

Stan przedawaryjny konstrukcji drewnianych zadaszeń hal basenowych w jednym z najstarszych polskich aquaparków

JANUSZ BROL^{1,*}, JAN KUBICA¹, KAROLINA KURTZ-ORECKA², MAREK WĘGLORZ¹

¹Katedra Inżynierii Budowlanej Politechniki Śląskiej

²Katedra Fizyki Budowli i Materiałów Budowlanych ZUT w Szczecinie

Streszczenie: W artykule omówiono stan przedawaryjny konstrukcji drewnianych zadaszeń basenów w jednym z najstarszych polskich parków wodnych. Przekrycie stanowią dwie niezależne konstrukcje drewniane zadaszeń, hal basenu sportowego i basenów rekreacyjnych, wykonane z drewna klejonego warstwowo. Jako pokrycie dachowe zastosowano płyty warstwowe z wypełnieniem pianką poliuretanową. W wyniku 20-letniej, ciągłej eksploatacji hal basenowych, w obydwu drewnianych konstrukcjach zadaszeń wystąpiły liczne zacieki i zawilgocenia, czego bezpośrednim powodem było klawiszowanie płatwi i płyt dachowych. W konsekwencji stwierdzono brak właściwego zamocowania płatwi do dźwigarów głównych i pośrednich, zagrażający bezpieczeństwu konstrukcji. Przedstawiono propozycje dokonania odpowiednich napraw i zabezpieczeń, w tym kilku sposobów zakotwienia płatwi do dźwigarów dachowych, zalecono wymianę najsilniej zawilgoconych płatwi dachowych, jak również wymianę pokrycia dachowego.

Słowa kluczowe: drewno klejone, dźwigary proste, dźwigary łukowe, płatwie drewniane, płyty warstwowe, warunki cieplno-wilgotnościowe.

1. Wstęp

Prawidłowe kotwienie konstrukcji dachowych nabiera szczególnego znaczenia z uwagi na fakt, że współcześnie w naszej strefie klimatycznej obserwuje się istotny wzrost zagrożeń wynikających z oddziaływania wiatrów o charakterze katastrofalnym [1]. Jednym z głównych uszkodzeń powodowanych przez wiatry katastrofalne są uszkodzenia elementów konstrukcji dachu i zerwanie całego przekrycia dachowego, w szczególności tych wadliwie zaprojektowanych i wykonanych.

Zagrożenie bezpieczeństwa konstrukcji zadaszeń hal basenowych w jednym z najstarszych, wybudowanych w kraju, aquaparków nastąpiło w wyniku niewłaściwego zamocowania płatwi do dźwigarów dachowych w powiązaniu z długoletnim obciążeniem wiatrem i oddziaływaniami cieplno-wilgotnościowymi. Stan przedawaryjny konstrukcji objawił się w postaci wystąpienia klawiszowania płatwi dachowych i odkształcenia płyt dachowych. W wyniku rozszczelnienia dachu oraz nieprawidłowej cieplno-wilgotnościowej pracy warstwy pokrycia dachowego, na

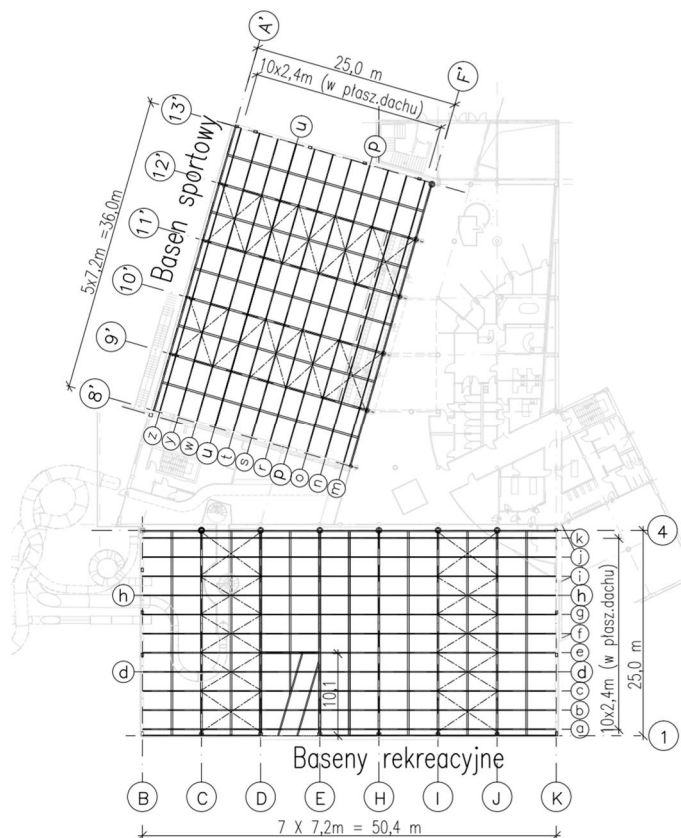
*Autor do korespondencji: janusz.brol@polsl.pl

powierzchni elementów konstrukcji drewnianych pojawiały się liczne zacieki i zawilgocenia, powodując ich stopniową degradację.

