

dr inż. Jakub Grela

Jak obniżyć koszty ogrzewania budynku?

Analiza wybranego przypadku z zastosowaniem folii i mat grzewczych

Ze względu na niepewną sytuację energetyczną, jak i okres zimowy w sezonie 2022/23 oraz z uwagi na zapowiedzi trudnego roku 2023 coraz częściej rozważane są i wdrażane działania w zakresie oszczędzania energii zarówno elektrycznej, jak i ciepłej. W wyniku zarówno uwarunkowań geopolitycznych oraz określanej mianem kryzysu sytuacji na rynku nośników energii, kształtująca się rzeczywistość finansowa – w postaci znaczących wzrostów cen (np. ponad 300%), jak również przyjęte rozwiązania prawne – konieczność zmniejszenia całkowitego zużycia energii elektrycznej w okresie od 1 grudnia 2022 r. do 31 grudnia 2023 r. o 10%, dążenia te powinny być nie tylko zintensyfikowane, ale również dobrze przemyślane. W sieci Internet lub magazynach branżowych można spotkać się z katalogiem działań, które mogą zostać podejmowane w celu zmniejszenia zużycia energii – tak zwane propozycje dobrych praktyk. Wachlarz tego rodzaju rozwiązań jest bardzo szeroki, ale do istotnych działań należy zaliczyć w szczególności:

- modernizację lub wymianę oświetlenia na tak zwane energooszczędne (przyjmuje się, że zastosowanie oświetlenia wykonanego w technologii LED powoduje zmniejszenie zużycia energii o 50%);
- zastosowanie systemów pomiarowych, monitorujących i sterujących w ramach wdrażania systemów zarządzania energią;
- dążenie do zapewnienia temperatury pomieszczeń: przy ogrzewaniu budynku na poziomie 19 stopni Celsjusza, przy chłodzeniu budynku na poziomie 25 stopni Celsjusza;
- wprowadzenie usprawnień organizacyjnych oraz działań edukacyjno-informacyjnych racjonalizujących zużycie energii przez pracowników urzędów;
- nabycie urządzeń, instalacji lub pojazdów, charakteryzujących się niskim zużyciem energii oraz niskimi kosztami eksploatacji;
- wymiana eksploatowanego urządzenia, instalacji lub pojaz-

du na urządzenie, instalację lub pojazd charakteryzujący się niskim zużyciem energii oraz niskimi kosztami eksploatacji;

- realizacja przedsięwzięć – termomodernizacyjnych i niskiemisyjnych (w tym termomodernizacja budynku);
- audyt energetyczny budynku;
- zamontowanie instalacji fotowoltaicznej;
- montaż baterii kompensacyjnych (dzięki czemu możliwe jest uniknięcie kar i związanych z nimi opłat za energię bierną zarówno o charakterze indukcyjnym lub pojemnościowym);
- automatyczne wyłączanie urządzeń podczas nieobecności lub po godzinach pracy (np. instalacja klimatyzacyjna);
- podział oświetlenia na strefy;
- zamykanie okien przy włączonej klimatyzacji lub ogrzewaniu;
- wykorzystywanie naturalnego oświetlenia bez zasłaniania okien;
- niezostawianie urządzeń w stanie spoczynku/czuwania;
- ustawianie w sprzęcie komputerowym trybu oszczędzania energii;
- wyłączanie przedłużaczy i ładowarek;
- wyłączanie światła w chwili opuszczania pomieszczenia;
- ustawianie lodówek z dala od źródeł ciepła i regularne ich rozmrażanie;
- wyłączanie lodówek przed planowaną dłuższą nieobecnością;
- gotowanie w czajnikach elektrycznych odpowiedniej do potrzeb ilości wody;
- porównywanie i wybór najkorzystniejszej oferty firm dostarczających prąd.

