

<https://www.edutus.hu/cikk/az-energiatakarékosság-fontossága-es-módszerei-egy-energetikai-versenyen-keresztul/>

AZ ENERGIATAKARÉKOSSÁG FONTOSSÁGA ÉS MÓDSZEREI EGY ENERGETIKAI VERSENYEN KERESZTÜL

MOLNÁRNÉ DÓRY ZSÓFIA egyetemi tanársegéd,
EDUTUS Egyetem
dory.zsafia@edutus.hu

REMÉNYI DOMINIKA egyetemi hallgató
EDUTUS Egyetem
remenyi.dominika@gmail.com

DR. DÓRY ISTVÁN egyetemi docens
EDUTUS Egyetem
dory.istvan@edutus.hu

TOPERCER TAMÁS egyetemi hallgató
EDUTUS Egyetem
tamas.topercer@gmail.com

DR. DÓRY MAGDALÉNA molekuláris biológus
magdalena.dory@gmail.com

KÉRY MAGDOLNA környezeti nevelő
kerymagdolna@gmail.com

DOI [10.47273/AP.2021.23.124-141](https://doi.org/10.47273/AP.2021.23.124-141)

ABSZTRAKT

Az energiatakarékosság kulcskérdéssé vált a világon az elmúlt évtizedek szennyező és fenntarthatatlan energiafogyasztási szokásai miatt. Az energiaelőállításnak mind a forrásaival, mind a mértéktelenségével, az energiatermelési, -szállítási és -felhasználási technológiák hatékonyságával és mind a céljaival kritikus gondok vannak jelenleg. A világ energetikai és klímaválságának megoldásában kiemelkedő szerepet játszik az energiatakarékosság megvalósítása globális és lokális szinten egyaránt.

Az idei évben (2020-2021) is megrendezésre került a GreenDependent Intézet által szervezett, és az E.ON Hungária Zrt. által támogatott, országos EnergiaKözösségek verseny, melyen az Edutus Egyetem hallgatóinak és oktatóinak részvételével az EDU csapat első helyezést ért el. Az energiatakarékosság fontosságát és módszereit mutatja be a cikkünk az EDU csapat által a versenyen is alkalmazott elméleti megfontolások és gyakorlati tapasztalatok alapján.

Kulcsszavak: energiatakarékosság, háztartási energiagazdálkodás, közlekedési energiagazdálkodás, megújuló energiaforrások

ABSTRACT

Energy conservation has become essential worldwide due to unsustainable habits of energy consumption of the past few decades. Currently there are crucial problems with the sources and the excessive proportions of energy production, the efficiency of energy transport technologies and the purposes of energy use. The solution to the energy and climate crisis lies in energy conservation on global and local level.

Our team EDU, which consists of students and teachers from Edutus University, participated in this year (2020-2021) in E.ON Energy Communities national contest organised by GreenDependent Institute and won first place. In this article we describe the significance and the methods of energy conservation used at the contest as well, based on the applied theory and our practical experience.

Keywords: energy saving, domestic energy management, transportation energy management, renewable energy

1. Bevezetés, célok

Az energiatakarékosság kulcskérdéssé vált a világon az elmúlt évtizedek szennyező és fenntarthatatlan energiafogyasztási szokásai miatt. Az energiaelőállításnak mind a forrásaival, a mértéktelenségével, az energiatermelési, -szállítási és -felhasználási technológiák hatékonyságával és a céljaival kritikus gondok vannak jelenleg. A világ energetikai és klímaválságának megoldásában kiemelkedő szerepet játszik az energiatakarékosság megvalósítása globális és lokális szinten egyaránt. A fosszilis energiaforrásokra épített rendszereinket, energiaigényeinket szükséges először megváltoztatnunk ahhoz, hogy megoldjuk a problémát. A gazdasági szereplők csodás technológiai innovációkra várnak a megújuló energiaforrások alkalmazásánál, miközben szakértők és tudósok szerint egyszerű, de a lakosság és a döntéshozók informálása mellett stratégiaileg jól meghatározott, egyszerű lépésekkel jelenleg is elérhető a fenntartható életmód hazánkban is.

Az energiatakarékosság jegyében nevezünk be az Edutus Egyetemhez köthető csapattal az idei évben is megrendezett, országos E.ON EnergiaKözösségek versenyre. Az Egyetem hallgatóinak és oktatóinak részvételével az EDU csapat összesen 32,86%-os háztartási energiafogyasztás-csökkentést és első helyezést ért el. [1] Cikkünkben bemutatjuk a versenyen is alkalmazott energiatakarékosság fontosságát, elméleti megfontolásait, módszereit és gyakorlati tapasztalatait.

2. Az alkalmazott módszerek

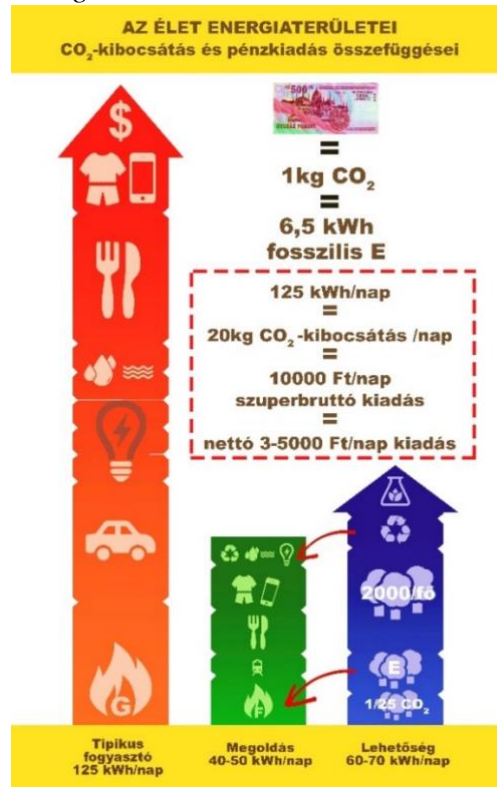
A cikk a szerzők, az öt háztartásból álló EDU csapat szempontjából bemutatja az energiatakarékosság megvalósításának hazánkban bevált módszereit illetve az elért eredményeket a megfelelő logikai sorrendben. Ezeket a módszereket gyakorlatban is alkalmaztuk, mikor felkészültünk és részt vettünk az EnergiaKözösségek versenyen, ahol különböző közösségi feladatok, kihívások és játékos feladatok mellett a legfontosabb szempont volt a versenyen induló háztartások energiafogyasztásának csökkentése, elsősorban szokások és kis beruházási igényű változtatások segítségével. Ezek közé tartoznak a következők: kezdeti lépésként az elméleti ismeretek elsajátítása és az energiatudatosság legalább a cikk következő fejezetében összefoglalt szinten. Következő lépéseket az energetikai státusz illetve az

energiafogyasztási profil felmérése és a levonható első következtetések deklarálása jelenti egyszerűbb energetikai adatrögzítésekkel, értékelésekkel és számításokkal, majd következhet a tudatos csökkentés megvalósítása stratégiai módszerekkel. Végül az energetikai fenntarthatósághoz vezető célhoz is eljutunk, mivel az energiatakarékosság megalapozza a megújuló energiaforrásokra alapuló technológiai átállás megvalósítását, mindezt ökológiai rendszerbe illeszthető módon. [2]

