

Proces odbioru systemów HVAC w budynkach zrównoważonych

Projekt BSC – Building Systems Commissioning

HVAC systems handover for sustainable buildings. BSC – Building Systems Commissioning Project

Budownictwo zrównoważone wymaga nowego, wielokryterialnego podejścia do zagadnień związanych z jakością środowiska wewnętrznego, jakością powietrza wewnętrznego, charakterystyką i efektywnością energetyczną, emisjami – słowem: szeroko rozumianym wpływem na środowisko. Zmiany klimatyczne oraz zwiększenie zainteresowania zagadnieniami ESG (Environmental, Social and Corporate Governance) w firmach w połączeniu z ostatnimi wzrostami kosztów energii spowodowały zmiany w procesach inwestycyjnych i eksploatacyjnych nowoczesnych budynków komercyjnych. Zagadnienie zrównoważonego budownictwa od lat implementowane jest na etapie projektowania, wykonawstwa i eksploatacji budynków. Jednak sam proces odbioru systemów budynkowych (w tym HVAC i BMS) w wielu przypadkach pozostawał niezmienny. Właśnie zakończony projekt BSC – Building Systems Commissioning wprowadza i ten etap na nowy poziom. Dzięki zastosowaniu nowoczesnych procedur odbiorowych, w tym commissioningu wspomaganego systemem zarządzania informacją o działaniu systemów, możliwe stało się w Polsce realizowanie odbiorów typu „performance”.

Odbiory typu „performance”

Coraz częściej spotykamy się z procesami inwestycyjnymi opartymi na podwyższonych w stosunku do wymagań prawnych wymaganiach funkcjonalnych. Mogą one dotyczyć zarówno wysokich wymogów energetycznych,

jak i związanych z budownictwem zrównoważonym (wyrażonych choćby oczekiwanym poziomem certyfikacji). W znaczący sposób wpływają one na proces projektowania, często wymagają także poszerzonych analiz i symulacji. Czy jednak ich wyniki zostaną utrzy-

mane na etapie eksploatacji? Procesem, który może pomóc w spełnieniu tych oczekiwań, jest commissioning. Zakłada on wsparcie wszystkich stron procesu inwestycyjnego dla postawionych na początku wymagań inwestora. Czasami realizowany jest w projektach technologicznych, innym razem jest składową systemów certyfikacji BREEAM lub LEED. Niestety jego realizacja w warunkach polskich jest zminimalizowana.

Commissioning utożsamiany jest najczęściej z etapem odbiorów prac wykonawczych. I właśnie dlatego, widząc duży potencjał w tym newralgicznym punkcie procesu inwestycyjnego, postanowiono stworzyć usługę wspierającą procesy odbiorów typu „performance”.

Wprowadzenie do branży budowlanej odbiorów typu „performance” oznacza praktyczne przesunięcie akcentu z odbiorów weryfikujących jedynie fakt poprawności wykonania systemów zgodnie z projektem na odbiory, w których wiodącym zagadnieniem jest poprawność funkcjonowania systemów w kontekście zakładanych cech użytkowych. Opracowane procedury odbiorowe umożliwiają weryfikację wskaźników komfortu użytkowników (wynikających z kontroli działania systemów budynkowych oraz rozszerzonych pomiarów) oraz efektywności energetycznej. Podejście typu „performance” było do tej pory reprezento-

Streszczenie: Przeprowadzenie pełnej procedury odbiorów typu „performance” wymaga spójnego systemu zarządzania informacją. Informacja pochodzi bowiem z wielu źródeł, w tym dokumentacji projektowej, modeli BIM, tradycyjnych checklist, protokołów pomiarowych, dokumentów odbiorowych, oświadczeń oraz raportów kontrolnych i protokołów usługi BSC. W ramach projektu stworzono system integrujący informację pochodzącą z dokumentacji z wynikami pomiarów umożliwiających ocenę faktycznego funkcjonowania systemów HVAC. Niniejszą informacją zarządza platforma zawierająca element sprzętowy i aplikacja umożliwiająca przetwarzanie informacji oraz analizę wyników. Pomiary dokonywane podczas odbiorów typu „performance” podzielono na pomiary ciągłe, pomiary z czujników oraz lokalne (in-situ). Badania przeprowadzone w środowisku odbiorów systemów HVAC rzeczywistego obiektu biurowego potwierdziły celowość integracji tradycyjnych procedur odbiorowych ze szczegółowymi pomiarami i badaniami. Umożliwiły także weryfikację metodyki odbiorów budynków typu „performance” w warunkach polskich procesów inwestycyjnych.

