

Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska nr 55, 2012: 46–54
(Prz. Nauk. Inż. Kszt. Środ. 55, 2012)
Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences No 55, 2012: 46–54
(Sci. Rev. Eng. Env. Sci. 55, 2012)

Iwona RYBKA

Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Institute of Environmental Development and Protection, University of Environmental and
Life Sciences, Wrocław

Wpływ terminu rozpoczęcia robót na czas ich trwania na przykładzie budowy kanalizacji sanitarnej w miejscowości Wnorów

The influence of the commencement date on the duration of construction with regard to the example of sewage system construction in Wnorów

Słowa kluczowe: roboty kanalizacyjne, harmonogram robót, temperatura powietrza
Key words: pipeline construction, work schedule, air temperature

Wprowadzenie

Termin rozpoczęcia robót budowlanych jest uwarunkowany wieloma czynnikami. Poprzedzony jest on prognozowaniem, planowaniem i projektowaniem inwestycji. Przed rozpoczęciem robót przeprowadzana jest procedura przetargowa, w której wyniku wyłaniany jest wykonawca robót. Podczas każdego z wyżej wymienionych etapów mogą wystąpić niekorzystne zdarzenia, które spowodują, że będzie on dłuższy, niż zakładał to inwestor. Przykładowo

w fazie planowania mogą to być trudności prawne czy finansowe w pozyskaniu terenów pod inwestycję, a na etapie kontraktowania przedsięwzięcia może wystąpić potrzeba powtórzenia czynności przetargowych. Następstwem takich zdarzeń jest rozpoczęcie robót w innym, na ogół późniejszym niż przewidywano terminie. Przy wyznaczaniu nowego terminu rozpoczęcia robót należy brać pod uwagę, że w trakcie ich realizacji występuje duża liczba różnego rodzaju zagrożeń, które mogą doprowadzić do wydłużenia czasu ich trwania (Połoński 2007, Skorupka 2008, Kozik i Starzyk 2008, Górecki 2009, Bizon-Górecka i Górecki 2009, Rybka i Bondar-Nowakowska 2010). Należą do nich m.in. niekorzystne warunki pogodowe. Z uwagi na dużą zmienność tych warunków

w ciągu roku i ich wpływ na przebieg robót należy założyć, że istnieje związek między terminem rozpoczęcia a czasem trwania robót.

Celem pracy jest przeanalizowanie tej zależności. Przeprowadzona ocena dotyczy jednego czynnika pogodowego – temperatury powietrza. Analizę przeprowadzono na przykładzie odcinka sieci kanalizacyjnej wykonywanej w ramach przedsięwzięcia budowlanego na terenie Dolnego Śląska.

Obiekt i materiał badawczy

Inwestycja „Budowa kanalizacji sanitarnej w miejscowościach Wnorów i Wilków Średzki” miała na celu skanalizowanie tych dwóch miejscowości. Projekt zakładał wykonanie kanalizacji grawitacyjnej \varnothing 200 mm PVC, długości 2393,3 m.b., łącznie w obydwu miejscowościach, oraz kanalizację grawitacyjną \varnothing 160 PVC, długości 167,70 m.b. w Wilkowie Średzkim. Ponadto zakres robót w miejscowości Wnorów obejmował: rurociąg tłoczny PEHD \varnothing 90, długości 4,50 m.b., przyłącza kanalizacyjne długości 177,10 m.b., przykanaliki długości 42,90 m.b., sieć wodociagową długości 96,00 m.b. oraz przepompownię wraz przyłączem energetycznym. Natomiast w Wilkowie Średzkim: rurociąg tłoczny PEHD \varnothing 90 długości 258,10 m.b., przyłącza kanalizacyjne 951,60 m.b., przykanaliki długości 407,00 m.b., sieć wodociagową długości 23,00 m.b. oraz jedną przepompownię. Na wykonanie tych robót przewidziano dwanaście miesięcy, tj. okres od kwietnia 2010 roku do kwietnia 2011 roku. Przedmiotem pracy jest wybrany odcinek robót kanaliza-

cyjnych – sieć grawitacyjna \varnothing 200 mm PVC długości 728,60 m.b. wykonana w miejscowości Wnorów.