2. Opis konstrukcji zadaszenia hal basenów

Kompleks parku wodnego, będący przedmiotem badań, został oddany do użytkowania na początku XXI-wieku. Zadana część aquaparku obejmuje: sauny, strefę fitness, część gastronomiczną, a przede wszystkim baseny: sportowy oraz rekreacyjne ze zjeżdżalniami, sztuczną morską falą, jacuzzi i solanką. Na zewnątrz z kolei zlokalizowany jest basen zewnętrzny z jacuzzi oraz wodny plac zabaw. Aquapark mieści w sumie 14 różnych basenów o łącznej powierzchni lustra wody wynoszącej 1157 m².

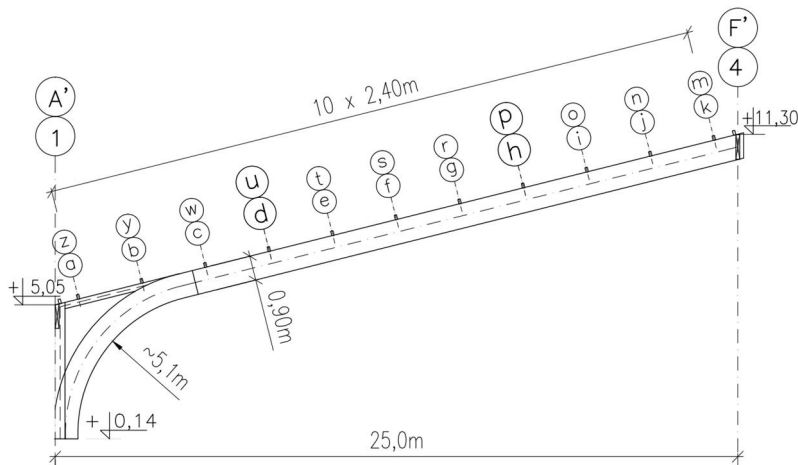
Zadaszenia basenu sportowego i basenów rekreacyjnych wykonano z drewna klejonego warstwowo jako dwie niezależnie, lecz bliźniaczo podobne, konstrukcje drewniane z dachem w układzie jednospadowym. Drewnianą konstrukcję przekrycia hali basenu sportowego o wymiarach 36,0×25,0 m zaprojektowano w osiach 8'-13'/A'-F', z kolei drewnianą konstrukcję przekrycia hali basenów rekreacyjnych o wymiarach 50,4×25,0 m zaprojektowano w osiach B-K/1-4 (rys. 1).



Rys. 1. Rzut konstrukcji zadaszenia hal basenu sportowego i basenów rekreacyjnych.

Konstrukcję nośną hal basenowych tworzą hokejowe dźwigary główne i prostoliniowe dźwigary pośrednie.

Dźwigary główne, o rozpiętości w osiach podpór wynoszącej 25,0 m i wysokości w kalenicy ok. 11,3 m liczonej od poziomu posadowienia dźwigara, zaprojektowano w osiach 9'–12' oraz C–J. Wykonano je z dwóch elementów: prostoliniowego i łukowego, połączonych za pomocą sworzni i z wykorzystaniem blach stalowych wpuszczonych w przekrój (rys. 2).



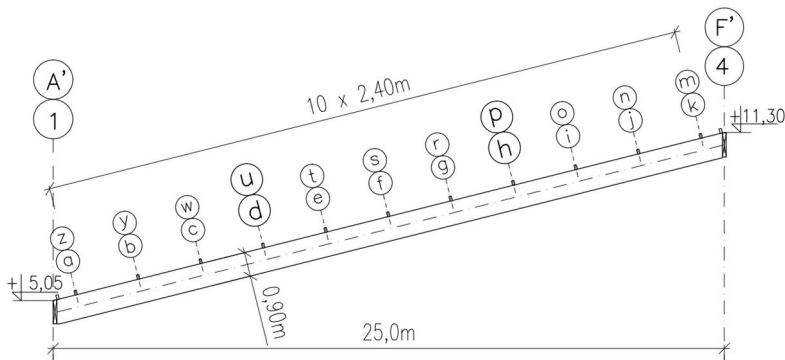
Rys. 2. Widok dźwigara głównego.

