

Jan Słyk

Wydział Architektury Politechniki Warszawskiej

Beton w mieszkalnictwie. Innowacyjne idee i ich praktyczne oddziaływanie

Concrete in housing. The impact of technology on innovative architectural ideas

1. Wprowadzenie

Osiągnięcia architektury betonowej wiązane są głównie z dorobkiem budownictwa inżynierskiego, obiektami monumentalnymi, wieloprzestrzennymi i sakralnymi. Myśląc o wybitnych dziełach realizowanych z betonu przywołujemy mosty Roberta Maillarta, biurowce Franka Lloyda Wrighta, hale sportowe i wieżowiec Pierre Luigi Nerviego. Eksponowane żelbetowe konstrukcje potrzebne były dla realizacji przekryć wielkich hal, bicia rekordów długości przęseł oraz dla tworzenia niepowtarzalnych w nastroju wnętrz sakralnych. Mieszkalnictwo kojarzone jest z betonem rzadziej, a jeśli już, to głównie przez pryzmat wolumenu zapotrzebowania na powszechnie stosowane, niewyróżniające się techniczną charakterystyką gatunki tworzywa.

Budynki mieszkalne oparte są na ortogonalnych schematach. Nie wymagają ekspresyjnych form geometrycznych, którymi beton przemawia w innych typach budowli. Nie generują również finezyjnych rozwiązań strukturalnych, w których właściwości fizyczne betonu śrubowane są do granic możliwości. A jednak, właśnie w obszarze budownictwa mieszkaniowego znaleźć możemy ciekawe przykłady myślenia innowacyjnego, które dotyczą zarówno cech betonu jak i sposobów jego wykorzystania w architekturze.

1. Introduction

The success of concrete architecture is mainly related to the achievements of construction engineering, monumental, large-space and church buildings. Thinking about the outstanding works made of concrete, we refer to Robert Maillart's bridges, Frank Lloyd Wright's office buildings, the sports halls and the skyscraper by Pierre Luigi Nervi. Impressive reinforced concrete constructions were needed for large halls' ceilings, for breaking the length limits of bridge spans and for creating unique religious interiors. Housing is associated with concrete less often, and if so, mainly due to the very wide use and flexibility the technology of concrete is offering.

Residential buildings are based on orthogonal patterns. They do not require expressive geometric forms present in other types of concrete buildings. They also do not generate sophisticated structural solutions in which the physical properties of concrete are pushed to the limit. Nevertheless, in the field of housing we can find outstanding examples of innovative thinking that apply to both: the characteristics of concrete and the ways of its use in architecture.

2. Nowatorska myśl funkcjonalna i beton w architekturze mieszkaniowej wczesnego modernizmu

Najbardziej dobitnym manifestem nowoczesnej architektury, opublikowanym w latach dwudziestych ubiegłego stulecia, jest prawdopodobnie esej LeCorbusiera zatytułowany *Vers une architecture*. To w nim sformułował autor pięć zasad uznawanych za wyznacznik stylu modernistycznego. Co ciekawe, wszystkie z nich odnoszą się pośrednio lub bezpośrednio do zastosowania betonu, którego wynalezienie Le Corbusier stawiał na czele listy osiągnięć technologicznych nowej ery. Definiując w pierwszym punkcie eseju *pilotis*, uwalniające parter podpory nowej generacji, autor pisał że należy je wykonać ze zbrojonego betonu. Zachęcając do projektowania ogrodów dachowych nie poprzestawał na wskazaniu zalet użytkowych i korzyści wynikających z przeniesienia zieleni, którą odbieramy w poziomie posadowienia. Używając technicznych sformułowań podkreślał zalety płaskiego dachu żelbetowego, który dzięki odpowiedniej izolacji może zapewnić komfort użytkowy bez strat w kubaturze budynku. Również pozostałe trzy zasady dotyczące: wolnego rzutu, wolnej elewacji i pasmowych okien, choć dotyczą zagadnień funkcjonalno-przestrzennych, to wskazują szanse jakie dla ich realizacji stworzyło zastosowanie betonu.

LeCorbusier dążył do możliwie szerokiego propagowania wzorców autorskiej koncepcji architektonicznej. Starał się wykorzystać do tego celu najbardziej rozpowszechniony typ zabudowy. Jeden z rozdziałów eseju *Vers une architecture* zatytułował „Masowa produkcja domów mieszkalnych”. Zamiar realizował najpierw teoretycznie, a później również praktycznie przez budowę domów i osiedli opartych na wykorzystaniu technologii betonowej w formie wylewanej konstrukcji szkieletowej, tarcz ściennych o widocznym reliefie szalunku oraz drobnowymiarowych elementów prefabrykowanych masowo w warunkach przemysłowych.

Pierwsze pomysły dotyczące uprzemysłowionej produkcji mieszkaniowej LeCorbusier zapisał jeszcze przed wydaniem eseju. W 1914 roku, pod wpływem dramatycznych zniszczeń jakie I Wojna Światowa pozostawiła na terenie Flandrii, stworzył ideę prostych domów, budowanych pojedynczo i w zespołach, które nazwał Maison Dom-Ino. Towarzyszące tej koncepcji rysunki, przedstawiają szkieletowe obiekty dwukondygnacyjne, o swobodnym planie. Intencją było zachowanie możliwie dużej swobody aranżacji. Wizja technologiczna nie była dopracowana, jednak zawierała pomysły innowacyjne. LeCorbusier planował zastosowanie betonu jako materiału konstrukcyjnego dla słupów i stropów. Dążył do minimalizacji prac przygotowawczych. Proponował stosowanie dwuelementowych teowych szalunków dla słupów i standaryzowanych, modułarnych deskowań stropowych. Ściany działowe i osłonowe miały być wykonywane w fabryce, jako zintegrowane ramy zawierające szkielet konstrukcji wraz z osadzoną stolarką okienną i drzwiową. Zarysowana wizja odbiegała od standardów architektonicznych przełomu wieku i nie została wdrożona, głównie przez brak zainteresowania potencjalnych inwestorów.

2. Innovative functional thought and concrete in the residential architecture of early modernism

The most emphatic manifesto of modern architecture, published in the 1920s, is probably LeCorbusier's *Vers une architecture*. In this essay he formulated five principles considered as the determinant of the modernist style. Interestingly, all of them related directly or indirectly to the use of concrete, the invention of which Le Corbusier placed at the forefront of the technological advances of the new era. In the first paragraph of the essay the author wrote that *pilotis*, which liberate the ground floor for greenery, should be made of reinforced concrete. Encouraging the design of roof gardens, he did not stop at indicating the benefits of extra recreation zone in the building. With the use of technical wording, he emphasized the advantages of a flat reinforced concrete roof which, thanks to appropriate insulation, could provide comfort of use without losses in the building's volume. The other three rules concerning: free plan, free elevation and ribbon windows, although they concerned functional and spatial issues, indicated the opportunities that the use of concrete had created for buildings designed in the new style.

LeCorbusier sought to promote the statement of the author's architectural concept as widely as possible. He tried to use the most common typology of building for this purpose. One of the chapters of the *Vers une architecture* essay has been entitled "Mass production of residential homes". LeCorbusier first fulfilled the intention theoretically, and later also practically through the construction of houses and estates based on the use of concrete technology in the form of a cast skeleton, monolithic concrete structure, solid walls with exposed formwork relief and small-size prefabricated elements.

