

OCENA UWARUNKOWAŃ KONSTRUKCYJNYCH WYNIESIONYCH ŁADOWISK DLA HELIKOPTERÓW NA BUDYNKACH SZPITALNYCH REALIZOWANYCH OBECNIE W POLSCE

KRZYSZTOF WĄCHALSKI

PONT-PROJEKT Sp. z o.o., ul. Grunwaldzka 209, 80-266 Gdańsk
wachalski@pontproject.pl

Streszczenie

W pracy zostały podane uwarunkowania budowlane dla wyniesionych ładowisk dla helikopterów na budynkach szpitalnych obowiązujące obecnie w Polsce na tle wymagań zagranicznych. Ocena tych uwarunkowań dowodzi, że ogólnie pojęte bezpieczeństwo i względy użytkowe budowli, jakimi są budynki szpitalne z ładowiskami, nie są wystarczająco zapewnione. Wynika to z faktu stosunkowo małej ilości realizowanych wcześniej wyniesionych ładowisk. Jednak realizowany obecnie narodowy program budowy wielu ładowisk w szpitalach dla potrzeb Lotniczego Pogotowia Ratunkowego zmienia ten stan rzeczy. Niezwykle istotne staje się właściwe konstruowanie ładowisk na istniejących i nowoprojektowanych budynkach szpitalnych zapewniając odpowiednią ochroną przed drganiami i wibracjami. Ponadto konieczne jest zapewnienie nieprzerwanej ciągłości funkcjonowania ładowisk, również w niesprzyjających warunkach zimowych, co stanowi istotę ratownictwa medycznego. W pracy wskazano na potrzebę pilnego sformułowania przez resort zdrowia odpowiednich wytycznych i wymagań dla wyniesionych ładowisk dla helikopterów na budynkach szpitalnych, wzorując się na przykładzie podobnych zagranicznych regulacji.

Słowa kluczowe: wyniesione ładowisko dla helikopterów, drgania, tłumiki wibracji, ogrzewanie płyty ładowiska, wpływ wiatru.

1. WPROWADZENIE

Artykuł stanowi odniesienie się do sfery budowlanej i konstrukcyjnej obecnie realizowanych ładowisk wyniesionych na budynkach szpitalnych w Polsce. W opracowaniu zostały zidentyfikowane podstawowe problemy techniczne dla oceny bezpieczeństwa wyniesionych ładowisk i budynków, na których są one zlokalizowane. Podjęto przy tym próbę pokazania zagranicznych standardów identyfikujących problemy wyniesionych ładowisk.

Ocena uwarunkowań dla konstrukcyjnych wyniesionych ładowisk na budynkach szpitalnych jest niezbędna w procesie projektowania, budowy i użytkowania obiektów. Powinna bazować na zdefiniowanych prawnie przepisach oraz zasadach, a także wiedzy techniczno-budowlanej opartej w tym wypadku przede wszystkim o zagraniczne doświadczenia. Jednakże nie oznacza to, że nie należy rozwijać i pogłębiać własnych krajowych wzorców i wytycznych. Wręcz przeciwnie taka

konieczność jest niezbędna, gdyż krajowe regulacje dotyczące sfery budowlanej, lotniczej i w tym wypadku resortu zdrowia powinny być dla wyniesionych lądowisk szpitalnych określone i spójne.

Artykuł nie odnosi się natomiast do zagadnień i uwarunkowań sfery lotniczej, które w Polsce jako zgodne z międzynarodowymi standardami nie budzi większych zastrzeżeń i wątpliwości zarówno w stanie prawnym, jak i w praktycznym stosowaniu. Wymagania lotnicze dla wyniesionych lądowisk stanowią funkcjonalną podstawę do zaprojektowania konstrukcji lądowisk oraz obiektów budowlanych, na których są one usytuowane.

Doświadczenia krajowe z budową wyniesionych lądowisk dla helikopterów na budynkach są niewielkie. W związku z ustawową koniecznością budowy lądowisk dla szpitalnych oddziałów ratunkowych obsługiwanych przez Lotnicze Pogotowie Ratunkowe obecnie wdrożony jest program budowy wielu tego typu inwestycji w szpitalach. Krajowe warunki techniczne dotyczące budowy lądowisk dla helikopterów oraz szczegółowe wymagania resortu infrastruktury i budownictwa oraz resortu zdrowia nie uwzględniają specyfiki tych lądowisk jako obiektów budowlanych komunikacji lotniczej.

Budowa wyniesionych lądowisk dla helikopterów usytuowanych na budynkach o szczególnym znaczeniu jak np. szpitale jest znacznie trudniejszym zadaniem pod względem budowlanym, niż lądowiska usytuowane na terenie. Jednakże ze względu na możliwości terenowe lądowisko wyniesione jest niejednokrotnie jedynym możliwym sposobem zapewnienia funkcji komunikacyjnej dla ratownictwa lotniczego.

Obecnie w polskiej rzeczywistości często bagatelizowanym i niedostrzegalnym technicznym problemem spotykanym przy budowie wyniesionych lądowisk szpitalnych jest brak prawidłowego uwzględniania lub całkowite pominięcie warunków oddziaływania lądowisk na budynki i ich funkcjonowanie, a precyzyjnie mówiąc oddziaływania helikoptera. Jest to ważny problem techniczny dla nowobudowanych obiektów, a w przypadku adaptacji istniejących stanowi wyjątkową trudność i wymaga m.in. szczególnych procedur analitycznych, adaptacyjnych i monitorujących te obiekty.

Nie sposób tutaj nie zauważyć, że dla obiektów szpitalnych ze specjalistycznym sprzętem medycznym i laboratoryjnym, blokami operacyjnymi i innymi ich funkcjami (np. systemy różnych instalacji) wymagane jest niezakłócone ich funkcjonowanie. Niestety bezpośrednie oddziaływanie lądujących helikopterów na budynki poprzez emitowane drgania i wibracje oraz wywołujące turbulencje opływu ma istotny wpływ nie tylko na ich funkcjonalność, ale także na trwałość konstrukcji budynków powodując ich degradację w czasie. Zostało to zauważone i zidentyfikowane już dawno zagranicą, gdzie standardem jest przeciwdziałanie tego typu sytuacjom. Oceny skutków tego typu oddziaływań od wyniesionych lądowisk helikopterów na budynki mają odniesienie w różnych zagranicznych publikacjach i badaniach naukowych opartych o doświadczenie użytkowania dużej liczby lądowisk na przestrzeni kilkudziesięciu lat. Ten praktycznie zaobserwowany niekorzystny wpływ lądowisk wyniesionych na budynkach szpitalnych jest jednak niemal całkowicie niedostrzegany i marginalizowany w krajowych realizacjach. Dlatego standardem jest przy realizacjach zagranicznych lądowisk stosowanie odpowiednich rozwiązań konstrukcyjnych niwelujących powyższe niekorzystne oddziaływanie helikopterów.

