

РОЗУМНІ ЛІЧИЛЬНИКИ І СПОЖИВАЧІ УПРАВЛІННЯ ПОПИТОМ - ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

У цьому дослідженні розглядаються проблеми "розумних" лічильників та управління попитом (DSM) та як це сприймається постачальниками "розумних" мереж. Ми визначили необхідність включення знань про те, як розвивати технологію "розумних" лічильників, а також про те, як підвищити технології розумних лічильників. Збільшити залучення постачальників і споживачів енергії до розробки розумних лічильників. Стаття показує, що існують розриви між політикою, цілями та очікуваннями, з одного боку, та впровадженням і використанням "розумних" лічильників. Існує потреба у подальшому вивченні технології "розумних" лічильників, а також у вивченні досвіду інших країн

Ключові слова: *Управління попитом, "розумний" лічильник, "розумні" мережі, соціально-технічні аспекти.*

Вступ. Значне зростання рівня споживання електричної енергії спричинене рядом факторів. Найбільш вагомими серед них є збільшення чисельності населення у містах та впровадження і використання нових типів обладнання. Це спричинило великі виклики як для енергетичної безпеки, так і для навколишнього середовища. Сьогодні існує потреба у тому, щоб споживачі могли відстежувати своє щоденне, місячне та щорічне використання енергоносіїв та розуміти стандарти споживання для кращої організації власного домогосподарства, досягнення фінансової та енергетичної ефективності.

З удосконаленням технології розумних мереж для кращого постачання електричної енергії, почали широко застосовувати розумний лічильник, що на відміну від типового класичного пристрою обліку енергії, володіє додатковими функціями. До таких функцій можуть належати управління розумним обладнанням, забезпечення двонаправленого зв'язку постачання і споживання електроенергії, що в свою чергу дозволяє інтегрувати користувацькі пристрої у розумну мережу з постачання та обліку споживання електрики.

Розумні лічильники є найбільш фундаментальними компонентами розумних електромереж. Крім того, лічильники, які використовуються з системою управління можуть бути застосовані для моніторингу та управління побутовою технікою та іншими пристроями відповідно до потреб користувачів. При цьому технічне рішення, що організації та інтеграції «розумних лічильників» у єдину систему повинно забезпечувати ефективність та економічний ефект як для надавачів послуг, так і для кінцевих споживачів.

Досягнення більш сталого та екологічного майбутнього є головною проблемою сьогодні в суспільстві в цілому та в кількох предметних сферах[1]. Дослідження інформаційних систем (ISR) не є винятком, де напрямок зеленої енергетики стоїть на порядку денному вже кілька років. Сьогодні ІТ-артефакти стають усе більш інтегрованими та вбудованими в різні інфраструктури. У цій статті ми зосереджуємося на розумних мережах, де так звані розумні лічильники (електроенергії) з вбудованими ІТ і, наприклад, користувацькі інтерфейси впроваджуються з метою інформування клієнтів (користувачів енергії), а також для участі в управлінні попитом на інтелектуальні мережі з метою досягнення більш стійких енергетичних систем, включаючи розумні мережі.

Управління попитом (DSM), управління енергією або реагування на попит (DR) як частина стійких енергетичних систем є складним і проблематичним питанням. Електроенергетичні системи історично являли собою інфраструктуру, більш-менш односпрямовану та орієнтовану зверху вниз, що складається з обмеженої кількості великих електростанцій, які живляться в мережу з основною метою підтримувати попит і постачання збалансованими. Вони стверджують, що дотримання цього балансу є вирішальним аспектом у роботі системи. Збереження цього балансу – це те, що означає DSM. DSM [2] - планування, реалізацію та моніторинг діяльності, спрямованої на вплив споживачів на використання електроенергії, що призводить до бажаних змін у формі навантаження комунального підприємства. Це включає в себе такі види діяльності, як управління навантаженням, нові способи