W dolnej części, dźwigary główne zamocowano na sztywno do konstrukcji żelbetowej. Górne części dźwigarów głównych w osiach F' i 4 wsparte zostały na stalowych słupach o przekroju kołowym. Grubość i wysokość przekroju dźwigarów głównych jest stała i wynosi 215×900 mm, za wyjątkiem dźwigarów w osiach D i E, gdzie występują dźwigary podwójne o przekroju 2×140×900 mm. Przekrój tych dźwigarów został zwiększony, bo przejmują one dodatkowe obciążenia z wymianu podtrzymującego dźwigar pośredni występujący pomiędzy dźwigarami. Wymian ten zastosowano z uwagi na występujący poniżej most drewniany pełniący rolę kładki.

Uzupełnieniem głównych dźwigarów nośnych są elementy belkowe o przekroju 215×225 mm zlicowane do górnej powierzchni części prostoliniowej dźwigara, stanowiące jej przedłużenie do okapu nad częścią łukową dźwigara.

Element uzupełniający wsparty jest na dwugąździowym słupie bez przewiązek o przekroju 2×140×360 mm i w rozstawie odpowiadającym szerokości dźwigara, tj. 215 mm.

Dźwigary pośrednie o przekroju 215×900 mm (rys. 3) występują w połowie rozpiętości pomiędzy osiami od 8'–13' i B–K.



Rys. 3. Widok dźwigara pośredniego.

Od strony okapów dachowych w osiach A' i 1 dźwigary pośrednie zostały oparte na podciągach drewnianych o przekroju 140×900 mm, które w osiach 9'–12' zostały oparte na podcięciu słupa drewnianego, natomiast w osiach 8' i 13' wsparte na stalowych wspornikach zakotwionych w ścianach szczytowych hal. Podobnie, w osiach F' i 4, dźwigary pośrednie wsparto na drewnianych podciągach o przekroju 140×900 mm, które w osiach 9'–12' zamocowano do dźwigarów głównych.

Drugorzędą konstrukcją przekrycia stanowią płatwie (co najmniej dwuprzęsłowe) wykonane z drewna klejonego warstwowo o przekroju 90×166 mm w rozstawie 2,4 m i jednoprzęsłowe płatwie stężające o przekroju 90×233 mm.

Konstrukcję drewnianą zadaszenia hali basenów rekreacyjnych pokazano na rys. 4.



Rys. 4. Widok konstrukcji drewnianej zadaszenia hali basenów rekreacyjnych.

Na płatwiach ułożono pokrycie dachowe z płyt warstwowych o szerokości 1,0 m z rdzeniem z poliuretanu o grubości 80 mm oraz warstwami okładzinowymi z blachy – okładzina wewnętrzna gr. 0,4 mm, okładzina zewnętrzna gr. 0,5 mm (rys. 5).



Rys. 5. Widok pokrycia dachowego.

Płyty termoizolacyjne od strony wewnętrznej posiadają powierzchnię niemal płaską (z lekkim profilowaniem), natomiast od strony zewnętrznej w trapezowym grzbiecie wykonstruowane jest złącze podłużne płyt, zaś pozostała płaszczyzna ma, podobnie do płaszczyzny wewnętrznej, lekkie profilowanie wzdłużne. Profilowanie wzdłużne płyt (pióro i wpust) ma za zadanie zapewnić odpowiednią izolacyjność cieplną i szczelność styku. Profile styku pokryte są fabrycznie izolacją paronieprzepuszczalną w postaci folii aluminiowej, zapobiegającej wnikaniiu pary wodnej do rdzenia poliuretanowego. Dodatkowo jakość termiczna złącza zapewniana jest dzięki uszczelce poliuretanowej umieszczonej w styku [2].

Płyty dachowe zostały połączone na długości w dwóch miejscach (rys. 5). Styk płyt zlokalizowany został nad płatwiami usytuowanymi w osiach p , u , d oraz h .

3. Symptomy stanu przedawaryjnego konstrukcji drewnianej hal basenów

Po okresie 20-letniej eksploatacji hal basenowych w obydwu drewnianych konstrukcjach zadaszeń stwierdzono, występujące praktycznie na wszystkich elementach drewnianej konstrukcji, liczne zacieki i zawilgocenia.

W czasie dokonywania oględzin obie hale basenów były wyłączone z bieżącej eksploatacji. Warunki ciepłno-wilgotnościowe były następujące: w hali basenu sportowego temperatura wynosiła 20–24°C, a wilgotność względna powietrza ok. 57–65%, natomiast w hali basenów rekreacyjnych temperatura wynosiła 15–19°C, a wilgotność względna powietrza ok. 50–70%.

Badanie wilgotności elementów drewnianej konstrukcji nośnej hal na głębokości ok. 5 mm wykazało bardzo zróżnicowaną wilgotność drewna poszczególnych płatwi – od 16% do ponad 60%; natomiast wilgotność zmierzona na głębokości 45 mm (czyli w środku grubości płatwi) wynosiła od 16% do 45%, w zależności od miejsca pomiaru.

