

Analiza wpływu szkodliwości drgań mechanicznych przekazywanych przez podłoże gruntowe w czasie wykonywania ścianek szczelnych zabezpieczających wykopy na istniejący gazociąg wysokiego ciśnienia

Analysis of the impact of mechanical vibrations transmitted through the subsoil during the construction of sheet piling protecting the excavations on the existing high pressure gas pipeline

JACEK SZUSTAK, FLORIAN PIECHURSKI

DOI 10.36119/15.2021.2.3

W przypadku realizacji prac związanych z pograżaniem grodzic w technologii wibracyjnej, usytuowanych w bliskim sąsiedztwie czynnych gazociągów wysokiego ciśnienia, należy bezwzględnie dokonywać ciągłego pomiaru i analizy drgań. Należy tutaj pamiętać o tym, że warunki gruntowe są nieprzewidywalne, czego efektem może być gwałtowny wzrost wielkości drgań mechanicznych, a co za tym idzie zagrożenie awarii czynnego gazociągu wysokiego ciśnienia. Z przeprowadzonych analiz wyników badań drgań mechanicznych zarejestrowanych podczas prac związanych z wykonywaniem ścianek szczelnych na potrzeby zabezpieczenia wykopów jasno wynika, że prace te były prowadzone w sposób bezpieczny. A odnotowane wartości drgań nie miały negatywnego wpływu na istniejący gazociąg wysokiego ciśnienia.

Słowa kluczowe: budowa gazociągu wysokiego ciśnienia, strefa ochronna, ścianki szczelne, badanie drgań, ocena zagrożenia

In the case of carrying out works related to driving sheet piles in the vibration technology located in close proximity to active high-pressure gas pipelines, continuous measurement and analysis of vibrations must be performed. One should remember ground conditions are unpredictable which may result in sharp increase in the size of mechanical vibrations, and thus the risk of failure of an active high pressure gas pipeline. The analyzed results of the mechanical vibration tests recorded during the execution of sheet piling for the protection of excavations clearly show that the works were carried out in a safe manner and the recorded vibration values did not have a negative impact on the existing high-pressure gas pipeline.

Keywords: construction of a high pressure gas pipeline, protection zone, sheet piling, vibration testing, risk assessment

Wstęp

Budowa gazociągu wysokiego ciśnienia to ogromne wyzwanie pod względem logistycznym, materiałowym oraz wykonawczym. Wysokie wymagania związane z budową gazociągu wysokiego ciśnienia dotyczą nie tylko wykonawców, podwykonawców robót budowlanych, ale również zastosowanych materiałów i wykorzystanych technologii do jego budowy.

W przypadku realizacji tak dużego przedsięwzięcia kluczowym elementem są kwestie środowiskowe i przyrodnicze. To one w głównej mierze decydują o wykorzystaniu konkretnych technologii w trak-

cie realizacji inwestycji (przewierthy HDD, przeciski, mikrotunele itp.).

Celem prezentowanej pracy jest analiza wpływu szkodliwości drgań mechanicznych przekazywanych przez podłoże gruntowe w czasie wykonywania ścianek szczelnych zabezpieczających wykopy na istniejący gazociąg wysokiego ciśnienia.

Podstawą tej analizy są rzeczywiste wyniki pomiaru drgań dokonywane podczas wykonywania ścianek szczelnych. Pomiaru zostały wykonane w roku 2018. Monitoring swoim zakresem objął prace związane z pograżaniem „larsenów”, wykorzystywanych do wykonania komór (startowych i końcowych) na potrzeby

mikrotunelingu. Z uwagi na panujące trudne warunki gruntowe wykonywanie ścianek szczelnych możliwe było tylko przy wykorzystaniu wibracyjnych technologii pograżania grodzic. W związku z faktem, iż nowy gazociąg wysokiego ciśnienia usytuowany został w bezpośrednim sąsiedztwie (strefa ochronna) już istniejącego czynnego gazociągu, prowadzenie monitoringu drgań umożliwiło realizację prac w sposób zapewniający odpowiedni poziom bezpieczeństwa. Należy tutaj wspomnieć, iż przed przystąpieniem do realizacji prac, w porozumieniu ze wszystkimi gestorami, inwestorami oraz służbami nadzoru, uzyskano zgodę na realizację tego typu prac, jak

również ustalono graniczną wartość dopuszczalnych drgań mechanicznych. W przypadku przekroczenia wartości granicznej prace należało bezwzględnie przerwać i zastanowić się nad dokonaniem dodatkowych modyfikacji technologii np. podpiłkiwanie „larsenów” lub konieczności modyfikacji technologii wykonania robót.