LeCorbusier wrote his first ideas about the industrialized housing production before the publication of the essay. In 1914, under the influence of the dramatic destruction, that the First World War had left in Flanders, he created the idea of simple houses built individually and as complexes, which he called Maison Dom-Ino. The drawings accompanying this concept showed skeletal two-story objects with a free plan. The intention was to preserve as much freedom of arrangement as possible. The technological vision was not refined, but it contained innovative ideas. LeCorbusier planned to use concrete as construction material for columns and ceilings. He sought to minimize the preparatory work. He proposed the use of two-element steel formwork for columns and standardized, modular formwork for ceilings. Partition walls were to be made at the factory as integrated slabs containing the framework together with embedded window and doors. The outlined vision deviated from the architectural standards of the time and was not implemented, mainly due to the lack of interest of potential investors.

Conditions for validating the theoretical assumptions arose thanks to the dialogue LeCorbusier established in the early twenties with the French businessman Henry Fruges. This sugar producer, industrialist, and at the same time an intellectual, found the architect himself, fascinated by his essays and drawings.¹ The exchange of

Warunki dla sprawdzenia założeń teoretycznych pojawiły się dzięki kontaktom jakie LeCorbusier nawiązał w początku lat dwudziestych z francuskim biznesmenem Henry Frugesem. Ten producent cukru, przemysłowiec i zarazem intelektualista, sam odszukał architekta, zafascynowany jego esejami i rysunkami¹. Wymiana myśli między inwestorem i projektantem była żywa, gdyż obaj wyznawali śmiało, wykraczające poza ramy epoki poglądy. Powstał pomysł wybudowania eksperymentalnego zespołu zabudowy mieszkaniowej w Pessac, na południowo-wschodnich przedmieściach Bordeaux. Miał być on przeznaczony dla pracowników pobliskich zakładów Fruges. Pomysł przestrzenny oparto na podbudowie biznesowej, którą zaczerpnięto z modnej wówczas teorii Fredericka Taylora. Chodziło o optymalizację wysiłku finansowego poprzez wprowadzenie do koncepcji projektu nowatorskich rozwiązań opartych na wiedzy i doświadczeniu inżynierskim. Znakomicie korespondowała ona z poglądami LeCorbusiera, który w niemal wszystkich warstwach koncepcji dążył do odrzucenia utartych schematów i wprowadzał rozwiązania korzystające z najnowszych odkryć.

Projekt obejmował początkowo sto trzydzieści budynków w czterech kwartałach. Wszystkie opierały się na zastosowaniu modułów 5x5 oraz 5x2,5 metra, które zestawiano w pionie i w poziomie. Dzięki modularności, na wspólnym schemacie oparto domy szeregowe, bliźniacze, wertykalne i łańcuchowe. Ideę rozwiązań technologicznych zaczerpnięto z Maison Dom-Ino. Konstrukcja szkieletowa została wykonana z żelbetu. Ściany wewnętrzne planowano produkować w zakładzie przemysłowym i dostarczać na budowę w formie zestawów z zamontowanymi otworami. W roli ścian osłonowych LeCorbusier widział prasowane maty ze słomy stabilizowanej cementem. Prowadzono nawet próby izolacyjności i wytrzymałości tego materiału. W trakcie realizacji duża część innowacji znikła z planu zadań. Szalunki wykonywano z desek, metodą tradycyjną, ściany działowe murowano z bloczków po zakończeniu prac stanu surowego. Nie zapewniono odpowiedniej izolacji termicznej osłon. Jedynymi przemysłowo produkowanymi według zaprojektowanych wzorów elementami wykończenia były okna, drzwi i balustrady.

Henry Fruges na wystawie otwierającej zespół w roku 1926 stwierdził, że Pessac powinno stać się *laboratorium* do testowania rozwiązań nowoczesnej architektury². I rzeczywiście, osiedle odwiedzi architekci z całego świata. Byli wśród nich Mies van der Rohe i Steen Elier Rasmussen. Ten ostatni zapisał, że głównym kryterium trwałości koncepcji LeCorbusiera będzie trafność decyzji programowych i akceptacja użytkowników. Jeśli by jej zabrakło, nawet najdoskonalsze rozwiązania architektoniczne nie zostaną zaakceptowane³.

Życie zweryfikowało założenia osiedla surowo. Już w rok po otwarciu, Henri Fruges żalił się LeCorbusierowi na błędy wykonawcze i funkcjonalne niedogodności projektu. Niedługo później mecenas

¹ Benton T., Hubert B.: *Fruges – un laboratoire pour monsieur X*, katalog wystawy o tej samej nazwie, Bordeaux 2016, s. 8

² ibidem, s. 40

³ Gans D. LeCorbusier, *The Le Corbusier Guide*, Princeton Architectural Press 2006, s. 132

ideas between the investor and the designer was blooming because they both believed in bold, ahead-of-time ideas. The intention was to build an experimental residential development complex in Pessac, in the southeastern suburbs of Bordeaux. It was meant for employees of nearby located Fruges plants. The spatial idea was based on economical doctrine taken from then fashionable theory of Frederick Taylor. The reasoning was to optimize the financial effort by introducing innovative solutions based on knowledge and engineering experience. It corresponded perfectly with the views of LeCorbusier, who in almost all aspects of the concept sought to reject traditional patterns and introduce solutions that benefited from the latest discoveries.

The project initially included one hundred and thirty buildings in four quarters. All of them were based on 5x5 and 5x2,5 meter modules, which were assembled horizontally and vertically. Thanks to modularity, serial, twin, vertical and chain houses were based on a common scheme. The idea of technology was taken from Maison Dom-Ino concept. The main structure was designed as reinforced concrete. The internal walls were planned to be produced in an industrial plant and then delivered to the site in sets with mounted openings. In the role of curtain walls LeCorbusier saw pressed straw mats stabilized with cement. Tests have even been performed on insulation and strength of this material. During the time of construction a lot of innovations disappeared from the plan. Formwork was made of wood without much prefabrication; partition walls were built of blocks after the completion of the raw state. Thermal insulation of the walls and ceilings was not effective. The only industrial elements manufactured according to the design were windows, doors and balustrades.

Henry Fruges at the opening exhibition of the estate in 1926 stated that Pessac should become a *laboratory* for testing solutions of modern architecture². And indeed, architects from around the world visited the estate. Among them were Mies van der Rohe and Steen Elier Rasmussen. The latter wrote that the main criterion for the sustainability of the LeCorbusier concept would be the accuracy of program decisions and user acceptance. If it would fail, even the most perfect architectural solutions would not be accepted³.

Life verified the assumption of the estate severely. Just a year after the opening, Henri Fruges complained to LeCorbusier about the errors and functional inconveniences of the project. Soon afterwards, the patron fell into financial troubles, left France, and without his support the estate deteriorated. Although Cité Frugès never fully complied with the idea of the project, and the residents changed building solutions in a way that deviated from the ideals of modernism, concrete was not the cause of dysfunction. On the contrary, pillar-plate skeletons survived in good condition to modern times, opening the possibility of revitalization, which is now taking place in Bordeaux. Open plans provided considerable flexibility of use, and the raw architectural forms preserved in the brightly painted reinforced concrete surfaces, proved to be aesthetically durable. Today, the estate has gained the rank of a place with a special value - one of the first laboratories of modernist housing development. Residents have started to return. Henry Fruges



Rys. 1. Dom wieżowy w osiedlu Cité Frugès, projekt LeCorbusier 1925 r.

