

↓ Dom o konstrukcji drewnianej został otynkowany i pomalowany. Dach i ozdobne dźwigary pokryto blachą cynkowo-tytanową



Drewno klejone to budulec wysokiej jakości, stosunkowo mało u nas popularny. Przedstawiamy relację projektanta, a zarazem budowniczego, który je zastosował w realizacji własnego domu.

Dom z drewna klejonego

Tekst i zdjęcia
architekt Łukasz Knapik

O Działka znajduje się na terenie górniczym, ale na razie złoża nie są eksploatowane. Uzyskała I kategorię przydatności do zabudowy (teren pewny). Jednak w przyszłości ta klasyfikacja może zostać obniżona z uwagi na możliwe rozpoczęcie wydobywania węgla znajdującego się pod terenem inwestycji. To wymagało zastosowania konstrukcji odpornej na ewentualne obniżenie się gruntu pod budynkiem. W tym wypadku nie było się nad czym

zastanawiać. Na Śląsku od lat domy stawia się na płytach fundamentowych. To jedyne bezpieczne rozwiązanie w takich warunkach. W momencie osłabienia lub przemieszczenia się gruntu przesunie się cała płyta, a konstrukcja domu pozostanie nienaruszona.

Dlaczego drewno klejone?

Po namyśle nad odpowiednim materiałem murowym mój wybór padł na drewno klejone. Jest lekkie i ma znacznie wyższą wytrzymałość

mechaniczną niż drewno budowlane stosowane powszechnie w naszym kraju. Zastosowałem pełną, sztywną drewnianą konstrukcję ścian nośnych. To rozwiązanie dla osób, które chcą czuć się bezpiecznie, czyli mieć pewny dach nad głową. Nie mniej ważne było to, że drewno klejone jest materiałem ciepłym. Łącząc je ze stosownej grubości izolacją zewnętrzną, otrzymałem cieńsze o kilkanaście centymetrów przegrody o lepszych parametrach termoizolacyj-

Fundamentowanie



↑ Na działce przeprowadzono duże roboty ziemne – równano teren i wymieniano glinę na grunt przepuszczalny, wykonano przyłącza elektryczne, wodne i kanalizacyjne oraz rozprowadzono przewody poziomego kolektora pompy ciepła



↑ Dom na terenach górniczych wymaga solidnej podstawy. Pod właściwą płytą fundamentową ułożono warstwę chudego betonu o grubości 10 cm, na którym wykonano drugą warstwę izolacyjną z papy termozgrzewalnej

← Na podsypce z piasku ułożono niewysadzinową warstwę stabilizującą o grubości 60 cm. Żeby zapewnić trwałość tej konstrukcji, została ona otoczona ze wszystkich stron geowłókniną. Potem umieszczono na niej izolację przeciwwilgociową



↑ Płyta fundamentowa wymaga mocnego zbrojenia, najlepiej z dwóch warstw siatek ze stali zbrojeniowej ułożonych na podkładkach dystansowych. Po solidnym odeskowaniu można było ułożyć warstwę betonu



↑ Gotową płytę jeszcze raz zabezpieczono przed wilgocią, pokrywając ją warstwą preparatów bitumicznych. Ma ona kształt nieregularny, dopasowany do rzutu domu

nych niż ściany murowane o podobnej grubości. Moim celem było stworzenie przegród o współczynniku przenikania ciepła na poziomie domu pasywnego. Ale ponieważ zdecydowałem się na zastosowanie wentylacji grawitacyjnej, a nie mechanicznej z odzyskiem ciepła, założeniem było zbudowanie domu energooszczędnego. Według obliczeń przeprowadzonych do świadectwa energetycznego jego roczne zapotrzebowanie na energię końcową Ek wynosi 40 kW/m².