W związku z tym, iż realizacja pomiarów dotyczyła wykonania wielu przekroczeń dróg, linii kolejowych itp. na bardzo długim odcinku, można powiedzieć, iż mieliśmy do czynienia z bardzo zróżnicowanymi warunkami gruntowymi tzn. grunty spójne, niespójne, organiczne w różnym stanie oraz o zróżnicowanej wilgotności.

Zakres badań

Drgania mechaniczne wywoływane podczas wibracyjnego pogrążania grodzic, mogą mieć negatywne działanie na istniejący gazociąg wysokiego ciśnienia, a w najgorszym przypadku mogą doprowadzić do jego awarii. Dlatego też ich ciągły monitoring jest bardzo ważny z punktu widzenia bezpieczeństwa ogólnego, jak również powodzenia całego przedsięwzięcia, jakim jest budowa gazociągu wysokiego ciśnienia. Przedmiotem analizy są wyniki pomiarów drgań mechanicznych przekazywanych na podłoże gruntowe w czasie wykonywania ścianek szczelnych na potrzeby przekroczeń wykonywanych w technologii mikrotunelingu w czasie realizacji „Budowa gazociągu Dzieszowice – Wrocław DN1000 MOP 8,4 MPa ok. 130 km wraz z obiektami towarzyszącymi i infrastrukturą niezbędną do jej obsługi, obejmująca: Odcinek II – Dzieszowice-Blachownia ok. 84 km”.

W czasie realizacji ww. inwestycji przewidziano wykonanie kilkunastu przekroczeń w technologii mikrotunelingu, na potrzeby których należało wykonać komory nadawcze i odbiorcze.

Do wykonania mikrotuneli zgodnie z dokumentacją projektową wykorzystano rury GRP oraz rury stalowe. Stanowiły one rury osłonowe, w których następnie umieszczone zostały właściwe rury przewodowe. W czasie wykonywania kilku z nich dokonano pomiarów drgań mechanicznych.

Obok wykonywanych komór znajdował się gazociąg wysokiego ciśnienia DN350 (rura stalowa).

Wibracyjne pogrążanie grodzic możliwe było tylko dlatego, iż gestor zaakceptował takie rozwiązanie. Dopuszczalna wartość graniczna drgań wynosiła 8 mm/s i podlegała stałemu monitoringowi.

W celu uzyskania wiarygodnych wyników na istniejącej sieci gazowej wysokiego ciśnienia należało założyć punkty pomiarowe. Do wykonania pomiarów wykorzystano urządzenie firmy Profound typu Vibra. Wyniki pomiarów zostały udokumentowane w postaci wykresów prędkości drgań, oraz przyspieszenia drgań mechanicznych. W czasie prac realizowany był również pomiar atmosfery metanomierzem.

Urządzenie pomiarowe

Do wykonania pomiarów stanowiących punkt wyjścia do badań zostało wykorzystane urządzenie typu Vibra firmy Profound. Urządzenie to dokonuje ciągłego pomiaru oraz rejestracji poziomu drgań. Vibra została wyposażona w zewnętrzny wyświetlacz, który umożliwia bieżący odczyt wyników prowadzonego pomiaru.

Z kolei wbudowana pamięć wewnętrzna urządzenia umożliwia ciągły i trwały zapis wartości szczytowych drgań (prędkość, przyspieszenie). Uzyskane w ten sposób dane dzięki wykorzystaniu dedykowanego programu zostają odczytane i udostępnione w postaci wykresów i tabel do dalszej analizy. Należy tutaj wspomnieć, iż Vibra umożliwia również ustawienia sygnalizatora poziomów alarmowych, stanowiących dodatkową gwarancję bezpieczeństwa podczas pracy. Niezawodne działanie zagwarantowane zostało poprzez wykorzystanie do produkcji urządzenia odpowiednich materiałów. Vibra to produkt wykonany zgodnie z międzynarodowymi normami: (Instrukcja obsługi urządzeń Profound Vibra-range. Wersja 1.00 styczeń 2007). Seria produktów VIBRA wyprodukowana została zgodnie z holenderskimi oraz międzynarodowymi normami takimi, jak: DIN 45669, DIN 4150 oraz wytycznymi holenderskiej Fundacji Badań nad Obiektami Budowlanymi SBR 2002: „Drgania w budynkach: Wpływ drgań na obiekty budowlane/Wpływ drgań na ludzi przebywających w budynkach”.



