciók önkormányzatonként nagyon eltérőek lehetnek, a gazdasági igazgatónak kell utánajárnia, hogy az adott önkormányzatnál milyen konstrukció létezik.

Ha nem is valamennyi, de valószínűleg sok energiatakarékosági beruházás lesz a szokásos kritériumaink szerint költséghatékony. De ne feledkezzünk meg arról, hogy az energiatakarékoság mellett más tényezők, például a kisebb karbantartási igény, a megbízhatóbb berendezés vagy a nagyobb komfort legalább ilyen fontosak lehetnek egy projekt pénzügyi megítélésében.

Költséghatékonyság

Ha már megtudjuk, hogy milyen intézkedésekkel érhető el energiamegtakarítás, azt is meg kell vizsgálnunk, melyek a beruházásra érdemes projektek, és melyek közülük a legfontosabbak. Ehhez megfelelő pénzügyi értékelésre van szükség. Első lépésként ki kell számítanunk az adott intézkedés költséghatékonyságát. Erre számos módszer áll rendelkezésre, az alábbiakban a két legegyszerűbbet ismertetjük:

- egyszerű megtérülés
- egyszerű megtérülési ráta

Egyszerű megtérülés

Ez a költséghatékonyság mérésének legegyszerűbb módja. Kiszámításához a beruházási költséget elosztjuk az éves megtakarítással, azaz:

$$\text{Megtérülés (év)} = \frac{\text{Beruházási költség}}{\text{Éves tüzelőanyag-költség megtakarítás}}$$

Egyszerű megtérülési ráta

Ezzel a módszerrel egy beruházás megtérülését a hitel költségeivel hasonlíthatjuk össze. Az alábbiak szerint számolhatjuk ki:

$$\text{Megtérülési ráta} = \frac{\text{Éves tüzelőanyag-költség megtakarítás} \times 100}{\text{Beruházási költség}}$$

Energiahatékonysági intézkedések

Megtérülési idő	A kazánházzal és a fűtési rendszerrel kapcsolatos intézkedések	Egyéb intézkedések
BERUHÁZÁST NEM IGÉNYLŐ INTÉZKEDÉSEK (azonnali megtérülés)	<ul style="list-style-type: none"> ● Ne üzemeltessük a hétvégeken főlegesen a kazánokat ● Ne fűtsünk a szünidőben ● Gondoskodjunk róla, hogy a szabályozók úgy legyenek beállítva, hogy a kellő időben a megfelelő hőmérsékletet biztosítsák ● Gondoskodjunk róla, hogy a fagyvédelem megfelelően legyen beállítva ● Nyáron szigeteljük a télen használt kazánokat és fűtési alapvetéseket 	<ul style="list-style-type: none"> ● Csökkentsük a használati melegvíz hőmérsékletét ● A szünidőben helyezzük üzemem kívül a villamos forróvíztárolókat ● Ha van, használjuk az úszómedence zárható fedelét ● Amikor kiégnek, a 38 mm-es fénycsöveket 26 mm-es nagy hatékonyságú fénycsövekre cseréljük le (ha van gyújtókészülék)
GYORS MEGTÉRÜLÉS (2 évnél rövidebb)	<ul style="list-style-type: none"> ● Állítsuk be újra az optimalizátorokat és a fűtésszabályozókat ● Ellenőriztessük, hogy megfelelő-e a kazánok légfeleslege (a szokásos karbantartás keretében) ● Szereljük fel kazánsorrend vezérlést ● Szüntessük meg a folyásokat és csöpögéseket ● Csökkentsük a kiegészítő villamos fűtőtestek használatát ● Telepítsünk, javítsuk meg, illetve cseréljük le a termosztátokat ● Szigeteljük le a használati melegvíz tárolókat ● Az egyedi fűtőtesteket lássuk el szabályzóval 	<ul style="list-style-type: none"> ● Állítsuk be a használati melegvíz termosztátokat és az időkapcsoló órákat és védjük őket az avatatlan beavatkozás ellen ● Zárjuk a használaton kívüli légrácsokat ● Zárjuk le légmentesen a használaton kívüli kéményeket és szellőző kúrtókat ● A radiátorok mögé tegyünk hővisszaverő fóliát ● Az úszómedence keringetőszivattyúijához szereltesünk időkapcsolót ● A hagyományos izzókat cseréljük le kompakt fénycsövekre.
KÖZEPES MEGTÉRÜLÉS (2-5 év)	<ul style="list-style-type: none"> ● Szereltesünk fel a kazánokra korszerű égővezérlést és füstgázzelemzőt, ● Szüntessük meg az éjszakai csökkentett üzemet és szereltesünk fel optimalizálót, ● Szereltesünk fel termosztatikus kazánvezérlést, ● Készítessünk hőszigetelést a kazánokra vagy javítsuk azt, ● Szereltesünk fel optimalizátort, és/vagy időjárásfüggő szabályozást, ● Létesítsünk épületfelügyeleti rendszert, ● Szigeteltessük a fűtési hálózatot, ● A villamos forróvíztárolókhoz szereltesünk időkapcsoló órát, ● A központi használati melegvíztermelő kazán helyett szereltesünk helyi gáz-vízmelegítőket vagy éjszakai áramra kapcsolt villamos forróvíztárolókat, ● Szereltesünk időkapcsoló órát a ventilátoros klímakonvektorokhoz, ● A helyi villamos fűtőtesteket cseréljük éjszakai áramra kapcsolt hőtárolós kályhákra 	<ul style="list-style-type: none"> ● Lássuk el szabályozással a hőtárolós kályhákat, ● Készítessünk fedelet az úszómedencéhez, ● Szereltesünk fel a külső ajtókra önműködő zárószervezetet, ● Szigeteljük a külső ablakokat és ajtókat szigetelő csíkkal, ● Szigeteljük le a padlástereket a hatályos szabványoknak megfelelően, ● Szigeteljük a faüregeket, ● Szereljük fel porlasztós csaptelepeket és automata csaptelepeket a zuhanyozókhoz, ● Szereljük fel víztakarékos WC és vizelde öblítőket, ● Szerezzünk be hőszivattyús hővisszanyerőt az uszodához, ● Szabályozzuk időkapcsoló órával az elszívó ventilátorokat, ● Rendezzük át a lámpatestek áramköreit.
HOSSZÚTÁVÚ MEGTÉRÜLÉS (5-10 év)	<ul style="list-style-type: none"> ● Osszuk fel a központi fűtőberendezést zónákra ● Építsünk be új kondenzációs kazánt ● Cseréljük le a villamos melegvíztárolókat gázüzemű készülékekre 	<ul style="list-style-type: none"> ● A villamos forróvíztárolókat cseréljük le gázüzemű készülékekre ● A főbejáratnál alakítsunk ki szélfogó előteret ● Szereljük fel kettős üvegezésű ablakokat ● Szereljük utólag második üveget az ablakokra ● A túlméretezett üvegtáblák felületét csökkentsük szigetelt panelekkel ● Szereljük fel automatikus uszodafedelet ● Szereljük mozgásérzékelőket a világítás vezérléséhez ● A régi gyújtószervezeteket cseréljük a fénycsöveknél nagyfrekvenciás gyújtószervezetre

Műszaki intézkedések iskolai energiatakarékossághoz



A kazánház és a fűtési rendszer

A kazánház és a fűtés szabályozása gyakran a leggyümölcsözőbb és legköltséghatékonnyabb területei az energiatakarékos beruházásoknak, különösen, ha a berendezések már 5-10 évnél öregebbek.