Energooszczędnie pomyślany

Zaprojektowałem dom dwukondygnacyjny, niepodpiwniczony, z garażem w bryle. W decyzji o warunkach zabudowy dopuszczono wymyśloną przeze mnie formę dachu łukowego w kształcie łagodnej kolebki wraz z łukowym zwieńczeniem ścian. Od strony południowej znajduje się główna część mieszkalna wymagająca najwięcej ciepła i światła, więc tu zastosowałem duże przeszklenia

umożliwiające kontrolowane maksymalne wykorzystanie słońca. Od strony północnej są pomieszczenia najchłodniejsze – część gospodarcza, strefa wejściowa, a na piętrze część mieszkalna, która w przyszłości może być wykorzystana jako pracownia. Bryła północna stanowi dla głównej części mieszkalnej strefę ochrony przed chłodem i wiatrem wiejącym najczęściej z kierunku północno-zachodniego.

Do budynku wchodzi się przez nieogrzewany wiatrołap. Jest on częścią centralnej strefy gospodarczej – bufora oddzielającego zimny garaż od ogrzewanej strefy mieszkalnej. Ściana pomiędzy tymi częściami domu jest ocieplona – 20 cm styropianu zostało przymocowane po stronie nieogrzewanej.

Konstrukcja

Niewielka grubość, lekkość i jednocześnie duża wytrzymałość mechaniczna to trzy atuty tej technologii, które zdecydowały o moim wyborze. Panele używane do budowy ścian są sklejane z cienkich lamelki wyselekcjonowanego i odpowiednio wysuszonego drewna. Przygotowuje się je na wymiar w fabryce. Grubość standardowej ściany nośnej to 10-12 cm. Metr sześcienny drewna klasy GL24c waży 380 kg. Stabilność konstrukcji w systemie HBE jest bliższa stabilności technologii murywanych niż konstrukcji na przykład z bali. Konstrukcja z drewna klejonego jest też bardziej sztywna niż szkielet drewniany. Producent systemu deklaru-

je, że drewno użyte do produkcji paneli ma współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda = 0,13 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. To jest bardzo dobry wynik jak na materiał do wznoszenia ścian. Oczywiście wymagają one ocieplenia. Ale dzięki małej grubości warstwy nośnej ściany zewnętrzne mogą być cieńsze niż na przykład murowane. Zdecydowałem się na zastosowanie 22 cm styropianu i w ten sposób uzyskałem ścianę grubości 32 cm o współczynniku przenikania ciepła $U = 0,14 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. Dla porównania ściana dwuwarstwowa o podobnej grubości z pustaków poryzowanych lub betonu komórkowego ocieplona styropianem lub wełną mineralną będzie mieć współczynnik U zbliżony do wymaganego prawem $0,3 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

Nie bez znaczenia była również dobra izolacyjność akustyczna ścian. Struktura drewna klejonego powoduje, że jest ona na poziomie nieodbiegającym od technologii murywanych. Stropy w systemie HBE mają izolacyjność akustyczną bliską wartościom osiąganym przez grube stropy żelbetowe. Gdy dodałem

do drewna warstwy wykończeniowe, które też tłumią dźwięki, efekt był dla mnie w pełni satysfakcjonujący. Za wyborem drewna klejonego przemawiało także to, że nie jest ono w takim stopniu jak drewno tartaczne podatne na zmiany temperatury i wilgotności otoczenia, nie pęka, nie skręca się. Występują technologiczne nierówności, lecz są one na poziomie milimetrów. Za to system HBE wymaga precyzji od wykonawców pozostałych elementów budynku. Na etapie fundamentowania należy uzyskać poziom. Jednak w razie jego braku system HBE pozwala skorygować płaszczyznę posadowienia budynku.

Zastosowanie drewna klejonego przyniosło także obniżkę kosztów budowy. System można łatwo dostosować do pomysłów projektowych, dlatego nie musiałem sztywno trzymać się podstawowych jego zasad. To, co zaoszczędziłem na podstawowej konstrukcji, pozwoliło mi zastosować nietypowe zdobienia z drewna, które z kolei podniosły koszty. Ale bilans był na zero.

