



HI-SMART: BALÍK VYŠŠIEHO VZDELÁVANIA PRE TAKMER NULOVÚ SPOTREBU
ENERGIE A NÁVRH INTELIGENTNÝCH BUDOV

MODULE # 5

ČASŤ 6: INTELIGENTNÉ BUDOVI

Spolufinancované
Európskou úniou
cez program Erasmus+



SLOVAK UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY IN BRATISLAVA





1.1 MANAŽMENT NA STRANE DOPYTU

INTELIGENTNÉ MERANIE

Elektromery sa používajú v energetických systémoch na meranie spotreby energie. V súčasnosti sa používajú rôzne druhy meračov výkonu a nachádzajú sa v rôznych štádiách vývoja. Elektromery možno rozdeliť do dvoch hlavných skupín na základe ich vlastností a možností. Starším typom meračov výkonu sú elektromechanické merače. Vývoj týchto meračov bol nevyhnutný z dôvodu ich obmedzení. Napríklad nie sú schopné podávať veľmi presné výsledky, pretože niektoré meracie faktory ovplyvňujú ich meranie, dajú sa použiť na meranie len základných zložiek energie a na ich odčítanie sú potrebné ľudské zdroje. Vplyvom ľudského faktora je možnosť chyby vyššia a zvyšuje to aj náklady na energiu. Novší typ elektromerov: elektronické elektromery slúžia na presnejšie výsledky merania energie a cenu energie je možné znížiť aj pomocou systémov diaľkového monitorovania. Pre tento vzdialený prístup je možné použiť rôzne technológie. Automatizované čítanie meračov (AMR) AMR je schopné zabezpečiť jednosmerný tok informácií z elektronických meračov spotreby energie k dodávateľom energie. Naopak, Advanced Metering Infrastructure (AMI) už dokáže zabezpečiť obojsmerný tok informácií medzi elektronickými elektromermi a dodávateľmi energie. V poslednej dobe sa termín „inteligentné merače“ používa pre elektronické merače výkonu, ale neexistuje jednotný popis toho, čo je „inteligentné“. Inteligentné merače majú modulovú štruktúru, ktorá poskytuje možnosť získať flexibilné meracie zariadenie, ktoré má všetky požadované vlastnosti. Inteligentné merače dokážu merať nielen celkovú spotrebu medzi dvoma odčítacími obdobiami, ale vďaka vzdialenému prístupu aj spotrebu kratších termínov. Dodávatelia energie tak môžu skúmať údaje o spotrebe svojich spotrebiteľov, analyzovať ich správanie pri spotrebe a sú schopní vyvinúť svoj systém a dodávať energiu efektívnejšie. [1,2]

Technológia inteligentného merania poskytuje spotrebiteľom možnosť získať informácie o spotrebe energie v reálnom čase. Preto môžu svoj dopyt zámerne modifikovať, mohli by sa zúčastniť programov riadenia na strane dopytu a mohli by dosiahnuť úspory energie a nákladov. Aplikácia inteligentných meračov je výhodná aj pre energetické spoločnosti, pretože pomocou nich je dostupných viacero informácií o užívateľoch. Ponúka skvelú príležitosť dohliadať a kontrolovať elektrickú sieť, zvládať obdobia špičky a mimo špičky a zlepšiť bezpečnosť dodávok energie. Zozbierané údaje by mohli pomôcť pri vývoji nových metód oceňovania, ktoré vedú k zníženiu spotreby elektriny a nákladov na energiu. Efektívnejšie zásobovanie energiou vedie k zníženiu produkcie energie a škodlivých emisií. Pomocou inteligentných meračov obnoviteľných zdrojov energie, nových technológií a inovácií je tiež jednoduchšie integrovať do elektrizačnej sústavy. [1,2]

Napriek tomu, že používanie inteligentných meračov má viacero výhod, ich spoločenská akceptácia nie je zrejماً. Štúdie sa snažili identifikovať ovplyvňujúce faktory verejnej



podpory. Hlavnými základnými znakmi ľudí sú ich demografické údaje, ktorými sú napríklad vek, pohlavie, plat a pod. Na základe výskumov by sa tieto informácie dali použiť na nájdenie podpornej skupiny ľudí. Ďalšou skupinou faktorov môžu byť obavy spojené s používaním osobných údajov. Spotrebitelia majú obavy o súkromie, pretože pomocou inteligentných meračov by dodávatelia energie o nich mohli získať údaje v reálnom čase a mnohí ľudia sa kvôli tomu necítia dobre. Navyše ľudia, ktorí predtým trpeli porušením súkromia, považujú nové technológie za menej priaznivé z dôvodu ich predchádzajúcich skúseností. Sociálne normy môžu do značnej miery ovplyvniť aj správanie ľudí. Ľudia, ktorí sa radi prispôbujú jeden druhému, sa radšej správajú tak, ako si myslia iní ľudia, alebo sa správajú tak, ako sa správajú iní ľudia. Preto sú tieto normy dôležité aj v procese akceptácie technológie inteligentných meračov. Technologické normy pokrývajú pozitívny a negatívny postoj ľudí k inteligentným meračom. Optimizmus a podobné inovácie by mohli inšpirovať ľudí, aby ich prijali, ale pocit nepohodlia a neistoty by ich mohol odoprieť. [3]

Na reguláciu trhu s elektrickou energiou boli vyvinuté a používajú sa rôzne normy. Napríklad Medzinárodná elektrotechnická komisia (IEC) s Technickým výborom 13 (TC13) aplikovaná na celom svete, Americký národný inštitút pre normalizáciu (ANSI) s ANSIC12 uplatňovaný v Severnej Amerike a európske normy boli vytvorené aj Európskym výborom pre normalizáciu (CEN) a Európsky výbor pre normalizáciu v elektrotechnike (CENELEC). Niektoré krajiny však navyše uplatňujú svoje vlastné národné normy a iné ich kombinujú rôzne. [1]

SMART GRID - INTELIGENTNÁ MRIEŽKA

Prvé elektrické rozvodné siete boli vybudované v roku 1800, ale vo veľkej miere sa začali používať až od roku 1960. Energetické potreby pokrývali najmä tradičné zdroje: využívali sa najmä fosílna palivá, vodné a jadrové zdroje energie. Koncom 20. storočia výrazne vzrástol dopyt po energii. Túto potrebu energie nedokázali pokryť dostupné zdroje energie, preto bolo potrebné do energetického systému integrovať nové. Výroba a spotreba energie sa začali časom oddeľovať, a preto sa vynaložilo veľké úsilie na zabezpečenie rovnováhy medzi nimi. Na zvládnutie prevádzky energetického systému boli použité metodiky riadenia dopytu (DSM) na ovplyvnenie spotreby spotrebiteľov. [2]

Spotreba energie naďalej rástla a škodlivé emisie spôsobené výrobou boli značné. Aby sa znížilo znečistenie a zároveň slúžilo požadované množstvo energie, bolo potrebné do energetických systémov integrovať obnoviteľné zdroje energie, ale konvenčná sieť to nedokázala zvládnuť. V 21. storočí boli do elektrickej siete integrované nové vynálezy a zavedený systém Smart Grid. [2,4]

Zatiaľ čo konvenčná sieť zabezpečuje tok informácií od meračov energie k energetickým spoločnostiam a elektrickej energie od dodávateľov k užívateľom, inteligentné siete dokážu efektívne zvládnuť celý energetický systém pomocou inteligentných meračov na



zabezpečenie obojsmernej komunikácie a možnosti zásahu. To pomáha nielen užívateľom udržať svoje domy a spotrebu pod kontrolou, ale dáva to aj príležitosť energetickým spoločnostiam riadiť celý systém rozvodnej siete: vyrovnávanie výroby a spotreby energie; a distribuovať ho vhodným spôsobom. Použitím inteligentných meračov na dohľad a kontrolu energetického systému v reálnom čase by sa mohla zvýšiť bezpečnosť dodávok a znížiť straty energie. Monitorovaním toku energie cez elektrizačnú sústavu je možné kontrolovať vstupné a výstupné zaťaženia a skúmať ich vplyv na správanie sa energetického systému. [2,5]