використання, стратегічне збереження, електрифікація, створення клієнтів і коригування частки ринку. Геллінгс (1985) також зазначив, що для досягнення успіху існує критична потреба у покращенні комунікації між постачальником комунальних послуг та їхніх клієнтів, у якому вони надають клієнтам більше інформації. Саме тут сьогодні додаються розумні та цифрові (IT) послуги. Проте з 1985 року потреба в інформації для реагування на попит значно змінилася і стала ще більш пошуканою. Принаймні в результаті мікровиробництва, оскільки мережа має бути інтегрована з розподіленим виробництвом електроенергії. Це означає, що інформація повинна надаватися як виробникам, так і користувачам енергії, якщо «енергетична сторона» може зробити внесок у сталість. Наприклад, енергоспоживач потребує покращеного контролю над своїм споживанням енергії, щоб мати можливість зменшити споживання, і в той же час виробник енергії повинен мати інформацію як про виробництво, так і про використання, щоб мати можливість збалансувати попит і пропозиції [3].

Коли IT-пристрої інтегруються в мережі, вони стають розумними мережами[4], який визначає інтелектуальні мережі як «спеціалізовані інформаційні мережі, які забезпечують обмін інформацією між пристроями, програмами, споживачами та операторами мереж». Однак інтеграція IT-артефактів, згідно з Гулденом [5] недостатньо для досягнення розумних мереж, вони стверджують, що існує потреба в зміні серед споживачів енергії (сторона попиту). Це пов'язує інтелектуальні мережі з інтелектуальними лічильниками та DSM, і робить цю сферу важливою для вивчення в ISR, з інтересом до вивчення та розуміння користувачів. Це також узгоджується [6], що розумні електромережі є одним із підходів до вирішення проблем, пов'язаних із DSM.

Розумна мережа повинна мати можливість вирішувати проблеми контролю постачання енергії з боку попиту, споживачі повинні стати розумними споживачами енергії[7]. Важливою частиною розумного користувача є, наприклад, розуміння моделей споживання та вміння вимірювати споживання електроенергії в домогосподарстві за допомогою розумного лічильника. Розумні лічильники, згідно з [8] цифровими лічильниками електроенергії, які забезпечують двонаправлений (або двосторонній) зв'язок між лічильником (встановленим у будинку) та постачальником енергії за допомогою інтелектуальної технології вимірювання».

Важливим питанням, пов'язаним з розумними лічильниками, є те, що постачальники електроенергії, як частина "розумної" мережі, думають і сприймають як результат впровадження розумних лічильників. Технології розумних лічильників є недостатньо дослідженою темою, стверджують, що необхідні подальші дослідження[9]. Як зазначалося вище, вона є актуальною для дослідників, оскільки включає цифрове представлення (смарт-технології), інфраструктуру та послуги, користувачів, аспекти попиту та пропозиції. У цьому звіті про результати дослідження ми висвітлюємо точку зору постачальників на впровадження "розумних" лічильників. Ми досліджуємо, як це сприймається з боку енергопостачальників, і що вони вважають вирішальним у функціональності розумних лічильників, якщо вони впливають на DSM в короткостроковій перспективі і на досягнення стійкості енергетичних систем в довгостроковій перспективі. Це означає, що в цій роботі розглядаються наступні питання [10]. Як енергопостачальник сприймає вплив інтелектуальних лічильників на проблеми управління попитом в інтелектуальних мережах. Що необхідно для розвитку контексту навколо інтелектуальних лічильників, щоб досягти цілей технологій інтелектуальних лічильників?

