

Torsten Schoch

Convener EACCA Technical Committee
Xella Technologie- und Forschungsgesellschaft mbH,
Hohes Steinfeld 1, Kloster Lehnin, Germany
www.forschung.xella.com

Nowoczesne zastosowania ABK w Europie i na świecie

Modern application of AAC in Europe and worldwide

Słowa kluczowe: autoklawizowany beton komórkowy, udoskonalanie i rozwój ABK, opłacalność, efektywność energetyczna, konstrukcje z ABK, dom plus-energetyczny

Keywords: AAC, invention, development, cost-effective, energy efficiency, AAC constructions, plus energy house

1. Wprowadzenie i historia

Koncepcja ABK jest oparta na dwóch patentach - na spienianiu i twardnieniu pod wpływem gorącej pary wodnej, a więc w procesie autoklawizacji. Pierwsze próby obróbki cieplnej zostały przeprowadzone przez Zernikova w 1877 roku, a następnie udoskonalone przez Michaelisa, który wytworzył twardy, odporny na wodę uwodniony krzemian wapnia i w 1880 roku uzyskał patent na jego otrzymywanie. W 1914 Aylsworth i Dyer, dwóch badaczy z amerykańskiej firmy Edison, opatentowało zastosowanie proszków metali do wytwarzania porów.

Kryzys energetyczny, pomimo negatywnych skutków, zawsze stanowi siłę napędową rozwoju i innowacji. Nie inaczej było sto lat temu, kiedy po I wojnie światowej Szwecja doświadczyła niedoboru energii. W odpowiedzi na to rząd wydał surowe normy dotyczące stosowania materiałów termoizolacyjnych.

Począwszy od 1918 r. szwedzkie laboratoria koncentrowały swoje wysiłki na opracowaniu nowego materiału budowlanego, który zapewniłby dobrą izolację termiczną, był trwały, niepalny i mógłby być wytwarzany przy małych nakładach energetycznych. Najlepiej gdyby materiał łączył właściwości drewna i kamienia: izolujący termicznie i łatwy do cięcia jak drewno, ale niepalny, trwały i nadający się do wznoszenia konstrukcji przy użyciu tradycyjnych technik murarskich, tak jak kamień.

Jeśli wziąć pod uwagę gęstość i przewodność cieplną, pierwszy raz wytworzony ABK odpowiadał właściwościom modrzewia. Wynalazca, któremu w 1923 roku udało się opracować ABK był architektem, adiunktem w Instytucie Technik Budowlanych Królewskiego Instytutu Technicznego w Szwecji, dr Johan Axel Eriksson. Podobnie, jak w przypadku wielu innych wynalazków, odkrycie było niemal przypadkowe. Eriksson pracował nad różnymi rodzajami gazobetonu. Z braku czasu, aby przyspieszyć twardnienie, umieścił próbki w autoklawie. Okazało się, że próbki potraktowane gorącą

1. Introduction and history

The idea of AAC is based on two patents; steam curing and pore formation. The first attempts at steam curing were carried out by Zernikov in 1877, and then further developed by W Michaelis, who created a hard, waterproof hydrated calcium silicate for which he was granted a patent in 1880. In 1914 Aylsworth and Dyer, two researchers at the American Edison company, patented the use of metal powders for pore generation.

An energy crisis, despite its many negative effects, always serves as a driver of innovation. This was no different around a hundred years ago when Sweden suffered an energy shortage following World War I, in response to which the government issued stringent standards regarding the use of thermally insulating materials.

From 1918 onwards, Swedish laboratories concentrated their efforts on developing a new construction material which would provide high thermal insulation, be durable and non-combustible and could be produced with low energy investment. For instance, a material which combines the properties of wood and stone: thermally insulating and easy to cut like wood, but non-combustible, durable and capable of being processed using traditional masonry techniques like stone.

The first AAC certainly had the properties of larch, if we look at density and thermal conductivity. It was the Swedish architect, assistant professor for Building Techniques at the Royal Institute of Technology in Sweden Dr Johan Axel Eriksson, who succeeded in developing AAC in 1923. As with many inventions, the discovery was almost accidental. Eriksson was working on a variety of aerated concrete samples. Running out of time, he had to accelerate the curing by placing samples in an autoclave. The steam cured samples resulted in a much stronger and more stable material, similar to natural Tobermorite. Dr Eriksson was granted a patent in 1924, and factory-scale production was started by August Carlén in 1929 under the brand name Ytong.

parą dały znacznie trwalszy materiał, podobny do naturalnego tobermorytu. Dr Eriksson w 1924 roku opatentował swój wynalazek, a produkcję na skalę przemysłową zapoczątkował August Carlén w 1929, pod marką Ytong.