Bezpośrednim powodem zawilgocenia konstrukcji drewnianej zadaszenia hal basenów było klawiszowanie płyt dachowych i płyt warstwowych stanowiących pokrycie dachów (rys. 6).



Rys. 6. Zjawisko klawiszowania warstwowych płyt dachowych.

Zacieki na powierzchniach dźwigarów dachowych i płatwi występowały w szczególności w miejscach łączenia płyt dachowych. Najbardziej intensywne zawilgocenia obejmujące prawie całe pobocznicę płatwi stwierdzono na płatwiach dachowych zlokalizowanych w osiach *p*, *u*, *d* oraz *h*, które zostały oznaczone na rys. 1.

Zaciekom i zawilgoceniom towarzyszyło złuszczenie powłok ochronnych drewna (por. rys. 7, 8), szarzenie drewna, a w miejscach silnego zawilgocenia czernienie drewna i pojawienie się glonów na powierzchni drewna płatwi. Lokalnie stwierdzono także występowanie korozji biologicznej (zbutwienie drewna).



Rys. 7. Złuszczenie powłoki ochronnej na dźwigarze głównym.



Rys. 8. Złuszczenie powłoki ochronnej na dźwigarze pośrednim.

Zaobserwowano także uniesienie (poderwanie) płatwi w osiach p , u , d oraz h o ok. 12–15 mm przy oparciu na dźwigarach głównych i pośrednich (rys. 9), jak również stwierdzono występowanie luźnych włókien drewna i wytartej powierzchni płatwi, co świadczyło o trwałej, cyklicznej sytuacji unoszenia i obniżania się płatwi, czyli o braku ustabilizowania płatwi przez wkręt mocujący (braku nośności osiowej wkręta).



Rys. 9. Wyrwanie wkrętu kotwiącego płatwę dachową do dźwigara.

W wielu miejscach stwierdzono brak elementów dystansowych pomiędzy powierzchniami płatwi dachowych i dźwigara. Oprócz tego, zaobserwowano zjawisko przemieszczenia się płatwi w osi h w poziomie i powstanie luzu pomiędzy płatwią a elementem oporowym płatwi w poziomie, rzędu 20 mm (rys. 10). Brak właściwego zamocowania płatwi do dźwigarów głównych i pośrednich mógł doprowadzić do poderwania połączenia dachowej w przypadku silnego oddziaływania wiatru (ssania wiatru na połac dachową), a tym samym bezpośrednio zagrażał bezpieczeństwu konstrukcji.



Rys. 10. Wolne przestrzenie w stykach pomiędzy płatwią a dźwigarem i płatwią a elementem oporowym.

4. Analiza przyczyn długotrwałego stanu zawilgocenia elementów konstrukcji drewnianych zadaszeń hal basenowych

Przyczyny powstania zacieków i czernienia płatwi oraz dźwigarów konstrukcji zadaszeń hal basenowych przeanalizowano dla typowych warunków użytkowania tego typu budowli.

Korzystając z poradnika ITB [2], wykonano analizy ciepłno-wilgotnościowe dla wartości średnich temperatury i wilgotności względnej powietrza zewnętrznego jak dla typowego roku meteorologicznego w miejscu lokalizacji parku wodnego.

W myśl obowiązujących przepisów techniczno-budowlanych [3] wymaga się, aby powierzchnia wewnętrzna pola przegrody oraz węzłów (konstrukcyjnych, technologicznych, złączy) charakteryzowała się bezwymiarową temperaturą f_{Rsi} , pozwalającą na uniknięcie warunków sprzyjających rozwojowi grzybów pleśniowych. Ponadto, wymaga się pozytywnej oceny poprawności doboru warstwy materiałowych przegrody pod względem oceny przebiegu profilu prężności pary wodnej, tj. rozwiązania wolnego od kondensacji międzywarstwowej.

W pierwszym przypadku, zgodnie z poradnikiem ITB [3] oraz Polską Normą PN-EN ISO 13788:2013-05 [4], ocenę przegrody i jej detali wykonuje się poprzez porównanie czynnika temperaturowego powierzchni pola przegrody lub jej węzła, z wartością graniczną czynnika, określoną w typowych warunkach meteorologicznych, przyjmując średnie miesięczne wartości temperatury i wilgotności względnej powietrza zewnętrznego oraz wewnętrznego. W przypadku drugim – analizuje się prężność pary wodnej w odniesieniu do prężności pary wodnej w stanie nasycenia w warunkach typowego roku meteorologicznego.

Warunki brzegowe w analizie stanowią parametry klimatu wewnętrznego i zewnętrznego (temperatura, wilgotność), przeznaczenia i sposobu użytkowania pomieszczeń.