3. Az energiatakarékosság elmélete

Az energiatakarékosság definíció szerint a jelenlegi mértékhez képest egy csökkentett fogyasztást jelent, amikor fizikailag kevesebb energiamennyiséget használunk el az előző, bázis évhez képest. Ez a csökkentés energiamennyiségként vagy százalékosan is kifejezhető érték. Jelenlegi gazdasági és fosszilis energiahordozóra épített világunk évenként növekedő gazdasági mutatókat vár el az egyes országoktól. A véges erőforrásokkal rendelkező Földön azonban ez nem működhet hosszú távon, legfeljebb egy ideig, az erőforrások kimerüléséig és a szennyezés befogadóképességének a határáig. Tudósok egyhangúan állnak ki az azonnali cselekvés mellett, ami a környezetileg fenntartható, a jövő generációinak is igazságosan életteret biztosító életmódra és technológiákra történő váltást jelenti. [3] Ezt a jelenlegi fogyasztásunk mértéktelenségével nem lehet megvalósítani. [4] Még extrém hatékony, innovatív technológiákkal sem, többek között a Jevons-paradoxon miatt, miszerint egy hatékony fogyasztási technológia tovább növeli az össz mennyiséget a könnyebb elérhetősége miatt. [5] Ha viszont a termelési oldalról állna rendelkezésünkre egy magas energiasűrűségű, korlátlan és veszélyes anyag kibocsátása nélküli energiatermelő technológia, akkor is megmaradna a szállítás, tárolás, felhasználás jelenlegi, anyagában egyéb szennyezőkkel károsító hatása és az egyéb fogyó készletek kimerülési problémája. Mindennek az alapja tehát az energiatakarékosság.

1. ábra: Az élet energiaterületei a széndioxid-kibocsátás és pénzkiadás összefüggéseivel (gazdasági váltószám 2021-ben már 1000 Ft/1kg CO₂)



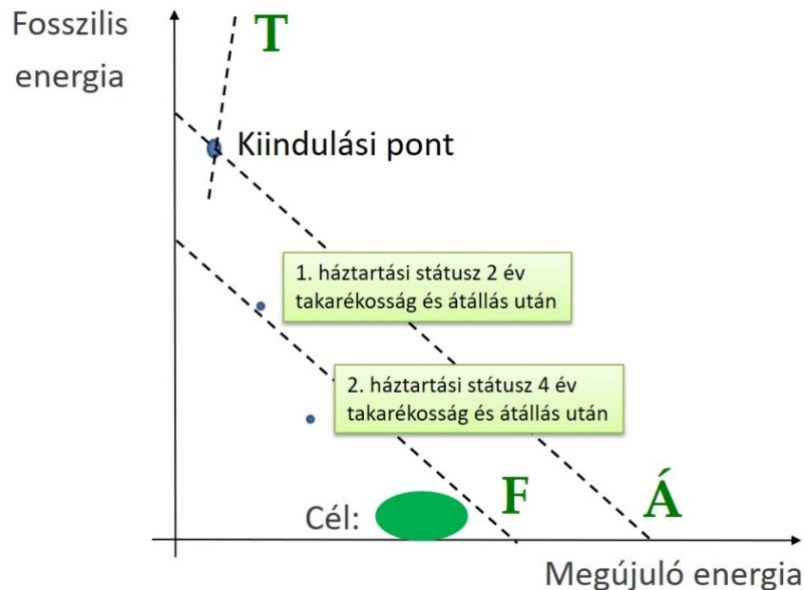
Forrás: saját ábra [6]

Az 1. ábrán az élet energiaterületei láthatók hazai viszonylatban. Az első oszlop mutatja pirossal, hogy mennyit fogyasztunk tipikusan felhasználási célok szerint kategorizálva. Az utolsó, kék oszlop a légköri széndioxid szint kritikus értékei alapján megengedhető mértéket mutatja: 60-70 kWh/napos fogyasztásnak megfelelő 10 kg/nap/fő körüli széndioxid-kibocsátást az ország 20%-30%-nak erdősítésével le lehetne kötni (egy generáción keresztül). A megoldást pedig a zöld színnel jelzett, megújuló energiákkal fedezhető energiamennyiségeket jelenti, ami a jelenlegi értékeknek kevesebb, mint a fele és az is megújuló energiafajtából. Az energiafogyasztásnak a pénzügyi rendszerrel való szoros összefüggései miatt kiszámolható, hogy ahányszor 500 (vagy most már inkább 1000) Ft-ot elkölt valaki akár direkt energiafogyasztásra, akár közvetetten, szolgáltatásokon keresztül, annyi kg extra széndioxid kerül a levegőbe a föld alól, mert döntő mértékben még mindig a sok száz millió év során felhalmozott, fosszilizálódott szénhidrogén készleteket fogyasztjuk el néhány évtized alatt, a kibocsátás pedig visszafordíthatatlan károkat okoz.

Az energiatakarékosság megvalósítása tehát egy sürgős és fontos feladat. Ez egyben egy új életmód kialakítását is jelenti a lakosság számára, amiben a megváltoztatott szokások egy energia-alkalmazkodó, egyben ökotudatos, hulladékcsökkentő, tudatos vásárló, kis napelem-rendszeres, tömegközlekedő, kerékpáros életformához vezetnek, mert ezek a szelíd technológiák együtt járnak, előnyösen támogatják és kiegészítik egymást. Minimalizált fogyasztás és szennyezés a kitűzött cél, így lecsökkentett mennyiséget könnyebb elérni, hamarabb, olcsóbban, gördülékenyebben megvalósítható a takarékoság és könnyebben, változatosabban állítható át a már kisebb energiaigény megújuló energia technológiákra. Sok lépés megtétele szükséges egymás után, a lényeg, hogy kritikus részeket ne hagyjunk ki. Például

lehet valaki vegán, ha közben repülővel jár Horvátországba. A Pareto-elv alapján [7] a legnagyobb értékekből kell a legtöbbet megtakarítani, a közepesekből becsületből annyit, amennyit csak tudunk, a kicsikkel nem érdemes első körben foglalkozni, mert nem érünk el gyorsan látványos eredményeket, inkább tekinthetjük jelképes cselekedetnek.

2. ábra: Fosszilis és megújuló energiaforrás alapú technológiák alkalmazásának mértéke és aránya (kék: kiindulási pont, zöld: célterület, fekete: lehetséges forgatókönyvek, Jövőkép minősítések: T = Tilos, Á = Álom, F = Fenntartható)



Forrás: saját ábra

A 2. ábrán a fosszilis és megújuló energiaforrás alapú technológiák alkalmazásának mértéke és aránya vizsgálható. A kiindulási pont a jelenlegi, nagymértékű fosszilis energia használat, amely mind mennyiségében, mind a megújuló energiaforrások kihasználásának arányához képest egy sürgősen megváltoztatandó helyen áll, innen indulhatunk el különböző forgatókönyvek, jövőképek alapján. T-vel jelöltük a tiltott lehetőséget, amikor hagyományosan a fosszilis energia mennyisége is növekszik minimális zöldítésekkel, az arányuk kicsit javulhat is, de összesített mértékben többlétszennyezés keletkezik. Á-val jelöltük az energetikai koncepciók álmodozás kategóriáját, amely a jelenlegi fogyasztás teljes mértékű kiváltását jelentené, erre se technológiánk, se gazdasági rendszereink nem alkalmasak a korábban tárgyalt okok alapján. Az F-jelű úttal viszont elérhető cél, a csökkentett energiaigény ellátása legnagyobb részben megújuló energiaforrásokkal. Példának szerepel az ábrán két kis pont, két hazai példa, amiket megoldásként már el tudunk érni napenergia és ültetett biomassza segítségével, azaz bizonyítottan működnek az energiatakarékosság és megújuló energiaforrások kombinációjaként. [8] A maradék fosszilis energia szennyezőanyag-kibocsátásának fedezésére pedig racionálisan további faültetéssel lehet reagálni, és helyreáll a széndioxid-egyensúly is.