"Розумність" "розумних" мереж та "розумних" лічильників

Розумність розумних пристроїв визначається [11] як спроектований об'єкт, який виконує та контролює функції з метою отримання корисних результатів за допомогою діяльності на основі інформації, яка може бути або не може бути визначена його розробниками описують, що в "розумній" електроенергетичній системі (smart grid) споживачі є невід'ємною частиною і створюють інтелектуальну мережу, що дозволяє користувачам електроенергії робити новий вибір завдяки новим технологіям, новій інформації про споживання електроенергії та новим способам ціноутворення на електроенергію. Це збігається з думкою [12], які стверджують, що "розумні" мережі разом із "розумними" лічильниками є частиною інтелектуальної енергетичної мережі (IEN), що полегшує управління балансом потужності та РДН за рахунок інтеграції можливостей зв'язку та управління. Це пов'язано з дискусією навколо

Це пов'язано з дискусією навколо програм реагування на попит, які визначає як програми, що змінюють звичайну структуру споживання у відповідь на зміну ціни на електроенергію або на стимули, покликані спонукати до зниження споживання електроенергії, коли в цьому є потреба. Однак основна проблема полягає в тому, як оптимізувати попит на електроенергію в енергосистемі, особливо

в пікові періоди, контролюючи стабільність енергосистеми, що спрямовує до "розумних" лічильників як інтерфейсу між попитом і пропозицією [13]. Це відповідає тому, що коли стверджують, що нові знання про "розумні" лічильники як проривну технологію необхідні, коли вони впроваджуються в умовах регульованої монополії.

Технології розумних лічильників можна описати як інтерфейс між постачальником енергії та споживачами енергії, і для повної реалізації переваг дуже важливо, щоб технологія була прийнята споживачем енергії [14] продовжують, стверджуючи, що вся ідея "розумних" мереж полягає в тому, що технологія повинна бути здатна більш ефективно управляти постачанням і споживанням електроенергії шляхом інтеграції зусиль з комунікації з зусиллями з управління. Це вважається проблематичним, оскільки системи енергопостачання з самого початку були реалізовані як системи, що генерують і розподіляють електроенергію без будь-якої участі або залучення користувачів. За 100 років не відбулося жодних змін у базовій структурі електроенергетичної мережі, і досвід показав, що ієрархічна, централізовано керована мережа погано відповідає потребам сьогодення. "Розумна мережа" - це сучасна інфраструктура електромереж, яка підвищує ефективність, надійність і безпеку, одночасно інтегруючи відновлювані та альтернативні джерела енергії. [15]. Що серед методів управління енергією, що означає оптимізацію енергетичної системи, існує великий досвід оптимізації виробництва і розподілу енергії. Вони також зазначають, що уваги потребує сторона попиту та РС. РС - це комплекс заходів для покращення енергетичної системи на стороні споживання, починаючи від підвищення енергоефективності за рахунок використання кращих матеріалів, "розумних" тарифів на електроенергію зі стимулами для певних моделей споживання і закінчуючи складним контролем розподілених енергоресурсів у реальному часі.

Все це призводить до того, що надійна інформація в режимі реального часу стає ключовим фактором для надійного постачання електроенергії від генеруючих установок до кінцевих споживачів у "розумній" мережі. Однак, також підкреслюється, що інформаційно-комунікаційні технології у вигляді "розумних" лічильників, які забезпечують двосторонній зв'язок, мають вирішальне значення. Існує два типи інформаційної інфраструктури, необхідної для потоку інформації в системі інтелектуальних мереж: по-перше, потік інформації від датчиків та електричних приладів до інтелектуальних лічильників, по-друге, потік інформації від інтелектуальних лічильників до центрів обробки даних комунальних підприємств. З цього можна сказати, що інтелектуальний лічильник відіграє дуже важливу і вирішальну роль у розвитку інтелектуальної мережі. Це означає, що дуже важливо визначити і описати, що це за технологія - "розумний лічильник".

