

Budynki z bali to najbardziej tradycyjna ze stosowanych w Polsce technologii budowy – za sprawą powszechnej dostępności drewna i uwarunkowań historycznych. Z bali budowano zarówno proste wiejskie chaty, jak i szlacheckie dwory modrzewiowe. Stanowiące jeszcze kilkadziesiąt lat temu zdecydowaną większość indywidualnych budynków mieszkalnych, domy z bali powracają dziś triumfalnie również jako budynki użyteczności publicznej: karczmy i zajazdy przydrożne, małe hotele.

## Odporność ogniowa ścian z drewnianych bali

Grzegorz Dzień



Przykład drewnianego budynku użyteczności publicznej



Budowle o drewnianej konstrukcji są efektywne i piękne, ale proces ich projektowania, budowy oraz późniejsza eksploatacja muszą zapewnić odpowiedni poziom bezpieczeństwa pożarowego. Ze względu na palność konstrukcji budynki te są bardziej narażone na pożary, których prawdopodobieństwo wzrasta jeszcze wraz ze stosowaniem palnych strzech dachowych.



Pożar zajazdu w Krzyszkowicach, woj. małopolskie

Konstrukcje drewniane (z bali) są coraz popularniejsze, ale nie mamy zbyt wielkiej wiedzy o oddziaływaniu pożaru na nie. Czasami, gdy wymagana jest wysoka odporność ogniowa ściany drewnianej, stosuje się dodatkowe warstwy osłonowe, nawet jeśli to zakryje całą strukturę drewna. Przedstawione poniżej badania eksperymentalne ścian z bali dowiodły jednak, że mogą one uzyskać wysoką odporność ogniową, a dodatkowe zwiększające ją zabezpieczenia nie są konieczne.

### Badania

Badania odporności ogniowej oraz oddziaływania pożaru na konstrukcje drewniane objęły budynki szkieletowe z drewna. Konstrukcje z drewna litego o dużych gabarytach, szczególnie konstrukcje z bali, nie były badane.

W 1986 r. przeprowadzone zostały testy odporności ogniowej dla szczelin w ścianach z bali; do badań użyto sosnowych bali o średnicy 9 cali i średniej

wilgotności 5 proc. Złącza ścian zostały wypełnione pretami ze spienionego polietyleny i tak wykonany element poddano badaniu. Podczas testu powierzchnia niewystawiona bezpośrednio na działanie ciepła osiągnęła temperaturę 95°C, ściana uzyskała odporność ogniową 1 godz. według ASTM E-119.

Fińskie Centrum Badań Technicznych przeprowadziło testy ogniowe zgodne z niemiecką normą DIN 4102 i ISO 834 dla ścian z bali produkowanych przez Honka Log Homes. Prostokątne bale były grube na 140 mm. Ściana zachowała odporność ogniową (nośność) przez 90 min testu, natomiast po 112 min już ją utraciła. Różne firmy prowadziły testy ogniowe na dużą i małą skalę, na drewnianych, szczelinowych, ścianach z bali, niebędących ścianami nośnymi. Ogólne rezultaty badań potwierdziły dobrą odporność ogniową tych elementów, nie przedstawiono jednak wyczerpujących pomiarów, dlatego też żadne szczegółowe dane nie zostały na szeroką skalę opublikowane.

Wszystkie badania odporności ogniowej prowadzone wcześniej dotyczyły ścian szczelinowych lub z bali prostokątnych. Uniwersytet Techniczny w słowackim Zwoleniu

rozpoczął badania nad ścianami bezszczelinowymi, stosowanymi przede wszystkim w Ameryce Północnej, oraz nad rozwojem modelu określającego szacunkową wartość odporności ogniowej ścian z bali drewnianych. Eksperyment na dużą skalę, zgodnie z normą ISO 834, został przeprowadzony w Instytucie Badań Ogniowych PAVUS w Czechach.

Element próbny użyty do testu składał się z dwunastu świerkowych bali o średnicy 257 mm. Połączone zostały tradycyjnie, bezszczelinowo.



Eksperymentalna ściana z bali – obraz wielu termoparów do mierzenia temperatury wewnątrz i na powierzchni ściany

Wgłębienia poprzeczne były o około 15 mm głębsze, niż było to konieczne do umieszczenia prawidłowej izolacji z wełny mineralnej. Ściana testowa miała 3250 mm długości i 2800 mm wysokości. Jedenaście

bali zostało wysuszonych średnio do 19 proc. wilgotności, a jeden miał wilgotność sięgającą 36 proc. Podłużne szczeliny zostały wypełnione wełną mineralną. Ze względu na nieregularność bali miały one szerokość od 89 do 130 mm – czyli średnio 105 mm. Zakończenia zostały zaklinowane, a co około 800 mm – tylko między dwoma sąsiadującymi balami – rozmieszczono dla podtrzymania ściany trzy świerkowe kliny o średnicy 30 mm. Ściana została wystawiona na działanie ognia, a temperatury w środku bali, w szczelinach pomiędzy nimi oraz po stronie chłodnej były na bieżąco monitorowane.