Innym ważnym problemem lądowisk, które są użytkowane dla potrzeb ratownictwa medycznego na szpitalach jest zapewnienie utrzymania gotowości lądowiska w okresie zimowym. Problem jest szczególnie istotny w polskiej strefie klimatycznej, gdzie możliwość nagłych opadów śniegu lub oblodzenia może uniemożliwić wykonanie potrzebnej akcji ratowniczej. W takim wypadku również inne sąsiednie lądowisko nie będzie w stanie bezpiecznie odebrać transportowanych uszkodzonych, gdyż w większości lądowisk krajowych brak jest zapewnienia automatycznych systemów odmrażania płyty lądowiska. Można snuć tutaj przypuszczenia, co do ilości i prawdopodobieństwa takich zdarzeń. Jednak jest wielce prawdopodobne, że właśnie w przypadku nagłych dużych opadów śniegu lub innych klimatycznych zimowych anomalii występują wypadki, a wtedy jedynym możliwym środkiem transportu jest przecież helikopter. Czy wobec tego można

dopuszczyć takie może nawet jednostkowe sytuacje, w których lądowisko dla ratownictwa medycznego nie będzie czynne? Przecież techniczne możliwości zapewnienia takiej gotowości nie stanowią większego problemu, a jedynie uzależnione są od kosztów inwestycji i kosztów eksploatacji. Dlatego powyższe pytanie nie powinno być w ogóle zadawane, zwłaszcza że dotyczy to istoty samego ratownictwa medycznego realizowanego również wg zasad i wymogów UE i finansowanych z publicznych środków. Inwestycje w sprzęt i infrastrukturę lotniczego ratownictwa medycznego, to zapewnienie szybszej i niejednokrotnie jedynej możliwej pomocy przy złych warunkach pogodowych (np. wzmożone opady śniegu) dla poszkodowanych i chorych i nie mogą być funkcjonalnie pod tym względem na równi traktowane z lądowiskami helikopterów dla innego typu obiektów jak np. komercyjnych, hotelowych, mieszkaniowych, itp. W innym przypadku istota funkcji ratowniczej nie będzie spełniona.

2. KRAJOWE WYMAGANIA TECHNICZNO-BUDOWLANE DLA WYNIESIONYCH ŁĄDOWISK DLA HELIKOPTERÓW NA BUDYNKACH SZPITALNYCH

Polskie przepisy dotyczące sfery budowlanej dla lądowisk należy rozpatrywać w odniesieniu do samej konstrukcji lądowiska czyli płyty oraz do konstrukcji wsporczej, a także do budynku, na którym lądowisko jest posadowione. Podstawowym dokumentem prawnym jest Ustawa Prawo Budowlane (z dnia 7 lipca 1994r. z późn. popr.) oraz powiązane z nią inne ustawy jak np. Ustawa o wyrobach budowlanych (z dnia 16 kwietnia 2004r. z późn. popr.). Drugim istotnym dokumentem jest Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

Do szczegółowego zaprojektowania konstrukcji lądowiska oraz budynku, na którym są usytuowane lądowiska stosowane są odpowiednie polskie normy (PN) lub normy europejskie (EN). Przywołane powyżej normy mogą być odpowiedzialnie stosowane przez projektantów, jeżeli bazują na właściwych założeniach i wytycznych określających warunki pracy samej konstrukcji, co w tym przypadku odnosi się do obiektów szpitalnych, na które bezpośrednio oddziałuje lądujący i startujący helikopter. Jednak niezmiernie ważnym czynnikiem przy projektowaniu lądowisk i ocenie budynku, na którym będzie lądowisko wyniesione, jest identyfikacja bezpośredniego oddziaływania helikoptera. W tym przypadku problem stanowi indywidualna zmienność obciążeń generowanych przez konkretny model helikoptera. Charakterystyka oddziaływania dynamicznego i wiatrowego na budynek wynika wręcz z budowy helikoptera i jest odmienna dla różnych maszyn. Określając założenia projektowe należy rozważać także przyszłościowe potrzeby szpitali w odniesieniu do lądowisk np. większe helikoptery.

W obliczeniach sam ciężar helikoptera i jego statyczne oddziaływanie na konstrukcję lądowiska i budynku jest znacznie mniej istotne, niż oddziaływanie dynamiczne szczególnie związane z przekazywaniem pulsacyjnych lub harmonicznym drgań od powierza uderzającego w płytę lądowiska. Drgania te dalej przenoszą się na budynek powodując różnego rodzaju skutki. Podobny ważny problem identyfikowany jest jako lokalne oddziaływanie wiatrowe helikoptera na budynek z lądowiskiem.

Tutaj porównując statycznie masę konstrukcji samego lądowiska (ok. 1.000 t w przypadku płyty betonowej) i masę samego śmigłowca (4t-8t) możemy stwierdzić, że statycznie obciążenie od helikoptera nie ma większego globalnego znaczenia. Analitycznie projektowy problem masy helikoptera dotyczy przede wszystkim lokalnych rozwiązań konstrukcyjnych samej płyty lądowiska. Dlatego niezwykle ważnym jest, aby dokonać indywidualnej Identyfikacji oddziaływania samego helikoptera na lądowisko i budynek. Dotyczy to przede wszystkim :

- obciążenia statycznego (ciężar śmigłowca),
- obciążenia dynamicznego przy lądowaniu,

- obciążenia dynamicznego jako stanu wyjątkowego przy upadku śmigłowca,
- obciążenia dynamicznego wymuszonych drgań od emisji wibracji wywołanych ruchem wirnika nośnego i wirnika ogonowego śmigłowca,
- obciążenia wiatrem i aspekty aerodynamiczne,
- obciążenia wyjątkowego od pożaru płyty lądowiska.