Pri prevádzke systému inteligentnej siete sa medzi komponentmi inteligentnej siete musí udržiavať spoľahlivá a silná komunikačná sieť. Je možné použiť niekoľko topológií, káblových a bezdrôtových riešení. Najbežnejšie bezdrôtové technológie s krátkym dosahom sú Bluetooth, ZigBee a Wi-Fi. Tabuľka 1 obsahuje ich vlastnosti. Bezdrôtová technológia by sa mohla použiť aj na pokrytie väčších oblastí: mobilné siete by mohli poskytovať pripojenie na veľké vzdialenosti so šírkou pásma až 100 Mbps. Ako káblová technológia by mohla byť vhodná Powerline Communication (PLC) a digitálna účastnícka linka (DSL)/optické vlákno. [2]

Tabuľka 1. Bezdrôtové komunikačné technológie [2]

Názov	Rozsah	Frekvencia	Šírka pásma
Bluetooth	10 m	2,45 GHz	do 3 Mbps
ZigBee	~100 m	868 MHz, 915 MHz, 2,4 GHz	20-250 kbps
Wi-Fi	do 250 m	2,4 GHz, 5 GHz	do 600 Mbps

Siete inteligentných sietí možno rozdeliť do troch hlavných skupín. Domáce siete (HAN) spájajú elektrické zariadenia v jednej domácnosti a zbierajú údaje o ich spotrebe pomocou inteligentných meračov. Na tento účel je možné zvoliť technológie ako Bluetooth, ZigBee a Wi-Fi. Neighborhood Area Networks (NAN) zhromažďujú údaje z obmedzených oblastí a posielajú údaje inteligentných meračov zberateľom údajov pomocou technológií, ako je Wi-Fi. Wide Area Networks (WAN) spájajú NAN a väčšie zariadenia a zabezpečujú tok informácií od zberačov dát a zariadení do dátových centier. Na tento účel by sa mohli použiť napríklad mobilné siete, optické vlákna a komunikačné technológie pre elektrické vedenie. [2]

Aby bolo možné udržiavať a rozvíjať elektrizačné sústavy, je potrebné mať na pamäti nielen súčasné podmienky, ale aj budúce trendy. Aby sa znížilo poškodzovanie prírody, boli obnoviteľné zdroje energie integrované do energetických systémov, ale ich rastúci počet znamená výzvu. Miestna výroba energie, spotreba energie a energia dodávaná do siete sa dynamicky menia. Preto, aby sa zabezpečila rovnováha medzi stranou ponuky a dopytu, elektrizačná sústava musí byť monitorovaná a kontrolovaná. Treba vziať do úvahy aj rastúci počet elektrických vozidiel a ich energetickú potrebu, pretože elektrická sieť by ich mala tiež spoľahlivo zásobovať. Na zabezpečenie správnej prevádzky energetického systému, zaručenie vhodného toku informácií a možnosť využívať výhody inovácií sú potrebné silné komunikačné systémy a energetické siete. [6]

INTERNET VECÍ

Bolo vynaložených niekoľko snáh opísať, čo je internet vecí (IoT), no stále preň neexistuje štandardná definícia. „IoT je vo všeobecnosti o sieti sietí jedinečne identifikovateľných koncových bodov alebo „vecí“, ktoré zachytávajú a zdieľajú údaje. [7]

Neexistuje ani jednotná architektúra internetu vecí, ale bežne je rozdelená do vrstiev. Najrozšírenejšia architektúra obsahuje tri vrstvy: vnímaciu vrstvu, sieťovú vrstvu a aplikačnú vrstvu. Vrstva vnímania má spojenie s fyzickým prostredím: meria a zhromažďuje údaje pomocou senzorov, akčných členov a iných zariadení. Sieťová vrstva zabezpečuje dátový tok medzi vnímacou a aplikačnou vrstvou. Aplikačná vrstva využíva údaje poskytované ostatnými vrstvami a udržiava kontakt s používateľmi prostredníctvom aplikácií a ich rozhraní. [7,8]

Tabuľka 2. Architektúra internetu vecí [7][8]

Vrstva vnímania	Fyzická vrstva vnímania	Vec/zariadenie	Vrstva zariadenia	IoT snímacia vrstva
Vrstva zariadenia	Sieťová vrstva	Vrstva pripojenia	Spojovacia vrstva	Sieťová vrstva IoT
Aplikačná vrstva	Aplikačná vrstva	IoT cloudová vrstva	Aplikačná vrstva	IoT aplikačná vrstva

Existuje niekoľko typov aplikácií internetu vecí, ktoré pokrývajú veľmi odlišné oblasti. Mnohé štúdie sú o ich zoskupení a hodnotení. Doprava, energetika, zdravotná starostlivosť, inteligentné domy, inteligentné mestá, finančné služby, informačné technológie sú niektoré príklady popredných tém. Aplikácie internetu vecí by sa mohli použiť na veľmi odlišné účely: mohli by sa použiť napríklad na monitorovanie pacientov v systéme zdravotnej starostlivosti, na označenie miesta unikajúceho potrubia vo vodnom systéme, na kontrolu spotreby energie v domácnostiach, na pomoc pri parkovaní vozidla alebo na monitorovanie množstva dostupných materiálov v továrni. [7,9]

Ako každá inovácia, IoT má výhody, ale aj nevýhody. S pomocou IoT, je k dispozícii obrovské množstvo údajov a existuje nekonečná možnosť ich použitia. Mohlo by to zlepšiť kvalitu života a uľahčiť riadenie procesov. V opačnom prípade, na vybudovanie systému internetu vecí je potrebné nielen finančné vyšetrenie, ale aj dobre vyškolené veci. Počas vývoja a prevádzky týchto systémov internetu vecí by mohlo vzniknúť niekoľko ťažkostí a kvôli ich zložitosti a nedostatku skúseností by mohlo byť náročné zvládnuť ich. [7]



1.2 ÚVOD DO RIADENIA NA STRANE DOPYTU (DSM)

Aby bolo možné zásobovať rastúce energetické potreby ekologicky a kvalitne, je potrebný rozvoj elektrizačnej sústavy a integrácia nových vynálezov. Obnoviteľné zdroje energie a zásobníky energie sú integrované do energetických systémov, aby pokryli dopyt po energii a zároveň znížili škodlivé emisie. V rámci rozvoja energetických služieb je potrebný aj rast bezpečnosti dodávok a udržiavanie rovnováhy medzi výrobou a spotrebou. [6]

MANAŽMENT STRANY DOPYTU

Existujú dve možnosti, ako udržať rovnováhu medzi rastúcim dopytom po energii a dostupnou kapacitou výroby energie: strana ponuky alebo strana dopytu by mala byť nastavená na druhú stranu. Pomocou metodológií riadenia na strane dopytu (DSM) je spotreba energie na strane dopytu ovplyvnená tak, aby sa prispôbila výrobe energie na strane ponuky. Aplikovaním DSM by mali byť spotrebiteľia motivovaní zmeniť svoju spotrebu energie, čo by mohlo viesť k uvedomelému a efektívnemu využívaniu energie, a tým by sa mohli znížiť aj straty energie a škodlivé emisie. [10,11]

Termín „riadenie na strane dopytu“ bol prvýkrát použitý v roku 1984 a vytvoril ho Clark W. Gellings. „Činnosti DSM sú tie, ktoré zahŕňajú činnosti na strane dopytu (t. j. zákazníka) elektromera, buď priamo alebo nepriamo stimulované dodávateľom. Tieto činnosti zahŕňajú činnosti, ktoré sa bežne nazývajú riadenie záťaže, strategická ochrana, elektrifikácia, strategický rast alebo zámerne zvýšený podiel na trhu. Je dôležité zdôrazniť, že DSM možno použiť nielen na riadenie dopytu po elektrine, ale aj na riadenie toku neelektrickej energie. [10,11]