Do analiz przyjęto temperaturę wody 28°C, powietrza 28–30°C oraz klasę piątą obciążenia pomieszczeń wilgotnością [4]. Wilgotność względną powietrza w hali basenów przyjęto na poziomie RH = 55–60%. Zmierzone podczas oględzin wartości temperatury i wilgotności względnej pozwalają na stwierdzenie, że system wentylacji mechanicznej w halach basenowych zapewnia wymagane warunki związane z utrzymaniem parametrów powietrza wewnętrznego.

Ponadto, do analiz przyjęto krytyczną wartość czynnika temperaturowego $f_{Rsi} = 0,753$ – jak dla minimalnej temperatury powierzchni wewnętrznej 20,6°C przy temperaturze powietrza zewnętrznego -2°C.

Budowa płyt warstwowych pokrycia dachowego powinna, w warunkach standardowej pracy, uniemożliwić występowanie kondensacji powierzchniowej lub wgłębnej pary wodnej (w wyniku dyfuzji pary wodnej przez złącza podłużne i poprzeczne na stykach płyt), natomiast obserwowany stan pokrycia dachowego oraz konstrukcji nośnej wskazują wyraźnie na „zimne złącza”, które: (a) z jednej strony mogą generować kondensację powierzchniową i wgłębną, co dałoby obraz zawilgocenia konstrukcji i powstających zacieków w dalszych skutkach długotrwałego stanu podwyższonej wilgotności elementów drewnianych, (b) z drugiej strony powodowałyby topnienie pokrywy śnieżnej w stykach.

Oba powyższe obrazy stwierdzono na dachach hal basenów w postaci efektów długotrwałego zawilgocenia i wytapiania pokrywy śnieżnej w przebiegu złączy podłużnych płyt oraz uformowania się sopli w miejscach styków podłużnych płyt w obszarze okapowym (rys. 11).

Powyższe znamiona zawilgocenia konstrukcji wraz z obrazem klawiszowania płyt pokrycia dachowego, topnienia pokrywy śniegowej wzdłuż styków płyt oraz zidentyfikowanym stanem podrywania płatwi, nasuwają wniosek, że w trakcie długoletniego użytkowania nastąpiło rozszczelnienie złączy podłużnych płyt jednowarstwowego pokrycia dachowego, dający efekt „zimnego złącza”.

Analiza rozkładu temperatury w detalu w obecności szczeliny powietrznej w złączu nie wskazała na występowanie nieprawidłowych warunków ciepłno-wilgotnościowych na powierzchni

wewnętrznej, związanych z możliwością rozwoju grzybów pleśniowych. Minimalna temperatura w detalu, oszacowana została na poziomie 24,4°C. Jest ona wyższa od wskazanej temperatury krytycznej powierzchni wewnętrznej określonej na poziomie 20,6°C. Zwraca się jednak uwagę, że nie do końca był znany rzeczywisty obraz złącza w rozszczelnieniach.



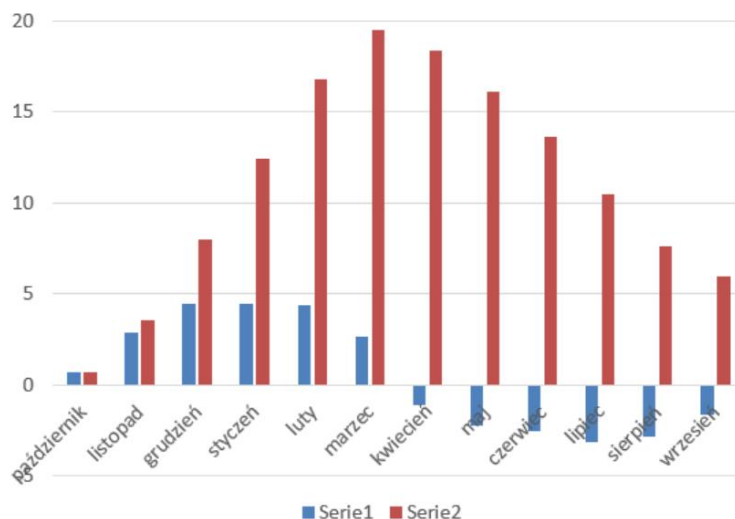
Rys. 11. Formacje sopli w stykach podłużnych płyt.

Kolejną analizę cieplno-wilgotnościową w zakresie oszacowania możliwości wystąpienia kondensacji węgłnej w obszarze złącza wykonano dla dwóch sytuacji: (a) złącza wypełnionego uszczelką poliuretanową przy braku pełnej ciągłości okładziny zewnętrznej płyty warstwowej w złączu (wąsy), (b) dla „zimnego złącza” – styk rozszczelniony na pełnej wysokości – w złączu występuje szczelina powietrzna, przy jednoczesnym braku pełnej ciągłości okładziny zewnętrznej płyty warstwowej w złączu (wąsy), w tym styk poprzeczny.