Przy ocenie prawdopodobieństwa zdarzeń występowania określonych obciążeń i ich zagrożenia oraz skutków należy zastosować odpowiednie współczynniki bezpieczeństwa.

W przypadku Ustawy Prawo Budowlane istotny jest w powyższym kontekście głównie art.5, który narzuca na uczestników procesu inwestycyjnego w pkt.1., ust.1e) zapewnienie także ochrony przed hałasem i drganiami oraz nakłada konieczność utrzymania właściwego stanu technicznego obiektu w trakcie jego użytkowania. W tym samym artykule przepis stanowi, że użytkowanie obiektu w tym jego naprawy i modernizacje nie mogą dopuszczać do pogorszenia jego właściwości użytkowych i sprawności technicznej. Należy zauważyć, że odnosi się to nie tylko do samych lądowisk usytuowanych na dachach obiektów szpitalnych, ale przede wszystkim do tych budynków, na których są lokalizowane lądowiska zarówno nowobudowane, jak i te istniejące adaptowane pod lądowiska.

Dla wyniesionych lądowisk na budynkach jedną z podstawowych ocen bezpieczeństwa konstrukcji jest ochrona przed drganiami i wibracjami obiektu oraz niekorzystnymi efektami wiatrowymi, co wpływa na zapewnienie właściwych parametrów użytkowych niezwykle istotnych dla budynków szpitalnych.

Ogólne kwestie przytaczane w Ustawie Prawo Budowlane w art.5 zgodnie z zasadami budownictwa są szczegółowo odnoszone dla konkretnych obiektów budowlanych. Jednak obecnie te szczegółowe krajowe wymagania nie uwzględniają lądowisk dla helikopterów, gdzie nie określają one np. dopuszczalnego poziomu drgań i wibracji czy oddziaływania podmuchu pochodzącego od helikoptera. Zakłada się w domyśle, że te wartości winny wynikać z wytycznych. Przytaczane powyżej Rozporządzenie Ministra Infrastruktury posiada jedyny ogólnikowy zapis w dziale IX §324 i 325, nie określający żadnych parametrów. Należy stwierdzić, że istotnych dopuszczalnych wartości drgań czy wibracji dla budynków szpitalnych w krajowych regulacjach jednak nie można znaleźć. Ustawodawca pozostawił kwestię oceny dopuszczalnych wartości inwestorowi czy użytkownikowi obiektu jednocześnie obligując go do zapewnienia ochrony przed skutkami.

3. PROBLEM WIBRACJI I DRGAŃ DLA BUDYNKÓW, NA KTÓRYCH USYTUOWANE SĄ LĄDOWISKA DLA HELIKOPTERÓW

Z fizycznego punktu widzenia należy uściślić pojęcia drgań i wibracji. Drgania to procesy lub zjawiska, w których wielkości fizyczne charakterystyczne dla tych procesów lub zjawisk są zmienne w czasie. Drgania można podzielić wg różnych kategorii jak np. typu ośrodka drgającego: gazy, ciecze i ciała stałe. Dla ciał stałych, w szczególności konstrukcji budowlanych (i nie tylko) możemy rozróżnić drgania własne zależne tylko od właściwości fizycznych układu drgającego, jak bezwładność, sprężystość i tłumienie oraz drgania wymuszone układu drgającego wywołane zewnętrznym źródłem energii np. siły wymuszające. Pojęciem węższym są drgania mechaniczne, definiowane jako ruch cząstek ośrodka sprężystego względem położenia równowagi. Gdy dotyczy to niskoczęstotliwościowych drgań w ośrodkach stałych mówimy o wibracjach. Drgania zarówno ośrodka gazowego jak i stałego mogą być przyczyną hałasu. Drgania mogą powodować uszkodzenia konstrukcji budowlanych, maszyn i urządzeń oraz mogą zakłócać procesy technologiczne, pomiary i diagnostykę. Drgania przekazywane do organizmu człowieka w zależności od ich specyfiki, mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia i życia ludzkiego. Jednakże drgania mogą być też wykorzystywane pozytywnie jak np. różnego rodzaju urządzenia do zagęszczania. Również cała sfera muzyki, zarówno rozrywkowej jak i klasycznej z instrumentami dętymi i strunowymi wykorzystuje istotę drgań.

W przypadku obiektów budowlanych problem dopuszczalnych oddziaływań np. wibracji na obiekt powinien być określony na etapie projektowania. Przy braku szczegółowych wymogów powinien zostać ustalony indywidualnie dla konkretnego obiektu – szpitala. Zupełnie inaczej jest w krajach UE czy USA, gdzie wymagania dotyczące hałasu i drgań w budynkach szpitalnych są jednoznacznie określone w odpowiednich dokumentach resortowych (np. resort zdrowia) [1], [2].

Także wymagania np. dopuszczalnego hałasu czy wibracji są ograniczone dla różnych pomieszczeń, jak np. pomieszczenia administracyjne, sale pacjentów i sale operacyjne. Ponadto w zależności od wyposażenia w specjalistyczny sprzęt diagnostyczny stosuje się także szczególne warunki [3], [4].

Jednakże, jak wcześniej zaznaczono w opinii, na podstawie oceny wykonywanych projektów w kraju tego typu zasad poza lądowiskiem w Olsztynie nie stosuje się.

Brak respektowania tych zasad prowadzi nie tylko do bezpośrednich ograniczeń w funkcjonowaniu np. szpitala przy lądowaniu helikoptera, ale także jak wykazały zagraniczne badania naukowe również do degradacji konstrukcji obiektu. Przeprowadzone badania w 2005-2010 w A&M Texas University z USA [5] objęły szczegółowe oceny 50 lądowisk wykonanych na przestrzeni 30 lat dla różnych budynków od niskich do bardzo wysokich. Przebadano budynki o różnym przeznaczeniu od budynków komercyjnych, biurowych, rządowych, mieszkalnych po szpitale. Badania wykazały, że niezależnie od ich przeznaczenia bardzo duża część tych budynków została uszkodzona w wyniku oddziaływania drganiami od helikopterów. Największej destrukcji doznawały 2 ostatnie kondygnacje, systemy maszynowe, wentylacje oraz systemy windowe. Budynki doznawały zarysowań i pęknięć konstrukcyjnych i w wielu przypadkach wymagały koniecznej naprawy. Proces destrukcji narastał w czasie. Wnioski z badań jednoznacznie zalecały odpowiednie procedury projektowe i wzmacnianie 2-ch ostatnich kondygnacji, ale przede wszystkim stosowanie systemów izolujących drgania i wibracje za pomocą specjalnych pasywnych i aktywnych tłumików drgań.

