

**Ekspertyza  
o stanie konstrukcji i przyczynach zniszczeń,  
wraz z programem naprawczym  
zachodniego i północnego odcinka muru cmentarza poewangelickiego  
w Śmiglu.**

autor:

dr inż. Lech J. Engel  
upr.bud.nr.172/63-Op, 148/64-Op.  
nr.ewid. DOŚ/BO/3598/01.

Wrocław: listopad 2017r.

**Spis treści:**

1. Podstawa opracowania.
2. Określenie przedmiotu, celu i zakresu opracowania.
3. Wykorzystane materiały.
4. Historia budowy, remontów i napraw.
5. Opis techniczny i opis stanu konstrukcji murów.
6. Analiza stanu konstrukcji, przyczyn uszkodzeń i sposobu naprawy.
7. Wnioski.
8. Zalecenia i program naprawczy.
9. Uwagi ogólne.
10. Załączniki:
  - zdjęcia fotograficzne 48 szt.

## **Ekspertyza o stanie konstrukcji i przyczynach zniszczeń, wraz z programem naprawczym zachodniego i północnego odcinka muru cmentarza poewangelickiego w Śmiglu.**

- opracowana dla Urzędu Miejskiego w Śmiglu.

### **1. Podstawa opracowania.**

- 1.1. Zlecenie Inwestora.
- 1.2. Wizje lokalne i zdjęcia fotograficzne wykonane w listopadzie 2017r.

### **2. Określenie przedmiotu, celu i zakresu opracowania.**

- 2.1. Przedmiotem ekspertyzy są dwa odcinki historycznych murów cmentarza poewangelickiego w Śmiglu:
  - mur zachodni,
  - mur północny,
 a ponadto zasygnalizowanie i uzasadnienie konieczności opracowania opinii o stanie skarpy zachodniej i współczesnego muru oporowego skarpy,
- 2.2. Celem opracowania jest ocena stanu technicznego murów historycznych, ustalenie przyczyn ich zniszczeń oraz podanie programu naprawy murów zachodniego i północnego..
- 2.3. Zakres opracowania ograniczono do wyżej podanego celu.

### **3. Wykorzystane materiały.**

- 3.1. Pismo Delegatury W.U.O.Z. w Lesznie z dnia 20.03.2017r, skierowane do Urzędu Miejskiego w Śmiglu.
- 3.2. Informacje uzyskane z internetu.
- 3.3. Informacje uzyskane w Urzędzie Miasta w Śmiglu.

### **4. Historia budowy, remontów i napraw.**

- 1560r. – przybycie Luteran do Śmigla.  
 1595r. – wzniesienie drewnianego zboru oraz założenie cmentarza wokół zboru.  
 1708-1709r. – liczne pochówki w trakcie zarazy.  
 1848r. – wzniesiono kaplicę cmentarną i dom grabarza.  
 prawdopodobnie w XVII, lub w XVIIIw – wzniesiono południową część muru zachodniego z płytami nagrobnymi.  
 połowa XIXw. – wzniesiono istniejące mury zachodni i północny otaczające cmentarz oraz taras służący do wygłaszania kazań w trakcie zgromadzeń religijnych.  
 1957r. – dokonano ostatniego pochówku na cmentarzu.  
 1974r. – zamknięto cmentarz.

### **5. Opis techniczny i opis stanu konstrukcji murów.**

#### **5.1. Cmentarz:**

Cmentarz jest zlokalizowany na niewielkim wzgórzu w centrum miasta, przy ulicy Kościańskiej (fot.1), wzdłuż której przebiega mur zachodni cmentarza. W południowej części cmentarza, przy bramie wjazdowej znajduje się kaplica cmentarna i dom grabarza (fot.2). Kaplica jest w trakcie prac remontowych, a dom grabarza jest zamieszkały.