Słowa kluczowe: projekt BSC, Building Systems Commissioning, commissioning, odbiory budynków, wczesna eksploatacja budynków, zarządzanie energią, zarządzanie jakością środowiska wewnętrznego, systemy zarządzania informacją HVAC, budownictwo zrównoważone

Abstract: Building's systems performance commissioning process requires a consistent information management system. The information during commissioning and handover comes from many sources, including design documentation, BIM models, traditional checklists, measurement protocols, acceptance documents, statements, measurement and control reports and Building Systems Commissioning (BSC) service protocols. As part of the project, a BSC system was developed as a information integration coming from project documentation with measurement results as assessment of real performance of HVAC systems. The management of information has performed at the platform containing a hardware component and an application that enables information processing and results analysis. Measurements made during the performance handover were divided into continuous measurements, measurements from sensors and local (in-situ) measurements. The research carried out on the HVAC systems of the real office building confirmed the desirability of integration the traditional commissioning procedures with detailed measurements and tests. They also made it possible to verify the methodology of performance handover of HVAC systems in the Polish investment processes conditions.

Keywords: BSC Project, Building Systems Commissioning, commissioning, building handover, early building operation, energy management, Indoor Environment Quality management, HVAC information management systems, sustainable building

wane w Polsce w znikomym zakresie z powodu braku wymagań prawnych. W przyszłości takie badania powinny się stawać coraz powszechniejsze, co zdaje się potwierdzać m.in. fakt, że w technicznych kryteriach kwalifikacji taksonomii jako działania rekomendowane i mające znaczący wkład w łagodzenie klimatu dla nowych dużych budynków zaproponowane zostało wykonywanie pomiarów sprawdzających szczelność obudowy budynku oraz jej badanie pod kątem termicznym.

Nowością usługi jest możliwość wnioskowania nt. parametrów decydujących o zdrowiu i samopoczuciu użytkowników na etapie odbiorów. Duży rozdźwięk pomiędzy osiągnięciami nauki w zakresie jakości środowiska wewnętrznego a rzeczywistym procesem inwestycyjnym jest możliwy do zmniejszenia za pomocą analizy parametrów komfortu (w tym ocen PMV (Predicted Mean Vote) i PPD (Predicted Percentage Dissatisfied) w rzeczywistych przestrzeniach budynkowych w pierwszym momencie ich fizycznej realizacji, czyli na etapie odbiorów. W ten sposób nowa usługa przyczyni się do zwiększenia znaczenia zdrowia i komfortu użytkowników, a zarazem umożliwi zmierzenie parametrów jakości środowiska wewnętrznego i jakości powietrza wewnętrznego.

Opracowana usługa charakteryzuje się nowym wielokryterialnym podejściem do funkcjonowania systemów. Nowością staje się bowiem takie przeprowadzenie odbiorów budynku, aby na podstawie wyników testów można było dokonać jednoczesnej analizy uzyskiwanych parametrów środowiska wewnętrznego, energii i zrównoważenia. Innowacyjnością usługi BSC (Building Systems Commissioning) jest założenie, że wszystkie dane pochodzące z opracowywanych odbiorów kompleksowych posłużą w możliwie dużym zakresie do potwierdzenia spełnienia wymagań systemów certyfikacji budynków (LEED, BREEAM, WELL, GBSA).

Metodyka odbiorów typu „performance”

W ramach projektu opracowano metodykę kompleksowego odbioru systemów budynkowych. Jej podstawą jest połączenie tradycyjnych odbiorów bazujących na protokołach pomiarowych i dokumentach odbiorowych z modelem BIM i dokumentacją commissioningu (w tym checklistami BSC) uzupełnioną o zestaw pomiarów kontrolnych.