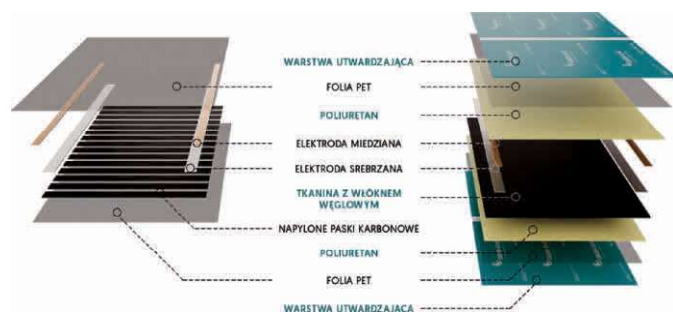
Jak można zauważyć część z propozycji dotyczy również obszaru związanego z energią ciepłą. Sposobów na obniżenie kosztów ogrzewania budynków jest wiele. Jedną z pierwszych myśli, która może się nasunąć po lekturze wielu rekomendacji

jest proste obniżenie temperatury wewnątrz domu. Obniżenie temperatury wewnątrz domu o 1°C przekłada się na około 5% oszczędność energii. To rozwiązanie mimo, iż stosunkowo proste do wdrożenia i przynoszące wymierne korzyści finansowe może w dłuższej perspektywie odbić się negatywnie na komforcie, a nawet zdrowiu użytkowników oraz stanie samego budynku – obniżona moc ogrzewania powoduje podniesienie się poziomu wilgoci co ma negatywny wpływ na wspomniane stan budynku i komfort jego użytkowania. Nie można obniżać temperatury wewnętrznej w nieskończoność – optymalna temperatura w domu wynosi ok 20°C . Jednak obniżenie jej do poziomu 18°C dla osób „zimnolubnych” nie powinno stanowić problemu, pod warunkiem zapewnienia odpowiedniej wentylacji, która zadba o utrzymanie odpowiedniego poziomu wilgoci. W tym artykule zostanie przedstawiony jeden z wielu możliwych sposobów na obniżenie kosztów ogrzewania domu na przykładzie wybranego rozwiązania jakim są folie i maty grzewcze, których zasada działania, koszty montażu oraz utrzymania instalacji zostały szczegółowo opisane w artykule z poprzedniego wydania magazynu.

Różnice pomiędzy folią a matą grzewczą

Zdobywające coraz większą popularność, zarówno folie i maty grzewcze stanowią alternatywę dla tradycyjnego ogrzewania podłogowego zasilanego wodą, ogrzewaną za pomocą pieca lub pomy ciepła. Folia grzewcza może być montowana zarówno pod panelami podłogowymi, deską, parkietem i wylewką, natomiast maty grzewcze są montowane bezpośrednio pod płytkami. Zarówno mata jak i folia grzewcza jest dostępna w rolkach lub na metry o różnych przyjętych szerokościach, w związku z tym przy wykorzystaniu obu technologii można uzyskać taki sam procent pokrycia całkowitego podłogi.

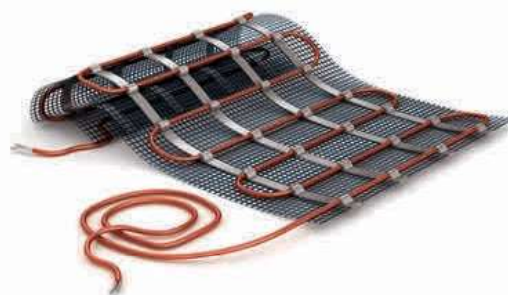
Folia grzewcza działa w oparciu o zjawisko elektrycznego oporu węgla, którego warstwa znajduje się wewnątrz folii PET. Warstwa ta znajduje się niemal na całej powierzchni folii grzewczej, dzięki czemu cała powierzchnia nagrzewa się równomiernie, przez co sama folia nie musi rozgrzewać się do temperatur wyższych niż docelowa temperatura pomieszczenia. Za rozprzeczanie prądu, który przepływa przez warstwę węgla, umieszczonego w folii grzewczej odpowiadają miedziane taśmy zamontowane wzdłuż folii grzewczej. Schemat budowy folii grzewczej został przedstawiony na rysunku 1.