3.1. Nemzetközi kitekintés és hazai helyzet

A túlszennyezésnek több tényezője van, de két igen jelentős kategóriába sorolhatjuk a világ országait. Egy részről a túlnépesedő országokban a minimális fogyasztás párosul irreálisan magas népesedési mutatókkal, megoldása tudatos családtervezéssel is egy-két generációval később jelentkezhet. Más részről a túlfogyasztó társadalmakban – ide tartozik hazánk is – az egyes egyének jelenlegi fogyasztása a Föld eltartóképességét meghaladja, ebben az esetben azonban a változtatás csak a fogyasztói szokásokhoz kapcsolódik és technikailag akár 2-4 éven belül átalakítható. Természetesen ezek kombinációjaként a jövőre vetítve egy növekvő népességű ország, régió vagy kontinens egy növekvő fogyasztási és szennyezési igényekkel még nagyobb problémát jelent. Itt a fosszilis energiaforrásokra épülő megoldásokat eleve ki kell hagyni a technológiai váltások során, a fejlődés nem jelenthet energiapazarlást, szennyezésnövekedést, és eleve a megújuló energiaforrás alapú technológiákkal biztosítható lehetőségeken belül szabad csak előre haladni.

4. Az energiatakarékosság módszereinek és megvalósításának eredményei

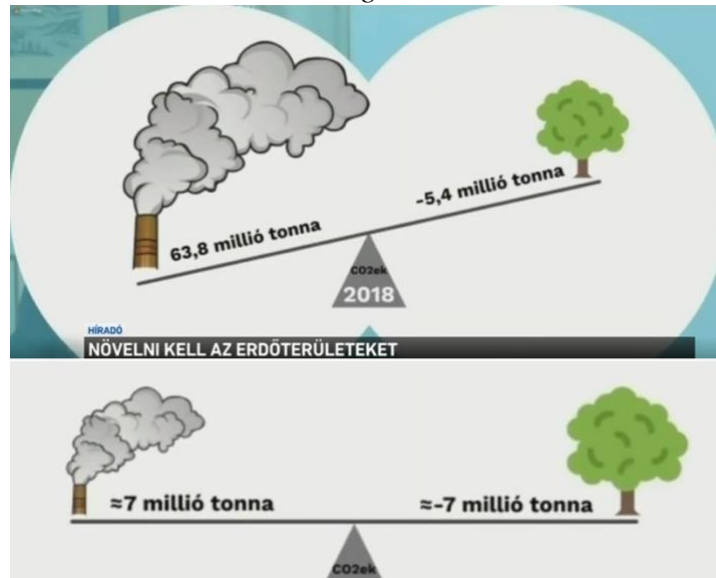
Az alábbiakban az energiatakarékosság általunk alkalmazott módszereit foglaljuk össze, az egyes lépéseket a leírt sorrendben lehet követni is. Az EDU versenycsapata bizonyította, hogy ezek megvalósíthatók egészen különböző háztartások esetén is. Végeredményben harminc százalék feletti megtakarítást értünk el, megnyerve a versenyt.

4.1. Elméleti ismeretek és elvi elköteleződés

Első lépésként ismerni kell a tudományos alapokat, az okokat és célokat, így az ember könnyebben neki indul egy ilyen kihívásnak. Az elvi elköteleződés nem jelent valódi kötöttségeket, inkább csak a céltudatosságot biztosítja. Az élhető jövő szempontjából megkerülhetlenné vált minden emberi eredetű szennyezés, károsanyagkibocsátás visszafogása, és ha valaki ezt nem tudja szakmai alapon elfogadni a kutatóktól, tudósoktól, annak a törvényeket, környezetvédelmi döntéseket kell majd betartania. [9]

A versenyben is fontos lépés volt a háztartások megkeresése, a motivált, érdeklődő hallgatók bevonása, amely a szakmai témákat tárgyaló Energia és környezet, Megújuló energiaforrások, Energiamenedzsment és fenntarthatóság órákon kezdődött el. A csapattagok – a járványhelyzet és a távoktatás idején is – nyitottak voltak az új ismeretekre, a gyakorlati mérésekre, a háztartási szokásaik változtatására, energetikai kísérletekre, ötletelésre. A verseny során a szervezők szintén segítettek elméleti és gyakorlati háttérinformációkkal [10], de további ötletekkel, módszerekkel is készültünk. A lakossági energiatakarékossági célok eléréséhez a szaktudományos ismereteket a társadalom széles rétegeivel megismertető, közérthető, összefoglaló cikkek, posztok, hírek hasonlóan fontos szerepet töltenek be az információátadásban. [11] A természetes környezettől elrugaszkodott fosszilis világunkban nem szabad engedni, hogy a legfontosabb, élet-fenntartó összefüggéseket csak egy szűk tudományos kör ismerje, azok el se jussanak az érintettekhez (fogyasztók és döntéshozók), esetleg a virtuális világunk spam mappáiban elsikkadjanak. Jó példa erre a 3. ábra, amely már hazánk köztársasági elnökének előadásában is szerepelt, mégis legfeljebb az erdősítés került egy rövid híradóba belőle, holott a jelenlegi (2018-as) fenntarthatatlan helyzethez viszonyított széndioxid-egyensúly megvalósítás nem túl bonyolult, de ennél összetettebb folyamat: a kibocsátást le kell csökkenteni, és az a mennyiség már kompenzálható faültetéssel.

3. ábra: Energiatakarékossgal és megújuló energiaforrásokkal a széndioxid-egyensúly megvalósítása



Forrás: Dr. Áder János köztársasági elnök előadása [12]

A klímavészhelyzet megoldása a vírushelyzethez hasonlóan operatív törzset, egyszerű lépésekből álló, főként energiatakarékossgal és megújuló energiaforrásokhoz kapcsolódó közös cselekvéseket, és ezen túlmenően a tudomány előretörését igényli.

4.2. Energetikai státuszfelmérés és első következtetések

Energetikai felmérésnél nem feltétlenül kell szakértővel készített épületenergetikai auditra gondolni, bár ez is egyik adatforrása lehet a státuszfelmérésünknek, ha egyébként van ilyen dokumentumunk például a lakás vagy épület vásárlása kapcsán. Amit mindenki megtehet, hogy számlák alapján táblázatba összeírja a hisztorikus adatokat, elsősorban a „leol” leolvasási értékeket, illetve megkeresi a mérőóráit, egyszerűen lefényképezi és felírja az aktuális óráállást. Az értékeket minden esetben mértékegységgel és időponttal kell rögzíteni. Praktikus és tanácsos minden energiafogyasztást kWh-ra átszámítani, így egységes képet kapunk.

A háztartásunk felmérésénél a fogyasztási értékeinket forrás alapján és felhasználási kategóriák szerint csoportosíthatjuk: miből mit hozunk létre. Fontos, hogy ne csak az épületen belüli, hanem a hozzá tartozó kert, gazdasági épület teljes háztartási fogyasztását nézzük, sőt a közlekedést is rögzítsük, végül pedig a teljes életünkhöz kapcsolódóan a munkánk, szabadidős tevékenységeink, házon kívüli étkezési szokásaink helyzetképét is becsülhetjük. Ez utóbbiakat a versenyen nem szerepeltették külön felmérési kötelezettségként, de mindenkinek ajánlott így, teljes rendszerben gondolkozni. Például földgázt használunk fűtésre, villanybojlert használati melegvízre vagy éppen PB-gázt, elektromos hálózatot, napelemt, benzint, tűzifát, vezetékes vizet, esővizet használunk-e.