Pełna metodyka składa się z 27 etapów opisanych poniżej.

1. Ustalenie oczekiwanego zakresu usługi z inwestorem

Na tym etapie prac niezbędne jest uzgodnienie z inwestorem zakresu usługi.

2. Podpisanie dokumentów niezbędnych do realizacji usługi

Na tym etapie prac konieczne jest przygotowanie i podpisanie z inwestorem niezbędnych dokumentów umożliwiających zrealizowanie usługi. Należy do nich najczęściej umowa o zachowaniu poufności (NDA) gwarantująca dostęp do dokumentacji projektowej i wykonawczej oraz informacji o charakterze niejawnym.

3. Analiza dokumentacji projektowej

Na tym etapie analizowana jest dokumentacja projektowa i dokumentacja z fazy realizacji. Jeżeli jest to możliwe, celowe staje się pozyskanie wersji elektronicznych niniejszych dokumentacji, w tym (jeśli istnieje) modelu BIM realizowanego budynku.

4. Opracowanie wstępnej oferty na proponowany zakres prac odbiorowych

Na podstawie analizy dokumentacji projektowej przygotowywana jest wstępna oferta na wykonanie kompleksowego odbioru budynku typu „performance”. W ofercie zawarty jest proponowany zakres usługi i czas realizacji, uzgadniane są też szczegóły techniczne tej realizacji.

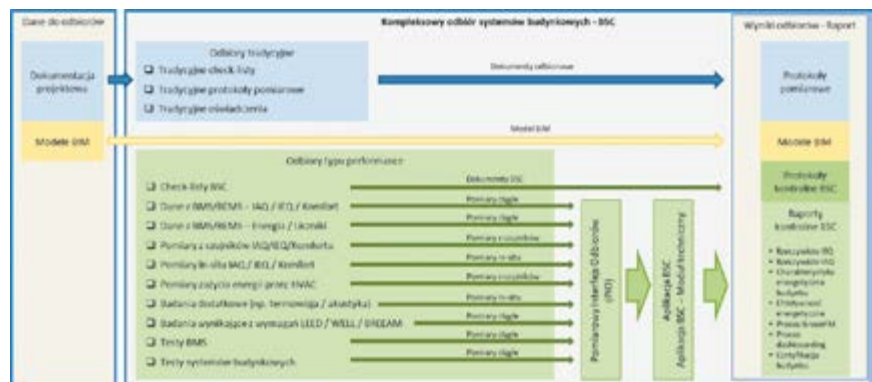
Inwestor zleca wykonanie prac odbiorowych przedstawionych w ofercie na podstawie zlecenia lub umowy realizacyjnej. Kolejne kroki podejmowane są po podpisaniu przez obie strony dokumentów zlecenia/umowy.

8. Ustalenie i udokumentowanie kluczowych kwestii i wymagań inwestora w zakresie odbiorów typu „performance”, opracowanie standardów: odbiorów, obiektu i dokumentacji we współpracy z Commissioning Authority

Na tym etapie niezbędne jest uzgodnienie z inwestorem standardu odbiorów typu „performance” zapisanego w odpowiednim dokumencie. Jako standard należy rozumieć zarówno zgodność z wymaganiami prawnymi odbiorów, jak i z dobrowolnymi standardami i certyfikatami (LEED, BREEAM, WELL) zaakceptowanymi przez inwestora. Mogą one bowiem zmienić zakres prowadzonych później prac odbiorowych (np. zakres dokumentacji, język, wymagania pomiarowe).

9. Zespół projektowy wprowadza ustalenia z pkt 8 do dokumentacji projektowej

Jeżeli w wyniku ustaleń podanych w punkcie 8 pojawia się potrzeba uzupełnienia dokumentacji projektowej, zespół projektowy wprowadza do niej poprawki, bazując na propozycjach przedstawionych przez BSC Authority



Rys. 1. Metodyka kompleksowego odbioru systemów budynkowych

5. Ustalenie zakresu odbiorów wraz z inwestorem

Na tym etapie prac niezbędne jest ustalenie z inwestorem jednoznacznego zakresu odbiorów typu „performance”, zapisanego w odpowiednim dokumencie.

