

Stan wody jako czynnik generujący zakłócenia wpływające negatywnie na realizację procesów budowlanych

Mgr inż. Joanna Stanulewicz, Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu, Politechnika Poznańska

1. Wprowadzenie

Przez zakłócenia niezależne od żadnej ze stron rozumiemy m.in. czynniki hydrologiczne (pełną klasyfikację zakłóceń ze względu na stronę odpowiedzialną za ich wystąpienie podano w [1]). Czynniki hydrologiczne są przykładem ryzyka zewnętrznego, czyli oddziaływania otoczenia na przebieg procesu. Aby możliwe było ograniczenie ich wpływu na realizację procesów budowlanych, niezbędne są wieloletnie obserwacje czynnika zakłócającego. Wówczas na ich podstawie możliwe jest przygotowanie scenariuszy warunków realizacji: realistycznego, optymistycznego i pesymistycznego danego zdarzenia, a wszystko po to, by w momencie wystąpienia danego zakłócenia móc podjąć szybciej i sprawniej działania w sytuacji krytycznej.

Celem niniejszego artykułu jest analiza stanów wód na rzece Wiśle z 30 lat poprzedzających budowę Trasy Mostu Północnego i na tej podstawie oszacowanie możliwości ograniczenia wpływu zakłócenia na realizację inwestycji. Prognozy hydrologiczne są skomplikowane, dlatego zastosowana analiza będzie uproszczona na potrzeby budowy na etapie przetargu.

2. Rok 2010 – budowa Trasy Mostu Północnego

W roku 2010 trwała w Warszawie budowa Trasy Mostu Północnego. Podczas realizacji przedsięwzięcia czynnikiem zakłócającym był wysoki stan wody na rzece Wiśle. Zastosowano wówczas ściankę szczelną nabrzeży tymczasowych oraz grodzy do wykonania fundamentów podpór znajdujących się w nurcie rzeki (P40 i P50), której rzędna korony wynosiła 390 cm na wodowskaziu Warszawa-Port, co w porównaniu ze średnim stanem Wisły w Warszawie – 232 cm dawało 158 cm rezerwy. Wysokość ta okazała się jednak niewystarczająca ponieważ stan ten w latach budowy 2009–2010 był wielokrotnie przekraczany, co skutkowało wieloma stratami materiałowymi, czasowymi oraz finansowymi. Szczegółowe straty prezentowały się jak poniżej [1].

- Okres od 01.03.–11.03.2010 maksymalny stan wody w tym okresie – 505 cm; przerwa w pracach:
 - podpora P40 opóźnienie wykonania próbnego obciążenia statycznego pali;

- podpora P50 opóźnienie wykopów zasypu grodzy oraz montażu I etapu rozparcia grodzy.

- Okres od 19.05.–17.06.2010 maksymalny stan wody w tym okresie – 778 cm; ewakuacja całego sprzętu pływającego do portu Żerań (strata czasu, paliwa i pieniędzy za postój) przerwa w pracach:

- podpora P40: usuwanie podwodne urobku z grodzy P40, po przejściu wysokiej wody w grodzy przybyło około 1700 m³ piasku – który ponownie trzeba było wybrać;

- podpora P50: przerwanie zbrojenia ławy fundamentowej o wymiarach 15,6×43,8×3,5 m, stopień zaawansowania prac – około 75% (200–250 ton stali).

W okresie 16.06 – 29.07.2010 usuwanie piasku (ponad 2000 m³) oraz całego zbrojenia (nie nadaje się do dalszego użytku) i zbrojenie od nowa całej ławy fundamentowej. Ogromne straty.

Przerwa w pracach przy podporach P20, P30, P60, P70, P80.

- W okresie 01.08.–07.08.2010 maksymalny stan wody w tym okresie 577 cm; przerwa w pracach:

- podpora P40: wykopy podwodne w grodzy;

- podpora P50: deskowanie filarów.