Metodológia DSM sa používala predtým, ako sa stala súčasťou vnútroštátnych aktov. Napríklad v 60-tych až 70-tych rokoch 20. storočia sa na Novom Zélande a v Európe vykonávali akcie súvisiace s DSM. DSM bol zahrnutý do národnej politiky najskôr v USA. Bolo prezentované v zákone o národnej politike ochrany energie a zákone o regulačnej politike verejných služieb (PURPA) ako súčasť národného zákona o energetike z roku 1978. Ropné embargo v roku 1970 viedlo k energetickej kríze, náklady na energiu sa výrazne zvýšili. Na zvládnutie nedostatku energie sa v USA vynaložilo niekoľko úsilia, vrátane rozvoja integrovaného plánovania zdrojov (IRP) zo strany PURPA. Jeho cieľom bolo vytvoriť stratégie, aby bolo možné využívať dostupné zdroje energie a slúžiť spotrebiteľom energie nákladovo efektívnym spôsobom. V USA sa preto stratégie DSM stali veľmi populárnymi. Naopak v Európe: avšak v 80. rokoch boli problémy súvisiace s energetikou stredobodom politického záujmu, z dôvodu opatrení v 90. rokoch väčšina energetických spoločností nebola motivovaná zaoberať sa DSM. V rokoch 2000-2010 sa klimatické zmeny a bezpečnosť dodávok energie dostali do stredu pozornosti a metodológia DSM sa stali populárnymi na celom svete. [11,12]

Aby sa zabezpečila správna prevádzka energetického systému, musí sa udržiavať rovnováha medzi výrobou energie a jej spotrebou. Výroba energie sa počas dňa dynamicky mení z dôvodu integrovaných obnoviteľných zdrojov energie, ktorých produkciu nebolo možné presne predpovedať ani kontrolovať. Prebytočná generovaná energia by sa mala spotrebovať alebo skladovať, ale problém efektívneho skladovania energie nebol vyriešený. Aby bolo možné spoľahlivo obslužiť požadované množstvo energie v čase špičky, plus zdroje by mali byť integrované do energetického systému, pričom tieto zdroje fungujú na báze fosílnych palív. Dostupnosť týchto dodatočných aktív by zvýšila náklady na energiu. Aby bolo možné zabezpečiť bezpečnosť dodávok energie, všetky časti energetického systému musia byť dimenzované na špičkovú spotrebu. Čím vyšší je špičkový dopyt, tým drahšie sú potrebné zariadenia a výroba energie. Preto, aby sa znížili náklady na energiu, spotreba energie spotrebiteľov musí byť kontrolovaná. Mali by byť motivovaní znížiť svoj špičkový dopyt alebo presunúť jeho časť na časy mimo špičky, prípadne sa prispôbiť výrobe energie. Aby spotrebiteľia mali možnosť reagovať na zmeny vo výrobe energie, mali by dostávať presné informácie o aktuálnom stave energetického systému. Priaznivá situácia je, ak spotreba energie stúpa, keď je k dispozícii obnoviteľná energia, a klesá počas špičky. [13]

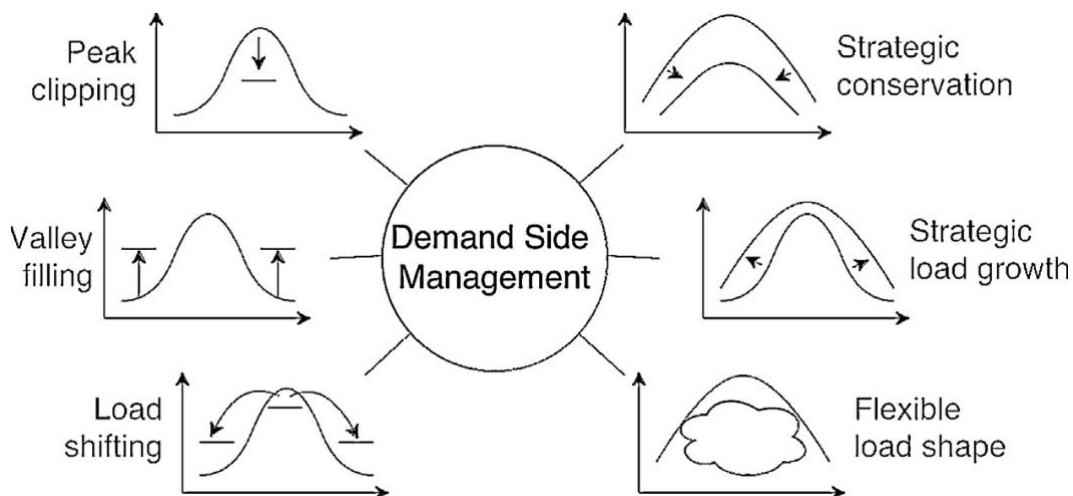
Na vyváženie výroby energie a spotreby energie sa v DSM používajú dve stratégie: zníženie spotreby a zlepšenie účinnosti. Na základe týchto stratégií by sa techniky DSM mohli kategorizovať do dvoch modalít: statický DSM (SDSM) a dynamický DSM (DDSM). Najprv sú predstavené všeobecné techniky DSM, ktorými sú riadenie elektrického zaťaženia (ELM) a úspora energie (ENCON). [10]

Tabuľka 2. Metódy DSM [10]

Stratégia	Spôsoby	Techniky	
		Riadenie elektrickej záťaže	Úspora energie
Zníženie spotreby	Statické DSM	<i>SELM</i>	<i>SENCON</i>
Zlepšenie efektivity	Dynamické DSM	<i>DELM</i>	<i>DENCON</i>

Cieľom ELM je zmeniť profil spotreby elektrickej energie spotrebiteľov a má dve modality podľa uplatňovaných stratégií: statický ELM (SELM) a dynamický ELM (DELM). Cieľom SELM je znížiť spotrebu energie touto úpravou spotreby energie. Naproti tomu cieľom DELM je zmeniť tvar záťaže tak, aby sa dosiahla vyššia efektívnosť využitia energie. SELM používa techniky strategického zachovania a flexibilného tvaru zaťaženia; DELM používa techniky Peak Clipping, Valley Filling, Load Shifting a Strategic Load Growth. Techniky tvarovania záťaže ELM možno vidieť na obrázku 1. Strategické šetrenie sa používa na zníženie spotreby energie vo všeobecnosti, flexibilný tvar záťaže sa používa na úpravu energetických potrieb spotrebiteľov podľa dostupnej energie. Peak Clipping sa používa na zníženie spotreby energie počas špičky, Valley Filling sa používa na zvýšenie spotreby energie počas doby mimo špičky, presúvanie záťaže sa používa na presun spotreby energie zo špičky na čas mimo špičky a

strategické zaťaženie Rast sa používa na zvýšenie spotreby energie. Techniky Peak Clipping, Valley Filling a Load Shifting sa používajú na vyrovnanie krivky zaťaženia a zníženie kolísania spotreby energie. Technika strategického rastu zaťaženia sa používa na zvýšenie efektívnosti prevádzky systému. [10]



Obrázok 1. „Základné techniky tvarovania zaťaženia (Gellings, 1985)“ [13]

Cieľom ENCONu je znížiť energetické straty. Aby bolo možné opísať techniky ENCON, je potrebné najprv predstaviť schému toku energie energetickým systémom. Vstupný tok energie je koncová energia, ktorá je „energiou, ktorá je k dispozícii na použitie po odpočítaní distribučných strát a uskladnených množstiev“. Výstupný tok energie je užitočná energia, čo je „energia potrebná na vykonanie práce“. Ich rozdielom je strata energie. Energetická účinnosť je pomer užitočnej a konečnej energie. Na základe týchto charakteristík možno identifikovať tri rôzne mechanizmy ENCON. Cieľom mechanizmu obnovy energie je znížiť energetické straty, pričom konečná energia je pevná. Preto sa zvyšuje užitočná energia a energetická účinnosť (napríklad: pomocou plánov kombinovanej výroby tepla a elektriny). Cieľom mechanizmu energetického auditu je znížiť energetické straty, zatiaľ čo užitočná energia je fixná. Preto sa znižuje koncová energia, zvyšuje sa energetická efektívnosť (napríklad použitím tepelnej izolácie na budovách). Cieľom mechanizmu úspory energie je znížiť straty energie, pričom energetická účinnosť je pevná. Preto sa koncová energia a užitočná energia znižujú (napríklad: úprava systému osvetlenia). V súlade s vyššie uvedeným existujú dve stratégie ENCON: riadenie spotreby energie (ECM) a riadenie energetickej účinnosti (EEM), ktoré riadia koncovú energiu a energetickú účinnosť. ENCON má tiež dva modality: statický ENCON (SENCON) a dynamický ENCON (DENCON). Zatiaľ čo SENCON využíva mechanizmy ECM (Energetický audit, Úspora energie), DENCON využíva mechanizmy typu EEM (Energetický audit, Rekuperácia energie). [10]



