

BOGUSŁAW PODHALAŃSKI*

SPORTOWA NAWIERZCHNIA SOLARNA
W KONTEKŚCIE PIERWSZEJ REALIZACJI W POLSCESPORT SOLAR SURFACE
FORST POLISH APPLICATION CONTEXT

Streszczenie

Wielkopowierzchniowy płaski kolektor słoneczny jest fragmentem torów łuczniczych i służy do podgrzewania wody basenu. Jest sztucznym lodowiskiem. Spełnia też funkcję boisk sportowych. Kolektor jest zintegrowany z nawierzchnią sportową, która spełnia wymogi techniczne zarówno dla nawierzchni sportowych, jak i parametry przepuszczalności dla wód opadowych oraz sztucznego lodowiska. Całość wymagała wykonania odpowiedniego podłoża oraz wydajnego systemu drenażu. Sam kolektor jest głównym elementem systemu instalacyjnego, w skład którego wchodzi stacja sprężarek, wymienniki ciepła oraz zespół chłodniczy (zlokalizowane w odrębnym budynku technicznym), a także rurociąg przesyłowy, doprowadzający ciepło do budynku basenów. W sezonie zimowym, w nawierzchni sportowo-solarnej montowane są (na ukrytych pod nawierzchnią fundamentach): banda lodowiska i maszty nagłośnienia. Energia cieplna wydzielana przez stację sprężarkową odzyskiwana jest również w sezonie zimowym i używana do podgrzewania wody w basenach.

Słowa kluczowe: płaski kolektor słoneczny, sportowa nawierzchnia solarna, sztuczne lodowisko

Abstract

Flat solar surface collector was designed as one of the vital elements covering the archer's range in sport complex in Kolobrzeg. Archer's sport hall is an important part of the sport complex, consisting of multifunctional sport hall, swimming pool, and game field. The collector will work as a solar energy source during summer heating large quantities of water in the swimming pool, and making indoor ice rink suitable for hockey games during the winter season. The solar collector is large enough to accommodate those needs. Archer's range (aprox. 100 m) allows for both training and international archery competitions. Sufficient drainage and underlays were very important to consider. Collector works as an element of the entire installation system, containing compressors, cooling units, heat exchangers, and piping system which is transferring heat to the swimming pool. In the winter season, ice rink borders and loudspeaker masts are mounted on underground foundations, which are in turn covered by a recreational surface. Heat emitted in the winter season by compressors in cooling station is also transferred to the swimming pool.

Keywords: flat solar collector, sport solar surface, artificial ice rink

* Dr inż. arch. Bogusław Podhalański, Wydział Architektury, Instytut Projektowania Miast i Regionów, Politechnika Krakowska.

1. Wstęp

Wiele mówi się o potrzebie promowania proekologicznych rozwiązań w projektowaniu, a zwłaszcza o konieczności wprowadzania w życie najnowszych osiągnięć w tej dziedzinie. Powstające obecnie budynki zwykle posiadają już (przewidziane na etapie projektowania) wyposażenie techniczne, pozwalające na stosowanie w nich technologii energooszczędnych. Dotyczy to całego przebiegu procesu inwestycyjnego, a zwłaszcza eksploatacji obiektu po jego realizacji. Poszukiwania właściwych rozwiązań w kontekście koncepcji doboru technologii w zakresie form i sposobów pozyskiwania energii i jej wykorzystania są często najciekawszym elementem procesu projektowania proekologicznego. Wybór i znalezienie właściwych proporcji pomiędzy potencjalnymi zyskami energetycznymi a stratami w zakresie nie tylko ekonomicznym, lecz zwłaszcza zdrowotnym¹ w odniesieniu do użytkowników przyszłego obiektu, powinny stanowić podstawowe zagadnienia projektowe. Trafne rozwiązanie pozwalałoby na ocenę ewentualnych walorów w kontekście energooszczędności projektowanego obiektu, jeszcze przed podjęciem ostatecznej decyzji o jego realizacji. W ten sposób kryteria, takie jak: funkcjonalność obiektu oraz niski koszt jego realizacji przestałyby dominować jako jedyne mierzalne czynniki oceny jakości rozwiązań projektowych. Praktyka dowodzi, że niestety najniższa cena projektu jest jedynym kryterium wyboru projektanta, prawie zawsze preferowanym przez zamawiających z sektora publicznego – a powszechnie wiadomo, że co tanie, to drogie.