Konstrukcja z drewna klejonego

↓ Na płycie fundamentowej geodeta wytyczył narożniki. W wytrasowanych miejscach, w których staną ściany, ułożono warstwę poślizgową



→ Każdy element ma wyprofilowane brzegi, żeby uszczelnić połączenie



↑ Mimo staranności prac płyta nie była idealnie pozioma. Na szczęście system HBE pozwala to zniwelować. Panele ścienne o grubości 10 cm montowano na podkładkach, a powstałą szczelinę wypełniono elastyczną zaprawą



← Panele są sklejone z wąskich lameli o pionowym przebiegu słoików. Wzmocnienia takie jak podwalina, nadproże, ościeże wykonuje się z lameli sklejonych w układzie poziomym



Posadowienie

Budowa domu wymagała rozległych robót ziemnych. Nie dość, że moja działka sąsiaduje z kopalnią, to jeszcze jej powierzchnia ma znaczne nachylenie. Różnica poziomów pomiędzy jej końcami wynosi około 5 m. Również część terenu przeznaczonego pod zabudowę była nachylona. Do głębokości około 30 cm zalegają nienośne grunty nasypowe oraz gleba próchnicza. Warstwy te zostały usunięte, a dno wykopu wyrównane podsypką z zagęszczonego piasku średniego. Ze względu na możliwość wystąpienia szkód górniczych i płytkie posadowienie płyty fundamentowej (w strefie przemarzania gruntu) zaplanowałem jej wykonanie na warstwie niewysadzinowej grubości 60 cm z grubego zagęszczonego piasku. Zasięg podsypki i warstwy niewysadzinowej jest większy w stosunku do krawędzi płyty o 60 cm z każdej strony. Taka poduszka z piasku tłumi drgania spowodowane ruchami podłoża. Jest ona stabilna bez względu na zmiany temperatury oraz poziom zalegania wody gruntowej. Żeby odse-

parować ją od pozostałych gruntów oraz zapewnić utrzymanie zaprojektowanego kształtu, została pokryta otuliną z mocnej geowłókniny o ciężarze minimum 200 g/m². Na dnie wykopu ułożono geowłókninę z zakładami o szerokości 1 m, a na krawędziach pozostawiono naddatek tak, że po wykonaniu warstwy niewysadzinowej wywinęto na jej wierzchu pas o szerokości ponad 1,5 m. Następnie pozostała część warstwy piasku przykryto geowłókniną tak jak dno wykopu. Na warstwie niewysadzinowej rozłożono z zakładami polietylenową folię fundamentową i zrobiono warstwę stabilizującą z betonu C8/12 grubości 10 cm. Po związaniu ułożono na nim dwie warstwy papy termozgrzewalnej. Na takiej podbudowie wzniesiono żelbetonową płytę fundamentową z betonu klasy C20/25 o grubości 30 cm. Jest ona zbrojona krzyżowo co 15 cm górą i dołem prętami ze stali A-IIIIN o przekroju Ø 12 mm. Zbrojenie ułożono na podkładkach dystansowych, żeby uzyskać minimum 5 cm otuliny betonowej pod prętami. W płycie fundamentowej wykona-

no przejścia technologiczne instalacji i zakotwiono śruby, które w przyszłości posłużą do montażu drewnianej ozdobnej konstrukcji osłaniającej schody zewnętrzne.

Wznoszenie ścian

Na płycie geodeta wytyczył obrys konstrukcji drewnianej. Pod ściany położono hydroizolację z papy termozgrzewalnej. Wszystkie ściany mają grubość 10 cm. Nawiasem mówiąc, nie ma tu rozróżnienia na ściany nośne i działowe (stropy i konstrukcję dachu opiera się na nich wszystkich). Najpierw zmontowano ściany parteru. Nierówności płyty fundamentowej sięgające kilku centymetrów pokonano, poziomując ściany na łącznikach stalowych. Szczeliny wypełniono wytrzymałą na ściskanie szybko schnącą zaprawą. Konstrukcję drewnianą ścian i stropów oraz dachu połączono wkrętami do drewna o długości do 40 cm. W następnej kolejności zamontowano panele stropowe nad częścią mieszkalną i częścią gospodarczą, łącząc je wkrętami do drewna.