Ako už bolo uvedené, techniky DSM by sa mohli kategorizovať do modalít SDSM a DDSM podľa ich charakteristík. Metódami SDSM sú SELM a SENCON, so zameraním na možnosti regulácie spotreby energie, metódami DDSM sú DELM a DENCON so zameraním na možnosti regulácie energetickej účinnosti. Cieľom metód SDSM je upraviť spotrebu energie spotrebiteľov tým, že ich motivujú k regulácii spotreby energie a zmene ich záťažového profilu. Úspech týchto metód závisí od správania klientov, pretože ich účasť a spolupráca je dobrovoľná. Pomocou metód DDSM sú spotrebiteľia energie povinní zúčastňovať sa na procese regulácie energie s cieľom zlepšiť účinnosť energetického systému a sú aktívnou súčasťou systému riadenia energetickej účinnosti. [10]

Metódy DELM by sa mohli rozdeliť do dvoch základných typov: Orderly Power Utilisation (OPU), čo je "netrhový DELM" a Demand Response (DR), čo je "trhový DELM". Dôvodom týchto názvov je, že zatiaľ čo OPU uplatňuje administratívne opatrenia na dosiahnutie cieľa DELM, DR uplatňuje trhové opatrenia z rovnakého dôvodu. OPU je "regulácia dopytu po zaťažení prijatím administratívnych, ekonomických, technologických a iných opatrení, ktoré vedú klientov k efektívnemu využívaniu elektriny prostredníctvom záruky v kritických podmienkach, ako je nedostatok dodávok energie alebo keď je ohrozená spoľahlivosť". Existujú tri typy OPU: strategické šetrenie, strategická produktivita a strategická transfúzia. Strategic Saving využíva špičkové orezávacie a strategické konzervačné mechanizmy na zníženie energetického zaťaženia počas požadovaného časového obdobia. Strategická produktivita využíva mechanizmy presunu zaťaženia a flexibilného tvaru zaťaženia na úpravu tvaru záťažového profilu, pričom množstvo použitej energie je stabilné. Strategická transfúzia využíva mechanizmy plnenia údolia a strategického rastu zaťaženia na zvýšenie energetického zaťaženia počas požadovaného časového obdobia. DR je "striedanie spotreby elektrickej energie odberateľov od ich obvyklých modelov spotreby v reakcii na zmeny v cene elektriny alebo v reakcii na stimuly určené na ovplyvnenie využitia elektriny v kritických časoch charakterizovaných vysokými veľkoobchodnými trhovými cenami alebo keď je spoľahlivosť ohrozená". Použitím metód DR sú zákazníci motivovaní podieľať sa na regulácii elektrizačnej sústavy a upravovať svoju spotrebu energie tým, že im ponúkajú možnosti zníženia nákladov. V energetike sa bez DR programov používajú fixné ceny energií, čo neinšpiruje zákazníkov k spolupráci. Pri použití programov DR ceny energie kolíšu, čo sa odráža v stave energetického systému a v nákladoch na výrobu, čo vedie k vhodnému správaniu koncových používateľov. [10]

1.3 ÚVOD DO RIADENIA ODBERU

Cieľom riadenia odberu (DR) je zmeniť správanie pri spotrebe energie na strane spotreby podľa výroby elektriny a nákladov na službu. Spotrebiteľia, ktorí sa zúčastňujú programov DR, môžu konať rôznymi spôsobmi. Môžu znížiť svoju spotrebu v čase špičky a nemeniť svoju spotrebu v čase mimo špičky, čím šetria energiu a peniaze na úkor svojho pohodlia. Môžu znížiť svoju spotrebu v čase špičky a zvýšiť svoju spotrebu v čase mimo špičky, preto



spotrebujú rovnaké množstvo energie s rôznou distribúciou. Môžu využívať vlastné zdroje energie a znižovať dopyt po spoločnej sieti. [13]

Existuje niekoľko metód DR a mohli by byť kategorizované do podskupín. Charakteristiky týchto metód sú v nasledujúcom zozname a taxonómia DR je viditeľná na obrázku Obrázok 1. [10]

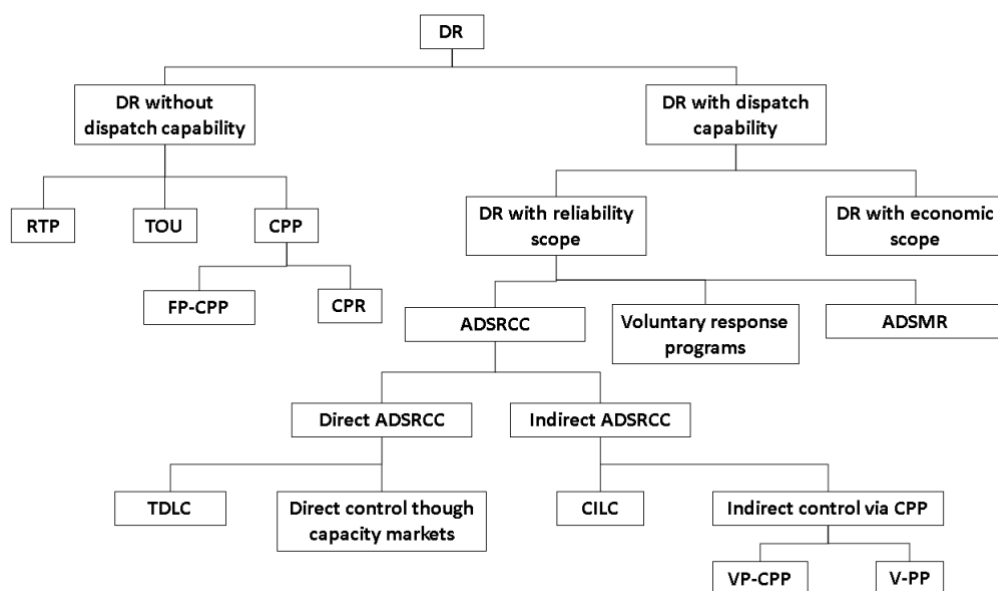
1. Metódy DR bez dispečerskej schopnosti majú za cieľ motivovať stranu dopytu, aby zmenila profil spotreby energie a znížila zaťaženie elektrickou energiou v čase špičky použitím rôznych taríf pre rôzne časové obdobia podľa nákladov na výrobu. Pri použití týchto metód dodávateľa nemajú možnosť znížiť spotrebu energie svojich spotrebiteľov, vždy musia obsluhovať požadované množstvo energie. [10]
 - Cieľom metódy stanovovania cien v reálnom čase (RTP) je zmeniť spotrebiteľské správanie spotrebiteľov uplatňovaním cien energie v reálnom čase, ktoré sa určujú na základe skutočných výrobných nákladov elektriny. Klienti sú motivovaní znížiť svoje energetické zaťaženie počas špičky a presunúť ho do období mimo špičky z dôvodu hodinovej zmeny cien energií. [10]
 - Metóda tarify za čas používania (TOU) používa podobnú stratégiu ako RTP, ale rozdeľuje časové obdobia na menšie bloky a určuje rôzne ceny energie pre každý z nich podľa priemerných nákladov na dodávku energie v daných blokoch. Nižšie ceny počas období mimo špičky, vyššie ceny počas obdobia špičky a mierne ceny v obdobiach medzi nimi by mohli odrážať zmeny energetického systému. [10]
 - Metóda stanovovania cien kritických špičiek (CPP) sa zameriava na kritické obdobia špičky. Pre tieto kritické obdobia sa určujú vysoké ceny energií s cieľom motivovať zákazníkov, aby v týchto časoch znížili svoju spotrebu. Používajú sa nielen tarify za obdobie vysokej špičky, ale účastníci dostávajú zľavu aj počas období špičky, ktoré nie sú kritické. [10]
 - Metóda kritických špičkových cien v pevnom období (FP-CPP) maximalizuje počet a dĺžku časových období, počas ktorých sa zákazníci môžu zúčastniť a sú informovaní o kritických časoch špičky v predchádzajúci deň. [10]
 - Metóda zliav z kritického vrcholu (CPR) uplatňuje fixné ceny na rôzne časové obdobia a zľava sa poskytuje spotrebiteľom, ktorí znižujú svoju spotrebu energie počas kritických období špičky. [10]
2. Metódy DR s dispečerskou schopnosťou využívajú "finančné stimuly a špeciálne trhové mechanizmy, aby sa zdroje na strane dopytu začlenili do prevádzky energetického systému". [10]
 - Cieľom programov DR s rozsahom spoľahlivosti je zvýšiť spoľahlivosť energetického systému rozšírením škály možností, ktoré má prevádzkovateľ systému k dispozícii. [10]
 - Dostupné metódy riadenia kapacity zdrojov na strane dopytu (ADSRCC) umožňujú prevádzkovateľovi systému kontrolovať zdroje na strane dopytu. [10]