Rysunek 1: Schemat budowy folii grzewczej

Mata grzewcza konstrukcyjnie znacznie różni się od folii. Jej podstawą jest siatka z włókna szklanego, która pokryta jest przewodem grzewczym o niewielkiej grubości, który jest zasilany napięciem 230V prądu przemiennego. W związku z tym w przypadku mat grzewczych nagrzewają się tylko wspomniane przewody, a nie cała powierzchnia. Przez co w celu osiągnięcia podobnej, jak folia, wydajności, muszą się one nagrzewać do wyższej temperatury niż docelowa temperatura pokojowa. Maty grzewcze montowane są bezpośrednio na posadzce, wraz z zapewnieniem odpowiedniej izolacji od spodu, a następnie umieszcza się je w wylewce lub kleju pod płytkami. Tak przygotowane rozwiązanie umożliwia akumulację wytworzonego ciepła i oddawanie go na zasadzie promieniowania lub w bezpośrednim kontakcie. Przykładową matę grzewczą przedstawiono na rysunku 2.

Oba przedstawione rozwiązania mają bardzo uniwersalny charakter i ponadto gwarantują bezpieczeństwo i bezawaryjność działania. Folia grzewcza ze względu na niższą temperaturę nagrzewania i emitowanie promieniowania podczerwonego jest rozwiązaniem bardziej energooszczędnym, niż mata grzewcza. Ponadto zapewnia ona bardziej równomierne nagrzewanie się powierzchni.



Rysunek 2: Mata grzewcza

Wykorzystanie energii z OZE do zasilania foli grzewczych

Wykorzystywanie ogrzewania elektrycznego wiąże się ze zwiększonym całkowitym zapotrzebowaniem na energię elektryczną gospodarstwa domowego, co przekłada się na wzrost rachunków za wykorzystaną energię elektryczną. Pierwszym, dającym wymierne korzyści pomysłem, jaki może przyjść na myśl, jest montaż własnego generatora OZE w gospodarstwie domowym. Najpopularniejszymi obecnie generatorami OZE są panele fotowoltaiczne oraz turbiny wiatrowe. Generowana przez nie energia może być od razu wykorzystana na ogrzewanie budynku przy wykorzystaniu folii grzewczej. Tego typu inwestycje, które dodatkowo mogą być częściowo sfinansowane z proekologicznych programów rządowych i UE zapewnią znaczne obniżenie rachunków za energię elektryczną, a w przypadku zastosowania opisywanych instalacji grzewczych, również obniżenie kosztów ogrzewania budynku.

Magazynowanie energii elektrycznej z OZE

Instalacje OZE pozwalają czerpać darmową energię elektryczną pochodzącą np. ze słońca lub wiatru pod warunkiem,

że zjawiska te występują i tylko w czasie ich zachodzenia. W okresie zimowym produkcja energii elektrycznej może być zbyt niska, by pokryć całkowite zapotrzebowanie energetyczne obiektu (zwłaszcza z elektryczną instalacją ogrzewania). Z kolei latem może pojawić się zjawisko nadprodukcji energii elektrycznej, która musi być w jakiś sposób odebrana od generatora i zmagazynowana. Sytuacja może również wyglądać podobnie na przestrzeni doby. W godzinach południowych możliwe jest zaobserwowanie zjawiska nadprodukcji w stosunku do własnych potrzeb (autokonsumpcja), natomiast w godzinach wieczornych i nocnych produkcja energii może być zbyt niska na całkowite pokrycie zapotrzebowania energetycznego. W związku z tym stosowanie mechanizmów magazynowania energii jest konieczne w przypadku posiadania generatorów OZE.

Można wyróżnić trzy rodzaje instalacji OZE w zależności od sposobu magazynowania energii, są to:

- **Instalacje On-grid** – są to systemy podłączone bezpośrednio do sieci operatora elektroenergetycznego. W ich przypadku nadwyżka energii jest przesyłana bezpośrednio do sieci operatora i jest wykorzystywana na bieżąco przez innych odbiorców. W zależności od wielkości instalacji późniejsze odebranie oddanej do sieci nadwyżki wiąże się z 20% (lub 30%) opłatą (podatkiem) w postaci energii. Oznacza to, że można bezkosztowo odebrać tylko 80% wyprodukowanej nadwyżki.
- **Instalacje Off-grid** – instalacje te nie są bezpośrednio podłączone do sieci elektroenergetycznej, w związku z czym magazynowanie nadwyżki energetycznej w niej nie jest możliwe. W tym przypadku nadwyżka ta jest najczęściej magazynowana w akumulatorach, których zakup jest po stronie właściciela instalacji. Wiąże się to z dodatkowymi kosztami, jednak za przechowywanie energii nie jest pobierana żadna opłata. W tym przypadku prawie (kwestia sprawności układu ładowania inwertera) 100% wyprodukowanej nadwyżki energetycznej można wykorzystać w późniejszym terminie.
- **Instalacje hybrydowe** – są to instalacje, które jednocześnie mają połączenie z siecią operatora oraz posiadają własny magazyn energii. Tego typu instalacje przynoszą największe korzyści finansowe dla użytkowników, ponieważ w przypadku pełnego naładowania magazynu energii i występowania dalszej nadwyżki energetycznej istnieje możliwość jej magazynowania w sieci, z uwzględnieniem wspomnianej wcześniej 20% opłaty za jej przechowanie. Ponadto instalacje hybrydowe są odporne na przerwy w dostawie energii elektrycznej, ponieważ w momencie braku dostaw energii, jest ona automatycznie pobierana z domowego magazynu energii. Tego typu instalacje są również gotowe na otwarty rynek energetyczny, który pozwoli na zakup i sprzedaż odpowiedniej ilości energii w dowolnym momencie. Odpowiednie zarządzanie instalacjami hybrydowymi, które będą zintegrowane z otwartym rynkiem energii, pozwoli na magazynowanie energii i na podstawie sygnału od operatora systemu oraz stanie zapotrzebowania odbiorników w gospodarstwie domowym, jej sprzedaż w odpowiednim momencie, kiedy cena za nią będzie jak najwyższa. Analogicznie będzie możli-

wy zakup energii w niższej cenie (na przykład taryfa nocna) i jej przechowanie do późniejszej odsprzedaży lub wykorzystania. Tego typu rozwiązania pozwolą na jeszcze lepszą optymalizację kosztów zużycia energii lub nawet na zarabianie dodatkowych środków na zmianach ceny energii na przestrzeni godzin i dni.

Zakup domowego magazynu energii wiąże się z dużą inwestycją. Jednak w ostatnim czasie pojawiła się możliwość dofinansowania zakupu przy pomocy popularnego programu Mój Prąd 4.0 – w przypadku zgłoszenia o dofinansowania mikroinstalacji fotowoltaicznej wraz z magazynem energii dofinansowanie do magazynu energii wyniesie do 50% kosztów kwalifikowanych nie więcej niż 16 tys. zł. Ciekawą alternatywą dla magazynów energii może być samochód elektryczny, których popularność w ostatnim czasie znacznie wzrasta, co przekłada się na coraz większą liczbę modeli dostępnych na rynku oraz większą konkurencyjność na rynku, co powoduje obniżanie cen zakupu tego typu pojazdów. Nie wszystkie modele oferują możliwość magazynowania energii – do tego celu wymagana jest dwukierunkowa ładowarka, która pozwala nie tylko na ładowanie pojazdu, ale również na wyciąganie z niego energii.

Z punktu widzenia elektrycznej instalacji ogrzewania, możliwość magazynowania nadwyżki energetycznej jest kluczową funkcjonalnością, dającą możliwość znacznego obniżenia kosztów pracy tego typu instalacji. Zapotrzebowanie obiektu na ciepło występuje głównie w godzinach wieczornych, w których energia generowana przez OZE może być zbyt niska, aby pokryć pełne zapotrzebowanie instalacji. Zmagazynowanie nadwyżki wyprodukowanej w środku dnia, kiedy zapotrzebowanie na ciepło jest niższe, w znacznym stopniu obniży koszty użytkowania obiektu.