↓ Poszczególne fragmenty konstrukcji domu są połączone z podłożem metalowymi kątownikami. Dodatkowo zostały one skręcone ze sobą śrubami o długości do 40 cm



↓ Na ścianach parteru zamocowano panele stropowe o grubości 14 cm. W tym systemie wszystkie ściany są nośne. Dzięki temu mogą one być dość cienkie



↓ Później można już było ustawić ściany piętra. Zanim konstrukcja będzie stabilna, poszczególne panele mocuje się do podłoża sztycami



→
Montaż konstrukcji całego domu trwał 16 dni. Drewno klejone zostało wykorzystane nie tylko jako materiał konstrukcyjny. Ozdobne dźwigi stanowią łukowe zwieńczenie budynku z północnej strony. Pod nimi znajdują się schody prowadzące do pracowni na piętrze

←
Konstrukcję płaskiego stropodachu stanowią belki o wymiarach 14 x 32 cm. Są one przytwierdzone kątownikami do ścian i skręcone śrubami



Ciekawe detale

Podciąg



↑ Część dzienna na parterze to jedyna większa przestrzeń otwarta w tym domu. Strop wymagał tu podparcia podciągami

↑ Drewniana ściana nośna o grubości 10 cm była zbyt słaba, żeby udźwignąć konstrukcję w tym miejscu. Dlatego po zewnętrznej stronie została podparta słupem, który zostanie schowany w warstwie ocieplenia

Próg pod drzwi tarasow



↑ Zaplanowano drzwi tarasowe suwane składające się z trzech skrzydeł. W celu poszerzenia ościeża w tym miejscu zamocowano dodatkowo dwie belki

↓ Dzięki temu drzwi są częściowo wysunięte w warstwę ocieplenia. Część cokołową konstrukcji zabezpieczono przed ogniem i wilgocią zanim została ona pokryta warstwami wykończeniowym

Konstrukcja łukowa

↓ Na budowę przywieziono gotowe dźwigary precyzyjnie przygotowane w fabryce. Na miejscu wyźłobiono w nich otwory służące do montażu

↓ Dźwigary nasunięto na stalowe bazy zabetonowane w płycie fundamentowej i całość skręcono śrubami



Stropy nad częścią mieszkalną wykonano z paneli o grubości 14 cm, a nad częścią gospodarczą – 16 cm. Teraz ustawiono ściany piętra, których górna krawędź kształtowała zgodny z projektem spadek dachu. Konstrukcję stropodachu stanowią belki o wymiarach 14 x 32 cm. Przed montażem docięto je do wymaganych wymiarów. Belki te opierają się zarówno na ścianach zewnętrznych, jak i wewnętrznych, bo wszystkie są ścianami nośnymi. Łukową konstrukcję zewnętrzną dachu stanowią dźwigary gięte o wymiarach 16 x 32 cm z drewna klasy GL28c. Została ona zamontowana na stalowej bazie przykręconej do śrub zakotwionych w płycie fundamento-

wej i dodatkowo usztywniona warstwami deskowania dachu. Czas trwania prac związanych z montażem konstrukcji drewnianej wyniósł 16 dni roboczych. Elementy drewniane były zabezpieczone przed korozją biologiczną i przeciwożarową w procesie produkcyjnym, dodatkowo impregnowano je na placu budowy. Dźwigary i belki wystające poza obrys ścian zewnętrznych zabezpieczono przed działaniem czynników atmosferycznych.