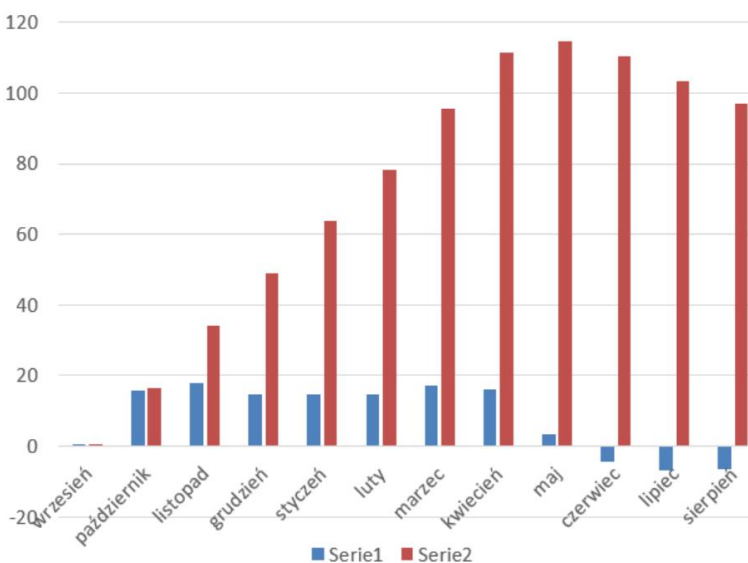
Z analizy prężności pary wodnej wykonanej uproszczoną metodą Glassera [5] dla sytuacji rozszczelnionego od strony spodniej złącza płyt pokrycia dachowego, wypełnionego uszczelką poliuretanową wynika, że kondensacja węgłna występuje od typowego miesiąca października do typowego miesiąca marca. Z początkiem typowego kwietnia rozpoczyna się proces odparowania wilgoci, który obliczeniowo nie ustaje aż do momentu wystąpienia kolejnego rozpoczęcia procesu kondensacji (rys. 12). Maksymalna teoretycznie zakumulowana ilość wilgoci w przegrodzie wynosi 19,504 kg/m². W przypadku złącza „zimnego” (szczelina powietrzna) – kondensacja węgłna trwa od typowego miesiąca września do typowego miesiąca maja włącznie (rys. 13). Maksymalna teoretycznie zakumulowana ilość wilgoci w przegrodzie wynosi wówczas 114,812 kg/m².

Należy zwrócić uwagę na fakt, że płyta warstwowa pokrycia dachowego nie jest materiałem pozwalającym na akumulację oszacowanej ilości wilgoci, stąd pojawiający się kondensat częściowo powoduje zawilgocenie rdzenia płyty warstwowej, zaś w pozostałej ilości sukcesywnie spływa po krawędziach złączy i dalej zgodnie ze spadkiem pokrycia dachowego w kierunku konstrukcji drewnianej podpierającej pokrycie. Proces ten powoduje wzrost wilgotności drewnianych elementów konstrukcji, zacieki, lokalnie korozję biologiczną, rozwój glonów oraz pogarszając estetykę dostępnych wizualnie elementów.

Współczynnik przenikania ciepła płyt w środkowej części płyty (poza stykami) określono na poziomie $U_0 = 0,27 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, co oznacza, że dach nie spełnia również aktualnych wymagań izolacyjności termicznej, określonych obowiązującymi przepisami techniczno-budowlanymi $U_c \leq U_{c,max} = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ [4].



Rys. 12. Ilość kondensatu w warstwie pokrycia dachowego, [kg/m²], określona dla złącza rozszczelnionego wypełnionego uszczelką poliuretanową, Serie 1 – miesięczna wielkość kondensacji (znak minus oznacza odparowanie), Serie 2 – skumulowany wykres kondensacji w typowym roku meteorologicznym poczynając od miesiąca początkowego z przewidywaną kondensacją wgłębną.



Rys. 13. Ilość kondensatu w warstwie pokrycia dachowego, [kg/m²], określona dla złącza wypełnionego powietrzem, Serie 1 – miesięczna wielkość kondensacji (znak minus oznacza odparowanie), Serie 2 – skumulowany wykres kondensacji w typowym roku meteorologicznym poczynając od miesiąca początkowego z przewidywaną kondensacją wgłębną.

