

100 lat autoklawizowanego betonu komórkowego

100 years of autoclaved aerated concrete

Jos Cox^{1,*}

¹ Honorary President European Autoclaved Aerated Concrete Association

*Corresponding author: J. Cox, e-mail: han_den.hartog@xella.com

Streszczenie

Autoklawizowany beton komórkowy [ABK], rewolucja w izolacji termicznej i energooszczędnym budownictwie, został wynaleziony przez doktora Axela Erikssona w Szwecji w 1923 roku. Opracował on proces utwardzania specjalnej mieszanki wapna, proszku metalicznego i substancji zawierającej krzemionkę. Powstały w ten sposób beton utwardzany parą miał dobrą izolację termiczną, stosunkowo wysoką wytrzymałość, wysoką odporność ogniową i mógł być produkowany ekonomicznie. Carl August Carlén, który prowadził rodzinną firmę, otrzymał licencję na produkcję betonu komórkowego autoklawizowanego w 1928 roku. Po udanym wprowadzeniu w Szwecji produkcja betonu komórkowego stała się międzynarodowa w 1937 roku. Zastosowanie systemów licencyjnych pozwoliło firmom trzecim inwestować w autoklawizowany beton komórkowy, co doprowadziło do szybkiej ekspansji międzynarodowej. Niemcy i Polska stały się wiodącymi ośrodkami wiedzy specjalistycznej i umożliwiły ekspansję betonu komórkowego autoklawizowanego na skalę globalną. W miarę jak zbliżamy się do ery środków regulacyjnych mających na celu spełnienie europejskich celów dotyczących zmiany klimatu, autoklawizowany beton komórkowy odgrywa znaczącą rolę. W artykule przedstawiono historię i rozwój betonu komórkowego autoklawizowanego na przestrzeni ostatnich 100 lat. Omówiono również najważniejsze zagadnienia dotyczące standaryzacji produkcji i stosowania autoklawizowanego betonu komórkowego.

Słowa kluczowe: autoklawizowany beton komórkowy, ABK, zrównoważony rozwój, innowacje, efektywność energetyczna, rynki rozwijające się

Summary

Autoclaved Aerated Concrete [AAC], a revolution in thermal insulation and energy-efficient construction, was invented by Dr Axel Eriksson in Sweden in 1923. He developed a process for curing a special mixture of lime, metal powder, and a substance containing silica. The resulting steam-cured concrete had good thermal insulation, relatively high strength, high fire resistance, and could be produced economically. Carl August Carlén, who ran a family business, was granted a license to produce AAC in 1928. After a successful introduction in Sweden, AAC production became international in 1937. The use of license systems allowed third companies to invest in AAC, leading to rapid international expansion. Germany and Poland became leading centres of expertise and allowed AAC to expand on a global scale. As we approach the era of regulatory measures to meet Europe's climate change targets AAC plays a significant role. This article presents the history and development of autoclaved aerated concrete over the last 100 years. The most important issues concerning the standardization of the production and use of autoclaved aerated concrete are also discussed.

Keywords: AAC, sustainable development, innovation, energy efficiency, expanding markets

1. Początki betonu komórkowego – Szwecja w latach 1923-1950

1.1. Wynalezienie autoklawizowanego betonu komórkowego

Autoklawizowany beton komórkowy [ABK], rewolucja w izolacji termicznej i pionier energooszczędnego budownictwa, ma swoje korzenie w Szwecji, jako wynik innowacyjnego napędu i ducha

1. Beginning – Sweden 1923-1950

1.1. The invention of Autoclaved Aerated Concrete

Autoclaved Aerated Concrete [AAC], a revolution in thermal insulation and a pioneer in energy-efficient construction, has its roots in Sweden as a result of innovative drive and entrepreneurial spirit. Dr Axel Eriksson [1888-1961], an architect and researcher at the Royal Institute of Technology in Stockholm, had a vision. It

przedsiębiorczości. Dr Axel Eriksson [1888-1961], architekt i badacz w Królewskim Instytucie Technologii w Sztokholmie, miał wizję. Wszystko zaczęło się od materiału o niezwykłych właściwościach, znanego wówczas jako „beton gazowy utwardzany powietrzem”. Był lekki i stanowił dobry izolator termiczny, ale do tego czasu miał też wady — podobnie jak drewno, kurczył się podczas wysychania [skurcz]. W rezultacie ściany miały tendencję do pęknięcia. Eriksson zaczął szukać sposobu na poprawę właściwości betonu przy jednoczesnym wyeliminowaniu jego wad. W końcu miał on potencjał, aby stać się materiałem budowlanym przyszłości, ponieważ szwedzki rząd zaostrzył przepisy dotyczące izolacji termicznej z powodu poważnych niedoborów energii po I wojnie światowej. Dział badawczy miał autoklaw, który był już używany do utwardzania parą wodną bloków silikatowych. Eriksson zastanawiał się, co by się stało, gdyby umieścił częściowo utwardzoną mieszankę betonową w autoklawie. Doświadczalnie opracował proces utwardzania specjalnej mieszanki wapna, proszku glinowego i pozostałości po pirolizie łupków bitumicznych zawierającej krzemionkę. Wyniki były rewolucyjne. Beton utwardzany parą zyskał zupełnie nowe właściwości. Podobnie jak drewno, był łatwy w obróbce, ale nie palił się i był wymiarowo stabilny. Ten nowy materiał budowlany miał dobrą izolacyjność termiczną, stosunkowo wysoką wytrzymałość, dobrą odporność na ogień i można go było produkować ekonomicznie. Axel Eriksson zdał sobie sprawę, że jego odkrycie zrewolucjonizuje branżę budowlaną. W 1924 roku, rok po odkryciu dr Eriksson złożył wniosek patentowy.

1.2. Początki produkcji autoklawizowanego betonu komórkowego

Same w sobie nowe wynalazki nie są gwarancją sukcesu. Potrzebny jest również duch przedsiębiorczości. W tym czasie innowacyjność Axela Erikssona i przedsiębiorczy talent Carla Augusta Carléna połączyły się. Carlén prowadził rodzinny biznes, który obejmował zarówno wapiennictwo, jak i kamieniarstwo. Szukał obiecującej nowej dziedziny biznesu i w 1928 roku otrzymał licencję na produkcję ABK. 8 listopada 1929 roku z zakładu Yxhult wyjechały pierwsze bloczki z betonu komórkowego. Beton komórkowy sprzedawano pod marką Ytong, będącą połączeniem Yxhult i „betong”, szwedzkiego słowa oznaczającego beton. W 1942 roku Ytong AB złożył wniosek patentowy na cięcie betonu komórkowego drutem.