Fig. 1. A tower house in the Cité Frugès estate, designed by LeCorbusier in 1925

popadł w kłopoty finansowe, opuścił Francję, a bez jego wsparcia osiedle ulegało degradacji. Chociaż Cité Frugès nigdy nie osiągnęło pełnej zgodności z ideą projektu, a mieszkańcy zmieniali rozwiązania w sposób odbiegający od ideałów modernizmu, to nie beton był przyczyną dysfunkcji. Przeciwnie, słupowo-płytowe szkielety przetrwały w dobrym stanie do czasów współczesnych, otwierając możliwość rewitalizacji, która dokonuje się obecnie w Bordeaux. Otwarte plany zapewniły znaczną elastyczność użytkowania, a surowe formy utrwalone w pomalowanym na ostre kolory żelbecie okazały się estetycznie trwałe. Dziś osiedle zyskało rangę miejsca o szczególnej wartości – jednego z pierwszych laboratoriów modernistycznej zabudowy mieszkaniowej. Powracają do niego mieszkańcy. Henry Fruges trafnie przewidział szanse jakie otworzyło nowe myślenie o architekturze mieszkaniowej z betonu. Pomylił się jedynie w sprawie czasu jakiego wymagało zaakceptowanie innowacji przez użytkowników.

Próby wykorzystania nowej technologii do budowania mieszkań mnożyły się w okresie międzywojennym. Szczególne zainteresowanie wykazywali nią twórcy dużych założeń o charakterze społecznym takich jak osiedla Frankfurtu, Wiednia, Dessau. Nietypowe dla dziewiętnastowiecznych miast rozwiązania materiałowe musiały być w pierwszej fazie wypróbowane i przedstawione szerokiej publiczności. Działo się to w trakcie wykładów, sympozjów, a także wystaw budownictwa.

aptly predicted the opportunities that were opened up with new thinking about concrete architecture. He was only mistaken about the time it took for users to accept the innovation.

New trend has been started and new implementation attempts arose in the interwar period. Special opportunity for experimentation appeared along with the idea of social housing programs established among others in Frankfurt, Vienna and Dessau. Innovative technical solutions had to be tried and presented to the general public first. It happened during lectures, symposia and building exhibitions.

In 1927 in Stuttgart, the German association Werkbund organized the first exhibition of housing typology. Seventeen European architects were invited to participate, and the coordination of the project was entrusted to Mies van der Rohe⁴. As the location, a beautifully situated urban quarter with an area of about 2 ha was selected. 33 houses were

designed and built, most of which have survived to the present day and function as intended. The motto of Weissenhof was the question “How to live?” included in the posters of the exhibition. Architects responded to the idea by looking for new solutions in the field of housing functions, spatial forms, layouts of multi-family buildings. They also tried to check new technological possibilities. The premise of the exhibition was to try out as many material solutions as possible. Steel was used for the construction of the load-bearing structure (among others in the multi-family building



Rys. 2. Dom bliźniaczy w osiedlu Weissenhof, projekt LeCorbusier 1927 r.

Fig. 2. Semi-detached house in the Weissenhof estate, designed by LeCorbusier in 1927

W 1927 roku w Stuttgarcie niemiecki związek twórczy Werkbund zorganizował pierwszą wystawę budownictwa mieszkaniowego. Do udziału zaproszono siedemnastu europejskich architektów, a koordynację projektu powierzono Miesowi van der Rohe⁴. Jako lokalizację wybrano pięknie położony kwartał miejski o powierzchni ok 2 ha. Zaprojektowano i wybudowano 33 domy, których większość przetrwała do dziś i funkcjonuje zgodnie z przeznaczeniem. Hasłem przewodnim Weissenhof było pytanie „Jak mieszkać?” zawarte w plakatach wystawy. Architekci odpowiadali na nie poszukując nowych rozwiązań w zakresie funkcji mieszkania, układu przestrzennego budynku wielorodzinnego i formy osiedla. Starali się również sprawdzać nowe możliwości technologiczne. Założeniem wystawy było wypróbowanie możliwie wielu rozwiązań materiałowych. Do budowy ustroju nośnego wykorzystywano stal (m.in. w budynku wielorodzinnym Miesa van der Rohe, domach jednorodzinnych W. Gropiusa i B. Tauta), drewno (m. in. w domu H. Poelziga) w niewielkim stopniu konstrukcje murowe. Jednak najbardziej rozpowszechnionym materiałem konstrukcyjnym był w Weissenhof żelbet. Jednym z haseł przewodnich wystawy było stosowanie płaskich dachów, które wykonywano głównie w formie płyt żelbetowych. Większość obiektów posadowiono na nowoczesnym ustroju betonowych płyt fundamentowych. Pełny monolityczny szkielet zastosowano w obu domach projektu LeCorbusiera, przy czym w budynku bliźniaczym uzupełniono go słupami z profili walcowanych. W wielu obiektach wykorzystywano prefabrykowane elementy betonowe – pustaki i dyle ściennie, które pomogły przeprowadzić budowę w napiętym reżimie harmonogramowym.

Do najciekawszych eksperymentów, które prowadzono w Stuttgarcie wykorzystując beton, należą mało widoczne rozwiązania wewnętrzne ścian osłonowych. Pod koniec lat dwudziestych architekci mieli już za sobą nieudane próby stosowania pełnych, żelbetowych ścian zewnętrznych. Problemy z przemarzaniem, zawilgoceniem i zagrzybieniem dawały się we znaki w domach osiedla Pessac i w ekskluzywnych modernistycznych willach. Trwały poszukiwania materiału lepiej radzącego sobie w zetknięciu z niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi, dobrze izolującego i zarazem lekkiego. Testowano pustaki betonowe z zamkniętymi wewnętrznymi otworami. Zapewniały one dobrą wytrzymałość i były łatwe do murowania. Niestety parametry izolacyjne pozostawiały wiele do życzenia. Lepsze rezultaty dawały domieszki organiczne do betonu takie jak torf. W wielu domach zrezygnowano ze ścian zewnętrznych murowanych i zastąpiono je lekkimi, prefabrykowanymi panelami z korka, prasowanego torfu i innych materiałów organicznych.⁵ W Weissenhof znajdziemy również przykład będący prototypem współczesnych, efektywnych i trwałych ścian osłonowych. Domy szeregowo Jakuba Jana Ouda, znajdujące się w południowej części zespołu, są modelowym przykładem racjonalnego wykorzystania przestrzeni mieszkalnej, który współgra z tradycją architektury holenderskiej. Mimo stosunkowo wąskiego traktu wynoszącego 5,4 m, na dwóch kondygnacjach udało się zorganizować w pełni funkcjonalne, strefowane mieszkanie rodzinne. Budynki wzniesiono w konstrukcji żelbetowej monolitycznej,

⁴ Tulkowska-Słyk K., *Nowoczesne mieszkanie*, Warszawa 2019, s.109

⁵ ibidem s.128

by Mies van der Rohe, single-family houses by W. Gropius and B. Taut), in several houses wood was also present (including in the house of H. Poelzig). However, the most widespread construction material in Weissenhof was the reinforced concrete. One of the main slogans of the exhibition was the use of flat roofs, which were mainly realized as reinforced concrete slabs. Most of the buildings were founded on a modern system of slabs. The full monolithic skeleton was used in both houses designed by LeCorbusier. In the semidetached building it was supplemented with steel profile poles. Prefabricated concrete elements were used in many objects - hollow bricks and wall prefabricates of different sizes helped to carry out the construction in a tense scheduling regime.