"Розумний" лічильник є одним з найбільш важливих пристроїв, що використовуються в "розумних" мережах. Розумний лічильник як вдосконалений лічильник енергії, який отримує інформацію від пристроїв навантаження кінцевих споживачів і вимірює споживання енергії споживачами, а потім надає додаткову інформацію комунальному підприємству та/або системному оператору. Вся ідея "розумних" лічильників полягає в тому, що ці пристрої мають бути встановлені в домогосподарствах і надавати більш досконалий спосіб вимірювання споживання енергії порівняно зі звичайними лічильниками. Вони повинні реєструвати моделі споживання, а потім впливати на поведінку, як інструмент підштовхування, використовуючи механізми зворотного зв'язку, щоб споживачі енергії навчилися пов'язувати свої дії з кінцевим споживанням енергії та, в ідеалі, виробили звичку, яка призводить до меншого споживання енергії.

Споживачі можуть оцінювати рахунки і таким чином керувати своїм енергоспоживанням, щоб зменшити свої рахунки за електроенергію. Комунальних підприємства можуть використовувати "розумні" лічильники для впровадження ціноутворення в режимі реального часу, і таким чином обмежувати максимальне споживання електроенергії та намагатися заохочувати користувачів зменшувати свій попит в періоди пікового навантаження.

Не існує чіткого втручання для отримання найкращого впливу на енергозбереження і, таким чином, зменшення впливу на навколишнє середовище. Натомість надання більшої кількості інформації, як правило, призводить до підвищення рівня знань, але не обов'язково до змін у поведінці чи економії енергії. Надання винагород призводило до досить короткочасних ефектів. Надання зворотного зв'язку має певні переваги, особливо якщо його надавати часто. Втручання, яке забезпечують "розумні" лічильники, полягає у зворотному зв'язку щодо використання енергії. Зворотній зв'язок часто пропонується, як рішення для сприяння енергозбереженню

Деякі проблеми з розумними лічильниками залишаються, а саме: по-перше, як отримати значну кількість цих пристроїв в будинках людей, по-друге, як регулярно привертати увагу до цих пристроїв, і як змусити користувачів належним чином реагувати на зворотній зв'язок.

Одним із рішень може бути збільшення вартості енергії і таким чином мотивувати увагу та реакцію на зворотній зв'язок щодо споживання, однак, зазвичай таке збільшення відбувається поступово і, таким чином, є малопомітним. Можна сказати, що динамічні ціни мають важливе значення для заохочення споживачів та постачальників послуг на стороні попиту до скорочення споживання в періоди пікового попиту. Однак в електроенергетичному секторі динамічні ціни, традиційно призводять до незначного впливу на обсяги попиту. Можна також сказати, що вплив зворотного зв'язку на енергоспоживання є несуттєвим, оскільки інформаційні стратегії в середньому призводять до короткострокового скорочення споживання лише на 2%[16]. Однак, навіть для того, щоб досягти цього невеликого скорочення, споживач повинен використовувати домашній дисплей (IHD). Це свідчить про те, що просте впровадження "розумного" лічильника насправді нічого не змінює.

Дослідження та емпіричні дані

Емпірична частина цього дослідження ґрунтується на якісному та інтерпретаційному тематичному дослідженні, що складається з двох організацій, які складають вбудовані кейси[17]. Анонімні організації, що беруть участь у дослідженні (під назвами PowerGrid та Постачальник електроенергії), є незалежними організаціями, що належать і контролюються шведським місцевим органом влади (муніципалітетом). PowerGrid відповідає за енергетичну інфраструктуру (мережу) в регіоні муніципалітету і має монополічне становище, що регулюється шведськими законами та нормативними актами. Постачальник електроенергії діє на ринку з кількома іншими постачальниками і надає електроенергію та послуги приватним і комерційним суб'єктам, його діяльність регулюється не лише в межах регіону муніципалітету.

Організації, що беруть участь у дослідженні, мають кілька ініціатив у сфері діджиталізації та в контексті "розумного міста". На даний момент один проект пов'язаний з впровадженням нових розумних лічильників. Основною причиною такого впровадження є нові правила щодо того, що лічильник повинен вміти робити, коли мова йде про вимірювання та надання даних про використання енергії.