Gdy w roku 1940 na rynku pojawili się również inni producenci, ABK stał się pierwszym w historii materiałem budowlanym, dla którego zastrzeżono znak towarowy, aby odróżnić oryginał od produktów innych producentów.

Historia ABK w Europie rozpoczęła się natychmiast po zakończeniu II wojny światowej. Ponieważ prawie wszystkie kraje były zasypane gruzami z bombardowań, a wysypiska wypełniono odpadami z rozbiórek, pojawiło się duże zapotrzebowanie na materiał budowlany, który zmniejszyłby ilość odpadów i mógł być poddawany powtórnemu zastosowaniu. August Carlén i przedstawiciele Messel - niemieckiej fabryki parafin i olejów mineralnych, w roku 1949 podpisali umowę licencyjną na produkcję ABK, a pierwsze bloki ABK opuściły zakład 30 czerwca 1952 roku. Siedem lat później szwedzka spółka AAC po raz pierwszy zainwestowała w Niemczech, wykupując akcje Messel, co dało początek Messel AAC GmbH.

W kolejnych latach, w Europie stopniowo budowano nowe, lub przejmowano istniejące zakłady ABK - początkowo pod kierownictwem Szwedów. W ciągu dziesięciu lat od 1963 do 1973 trzykrotnie wzrosła sprzedaż ABK, głównie dzięki zróżnicowaniu asortymentu precyzyjnych wyrobów z ABK, które produkowano w Schrobenhausen, w Niemczech. Wznoszenie konstrukcji z czerwonych bloczków ABK z Messel, wymagało stosowania zaprawy o grubości co najmniej jednego centymetra. W tamtych czasach była to standardowa grubość zaprawy dla wszystkich elementów murowych. Nawet obecnie jest ona nadal stosowana, w przypadku niektórych materiałów budowlanych. Stan ten zmieniła technologia wytwarzania bloczków precyzyjnych, które zrewolucjonizowały techniki murarskie. Dzięki zmniejszonym tolerancjom wymiarów i równoległości płaszczyzn, centymetrowe warstwy zaprawy udało się zmniejszyć do zaledwie jednego milimetra, co zapewniło lepszą o około 20 procent izolacyjność cieplną i większą nośność konstrukcji.

In 1940, as other manufacturers entered the market, AAC was the first building material in history to become a registered trade mark, in order to distinguish the original from other manufacturers' products.

In Europe the AAC story starts immediately after the end of World War II. With almost all countries overwhelmed by debris from bombing, and landfills filled up with demolition waste, there was great demand for a construction material which minimized waste and was recyclable. August Carlén and the representatives of the Messel [German] paraffin and mineral oil plant signed a license agreement for the production of AAC in 1949 and the first AAC blocks left the plant on 30 June 1952. Seven years later the Swedish AAC AB invested in Germany for the first time, buying up the Messel operations to create Messel AAC GmbH.

In the years that followed, new plants were gradually built in Europe or existing AAC plants taken over – initially under the direction of the Swedes. In the ten years from 1963 to 1973 AAC triple its sales, partly as a result of a new and particularly ingenious development from Sweden: the product differentiation that resulted from the invention of the precision block, which was first produced in Germany at the AAC plant in Schrobenhausen. Construction with the reddish AAC blocks from Messel involved using a mortar bed that was at least one centimeter thick. At the time, this was the standard mortar joint for all masonry blocks, and even now it is still used for some products. Construction using precision blocks changed this approach and fundamentally revolutionized masonry techniques. Thanks to reduced dimensional tolerances and accurate plane parallelism, the centimeter bed joints could be reduced to just one millimeter, resulting in 20 percent better thermal insulation and higher load-bearing capacity.

Two further key innovations made the precision block what it is today: the introduction in 1977 of the interlocking tongue-and-groove joint borrowed from traditional woodworking techniques which guarantees that the blocks fit precisely together. This feature made it possible to lay the blocks without filled head joints. The second innovation came in 1983 with the introduction of hand grips, which, when combined with interlocking joints, significantly accelerate the construction process.



Rys. 1. Zdjęcia z podręcznika ABK, Szwecja 1958

Fig. 1. Images from the AAC handbook 1958, Sweden

Dwa kolejne innowacyjne rozwiązania jeszcze bardziej poprawiły precyzję dzisiejszych wyrobów z ABK. Pierwszym było wprowadzenie w 1977 roku zazębiającego połączenia na pióro-wpust, zapożyczonego z tradycyjnych technik obróbki drewna, które gwarantuje, że bloki dokładnie do siebie pasują. To rozwiązanie umożliwiło ułożenie bloczków bez spoiny czołowej. Drugie rozwiązanie pojawiło się w roku 1983. Było nim wprowadzenie uchwytów ręcznych, które w połączeniu ze złączami pióro-wpust, znacznie przyspieszyły proces budowy.