2. Wielofunkcyjność a atrakcyjność

Budynki użyteczności publicznej, a zwłaszcza te o funkcji sportowej są odpowiednio dużymi obiektami, aby mogły stanowić dobry przykład do testowania zastosowań rozwiązań proekologicznych i energooszczędnych. Z praktyki projektowej wiadomo jednak, iż istnieje jeszcze co najmniej jedno istotne kryterium, które stanowi o adekwatności rozwiązań projektowych w stosunku do oczekiwań zamawiających. Jest nim wielofunkcyjność – inaczej rzecz ujmując – wielofunkcyjność projektowanego obiektu. Kryterium to wynika wprost z obawy zamawiających o przyszłe koszty użytkowania projektowanego obiektu oraz możliwości eksploatacji w zmieniających warunkach gospodarczych. Pod względem zagadnień projektowych, nadmierne i niejednokrotnie nie do końca przemyślane założenia programowe prowadzą do niepotrzebnego, nadmiernego skomplikowania i tak już niełatwych zagadnień dotyczących ewakuacji, rozwiązań przeciwpożarowych oraz niejednokrotnie pogorszenia właściwości użytkowych projektowanego obiektu z punktu widzenia np. widzów. Osobnym zagadnieniem jest także sprzeczność niektórych przepisów z wynikającymi z ergonomii wielkościami, przykładowo – praktycznie nierozwiązywalny konflikt pomiędzy widocznością z trybun a warunkami ewakuacji, narzucanymi przez warunki techniczne.

¹ T. Kusionowicz, *Problemy projektowania budynków mieszkalnych a zdrowie człowieka*, Monografia 363, PK, Kraków, 2008, s. 116.

Nie można jednak zaprzeczyć, iż wielofunkcyjność obiektu zwiększa znacznie jego atrakcyjność użytkową, co z kolei przekłada się na możliwość poprawy wyników ekonomicznych w bilansie kosztów eksploatacji, przez zwiększoną możliwość zarobkowania na sprzedaży, np. biletów, potencjalnie większej i bardziej różnorodnej grupie użytkowników. Obserwacja losu wielkich obiektów sportowych, o bardzo dużych pojemnościach, a wznoszonych na cele jednorazowe – jak igrzyska olimpijskie – wskazuje, że mniejsze pojemności przy zwiększonej wielofunkcyjności prowadzą do pozytywnych rezultatów ekonomicznych. W każdym razie nie znajduje się często informacji o decyzjach rozbiórki średniej wielkości obiektów o zróżnicowanym przeznaczeniu w przeciwieństwie do wielkich obiektów monofunkcyjnych². Atrakcyjność budynków sportowych jest istotna również ze względu na możliwość interesującego kształtowania ich formy architektonicznej, czego bezpośrednim przykładem są obiekty, które znalazły się wśród sztandarowych przykładów w podręcznikach historii architektury współczesnej. Hale sportowe Kwiecińskiego³, Gintwonta i Krasieńskiego⁴, Zabłockiego⁵ czy Skoczka⁶ są łatwo rozpoznawalne i stały się wręcz symbolami miast, w których powstały. Obserwowany obecnie nurt kreowania wielkich stadionów piłkarskich mających z założenia stanowić „ikony” architektoniczne nie tylko miast, lecz nawet całych krajów, wskazuje wyraźnie, iż czysty funkcjonalizm w odniesieniu do obiektów sportowych stał się już pewnego rodzaju podejściem anachronicznym. Podobnie, działalność globalna tzw. *star architects*, bazujących na rozwiązaniach zwykle nieliczących się z kontekstem otoczenia, kosztami i niejednokrotnie logiką formy w kontekście klimatu lokalnego, wynika wprost z zapotrzebowania na zwiększenie atrakcyjności zwykłej przestrzeni miejskiej. Jej atrakcyjność z kolei znajduje odzwierciedlenie w ruchu turystycznym oraz związanymi z nim gałęziami gospodarki. Zagadnienie energooszczędności nie jest pomijane w projektach tego typu, niemniej, nie ma ono rangi kluczowego kryterium oceny, ponieważ ocena efektywności ekonomicznej zrealizowanego obiektu „przesunięta” zostaje do innej grupy. Wysokie koszty eksploatacji owych „ikon” architektury sportowej muszą zostać ujęte w rachunku efektywności, inwestycji przy uwzględnieniu wspomnianych uwarunkowań ekonomicznych, ponieważ ogólnie wiadomo, że obiekty sportowe są z reguły deficytowe i stanowią znaczne obciążenie budżetów ich właścicieli, którymi bardzo często są samorządy miast. Każda próba takiego rozwiązania technicznego, mającego na celu zmniejszenie zapotrzebowania na energię w ogóle, czy to na energię ciepłą konieczną w systemach ciepłej wody użytkowej, czy na energię elektryczną, przy pomocy kolektorów energii słonecznej staje się godna uwagi.