Dach

Zaprojektowałem dach płaski o minimalnym spadku – 3-4°. Na pokrycie wybrałem blachą cynkowo-tytanową,

bo jest odporna na czynniki zewnętrzne, a z biegiem czasu pokryje się naturalną patyną, więc nie wymaga konserwacji. Blacha została ułożona na rąbek stojący uszczelniony z powodu małego kąta nachylenia dachu. Wykorzystanie blachy płaskiej pozwala elastycznie gospodarować materiałem – jest to ekonomiczne rozwiązanie, bo powstaje mało odpadów. Dach jest wentylowany, więc daje ochronę przed skrajnymi temperaturami i odprowadza wilgoć przedostającą się do warstw stropodachu. Na granicy spadków dachu, która znajduje się w północnej części, została wykonana kalenica wentylacyjna.

Wykończenie elewacji



←
Konstrukcję z drewna zagruntowano i przyklejono do niej płyty styropianu ryflowanego. Przez te rowki wilgoć z budynku może wydostać się na zewnątrz warstwami dachu. Żeby zachować ciągłość wentylacji, nad daszkami ryfle odcięto i osobno przyklejono do ścian, a potem wywinięto na nie hydroizolację daszków. Dopiero wtedy przyklejono styropian



stwami wykończeniowymi. Po stronie wewnętrznej ściany zagruntowano elastyczną zaprawą klejową, która nie popęka pod wpływem pracy konstrukcji. Ponieważ panele drewniane są dokładne wymiarowo, wystarczyła warstwa o grubości około 2 mm zatarta na gładko. Będzie ona pokryta farbami zmywalnymi, a w pomieszczeniach sanitarnych płytkami ceramicznymi. Sufity są podwieszane. Składają się z podwójnego stelażu z profili stalowych 2 x 3 cm z płytami gipsowo-kartonowymi.

Ściany zewnętrzne zostały otynkowane. Drewno pomalowano najpierw gruntem uniwersalnym, a później klejem poliuretanowym zamocowano do niego ryflowane i frezowane płyty styropianowe o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda = 0,030-0,031 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Ryfle (rowki o głębokości 1 cm) służą odprowadzeniu pary wodnej przedostającej się w wnętrza budynku. Unosząc się w tych szczelinach, para wodna wydostaje się na zewnątrz przez warstwy dachu. Frezy płyt styropianowych likwidują szczeliny (potencjalne mostki cieplne) w termoizolacji, bo jedna płyta zachodzi na drugą. Styropian przymocowano do ścian za pomocą kołków i wkrętów do drewna. Ponieważ warstwa ocieplenia jest bardzo gruba, otwory pod kołki trzeba było wyfrezować, żeby grzybki kołków dało się zagłębić na 2 cm. Następnie otwory te zakorkowano zaślepkami z wcześniej wyciętych frezów. Całość pokryto klejem z siatką zbrojącą. Elewacja została wykończona tynkiem mineralnym pomalowanym odpornymi na zanieczyszczenia farbami polikrzemianowymi. Na wysokości cokołu przyklejono płytki klinkierowe. Górną krawędź cokołu chroni obróbka blacharska.

Dach – $U = 0,12 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. Do ocieplenia dachu zastosowano 20-prężne płyty styropianowe grubości 32 cm ($\lambda = 0,030-0,032 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$). Ich rozmiar odpowiada grubości belek konstrukcyjnych. Najpierw zmierzono rozstaw krokwi i przygotowano odpowiednią liczbę płyt o żądanej szerokości. Musiała być ona większa o 3% od wymiaru między krokwiemi, aby uzyskać efekt samomocowania (rozprężenia się) płyt pomiędzy krokwiami.