1.3. Ekspansja rynkowa betonu komórkowego

Natychmiastowy sukces produktu Erikssona wkrótce przyciągnął krajową konkurencję. W 1932 roku fabryka Carlsro Kalkbruk rozpoczęła produkcję bloczków z betonu komórkowego, które później sprzedawano pod marką Durox. Inny konkurent rozpoczął produkcję bloczków z betonu komórkowego w 1934 roku pod marką Siporex. Materiał ten był wytwarzany z użyciem cementu. Siporex był pierwszą firmą, która wprowadziła wzmocnione panele z betonu komórkowego w 1935 roku. Pierwotnym pomysłem Siporex było stworzenie kompletnego systemu budowlanego [bloczki, dach, płyty podłogowe i nadproża]. Po bardzo udanym wprowadzeniu ABK w Szwecji i dzięki doskonałym właściwościom produktu, produkcja

all began with a material with remarkable properties, known at the time as 'air-cured gas concrete'. It was light and a good thermal insulator, but until then it also had disadvantages - like wood, it contracted as it dried [shrinkage]. As a result, the walls tended to crack. Eriksson set about finding a way to optimise concrete's advantages while eliminating its disadvantages. After all, it had the potential to be the building material of the future, as the Swedish government had tightened regulations on thermal insulation due to the severe energy shortages after the First World War. The research department had an autoclave that was already being used to steam cure calcium silicate blocks.

Eriksson wondered what would happen if he placed the partially cured concrete mix in the pressurised steam of the autoclave. Through experimentation, he developed a process for curing a special mixture of lime, metal powder and a substance containing silica from oil shale pyrolysis residues. The results were revolutionary. Steam-cured concrete took on entirely new properties. Like wood, it was easy to work, but it didn't burn and was dimensionally stable. This new building material had good thermal insulation, relatively high strength, high fire resistance and could be produced economically. Axel Eriksson realised that his discovery would revolutionise the construction industry. One year after the discovery in 1923 Dr Eriksson applied for a patent in 1924.

1.2. First production of AAC

A new invention alone is no guarantee of success. You also need an entrepreneurial spirit. Axel Eriksson's innovative spirit and Carl August Carlén's entrepreneurial talent came together at this time. Carlén ran the family business, which included both lime and stonemasonry. He was looking for a promising new area of business and in 1928 he was granted a license to produce AAC. On 8 November 1929, the first aerated concrete blocks rolled out of the Yxhult plant. The aerated concrete was sold under the brand name Ytong, a combination of Yxhult and "betong", the Swedish word for concrete. In 1942 Ytong AB applied for a patent for AAC wire cutting.

1.3. AAC ready for expansion

The immediate success of Eriksson's product soon attracted domestic competition. In 1932, the Carlsro Kalkbruk factory began producing aerated concrete blocks, which were later sold under the brand name Durox.

Another competitor began producing AAC blocks in 1934 under the brand name Siporex. This material was made from a full cement based recipe. Siporex was the first company to introduce reinforced AAC panels in 1935. The original idea of Siporex was to create a complete building system [blocks, roof, floor slabs and lintels].

After a very successful introduction of AAC in Sweden and as a result of the excellent product properties, AAC production became international in 1937.

During the Second World War, the German engineer Josef Hebel made remarkable improvements to the technology of manufactu-

ABK stała się międzynarodowa w 1937 roku. Podczas II wojny światowej niemiecki inżynier Josef Hebel wprowadził znaczące ulepszenia w technologii produkcji paneli z betonu komórkowego. Założył firmę Hebel w 1943 roku. Produkcja pełnej gamy produktów z ABK rozpoczęła się w 1948 roku w Emmering w Niemczech. 10 lat po pierwszej produkcji i komercjalizacji ABK wszystko było dostępne dla szybkiej ekspansji międzynarodowej. ABK był nowym materiałem budowlanym o niezwykle korzystnych właściwościach. Różni producenci, wykorzystujący różne źródła surowców, różną produkcję, technologie, wytwarzali różne rodzaje produktów [bloki, płyty, nadproża]. Wykorzystanie systemów licencyjnych pozwalało firmom trzecim inwestować w zakłady produkcyjne ABK.

2. Ekspansja betonu komórkowego w Europie – lata 1950 – 1960

2.1. Udana implementacja ABK w większości krajów Europy

Po drugiej wojnie światowej ABK rozprzestrzenił się w całej Europie za pośrednictwem wiodących dostawców technologii ABK Ytong i Siporex [Szwecja], Durox [Holandia] i Hebel [Niemcy]. Sprzedawali licencje na technologię ABK i przyczynili się do dalszego rozwoju produkcji ABK, zastosowań i jakości produktu. Szwecja, Niemcy, Wielka Brytania, Polska i Holandia stały się wiodącymi ośrodkami wiedzy specjalistycznej i jakości dla ABK, zwiększając udziały w rynku na swoich rynkach krajowych. Szybki rozwój ABK w Europie był również napędzany przez poważny niedobór materiałów budowlanych w okresie powojennej odbudowy. Pomogły w tym wyjątkowo korzystne właściwości konstrukcyjne i izolacyjne ABK. Produkt mógł być wytwarzany w bardzo energooszczędny sposób, wykorzystując różne surowce dostępne na lokalnych rynkach.