² Np. stadion w Portugalii.

³ Hala w Płocku i Kołobrzegu, Szafer T.P., *Nowa architektura Polska. Diariusz lat 1966-1970*, Arkady, Warszawa 1979, s. 282.

⁴ „Spodek” w Katowicach, Szafer T.P., *op. cit.*, s. 271.

⁵ Hala sportowa w Puławach, Szafer T.P., *Nowa architektura Polska. Diariusz lat 1971-1975*, Arkady, Warszawa 1979, s. 271.

⁶ Hala sportowa w Rzeszowie, *op. cit.*, s. 255.

2.1. Zastosowanie kolektorów solarnych a forma architektoniczna

Dokonujący się obecnie postęp technologiczny w konstrukcji kolektorów solarnych znacznie ułatwia projektowanie obiektów w stosunku do sytuacji sprzed kilku nawet lat. Kolektory fotowoltaliczne są obecnie jedną z szybciej rozwijających się grup produktów technologicznie zaawansowanych do zastosowań w budownictwie. W dziedzinie popularnych kolektorów solarnych przeznaczonych do systemów ciepłych wysiłki konstruktorów zmierzają do zwiększenia ich sprawności. Odrębną grupę stanowią poszukiwania rozwiązań pozwalających na swobodne kształtowanie formy i kształtu kolektorów. Trzecią grupę stanowią poszukiwania rozwiązań łączących różne cechy użytkowe w sposób pozwalający na wielorakie sposoby użytkowania tego typu kolektorów. Rozwiązania sportowych nawierzchni solarnych są typowym przykładem produktów klasyfikowanych w tej grupie. Przy założeniu, że projektant nie chce, aby forma obiektu była znacznie zniekształcona przez zastosowanie najtańszych – a więc płaskich, standardowych kolektorów solarnych, konieczne staje się poszukiwanie innych, co nie znaczy mniej efektywnych rozwiązań. Rezultatem takiego kierunku myślenia stała się realizacja wielofunkcyjnej sportowej nawierzchni solarnej, towarzyszącej sportowej hali łyżniczej w Kołobrzegu. Projekt, a następnie jego realizacja stały się prawdopodobnie pierwszą w Polsce okazją do przetestowania stosunkowo skomplikowanego połączenia różnych rozwiązań technicznych, technologicznych i funkcjonalnych. Sprzyjającą okolicznością była konieczność, a także i możliwość użycia argumentu wielofunkcyjności kompleksu sportowego, w skład którego wchodziła sala widowiskowo-sportowa, basen, zewnętrzne boiska sportowe, prężnie działający klub łyżniczy, możliwości terenowe oraz lokalizacja praktycznie w zasięgu śródmieścia miasta Kołobrzegu. Modernizacja torów łyżniczych stanowiła podstawę do zaprojektowania i wykonania płaskiego kolektora solarnego, którego nawierzchnia spełniała parametry nawierzchni sportowej. Wielofunkcyjność nawierzchni pod względem technicznym spełnia parametry pozwalające na wykorzystywanie jej do wielu gier zespołowych, a także do przeprowadzania zawodów łyżniczych. Długość torów łyżniczych odpowiada bowiem stosownym przepisom tej dyscypliny sportu. W części nawierzchnia spełnia rolę poziomego kolektora solarnego, którego wymiary pozwalają na zamianę w sezonie zimowym jego funkcji na pełnowymiarowe lodowisko sztuczne, dostosowane do możliwości rozgrywania na nim meczy hokejowych. Umożliwia to technologicznie rozwiązanie stacji sprężarek, pozwalające na zmianę działania – z przetłaczania czynnika grzewczego do wymienników ciepła basenu pływackiego, celem oddania energii solarnej – na chłodzenie nawierzchni. Po uprzednim zamontowaniu band i wyposażenia lodowiska oraz zalaniu płyty wodą uzyskuje się możliwość wykorzystywania nawierzchni w sezonie zimowym, co bardzo podnosi atrakcyjność całego kompleksu sportowego. W całym systemie pozyskiwania energii solarnej pracuje ponadto podsystem złożony ze standardowych kolektorów płaskich, zamontowanych na dachu pomieszczeń mieszczących zbiorniki. Ilość energii słonecznej w letnie bezchmurne dni pozyskiwana z całego systemu jest na tyle duża, że przewyższa zapotrzebowanie basenów na ciepło. Spowodowało to konieczność przewidzenia możliwości jej oddawania przy pomocy chłodziw do atmosfery. Niestety, nie ma możliwości gromadzenia nadmiaru tej energii ani regulowania jej dopływu inaczej niż przez zacienianie części pozio-