Az első következtetéseket már itt érdemes megtenni, kiegészítve a technológiát a minőségre, mennyiségre vonatkozó megjegyzésekkel. Például minőségileg: pazarló, rossz hatásfokú, vízköves, vagy éppen új, A+ kategóriás, két éves szárított és erdészettől származó fa, külföldi, fosszilis, mennyiségileg az egyes kategóriáknál: túl sok, a legtöbb, kevés/jelentéktelen, kiváltható, megváltoztatható. (Itt elsősorban a kis költségekkel és egyszerűen új szokásokkal megváltoztatható üzemmódváltásokra, vagy már korábban kiépített és rendelkezésre álló, de

nem használt technológiára történő váltásokra kell gondolni, nem a nagy házszigetelésre vagy napelemes rendszer kiépítésére, illetve új, modern biomassza fűtésre való átállásra, melyek az energiatakarékosság megvalósítása után a legfontosabb, de már gazdaságossá váló lépések.)

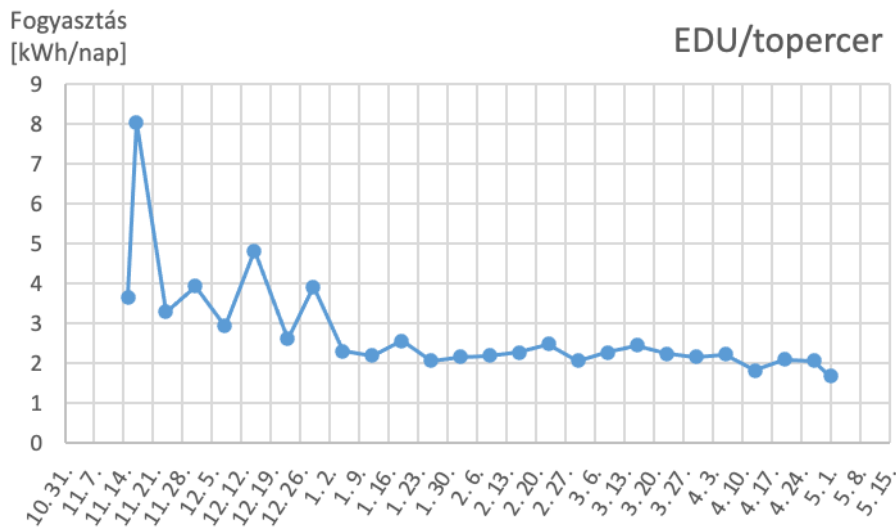
A versenyre készülve az EDU csapat háztartásai már előre elkészítették ezt a státuszfelmérést saját rendszereikre, az adatokat felvezették a program energia-felmérési űrlapjára is. [13] Később a táblázatot már elég csak időnként kiegészíteni a változtatásokkal, mérőföldkövekkel, további éves leolvasási értékekkel, fogyasztási adatokkal.

4.3. Energiafogyasztási profil felmérése és első következtetések

A státusz felmérése után a fogyasztási profilt ismertük meg közelebbről, minden háztartás a sajátját. Ezeket is célszerű Excel táblázatban rögzíteni. A versenyben még a közös összeírás is fontos szerephez jutott, hogy az adatok pontos, határidőket betartó feltöltését koordináltan tudjuk végezni.

A háztartási teljes fogyasztás követésénél egy-két hétig akár napi gyakorisággal, hosszabb ideig heti rendszerességgel vezethető a táblázatunk. Elengedhetetlen a nagy fogyasztók felmérése: milyen teljesítménnyel mennyi ideig fogyaszt egy-egy gépünk, hányszor van bekapcsolva egy nap vagy egy héten. Az éjszakai fogyasztási értékeket megkapjuk egy-egy reggeli és előző esti óraállás különbségeként. Praktikus, ha pár ezer forintos, dugaljba illeszthető teljesítménymérővel is rá tudunk mérni az egyes elektromos eszközökre. Egy ciklus fogyasztásának lemérése nagyon hasznos, rámutathat anomáliákra (pl. főzés, sütés, mosás, munkahelyre utazás, kézi mosogatás vízhasználata, tűzifa használat), és történhet egyszerű eszközökkel is (pl. mérleg, 10 literes vödör). A ház alapjáraton történő fogyasztását is megvizsgálhatjuk: mi történik, ha lekapcsoljuk a főkapcsolót, biztosítékot, elzárjuk a csapokat, állnak-e az órák, nincs-e hiba a rendszerekben. A saját magunk által üzemeltetett létesítményt így megismerjük számokkal és adatokkal, levonhatjuk az első következtetéseket. Kiderülnek a karbantartási problémák: csöpögő csap, eljegesedett hűtő, vízköves tartály, fordítva bekötött hőleadó, stb. Az első lépés ezeket kiküszöbölni, majd új méréssel ellenőrizni. Ezután következik az egyes fogyasztások rangsorolása, minőségi, mennyiségi alapon. Az első döntéseket ekkor kell meghozni, miben szeretnénk javulni, hol várható a legtöbb változás, mi az, ami könnyen, kis költséggel megvalósítható, takarékosná tehető, kiváltható. Végző soron mindannyian energiagazdálkodást végzünk a háztartásunkban. Fontos kitűzni a célokat, meghatározni, hogy a 10-20% vagy akár 30%-os csökkentési cél pontosan melyik típusú fogyasztásból hány kWh-t jelent, azaz a heti óraállásnál mit szeretnénk leolvasni a villanyóráról, gázóráról. Az ugyanis nem „magától pörög”, hanem a mi fogyasztásunkat mutatja. A villamos energia fogyasztás heti méréseit egyik háztartásunkban a 0. ábra mutatja. Látható, hogy az első hetek próbálgatásai, kilengései (például sok sütés) után tartós csökkenést tudtak elérni.

4. ábra: Heti óraállások alapján számolt villamos energia fogyasztás egy háztartás esetén (kék: napi átlagfogyasztás [kWh/nap])



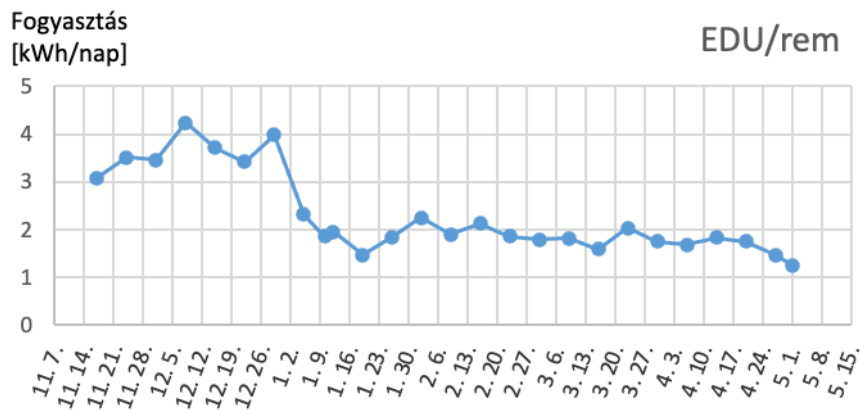
Forrás: saját ábra

4.4. Tudatos csökkentés stratégiai módszerekkel

Az energiatakarékosság eléréséhez számos módszert alkalmaztunk tudatosan, öt különböző háztartással, melyekből a legfontosabbakat illetve a legérdekesebbeket kiemelünk.