6. Opracowanie oferty na proponowany zakres prac odbiorowych

Na podstawie powyższych działań przygotowywana jest oferta końcowa na wykonanie kompleksowego odbioru budynku typu „performance”. W ofercie zawarty jest skoordynowany zakres usługi i czas realizacji, sprecyzowane są także szczegóły techniczne tej realizacji.

7. Akceptacja oferty

Tak uaktualniona dokumentacja projektowa stanowi podstawę do dalszych prac odbiorowych.

10. BSC Authority weryfikuje dokumentację projektową w zakresie zgodności z wymaganiami podanymi w pkt 8, a także z dobrymi praktykami budowlanymi. Na tej podstawie BSC Authority sporządza raport dla inwestora

Jeżeli zespół projektowy wprowadził zmiany do dokumentacji, BSC Authority weryfikuje ich poprawność, sporządzając dla inwestora raport z przeprowadzonych prac.

11. Częstkowe odbiory typu performance:
a. zbadanie szczelności fundamentów i ścian szczelinowych za pomocą metod termowizyjnych,

b. sprawdzenie zgodności urządzeń z projektem, sprawdzenie charakterystyki urządzeń dostarczanej przez producenta, a także ich rzeczywistego działania,

c. badania uzupełniające odbiory cząstkowe, m.in. z wykorzystaniem termowizji.

Pierwszym etapem odbiorów typu „performance” jest weryfikacja odbiorów cząstkowych. Dotyczą one prac prowadzonych i zakończonych na budowie, mających klasyczną dokumentację odbiorową, które można uzupełnić o pomiary przeprowadzone metodami in-situ. W takim przypadku dokumentacja tradycyjna uzupełniana jest o wyniki pomiarów in-situ wykonanych przez BSC Authority.

12. Sporządzenie protokołów z odbiorów cząstkowych

Po zakończeniu odbiorów cząstkowych wraz z pomiarami in-situ tworzone są zharmonizowane protokoły odbiorów cząstkowych, stanowiące dla inwestora spójną dokumentację z przeprowadzonych prac.



Rys. 2. Pomiarowy integrator odbiorów (PIO)

13. Sporządzenie protokołów z odbiorów cząstkowych systemów budynkowych i obudowy budynku

Po zakończeniu odbiorów cząstkowych systemów budynkowych i obudowy budynku możliwe jest dokonanie szczegółowego odbioru na podstawie checklist opracowanych w projekcie.

14. Ustalenie zakresu pomiarów i zastosowanych czujników poprzez PIO

Kolejnym etapem usługi jest opracowanie zakresu niezbędnych pomiarów i dobranie do nich adekwatnych czujników podłączonych do pomiarowego integratora odbiorów (PIO). W wyniku tych prac możliwe jest optymalne dopasowanie zakresu pomiarów oraz zaproponowanie inwestorowi sposobu podłączenia PIO w budynku.

15. We współpracy z inwestorem i wykonawcą ustalenie lokalizacji PIO

Na podstawie propozycji zainstalowania PIO w budynku, we współpracy z inwestorem i wykonawcą dokonuje się ustalenia lokalizacji i sposobu podłączenia PIO w budynku. Na tym etapie ustalane są wszelkie kwestie for-

malne (dokumentacja) oraz techniczne podłączenia PIO.

16. We współpracy z inwestorem i wykonawcą ustalenie sposobu podłączenia PIO do BMS

Na podstawie propozycji zainstalowania PIO w budynku, we współpracy z inwestorem i wykonawcą dokonuje się ustalenia sposobu podłączenia PIO do systemu BMS. Ten krok może wymagać dodatkowej konfiguracji systemu BMS, w tym mapowania najważniejszych punktów pomiarowych, liczników i sterowników.

17. We współpracy z inwestorem i wykonawcą ustalenie lokalizacji siatki czujników sprzężonych z PIO

Na podstawie propozycji zainstalowania PIO w budynku, we współpracy z inwestorem i wykonawcą dokonuje się ustalenia sposobu podłączenia PIO do dodatkowych czujników. Określa się ich lokalizację i sposób podłączenia.