mego kolektora. System taki został zaprojektowany jako ruchome zadanie torów łuczniczych, jednak ze względu na ograniczone środki, które mogło na ten cel przeznaczyć miasto, jak dotąd nie został zrealizowany.

Niejako przy okazji należy podkreślić rolę, jaką odegrał w realizacji całości projektu ówczesny Wydział Inwestycji Urzędu Miasta Kołobrzeg, którego kierownictwo wykazało się doskonałym przygotowaniem merytorycznym i profesjonalizmem zawodowym, zwłaszcza w kontekście nowych, proekologicznych i energooszczędnych technologii. Czy w zwykłym projektowaniu obiektów sportowych warto, podążając za myślą Witruwiusza, stosować się do jego cech charakteryzujących architekturę? Czy można podjąć wyzwanie i starać się zaprojektować, a następnie uczestniczyć w procesie realizacji obiektu, który w swojej formie architektonicznej balansuje na pograniczu minimalizmu i zarazem stara się nawiązywać do klasycznego kanonu *ordinatio, dispositio, eurytmia, symetria i decor*? Czy warto w projektowaniu próbować wplatać najnowsze osiągnięcia z dziedziny współczesnych technologii budowlanych i instalacyjnych? Czy wreszcie należy przejmować się hasłami wykorzystania energii solarnej i odzysku energii?

Odpowiedź na większość pytań była pozytywna, toteż udało się zaprojektować i zrealizować jeden z niewielu obiektów sportowych o specjalistycznej funkcji, (stanowiący w dodatku element znacznie większego założenia), czyli halę łuczniczą z torami łuczniczymi i wielofunkcyjną solarną nawierzchnią sportową ze sztucznym lodowiskiem w Kołobrzegu. Sam długi tytuł inwestycji nie wywołuje zwykle zainteresowania, natomiast zawsze pada pytanie – dlaczego w Kołobrzegu, a nie w Krakowie?