- Direct ADSRCC má dva typy: technologickú priamu kontrolu zaťaženia a priame riadenie prostredníctvom kapacitných trhov. [10]
 - Metóda technologickej priamej regulácie zaťaženia (TDLC) funguje tak, že prevádzkovateľ systému môže regulovať spotrebu energie na strane dopytu diaľkovým zapínaním/vypínaním určitých elektrických zariadení alebo úpravou ich činnosti tak, aby sa zachovala rovnováha medzi výrobou a spotrebou energie. Účasť na programoch TDLC je dobrovoľná, ale spolupráca je povinná. [10]
 - Metóda priamej kontroly cez kapacitné trhy nedáva prevádzkovateľovi systému možnosť kontroly nad elektrickými zariadeniami na strane dopytu. Energetické podniky a spotrebiteľia energie, ktorí sú schopní znížiť svoju spotrebu energie, keď je to potrebné, sa môžu podieľať na prevádzke sústavy. Za účasť v tomto programe a za to, že sú v službe, dostávajú stimuly nazývané Kapacitné platby. Väčšinou nie je potrebné znižovať energetickú záťaž, ale ak sú účastníci upozornení, aby znížili svoju spotrebu a nespolupracujú, sú penalizovaní. Ak budú počas týchto období spolupracovať, získajú viac stimulov. [10]
- 3. Nepriamy ADSRCC má tiež dva typy: zmluvnú nepriamu kontrolu zaťaženia a nepriamu kontrolu zaťaženia prostredníctvom CPP. [10]
 - Zmluvná metóda nepriamej kontroly zaťaženia (CILC) by sa mohla uplatňovať dobrovoľne. Účastníci sa podieľajú na riadení energetického systému znižovaním vlastného energetického zaťaženia, keď si ho objednájú inžinierske siete. Ich spolupráca je povinná. Ak spolupracujú počas požadovaných období, dostanú stimuly. Ak nespolupracujú, sú potrestaní. [10]
 - Nepriama regulácia metódou CPP funguje tak, že zmena spotreby energie sa vykonáva automaticky podľa kritických špičkových cien. [10]
 - Metóda CPP s premenlivým obdobím (VP-CPP) nepredurčuje dátum a dĺžku kritických období. [10]
 - Metóda variabilnej špičkovej tvorby cien (V-PP) nepredurčuje cenu energie v kritických obdobiach špičky, pretože sa vypočítava podľa skutočných cien energie. [10]
 - Programy dobrovoľnej reakcie poskytujú príležitosť zúčastniť sa na regulačnom procese energetického systému dobrovoľne. Účastníci sa môžu slobodne rozhodnúť, či počas požadovaných časových období znížia svoju spotrebu energie. Ak spolupracujú, dostanú stimuly. Ak tak neurobia, nemusia platiť pokutu. [10]
 - Dostupné programy riadenia rezerv na strane dopytu (ADSRM) poskytujú zákazníkovi príležitosť podieľať sa na regulácii energetického systému kontrolou vlastnej schopnosti rýchlej reakcie. Táto kapacita sa javí ako nerotujúci rezervný zdroj v energetickom

systeme a účastníci sú platení z dôvodu ich dostupnosti. Ak klienti spolupracujú, keď si ho prevádzkovateľ systému objedná, sú odmenení. [10]

4. Programy DR s ekonomickým rozsahom poskytujú ekonomický stimul klientom, aby zmenili svoje správanie pri spotrebe energie. Pomocou týchto programov môžu spotrebiteľia predať časť svojej vlastnej zakúpenej energie. Existujú dva typy implementácie. Jednou z možností je, že maloobchodníci predložia ponuku na zníženie energetickej záťaže organizátorovi trhu a ak bude prijatá, splnenie je povinné. Spotrebiteľia sú varovaní a tí, ktorí znižujú svoju spotrebu, sú odmeňovaní podľa trhovej zúčtovacej ceny. Druhou možnosťou je, že spoločnosť určí referenčnú cenu a zákazníci sa môžu rozhodnúť, o koľko znížia svoju spotrebu energie. Ak je ponuka prijatá, zníženie spotreby je povinné. Ak nespolupracujú, musia zaplatiť pokutu. [10]



Obrázok 1. Taxonómia DR [10]

1.4 ENERGETICKÉ SPRÁVANIE OBYVATEĽOV V BUDOVÁCH

V posledných rokoch legislatívne nástroje aj dopyt na trhu poháňajú stavebný priemysel smerom k vysoko výkonným budovám s nízkou spotrebou energie [14,15].. Bez ohľadu na ľudský rozmer však samotné technológie nemusia nevyhnutne zaručovať vysokú hospodárnosť budov [16,17]. Správanie užívateľov je hlavným faktorom ovplyvňujúcim spotrebu energie v budovách [18].. Správanie užívateľov v budovách sa vzťahuje predovšetkým na preferencie užívateľov pohodlia, ich prítomnosť a pohyb a adaptívne interakcie so systémami budov, ktoré majú vplyv na hospodárnosť budov (napr. zabezpečenie tepelného, vizuálneho a akustického komfortu; kvalita vzduchu v interiéri; využívanie



energie). Takéto interakcie zahŕňajú úpravu nastavení termostatu, otváranie alebo zatváranie okien, stmievanie alebo zapínanie/vypínanie svetiel, vyťahovanie tienidiel a žalúzií nahor alebo nadol, zapínanie alebo vypínanie záťaže zástrčiek a spotrebu teplej úžitkovej vody. [19]

Na vyjadrenie energetickej bilancie našich budov a podmienok vnútorného prostredia, ako aj na zníženie spotreby energie budov je v procese projektovania v prípade projektov novej výstavby a modernizácie [20] nevyhnutné používanie nástrojov na simuláciu hospodárnosti budov (BPS). Medzi skutočnou a predpokladanou spotrebou energie budov sa pozoruje výkonnostný rozdiel. Hlavné problémy nie sú s deterministickými faktormi, ako sú fyzikálne vlastnosti pláštia budovy, systémy HVAC, osvetlenie a elektrické zariadenia, ktoré sa skúmali v posledných desaťročiach. Zistilo sa skôr, že táto medzera bola spôsobená najmä nadmerným zjednodušením správania a vzorov prítomnosti užívateľov v budovách počas procesu projektovania [19,20].