Az előző táblázat számos olyan módszert sorol fel, amellyel javítható az iskolák fűtési és használati melegvíz rendszere. Nem mindegyik módszer alkalmazható minden iskolában, de a táblázatot használhatjuk annak ellenőrzésére, hogy iskolánkban mi az, amit tovább lehetne javítani. A továbbiak során azt ismertetjük, hogy egyes szabályzók mire alkalmasak, így a gazdasági igazgatók könnyebben eldönthetik, melyik megoldás lehet hasznos saját intézményükben.

Optimális ki/bekapcsolás szabályzó

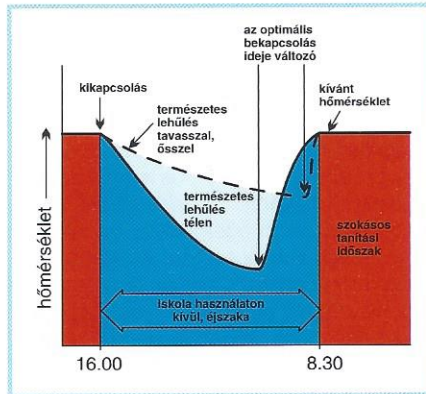
Az optimalizátor jelentős megtakarítást eredményezhet, főleg ősszel és tavasszal, amikor a fűtést nem kell olyan korán bekapcsolni vagy olyan sokáig működtetni. Nem szabad manuálisan felülbírálni vagy a beállítást állandóan megváltoztatni, mert akkor vagy energiát pazarolunk, vagy az iskola nem lesz időben felfűtve.

Az optimalizátor olyan érzékelőkhöz csatlakozik, amelyek az iskolán belüli és kívüli hőmérsékletet mérik. Ezeknek az adatoknak az alapján kiszámítja, mikor optimális bekapcsolni a rendszert ahhoz, hogy az épületet egy megadott időpontra (pl. 7.45-re) a lehető legkevesebb energia felhasználásával megfelelő hőmérsékletre fűtse fel. Egyes optimalizátorok a tanítás vége előtt ki is kapcsolják a fűtést, tudván, hogy elég hőt tárol még az épület ahhoz, hogy az iskola bezárásáig meleg maradjon.

Időjárásfüggő szabályozás

Az időjárásfüggő szabályozók olyan fűtésszabályzók, amelyek a fűtőtestekbe áramló melegvíz hőmérsékletét szabályozzák, hogy így kompenzálják a külső hőmérsékletben bekövetkező változásokat.

A szabályozók külső érzékelőit megfelelő helyen kell elhelyezni és rendszeresen karban kell tartani ahhoz, hogy a legnagyobb megtérülést érjük el velük.



Az optimális bekapcsolás vezérlése

A kazánok bekapcsolási sorrendjének vezérlése

Egyes iskolákban párhuzamosan több kazánt szereltek fel, amelyek egyenként is üzemeltethetők. Csak a leghidegebb időjárás mellett és csak az első felfűtéskor van szükség valamennyi kazánra. Az esetek többségében a kazánok egy részét ki lehet kapcsolni. A sorrendszabályozó ezt automatikusan elvégzi, eldöntve, hogy az adott hőterhelés mellett, mely kazánok üzemére van szükség. Ez növeli a kazánok hatásfokát és jelentős energiamegtakarítást eredményezhet.

Épületfelügyeleti rendszerek

Az épületfelügyeleti rendszerek az energiafogyasztás szabályozásának legfejlettebb típusát képviselik. Ritkán fordul elő, hogy önálló energiatakarékos célú intézkedésként telepítenek egy ilyen rendszert. Általában egy nagyobb fűtési-környezet keretében kerül sor létesítésére.

Az épületfelügyeleti rendszerek mikroprocesszoros technológiát alkalmaznak a fűtés, világítás, a villamos terhelés és a kazánok automatikus ellenőrzésére és szabályozására. Az ilyen rendszerek azzal az előnnyel járnak, hogy az iskola vezetésének részletes információkat nyújtanak az iskola fűtési rendszeréről, világítási és egyéb berendezéseiről, az energiafogyasztásról és annak költségeiről.

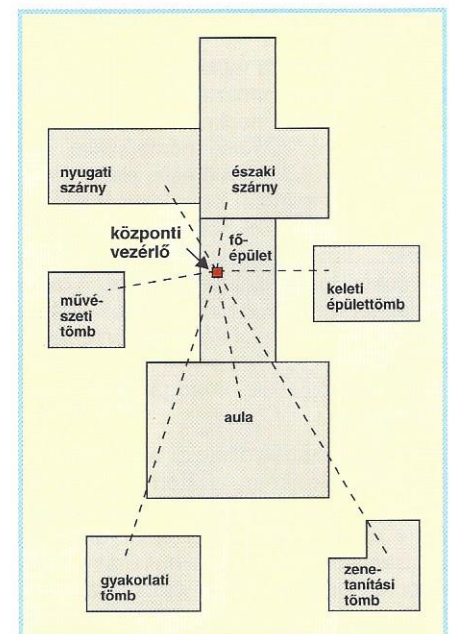
Fontos tulajdonsága ezeknek a rendszereknek, hogy adatokat szolgáltatnak a vezetésnek, miközben olyan egyszerű feladatokat is ellátnak, amelyeket kevésbé bonyolult eszközökkel is el lehet végezni, pl. figyelik a kazán hatásfokát, a helyiségek

hőmérsékletét, a be- és kikapcsolási időket, stb. Az épületfelügyeleti rendszer például képes olyan nyilvántartást is vezetni az energiafogyasztásról, amelyből meg lehet állapítani az étkeztetés energiaköltségeit (ha van almérő) illetve a munkaidőn kívüli energiafelhasználást.

Ma már sok iskolai épületfelügyeleti rendszer a helyi önkormányzatnál lévő központi számítógéphez kapcsolódik (Angliában). Ha rendelkezésre áll helyi vizuális kijelzőegység és nyomtató, akkor egy ilyen rendszer segítségével az iskolának sokkal nagyobb lehetősége lesz arra, hogy a fűtési és világítási berendezések és gépek állapotának és energiafogyasztásának figyelemmel kísérése révén kezelhesse fűtőanyagszámláit. Az így kapott statisztikai és grafikus információkat a tananyagban is hasznosíthatják.