Dzisiaj w większości profesjonalnie realizowanych specjalistycznych obiektach na świecie, jakim są przede wszystkim szpitale, wprowadza się systemy redukujące drgania i to nie tylko pochodzące od helikopterów. Stosowanie punktowych, liniowych i powierzchniowych (mat) systemów tłumiących drgania jest tam standardem. W przypadku szpitali praktyka taka jest miarą bezpieczeństwa nie tylko obiektu, ale i sprzętu, procesu diagnostyki, badań czyli ogólnego bezpieczeństwa pacjentów. Jednym z przykładów może być typowy system tłumienia drgań lądowiska szpitala w Sztokholmie (rys.2), czy jedyne w Polsce lądowisko zrealizowane wg tych zasad w szpitalu MSWiA w Olsztynie (rys.1).



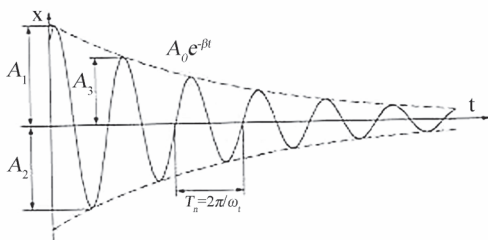
Rys. 1. Lądowisko szpitala MSWiA w Olsztynie [fot. A.Koper]



Rys. 2. Typowe rozwiązanie tłumików drgań na przykładzie lądowiska szpitala w Sztokholmie [6]

Jednakże ze względów eksploatacyjnych bardzo ważne jest wspomniane obciążenie dynamiczne, które poprzez zwiększone drgania i wibracje w przypadku szpitala powodują zakłócenia dla sal operacyjnych, sprzętu diagnostycznego i pacjentów. Głównym źródłem drgań przenoszonych na strukturę budynku są zmienne obciążenia masowe i aerodynamiczne łopat wirnika nośnego i wirnika ogonowego oraz pulsacje rozkładów prędkości indukowanej przez wirniki. Dodatkowe drgania budynku mogą być odczuwane w czasie lądowania przy dynamicznym zetknięciu się elementów podwozia z powierzchnią lądowiska. Duża częstotliwość drgań i znaczna siła podmuchu wynikająca z prędkości indukowanej przekraczającej 30 m/s w obszarze zawirnikowym, to duża energia przekazywana w postaci drgań na budowlę.

Od zdolności tłumiących samego obiektu zależy w dużej mierze jak te drgania będą oddziaływały, a czasem w zgodności z częstościami własnymi, wzmacniały wywołując efekt rezonansu. Na pytanie, czy znaczna masa płyty betonowej lądowiska sama jest wystarczającym elementem dla zapewnienia ochrony, można odpowiedzieć po dokonaniu odpowiednich dynamicznych analiz obliczeniowych całej struktury budynku wraz z lądowiskiem. Dla nowoprojektowanych budynków przy założeniu, że są stosowane odpowiednie rozwiązania konstrukcyjne może to wystarczyć. Jednak dla adaptowanych obiektów jest to z zasady niewystarczające. Jak pokazują badania i doświadczenia zagraniczne problem ten jest duży i wymaga stosowania niezależnych systemów tłumiących. W takim kontekście należy rozważyć pytanie czy większa masa płyty lądowiska (np. płyta betonowa) może prowadzić do eliminacji problemu drgań. Na to pytanie można odpowiedzialnie odpowiedzieć dopiero po wykonaniu obliczeń, jednak większa masa będzie z pewnością przyczyniać się w pewnym stopniu do redukcji drgań. Gdy mamy do czynienia z impulsowym oddziaływaniem dynamicznym (moment lądowania helikoptera), to masa samej płyty może znacznie pomagać w tłumieniu. Natomiast wymuszone, cykliczne w tym harmoniczne drgania o pewnych częstościach potrafią nawet przy niewielkiej energii wywoływać drgania. W tym wypadku drgania wywoływane są dla łącznej masy płyty lądowiska wraz z budynkiem, a tutaj nawet betonowa płyta to zaledwie nie więcej niż 10% całości masy budowli. Z fizycznego punktu widzenia podstawowym parametrem odpowiedzialnym za naturalne tłumienie budowli jest tzw. logarytmiczny dekrement tłumienia. Jeżeli struktura konstrukcji nie ma dostatecznych własności tłumiących należy ją wyposażać w odpowiednie zewnętrzne tłumiki drgań. Dobór tego typu wyposażenia budowli obecnie jest standardem. Zarówno metody naukowe definiujące problem są powszechnie znane jak np. [7], jak i jest wiele wyspecjalizowanych producentów tych urządzeń świecie oferujących także tłumiki drgań dla ochrony lądowisk dla helikopterów.



Rys. 3. Logarymiczny dekrement tłumienia

$$\lambda = \ln \frac{A_0 e^{-\beta t}}{A_0 e^{-\beta(t+T)}} = \ln e^{\beta T} = \beta T$$

Drgania w przypadku wielu budowli stanowią zagrożenie i przekładają się na ich bezpieczeństwo. W przypadku lądowisk jest to jedno z podstawowych oddziaływań. W nowoczesnej praktyce inżynierskiej dla inwestycji optymalnie zaprojektowanych i użytkowanych, gdzie mamy do czynienia np. ze skomplikowanymi oddziaływaniami dynamicznymi lub wiatrowymi prowadzony jest ciągły monitoring pozwalający identyfikować i w czasie minimalizować zagrożenia. Wiele jest metod umożliwiających identyfikację i ocenę drgań konstrukcji. Zamontowanie czujników przyspieszeń (akcelerometrów) i automatycznych systemów rejestracji drgań nie stanowi technicznego problemu i nie wpływa istotnie na koszty inwestycji. Jak wspomniano na świecie jest to standardowe podejście, także dla obiektów szpitalnych. Także w Polsce już od ponad 15 lat mamy spore doświadczenia w wykorzystaniu monitoringu do oceny zachowania dynamicznego i aerodynamicznego konstrukcji (np. mosty) [8].