- A főzés, sütés nagy fogyasztása csökkenthető még az ünnepek alatt vagy home office-ban is, ha fedőt használunk, egymáshoz időzítjük az étel, köret, sütemény sütését, felfedezzük a sütés nélküli desszerteket, gyümölcstálakat, hűsítőanyagból készített dobozban végezzük a forralás utáni puhítást, főzést, dagasztást.
- Nem tartozott a fogyasztásmérési kategóriák közé, de például kihívásként szerepelt a húsfogyasztás csökkentése, amit szintén sikerült teljesíteni, illetve csapattagjaink általában helyi vagy saját baromfiból főznek, sütnek. Általában igaz, hogy semmiből nem a teljes mentességet, hanem a minimális felhasználást céloztuk meg, ami könnyebben, változatosabb módszerekkel elérhető, egy-egy hétig alkalmazva csak a teljes böjtot. Ez alól kivétel az 0. ábrán bemutatott villamos energia böjt, melyet legtakarékosabb és mélyebb kutatásokban is részt vevő háztartásunk hónapokon át megvalósított. [8]

5. ábra: Villamos energia böjt (kék: napi energiafogyasztás [kWh/nap])



Forrás: saját ábra

- Vízhasználatnál is alkalmazhatunk az egyszerűtől az „elvetemültig” számos megoldást a kezelt, tisztított, házhoz szállított ivóvíz megtakarítására: zuhanyzást teli eresztett kád helyett, kézi mosogatást, de nem folyó víz alatt. Ha van kertünk, akkor az öntözést, komposztos vödör kimosását, saras gyereklábak lemosását kútvízzel, esővízzel oldjuk meg. Nyári hűsítőnek rendelkezésre áll a természetes vizekben való pancsolás, úszás, hűvös helyiség kialakítása természetes módon, árnyékos fák, szőlőlugas ültetése, párapapu a kerti medence ivóvízzel való feltöltése helyett.
- Eszközeink, gépeink felesleges használatát csökkenthetjük kültéri programok szervezésével. Gyerekekkel különösen hasznos és egészséges is ez a módszer: kisebb és nagyobb korosztálynak kitalálható bújócska, fogócska, indiánosdi, kertészkedés, kisállatgondozás, biciklizés, felfedezés, barangolás, kirándulás. Nem csak saját kertben, hanem közösségi parkokban, játszótéren, közeli erdőben, réteken is. Ezek a programok kis beruházásként megfelelő esőfelszereléssel felszerelve (esőkabát, esőnadrág, csizma) egész évben kihasználhatjuk a kinti, offline világot. Emellett természetesen beltéren is elérhetők a tv-, okoseszköz- és számítógép-mentes programok. Gyerekeknél led lámpás diavetítővel mesélt diafilmekkel, mesekönyvekkel, szerepjátékokkal, társasjátékokkal oldottuk meg, felnőtteknél ez megvalósulhat beszélgetéssel, könyvekkel, zenéléssel, stb. A legjobb hatást mégis úgy érzük el, ha figyelünk rá, hogy közben a nem használt eszközeinket teljesen kikapcsoljuk (közös hosszabbítójukat kihúzzuk vagy lekapcsoljuk, esetleg eleve időzítővel kikapcsoltatjuk).
- Az említett kapcsolók, a lekapcsolható hosszabbítók és a gépeink használatát egyszerűen szabályozható időzítők pár ezer forintba kerülnek, mégis sokat nyerhetünk velük. Az éjjel fölösleges eszközeink lekapcsolása, a stand-by fogyasztás kiiktatása szintén hasznos lépés. Nagyobb fogyasztású mosogatógép, mosógép esetén a programválasztásra is ügyeljünk. Ha rendelkezésre áll jobb, azaz kevésbé szennyező, technológiával előállított melegvíz (pl. napkollektor, biomassa alapon), akkor az egyébként telepakolt gépekben közvetlenül azt is használhatjuk. A szárítógépet kerüljük, amikor csak tudjuk. A napsütés és a szélmozgás ősi módon, közvetlenül felhasználható ruháink szárításához.
- Hűtés, fűtés esetén a házaink szigetelése, nyílászárók cseréje megkerülhetetlen lépés, általános esetben a fűtési fogyasztásunkat ez a felére csökkentheti. Ez azonban nagyobb beruházás, kicsit rá kell készülni anyagilag is, míg semmibe nem kerül a hőfokot lejjebb

állítani, és pulóvert, papucsot használni. Egy fok csökkentés általános esetben 6%-os megtakarítást jelent a fűtési energia fogyasztásban, a szobákat csak a szükséges mértékben fűtsük a funkcióiknak megfelelően. Nyáron ugyanígy a hűtést is elég egy-két helyiségre koncentrálni, hiszen sokat fogyaszt a legnagyobb és legnaposabb nappali szobába telepített, esetleg karban sem tartott légkondi. Érdeemes a természetes hőháztartási megoldásoknak utána olvasni, például a szellőztetés rövid időn keresztül, de intenzíven megvalósítva sokkal előnyösebb, mint a bukóra nyitott ablakokon keresztüli folyamatos hőáramlás. Jól hőszigetelt házban különösen figyeljük, hogy a sütés, főzés (pl. családi palacsintasütés, levesek, teák, főtt ételek) vagy akár a hosszú haj szárítása is jelentős hőbevitelnek számít, így fűtési időszakban, hűvösebb tavaszi napokon ezekkel is faraghatunk a fűtési keretünkből, míg nyári melegek idején célszerű eleve a hőszigetelt, hűvös téren kívül (kültéren, kertben, teraszon) felszabadítani ezeket a hőmennyiségeket.

- A fűtési energiafogyasztásunkat vidéken át is tudjuk sokszor állítani alternatív, már kiépített megújuló energiaforrásokra, gáz és villamos energia helyett fabrikettet, kezeletlen asztalosipari hulladékfát, két éves tűzifát is tudtunk használni karbantartott, jó hatásfokú tüzelőberendezéseinkben. A verseny során további használati melegvízes hőtartályainkat, fűtetlen pincékben lévő fűtési csöveinket is szigeteltük. Itt is gazdaságos módon, egyszerű pokrócos takarással és néhány méter habszivacs csőhéjjal, de egy szigeteletlen padlás esetén egy tekercs kőzetgyapot leterítése is energiatakarékosságnak számít.
- A napsütéshez igazodás nem egyszerűen kevesebb világítási igényt jelent, hanem a természetes fényen végzett tevékenységek általában kevesebbet fogyasztanak (lásd kültéri hobbik, házkörüli tevékenységek). A mesterséges világításnál a helyi, energiatakarékos világítást helyezzük előtérbe. Ez általános esetben kompakt fénycsövet vagy led lámpát jelent, nálunk azonban széles skálán használtunk tölthető fejlámpát, napelemes kerti lámpát, vagy beltéren, még az ünnepek után is minimális fogyasztású led-füzért.
- A már kiépített, napelemes rendszert használó háztartás külön odafigyelhet a saját maga által termelt energia felhasználására, szintén a napsütéshez igazított fogyasztási mintázatával, így ugyanis annyival kevesebbet fog a szennyezőbb hálózatból, a hagyományos energiarendszerből vételezni. (A verseny során ezt számításba is vették, kompenzálták.)

