



A.B.G. Firma Projektowo - Wykonawcza

80-438 Gdańsk ul. Aldony 8/1
tel./fax 058-7188784 e-mail: p.milancej@chello.pl
tel. kom. 0602-367031 NIP: 957-000-04-96

Konto: PKO Bank Polski S.A.

nr rachunku: 50102055581111109339600047

EKSPERTYZA GEOTECHNICZNA DOTYCZĄCA STATECZNOŚCI BUDOWLI BRAMY NIZINNEJ W GDAŃSKU PRZY UTRZYMANIU RUCHU KOŁOWEGO PRZEZ BRAMĘ

Autor opracowania:

dr inż. Piotr Milancej

Piotr Milancej
dr inż. Piotr Milancej

Rzeczoznawca SITWM NOT
Nr upr. 2115/96
Certyfikat Polskiego Komitetu
Geotechniki nr 0071

**Zleceniodawca: Biuro Inżynierskie Anna Gontarz - Bagińska
80-299 Nowy Świat, ul. Nad Jeziorem 13**

Gdańsk, grudzień 2015 r.

SPIS TREŚCI

1. Podstawa opracowania	str. 1
2. Cel i zakres opracowania	str. 2
3. Opis konstrukcji budowli Bramy Nizinnej	str. 2
4. Badania geotechniczne podłoża gruntowego	str. 3
5. Opis warunków gruntowo - wodnych podłoża	str. 4
6. Analiza stateczności budowli Bramy Nizinnej	str. 6
7. Dobór systemu zabezpieczenia przeciw wibracyjnego	str.11
8. Podsumowanie i wnioski końcowe	str.12

SPIS RYSUNKÓW

1. Plan sytuacyjny
2. Rozmieszczenie otworów badawczych i sondowań
3. Przekroje geotechniczne I – I, II – II
4. Przekroje geotechniczne III – III, IV – IV
5. Rzut pionowy Bramy Nizinnej
6. Przekrój podłużny Bramy Nizinnej

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

1. Wyniki badań geotechnicznych podłoża gruntowego
2. Wyniki pomiarów geodezyjnych reperów kontrolno - pomiarowych
3. Wyniki pomiarów drgań budowli wywołanych ruchem drogowym
4. Obliczenia nośności i osiadań podłoża pod fundamentami bramy
5. Informacje techniczne dotyczące mat Regupol Vibration 450

1. PODSTAWA OPRACOWANIA

Niniejszą ekspertyzę geotechniczną dotyczącą stateczności budowli Bramy Nizinnej w Gdańsku przy ul. Grodza Kamienna 5, przy utrzymaniu ruchu kołowego przez bramę opracowano na zlecenie Biura Inżynierskiego Anna Gontarz – Bagińska 80-299 Gdańsk - Nowy Świat ul. Nad Jeziorem 13, z dnia 22.10.2015 roku. Ekspertyzę poprzedzono programem badań podłoża gruntowego w rejonie posadowienia Bramy Nizinnej w Gdańsku przy ul. Grodza Kamienna 5.

W opracowaniu wykorzystano następujące materiały:

- 1) Diagnostyka Bramy Nizinnej w Gdańsku, w kontekście procesu rewitalizacji.
Budownictwo i Architektura nr 13/2013, str. 255 – 262.
- 2) Sprawozdanie z badania przemieszczeń obiektów Muzeum Historycznego Miasta Gdańska. Pomiar XXVII (skrótowy). Wykonawca: Okręgowe Przedsiębiorstwo Geodezyjno – Kartograficzne „OPGK” Spółka z o.o. Gdańsk 2012 r.
- 3) Orzeczenie techniczne drgań obiektu Bramy Nizinnej w Gdańsku wywołanych ruchem drogowym. Wykonawca: zespół Rewitalizacji Budowli Miejskich CURE Katedra Mechaniki Budowli Wydziału Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2004 r.
- 4) Charakterystyka fundamentów obiektów zabytkowych Gdańska. Inżynieria Morska i Geotechnika nr 3/2002, str. 142 – 149.
- 5) Polska Norma PN-B-02170:1985 Ocena szkodliwości drgań przekazywanych przez podłoże na budynki.
- 6) Polska Norma PN-B-02479:1998 Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne.
- 7) Polska Norma PN-B-03020:1981 Grunty budowlane. Posadow. bezpośrednie budowli.
- 8) Polska Norma PN-B-04452:2002 Geotechnika. Badania polowe.
- 9) Polska Norma PN-B-04481:1988 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
- 10) Polska Norma PN-B-06050:1999 Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.

2. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Celem niniejszej ekspertyzy geotechnicznej jest określenie stateczności budowli Bramy Nizinnej w Gdańsku przy ul. Grodza Kamienna 5, przy utrzymaniu ruchu kołowego przez bramę. Zakres niniejszej ekspertyzy geotechnicznej obejmuje:

- a) opis i charakterystykę konstrukcji budowli Bramy Nizinnej,
- b) opis i analizę wyników badań geotechnicznych podłoża gruntowego,
- c) analizę wyników pomiarów drgań budowli,
- d) analizę stateczności budowli Bramy Nizinnej
- e) dobór systemu zabezpieczenia budowli przed drganiami,
- f) opracowanie zaleceń dotyczących realizacji robót zabezpieczających,
- g) podsumowanie i wnioski końcowe.

3. OPIS KONSTRUKCJI BUDOWLI BRAMY NIZINNEJ

Brama Nizinna w Gdańsku została zbudowana w latach 1620 – 1626 według projektu gdańskiego architekta Jana Strakowskiego. Bramę zaprojektowano w postaci murowanej poterny o szerokości 12,6 m i długości około 20,6 m, przecinającej prostopadłe wał ziemny, stanowiący fragment południowych fortyfikacji miasta. Sklepienie poterny ma postać trójpłaszczyznowej koleby z lunetami, opartej na podłużnych ścianach grubości 1,4 m, wzmocnionych masywnymi przyporami. Od strony północnej znajduje się murowane nadbramie w formie pawilonu o wymiarach w rzucie 7,4 m × 11,0 m i wysokości 17,4 m licząc od poziomu drogi. Wewnątrz pawilonu znajduje się klatka schodowa, dwie kondygnacje oraz poddasze. Pawilon posiada dwuspadowy dach o konstrukcji drewnianej, kryty dachówką ceramiczną esówką. Po obu stronach bramy od strony miasta, zbudowano symetrycznie dwie wartownie o wymiarach w rzucie 7,2 m × 11,6 m i wysokości 9,2 m. W każdej wartowni – przybudówce znajdują się sklepiona izba oraz poddasze. Wartownie posiadają pulpitowy dach o konstrukcji drewnianej, kryty dachówką ceramiczną esówką.

Od strony południowej Brama Nizinna ma kamienną fasadę o szerokości 24,7 m i wysokości około 9,0 m od poziomu drogi, zwieńczoną murem przedpiersia o grubości 2,0 m. Z tej strony bramę łączył z rawelinem drewniany pomost z drewnianymi bramami i zwodzonymi przesłami. W końcu XIX wieku rawelin oraz drewniany pomost zlikwidowano. Fosę u wylotu bramy w kierunku południowym częściowo zasypano, tworząc nasyp drogowy łączący Stare Przedmieście z Olszynką. Droga wewnątrz bramy posiada nawierzchnię asfaltową. Po obu jej stronach znajdują się chodniki dla pieszych wykonane z płyt kamiennych.

Budowle renesansowe, usytuowane wzdłuż nabrzeża Motławy posadowiano na sosnowych palach stale zanurzonych w wodzie. Na palach układano ruszt z płyt kamiennych oraz bali sosnowych, stanowiący podwalinę dla murowanej części budowli. W ten sposób posadowiono Zieloną Bramę w II połowie XVI wieku oraz budowlę Śluzy Kamiennej usytuowanej w pobliżu Bramy Nizinnej i zbudowanej w I połowie XVII wieku. W związku z tym należy przyjąć, że Brama Nizinna w Gdańsku została również posadowiona za pośrednictwem sosnowych pali oraz drewnianych belek podwalinowych. Lokalizację Bramy Nizinnej przedstawiono na rysunkach nr 1 i 2. Rzut oraz przekrój podłużny budowli przedstawiono na rysunkach nr 5 i 6.

4. BADANIA GEOTECHNICZNE PODŁOŻA GRUNTOWEGO

Badania geotechniczne podłoża gruntowego w rejonie posadowienia budowli Bramy Nizinnej w Gdańsku obejmowały wykonanie 4 odwiertów do głębokości 6.0 m p.p.t. oraz 2 sondowań sondą dynamiczną lekką SD-10 do głębokości 8.0 m p.p.t. Badania przeprowadzono w dniach od 23 do 26 października 2015 roku. Odwierty wykonano świdrem ręcznym spiralno - okienkowym o średnicy 2.5". W trakcie wykonywania otworów badawczych pobierano próbki gruntów do badań laboratoryjnych. Wyniki przeprowadzonych wierceń przedstawiono na kartach dokumentacyjnych otworów badawczych, zamieszczonych w załączniku nr 1 do niniejszej ekspertyzy.

Badania laboratoryjne miały na celu określenie parametrów fizycznych gruntów budujących poszczególne warstwy podłoża. Wszystkie próbki poddano w laboratorium badaniom makroskopowym określając ich barwę, wilgotność oraz stan gruntu w celu dokonania wstępnej klasyfikacji gruntów.

Jednocześnie z odwiertami wykonywano badania stanu gruntu poprzez sondowanie sondą dynamiczną SD-10 z końcówką stożkową. Sondowania wykonano przy otworach badawczych nr 1 i 4 do głębokości 8,0 m p.p.t. Wyniki sondowań przedstawiono w formie wykresów w załączniku nr 1. Lokalizację otworów badawczych i sondowań dynamicznych przedstawiono na rysunku nr 2.

5. OPIS WARUNKÓW GRUNTOWO - WODNYCH PODŁOŻA

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań terenowych i laboratoryjnych stwierdzono, że podłoże w rejonie posadowienia budowli Bramy Nizinnej w Gdańsku tworzą w strefie przypowierzchniowej grunty nasypowe w postaci luźnych, średniozagęszczonych i zagęszczonych piasków drobnych - próchnicznych, piasków drobnych i piasków średnich, lokalnie z domieszkami gruzu. W rejonie otworów badawczych nr 1 i 2 w dolnej strefie nasypu stwierdzono występowanie piasków gliniastych w stanie od miękkoplastycznego do twardoplastycznego. Miąższość warstwy nasypu wynosi od 2,0 m do 2,4 m. Pod nasypem stwierdzono występowanie gruntów słabonośnych składających się z torfu przewarstwowanego namulem piaszczystym w stanie miękkoplastycznym o łącznej miąższości około 3,0 m. Na głębokości około 5,0 m p.p.t. stwierdzono występowanie warstwy nawodnionych piasków drobnych w stanie zagęszczonym.

W badanym podłożu stwierdzono występowanie wody gruntowej o zwierciadle napiętym stabilizującym się od strony północnej na rzędnej + 0,10 m n.p.m. oraz od strony południowej na rzędnej - 0,20 m n.p.m. Układ poszczególnych warstw podłoża gruntowego pokazano na załączonych przekrojach geotechnicznych – rysunki nr 3 i 4.

Po przeanalizowaniu wyników badań terenowych i laboratoryjnych dokonano podziału gruntów podłoża na charakterystyczne warstwy geotechniczne. Podstawą dokonanego podziału było zaliczenie do danej warstwy gruntów o zbliżonych wartościach parametrów geotechnicznych. Za parametry wiodące dokonanego podziału na warstwy uznano parametry wytrzymałościowe oraz parametr określający stan gruntu reprezentowany przez stopień zagęszczenia I_D oraz stopień plastyczności I_L . Wyprowadzone wartości parametrów geotechnicznych gruntów określono bezpośrednio z badań polowych oraz badań laboratoryjnych (metodami B i C zgodnie z wytycznymi normy PN-B-03020:1981 „Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli”) i zestawiono w załączonej tabeli.

W podłożu wyodrębniono następujące warstwy gruntów:

- A - warstwa nasypów budowlanych, składających się z piasków drobnych - próchniczych, piasków drobnych i piasków średnich, lokalnie z domieszkami gruzu, w stanie od luźnego do zagęszczonego ($I_D = 0,25 \div 0,70$)
- B - warstwa nasypów budowlanych, składających się z piasków gliniastych w stanie od miękkoplastycznego do twardoplastycznego ($I_L = 0,50 \div 0,25$)
- Ia - warstwa torfów, dobrze rozłożonych
- Ib - warstwa namulów piaszczystych w stanie miękkoplastycznym ($I_L = 0,50$)
- II - warstwa piasków drobnych w stanie zagęszczonym ($I_D = 0,70$)

Warunki gruntowo - wodne na omawianym terenie są niekorzystne dla systemu posadowienia bezpośredniego budowli.

6. ANALIZA STATECZNOŚCI BUDOWLI BRAMY NIZINNEJ

Stan techniczny Bramy Nizinnej w Gdańsku wraz z przybudówkami jest zły. W orzeczeniu technicznym Centrum Rewitalizacji Budowli Miejskich CURE z 2004 roku stwierdzono, że sklepienie poterny w południowej części jest silnie zarysowane, przy czym rysy sięgają głęboko w mur dzieląc go na osobne części. W zachodniej części sklepienie podparto za pomocą przestrzennej – drewnianej kratownicy. W deszczowych okresach ściany poterny są stale wilgotne, co jest efektem wadliwie działającego systemu odprowadzania wód deszczowych oraz świadczy o braku lub złym stanie izolacji przeciwwilgociowych. Na całej powierzchni stropu oraz na ścianach bocznych widoczne są wykwyty wapienne. Na ścianach poterny stwierdzono ubytki cegły o średniej głębokości równej 4 cm i obejmujące około 40 % powierzchni ścian. Zachodnia ściana łuszczy się, ze ściany odpadają kolejne płyty cegieł, a głębsze strefy cegieł są również mocno zdegradowane. Ściany pokrywa gruba warstwa pyłów i brudu. Ubytki na ścianach obu przybudówek sięgają głębokości równej średnio 6 cm i obejmują 65 % powierzchni ścian. Na ścianach przybudówek widoczne są także rysy.

Na elementach nośnych konstrukcji Bramy Nizinnej oraz w rejonie naroży obu przybudówek osadzono zestaw 21 reperów kontrolno – pomiarowych. Pomiary geodezyjne przemieszczeń reperów prowadzi od 2005 roku Okręgowe Przedsiębiorstwo Geodezyjno – Kartograficzne „OPGK” Spółka z o.o. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów stwierdzono, że w okresie od 2011 do 2012 roku tylko pięć reperów wykazało niewielkie osiadanie o wartości od - 0,1 mm do - 0,4 mm, równe dokładności pomiaru przemieszczeń pionowych 0,3 mm. W okresie ostatnich siedmiu lat, od 2005 do 2012 roku zaobserwowano osiadanie północno – wschodniego narożnika jednej z przybudówek (reper nr 264) o wartości - 1,6 mm, osiadanie wschodniej ściany poterny pomiędzy filarami (reper nr 268) - 0,7 mm oraz osiadanie wschodniego filara elewacji północnej (reper nr 262) - 0,5 mm.

W sprawozdaniu z pomiarów wykonanych w 2012 roku uznano, że tak małe zmiany wysokości reperów kontrolno – pomiarowych potwierdzają dobre posadowienie budowli, a rysy w południowej części sklepienia poterny powstały w wyniku jego zawilgocenia i przemarzania oraz w wyniku drgań wywołanych przejazdem samochodów ciężarowych przez bramę. Wyniki pomiarów geodezyjnych przemieszczeń reperów kontrolnych osadzonych w Bramie Nizinnej w Gdańsku zamieszczono w załączniku nr 2 do niniejszej ekspertyzy.

Brama Nizinna jest jedyną bramą przez, przez którą odbywa się stały ruch komunikacyjny. Przepisy drogowe przewidują możliwość przejazdu przez bramę pojazdów o rzeczywistej masie całkowitej do 3,5 tony. Ograniczenie to nie dotyczy autobusów komunikacji miejskiej. Przez bramę biegają dwie linie autobusowe o numerach 123 i 131. Łączna liczba kursów w obu kierunkach, w dni powszednie wynosi $35 \times 2 + 12 \times 2 = 94$. Należy dodać, że zgodnie z kodeksem drogowym termin „rzeczywista masa całkowita” oznacza masę pojazdu łącznie z masą znajdujących się na nim rzeczy i osób. Pomiary drgań Bramy Nizinnej w Gdańsku wywołanych ruchem drogowym, wykonał po raz pierwszy w 2004 roku zespół Centrum Rewitalizacji Budowli Miejskich CURE. W trakcie pomiarów wyznaczono amplitudy drgań poziomych i pionowych 6 punktów pomiarowych umieszczonych na różnych elementach konstrukcji budowli oraz częstotliwość drgań. Typowe wyniki pomiarów drgań, przeprowadzonych w 2004 roku przez CURE zamieszczono w załączniku nr 3 do niniejszej ekspertyzy.

Zaobserwowane drgania należy zaliczyć do grupy drgań długotrwałych o łącznym czasie trwania w ciągu doby od 3 do 30 min. Częstotliwość drgań wynosi od 5 Hz do 15 Hz. Amplitudy przyspieszeń zależą od typu pojazdu i wynoszą:

$a \leq 0,02 \text{ m/s}^2$	samochód osobowy
$a \leq 0,02 \text{ m/s}^2$	samochód dostawczy
$a \leq 0,05 \text{ m/s}^2$	autobus
$a \leq 0,07 \text{ m/s}^2$	samochód ciężarowy

Późniejsze pomiary wykonane przez Katedrę Mechaniki Budowli i Mostów Wydziału Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej wykazały wyniki podobne do uzyskanych w 2004 roku przez zespół CURE.