Zóna szabályzások

Olyan iskolák, amelyeknek egy nagy épületük van, vagy több szomszédos épületből állnak, zóna szabályozást is alkalmazhatnak. Az egyes zónákba belépő fűtőcsövekre motoros szelepeket lehet szerelni és ezeket külön-külön be lehet programozni, hogy a fűtést az adott zóna szükségletének megfelelően kapcsolják ki és be. A zóna szabályozást arra is használhatjuk, hogy az iskola különböző részeit más-más hőmérsékleten tartsuk. A tornatermeket és a sportcsarnokokat



Egy iskola központi szabályozású zóna-beosztásának vázlatja

például elég 14 °C-ra fűteni, míg a tantermek hőmérsékletének 18 °C-nak kell lennie.

Egy iskolát akkor is érdemes zónákra osztani, ha bizonyos részeit a rendes iskolaidőn kívül is gyakran használják, pl. esti tanfolyamokra vagy a tornatermet sportfoglalkozásokra. Ha az egész iskolát fűteni kell iskolaidőn kívül, pl. szülői értekezletek miatt, akkor a zónázással nem lehet energiát megtakarítani. Iskolánk zónásítása nyilvánvalóan attól függ, milyen igényeknek kell megfelelnünk. Ha iskolánkban a fűtést még nem zónásították vagy ezt nem megfelelően tették, akkor a zónaszabályozás kialakítása költséghatékony beruházásnak bizonyulhat, főleg ha a meglévő csőhálózat erre alkalmas, máskülönben a megtérülési idő hosszú lehet.

Egyéb szabályozások

A szobatermosztátok és a termosztatikus radiátorszelepek egyszerű szabályozók, de ha egy osztályteremben vagy egy áramkörben alkalmazzuk őket, energiát takaríthatunk meg: ha egy helyiségben 1 °C-al emeljük a hőmérsékletet, 6–10%-kal lesz magasabb a fűtésszámla. A déli fekvésű helyiségekben különösen jó szolgálatot tesz, ha egyedi termosztáttal szabályozzuk a hőmérsékletet. A túlfűtést a termosztát azzal akadályozza meg, hogy lekapcsolja a fűtőtesteket, amikor a napbesugárzásból származó hőnyereség is elegendő ahhoz, hogy a helyiséget fel-fűtse.

Számos iskolában működik fagyvédelem. Ez a fagyvédőtermostát az összes többi fűtésszabályozót megkerülve, bekapcsolja a kazánt, ha a külső hőmérséklet egy meghatározott érték alá esik, abból a célból, nehogy a fűtés- és a vízvezetékcsövek elfagyjanak. Téli hétvégeken és szünetekben szokták bekapcsolni, amikor egyébként nincs szükség fűtésre. A fagyvédelmet nem szabad túl magas értékre beállítani, mert ezzel hőt pazarlunk, de az értéket túl alacsonyra sem állíthatjuk, és ki sem kapcsolhatjuk, mert fagykárt szenvedhetünk.

A programszabályozókkal állandóan fűtött helyiségekben a hőmérséklet az éjszakai órákra egy meghatározott értékre csökkenthető. Leginkább azokban az iskolákban tanácsos használni őket, ahol folyamatos fűtésre van szükség (pl. internátus), de arra is alkalmazhatók, hogy megakadályozzák az épület éjjeli lehűlése folytán keletkező párakicsapódást.

Egyszerű, vagy bonyolult szabályozás?

Minden szabályozási rendszert megfelelően kell felszerelni és üzembehelyezni ahhoz, hogy képes legyen hatékonyan működni. A fentiekben leírt szabályozási módok közül némelyik meglehetősen összetett, és folyamatosan beavatkozik annak érdekében, hogy a fűtési rendszer egyes részei a legkedvezőbb hatékonysággal üzemeljenek.

Éppen ezért, ha ezt a rendszert elállítják, vagy babrálunk vele, energiavesztések jelentkezhetnek.

Ennek tudható be, hogy az iskolai vezetés részéről egyre növekvő igény mutatkozik olyan fűtésszabályozási rendszerek iránt, melyet az iskola személyzete képes megérteni és kezelni. Azokban az iskolákban, ahol ez a helyzet, ott egy könnyen áttekinthető és kezelhető szabályozást előnyben kell részesíteni egy összetettebb, műszakilag fejlettebb automatikus üzemű rendszerrel szemben, mely védtelen a szakszerűtlen beavatkozásokkal szemben.

Világítás

A világítás a legnagyobb villamosenergia-fogyasztó egy iskolában. Ha a világítás-technika legújabb vívmányaira támaszkodunk, azonos megvilágítást biztosítva akár 30-60%-kal is csökkenthetjük az energiafogyasztást, különösen akkor, ha a világítótestek tíz évesek vagy ennél öregebbek.

Ebben a részben négy olyan módszert ismertetünk, amellyel csökkenthetjük a világítási költségeket. Ezek:

- cseréljük le a hagyományos izzólámpákat kompakt fénycsőre,
- korszerűsítjük a már felszerelt fénycsöveket,
- használunk kiváló hatásfokú, mag nyomomású nátrium lámpákat a díszteremben és a tornacsarnokban, és
- alakítsunk ki jobb kapcsolórendszert.

Kompakt fénycsövek

Ha úgy döntünk, hogy a hagyományos izzólámpákat (kompakt vagy csöves) fénycsövekre cseréljük, jó lehetőség kínálkozik arra is, hogy az osztályteremben javítsunk a megvilágítás szintjén. A munkavégzés síkjában az oktatás során legalább

300 lux legyen a megvilágítás. Ha a meglévő lámpákkal egyező vagy azoknál nagyobb teljesítményű modern fénycsövet vagy kompakt fényforrást szerelünk fel, egyszerre javíthatunk a megvilágítás szintjén és takarékoskodhatunk az elektromos energiával. A kompakt fénycsövekből néha másfajta fényt kapunk, mint a hagyományos izzókból. Ezért ellenőrizzük az új fényforrás jellegzetességeit és a megvilágítási szintet, mielőtt az egész iskolában lecserélnénk az izzókat.

