



HI-SMART: HIGHER EDUCATION PACKAGE FOR NEARLY ZERO ENERGY AND SMART BUILDING DESIGN

5. MODUL

6. FEJEZET: DEMAND-SIDE MANAGEMENT

Az Európai Unió
Erasmus+ programjának
társfinanszírozásával



SLOVAK UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY IN BRATISLAVA



OKOS MÉRÉS

Az energiarendszerekben teljesítménymérőket alkalmaznak az energiafogyasztás mérésére. Napjainkban különféle teljesítménymérőket alkalmaznak, amelyek különböző fejlődési szakaszban állnak. A teljesítménymérőket a jellemzőik és a képességeik alapján két fő csoportra lehet osztani. A régebbi típusú teljesítménymérők az elektromechanikus mérők. Ezeknek a mérőknek a fejlesztésére azok korlátozott képességeik miatt volt szükség. Például nem tudnak túl pontos eredményeket szolgáltatni, mert bizonyos tényezők befolyásolják a mérésüket, csak az alapvető energiakomponensek mérésére alkalmazhatók, leolvasásukhoz emberi erőforrás szükséges. Az emberi tényező miatt nagyobb a hibalehetőség és alkalmazásuk az energia költségét is növeli. Az újabb típusú teljesítménymérők: az elektronikus teljesítménymérők, melyek pontosabb energiamérési eredményeket szolgáltatnak, és az energia ára is csökkenthető a távfelügyeleti rendszerek segítségével. Ehhez a távoli hozzáféréshez különböző technológiák alkalmazhatók. Az Automated Meter Reading (AMR) rendszer egyirányú információáramlást biztosít az elektronikus teljesítménymérőktől az energiaszolgáltatókhoz. Ezzel szemben az Advanced Metering Infrastructure (AMI) már képes kétirányú információáramlást biztosítani az elektronikus teljesítménymérők és az energiaszolgáltatók között. Az utóbbi időben az „okosmérő” kifejezést használják az elektronikus teljesítménymérőkre, de nincs egységes leírás, hogy mit is jelent az „okos”. Az intelligens mérőórák moduláris felépítésűek, ami lehetőséget ad rugalmas mérőberendezések elkészítésére, amelyek minden szükséges tulajdonsággal rendelkeznek. Az okosmérők nemcsak a két leolvasási periódus közötti összefogyasztást, hanem a távoli elérés miatt rövidebb időtartamú fogyasztást is képesek mérni. Így az energiaszolgáltatók megvizsgálhatják fogyasztóik fogyasztási adatait, elemezhetik fogyasztási magatartásukat, és képesek a rendszerüket fejleszteni és növelni az energiaellátás hatékonyságát. [1][2]

Az okos mérő technológia lehetővé teszi a fogyasztók számára, hogy valós idejű információkat kapjanak energiafogyasztásukról. Ezáltal tudatosan módosíthatják fogyasztásukat, részt vehetnek demand side management programokban, valamint energia- és költségmegtakarítást érhetnek el. Az okosmérők alkalmazása az energiaszolgáltató cégek számára is előnyös, mivel azok segítségével számos információ érhető el a felhasználókról. Nagyszerű lehetőséget kínál az elektromos hálózat felügyeletére és szabályozására, a fogyasztási csúcs- és csúcsidőn kívüli időszakok kezelésére, valamint az energiaellátás biztonságának javítására. Az összegyűjtött adatok segíthetik olyan új árazási módszerek kidolgozását, amelyek a villamosenergia-fogyasztás és az energiaköltség csökkentését eredményezhetik. A hatékonyabb energiaellátás az energiatermelés és a káros kibocsátás redukálását eredményezi. Az okos mérők segítségével a megújuló energiaforrások, az új technológiák és innovációk is könnyebben integrálhatók a villamosenergia-rendszerbe. [1][2]

Annak ellenére, hogy az okosmérők használatának számos előnye van, társadalmi elfogadottságuk nem egyértelmű. Tanulmányok próbálták azonosítani a társadalmi elfogadottságot befolyásoló tényezőket. Az emberek alapvető jellemzőik a demográfiai adataik, mint például az életkoruk, a nemük, a fizetésük, stb. A kutatások alapján ez az információ felhasználható a technológiát támogató csoport azonosítására. A tényezők másik csoportját jelenthetik a személyes adatok felhasználásával kapcsolatos aggodalmak. A fogyasztóknak adatvédelmi aggályai lehetnek, mivel az okosmérők segítségével az energiaszolgáltatók valós idejű adatokat kaphatnak róluk, és sokan emiatt kellemetlenül érzik magukat. Sőt, azok az emberek, akiknek korábban visszaéltek a személyes adataival, kevésbé tartják kedvezőnek az új technológiákat korábbi tapasztalataik miatt. A társadalmi normák is nagymértékben befolyásolhatják az emberek viselkedését. Azok az emberek, akik szeretnek alkalmazkodni másokhoz, szívesebben viselkednek úgy, ahogy mások szerint kellene, vagy viselkednek úgy, ahogyan mások is. Ezért ezek a normák az okos mérő technológia elfogadottságának folyamatában is jelentős szerepet játszanak. A technológiai normák jelentik az emberek okos mérőkhöz való pozitív vagy negatív hozzáállását. Az optimizmus és az újításokra való nyitottság arra ösztönzi az embereket, hogy elfogadják őket, de a kellemetlen érzések és a bizonytalanság visszatarthatja őket. [3]

A villamosenergia-piac szabályozására különböző szabványokat dolgoztak ki és alkalmaznak. Például az International Electrotechnical Commission (IEC) és a Technical Committee 13 (TC13) világszerte alkalmazott, az American National Standards Institute (ANSI)-t és az ANSIC12-t Észak-Amerikában használják, a European Committee for Standardization (CEN) és a European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC) pedig európai szabványokat is létrehozottak. Emellett az egyes országok a saját nemzeti szabványaikat alkalmazzák, mások pedig különböző kombinációkat használnak. [1]

OKOS HÁLÓZAT

Az első elektromos hálózatokat az 1800-as években telepítették, de széles körben csak az 1960-as évektől kezdték el őket használni. Az energiaszükségletet elsősorban hagyományos forrásokból fedezték: főként fosszilis tüzelőanyagokat, víz- és nukleáris energiaforrásokat használtak. Az energiaigény a 20. század végén jelentősen megnőtt. Ezt az energiaszükségletet a rendelkezésre álló energiaforrások már nem tudták kielégíteni, ezért újakat kellett az energiarendszerbe integrálni. Az energiatermelés és -fogyasztás időben elkezdett szétválni, ezért sok erőfeszítés történt a köztük lévő egyensúly megteremtésére. A villamosenergia-rendszer működésének biztosítása érdekében Demand Side Management (DSM) módszereket alkalmaztak a fogyasztók fogyasztásának befolyásolására. [2]

Az energiafelhasználás tovább nőtt, és jelentős volt a termelés okozta károsanyag kibocsátás. A szennyezés csökkentése és a szükséges energiamennyiség kiszolgálása érdekében megújuló energiaforrásokat kellett az energiarendszerekbe integrálni, de ezt a hagyományos

hálózat nem tudta kezelni. A 21. században új találmányokat integráltak az elektromos hálózatba, és létrejött az okos hálózat rendszer. [2][4]

Amíg a hagyományos hálózat az információáramlást az árammérőktől a közüzemi társaságokig biztosítja, a villamos energiát pedig az ellátóktól a felhasználókig szállítja, addig az okos hálózatok hatékonyan tudják kezelni a teljes energiarendszert az okos mérők segítségével, általuk biztosítva a kétirányú kommunikációt és a beavatkozás lehetőségét. Ez nem csak a felhasználókat segíti otthonaik és fogyasztásuk kordában tartásában, hanem lehetőséget ad az energiacégek számára is a teljes hálózati rendszer menedzselésére: az energiatermelés és -fogyasztás kiegyensúlyozására; a megfelelő elosztásra. Az okos mérők alkalmazásával lehetőség van az energiarendszer valós idejű felügyeletére és vezérlésére, ami által növelhető az ellátás biztonsága és csökkenthető az energiaveszteség. A villamosenergia-rendszeren áthaladó energiaáramlás nyomon követésével a bemeneti és kimeneti terhelések felügyelhetők, valamint vizsgálható ezek hatása az energiarendszer viselkedésére. [2][5]