Koncepcia správania obyvateľov [21]

Pojem energeticke správanie užívateľov budov možno vymedziť ako behaviorálne reakcie užívateľov na nepohodlie, prítomnosť a pohyb a interakcie so systémami budov, ktoré majú vplyv na výkonnosť (energetickú, tepelnú, vizuálnu a IAQ) budov [22]. Interakcie, ktoré sa v tejto práci skúmajú, zahŕňajú úpravu nastavení termostatu, otváranie alebo zatváranie okien, stmievanie alebo vypínanie svetiel, vyťahovanie žalúzií nahor alebo nadol a zapínanie alebo vypínanie zástrčiek [23]. Energetické správanie užívateľov v budovách je jedným zo šiestich ovplyvňujúcich faktorov hospodárnosti budov [24,25], čo zahŕňa aj klímu, obvodový plášť budovy, vybavenie budovy, prevádzku a údržbu a podmienky vnútorného prostredia. Obyvatelia môžu ovplyvniť vnútornú tepelnú a klimatizovanú energiu priamo svojou prítomnosťou (vyžarovaním tepla, vlhkosti a CO₂) alebo nepriamo prostredníctvom interakcie so systémami budov. [19]

Multidisciplinárny charakter odboru

V tejto časti je uvedený stručný prehľad o rôznych oblastiach zaoberajúcich sa správaním obyvateľov súvisiacich s energiou a ich zameraní výskumu.

V súčasnosti podľa literatúry a ako je vidieť vyššie, odborníci na energetiku budov predpokladajú, že všetky činnosti užívateľov súvisiace s energiou (otváranie okien, zatváranie slepých okien, nastavenie termostatu) sa vykonávajú s cieľom obnoviť pohodlné vnútorné podmienky. Po zjednodušení rozhodovacej časti sa vedci bližšie pozreli na samotné akcie a ich vplyv na vnútorné prostredie a spotrebu energie budovy.

Zatiaľ čo výskumníci v spoločenských vedách uplatňujú iný prístup, kde sa dôraz kladie na psychologické a sociálne aspekty rozhodovania. Určujú sa ovplyvňujúce faktory a postoje, ktoré môžu ovplyvniť vykonanie určitej akcie. Účinok akcií sa skúma v širšom rozmere vo všeobecnosti.



Hlavný rozdiel týchto dvoch prístupov spočíva v rozdieloch aspektov a fázy energetického správania človeka pod mikroskopom.

1.5 TOOLS FOR INVESTIGATION OF OCCUPANT BEHAVIOUR IN BUILDINGS

Rôzne nástroje, ktoré môžu pomôcť pochopiť a preskúmať správanie užívateľov v budovách súvisiace s energiou, možno kategorizovať podľa nasledujúcich podsekcí.

Dotazníky (pozdĺžne alebo priečne), Rozhovory

Pri vyšetrowaní správania užívateľov v budovách sa často stáva, že objektívne namerané údaje nie sú dostupné alebo samy osebe nie sú zrozumiteľné. V týchto prípadoch sú dotazníkové prieskumy a rozhovory užitočnými nástrojmi na doplnenie existujúceho súboru údajov alebo dokonca na získanie nových poznatkov o väčšej vzorke v nedostatočne preskúmanej oblasti.

Prechádzky

Pred začatím vyšetrowania v akýchkoľvek budovách je nevyhnutné, aby tím vykonal prehliadku na mieste, keď sú uvedené všetky dostupné kontrolné prvky, a tiež sa testuje prístupnosť a použiteľnosť funkcií. Tieto prechádzky sú zvyčajne doplnené o rozhovory s personálom na mieste s prevádzkovateľmi budov, pracovníkmi údržby, vlastníkmi budov, zástupcami nájomcov atď.

Údaje o obsadenosti

Ak je to možné, mali by sa zbierať údaje o časových radoch v prípade všetkých vyšetrowaní týkajúcich sa obyvateľov. Tieto súbory údajov je možné zbierať niekoľkými spôsobmi (systémové údaje BMS, údaje infračervených senzorov, snímače vstupných dverí atď.) a súbory údajov môžu byť dva typy: obsahujúce údaje o obsadenosti iba ako obsadené alebo nie pre miestnosť alebo presný počet obyvateľov ubytovaných v danej miestnosti.

Údaje BMS

Väčšina nových alebo modernizovaných budov je vybavená systémami riadenia budov, ktoré zaznamenávajú údaje o budove, ktoré môžu obsahovať informácie o spotrebe energie a tiež o správaní užívateľov. Dátové body, ktoré sú zvyčajne užitočné pri vyšetrowaní:

- množstvo čerstvého vzduchu na vetranie,- stav ventilu fancoilu,- teplo, plyn, meranie elektrickej energie,- meranie vody.

1.6 NÁSTROJE NA ZAPOJENIE POUŽÍVATEĽOV DSM

Existuje mnoho spôsobov, ako zapojiť obyvateľov budovy, aby sa znížila ich spotreba. Jedným zo spôsobov kategorizácie týchto nástrojov sú:

- Nepriame zdroje informácií
- Vzdelávanie a odborná príprava
- Systémy okamžitej spätnej väzby
- Školiace a gamifikačné nástroje
- Finančné stimuly
- Súťaže a sociálne médiá

V nasledujúcom zozname príkladov sú uvedené niektoré kľúčové nástroje a zaujímavé príklady projektov [26], ktoré slúžia ako usmernenie pre čitateľov.

1. VEREJNÉ VYSTAVENIE ENERGETICKÝCH AUDITOV

V prípade verejných budov sa často vykonávajú energetické audity budov. Majú obsahovať odporúčania na zlepšenie energetickej hospodárnosti budovy – vrátane technických opatrení, ktoré sa môžu realizovať pri nulových alebo veľmi nízkych nákladoch, a organizačných zlepšení vrátane aktívnej účasti používateľov prijatím súboru zmien správania.

Na účely šírenia povedomia o súčasnej situácii a výhľadových cieľoch zlepšenia možno vytvoriť ľahko zrozumiteľnú infografiku, ktorá odzrkadľuje štruktúru energetických certifikátov (EPC).

2. ZJEDNODUŠENÉ ODOSIELANIE SPRÁV

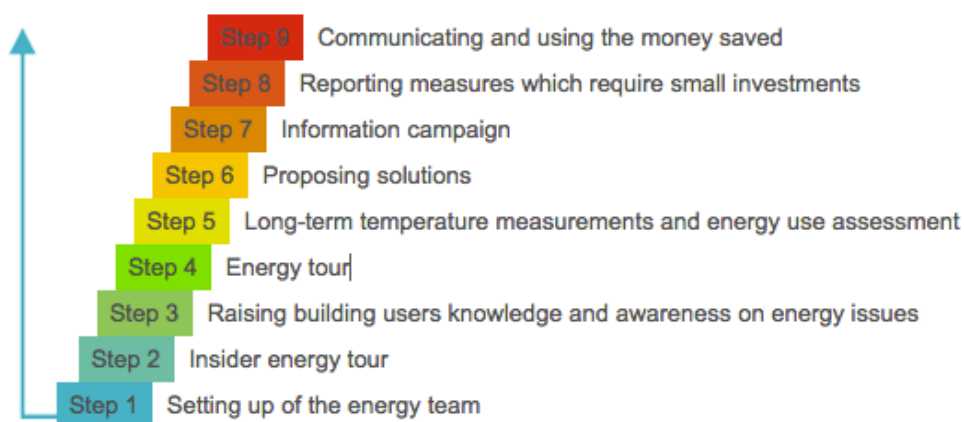
Pre rôzne vekové triedy je možné navrhnuť a sprostredkovať zjednodušené alebo podrobnejšie posolstvá tak, aby vyhovovali danému účelu, a vystaviť ich ako zástupné symboly popisnejších prezentácií energetickej hospodárnosti každej verejnej budovy.