2.2. ABK w Polsce: historia udanego wprowadzenia na rynek

Jednym z pierwszych krajów w Europie, w którym produkcja ABK była szeroko rozpowszechniona, była Polska. Rok 1951 oznacza początek produkcji ABK w Polsce. Rozpoczęcie produkcji ABK opierało się na lokalnie dostępnych surowcach i znacząco przyczyniło się do odbudowy i rozwoju polskiej gospodarki po II wojnie światowej. Produkcja ABK rozpoczęła się jako polsko-szwedzka współpraca z licencjami produkcyjnymi od Ytonga i Siporexu, w celu zbudowania 2 małych fabryk w latach 1951 i 1952. Te zakłady doświadczalne stały się ważnymi ośrodkami dla późniejszych zakładów produkcyjnych na dużą skalę. Początki produkcji ABK w Polsce były trudne, ponieważ surowce dostępne na rynku krajowym różniły się od wymagań szwedzkich licencjonowanych technologii produkcyjnych. Punktem zwrotnym w historii produkcji ABK w Polsce było utworzenie Centralnego Laboratorium Materiałów Lekkich [1954], później przemianowanego na Ośrodek Badawczo-Rozwojowy CEBET w 1971 roku. CEBET odpowiadał za podstawowe badania i rozwój, a także działania wdrożeniowe wspierające techniczne doskonalenie przemysłu ABK. To był punkt zwrotny. Wolumen produkcji ABK osiągnął już 5 mln m³/rok dwie dekady po jego wprowadzeniu do Polski. Narodziła się polska

ring AAC panels. He founded the Hebel company in 1943. Production of a full range of AAC products began in 1948 in Emmering, Germany.

10 years after the first production and commercialization of AAC everything was available for a rapid international expansion. AAC was a new building material with extreme favourable characteristics. Different producers, using different sources of raw materials, different production, technologies were producing different types of products [blocks, panels, lintels].

The use of license systems was allowing third companies to invest in AAC production facilities.

2. AAC expansion in Europe: 1950 – 1960

2.1. Successful implementation of AAC in most European countries

After the Second World War, AAC spread throughout Europe through the leading suppliers of AAC technology Ytong and Siporex [Sweden], Durox [Netherlands] and Hebel [Germany]. They sold AAC technology licenses and contributed to further developments in AAC production, applications and product quality. Sweden, Germany, the UK, Poland and the Netherlands became the leading centres of expertise and quality for AAC with increasing market shares on their home markets. The rapid development of AAC in Europe was also driven by a severe shortage of building materials during the post-war reconstruction period. This was helped by the exceptionally favourable construction and insulation properties of AAC. The product could be produced in a very energy-efficient way using the various raw materials available in local markets.

2.2. AAC in Poland: the story of a successful market launch

One of the first countries in Europe where the production of AAC was widespread was Poland. 1951 marks the beginning of AAC production in Poland. The start of AAC production was based on locally available raw materials and contributed significantly to the recovery and development of the Polish economy after the Second World War. The production of AAC started as a Polish-Swedish cooperation with production licences from Ytong and Siporex to build 2 small factories in 1951 and 1952. These experimental plants became important centres for later large-scale production plants. The beginnings of AAC production in Poland were difficult, as the raw materials available on the domestic market differed from the requirements of the Swedish licensed production technologies. The establishment of the Central Laboratory for Lightweight Materials [1954], later renamed the Research and Development Centre of CEBET [1971], was a turning point in the history of AAC production in Poland. CEBET was responsible for basic research and development as well as implementation activities to support the technical improvement of the AAC industry. This was a turning point: the volume reached already 5 million m³/year two decades after the introduction of AAC. The Polish school of AAC was born

szkoła ABK i opracowano unikalne technologie. Polska podjęła się zadania zbudowania kompleksowego zaplecza technologicznego, badawczego, projektowego i produkcyjnego maszyn i urządzeń do ABK. Pozwoliło to na budowę 67 zakładów w Polsce i za granicą na polskiej licencji. Ośrodki badawcze zaangażowały się również we wsparcie eksportu polskich zaprojektowanych zakładów ABK. W latach 1956-1986 Polska wyeksportowała 36 zakładów ABK do Rosji, Słowacji, Czech, Mongolii, Chin, Indii, Egiptu, Węgier, Rumunii, Iraku i Iranu. W 1980 roku Polska wyeksportowała 3 zakłady ABK do Chin. Znajdowały się one w Qighir, Changzhou i Pekinie. Chińczycy uruchomili kolejne zakłady ABK wykorzystując własną technologię. Od 1996 roku stosowali technologię Ytong. Historia ABK w Polsce jest bardzo dobrze udokumentowana przez prof. Genowefę Zapotoczną-Sytek z Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych [ICiMB] w jej książce opublikowanej w 2023 roku (1).

2.3. ABK w Niemczech: jak ABK [Ytong] trafił do Niemiec

Firma Hebel rozpoczęła produkcję ABK w 1948 roku. W tym samym okresie Ytong Sweden szukał możliwości inwestycyjnych w Niemczech. Stanowisko paleontologiczne Messel Pit jest wpisane na listę światowego dziedzictwa UNESCO, ale jest to również miejsce, w którym rozpoczęła się produkcja ABK w Niemczech. Zakład parafinowo-mineralny Messel wydobywał i poddawał pirolizie łupki bitumiczne, ten sam surowiec, którego dr Eriksson użył do odkrycia AAC w 1923 roku. Uzyskana w ten sposób ropa naftowa była przetwarzana w rafinerii. Jednym z produktów ubocznych były duże ilości łupków bitumicznych. Kiedy Carl August Carlén jechał przez Niemcy w 1947 roku, wszędzie, gdzie spojrzął, widział ruiny budynków zniszczonych podczas wojny. Choć był zszokowany zniszczeniami, przedsiębiorca w nim zdał sobie sprawę, że odbudowa będzie wymagała dużych ilości materiałów budowlanych. Carlén i przedstawiciele Messel Paraffin und Mineralöl podpisali umowę licencyjną na produkcję ABK w 1949 roku. Pierwszy ABK wyprodukowano 8 czerwca 1952 roku, a regularne dostawy rozpoczęły się 30 czerwca 1952 roku. W 1959 roku firma Carléna Ytong AB kupiła zakład Messel. Budowa nowego zakładu w Schrobenhausen rozpoczęła się w 1960 roku. Zakład miał dostęp do znacznych złóż wysokiej jakości piasku, idealnego do wykorzystania jako surowiec. Zakład w Schrobenhausen zapoczątkował nową erę i oznaczał koniec czerwonego Ytongu, ponieważ piasek kwarcowy zastąpił żużel naftowy jako źródło krzemionki. W kolejnych latach stopniowo budowano nowe zakłady, a istniejące w Niemczech zakłady zostały przejęte. Piasek kwarcowy systematycznie zastępował alternatywne źródła krzemionki. W latach 1969-1970 sprzedaż gwałtownie wzrosła, częściowo w wyniku nowego, genialnego rozwiązania: wynalezienia precyzyjnego bloczka, wyprodukowanego po raz pierwszy w Niemczech. Zastosowanie precyzyjnych bloczków zmieniło sposób pracy murarzy i zrewolucjonizowało techniki murarskie, umożliwiając budowanie praktycznie bez spoin. Zaprawa cienkowarstwowa poprawiła izolację cieplną o 20 procent. Zapewniała również większą nośność i wyższą wydajność murarzy.