Fot. 1. **Urządzenie pomiarowe VIBRA.** Źródło: Profound styczeń 2007
Pic. 1 VIBRA measuring equipment. Source: Profound January 2007

W badaniach zarejestrowano prędkości, przyspieszenia i częstotliwości drgań dla:

- interwału czasowego = 3 s,
- poziomu zapisu (wartości progowej) prędkości drgań = 0,5 mm/s.

Na fot. 1 przedstawiono urządzenie Vibra wykorzystane do przeprowadzenia pomiarów.

Punkt pomiarowy

Pierwszy etap prac związany był z lokalizacją istniejącego rurociągu przy użyciu odpowiedniego lokalizatora infrastruktury podziemnej. Następnie po określeniu położenia czynnego gazociągu, przystępowano do jego odkrycia (prace te mogły być wykonane tylko przez osoby posiadające odpowiednie kwalifikacje i uprawnienia po uprzednim uzyskaniu zgody gestora). Po dokonaniu odkrywki i odpowiednim zabezpieczeniu rurociągu na jego górnej powierzchni umieszczano geofon urządzenia pomiarowego Vibra. W celu wykonania prawidłowego pomiaru należało pamiętać o ustawieniu geofonu we właściwych kierunkach tzn.:

- „x , y” w kierunkach poziomych równoległe i prostopadle do rury gazociągu,
- „z” w kierunku pionowym.

Na fot. 2 przedstawiono wygląd typowego punktu pomiarowego założonego na istniejącym, czynnym gazociągu wysokiego ciśnienia.



Fot. 2. **Przykładowy punkt pomiarowy.** Źródło: fot. Tolos
Pic. 2. Example measurement point. Source: pic. Tolos

Geofon wyposażony jest w specjalną stopę, która umożliwia ustawienie go w miejscu wykonywania pomiarów (geofon był ustawiany bezpośrednio na rurze).

Przebieg pomiarów

Pomiary drgań zostały przeprowadzone w czasie realizacji prac związanych z wykonywaniem komór (startowe, końcowe) w technologii ścianek szczelnych. Z uwagi na panujące trudne warunki

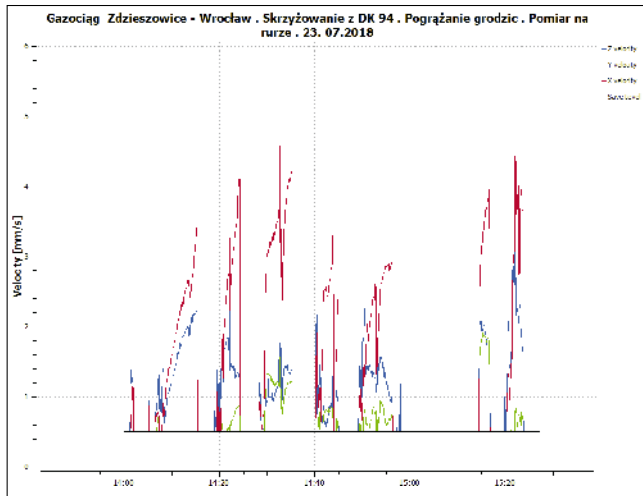


Fot. 3. Wykonywanie ścianek szczelnych metodą wibracyjną przy użyciu wibromłota. Źródło: fot. Tolos
Pic. 3. Sheet piling using the vibration method with the use of a vibrator. Source: photo by Tolos

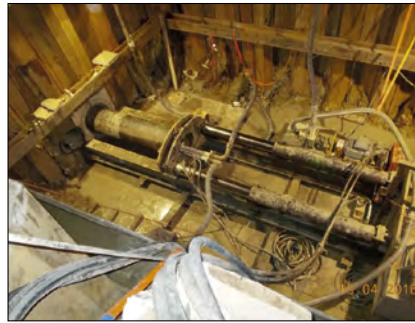
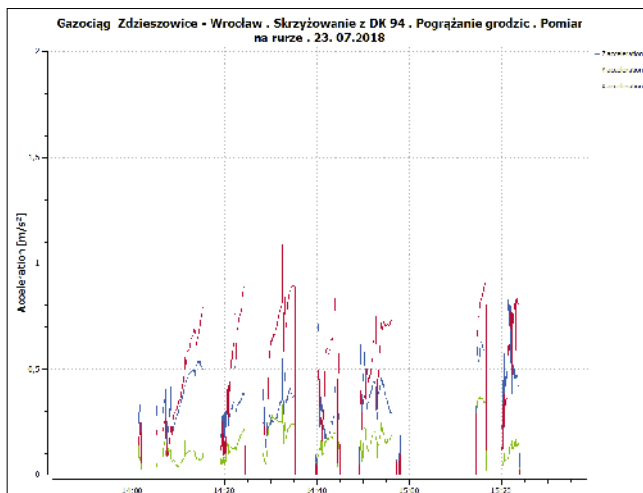
gruntowe do pograżania „larsenów” wykorzystano metodę wibracyjną. Prace realizowane były przy użyciu wibromłota PVE 2319 VM oraz dźwigu kołowego. Na fot.3 przedstawiono wykonywanie komór w technologii ścianek szczelnych przy użyciu wibromłota. Do prac związanych z pograżaniem grodzic stalowych wykorzystywano urządzenie wibracyjne (młot wibracyjny). Podstawowe dane techniczne wykorzystywanego młota:

- siła odśrodkowa 1100kN,
- moment statyczny 0-19 kNm,

Rys. 1. Wykres pomiaru prędkości drgań zarejestrowany 23.07.2018 r. w trakcie pograżania grodzic, skrzyżowanie z DK94. (Vibra firma Profound)
Fig. 1. Vibration velocity measurement chart recorded on July 23, 2018 during driving of sheet piles, crossing with DK94. (Vibra by Profound)



Rys. 2. Wykres pomiaru przyspieszenia drgań zarejestrowany 23.07.2018 r. w trakcie pograżania grodzic, skrzyżowanie z DK94. (Vibra firma Profound)
Fig. 2. Vibration acceleration measurement chart recorded on July 23, 2018 during the driving of sheet piles, crossing with DK94. (Vibra by Profound)



Fot. 4. Budowa gazociągu metodą mikrotunelingu. Widok na stację wciskania-podziemną część systemu. Źródło: fot. Tolos
Pic. 4. Construction of a gas pipeline using the microtunneling method. View of the pressing station - underground part of the system. Source: photo by Tolos

- siła pociągowa 300kN,
 - amplituda 0-16mm,
 - częstotliwość wibracji 38Hz,
 - ciężar młota łącznie z zaciskiem około 4,5 tony.
- Wielkość komór startowych uwarunkowana była długością rur wykorzystywanych w czasie prac związanych z wykonywaniem przekroczeń bezwykopowych w technologii mikrotunelingu.

W przypadku wykorzystywania rur GRP o długość 3m komory startowe miały następujące wymiary 5,40 m x 8,40 m. W przypadku wykorzystywania rur stalowych o długości około 12 m komory startowe miały następujące wymiary: 5,40 m x 18,60 m. Rury stalowe wykorzystywane były do realizacji przekroczeń pod liniami kolejowymi.

Natomiast komory odbiorcze w obu przypadkach miały ten sam rozmiar: 4,80 m x 4,80 m (wielkość komory uwarunkowana była wielkością głowicy do mikrotunelowania).

Do prac związanych z wykonywaniem komór wykorzystywane były grodzice GU16N, GU18N (parametr decydujący o doborze rodzaju grodzicy to $W_x \geq 1600 \text{ cm}^3$). Długość grodzic uzależniona była od warunków gruntowych jakie występowały w miejscu realizacji przekroczenia. W czasie wykonywania komór grodzice były pograżane pojedynczo.

Zasady wykonania pomiarów

Osie geofonu urządzenia Vibra umieszczonego bezpośrednio na rurociągu zostały ustawione w następujących kierunkach:

- oś „x” w kierunku poziomym ustawionym równoległe do rury gazowej,
- oś „y” w kierunku poziomym ustawionym prostopadle do rury gazowej,
- oś „z” w kierunku pionowym do rury gazowej.

Pomiar został wykonany w obecności przedstawicieli wykonawcy robót zabezpieczających i nadzoru. Pograżanie grodzic wykonywane było wibromłotem PVE 2319 VM. Odległość wbijanych grodzic od istniejącego rurociągu wynosiła ok. 4,5 metra. Do wykonania pomiaru wykorzystano urządzenie Vibra firmy Profound.

Wyniki pomiarów

Pomiary drgań, skrzyżowanie z DK94-komora odbiorcza (23-24.07.2018)

Przebieg prac związanych z wykonaniem pomiaru polegał na założeniu punktu pomiarowego na wcześniej odkrytym i odpowiednio zabezpieczonym istniejącym gazociągu DN350 znajdującym się na głębokości ok. 1,5 m poniżej terenu.

Na wykresach uzyskanych podczas pomiaru przedstawiony został wynik prędkości drgań (rys. 1) oraz przyspieszenia drgań (rys. 2) zarejestrowanych 23.07.2018 r.

Na wykresach uzyskanych podczas pomiaru, przedstawiony został wynik

prędkości drgań (rys. 3) oraz przyspieszenia drgań (rys. 4) zarejestrowanych 24.07.2018 r.