1. táblázat: EDU eredmények háztartások alapján részletezve

| Résztevő | Gáz | Fa | Nappali áram | PB gáz | Víz | Total | CO ₂ |
|----------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| EDU/agard | -1,46% | 7,03% | -30,13% | | 10,2% | -6,56% | -3,52% |
| EDU/rem | | | -37,12% | | -16,56% | -37,12% | -37,12% |
| EDU/topercer | | | -35,76% | -65,12% | -23,85% | -50,07% | -60,09% |
| EDU/ujutca | | -21,41% | -43,92% | -55,63% | -47,14% | -24,56% | -54,01% |
| EDU/zso | | -18,72% | -27,11% | | -16,2% | -19,26% | -27,11% |
| Total csoport | -1,46% | -19,14% | -32,86% | -63,49% | -12,54% | -19,44% | -18,8% |

Forrás: saját táblázat, EnergiaKözösségek verseny számításai [10]

Az EnergiaKözösségek idei versenyén a csapatunk győzött több, mint 30%-os megtakarítással (0. táblázat), az elméletet a valóságban bizonyítva, melynek kulcskérdése volt a résztvevők, hallgatók munkája és szorgalma. Tapasztalataink a következők:

- A takarékosági módszerek között többféle hatékonyságú szerepelt: némelyikkel az eredeti technológiához képest néhány százalékot lehet csak nyerni, némelyik kétszeres, négyszeres, tízszeres szorzóval kevesebb energiát fogyaszt, mint az eredeti technológia (pl. led fénykor lámpa helyett, kültéri sport program több órás filmezés/internetezés helyett, biciklizés/vonatozás az autó helyett).
- Megállapítottuk, hogy a kicsinek is van fele: az előző évi takarékosági versenyen való részvétel nem hátrány, inkább előny. A háztartásaink között szerepelt korábban már csökkentett fogyasztású is, melynél szintén lehetett további megtakarítási lehetőségeket találni. Az energiatakarékos életmód felé tett első lépések után már gyakorlottá válik az ember, tapasztalatot szerez, a korábban jelentéktelennek kategorizált fogyasztásaiból is tud tovább alakítani (például egy 60 Wattos keringtető szivattyú lecserélésével 7 Wattosra).
- Az energiatakarékosság megvalósításához elengedhetetlen a heti leolvasás, kiegészítve a verseny programjában is szereplő kisebb-nagyobb kihívásokkal, amikor nem csak takarékoskodtunk, de valamiből nagyon erősen, a mentesség szintjét is elértük (autómentes, húsmentes, stb).
- A különböző háztartások egyaránt meg tudtak takarítani az elvárt energiatípusokból, de azon túl a közlekedésből is. Épülettípustól függően más-más volt az erősség, például városi lakásban a konyha, világítás és a tömegközlekedés, vidéken a fűtés, mosás és az elektromos kerékpározás változtatása könnyebb, de univerzális megoldások is léteznek, mint például a tv, router rendszeres kikapcsolása. A fenntartható élethez a vidéki kisvárosi, falusi életmóddal lehet legjobban megközelíteni.

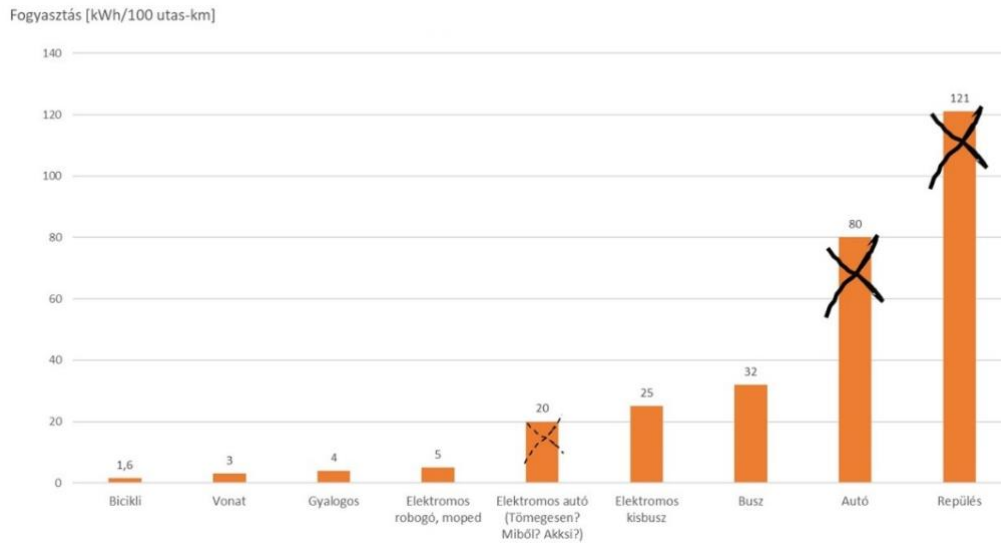
- A méréseknél, számításoknál beváltak az eredeti tervek, érdemes tehát mindenkinek magához képest 10-20%-os csökkentéseket kitűzni 3-5 évig, majd a megtakarítást megújuló energiaforrás alapú átállásra fordítani, és elmondhatja, hogy megtette a rá szabott lépéseket, nem őmiatta megy tönkre a Föld.
- A háztartások versenyén és a cikkben foglaltak megvalósításánál fontos tehát, hogy mindenki magához képest csökkentse energiafogyasztását a bemutatott módszerek alapján. Fontos a pszichoszociális oldala is a versenynek illetve az energiatakarékosság elérésének. Megállapítottuk, hogy járványhelyzet idején az emberek még motiváltabbak, mivel megértették az egészségügyi és az energetikai összefüggéseket is, a veszélyhelyzetek életmódváltoztató hatását. A csapatok összefogása, koordinálása pedig távból is jól működik, sőt a munka, iskola, illetve távmunka, távoktatás mellett könnyebb online, telefonon, emailben tartani a kapcsolatot, támogatni egymást. A verseny szerint egy koordinátorral dolgoztunk, mellette további 1-2 központi, lelkes kulcsmember egymást támogatva segítette a csapattagok gyakorlati előrehaladását, az adatok táblázatba rögzítését, feltöltését, óraállásos fényképek rendszerezését. Praktikusan előfordult egy-egy biztató, emlékeztető rátelevonás, a verseny-emailek, kihívásfeladatok tartalmának átbeszélése, a lelkesítés, ismeretátadás.

A közlekedés témakörét külön is részleteznénk az olvasók számára, mivel nem mindenkinek egyértelmű, miért fontos és hogyan lehet megvalósítani a közlekedés szennyezéscsökkentését olyan egyszerű, gyorsan megvalósítható és kis költségű energiatakarékossági lépésekkel, mint a repülőzés elhagyása és az autózás minimalizálása.

Sokszor azonban érzelmi alapon, irreálisan sok pénzt és időt költenek az emberek arra, hogy A pontból B pontba eljussanak vagy eljuttassanak valamit tonnás járműveket ménes mennyiségű lóerővel gyorsítva, miközben a saját egészségüket közvetetten és közvetlenül károsítják. Léteznek azonban energiahatékony és minimális szennyezéssel járó alternatívák a közlekedésben, például hagyományos vagy elektromos bicikli, teherbicikli, vonat, napjárnű [14], melyek kombinálásával kiváltható az általános autóhasználat. A 21. századra felismert klímavészhelyzet idején már látszik a fejlődés, egyre többen váltanak. Ezeknek az alternatíváknak pedig előnyükre válik, ha nő a kihasználtságuk, javulnak az energetikai mutatóik, fajlagosan még jobban csökken a hozzájuk kapcsolódó szennyezés mértéke, kiépülnek az infrastruktúrák, egyre kényelmesebbé válnak. Míg egy új út építésével további forgalmat, dugót, szennyezést generálnak a várostervezők, minden egyes új biciklis, vonatos vagy lemondott repülő utunk a jövőnk megmentését szolgálja.