2.4. ABK w Wielkiej Brytanii

Zainteresowanie ABK w Wielkiej Brytanii pierwotnie zaczęło się od patentu złożonego przez Johna Lainga i syna w 1948 r. Patent

and unique technologies were developed. Poland undertook the task of building a comprehensive technological, research, design and production facilities for machinery and devices for AAC. This allowed the construction of 67 plants in Poland and abroad on a Polish license. The research centres were also involved in supporting the export of Polish designed AAC plants. Between 1956 and 1986, Poland exported 36 AAC plants to Russia, Slovakia, the Czech Republic, Mongolia, China, India, Egypt, Hungary, Romania, Iraq and Iran. In 1980 Poland exported 3 AAC plants to China. Located in Qighir, Changzhou and Beijing. The Chinese launched subsequent AAC plants using their own technology. Starting in 1996 they used Ytong technology. The history of AAC in Poland is very well documented in 2023 by Genowefa Zapotoczna-Sytek, professor at the Institute of Ceramics and Building Materials [ICiMB]. She published the book on the history of AAC in Poland (1).

2.3. AAC in Germany: how AAC [Ytong] came to Germany

The Hebel company started AAC production in 1948. In the same period Ytong Sweden was looking for opportunities in Germany. The Messel Pit fossil site is a UNESCO World Heritage Site, but it is also the place where the production of AAC in Germany began. The Messel paraffin and mineral plant mined and pyrolysed oil shale. The same raw material that Dr Eriksson used in his discovery of AAC in 1923. The crude oil obtained in this way was processed in a refinery. One of the by-products was large quantities of oil shale. When Carl August Carlén drove across Germany in 1947, he saw ruins of buildings destroyed during the war everywhere he looked. As shocked as he was by the devastation, the entrepreneur in him realised that rebuilding would require large quantities of building materials. Carlén and representatives of Messel Paraffin und Mineralöl signed a licence agreement for the production of AAC in 1949. The first AAC was produced on 8 June 1952 and regular deliveries began on 30 June 1952. In 1959 Carlén's company Ytong AB bought the Messel plant. Construction of a new plant in Schrobenhausen began in 1960. The plant had access to significant deposits of high quality sand, ideal for use as a raw material. The Schrobenhausen plant ushered in a new era and signalled the end of red coloured Ytong, as quartz sand had replaced oil slag as the source of silicate. In the following years, new plants were gradually built in Germany and existing AAC plants were taken over. Quartz sand replaced systematically alternative sources of silica. In the years 1969-1970 sales volumes increased rapidly, partly as a result of a new ingenious development: the invention of a precision block, first produced in Germany. The use of precision blocks changed the way bricklayers worked and revolutionised masonry techniques by making it possible to build virtually without joints. Thin-bed mortar improved thermal insulation by 20 per cent. It also offered a higher load-bearing capacity and higher productivity of the brick layers.

2.4. AAC in the UK

Interest in AAC in the UK originally began with a patent filed by John Laing and Son in 1948. The patent noted that pulverised fuel ash [PFA] as a fine powder did not need grinding unlike qu-

stwierdzał, że popiół lotny jako drobny proszek nie wymagał mielenia w przeciwieństwie do piasku kwarcowego, który był powszechnie używany jako kluczowy surowiec gdzie indziej. Nazwa handlowa Thermalite została zarejestrowana w 1948 r., a fabryka została zbudowana 50 km na zachód od Londynu w 1951 r. W 1957 r. obok Hams Hall Power Station w pobliżu Birmingham zbudowano większą fabrykę. Lokalizacja została wybrana, aby wykorzystać popiół lotny, który jest produktem ubocznym kotłów opalanych węglem. Thermalite zbudował znaczną liczbę fabryk ABK na przestrzeni dziesięcioleci, ale obecnie ogranicza się to do dwóch w Wielkiej Brytanii. Nieco później w 1958 r. obecny producent H+H UK zbudował fabrykę w Essex, 30 km na wschód od Londynu. Było to możliwe dzięki powiązaniu Celcon Limited, Christiani & Nielson i Dansk Gasbeton z Danii. Jednak w 1963 r. współpraca z Christiani & Nielson zakończyła się, a H+H przejęło kontrolny pakiet akcji w Celcon Limited, UK i innych brytyjskich interesach. Gdy branża zaczęła dostrzegać korzyści z używania bloków ABK, popyt wzrósł w całej Wielkiej Brytanii. W 1966 roku Celcon Limited otworzyło drugą fabrykę w Midlands, a w 1974 r. przeniosło się do West Country, otwierając specjalnie wybudowaną fabrykę w Westbury. Inne fabryki ABK wykorzystujące technologię opartą na piasku powstały w Wielkiej Brytanii, w szczególności Durox i Tarmac w latach 60.