Pomiar drgań, skrzyżowanie z DW462 -komora nadawcza (18.06.2018)

Przebieg prac związanych z wykonaniem pomiaru polegał na założeniu punktu badawczego (pomiarowego) na wcześniej odkrytym i odpowiednio zabezpieczonym istniejącym gazociągu DN350 znajdującym się na głębokości ok. 1,20 m poniżej terenu.

Na wykresach przedstawiony został wynik prędkości drgań (rys. 5) oraz przyspieszenia drgań (rys. 6) zarejestrowanych 18.06.2018 r.

Pomiar drgań, skrzyżowanie z DW459-komora odbiorcza (19 i 20.09.2018)

Przebieg prac związanych z wykonaniem pomiaru polegał na założeniu punktu badawczego (pomiarowego) na wcześniej odkrytym i odpowiednio zabezpieczonym istniejącym gazociągu DN350 znajdującym się na głębokości ok. 1,50 m poniżej terenu.

Na wykresach przedstawiony został wynik prędkości drgań (rys. 7) oraz przyspieszenia drgań (rys. 8) zarejestrowanych 19-20.09.2018 r.

Wyniki pomiarów drgań

W tabeli 1 przedstawiono max. wartości prędkości drgań oraz max. wartości przyspieszenia drgań odnotowane podczas pomiarów realizowanych w okresie 18.06.2019-20.09.2019 r.

Wnioski dotyczące analizy

W celu dokonania oceny wpływu szkodliwości drgań mechanicznych przekazywanych przez podłoże gruntowe w czasie wykonywania ścianek szczelnych, zabezpieczających wykopy na gazociąg wysokiego ciśnienia należy odwołać się do kilku norm europejskich.

Pierwszą normą, w której odnajdujemy informację dotyczącą dopuszczalnych poziomów drgań jest: PN - EN 1594 „Infrastruktura gazowa. Rurociągi o maksymalnym ciśnieniu roboczym powyżej 16 barów. Wymagania funkcjonalne” [1].

W załączniku nr 1 powyższej normy (dopuszczalne poziomy drgań wywołane robotami budowlanymi) pkt 1.1: „Zaleca się, by

prędkości drgań mierzone na rurociągu były zgodne z wartościami podanymi w DIN 4150”.

Kolejnym dokumentem jest norma niemiecka DIN 4150, gdzie w części 3 „Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf bauliche Anlage” [2] napisane jest, że drgania stałe wg pkt. 6.3 w powiązaniu z pkt. 5.3 (drgania krótkotrwałe) i tabelą 2 - pomierzone prędkości drgań stałych dla stalowych rurociągów ułożonych w gruncie nie powinny przekroczyć wartości 50 mm/s i 100 mm/s dla drgań krótkotrwałych. Norma ta przyjmuje, że rurociągi zostały wykonane wg dzisiejszego stanu techniki.

Z kolei według - Eurocode 3 - tab. 12.3.6.2. [3] dopuszczalne wartości amplitud prędkości dla instalacji podziemnych nie powinny przekroczyć wartości 25 mm/s dla drgań ciągłych i 40 mm/s dla drgań chwilowych.

W celu porównania (znalezienia punktu odniesienia) warto tutaj również przytoczyć dopuszczalne wartości prędkości drgań przyjęte w przedstawionych przepisach, ale odnoszące się do budownictwa mieszkaniowego, i tak:

- wg DIN 4150 [2] ponad 10 mm/s dla częstotliwości pow. 30Hz,
- wg Eurocode 3 - tab. 12.3.6.2. [3] jest to wartość 5 mm/s,
- wg wytycznych amerykańskich AASHTO [4] jest to wartość w przedziale 5,08 - 7,62 mm/s,
- wg BS 7385 -2 [5] wartość ta jest określana na poziomie 20 mm/s.

Według przytoczonych przepisów i podanych w nich wartościach - dopuszczalne prędkości drgań ciągłych wywołane pracą wibromłota pomierzone na odkrytych stalowych rurociągach mieszczą się w granicach 25-50 mm/s. Odnosi się to do dobrego stanu technicznego rurociągu.