Odpowiedź na to pytanie pozostawiam czytelnikowi, sam skoncentruję się na zagadnieniach technicznych. Wpierw kilka zdań o samym budynku i o zastosowanych rozwiązaniach. Hala łucznicza została pierwotnie zaprojektowana jako przeznaczona wyłącznie do odbywania treningów łuczniczych – więc rozwiązania funkcjonalne i materiałowe podporządkowano zasadom bezpieczeństwa i wymogom tego sportu. Konstrukcyjnie, ze względu na nienośne podłoże, halę posadowiono na żelbetowej płycie fundamentowej. W części przeznaczonej do treningu w strzelaniu z łuku (ewentualnie kuszy) hala ma długość 22 m, co pozwala na spełnienie wymogów określonych przepisami. W pozostałej części zaprojektowano antresolę do obserwowania treningów oraz zaplecze szkoleniowe, pomieszczenia pomocnicze, garaż na rolbę⁷ i wypożyczalnię łyżew. Jednakże potrzeba zapewnienia możliwości wykorzystywania hali do celów edukacyjnych, ze względu na bliskość szkół, wymusiła zmianę programu – ze *stricto* łuczniczej hala musiała zostać dostosowana również do pełnienia funkcji sali gimnastycznej. Nie spowodowało to istotnych zmian, poza koniecznością zamontowania stałego wyposażenia gimnastycznego (drabinki, ławki etc.) oraz zmiany specjalistycznego systemu oświetlenia na oświetlenie ogólnosportowe.

W samym budynku hali o wymiarach w obrysie zewnętrznym 25,8×15,6 m zastosowano łukowe dźwigary z drewna klejonego jako zasadniczą konstrukcję bryły budynku oraz żelbetową konstrukcję części dwupoziomowej i antresoli we wnętrzu. Pokrycie stanowiła blacha kalzip, którą zamontowano na podkonstrukcji systemowej. Całość została zaizolowana termicznie do parametrów normowych. Rozwiązanie takie pozwoliło na uniknięcie negatywnego oddziaływania czynników atmosferycz-

⁷ Maszyna do polerowania tafli lodowiska.

nych oraz na uzyskanie interesującej, spójnej formy architektonicznej. Przewidziano zastosowanie tzw. zielonej ściany od północy, gdzie przed ścianą szczytową hali zaprojektowano trelią z pnączami dającymi dodatkową osłonę i odpowiedni efekt estetyczny od strony ciągu pieszego nad Kanałem Drzewnym, popularnego miejsca spacerowego prowadzącego w kierunku dzielnicy portowej. Od strony południowej na ścianie szczytowej zamontowano zespół tradycyjnych kolektorów słonecznych, pracujących w układzie wytwarzającym ciepłą wodę użytkową dla potrzeb hali. Najbardziej skomplikowanym technicznie i instalacyjnie elementem był system wielkopowierzchniowego płaskiego kolektora słonecznego, który miał dwie funkcje:

- dostarczanie w sezonie dużych ilości energii słonecznej do podgrzewania wody w znajdującym się nieopodal basenie sportowo-rekreacyjnym,
- praca w sezonie zimowym jako sztuczne lodowisko o parametrach pozwalających na prowadzenie rozgrywek hokejowych oraz służące celom rekreacyjno-szkoleniowym

Kolektor zaprojektowano jako element torów łączniczych pozwalających na prowadzenie zawodów sportowych na wolnym powietrzu. Wymiary torów (98 m x 44 m) pozwalały na prowadzenie w czasie, w którym nie odbywały się treningi sekcji łączniczej innych zajęć sportowych, dlatego zaprojektowano także zespół boisk sportowych do różnych gier. Kolektor stanowi element nawierzchni sportowej o parametrach dobranych tak, aby spełniała ona wymogi techniczne zarówno dla nawierzchni sportowych powierzchniowo elastycznych, jak i parametry przepuszczalności dla wód opadowych, oraz mogła stanowić podłoże dla sztucznego lodowiska. Sam kolektor jest elementem systemu instalacyjnego, w skład którego wchodzi stacja sprężarek, wymienników ciepła oraz zespół chłodniczy (zlokalizowane w odrębnym budynku technicznym), a także rurociąg przesyłowy, doprowadzający ciepło do budynku basenów. W sezonie zimowym, w nawierzchni sportowo-solarnej montowana jest na stałych ukrytych fundamentach banda lodowiska i maszty nagłośnienia. Po uruchomieniu zespołu chłodniczego oraz zalaniu nawierzchni ograniczonej bandą wodą sztuczne lodowisko może służyć mieszkańcom miasta i stanowi dodatkową atrakcję dla przyjezdnych. Energia cieplna wydzielana przez stację sprężarkową odzyskiwana jest również w sezonie zimowym i przesyłana do basenów. Realizacja obiektu nastąpiła w 2006 roku. Obecnie całość użytkowana jest już ponad 3 lata. Oczywiście, możliwe było w tym czasie wstępne sprawdzenie założeń techniczno-ekonomicznych, przyjętych do projektu i parlamentów uzyskiwanych w trakcie rzeczywistej eksploatacji całości. Ogólny bilans zysków i strat inwestycji przedstawia się pozytywnie.