The most interesting experiments using concrete, which were carried out in Stuttgart, included barely visible internal solutions of curtain walls. In the late 1920s, the architects had already failed in their attempts to use solid reinforced concrete for external walls. Problems with freezing, dampness and fungibility were present in the homes of the Pessac estate and also in exclusive modernist villas. They stimulated intensive search for a material that would cope better with unfavorable weather conditions, would be well insulating and also light. Concrete blocks with closed inner holes were tested. They provided good durability and were easy to lay as bricks. Unfortunately, the insulation parameters left much to be desired. Better results have been achieved with organic admixtures to concrete such as peat. In many houses, external stone walls were rejected and replaced with light materials: prefabricated panels made of cork, pressed peat and other organic materials⁵. In Weissenhof, one could also find an example of a prototypical modern, effective and durable curtain wall. The terraced houses of Jakub Jan Oud located in the southern part of the complex constituted a model of the rational use of living space, which harmonized with the traditions of Dutch architecture. Despite the relatively narrow span of 5.4 m, a fully functional, zoned family apartment was organized on two floors. The buildings were erected in a monolithic reinforced concrete structure, partly made of brick. External walls were made using a new solution which provided good performance parameters, while being light, durable and relatively quick to build – light concrete blocks. There is no information about the technology of producing blocks with air pores used by Oud. During this period, steam-pressure technology was known (E. Hoffmann, pat. 1889) and metal powders were used for foaming (J.W. Aylsworth and F.A. Dyer, 1914). Light concrete blocks proved to be an excellent solution. Despite the problems with the dampness of buildings after a fast-moving construction, external walls ensured good insulation since the very beginning of use. They also survived the test of time. To this day, they have fulfilled their task while maintaining durability and physical parameters.

3. Rationality and avant-garde. Housing of post-war years

The Second World War interrupted the development of housing concepts, however, in the post-war period, the interest in this area increased substantially. The housing resources of cities had been

częściowo murowanej. Ściany zewnętrzne wykonano korzystając z nowego rozwiązania zapewniającego dobre parametry użytkowe, a jednocześnie lekkiego, trwałego i stosunkowo szybkiego w realizacji. Były to konstrukcje z pustaków lekkiego betonu. Nie zachowały się informacje na temat technologii produkcji bloczków z porami powietrza zastosowanych przez Ouda. W tym okresie znane były technologie parowo-ciśnieniowa (E. Hoffmann pat. 1889r.) oraz wykorzystująca do spieniania proszki metaliczne (J.W. Aylsworth i F.A. Dyer pat. 1914r.). Bloczki lekkiego betonu okazały się znakomitym rozwiązaniem. Mimo kłopotów z zawilgoceniem budynków po szybko prowadzonej budowie ściany zewnętrzne od początku użytkowania zapewniały dobrą izolację. Przetwały także próbę czasu. Do dziś spełniają swoje zadanie zachowując trwałość i parametry fizyczne.

3. Racjonalność i awangarda. Mieszkalnictwo lat powojennych

Druga wojna światowa zahamowała rozwój koncepcji mieszkaniowych, jednak w okresie powojennym zainteresowanie tym problemem silnie wzrosło. Zasoby mieszkaniowe miast uległy zniszczeniu. Rozwój technologiczny i przemysłowy stymulował migrację w kierunku dużych ośrodków. Społeczności odzyskiwały poczucie stabilności i bezpieczeństwa co w konsekwencji przyniosło bum demograficzny i nieprzeciętny wzrost zapotrzebowania na nowe mieszkania. Architekci byli przygotowani do podjęcia wyzwania. Mieli za sobą cykl kongresów CIAM, doświadczenia realizacyjne, promocję nowatorskich rozwiązań na wystawach budownictwa. Swoje zainteresowania kierowali teraz na upowszechnienie zdobyczy intelektualnych poprzez budowę dużych osiedli oraz na doskonalenie rozwiązań, również w warstwie technologicznej.

Już we wczesnym modernizmie architekci zdawali sobie sprawę, że masowe budownictwo mieszkaniowe będzie wymagało zastosowania przemysłowych metod produkcji. Kojarzyli je jednak początkowo z modularyzacją drobnych elementów i z mechanizacją montażu. W latach sześćdziesiątych koncepcja prefabrykacji nabrała rozmachu. Przemysłowo wytwarzanym modulem miało być teraz całe mieszkanie. Ideę trójwymiarowej, wielkoskalowej prefabrykacji zastosowano w praktyce w 1967 roku w Montrealu. Jako wkład do wystawy światowej, Moshe Safdie zaprojektował zespół zabudowy oparty na idei, którą sześć lat wcześniej przedstawił na uniwersytecie McGill jako swoją pracę dyplomową. Miał on być kompromisem między korzyściami wynikającymi z mieszkania w domku na przedmieściu i w miejskim, centralnie położonym obiekcie. Projekt, który wszedł do historii architektury jako Habitat 67 powstał przez złożenie 354 identycznych modułów przestrzennych.

destroyed. Technological and industrial development stimulated migration towards large centers. Communities regained a sense of stability and security, which in turn resulted in a demographic boom and overabundant demand for new apartments. Architects were prepared to take up the challenge. They had participated in a series of CIAM congresses, realization experiences and promotion of innovative solutions at construction exhibitions. They were now interested in dissemination of intellectual achievements through the construction of large estates and in the improvement of techniques, also in the technological sense.

In the early modernism, the architects realized that mass residential construction would require the use of industrial production methods. However, they initially associated them with the modularization of small elements and assembly mechanization. In the sixties, the prefabrication concept gained momentum. The entire apartment was to be an industrially manufactured module. The realization of the idea of three-dimensional large-scale prefabrication took place in 1967 in Montreal. As a contribution to the world exhibition, Moshe Safdie designed a building complex based on the concept he presented at the McGill University six years earlier as his diploma thesis. It was supposed to be a compromise between the benefits of living in a house in the suburbs and in a city center. The design entered the history of architecture as Habitat 67. It was based on 354 identical spatial modules. Each of the components was made of reinforced concrete in industrial conditions, transported to the construction site and assembled, limiting the scope of wet processes on site. The Habitat architecture evokes the impression of a gap between the typification of the constituent elements and the pursuit of an organic, strongly differentiated form. The achievement of the latter, required compromises and partially weakened the strength of the message. However, the Montreal project accelerated the development of prefabricated housing,



Rys. 3. Domy tarasowe w osiedlu Weissenhof, projekt J. J. Oud 1927 r.

Fig. 3. Terrace houses in the Weissenhof estate, designed by J. J. Oud, 1927

Każdy z elementów składowych wykonano z żelbetu w warunkach przemysłowych, przetransportowano na miejsce budowy i zmontowano ograniczając zakres robót mokrych. Architektura Habitatu tworzy wrażenie rozdźwięku między typizacją elementów składowych i dążeniem ku organicznej, silnie zróżnicowanej formie. Osiągnięcie tej ostatniej wymagało kompromisów realizacyjnych i częściowo osłabiło jednoznaczność przekazu. Niewątpliwie jednak montrealski projekt przyspieszył rozwój prefabrykowanego budownictwa mieszkaniowego, również tego o najuboższej monotonnej formie, wykorzystywanego powszechnie w Polsce i krajach Europy wschodniej.

Beton zaczął być kojarzony z progresywną architekturą mieszkaniową już w latach trzydziestych, po wojnie zyskując znaczenie ikony stylu. Nawet projekty o czysto ideowym charakterze, takie jak koncepcje metabolistów czy grupy Superstudio, wyrażano w szkicach sugerujących materializację w kamieniu nowej architektury. Wielorodzinny, zintegrowany blok mieszkalny stanowiący tworzywo do realizacji osiedla pozbawionego barier, zanurzonego w zieleni, rodził się w wyobraźni LeCorbusiera w połowie lat dwudziestych. Posłużył wtedy do stworzenia prowokacyjnej wizji przebudowy centrum Paryża znanej pod nazwą Plan Voisin. Pół miliona mieszkańców zamieszkać miało w osiemnastu wieżowcach zrealizowanych z żelbetu w ortogonalnej sieci zorientowanej do kierunków geograficznych.