Az okos hálózat rendszer működtetéséhez megbízható, erős kommunikációs hálózatot kell biztosítani az okos hálózat egyes komponensei között. Számos topológia, vezetékes és vezeték nélküli megoldás alkalmazható. A leggyakoribb kis hatótávolságú vezeték nélküli technológiák a Bluetooth, a ZigBee és a Wi-Fi. Ezek jellemzőit az 1. táblázat tartalmazza. A vezeték nélküli technológia nagyobb területek lefedésére is használható: a mobilhálózatok akár 100 Mbps sávszélességű távolsági kapcsolatot is tudnak biztosítani. Vezetékes technológiaként a Powerline Communication (PLC) és a Digital Subscriber Line (DSL)/ Optical Fibre lehet megfelelő. [2]

1 táblázat. Vezeték nélküli kommunikációs technológiák [2]

Név	Hatótávolság	Frekvencia	Sávszélesség
Bluetooth	10 m	2,45 GHz	up to 3 Mbps
ZigBee	~100 m	868 MHz, 915 MHz, 2,4 GHz	20-250 kbps
Wi-Fi	up to 250 m	2,4 GHz, 5 GHz	up to 600 Mbps

Az okos hálózatok három fő csoportba sorolhatóak. A Home Area Network (HAN) egy háztartásban köti össze az elektromos készülékeket, és okosmérők segítségével gyűjti a fogyasztási adatokat. Erre a célra olyan technológiákat lehet választani, mint például a Bluetooth, a ZigBee és a Wi-Fi. A Neighborhood Area Network (NAN) korlátozott területek adatait gyűjti, és az intelligens mérők adatait továbbítja az adatgyűjtőknek olyan technológiák segítségével, mint például a Wi-Fi. A Wide Area Network (WAN) összeköti a NAN-okat és a nagyobb eszközöket, és biztosítja az információáramlást az adatgyűjtőktől és az eszközöktől az adatközpontokig. Erre a célra például mobilhálózatokat, optikai szálak és távvezetési kommunikációs technológiákat lehet alkalmazni. [2]

A villamosenergia-rendszerek karbantartásához és fejlesztéséhez nem csak a meglévő feltételeket, hanem a jövőbeni trendeket is szem előtt kell tartani. A természeti károk csökkentése érdekében megújuló energiaforrásokat integráltak az energiarendszerekbe, de

ezek növekvő mennyisége kihívást jelent. A helyi energiatermelés, az energiafelhasználás és a hálózatba betáplált energia dinamikusan változik. Ezért a keresleti és kínálati oldal egyensúlyának biztosítása érdekében a villamosenergia-rendszert monitorozni és felügyelni kell. Az elektromos járművek növekvő számával és energiaigényével is számolni kell, mert a villamos hálózatnak ezeket is megbízhatóan el kell tudnia látni. Az energiarendszer megfelelő működésének és a megfelelő információáramlásnak biztosításához, az innovációk előnyeinek kihasználásához erős kommunikációs rendszerekre és energiahálózatokra van szükség. [6]

INTERNET OF THINGS

Számos erőfeszítést tettek annak érdekében, hogy leírják mi is az az Internet of Things (IoT), de ennek ellenére nincs szabványos definíció. „Általában az IoT egyedileg azonosítható végpontokból vagy „dolgokból” álló hálózatok hálózata, amik adatokat rögzítenek és osztanak meg.” [7]

Az IoT-nek nincs egységes architektúrája sem, de általában rétegekre osztják. A legszélesebb körben alkalmazott architektúra három rétegből áll: észlelési rétegből, hálózati rétegből és alkalmazási rétegből. Az észlelési réteg kapcsolatban áll a fizikai környezettel: érzékelők, aktuátorok és egyéb eszközök alkalmazásával mér és gyűjt adatokat. A hálózati réteg biztosítja az adatáramlást az észlelési és az alkalmazási rétegek között. Az alkalmazási réteg a többi réteg által szolgáltatott adatokat használja fel, és alkalmazásokon valamint azok felületein keresztül tartja a kapcsolatot a felhasználókkal. [7][8]

1. Táblázat: Internet of Things architektúrája [7][8]

Észlelési Réteg	Physical perception layer	Thing/device layer	Device layer	IoT sensing layer
Hálózati Réteg	Network layer	Connectivity layer	Connection layer	IoT network layer
Alkalmazási Réteg	Application layer	IoT cloud layer	Application layer	IoT application layer
Forrás	Yan et al. (2014)	Wortmann and Flüchter (2015)	Bandyopadhyay, Balamuralidhar, and Pal (2013)	Burrus (2014)

Számos IoT-alkalmazás létezik, amelyek nagyon különböző területeket fednek le. Sok tanulmány ezek csoportosításáról és rangsorolásáról szól. A közlekedés, az energia, az egészségügy, az okos otthonok, az okos városok, a pénzügyi szolgáltatások, az információs technológia néhány példa a vezető témákra. Az IoT-alkalmazások nagyon különböző célokra használhatóak: alkalmazhatóak például az egészségügyi rendszerben lévő betegek monitorozására, a vízrendszerben szivárgó cső helyének jelzésére, a háztartások energiafogyasztásának szabályozására, a jármű parkolásának elősegítésére. vagy a rendelkezésre álló anyagok mennyiségének nyomon követésére egy gyárban. [7][9]

Mint minden innovációnak, az IoT-nek is vannak előnyei, de hátrányai is. Az IoT segítségével hatalmas mennyiségű adat áll rendelkezésre, felhasználásukra pedig végtelen lehetőség nyílik. Javíthatja az életminőséget, és megkönnyítheti a folyamatok irányítását. Másrészt viszont egy IoT rendszer kiépítéséhez nem csak pénzügyi háttérre van szükség, hanem egy jól képzett munkaerőre is. Ezeknek az IoT-rendszereknek a fejlesztése és üzemeltetése során számos nehézség adódhat, amelyek bonyolultsága és a tapasztalatok hiánya miatt nehéz lehet kezelni a rendszert. [7]

1.2 BEVEZETÉS A DEMAND-SIDE MANAGEMENT (DSM) -BE

Ahhoz, hogy a növekvő energiaigényt környezetbarát és minőségi szinten lehessen kielégíteni, szükség van a villamosenergia-rendszer fejlesztése, új találmányok rendszerbe integrálására. Az energiaigény kiszolgálása és a káros kibocsátás csökkentése érdekében megújuló energiaforrásokat és energiatárolókat építenek az energiarendszerekbe. Az energiaszolgáltatás fejlesztése érdekében az ellátás biztonságának növelése, a termelés és a fogyasztás egyensúlyának fenntartására is szükség van. [6]

DEMAND SIDE MANAGEMENT

A növekvő energiaigény és a rendelkezésre álló energiatermelő kapacitás közötti egyensúly megtartására két lehetőség adódik: a kínálati vagy a keresleti oldalt kell a másik oldalhoz igazítani. A demand side management (DSM) módszerek segítségével a kereslet oldal energiafogyasztását úgy befolyásolják, hogy az asszimilálódjon a kínálati oldal energiatermeléséhez. A DSM alkalmazása során motiválni kell a fogyasztókat energiafogyasztásuk módosítására, ami tudatos és hatékony energiafelhasználáshoz vezethet, ezáltal pedig az energiavesztés és a káros kibocsátás is csökkenthető. [10][11]