Uvedený nástroj už bol overený partnermi TOGETHER v skoršej fáze projektu. Jeho pilotná implementácia sa preto môže riadiť trochu iným procesom ako ostatné navrhované nástroje, a to:

3. METODIKA PROJEKTU EURONET 50/50 MAX A E-PACK¹

Projekt financovaný EÚ s názvom EURONET 50/50 MAX vymyslel a úspešne zaviedol 9-krokovú Obrázok 2) s cieľom aktívne zapojiť obyvateľov do riadenia energetickej hospodárnosti budov a naučiť ich, ako sa správať šetrnejšie k životnému prostrediu prostredníctvom praktických opatrení.



Obrázok 2. 9-kroková metodika EURONET 50/50 MAX

4. VYTVORENIE ENERGETICKÉHO TÍMU

Pozostáva zo skupiny obyvateľov. Jeho úlohou je preskúmať súčasnú energetickú situáciu budovy a navrhnúť a realizovať opatrenia na úsporu energie. Tím by tiež zorganizoval informačno - vzdelávaciu kampaň adresovanú zvyšku komunity budovy.

5. ZORGANIZOVANIE ZASVÄTENEJ ENERGETICKEJ PREHLIADKY

Pred začatím práce s obyvateľmi by sa mal riaditeľ spolu so zúčastnenými energetickými operátormi zúčastniť tzv. "Insider energy tour" s cieľom vykonať počiatočné posúdenie energetických charakteristík budovy (vrátane posúdenia vykurovacieho systému, technického stavu budovy atď.) a identifikovať prvky, na ktoré by sa mali obyvatelia upriamiť pozornosť.

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



6. ZVYŠOVANIE VEDOMOSTÍ A POVEDOMIA OBYVATEĽOV O ENERGETICKÝCH OTÁZKACH

Súbor školení (počas pravidelných kurzov a ak je to možné aj na ďalších stretnutiach) o témach, ako sú: formy energie, využívanie energie v každodennom živote a jej vplyv na životné prostredie, skleníkový efekt, zmena klímy a ochrana klímy, úspora energie, energetická účinnosť, využívanie obnoviteľných zdrojov energie. Cieľom je zvýšiť poznatky a povedomie o otázkach súvisiacich s klímou a energetikou, ako aj informovať obyvateľov o tom, že existujú príležitosti niečo urobiť so zmenou klímy a že na ich individuálnych krokoch záleží.

7. ENERGETICKÁ PREHĽADKA OBYVATEĽOV

Tentokrát energetickú prehliadku organizuje energetický tím. S podporou operátorov a správcu obyvateľa kontrolujú celú budovu a vyhodnocujú rôzne aspekty ovplyvňujúce spotrebu energie v budove, vrátane: technického stavu budovy, vykurovacieho systému, osvetlenia, používania elektronických zariadení, využívania vody.

8. DLHODOBÉ MERANIA TEPLoty A HODNOTENIE SPOTREBY ENERGIE

Vypracovanie dlhodobého teplotného profilu budovy meraním teplôt vo všetkých miestnostiach budovy počas dvoch týždňov a kontrolou, či zodpovedajú stanoveným normám.

Posúdenie spotreby energie na základe pozorovania toho, ako správanie ostatných užívateľov budov ovplyvňuje spotrebu energie v budove. Osobitná pozornosť by sa mala venovať takému správaniu, ako sú: metódy vetrania miestností, metódy regulácie vykurovania, používanie elektrických a elektronických zariadení atď. Medzi ostatnými obyvateľmi (mimo energetického tímu) je možné vykonať prieskumy týkajúce sa ich názorov na teploty a kvalitu vzduchu v budove, zvyklostí týkajúcich sa používania elektrických a elektronických zariadení a iných energetických otázok.

9. NAVRHOVANIE RIEŠENÍ

V tomto kroku energetický tím prediskutuje svoje zistenia a vypracuje návrhy riešení, a to ako malých investícií, tak aj zmien v správaní, ktorých realizácia môže znížiť spotrebu energie v budove. Tím tiež identifikuje navrhované "cieľové skupiny", ako aj spôsoby, ako k nim pristupovať s posolstvom o úspore energie.



10. INFORMAČNÁ KAMPAŇ

V tomto kroku sa energetický tím podelí o to, čo sa naučil počas realizácie projektu so zvyškom budovy, ako aj o svoje návrhy, čo môžu všetci užívatelia budovy urobiť, aby ušetrili energiu. Tím môže využívať rôzne komunikačné kanály, vrátane: plagátov a nástieniek, prezentácií na školeniach, organizácie dňa úspory energie, vytvorenia vyhradenej webovej stránky atď.

11. OPATRENIA NA PODÁVANIE SPRÁV, KTORÉ SI VYŽADUJÚ MALÉ INVESTÍCIE

Hoci hlavným cieľom metodiky 50/50 sú úspory energie, ktoré možno dosiahnuť zmenou správania užívateľov budov, energetický tím môže tiež identifikovať potrebu a navrhnúť realizáciu malých investícií, pričom požiada o finančnú podporu vlastníka budovy a/alebo externých sponzorov.

12. KOMUNIKÁCIA A VYUŽÍVANIE UŠETRENÝCH PEŇAZÍ

Zapojenie obyvateľov do rozhodovania o tom, ako použiť ušetrené peniaze, je veľmi dôležitou súčasťou metodiky. Tým skutočne pocítia, že ich konanie má pozitívne a merateľné výsledky. Preto je po každom roku vykonávania potrebné vypočítať, koľko energie, CO₂ a peňazí sa ušetrilo, informovať komunitu budov o finančných prílevoch vyplývajúcich z vykonávania metodiky a diskutovať s obyvateľmi o tom, čo sa s týmito ziskami urobí.

13. ŠKOLENIE ŠKOLITEĽOV

Proces školenia trénerov je dobre konsolidovaný a široko prijatý v najmodernejšom stave techniky.

Podstatou procesu školenia školiteľov je integrácia koučingu a mentoringu so školením a technickou pomocou pre študentov.

14. OBJAVOVANIE ŠTÍTKOV ENERGETICKEJ ÚČINNOSTI SPOTREBIČOV

Energy Star je medzinárodný štandardný program pre energeticky účinné spotrebné výrobky, ktorý vznikol v Spojených štátoch v roku 1992 a bol prijatý vo väčšine západných krajín, ako sú Austrália, Kanada, Japonsko, Nový Zéland, Taiwan a EÚ.

Zariadenia s modrou značkou Energy Star, ako sú počítačové výrobky a periférne zariadenia, kuchynské spotrebiče, chladničky a sušičky, vo všeobecnosti spotrebujú o 20 – 30 % menej energie, ako je priemerná úroveň požadovaná zákonom. Smernicou EÚ 92/75/ES, ktorá bola nahradená smernicou 2010/30/EÚ, ktorá je v platnosti od²³¹. júla 2011, sa zaviedol systém

² Zdroj: https://en.wikipedia.org/wiki/Energy_Star



označovania spotreby energie pre bielu techniku, žiarovky a iné heterogénne výrobky založený na súbore tried energetickej účinnosti od A po G, pričom A je energeticky najúčinnější a G najmenej účinný. Od roku 2010 sa v snahe držať krok s pokrokom v oblasti energetickej účinnosti zaviedli stupne A+, A++ a A+++ a existuje nový typ štítku, ktorý používa piktogramy namiesto slov, ako je znázornené na obrázku. V rámci (v súčasnosti ukončeného) projektu FINANCOVANÉHO EÚ COME ON LABELS (pozri ³ <http://www.come-on-labels.eu/about-the-project/welcome-eu>) sa vytvorila osobitná webová stránka na uchovávanie a distribúciu informácií o energetickom označovaní domácich spotrebičov. Webová aplikácia <http://eepf-energylabelgenerator.eu/> umožňuje vytváranie energetických štítkov na mieru pre príslušné výrobky vo formáte pdf s vysokým rozlíšením.

V závislosti od veku účastníkov je možné proces zisťovania vykonať na rôznych úrovniach: zistenie, ktoré spotrebiče nesú ktoré štítky, pochopenie významu piktogramov na každom štítku, zobrazenie štítkov väčšej veľkosti v oblastiach, kde sa každý spotrebič nachádza.