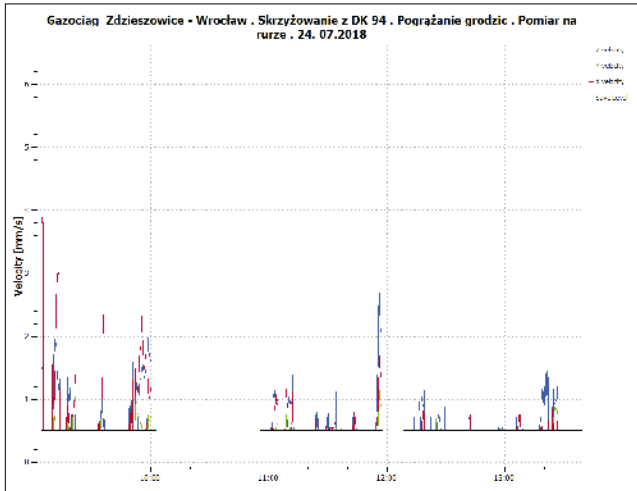
Natomiast nie ma w tych przepisach żadnych informacji, które uwzględniłyby zużycie techniczne gazociągu, czy też faktu, iż duża część z tych gazociągów wykonana została w technologiach innych niż obecnie stosowane.

W związku z powyższym uzasadnione wydaje się przyjęcie wielkości dopuszczalnej (bezpiecznej) osiąganych prędkości drgań w granicach 8-12 mm/s dla gazociągu, w sąsiedztwie którego wykonywane będą ścianki szczelne.

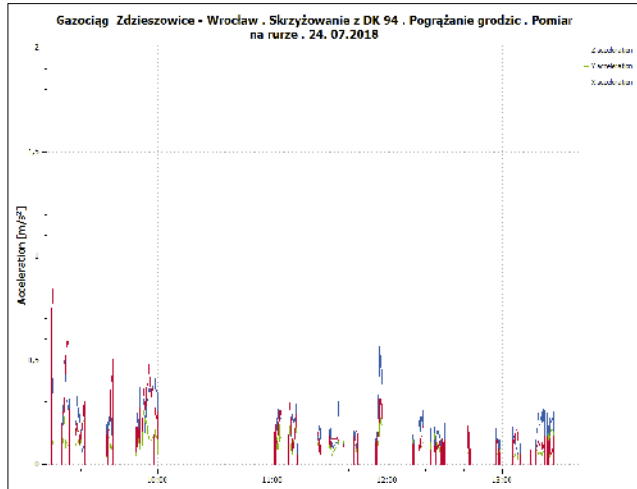
Jak można zauważyć, w czasie wykonywania pomiarów wartości prędkości drgań mechanicznych nie przekroczyły wartości 12 mm/s. Wartość max to 8,81 mm/s, która została odnotowana 19.09.2018 r. w czasie prac prowadzonych na skrzyżowa-

Tabela 1. Zbiorcze zestawienie wyników pomiarów na podstawie wykresów z urządzenia. (Vibra firma Profound)
Table 1. Summary of measurement results based on graphs from Vibra by Profound device.

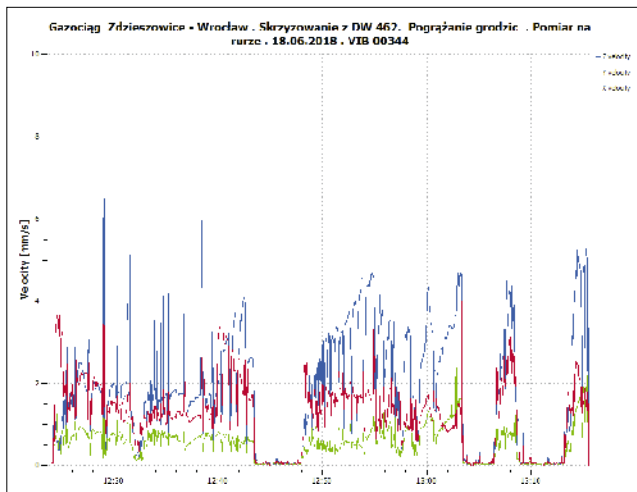
Miejsce i data pomiaru	wartości max. prędkości drgań [mm/s]			wartości max. przyspieszenia drgań [m/s ²]	
	kierunek „x”	kierunek „y”	kierunek „z”	kierunek „x”	kierunek „y”
DW 462 (18.06.18)	4,00	2,49	6,48	2,40	1,39
DK 94 (23.07.18)	4,64	1,90	3,22	1,08	0,37
DK 94 (24.07.18)	3,91	1,14	2,79	0,84	0,26
DW 401 (16.08.18)	4,71	6,77	4,48	2,45	1,94
DW 401 (17.08.18)	2,33	6,36	3,91	0,63	1,57
DW 401 (22.08.18)	2,09	4,23	4,03	1,05	0,85
DW 458 (24.08.18)	2,55	6,42	4,44	x	x
DW 458 (29.08.18)	1,38	4,20	3,13	x	x
DW 459 (19.09.18)	1,60	8,81	1,93	0,36	1,66
DW 459 (20.09.18)	0,84	1,96	2,33	0,22	0,62
LK 132 (23.08.18)	2,45	7,14	4,65	x	x
LK 132 (27.08.18)	0,62	1,83	1,33	x	x
LK 132 (28.08.18)	1,09	3,51	2,12	x	x
LK 132 (29.08.18)	1,37	5,92	3,19	x	x