Podstawę analizy stanowił harmonogram (rys. 1) sporządzony na podstawie danych zawartych w dokumentach złożonych przez wykonawcę przed rozpoczęciem robót. Były to: Program, Plan zapewnienia jakości oraz Raport początkowy wykonawcy. Przyjęte przez wykonawcę założenia czasowe bazowały na wymaganiach inwestora, w tym na wytycznych wynikających z dofinansowania projektu z Unii Europejskiej, oraz na doświadczeniu własnym wykonawcy w realizacji robót kanalizacyjnych. Z harmonogramu wynika, że planowany czas wykonania analizowanego odcinka kanalizacji wynosił 25 dni. Rozpoczęcie prac zaplanowano na 5 lipca 2010 roku. Zgodnie z założeniami wyjściowymi wykonawcy prace prowadzono na jedną zmianę, przez 5 dni w tygodniu, przy zaangażowaniu jednej brygady.

Zakres prac obejmujących wykonanie analizowanego odcinka oraz kolejność poszczególnych robót przedstawiono na rysunku 1. Po wykonaniu fragmentu wykopu wraz z podsypką przystępowano do układania rurociągu ze studzienkami systemowymi, a następnie wykop zasypany. Przed rozpoczęciem kolejnych czynności występowały zazwyczaj jedno- lub dwudniowe przerwy, które miały na celu przygotowanie stanowisk roboczych oraz dostosowanie do nich sprzętu i składu brygad roboczych.

W rzeczywistości termin rozpoczęcia robót nie uległ zmianie. Natomiast czas ich wykonywania, w stosunku do zaplanowanego, uległ wydłużeniu o 14 dni. Przyczyną tego był wolniejszy postęp robót, niż założył to wykonawca

TABELA 1. Ograniczenia występujące w wykonawstwie robót kanalizacyjnych
TABLE 1. Restrictions to pipeline construction

Zakres robót Range of work	Ograniczenie Restriction
Roboty ziemne Earthworks	
Zdjęcie warstwy ziemi urodzajnej	Roboty należy wstrzymać, jeśli: – zamarznięciu uległo więcej niż 50% przewidzianego do przemieszczenia gruntu (Poradnik majstra... 2005) – temperatura powietrza spadnie poniżej -10°C (Poradnik majstra... 2005).
Wykonanie wykopów z odwozem nadmiaru gruntu	
Wykonanie podsypki pod rurociągi grubości 10 cm	
Wykonanie obsypki rurociągów grubości 30 cm	
Zасыpywanie wykopów wraz z zagęszczeniem	
Niwelacja terenu po zakończeniu prac	
Rozścielenie humusu	
Roboty montażowe Pipelines construction	
Montaż kanałów z rur PVC łączonych na wcisk DN 200	Przewody z PVC i PE należy montować w temperaturze otoczenia od 0°C do 30°C , jednakże z uwagi na zmniejszoną elastyczność tego materiału w niskiej temperaturze zaleca się wykonywać połączenia w temperaturze nie niższej niż $+5^{\circ}\text{C}$ (Specyfikacja 2009).
Montaż studzienek kanalizacyjnych systemowych z tworzyw sztucznych DN 425	
Próby szczelności	W czasie prowadzenia próby szczelności należy w szczególności przestrzegać następujących warunków: (...) przewód nie może być nasłoneczniony, a zimą temperatura jego powierzchni zewnętrznej nie może być niższa niż 1°C (Specyfikacja 2009). Prób szczelności nie można przeprowadzać w temperaturze poniżej 0°C .
Dostawa materiałów	Odporność na uderzenia rur jest zmniejszona przy obniżonej temperaturze, a transport w temperaturze otoczenia poniżej 0°C wymaga szczególnej ostrożności. Dopuszcza się jednak transport do temperatury -15°C pod warunkiem zwiększonej uwagi – nie można dopuścić do powstawania gwałtownych wstrząsów (www.poliplast.pl).
Ogólnie warunki pracy	Temperatura powietrza w miejscu pracy nie powinna przekraczać 301 K (28°C) (Rozporządzenie 2003).