Емпіричні дані та початкові висновки

Емпіричні дані показують, що зацікавлені сторони на стороні постачання бачать очевидну проблему із зацікавленістю енергоспоживачів у споживанні енергії. Вони сприймають загального споживача енергії як особу, яка більш-менш зовсім не зацікавлена в економії електроенергії і, безумовно, не зацікавлена у вирішенні проблем DSM. У зв'язку з увагою до технології "розумних" лічильників стверджується, що електроенергія є дешевим і низькопроцентним продуктом. Цю думку активно висловлюють респонденти як з енергосистеми, так і з постачальника електроенергії. Вони наполегливо стверджують, що електроенергія є дешевим і низькопроцентним продуктом. Торговий представник постачальника електроенергії розповідає, що є дуже мало клієнтів, які зацікавлені в тому, щоб знати щось про "розумний" лічильник. Він пояснює це наступним чином: "це, ймовірно, зазвичай чоловік у віці від 40 до 50 років, який відчуває, що хоче мати дуже, дуже великий контроль, а також знати, як це працює з електромережею і торгівлею електроенергією, лічильником електроенергії, і хоче знати своє конкретне споживання".

Це питання про споживання пов'язане з тим, що новий інтелектуальний лічильник має USB-порт (порт HAN) як частину вимог до нових лічильників. Один з представників організації PowerGrid стверджує, що в основному є лише дві вимоги до нових інтелектуальних лічильників. "Порт HAN - це вимога до нового лічильника, насправді є дві вимоги. Одна з них полягає в тому, що ви повинні мати можливість швидше знімати показання. Що квартално. в довгостроковій перспективі до хвилинного рівня. І друга - щоб споживач сам міг підключити лічильник електроенергії і отримати різні дані, струми, споживання і все, що завгодно.

Подальший розвиток та використання розумних лічильників

Нові "розумні" лічильники матимуть незначний вплив на вирішення проблем PCM. Аналіз емпіричних даних показує, що існують певні розбіжності між тим, що передбачається при впровадженні та використанні "розумних" лічильників, і тим, що сторона постачання визначає як потенційний результат впровадження нових "розумних" лічильників.

Перша проблема, яку ми дослідили, - це прогалина між національною політикою та практикою впровадження "розумних" лічильників з точки зору політики та осіб, які приймають рішення. У політиці було відносно чітко визначено, що "розумні" лічильники мають бути спрямовані на вирішення проблем, пов'язаних з управлінням попитом на стороні споживача. Ідея полягала в тому, що "розумні" лічильники повинні надавати як споживачам, так і постачальникам дані, які можуть бути використані для надання допомоги постачальникам у гнучкому управлінні попитом. Вже впроваджені лічильники та "нові" лічильники, які зараз впроваджуються, не надають такої інформації ні споживачам, ні постачальникам. Можна зробити висновок, що функціональність "розумних" лічильників потребує подальшого розвитку, якщо ми хочемо реалізувати всю ідею цієї технології.

Наприклад, що "розумні" лічильники в майбутньому повинні мати вбудовану можливість дистанційного відключення та підключення певних навантажень і що вони можуть використовуватися для моніторингу та контролю пристроїв і приладів користувачів для управління попитом і навантаженням в "розумних будівлях"[19]. Це функціональність, яка надходить від постачальника і безпосередньо спрямована на вирішення проблеми управління попитом, і фактично є функціональністю "розумного" лічильника, необхідною для того, щоб розвивати мережу, яка також стає "розумнішою".