2.4. ABK w Turcji

Turcja poznała firmę Ytong dzięki Hilton Hotel Istanbul. W 1950 roku premier chciał przekształcić Stambuł w nowoczesne miasto. Jednym z priorytetów było zbudowanie hotelu światowej klasy. W 1951 roku podpisano umowę między tureckim Ministerstwem Spraw Zagranicznych a Hilton Hotels International w sprawie budowy pięciogwiazdkowego hotelu. Hotel został zaprojektowany przez amerykańską firmę architektoniczną Skidmore, Owings and Merrill. Niemieccy wykonawcy Dyckhoff & Widmann i Julius Berger rozpoczęli budowę w 1952 roku. Problemy techniczne sprawiły, że konieczne było zmniejszenie ciężaru budynku. Badania wykazały, że można to osiągnąć, stosując ABK i spieniony beton, zmniejszając obciążenie o jedną trzecią. Ponieważ nie było lokalnej produkcji ABK, importowano go z Niemiec. Bülent Demiren, inżynier, zastępca kierownika budowy projektu Hilton, był zafascynowany nowym materiałem. Był lżejszy od tradycyjnych materiałów, miał lepszą izolacyjność termiczną i był bardziej odporny na trzęsienia ziemi. W miarę jak Demiren pogłębiał swoje badania, jego przekonanie do rozpoczęcia projektu produkcji ABK w Turcji rosło. W 1957 roku udał się do Szwecji na pierwsze spotkanie z kierownictwem Ytonga. Zrozumiał, że nie będzie to łatwe. Było więcej pytań niż odpowiedzi. Gdzie znaleźć surowce, jaka jest dobra lokalizacja zakładu, jak sfinansować projekt. W końcu 13 lutego 1963 roku podpisano umowę licencyjną z Ytong International. Rząd turecki zatwierdził projekt 15 lipca 1963 roku, a ceremonia wmurowania kamienia węgielnego pod zakład w Pendik odbyła się 12 czerwca 1964 roku. W 1965 roku zakład Turk Ytong rozpoczął produkcję, a w kolejnych dekadach powstało wiele innych nowoczesnych zakładów produkcyjnych.

artz sand which was commonly being used as key raw material elsewhere. The trade name Thermalite was registered in 1948 and a factory was built 50km to the west of London in 1951. In 1957 a larger factory was built next to Hams Hall Power Station near Birmingham. The location was selected to take advantage of the PFA which is a by product of coal fired boiler units. Thermalite went on to construct a significant number of AAC factories over the decades, but today this is confined to two in the UK. Slightly later in 1958, the current day manufacturer of H+H UK built a factory in Essex, 30 km east of London. This was made possible by the association between Celcon Limited, Christiani & Nielson and Dansk Gasbeton of Denmark. However, in 1963 the association with Christiani & Nielson ended, with H+H acquiring the controlling interest in Celcon Limited, UK and other British interests. As the industry began to see the benefits of using AAC blocks, demand increased throughout the UK. In 1966 Celcon Limited opened a second plant in the Midlands and in 1974 they moved to the West Country, opening a purpose built factory at Westbury. Other AAC factories using sand-based technology were established in the UK, notably by Durox and Tarmac in the 1960s.

2.4. AAC in Turkey

Turkey became familiar with Ytong through the Hilton Hotel Istanbul. In 1950 the Prime Minister wanted to transform Istanbul into a modern city. One of the priorities was to build a world-class hotel. In 1951, a protocol was signed between the Turkish Foreign Ministry and Hilton Hotels International for the construction of a five-star hotel. The hotel was designed by the American architecture firm Skidmore, Owings and Merrill. German contractors Dyckhoff & Widmann and Julius Berger started construction in 1952. Technical problems made it necessary to reduce the weight of the building. Research showed that this could be achieved by using AAC and foamed concrete reducing the load by one-third. As there was no local production of AAC it was imported from Germany. Bülent Demiren, Engineer MSc, Deputy Site Manager for the Hilton project, was fascinated by the new material AAC. It was lighter than traditional materials, had a better thermal insulation and was more resistant to earthquakes. As Demiren deepened his research his conviction increased to start a project to produce Ytong in Turkey. He travelled to Sweden in 1957 for a first meeting with Ytong's management. He understood that it would not be easy. There were more questions than answers. Where to find the raw materials, a good location for the plant, how to finance the project. Finally, on 13 February 1963 a license agreement with Ytong International was signed. The Turkish government approved the project on July 15, 1963 and the groundbreaking ceremony for the plant in Pendik was held on June 12, 1964. In 1965 the Turk Ytong plant started production followed by many more state-of-the-art production plants in the following decades.

3. ABK jako uznany materiał budowlany: lata 1960 – 1980

3.1. Normalizacja

W latach 50. i 60. normy jakości były ustalane przez szwedzką licencję i jej centrum badawczo-rozwojowe Ytong. Centrum rozwojowe ugruntowało swoją pozycję jako kluczowy gracz w firmie i jako centrum komunikacji między produkcją a fabrykami na całym świecie. Wszystkie fabryki miały dostęp do najnowszej wiedzy i wsparcia ze szwedzkiego centrum badawczo-rozwojowego. W okresie powojennym ilość była ważniejsza niż wysoka jakość. Ale to szybko się zmieniało. Niemieckie normy DIN 4165 i 4166 zostały wprowadzone w 1958 roku. Inne kraje europejskie poszły śladem Niemiec. Tamtejszy przemysł ABK zaczął ustalać wysokie standardy jakości dla swoich produktów premium i kładł duży nacisk na rozwój produktów. Przemysł ABK inwestował w centra badawczo-rozwojowe zgodnie z filozofią przestrzegania norm jakości, mającą na celu zapewnienie zdolności ABK do ochrony i gwarantowania wartości przestrzeni mieszkalnej i życiowej. Niemieckie centra badawczo-rozwojowe wykonywały szeroki zakres zadań: od badań podstawowych po technologię zastosowań, od analizy złóż surowców po gotowy produkt, od kontroli technicznej w zakładach po udział w opracowywaniu [krajowych] norm. W tym okresie w większości krajów, w których produkowano ABK, powstały krajowe stowarzyszenia. Miały one silną obecność, wspierane przez centra badawczo-rozwojowe, w komitetach ds. norm i procedur produkcyjnych. Dwie inne kluczowe innowacje sprawiły, że bloki z ABK [1960] stały się tym, czym są dzisiaj: wprowadzenie połączenia pióro-wpust w 1970 r. oraz wprowadzenie uchwytów ręcznych w 1983 roku, które wspólnie znacznie przyspieszyły proces budowy.

3.2. Zamiana ról między Szwecją a Niemcami

W latach 1975–1980 role między Szwecją a Niemcami uległy odwróceniu. Szwedzi postrzegali Niemców jako awangardę postępu, a jednocześnie znacznie poprawiali jakość, czyniąc produkcję bardziej ekonomiczną i skutecznie rozwijając produkty. W latach 1982–1983 Ytong AG [Szwecja] przeniósł wszystkie swoje operacje międzynarodowe do Niemiec. Wszystkie licencje, znaki towarowe i prawa patentowe, a także całe szwedzkie laboratorium centralne zostały przeniesione do Ytong AG w Niemczech. Oprócz centrum rozwoju utworzono jednostkę budowy maszyn i zakładów, aby zapewnić wsparcie techniczne dla własnych zakładów firmy. Jest ona również odpowiedzialna za nabywanie i planowanie licencjonowanych zakładów na całym świecie.