A hagyományos izzók átlagosan egy watt teljesítményt fogyasztanak 14 lumen fényteljesítmény leadásához (a lumen az egy adott fényforrásból nyert fény egysége). A kompakt fénycső ehhez képest wattonként 60 lumen fényt termel, és ezenfelül nyolcszor hosszabb az élettartama. Bár az új lámpák drágábbak, mint a hagyományos izzók, üzemeltetésük fele annyiba kerül. A szemközti lapon a második ábra igazolja, hogy pénzügyi szempontból helyesen döntünk, ha a hagyományos izzókat kompakt fénycsövekkel váltjuk ki. Ez utóbbiak számos formában kaphatók és eltérő teljesítményűek, de gyakorlati szempontból három csoportba sorolhatók:

1. **Közvetlenül cserélhető típus.** Ezeket a lámpákat úgy tervezték meg, hogy közvetlenül a hagyományos izzó helyére csavarhassuk őket, ezért saját fénycsőelőtéttel (ami szokásosan induktív fojtótekerccs) és vezérlő szerkezettel együtt kaphatók.
2. **Fényforrás és adapter.** Egyes gyártók olyan speciális adaptereket készítenek, amelyekbe a fénycsőelőtétet és a vezérlő szerkezetet helyezik. Az adapter a hagyományos foglalat és a kompakt fénycső közé kerül. Ennek az az előnye, hogy nem kell az egész szerelvényt eldobni, ha a lámpa meghibásodik. Az adapter élettartama ugyanis 32.000 és 50.000 óra között van, míg az égő 8000 órára van hitelesítve.
3. **Fényforrás (fénycsőelőtét nélkül).** Ezekhez a fényforrásokhoz külön a célra tervezett, a fénycsőelőtétből, a vezérlő szerkezetből és a foglalatból álló szerelvényre van szükség. Ezek csak akkor jönnek számításba, ha a lámpatesteket cseréljük vagy felújítjuk.

A kompakt fénycső előnye az azonos fényteljesítményű hagyományos izzóhoz képest nemcsak az, hogy 40-70%-kal kevesebb áramot fogyaszt, hanem az is, hogy az utóbbi 1000 órányi élettartamához képest 8000-10.000 órára van hitelesítve. Ez annyit jelent, hogy amennyiben napi 6 órát tartjuk bekapcsolva a világítást, akkor a kompakt fénycsöveket öt évente egyszer



kell cserélni, a hagyományos izzókat pedig kb. 8 havonta - hogy örülnek majd az elfoglalt pedellusok!

Vannak azonban a kompakt fénycsöveknek olyan tulajdonságaik is, amelyek bizonyos körülmények között hátrányt jelentenek:

- a legtöbb kompakt fénycső nem alkalmas arra, hogy fényerősség szabályozóval együtt használjuk őket, és némelyik biztonsági fényforrásként sem használható;
- a közvetlen cseréire alkalmas kompakt fénycsövek némelyike elég nehéz, és a hagyományos izzónál hosszabb, tehát nem minden szerelvénybe illeszthető be;
- egyes iskolákban gondot okozhat, ha a viszonylag drága fénycsövet ellopják, különösen ott, ahol a világítási szerelvények nem zártak, hanem könnyen hozzáférhetőek.

Mielőtt eldöntenénk, melyik fényforrást vásároljuk, vegyük fel a kapcsolatot egy olyan helyi elektromos céggel, aki hajlandó megengedni, hogy a különböző típusokat kipróbáljuk. Tudjuk meg, hogy az önkormányzatnál működik-e a fénycsövekre vonatkozóan nagybani beszerzési konstrukció, mert ha igen, ez a beszerzés legolcsóbb formája.

Fénycsövek

Az elmúlt évtizedben a hagyományos fénycsövek hatalmas fejlődésen mentek keresztül. Három olyan fejlesztésre került sor, amelyről minden iskolának tudnia kell:

- bevezették a vékonyabb, 26 mm átmérőjű fénycsöveket,
- megjelentek az új, elektronikus gyújtószerkezetek, és
- a magas frekvenciájú elektronikus fénycsőelőtétetek.

Az új, 26 mm átmérőjű fénycsövet rendszerint a 38 mm-es hagyományos típusban alkalmazott argon helyett gyakran kriptonnal töltik. Az új fénycső ugyanolyan fénytéljesítmény mellett mintegy 8%-kal kisebb fogyasztású, mint a 38 mm-es változat, így az üzemeltetési költségekben azonnal és tartósan csökkenés áll be. A 26 mm átmérőjű fénycső valamivel olcsóbb, és a legtöbb gyújtóval működtetett világító berendezésben a régi csövet csak le kell cserélni az újjal, módosításra nincs szükség. A gyújtókészülékkel működtetett fénycső volt korábban a legelterjedtebb típus, felismerni is könnyű őket a szerelvénybe dugott „gyújtó”-ról. Akkor cseréljük a 38 mm-es fénycsöveket 26 mm-esekre, amikor a régi fénycső elhasználódott.

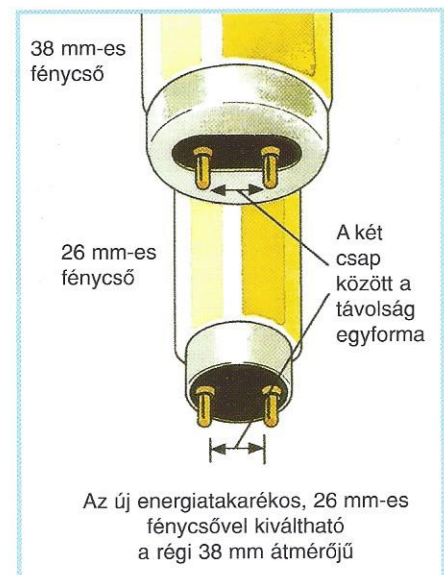
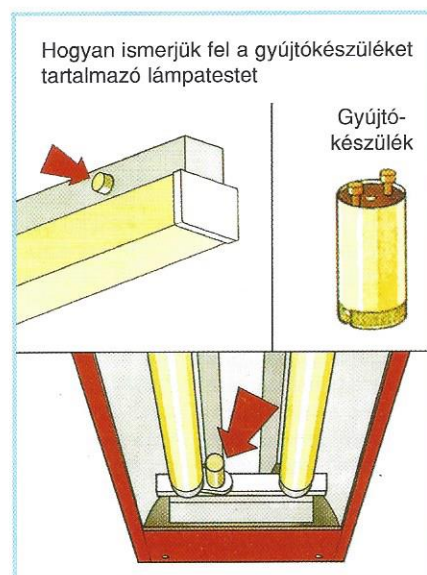
Lámpa típusa	Hagyományos izzó	Közvetlenül cserélhető			Lámpa és adapter	
Lámpa alakja						
Gyártó által megjelölt teljesítmény	60 W	11 W	13 W	11 W	14 W	11 W
Tömeg	32 g	225 g	430 g	85 g	145 g	130 g

A 60 W hagyományos izzó kiváltására alkalmas kompakt fénycsövek

8000 óra használat összköltsége	8000 óra x 1,0 Ft/óra = 8000 Ft	8000 óra x 0,25 Ft/óra = 2000 Ft	8000 óra x 0,20 Ft/óra = 1600 Ft
Lámpa típusa	8 izzó x 70 Ft/db = 560 Ft	1 lámpa = 2800 Ft	1 lámpa = 2600 Ft
Fényteljesítmény	8560 Ft	4800 Ft	4200 Ft
Tömeg	32 g	620 g	108 g

Megjegyzés: A lámpatípusok kaphatók (a képen látható) bajonett foglalatú és Edison menetes változatban is

A kompakt fénycsövek alkalmazásának pénzügyi előnyei



Ha a régebbi „gyújtó nélküli” vagy „azonnal gyulladó” fénycsőszerelvényeivel szerelték fel az iskolát, továbbra is a 38 mm-es változatot kell használni.