Próba wdrożenia koncepcji osiedla złożonego z bloków dokonała się już po wojnie, jako propozycja dla modelu odbudowy po zniszczeniach miasta Saint-Dié. Myśl nie została zaakceptowana w stopniu umożliwiającym realizację, a blok mieszkalny powstał blisko dekadę później, nie w osiedlu lecz jako samodzielny obiekt. Słynna jednostka marsylska, wybudowana przez LeCorbusiera w roku 1952 była jednym z pierwszych monumentów mieszkaniowych wielkiej skali eksponujących cechy materiału betonowego. W liście do ministra Claudiusa Petit, autor opisywał elewację z surowego żelbetu jako porównywalną, lub nawet lepszą od ściany kamiennej. Podkreślał wartość negatywnego odbicia szalunku. Beton stał się w jednostce tworzywem przenoszącym treść znaczeniową. To w nim odcisnięto diagram modułora, stanowiący rekurencyjny wzornik nowej architektury. W nim również ukształtowano powierzchnie do bezpośredniego kontaktu z użytkownikiem – ściany wewnętrzne, portale, loggie, balustrady i wiele innych. Plastyczność betonu pozwoliła zrealizować niecodzienny pomysł mierzenia skalą Fibonacciego. Podział na moduły, bloki, cegły, stanowiący tradycyjny język architektury, kłócił się z koncepcją odnoszenia kolejnych wymiarów do sąsiadujących wielkości. Dzięki swobodzie kształtowania szalunków, rekurencyjne wymiary mogły być zgodnie z zaleceniem autora przeniesione ze stelli ustawionej na parterze – wprost na rusztowanie. W jednostce marsylskiej eksperymentowano z formami i wykończeniem powierzchni betonowych. Na tarasie dachowym ustawiono kubatury użytkowe i techniczne, które uformowano z brył opisanych powierzchniami prostokreślnymi. Sposób wyznaczenia form geometrycznych, układ desek w szalunku i ostateczny ornament powierzchni stanowiąły spójny ciąg technologiczny. Użytkownik może dziś łatwo

including the poorest monotonous form widely used in Poland and Eastern Europe.

Concrete began to be associated with progressive residential architecture as early as in the 1930s. After the war it gained the importance of a style icon. Even projects of a purely ideological nature, such as the concepts of metabolists or the Superstudio group, were expressed in sketches suggesting they would be materialized with "artificial stone". A multi-family, integrated block of flats, which constituted the means for implementation of a barrier-free housing immersed in greenery, was born in LeCorbusier's imagination in the mid-1920s. It then served to create a provocative vision of the reconstruction of the center of Paris known as *Plan Voisin*. Half a million inhabitants were to live in eighteen high-rise buildings made of reinforced concrete in an orthogonal matrix oriented to geographical directions.

The attempt to implement the concept of a housing block complex was made after the war as a proposal for a reconstruction model after the destruction of Saint-Dié. The idea was not accepted to the extent of enabling realization, and the block of flats was created almost a decade later, not in the estate but as an independent object. The famous Marseilles unit, built by LeCorbusier in 1952 was one of the first monuments of large-scale housing exhibiting the characteristics of concrete material. In a letter to Minister Claudius Petit, the author described the facade of raw reinforced concrete as comparable or even better than a stone wall. He emphasized the value of the negative reflection of the formwork. Concrete has become a substance transferring the meaning content in the unit. It is the concrete relief that the *modulor* diagram has been imprinted in, setting a recursive pattern for the new architecture. The same material served to finish surfaces dedicated for direct contact with the user - internal walls, portals, loggias, balustrades and many others. Plasticity of the concrete allowed the implementation of an unusual idea of Fibonacci scale measurement. The division into modules, blocks, bricks, which is a traditional language of architecture, was in conflict with the concept of referring subsequent dimensions to neighboring sizes. Thanks to the freedom of shaping the formwork, the recursive dimensions could be, according to the author's recommendation, moved from the *modulor stela* set on the ground floor - directly onto the scaffolding. In the Marseilles unit forms and finishing of concrete surfaces were experimented with. Functional and technical enclosures, which were formed as solids circumscribed with ruled surfaces, were set up on the roof terrace. The method of determining geometrical forms, arrangement of boards in formwork and the final surface ornament constituted a coherent technological sequence. The user could now easily read how organic forms had been created. Thanks to the favorable position in the Mediterranean climate zone, concrete details gained additional value. Warmed by the sun during the day, they gave off the heat in the evening and provided thermal comfort. In strong direct natural light, a special aesthetic value was also gained, though difficult to repeat in the north of Europe.

In the southern climate, concrete housing units worked best. The sculpting of the outer walls made it easier to protect rooms against

odczytać jak powstały organiczne formy, które wzbogacają surową architekturę jednostki.

Dzięki korzystnemu położeniu w strefie klimatu śródziemnomorskiego detale betonowe zyskują dodatkowe wartości. Nagrzane przez słońce w ciągu dnia oddają ciepło wieczorem i zapewniają komfort termiczny. W silnym bezpośrednim oświetleniu naturalnym zyskują również szczególny walor estetyczny – trudny do powtórzenia na północy Europy.

W południowym klimacie betonowe jednostki mieszkaniowe sprawdziły się najlepiej. Rozrzeźbienie zewnętrznych ścian ułatwia ochronę przed słońcem. Wolny parter uniesiony na pilotis zapewnia chłód w upalne dni. Wychodząc z założeń zbieżnych z myślą zawartą w *Ville radieuse* LeCorbusiera, w końcu lat sześćdziesiątych Lucio Costa zaproponował plan nowej stolicy Brazylii. Zespół zrealizowany z ogromnym rozmachem w kolejnych dekadach zwraca uwagę głównie przez wyjątkową jakość estetyczną gmachów tworzących oś monumentalną. Prostopadle do niej, wzdłuż łukowej alei rezydencjonalnej, Costa zaprojektował zespół mieszkaniowy złożony z jednostek nazywanych Superquadra. Zgodnie z założeniem, mają one zapewniać pełną obsługę infrastrukturalną, komercyjną i społeczną. Projektowane przez różnych autorów kwartały ujednociono pod względem założeń przestrzennych i cech architektonicznych. Szkieletowa konstrukcja żelbetowa unosiła pięciokondygnacyjny korpus mieszkalny nad uwolnionym parterem. Cienkościenne kasety żelbetowe tworzyły ciągi loggii ocieniających południowe elewacje. Rzuty zapewniały swobodę aranżacji, a pasmowe okna otwierały szeroki widok na otaczającą zieleni.

Jednostka uformowała wyobrażenia modernistów o modelowym budynku mieszkalnym. Były one tak silne, że wzór powtarzano niezależnie od lokalizacji. W 1957 roku, współcześnie z powstawaniem Brasillii, Oscar Niemeyer wzniósł w berlińskiej dzielnicy Tiergarten ośmiokondygnacyjny blok mieszkalny. Realizacja wiązała się z wystawą budownictwa i sąsiadowała z podobnymi obiektami projektowanymi przez architektów europejskich. Mieszczący 78 apartamentów budynek zaprojektowano wzdłuż osi północ-południe zapewniając równomierne oświetlenie długich na 72 metry fasad. Zgodnie z zasadami parter uniesiono, choć pilotis mają tu szczególną, charakterystyczną dla Niemejera, widlastą formę. Piąta kondygnacja została uwypuklona w elewacji. Mieści ona wspólne pomieszczenia o charakterze społecznym, które autor uzasadniał nawiązaniem do brazylijskiej tradycji. Wszystkie powierzchnie w strefie publicznej, korytarze, lica loggii i inne ściany pozostawiono jako surowe odciski szalunku. Starannie pielęgnowany beton pozwolił jednostce Niemejera przetrwać w dobrej kondycji do czasów współczesnych. Całe osiedle, a wraz z nim blok przy Altonaer Straße 4-14 przeżywają dziś renesans. Odnowiono zewnątrz i wewnątrz wspólne. Modernistyczny budynek przyciąga zwolenników czystego funkcjonalizmu z nutką południowego szaleństwa – wśród nich artystów, architektów i innych miłośników surowego betonu.