Biorąc pod uwagę czynności wyszczególnione w harmonogramie (rys. 1) oraz ograniczenia określone w tabeli 1, można zauważyć, że decydujący wpływ na wykonywanie większości z nich ma temperatura powietrza. W niektórych

przypadkach może ona spowodować nawet wstrzymanie prac. Z tego powodu w przeprowadzonej analizie skupiono się na tym czynniku pogodowym.

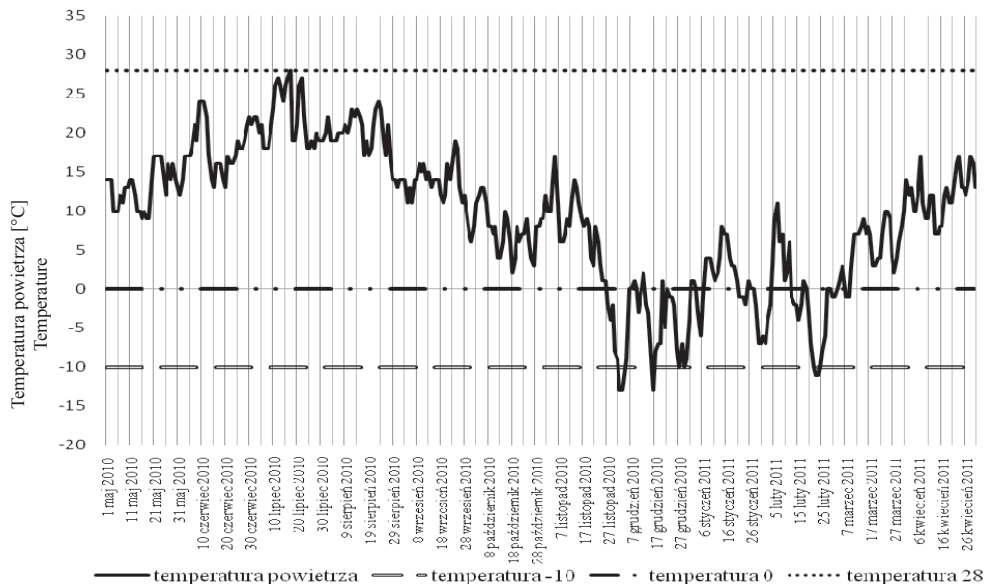
Temperatura powietrza w okresie letnim i w okresie zimowym w odmienny

sposób oddziałuje na proces wykonawstwa. Ma to bezpośredni wpływ na organizację prac. W okresie zimowym, ze względu na wrażliwość robót na temperaturę, można wyróżnić dwie kluczowe granice. Pierwsza z nich to 0°C. Poniżej tej temperatury należy wstrzymać prace związane z wykonawstwem rurociągów, tj. dostawę, układanie rur oraz próby szczelności. Druga granica związana jest z robotami ziemnymi. Należy je wstrzymać przy temperaturze -10°C. Latem zarówno dla robót ziemnych, jak i montażowych temperaturę graniczną stanowi wartość 28°C. Wynika to z przepisów bhp i z potrzeby ochrony pracowników przed pracą na otwartej przestrzeni w niesprzyjających warunkach. Dodatkowo robót montażowych nie można prowadzić w temperaturze powyżej 30°C, gdyż

może nastąpić utrata właściwości użytkowych wbudowywanych materiałów.

Przedstawione ograniczenia wskazują, że w okresie zimowym w temperaturze poniżej 0°C można prowadzić roboty ziemne, latem zaś, po przekroczeniu 28°C, należy wstrzymać wszystkie prace. Oznacza to, że w zimie można roboty etapować, przestrzegając ściśle wytycznych wykonawstwa, latem zaś takiej możliwości nie ma. Zależność tę uwzględniono w pracy.

Ocenę warunków atmosferycznych dla analizowanego okresu przeprowadzono na podstawie danych uzyskanych ze stacji meteorologicznej Wrocław Port Lotniczy (www.wunderground.com). Stacja ta zlokalizowana jest w niedużej odległości od rozpatrywanego obiektu. Średnią dobową temperaturę powietrza określono dla okresu od 1 maja 2010 roku do 31 kwietnia 2011 roku (rys. 2).



RYSUNEK 2. Wykres średniej dobowej temperatury

FIGURE 2. Average daily air temperature

Źródło: Na podstawie danych ze stacji meteorologicznej Wrocław Port Lotniczy.