Javasoljuk, hogy a gyújtót tartalmazó fénycsőszerelvényekben a hagyományos izzító-gyújtót cseréljük az újabb elektronikus gyújtóra, amikor az elöregszik. Az elektronikus gyújtó segítségével villogásmentesen tudjuk bekapcsolni a csövet, így az kevésbé használódik el, tovább tart. Ugyan az elektronikus gyújtószerkezet drágább, élettartama az izzító gyújtóénak többszöröse, így a meghibásodott gyújtószerkezetek cseréjére többet gondolnunk sem kell.

A tanterem világítására a magas frekvenciájú elektronikus előtéttel felszerelt fénycsőszerelvények a legalkalmasabbak. Ezek ugyan többbe kerülnek, mint a hagyományos fénycsőszerelvények, de számos előnyük van:

- energiát takarítanak meg - legalább 15%-ot (a hagyományos gyújtókereszcsohoz viszonyítva),
- nem zúgnak és villognak mint a korábbi változat, ami néha fejfájást okozott és megerőltette a szemét,
- gyorsan, megbízhatóan és villogás nélkül kapcsolnak be,

- az üzemeltetés stabilabb, ezzel nő a lámpa élettartama és a fénytéljesítmény.

Mivel a magas frekvencián működő elektronikus előtét nem 50, hanem 28.000 Hz-en működik, nem találkozunk azzal a csekély fénylűkötéssel, ami a hagyományos fénycsőszerelvények esetében előfordult. A fény minőségének ez a javulása különösen számítógép-termekben, tornatermekben és forgó mozgást végző gépekkel felszerelt műhelyekben kimondottan előnyös.

Ha új világítást szerelünk fel, érdemes magas frekvenciájú elektronikus előtétet választani. Ha a már meglévő világító szerelvény megfelelő típusú, a hagyományos előtétet magas frekvenciájú változatra cserélhetjük.

Világítás a díszteremben és a tornacsarnokban

Noha ezekben a magas termekben is jó, hatékony megvilágítást biztosít a fénycső, gyakran inkább magasnyomású nátriumgőzös lámpát alkalmaznak. Ennek a lámpának nagyobb teljesítményű (150, 250 és 400 wattos) változatai vannak, mint a fénycsöveknek, így keve-

sebb szerelvényre van szükség, azaz gazdaságosabb kialakítást kapunk. Ha azonban a termet sportra használják, vigyáznunk kell, nehogy túlságosan vakítsanak ezek a nagyteljesítményű fényforrások.

Mielőtt jelentős felújításba fognánk, kérjük ki egy világítástechnikai szakember tanácsát. Ha a teremben higanygőzlámpák vannak, érdemes őket nátriumgőzös lámpákra cserélni, vagy az egész világítótestet kiváltani. Ha megtesszük, sokkal jobb fénytéljesítményt és alacsonyabb üzemeltetési költségeket kapunk. A nátriumgőzös megvilágítás nagyon hatékony, élettartama hosszú, ami különösen előnyös magas termekben. A gyújtáshoz és a „felmelegedéshez” azonban időre van szükség, ezt mindenképpen számításba kell vennünk a terem használatának és a kapcsolási rend kialakításának szempontjából.

Kapcsolási rend

A világítás területén akkor pazaroljuk leginkább az energiát, ha főlegesen ég a világítás, azaz olyan helyiségben világítunk, ahol nincs senki, vagy akkor, amikor a napfény is elegendő lenne.

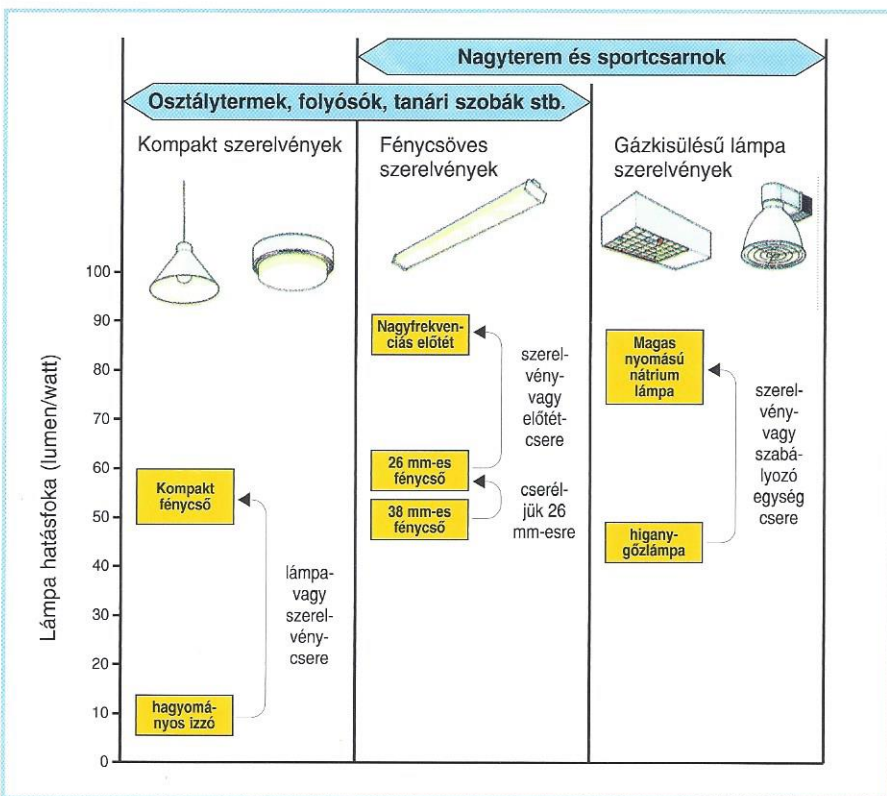
Ezért a kapcsolási rendet mindenképpen felül kell vizsgálni, ha a vezetékek cseréjére sor kerül. Sokat megtakaríthatunk, ha úgy kötjük be a lámpákat, hogy az ablakhoz közelebb, illetve távolabb eső fényforrásokat külön-külön lehessen ki-bekapcsolni. Egy tanteremben a legideálisabb kapcsolási rend az, ha az ablakkal párhuzamos lámpasorokat külön-külön tudjuk kapcsolni. Így tudjuk a világítást egy napfényes teremben a legtakarékosabban használni.