Magazynowanie ciepła w budynku

Inną możliwością magazynowania energii jest wykorzystanie do tego celu samego budynku. W pierwszej kolejności należy zwrócić odpowiednią uwagę na konieczność zminimalizowania potencjalnych strat ciepłych wynikających z nieszczelności konstrukcji, poprzez dokładne zaizolowanie przegród zewnętrznych. W momencie, kiedy produkcja energii elektrycznej z OZE jest najwyższa, możliwe jest zamienienie jej na energię cieplną poprzez instalację grzewczą. Wyprodukowana przez instalację energia cieplna przekazywana jest powietrzu, przez co jego temperatura wzrasta. Tego rodzaju przegrzanie obiektu, przy jego dobrej izolacji pozwala na utrzymanie komfortu cieplnego obiektu przez dłuższy czas (ok. 1 dnia), co pozwala na optymalne z punktu widzenia kosztów wykorzystanie nadwyżki energetycznej wyprodukowanej przez OZE. Niestety duże znaczenie na akumulowanie ciepła ma materiał, z którego wykonano dom – w szczególności jego ściany zewnętrzne, stropy oraz podłogi. Najlepiej w tej roli sprawdzają się materiały ciężkie, takie jak cegły, pustaki oraz bloczki betonowe, które bez trudu gromadzą ciepło. Duża ilość elementów betonowych w konstrukcji budynku ma pozytywny wpływ na jego parametry energetyczne. Warto jednak zwrócić uwagę na jakość ma-

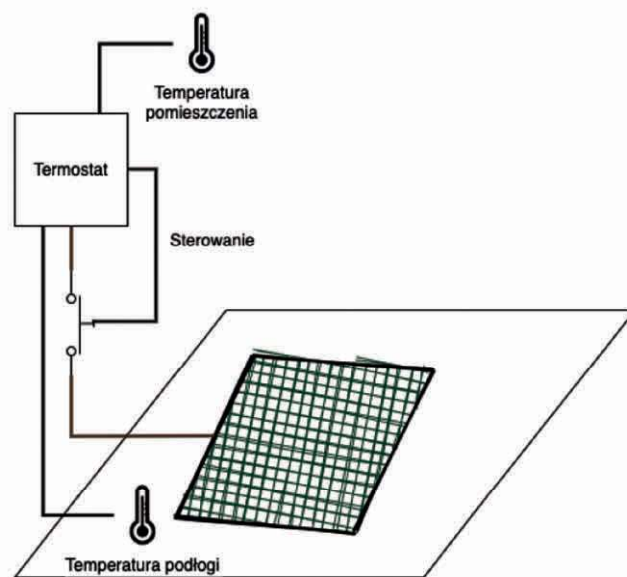
teriałów. Beton wykonany z mieszanek cementowo-popiołowych może mieć gorsze właściwości akumulacyjne, niż beton, którego elementem składowym jest cement wysokiej jakości. Również materiały, które zastosowano do wykończenia domu mają dość duże znaczenie. W celu osiągnięcia jak największej zdolności akumulacji ciepłej budynku ważne jest stosowanie materiałów o dużej bezwładności cieplnej takiej jak płytki kamienne, gresowe lub klinkierowe. Tego typu czynniki należy przewidzieć i uwzględnić na etapie budowy domu, bądź nawet samego planowania budowy, podczas obliczania kosztów inwestycji i potencjalnych stóp zwrotu związanych z zastosowaniem materiałów lepszej jakości.

W przypadku stosowania folii grzewczych kluczową rolę w akumulacji ciepła ma wylewka. W przypadku stosowania tego typu ogrzewania ważnym jest, aby była ona odpowiednio gruba. Wraz ze wzrostem grubości wylewki betonowej, wzrastają możliwości akumulacyjne całego domu. Właściwości folii grzewczej takie jak równomierne nagrzewanie się całej powierzchni pozwala na równomierne nagrzewanie się wylewki, która następnie oddaje ciepło do otoczenia. Odpowiednie możliwości akumulacyjne wylewki mogą pozwolić na wprowadzenie dodatkowych oszczędności związanych z kosztem energii elektrycznej. W tym przypadku wartym rozważenia jest zmiana taryfy na G12 (taryfę dziennie-nocną), która w godzinach 13:00 – 15:00 oraz 22:00 – 6:00 oferuje niższą cenę za energię. W tym czasie możliwym jest ogrzanie domu oraz zakumulowanie ciepła w wylewce, które zostanie wykorzystane przez resztę dnia do utrzymania temperatury powietrza wewnątrz domu.