Друга проблема - це між правом власності та контролем над "розумним" лічильником як ІТ-приладом. Аналізуючи ситуацію з точки зору різних поглядів, які надають нам енергосистема та постачальник електроенергії. Певною мірою між цими сторонами існує напруга в тому, як вони підходять до самої ідеї розумних лічильників. Енергопостачальна організація повинна переконатися, що інфраструктура працює, і що електроенергія постачається без проблем. Постачальник електроенергії також зацікавлений у тому, щоб інфраструктура працювала, але в той же час він повинен підтримувати споживачів іншими видами послуг, наприклад, допомагати їм у розвитку власного мікро-виробництва. Цікаво відзначити, що жодна з цих двох зацікавлених сторін не зацікавлена в наданні послуг, які могли б допомогти споживачам заощаджувати енергію за рахунок використання потенціалу, який може бути закладений в "розумних" лічильниках. Також фактом є те, що історичне коріння цих організацій і те, як вони зі своєї історії сприймають і описують межі свого бізнесу, дуже сильно впливають на їхнє мислення і дії, пов'язані з розумними лічильниками, в дуже високому ступені. Як енергосистема, так і постачальник електроенергії вважають, що їхній бізнес закінчується на лічильнику, а те, що відбувається в домогосподарстві, не вважається їхнім бізнесом.

Це підводить нас до третьої проблеми - між технологією та використанням. При аналізі даних з точки зору технології, що використовується, вражає те, що енергосистема повинна впроваджувати "розумні" лічильники, але вона не розглядає їх як інструмент, яким можуть користуватися споживачі. Вони знають, що лічильник оснащений USB-портом, який можна використовувати для отримання даних про споживання, але вони не інформують про це споживачів і не вважають це частиною своїх зобов'язань. З цього можна стверджувати, що встановлені технології не пов'язані належним чином зі стороною споживача електроенергії (мережею). Вирішальне питання полягає в тому, яка функціональність необхідна з точки зору енергозбереження. Це також питання, що потрібно в цьому напрямку, якщо "розумний" лічильник повинен або може розглядатися як інструмент, що підштовхує. З точки зору постачальника можна чітко стверджувати, що якщо технологія інтелектуальних лічильників не використовується на стороні споживача, то вона не буде корисною для постачальника, який має справу з проблемами DSM.

Четверта проблема існує між інфраструктурою та послугами. Можна стверджувати, що жодна з організацій не зацікавлена в розвитку послуг на базі інфраструктури, яку вони надають. Як зазначалося вище, вони вважають, що, наприклад, підтримка домашніх дисплеїв (IHD) з даними виходить за рамки їхнього бізнесу. Важливим питанням, яке необхідно вирішити, є те, що користувачі не дуже розуміють інформацію, яка надається безпосередньо з "розумного" лічильника. Це означає, що інформацію потрібно "перекласти" на щось зрозуміле і водночас цікаве. Якщо цей зворотний зв'язок буде представлений у правильний спосіб, що дозволить їм легше залучитися до енергоефективної поведінки.

Нарешті, здається, що існує проблемна ситуація між досліджуваними організаціями, яка виникає через те, що вони не мають можливості співпрацювати. Це призводить до п'ятої проблеми, яка ґрунтується на тому, що "розумний" лічильник впроваджується і належить енергосистемі. Енергосистема також має "контроль" над даними з лічильника. Така ситуація склалася, незважаючи на те, що дані з лічильника, скоріш за все, стосуються даних про споживання, а отже, мають відношення до постачальника електроенергії.

Висновки

У цій статті представлено початковий аналіз того, як зацікавлені сторони на стороні постачання сприймають роль технології "розумних" лічильників у вирішенні проблем управління попитом (DSM). Показано, що існують значні розбіжності між політикою, цілями та очікуваннями, з одного боку, та впровадженням і використанням "розумних" лічильників, з іншого боку. На основі емпіричних даних ми стверджуємо, що суперечність між амбіціями і практикою навколо технології "розумних" лічильників необхідно враховувати при розробці як функціональності, так і використання технології. На практиці ми бачимо, що зацікавлені сторони на стороні постачання дуже негативно ставляться до того, що лічильники вже застаріли на момент їх впровадження. Розумні лічильники мають можливість вимірювати споживання енергії в реальному часі, але існує кілька невизначеностей, через які лічильники не використовуються в такий спосіб на даний момент. Основною причиною цього є те, що незрозуміло, хто має контроль над даними, а також те, як ці дані повинні або можуть бути використані.