Interpretację wyników pomiarów dynamicznych wykonano w oparciu o normę PN-B-02170:1985 „Ocena szkodliwości drgań przekazywanych przez podłoże na budynki”. Wyżej wymienioną normę należy stosować, między innymi przy diagnostyce szkodliwości wpływów drgań na istniejące budynki dla znanych (pomierzonych) poziomów narażenia wibracyjnego. Dla przybliżonej oceny działania drgań przekazywanych przez podłoże na niektóre typy budynków dopuszcza się stosowanie skal SWD. Skale SWD można stosować w przypadku budynków z elementów murowych (tzn. z elementów przeznaczonych do ręcznego układania) oraz w przypadku budynków z wielkich bloków. Skala SWD-II odnosi się do budynków nie wyższych niż pięć kondygnacji, których wysokość jest mniejsza od podwójnej najmniejszej szerokości budynku. Do interpretacji przyjęto następujące założenia umożliwiające zastosowanie granicy niższej (linia ciągła na wykresie):

- stan budynku: budynki stare, z uszkodzeniami, budynki przerabiane lub wzmacniane
- materiał i konstrukcja budynku: budynki z elementów murowanych, żużłobetonowych lub z kamienia o niestarannym wykonaniu, brak fundamentów, brak wieńców, sklepione stropy, duże otwory w ścianach lub otwory nieregularne
- typ podłoża i sposób posadowienia: podłoże o małej sztywności, posadowienie nieciągłe albo pośrednie
- rodzaj drgań: drgania długotrwałe albo występujące stale

Dla wyżej wymienionych założeń z wykresu SWD-II przyjęto następujące granice poszczególnych stref drgań:

$a \leq 0,025 \text{ m/s}^2$ strefa I: drgania nieodczuwalne przez budynek

$a \leq 0,080 \text{ m/s}^2$ strefa II: drgania odczuwalne przez budynek, ale nieszkodliwe dla konstrukcji; następuje tylko przyspieszone zużycie budynku i pierwsze rysy w wyprawach, tynkach itp.

Na zakończenie niniejszej analizy wykonano obliczenia sprawdzające nośności i osiadań podłoża gruntowego pod fundamentami Bramy Nizinnej w Gdańsku, zakładając że jest ona posadowiona systemem bezpośrednim. Wyznaczono średnie obliczeniowe obciążenia jednostkowe podłoża pod fundamentami oddzielnie dla ściany północnej oraz ściany południowej bramy. Obciążenia te porównano z obliczeniowym oporem jednostkowym podłoża pod fundamentami oraz wyznaczono wielkości osiadań i przechylenia budowli. Wyniki przeprowadzonych obliczeń sprawdzających zestawiono w tabeli nr 1 oraz zamieszczono w załączniku nr 4 do niniejszej ekspertyzy.

Tabela 1

Wyniki obliczeń nośności i osiadań podłoża gruntowego pod fundamentami
Bramy Nizinnej w Gdańsku
dla systemu posadowienia bezpośredniego

Parametr	Ściana północna	Ściana południowa
średnie obliczeniowe obciążenie jednostkowe podłoża q_{rs} [kPa]	292,9	213,5
obliczeniowy opór jednostkowy podłoża q_f [kPa]	100,8	101,0
osiadanie $s = s'' + s'$ [mm]	378,3	300,9
przechylenie $\Theta = \Delta s / L$	0,0038	

Wyniki wykonanych obliczeń wskazują jednoznacznie, że Brama Nizinna w Gdańsku nie jest posadowiona systemem bezpośrednim, ponieważ doprowadziłoby to do znacznych i nierównomiernych osiadań podłoża pod fundamentami, prowadzących w konsekwencji do wyparcia gruntów słabonośnych i utraty stateczności budowli.

Podsumowując należy stwierdzić, że stateczność ogólna budowli Bramy Nizinnej w Gdańsku, w świetle wyników przeprowadzonych badań i pomiarów nie budzi zastrzeżeń. Pomiary geodezyjne reperów kontrolno – pomiarowych, przeprowadzone w okresie od 2005 do 2012 roku nie wykazały istotnych osiadań głównych elementów konstrukcyjnych bramy. Z kolei pomierzone drgania od przejazdu przez bramę samochodów osobowych oraz samochodów dostawczych o rzeczywistej masie całkowitej do 3,5 tony są nieodczuwalne przez budynek. Drgania od przejazdu autobusów i samochodów ciężarowych są odczuwalne, ale nieszkodliwe dla analizowanej konstrukcji bramy. Należy podkreślić, że aktualnie przejazd przez bramę samochodów ciężarowych o rzeczywistej masie całkowitej powyżej 3,5 tony jest zgodnie z prawem o ruchu drogowym zabroniony.

W istniejących warunkach zaleca się podjęcie następujących prac, zmierzających do zmniejszenia drgań przekazywanych przez podłoże gruntowe na konstrukcję Bramy Nizinnej w Gdańsku, w warunkach utrzymania ruchu drogowego przez bramę:

- przebudowa istniejącego systemu odwodnienia drogi i budowli
- geosyntetyczne wzmocnienie podłoża nawierzchni drogi
- ułożenie nowej warstwy podbudowy oraz nowej warstwy ścieralnej
- wykonanie izolacji przeciw wibracyjnej ścian fundamentowych bramy

7. DOBÓR SYSTEMU ZABEZPIECZENIA PRZECIW WIBRACYJNEGO

Na podstawie wniosków z przeprowadzonej uprzednio analizy stateczności budowli Bramy Nizinnej w Gdańsku, jako zabezpieczenie przeciw wibracyjne przyjęto wykonanie wewnątrz bramy pionowych ekranów z mat elastomerowych typu Regupol Vibration 450 firmy BSW Berleburger Schaumstoffwerk GmbH. Maty te charakteryzuje bardzo niska sztywność dynamiczna, przy jednoczesnej znacznej odporności na wilgoć. Szczegółowe informacje techniczne dotyczące mat Regupol Vibration 450 zamieszczono w załączniku nr 5 do niniejszej ekspertyzy. Maty produkowane są w postaci gotowych płyt o wymiarach 100 cm × 50 cm × 5 cm. Przyjęto, że maty Regupol Vibration 450 zostaną ułożone wzdłuż ścian poterny i obu przybudówek, wokół istniejących filarów bramy oraz w obrębie ściany południowej do głębokości 2,00 m poniżej poziomu istniejącej drogi.

Warstwę izolacyjną z mat można przyklejać do ścian w przypadku suchych i odpylonych powierzchni. W zależności od występujących warunków atmosferycznych maty można również przybijać gwoździami lub przymocować do ścian za pośrednictwem pomocniczych elementów montażowych. Maty izolacyjne należy układać w wykopie o ścianach pionowych, zabezpieczonych za pomocą obudowy. Przed zasypaniem wykopu należy maty izolacyjne zabezpieczyć geowłókniną separacyjną przed tworzeniem się osadów i przed przecięciem przez ostre kamienie. Wykop należy zasypywać warstwami o grubości 60 cm, zagęszczanymi do uzyskania wskaźnika zagęszczenia $I_s = 0,97$. Jako materiał zasypki należy zastosować pospólkę o wskaźniku różnoziarnistości $U \geq 6$. Ze względu na możliwość wystąpienia lokalnej utraty stateczności podłoża w dnie wykopu na skutek naporu wody gruntowej nie należy zwiększać jego głębokości powyżej 2,00 m.

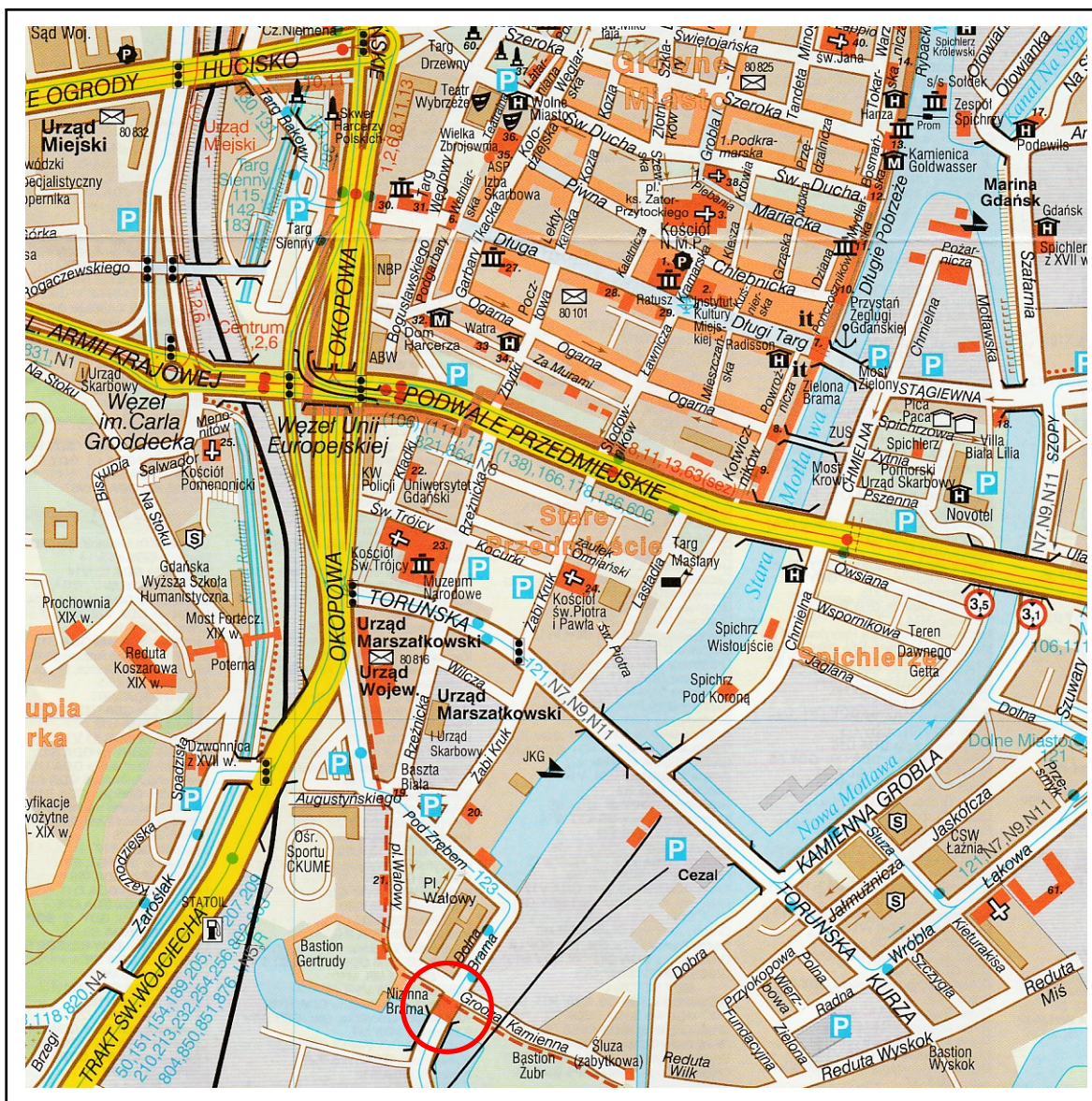
8. PODSUMOWANIE I WNIOSKI KOŃCOWE

- 1) Celem niniejszej ekspertyzy geotechnicznej jest określenie stateczności budowli Bramy Nizinnej w Gdańsku przy ul. Grodza Kamienna 5, przy utrzymaniu ruchu kołowego przez bramę
- 2) Podłoże w rejonie posadowienia bramy wraz z przybudówkami tworzą w strefie przypowierzchniowej grunty nasypowe w postaci piasków drobnych - próchnicznych, piasków drobnych i piasków średnich o zróżnicowanym zagęszczeniu, lokalnie z domieszkami gruzu oraz piasków gliniastych w stanie od miękkoplastycznego do twardoplastycznego; pod nasypem stwierdzono występowanie torfu przewarstwionego miękkoplastycznym namulem piaszczystym o miąższości około 3,0 m, podścielonych warstwą nawodnionych piasków drobnych w stanie zagęszczonym.
- 3) W badanym podłożu stwierdzono występowanie wody gruntowej o zwierciadle napiętym stabilizującym się od strony północnej na rzędnej + 0,10 m n.p.m. oraz od strony południowej na rzędnej - 0,20 m n.p.m.
- 4) Na podstawie wyników pomiarów geodezyjnych uznano, że zaobserwowane zmiany wysokości reperów kontrolno – pomiarowych potwierdzają dobre posadowienie budowli, a rysy w południowej części sklepienia potępny powstały w wyniku jego zawilgocenia i przemarzania oraz w wyniku drgań wywołanych przejazdem samochodów ciężarowych przez bramę.
- 5) Wyniki pomiarów dynamicznych drgań w trakcie przejazdu przez bramę autobusów i samochodów ciężarowych wykazały, że są one odczuwalne przez budowlę, ale nieszkodliwe dla konstrukcji.
- 6) Obecnie przejazd przez bramę samochodów ciężarowych o rzeczywistej masie całkowitej powyżej 3,5 tony jest zabroniony.

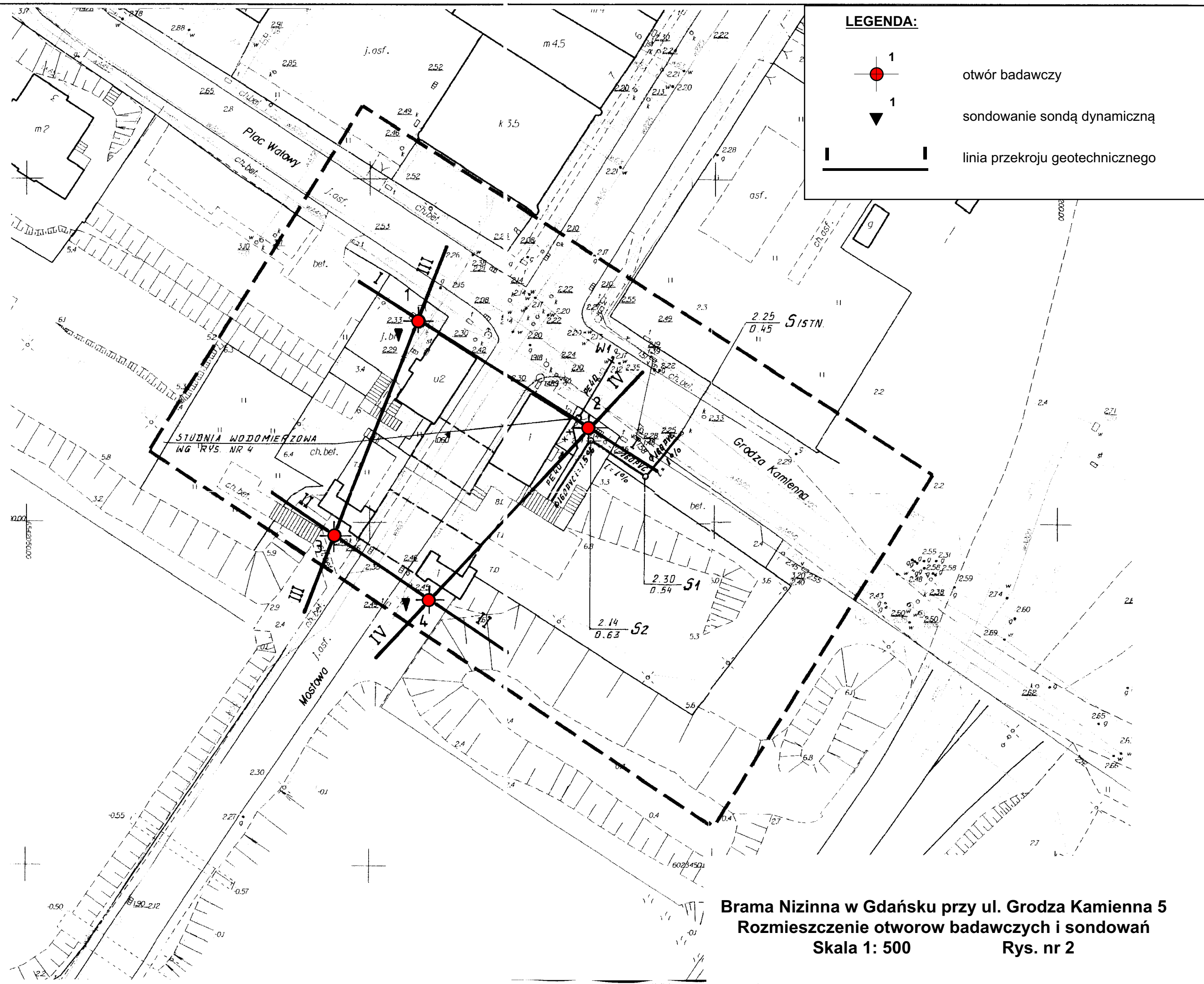
- 7) Przeprowadzone obliczenia sprawdzające wskazują jednoznacznie, że Brama Nizinna nie mogła być posadowiona systemem bezpośrednim; najprawdopodobniej posadowiona jest na drewnianych palach za pośrednictwem drewnianych belek podwalinowych.
- 8) Stateczność ogólna budowli Bramy Nizinnej w Gdańsku, w świetle wyników przeprowadzonych badań i pomiarów nie budzi zastrzeżeń.
- 9) W celu zmniejszenia drgań przekazywanych przez podłoże gruntowe na konstrukcję bramy zaleca się przebudowę istniejącego systemu odwodnienia, geosyntetyczne wzmocnienie podłoża nawierzchni drogi, ułożenie nowych warstw konstrukcji nawierzchni drogi oraz wykonanie izolacji przeciw wibracyjnej ścian fundamentowych bramy.
- 10) Jako zabezpieczenie przeciw wibracyjne przyjęto wykonanie wewnątrz bramy pionowych ekranów z mat elastomerowych typu Regupol Vibration 450 firmy BSW Berleburger Schaumstoffwerk GmbH.
- 11) Wytyczne dotyczące wykonania wykopu, sposobu układania mat, oraz zasypywania wykopu zamieszczono w punkcie 7 niniejszej ekspertyzy geotechnicznej.