Sposoby sterowania ogrzewaniem elektrycznym

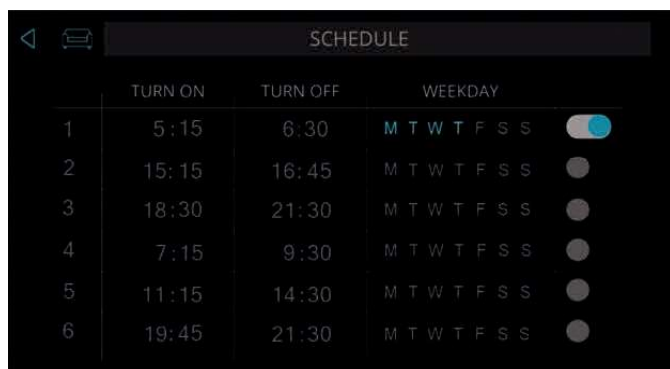
Najczęściej spotykanym sposobem sterowania ogrzewaniem elektrycznym jest sterowanie za pomocą termostatu umieszczonego w pomieszczeniu. Urządzenie to ma możliwość podłączenia czujnika zapewniającego pomiar temperatury w podłodze a czasami również w danym pomieszczeniu i na jego podstawie podejmowana jest decyzja o załączeniu ogrzewania elektrycznego. Sam algorytm sterowania oparty jest o regulację dwustanową z zaimplementowaną histerezą – użytkownik ustawia wartość zadaną na termostacie np. 20°C, w momencie, gdy temperatura jest poniżej 20°C (19.5°C w przypadku histerezy na poziomie 1°C) termostat samodzielnie załącza ogrzewanie do czasu podniesienia się temperatury powyżej 20°C (20.5°C w przypadku histerezy na poziomie 1°C). Implementacja histerezy ma na celu eliminację stanów pośrednich w sterowaniu. Zastosowany czujnik temperatury (często termistor NTC) obarczony jest błędem pomiarowym. Ponadto ruch powietrza również może wpłynąć na jakość pomiaru. W związku z tym w momencie, gdy temperatura jest na granicy wartości zadanej bez zaimplantowanej histerezy, może dojść do częstego załączania i wyłączania się ogrzewania co negatywnie wpłynie na zużycie energii oraz stan samej instalacji, w której mechaniczny przekładnik o określonej liczbie cykli, załączający ogrzewanie może się szybko zużyć. W przypadku stosowania ogrzewania

podłogowego (np. folii lub mat grzewczych) konieczny jest montaż dodatkowego czujnika temperatury w podłodze, którego zadaniem jest monitorowanie temperatury podłogi w celu uniknięcia jej przegrzania, które może prowadzić do uszkodzenia podłogi. Producenci podłóg zamieszczają tego typu informację na opakowaniach swoich produktów. Brak montażu takiego czujnika w układzie sterowania ogrzewaniem podłogowym może być podstawą do nieuznania gwarancji przez producenta podłogi w przypadku jej uszkodzenia. Schemat układu sterowania przedstawiono na rysunku 3.



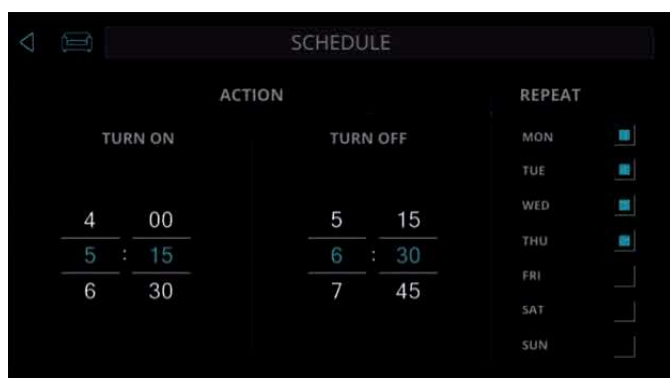
Rysunek 3: Schemat działania termostatu w ogrzewaniu podłogowym