Проблема полягає в тому, як впроваджувати та розвивати технологію "розумних" лічильників та навколишній контекст їх використання, щоб технологія "розумних" лічильників насправді стала "розумним" інструментом також і в DSM, а в довгостроковій перспективі також сприяла розвитку більш "розумного" та сталого суспільства.

Список використаних джерел:

1. Abrahamse, W., Steg, L., Vlek, C. & Rothengatter, T. 2005. A review of intervention studies aimed at household energy conservation. *Journal of Environmental Psychology*, 25, 273-291.
2. Alter, S. 2019. Making sense of smartness in the context of smart devices and smart systems. *Information Systems Frontiers*, 1-13.
3. Alvesson, M. & Skoldberg, K. 2009. *Reflexive methodology: new vistas for qualitative research*, Sage.
4. Avancini, D. B., Rodrigues, J. J. P. C., Martins, S. G. B., Rabêlo, R. A. L., Al-Muhtadi, J. & Solic, P. 2019. Energy meters evolution in smart grids: A review. *Journal of Cleaner Production*, 217, 702-715.
5. Boell, S. K. & Cecez-Kecmanovic, D. 2014. A hermeneutic approach for conducting literature reviews and literature searches. *Communications of the Association for Information Systems*, 34, 12.
6. Buchanan, K., Russo, R. & Anderson, B. 2015. The question of energy reduction: The problem(s) with feedback. *Energy Policy*, 77, 89-96.
7. Corbett, J. 2013. Using information systems to improve energy efficiency: Do smart meters make a difference? *Information Systems Frontiers*, 15, 747-760.
8. Corbett, J., Wardle, K. & Chen, C. 2018. Toward a sustainable modern electricity grid: The effects of smart metering and program investments on demand-side management performance in the US electricity sector 2009-2012. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 65, 252-263.
9. de Souza, R. W. R., Moreira, L. R., Rodrigues, J. J., Moreira, R. R. & de Albuquerque, V. H. C. 2018. Deploying wireless sensor networks-based smart grid for smart meters monitoring and control. *International Journal of Communication Systems*, 31, e3557.
10. Dedrick, J., Venkatesh, M., Stanton, J. M., Zheng, Y. & Ramnarine-Rieks, A. 2015. Adoption of smart grid technologies by electric utilities: factors influencing organizational innovation in a regulated environment. *Electronic Markets*, 25, 17-29.
11. Dupont, B., Meeus, L. & Belmans, R. Measuring the "smartness" of the electricity grid. 2010 7th International Conference on the European Energy Market, 2010. IEEE, 1-6.
12. EC 2012. Making the internal energy market work. Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions. Brussels: European Commission.
13. Fan, X., Qiu, B., Liu, Y., Zhu, H. & Han, B. 2017. Energy visualization for smart home. *Energy Procedia*, 105, 2545-2548.
14. Fang, X., Misra, S., Xue, G. & Yang, D. 2011. Smart grid—The new and improved power grid: A survey. *IEEE communications surveys & tutorials*, 14, 944-980.
15. Gao, J., Xiao, Y., Liu, J., Liang, W. & Chen, C. P. 2012. A survey of communication/networking in smart grids. *Future generation computer systems*, 28, 391-404.
16. Geller, E. S. 2002. The challenge of increasing proenvironment behavior. *Handbook of environmental psychology*, 2, 525-540.
17. Gellings, C. W. 1985. The concept of demand-side management for electric utilities. *Proceedings of the IEEE*, 73, 1468-1470.

19. Giest, S. 2020. Do nudgers need budging? A comparative analysis of European smart meter implementation. *Government Information Quarterly*, 37, 101498.