Mury zachodni i północny są posadowione na górze wysokich skarp, nieco poniżej szczytu wzgórza cmentarnego (fot.3,4,5,6). Mur zachodni przebiega powyżej ulicy o znacznym nasileniu ruchu samochodowego, w tym również transportu ciężarowego, nad stromą skarpą o wyciętych drzewach i krzakach (fot.3,6). Mur północny jest posadowiony nad stromą skarpą gęsto porośniętą drzewami i krzakami (fot.4). Taras widokowy, wykorzystywany niegdyś w trakcie zgromadzeń religijnych do wygłaszania kazań, znajduje się w murze zachodnim w pobliżu naroża z murem północnym (fot.4).

Na cmentarzu pozostały nieliczne kamienne nagrobki, a groby kryją się pod wysoka trawą. W południowej najstarszej części muru zachodniego znajduje się 15 tablic nagrobnych wmurowanych w mur.

Mury zachodni i północny w wyniku znacznych różnic poziomów terenu z obu stron, obecnie pełnią funkcję murów oporowych. Fragment południowej XIX wiecznej części muru zachodniego uległ awarii. Ta część muru została zabezpieczona prowizorycznie konstrukcją drewnianą.

Mury cmentarne zachodni i północny zostały wpisane do rejestru zabytków 23.07.2003r, nr.rej. 138/Wlkp/A. Płyty nagrobne wmurowane w najstarszą południową część muru zachodniego zostały wpisane do rejestru zabytków 28.03.1978r, nr.rej. 325/B.

#### **5.2. Mur zachodni:**

- mur zachodni przebiega nieco niżej od szczytu wzgórza cmentarnego, w części południowej niemal w poziomie ulicy (fot.14), a w części środkowej i północnej znacznie powyżej ulicy (fot.4,6). Między murem, a jezdnią ulicy jest stroma skarpa ziemna porośnięta trawą, dołem zabezpieczona współczesnym kamiennym murem oporowym o niewielkiej wysokości (fot.17). Poziom terenu przy murze, od strony cmentarza znajduje się wyżej o około 0,50-1,50 m od poziomu terenu góry skarpy, co powoduje, że mur jest obciążony poziomym naporem gruntu i pracuje jako oporowy. W ostatnim czasie, od strony cmentarza, wzdłuż muru, w jego południowej i środkowej części w gruncie wykonano rynną mającą zmniejszyć napór gruntu na mur oraz odprowadzić wody powierzchniowe, aby nie spływały z cmentarza na mur i nie powodowały jego zawilgocenia (fot.5,9).

Mur zachodni grubości 1 cegły w większości jest wzmocniony obustronnymi pilastrami ceglanymi grubości ½ cegły, a w części południowej wzmocniony z zewnątrz dwoma przyporami ceglanymi (fot.15,16,17). Mur zachodni na długości jest znacznie zróżnicowany, pod względem konstrukcyjnym, jak i stanu zachowania (fot.5,6),