A „demand side management” kifejezést először 1984-ben használta Clark W. Gellings. A DSM magában foglalja azon tevékenységeket, amelyeket az elektromos fogyasztásmérő keresleti (azaz fogyasztói) oldalán végeznek, a közszolgáltató általi közvetlen vagy közvetett ösztönzés hatására. Fontos kiemelni, hogy a DSM nemcsak a villamosenergia-igény kezelésére, hanem a nem elektromos energiaáramlás kezelésére is alkalmazható. [10][11]

A DSM módszertanát már azelőtt is használták, hogy az a nemzeti törvények részévé vált volna. Például az 1960-as és 1970-es években Új-Zélandon és Európában DSM-hez kapcsolódó tevékenységeket végeztek. A DSM először az Egyesült Államokban vált a nemzeti politika részévé. A National Energy Conservation Policy Act-ban és a Public Utility Regulatory Policy Act (PURPA)-ban került bemutatásra, a National Energy Act 1978 részeként. Az 1970-es években az olajembargó energiaválsághoz vezetett, az energiaköltség jelentősen megemelkedett. Az energiahiány kezelése érdekében az USA-ban számos erőfeszítés történt, mint például, hogy a PURPA kifejlesztette az Integrated Resources Planning (IRP)-t. Ennek célja a rendelkezésre álló energiaforrások hasznosítására és az energiafogyasztók

költséghatékony kiszolgálására alkalmas stratégiák kidolgozása volt. Az USA-ban ezáltal a DSM stratégiák nagyon népszerűvé váltak. Ezzel ellentétben Európában az 1980-as években annak ellenére, hogy az energetikai problémák a politikai érdeklődés középpontjába kerültek, a '90-es évek intézkedései miatt az energiaszolgáltatók többsége nem volt motivált a DSM-mel való foglalkozásra. A 2000-2010-es években a klímaváltozás és az energiaellátás biztonsága a figyelem középpontjába került, és a DSM módszertan világszerte népszerűvé vált. [11][12]

Az energiarendszer megfelelő működése érdekében fenn kell tartani az egyensúlyt az energiatermelés és az energiafelhasználás között. Az energiatermelés napközben dinamikusan változik a rendszerbe integrált megújuló energiaforrások miatt, amelyek termelése nem jelezhető pontosan előre és nem is kontrollálható. A megtermelt többlet energiát el kell fogyasztani vagy el kell tárolni, de a hatékony energiátárolás problémája még nem oldódott meg. Ahhoz, hogy a csúcsidekban a szükséges energiamentyiséget megbízhatóan ki lehessen szolgálni, plusz erőforrásokat kell integrálni az energiarendszerbe, mely erőforrások fosszilis tüzelőanyaggal működnek. Ezen extra eszközök rendelkezésre állása azonban növeli az energiaköltséget. Az energiaellátás biztonságának biztosítása érdekében az energiarendszer minden részét a csúcsigényekre kell méretezni. Minél nagyobb a csúcsigény, annál drágábbak a szükséges berendezések és az energiatermelés. Ezért az energiaköltség csökkentése érdekében a fogyasztók energiafogyasztását kontrollálni kell. Arra kell ösztönözni őket, hogy csökkentsék csúcsigényüket, vagy annak egy részét a csúcsidek kívüli időszakokra tolják át, vagy alkalmazkodjanak az energiatermeléshez. Ahhoz, hogy a fogyasztók reagálhassanak az energiatermelés változásaira, pontos információkat kell kapniuk az energiarendszer aktuális állapotáról. Kedvező a helyzet, ha az energiafelhasználás a megújuló energia rendelkezésre állása esetén nő, csúcsidekban pedig csökken. [13]

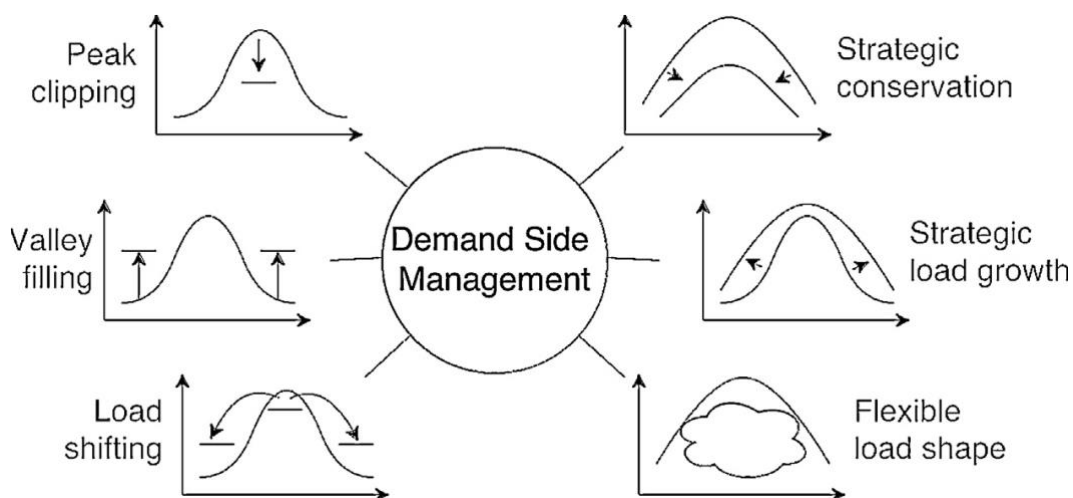
Az energiatermelés és az energiafogyasztás egyensúlyának megteremtése érdekében a DSM két stratégiát alkalmaz: consumption reduction és efficiency improvement. Ezen stratégiák alapján a DSM technikákat két módozatba lehet sorolni: static DSM (SDSM) és dynamic DSM (DDSM). Először az általános DSM technikákat mutatjuk be, amelyek az electric load management (ELM) és az energy conservation (ENCON). [10]

2. Táblázat: DSM módozatok [10]

Stratégiák	Módozatok	Technikák	
		Electrical load management	Energy conservation
Consumption reduction	Static DSM	<i>SELM</i>	<i>SENCON</i>
Efficiency improvement	Dynamic DSM	<i>DELM</i>	<i>DENCON</i>

Az ELM célja a fogyasztók villamosenergia-fogyasztási profiljának megváltoztatása, és az alkalmazott stratégiáknak megfelelően két módozata van: static ELM (SELM) és dynamic ELM (DELM). A SELM célja, hogy csökkentse az energiafogyasztást az energiafelhasználás módosítása által. Ezzel szemben a DELM célja a terhelés alakjának megváltoztatása az

energiafelhasználás nagyobb hatékonyságának elérése érdekében. A SELM a Strategic Conservation és Flexible Load Shape technikákat; a DELM a Peak Clipping, a Valley Filling, a Load Shifting és a Strategic Load Growth technikákat alkalmazza. Az ELM terhelésváltoztatási technikáit az 1. ábra szemlélteti. A Strategic conservation az energiafogyasztás általános csökkentésére szolgál, a Flexible Load Shape technikát a fogyasztók energiaszükségletének a rendelkezésre álló energiának megfelelő módosítására alkalmazzák. A Peak Clipping az energiafogyasztás csúcsidőbeni csökkentésére, a Valley Filling a csúcsidőn kívüli időszakban az energiafogyasztás növelésére, a Load Shifting az energiafogyasztás csúcsidőről a csúcsidőn kívüli időszakra való áttolására és a Strategic Load Growth az energiafelhasználás növelésére szolgál. A Peak Clipping, Valley Filling és Load Shifting technikákat a terhelési görbe simítására és az energiafogyasztás ingadozásának csökkentésére alkalmazzák. A Strategici Load Growth technikát a rendszer működési hatékonyságának növelése érdekében használják. [10]



1. Ábra: A terhelés befolyásolásának technikái (Gellings, 1985)" [13]