Ściana była przez cały czas poddana obciążeniu 15 kN/m. Wielkość obciążeń zaczerpnięta została z obliczeń dokonanych dla 1,5-piętrowego domu z bali drewnianych.

Zgodnie z normą ISO 834 w badanych ścianach podczas testów ogniowych może wystąpić stan graniczny odporności ogniowej:

- 1) utrata szczelności ogniowej i/lub
- 2) utrata izolacyjności spowodowana wzrostem średniej temperatury o ponad 140°C powyżej średniej temperatury przed badaniem lub wzrostem temperatury w którymkolwiek punkcie o więcej niż 180°C w stosunku do temperatury początkowej i/lub
- 3) utrata nośności – następuje ona właściwie już wtedy, kiedy ściana traci 1 proc. swojej wysokości.

W środku pieca drewniana ściana stała się czarna w trzeciej minucie testu. W piątej minucie



Zwęglony bal drewna z wełną mineralną po zakończeniu testu. Płomienie nie dosięgły szczelin

powierzchnia zaczęła się palić i trwało to aż do końca testu. Duże i głębokie pęknięcia zaczęły się tworzyć około 11. minuty. Od 30. minuty powierzchnia ściany była czerwona, zwęglona,

z dużymi szczelinami i taki stan trwał aż do końca testu. Izolacja mineralna wewnątrz szczeliny spęczniała, rozszerzając się do około 50 mm.

Nie zaobserwowano podczas testu przejścia płomienia przez ścianę. Ściana niewystawiona na działanie ognia nie nosiła żadnych widocznych zmian; dym nie

Niejednoznaczne przepisy? Pytania? Wątpliwości?  
Czekamy w redakcji na Państwa listy.





przeniknął również przez połączenia bali. Porównując wyniki testów na ścianach bezszczelinowych i szczelinowych, które były prowadzone przez Sashco Sealants Inc., element próbny cechował się lepszymi walorami izolacyjnymi. W ciągu 60 minut testu temperatura powierzchniowa ściany bezszczelinowej nie wzrosła, w przeciwieństwie do ściany szczelinowej – tu zanotowany został jej wzrost średnio o 71 °C.

Temperatura po gorącej stronie ściany z bali osiągnęła 1100 °C, ale po chłodnej stronie nigdy nie przekroczyła niż 48 °C, nawet po niecałych trzech godzinach spalania. Wilgotność odgrywa znaczną rolę, jeśli chodzi o wzrost temperatury. W środku drewnianej wilgotnej belki temperatura wzrasta nieco powyżej 100 °C i nie zmienia się przez ponad 25 min. Dopuszczalne przez normę ISO 834 osiowe sprężenie (ściskanie) obliczone zgodnie z równaniem  $C = h/100$  wynosiło 28 mm (początkowo wysokość belki wynosiła 2800 mm); wartość ta została osiągnięta w 172. minucie testu. Skurczenie się ściany z belek wskutek zmiany wilgotności drewna przyczynia się do większej kompresji. Użycie wilgotnych belek może wpływać na utrzymanie nośności ściany podczas testu odporności ogniowej. Zsychanie

(kurczenie) się jest naturalną cechą drewna i samo w sobie nie zmniejsza nośności. Wszystkie budynki profesjonalnie wykonane z bali drewnianych mają uwzględnioną w projektach możliwość zeschnięcia się drewna. Z drugiej strony, podczas testów ogniowych ścian z bali nie bierze się pod uwagę naturalnej tendencji drewna do zsychania się w związku ze zmianą wilgotności.

### Co pokazały testy

Podczas badań przedstawiono, jak drewniane konstrukcje z bali reagują na działanie ognia – co jest ważne dla rozwoju tej technologii, a także bezpieczeństwa już istniejących budynków. Testy laboratoryjne na dużą skalę pokazały, że masywne ściany drewniane mogą zachowywać wymagania określone zgodnie z ISO 834 przez około 172 minut. Ściana z bali zachowała szczelność i izolacyjność przez 180 minut, przez 172 minuty nie straciła nośności ogniowej.

Ręcznie wykonywane bezszczelinowe ściany z bali podczas przeprowadzonych badań uzyskały znacznie lepsze wyniki w zakresie nośności, szczelności i izolacyjności ogniowej od ścian szczelinowych testowanych



Przekrój przez ścianę z bali po zakończeniu testu. Warstwa izolująca z wełny mineralnej pomiędzy szczelinami rozszerzyła się. Izolacja stworzyła warstwę chroniącą ścianę przed penetracją ciepła

przez inne laboratoria i przywołanych w tym artykule.

Ściany bezszczelinowe mają cechy zapewniające utrzymanie odporności ogniowej przez znacząco długi czas.

Mł. bryg. dr inż. Grzegorz Dzień jest pracownikiem naukowym SGSP.

### Literatura

1. Fire Resistance of Log Walls, Dalibor Houdek, Ph.D., Log Building News, International Log Builders Association, Number 35, September, 2001 ([http://www.logbuilding.org/fire\\_resistance.pdf](http://www.logbuilding.org/fire_resistance.pdf)).