

BUDYNEK NA PLUSIE



prof. dr hab. arch.
Elżbieta Dagny Ryńska
Politechnika Warszawska

W zakresie propozycji pozwalających na uzyskanie energetycznie i środowiskowo przyjaznych przestrzeni miejskich coraz częściej zwraca się uwagę na możliwość przekształcania budynków już istniejących, a stanowiących przeważającą część zurbanizowanego otoczenia. Inwestycja znana pod nazwą Powerhouse Kjørbe jest pierwszą na świecie modernizacją dwóch istniejących obiektów biurowych zrealizowanych w standardzie z lat 80. XX wieku, w sposób umożliwiający uzyskanie parametrów budynku plusenergetycznego. Jest obiektem demonstracyjnym, którego działanie potwierdza, że taka realizacja ma sens nie tylko środowiskowy, ale również komercyjny, nawet w zimnym obszarze klimatycznym. Jednocześnie spełnia podstawowe oczekiwania deweloperskie – wykazanie finansowych zysków. W składzie konsorcjum Powerhouse znajdują się takie firmy, jak Skanska, firma inwestorska Entra Eiendom, firma architektoniczna Snøhetta, organizacja prośrodowiskowa ZERO, firma konsultacyjna Asplan Viak oraz Sapa. Zespół bierze m.in. udział w realizacji nowego obiektu biurowego Brattørkaia w Trondheim oraz różnych pracach modernizacyjnych, tak jak w przypadku Kjørbe. Uczestnicy zamierzają wykorzystać zebrane doświadczenia i efektywnie realizować plusenergetyczne budynki nie tylko na terenie Norwegii [2].

Nordycki styl

Norweskie podejście do budownictwa jest specyficzne, warto zatem zauważyć, że realizując badania, zespół kieruje się wytycznymi zawar-

Jednymi z powodów, dla których coraz częściej budynki noszą miano „inteligentnych”, a w typologii miast pojawiło się określenie „miasto typu smart”, są z jednej strony szybko postępujące zmiany klimatyczne, a z drugiej konieczność efektywnego wykorzystania surowców naturalnych przy jednoczesnym utrzymaniu przynajmniej naszego współczesnego standardu życia.

tymi w dwóch definicjach. Pierwsza z nich, powszechnie znana, dotyczy budynku plusenergetycznego, czyli takiego, który generuje rocznie więcej energii niż wykorzystuje w cyklu życia. Natomiast określenie *Powerhouse* (ang. elektrownia, generator) powstało na terenie Norwegii i dotyczy budynku, który kompensuje energię wykorzystaną w energetycznym cyklu życia obiektu, również uwzględniając energię pierwotną zawartą w materiałach konstrukcyjnych i wydatkowaną podczas realizacji inwestycji, wytworzenia materiałów budowlanych, prac rozbiórkowych oraz użytkowania. W obliczeniach nie uwzględniono energii użytkowej wykorzystywanej przez najemców [3].

Wybrane obiekty zlokalizowane są na terenie biznesparku Sandvika. Jest to zespół dziewięciu budynków, z których wybrano trzykondygnacyjny Budynek nr 4 oraz pięciokondygnacyjny Budynek nr 5. Właścicielem jest Entra Eiendom. Przed modernizacją średnie zużycie energetyczne było oszacowane na 250 kWh/m². Całość prac została wykonana w latach 2013–2014. Sukces osiągnięto dzięki interdyscyplinarnej współpracy pomiędzy partnerami, a także naukowcami z Research Center on Zero Emission Buildings, Norweskiego Uniwersytetu Nauki i Technologii, który wspomógł wytypowanie zestawu najbardziej efektywnych rozwiązań.

W ramach czynności przedprojektowych zastosowano pionierską metodę BIM (ang. *Building Information Modelling*) w celu inwentaryzacji budynku i jego systemów. Inwentaryzacja dotyczyła także terenów otaczających budynek i zawierała wiel-

kość, gęstość koron oraz rozmieszczenie roślinności, została wykorzystana w obliczeniach nasłonecznienia i zacielenia fasad oraz uzyskania optymalnego ustawienia dachowych słonecznych paneli. Laserowy skan był również pomocny do utworzenia trójwymiarowego modelu istniejących elementów konstrukcji nośnej, w pełni wykorzystanej w nowym projekcie.

Zmodernizowany budynek Kjørbe uzyskał certyfikat BREEAM-NOR¹ Outstanding na poziomie projektu budowlanego, jak również spełnia wszelkie wymagania w standardzie *Norwegian Passive House* dla budynków komercyjnych. Jest pilotażowym budynkiem w standardzie *Norwegian Zero Emission Building*, zrealizowanym jako jedno z osiągnięć projektu naukowego prowadzonego przez Research Center on Zero Emission Buildings, którego celem jest promowanie rozwiązań umożliwiających bardzo niską emisję związków węgla w ramach życia obiektów budowlanych [1].