A verseny során mérni nem kellett a benzines, dízeles, kerozinós fogyasztásunkat, mégis minden háztartás takarékoskodott, sőt három háztartás autómentesen működött. Eddigi szakmai tapasztalataink és kutatásaink alapján mindenkinek javasoljuk, hogy mérje fel közlekedési szokásaihoz kapcsolódó energiafogyasztását szintén kWh mértékegységgel, ez a siker kulcsa.

6. ábra: Lakossági közlekedés energiafogyasztása egy utas 100 kilométeréhez (narancs: fogyasztás [kWh/100 utas-km], fekete X: nem fenntartható technológia)



Forrás: David MacKay: Fenntartható energia mellébeszélések nélkül [15]

A verseny egyik kihívása viszont egy ökotudatos, energiatakarékos nyári vakáció megtervezése volt, amihez a környezetbarát utazás alkalmazása elengedhetetlen. Itt az úticélok, tevékenységek is számítanak, hiszen távoli szigetekre se energetikai, se járványügyi módon nem ajánlott menni, míg akár egy táborba, hazai vizekre, erdőbe eljutni, kikapcsolódni számos Föld-kompatibilis módon is lehet. Az általunk a versenyen bemutatott Zöld Fonó ökotábort egyébként meg is valósítottuk a nyáron, mely során kisiskolás gyerekek tanulhattak játszva, nyári tábori élményekkel a fenntartható falusi életmódról hagyományos és modern öko-technológiák kipróbálásával. [16]

Ha pedig a hétköznapi használatra gondolunk, abban az esetben is a maximum 1-2 lóerőt igénylő alternatívákkal egész életmód-megoldásokat nyerünk, hiszen túlcsomagolt, messziről szállított, feldolgozott, permetezett, öserdők helyén természetett, nagy mennyiségű árukat nem szeretne senki bicikliutánfutóval autópályák mellé épített multicégek központjaiból beszerezni. A helyi élelmiszereket a zöldségesnél vagy akár a kertben is megtalálhatjuk. Megtanulhatunk ismét tárolni, eltenni, befőzni, saját vászontáskát használni, melyek mind kisebb szennyezéssel járó technológiák. Rá kell ébrednünk, hogy etikai kérdéssé vált az életmódunk. Most már nem pazarolunk és szennyezzünk, hanem megvédjük a bolygó számunkra ismert klimatikus viszonyait, ökológiai rendszerét, és hiába van technológiánk és pénzünk valamire, ha a cél rossz, magas kockázatú, károsító, akkor nem azt választjuk.

4.5. Átállás megújuló energiaforrásokra

Ahogy az elméleti alapoknál is bemutattuk, az energiatakarékosan a jelenlegi infrastrukturális keretek között a szennyezést valóban tudjuk csökkenteni, így már elérhetővé, valóságos megoldássá válik a megújuló energiaforrásokra történő átállás. Az 0. és 2. ábrával tárgyalt változtatások elindulnak a jó irányba: a mostani fosszilis energia alapú fogyasztásunk csökken és a megújuló energiaforrások mennyiségének növelése valódi megoldást jelent. Az ellátandó életterületeink kisebb szennyezőanyag kibocsátással terhelik környezetünket, mind a

kritikus széndioxid-terhelés, mind az egyéb anyagok káros hatása redukálódik. Felmérve és csökkentve az igényeinket, ahogy EDU csapatunk is tette idén, már nem drága a megújuló energiaforrás alapú beruházásunk. Harmadával csökkentett villamos energia fogyasztásra könnyebben és olcsóbban telepít a háztulajdonos egy napelemes rendszert is. A kisebb rendszerek tervezését és kiépítését támasztja alá a gazdasági előnyökön túl mind a kevesebb beépített anyagmennyiség kisebb ökológiai lábnyoma, mind a könnyebb szabályozhatóság a hálózatnak kisebb ingadozást jelentő mértéke, melyet egy korábbi cikkünkben grafikonokkal bemutattunk. [16]

Stratégiai döntésekkel, tervezéssel megvalósítható, és valóban energiatudatos, jövőre tervező gondolkodásra van szükség egyéni és döntéshozói szinten is. Meg kell nézni, mi áll rendelkezésre, és igazodni kell hozzá. Olyan típust és olyan mértékben lehet kihasználni a megújuló energiaforrásokból, amit évtizedek, századok és ezredek múlva is ugyanígy alkalmazhatnak a következő generációk társaik és jövőjük elszennyezése nélkül. Hazánkban a napenergia, biomassa, izomerő, geotermia, víz- és szélenergia áll rendelkezésre, ebből háztartásban az első hármat tudjuk kihasználni, illetve a hálózati energiaellátás zöldítésével jut el hozzánk a továbbiakból, de erre közvetlen hatása a lakosságnak nincsen. A továbbiakban áttekintjük ezeket az energiaformákat.

A villamos energiát helyben, de a hálózat rugalmas tárolóképességét kihasználva napelemekkel lehet. A rendszerek kiépítése relatív egyszerű, a megfelelő cégek tapasztalatai, az utóbbi évek áresése, a hazai támogatások könnyebbséget jelentenek, a szolgáltatók is már ismerik, elterjedt megoldás, az ügyintézés is gördülékeny. Odafigyelni leginkább a beruházás racionális mértékére és a használat során alkalmazott energiagazdálkodási szempontokra szükséges. Az éves elszámolással lehetővé tett, fűtési célú telepítéseket lassan leváltják a kisebb méretű, helyi energiatárolókat is tartalmazó, időben korlátozottabb elszámolású rendszerek, melyben a felhasználók érdeke lesz a napenergia rendelkezésre állásához való alkalmazkodás megvalósítása.

A fűtés átállításánál még egyszer megemlítenénk a szigetelés fontosságát, a versenynek ugyan nem volt része, viszont a hazai lakásállomány általános állapota miatt külön felhívjuk a figyelmet, hogy a hagyományos épületeknél általában a fűtésszámlát, a fűtési kWh-kat (az energiafogyasztás és szennyezés mértékét) le lehet vele felezni. Ezután érdemes átgondolni, hogy milyen megújuló energiaforrás áll rendelkezésre ősztől tavaszig a csökkentett fűtési igényeink kielégítésére. Magyarországon leginkább biomassa használat lesz megoldható hosszú távon, mivel szezonálisan ez tárolható a legkönnyebben, és faültetéssel fenntartható módon ellátható is. [16] Ehhez azonban valóban további területeket kell visszaerdősíteni, amely irányba elindult ugyan döntéshozói szinten is, csak a mértékét kell még növelni és megvalósítást felgyorsítani. A megfelelő, kiterjesztett mértékű erdőgazdálkodás szintén egy egyszerűbb és olcsóbb megoldás, mint bármi más technológia, amivel a széndioxid-kibocsátást szeretnénk csökkenteni. A fosszilis földgázt, kőolajat, szenet föld alatt tartva a potenciális szennyezők további szűrésével és feldolgozásával nem is kell foglalkoznunk, éppen elég problémát kell a már elindított egyéb, klímaváltozást erősítő folyamatok helyreállításával, mérséklésével megoldani. Ide tartozik a szénhidrátok kioldása, az esőerdők széndioxid-megfogó képességének csökkenése, a légkörbe került többlet vízgőz hatása, az elolvadt gleccserek, jégtáblák hatása és további kritikus folyamatok. [18] Biomasszára történő átállásnál a használati melegvíz ellátását is kedvezően kombinálhatjuk egy indirekt, hőcserélős tartállyal fűtési szezonban ültetett fa alapon, míg tavasztól őszi napelemes vagy napkollektoros megoldással

napenergia alapon, mindkettő megújuló energiaforrás és hazánkban rendelkezésre áll a megfelelő szezonban.