4. ODDZIAŁYWANIA WIATRU NA BUDYNEK Z ŁĄDOWISKIEM

Innym ważnym obciążeniem jest oddziaływanie wiatru pochodzące od helikoptera. Tutaj mamy fenomen dodatkowego układu sił pochodzących od wiatru nieokreślonych w normach i o sile przekraczającej typowe normalne wartości. Oddziaływanie wiatru o dość skomplikowanej specyfice zmiennych kątów natarcia wiatru, występujących efektów wirowych, Karmana flatteru czy buffetingu jest niezwykle istotne dla oceny bezpieczeństwa, zwłaszcza wysokich lub podatnych aerodynamicznie struktur. Na takie szczególne warunki obciążenia, konstrukcje budynków zwłaszcza istniejących, zapewne nie były brane pod uwagę przy projektowaniu w przeszłości. W przypadku oddziaływania wiatrowego od helikoptera należy także pamiętać o elementach wyposażenia budynku – ich mocowaniu (elementów elewacji, okien) oraz urządzeń wentylacji, odwodnienia, itp. W przypadku adaptowanych budynków pod wyniesione lądowiska zwiększony wpływ wiatru nie może być pomijalny, bo przecież nie był on uwzględniany, gdy budynek był budowany bez lądowiska.

Niezwykle ważne jest, aby przy projektowaniu obiektów zidentyfikować właściwy sposób oddziaływania wiatru pochodzącego od helikoptera. Do tego powinny być wykorzystane badania i doświadczenia z dziedziny lotnictwa np. Instytut Lotnictwa w Warszawie [12], [13], [14], [15], [16], [17].

5. PROBLEM GOTOWOŚCI ZIMOWEJ ŁĄDOWISKA

Zapewnienie gotowości lądowiska w okresie zimowym wiąże się z zastosowaniem odpowiednich systemów do odladzania i odśnieżania płyty lądowiska. Najwłaściwszym rozwiązaniem jest zastosowanie automatycznych, niezależnych od decyzji człowieka systemów grzewczych utrzymujących ciągłą dodatnią temperaturę płyty lądowiska np. +3°C. Systemy takie są standardem i mogą być oparte o ogrzewanie elektryczne lub z zastosowaniem czynnika grzewczego. Ogrzewanie elektryczne jest zdecydowanie droższe, szczególnie jeżeli chodzi o znaczną masę np. betonowej płyty lądowiska.

Zapewnienie odśnieżania płyty lądowiska za pomocą metod tradycyjnych odśnieżania (mechaniczne) jest ryzykowne i praktycznie niemożliwe, a przy tym zapewnienie gotowości znacznej grupy ludzi do odśnieżania jest także nieopłacalne.

Stosowane odladzające środki chemiczne nie są również prawidłowym rozwiązaniem, zabronionym w wielu krajach np. USA [11]. Tego typu środki stosowane na najwyższej kondygnacji budynku powodować będą niekontrolowane przenikanie się substancji chemicznych do sąsiedniego otoczenia. Przy wietrze i silnych podmuchach powierza przy lądującym helikopterze będą także zagrażać postronnym osobom. Będą wnikać w różnego rodzaju instalacje nieprzystosowane do tego typu substancji. Również będą degradować infrastrukturę i otoczenie wokół lądowiska (np. elewacje budynków). Kontrola i kanalizowanie tych substancji jest praktycznie niemożliwa. Dlatego z uwagi na ochronę środowiska, metoda odśnieżania i odladzania za pomocą środków chemicznych jest niewłaściwa, szkodliwa i niebezpieczna. W regulacjach amerykańskich o największych doświadczeniach z lądowiskami dla helikopterów zawarte są zapisy, które obligują do odśnieżania płyty lądowisk szpitalnych [9], [10].

Zapewnienie ciągłej gotowości zimowej lądowiska dla ratownictwa medycznego jest kluczowe i bardzo ważne. Nieoczyszczone ze śniegu lub co gorsza z lodu lądowisko jest bardzo niebezpieczne nie tylko dla obsługi helikoptera i służb ratowniczych, ale także dla osób trzecich, gdzie w przypadku oderwania kilkukilogramowej bryły, która spadając z wysokości może spowodować tragiczne skutki. Zagraniczne regulacje nie dopuszczają, aby w strefie bezpośredniego oddziaływania lądowiska mogły znajdować się przedmioty i materiały mogące zostać poderwane przez powietrze od helikoptera.

6. PORÓWNANIE RÓŻNYCH TYPÓW LĄDOWISK WYNIESIONYCH NA BUDYNKACH

Obecnie w kategorii lądowisk wyniesionych najczęściej wykonywane są na świecie lądowiska z płytą betonową, aluminiową oraz ostatnio popularne lądowiska z płytą kompozytową. W Polsce w większości budowane są lądowiska z płytą betonową i nieliczne pierwsze przypadki płyt kompozytowych. Nie są wykonywane natomiast lądowiska z płytą aluminiową. W dalszym porównaniu pominięta zatem zostanie płyta aluminiowa.

Przy porównaniu jednym z ważnych parametrów jest lekkość płyty lądowiska, która decyduje o obciążeniach na budynek ciężarem własnym samego lądowiska. Najbardziej niekorzystnym rozwiązaniem jest płyta betonowa, której obciążenie jest ok. 10 krotnie większe od płyty kompozytowej. Ten parametr przekłada się w znacznej mierze na koszty inwestycji. Obciążenie np. z betonowej płyty lądowiska średnio może stanowić nawet ciężar 1-2 kondygnacji budynku. Trudno zatem uwierzyć w zapewnienia projektantów lądowisk, że adaptowane istniejące budynki szpitalne mogą być bez żadnych dodatkowych wzmocnień przystosowane do takich istotnych obciążeń. Świadczy to, co najmniej, o nierzetelności poprzednich lub obecnych projektantów. Jeżeli wcześniej nie zakładano tego typu rozbudowy budynku, to takie rezerwy spowodowały niepotrzebne koszty.

Przy optymalizacji przedsięwzięć lądowisk wyniesionych na budynkach minimalizacja ciężaru własnego lądowiska jest jednym z podstawowych sygnalizowanych warunków przez zagranicznych konsultantów.