4. Globalna ekspansja ABK: od 1990 do dziś

4.1. AAC przekracza granice – ekspansja międzynarodowa

Ekspansja międzynarodowa była dominującym tematem w drugiej połowie lat 80. i przez całe lata 90., a w połowie lat 90. niemiecki przemysł ABK zaczął działać na skalę globalną. Najpierw poprzez

3. AAC becomes mature: years 1960 – 1980

3.1. Setting the quality standards

During the 1950s and 1960s, quality standards were set by the Swedish license and Ytong R&D centre. The Development Centre established itself as a key player in the company and as a hub for communication between production and factories around the world. All factories had access to the latest knowledge and support from the Swedish R&D centre. In the post-war period quantity was more important than maximum quality. But this was changing rapidly. German standards DIN 4165 and 4166 were introduced in 1958. Other European countries followed. The German AAC industry, started to set the high quality standards for their premium products and had a strong focus on product development. The AAC industry invested in R&D centres with a philosophy of adhering to quality standards aimed at ensuring the ability of AAC to protect and guarantee the value of residential and living space. The German R&D centres performed a wide range of tasks: from basic research to application technology, from the analysis of raw material deposits to the finished product, from technical control in the plants to participation in the development of [national] standards. During this period, national AAC associations were established in most of the countries where AAC was produced. They had a strong presence, supported by the R&D centres, in committees for production standards and procedures. Two other key innovations made the precision block [1960] what it is today:

- the introduction of the tongue and groove joint in 1970
- and the introduction of hand grips in 1983, which, together with the tongue and groove joint, greatly accelerated the construction process.

3.2. Role reversal between Sweden and Germany

Between 1975 and 1980 the roles between Sweden and Germany were reversed, with the Swedes seeing the Germans as the vanguard of progress, while at the same time significantly improving quality, making production more economical and successfully developing products.

Between 1982 and 1983, Ytong AG [Sweden] transferred all its international operations to Germany. All licences, trademarks and patent rights as well as the entire Swedish central laboratory were transferred to Ytong AG in Germany. In addition to the development centre, a machine and plant construction unit was set up to provide technical support for the company's own plants. It is also responsible for the acquisition and planning of licensed plants around the world.

4. Global expansion: 1990 – today

4.1. AAC crosses borders – international expansion

International expansion was the dominant theme in the second half of the 1980s and throughout the 1990s, and in the mid-1990s the German AAC industry began to operate on a global scale. First

wzrost organiczny w Niemczech i Europie Zachodniej, a później w Europie Wschodniej, Azji i obu Amerykach. Po drugie, poprzez budowę zakładów i udzielanie licencji na całym świecie. Upadek muru berlińskiego w Niemczech i zniesienie żelaznej kurtyny między Europą Wschodnią i Zachodnią otworzyły nowe i niespotykane dotąd możliwości ekspansji. ABK był już dobrze znanym materiałem budowlanym w Europie Wschodniej, z wieloma działającymi zakładami [27 zakładów w samej Polsce]. ABK był bardzo atrakcyjnym materiałem budowlanym, powszechnie stosowanym do budowy ścian o wysokim udziale w rynku wynoszącym ok. 40%, a międzynarodowe firmy zaczęły inwestować w zakłady produkcyjne ABK, co znacząco zmieniło strukturę własnościową na rynku. Od 1995 roku zakłady ABK były modernizowane i wprowadzono nową generację produktów.

Azję zidentyfikowano jako wzrastający rynek już w połowie lat 90-tych XX w. W 1996 roku Ytong utworzył spółkę joint venture w Chinach. Oprócz bycia licencjodawcą, Ytong przejął również udziały w firmie w Szanghaju. Zbudowano najnowocześniejsze zakłady produkcyjne ABK. 60 lat rozwoju ABK w Chinach rozpoczęło się od importu europejskiego sprzętu i technologii. Stopniowo lokalni producenci instalowali niezależne zdolności badawczo-rozwojowe. Chiny są obecnie największym rynkiem ABK na świecie.

W ostatnich dekadach Indie stały się nowym krajem z perspektywami dla ABK z szybko rozwijającą się produkcją i konsumpcją.

4.2. Założenie Europejskiego Stowarzyszenia ABK

Pod koniec lat 80. XX w. krajowe stowarzyszenia ABK potrzebowały skoordynowanego głosu wobec instytucji europejskich, ponieważ tworzone przez nie przepisy mogły mieć bezpośredni wpływ na producentów ABK. W 1988 r. utworzono Europejskie Stowarzyszenie ABK [EAACA] w celu promowania interesów producentów ABK i ich krajowych stowarzyszeń w całej Europie. Jednym z pierwszych priorytetów było opracowanie zaleceń normalizacyjnych dotyczących projektowania zbrojonego ABK lub innych nowych norm CEN. Prace te rozpoczęły się od wdrożenia dyrektywy w sprawie wyrobów budowlanych 89/106/EWG, czego efektem była europejska norma EN 771-4 dla bloczków i EN 12602 dla zbrojonego ABK. Od momentu założenia EAACA dąży do osiągnięcia następujących celów.

- Kształtowanie otoczenia regulacyjnego i promowanie rosnących możliwości rynkowych dla ABK w Europie.
- Promowanie korzyści płynących z ABK jako materiału budowlanego dla niedrogich, zrównoważonych i wysoce energooszczędnych budynków.
- Reprezentacja przed decydentami politycznymi, interesariuszami i platformami technicznymi na szczeblu UE. W zakresie wsparcia technicznego

EAACA korzysta z pomocy centrów badawczo-rozwojowych branży ABK.

4.3. Aktualne problemy

W ostatnich latach skupiono się na europejskich celach klimatycznych. EAACA zajmuje się kilkoma tematami: gospodarką

through organic growth in Germany and Western Europe, and later in Eastern Europe, Asia and the Americas. Secondly, by building plants and granting licenses worldwide. The fall of the Berlin Wall in Germany and the removal of the Iron Curtain between Eastern and Western Europe opened up new and unprecedented opportunities for expansion. AAC was already a well-established building material in Eastern Europe, with many plants in operation [27 plants in Poland alone]. AAC was a very attractive building material, commonly used in the construction of walls with a high market share of approx. 40%, and international companies started to invest in AAC production plants, which significantly changed the ownership structure of AAC companies. Since 1995 AAC plants have been modernized and a new generation of products were introduced.