- W okresie 04.09.–20.09.2010 maksymalny stan wody w tym okresie nieznany (co najmniej 653 cm); ewakuacja części sprzętu do portu Żerań. Przerwa w pracach:

- podpora P40: przerwa technologiczna – dojrzewanie betonu korku;

- podpora P50: przerwa w deskowaniu i zbrojeniu filarów, konieczność rozdeskowania prawie gotowego do betonowania filara w obawie przed zniszczeniem szalunków drewnianych.

Przerwa w wykonywaniu tymczasowych umocnień brzegowych po stronie wschodniej i zachodniej.

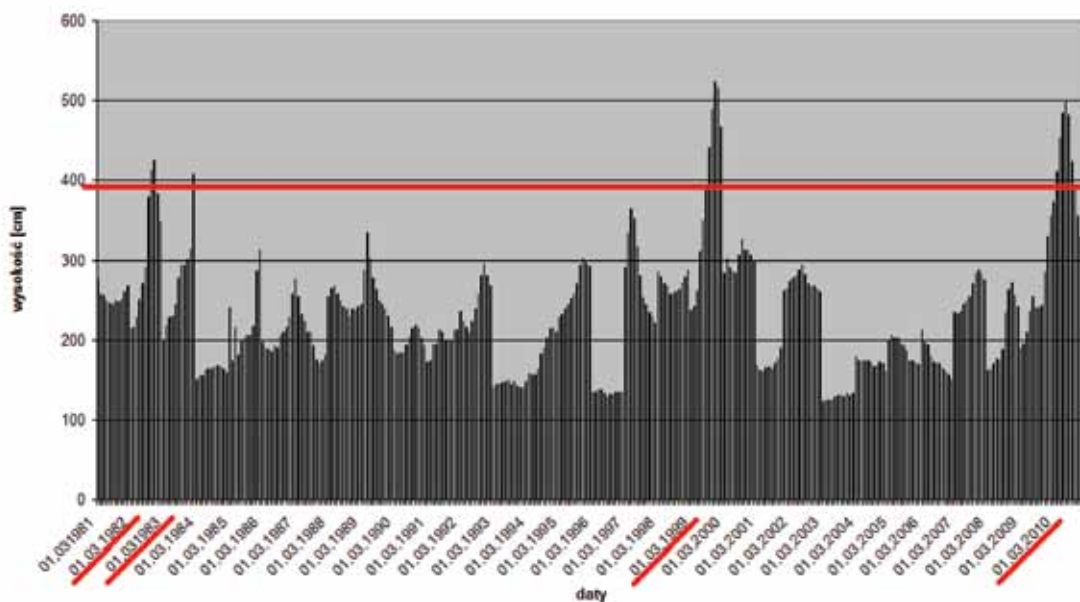
Aby wskazać sposoby ograniczenia wpływu czynnika zakłócającego, należy dokonać analizy stanów wód na rzece Wiśle w latach 1981–2009.

3. Lata 1981–2009 – stany wód na rzece Wiśle

Podczas analizy stanów wód z 30 lat poprzedzających budowę Trasy Mostu Północnego, czyli obejmujące lata 1981–2009 rozpatrzone zostaną dwa przedziały czasowe, w których wystąpiły zakłócenia związane z za wysokim stanem wód

Tabela 1. Zestawienie liczby dni przekroczeń stanów wysokości ścianki szczelnej oraz wysokości alarmowej w dwóch przedziałach czasowych 1.03–11.03 oraz 19.05.–20.09 w latach 1981–2009

