

Problemy integracji w kontroli środowiskowej

Projektowanie budynku pod względem kontroli środowiskowej zmusza projektantów do traktowania obiektu jako całości, uwzględniając, że zarówno wybór materiałów, jak i projektowane detale mają wpływ na prace systemu. Osiągnięcie równowagi między materiałami, projektem oraz funkcjonowaniem systemu zależy od integracji dwóch skrajności myśli konceptualnej: oceny jakościowej, opartej na doświadczeniu w użytkowaniu oraz oceny ilościowej, opracowanej na podstawie wyników badań i analiz.

Po stronie analizy jakościowej stoi wiedza, dotycząca funkcjonowania budynku oraz ogólne rozumienie doboru rodzaju materiału w zależności od wykorzystania. Ponieważ decyzje oparte na rozumieniu tradycyjnym wydają się być zbyt arbitralne, podjęto próbę wsparcia ich oceną ilościową. Ten dodatkowy krok ma na celu rozwój powszechnych kryteriów oceny, które miałyby polegać w mniejszym stopniu na właściwościach materiału, a w znacznym stopniu na funkcjonowaniu w warunkach polowych (rzeczywistych)

Podczas gdy wiele spośród aktualnych osiągnięć budownictwa prezentuje skuteczne rozumienie zasad naukowych, jak i sztuki budowlanej, nie istnieje żadna formalna procedura określająca podstawy projektowania pod kątem kontroli środowiskowej. Doświadczenie podsuwa trójelementową strategię dla zapewnienia kontroli:

- dążenie do zapewnienia ciągłości barier
- wprowadzenie drugiej linii ochrony środowiska
- upewnienie się o wykonalności projektu;

Ciągłość barier

Kluczowym czynnikiem w kontroli środowiskowej jest transport powietrza. Podkreśla on wszystkie aspekty kontroli, ponieważ przenosi przez obiekt zarówno ciepło, jak i wilgoć. Pomimo iż większość projektantów amerykańskich podchodzi do tego aspektu z uwagą, niektóre czynniki takie jak detale połączeń i ruchy konstrukcji mogą wciąż pozostać niezauważone. Analogicznie powszechne jest przeoczenie detali stalowych słupów, połączeń dachu i ściany czy łączników murowych. Także instalacja różnych systemów barier przepływu powietrza, na bazie zaprawy, samoprzylepnej folii lub materiałów utwierdzanych mechanicznie.

Ruchy konstrukcji mają duży wpływ na ciągłość systemów barier przepływu powietrza. Powstają one już po wzniesieniu budynku w wyniku ekspansji cieplnej, skurczu elementów budowlanych, ugięcia belek lub skurczu zaprawy. Co więcej, materiały barier przepływu powietrza różnią się pod względem wytrzymałości na pęknięcia. (Zaprawy nakładane kielnią zwykle nie chronią przed powstawaniem pęknięć w ścianach murowanych. W przeciwieństwie do nich zbrojone, elastyczne folie odpowiedniej grubości mogą dobrze się pracować.) Pomimo, że niektóre ruchy konstrukcji mogą być z łatwością analizowane, w wielu przypadkach projektant, by przewidzieć wpływ ruchów na daną strukturę, zmuszony jest polegać na własnym doświadczeniu.

Większość projektantów zdaje sobie sprawę z wagi ciągłości barier przepływu powietrza, pomimo iż często akceptują nieciągłości w izolacji cieplnej. Na przykład w ścianach, w których pozostawiono niewypełnione przestrzenie, a następnie za pomocą urządzeń pneumatycznych naniesiono niezwiązaną izolację z włókien mineralnych, odnotowano wysokie względne redukcje dotyczące charakterystyki termicznej. W jednym przypadku - rozpatrywania ściany o drewnianej konstrukcji szkieletowej z izolacją z włókien mineralnych o niewypełnionej powierzchni 0.5% - zmierzono, że efektywny opór cieplny ściany został zredukowany o 10% (ASTM STP 789 p.341). W przypadku ruchów konwekcyjnych, powstających w wyniku defektu instalacji przyległej do drewnianych elementów, zaobserwowano jeszcze większą redukcję. Kiedy temperatura zewnętrzna osiągnęła -35 °C, niewypełnione 6% powierzchni ściany

spowodowało 36% redukcję wartości oporu cieplnego dla tego rodzaju ściany (J. of Building Physics, April 1993).

Jak więc – w świetle tych pomiarów – projektant ma policzyć rzeczywistą wartość oporu cieplnego? Po pierwsze, należy wykorzystać charakterystykę termiczną, odnoszącą się do funkcjonowania tych materiałów w warunkach terenowych np. poprzez wyliczenia redukcji wartości oporu cieplnego, spowodowanej starzeniem się materiałów oraz oddziaływaniem warunków atmosferycznych. Po drugie, należy połączyć model równoległy i seryjny, opisane w ASHRAE Handbook of Fundamentals.