Zwiększone zapotrzebowanie rynku na co raz lepsze właściwości izolacyjne pozostało głównym motorem rozwoju bloczków i paneli z ABK. Przewodność cieplna 0,07 W/(m²K), dla nośnych elementów murowych i 0,04 W/(m²K) w przypadku płyt izolacyjnych wykonanych z ABK, nie jest już szczytem marzeń. Uzyskiwanie materiałów o różnej gęstości, umożliwiło kolejne udoskonalenia, a przewodność cieplna nie była już jedynym czynnikiem decydującym o rozwoju ABK. To właśnie wyzwania gospodarcze po II wojnie światowej decydowały w dużej mierze o warunkach panujących na rynku. Łatwość wznoszenia konstrukcji z ABK doprowadziła do powstania nowych rozwiązań architektonicznych budynków, jego powszechne użytkowanie w Europie i na świecie oraz wśród zwykłych majsterkowiczów.

Rozwój ABK kształtował się różnie na różnych kontynentach, jednak to głównie wymagania rynku europejskiego sprawiły, że dzisiaj ABK stał się głównym materiałem międzynarodowego rynku budowlanego. Przedstawiony w tej pracy, krótki opis ukazuje tylko główne kierunki rozwoju. W artykule przedstawiono również obraz tego, co można osiągnąć dzięki zastosowaniu ABK w różnych strefach klimatycznych.

2. Ściany monolityczne – główny produkt z ABK

Autoklawizowany beton komórkowy to materiał budowlany, który bardzo korzystnie łączy w sobie nowe wymagania dotyczące nośności, z wymaganiami dotyczącymi izolacji termicznej. Z tego powodu idealnie nadaje się do wznoszenia monolitycznych ścian zewnętrznych, gdyż w zasadzie nie potrzeba nic więcej, poza dobrym wykonawstwem. Ograniczanie przewodności cieplnej jest jednym z najważniejszych czynników decydujących o rozwoju ABK, od czasów wprowadzenia tego produktu na rynek szwedzki. W 2019 roku, na targach BAU w Monachium, zaprezentowano bloczek P2-0,07. Jest to precyzyjny element murowy - najnowszy wynik dążenia do poprawy przewodnictwa cieplnego. Mury z takich bloczków, o grubości zaledwie 30 cm, zapewniają przewodnictwo na poziomie 0,22 W/(m²K), dzięki czemu spełniają wymagania niemieckiego rozporządzenia w sprawie oszczędzania energii (EnEV). Bardzo małą przewodność cieplną – mniejszą niż 0,07 W/(mK), można przypisać małej gęstości objętościowej, mniejszej od 300 kg/m³. Pomimo bardzo małej masy wytrzymałość na ściskanie tych bloczków wynosi 2,6 N/mm², co umożliwia wznoszenie obiektów aż do trzech kondygnacji, bez potrzeby stosowania dodatkowych konstrukcji wsporczych. To sprawia, że P2-0,07

Increased market demand for better insulating properties has remained the main driver for developing AAC blocks and panels. Thermal conductivity of 0.07 W/(m²K) for load-bearing masonry units and 0.04 W/(m²K) for insulation boards made of AAC is no longer a dream. The combination of different densities in one product has paved the way for future innovations.

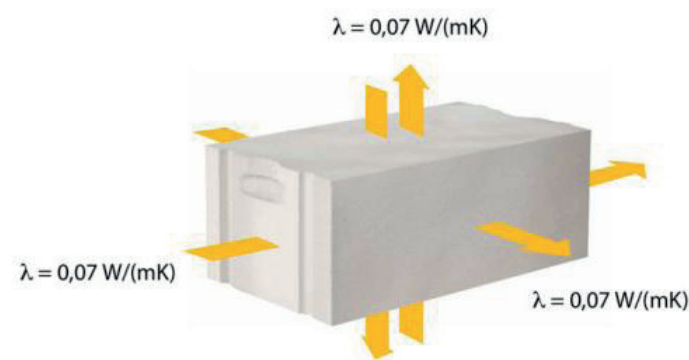
However, thermal conductivity was not the only factor driving the development of AAC. It was the economic challenges after World War II that were largely responsible for the market breakthrough of AAC. The ease of constructing with AAC led to new architectural solutions for buildings and made it easy to use in Europe and worldwide, even for DIY builders.