Source: Based on data from the weather station Wrocław Port Lotniczy (Wrocław Airport).

Przeprowadzone porównania wykazały, że średnia dobowa temperatura odbiega od temperatury występującej w czasie zmiany roboczej. Z tego względu podstawę do przeprowadzonych analiz stanowiła temperatura zaobserwowana w godzinach pracy, tj. od godziny 7.00 do 17.00. W pracy przyjęto, że w okresie zimowym roboty instalacyjne należy wstrzymać, gdy temperatura 0°C utrzymuje się przez 50% dnia roboczego. Latem podstawą do wstrzymania robót było utrzymywanie się temperatury powyżej 28°C dłużej niż 4 godziny w ciągu dnia roboczego. W praktyce o tym, czy dane roboty w związku z panującymi warunkami atmosferycznymi należy przerwać, decyduje kierownik budowy.

Otrzymane w wyniku tej analizy dane przedstawione są na rysunku 2. Posłużyły one jako podstawa do symulowania przebiegu robót z uwzględnieniem przestojów spowodowanych niekorzystną dla procesów technologicznych temperaturą powietrza. W przeprowadzonych symulacjach zakładano różne terminy rozpoczynania robót. Do ich wykonania wykorzystano Program MS Project.

Wyniki badań

W pracy przeprowadzono 2 symulacje realizacji prac z uwzględnieniem niekorzystnych warunków atmosferycznych. W każdym przypadku założono zgodny z harmonogramem bazowym czas wykonywania robót.

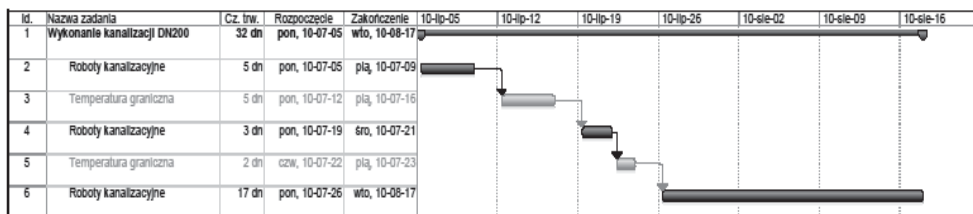
I. Symulacja przebiegu robót w zaplanowanym przez wykonawcę terminie rozpoczęcia – 5 lipca 2010 roku, z uwzględnieniem przestojów w następstwie wysokiej temperatury powietrza

W okresie lipiec – sierpień 2010 roku temperatura powyżej 28°C w ciągu dnia utrzymywała się w okresie od 12 do 16 lipca oraz 22 i 23 lipca. W sumie było to 7 dni roboczych. Harmonogram robót, uwzględniający przestoje w tych dniach, przedstawiono na rysunku 3. Przestoje te oznaczono na rysunku kolorem szarym. Termin zakończenia robót według symulowanego harmonogramu przypadł później, niż zakładał to wykonawca w harmonogramie bazowym (rys. 1).

II. Symulacja przebiegu robót z rozpoczęciem w terminie 15 listopada 2010 roku i uwzględnieniem przestojów w następstwie niskiej temperatury powietrza

Ograniczenia w wykonawstwie robót kanalizacyjnych przedstawione w tabeli 1 wskazują, że niektóre prace w wykonawstwie sieci kanalizacyjnych nie mogą być prowadzone w temperaturze ujemnej. Po 15 listopada 2010 roku taka temperatura występowała często. Przebieg robót, uwzględniający przestoje z tego powodu, przedstawiono na rysunku 4. W harmonogramie przyjęto, że temperatura powietrza poniżej 0°C ogranicza montaż rur i armatury, natomiast poniżej -10°C – możliwość wykonywania robót ziemnych. Uwzględniając te ograniczenia, ze względu na różną wrażliwość na temperaturę robót ziemnych i montażowych przyjęto, że w momencie przestoju w układaniu rurociągu roboty ziemne mogą być kontynuowane.