the sun. The free ground floor raised on the *pilotis* provided chill on hot days. Starting from the assumptions that coincided with the idea of LeCorbusier's *Ville Radieuse*, at the end of the sixties, Lucio Costa proposed a plan for the new capital of Brazil. Urban complex established with great impetus in the following decades draws attention mainly through the unique aesthetic quality of the buildings forming the monumental axis. Perpendicular to it, along the arched residential avenue, Costa designed a residential complex consisting of units called Superquadra. According to the assumption, they were to provide full infrastructural, commercial and social service. Quarters designed by various authors have been unified in terms of spatial assumptions and architectural features. The skeletal reinforced concrete structure lifted a five-storey residential body over the free ground floor. Thin-walled reinforced concrete cassettes formed a series of loggias shading the southern facades. Open plans ensured freedom of arrangement, and the ribbon windows opened a wide view of the surrounding greenery.

The unit embodied the modernist imaginations of a residential building model. It was so strong that the pattern was repeated regardless of the location. In 1957, along with the rise of Brasilia, Oscar Niemeyer erected an eight-storey block of flats in Berlin's Tiergarten district. The idea was related to the building exhibition and was surrounded with similar objects designed by European architects. The 78 building apartments were designed along the north-south axis, ensuring uniform lighting of 72-meter long facades. According to the modern rules, the ground floor was lifted up, although the pilotis had a special form underlining the Niemejer distinctive style. The fifth floor was emphasized in the façade. It housed common rooms of a social character, which the author justified by referencing to the Brazilian tradition. All surfaces in the public area, corridors, loggia faces and other walls were left as raw formwork reflections. Carefully nurtured concrete allowed the Niemeyer unit to survive in good condition to modern times. The whole estate, and with it the block at Altonaer Straße 4-14, is experiencing a renaissance today. Outdoor spaces and interiors have been renovated. The modernist building attracts followers of pure functionalism with a hint of southern madness - among them artists, architects and other lovers of raw concrete.

4. Contemporary housing trends. Structural, insulation and finishing concrete

Civilization changes in the modern world apply to all fields of human existence. It is difficult to assess the role of concrete in the newest residential buildings without taking into account the reappraisals that took place in the living environment and in the mentality of ourselves as a result of wider computerization, digitization of the media and global communication. Alvin Toffler predicted that the citizen of the third wave society would occupy a much more active position in all economic and social processes that affect him⁶. We see today that he aptly assessed the direction of change. *Prosumers* of modern residential architecture expect to be able to influence the layout of the flat before it is being built. They seek a variety of aesthetic and functional solutions. Sometimes, they



Rys. 4. Jednostka mieszkalna Interbau w dzielnicy Tiergarten w Berlinie, projekt O. Niemeyer 1957 r.

Fig. 4. Interbau residential unit in the Tiergarten district in Berlin, designed by Father Niemeyer in 1957

4. Współczesne tendencje mieszkaniowe. Beton konstrukcyjny, izolacyjny, wykończeniowy

Zmiany cywilizacyjne we współczesnym świecie obejmują wszystkie pola ludzkiej egzystencji. Trudno ocenić rolę betonu w najnowszych obiektach mieszkalnych bez uwzględnienia przewartościowań jakie dokonały się w środowisku życia i w mentalności nas samych, jako skutek powszechniej komputeryzacji, cyfryzacji mediów i komunikacji globalnej. Alvin Toffler przewidywał, że obywatel społeczeństwa trzeciej fali będzie zajmował znacznie aktywne stanowisko we wszystkich procesach gospodarczych i społecznych, które go dotyczą⁶. Widzimy dziś, że trafnie ocenił kierunek zmian. Prosumenci współczesnej architektury mieszkaniowej oczekują zapewnienia możliwości wpływu na układ mieszkania przed jego wybudowaniem. Poszukują różnorodnych rozwiązań estetycznych i funkcjonalnych. Niekiedy dążą aktywnego zarządzania strukturą budynku/osiedla w formie wspólnotowego modelu użytkowania.

Przez wzrost świadomości środowiskowej, oraz dzięki coraz doskonalszym modelom symulacji, społeczeństwo poszukuje dziś również rozwiązań sprawdzonych pod względem wpływu na zdrowie oraz bezpiecznych w kontekście przyszłego użytkowania. Stanowisko takie kojarzone jest powszechnie z ideą zrównoważonego rozwoju. Wojciech Gasparski nazywa je ogólniej - podejściem projektowym⁷. Píše, że każde działanie projektowe musi zakładać korzystną zmianę, również w długim okresie analizy, czyli ingerencję która nie narusza podstaw egzystencji przyszłych pokoleń.

⁶ Toffler A., *Third Wave*, Bantam Books, New York 1980

⁷ Gasparski W., *Spółeczeństwo projektujące i inne zagadnienia z dziedziny projektowania*, w: *Model informacji Inżynierskich BIM*, praca zbiorowa pod red. J. Styka, Warszawa 2015

strive to actively manage the structure of a building / housing estate in the form of a participatory model.

By increasing environmental awareness and, thanks to increasingly better simulation models, the society is also looking for solutions that are tested in terms of health impact and safe in the context of future use. This position is commonly associated with the idea of sustainable development. Wojciech Gasparski calls it more generally - *a project approach*⁷. He writes that every project activity must assume a relevant change, also in the long-term analysis, that is an interference which does not violate the basis for the existence of future generations.

Both mentioned trends correspond well with the use of concrete technologies in housing. The modernist model of the open plan provides great flexibility of arrangement. Housing complexes of

a high standard are mainly founded on that idea, because expected user interference is large. In low-budget housing estates, including social ones, the most important thing is the relation of quality and durability to the price. Prefabrication systems that have achieved significant diversity and susceptibility to change have proved to be irreplaceable here. Understanding prefabrication as industrialization of processes and including digital construction management, we are very close to the idea of a *machine for living* created by LeCorbusier in the interwar period, deprived of technological development opportunities in its time.

Contemporary residential projects are characterized by the desire to maximize the individualization of spatial solutions, while taking advantage of the industrialization of building production processes. Starting from the era of typification, which has burdened the built environment with monocultural residential structures, we are aware that today prefabrication must be redefined. Architecture follows the trend of mass customization, which sets the direction for the development of industrial design. This means ensuring the greatest possible freedom of individual choices, while using production processes that guarantee high quality and repeatability of the effect.

A good example of such thinking is Parkrand - a building designed by MVRDV in 2006. It was founded in Geuzenveld, a green district of Amsterdam, and is adjacent to a large park area. The authors' intention was to concentrate as many apartments as possible on a small area. They were to use all the advantages of the natural neighborhood, and at the same time created a unique spatial environment with which residents could identify. Five eleven-story towers were connected at the base and in the last two floors. On the ground floor, a common courtyard was organized, constituting

Obie wymienione tendencje dobrze korespondują z wykorzystywaniem technologii betonowych w mieszkalnictwie. Modernistyczny model uwolnionego planu zapewnia dużą elastyczność aranżacji. Czerpią z niej przede wszystkim zespoły mieszkaniowe wyższego standardu, gdzie stopień możliwej ingerencji użytkownika jest duży. W osiedlach niskobudżetowych, w tym społecznych, liczy się przede wszystkim relacja jakości i trwałości do ceny. Tu niezastąpione okazują się systemy prefabrykacji, które dziś osiągnęły znaczną różnorodność i podatność na zmiany. Rozumiejąc prefabrykację jako uprzemysłowienie procesów i włączając w ich zakres cyfrowe zarządzanie budową, bliscy jesteśmy idei maszyny do mieszkania stworzonej przez LeCorbusiera w okresie międzywojennym, pozbawionej na tym etapie szans technologicznego urzeczywistnienia.