→
Styropian przytwierdzono dodatkowo kołkami. Ponieważ warstwa ocieplenia jest bardzo gruba, w płytach nawiercano frezy, żeby kołki zamocować w warstwie nośnej. Drobne szczeliny między płytami styropianu wypełniono pianką poliuretanową

↓
Ściany domu zostały pokryte tynkiem mineralnym, który pomalowano farbą polikrzemianową odporną na zanieczyszczenia



Dekarze, przystępując do budowy dachu, do belek konstrukcyjnych przykręcili kontrłaty o wymiarach 6 x 6 cm i zamocowali na nich membranę wysokoparoprzepuszczalną. Pod membraną jest przestrzeń wentylacyjna, do której powietrze dostaje się na krawędziach dachu. Potem krąży, unosząc się, i wydostaje na zewnątrz szczeliną w kalenicy. Na membranie położono poszycie z płyt OSB o grubości 2,2 cm, do którego przymocowano membranę hydroizolacyjną stanowiącą szczelną warstwę chroniącą dodatkowo budynek w przypadku wystąpienia przecieków w warstwach zewnętrznego pokrycia. Bezpośrednio pod blachą znajduje

się mata strukturalna, ponieważ blacha cynkowo-tytanowa jako materiał bardzo reaktywny powinna być odseparowana warstwą rozdzielczą.

Odwodnienie budynku wykonano także z blachy cynkowo-tytanowej. Zastosowano rynny o średnicy 150 mm i rury spustowe 110 mm. Wody opadowe będą odprowadzane do дренаżu rozsączającego rozłożonego w gruncie w celu umożliwienia lepszej regeneracji gruntowego kolektora pompy ciepła.

Ocieplenie i wykończenie
Ściany zewnętrzne – $U = 0,14 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. Zdecydowałem się na schowanie drewnianej konstrukcji pod war-

Dach

↓ Do ocieplenia dachu zastosowano styropian rozprężny w płytach. Należy je nieco ścisnąć lub zgiąć i umieścić pomiędzy belkami



↓ Na konstrukcji z łąt i kontrłat umocowano membranę paroszczelną. Potem zbudowano sztywne poszycie z płyt OSB



↑ Dach został pokryty blachą cynkowo-tytanową na rąbek stojący, który uszczelniono ze względu na bardzo mały spadek



↑ Pod blachą znajdują się membrana hydroizolacyjna i warstwa separacyjna z włókny

Przed montażem płyty lekko się ścisła lub ugina. Kilka szczelin, które powstały, wypełniono pianką rozprężną. Dodatkowo przestrzeń między konstrukcją sufitu podwieszonego została wypełniona wełną mineralną o grubości 5 cm.

Podłoga na gruncie – $U = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Na płycie fundamentowej położono papę termozgrzewalną i rozprowadzono instalacje wody i kanalizacji. Następnie rozłożono folię polietylenową i wywinęto ją na ściany na wysokość warstw podłogowych, to jest 29 cm. Później, zaizolowano podłogę twardym styropianem podkładowym o grubości 20 cm. Żeby ochronić go przed wodą z wylewki betonowej, położono na nim folię polietylenową i także wywinęto ją na ściany. Przed montażem rur ogrzewania podłogowe-

go rozłożono jeszcze kratkowaną folię izolacyjną. Potem wykonano podkład podłogowy z betonu. W części gospodarczej wylewka ma grubość 10 cm i jest zbrojona stalową siatką zgrzewaną, w części mieszkalnej – 5 cm i ma zbrojenie rozproszone z włókna szklanego. Posadzki zostaną zrobione z desek drewnianych, płytek klinkierowych i ceramicznych.

Strop nad częścią gospodarczą – $U = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Części nieogrzewane domu należy starannie zaizolować termicznie, żeby ciepło nie uciekało z części ogrzewanej i nie wychładzało jej. Zasada jest taka, że ocieplenie montuje się zawsze po zimnej stronie. Dlatego od spodu przyklejono styropian o grubości 20 cm i strop wykończono podobnie jak w pozostałej części domu.

Podłogi na stropie. Zaizolowano je przeciwwilgociowo i akustycznie. Pomieszczenia na piętrze będą ogrzewane wodną instalacją podłogową, dlatego na drewnianych stropach musiały być wykonane wylewki. Trzeba więc było je w stu procentach zabezpieczyć przed wilgocią. Najpierw jednak na stropach ułożono instalację wodną, kanalizacyjną i elektryczną i całość przykryto folią polietylenową. Później zastosowano dwie warstwy styropianu akustycznego o łącznej grubości 10 cm w głównej części mieszkalnej i 8 cm nad częścią gospodarczą. Styropian przykryto folią polietylenową i folią do mocowania instalacji ogrzewania podłogowego. Rury grzewcze zostały otulone wylewką o grubości 5 cm z betonu ze zbrojeniem rozproszonym z włókna szklanego.