The development of AAC varied from continent to continent. Influenced mainly by European market demands initially, today AAC has become an international player. The following short introduction in this paper is only able to show the mainstream areas of this development, but is meant to give an impressive view on what AAC can provide under different economical and climatic conditions.

2. Monolithic walls – the core element of AAC

Autoclaved aerated concrete (AAC) is a building material which optimally combines modern requirements for load-bearing capacity with those for thermal insulation. For this reason, it is ideal for the monolithic construction of external walls – meaning no additional leaves except rendering are needed. The process of reducing the thermal conductivity has been one of the most important drivers of invention within the AAC business since the product was first launched in Sweden.

The AAC industry introduced a high precision P20,07 unit at the BAU 2019 trade fair in Munich – the latest result of this quest for improvement. At only 30 cm thick, masonry produced from this AAC features a Uvalue of 0.22 W/(m²K) and thus satisfies the requirements of the German Energy Saving Ordinance (EnEV). The very low thermal conductivity of < 0.07 W/(mK) can be attributed to the low bulk density < 300 kg/m³. Despite the very low mass, the unit has a compressive strength of 2.6 N/mm², allowing the erection



Rys. 2. Najnowsze rozwiązanie monolitycznych bloczków firmy Xella

Fig. 2. Most recent invention for monolithic solutions of Xella

jest idealnym rozwiązaniem do budowy domów jedno i wielorodzinnych. Na rysunku 2 przedstawiono niemiecki bloczek ABK P2-0,07, firmy Xella.

Na rynku europejskim oraz światowym przeważały wyroby ABK, o przewodności cieplnej $0,12 \text{ W/(mK)}$, co było wystarczające do spełnienia wymagań energetycznych. Zwiększające oszczędność rozwiązania z ABK mają dwie główne zalety: właściwości termiczne są takie same we wszystkich kierunkach, a dzięki zmniejszeniu ilości warstw, cała konstrukcja jest tańsza. Takie same właściwości termiczne we wszystkich kierunkach zapewniają mniejszą ilość mostków termicznych, a mniej warstw jednocześnie zmniejsza ryzyko popełnienia potencjalnych błędów konstrukcyjnych.

Na kolejnych rysunkach przedstawiono typowe monolityczne rozwiązania, stosowane w różnych zastosowaniach.

Najnowszym osiągnięciem w przemyśle ABK jest element mурowy o przewodnictwie cieplnym równym lub mniejszym niż $0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Jest to kompleksowe rozwiązanie, wykonane w całości z ABK, składające się z warstwy izolacyjnej umieszczonej pomiędzy warstwami: wewnętrzną i zewnętrzną, o różnych gęstościach. Przykład tego rozwiązania przedstawiono na rysunku 5. Układ ten zapewnia wszystkie zalety błoцków monolitycznych, jednocześnie czyniąc dalszą izolację cieplną i nie przepuszczającą pary, niepotrzebnymi. Produkt ten ma ugruntowaną pozycję na rynku duńskim, a badania pilotażowe wykazały, że nadaje się on nie tylko do domów pasywnych, ale także do domów plus-energetycznych.

Nie zawsze występuje potrzeba wznoszenia ścian zewnętrznych i wewnętrznych w formie muru. ABK może być również wykorzystywany do budowy monolitycznych obiektów wielokondygnacyjnych. Prefabrykowane elementy, o podwyższonej wytrzymałości, umożliwiają wykonanie dużych powierzchni, w krótkim czasie. Wytrzymałość na ściskanie tych elementów jest większa niż $4,0 \text{ N/mm}^2$, a najnowsza generacja wyrobów osiąga imponującą izolacyjność cieplną - $0,08 \text{ W/(mK)}$. Oprócz dużej odporności mechanicznej, zaletą elementów wielokondygnacyjnych, jak już wspomniano, jest szybkość realizacji budowlanej, a w konsekwencji, ich opłacalność. Dzięki temu stanowią one doskonały materiał budowlany, do wznoszenia dużych budynków komercyjnych i biurowych.

Ten rodzaj konstrukcji jest powszechnie stosowany w Europie Zachodniej i coraz częściej w krajach wschodnich. Nawet w Turcji, w regionie o dużej aktywności sejsmicznej, znana jest metoda bu-



Rys. 3. Precyzyjny bloczek z ABK jako „filar” rozwiązań monolitycznych

Fig. 3. AAC precision block as the “mother” of monolithic solutions

of buildings with up to three stores without the need for additional supporting structures. This makes the P20.07 the perfect partner for the construction of single and multi-family houses. Figure 2 shows the inventions from Germany (Xella).