Niezależnie od wyboru rodzaju i modelu ogrzewania podłogowego (folia czy mata, producent, moc) zasada działania opisywanego układu sterowania nie zmienia się. W związku z tym termostat pozostaje indywidualnym wyborem użytkownika, zależnym od jego preferencji. Tego typu urządzenia mogą różnić się nie tylko designem lub jakością wykonania, ale również oferowanymi funkcjonalnościami. Niektóre z urządzeń oprócz realizowania stosunkowo prostej funkcji regulacji mają możliwość konfigurowania harmonogramów – przykładowe widoki ustawień harmonogramów zostały przedstawione na rysunkach 4 i 5. Dzięki tej opcji możliwym jest ustawienie wybranych godzin w ciągu dnia w których ogrzewania ma pracować. Jest to przydatna funkcja dla osób o stałym i powtarzalnym rytmie życia – w tym przypadku konfiguracja harmonogramów pozwoli na wprowadzenie różnego rodzaju obniżen temperatury zadanej podczas nieobecności w domu lub w czasie nocy. Zastosowanie tego typu algorytmizacji pozwoli na wprowadzenie kolejnych oszczędności związanych z pracą instalacji ogrzewania budynku.



	TURN ON	TURN OFF	WEEKDAY	
1	5:15	6:30	M T W T F S S	☒
2	15:15	16:45	M T W T F S S	☐
3	18:30	21:30	M T W T F S S	☐
4	7:15	9:30	M T W T F S S	☐
5	11:15	14:30	M T W T F S S	☐
6	19:45	21:30	M T W T F S S	☐

Rysunek 4: Widok ustawionych harmonogramów pracy instalacji ogrzewania



ACTION		REPEAT	
TURN ON	TURN OFF		
4 00	5 15	MON	☒
5 : 15	6 : 30	TUE	☒
6 30	7 45	WED	☒
		THU	☒
		FRI	☐
		SAT	☐
		SUN	☐

Rysunek 5: Widok ustawień danego harmonogramu pracy instalacji ogrzewania

Ponadto, w dzisiejszych czasach wzrasta popularność systemów automatyki budynkowej. Na rynku pojawia się coraz więcej otwartych standardów komunikacji i systemów automatyki domowej, dzięki czemu stają się one bardziej dostępne zarówno ze względu na ich koszt jak i na dostęp do wiedzy dotyczącej ich samodzielnego budowania – w Internecie jest dostępnych dużo forów, blogów i profili w mediach społecznościowych skupiających w koło siebie ludzi interesujących się rozwiązaniami automatyki budynkowej. Jak powszechnie wiadomo termostat jest integralną częścią tego rodzaju systemu, w związku z tym koniecznym jest, aby posiadał on różnego rodzaju protokoły komunikacyjne, aby zapewnić możliwość integracji go z systemem automatyki domowej. Taka integracja pozwoli na zmianę wartości zadanej lub całkowite wyłączenie instalacji ogrzewania z dowolnego miejsca na Ziemi mającego dostęp do sieci Internet oraz z dowolnego urządzenia mobilnego takiego jak: laptop, tablet, bądź smartfon – przykładowy widok z aplikacji mobilnej do monitorowania i zarządzania pracą instalacji ogrzewania został przedstawiony na rysunku 6. Wspomniane systemy w znaczącym stopniu poprawiają komfort użytkownika obiektu, co ma pozytywny wpływ na odczucia mieszkańców danego obiektu oraz może obniżyć koszty pracy samej instalacji ogrzewania.