Automata szabályozók

A kézi kapcsolás helyett felszerelhetünk automata világításvezérlőt, pl. mozgásérzékelőt, vagy időkapcsolót. Ezek a legtöbb hasznot nagyobb, vagy este működő iskolákban hozzák.

Az épület szerkezete

Az épület határolószerkezetein keresztül hőveszteség keletkezik, ezt számos intézkedéssel csökkenthetjük. Ide tartozik a hőszigetelés és a huzatmentesítés. Sokba kerülhet azonban, ha ezeket az intézkedéseket egyszerre az egész iskolában bevezetjük. Ezért az épületszerkezeten végzett javítások rendszerint kevésbé költséghatékonyak, mintha mégán a fűtési rendszeren



A lámpa-hatásfokok összehasonlítása



és a szabályozó berendezéseken javítunk. Vannak azonban olyan változtatások is, amelyek megfontolásra érdemesek, ezekről lesz szó a továbbiakban.

Mielőtt azonban a részletes ismertetésre sort kerítenénk, emlékezzünk arra, hogy egy iskolaépület szigetelését egy teljes felújítási program részeként tudjuk a legköltséghatékonyabb módon megvalósítani. Továbbá, ha teljes mértékben ki akarjuk aknázni az energiatakarékossági lehetőségeket, az iskolában olyan fűtésszabályzókat kell alkalmaznunk, amelyek az épülethatároló szerkezet immár csökkent veszteségére reagálni tudnak.

Nem szabad megfeledkeznünk arról sem, hogy az iskolaépület egymásra ható elemek bonyolult rendszereként működik, amelybe beletartoznak az emberek, a környezet, a növények és maga az épület. Ha az egyik elemet megváltoztatjuk, befolyásoljuk a többiét.

Tetőszigetelés

A tetőszigetelés legjobb módszere a tetőszerkezet típusának függvénye. A legegyszerűbb és a legolcsóbb a hőszigetelés az olyan nyeregtető esetében, ahol a padlás tér tágas. A megoldás általában kézfekvő és költségkímélő, és a többi energiatakarékossági intézkedéstől függetlenül önmagában is megvalósítható. A szigetelést általában közvetlenül a födémre helyezzük, de felszerelhetjük a tetőtárgyakra is. Sok iskolában esetleg már korábban végeztek tetőszigetelést. Ha azonban kevesebb, mint 50 mm vastagságban készült, megéri felújítani, és az érvényes szabványok szerint 150 mm vastagságban kialakítani.

A lapostető hőszigetelése jóval bonyolultabb és egyben költségesebb is. Csak akkor éri meg a szigetelés felújítása a ráfordítást, ha a tető borítása egyébként is cserére vagy felújításra szorul. Ha új födémurkolatra van szükség, nem szabad elszalasztani a kínáló lehetőséget, mindenképpen érdemes a hőszigetelést javítani. Újabb lehetőség ugyanis esetleg csak 20 év elteltével adódik majd.

A lapostető alatti tantermekben elviselhetetlen lehet a hőség nyáron, a nem kielégítő hőszigetelés következtében. Ha vastagítjuk a hőszigetelést, a helyzet javul.

A falak hőszigetelése

Az üreges falak hőveszteségét szerény ráfordítással javíthatjuk, ha az üregeket szigeteljük. Jelentős megtakarítást érhetünk

el ezzel a gyakran költségkímélő beruházással. Az eljárás során szálas, golyós vagy habszerű szigetelő anyagot juttatunk a falba. Az üregek szigetelése révén javul a hőkomfort, csökken a párakicsapódás kockázata, mert a falak belső felülete melegebb lesz.

Általában sokkal többbe kerülnek azok a megoldások, amelyekkel egyéb falszerkezetek hőszigetelési értékét tudjuk javítani. A tömör falakra például belső hőszigetelő burkolatot helyezhetünk vagy külső szigetelő vakolatot hordhatunk fel. A függőnyfalas iskolaépületekre a túlzott méretű üvegezés helyére szigetelő táblákat szerelhetünk, amelyek még a nyári hőség ellen is védenek.

Kettős üvegezés

Ritkán jelent költségkímélő megoldást energiatakarékossági szempontból az, ha az ablakokon az egyszerű üvegezést kettős üvegezésre cseréljük, vagy ha egy második üveget szerelünk fel. Az energiatakarékosságon kívül azonban a kettős üvegezésnek vannak egyéb előnyei is, pl. jobb lesz a komfortérzet, kevesebb zaj szűrődik be, és csökken a párakicsapódás veszélye is. Bizonyos körülmények között ezek a járulékos előnyök elegendőek ahhoz, hogy a kettős üvegezés mellett döntsünk.

Tükrőfólia a fűtőtestek mögött a külső falakon

Egyszerű és olcsó megoldás az, ha a fűtőtestek mögé szigetelt alumíniumfólia lemezt szerelünk. Sok költséget takaríthatunk meg ezzel, bármilyen falszerkezeten is alkalmazzuk, de a legnagyobb megtérülés, ha olyan tömör, szigetetlen falra szereljük a fóliát, ahol a legnagyobb mértékű a hőveszteség.

Levegő infiltráció

Az iskolaépületek hőveszteségének jelentős tétele a hideg levegő beszívargása az ajtók és az ablakok körüli réseken. Ha egy ajtó körül mindössze 3 mm-es hézag van, annyi hideg levegő szivárog át rajta, mintha a falon egy tégl nagyságú lyuk lenne. Ha az épületben található ajtók számát vesszük alapul, a hézagokon át beáramló levegő mennyisége akár tetemes is lehet. Az iskolaépület téli fűtésére fordított hő mennyiségének mintegy egyharmadával a beáramló levegőt melegítjük fel, a többi hő a falakon, ablakokon, padlón és mennyezeten át távozik (lásd az ábrát a 10. oldalon).

K érték

Ha meg akarjuk tudni, milyen egy fal, ablak, födém vagy tető hőátvezető képessége, ki kell számítanunk az adott szerkezeti elem K értékét. Minél magasabb a K érték, annál nagyobb a hőveszteség.

Az alábbiakban a különböző építési szabványokkal való összehasonlításban közöljük az iskolaépületek szerkezeteire jellemző K értékeket.