18. Zainstalowanie PIO w budynku, podłączenie do sprzężonych z nim czujników, a także podłączenie do BMS oraz wprowadzenie pozostałych informacji do systemu

Bazując na powyższych ustaleniach, realizowany jest montaż PIO w budynku. Podłączane są dodatkowe czujniki oraz mapowane punkty i elementy systemu BMS. Zakończeniem tego etapu są testy funkcjonalne potwierdzające poprawność działania PIO w budynku.

19. Uczestnictwo w procesach rozruchów i uruchomieniach instalacji, przeprowadzenie badań uzupełniających

Przy wykorzystaniu PIO realizowane jest uczestnictwo w procesach rozruchowych oraz uruchomieniach zarówno instalacji, jak i poszczególnych elementów systemów budynkowych. W niezbędnych przypadkach dokonuje się dodatkowych badań za pomocą czujników lub pomiarów in-situ.

20. Uczestnictwo w regulacjach instalacji – weryfikacja regulacji i zainstalowanych systemów poprzez sprawdzenie protokołów i sprawdzenia wyrwykwe:

a. weryfikacja przepływów w instalacjach centralnego ogrzewania (c.o.) i ciepła technologicznego (c.t.),

b. weryfikacja przepływów w instalacjach klimatyzacyjnych, np. wody lodowej,

c. weryfikacja strumieni powietrza w centralach, kanałach i na kratkach wentylacyjnych.

Przy wykorzystaniu PIO i pomiarów in-situ realizowane jest uczestnictwo w procesach regulacji instalacji i systemów budynkowych. Szczególnie ważne z punktu widzenia syste-

mów budynkowych są instalacje c.o., c.t., klimatyzacji i wentylacji.

21. Uczestnictwo w regulacjach instalacji – weryfikacja regulacji i zainstalowanych systemów poprzez czujniki sprzężone z PIO:

a. weryfikacja natężenia zainstalowanego oświetlenia,

b. weryfikacja mocy pobieranej przez urządzenia technologiczne, jak silniki central, pompy itd.,

c. weryfikacja pomiarów elektrycznych, jak rezystancja izolacji i ochrony przeciwporażeniowej.

Przy wykorzystaniu PIO i pomiarów in-situ realizowane jest uczestnictwo w procesach regulacji instalacji i systemów budynkowych. Dodatkowymi instalacjami objętymi analizami są instalacje elektryczne, w tym oświetlenie oraz instalacje związane z zasilaniem urządzeń systemów HVAC.

22. Skompletowanie tradycyjnej dokumentacji z regulacji i pomiarów oraz dokumentacji PIO

Zakończeniem tej fazy odbiorów jest skompletowanie tradycyjnej dokumentacji odbiorowej (w tym z regulacji i pomiarów) oraz danych pochodzących z PIO i pomiarów in-situ. Niniejszy etap prac oznacza, że systemy zostały wykonane w sposób zgodny z dokumentacją (odbory tradycyjne) oraz są właściwie podłączone do systemu PIO.

23. Przeprowadzenie testów funkcjonalnych, których zakres został ustalony z inwestorem, z naciskiem na systemy automatyki:

a. testy funkcjonalne systemów HVAC,

b. testy odbiorowe BMS, wprowadzenie zmian i wymuszeń z poziomu BMS, sprawdzenie jakości sterowania, sprawdzenie poprawności działania czujników i wskazań BMS, sprawdzenie poprawności działania algorytmów,

c. pomiary jakości sterowania,

d. pomiary komfortu i jakości środowiska wewnętrznego,

e. sprawdzenie obudowy budynku kamerą termowizyjną,

f. określenie bezwładności cieplnej budynku,

g. sprawdzenie efektywności energetycznej urządzeń i systemów.

Kolejnym etapem prac jest przeprowadzenie testów funkcjonalnych umożliwiających sprawdzenie, w jaki sposób systemy budynkowe funkcjonują przy zmianach nastaw. W tym kroku sprawdzane są systemy HVAC.