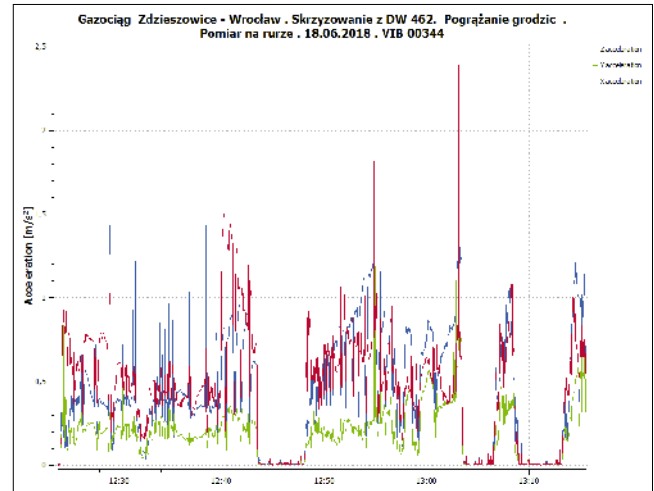
Rys. 3.
Wykres pomiaru prędkości drgań zarejestrowany 24.07.2018 r. w trakcie pograżania grodzic, skrzyżowanie z DK94. (Vibra firma Profound)
Fig. 3. Vibration velocity measurement chart recorded on July 24, 2018, during driving of sheet piles, crossing with DK94. (Vibra by Profound)



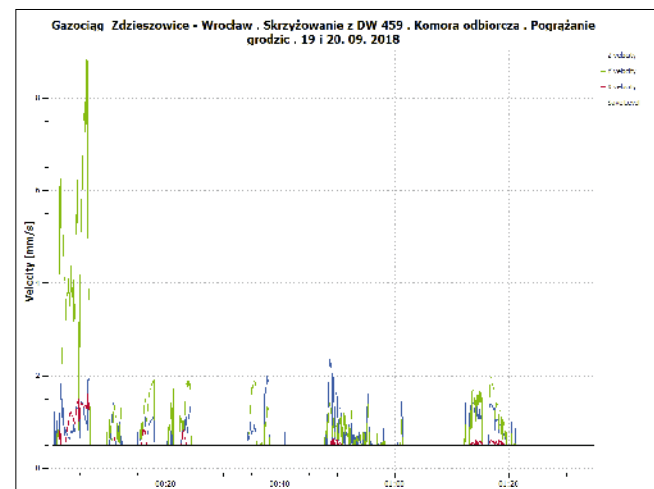
Rys. 4.
Wykres pomiaru przyspieszenia drgań zarejestrowany 24.07.2018 r. w trakcie pograżania grodzic, skrzyżowanie z DK94. (Vibra firma Profound)
Fig. 4. Vibration acceleration measurement chart recorded on July 24, 2018 during driving of sheet piles, crossing with DK94. (Vibra by Profound)



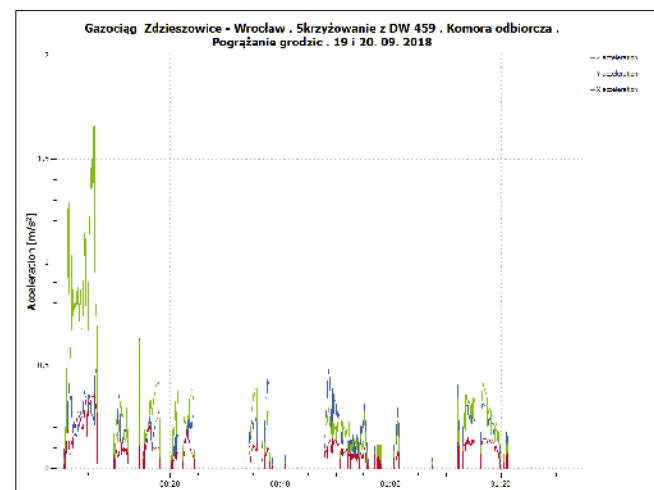
Rys. 5.
Wykres pomiaru prędkości drgań zarejestrowany 18.06.2018 r. w trakcie pograżania grodzic, skrzyżowanie z DW462. (Vibra firma Profound)
Fig. 5. The vibration velocity measurement chart recorded on June 18, 2018 during the driving of the sheet piles, the intersection with the DW462. (Vibra by Profound)