Szerkezet Jellemző K érték (W/m² °C)

Falazat

38 cm tömörtégla-fal	1,5
38 cm ikersejtégla-fal	1,1
Üreges blokktegla-fal	1,3
1986-os Építési Szabvány szerinti érték	0,7

Ablakok

Egyszeres üvegezésű, fémkeretes	7,6
Egyszeres üvegezésű, fakeretes	7,0
Kettős üvegezésű, fakeretes	3,0-4,0

Tető

Cserép fedésű, magastető – szigetelés nélkül	2,2
1960 előtti lapostető, korszerűsítés nélkül	1,0
1986-os Építési Szabvány szerinti érték	0,40

Megjegyzés: Az 1991. évi szabályozás eltörölte az egyes határoló szerkezetekre vonatkozó követelményértékeket, és helyette az egységnyi épülettérfogatra vonatkoztatott fajlagos hőáram értékeit határozta meg az épület alakjának függvényében. Az energetikai számítást úgy kell elvégezni, hogy összeadjuk az épület összes határoló szerkezetének felületét m²-ben, és azt elosztjuk a fűtött épülettérfogattal (m³). Az így kapott viszonyszám alapján állapította meg a szabvány a fajlagos hőáram értékeit, mely nem más, mint az épület 1 beépített m³-ének hővesztesége (W) akkor, ha a külső és belső hőmérséklet különbsége 1 °C.

Szélfogó előterek és ajtócsukó szerkezetek

A bejárati ajtók jelentős hőveszteséget okozhatnak az iskolaépületekben. Az ajtócsukó készülékeket jól karban kell tartani, mert így kevesebb lesz a veszteség. Tanácsos gyakran ellenőrizni, hogy az ajtók jól, hézagmentesen záródnak-e.

A kapuk mögé egy második ajtót is felszerelhetünk, így szélfogó előteret tudunk kialakítani. Ezzel a megoldással megakadályozzuk az energiapazarlást, mert kevesebb külső levegőt kell fűtenünk. Noha ez az intézkedés gyakran hoz jó eredményt, viszonylag sokba kerül és hosszú megtérülési idővel jár, ha utólag alakítjuk ki a szélfogót.

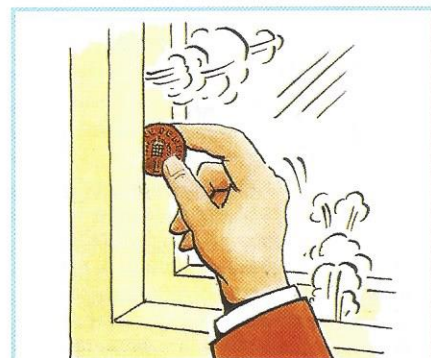
Tömörítő szalag

Költségkímélő megoldást jelent, ha szalaggal tömítjük azokat a nyílászárókat, amelyek nem záródnak tökéletesen, és nincsenek felszerelve gyárilag tömörítő szalaggal.

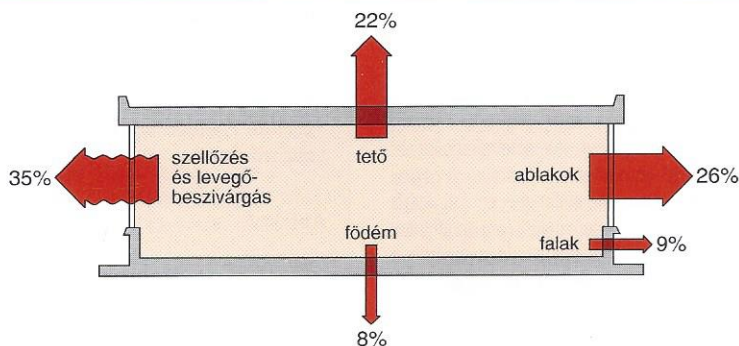
Az ún. 100 Ft-os teszttel egyszerűen ellenőrizhetjük, jól záródik-e az ablak. Ha ugyanis az ablakkeret és a tok közé befér egy 100 Ft-os érme, érdemes huzatmentesítő szalagot felszerelni.

A tömítő szalag a levegőszivárgás kiküszöbölésével csökkenti az energiaveszteséget, és ezenkívül más előnyei is vannak:

- Huzat: télen az ablak és az ablakok közötti réseken hideg levegő szivárog



2 Ft-os érme = 1,0 mm-es hézag
20 Ft-os érme = 1,5 mm-es hézag
100 Ft-os érme = 2,0 mm-es hézag



A hőveszteségek megoszlása egy 1960-as években épült iskolában

Hőveszteség

Az iskolában fejlesztett hő nagy része az alábbi módon „vész el”:

- az épület határoló szerkezetein keresztül (falak, ablakok, tető és padló)
- levegő infiltrációval és
- szellőztetéssel.

Az, hogy a hő milyen mértékben áramlik az épületből, függ:

- a külső és belső hőmérséklet közti különbségtől és
- a szerkezet hőátteresztő képességétől (K érték) (lásd a K érték táblázatot).

A hőveszteség mértékegysége $W/^\circ C$. Pl. ha egy iskola teljes hővesztesége $3000 W/^\circ C$, ahányszor $1^\circ C$ -kal magasabb a belső hőmérséklet a külsőnél, annyiszor $3 kW$ hőveszteség keletkezik.

A szigetelés és az ablakok kettős üvegezése csökkenti a hőveszteséget, eközben a jó hőmérséklet-szabályozással megfelelő komfortérzetet tudunk biztosítani, túlfűtés nélkül.

A **levegő infiltráció** az a jelenség, amikor a levegő az épület kis hézagaiban és a repedéseken át ellenőrizhetetlenül beáramlik. Ilyen hézagok lehetnek például a nyílászárók mentén, a szerelt homlokzati elemek találkozásainál. A tömítőszalaggal végzett huzatmentesítés csökkenti a levegő infiltráció mértékét.

A **szellőztetés** az a szándékos eljárás, amelynek segítségével a belső, elhasznált levegőt külső, friss levegővel cseréljük. Két módja van:

- nyitható ablakokkal - ezt természetes szellőzésnek nevezzük,
- mechanikus szellőztetéssel

A szellőztetés szükséges és kívánatos, és minden esetben valamennyi hőveszteséggel jár. Ha azonban az ablakokat hanyagságból hideg időben nyitva hagyjuk, a ventilátorokat pedig folyamatosan járattjuk, nemcsak az energiát pazaroljuk, de még azt is megnehezítjük, hogy a fűtési rendszer kellemes hőmérsékletről gondoskodjon.

be, és lesüllyed a padlóra, mivel nehezebb, mint a helyiségben levő meleg levegő. Ez huzatérzetet okoz, és ettől fázik az ember lába és bokája. A huzat még akkor is kényelmetlen érzetet okoz, ha a helyiség egyébként meleg.

- Zaj és piszkok: a tömítő szalag a hézagokat tömíti, így kevesebb levegő áramlik be, megvéd a külső zajtól és a port, piszkot sem engedi be az ablakok körül.

Az épület hőveszteségét legolcsóbban nagyon gyakran az ilyen tömítő szalag felszerelésével csökkenthetjük. A csekély ráfordítás, rövid idő alatt megtérül, hiszen csökken a tüzelőanyag számlák összege.

A huzatmentesítés célja nem az, hogy teljesen megszüntesse az épület és a környezete közötti szellőzést, hanem, hogy kiküszöbölje a túlzott és ellenőrizhetetlen levegőszivárgást. A szagok, a vízgőz és a széndioxid eltávolításához, azaz az egészséges munkakörnyezet biztosításához jól szabályozott szellőztetésre van szükség.