Energia na +

Zastosowane rozwiązania budowlane i instalacyjne pozwoliły na zrealizowanie budynku, który wykorzystuje o około 80% energii użytkowej w standardowym (norweskim) budynku klasy energetycznej C. Dodatkowo, uwzględniając elektryczność generowaną przez ogniwa fotowoltaiczne, redukcja wynosi ponad 100%, tworząc tym samym budynek plusenergetyczny. Analiza śladu węglowego wskazała, że proponowana modernizacja pozwoli na osiągnięcie „zerowego poziomu emisji węgla” (ang. *zero carbon*) w trakcie użytkowania obiektu. Budynki zuży-



Z prawej fasada zmodernizowanego obiektu, z lewej w tle – pierwotne rozwiązanie na obiekcie który nie został poddany zmianom

wają również około 10% mniej wody użytkowej niż typowe komercyjne budynki realizowane w Norwegii. Oprócz podwójnych spłuczek zastosowano dodatkowe opomiarowanie zużycia wody oraz system sensorów alarmujących w przypadku wykrycia nieszczelności.

Promowane są także dobre parametry środowiska pracy, a w procesie projektowym wybrane materiały miały status środowiskowo odpowiedzialnych, w tym także alternatywnych, o niskiej emisji szkodliwych substancji chemicznych. Dodatkowym atutem jest malownicze położenie kompleksu i zapewnienie dobrego kontaktu z otoczeniem wszystkim użytkownikom. Inwestycja posiada także zalety środowiskowo zrównoważonego planowania urbanistycznego – dotyczy nie tylko modernizacji istniejących obiektów, ale także uwzględnia alternatywne środki transportu. W części podziemnej przewidziano

miejsca parkingowe dla rowerzystów wraz z niezbędnym zapleczem sanitarnym. Pierwszeństwo parkowania mają pojazdy elektryczne.

Ostatecznie zmodernizowany budynek wykorzystuje rocznie 32 kWh/m², a w przypadku uwzględnienia energii słonecznej pochodzącej z ogniw fotowoltaicznych produkcja energii przekracza zapotrzebowanie. Zespoły branżowe współpracowały od samego początku zamierzenia, tworząc tym samym zintegrowany proces projektowy, w którym ograniczenie zapotrzebowania na energię zostało uzyskane poprzez integrację rozwiązań instalacyjnych i architektonicznych. Głównym celem było uzyskanie niskiego zapotrzebowania na energię użytkową, osiągnięte poprzez zastosowanie wysokiej szczelności przegród zewnętrznych wraz z dobrą izolacją termiczną. Wskaźnik U dla ścian wynosi 0,13 W/(m²K), dachu 0,08 W/(m²K), a zestawów okiennych 0,80 W/(m²K). Uzyskany

parametr szczelności wyniósł 0,23 wymian powietrza na godzinę przy założonym ciśnieniu 50 Pa [2].

Grzejniki dostarczają ciepło tylko w najchłodniejszych miesiącach. Medium grzewczym jest powietrze dostarczane za pomocą systemu wyporowych nawiewników i cyrkulujące wewnątrz budynku przy założeniu, że w nieużytkowanych w danym czasie pomieszczeniach pozostawia się otwarte drzwi. System jest zasilany dwoma pompami cieplnymi czerpiącymi energię z dziesięciu odwiertów o głębokości ok. 200 m. System odzyskuje również zyski ciepłe z serwerowni. Ważnym rozwiązaniem w przypadku systemów instalacyjnych i wymienników ciepła jest to, aby moc cieplna i chłodzeniowa były całkowicie przekazywane do uzdatnianego powietrza. Sprzyja temu nie tylko optymalny dobór osprzętu, ale również izolacja ścian centrali klimatyzacyjnej oraz rurociągów zasilających i powrotnych. Izolację cieplną i przeciwwilgociową muszą mieć także przewody wentylacyjne prowadzone przez pomieszczenia i przestrzenie nieogrzewane oraz wszelkie inne przewody instalacyjne powiązane z systemem grzewczym i chłodzeniowym. Zastosowano również system wentylacji, w którym jako zbiorczy przewód wywiewny wykorzystano klatkę schodową [3].

Zapotrzebowanie na chłodzenie jest ograniczone poprzez żaluzje, niskie obciążenie zyskami ciepła z osprzętu oświetlenia elektrycznego oraz zastosowanie nieosłoniętych powierzchni żelbetonowych elementów konstrukcyjno-budowlanych, które dzięki wysokiej bezwładności termicznej działają jako lokalne mo-



Klatka schodowa wykorzystana jako zbiorczy przewód wywiewny



Przeźródla biurowa o zróżnicowanych strefach pracy



Część socjalna przestrzeni biurowej

dyfikatory temperatur. Użytkownicy mają również możliwość otwierania okien podczas miesięcy letnich. Nowe systemy okienne umożliwiają wysoki poziom transmisji pasm światła i ograniczają zapotrzebowanie na korzystanie ze sztucznego oświetlenia. Wszystkie stanowiska pracy zostały zlokalizowane wzdłuż fasad budynku. Dodatkowo zamontowano system efektywnego energetycznie osprzętu oświetlenia, lokalnie kontrolowanego w strefach o powierzchni 15 m².