In most of the European market and elsewhere in the world, a thermal conductivity value of 0.12 W/(mK) is sufficient to comply with energy requirements. The resource-saving solution with AAC has two main benefits: its thermal properties are the same in all directions and cost-effective construction is ensured by reducing the number of layers. Having the same thermal properties in all directions reduces thermal bridging while fewer layers reduces potential construction errors.

The typical monolithic solutions for the different markets are shown in the following Figures.

The latest innovation from the AAC industry is a compound solution – an AAC masonry unit with a U-value equal to or lower than $0.15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, consisting of AAC insulation material sandwiched between internal and external layers of different densities i.e.



Rys. 4. Precyzyjny bloczek oraz izolacja z ABK, jako ulepszone rozwiązanie monolityczne

Fig. 4. AAC precision block and AAC insulation as enhanced monolithic solution



Rys. 5. Bloczek kompozytowy z ABK jako przyszłe rozwiązanie dla domów plus-energetycznych

Fig. 5. AAC compound block as future solution for plus-energy houses



Rys. 6. Budynek piętrowy z ABK, z elementami monolitycznymi

Fig. 6. Storey-high solution with AAC as monolithic elements



Rys. 7. Budynek piętrowy z ABK, tereny narażone na wstrząsy sejsmiczne, takie jak w Turcji

Fig. 7. Storey-high solution with AAC for seismic-prone areas such as in Turkey

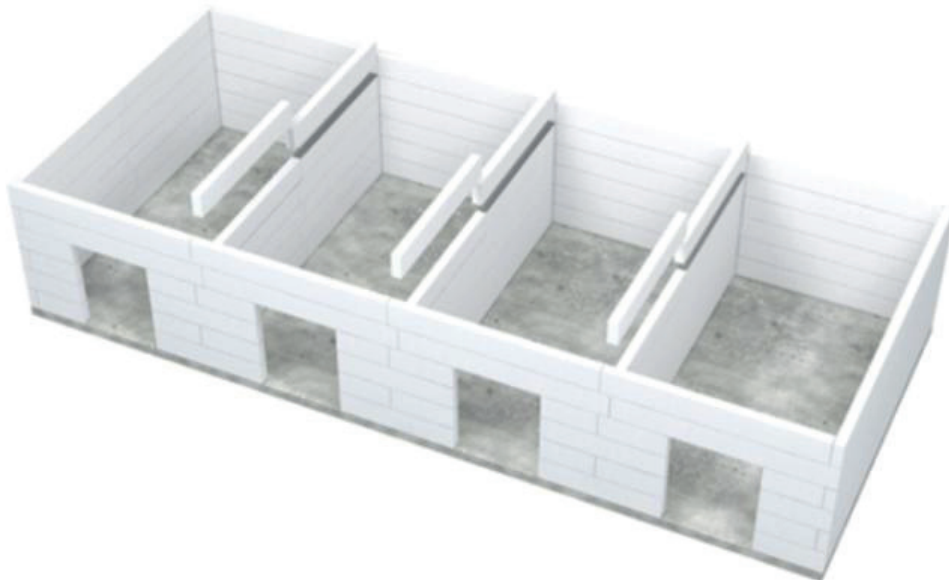
dowy domów jednorodzinnych odpornych na wstrząsy sejsmiczne, które pokazano na rysunkach 6 i 7.

Na całym świecie spotkać można rozwiązania z ABK, również w przypadku dużych budynków, do których należą fabryki lub ma-

with a density of approximately 350 kg/m^3 load-bearing AAC, Fig. 5. This system provides all the advantages of monolithic blocks whilst making further insulation and vapor barriers unnecessary. The product is well-established on the Danish market and a pilot project has proven that it is suitable not only for passive houses but also for plus energy houses.

However, it is not mandatory to erect external – as well as internal – walls as masonry. Alternatively, monolithic constructions can be produced with storey-high AAC elements. These prefabricated components allow the completion of large areas, in a minimum of time. They have a compressive strength higher than 4.0 N/mm^2 and the latest generation achieves an impressive thermal conductivity of 0.08 W/(mK) . Besides their high mechanical resistance, the advantage of the storey-high elements, as already mentioned, is the speed of application and, consequently, their cost-effectiveness. This makes them ideal for large-scale commercial and office buildings.

This kind of construction is commonly used in Western Europe and increasingly in eastern countries. Even in Turkey, a region with high seismic activities, it is well-known as a seismic-resistant construction method for one family houses, Figure 6.