Asia was identified as a growth market as early as the mid-1990s. In 1996, Ytong entered into a joint venture in China. In addition to being the licensor, Ytong also took a share in the company in Shanghai. State-of-the-art AAC production facilities were built. The 60 years of AAC development in China began with the import of European AAC equipment and technology. Gradually, the capacity for independent R&D was installed by local producers. China today is the largest AAC market in the world.

In recent decades, India has become a new country of AAC opportunities with rapidly developing AAC production and consumption.

4.2. The founding of The European AAC Association

By the end of the 1980s, national AAC associations needed a coordinated voice towards European institutions, as the legislation they created could have a direct impact on AAC manufacturers. In 1988 the European AAC Association was formed to promote the interests of AAC manufacturers and their national associations across Europe. One of the first priorities was to produce industry-leading work on standardisation as category recommendations for the design of reinforced AAC or other new CEN standards. This work started with the implementation of the Construction Products Directive 89/106/EEC, resulting in the European Standard EN 771-4 for blocks and EN 12602 for reinforced AAC.

Since its foundation, EAACA has been working towards the following objectives.

- To shape the regulatory environment and promote the growing market opportunity for AAC in Europe
- To promote the benefits of AAC as a building material for affordable, sustainable and highly energy efficient buildings.
- To be represented to policy makers, stakeholders and technical platforms at EU level.

For technical support, EAACA relies on the R&D centres of the AAC industry.

4.3. Current issues

In recent years, the focus has been on European climate targets. EAACA is coping with several topics: circularity, sustainability, energy-efficiency. Aim is to stay ahead in a competitive and rapidly

o cyklu zamkniętym, zrównoważonym rozwojem, efektywnością energetyczną. Celem jest utrzymanie przewagi na konkurencyjnym i szybko zmieniającym się rynku budowlanym. Producenci, dostawcy surowców i wyspecjalizowani producenci zakładów ABK wspólnie przygotowują przyszłość ABK. Niedawno EAACA opublikowała plan działania Net-Zero Roadmap dla produktów ABK, aby osiągnąć zerową emisję netto do 2050 r., z potencjałem stania się ujemnymi pod względem emisji dwutlenku węgla, a nawet wychwytywania CO₂ (2).

5. Perspektywy: po 100 latach nadal materiał budowlany przyszłości

100 lat ABK to niesamowita historia o tym, jak lokalna działalność w Szwecji w latach 30. XX wieku szybko rozwinęła się w odnoszący sukcesy globalny przemysł z zakładami produkcyjnymi na wszystkich kontynentach. Ostatecznie historia ABK to także historia pionierskich odkryć i innowacji wizjonerskich myślicieli. Kamieniem węgielnym sukcesu jest to, że ABK jest materiałem o zdolności adaptacji i ponownego wynalezienia siebie, dzięki czemu pozostaje zawsze aktualny i odporny na przyszłość. Zdolność adaptacji opiera się na elastyczności właściwości materiału, różnych technologiach produkcji oraz obecności nauki i prac badawczo-rozwojowych w rozwoju ABK.

5.1. Właściwości materiałowe

ABK ma bardzo korzystne właściwości takie jak izolacyjność cieplna, wytrzymałość, ognioodporność, mała gęstość. Może być produkowany ekonomicznie z różnych źródeł surowców, dostępnych na rynkach krajowych. Duża efektywność energetyczna i małe zużycie surowców, w porównaniu z innymi materiałami do budowy ścian, przyczyniły się do jego szybkiego wprowadzenia na różne rynki. ABK jest materiałem, który można łatwo dostosować do zmieniających się wymagań. ABK może być produkowany w zakresie gęstości od 150 do 800 kg/m³. Różni się on w zależności od wymaganych właściwości. Jego właściwości techniczne są stale ulepszane. ABK ma duży i interesujący asortyment produktów: bloki, płyty, nadproża, itp., produkowanych przy użyciu różnych technologii produkcyjnych. ABK jest stosowany w nowych budynkach mieszkalnych, komercyjnych, przemysłowych i renowacji.

5.2. Technologie produkcji

Branża budowlana wymaga bardziej energooszczędnych materiałów budowlanych, tj. materiałów izolacyjnych o małej gęstości, bloków i paneli. Duża dokładność wymiarowa produktu i jakość powierzchni [super gładkie panele] stają się standardem. Zakres zastosowań produktów w budynkach mieszkalnych, komercyjnych i przemysłowych stale się rozszerza. Zintegrowane rozwiązania budowlane to kolejny krok. Różne technologie produkcji pozwalają na optymalizację kosztów produkcji dla określonego asortymentu produktów. W przeszłości bloki ABK były kojarzone z systemem „tilt-cake” firmy Ytong, wzmocnionymi panelami z technologią Siporex i Hebel, „super gładkimi” wewnętrznymi panelami ściennymi z technologią Durox. Dzisiaj, w świecie szybko zmieniających się

changing construction market. Together producers, suppliers of raw materials and specialized AAC plant manufacturers are preparing AAC's future. Recently, EAACA published a Net-Zero Roadmap for AAC products to achieve net-zero emissions by 2050, with the potential to become carbon negative and even to capture CO₂ (2).

5. Outlook: after 100 years still the building material of the future

100 years of AAC is the amazing story of how a local activity in Sweden in the 1930s has expanded rapidly into a successful global industry with AAC plants on all continents. Ultimately the history of AAC is also the story of pioneering discoveries and innovations by visionary thinkers. The cornerstone of AAC's success is the fact that AAC is a material with the capacity to adapt and reinvent itself keeping it always relevant and future-proof. The adaptability is based on flexibility in material properties, different production technologies and the presence of science and R&D in the development of AAC.

5.1. Material properties

AAC has very favourable properties such as thermal insulation, strength, fire resistance, and light-weight. It can be produced economically with different sources of raw materials, available on the domestic markets. High energy efficiency and low raw material consumption [compared to other wall-building materials] have contributed to its rapid introduction in different markets. AAC is a material that can easily be adapted to changing requirements. AAC can be produced in a density range from 150 to 800 kg/m³. This varies according to the required characteristics. Its technical properties are constantly being improved. AAC has a large product range: blocks, panels, lintels, etc., produced with different production technologies. AAC's product range is used for new build residential, commercial, industrial buildings and renovation.