Az ENCON célja az energiaveszteségek csökkentése. Az ENCON technikák ismertetéséhez először az energiarendszeren keresztüli energiaáramlás sémáját kell bemutatni. A bemenő energiaáram a végenergia amely az a felhasználható energiamentiség, amelyet az elosztási és tárolási veszteségek levonása után kapunk. A kimenő energiaáram a hasznos energia, ami a munkavégzéshez szükséges energia. Különbségük az energiaveszteség. Az energiahatékonyság a hasznos energia és a végenergia aránya. Ezen jellemzők alapján három különböző ENCON mechanizmust lehetett megkülönböztetni. Az Energy Recovery mechanizmus célja az energiaveszteségek csökkentése, miközben a végenergia változatlan. Ennek következtében a hasznos energia és az energiahatékonyság nő (például: kapcsolt hő- és villamosenergiatermelés alkalmazása). Az Energy Audit mechanizmus célja az energiaveszteségek csökkentése a hasznos energia változatlansága mellett. Ezáltal csökken a végenergia és nő az energiahatékonyság (például: hőszigetelések alkalmazása az épületeken). Az Energy Saving mechanizmus célja az energiaveszteségek csökkentése,

miközben az energiahatékonyság fix. Ezáltal csökken a végenergia és a hasznos energia (például: a világítási rendszer módosítása). A fentiekkel összhangban két ENCON-stratégia létezik: Energy Consumption Management (ECM) és Energy Efficiency Management (EEM), amelyek a végenergiát, illetve energiahatékonyságot szabályozzák. Az ENCON szintén két módozattal rendelkezik: static ENCON (SENCON) és dynamic ENCON (DENCON). Amíg a SENCON ECM mechanizmusokat (Energy Audit, Energy Saving) használ, addig a DENCON EEM típusú mechanizmusokat (Energy Audit, Energy Recovery) alkalmaz. [10]

Amint azt korábban említettük, a DSM technikákat jellemzőik alapján SDSM és DDSM módozatokba lehet sorolni. Az SDSM módszerek a SELM és a SENCON, amelyek az energiafogyasztás szabályozásának lehetőségeire fókuszálnak, a DDSM módszerek a DELM és DENCON, amelyek az energiahatékonyság szabályozásának lehetőségeire fókuszálnak. Az SDSM módszerek célja a fogyasztók energiafogyasztásának módosítása azáltal, hogy motiválja őket energiafelhasználásuk szabályozására és terhelési profiljuk megváltoztatására. Ezeknek a módszereknek a sikere a kliensek magatartásán múlik, mivel a részvételük és az együttműködésük önkéntes. A DDSM módszerek esetében az energiafogyasztók kötelesek részt venni az energiaszabályozási folyamatban, az energiarendszer hatékonyságának javítása érdekében, és ezáltal ők aktív részesei az energiaszabályozási rendszernek. [10]

A DELM módszerek két alapvető típusba sorolhatóak: Orderly Power Utilisation (OPU), amely a „nem piaci alapú DELM” és a Demand Response (DR), amely a „piaci alapú DELM”. Ezeknek az elnevezéseknek az az oka, hogy míg az OPU adminisztratív intézkedéseket alkalmaz a DELM céljának elérése érdekében, addig a DR ugyanezen okból piaci intézkedéseket alkalmaz. Az OPU a terhelés szabályozása olyan adminisztratív, gazdasági, technológiai és egyéb intézkedésekkel, amelyek az ügyfeleket arra készítetik, hogy kritikus állapotban, például áramellátási hiányban vagy a megbízhatóság veszélye esetén garantáltan hatékonyan használják fel a villamos energiát. Az OPU-nak három típusa van: Strategic Saving, Strategic Productivity és Strategic Transfusion. A Strategic Saving Peak-Clipping és Strategic Conservation mechanizmusokat alkalmaz annak érdekében, hogy az energiaterhelést csökkentse a szükséges időtartam alatt. A Strategic Productivity a Load Shifting és a Flexible Load Shape mechanizmusokat használja a terhelési profil alakjának módosítására, miközben a felhasznált energia mennyisége változatlan. A Strategic Transfusion Valley Filling és Strategic Load Growth mechanizmusokat használ, hogy az energiaterhelést növelje a szükséges időtartam alatt. A DR a fogyasztók villamosenergia-felhasználásának a szokásos fogyasztási szokásaikhoz képesti megváltoztatása, válaszul a villamosenergia-ár változásaira, vagy válaszul a villamosenergia-felhasználást befolyásoló ösztönzőkre, amelyeket a kritikus időszakokban alkalmaznak (ezeket az időszakokat a magas nagykereskedelmi piaci árak jellemzik), vagy amikor a megbízhatóság veszélybe kerül. A DR módszereket alkalmazva a fogyasztók motiváltak a villamosenergia-rendszer szabályozásában való részvételre és az energiafelhasználás módosítására, mivel számukra költségcsökkentési lehetőségek vannak felkínálva. Az energiaszolgáltatásban DR programok nélkül fix energiaárakat alkalmaznak, amik nem ösztönzi az ügyfeleket az együttműködésre. A DR programok segítségével az

energiaárak az energiarendszer állapotát és a termelés költségeit tükrözve ingadoznak, ami a megfelelő végfelhasználói magatartáshoz vezet. [10]

1.3 BEVEZETÉS A DEMAND RESPONSE TÉMAKÖRBE

A demand response (DR) célja az energiafogyasztási magatartás megváltoztatása a keresleti oldalon a villamosenergia-termelésnek és a szolgáltatás költségének megfelelően. A DR-programokban részt vevő fogyasztók különböző módokon járhatnak el. Csökkenthetik a fogyasztásukat csúcsidőben, míg a csúcsidőn kívül nem változtatnak fogyasztásukon, így a saját kényelmük rovására energiát és pénzt takaríthatnak meg. Csúcsidőben csökkenthetik a fogyasztásukat, csúcsidőn kívül pedig növelhetik azt, ezáltal eltérő eloszlás mellett ugyanannyi energiát fogyaszthatnak. Ki tudják használni saját energiatermelési forrásaikat, és csökkenthetik a közös hálózaton az igényt. [13]

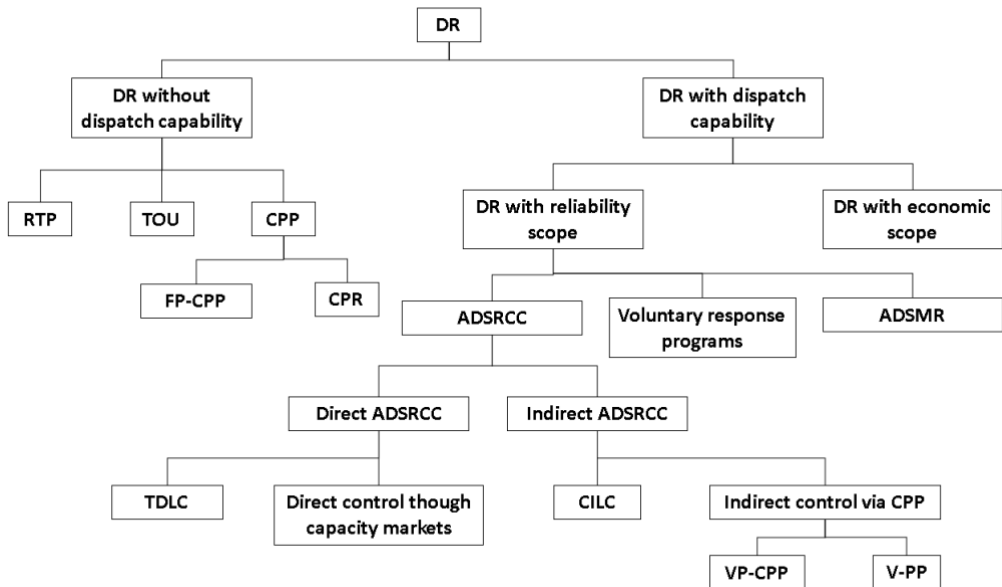
Számos DR módszer létezik, amelyek alcsoportokba sorolhatóak. Ezen módszerek jellemzőit az alábbi lista tartalmazza, a DR taxonómiája pedig a 2. ábrán látható. [10]