RYSUNKI

1. Plan sytuacyjny
2. Rozmieszczenie otworów badawczych i sondowań
3. Przekroje geotechniczne I – I, II – II
4. Przekroje geotechniczne III – III, IV – IV
5. Rzut pionowy Bramy Nizinnej
6. Przekrój podłużny Bramy Nizinnej



Brama Nizinna w Gdańsku przy ul. Grodza Kamienna 5
Plan sytuacyjny
Skala 1:10 000 **Rys. nr 1**



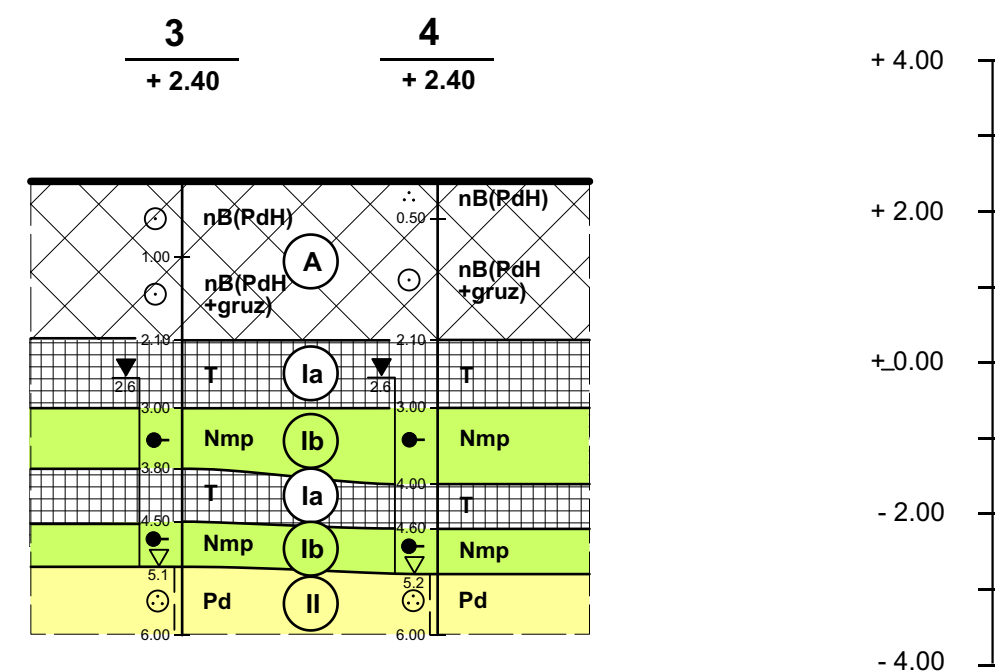
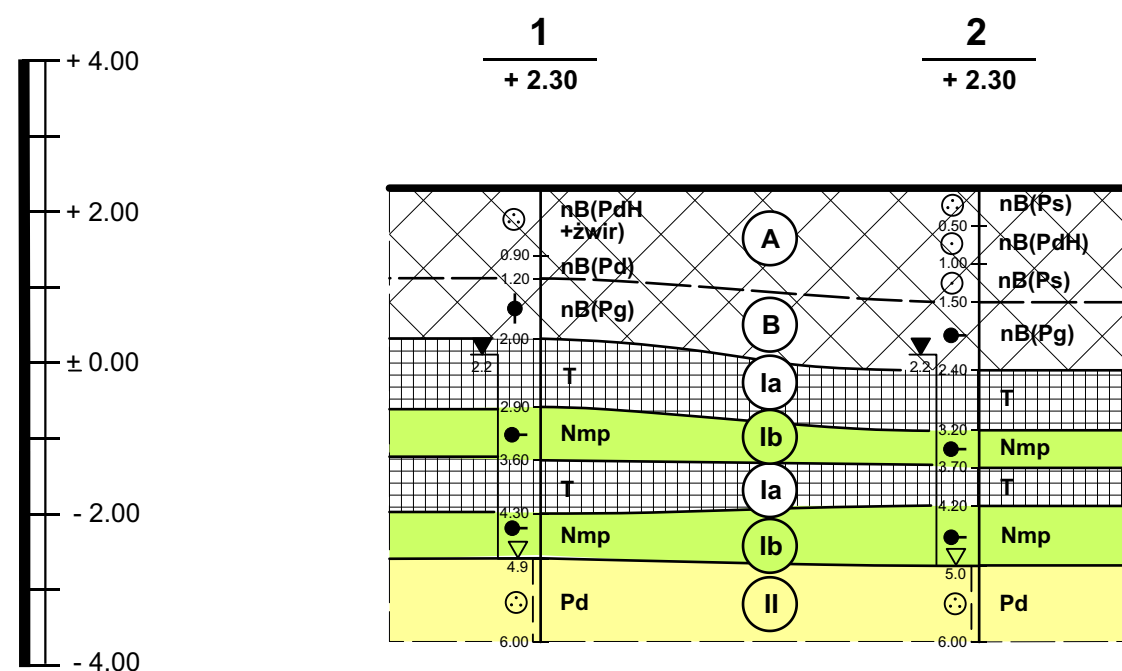
Brama Nizinna w Gdańsku przy ul. Grodza Kamienna 5
Rozmieszczenie otworów badawczych i sondowań
Skala 1: 500
Rys. nr 2

I — I

II — II

Wys. w m npm.

Wys. w m npm.



Odległości [m]	29.0 m	
Głębokość [m]	6.0	6.0
Data wykonania	23.10.2015	24.10.2015

17.0 m		Odległości [m]
6.0	6.0	Głębokość [m]
24.10.2015	26.10.2015	Data wykonania

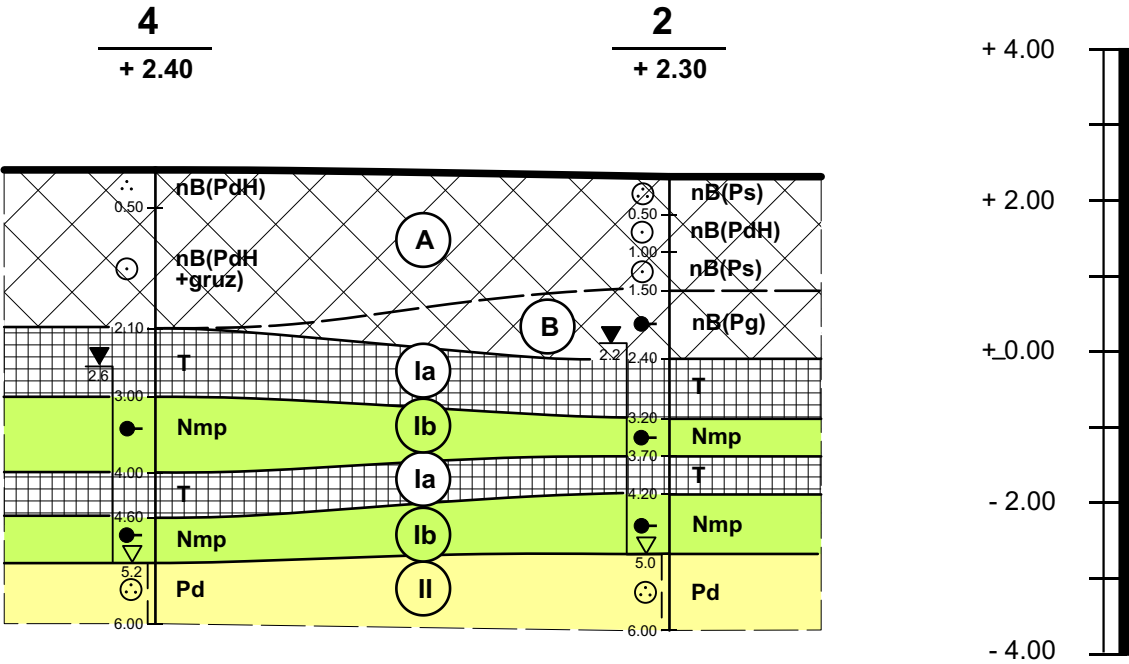
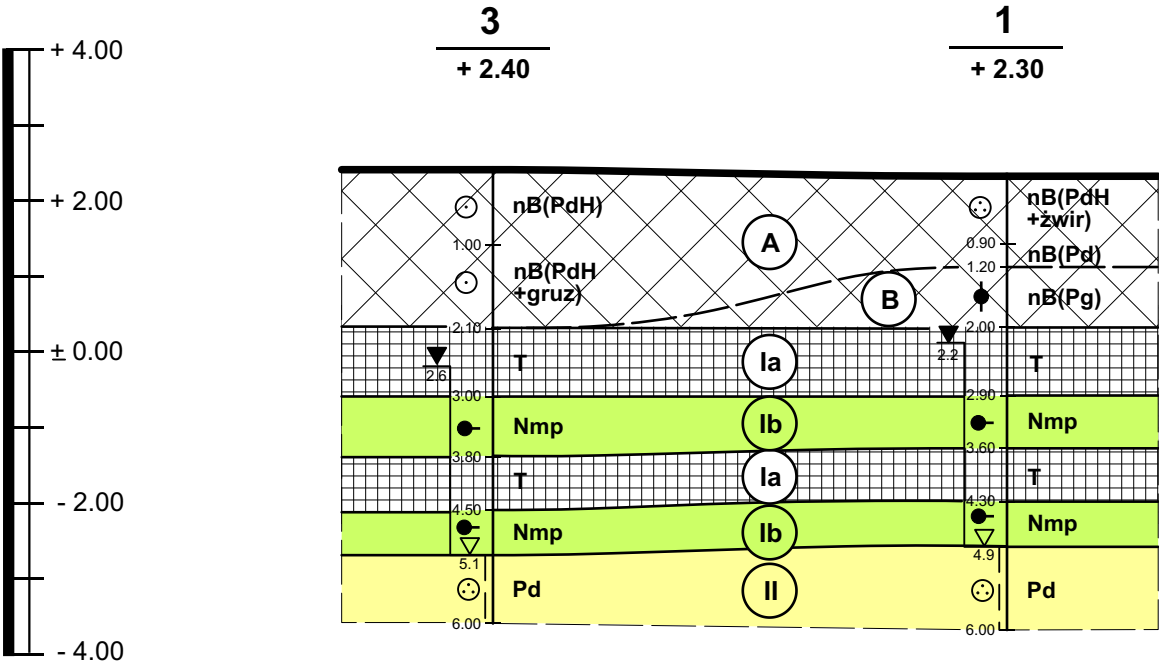
Brama Nizinna w Gdańsku ul. Grodza Kamienna 5
Przekroje geotechniczne I - I, II - II
Skala 1: $\frac{100}{500}$ Rys. nr 3

III ——— III

IV ——— IV

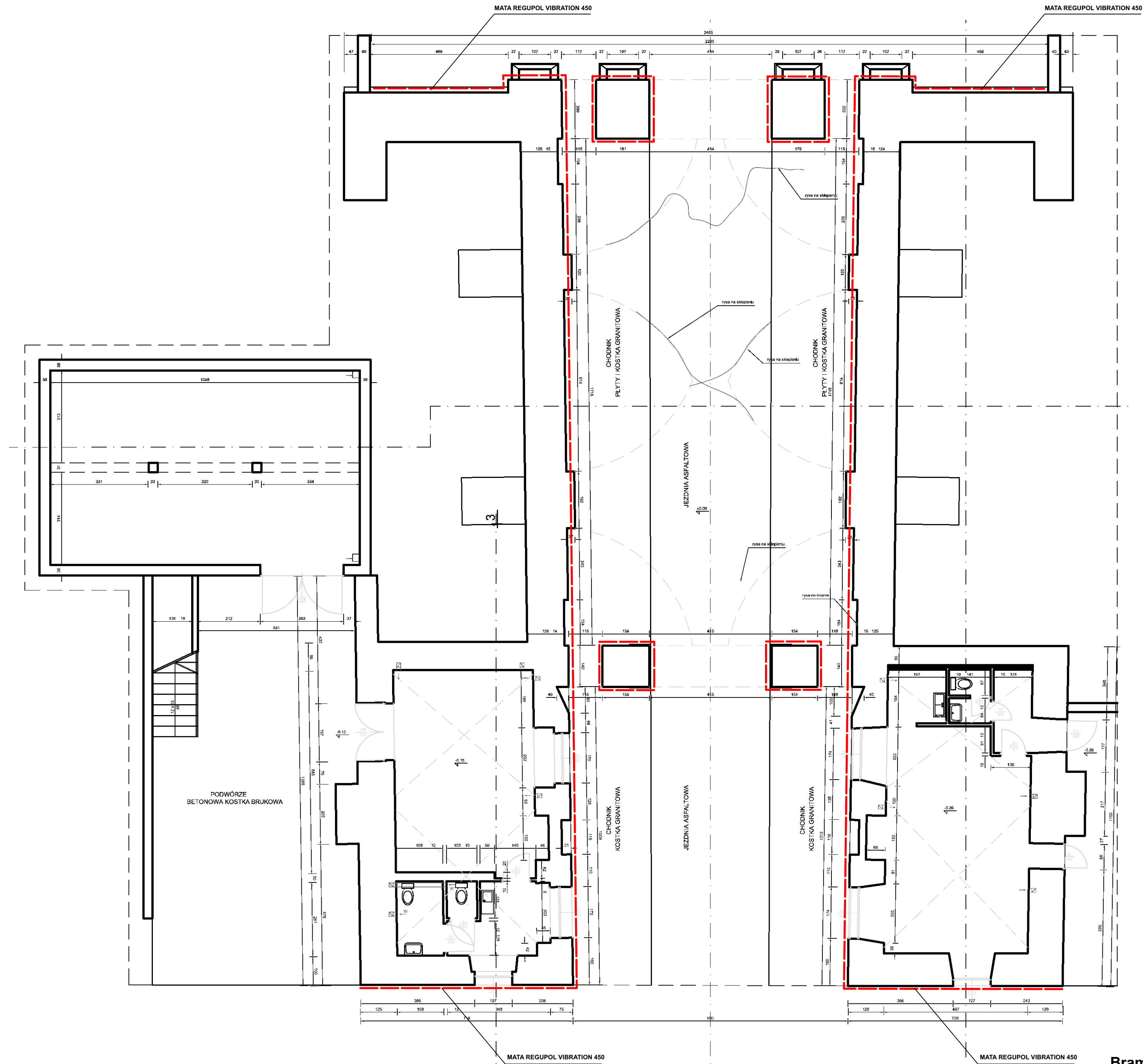
Wys. w m npm.

Wys. w m npm.

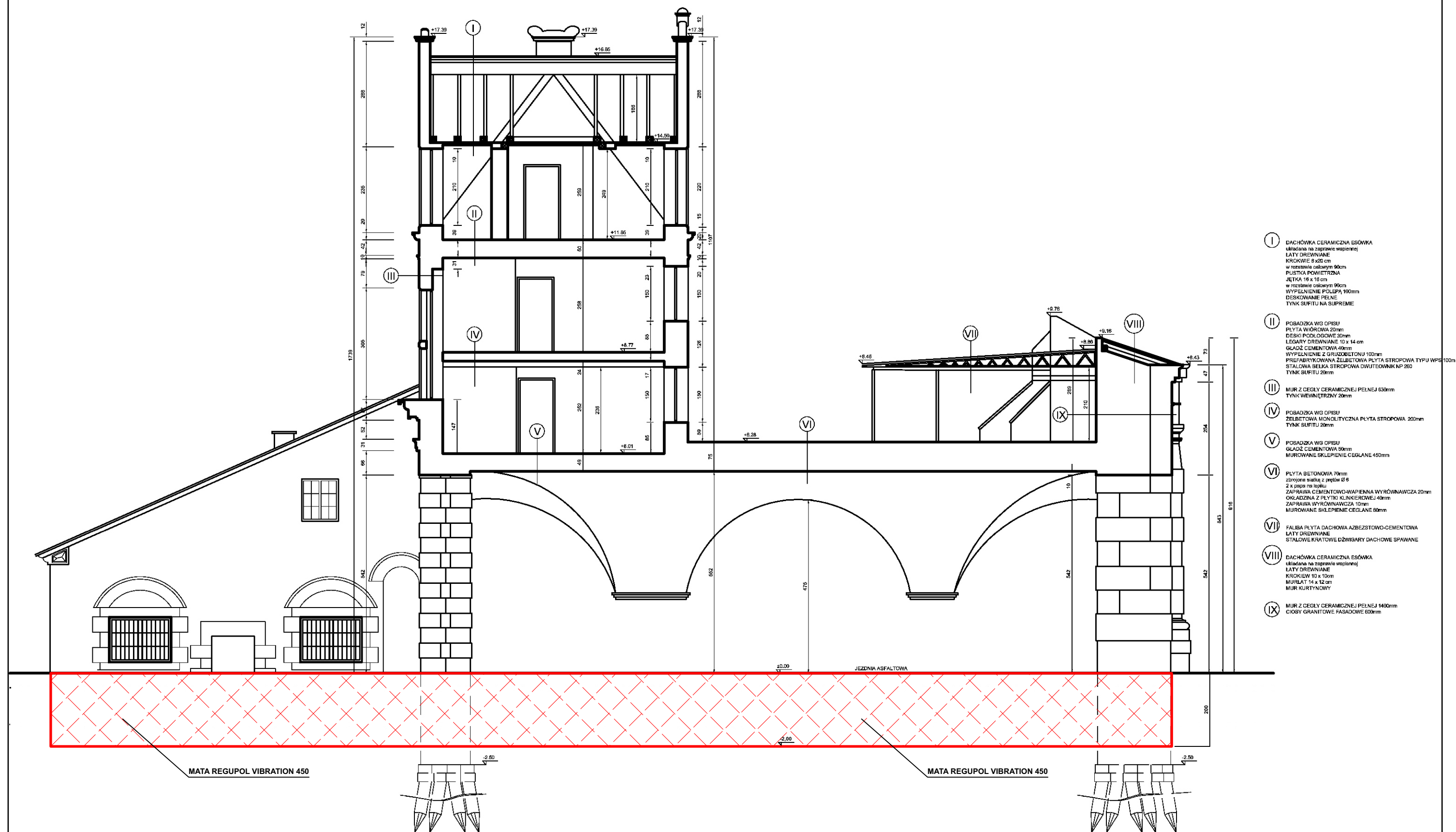


Odległości [m]	34.0 m	
Głębokość [m]	6.0	6.0
Data wykonania	24.10.2015	23.10.2015

	34.0 m		Odległości [m]
6.0		6.0	Głębokość [m]
26.10.2015		24.10.2015	Data wykonania



Brama Nizinna w Gdańsku ul. Grodza Kamienna 5
Rzut pionowy
Skala 1:100 Rys. nr 5



Brama Nizinna w Gdańsku ul. Grodza Kamienna 5
Przekrój podłużny
Skala 1:100 Rys. nr 6

Zestawienie wyprowadzonych wartości parametrów geotechnicznych warstw podłoża gruntowego