Główne problemy wynikające z zastosowania technologii wykonywanych po raz pierwszy w kraju koncentrowały się na konieczności znalezienia przez głównego wykonawcę inwestycji podwykonawców wyspecjalizowanych w poszczególnych pracach. Dużo uwagi poświęcić należało odpowiedniemu przygotowaniu podłoża pod tory łącznicze. Wykonane badania geotechniczne potwierdziły występowanie złożonych warunków geotechnicznych podłoża. Ponieważ kluczowym zagadnieniem dla tak dużej nawierzchni sportowej jest zawsze problem szybkiego odprowadzenia wód opadowych, wykonanie odpowiednich warstw oraz drenażu w sposób zapewniający długotrwałe bezproblemowe – jego działanie stanowiło o powodzeniu przedsięwzięcia. Dodatkowym czynnikiem utrudniającym było bezpośrednie sąsiedztwo Kanału

Drzewnego oraz zmienny poziom wód gruntowych, a także minimalne możliwe do osiągnięcia spadki. Najpoważniejsze jednak okazało się zagadnienie wykonania warstwy z wodoprzepuszczalnego asfaltu, która stanowiła bezpośrednie podłoże pod sportową nawierzchnię oraz kolektor solarny oraz musiała posiadać odpowiednie parametry pod względem nośności, spadków oraz równości powierzchni. Ze względu na konieczność użycia ciężkich pojazdów i wykonany drenaż nie było to proste wykonawczo. Niemniej, po próbach i wyniesionych z nich doświadczeniach wykonana warstwa została odebrana. Sprawdzano szybkość oraz zdolność do odprowadzania wód opadowych, która okazała się bardzo dobra. Następnie przystąpiono do wykonania fundamentów pod mocowania bandy lodowiska, masztów nagłośnienia, a także pod zdejmowane słupki i podstawy do siatek gier. Po realizacji zamocowań wykonano płaski kolektor solarny i ułożono nawierzchnię sportową, w której utwalono wszystkie niezbędne linie wyznaczające tory łucznicze, oraz poszczególne boiska do gier. Interesujący przebieg miały próby uruchomienia całego systemu uzyskiwania energii solarnej oraz regulacji układu automatyki sterowania, lecz trudniejszym zadaniem okazało się zainicjowanie działania sztucznego lodowiska. Niezbyt sprzyjająca tym próbom pogoda (stosunkowo wysoka temperatura otoczenia oraz silny wiatr) wystawiły urządzenia na ciężką próbę, która okazała się możliwa do pokonania i po odpowiednich regulacjach powstała tafla lodowa. Osobnym zagadnieniem technicznym było wprzęgnięcie przez wymienniki ciepła systemu solarnego do systemu przygotowywania ciepłej wody basenowej, opartego na wymiennikach zasilanych z miejskiej sieci ciepłowniczej. Prace nad regulacją działania oraz synchronizacją automatyk obu systemów również zakończyły się pomyślnie. Podsumowując, inwestycja spełniła założenia funkcjonalne, techniczne, architektoniczne i ekonomiczne, przyczyniając się do znacznego podniesienia atrakcyjności oferty rekreacyjno-sportowej całego zespołu sportowego w Kołobrzegu.