- DR without dispatch capability módszerek célja a keresleti oldal ösztönzése az energiafogyasztási profil megváltoztatására és a csúcsidőszaki villamosenergia-terhelés csökkentésére, melyhez a termelési költségtől függően különböző időszakokra eltérő tarifákat alkalmaznak. Ezen módszerek alkalmazása során a szolgáltatóknak nincs lehetőségük fogyasztóik energiafogyasztásának csökkentésére, az igényelt energiamennyiséget mindig szolgáltatniuk kell. [10]
 - A real time pricing (RTP) módszer célja a fogyasztók fogyasztási magatartásának megváltoztatása valós idejű energiaárak alkalmazásával, amelyek meghatározása a villamos energia tényleges előállítási költsége alapján történik. Az ügyfeleket az óránként változó energiaárak motiválják, hogy a csúcsidőszakban csökkentsék és a csúcsidőn kívüli időszakokra helyezték át energiaterhelésüket. [10]
 - A time of use tariff (TOU) módszere hasonló stratégiát alkalmaz, mint az RTP, de az időszakokat kisebb blokkokra osztja, és mindegyikhez más-más energiaárat határoz meg az adott blokkon belüli átlagos energiaellátási költség szerint. A csúcsidőn kívüli alacsonyabb árak, a csúcsidőbeni magasabb árak és a köztes időszakbeli mérsékelt árak tükrözik az energiarendszer változásait. [10]
 - A critical peak pricing (CPP) módszer a kritikus csúcsidőszakra fókuszál. Ezekre a kritikus időszakokra magas energiaárakat határoznak meg, hogy a fogyasztókat ezekben az időszakokban fogyasztásuk csökkentésére motiválják. Azonban nemcsak magas csúcsidőszaki tarifákat alkalmaznak, hanem a nem kritikus csúcsidőszakban is kedvezményt kapnak a résztvevők. [10]
 - A Fixed period critical peak pricing (FP-CPP) módszer maximalizálja azon időszakok számát és hosszát, amikor az ügyfelek részt vehetnek, és előző nap értesítést kapnak a kritikus csúcsidőszakokról. [10]

- A Critical peak rebates (CPR) módszere fix árakat alkalmaz különböző időszakokra, és kedvezményt kapnak azok a fogyasztók, akik a kritikus csúcsidejakban csökkentik az energiafogyasztásukat. [10]
- A DR with dispatch capability módszerek pénzügyi ösztönzőket és speciális piaci mechanizmusokat alkalmaznak annak érdekében, hogy a keresleti oldali erőforrások beépüljenek a villamosenergia-rendszer működésébe. [10]
 - A DR with reliability scope programok célja az energiarendszer megbízhatóságának növelése a rendszerirányító rendelkezésére álló lehetőségek bővítésével. [10]
 - Az Available demand-side resource capacity control (ADSRCC) módszerek felhatalmazzák a rendszerüzemeltetőt a kereslet oldali erőforrások kontrollálására. [10]
 - A direct ADSRCC -nek két típusa van: Technological Direct Load Control és Direct Control Through Capacity Markets. [10]
 - A Technological Direct Load Control (TDLC) módszer úgy működik, hogy a rendszerirányító az energiatermelés és a fogyasztás egyensúlyának megőrzése érdekében távvezérléssel tudja szabályozni a keresleti oldal energiafelhasználását egyes elektromos készülékek ki- és bekapcsolásával vagy azok működésének módosításával. A TDLC programokban való részvétel önkéntes, de az együttműködés kötelező. [10]
 - A direct control through capacity markets módszer nem ad lehetőséget a rendszerirányítónak a kereslet oldali elektromos készülékek feletti irányításra. A rendszer üzemeltetésében részt vehetnek azok az energiaszolgáltatók és energiafogyasztók, akik szükség esetén csökkenteni tudják energiafelhasználásukat. A programban való részvételért és a szolgálatban állásért ösztönzőket kapnak, az úgynevezett Capacity Payments-eket. Legtöbbször nincs szükség az energiaterhelés csökkentésére, de ha figyelmeztetik a résztvevőket a fogyasztás csökkentésére és nem működnek együtt, akkor büntetést kapnak. Ha ezekben az időszakokban együttműködnek, még több ösztönzést kapnak. [10]
 - Az Indirect ADSRCC-nek szintén két típusa van: Contractual Indirect Load Control és Indirect Load Control via CPP. [10]
 - A Contractual indirect load control (CILC) módszer önkéntesen alkalmazható. A résztvevők csökkentik a saját energiaterhelésüket, ha azt a szolgáltató elrendeli, így vesznek részt az energiarendszer irányításában. Együttműködésük kötelező. Ha a szükséges időszakokban együttműködnek, ösztönzőket kapnak.

Amennyiben nem működnek együtt, büntetést kapnak. [10]

- Az Indirect control via CPP módszer úgy működik, hogy az energiafogyasztás módosítása automatikusan megtörténik a kritikus csúcсарaknak megfelelően. [10]
 - A variable period CPP (VP-CPP) módszer nem határozza meg előre a kritikus időszakok dátumát és hosszát. [10]
 - A variable peak pricing (V-PP) módszer nem határozza meg előre a kritikus csúcsidőszakok energiaárát, mert a tényleges energiaárak alapján kerül kiszámításra. [10]
 - A voluntary response programok lehetőséget adnak az energiarendszer szabályozási folyamatában való önkéntes részvételre. A résztvevők szabadon dönthetnek arról, hogy csökkentik-e az energiafelhasználásukat a szükséges időszakokban. Ha együttműködnek, ösztönzőket kapnak. Ha nem, akkor sem kell büntetést fizetniük. [10]
 - Az Available demand-side reserve management (ADSRM) programok lehetőséget adnak az ügyfeleknek, hogy saját gyors reagálási kapacitásuk szabályozásával részt vegyenek az energiarendszer szabályozásában. Ez a kapacitás nem forgó tartalék erőforrásként jelenik meg az energiarendszerben, és a rendelkezésre állásuk miatt fizetik a résztvevőket. Ha az ügyfelek együttműködnek, amikor a rendszerirányító elrendeli, akkor jutalomban részesülnek. [10]
- A DR with economic scope programok gazdasági ösztönzést adnak az ügyfelek számára az energiafogyasztási magatartásuk megváltoztatása céljából. E programok alkalmazásával a fogyasztók értékesíthetik saját vásárolt energiájuk egy részét. A megvalósításnak két típusa van. Az egyik lehetőség, hogy az energiaterhelés-csökkentő kapacitásról a kereskedők ajánlatot tesznek a piacműködtetőnek, és annak elfogadása esetén a teljesítés kötelező. A fogyasztókat figyelmeztetik, a fogyasztásukat csökkentőket pedig a market clearing price szerint jutalmazza. A másik lehetőség, hogy a közszolgáltató referenciaárát határozza meg, és az ügyfelek eldönthetik, mennyivel csökkentik az energiafogyasztásukat. Az ajánlat elfogadása esetén a fogyasztáscsökkentés kötelező. Ha nem működnek együtt, büntetést kell fizetniük. [10]



2. *Ábra:* A demand response taxonómiája [10]

1.4 AZ ÉPÜLETEK ENERGIÁFELHASZNÁLÁSA ÉS A FELHASZNÁLÓI MAGATARTÁS

Az elmúlt években mind a jogalkotási eszközök, mind a piaci kereslet a nagy hatékonyságú, alacsony energiafogyasztású épületek irányába terelte az építőipart [14] [15]. Az emberi dimenzió figyelembevétele nélkül azonban a technológiák önmagukban nem feltétlenül garantálják az épületek magas hatékonyságát [16] [17]. A lakók viselkedése az épületek energiafelhasználását befolyásoló egyik legfontosabb tényező [18]. Az épületekben a lakók viselkedése elsősorban a lakók komfortpreferenciáira, jelenlétére és mozgására, valamint az épületrendszerekkel való adaptív interakciókra vonatkozik, amelyek hatással vannak az épületek teljesítményére (pl. hő-, vizuális és akusztikai komfortérzet biztosítása; beltéri levegőminőség; energiafelhasználás). Az ilyen interakciók közé tartozik a termosztát beállításainak módosítása, az ablakok kinyitása vagy bezárása, a világítás tompítása vagy fel/lekapcsolása, az ablakok és redőnyök fel- vagy lehúzása, a konnektorok be- vagy kikapcsolása, valamint a használati melegvíz-fogyasztás. [19]