Rys. 8. Samonośny system ABK - zasada projektowania

Fig. 8. Self-supporting AAC system – design principle

gazyny, wymagające zazwyczaj rozwiązań o dużej wytrzymałości. Stosowane są zbrojone panele z ABK, o wytrzymałości na ściskanie przekraczającej $4,5 \text{ N/mm}^2$ i przewodności cieplnej mniejszej od $0,14 \text{ W/(mK)}$, które montowane są w konstrukcjach szkieletowych ze stali lub betonu zbrojonego. Do wznoszenia budynków średniej wielkości opracowano samonośny system murowy, który nie wymaga żadnej konstrukcji nośnej. Największą zaletą systemu jest oszczędność czasu i funduszy. Rysunek 8 przedstawia przykład takiego rozwiązania.

Duża izolacyjność cieplna nie jest jedynym powodem wznoszenia konstrukcji monolitycznych z ABK. Cena oraz odporność na ogień sprawiają, że ABK jest jednym z najbardziej opłacalnych i najczęściej stosowanych rozwiązań ścian przeciwpożarowych na całym świecie. Czas odporności ogniowej 240 minut można osiągnąć przy grubości muru wynoszącej 240 mm, lub mniejszej.

3. Rozwiązania złożone i wielowarstwowe

Chociaż ABK jest materiałem, który sam w sobie spełnia różnorodne wymagania każdej możliwej do wyobrażenia konstrukcji, doskonale spisuje się również jako uzupełnienie całej gamy innych materiałów budowlanych. W Europie Środkowej ściana wielowarstwowa jest głównie wariantem połączenia ABK i materiału izolacyjnego, ale rynki amerykański i australijski preferują również rozwiązania, z udziałem konstrukcji drewnianych.

W niektórych krajach, jak chociażby w USA, z powodzeniem stosuje się ABK nawet jako ściany osłonowe. Kurtyna o grubości 75 mm z ABK, na ramie drewnianej lub stalowej, w połączeniu z izolacją z pianki natryskowej i wykończeniem stiukowym, gwarantuje trwałą konstrukcję, która przetrwa lata. Jako warstwy okładzinowe stosuje się zarówno panele zbrojone jak i niewzmacniane.

AAC systems around the world offer solutions for large buildings like factories or warehouses which typically require high mechanical resistance. Reinforced AAC panels with compressive strength higher than 4.5 N/mm^2 and thermal conductivity $\leq 0.14 \text{ W/(mK)}$ are applied which are supported by a framework made of steel or reinforced concrete.

For medium-size buildings the AAC industry has invented a self-supporting masonry system which does not need any supporting structure such as concrete columns or steel bars. The biggest advantage of the system is time-saving and cost-effectiveness. Figure 7 shows the construction principle of this type of system.

High thermal performance is not the only reason for approving monolithic AAC

constructions. The commercial performance and non-combustibility of AAC makes its use as a fire protection wall a cost-effective solution in almost every market throughout the world. A fire resistance time of 240 minutes can be achieved with a thickness of 240 mm or less.

3. Compound and multilayer solutions

Although AAC is the ideal material for fulfilling diverse requirements on every imaginable construction, it is also a perfect player in an orchestra of different materials. While in central Europe the multilayered version is mostly a combination of AAC and insulation material, the American and Australian markets also favor solutions for timber-frame constructions.

AAC even performs well as a curtain wall in some countries such as the US. Used on a timber or steel frame in conjunction with spray foam insulation and a stucco finish, the curtain solution with 75 mm AAC guarantees a durable construction that will last for years. Both reinforced panels and unreinforced blocks are used as cladding.

The aesthetic appeal of this cladding can be enhanced with special surface treatments. Good examples of such high-end treatments are known from the Japanese market.