Ki tud segíteni?

Nem számít, milyen keveset vagy milyen sokat tud az ember az energiatakarékoságról, lesznek olyan esetek, amikor külső segítségre szorulunk. Csakhogy hova fordulhatunk, ha így adódik? A legkézenfekvőbb megoldás, ahol a segítség elérhető, az önkormányzat energiagazdálkodási osztálya (ha van ilyen). Az ott dolgozó energetikusok műszaki támogatást és tanácsot tudnak adni. Ha az iskolánkat energetikai szempontból akarjuk szemrevételezni, a bejárásra hívjunk meg valakit az energiagazdálkodási osztályról. Ha energetikai felmérést szerveznénk, kérdezzük meg, hajlandók-e megszervezni nekünk.



Ha az épületen műszaki korszerűsítést kívánunk végrehajtani, idejekorán kérjük ki tanácsaikat. Érdeklődjünk, folyik-e az önkormányzatnál olyan karbantartási vagy felújítási program, amelybe beilleszthető az a munka, amelyet az iskolánkban el akarunk végeztetni. Nyomozzuk ki, van-e az önkormányzatnak olyan központi alapja, amelyből a munka finanszírozható. Ha nincs, kérdezzük meg, nyújt-e olyan hitelt az önkormányzat műszaki fejlesztésre, amely a megtakarításokból törleszhető. Egyes önkormányzatokban az energiagazdálkodási osztály előírja, hogy az iskolák fizessenek a „szolgáltatási szerződésért”. E szerződések a következőket tartalmazhatják:

- átvállalják, hogy az energiahordozókért fizetett tarifát megtárgyalják az érintett szolgáltatókkal,
- energetikai felmérést és/vagy környezetvédelmi auditálást vállalnak, energetikai célokat tűznek ki és javaslatokat tesznek a lehetséges műszaki korszerűsítésre,
- ellenőrzik és igazolják az iskola energiahatékonyságának és környezetvédelmi teljesítményének javítása érdekében elvégzett munkálatokat,
- az iskola igényeihez igazított energetikai/környezetgazdálkodási stratégiát dolgoznak ki.

Egyes önkormányzatok ezeket a szolgáltatásokat ingyen kínálják. Tájékozódjunk, mi a helyzet a saját önkormányzatunknál.

Ha az önkormányzatnál nem működik energiagazdálkodási osztály, esetleg forduljunk külső energetikai tanácsadóhoz. Még akkor is érdemes árajánlatot kérni a szolgáltatásokról a külső energetikai tanácsadótól, ha az önkormányzatnál működik energiagazdálkodási osztály, de az a szolgáltatásokért díjat számít fel. Ne feledjük azonban, hogy a szaktanácsadók gyakran drágák, ezért mindig pontosítsuk, hogy a pénzünkért mit kapunk cserébe.

Esetenként érdemes a műszaki kérdésekre vonatkozó szaktanácsokról egy második véleményt is kikérni. Tudjuk meg, van-e olyan szülő, aki képesített épületgépész, és hajlandó segíteni abban, hogy eldöntsük, mire van szükségünk, és hogyan akarjuk azt megvalósítani. Kérjük fel, vállaljon tisztséget az iskolaszékben, az épület műszaki állapotáért felelős albizottságban.

Maguk a gáz-, elektromos áramszolgáltatók és a vízművek is segítőkészek bizonyulhatnak. A gáz-, és az áramszolgáltatók is működtetnek tanácsadó szervezetet, amely szívesen ad felvilágosítást a tarifákról és arról, hogyan lehet az általuk szolgáltatott energiahordozót hatékonyan alkalmazni.

Hogyan mérjük az energiát?

Az energiának számos formája van, és ezekre más-más mértékegységek vonatkoznak. A különböző energiatípusok összehasonlítása érdekében a szakemberek egy közös mértékegységgel, a Joule-lal dolgoznak.

Egy Joule egyenlő 1 másodpercen át szolgáltatott 1 Watt teljesítménnyel. Mivel a Joule ilyen kis egység, gyakran alkalmazzuk többszöröseit:

- 1000 Joule = 1 kilojoule (kJ)
- 1000 kilojoule = 1 megajoule (MJ)
- 1000 megajoule = 1 gigajoule (GJ)
- 1000 gigajoule = 1 terajoule (TJ)
- 1000 terajoule = 1 petajoule (PJ)



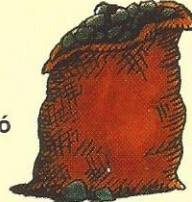
Az iskolának szállított energiát különböző mértékegységekkel mérik. Az elektromos áramot kilowattóraban (kWh), a gázt köbméterben, a szenet tonnában, az olajat literben számolják.

Ezeket az egységeket az alábbi ábra szerint lehet egymásra átváltani. A Joule, a fűtőérték és a kilowattóra pontosan átszámítható, mert ezek igazi energiaegységek. A többi térfogatot és súlyjelöl. Az átszámítás ezért hozzávetőleges, mert az energiahordozók energiatartalma változó.

A villamos energia mértékegysége 1 kilowattóra (kWh), ami 1000 wattórával egyenlő. Egy szokványos, villamos hőszugárzó 1000 watt elektromos áramot fogyaszt, és ezzel óránként 1000 watt hőt fejleszt.

Az iskolának szállított gázt térfogategységekben (köbméterben) mérik, de az elszámolás alapja a gáz hőtartalma, amit viszont fűtőértékkel (MJ/m³) fejezünk ki. Egy m³ gáz energiatartalma kb. 9,5 kWh.

Jól használható átszámítások

Energiahordozó	Vételezett mennyiség	Átszámítás kWh-ra
Földgáz	 1 m ³	= 9,5 kWh
Olajfűtés	 1 liter tűzelőolaj nehéz fűtőolaj	= 9,7 kWh = 10,6 kWh
Szilárd energiahordozó	 1 tonna barna szén antracit fekete szén	= 3000–5200 kWh = 9000–9350 kWh = 7200–8500 kWh
	1 kW = 860 kcal/h	
	1 kcal/h = 1,163 W	
	1 kcal = 4,2 KJ	
	1 kWh = 3,6 MJ	
	1 MJ = 0,278 kWh	



The Energy Centre
MAGYAR-EU ENERGIA KÖZPONT

Kiadva a United Kingdom Department of the Environment szíves hozzájárulásával
Illusztrációk: © BRECSU. 10/1994. Crown Copyright
Kiadja a Magyar-EU Energia Központ
1087 Budapest, Könyves Kálmán krt. 76. Telefon: 133-1304, Fax: 269-9065
Készült: A & M Bt., Békéscsaba
Grafikai terv: © Lelkes László