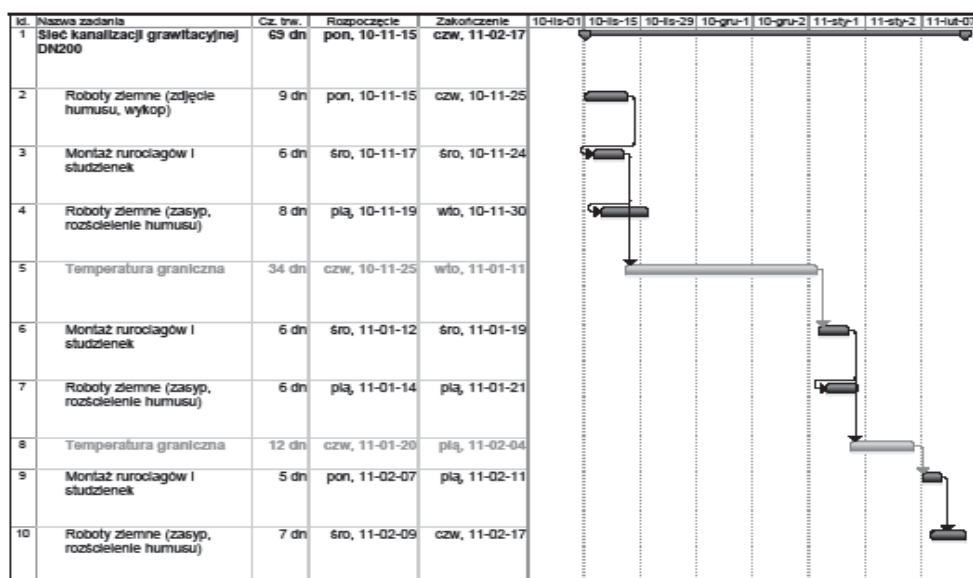
Z harmonogramu wynika, że gdyby wykonawca rozpoczął prace 15 listopada, to ukończenie ich nastąpiłoby dopiero 17 lutego 2011 roku. Czas ich trwania wynosiłby 69 dni. Na tej podstawie należy stwierdzić, że wykonawstwo robót kanalizacyjnych nie powinno być planowane na okres jesienno-zimowy.



RYSUNEK 3. Harmonogram symulowanego przebiegu prac w okresie letnim
 FIGURE 3. Schedule of simulated course of work in summer

Źródło: Na podstawie dokumentacji.

Source: Based on specifications.



RYSUNEK 4. Harmonogram symulowanego przebiegu prac w okresie jesienno-zimowym
 FIGURE 4. Schedule of simulated course of work during autumn-winter

Źródło: Na podstawie dokumentacji.

Source: Based on specification.

Z wykresu przebiegu średniej dobowej temperatury (rys. 2) wynika, że odpowiednim okresem rozpoczęcia robót na rozpatrywanym obiekcie były miesiące: kwiecień, maj, czerwiec, sierpień, wrzesień i październik. Z uwagi na to, że wykonawca założył 25 dni, jako czas niezbędny do wykonania analizowanego odcinka DN 200, tylko w tych miesiącach można było przeprowadzić całość

robót według przyjętej technologii i organizacji robót, bez przestojów spowodowanych przez niekorzystną temperaturę powietrza.

Podsumowanie i dyskusja

Z przeprowadzonej analizy wynika, że temperatura powietrza ma istotny wpływ na wykonywanie robót kanałiza-

cyjnych, dotyczy to zarówno temperatury dodatniej, jak i ujemnej. Najbardziej wrażliwą na ten czynnik czynnością jest układanie rur z PCV. Determinuje ona postępowanie prac, zwłaszcza w okresie zimowym. W klimacie Polski to właśnie ten okres stanowi największe zagrożenie dla terminowego wykonania robót. Teza ta wymaga potwierdzenia poprzez przeprowadzanie dalszych analiz, zwłaszcza zbadania, jak kształtuje się temperatura powietrza w dłuższych, meteorologicznych cyklach obserwacyjnych.

Wystąpienie niekorzystnych warunków pogodowych jest czynnikiem, na który ani wykonawca, ani inwestor nie mają wpływu. Należy więc mieć na uwadze zależność między terminem rozpoczęcia robót a czasem ich trwania. Praktyka wykazuje, że nie wszyscy inwestorzy to uwzględniają. Sprawdzono, że w badanym okresie podpisano 41 umów na roboty kanalizacyjne (www.uzp.gov.pl). W przypadku 10 z nich rozpoczęcie robót zaplanowano w październiku i tyle samo w listopadzie. Dodatkowo cykl realizacji we wszystkich 41 kontraktach wynosił około jednego roku, co oznacza, że w przypadku przerwania prac trudno jest nadrobić powstałe opóźnienie.