Model równoległy przepływu ciepła zakłada najkrótszą drogę przepływu ciepła, z pominięciem poprzecznego przepływu ciepła. Model seryjny szacuje wartość oporu cieplnego poprzez przyjęcie idealnego wyrównania temperatur na powierzchni każdej z warstw. Rzeczywista wartość oporu cieplnego zawsze znajduje się pomiędzy wartościami, otrzymanymi za pomocą tych modeli. Opór cieplny, zmierzony na kilku ścianach o drewnianej konstrukcji szkieletowej mieści się w przedziale 10% różnicy od wartości średniej każdego z modeli (stosunek 1:1). Ponieważ w Europie przeważają ściany murowane, w których jedna ścieżka przepływu ciepła wykazuje znacznie większe przewodzenie niż druga, przyjmuje się stosunek 2:1 (rozkład paraboliczny).

Na przykład przegroda, składająca się z izolowanej stalowej ramy, umieszczonej pomiędzy suchym tynkiem i 100 mm (4 in) elementem betonowym, po przetestowaniu w średniej temperaturze 24 °C, wykazała wartość oporu cieplnego na poziomie 1.32 (m²K)/W. Wykorzystując model równoległy ASHRAE otrzymujemy wartość 2.36 (m² K)/W. Wynik, otrzymany za pomocą zasady parabolicznej wynosi 1.29 (m² K)/W, co jest zgodne ze zmierzoną wartością oporu cieplnego.

Projektowanie z druga linia ochrony

Bazując na doświadczeniu można stwierdzić, iż dobry pod względem fizyki budowli projekt wymaga zastosowania drugiej bariery ochronnej. Doświadczenie pokazuje, że w procesie wznoszenia budynku, prędzej czy później, coś nie idzie zgodnie z planem. Podczas wznoszenia obiektu pada deszcz, dach przecieka jakiś czas później. Ewentualnie woda dostaje się do środka z innych powodów, np. drenaż dachu nie odprowadza wody poza budynek, lecz bezpośrednio w kierunku piwnicy. W wyniku wymienionych działań, a także innych czynników, wilgoć przedostaje się do wnętrza. Z tego powodu ściany projektowane są z zastosowaniem drugiej linii ochrony, aby zapewnić odpływ i ewaporację nadmiaru wilgoci. Pojawia się jednak pytanie – jak długo potrwa usunięcie wilgoci i jak będzie ona oddziaływać na inne materiały? Ponieważ nie ma żadnych ilościowych odpowiedzi, projektant jest zmuszony opierać się na logicznym rozumowaniu oraz własnym doświadczeniu.

Druga linia ochrony zmusza projektantów do bycia przygotowanym na problemy, których nie można przewidzieć np. zmiany materiału czy defekty, powstałe w wyniku niedopatrzeń wykonawczych. Typowe, często niezauważane drogi ucieczki powietrza pojawiają się, gdy powietrze, przemieszczające się z wewnątrz do środowiska zewnętrznego, przechodzi przez więcej niż jeden element budowlany, np. przez nieukończony tynkowanie ścian murowych za kaloryferami, czy też przez szczeliny, w których znajdują się kable, doprowadzane do sufitów podwieszanych lub dachów, krytych blachą trapezową. Ta lista obejmuje również murowane ściany działowe, ciągnące się ponad poziom dachu przyległej sekcji, otwory wycinane do elektrycznych systemów grzewczych, wentylacji czy instalacji sanitarnych, materiały okładzinowe, które nie są odpowiednio przytwierdzone do metalowych słupów i ścian działowych, połączonych z sufitem podwieszanym.

W praktyce zaobserwowano, że wykorzystanie zewnętrznej powłoki izolującej ma szereg zalet. Izolacja zewnętrzna zwiększa temperaturę w ścianie, redukując tym samym możliwość kondensacji. Pomaga również otrzymać ciągłość w izolacji termicznej ścian piwnicy oraz dachów. Jednakże, jeśli zewnętrzna powłoka działa zarówno jako bariera powietrza jak i wilgoci, umieszczenie jej po zimnej stronie może stwarzać ryzyko akumulacji wilgoci (jeśli defekt pogłębia się podczas okresu eksploatacji).

Jak więc projektant powinien stosować zasadę drugiej linii ochrony, w wypadku rozpatrywania zewnętrznej powłoki izolującej jako bariery powietrznej dla ściany o drewnianej konstrukcji szkieletowej? Projektant ma cztery wyjścia:

1) Projektant może zastosować nieprzepuszczalną piankę w izolacji zewnętrznej oraz izolację z włókien wewnątrz, zwiększając opór cieplny powłoki zewnętrznej do poziomu, który zapewni zmniejszenie ryzyka akumulacji wilgoci, jeśli defekt pogłębia się podczas okresu eksploatacji.