Objaśnienia geologiczne				Wartości wyprowadzone parametrów geotechnicznych według normy PN-EN 1997-2 Eurokod 7 Projektowanie geotechniczne									
Stratygrafia		Opis litologiczno-genetyczny		Nr warstwy geotechnicznej	Symbol gruntu według PN-86/B-02480	Stopień zagęszczenia b [-]	Stopień plastyczności I_p [-]	Ciężar objętościowy γ_k [t/m ³]	Wilgotność naturalna w [%]	Kąt tarcia wewnętrzznego $\varphi_{u,k}$ [°]	Spójność $c_{u,k}$ [kPa]	Edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej M_p [MPa]	Edometryczny moduł ściśliwości wtórnej M [MPa]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
CZWARTORZĘD	Holocen	Nasyp budowlany piasek drobny - próchniczy, piasek średni		A	nB(PdH) nB(Ps)	0,25 0,70	-	16,5 19,0	21,0 12,0	29,2 34,2	-	38,7 132,2	48,3 146,9
		Nasyp budowlany piasek gliniasty		B	nB(Pg)	-	0,50 0,25	20,5 21,0	19,0 16,0	10,0 14,0	8,6 15,0	15,7 26,3	26,2 43,9
		Torf		Ia	T	-	-	11,0	200,0	10,0	10,0	0,5	1,0
		Namuł piaszczysty		Ib	Nmp	-	0,50	16,0	50,0	5,0	10,0	1,0	2,0
		Piasek drobny		II	Pd	0,70	-	20,0	22,0	31,4	-	88,6	110,8

OBJAŚNIENIA

do przekrojów geotechnicznych i profili analitycznych

OPIS TECHNICZNY

OBJAŚNIENIA ZNAKÓW

	nB	— nasyp budowlany
	nN	— nasyp mineralno-organiczny
	Gb	— gleba
	T	— torf
	Nmp	— namul piaszczysty
	Nmg	— namul gliniasty
	Nm	— namul
	Kr	— kreda
	PH	— piasek próchniczny
	GH	— glina próchnicza
	K	— kamienie
	Ż	— żwir
	Po	— pospółka
	Żg	— żwir zagliniony
	Pog	— pospółka zagliniona
	Pr	— piasek gruby
	Ps	— piasek średni
	Pd	— piasek drobny
	PΠ	— piasek pylasty
	Pg	— piasek gliniasty
	Πp	— pył piaszczysty
	Π	— pył
	Gp	— glina piaszczysta
	G	— glina
	GΠ	— glina pylasta
	Gpz	— glina piaszczysta zwięzła
	Gz	— glina zwięzła
	GΠz	— glina pylasta zwięzła
	Jp	— il piaszczysty
	J	— il
	JΠ	— il pylasty

(+) — domieszki
 (//) — przewarstwienia

Stany gruntów niespoistych

∴ In — luźny
 ⊕ szg — średniozagęszczony
 ⊕ zg — zagęszczony
 bzg — bardzo zagęszczony

Stany gruntów spoistych

pl — płynny
 ● mpl — miękkoplastyczny
 ● pl — plastyczny
 ● tpl — twardoplastyczny
 ○ pzw — półzwarty
 ⊕ zw — zwarty
 —o— — próbka gruntu
 —x— — próbka wody

$\frac{1}{\sqrt{20,17}}$ — numer otworu wiertniczego
 rzędna wylotu otworu

1,1 — głębokość sączenia wody gruntowej
 3,2 — głębokość swobodnego zwierciadła wody gruntowej
 6,0 — głębokość ustabilizowanego zwierciadła wody gruntowej
 7,1 — głębokość nawierconego zwierciadła wody gruntowej

Polski Komitet Geotechniki
z siedzibą w Instytucie Techniki Budowlanej
00-950 Warszawa ul. Filtrowa 1

Certyfikat

Nr 0071



Polski Komitet Geotechniki
stowarzyszony
w Międzynarodowym Stowarzyszeniu
Mechaniki Gruntów
i Geotechniki Inżynierskiej

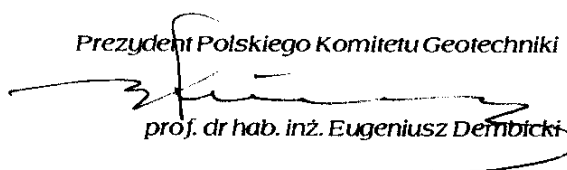
zaświadcza, że:

Pan
dr inż. *Piotr Milancej*
zamieszkały
ul. Aldony 8/1, 80-438 Gdańsk

Ma stosowne kwalifikacje i doświadczenie
zawodowe gwarantujące, że wykonywane przez niego
opracowania z zakresu geotechniki reprezentują
poziom odpowiadający nowoczesnym standardom
w budownictwie.

W przypadku specjalnych problemów
i nietypowych rozwiązań może liczyć na koleżeńską
współpracę uznanych specjalistów,
którzy są również członkami naszego Komitetu.

Prezydent Polskiego Komitetu Geotechniki


prof. dr hab. inż. Eugeniusz Dembicki



Warszawa, dnia 16 czerwca 1998 r.

Z A Ł A C Z N I K N r 1

Wyniki badań geotechnicznych podłoża gruntowego

A.B.G.

Architektura Budownictwo Geotechnika

80-438 Gdańsk ul. Aldony 8/1
tel. 058-3415402, 0602-367031

Karta dokumentacyjna otworu badawczego

Otwór nr: **1**

Obiekt: Brama Nizinna w Gdańsku przy ul. Grodza Kamienna

Gmina: Gdańsk

Województwo: pomorskie

Zleceniodawca: Biuro Inżynierskie Anna Gontarz - Bagińska

Wiercenie nadzorował: dr inż. Piotr Milancej

Wiercenie opracował: dr inż. Piotr Milancej

Wysokość: + 2,30 m npm.

Wys. w ukł. lokalnym

Data wykonania wiercenia: 23.10.2015 r.

system wiercenia: ręczny

Rodzaj i Ø świdra	Ø rur i głęb. zarur.	Głęb. nawier. i ustabiliz. zwierc. wody grunt. w m	Głęb. pobrania próbek gruntu	Skala 1:50	Profil litologiczny	Przełot warstwy w m	Opis makroskopowy					Geneza i stratygrafia
							RODZAJ GRUNTÓW	wilgo-tność	ilość wa-łeczków	stan gruntu	CaCO ₃ %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
spiralno-rurowy 2,5"	bez orurowania	▼ 2,2 ▽ 4,9			nB (PdH + żwir)	0,90	Nasyp budowlany piasek drobny-prochniczny z domieszkami żwiru	w.	-	zg.		
				1.0	nB(Pd)	0,30	Nasyp budowlany, piasek	w.	-	szg.		
				2.0	nB (Pg)	0,80	Nasyp budowlany piasek gliniasty beżowoszary	w.	1	tpl.		
				3.0	T	0,90	Torf, ciemnobrunatny	w.	-	-		
				4.0	Nmp	0,70	Namuł piaszczysty szary	w.	-	mpl.		
				5.0	T	0,70	Torf, ciemnobrunatny	w.	-	-		
				6.0	Nmp	0,60	Namuł piaszczysty szary	w.	-	mpl.		
				7.0	Pd	1,10	Piasek drobny szary	nw.	-	zg.		
				8.0								
				9.0								

A.B.G.

Architektura Budownictwo Geotechnika

80-438 Gdańsk ul. Aldony 8/1
tel. 058-3415402, 0602-367031

Karta dokumentacyjna otworu badawczego

Otwór nr: **2**

Obiekt: Brama Nizinna w Gdańsku przy ul. Grodza Kamienna

Gmina: Gdańsk

Województwo: pomorskie

Zleceniodawca: Biuro Inżynierskie Anna Gontarz - Bagińska

Wiercenie nadzorował: dr inż. Piotr Milancej

Wiercenie opracował: dr inż. Piotr Milancej

Wysokość: + 2,30 m npm.

Wys. w ukł. lokalnym

Data wykonania wiercenia: 24.10.2015 r.

system wiercenia: ręczny

Rodzaj i Ø świdra	Ø rur i głęb. zarur.	Głęb. nawier. i ustabiliz. zwierc. wody grunt. w m	Głęb. pobrania próbek gruntu	Skala 1:50	Profil litologiczny	Przełot warstwy w m	Opis makroskopowy					Geneza i stratygrafia
							RODZAJ GRUNTÓW	wilgotność	ilość wałeczków	stan gruntu	CaCO ₃ %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
spiralno-rurowy 2,5"	bez orurowania	2,2 5,0			nB (Ps)	0,50	Nasyp budowlany piasek średni, beżowy	w.	-	zg.		
				1.0	nB (PdH)	0,50	Nasyp budowlany piasek drobny-prochniczy	w.	-	szg.		
					nB (Ps)	0,50	Nasyp budowlany piasek średni, beżowy	w.	-	szg.		
				2.0	nN (Pg)	0,90	Nasyp budowlany piasek gliniasty beżowoszary	w.	3	mpl.		
				3.0	T	0,80	Torf, ciemnobrunatny	w.	-	-		
					Nmp	0,50	Namuł piaszczysty szary	w.	-	mpl.		
				4.0	T	0,60	Torf, ciemnobrunatny	w.	-	-		
					Nmp	0,80	Namuł piaszczysty szary	w.	-	mpl.		
				5.0								
					Pd	1,00	Piasek drobny szary	nw.	-	zg.		
				6.0								
				7.0								
				8.0								
				9.0								

A.B.G.

Architektura Budownictwo Geotechnika

80-438 Gdańsk ul. Aldony 8/1
tel. 058-3415402, 0602-367031

Karta dokumentacyjna otworu badawczego

Otwór nr: **3**

Obiekt: Brama Nizinna w Gdańsku przy ul. Grodza Kamienna

Gmina: Gdańsk

Województwo: pomorskie

Zleceniodawca: Biuro Inżynierskie Anna Gontarz - Bagińska

Wiercenie nadzorował: dr inż. Piotr Milancej

Wiercenie opracował: dr inż. Piotr Milancej

Wysokość: + 2,40 m npm.

Wys. w ukł. lokalnym

Data wykonania wiercenia: 24.10.2015 r.

system wiercenia: ręczny

Rodzaj i Ø świdra	Ø rur i głęb. zarur.	Głęb. nawier. i ustabiliz. zwierc. wody grunt. w m	Głęb. pobrania próbek gruntu	Skala 1:50	Profil litologiczny	Przełot warstw w m	Opis makroskopowy					Geneza i stratygrafia
							RODZAJ GRUNTÓW	wilgo-tność	ilość wa-łeczków	stan gruntu	CaCO ₃ %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
spiralno-rurowy 2,5"	bez orurowania	▼ 2,6 ▽ 5,1		1.0	nB (PdH)	1,00	Nasyp budowlany piasek drobny-prochniczny szarobrzązowy	w.	-	szg.		
				2.0	nB (PdH +gruz)	1,10	Nasyp budowlany piasek drobny-prochniczny z domieszkami gruzu	w.	-	szg.		
				3.0	T	0,90	Torf, ciemnobrunatny	w.	-	-		
				4.0	Nmp	0,80	Namuł piaszczysty szary	w.	-	mpl.		
				5.0	T	0,70	Torf, ciemnobrunatny	w.	-	-		
				5.0	Nmp	0,60	Namuł piaszczysty szary	w.	-	mpl.		
				6.0	Pd	0,90	Piasek drobny szary	nw.	-	zg.		
				7.0								
				8.0								
				9.0								

A.B.G.

Architektura Budownictwo Geotechnika

80-438 Gdańsk ul. Aldony 8/1
tel. 058-3415402, 0602-367031

Karta dokumentacyjna otworu badawczego

Otwór nr: **4**

Obiekt: Brama Nizinna w Gdańsku przy ul. Grodza Kamienna

Gmina: Gdańsk

Województwo: pomorskie

Zleceniodawca: Biuro Inżynierskie Anna Gontarz - Bagińska

Wiercenie nadzorował: dr inż. Piotr Milancej

Wiercenie opracował: dr inż. Piotr Milancej

Wysokość: + 2,40 m npm.

Wys. w ukł. lokalnym

Data wykonania wiercenia: 26.10.2015 r.

system wiercenia: ręczny

Rodzaj i Ø świdra	Ø rur i głęb. zarur.	Głęb. nawier. i ustabiliz. zwierc. wody grunt. w m	Głęb. pobrania próbek gruntu	Skala 1:50	Profil litologiczny	Przełot warstwy w m	Opis makroskopowy					Geneza i stratygrafia
							RODZAJ GRUNTÓW	wilgo-tność	ilość wa-łeczków	stan gruntu	CaCO ₃ %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
spiralno-rurowy 2,5"	bez orurowania	▼ 2,6 ▽ 5,2			nB (PdH)	0,50	Nasyp budowlany piasek drobny-prochniczny	w.	-	ln.		
				1.0	nB (PdH +gruz)	1,60	Nasyp budowlany piasek drobny-prochniczny z domieszkami gruzu	w.	-	szg.		
				2.0								
				3.0	T	0,90	Torf, ciemnobrunatny	w.	-	-		
				4.0	Nmp	1,00	Namuł piaszczysty szary	w.	-	mpl.		
				5.0	T	0,60	Torf, ciemnobrunatny	w.	-	-		
				5.0	Nmp	0,60	Namuł piaszczysty szary	w.	-	mpl.		
				6.0	Pd	0,80	Piasek drobny szary	nw.	-	zg.		
				7.0								
				8.0								
				9.0								

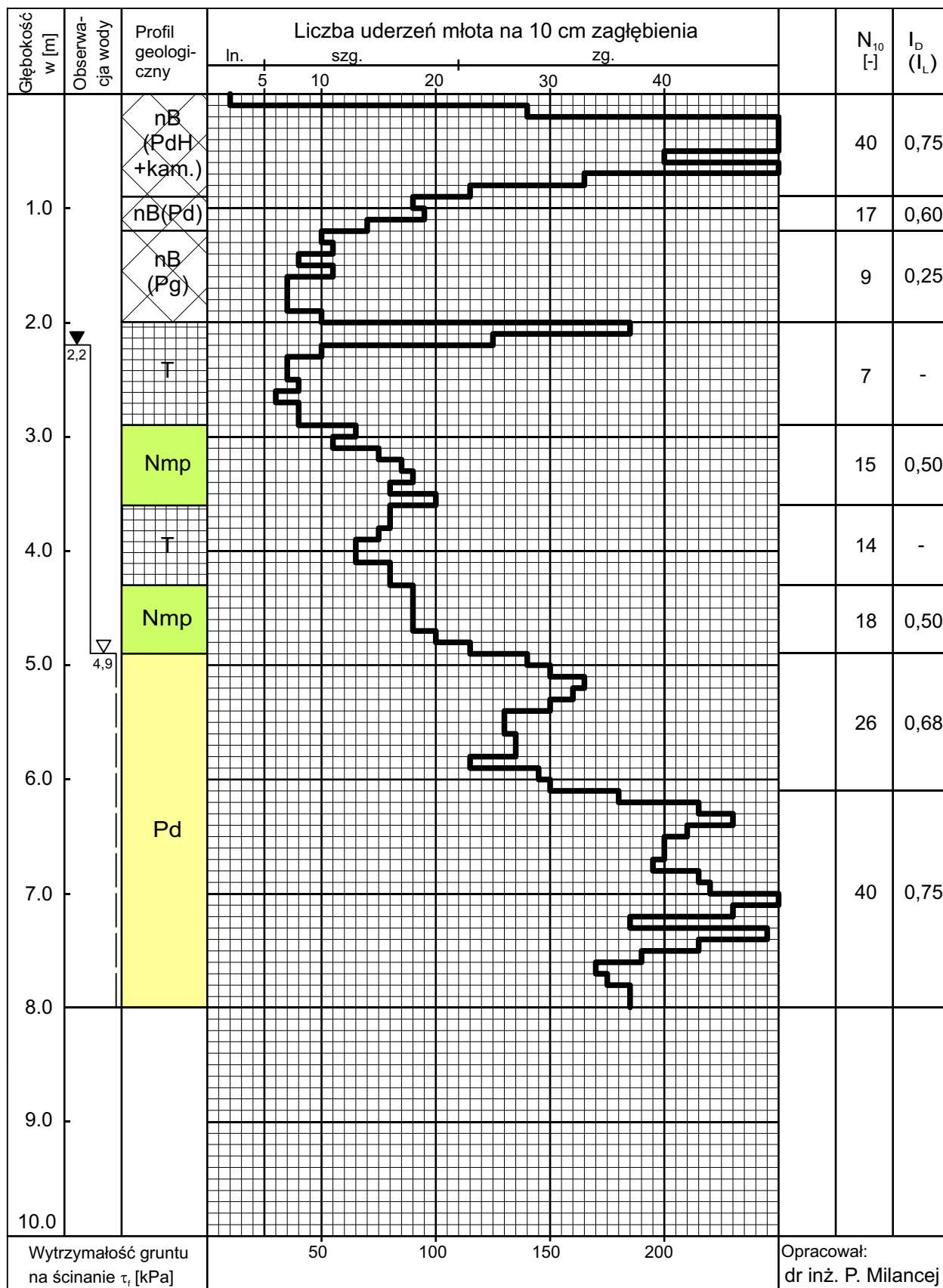
WYKRES SONDOWANIA GRUNTU SONDĄ DYNAMICZNĄ

Temat: Brama Nizinna w Gdańsku ul. Grodza Kamienna

Typ sondy: SD -10

Końcówka: stożkowa

Rzędna terenu: + 2.30 m npm.