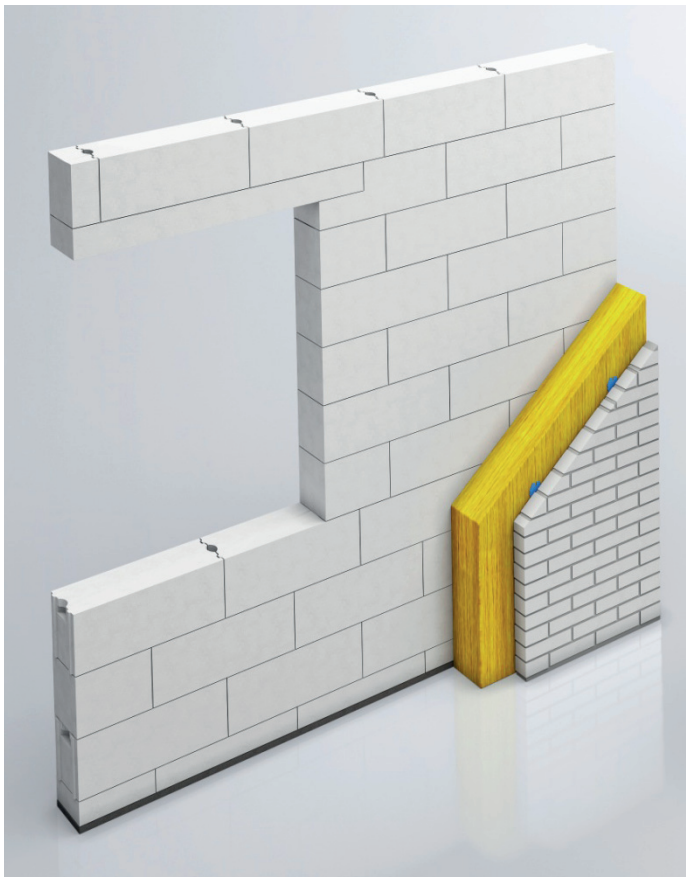
4. Examples for constructed buildings

To date, a tremendous number of AAC buildings have been constructed worldwide, and their diversity is remarkable. The following selection from almost everywhere on earth mirrors only a fraction of the types of AAC construction in existence. With its potential for development and invention, AAC has a huge opportunity to remain a trailblazer for the construction sector in the future. AAC is not designed to fulfill one requirement, it is a mineral-based all-rounder.



Rys. 9. Ściany przeciwpożarowe wzniesione z ABK

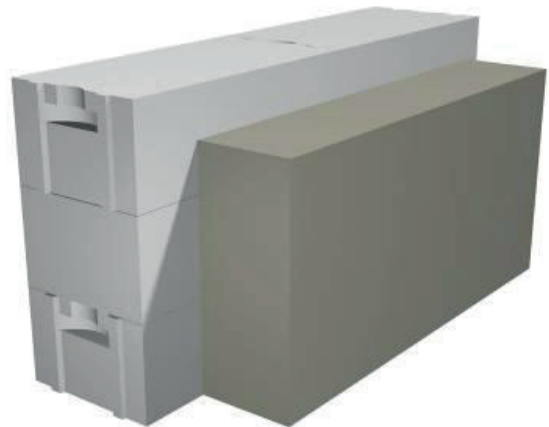
Fig. 9. Fire protection walls erected with AAC



Rys. 10. Ściana wielowarstwowa z ABK, z zewnętrzną izolacją z wełny mineralnej oraz elewacją z cegły

Fig. 10. AAC solution with exterior mineral insulation and brick veneer

Estetyczny wygląd takiej okładziny można zwiększyć, dzięki warstwom elewacyjnym. Ciekawe przykłady wysokiej klasy rozwiązań są znane z rynku japońskiego.



Rys. 11. Konstrukcja z ABK z zewnętrzną izolacją mineralną – rozwiązanie bezspoinowych ociepleń ścian zewnętrznych

Fig. 11. AAC solution with exterior mineral insulation as ETIC



Rys. 12. ABK jako okładzina na konstrukcji drewnianej

Fig. 12. AAC solution as cladding on timber-frame construction



Rys. 13. Strop z ABK na konstrukcji drewnianej

Fig. 13. AAC solution as flooring on timber ceiling



Rys. 14. ABK jako warstwa okładzinowa

Fig. 14. AAC solutions as cladding



Rys. 15. Przykłady warstw elewacyjnych z ABK

Fig. 15. AAC solutions as "enhanced cladding"



4. Przykładowe konstrukcje

Do tej pory na całym świecie powstała ogromna ilość budynków z ABK, a ich różnorodność jest niezwykła. Pokazane przykłady, z niemal każdego kontynentu, to tylko niewielki ułamek licznych zastosowań ABK. Są to istniejące konstrukcje z ABK. Ciągły postęp w technologii produkcji sprawia, że ABK ma ogromną szansę pozostać liderem w sektorze budowlanym w przyszłości. ABK nie jest przeznaczony do jednego konkretnego zastosowania, lecz jest materiałem uniwersalnym.

5. Wnioski

Materiał budowlany, którego rozwój był podyktowany rygorystycznymi normami efektywności energetycznej na początku XX wieku,

5. Conclusions

A building material, whose development was driven by stringent energy efficiency standards at the beginning of the twentieth century, has proven throughout the decades that it always had the potential to set energy efficiency trends and become the cornerstone of low-energy houses and cost-efficient constructions. AAC has gone beyond a mere building material and matured into a system that can provide the envelope required for any type of highly efficient building and meet the requirements of highly efficient housing standards around the world.