Dodatkowym ważnym etapem prac jest analiza poprawności działania systemów automatycznej regulacji i sterowania (BMS). Obejmuje ona zarówno poprawność podłączenia, jak i analizę działania poszczególnych skła-

dowych BMS oraz jakości sterowania. Jeżeli wykazane zostanie poprawne działanie BMS, można zrealizować dodatkowe testy, w tym pomiary komfortu i jakości środowiska wewnętrznego, analizy obudowy budynku i zużycia energii.

24. We współpracy z wykonawcą i zarządcą budynku BSC Authority sporządza raport na temat wykrytych usterek, a także plan ich naprawy. W planie napraw powinny się znaleźć takie informacje, jak:

- a. identyfikacja konkretnego urządzenia bądź systemu, którego usterka dotyczy,
- b. jeżeli na tym etapie nie jest możliwe ustalenie konkretnego urządzenia bądź systemu, którego usterka dotyczy – wskazanie wszelkich informacji, które mogą być pomocne w identyfikacji rozwiązania przez zarządcę,
- c. jeżeli jest to możliwe na tym etapie – wydanie zalecenia co do sposobu usunięcia usterki,
- d. określenie stron odpowiedzialnych za naprawienie usterki, uwarunkowań, a także przewidywanego czasu jej usunięcia.

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów i badań tworzony jest raport obejmujący zaobserwowane nieprawidłowości i usterki. Tak przekazana informacja powinna się znaleźć w obiegu dokumentacji odbiorowej, aż do momentu naprawienia usterki.

25. Ponowne sprawdzenie weryfikujące usunięcie usterek

Jeżeli wzmiankowane w pkt 24 usterki zostały naprawione, zakłada się ponowne przeprowadzenie testów potwierdzających prawidłowość działania systemów.

26. Podsumowanie prac odbiorowych

Zakończeniem prac odbiorów typu „performance” jest raport z przeprowadzonych badań i pomiarów. W ramach raportu zbierane są najważniejsze protokoły pomiarowe i przedstawiane wskaźniki działania systemów, np. zużycia energii w budynku. Etap ten kończy procedurę kompleksowego odbioru budynku typu „performance”.

27. Prace dodatkowe

- a. weryfikacja stworzonej instrukcji obsługi systemów,
- b. weryfikacja stworzonego harmonogramu konserwacji systemów,
- c. weryfikacja przeprowadzonych szkoleń obsługi technicznej budynku z zakresu utrzymania i obsługi systemów,
- d. sezonowe testy weryfikujące działanie systemu, po roku od oddania budynku do użytkowania lub po pełnym obciążeniu użytkownikami, a także sprawdzenie działania systemu o różnych porach roku.

Biorąc pod uwagę charakter prowadzonych prac odbiorowych, cenne wydaje się zapro-

ponowanie inwestorowi przygotowania procedur wynikających z wymagań certyfikacji budynków, w tym stworzenie instrukcji obsługi instalacji, harmonogramu konserwacji systemów, szkoleń obsługi technicznej oraz testów sezonowych obejmujących działanie systemów w różnych warunkach pogodowych (porach roku).

Kompleksowe zarządzanie informacją o odbiorach

Przeprowadzenie pełnej procedury odbiorów typu „performance” wymaga spójnego systemu zarządzania informacją. Informacja pochodzi bowiem z wielu źródeł, w tym dokumentacji projektowej, modeli BIM, tradycyjnych checklist, protokołów pomiarowych, dokumentów odbiorowych, oświadczeń oraz raportów kontrolnych i protokołów usługi BSC.

W ramach projektu dokonano połączenia informacji pochodzącej z dokumentacji z wynikami pomiarów. Pomiary dokonywane podczas odbiorów typu „performance” podzielono na pomiary ciągłe, pomiary z czujników oraz pomiary lokalne (in-situ).

Do najważniejszych pomiarów ciągłych należy rejestracja i analiza danych z BMS/BEMS, obejmująca jakość środowiska wewnętrznego, jakość powietrza wewnętrznego, komfort użytkowników, zużycie energii i ciepła oraz pomia-

MISTRZOWSKA POMPA OBIEGOWA

eLink: PRZEKONAJ SIĘ SAM!
taconova.com

Wysokowydajne pompy Taconova. Rekordowo kompaktowe, skuteczne i niezawodne. Sprawdzone w milionach instalacji. Przeznaczone do systemów grzewczych, CWU, klimatyzacji i techniki solarnej.