Stolarka

Budowa domu energooszczędnego wymaga zastosowania ciepłych okien.

Wybrałem drewniane z wypełnionymi argonem pakietami trzyszybowymi z ciepłą ramką. Ich współczynnik przenikania ciepła wynosi $U = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Żeby zminimalizować mostki termiczne, zostały zamocowane zgodnie z zasadami ciepłego montażu: na konsolach w regulowanym systemie JBD umożliwiającym ich wysunięcie w warstwę termoizolacji ścian zewnętrznych. Przestrzeń wokół okien wypełniono poliuretanową pianką montażową i osłonięto taśmami paroszczelnymi od wewnątrz, a rozprężnymi na styku stolarki i styropianu.

Pompa ciepła na trudnym podłożu

Mimo niekorzystnych warunków gruntowych zdecydowałem się na ogrzewanie domu i produkcję ciepłej wody użytkowej pompą ciepła o mocy 9 kW ze zbiornikiem 300 l z grzałką elektryczną. Jest ona zasilana przez gruntuwy poziomy kolektor składający się z ośmiu pętli po 100 m. Ułożono go poniżej poziomu przemarzania gruntu, to jest na głębokości 1,5 m poniżej poziomu terenu. Na działce znajduje się grunt nieprzepuszczalny (głina), więc możliwości jego regeneracji są ograniczone. Wody opadowe nie infiltrują w głąb. Na dodatek wilgotność gleby jest mała, ponieważ pobliska kopalnia odpompowuje wody gruntowe mogące ją zalać. Jakby tego było mało, część pętli musiałem umieścić pod budynkiem. Dlatego dla bezpieczeństwa instalacji długość wszystkich pętli przyjąłem z zapasem. Żeby wspomóc regenerację kolektora, grunt rodzimy w wykopie wymieniono na piasek. W ten sposób powstała nieprzepuszczalna wanna, na której dnie znajdują się pętle kolektora przysypane przepuszczalnym piaskiem. Woda opadowa będzie się w niej zatrzymywać. Żeby zwiększyć ilość wody w gruncie, rozprowadziłem tu rury drenażu rozsączającego, do którego będzie doprowadzana deszczówka z systemu rynnowego. To wszystko umożliwi regenerację gruntu, dzięki czemu działanie pompy ciepła nie doprowadzi do jego wychłodzenia. W celu kontrolowania temperatury gruntu zbudowałem studzienkę rozdzielczą z opomiarowaniem poszczególnych pętli. Z pewnością więc nie dojdzie do wychłodzenia gruntu pod kolektorem, a zwłaszcza pod budynkiem.

Wentylacja grawitacyjna

Preferuję pewien minimalizm w użyciu urządzeń pobierających stale energię, mam podejście do budowania raczej low-tech. Dlatego zaprojektowałem wentylację grawitacyjną, którą stanowią nawiewniki okienne i systemowe pustaki wentylacyjne. Nawiew do wnętrza budynku zapewniają nawiewniki ręcznie sterowane umieszczone w stolarce okiennej. Są one zamontowane w budynku w sposób rozproszony, to jest we wszystkich pomieszczeniach mieszkalnych. Pozwala mi to w pełni kontrolować ilość usuwanego ciepłego i zasysanego zimnego powietrza. Kominiek będzie tradycyjny otwarty (komin z przewodem dymowym $\text{Ø} 300 \text{ mm}$). Powietrze do paleniska kominka jest doprowadzane z zewnątrz rurą $\text{Ø} 160 \text{ mm}$. ■

1/2 REKLAMA
106x285 mm