The varied history of this material is also the source of different applications around the world, beginning with the original wall as a monolithic construction to replace combustible wooden walls



Rys. 16. Japonia; budynki z ABK, po lewej z dachem płaskim, a po prawej z dachem czterospadowym

Fig. 16. AAC buildings in Japan, left with flat and right with hipped roof design



Rys. 17. USA; Hotele zbudowane z ABK, ze zbrojonych paneli na ściany i stropy

Fig. 17. AAC hotels in the USA constructed with reinforced panels for wall and ceiling

przez dziesięciolecia stosowania udowodnił, a zawsze dawał dowody, że może wyznaczać kierunki w zakresie efektywności energetycznej i stać się „kamieniem węgielnym” konstrukcji, a także domów, o małym zużyciu energii. ABK przekroczył ramy „materiału budowlanego” i przekształcił się w system, który może spełnić wymagania materiałowe każdego rodzaju oszczędnego energetycznie budynku i sprostać wymaganiom wysokich standardów mieszkaniowych, na całym świecie.

and ending with a part of a multilayered wall and ceiling. There is no single answer to what is the best approach; this is always influenced by market characteristics and the history of constructions over decades and centuries.

AAC is not an outsider. AAC is a trailblazing construction material in various sectors which sets standards for environmentally friendly and cost-efficient construction worldwide. The pioneering capabilities of AAC may be underestimated, but reality shows us



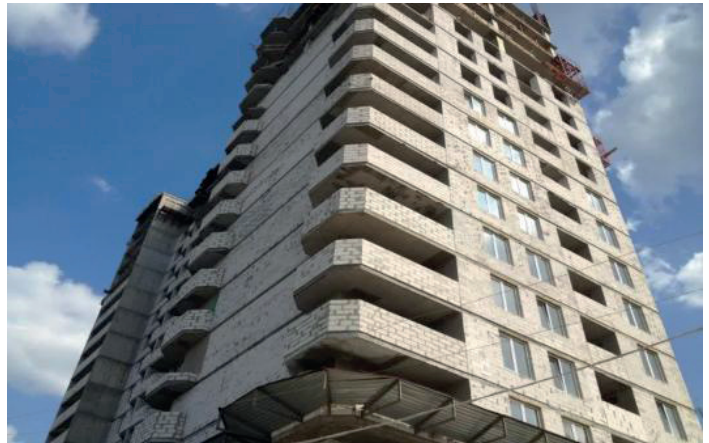
Rys. 18. Chiny - typowe wypełnienia murowe i panele ściennie

Fig. 18. China, typical infill masonry and reinforced wall panels



Rys. 19. Australia - dom jednorodzinny ze ścianą dwuwarstwową z ABK i elewacją ceglana

Fig. 19. Australia; single family house with AAC and brick veneer as double-layer leaf



Rys. 20. Rosja; domy jednorodzinny i wielorodzinny z bloków z ABK

Fig. 20. Russia; single family house and multi-family house with AAC blocks

Zróżnicowana historia tego materiału jest również źródłem jego różnorodnych zastosowań, poczynając od monolitycznej ściany, zastępującej drewniane bale, a na ścianach wielowarstwowych i stropach kończąc. Nie ma jednej odpowiedzi na to, co jest najlepszym rozwiązaniem. Na to zawsze mają wpływ wymagania

an impressive picture of what can be done with AAC and just how innovative it can be.



Rys. 21. Przykłady z Europy Środkowej: Domy jednorodzinne i wielorodzinne, o ścianach monolitycznych

Fig. 21. Examples from Central Europe: Single family houses and multi-family houses with monolithic walls

rynku oraz konkurencja, co nie uległo zmianie w okresie ostatnich dziesięcioleci, a nawet ostatniego wieku.

ABK nie jest materiałem „znikąd”. To pionierski materiał budowlany z tradycjami w wielu sektorach, który wyznacza standardy przyjaznego dla środowiska i ekonomicznego budownictwa, na całym świecie. Pionierskie możliwości ABK mogą być niedoceniane, ale rzeczywistość pokazuje nam imponujący obraz tego, co można zbudować z tego materiału.

References / Literatura

Dr. SU Yufend; Mr. Jiang Yong: AAC and its application in China, 6. International AAC conference on AAC, Potsdam; 2018.

Fouad Fouad, Torsten Schoch: AAC in the U.S. – a second look; 6. International AAC conference on AAC, Potsdam; 2018.

Andrew Rottinger: AAC application in Australia, Xella Symposium on RD, Potsdam; 2014.

G.I.Grinfel'd, A.A. Vishnevsky, A.S. Smirnova: Production and use of autoclaved concrete in Russia 6. International AAC conference on AAC, Potsdam; 2018.