Rok	Okres I		Okres II	
	stan > 390 cm	stan > 650 cm	stan > 390 cm	stan > 650 cm
1981	-	-	-	-
1982	+ (2 dni)	-	-	-
1983	+ (1 dzień)	-	+ (3 dni)	-
1984	-	-	+ (2 dni)	-
1985	-	-	+ (5 dni)	-
1986	-	-	-	-
1987	-	-	+ (5 dni)	-
1988	-	-	-	-
1989	-	-	+ (1 dzień)	-
1990	-	-	-	-
1991	-	-	+ (5 dni)	-
1992	-	-	-	-
1993	-	-	-	-
1994	-	-	+ (1 dzień)	-
1995	-	-	-	-
1996	+ (6 dni)	-	+ (7 dni)	-
1997	-	-	+ (22 dni)	-
1998	-	-	+ (2 dni)	-
1999	-	-	+ (5 dni)	-
2000	-	-	+ (4 dni)	-
2001	-	-	+ (15 dni)	+ (2 dni)
2002	-	-	-	-
2003	-	-	-	-
2004	-	-	+ (4 dni)	-
2005	-	-	+ (4 dni)	-
2006	-	-	+ (4 dni)	-
2007	-	-	+ (4 dni)	-
2008	-	-	+ (3 dni)	-
2009	-	-	+ (3 dni)	+ (3 dni)
2010	+ (7 dni)	-	+ (39 dni)	+ (16 dni)



Rys. 1. Interpretacja graficzna przekroczenia wysokości ścianki szczelnej w okresie od 1.03. do 11.03. w latach 1981–2009

w 2010 r. podczas realizacji przedsięwzięcia. Będą to:

- pierwszy okres: 1.03–11.03 – opisywany dalej jako I,
- drugi okres 19.05–20.09 – opisywany dalej jako II.

Analiza stanów wód na rzece Wiśle, które uzyskane zostały z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, przedstawia w okresie I jak i II przekroczenie stanów (wysokości ścianki szczelnej powyżej 390 cm oraz stanu alarmowego powyżej 650 cm), co obrazuje tabela 1 gdzie „+” oznacza przekroczenie stanu, a „-” nieprzekroczenie, zaś liczba w nawiasie podaje liczbę dni, w których nastąpiło przekroczenie danego stanu. Na podstawie danych z lat 1981–2009 można stwierdzić, że istniało prawdopodobieństwo wystąpienia w roku budowy – 2010 stanów wód powyżej rzędnej ścianki, czyli 390 cm, ponieważ w 19 z 30 lat poprzedzających rok budowy w okresach od 1.03. do 11.03. oraz od 19.05. do 20.09. występowały stany wód wyższe od rzędnej ścianki. W związku z tym zaprojektowanie wyższej ścianki mogłoby zapobiec niekorzystnym skutkom, które wystąpiły podczas budowy Trasy Mostu Północnego w Warszawie. Natomiast alarmowych stanów wód (powyżej 650 cm) nie można było przewidzieć, ponieważ wystąpiły tylko w dwóch latach przed budową i to w znacznie krótszym czasie niż w 2010 roku.

W związku z powyższym mamy tutaj do czynienia ze zjawiskiem jakie opisał, wprowadził i nazwał terminem „black swan” do ekonomii w 2007 r. profesor finansów Nassim Nicholas Taleb. Według profesora terminu takiego używa się do określenia zjawiska cechującego się bardzo niskim prawdopodobieństwem zaistnienia, ale jednocześnie wywołującego znaczne, negatywne skutki dla otoczenia (w tym przypadku mowa o wystąpieniu stanów wód powyżej 650 cm). Wskazuje się niekiedy, że prawdopodobieństwo dla zdarzenia będącego „black swan” jest tak niskie, że zdarzenie jest niespodzianką lub jest niemal niemożliwe (Taleb 2007).