Rys. 6.
Wykres pomiaru przyspieszenia drgań zarejestrowany 18.06.2018 r. w trakcie pograżania grodzic, skrzyżowanie z DW462. (Vibra firma Profound)
Fig. 6. Vibration acceleration measurement chart recorded on June 18, 2018 during the driving of sheet piles, crossing with DW462. (Vibra by Profound)



Rys. 7.
Wykres pomiaru prędkości drgań zarejestrowany 19-20.09.2018 r. w trakcie pograżania grodzic, skrzyżowanie z DW459. (Vibra firma Profound)
Fig. 7. Vibration velocity measurement chart recorded on September 19-20, 2018, during the driving of sheet piles, crossing with DW459. (Vibra by Profound)



Rys. 8.
Wykres pomiaru przyspieszenia drgań zarejestrowany 19-20.09.2018 r. w trakcie pograżania grodzic, skrzyżowanie z DW459. (Vibra firma Profound)
Fig. 8. Vibration acceleration measurement chart recorded on 19-20.09.2018 during the driving of sheet piles, crossing with DW459. (Vibra by Profound)

niu z drogą wojewódzką nr 459, pozostałe wyniki nie przekroczyły wartości 8 mm/s.

Podsumowanie

Z przeprowadzonych analiz wyników badań drgań mechanicznych, zarejestrowanych podczas prac związanych z wykonywaniem ścianek szczelnych na potrzeby zabezpieczenia wykopów, jasno wynika, iż prace te były prowadzone w sposób bezpieczny, a i odnotowane wartości drgań nie miały negatywnego wpływu na istniejący gazociąg wysokiego ciśnienia.

Omawiany zakres prac odnosił się do wykonywania ścianek szczelnych realizowanych na potrzeby mikrotunelingu.

Nie mniej można założyć, iż podobne wartości uzyskiwane byłyby w przypadku prac realizowanych na potrzeby wykonywania ścianek szczelnych dla zabezpieczeń wykopów liniowych.

W przypadku realizacji prac związanych z pogrążaniem grodzic w technologii wibracyjnej usytuowanych w bliskim sąsiedztwie czynnych gazociągów wysokiego ciśnienia należy bezwzględnie dokonywać ciągłego pomiaru i analizy drgań.

Należy tutaj pamiętać o tym, iż warunki gruntowe są nieprzewidywalne tzn. ulegają diametralnym zmianom na krótkich odcinkach. Czego efektem może być gwałtowny wzrost wielkości drgań mechanicznych, a co za tym idzie wzrost zagrożenia awarii czynnego gazociągu wysokiego ciśnienia.

W związku z faktem, iż większość nowych sieci gazociągów wysokiego ciśnienia lokalizowana jest w strefach bezpieczeństwa tych już istniejących, uzasadnione staje się prowadzenie gruntownych i rzetelnych analiz warunków zarówno gruntowych, jak również stanu technicznego istniejącej infrastruktury przesyłowej w celu wyboru odpowiedniej technologii prowadzenia prac oraz uniknięcia wszelkich zagrożeń.

Analiza wpływu szkodliwości drgań mechanicznych przekazywanych przez podłoże gruntowe w czasie wykonywania ścianek szczelnych zabezpieczających wykopy na istniejący gazociąg wysokiego ciśnienia porusza dosyć istotny problem, który nie został w sposób jednoznaczny określony w dostępnych normach i przepisach krajowych. Dlatego też w takim, jak opisany w artykule przypadku należy posiłkować się dostępnymi normami zagranicznymi.

LITERATURA

- [1] PN-EN1594-02:2014 (wersja angielska) Infrastruktura gazowa. Rurociągi o maksymalnym ciśnieniu roboczym powyżej 16 bar. Wymagania funkcjonalne
- [2] DIN 4150-3:1999 Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf bauliche Anlage
- [3] Eurocode 3 - tab. 12.3.6.2. (nieprzetłumaczony na j. polski)
- [4] Wytyczne amerykańskie AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials):1990
- [5] BS 7385-2:1993 Evaluation and measurement for vibration in buildings
- [6] PN-B-02170:2016 Ocena szkodliwości drgań przekazywanych przez podłoże na budynki. nie odnosi się do instalacji podziemnych.
- [7] <https://inzynieria.com/wpis-branzy/artykuly/3/40426,sterowanie-robotami-geotechnicznymi-w-oparciu-o-pomiary-drgan-w-otoczeniu-budowy>