GT | TERMOVENT
grupa

Grupa Termovent Sp. z o.o.
sprzedaz@termovent.pl | www.termovent.pl



tn taconova
comfort solutions

ry wynikające z systemów certyfikacji budownictwa zrównoważonego (LEED, BREEAM, WELL). Dodatkową funkcją systemu jest analiza wyników testów BMS i testów systemów budynkowych. Powyższe pomiary zostały uzupełnione o pomiary z czujników i pomiary in-situ. W ramach projektu przeprowadzono:

1. pomiary akustyczne, w tym poziomu natężenia dźwięku, izolacyjności przegród i czasu pogłosu,
2. pomiary jakości powietrza, w tym pomiary stężenia tlenu węgla (CO), ozonu (O₃) w cyklu godzinnym, dobowym i tygodniowym, pomiary stężenia pyłów zawieszonych w powietrzu wewnętrznym i zewnętrznym PM_{2,5}, PM₁₀ w cyklu godzinnym, dobowym, tygodniowym oraz pomiary stężenia całkowitych lotnych związków organicznych (TVOC),
3. pomiary oświetlenia, w tym jego jakości i natężenia na stanowiskach pracy,
4. pomiary jakości wody, w tym mętności wody wodociągowej,
5. pomiary elektryczne obejmujące podstawowe pomiary instalacji elektrycznej,
6. pomiary fizyczne, w tym termowizyjne oraz pomiary współczynnika przenikania ciepła obudowy budynku,
7. pomiary poszczególnych instalacji wentylacji i klimatyzacji, w tym prędkości powietrza, ciśnienia, temperatury powietrza, wilgotności powietrza.

Ze względu na dużą liczbę danych pomiarowych niezbędne stało się stworzenie urządzenia i oprogramowania zarządzającego danymi pomiarowymi.

Pomiary integrator odbiorów (PIO)

W ramach realizacji projektu opracowane zostało i wykonane urządzenie pomiarowe integratora odbiorów (PIO).

Jest to element umożliwiający jednocześnie zbieranie danych pomiarowych w trakcie odbiorów i danych rejestrowanych przez system automatycznej regulacji i sterowania (BMS i BEMS). Ponieważ na etapie odbiorów trudno jeszcze mówić o pełnym działaniu systemów BMS, procedury testowe pozwalają na sprawdzanie także tego systemu budynkowego. Odbiory typu „performance” bazują na analizie dużej liczby danych, dlatego nowością jest także warstwa oprogramowania zastosowana do procedur odbiorowych i analizy wyników pomiarów.

W ramach projektu stworzono środowisko aplikacji BSC zbierające podstawowe dane, bazy danych z poszczególnych pomiarów, moduły raportowania, analiz i archiwizacji.

Implementacja usługi

Usługa kompleksowego odbioru budynku typu „performance” została pilotażowo zaimplementowana w jednym z nowoczesnych budynków biurowych w Warszawie. Badania wykonano w okresie październik–listopad 2021 r. Uzupełnieniem tradycyjnych procedur odbiorowych było przeprowadzenie dodatkowych pomiarów.

W ramach badań wyspecyfikowano zakres pomiarów typu „performance”, obejmujących:

- badanie środowiska wewnętrznego na przestrzeniach Core&Shell,
- badanie środowiska wewnętrznego na przestrzeniach wykończonych fit-out,
- badanie jakości powietrza wewnętrznego,
- badanie systemu wentylacji mechanicznej,
- badanie szczelności central wentylacyjnych i klimatyzacyjnych,
- badanie przepływu w instalacjach HVAC,
- badania systemu oświetlenia,
- badania instalacji elektrycznej – obwody,
- badania instalacji elektrycznej – szafy sterownicze,
- badanie jakości wody w instalacji wod-kan,
- badanie obudowy budynku (izolacyjności cieplnej i szczelności),
- badanie funkcjonowania budynku (PIO),
- badanie zużycia energii w budynku (PIO).