4. Wprowadzenie elastyczności jako sposobu na ograniczenie wpływu czynnika zakłócającego – etapy

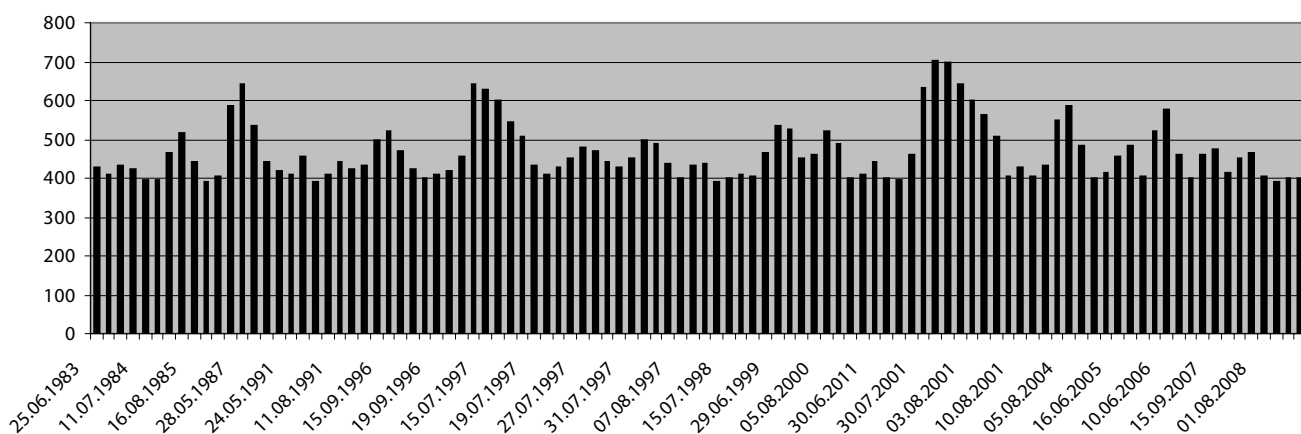
- Na etapie planowania można wprowadzić elastyczność poprzez symulację przebiegu realizacji dla różnych scenariuszy [3]:

- realistycznego (w tym przypadku takim scenariuszem byłoby przyjęcie wysokości ścianki pomiędzy 232 cm – średni stan Wisły, a 650 cm – stan alarmowy),
- optymistycznego (w tym przypadku przyjęcie wysokości ścianki na poziomie średniego stanu Wisły, czyli 232 cm),
- pesymistycznego (w tym przypadku przyjęcie wysokości ścianki na poziomie wyższym niż stan alarmowy, czyli 650 cm).

Możliwym rozwiązaniem na tym etapie byłoby zaprojektowanie ścianki większej wysokości, gdzie podstawą do tego byłaby analiza stanów wód poprzedzających o 30 lat rok budowy.

- Na etapie przetargu: możliwym rozwiązaniem byłoby uwzględnienie (przez potencjalnego wykonawcę) w kosztach podwyższenia ścianki, pomimo wysokości, jaką zaprojektował projektant. Jednak wiązałoby się to z dużym ryzykiem zawyżenia kosztów w porównaniu do innych ofert, co mogłoby pociągnąć za sobą przegraną w postępowaniu przetargowym, gdzie najważniejszym kryterium oceny jest jak najniższy koszt inwestycji.

- Na etapie realizacji: możliwe byłoby już tylko (po stronie wykonawcy) działanie doraźne, które zmniejszyłyby ewentualne straty finansowe poniesione na materiały budowlane (zbrojenie, piasek), koszty paliwa podczas ewakuacji sprzętu, opóźnienia czasowe, koszty związane z postojem maszyn w porcie.



Rys. 2. Interpretacja graficzna przekroczenia obu stanów (390 cm oraz 650 cm) w okresie 19.05.–20.09. w latach 1981–2009

5. Koszty możliwego podwyższenia wysokości ścianki

Dodatkowe koszty, jakie poniósłby wykonawca na etapie budowy związane z podwyższeniem ścianki, mogłyby prezentować się następująco:

- dla ścianki budowanej w wodzie z barki:
 - gdy ścianka jest dzierżawiona, średni koszt to 400 zł/m²
 - gdy ścianka jest dzierżawiona na okres 3–6 miesięcy, w przypadku dłuższej dzierżawy koszt wzrasta o 10 zł/m²/1 miesiąc,
 - gdy ścianka jest tracona, średni koszt to 600–800 zł/m² (do powyższych cen należy doliczyć koszty wynajmu barki);
- dla ścianki budowanej z łądu średni koszt wynosiłby 220–250 zł/m² dla ścianki dzierżawionej.

W związku z powyższym koszty podwyższenia wysokości ścianki mieściłyby się w przedziale 2-5% w stosunku do kosztów całej inwestycji.