(2) Projektant może wybrać nieprzepuszczalną piankę oraz izolację z włókien, lecz wymaga to zapewnienia zdolności do wysychania w środku ściany. Np. wentylowana szczelina powietrzna. Zagrożenie zawilgoceniem nie jest zmniejszone, ale projektant zapewnia, że w danym klimacie i warunkach użytkowania ściana wyschnie w wystarczająco krótkim czasie.

(3) Projektant wybiera nieprzepuszczalną piankę, ale inną izolację wewnętrzną. Zapewniając izolację, odporną na przepływ wilgoci i powietrza (np. piankę poliuretanową), potencjalna akumulacja wilgoci jest zredukowana.

(4) Projektant wykorzystuje izolację z włókien wewnątrz ściany, lecz wybiera izolacje zewnętrzne, które nie przepuszczają powietrza, ale zapewnia wystarczającą przepuszczalność dla przepływającej pary wodnej. W takim przypadku zdolność do wysychania jest zwiększona.

Niezależnie od wyboru, podstawą powinny być zawsze zasady sztuki budowlanej oraz doświadczenie projektanta.

Wykonalność

Podobnie jak druga linia ochrony, wykonalność odnosi się bardziej do zdolności osądu i wiedzy niż do analiz matematycznych. Wykonalność odzwierciedla fakt, czy dany projekt może być wdrożony w rzeczywistości bez naruszenia wymagań funkcjonalnych w trakcie procesu budowlanego.

W przeciwieństwie do panującego błędnego przekonania że wykonalność zależy od instalatora, wykonalność jest zależna od dobrego projektu więcej niż robocizny. Doświadczenie wskazuje że jedynie dobry projekt może zapewnić rozpatrzenie wszystkich czynników środowiskowych przy jednoczesnej gwarancji łatwego wykonania. To właśnie projektant w znacznej mierze reguluje i określa kwestie wykonalności takie jak montaż materiału w różnych warunkach pogodowych, wymagany poziom umiejętności pracowników, montujących instalację oraz tolerancję w zakresie wykonania. Problemy często pojawiają się, gdy zaangażowanych jest kilku specjalistów jednocześnie np. połączenie okno-ściana nie leży w zakresie zainteresowania ani producenta okna, ani projektanta ścian.

Istnieje potrzeba uważnej analizy rysunków warsztatowych pod kątem wychycenia błędów zarówno systemu jako całości, jak i poszczególnych detali architektonicznych. Przeprowadzenie takiej analizy jest niezwykle ważne i nie może być pomijane. Co więcej, projektant musi również zapoznać się z terminologią, stosowaną na rysunkach detail architektonicznych, by mieć

pewność, że jest ona zrozumiała dla osób, które będą z nich korzystać. Autor projektu może nawet stworzyć specjalną sekcję z opisem poszczególnych połączeń różnych elementów budynku. Szczególnie istotne są powierzchnie styku: ściana/dach oraz ściana/okno.

Oczywiste jest, iż projektowanie budynku pod względem kontroli środowiskowej wymaga sporej ilości iteracji. Każdy materiał musi być sprawdzony pod względem kompatybilności oraz interakcji z przyległymi materiałami i elementami. Każda zmiana w wymaganiach dotyczących charakterystyki energetycznej lub korekta w wyborze materiału musi być poparta analizą detali architektonicznych. Ukazuje to istotę przeprowadzenia oceny projektu pod kątem wychwycenia błędów. Aby zapewnić wysoką jakość i przejrzystość rysunków, niektórzy przeznaczają jedną sekcję specyfikacji na opis połączeń różnych elementów w obrębie budynku. Dzięki takiemu podejściu koncepcje wykonalności oraz drugiej linii ochrony wzajemnie się uzupełniają.

Jednak bardzo często kluczem do dobrego, długoterminowego funkcjonowania systemu jest jakość detali architektonicznych. Jean-Claude Perrault na seminarium, dotyczącym detali konstrukcyjnych dla szczelności, powiedział: "Różnica między dobrym a złym wykonaniem często zależy od dobrego lub złego projektu detalu. Projektanci powinni wziąć pod uwagę, że często ci, którzy wznoszą budynki, nie mają odpowiedniego przygotowania merytorycznego i nie powinni być zmuszani do przejmowania roli projektanta. Ich zadaniem jest budować starannie i uważnie, według tego, co pokazano na rysunkach. Właśnie dlatego detal musi być ukazany precyzyjnie, a także być łatwy do zrozumienia i przewidywalny.

Niektórzy naukowcy sugerowali nawet, by detale konstrukcyjne rysować w skali 1:2, aby zapewnić prostszą interpretację i zmusić projektantów do zachowania większej dokładności i jasności ich koncepcji. Jednakże stwierdzenie, że rozmiar rysunków poprawi przepływ informacji między projektantem a wykonawcą pozostaje wciąż kwestią sporną. Pewne jest natomiast, że tym, co różni poprawnie działającą powłokę zewnętrzną budynku od tej, która zaledwie odgranicza przestrzeń wewnętrzną i zewnętrzną, jest połączenie analizy ilościowej jak i doświadczenia w projektowaniu.