Porównując możliwości utrzymania zimowego, płyta betonowa wymaga dużej energii dla ogrzania znacznej jej masy. Poza tym bardzo szkodliwy jest dla konstrukcji gradient temperatury powodujący powstawanie rys termicznych i w efekcie szybką degradację płyty. Możliwe są rozwiązania hybrydowe z nakładanymi dodatkowymi warstwami izolującymi i grzewczymi. Jednak dla zapewnienia odpowiedniej wytrzymałości na duże obciążenia lokalne od helikoptera i zespolenia z właściwą płytą, są to rozwiązania skomplikowane i kosztowne.

Biorąc pod uwagę poziom oddziaływania dynamicznego drgań lądowiska na konstrukcję budynku, przy betonowej płycie lądowiska w niedużym stopniu jest on mniejszy, niż w przypadku

ładowiska z płytą kompozytową. Wprawdzie masa jest tutaj jednym z parametrów, ale dotyczy ona całości masy czyli budynku i ładowiska, więc różnice nie są tak duże. Dodatkowo drgania o częstościach generowanych przez helikoptery, są dość dobrze przekazywane przez takie ośrodki jak beton i stal (dobry przewodnik wibracji). Dlatego niezależnie czy mamy do czynienia z ładowiskiem z płytą betonową, czy z ładowiskiem z płytą kompozytową, musimy ograniczać wpływ drgań stosując odpowiednie tłumiki drgań i wibroizolatory. W przypadku płyt betonowych ze względu na kilkakrotnie większą masę ładowiska, wielkość i koszt tych tłumików będących jednocześnie łożyskami konstrukcji wsporczej będzie zdecydowanie większy.

Rozpatrując cykl i technologię budowy płyty ładowiska betonowego, szczególnie w przypadku istniejącego budynku szpitalnego należy stwierdzić, że jest ona znacznie bardziej niekorzystna, niż dla sprefabrykowanej do maksimum i niewymagającej stosowania „mokrych” technologii betonu płyty kompozytowej. Minimalny czas na wykonanie konstrukcji płyty betonowej to 3-4 miesiące, w przypadku płyty kompozytowej to zaledwie 2-3 tygodnie. W tym czasie konieczne jest ze względów bezpieczeństwa wyłączenie najwyższych 2 kondygnacji i stosowania ekranów ochronnych. To przekłada się również na koszty ograniczeń w funkcjonowaniu szpitala.

Płyty kompozytowe ze względów ochrony antykorozyjnej są całkowicie bezobsługowe, co jest przewagą nad tradycyjnymi technologiami dla płyt betonowych.

Porównanie kosztów różnych technologii nie może odnosić się tylko i wyłącznie do kosztów bezpośrednich wykonania samej płyty betonowej. Pełna funkcjonalność ładowiska wyniesionego na budynku szpitalnym powinna uwzględniać koszty tłumienia drgań, gotowość zimową – koszty ogrzewania, koszty bezpiecznej adaptacji budynku do zwiększonych obciążeń i oddziaływań oraz koszty eksploatacyjne związane np. z antykorozją. Tylko takie podejście gwarantuje wykonanie w pełni funkcjonalnego ładowiska dla ratownictwa medycznego finansowanego ze środków publicznych. Inaczej może to prowadzić do powstania ładowiska, które wraz z upływem czasu będzie utrudniać funkcjonowanie szpitala i powodować jego destrukcję. W przypadku zaś, gdy ładowisko z powyższych powodów zostanie wyłączone z użytkowania, wówczas stanowić będzie tylko „taras widokowy” szpitala nie mający jednak nic wspólnego z ratownictwem medycznym.

Z architektonicznego punktu widzenia lżejsze konstrukcje oparte na kompozytach dają większe możliwości zaprojektowania ciekawszych i bardziej atrakcyjnych rozwiązań mogących wzbogacić i uatrakcyjnić istniejący lub nowoprojektowany budynek szpitalny lub cały szpitalny kompleks.

7. KONSTRUKCJE WYNIESIONYCH ŁĄDOWISK NA NIEZALEŻNYCH KONSTRUKCJACH

Alternatywą wykonania wyniesionego ładowiska na budynku jest ładowisko na niezależnej konstrukcji wsporczej. Taki obiekt powinien znajdować się bezpośrednio przy właściwym budynku szpitalnym, zapewniając najszybszą komunikację. Takie rozwiązanie z założenia znacznie kosztowniejsze może być podyktowane tym, że nie ma żadnej technicznej i racjonalnej możliwości usytuowania ładowiska na dachu budynku. Nie wydaje się, aby względy lotnicze kierunku nalotu mogły być tutaj istotne, zwłaszcza że niezależne konstrukcje powinny być zlokalizowane bezpośrednio przy budynku szpitalnym. W ujęciu inwestycyjnym, ładowiska na niezależnej konstrukcji wymagają zajęcia dodatkowego terenu, wykonania fundamentowania, często ingerencji na zurbanizowanym terenie w sieci podziemne, a co najmniej ograniczają na przyszłość możliwości wykorzystania tego terenu do różnych celów.

Ponadto tego typu konstrukcje zlokalizowane w bezpośredniej bliskości budynków szpitalnych i komunikacyjnie z nimi połączone, również uczestniczą w przekazywaniu oddziaływań dynamicznych. Przenoszenie drgań ma w tym wypadku nieco inny charakter, ale także istotny dla istniejących budynków. W trakcie manewru lądowania na położonym obok szpitala niezależnym

ładowisku, zbliżający się helikopter generuje zaburzenia opływu oddziaływujące także na pobliskie budynki szpitalne. Dodatkowo drgania emitowane poprzez konstrukcję niezależnego ładowiska będą przekazywały się poprzez grunt i fundamenty wzbudzając od dołu drgania budynku szpitalnego. Ten efekt dynamiczny przenoszenia drgań jest powszechnie znany i występujący np. przy robotach budowlanych ciężkiego sprzętu. Dla podatnego podłoża gruntowego może być odczuwalny nawet w znacznej odległości. Przy braku odpowiedniego rozpoznania i analizy wpływu takie rozwiązania mogą stanowić nawet większe oddziaływanie dynamiczne dla otoczenia, niż w przypadku ładowisk usytuowanych na budynkach szpitalnych mających znacznie większe tłumienie strukturalne. Ponadto w przypadku niekorzystnego ukształtowania powierzchni płyty pod ładowiskiem może występować wzmocnienie hałasu helikoptera.