Budynek jest podłączony do systemu ogniw fotowoltaicznych ustawionych na dachach omawianego zespołu oraz pobliskiego obiektu garażowego. Cała powierzchnia wynosi 1556 m², a przyjęte parametry mają być przeciwwagą dla zapotrzebowania energetycznego podczas całego życia budynku. Uwzględniają również energię pierwotną zawartą w materiałach budowlanych oraz wykorzystaną w ramach procesu realizacji. Zgodnie z założeniami projektowymi system produkuje ponad 200 MWh/rocznie (40 kWh/m² ogrzewanej powierzchni). A to oznacza znaczną nadwyżkę w porównaniu z zapotrzebowaniem 20 kWh/m² (pomijając jednak indywidualne zapotrzebowanie najemców budynku). Omawiany system dostarcza elektryczność bezpośrednio do systemów instalacyjnych budynku, a nadwyżka jest przekazywana do systemu miejskiego [2].

Emisja na –

Jednym z ważnych założeń ideowych projektu było uzyskanie jak najmniejszego śladu węglowego. Zespół projektowy zastosował narzędzie dostępne na www.klimagasregnskapp.no, które okazało się pomocne w uwzględnieniu w obliczeniach energii pierwotnej zawartej w elementach żelbetowych (mieszanka be-

tonowa oraz zbrojenie). Wybrano także materiały o niskiej energii pierwotnej – do której zaliczyć należy drewniane pokrycie fasad budynku oraz ponowne wykorzystanie pierwotnych szklanych fasad budynku jako wewnętrznych ścianek działowych. Taki dobór materiałów wskazał emisję związków węglowych o 70% niższą od budynku referencyjnego. Istniejąca czarna szklana fasada została zamieniona na powierzchniowo zwęglone panele z drewna osikowego oraz osadzone w aluminiowych ramach okna. Nowe rozwiązania dotyczą instalacji pozyskiwania energii, grzewczych, wentylacyjnych oraz oświetlenia elektrycznego.

W procesie wyboru materiałów preferowane były również materiały przyjazne środowiskowo, dobierane z uwagi na ich cykl życia. Zaliczyć do nich należy wspomniane wcześniej elementy drewnianej fasady – materiału naturalnego o stosunkowo długim okresie życia, dla którego konserwacja przewidziana jest w horyzoncie czasowym dłuższym niż dla fasad wykonanych z innych materiałów budowlanych. Surowe wymagania zawarte w BREEAM NOR Outstanding spowodowały, że w efekcie dokonano wyboru wielu materiałów alternatywnych, do których zaliczyć można farbę wolną od Bisfenolu A² – przy wykonywaniu powłok wykończeniowych ścian i podłóg w części podziemnej budynku, jak również izolacji termicznej o niskim poziomie emisji szkodliwych substancji chemicznych. Interesującym wyborem jest pokrycie sufitów oraz części ścian pionowymi żaluzjami wykonanymi z recyklingowanych plastikowych butelek [1].

W ramach realizacji obiektu uwzględniono proces zarządzania odpadami budowlanymi, poddając recyklingowi ponad 97% masy przy jednoczesnym podziale na 12 stru-

Panel informacji dotyczący zużycia energii zawieszony w widocznym miejscu w holu wejściowym do budynku



Zagospodarowanie przestrzeni pomiędzy dwoma zmodernizowanymi obiektami

mieni odpadowych. Jednocześnie prowadzono intensywną kampanię medialną i konferencyjną dotyczącą obszaru budynków przyjaznych środowiskowo i szeroko tłumaczącą nowatorskie działania podejście inwestycyjne [2].

Bibliografia

- [1] KODnZEB – niepublikowane materiały pochodzące z projektu KODnZEB, dofinansowanego ze środków Mechanizmu Finansowego EOG 2009–2014 w ramach Funduszu współpracy dwustronnej na poziomie Programu Operacyjnego PL04 „Oszczędzanie energii i promowanie odnawialnych źródeł energii”. Projekt zrealizowany przy współpracy z Norweskim Uniwersytetu Nauki i Technologii NTNU.
- [2] Powerhouse Kjørbe, Norweg. www.skanska.com.
- [3] Sowa J. (red.), 2017: Budynki o niemal zerowym zużyciu energii. Oficyna Wydawnicza PW.

1. BREEAM-NOR jest odmianą klasycznej certyfikacji BREEAM dostosowaną do standardów wymaganych w Norwegii, posiada pięć poziomów certyfikacji, a Outstanding jest najwyższą z możliwych do uzyskania.
2. Bisfenol A – organiczny związek chemiczny z grupy fenoli, stosowany do produkcji tworzyw sztucznych o negatywnym wpływie na hormony. Ostatnie badania wskazują, że może być przyczyną niektórych chorób. Stosowany przy produkcji żywic epoksydowych (laminaty, kleje, farby i lakiery, chemoutwardzalne kity i szpachlówki), a także przy wykonywaniu powłok wycielających wnętrza puszek do przechowywania żywności (źródło: Wikipedia).