Współczesne realizacje mieszkaniowe cechują się dążeniem do maksymalnej indywidualizacji rozwiązań przestrzennych, korzystając jednocześnie z uprzemysłowienia procesów produkcji budowlanej. Wychodząc z ery typizacji, która obciążała środowisko zbudowane znacznymi zasobami monokulturowych struktur mieszkalnych jesteśmy świadomi, że dziś prefabrykacja musi być na nowo zdefiniowana. Architektura podąża za trendem masowej indywidualizacji (mass customizing), który wyznacza kierunek rozwoju designu przemysłowego. Oznacza to zapewnienie możliwie dużej swobody indywidualnych wyborów, przy jednoczesnym korzystaniu z procesów produkcji gwarantujących wysoką jakość i powtarzalność efektu.

Dobrym przykładem takiego myślenia jest Parkrand - budynek zaprojektowany przez firmę MVRDV w roku 2006. Powstał on w Geuzenveld, zielonej dzielnicy Amsterdamu i sąsiaduje z dużym obszarem parkowym. Dążeniem autorów było skoncentrowanie na niewielkim obszarze możliwie znacznej liczby apartamentów. Miały one wszystkie korzystać z walorów naturalnego sąsiedztwa, a jednocześnie tworzyć unikatowe środowisko przestrzenne, z którym mogliby identyfikować się mieszkańcy. Pięć jedenastokondygnacyjnych wież połączono u podstawy i w ostatnich dwóch kondygnacjach. Na dachu parteru zorganizowano wspólny dziedziniec, stanowiący widokowy taras do parku, zagospodarowany według projektu Richarda Huttena jako przeskalowane „pokoje”⁸. Rozwiązania techniczne podążają za ideą projektu, łącząc wiele technik dla uzyskania spójnego, indywidualnego wyrazu architektonicznego. Konstrukcja oparta jest na monolitycznym szkielecie żelbetowym. Ostatnie dwie kondygnacje, tworzące „mosty” o ponad trzydziestometrowej rozpiętości wykonano w technologii stalowego rusztu z płytami żelbetowymi, odciążając masę własną przęsła. Nie widać tego na pierwszy rzut oka, ponieważ całą zewnętrzną fasadę budynku tworzą warstwowe prefabrykowane ściany osłono-we. Ich wykończeniem jest surowy beton o głęboko fakturowanej powierzchni. Również wiele innych struktur budowlanych typowych dla mieszkaniówki wykonano w Parkrand korzystając z elementów prefabrykowanych. Są nimi cienkie płyty balkonowe osadzone na łącznikach termoizolacyjnych, biegi i podesty klatek schodowych, detale architektoniczne zdobiące dziedzińce. Dzięki wysokiej

⁸ Tulkowska-Słyk K., o.c. s. 241

a scenic terrace to the park, developed according to the design of Richard Hutten as scaled “rooms”⁸. Technical solutions followed the idea of the project, combining many techniques to achieve a coherent, individual architectural expression. The construction was based on a monolithic reinforced concrete framework. The last two floors, forming “bridges” with a span of over thirty meters, were made in the technology of a steel lattice with reinforced concrete slabs, relieving the own mass of the span. You could not see it at first glance, because the entire outer facade of the building was covered by prefabricated slab walls. They were finished with raw concrete with a deeply textured surface. Many other building elements were also constructed in Parkrand using prefabricated elements, such as thin balcony slabs fixed on thermal insulation connectors, stairs and platforms, architectural details decorating the courtyards. Thanks to the high quality finish, possible to obtain in industrial conditions, they were left in a raw form, underlining differences in textures and colors.

Mecanoo in many of its projects uses prefabricated solutions based on concrete sandwich panels. Interestingly, it equips them with details that are diverse in terms of colour and texture. Referring to the ceramic traditions of the Dutch facades, the architects have designed a social housing complex in Amsterdam. Noordstrook Block A consists of 170 low-budget apartments, a community center and commercial spaces on the ground floor. The facade of the building is divided into sections, each one consisting of two floors. The surface is covered with tiles recalling characteristic brick formats. They form diverse patterns that do not imitate but rather suggest bonding threads. The industrial character of the facade is not concealed. Connections between the sections and spaces between ceramic elements reveal a concrete slab that is the base of the prefabricated slab.

Concrete technology turns out to be perfect in contact with the latest housing typology, which is represented by the cohousing facilities in European cities. In the Berlin complex at Ritterstrasse 50, the exposed reinforced concrete skeleton builds up a base for the arrangement process, which is continuously run by the community. The elements of the landscaping and the finishing of the common spaces were also carried out with the use of raw concrete, which functions as an objective background. Technological, minimalist architecture is not the final state of the building. It gives an opportunity for permanent and temporary interpretations that depend on decisions made jointly by the residents.

The Kalkbreite housing complex based on the design by Müller Sigrist Architekten in Zurich strongly exposes the characteristic features of the new functional model, taking advantage of the structural freedom offered by the modern solutions based on the use of concrete. The location decision created the first difficulty which required technical means to be overcome. The deficit of apartments and vacant flats in Zurich pushed the Kalkbreite cooperatives to take interest in the tram depot area. Obtaining building permission required maintaining the existing function. Above the depot a reinforced concrete ceiling was made using prestressed and high-strength concrete. It has become an elevated common

jakości wykończenia, możliwej do uzyskania w warunkach przemysłowych, pozostawiono je w surowej formie, podkreślając różnice faktur i kolorów.

Firma Mecanoo w wielu swoich projektach korzysta z prefabrykowanych rozwiązań opartych na betonowych płytach warstwowych. Co ciekawe, wyposaża je w licówki zróżnicowane pod względem materiałowym i plastycznym. Nawiązując do tradycji ceramicznych niderlandzkich fasad, architekci zrealizowali zespół zabudowy społecznej w Amsterdamie. Noordstrook Block A mieści 170 niskobudżetowych apartamentów, centrum społeczności lokalnej i lokale komercyjne w parterach. Elewację budynku podzielono na sekcje, łącząc w każdej po dwie kondygnacje. Powierzchnię pokrywają płytki o charakterystycznych ceglanych formatach. Tworzą one zróżnicowane wzory, które nie naśladują lecz raczej sugerują wątki wiązania. Nie ukrywano przemysłowego charakteru fasady. Łączenia sekcji i przestrzenie między elementami ceramicznymi odsłaniają betonową płytę stanowiącą bazę prefabrykowanej licówki.

Technologia betonowa okazuje się niezastąpiona w zetknięciu z najnowszą typologią mieszkaniową, którą w miastach europejskich reprezentują obiekty cohousingu. W Berlińskim zespole przy Ritterstrasse 50, wyeksponowany żelbetowy szkielet tworzy osnowę dla procesu aranżacji, który w trybie ciągłym prowadzony jest przez społeczność. Elementy otoczenia i wykończenie przestrzeni wspólnych również odparto na surowym betonie, który funkcjonuje tu w roli obiektywnego tła. Technologiczna, minimalistyczna architektura nie jest ostatecznym stanem budynku. Daje szansę do trwałych i tymczasowych interpretacji, które zależą od decyzji podejmowanych wspólnie przez mieszkańców.