5.2. Production technologies

The building industry is demanding more energy-efficient building materials [low density insulating materials, blocks and panels]. High product accuracy and surface quality [super smooth panels] is becoming standard. The range of product applications for residential, commercial and industrial buildings continues to grow. Integrated building solutions are the next step. Different production technologies allow production costs to be optimised for a specific product range. In the past AAC blocks were associated with Ytong's 'tilt-cake system', reinforced panels with Siporex and Hebel technology, 'super-smooth' interior wall panels with the Durox technology. Today, in a world of rapidly changing requirements, it is essential to invest in innovative plant engineering and to use the appropriate production technology.

5.3. The importance of science and R&D to the development of AAC

From the early start in the 1930's AAC companies invested in R&D to develop technical properties and production technologies. The

wymagań, niezbędne jest inwestowanie w innowacyjną inżynierię zakładów i stosowanie odpowiedniej technologii produkcji.

5.3. Znaczenie nauki i prac badawczo-rozwojowych dla rozwoju AAC

Od samego początku w latach 30. XX wieku producenci ABK inwestowali w badania, aby rozwijać właściwości techniczne i technologie produkcji. Know-how, które zostało stworzone, zapewniało wsparcie techniczne dla własnych zakładów produkcyjnych, ale było również wykorzystywane w systemie licencji i inżynierii zakładów dla stron trzecich. Ten system licencji pozwalał inwestorom budować nowe zakłady przy użyciu sprawdzonej technologii i wsparcia technicznego. W połączeniu z ogromnym niedoborem materiałów budowlanych w okresie po II wojnie światowej system licencji stworzył „reakcję łańcuchową” ekspansji międzynarodowej na początku lat 50. XX wieku.

Od początku istnienia branży ABK 100 lat temu, badania były napędzane głównie chęcią poprawy izolacyjności cieplnej. Obecnie kwestie takie jak cyfryzacja, sztuczna inteligencja, zrównoważony rozwój, zerowe emisje netto, absorpcja dwutlenku węgla, efektywność energetyczna i gospodarka o obiegu zamkniętym stają się dominujące. Wraz z nadejściem ery środków regulacyjnych mających na celu spełnienie europejskich celów w zakresie zmian klimatycznych, produkty z ABK odgrywają rolę źródła inspiracji, tak jak w przeszłości w przypadku energooszczędnego budownictwa. Podobnie jak w ciągu ostatnich 100 lat, branża potrzebuje wykwalifikowanych badaczy i przedsiębiorców, którzy będą pracować z wielkim entuzjazmem i oddaniem, aby zapewnić przyszły sukces. Aby wspierać więcej naukowych debat, potrzebna jest sieć i stałe platformy do wymiany pomysłów naukowych między wszystkimi partnerami w branży [producentami, dostawcami surowców, firmami inżynieryjnymi]. Istniejące stowarzyszenia ABK i inne stowarzyszenia branżowe mogą również zapewnić sieć do szybkiej wymiany pomysłów naukowych. Stowarzyszenia międzynarodowe, takie jak EAACA, mogą ułatwić tego typu współpracę dla przyszłego sukcesu branży ABK.

W tym roku polskie stowarzyszenie ABK będące częścią SPB obchodzi swoje 30-lecie. Stowarzyszenie jest bardzo aktywne w organizacjach europejskich i jest członkiem EAACA od 1996 roku. Polska zorganizowała 5 posiedzeń Komitetu Wykonawczego i 2 posiedzenia Komitetu Technicznego w imieniu EAACA. W 2011 roku polskie stowarzyszenie zorganizowało 5. międzynarodową konferencję EAACA w Bydgoszczy, sponsorowaną przez Solbet. W 2023 roku 7. międzynarodowa konferencja EAACA została zorganizowana przez polskie Stowarzyszenie AAC wspólnie z Xella T&F. EAACA składa gratulacje SPB z okazji 30. rocznicy swojego stowarzyszenia i pozytywnego wsparcia dla międzynarodowego przemysłu ABK.

know how that was created provided technical support to the own production facilities but was also used in a system of licenses and plant engineering for third parties. This license system allowed investors to build new AAC plants using proved technology and technical support. Combined with the huge shortage of building materials in the period after World War 2 the license system created a 'chain reaction' of international expansion in the early 1950s.

Since the beginning of the successful AAC industry 100 years ago, research has been driven mainly by the desire to improve thermal performance. Today, issues such as digitalisation, artificial intelligence, sustainability, net-zero emissions, carbon absorption, energy efficiency and the circular economy dominate our daily agenda. As we approach the era of regulatory measures to meet Europe's climate change targets our AAC products have a role to play as a source of inspiration as they have in the past for energy-efficient construction. As in the past 100 years our industry needs skilled scientistst and entrepreneurs to work with great enthusiasm and dedication to ensure future success. To foster more scientific debate a network and permanent platforms to exchange scientific ideas between all partners in the industry [producers, raw material suppliers, plant engineering companies] is needed. Existing AAC and other industry associations can also provide a network for rapid exchange of scientific ideas. International associations, such as EAACA, can facilitate this type of collaboration for the future success of the AAC industry.

This year the well-known Polish AAC association part of SPB celebrates its 30th anniversary. The association is very active in European organisations and member of EAACA since 1996. Poland organized 5 Executive Committee and 2 Technical Committee meetings on behalf of EAACA. In 2011 the Polish association organized the 5th international EAACA conference in Bydgoszcz sponsored by Solbet. In 2023 the 7th international EAACA conference was organized by the Polish AAC association together with Xella T&F. EAACA congratulates SPB on the 30th anniversary of their association and their positive support of the international AAC industry.

Literatura/ References

1. G. Zapotoczna-Sytek, The history of autoclaved aerated concrete in Poland. PWN, Warsaw 2019. (in Polish).
2. Net-zero roadmap for Autoclaved Aerated Concrete. The European Autoclaved Aerated Concrete Association, 2022. (available at: https://eaaca.org/eaaca_net-zero-roadmap-for-aac_2022-08-12/)