A közlekedés átállításánál találjuk a legegyszerűbb és leggyorsabb lehetőségeket, melyekkel igen jelentős változásokat tudunk elérni. A célokat, igényeket is változtatva (repülőutak, egyszemélyes autózás megszüntetése) eljutunk az alternatívák kereséséig. Energiatakarékos, ha a rendkívül energiahatékony, de hagyományos energiamix-szel ellátott vonatot, villamost választjuk. Energiatakarékos és megújuló energiaforrás alapú, ha izomerőnek használjuk (kerékpár, gyaloglás), illetve szállításhoz, nagyobb távolságokra még egy kevés elektromos energiát (elektromos tricikli, teherbicikli, moped), melyeket kisméretű, háztartási napelemes rendszerrel is elláthatunk, fogyasztásunkat a saját termelésünkhez igazítva. Megjegyeznénk még egyszer, hogy az elektromos autó ellátása sokkal több napelemet igényel, nem beszélve a rendszeresen cserélendő akkumulátorok mennyiségéről, a karosszériáról, a rákkeltő gumidarálékról, a töltési kapacitás kiépítésének problémaköréről. [19]

5. Összefoglalás és következtetések

Jelen cikkben bemutattuk, hogyan lehetséges hazánkban is megvalósítani a sürgős energiatakarékosági lépéseket, milyen módszerekkel tudja bárki felmérni a háztartását, közlekedését, fogyasztását. Az első 10-20%-os csökkenés könnyen elérhető, de az EDU csapatának 5 háztartása bizonyította, hogy van további lehetőség, különösen nagy beruházás nélkül 32,86%-os tudunk csökkenteni, az energiatakarékoság működött még járványhelyzet idején is. Mindenkinek meg kell valósítani ezeket, és az évi 4-5 %-os energiafogyasztás és igény növelése helyett ugyanennyi vagy még nagyobb mértékű, 10-20%-os csökkentés a cél.

Végezetül megállapíthattuk, hogy ha valaki energiatakarékos az élet minden területén, az egyben ökotudatos, hulladékviszafogó, autóelkerülő, szennyezéscsökkentő, védi a talajt, a vizeket, az élővilágot helyi és globális szinten is, mert ezek a szelíd technológiák együtt járnak, előnyösen támogatják és kiegészítik egymást. Az energiatakarékos ember pedig a megújuló energiaforrásokból is olyan típusúakat és olyan mértékben használ, ami belefér a fenntarthatóság kereteibe, és biztosítja a további több száz, ezer, tízezer éves jövőnket.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük az E.ON által támogatott EnergiaKözösségek verseny szervezőinek, az E.ON és a GreenDependent Intézet munkatársainak fáradhatatlan munkájukat, szemléletformáló tevékenységüket, különösen Vadovics Edinának a szakmai vezetését.

A cikk megjelenése az EFOP-3.6.1-16-2016-00009 azonosító számú „Lézertechnológiai és energetikai alapkutatás megvalósítása az Edutus Főiskolán, tudástranszfer, továbbá a vállalati kapcsolatok és a társadalmi szerepvállalás erősítését célzó tevékenységekkel kiegészítve” című pályázat támogatásával valósult meg.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. *GreenDependent Intézet: E.ON EnergiaKözösségek Versenyeredmény*, <https://intezet.greendependent.org/hu/node/636> 2021
2. *Vadovics, E., Szöllőssy, A., Vadovics, K.: Klímaválság és mindennapi életünk: miért van szükség viselkedésváltozásra és mekkora hatást lehet elérni vele?* Első Országos Interdiszciplináris Éghajlatváltozási Tudományos Konferencia (előadás), Magyarország 2021
3. *Prof. dr. Ürge-Vorsatz Diána: Éghajlatváltozás: megúszhatja a civilizációnk?* Pedagógiai esték (előadás), Szeged TV <https://youtu.be/QUdU8mnbF9A> 2020
4. *UN Emissions Gap Report*, <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2020> 2020
5. *Alcott, Blake szerk.: JM Polimeni, K Mayumi, M Giampietro: Historical Overview of the Jevons Paradox in the Literature, The Jevons Paradox and the Myth of Resource Efficiency Improvements.* Earthscan, pp. 7–78. ISBN 1-84407-462-5 2008
6. *Molnárné-Dőry, Zs.; Dőry, I.: Designing and analysing renewable energy based hybrid energy system in remote laboratory and autonomous building*, In: Gróf, Gyula (szerk.) 13th International Conference on Heat Engines and Environmental Protection Proceedings, Budapest, Magyarország, BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék 206 p. pp. 73-81., 9 p. 2019
7. *Leen Ghassan Mkhaimer, Mazen Arafah, Ahmad Sakhrieh: Effective implementation of ISO 50001 energy management system: Applying Lean Six Sigma approach*, International Journal of Engineering Business Management 9:184797901769871, <http://dx.doi.org/10.1177/1847979017698712> 2017
8. *Referenciaház mérésbemutató honlap*: <http://solar.edutus.hu/> 2021
9. *William J Ripple, Christopher Wolf, Thomas M Newsome, Jillian W Gregg, Timothy M Lenton, Ignacio Palomo, Jasper A J Eikelboom, Beverly E Law, Saleemul Huq, Philip B Duffy, Johan Rockström: World Scientists' Warning of a Climate Emergency 2021*, BioScience biab079, <https://doi.org/10.1093/biosci/biab079> 2021
10. *EnergiaKözösségek honlap*: <https://energiakozossegek.hu/> 2021
11. *KlímavéddeVelem honlap*: <https://www.facebook.com/KlimaveddVelem> 2021
12. *Dr. Áder János: Utak és vasutak a klímasegélyezés Magyarországaért*, MAÚT 7. Innovációs fórum, Köztársaság elnöki előadás, <https://youtu.be/OORovovophg> 2021
13. *EnergiaKözösségek verseny (2020-2021): Energia-felmérési úrlap*, https://energiakozossegek.hu/sites/default/files/HaztartasiEnergiaFelmeres_20202021.pdf 2021
14. *NapCsiga ismeretterjesztő honlap*: <https://www.facebook.com/NapCsiga> 2021
15. *MacKay, D.: Fenntartható energia – mellébeszélés nélkül.* Vertis Typotex Könyvkiadó, Budapest, 2011, Angol (frissített) kiadása: David MacKay: Without hot air <https://www.withouthotair.com/> 2015
16. *Zöld ösvény az ökotáborhoz: EDU versenyfeladata a Zöld Fonó Tábor bemutatásával*, <https://www.youtube.com/watch?v=inw3V4NftAQ> 2021

17. Molnárné Dőry, Zs., Dőry, I.: *Megújuló energiaforrások háztartási méretű alkalmazásának kutatásai és gyakorlati tapasztalatai*, ACTA PERIODICA (EDUTUS) 22 pp. 4-17., 14 p. <https://www.edutus.hu/cikk/megujulo-energiaforrasok-haztartasi-meretu-alkalmazasanak-kutatasai-es-gyakorlati-tapasztalatai/> 2021
18. Másfőfok honlap: *Éghajlatváltozásról közérthetően*, <https://masfok.hu/> 2021
19. Jens F.Peters, Manuel Baumann, Benedikt Zimmermann, Jessica Braun, Marcel Weil: *The environmental impact of Li-Ion batteries and the role of key parameters – A review*, Renewable and Sustainable Energy Reviews Volume 67, pp. 491-506, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.08.039> 2017