Zespół Kalkbreite zrealizowany według projektu Müller Sigrist Architekten w Zurychu bardzo silnie eksponuje charakterystyczne cechy nowego modelu funkcjonalnego, korzystając przy tym ze swobody strukturalnej jaką daje zastosowanie współczesnych rozwiązań opartych na wykorzystaniu betonu. Decyzja lokalizacyjna tworzyła pierwszą trudność, konieczną do przezwyciężenia przy użyciu środków technicznych. Deficyt mieszkań i wolnych działek w Zurychu skłonił spółdzielców Kalkbreite do zainteresowania terenem zajezdni tramwajowej. Uzyskanie prawa do dysponowania działką wymagało zachowania istniejącej funkcji. Nad Zajezdnią wykonano strop żelbetowy wykorzystujący konstrukcje

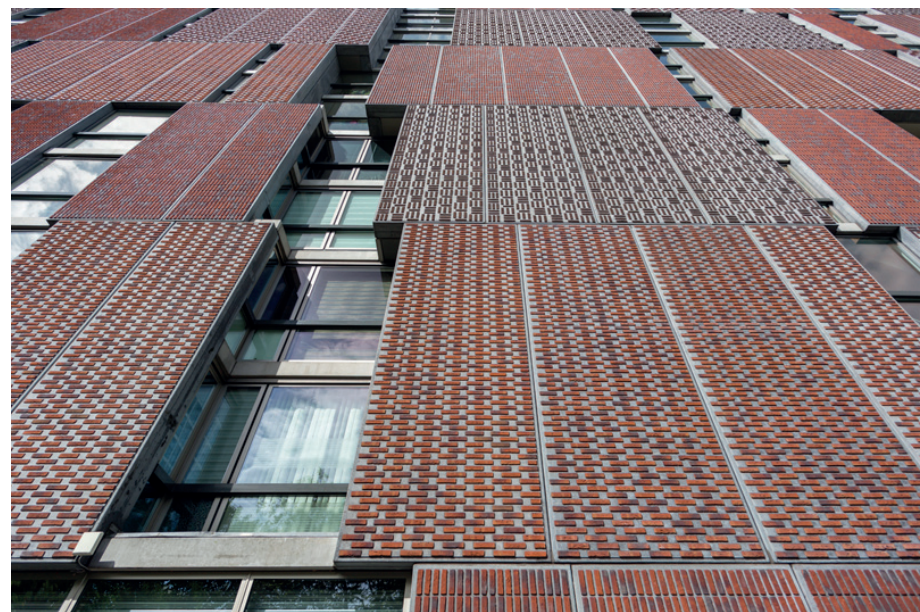


Rys. 5. Budynek mieszkalny Parkrand w Amsterdamie, projekt MVRDV 2006 r.

Fig. 5. The apartment building Parkrand in Amsterdam, designed by MVRDV 2006

courtyard, which provides access to cohousing spaces. The irregular shape of the complex made it impossible to prefabricate large-scale modules, however many reinforced concrete elements were made in industrial technology and assembled on the construction site. Concrete surfaces in Kalkbreite were very diverse and served to finish varied common interiors. Staircases, terrace floors as well as the interiors of common rooms, joker rooms and canteens were left in raw concrete. Irregularities of the lot resulted in juxtapositions of atypically geometric formworks, which were exposed to emphasize the spatial structure of the building.

Technical solutions based on the use of concrete are common in residential buildings, although less exposed than in large-space,



Rys. 6. Detal elewacji budynku mieszkalnego Noordstrook w Amsterdamie, projekt Mecanoo

Fig. 6. Detail of the façade of the Noordstrook residential building in Amsterdam, designed by Mecanoo

sprężone i wysokowartościowy beton. Stał się on podniesionym dziedzińcem wspólnym, który zapewnia dostęp do przestrzeni wspólnych cohousingu. Nieregularny kształt zespołu uniemożliwił prefabrykację wielkowymiarową, jednak wiele elementów żelbetowych wykonano w technologii przemysłowej montując na budowie. Powierzchnie betonowe są w Kalkbreite bardzo zróżnicowane i służą wykończeniu większości wnętrz wspólnych. Klatki schodowe, posadzki utwardzone tarasu a także wnętrza lokali wspólnych, joker-rooms i stołówki pozostawiono w surowym betonie. Nieregularności budynku owocują zestawieniami odbić nietypowych geometrycznie szalunków, które wyeksponowano podkreślając strukturę przestrzenną obiektu.

Rozwiązania techniczne oparte na wykorzystaniu betonu są w obiektach mieszkalnych powszechne, choć mniej eksponowane niż w architekturze wielkoprzestrzennej, sakralnej, inżynierskiej. Korzyści wynikające z zastosowania żelbetu w budownictwie mieszkaniowym dostrzegli już moderniści, choć na skutek niedoskonałości procesów technologicznych nie w pełni wykorzystali istniejący potencjał. To oni zarysowali główne nurty stosowania nowej technologii: (1) uelastycznienie planu przez zastąpienie konstrukcji ścianowych szkieletami, (2) uprzemysłowienie produkcji prowadzące do częściowej i pełnej prefabrykacji, (3) tworzenie postaci betonu, które dysponują niezbędnymi parametrami wpływającymi na komfort użytkowania (betony spienione, wodoszczelne).

We współczesnej praktyce projektowej korzystamy z tego dorobku. Wady technologiczne utrudniające przyjęcie rozwiązań udało się w większości wyeliminować. Beton służy dziś architekturze mieszkaniowej jako główny budulec konstrukcji, jako materiał izolacyjny ścian osłonowych, jako izolacja podziemnych garaży i jako detal wykończenia. Jest również przedmiotem eksperymentów. Dzięki zastosowaniu przyrostowych metod fabrykacji oraz przez cyfryzację placu budowy, beton monolityczny, spieniony i prefabrykowane elementy betonowe tworzą perspektywę architektury mieszkaniowej jutra.

Literatura / References

1. Z. Bać, *Habitaty pro-eko-logiczne*, Politechnika Wroclawska 2010.
2. T. Benton, B. Hubert, *Fruges – un laboratoire pour monsieur X*, ADAGP/FLC 2016.
3. K. Chey, *Multi-Unit Housing in Urban Cities From 1800 to Present Day*, Routledge 2017.
4. H. Van Dijk, *Architectuur in Nederland in de twintigste eeuw*, 010 Publishers 1999.
5. D. Gans, *The LeCorbusier Guide*, Princeton Architectural Press 1987.
6. K. Tulkowska-Styk, *Nowoczesne mieszkanie*, Warszawa 2019.



Rys. 7. Cohousing Kalkbreite w Zurychu, projekt Müller Sigrist Architekten 2014 r.

Fig. 7. Cohousing Kalkbreite in Zurich, designed by Müller Sigrist Architekten 2014

church and industrial architecture. The modernists already recognized the benefits of using reinforced concrete in housing, although due to the imperfections of technological processes they did not fully use the existing potential. They have outlined the main trends in the use of the new technology: (1) making the plan more flexible by replacing the wall structures with skeletons, (2) industrializing production leading to partial and full prefabrication, (3) creating concrete materials that offer the necessary physical parameters related to the comfort of use (foamed concrete, waterproof concrete).

In modern design practice, we profit from their achievements. Technological defects, that make the application of solutions difficult, have been largely eliminated. Concrete serves contemporary housing architecture as the main construction material, as insulation for curtain walls, as protection of underground garages and as a the finishing. It is also the subject of experiments. Thanks to the use of digital fabrication methods and the digitization of the construction site, monolithic concrete, foamed and prefabricated concrete elements create the perspective of the residential architecture of tomorrow.