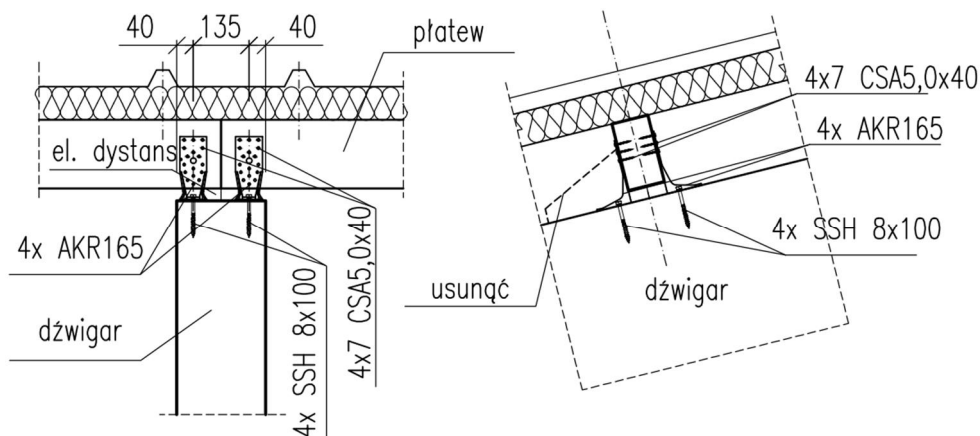
5. Propozycje metod napraw konstrukcji zadasznień hal basenów

Biorąc pod uwagę istniejący stan techniczny pokrycia dachowego z płyt warstwowych z wypełnieniem pianką poliuretanową, a w szczególności brak szczelnego łączenia płyt

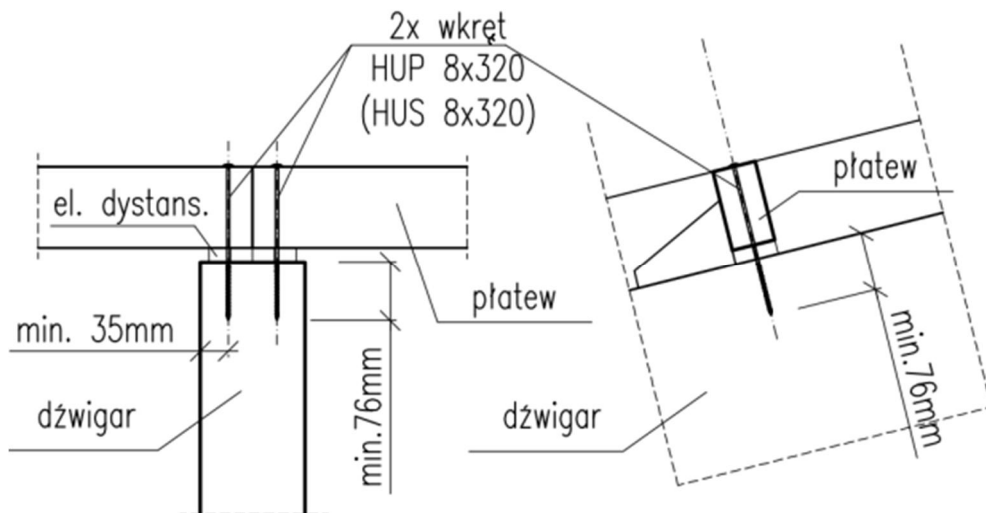
warstwowych, zawilgocenia oraz niewielki zapas nośności drewnianej konstrukcji nośnej, zalecono wymianę pokrycia dachowego na nowe, spełniające obecne wymagania izolacyjności termicznej i szczelności.

Wobec rekomendowanego demontażu istniejącego pokrycia dachowego, podano dwie propozycje właściwego zakotwienia płatwi do dźwigarów dachowych, w obu przypadkach spełniające wymagania nośności połączenia, a mianowicie: (a) z wykorzystaniem złączy kotwiących AKR165 [6], na rys. 14, oraz (b) za pomocą dwóch wkrętów z łbem podkładkowym HUP 8.0×320 mm [7] albo za pomocą dwóch wkrętów z łbem stożkowym HUS 8.0×320 mm [7] mocowanych przed montażem nowego pokrycia dachowego (rys. 15).

Zalecono również wymianę drewnianych płatwi dachowych, a w szczególności płatwi dachowych zlokalizowanych w osiach *p*, *u*, *d* oraz *h*, w których stwierdzono wilgotność drewna powyżej 20%. Zaś w przypadku podjęcia decyzji o ich zachowaniu, zalecono konieczność usunięcia przyczyn ich zawilgocenia i bezwzględnego wysuszenia płatwi przed wykonaniem nowej impregnacji drewna i nałożeniem nowych powłok ochronnych.



Rys. 14. Propozycja zakotwienia płatwi do dźwigarów dachowych z wykorzystaniem złączy kotwiących AKR.



Rys. 15. Propozycja zakotwienia płatwi do dźwigarów dachowych za pomocą wkrętów.