SONDOWANIE NR: **1**

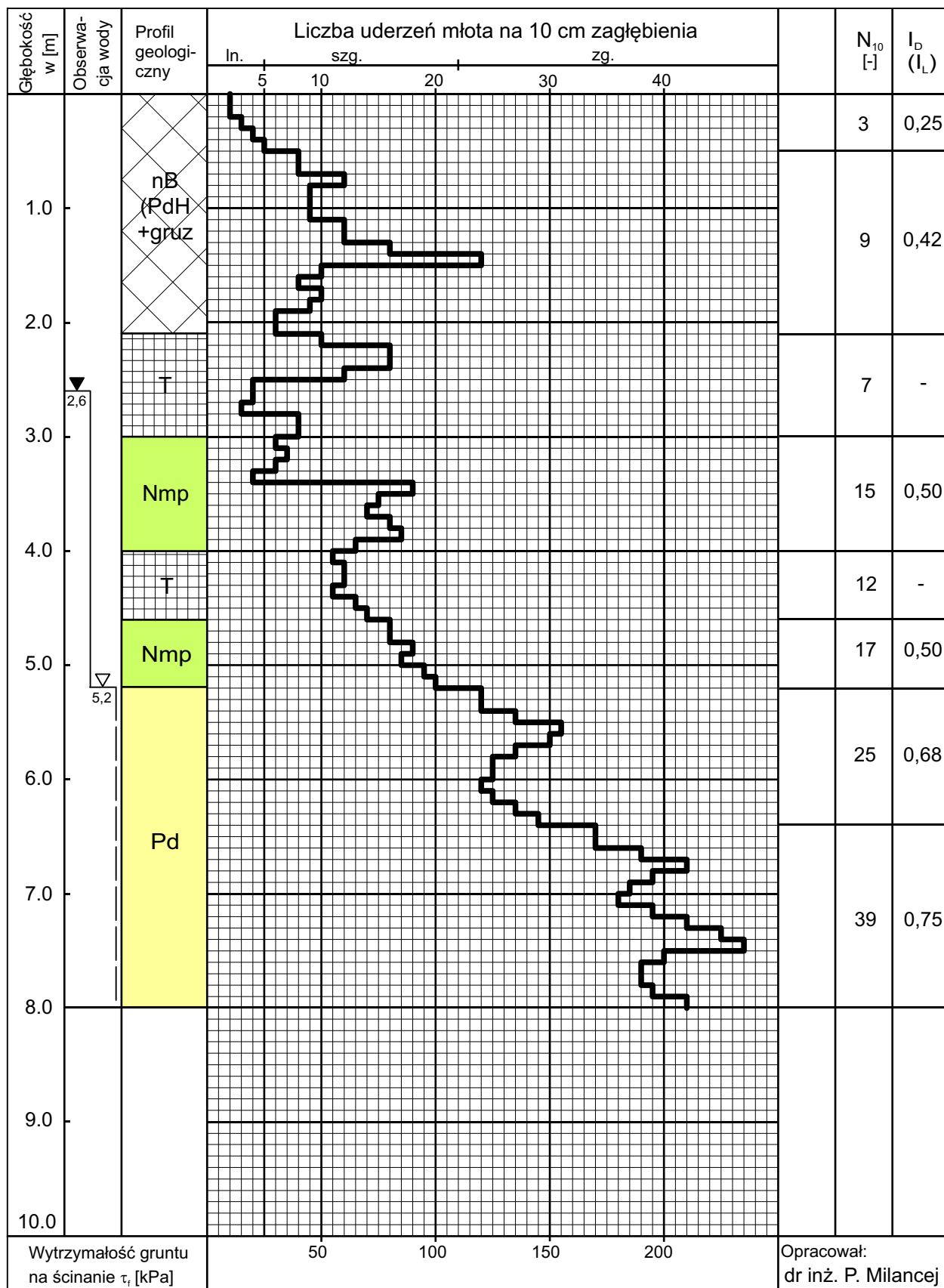
WYKRES SONDOWANIA GRUNTU SONDĄ DYNAMICZNĄ

Temat: Brama Nizinna w Gdańsku ul. Grodza Kamienna

Typ sondy: SD -10

Końcówka: stożkowa

Rzędna terenu: + 2.40 m npm.

SONDOWANIE NR: 4

Z A Ł A C Z N I K N r 2

Wyniki pomiarów geodezyjnych reperów kontrolno – pomiarowych
wg. sprawozdania z 2012 roku Okręgowego Przedsiębiorstwa Geodezyjno –
Kartograficznego „OPGK” Spółka z o.o. z Gdańska

BRAMA NIZINNA

PRZEMIESZCZENIA PIONOWE REPERÓW KONTROLOWANYCH W LATACH 2005 - 2012

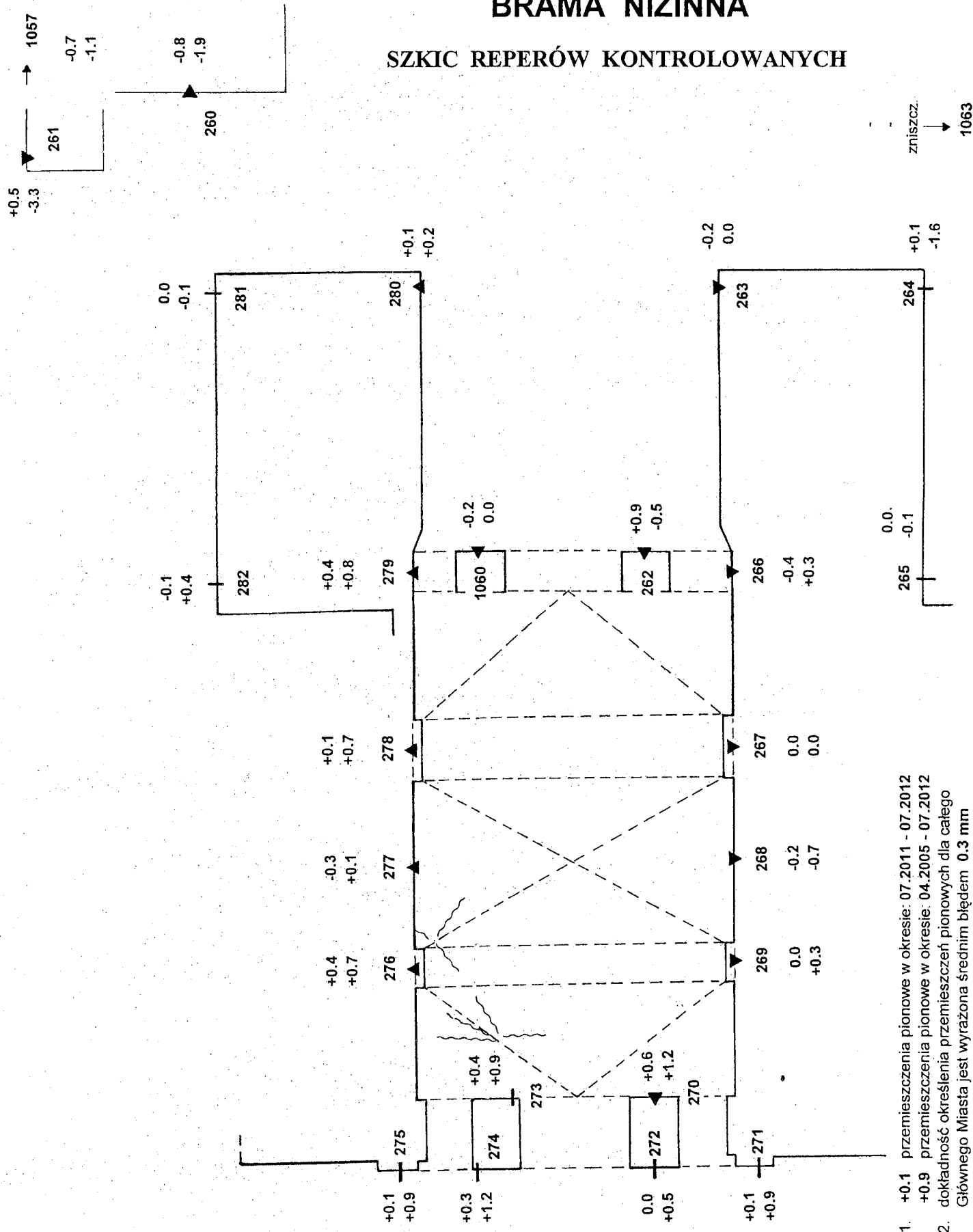
Nr pkt.	H mm 07.12	H mm 07.11	dh 07.11	dh 10.08	dh 10.07	dh 10.06	dh 04.05	dh 07.91	Typ znaku	Lokalizacja znaku
REPERY DOWIĄZANIA										
1057	4199,3	4200,0	-0,7	-1,2	-0,8	-0,5	-1,1	-3,7	reper	ul. Rzeźnicka 54/56
1058	6457,6	6458,6	-1,0	-	-	-	-1,5	-2,4	"	ul. Augustyńskiego 1
1060	2886,0	2886,2	-0,2	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	"	Brama Nizinna, filar NW
1063	niedost.	2803,9	-	-	-	-	-	-	"	ul. Grodza Kamienna
260	2671,2	2672,0	-0,8	-1,7	-1,2	-1,2	-1,9	-	boleć	mur ul. Dolna Brama
261	4065,8	4065,3	0,5	-2,3	-2,9	-2,8	-3,3	-	"	Plac Wałowy
BRAMA NIZINNA										
262	2687,9	2687,0	0,9	0,7	0,3	-0,6	-0,5	-	reper	elewacja N - filar NE
263	2864,3	2864,5	-0,2	0,0	0,3	0,2	0,0	-	"	przybudówka E
264	2411,7	2411,6	0,1	0,6	0,5	0,5	-1,6	-	boleć	"
265	2478,8	2478,8	0,0	0,6	0,6	0,3	-0,1	-	"	"
266	2519,2	2519,6	-0,4	-0,3	-0,3	-0,5	0,3	-	reper	elewacja E
267	2616,6	2616,6	0,0	0,5	0,2	-0,4	0,0	-	"	ściana E - wezgiowie N
268	2579,5	2579,7	-0,2	-0,6	-0,6	-0,7	-0,7	-	"	ściana E
269	2573,3	2573,3	0,0	-0,3	-0,2	-0,6	0,3	-	"	ściana E - wezgiowie S
270	2573,0	2572,4	0,6	1,2	1,3	0,9	1,2	-	"	elewacja S - filar SE
271	2262,3	2262,2	0,1	0,5	0,5	0,4	0,9	-	boleć	elewacja S - pilaster E
272	3269,2	3269,2	0,0	0,5	0,3	0,3	0,5	-	"	elewacja S - filar SE
273	3243,3	3242,9	0,4	0,7	0,7	0,7	0,9	-	"	elewacja S - filar SW
274	3256,0	3255,7	0,3	0,7	0,9	0,5	1,2	-	"	"
275	3252,1	3252,0	0,1	0,6	0,6	0,6	0,9	-	"	elewacja S - pilaster W
276	2664,1	2663,7	0,4	0,4	0,3	0,0	0,7	-	reper	ściana W - wezgiowie S
277	2657,3	2657,6	-0,3	-0,2	0,0	0,0	0,1	-	"	ściana W
278	2671,6	2671,5	0,1	0,7	0,6	0,2	0,7	-	"	ściana W - wezgiowie N
279	2567,1	2566,7	0,4	0,2	0,6	0,5	0,8	-	"	elewacja W
280	2676,3	2676,2	0,1	0,3	0,4	0,4	0,2	-	"	przybudówka W
281	2584,8	2584,8	0,0	0,3	0,4	0,3	-0,1	-	boleć	"
282	3447,8	3447,9	-0,1	0,2	0,6	0,6	0,4	-	"	"

Uwagi:

1. dokładność pomiaru przemieszczeń pionowych dla Głównego Miasta wynosi 0,3 mm
2. 0,6 - oznacza przemieszczenie istotne (dwukrotnie przekraczające błąd pomiaru)
3. dh 07.91 - oznacza całkowitą zmianę wysokości od pomiaru archiwalnego w 07.1991 r.
4. wysokości obliczono w państwowym układzie Kronsztadt

BRAMA NIZINNA

SZKIC REPERÓW KONTROLOWANYCH



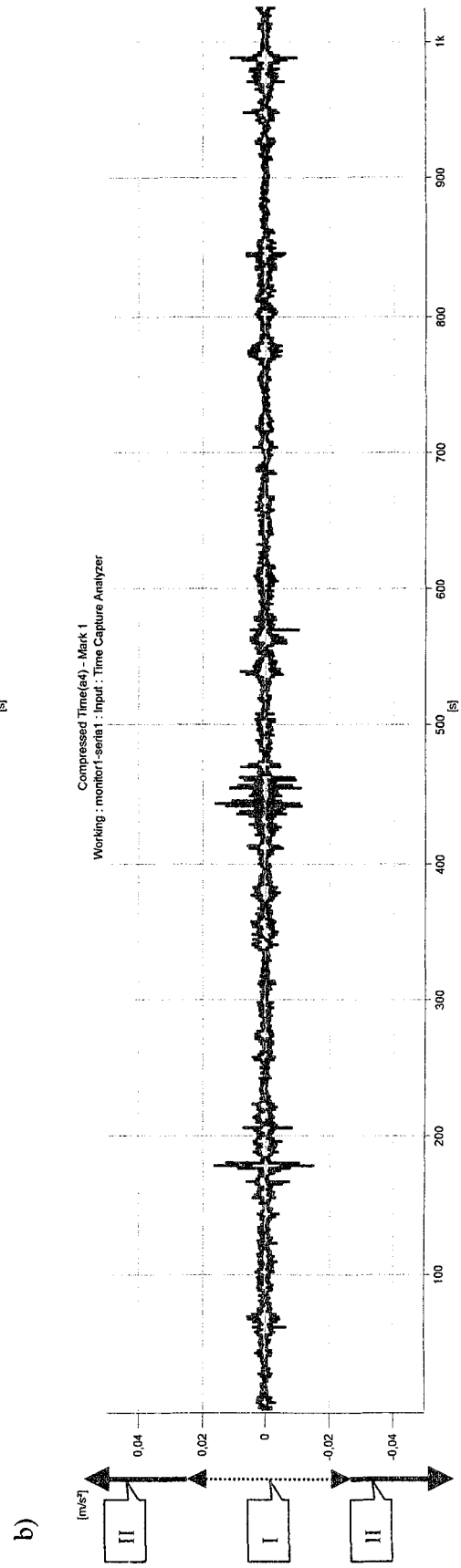
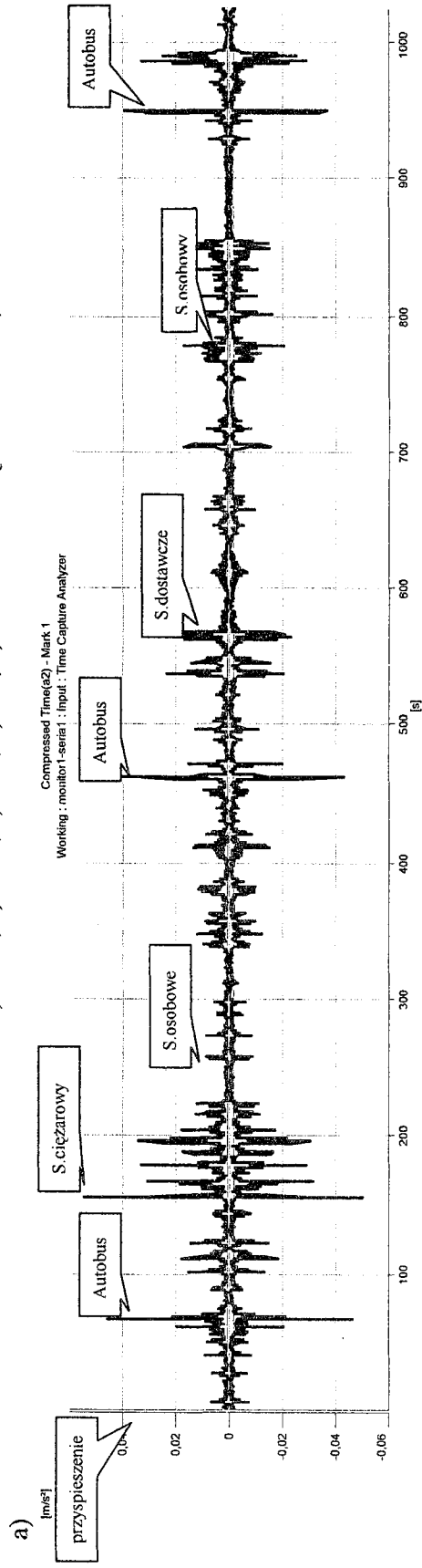
Z A Ł A C Z N I K N r 3

Wyniki pomiarów drgań budowli wywołanych ruchem drogowym
wg. orzeczenia technicznego z 2004 roku zespołu
Centrum Rewitalizacji Budowli Miejskich CURE z Gdańska