Nie ma jednak nowatorskich rozwiązań, które nie sprawiają pewnych kłopotów eksploatacyjnych. Wiadomo również, że lepsze jest wrogiem dobrego. W praktyce okazało się, że problemem, który nie został uwzględniony w założeniach, był czynnik ludzki. Po okresie gwarancyjnym, w którym nadzór nad prawidłową eksploatacją prowadzony był przez wykonawcę, przystawiona do „ulepszania” parametrów pracy urządzeń oraz wprowadzania „oszczędności”, które jak to zwykle w takich przypadkach nie miały pomyślnego wpływu na funkcjonowanie niektórych urządzeń wchodzących w skład złożonej technicznie instalacji. Ponadto okazało się, że o sprawności funkcjonowania kolektora solarnego decyduje zwykła, sumienna „ręczna” kontrola szczelności połączeń węzownic z głównymi przewodami zbiorczymi. Relacje ekonomiczne w postaci zależności ceny energii elektrycznej, ceny ciepła, ceny wody oraz cen biletów wstępu na lodowisko i na baseny są zmienne w czasie, w związku z powyższym ostateczny efekt ekonomiczny możliwy będzie do oszacowania po upływie około 5 lat od rozpoczęcia eksploatacji całego zespołu. Mimo wystąpienia opisanych już problemów, obiekt funkcjonuje poprawnie i przyczynia się do podniesienia oferty sportowo-rekreacyjnej miasta na wyższy poziom. Na ilustracjach zobrazowano zasadnicze elementy procesu budowy, zwracając uwagę na interesujące z technicznego punktu widzenia detale wykonania całości. Wniosek, jaki wynika z analizy przedstawionego przykładu realizacji, można sprowadzić do stwierdzenia, że mimo znacznie większego nakładu pracy w procesie projektowania, koniecznego w przy-

padku przedsięwzięć realizowanych po raz pierwszy w kraju, kłopotliwego nadzoru oraz niewątpliwego narażenia się projektanta na wiele ponadstandardowych problemów w porównaniu do tradycyjnych realizacji, warto podejmować się projektów nowatorskich, gdyż dzięki zdobytemu w ten sposób doświadczeniu można mieć tę drobną satysfakcję, że udało się zrealizować coś, co wykracza poza rutynę. A może i też dla tego nieuchwytnego dreszczyku emocji, który towarzyszy inżynierowi stojącemu przed niewiadomą.

3. Wnioski

Doświadczenie zdobyte w trakcie projektowania i realizacji wskazuje, z możliwe jest w warunkach krajowych uzyskiwanie rozwiązań opartych o współczesne technologie i uzyskiwanie interesujących efektów w kształtowaniu formy architektonicznej, przy umiarkowanych nakładach inwestycyjnych. Obserwacja działania wszystkich systemów łącznie, prowadzona od chwili ich uruchomienia pozwoli również na wyciągnięcie wniosków na użytek kolejnych projektów oraz zapewne przyczyni się do osiągania jeszcze lepszych efektów przestrzennych i użytkowych w przyszłości. Wymagać to będzie jednak kilku lat.



II. 1. Widok sportowej nawierzchni wielofunkcyjnej torów łuczniczych. Kolektor solarny znajduje się w prostokącie wyznaczonym słupkami nagłośnienia

III. 1. View of the multifunctional surfaces of the archery range. The solar collector is located in the rectangle shaped area outlined by the support pillars of the sound system



II. 2. Montaż bandy lodowiska. Zarys odpowiada wielkości kolektora solarnego

III. 2. Ice rink barrier construction. The outline is similar to the size of the solar collector



II. 3. Początek mrożenia tafli lodowiska przy temperaturze powietrza $+6^{\circ}\text{C}$

III. 3. The cooling of the ice rink begins at an air temperature of $+6^{\circ}\text{C}$



II. 4. Widok standardowych kolektorów na płd. elewacji hali łuczniczej

III. 4. View of the standard solar collectors located on the southern elevation of the archery hall

Literatura

- [1] Kusionowicz T., *Problemy projektowania budynków mieszkalnych a zdrowie człowieka*, Monografia 363, PK, Kraków, 2008, s. 116.
- [2] Szafer T.P., *Nowa architektura Polska. Diariusz lat 1966–1970*, Arkady, Warszawa 1972.
- [1] Szafer T.P., *Nowa architektura Polska. Diariusz lat 1971–1975*, Arkady, Warszawa 1979.