Rysunek 6: Widok aplikacji mobilnej do sterowania instalacją ogrzewania

Kalkulacje kosztów

W celu przedstawienia sposobu obniżenia kosztów ogrzewania zrealizowanego w oparciu o folie lub maty grzewcze postanowiono poddać analizie studium wybranego przypadku. Jako obiekt referencyjny przyjęto dom jednorodzinny o powierzchni 120m² zbudowany zgodnie z aktualnymi normami budowlanymi, bez nieszczelności spowodowanymi błędami na etapie budowy i wykonania. Tego typu założenia pozwalają na przyjęcie 70kWh/m² jako roczne zapotrzebowanie budynku na energię cieplną. W przypadku analizowanego obiektu przekłada się to na roczne zapotrzebowanie na poziomie 8400kWh – około 23kWh dziennie. Należy jednak pamiętać, iż sezon grzewczy trwa około 6 miesięcy w roku. Oznacza to, że przez pół roku budynek ma zerowe zapotrzebowanie na energię cieplną na poczet ogrzewania, natomiast w okresie zapotrzebowania jest ono na średnim poziomie ok 46kWh dziennie. Można przyjąć, że sprawność folii grzewczych jest na poziomie 100%. Co oznacza, iż cała dostarczona do niej energia elektryczna jest zamieniana na energię cieplną. Do obliczeń, w niektórych przypadkach, przyjęto również, iż w domu jest zainstalowana instalacja fotowoltaiczna o mocy 6 kWp – z uśrednionych danych historycznych przekłada się to na produkcję energii elektrycznej na poziomie 6000kWh w skali roku – dziennie około 16,44 kWh. Należy zwrócić uwagę, iż instalacja fotowoltaiczna produkuje energię ze światła słonecznego – oznacza to, iż w okresie letnim produkcja będzie znacznie wyższa, niż w okresie zimowym, kiedy to zapotrzebowanie na energię cieplną jest zwiększone.

Jako cenę energii przyjęto 0,78zł za 1kWh. Postanowiono rozpatrzeć 4 przypadki:

- Brak instalacji fotowoltaicznej – folia grzewcza jest zasilana w 100% z sieci elektroenergetycznej.
- Instalacja fotowoltaiczna bez magazynu energii – cała produkcja energii magazynowana jest w sieci za co pobierany jest podatek w wysokości 20% wyprodukowanej energii.
- Instalacja fotowoltaiczna bez magazynu energii z poziomem autokonsumpcji 25% - oznacza to, że w sieci magazynowane jest 75% wyprodukowanej energii, za który pobierany jest podatek na poziomie 20%.
- Instalacja fotowoltaiczna + magazyn energii – nadwyżka energetyczna magazynowana jest w akumulatorach – brak 20% podatku za przechowanie.

Otrzymane wyniki analizy kosztów przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1: Analiza kosztów ogrzewania budynku folią grzewczą

Przypadek	Koszt
Brak instalacji PV	6 552,00 zł
Instalacja PV - 100% magazynowane w sieci	2 808,00 zł
Instalacja PV - autokonsumpcja 25%	2 574,00 zł
Instalacja PV + magazyn energii	1 872,00 zł

Z przeprowadzonej analizy przypadków wynika, iż najkorzystniejszą z punktu widzenia ponoszonych kosztów eksploatacji za ogrzewanie budynku jest opcja uwzględniająca instalację fotowoltaiczną z własnym magazynem energii. Tego typu przypadek pozwala na wygenerowanie oszczędności na pozio-

mie 4 680 zł w skali roku, co pozwala w ciągu kilkunastu lat zamortyzować całkowicie poniesione koszty na instalację OZE wyposażoną w magazyn energii. Nieco niższe oszczędności są możliwe do uzyskania w przypadku posiadania instalacji PV i magazynowania energii w sieci. Jednak należy zwrócić uwagę, iż magazyny są nowością na rynku i ich ceny są dość wysokie, co negatywnie przekłada się na stopę zwrotu całej instalacji. W związku z tym lepszą stopę zwrotu można uzyskać z samych paneli fotowoltaicznych. Jednak magazyny energii mają możliwość zapewnienia dostępu do energii elektrycznej w przypadku przerw w dostawie energii z sieci oraz niewystarczającej produkcji z paneli fotowoltaicznych, co pozwala na podniesienie komfortu użytkowania i wzrost bezpieczeństwa samego obiektu. Dodatkowo przy opcji skorzystania z dotacji na zakup magazynu energii wynik analizy jeszcze bardziej skłania do rozważenia wariantu z zasobnikiem. Należy zaznaczyć, że każdorazowo zalecane jest rozważenie zasadności i celowości zastosowania danego rozwiązania. W przypadku przedstawianych i dostępnych obecnie na rynku rozwiązań do realizacji funkcji ogrzewania istotny jest poprawny dobór mocy zastosowanych foli grzewczych oraz analiza projektowanej lub posiadanej instalacji fotowoltaicznej oraz dostępnej pojemności w magazynie energii.

dr inż. Jakub Grela