6. Podsumowanie

Zakłócenia, które występują w trakcie realizacji przedsięwzięcia budowlanego, są typowe dla branży budowlanej ze względu na jej specyfikę polegającą na wysokim ryzyku na poziomie operacyjnym [4]. Analiza przykładu budowy Trasy Mostu Północnego w Warszawie pokazuje, że poprzez zbudowanie scenariuszy przebiegu i wybór odpowiednich

strategii można byłoby zapobiec lub zmniejszyć negatywne skutki zakłóceń.

Na podstawie przeanalizowanego przykładu okazuje się, że zarządzanie proaktywne, czyli wyprzedzanie biegu wydarzeń, przewidywanie potencjalnych problemów (w celu ich uniknięcia lub poszukania nowych możliwości działań) jest nadal rzadko stosowanym narzędziem zarządzania podczas realizacji inwestycji. Wciąż dominuje zarządzanie reaktywne, czyli planowanie działań na skutek nieprzewidzianych zdarzeń, które już zaistniały. Działania w takim podejściu ograniczają się tylko do reakcji na zmiany i minimalizacji strat powstałych z powodu ich pojawienia się.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Drzewiecka J., Paślawski J., Zakłócenia występujące w trakcie realizacji przedsięwzięcia budowlanego, *Civil and Environmental Engineering/Budownictwo i Inżynieria Środowiska* 2/2011, str. 475–479
- [2] Taleb N. N., *The black Swan: the impact of the highly improbable*, Random House Publishing Group, USA, 2007
- [3] Paślawski J., Risk management using flexibility in construction engineering. 10th International Conference Modern Building Materials, Structures and Techniques (Ed. Vainiusas P. and Zavadskas E. K.) 1/2010, str. 489–492
- [4] Zavadskas E. K., Turskis Z., Tamosaitiene J., () Risk assessment of construction projects. *Journal of Civil Engineering and Management*, 16(1)2010, str. 33–46
- [5] Dane uzyskane z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej o stanie wód na Rzece Wiśle w latach 1981–2009 (Port Warszawa)

Recenzenci współpracujący z miesięcznikiem „Przeгляд Budowlany”

prof. dr hab. inż. Marian Abramowicz, prof. dr hab. inż. Tadeusz Biliński,
 prof. dr hab. inż. Jan Bień, prof. dr hab. inż. Wiesław Buczkowski,
 dr hab. inż. Tomasz Z. Błaszczński, prof. dr hab. inż. Kazimierz Furtak,
 dr inż. Maciej Gruszczyński, dr hab. inż. Wiesława Głodkowska,
 dr inż. Robert Geryło, prof. dr hab. inż. Barbara Goszczyńska,
 prof. dr hab. inż. Kazimierz Gwizdała, dr hab. inż. Bożena Hoła,
 dr inż. Piotr Ignatowski, prof. dr hab. inż. Józef Jasiczak,
 dr inż. Barbara Ksit, prof. dr hab. inż. Mieczysław Kuczma,
 dr inż. Kazimierz Konieczny, dr inż. Paweł A. Król,
 dr hab. inż. Paweł Lewiński, dr hab. inż. Wiesław Ligęza,
 dr hab. inż. Roman Marcinkowski, prof. dr hab. inż. Bogdan Nazarewicz,
 prof. dr hab. inż. Piotr Noakowski, prof. dr inż. Andrzej Nowak,
 dr hab. inż. Beata Nowogońska, prof. dr hab. Janusz Olejnik,
 dr hab. inż. Jolanta Prusiel, prof. dr hab. inż. arch. Janusz Rębielak,
 dr hab. inż. Teresa Rucińska, prof. dr hab. inż. Leonard Runkiewicz,
 doc. dr inż. Wojciech Roszak, dr hab. inż. Krzysztof Schabowicz,
 mgr inż. Jan Sieczkowski, dr hab. inż. Bohdan Stawiski,
 dr inż. Jarosław Szulc, dr hab. inż. Maciej Szumigała,
 dr inż. Anna Szymczak-Graczyk, prof. dr hab. inż. Adam Zybura.