M. Poveda¹, student

O. Kudinova¹, student

**¹National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”**

SMART METERS AND DEMAND-SIDE MANAGEMENT CONSUMERS - CHALLENGES AND PROSPECTS

This study looks at the challenges of smart meters and demand side management (DSM) and how this is perceived by smart grid providers. We have identified the need to include knowledge on how to develop smart meter technology as well as how to upscale smart meter technology. Increase the involvement of energy suppliers and consumers in the development of smart meters. The article shows that there are gaps between policies, goals and expectations on the one hand, and the implementation and use of smart meters on the other. There is a need for further study of smart meter technology, as well as for learning from the experience of other countries.

Keywords: *Demand side management, smart meter, smart grids, socio-technical aspects.*

References

1. Abrahamse, W., Steg, L., Vlek, C. & Rothengatter, T. 2005. A review of intervention studies aimed at household energy conservation. *Journal of Environmental Psychology*, 25, 273-291.
2. Alter, S. 2019. Making sense of smartness in the context of smart devices and smart systems. *Information Systems Frontiers*, 1-13.
3. Alvesson, M. & Sköldbberg, K. 2009. *Reflexive methodology: new vistas for qualitative research*, Sage.
4. Avancini, D. B., Rodrigues, J. J. P. C., Martins, S. G. B., Rabêlo, R. A. L., Al-Muhtadi, J. & Solic, P. 2019. Energy meters evolution in smart grids: A review. *Journal of Cleaner Production*, 217, 702-715.
5. Boell, S. K. & Cecez-Kecmanovic, D. 2014. A hermeneutic approach for conducting literature reviews and literature searches. *Communications of the Association for Information Systems*, 34, 12.
6. Buchanan, K., Russo, R. & Anderson, B. 2015. The question of energy reduction: The problem(s) with feedback. *Energy Policy*, 77, 89-96.
7. Corbett, J. 2013. Using information systems to improve energy efficiency: Do smart meters make a difference? *Information Systems Frontiers*, 15, 747-760.
8. Corbett, J., Wardle, K. & Chen, C. 2018. Toward a sustainable modern electricity grid: The effects of smart metering and program investments on demand-side management performance in the US electricity sector 2009-2012. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 65, 252-263.
9. de Souza, R. W. R., Moreira, L. R., Rodrigues, J. J., Moreira, R. R. & de Albuquerque, V. H. C. 2018. Deploying wireless sensor networks-based smart grid for smart meters monitoring and control. *International Journal of Communication Systems*, 31, e3557.
10. Dedrick, J., Venkatesh, M., Stanton, J. M., Zheng, Y. & Ramnarine-Rieks, A. 2015. Adoption of smart grid technologies by electric utilities: factors influencing organizational innovation in a regulated environment. *Electronic Markets*, 25, 17-29.
11. Dupont, B., Meeus, L. & Belmans, R. Measuring the “smartness” of the electricity grid. 2010 7th International Conference on the European Energy Market, 2010. IEEE, 1-6.
12. EC 2012. Making the internal energy market work. Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions. Brussels: European Commission.
13. Fan, X., Qiu, B., Liu, Y., Zhu, H. & Han, B. 2017. Energy visualization for smart home. *Energy Procedia*, 105, 2545-2548.
14. Fang, X., Misra, S., Xue, G. & Yang, D. 2011. Smart grid—The new and improved power grid: A survey. *IEEE communications surveys & tutorials*, 14, 944-980.

16. Gao, J., Xiao, Y., Liu, J., Liang, W. & Chen, C. P. 2012. A survey of communication/networking in smart grids. *Future generation computer systems*, 28, 391-404.
17. Geller, E. S. 2002. The challenge of increasing proenvironment behavior. *Handbook of environmental psychology*, 2, 525-540.
18. Gellings, C. W. 1985. The concept of demand-side management for electric utilities. *Proceedings of the IEEE*, 73, 1468-1470.
19. Giest, S. 2020. Do nudgers need budging? A comparative analysis of European smart meter implementation. *Government Information Quarterly*, 37, 101498.