Względy gotowości utrzymania zimowego ładowiska na niezależnej konstrukcji są takie same jak w przypadku ładowiska wyniesionego na budynku szpitalnym. W odniesieniu do kosztów eksploatacji dochodzi konieczność utrzymania konstrukcji wsporczej.

8. WNIOSKI KOŃCOWE

- Wyniesione ładowiska dla helikopterów na budynkach szpitalnych, realizowane obecnie w kraju dla potrzeb ratownictwa medycznego dla szpitalnych oddziałów ratunkowych powinny spełniać międzynarodowe wymagania dotyczące nie tylko sfery lotniczej, ale także budowlanej odnoszącej się do bezpieczeństwa obiektów i ich użytkowania.
- Doświadczenia krajowe z budową wyniesionych ładowisk dla helikopterów na budynkach są niewielkie. W związku z ustawową koniecznością budowy ładowisk dla szpitalnych oddziałów ratunkowych obsługiwanych przez Lotnicze Pogotowie Ratunkowe obecnie wdrożono program budowy wielu tego typu inwestycji w szpitalach. Krajowe warunki techniczne dotyczące budowy tego typu obiektów oraz szczegółowe wymagania resortu zdrowia nie uwzględniają specyfiki ładowisk jako obiektów budowlanych i komunikacyjnych.
- Obecnie w polskich realiach często bagatelizowanym i niedostrzeganym technicznym problemem spotykanym przy budowie wyniesionych ładowisk szpitalnych jest brak prawidłowego uwzględniania lub całkowite pominięcie warunków oddziaływania ładowisk na budynki i ich funkcjonowanie. Jest to ważny problem techniczny dla nowobudowanych obiektów, a w przypadku adaptacji istniejących stanowi wyjątkową trudność i wymaga m.in. szczególnych procedur analitycznych, adaptacyjnych i monitorujących.
- Oddziaływania wyniesionych ładowisk dla helikopterów na budynkach wymagają zgodnie z polskim prawem budowlanym zapewnienia ochrony budynków i ludzi przed drganiami i wibracjami oraz zapewnienia właściwych parametrów użytkowych budynków szpitalnych.
- Dla obiektów szpitalnych ze specjalistycznym sprzętem medycznym i laboratoryjnym, blokami operacyjnymi i innymi ich funkcjami (np. systemy różnych instalacji) wymagane jest niezakłócone ich funkcjonowanie. Niestety bezpośrednie oddziaływanie lądujących helikopterów na budynki poprzez emitowane drgania i wibracje ma istotny wpływ nie tylko na ich funkcjonalność, ale także na trwałość konstrukcji budynków powodując ich degradację w czasie. Zostało to zauważone i zidentyfikowane już dawno zagranicą, gdzie standardem jest przeciwdziałanie tego typu sytuacjom poprzez stosowanie odpowiednich tłumików drgań (wibroizolatorów).
- W nowoczesnej praktyce inżynierskiej dla inwestycji optymalnie zaprojektowanych i użytkowanych, gdzie mamy do czynienia np. ze skomplikowanymi oddziaływaniami dynamicznymi lub wiatrowymi prowadzony jest ciągły monitoring pozwalający identyfikować i w czasie minimalizować zagrożenia. W przypadku ładowisk tego typu praktyka jest na świecie często spotykana i powinna być także stosowana w Polsce.

- Brak właściwej oceny lądowisk i dopuszczenie do użytkowania obiektów niespełniających powyższe warunki może prowadzić do różnych konsekwencji, począwszy od uszkodzeń budynków szpitalnych do zaburzeń w pracy szpitala w tym bloków operacyjnych, po niewłaściwe funkcjonowanie wyspecjalizowanego sprzętu medycznego. To z kolei w przypadku tragicznych zdarzeń dotyczących pacjentów w trakcie leczenia może w konsekwencji prowadzić do ryzyka odpowiedzialności cywilnej szpitali z racji nieprawidłowo funkcjonującej infrastruktury.
- Zapewnienie ciągłej gotowości zimowej lądowiska dla ratownictwa medycznego jest kluczowe i bardzo ważne z samej istoty. Nieoczyszczone ze śniegu lub co gorsza z lodu lądowisko jest bardzo niebezpieczne nie tylko dla obsługi helikoptera i służb ratowniczych, ale także dla osób trzecich, gdzie w przypadku oderwania się, kilkukilogramowa bryła spadająca z wysokości może spowodować tragiczne skutki. Zagraniczne wytyczne [ICAO, MEMSPA] nie dopuszczają, aby w strefie bezpośredniego oddziaływania lądowiska mogły znajdować się przedmioty i materiały mogące zostać poderwane przez powietrze od helikoptera.
- Istota samego ratownictwa medycznego realizowanego wg zasad i wymogów UE przy finansowaniu z publicznych środków stanowi rozszerzenie klasycznego systemu ratownictwa o nową jakość. Inwestycje w sprzęt i infrastrukturę lotniczego ratownictwa medycznego, to zapewnienie szybszej i niejednokrotnie jedynej możliwej pomocy przy złych warunkach pogodowych (np. wzmożone opady śniegu) dla poszkodowanych i chorych. W tym odniesieniu gotowość zimowego utrzymania lądowiska staje się kluczowa i jeżeli jej nie ma, istota funkcji ratowniczej nie jest spełniona. Może to prowadzić do wybudowania lądowiska, które będzie w czasie utrudniało funkcjonowanie szpitala i powodowało destrukcję budynku szpitalnego. W przypadku zaś, gdy zostanie lądowisko wyłączone z użytkowania z racji jego negatywnego oddziaływania wtedy stanie się ono tylko „tarasem widokowym” szpitala nie mającym nic wspólnego z ratownictwem medycznym. Przepisy dla lądowisk szpitalnych w USA nie dopuszczają, aby lądowiska te były nieodśnieżane, wskazując na automatyczne metody usuwania śniegu i lodu.
- Zapewnienie gotowości lądowiska w okresie zimowym wiąże się z zastosowaniem odpowiednich systemów do odladzania i odśnieżania płyty lądowiska. Najwłaściwszym rozwiązaniem jest zastosowanie automatycznych niezależnych od człowieka systemów grzewczych. Ze względów ochrony środowiska i otoczenia niedopuszczalne jest stosowanie środków chemicznych, a zapewnienie odśnieżania płyty lądowiska za pomocą metod tradycyjnych jest ryzykowne i praktycznie niemożliwe.
- Lądowiska na niezależnej konstrukcji wspanielej są z założenia rozwiązaniami niekorzystnymi pod względem technicznym i ekonomicznym i powinny być stosowane tylko w wyjątkowych sytuacjach, gdy po wnikliwych analizach udowodni się, że jest to jedyna możliwość.
- W technologii lądowisk coraz popularniejsze, technicznie i funkcjonalnie korzystne są nowoczesne innowacyjne rozwiązania z płytą kompozytową opartą na włóknie szklanym. Umożliwiają stosowanie ekonomicznego ogrzewania płyty oraz poprzez swoją niewielką masę pozwalają łatwiej adaptować istniejące budynki na lądowiska. Aspekt lekkości materiałowej kompozytu pozwala na kształtowanie ciekawych architektonicznie form konstrukcyjnych mogących wzbogacić i uatrakcyjnić budynek szpitalny lub cały szpitalny kompleks.
- Należy rozwijać i pogłębiać krajowe standardy i wytyczne dla wyniesionych lądowisk dla helikopterów na budynkach szpitalnych oparte o badania i specjalistyczne analizy szczególnie w dziedzinie drgań i wibracji oraz inżynierii wiatrowej.