6. Podsumowanie

Przedstawiona analiza przypadku stanu przedawaryjnego konstrukcji zadaszona hal basenów wskazuje na konieczność zapewnienia poprawności warunków pracy konstrukcji w jej długoletnim stanie użytkowania. W ustalonym łańcuchu przyczynowo-skutkowym, jako główną przyczynę powstałej degradacji konstrukcji zadaszona wskazano brak ustabilizowania płatwi przez łączniki mechaniczne wskutek nieprawidłowego wykonania złączy mechanicznych pomiędzy płatwami oraz dźwigarami głównymi konstrukcji zadaszona. Cyklicznie występujące oddziaływania zewnętrzne w postaci parcia i ssania wiatru przy współistnieniu osłabienia złączy płatew-dźwigar znalazły odzwierciedlenie w klawiszowaniu płatwi oraz – w dalszej konsekwencji – klawiszowaniu płyt pokrycia dachowego i rozszelnienia ich styków, co wpłynęło na istotną zmianę ciepłno-wilgotnościowych warunków pracy w obrębie styków płyt pokrycia dachowego. Powstanie nieszczelności w płaszczyźnie pokrycia rozpoczęło proces kondensacji wgłębnej oraz spływanie kondensatu po krawędzi styków płyt do wnętrza hali, powodując zawilgocenie konstrukcji drewnianej. Dodatkowo, zwiększone straty ciepła, wskutek otwarcia złączy płyt dachowych, przyczyniały się do roztopiania pokrywy śnieżnej zalegającej na stropodachach hal w okresach zimowych i spływu wody roztopowej w kierunku pasa rynnowego, gdzie tworzyła ona sople, jak również w obręb złączy – i dalej – do konstrukcji nośnej zadaszona hal basenów, powodując dodatkowe zawilgocenie. Długotrwały proces permanentnego zawilgacania konstrukcji wpłynął na dalsze pogorszenie się stanu powierzchni elementów konstrukcyjnych, ich nośność oraz nośność złączy.

Wykazana wzajemna interakcja obniżenia stanu nośności złączy ze zmianą warunków ciepłno-wilgotnościowych w obrębie warstwy pokrycia dachowego, dalej skutkująca pogorszeniem warunków nośności konstrukcji drugiego rzędu, wskazuje na istotność dochowania należytej staranności prowadzenia prac wykonawczych, jak również w etapie je poprzedzającym – dopełnienia należytej staranności podczas opracowywania dokumentacji projektowej i powykonawczej.

Literatura

1. Żurański J., Gaczek M., Fiszer S.: Oddziaływanie wiatrów katastrofalnych na budynki w Polsce. Przegląd budowlany, nr 11/2009.
2. Katalog techniczny. Płyty warstwowe z rdzeniem z poliuretanu. Opis produktu. SIN, PLUS, SC, D. Ruukki Construction Polska Sp. z o.o., Oborniki 2006. <http://wbiis.tu.koszalin.pl/kkm/rupwp.pdf>, dostęp: 21.01.2022.
3. Kasperkiewicz K.: Obliczenia ciepłne budynków. Poradnik. Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2012.
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Dz.U.2002.75.690 z z późniejszymi zmianami.
5. PN-EN ISO 13788:2013-05: Ciepłno-wilgotnościowe właściwości komponentów budowlanych i elementów budynku. Temperatura powierzchni wewnętrznej konieczna do uniknięcia krytycznej wilgotności powierzchni i kondensacja międzywarstwowa. Metody obliczania. PKN, Warszawa, 2013.
6. Europejska Aprobata Techniczna ETA-07/0285. SIMPSON Strong-Tie Hold Downs & Post Bases. ETA-Danemark A/S, Nordhavn, Kopenhaga 2021.
7. Katalog produktów. Oferta Simple. MARCOPOL Sp. z o.o., Producent Śrub. Chwaszczyno, 2021.

Pre-failure state of the swimming halls' timber roofs in one of the oldest polish aquaparks

Abstract: The article presents the pre-failure state of the timber roof structures at the swimming pools in one of the oldest Polish water parks. The roof is made of two independent timber structures, sports and recreational swimming pools, made of glued laminated timber. Sandwich panels with polyurethane foam were used as roofing material. As a result of the 20-years continuous use of the swimming pool halls, both timber roof structures wear numerous stains and moisture, which was directly caused by the deformations of the purlins and roof panels. Consequently, it was found that the purlins were not properly fastened to the main and intermediate girders, which endangered the safety of the structure. Proposals for appropriate repairs and protection were presented, including a few methods of anchoring the purlins to the roof girders, it was recommended to replace the most damp roof purlins, as well as to replace the roofing.

Key words: glued timber, straight girders, arch girders, wooden purlins, sandwich panels, hygrothermal conditions