Dokumentacja powstała w trakcie badań została przedstawiona w postaci baz danych aplikacji BSC oraz raportów.

Podsumowanie

Badania przeprowadzone w środowisku odbiorów systemów rzeczywistego obiektu biurowego potwierdziły celowość integracji tradycyjnych procedur odbiorowych ze szczegółowymi pomiarami i badaniami. Umożliwiły także weryfikację metodyki odbiorów budynków typu „performance” w warunkach polskich procesów inwestycyjnych.

Poza wykryciem nieprawidłowości w działaniu elementów systemów HVAC już podczas odbiorów, możliwe stało się przeanalizowanie funkcjonalne działania systemów oraz efektów ich pracy w poszczególnych przestrzeniach budynku. Co ważne, możliwe stało się także sprawdzenie i dopasowanie działania systemu automatycznej regulacji i sterowania (BEMS) do warunków wczesnej eksploatacji. Jest to ważny element dostosowujący działanie systemów HVAC do aktualnych niepełnych obciążeń budynku. Rozpoczęcie tego procesu pozwoliło także na przeprowadzenie oceny jakości sterowania w warunkach wczesnej eksploatacji.

Zważywszy na fakt, że nowe propozycje zawarte w dyrektywie ws. charakterystyki energetycznej zalecają stosowanie systemów pomiarów, monitorowania i analizy działania sy-

stemów, przyjęte w nowej usłudze podejście przesuwają ich wykorzystanie także na etap odbiorowy. I to zarówno w zakresie pomiarów energii, co pozwoli na wyznaczenie rzeczywistej charakterystyki energetycznej budynku oraz oceny efektywności energetycznej systemów budynkowych, jak i procesów zarządzania energią na przyszłym etapie eksploatacji (w tym na etapie wczesnej eksploatacji). Oznacza to, że odbiory typu „performance” wpisują się w praktyczną stronę gospodarki niskoemisyjnej i zasad zrównoważonego rozwoju w budownictwie.

Potwierdzeniem takiego podejścia, zawierającego poza tradycyjną dokumentacją odbiorową także wykonywanie procedur odbioru typu „performance”, stały się wytyczne dotyczące kryteriów technicznych, jakim powinny odpowiadać nowo powstające inwestycje budowlane opracowane w ramach taksonomii UE. Przeprowadzanie dwóch najważniejszych badań – izolacyjności cieplnej i szczelności obudowy budynku – zgodnie z wymaganiami taksonomii UE stało się jednym z wymagań prawnych opisujących działalność zgodną z zasadami zrównoważonego rozwoju.

Powyższe innowacje zawarte w usłudze kompleksowych odbiorów systemów budynkowych Building Systems Commissioning stanowią o nowym, znaczącym rozszerzeniu i ujednoczeniu całego procesu w stosunku do odbiorów tradycyjnych, gdyż zawierają zarówno dane z pomiarów kontrolnych i działającego systemu BMS, jak i procedurę będącą składową typowych odbiorów. Pierwsze pilotażowe wdrożenie systemu zdaje się potwierdzać celowość stosowania zintegrowanego zarządzania informacją o budynku na etapie odbiorów instalacji.

Najbliższe lata pokażą, czy zmodyfikowany proces inwestycyjny, w którym postawiono dodatkowe wymagania związane z minimalizacją zużycia energii i dekarbonizacją budownictwa, będzie gotowy na przyjęcie rozszerzonych odbiorów. Wydaje się jednak, że początkowy etap funkcjonowania budynku, potwierdzony pomiarami, będzie decydował o rzeczywistym działaniu systemów budynkowych, a zatem wpłynie na racjonalizację kosztów eksploatacyjnych i redukcję operacyjnego śladu węglowego.

Niniejszy projekt został dofinansowany w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego na lata 2014–2020 – Projekt „BSC – Building Systems Commissioning. Usługa kompleksowych odbiorów systemów budynkowych” zrealizowany na podstawie wniosku RPMA.01.02.00-14-c128/19 w ramach Osi Priorytetowej „Wykorzystanie działalności badawczo-rozwojowej w gospodarce”.