Rys. 4. Shohan Kamakura General Hospital, Japonia
 [www.shonankamakura.or.jp/english/about/helipad.php]

BIBLIOGRAFIA

- [1] A.Nash (SMS Associates San Francisco, USA), 2008, Vibration effects in healthcare facilities. Acoustics Paris Conference 2008, s. 1633-1637.
- [2] American Institute of Architects, 2006, Interim Sound and Vibration Design Guidelines for Hospital and Healthcare Facilities (Draft). Acoustical Society of America (ASA), Technical Committees for Architectural Acoustics and Noise, the Institute of Noise Control Engineering (INCE), National Council of Acoustical Consultants (NCAC), USA.
- [3] Eric E. Ungar (Acentech, Cambridge), 2008, Vibration Criteria for Healthcare Facility Floors. Sound and vibration 07/2007, s. 26-27.
- [4] Michael J. Wesolowsky, John C. Swallow, 2014, Floor vibration considerations for sensitive equipment in hospital, medical, pharma and laboratory facilities. Canadian Acoustical Association, Acoustics Week in Canada 2014.
- [5] Marek Mejsner, 2011, Helikoptery groźne dla budynków?
www.administrator24.info/artukul/id1360,heliparty-grozne-dla-konstrukcji-budynkow
- [6] Vibration Control Products & Acoustic Floor Systems Mason UK Ltd: Helicopter pad isolation.
<http://www.mason-uk.co.uk/project.asp?pid=59>
- [7] Piotr Wielgos, 2010, Ocena skuteczności działania wielokrotnych, strojonych tłumików masowych w konstrukcjach budowlanych. Rozprawa doktorska. Politechnika Lubelska Wydział Budownictwa i Architektury.
- [8] Malinowski M., Banaś A., Cywiński Z., Wąchalowski K., 2015, Die neue Straßenbrücke in Toruń, Polen. Teil 2: Nachweise. STAHLBAU 2015, Vol.84, No.5, s.305-313. Ernest&Sohn.
- [9] Federal Aviation Administration, US Department of Transportation, 2012, Heliport Design - AC 150/5390-2C, Chapter 4-Hospital Heliports.
- [10] John B. McKinley, Robert B. Newman, 1984, Heliport Snow and Ice Control Methods and Guidelines. Program Engineering and Maintenance Service Washington, D.C. 20591, Federal Aviation Administration, US Department of Transportation.
- [11] National EMS Pilots Association, 2008, Hospital Helipads. Safety, Regulatory and Liability Issues Hospitals Must Know & Consider. www.nemspa.org
- [12] Dziubiński A., 2016, "CFD analysis of rotor wake influence on rooftop helipad operations safety". Transactions of the Institute of Aviation, No.1(242), pp. 7-22, Warsaw.

- [13] Dziubiński A., 2016, "CFD analysis of wind direction influence on rooftop helipad operations safety". Transactions of the Institute of Aviation, No.1(242), pp. 23-35, Warsaw.
- [14] Świdorski K., 2008, „Modelowanie numeryczne opływu budynków. Wpływ zjawiska konwekcji na pole przepływu”. Prace Instytutu Lotnictwa, nr 194-195, s. 166-170.
- [15] Łusiak T., Dziubiński A., Szumański K., 2009, "Interference between helicopter and its surroundings, experimental and numerical analysis". TASK QURTAERLY 13 (4), pp. 379-392.
- [16] Dziubiński A., Stalewski W., Żółtak J., 2008, „Przykłady zastosowania pakietu Fluent™ w analizach bezpieczeństwa lotu śmigłowców”. Prace Instytutu Lotnictwa, nr 194-195, s. 146-157.
- [17] Sobczak K., 2008, „Modelowanie wybranych przypadków lotu śmigłowca z wykorzystaniem oprogramowania Fluent™”. Prace Instytutu Lotnictwa, nr 194-195, s. 158-165.

ASSESSMENT OF THE CURRENT CONSTRUCTION CONDITIONS FOR ELEVATED HELIPAD ON HOSPITAL BUILDINGS IN POLAND

Abstract

The article is focused on building and constructing conditions for elevated helipads on hospital buildings in Poland according to foreign requirements. The general safety and utility of hospital buildings with elevated helipad are not sufficiently assured. The reason for this situations is the relatively small number of constructed elevated helipads in Poland. However currently implemented national program to build more helipads on hospitals building for Air Emergency Medical Service changes this situation. What is very important is the implementation of proper rules for building and designing helipads on both, existing as well as new hospital buildings, to provide adequate protection against vibrations. What is more the essence of the Emergency Medical Service is to provide unlimited helicopters access to helipad also in difficult weather conditions during winter. The paper specifies the necessity to determine the appropriate guidelines and requirements for elevated helipad on hospital buildings by the Ministry of Health based on the of similar foreign regulations.

Keywords: elevated helipad, vibrations, dumper, heating of helipad deck, wind influence.