Niekorzystne warunki pogodowe to czynnik, przed którym wykonawca może w pewnym stopniu zabezpieczyć się jeszcze przed podpisaniem umowy oraz łagodzić jego oddziaływanie w trakcie trwania prac. Na etapie planowania robót powinien on opracować harmonogram uwzględniający okresy obniżonej temperatury i stosownie rozdzielić roboty w czasie. Ponadto niekorzystne warunki pogodowe mogą zostać złagodzone poprzez stosowanie odpowiednich rozwiązań technicznych i organizacyjnych.

Natomiast sposoby niwelowania opóźnień spowodowanych niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi powinny być przedmiotem dalszych analiz.

Przeprowadzona analiza wskazała również problem określenia właściwego momentu do przerywania prac. Wiąże się on ze zmiennością temperatury w ciągu dnia roboczego. W tym kontekście artykuł powinien stanowić podstawę do rozważań nad sposobem oceny warunków pogodowych w trakcie realizacji robót. Dane te powinny służyć przede wszystkim kierownikowi budowy. To on odpowiedzialny jest za bezpieczeństwo i jakość wykonywanych prac. Powinny być jasno określone podstawy do podjęcia decyzji o ewentualnym ich wstrzymaniu.

Literatura

- BIZON-GÓRECKA J., GÓRECKI J. 2009: Dojrzałość projektowa warunkiem sukcesu przedsiębiorstw budowlanych. Strategie zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwie – zarządzanie ryzykiem w warunkach kryzysu gospodarczego. TNOiK, Bydgoszcz.
- GÓRECKI J. 2009: Zmienność kosztów przedsięwzięć budowlanych. Strategie zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwie – zarządzanie ryzykiem w warunkach kryzysu gospodarczego. TNOiK, Bydgoszcz.
- KOZIK R., STARZYK E. 2008: Czynniki utrudniające działalność na rynku budowlanym. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- POŁOŃSKI M. 2007: Bezpieczeństwo organizacyjne realizacji inwestycji budowlanych. Strategie zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwie – zarządzanie ryzykiem projektu. TNOiK, Bydgoszcz.
- Poradnik majstra budowlanego 2005. Red. J. Panas. Wydawnictwo Arkady, Warszawa.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa

- i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych. Dz.U. 2003, nr 47, poz. 401.
- RYBKAI., BONDAR-NOWAKOWSKAE. 2010: Źródła ryzyka w realizacji oczyszczalni ścieków i kanalizacji. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* 8/1: 117–125.
- SKORUPKA D. 2008: Zarządzanie ryzykiem w przedsięwzięciach budowlanych. *Zeszyty Naukowe WSOWL* (149): 120–129.
- Specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót budowlanych dla zadania: „Budowa kanalizacji sanitarnej w miejscowościach Wnorów i Wilków Średzki” 2009, Wrocław.
- SZAFRANKO E. 2009: Strategie zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwie – zarządzanie ryzykiem w warunkach kryzysu gospodarczego. TNOiK, Bydgoszcz.

Summary

The influence of the commencement date on the duration of construction with regard to the example of sewage system construction in Wnorów.

The influence of the commencement date on the duration of construction with regard to the example of sewage system construction in wnorów. An incorrectly projected commencement date can be a source of delay in pipeline construction.

Adverse weather conditions, among other factors, can have an influence on the relationship between commencement date and delays. They can be subjected to significantly changes during the calendar year, which may make the conditions of construction vary during that time. In this paper, the influence of air temperature on the duration of activities connected with pipeline construction in a rural area was analysed. The impact of the commencement date on the completion date has been demonstrated. The Software MS Project was applied to conduct the analysis. It was used to make a simulation of pipeline construction duration in different weather conditions. The basis of the simulation was the schedule for pipeline construction done in Wnorów in 2010.

Author's address:

Iwona Rybka
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska
pl. Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław
Poland
e-mail: iwona.rybka@up.wroc.pl