Załącznik I Przebiegi czasowe

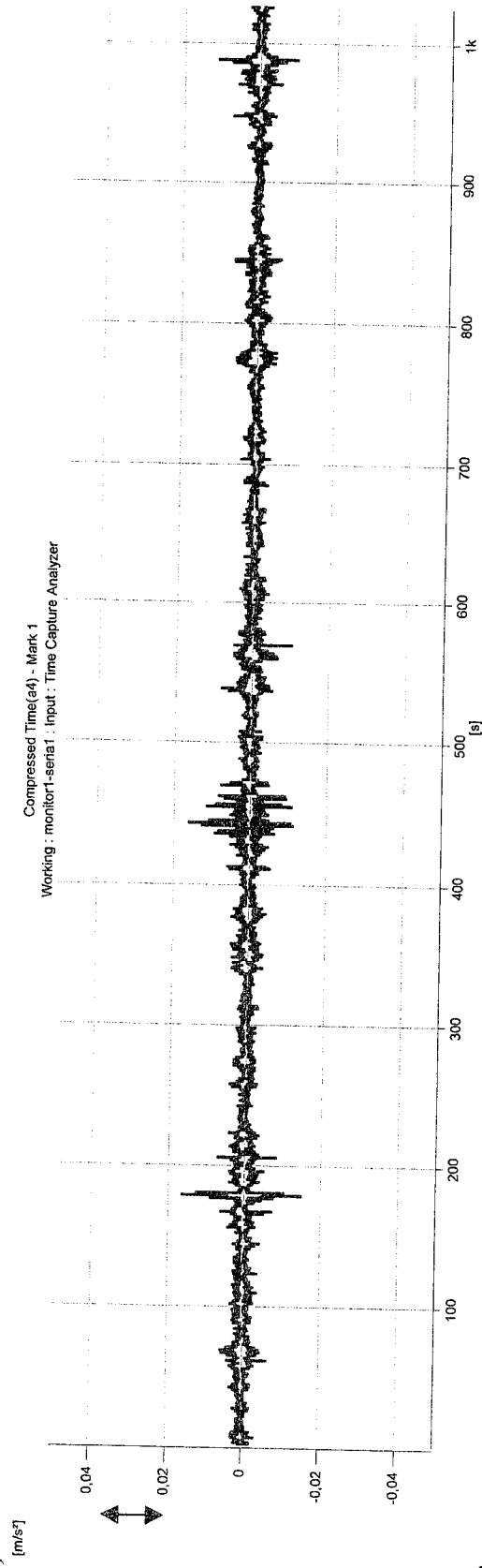
Rys. I Przykładowe przebiegi długoczasowe serial1, monitoring1 – obwódniac przyspieszeń z *akcelorometru* (p. pomiarowego):

a) - nr 2, b) - nr 3, c) nr 4, d) nr 5, e) nr 6. Pasmo częstotliwości: 0,5-50Hz

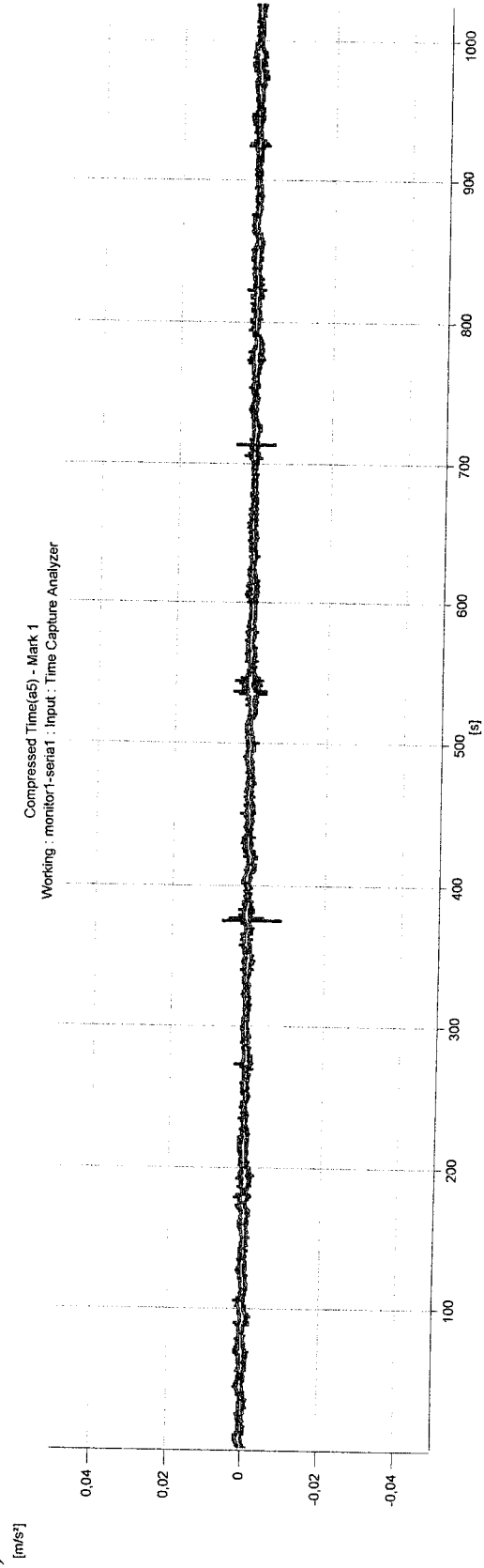


I – strefa drgań nieodczuwalnych przez obiekt, II – strefa drgań odczuwalnych przez obiekt

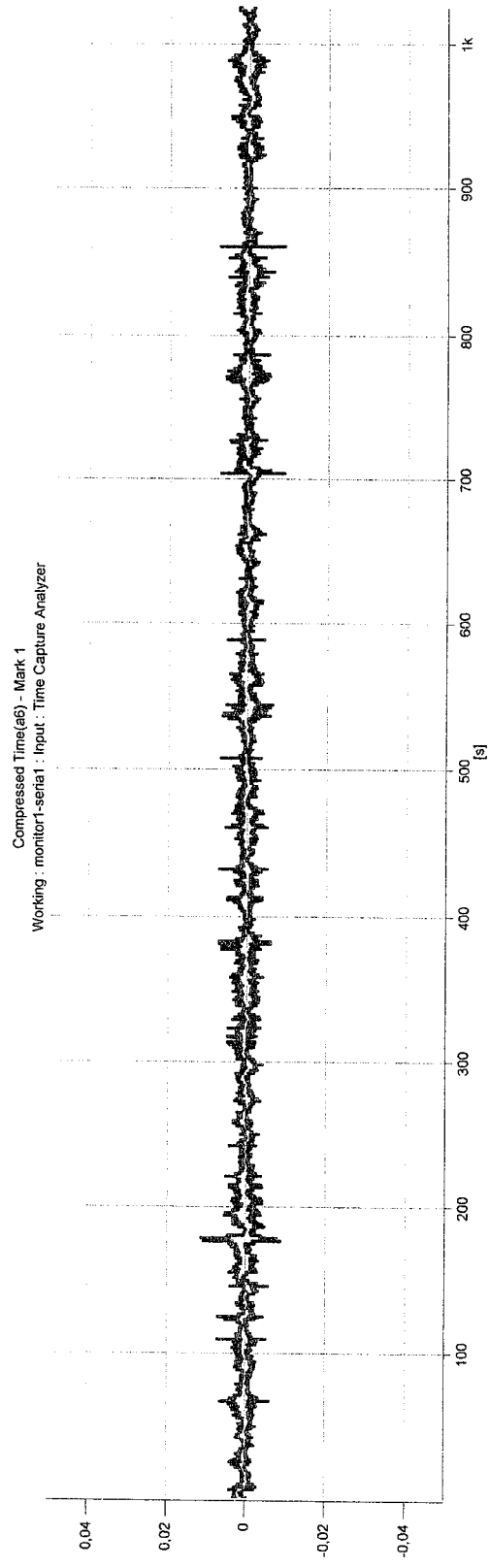
c)



d)



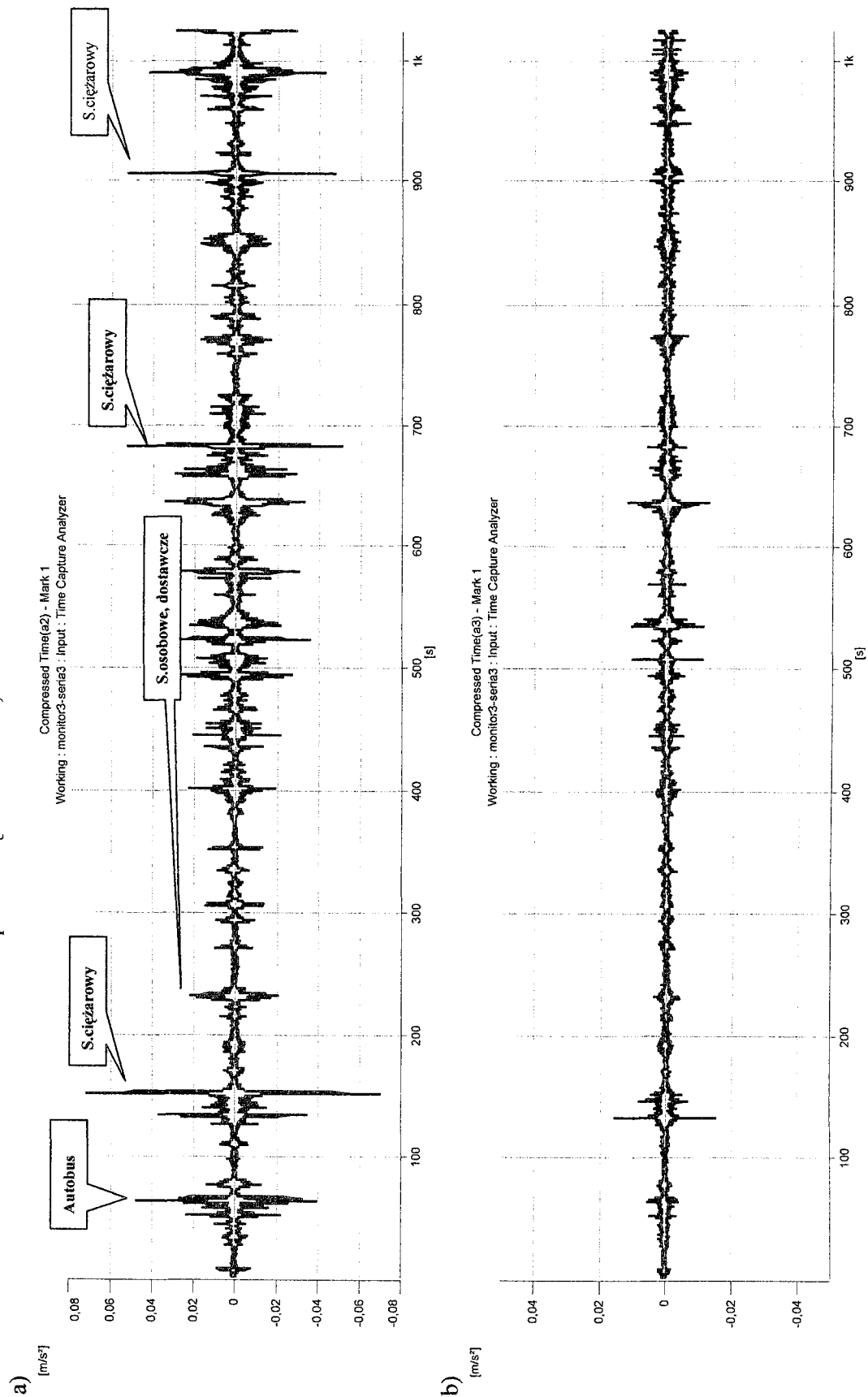
e) [m/s²]



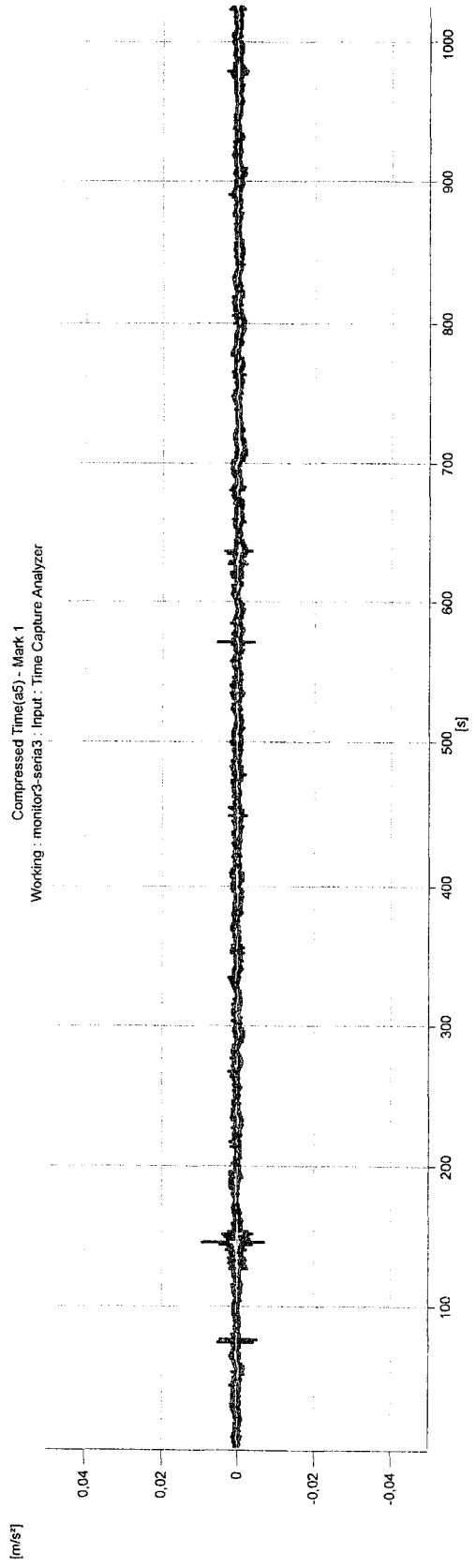
Rys.II Przykładowe przebiegi długoczasowe seria3, monitoring3—obwódnia amplitudy przyspieszeń z akcelometru (p. pomiarowego):

a)- nr 2, b)- nr 3, c) nr 4, d) nr 5, e) nr 6

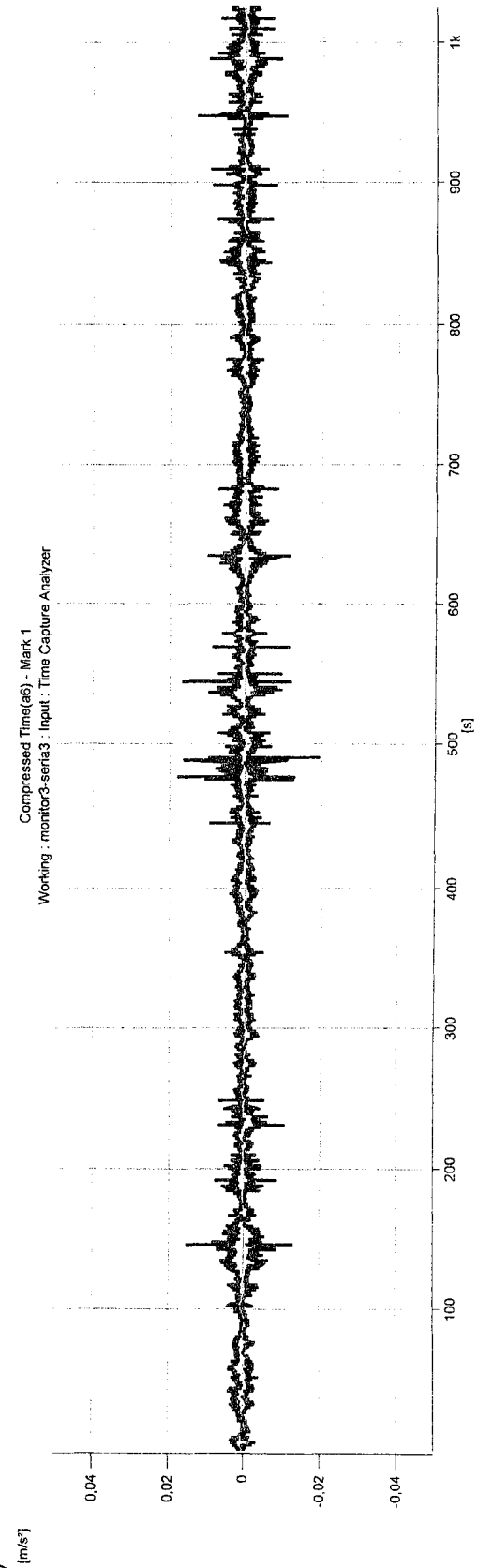
pasmo częstotliwości: 0,5-50Hz



d)

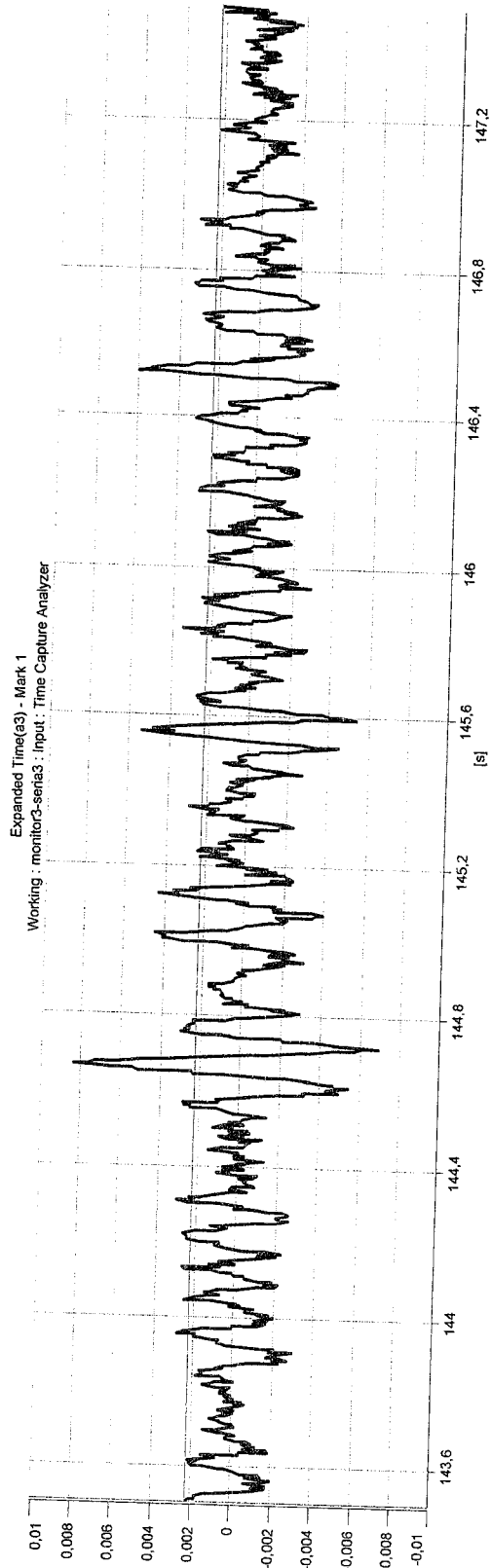


e)