Épületeink energiamérlegének és beltéri környezeti viszonyainak bemutatása, valamint az épületek energiafogyasztásának csökkentése érdekében az épületek dinamikus szimulációs (BPS) eszközeinek használata elengedhetetlen a tervezési folyamatban mind új építési, mind utólagos átalakítási projektek esetén [20]. Az épületek valós és előre jelzett energiafogyasztása között teljesítménybeli különbség figyelhető meg. Az alapvető problémák nem a determinisztikus tényezőkkel kapcsolatosak, mint például az épületburkolat, a HVAC-rendszerek, a világítás és az elektromos berendezések fizikai jellemzői, amelyeket az elmúlt

évtizedekben vizsgáltak. Inkább azt találták, hogy ezt a szakadékot leginkább a lakók viselkedésének és az épületekben való tartózkodási szokásainak túlzott leegyszerűsítése okozza a tervezési folyamat során [20]. [19]

Felhasználói magatartás [21]

Az épületek energiával kapcsolatos használói magatartás fogalma úgy határozható meg, mint a használók viselkedési reakciói a diszkomfortra, valamint az épületrendszerekkel való interakciókra, amelyek hatással vannak az épületek teljesítményére (energia, hő, vizuális és IAQ) [22]. Az ebben a munkában vizsgált interakciók közé tartozik a termosztát beállításainak módosítása, az ablakok nyitása vagy zárása, a világítás tompítása vagy bekapcsolása, az ablakok redőnyének fel- vagy lehúzása, valamint a konnektorok be- vagy kikapcsolása [23]. Az épületek energiával kapcsolatos használói magatartás az épületek teljesítményét befolyásoló hat tényező egyike [24] [25], amely magában foglalja még az éghajlatot, az épületburkolatot, az épületberendezéseket, az üzemeltetést és karbantartást, valamint a beltéri környezeti feltételeket. A lakók közvetlenül a pusztá jelenlétükkel (hő-, nedvesség- és CO₂-kibocsátásukkal), vagy közvetve az épületrendszerekkel való kölcsönhatásaikon keresztül befolyásolhatják a beltéri hő- és légállapotot. [19]

A terület multidiszciplináris jellege

Ebben a szakaszban rövid áttekintést adunk az energiával kapcsolatos lakók viselkedésével foglalkozó különböző területekről és azok kutatási irányairól.

Jelenleg a szakirodalom szerint és a fentiek szerint az épületenergetikai szakemberek azt feltételezik, hogy a lakók minden energiával kapcsolatos cselekedete (ablaknyitás, redőnycukás, termosztátbeállítás) a komfortos beltéri körülmények helyreállítása érdekében történik.

Míg a társadalomtudományi kutatók egy másik megközelítést alkalmaznak, ahol a hangsúly a döntéshozatal pszichológiai és társadalmi aspektusain van. Meghatározzák azokat a befolyásoló tényezőket és attitűdöket, amelyek befolyásolhatják egy bizonyos cselekvés vállalását. A cselekvések hatását általában szélesebb dimenzióban vizsgálják.

E két megközelítés fő különbsége abban rejlik, hogy az energiával kapcsolatos emberi viselkedés különböző szempontjai és fázisai kerülnek a mikroszkóp alá.

1.5 AZ ÉPÜLETEKBE TARTÓZKODÓK VISELKEDÉSÉNEK VIZSGÁLATÁRA SZOLGÁLÓ TECHNIKÁK

A különböző eszközök, amelyek segíthetnek megérteni és vizsgálni az épületek energiával kapcsolatos felhasználói magatartását, a következők szerint csoportosíthatók.

Kérdőívek (longitudinális vagy transzverzális), interjúk

Az épületekben a lakók viselkedésének vizsgálatakor gyakran előfordul, hogy objektív mérési adatok nem állnak rendelkezésre, vagy önmagukban nem érthetők. Ezekben az esetekben a kérdőíves felmérések és az interjúk hasznos eszközök egy meglévő adathalmaz kiegészítésére, vagy akár új ismeretek megszerzésére egy nagyobb mintán egy kevésbé kutatott területen.

Bejárások

A vizsgálat megkezdése előtt minden épületben elengedhetetlen, hogy a csapat helyszíni bejárást végezzen. Ezeket a bejárásokat általában kiegészítik az épület üzemeltetőivel, karbantartóival, az épület tulajdonosával, a bérlők képviselőivel stb. folytatott helyszíni interjúk.

Foglaltsági adatok

Ha lehetséges, minden, a lakókkal kapcsolatos vizsgálat esetében idősoros adatokat kell gyűjteni. Ezek az adatsorok többféle módon gyűjthetők (BMS-rendszer adatai, infravörös jelenlét érzékelők adatai, belépés számláló ajtónyitás érzékelők stb.), és az adatkészletek kétféleképpen lehetnek: csak a foglaltsági adatokat tartalmazhatják, mint egy helyiségben tartózkodó vagy nem tartózkodó személyeket, vagy az adott helyiségben tartózkodó személyek pontos számát.

BMS-adatok

A legtöbb új vagy utólagosan felújított épület fel van szerelve épületirányítási rendszerrel, amely rögzíti az épületre vonatkozó adatokat, amelyek az energiafelhasználásra és a lakók viselkedésére vonatkozó információkat is tartalmazhatnak. Olyan információk, amelyeket általában hasznos vizsgálni:

- A szellőzéshez szükséges friss levegő mennyisége,
- légtechnikai zsaluk állapota,
- hő-, gáz- és villamosenergia almerés,
- víz almerés.

1.6 A FELHASZNÁLÓ OLDALI MAGATARTÁSMENEDZSMENT ESZKÖZEI

Számos módja van annak, hogy az épületek lakóit bevonjuk a fogyasztásuk csökkentésébe. Ezen eszközök kategorizálásának egyik módja a következő:

- Közvetett információforrások

- Oktatás és képzés
- Azonnali visszajelző rendszerek
- Képzési és játéktechnikai eszközök
- Pénzügyi ösztönzők
- Versenyek és közösségi média

Az alábbi példák felsorolásában néhány kulcsfontosságú eszközt és érdekes mintaprojektet [26] mutatunk be, hogy iránymutatásul szolgáljanak az olvasók számára.

A. AZ ENERGIAAUDITOK NYILVÁNOS BEMUTATÁSA

Középületek esetében gyakran végeznek épületenergetikai auditokat. Ezeknek ajánlásokat kell tartalmazniuk az épület energiateljesítményének javítására - beleértve a nulla vagy nagyon alacsony költséggel megvalósítható műszaki intézkedéseket és a szervezeti fejlesztéseket, beleértve a felhasználók aktív részvételét egy sor viselkedésbeli változtatás elfogadásával.

A jelenlegi helyzet és a várható javítási célok tudatosítása érdekében könnyen érthető infografikák készíthetők, amelyek az energiateljesítményre vonatkozó tanúsítványok (EPC) szerkezetét tükrözik.