15. BINGO VEĽKEJ SILY!

Táto hra je vhodná najmä pre malé deti, ale dá sa prispôbiť aj tínedžerom a pravdepodobne dospelým – v závislosti od zložitosti výziev.

Ako to funguje: Každý hráč dostane bingo kartu s obvyklými náhodnými číslami, ktoré sú na nej zobrazené. Každé číslo (od 1 do 70 v zobrazenom príklade, ktoré sa však môže zodpovedajúcim spôsobom zmeniť) je spojené s určitým správaním, ktoré má človek v úmysle propagovať v cieľovej populácii. Hráč môže označiť číslo na karte až po skontrolovaní, či niekto iný, nie v závislosti od jeho vôle alebo príkazov, splnil konkrétnu úlohu, ktorá drží toto číslo (napríklad 51 vypína svetlo pri odchode z miestnosti, 54 zatvára okno, ktoré zostalo otvorené so zapnutým kúrením atď.).

Každé správanie musí byť zaznamenané (dátum, čas, osoba), aby bola známka platná. Hráči vyhrávajú zakaždým, keď môžu označiť priamku piatich čísel buď horizontálne, vertikálne alebo diagonálne. Globálnym cieľom je pokryť všetky čísla na karte.

Pravidelne (napr. každý mesiac) sa bude konať tombola na pridelenie cien nízkej kategórie tým, ktorí označili jeden alebo viac riadkov po 5 a na extrakciu voľného čísla, ktoré sa môže z mesiaca na mesiac líšiť. Kto vyplní kartu ako prvý, bude víťazom bingo hry.

³ Zdroj: https://en.wikipedia.org/wiki/European_Union_energy_label



16. APLIKÁCIA ANALYZÁTOR SPOTREBY ENERGIE (ECAS) (LEN PRE ANDROID)

Systém ECAS vyvinul rakúsky vývojár ako bezplatný softvér s otvoreným zdrojovým kódom s dostupnými prekladmi.⁴

Ako to funguje: ECAS pomáha sledovať spotrebu energie v každej budove. Používatelia môžu do databázy pridať merače plynu, elektriny alebo vody a z času na čas zaznamenávať aktuálne údaje z meračov.

Hodnoty môžu byť farebne odlišené a môžu byť pridané komentáre na zapamätanie si špeciálnych situácií, ktoré môžu vysvetľovať nezvyčajnú spotrebu energie. Pravidelný interval čítania sa nevyžaduje, odčítania je možné vykonať vždy, keď je to vhodné.

Systém ECAS využíva službu zálohovania a obnovenia spoločnosti Google, takže databáza sa automaticky uloží na bezpečné miesto v prípade resetovania alebo straty zariadenia. Na druhej strane ECAS nesleduje zmeny nákladov na energiu v priebehu času. Akékoľvek náklady sú stanovené v definícii merača sa používajú pre celý súbor odčítaní. Zmenou nákladového faktora pre meradlo sa okamžite menia hodnoty nákladov na energiu tohto merača. Nakoniec, produkt nie je podporovaný pre zariadenia so systémom iOS alebo Microsoft.

Okrem pohodlia, že je k dispozícii v mnohých rôznych jazykoch, dôvodom používania tohto nástroja je, že umožňuje nesystematické zbierky a aktualizácie údajov z meračov, čo je najpravdepodobnejší scenár použitia vo všetkých pilotných budovách. Ako vedľajšiu výhodu môžu užívatelia zväziť spotrebu plynu a vody spoločne s elektrickou energiou, aby získali jednotný prehľad o aktuálnom stave energetickej hospodárnosti budovy v priebehu času. V prípade pilotov umiestnených v budovách je prínos používania tohto nástroja zrejмый zo skutočnosti, že obyvatelia by mohli byť pravidelne vyzývaní, aby kontrolovali a monitorovali vplyv svojich činností v pilotnom projekte priamym zameraním sa na informácie centrálné dostupné v databáze údajov z meračov. A napokon, globálnou výhodou projektu vyplývajúcou zo všeobecného používania nástroja by bolo, že pokrok dosiahnutý v oblasti znižovania spotreby energie počas pilotných implementácií by sa mohol merať aj v pravidelných intervaloch.

17. APLIKÁCIA GOOSECHASE (PRE ANDROID A IOS)

GooseChase bol vytvorený na zjednodušenie organizácie a účasti na love zberačov. Aplikáciu a súvisiace služby dodáva kanadská spoločnosť.⁵

⁴ Zdroj: <http://ecas.netzheimat.at/>

⁵ Zdroj: <https://www.goosechase.com/terms-of-service/>



Ako to funguje: Zákazník používa webovú stránku GooseChase na vytvorenie výzvy tým, že jej dá meno, obrázok a popis. Dá sa tiež nastaviť, ako dlho bude hra bežať a či existuje heslo, ku ktorému sa môžete pripojiť. Každá výzva GooseChase obsahuje zoznam misií, ktoré musia účastníci splniť. Jeden môže navrhnúť misie od nuly. Každá misia má názov, popis, hodnotu v bodoch a voliteľný odkaz na poskytnutie ďalších informácií. K miestam misií je možné pridať GPS súradnice.

Účastníci získajú prístup k výzve vyhľadáním názvu hry v aplikácii. Vyberú misiu zo zoznamu a podľa pokynov dostanú pridelené body. Vyzývame ich tiež, aby poskytovali informačné kanály o svojich aktivitách v reálnom čase, aby získali viac bodov a postúpili v rebríčku vyššie. Sú však tiež motivovaní, aby sa pozreli na to, čo robia ostatní, pretože im to tiež dáva nejaké body navyše.

Je možné vytvárať tímy alebo hrať individuálne. Možné sú príspevky textov, fotografií a videí, ktoré môžu organizátori triediť a kontrolovať v prípade, že po vyhodnotení je potrebné priradiť skóre. Na konci hry si zákazník môže stiahnuť všetky príspevky na lov lovcov naraz.

Dôvodom použitia analógie lovu zberačov je poskytnúť stimuly na podávanie správ o skutočnom behaviorálnom výkone účastníkov "hry", ako aj o úrovni informovanosti o výsledkoch získaných za behu. Napríklad správanie, ktoré má byť stimulované, môže zahŕňať dennú kontrolu dostupných informácií o spotrebe energie (inteligentnými meračmi, veľkými displejmi alebo inými zdrojmi, ku ktorým môže mať prístup široká verejnosť), čo sa preukáže nasnímaním fotografie a jej nahraním do systému. Alebo je možné, že posledná osoba, ktorá vypne svetlo v miestnosti, odfotí samotnú miestnosť, aby demonštrovala úspech.

1.7 REFERENCIE

- [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. <https://doi.org/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. <https://doi.org/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. <https://doi.org/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. <https://doi.org/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. <https://doi.org/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.



- <https://doi.org/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. <https://doi.org/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. <https://doi.org/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). <https://doi.org/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. <https://doi.org/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. <https://doi.org/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. <https://doi.org/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. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2013.11.001>.
- [14] DIRECTIVE 2010/31/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast), *Off. J. Eur. Union.* 153 (2010) 13–35.
- [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: pp. 32–39.
- [16] T. Hong, D. Yan, S. D’Oca, C. fei Chen, Ten questions concerning occupant behavior in buildings: The big picture, *Build. Environ.* 114 (2017) 518–530. <https://doi.org/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. <https://doi.org/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. <https://doi.org/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 (2016) 694–702. <https://doi.org/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.

Financované Európskou úniou. Vyjadrené názory a postoje sú názormi a vyhláseniami autora(-ov) a nemusia nevyhnutne odrážať názory a stanoviská Európskej únie alebo Európskej výkonnej agentúry pre vzdelávanie a kultúru (EACEA). Európska únia ani EACEA za ne nepreberajú žiadnu zodpovednosť.

Spolufinancované
Európskou úniou
cez program Erasmus+



STU

SLOVAK UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY IN BRATISLAVA



ENERGIACLUB
CLIMATE POLICY INSTITUTE
APPLIED COMMUNICATIONS