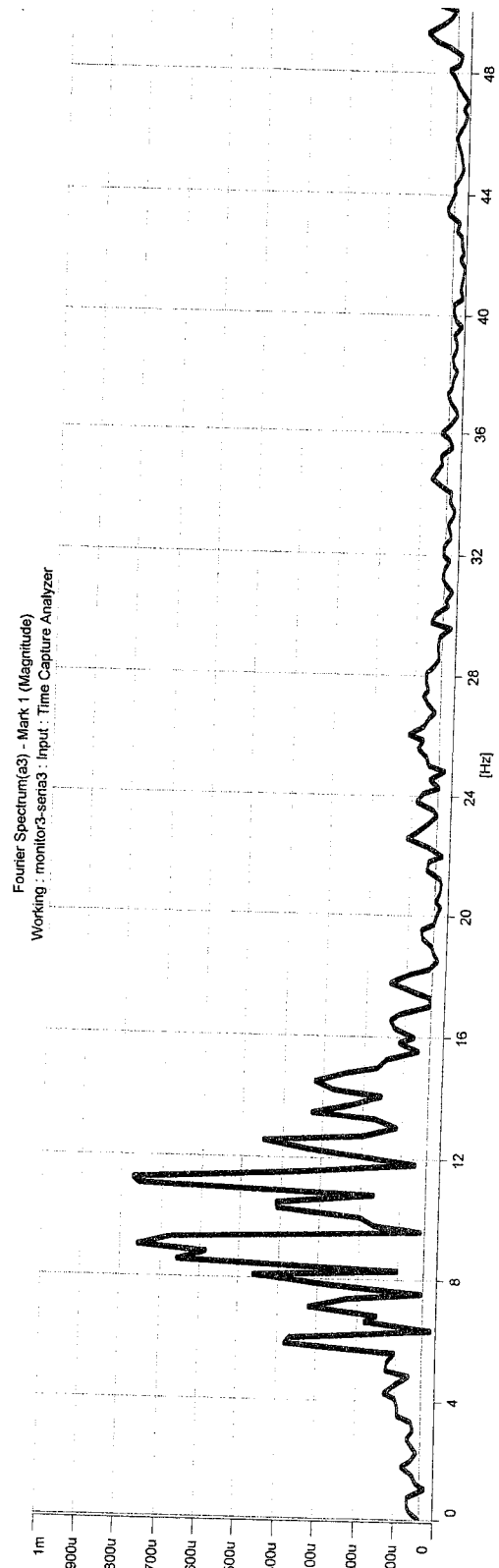


Rys.III Przykładowy przebieg krótkoczasowy, seria3, monitoring3- przejazd samochodu dostawczego:
a) przebieg przyspieszenia z akcelometru 3 (p. pomiarowego 3), b) charakterystyka częstotliwościowa

a) [m/s²]



b) [m/s²]



Z A Ł A C Z N I K N r 4

Obliczenia nośności i osiadań podłoża pod fundamentami bramy

1. Zestawienie obciążeń jednostkowych elementów konstrukcji bramy

1.1. Obciążenie od dachu pawilonu

Ciężar pokrycia dachu (wg PN-82/B-02001: obciążenia stałe):

- dachówka ceramiczna $g_k = 0,90 \text{ kN/m}^2$, $\gamma_f = 1,10$ $g = 0,99 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie śniegiem (wg PN-EN 1991-1-3: strefa 3, kąt nachylenia połaci $\alpha = 53^\circ$):

$s_k = 1,20 \text{ kN/m}^2$, $\mu_1 = 0,80$ $s = 0,96 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie wiatrem (wg PN-77/B-02011: strefa II, kąt nachylenia połaci $\alpha = 53^\circ$):

$q_k = 0,44 \text{ kN/m}^2$, $\gamma_f = 1,30$ $s = 0,57 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe od ciężaru pokrycia dachowego, obciążenia śniegiem i wiatrem:

$$q = 0,99/\cos 53^\circ + 0,96 + 0,57 \cdot \cos 53^\circ = \mathbf{2,95 \text{ kN/m}^2}$$

1.2. Obciążenia od sufitu i stropów

Ciężar własny sufitu poddasza (wg PN-82/B-02001: obciążenia stałe):

- deski podłogowe 3,2 cm	$g_k = 0,19 \text{ kN/m}^2$,	$\gamma_f = 1,20$	$g = 0,23 \text{ kN/m}^2$
- polepa 10,0 cm	$g_k = 1,80 \text{ kN/m}^2$,	$\gamma_f = 1,30$	$g = 2,34 \text{ kN/m}^2$
- papa	$g_k = 0,05 \text{ kN/m}^2$,	$\gamma_f = 1,20$	$g = 0,06 \text{ kN/m}^2$
- podsufitka z desek 3,2 cm	$g_k = 0,19 \text{ kN/m}^2$,	$\gamma_f = 1,20$	$g = 0,23 \text{ kN/m}^2$
- tynk cem-wap. 2,0 cm	$g_k = 0,38 \text{ kN/m}^2$,	$\gamma_f = 1,30$	$g = 0,49 \text{ kN/m}^2$
suma:	$g_k = 2,61 \text{ kN/m}^2$,		$g = \mathbf{3,35 \text{ kN/m}^2}$

Ciężar własny stropu z płyt WPS (wg PN-82/B-02001: obciążenia stałe):

- deski podłogowe 3,2 cm	$g_k = 0,19 \text{ kN/m}^2$,	$\gamma_f = 1,20$	$g = 0,23 \text{ kN/m}^2$
- legary $5,0 \times 7,0 \text{ cm}$ co 60,0 cm	$g_k = 0,04 \text{ kN/m}^2$,	$\gamma_f = 1,20$	$g = 0,05 \text{ kN/m}^2$
- papa	$g_k = 0,05 \text{ kN/m}^2$,	$\gamma_f = 1,20$	$g = 0,06 \text{ kN/m}^2$
- polepa 20 cm	$g_k = 3,60 \text{ kN/m}^2$,	$\gamma_f = 1,30$	$g = 4,68 \text{ kN/m}^2$
- płyty stropowe WPS 120	$g_k = 1,20 \text{ kN/m}^2$,	$\gamma_f = 1,20$	$g = 1,44 \text{ kN/m}^2$
- belki I240 co 120 cm	$g_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$,	$\gamma_f = 1,10$	$g = 0,33 \text{ kN/m}^2$
- tynk cem-wap. 2,0 cm	$g_k = 0,38 \text{ kN/m}^2$,	$\gamma_f = 1,30$	$g = 0,49 \text{ kN/m}^2$
suma:	$g_k = 5,76 \text{ kN/m}^2$,		$g = \mathbf{7,28 \text{ kN/m}^2}$

Ciężar własny stropu żelbetowego (wg PN-82/B-02001: obciążenia stałe):

- deski podłogowe 3,2 cm	$g_k = 0,19 \text{ kN/m}^2$,	$\gamma_f = 1,20$	$g = 0,23 \text{ kN/m}^2$
- warstwa wyrównawcza 2,0 cm	$g_k = 0,38 \text{ kN/m}^2$,	$\gamma_f = 1,30$	$g = 0,49 \text{ kN/m}^2$
- papa	$g_k = 0,05 \text{ kN/m}^2$,	$\gamma_f = 1,20$	$g = 0,06 \text{ kN/m}^2$
- płyta żelbetowa 20,0 cm	$g_k = 5,00 \text{ kN/m}^2$,	$\gamma_f = 1,10$	$g = 5,50 \text{ kN/m}^2$
- tynk cem-wap. 2,0 cm	$g_k = 0,38 \text{ kN/m}^2$,	$\gamma_f = 1,30$	$g = 0,49 \text{ kN/m}^2$
suma:	$g_k = 6,00 \text{ kN/m}^2$,		$g = \mathbf{6,77 \text{ kN/m}^2}$

Ciężar własny stropu monolitycznego (wg PN-82/B-02001: obciążenia stałe):

- deski podłogowe 3,2 cm	$g_k = 0,19 \text{ kN/m}^2$,	$\gamma_f = 1,20$	$g = 0,23 \text{ kN/m}^2$
- legary $5,0 \times 7,0 \text{ cm}$ co $60,0 \text{ cm}$	$g_k = 0,04 \text{ kN/m}^2$,	$\gamma_f = 1,20$	$g = 0,05 \text{ kN/m}^2$
- papa	$g_k = 0,05 \text{ kN/m}^2$,	$\gamma_f = 1,20$	$g = 0,06 \text{ kN/m}^2$
- polepa $20,0 \text{ cm}$	$g_k = 3,60 \text{ kN/m}^2$,	$\gamma_f = 1,30$	$g = 4,68 \text{ kN/m}^2$
- sklepienie z cegły $48,0 \text{ cm}$	$g_k = 8,64 \text{ kN/m}^2$,	$\gamma_f = 1,10$	$g = 9,50 \text{ kN/m}^2$
- tynk cem-wap. $2,0 \text{ cm}$	$g_k = 0,38 \text{ kN/m}^2$,	$\gamma_f = 1,30$	$g = 0,49 \text{ kN/m}^2$
suma:	$g_k = 12,90 \text{ kN/m}^2$,		$g = 15,01 \text{ kN/m}^2$

Obciążenia użytkowe (wg PN-82/B-02003: obciążenia technologiczne):

- obciążenie poddasza	$p_k = 1,20 \text{ kN/m}^2$,	$\gamma_f = 1,40$	$p = 1,68 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie pom. mieszkalnych	$p_k = 2,00 \text{ kN/m}^2$,	$\gamma_f = 1,40$	$p = 2,80 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie ściankami dział.	$p_k = 1,25 \text{ kN/m}^2$,	$\gamma_f = 1,20$	$p = 1,50 \text{ kN/m}^2$

1.3. Ciężar północnej ściany bramy

Przyjęto mur z cegły ceramicznej pełnej o grubości 140 cm oraz o grubości 60 cm w pawilonie

$$Q = (1,40 \cdot 8,50 \cdot 18,00 + 0,60 \cdot 6,20 \cdot 18,00) \cdot 1,10 = 309,3 \text{ kN/m}$$

1.4. Ciężar południowej ściany bramy

Przyjęto mur z cegły ceramicznej pełnej o grubości 194 cm , z okładziną z płyt granitowych o grubości 6 cm

$$Q = (1,94 \cdot 11,0 \cdot 18,00 + 0,06 \cdot 11,0 \cdot 28,00) \cdot 1,10 = 442,6 \text{ kN/m}$$

2. Zebranie obciążeń na fundamenty bramy

Przyjęto wariant posadowienia bezpośredniego bramy na podwalinach z kamienia i cegły ceramicznej o łącznej grubości 40 cm .

2.1. Obciążenie ławy pod ścianą północną

$$Q_r = 0,5 \cdot 6,00 \cdot (2,95 + 3,35 + 7,28 + 6,77 + 15,01 + 1,68 + 3 \cdot 2,80 + 3 \cdot 1,50) + 309,3 + 0,40 \cdot 1,60 \cdot 28,00 \cdot 1,10 = 141,4 + 309,3 + 17,9 = 468,6 \text{ kN/m}$$

Średnie obciążenie jednostkowe podłoża pod ławą fundamentową

$$q_{rs} = 468,6/1,60 = 292,9 \text{ kPa}$$

2.2. Obciążenie ławy pod ścianą południową

$$Q_r = 442,6 + 0,40 \cdot 2,20 \cdot 28,00 \cdot 1,10 = 442,6 + 27,1 = 469,7 \text{ kN/m}$$

Średnie obciążenie jednostkowe podłoża pod ławą fundamentową

$$q_{rs} = 469,7/2,20 = 213,5 \text{ kPa}$$

3. Sprawdzenie warunku nośności podłoża

Warunek nośności podłoża dla łąw fundamentowych według normy PN-B-03020:1981

$$q_{rs} \leq m \cdot q_f$$

gdzie:

q_{rs} – średnie obliczeniowe obciążenie jednostkowe podłoża pod fundamentem

m – współczynnik korekcyjny 0,81

q_f – obliczeniowy opór jednostkowy podłoża pod fundamentem

$$q_f = N_c \cdot c_u^{(r)} + N_D \cdot D_{\min} \cdot \gamma_D^{(r)} + N_B \cdot B \cdot \gamma_B^{(r)}$$

Współczynniki nośności podłoża:

kąt tarcia wewnętrznego gruntu pod podstawą fundamentu: $\Phi = \Phi_u^{(r)} = 0,90 \cdot 5,0 = 4,5^\circ$

spójność gruntu pod podstawą fundamentu $c_u^{(r)} = 0,90 \cdot 10,0 = 9,0 \text{ kPa}$

$$N_c = 6,34$$

$$N_D = 1,50$$

$$N_B = 0,03$$

Minimalna głębokość posadowienia: $D_{\min} = 2,90 \text{ m}$

Ciężar objętościowy gruntu: $\gamma_D^{(r)} = 0,90 \cdot 17,00 = 15,3 \text{ kN/m}^3$

$$\gamma_B^{(r)} = 0,90 \cdot 16,00 = 14,4 \text{ kN/m}^3$$

3.1. Sprawdzenie dla łąwy od północnej strony bramy

$$q_f = 6,34 \cdot 9,0 + 1,50 \cdot 2,90 \cdot 15,3 + 0,03 \cdot 1,60 \cdot 14,4 = 57,1 + 66,6 + 0,7 = 124,4 \text{ kPa}$$

$$q_{rs} = 292,9 \text{ kPa} > 0,81 \cdot 124,4 = 100,8 \text{ kPa}$$

Normowy warunek obliczeniowy nośności podłoża pod fundamentem nie jest spełniony.

3.2. Obciążenie łąwy od południowej strony bramy

$$q_f = 6,34 \cdot 9,0 + 1,50 \cdot 2,90 \cdot 15,3 + 0,03 \cdot 2,20 \cdot 14,4 = 57,1 + 66,6 + 1,0 = 124,7 \text{ kPa}$$

$$q_{rs} = 213,5 \text{ kPa} > 0,81 \cdot 124,7 = 101,0 \text{ kPa}$$

Normowy warunek obliczeniowy nośności podłoża pod fundamentem nie jest spełniony.

4. Obliczenie osiadań podłoża pod fundamentami

Osiadanie s_i warstwy podłoża o grubości h_i według normy PN-B-0320:1981

$$s_i = s_i'' + s_i'$$

osiadania wtórne:

$$s_i'' = \lambda \cdot \frac{\sigma_{zsi} \cdot h_i}{M_i}$$

osiadania pierwotne:

$$s_i' = \frac{\sigma_{zdi} \cdot h_i}{M_{0i}}$$

4.1. Obliczenia osiadań dla ławy pod ścianą północną

$$Q_n \text{ [kN]} = 4842,2 \quad B \text{ [m]} = 1,60$$

$$L/B \text{ [-]} = 7,75$$

$$q \text{ [kPa]} = 244,06$$

$$L \text{ [m]} = 12,40$$

$$\gamma_D \text{ [kN/m}^3\text{]} = 17,00$$

$$\sigma_{D\gamma} \text{ [kPa]} = 49,30$$

$$D \text{ [m]} = 2,90$$

$$q \cdot \sigma_{D\gamma} \text{ [kPa]} = 194,76$$

Rodzaj gruntu	h_i [m]	γ_i [kN/m ³]	z [m]	σ_{zi} [kN/m ³]	z/B [-]	η_s [-]	σ_{zs} [kPa]	σ_{zdi} [kPa]	M [MPa]	M_0 [MPa]	λ [-]	s'' [mm]	s' [mm]	s [mm]
Nmp	0,50	16,0	0,25	53,3	0,16	0,890	43,9	173,4	2,0	1,0	1,00	11,0	86,7	97,7
Nmp	0,50	16,0	0,75	61,3	0,47	0,696	34,3	135,6	2,0	1,0	1,00	8,6	67,8	76,4
T	0,60	11,0	1,30	68,6	0,81	0,534	26,3	104,0	1,0	0,5	1,00	15,8	124,8	140,6
Nmp	0,60	16,0	1,90	76,7	1,19	0,410	20,2	79,9	2,0	1,0	1,00	6,1	47,9	54,0
Pd	1,00	11,5	2,70	87,3	1,69	0,303	14,9	58,9	3,5	88,6	1,00	4,3	0,7	4,9
Pd	1,00	11,5	3,70	98,8	2,31	0,221	10,9	43,0	3,5	88,6	1,00	3,1	0,5	3,6
Pd	1,00	11,5	4,70	110,3	2,94	0,169	8,4	33,0	93,0	88,6	1,00	0,1	0,4	0,5
Pd	1,00	11,5	5,70	121,8	3,56	0,135	6,6	26,2	93,0	88,6	1,00	0,1	0,3	0,4
Pd	1,00	11,5	6,70	133,3	4,19	0,110	5,4	21,4	93,0	88,6	1,00	0,1	0,2	0,3
Suma												49,0	329,3	378,3

Osiadanie podłoża:

$$s_1 = 49,0 + 329,3 = 378,3 \text{ mm} > s_{dop} = 70,0 \text{ mm}$$

Normowy warunek obliczeniowy odkształceń podłoża nie jest spełniony.

4.2. Obliczenia dla ławy pod ścianą południową

$$Q_n \text{ [kN]} = 4853,6 \quad B \text{ [m]} = 2,20$$

$$L/B \text{ [-]} = 5,64$$

$$q \text{ [kPa]} = 177,92$$

$$L \text{ [m]} = 12,40$$

$$\gamma_D \text{ [kN/m}^3\text{]} = 17,00$$

$$\sigma_{D\gamma} \text{ [kPa]} = 49,30$$

$$D \text{ [m]} = 2,90$$

$$q \cdot \sigma_{D\gamma} \text{ [kPa]} = 128,62$$

Rodzaj gruntu	h_i [m]	γ_i [kN/m ³]	z [m]	σ_{zi} [kN/m ³]	z/B [-]	η_s [-]	σ_{zs} [kPa]	σ_{zd} [kPa]	M [MPa]	M_0 [MPa]	λ [-]	s'' [mm]	s' [mm]	s [mm]
Nmp	0,50	16,0	0,25	53,3	0,11	0,917	45,2	117,9	2,0	1,0	1,00	11,3	58,9	70,2
Nmp	0,50	16,0	0,75	61,3	0,34	0,763	37,6	98,2	2,0	1,0	1,00	9,4	49,1	58,5
T	0,60	11,0	1,30	68,6	0,59	0,622	30,7	80,0	1,0	0,5	1,00	18,4	96,0	114,4
Nmp	0,60	16,0	1,90	76,7	0,86	0,502	24,7	64,6	2,0	1,0	1,00	7,4	38,7	46,2
Pd	1,00	11,5	2,70	87,3	1,23	0,386	19,0	49,7	3,5	88,6	1,00	5,4	0,6	6,0
Pd	1,00	11,5	3,70	98,8	1,68	0,290	14,3	37,3	3,5	88,6	1,00	4,1	0,4	4,5
Pd	1,00	11,5	4,70	110,3	2,14	0,226	11,1	29,0	93,0	88,6	1,00	0,1	0,3	0,4
Pd	1,00	11,5	5,70	121,8	2,59	0,181	8,9	23,3	93,0	88,6	1,00	0,1	0,3	0,4
Pd	1,00	11,5	6,70	133,3	3,05	0,149	7,3	19,1	93,0	88,6	1,00	0,1	0,2	0,3
Suma												56,3	244,6	300,9

Osiadanie podłoża:

$$s_2 = 56,3 + 244,6 = 300,9 \text{ mm} > s_{dop} = 70,0 \text{ mm}$$

Normowy warunek obliczeniowy odkształceń podłoża nie jest spełniony.