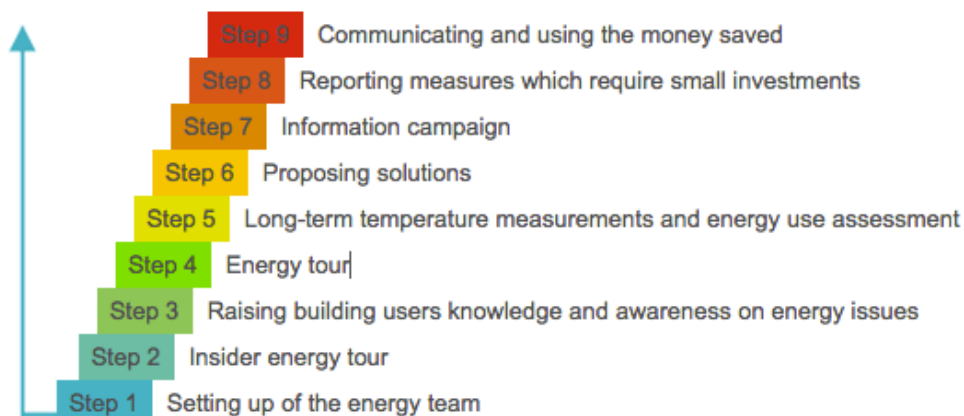
B. RÖVID ÜZENETEK

A különböző korosztályok számára az energiahatékonysági célnak megfelelő, egyszerűsített vagy részletesebb üzeneteket lehet megtervezni és közvetíteni, és a középületek energiateljesítményének részletesebb bemutatásához hasonlóan kiállítani.

C. Z EURONET 50/50 MAX PROJEKT MÓDSZERTANA ÉS AZ E-PACK ¹

Az EU által finanszírozott EURONET 50/50 MAX elnevezésű projekt egy 9 lépésből álló módszertant dolgozott ki és alkalmazott sikeresen, amelynek célja, hogy a lakókat aktívan bevonja az épületek energiahatékonyságának kezelésébe, és gyakorlati cselekvéseken keresztül megtanítsa őket a környezetbarátabb viselkedésre.

¹ Source: <http://www.euronet50-50max.eu/en/about-euronet-50-50-max/the-50-50-methodology-9-steps-towards-energy-savings>



6. ábra: Az EURONET 50/50 MAX 9 lépéses módszertana

D. ENERGIAÜGYI CSOPORT FELÁLLÍTÁSA

A fogyasztók egy csoportjából áll. Feladata az épület jelenlegi energetikai helyzetének feltárása, valamint energiatakarékossági intézkedések javaslata és végrehajtása. A csoport az épület többi használójának szóló tájékoztató és oktatási kampányt is szervezhet.

E. BELSŐ ENERGETIKAI TÚRA SZERVEZÉSE

Az épülethasználókkal való munka megkezdése előtt a szakértőnek az érintett energetikai szereplőkkel együtt részt kell vennie egy úgynevezett "bennfentes energetikai túrán", amelynek célja az épület energetikai jellemzőinek kezdeti felmérése (beleértve a fűtési rendszer értékelését, az épület műszaki állapotát stb.) és azon elemek azonosítása, amelyekre az épülethasználók figyelmét fel kell hívni.

F. A LAKÓK ENERGETIKAI ISMERETEINEK ÉS TUDATOSSÁGÁNAK NÖVELÉSE

Képzések sorozata olyan témákban, mint például: energiaformák, energiahasználat a mindennapi életben és annak hatása a környezetre, üvegházhatás, éghajlatváltozás és klímavédelem, energiatakarékosság, energiahatékonyság, megújuló energiaforrások használata. A cél az ismeretek és a tudatosság növelése az éghajlattal és az energiával kapcsolatos kérdésekkel kapcsolatban, valamint annak tudatosítása, hogy a lakóknak lehetőségük van arra, hogy tegyenek valamit az éghajlatváltozás ellen, és hogy egyéni cselekedeteik igenis számítanak.

G. ENERGETIKAI BEJÁRÁS FELHASZNÁLÓK SZÁMÁRA

A bejárást ezúttal az energetikai munkacsoport készíti. Az üzemeltetők és a gondnok támogatásával a használók az egész épületet bejárják, és értékelik az épület energiafogyasztását befolyásoló különböző szempontokat, többek között: az épület műszaki állapota, fűtési rendszer, világítás, elektronikus berendezések használata, vízhasználat.

H. HOSSZÚ TÁVÚ HŐMÉRSÉKLETMÉRÉSEK ÉS AZ ENERGIAFELHASZNÁLÁS ÉRTÉKELÉSE

Az épület hosszú távú hőmérsékleti profiljának elkészítése az épület összes helyiségében legalább két héten keresztül végzett hőmérsékletmérés és annak ellenőrzése, hogy a hőmérséklet megfelel-e a szabványosnak.

Az energiafelhasználás értékelése annak megfigyelése alapján, hogy az épület más használóinak viselkedése hogyan befolyásolja az épület energiafogyasztását. Különös figyelmet kell fordítani az olyan magatartásformákra, mint: a helyiségek szellőztetésének módszerei, a fűtés szabályozásának módszerei, az elektromos és elektronikus berendezések használata stb. Felméréseket lehet végezni a többi használó körében (az energetikai csoporton kívül) az épület hőmérsékletéről és levegőminőségéről, az elektromos és berendezések használatára vonatkozó szokásokról és egyéb energiával kapcsolatos kérdésekről.

I. JAVASLATTÉTEL

Ebben a lépésben az energetikai csoport megvitatja az eredményeket, és megoldási javaslatokat dolgoz ki, mind a kisebb beruházásokat, mind a viselkedésbeli változtatásokat illetően, amelyek megvalósítása csökkentheti az épület energiafogyasztását. A csapat meghatározza a javaslatok "célcsoportjait" is, valamint azt, hogy miként lehet őket az energiatakarékossági üzenettel megszólítani.

J. INFORMÁCIÓS KAMPÁNY

Ebben a lépésben az energetikai csapat megosztja a projekt végrehajtása során szerzett tapasztalatokat az épület többi részével, valamint javaslatokat tesz arra vonatkozóan, hogy az épület összes felhasználója mit tehet az energiatakarékosság érdekében. A csapat különböző kommunikációs csatornákat használhat, többek között: plakátok és hirdetőtáblák kihelyezése, előadások a képzéseken, energiatakarékossági nap szervezése, külön weboldal létrehozása stb.

K. KIS BERUHÁZÁST IGÉNYLŐ INTÉZKEDÉSEK

Bár a fő cél az épülethasználók viselkedésének megváltoztatásával energiamegtakarítás elérése, az energetikai csoport az épület tulajdonosának és/vagy külső szponzoroknak a

pénzügyi támogatását kérve is azonosíthatja az igényt, és javasolhatja kisebb beruházások megvalósítását.

L. A MEGTAKARÍTOTT PÉNZ KOMMUNIKÁLÁSA ÉS FELHASZNÁLÁSA

A módszertan nagyon fontos része, hogy az épülethasználókat bevonják a megtakarított pénz felhasználásának módjáról szóló döntésbe. Ezáltal valóban úgy fogják érezni, hogy tetteiknek pozitív és mérhető eredménye van. Ezért a végrehajtás minden egyes éve után ki kell számítani, hogy mennyi energiát, CO₂-t és pénzt takarítottak meg, tájékoztatni kell az épület közösségét a módszertan végrehajtásából származó megtakarításról, és meg kell vitatni a fogyasztókkal, hogy mihez kezdjenek ezekkel a nyereségekkel.

M. OKTATÓK KÉPZÉSE

Az oktatók képzésének folyamata jól kidolgozott és széles körben elfogadott. Az oktatók képzésének lényege, hogy a coachingot és a mentorálást integrálja a képzéssel és a tanulóknak nyújtott technikai segítségnyújtással.

N. A KÉSZÜLÉKEK ENERGIAHATÉKONYSÁGI CÍMKÉINEK MEGISMERÉSE

Az Energy Star egy nemzetközi minősítési program az energiahatékony fogyasztási cikkek számára, amely 1992-ben az Egyesült Államokból indult, és amelyet a legtöbb nyugati országban, így Ausztráliában, Kanadában, Japánban, Új-Zélandon, Tajvanon és az EU-ban is elfogadtak.