Różnica osiadań fundamentów budynku wynosi:

$$\Delta s = 378,3 - 300,9 = 77,4 \text{ mm}$$

Przechylenie budowli:

$$\Theta = \Delta s/L = 77,4/20600,0 = 0,0038 > \Theta_{dop} = 0,0030$$

Z A Ł A C Z N I K N r 5

Informacje techniczne dotyczące mat elastomerowych Regupol Vibration 450
firmy BSW Berleburger Schaumstoffwerk GmbH

Standard forms of delivery, ex warehouse**Plates**

Thickness: 50 mm, special thickness available
 Length: 1,000 mm
 Width: 500 mm

Continuous static load

0.12 N/mm²

Continuous and variable loads/operating load range

0.18 N/mm²



Static modulus of elasticity	Based on EN 826	0.2 - 0.4	N/mm ²	Tangential modulus, see figure "Modulus of elasticity"
Dynamic modulus of elasticity	Based on DIN 53513	0.45 - 2.7	N/mm ²	Depending on frequency, load and thickness, see figure "dynamic stiffness"
Mechanical loss factor	DIN 53513	0.2	[-]	Load-, amplitude- and frequency-dependent
Compression set	Based on DIN EN ISO 1856	4.1	%	Measured 30 minutes after decompression with 50% deformation / 23 °C after 72 hrs
Tensile strength	Based on DIN EN ISO 1798	0.15	N/mm ²	
Elongation at break	Based on DIN EN ISO 1798	40	%	
Tear resistance	Based on DIN ISO 34-1	1.9	N/mm	
Fire behaviour	DIN 4102 DIN EN 13501	B2 E	[-] [-]	Normal flammability
Sliding friction	BSW-laboratory BSW-laboratory	0.5 0.6	[-] [-]	Steel (dry) Concrete (dry)
Compression hardness	Based on DIN EN ISO 3386-2	83	kPa	Compressive stress at 25 % deformation test specimen h = 50 mm
Rebound elasticity	Based on DIN EN ISO 8307	42,7	%	dependent on thickness, test specimen h = 50 mm
Force reduction	DIN EN 14904	74	%	dependent on thickness, test specimen h = 50 mm
Ozone resistance	DIN EN ISO 17025	Cracking stage 0	[-]	

N/mm²

1.50

1000

0.80

800

0.30

550

0.15

480

0.12

450

0.10

400

0.05

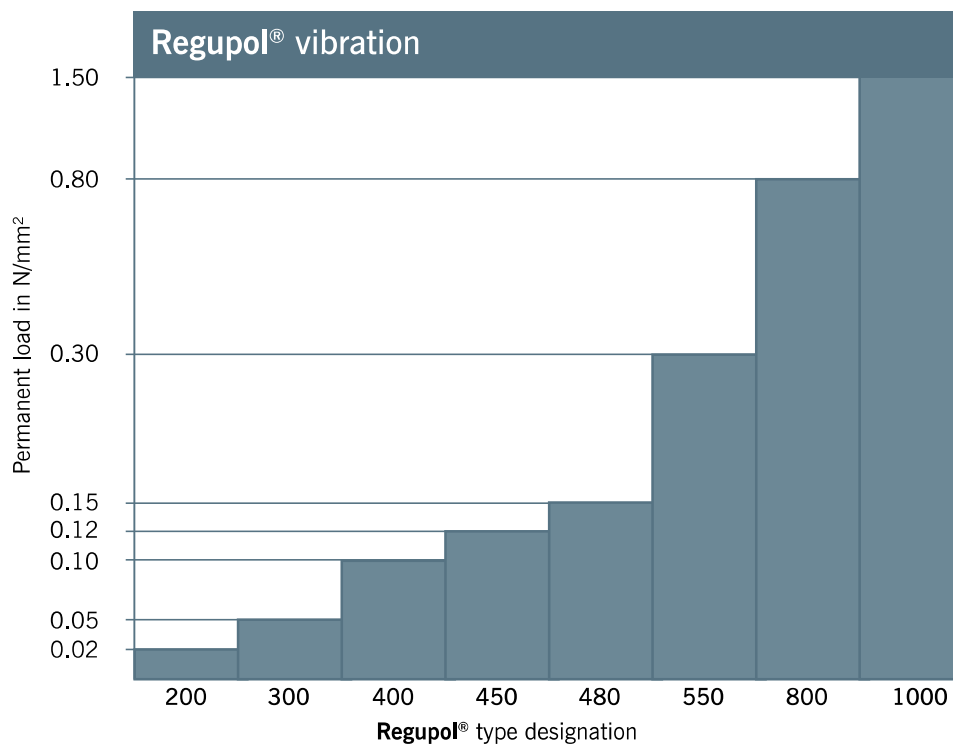
300

0.02

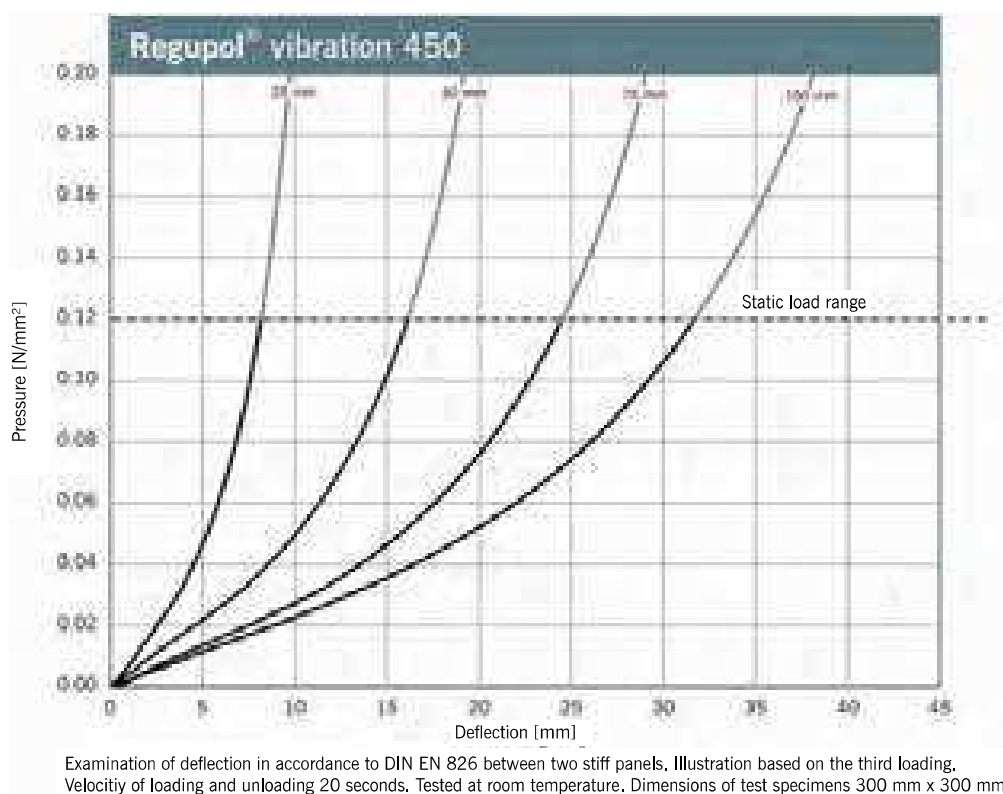
200

0

Load Ranges



Load Deflection



Modulus of Elasticity

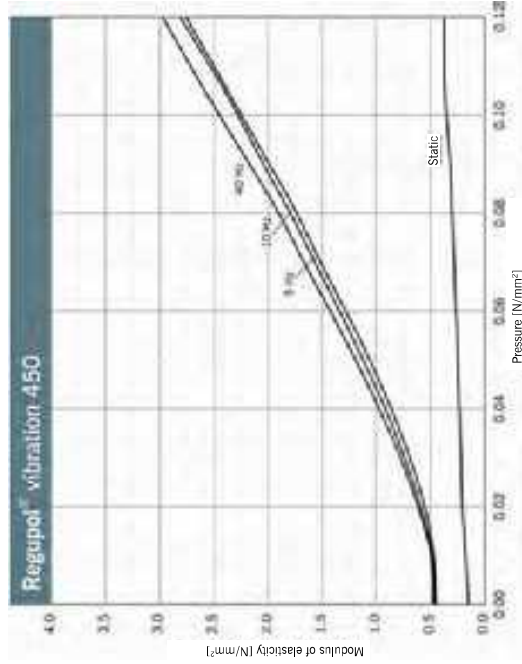


Illustration of the dynamic modulus of elasticity for sinusoidal excitation at a constant mean load and an amplitude of ± 0.25 mm. Dimensions of specimens 300 mm x 300 mm x 50 mm; static modulus of elasticity as a result of the tangent modulus of the spring characteristic. Tested in accordance with DIN 53513.

Dynamic Stiffness

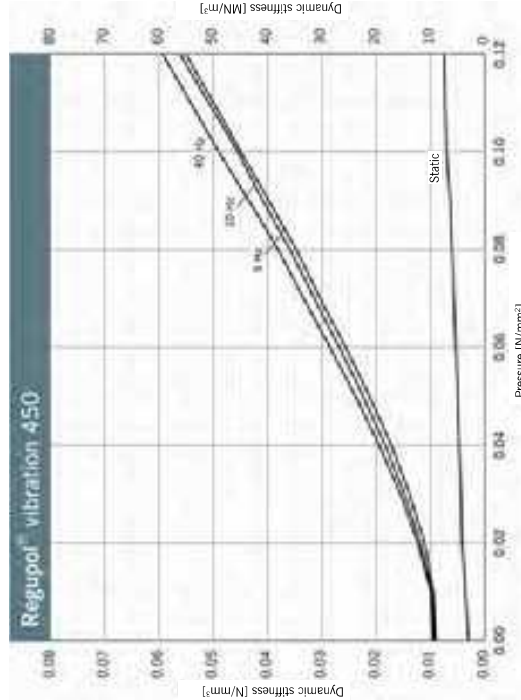
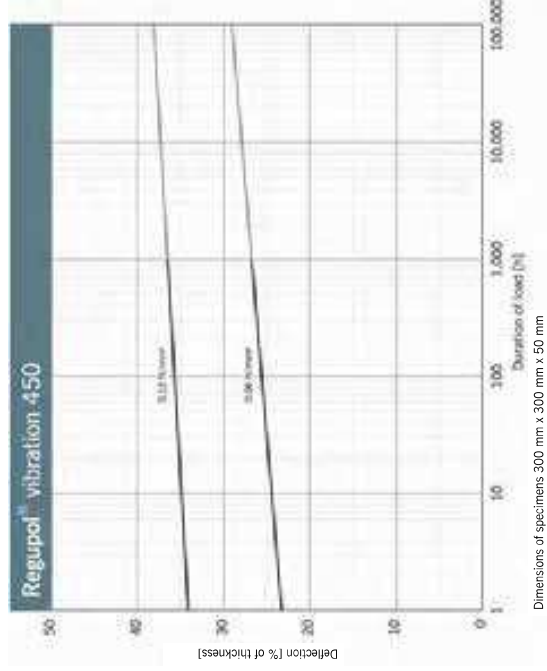


Illustration of the dynamic stiffness for sinusoidal excitation at a constant mean load and an amplitude of ± 0.25 mm. Dimensions of specimens 300 mm x 300 mm x 50 mm; static stiffness as a result of the tangent modulus of the spring characteristic. Tested in accordance with DIN 53513.

Long-Term Creep Test



Dimensions of specimens 300 mm x 300 mm x 50 mm

Exclusion of Liability

Technical services and offers based on these are subject to our General Terms and Conditions of sale, a copy of which can be found on our website www.bsw-vibration-technology.com. Special attention should be paid to paragraphs 4 and 5. In so far, please be advised as follows. Our expertise is the development and manufacturing of products. With our recommendation we can only assist you in selecting a product that is suitable to your demand. However, we cannot act as your architect or consulting expert. This would only be possible subject to a separately concluded service contract that we would have to bill you for. Such contracts are not part of our scope of supply and services. Hence, our commission does not lay claim for its correctness. Guarantees do only apply to the technical properties of the material supplied. All given values are approximate values.

Contact: Steffen Blecher, Phone: +49 2751 803-126 • s.blecher@berleburger.de;
Florian Sassmannshausen, Phone: +49 2751 803-230 • f.sassmannshausen@berleburger.de •
Downloads at www.bsw-vibration-technology.com



Vibration Isolation

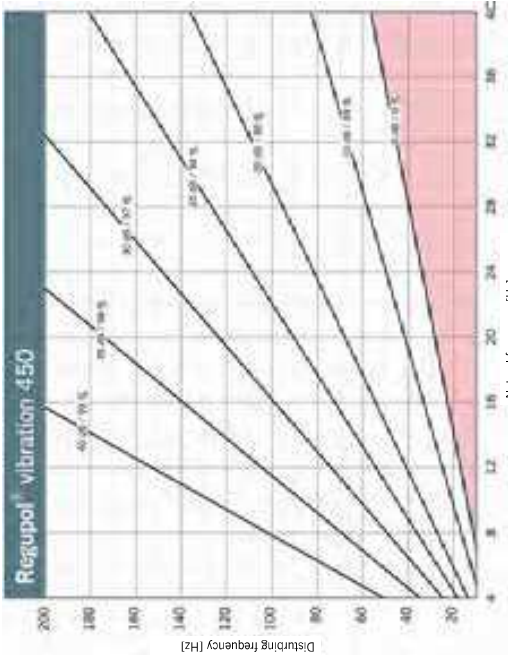
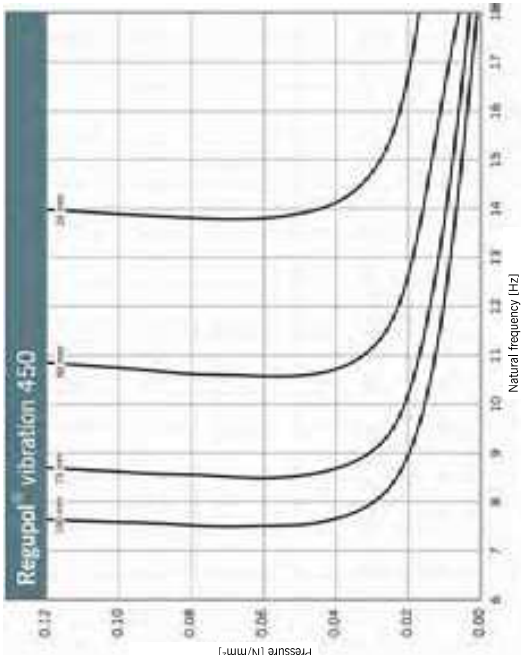


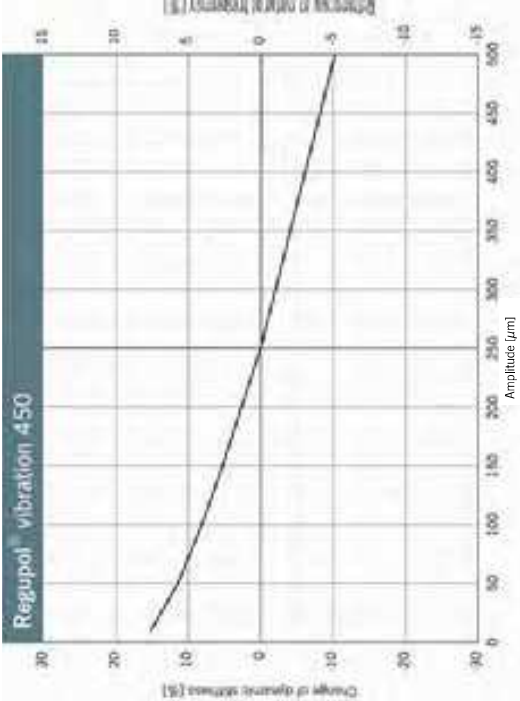
Illustration of the isolation efficiency of a single-degree-of-freedom system (SDOF system) on a rigid base with **Regupol® vibration 450**. Parameter: power transmission (insertion loss) in dB, isolation factor in %.

Natural Frequency

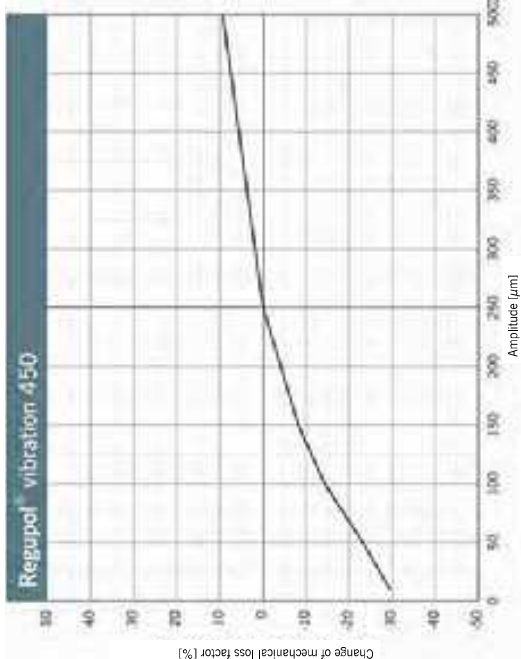


Natural frequency of a single-degree-of-freedom system (SDOF system) considering the dynamic stiffness of **Regupol® vibration 450** on a rigid base. Dimensions of test specimens 300 mm x 300 mm.

Influence of Amplitude



Change of the dynamic stiffness due to changes in amplitudes. Average for 5 Hz, 10 Hz and 40 Hz excitation. Sinusoidal excitation at a constant mean load of 0.10 N/mm², dimensions of the specimens 300 mm x 300 mm x 50 mm. Natural frequency of a single-degrees-of-freedom system (SDOF system) on a rigid base.



Change of the mechanical loss factor due to changes in amplitudes. Sinusoidal excitation at a constant mean load of 0.10 N/mm², dimensions of the specimens 300 mm x 300 mm x 50 mm.