Az Energy Star kék jelöléssel ellátott eszközök, mint például a számítógépes termékek és perifériák, konyhai készülékek, hűtőszekrények és szárítógépek általában 20-30%-kal kevesebb energiát fogyasztanak, mint a törvény által előírt átlagos szint. A 92/75/EK uniós irányelv, amelynek helyébe a 2011. július 31. óta hatályos 2010/30/EU irányelv lépett, a fehéráruk, izzók és egyéb heterogén termékek energiafogyasztásának címkézési rendszerét hozta létre, amely az A-tól G-ig terjedő energiahatékonyági osztályok alapján készült, ahol az A a leghatékonyabb, a G pedig a legkevésbé hatékony. 2010 óta az energiahatékonyág fejlődésével való lépéstartás érdekében bevezették az A+, A++ és A+++ osztályokat, valamint egy új típusú címkét, amely szavak helyett piktogramokat használ. A COME ON LABELS (lásd <http://www.come-on-labels.eu/about-the-project/welcome-eu>) elnevezésű, az EU által finanszírozott (mára már lezárt) projekt keretében egy külön honlapot hoztak létre a háztartási készülékek energiafogyasztásának címkézésével kapcsolatos információk tárolására és terjesztésére. A <http://eepf-energylabelgenerator.eu/> webes alkalmazás lehetővé teszi, hogy a megfelelő termékekhez személyre szabott energiacímkéket készítsenek nagy felbontású pdf formátumban.

1.7 IRODALOM

- [1] F.D. Garcia, F.P. Marafao, W.A. De Souza, L.C.P. Da Silva, Power Metering: History and Future Trends, *IEEE Green Technol. Conf.* (2017) 26–33. doi:10.1109/GreenTech.2017.10.
- [2] D.B. Avancini, J.J.P.C. Rodrigues, S.G.B. Martins, R.A.L. Rabêlo, J. Al-Muhtadi, P. Solic, Energy meters evolution in smart grids: A review, *J. Clean. Prod.* 217 (2019) 702–715. doi:10.1016/j.jclepro.2019.01.229.
- [3] J.D. Hmielowski, A.D. Boyd, G. Harvey, J. Joo, The social dimensions of smart meters in the United States: Demographics, privacy, and technology readiness, *Energy Res. Soc. Sci.* 55 (2019) 189–197. doi:10.1016/j.erss.2019.05.003.
- [4] L. Wen, K. Zhou, S. Yang, L. Li, Compression of smart meter big data: A survey, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 91 (2018) 59–69. doi:10.1016/j.rser.2018.03.088.
- [5] D. Kolokotsa, The role of smart grids in the building sector, *Energy Build.* 116 (2016) 703–708. doi:10.1016/j.enbuild.2015.12.033.
- [6] J. Leiva, A. Palacios, J.A. Aguado, Smart metering trends, implications and necessities: A policy review, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 55 (2016) 227–233. doi:10.1016/j.rser.2015.11.002.
- [7] J.H. Nord, A. Koohang, J. Paliszkievicz, The Internet of Things: Review and theoretical framework, *Expert Syst. Appl.* 133 (2019) 97–108. doi:10.1016/j.eswa.2019.05.014.
- [8] M. Jia, A. Komeily, Y. Wang, R.S. Srinivasan, Adopting Internet of Things for the development of smart buildings: A review of enabling technologies and applications, *Autom. Constr.* 101 (2019) 111–126. doi:10.1016/j.autcon.2019.01.023.
- [9] B. Diène, J.J.P.C. Rodrigues, O. Diallo, E.H.M. Ndoye, V. V. Korotaev, Data management techniques for Internet of Things, *Mech. Syst. Signal Process.* 138 (2020). doi:10.1016/j.ymsp.2019.106564.
- [10] A.F. Meyabadi, M.H. Deihimi, A review of demand-side management: Reconsidering theoretical framework, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 80 (2017) 367–379. doi:10.1016/j.rser.2017.05.207.
- [11] P. Warren, A review of demand-side management policy in the UK, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 29 (2014) 941–951. doi:10.1016/j.rser.2013.09.009.
- [12] I. Lampropoulos, W.L. Kling, P.F. Ribeiro, J. Van Den Berg, History of demand side management and classification of demand response control schemes, *IEEE Power Energy Soc. Gen. Meet.* (2013) 1–5. doi:10.1109/PESMG.2013.6672715.
- [13] L. Gelazanskas, K.A.A. Gamage, Demand side management in smart grid: A review

and proposals for future direction, *Sustain. Cities Soc.* 11 (2014) 22–30.
doi:10.1016/j.scs.2013.11.001.

- [14] EPBD, Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast), (2010).
- [15] Z. Belafi, A. Gelesz, A. Reith, Investigation on the differences between LEED , BREEAM and Open House assessment systems by means of two Hungarian case studies, in: *SB13 munich, Implement. Sustain. - Barriers Chances*, Fraunhofer IRB Verlag, 2013: o. 32–39.
- [16] T. Hong, D. Yan, S. D’Oca, C. Chen, Ten questions concerning occupant behavior in buildings: The big picture, *Build. Environ.* 114 (2016) 518–530.
doi:10.1016/j.buildenv.2016.12.006.
- [17] C. Turner, M. Frankel, Energy Performance of LEED ® for New Construction Buildings, *New Build. Inst.* (2008) 1–46.
- [18] A. Mahdavi, C. Pröglhöf, User behaviour and energy performance in buildings, 6. Int. Energiewirtschaftstagung an der TU Wien. (2009) 1–13.
- [19] Z. Deme Belafi, Analysis and Modelling of Occupant Behaviour to Support Building Design and Performance Optimisation (PhD Thesis), Budapest University of Technology and Economics., 2018.
- [20] D. Yan, W. O’Brien, T. Hong, X. Feng, H. Burak Gunay, F. Tahmasebi, A. Mahdavi, Occupant behavior modeling for building performance simulation: Current state and future challenges, *Energy Build.* 107 (2015) 264–278.
doi:10.1016/j.enbuild.2015.08.032.
- [21] Z. Belafi, T. Hong, A. Reith, A LIBRARY OF BUILDING OCCUPANT BEHAVIOUR MODELS REPRESENTED IN A STANDARDISED SCHEMA, *Energy Effic.* 12 (2019) 637–651.
- [22] S. D’Oca, T. Hong, J. Langevin, The human dimensions of energy use in buildings: A review, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 81 (2018) 731–742.
doi:10.1016/j.rser.2017.08.019.
- [23] T. Hong, S.C. Taylor-Lange, S. D’Oca, D. Yan, S.P. Corgnati, Advances in research and applications of energy-related occupant behavior in buildings, *Energy Build.* 116 (2015) 694–702. doi:10.1016/j.enbuild.2015.11.052.
- [24] H. Yoshino, T. Hong, N. Nord, IEA EBC Annex 53: Total Energy Use in Buildings – Analysis and Evaluation Methods, *Energy Build.* (2017).
- [25] H. Polinder, M. Schweiker, A. Van Der Aa, K. Schakib-Ekbatan, V. Fabi, R. Andersen, N. Morishita, C. Wang, S. Corgnati, P. Heiselberg, D. Yan, B. Olesen, T. Bednar, A. Wagner, Final Report Annex 53 - Occupant behavior and modeling, (2013).
- [26] TOGETHER, DSM tools for the engagement of the building users, Province of

Treviso, 2017.

A projektet az Európai Bizottság támogatta. A kiadványban megjelentek nem szükségszerűen tükrözik az Európai Bizottság nézeteit.

Az Európai Unió
Erasmus+ programjának
társfinanszírozásával



STU

SLOVAK UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY IN BRATISLAVA

TECHNISCHE UNIVERSITÄT
KAISERSLAUTERN



ENERGIACLUB
CLIMATE POLICY INSTITUTE
APPLIED COMMUNICATIONS