- **część południowa I skrajna muru**, najstarsza XVII, luib XVIII wieczna, z pilastrami od strony cmentarza. Między pilastrami znajdują się wmurowane płyty nagrobne (fot.9,10,11). Pilastry tynkowane z ubytkami tynku, w pilastrach liczne cegły częściowo głęboko skorodowane, z ubytkami (fot.10,11,13). W północnej części muru ukośne pęknięcia przebiegające przez całą wysokość muru (fot.15). Od strony ulicy mur z rozległymi ubytkami tynku o licznych ceglach skorodowanych, częściowo z głębokimi ubytkami (fot.14). Korona muru późniejsza, pokryta ceglami ułożonymi w spadku ku ulicy, na płasko, zachowana w dobrym stanie (fot.9,11,12). Jak oszacowano mur z cegły o wytrzymałości odpowiadającej klasie  $R_c=5,0$  MPa, na zaprawie wapiennej o wytrzymałości odpowiadającej marce  $R_z=0,2$  MPa. Na koronie cegły klasy  $R_c=10-15$  MPa, na zaprawie cementowo-wapiennej o znacznej wytrzymałości,
- **część południowa II muru**, z pilastrami od strony cmentarza (fot.5). Mur od strony cmentarza tynkowany, od strony ulicy nie tynkowany (fot.3,5). W murze miejscami głębokie ubytki zaprawy. Korona muru pokryta ceglami ułożonymi na płasko w spadku ku cmentarzowi, na koronie ubytki zaprawy (fot.12).  
Przypora od strony ulicy, na styku murów I i II południowego częściowo spękana, z ubytkami zaprawy.
- **część południowa III muru – po awarii**. Mur jest obustronnie z pilastrami (fot.5,19). Mur jest obustronnie tynkowany (fot.5,17), od strony ulicy rozległe ubytki tynku, od strony cmentarza tynk spękany (fot.21,22). Mur jest silnie spękany, o znacznej rozwarłości pęknięć, w pilastrach spękania poziome i pionowe, w murze poziome i ukośne (fot.19,21,22). W ścianie liczne cegły zniszczone i nie związane zaprawą (fot.19). W ścianie znaczne ubytki, częściowo na całej grubości ściany, część ściany się osunęła (fot.19,23) – ubytki są obecnie zakryte drewnianymi płytami prowizorycznego zabezpieczenia (fot.19,20,23). Korona muru jest pokryta ceglami ułożonymi na płasko w spadku ku cmentarzowi, na koronie podłużne spękania o znacznej rozwarłości, a częściowo ubytki cegły (fot.24).  
Przypora od strony ulicy, na styku murów II i III południowego jest odspojona od muru na znaczą odległość – przypora osiada obracając się w kierunku skarpy (fot.16). Osiadanie postępuje nadal, na co wskazuje współczesne wypełnienie pęknięcia obecnie już niewystarczającej szerokości (fot.16). Przypora górą jest poziomo i pionowo spękana (fot.16).  
Mur zniszczony na długości całego odcinka zagrażający dalszą awarią został prowizorycznie zabezpieczony płytami i zastrzałami drewnianymi oraz poziomymi podestami (fot.17,18). Zastrzały drewniane o małych wymiarach przekroju 16/8 cm – nadmiernej smukłości, są dołem zaparte o kołki drewniane wbite w grunt (fot.18), a górą o elementy drewniane mocowane do płyt 2 gwoździami (fot.20). Przy ścianie dołem pomosty drewniane z płyt na których leżą spadające cegły (fot.18). Poniżej nad murem oporowym prowizoryczne zabezpieczenie jezdni płytami drewnianymi przed możliwością staczania się cegieł po skarpie (fot.18,19),
- **część środkowa i północna muru**, z pilastrami z obu stron (fot.25,27,26,28). Mur od strony cmentarza tynkowany z wyjątkiem pilastrów, z ubytkami tynku. Mur od strony ulicy tynkowany w środkowej partii – z rozległymi ubytkami tynku (fot.17) mur w pozostałej partii nie tynkowany (fot.27,18). Stan muru na ogół dobry (fot.27,28). Jak oszacowano cegły o wytrzymałości około  $R_c=10-15$  MPa, na zaprawie wapiennej o wytrzymałości około  $R_z=0,2-0,4$  MPa. Korona muru jest pokryta ceglami ułożonymi na płasko w znacznym spadku ku ulicy. Na koronie mocna zaprawa cementowo-wapienna z ubytkami (fot.29,30). Dołem przy gruncie miejscami ubytki cegły (fot.27,28).  
W środkowej niewielkiej partii muru – górna partia muru z cegły na zaprawie wapiennej, dolna z kamieni o znacznych rozmiarach (fot.26). Od strony ulicy ściana ceglana tynkowana o rozległych ubytkach tynku, w dolnej kamiennej partii ściany tak głębokie ubytki zaprawy, że kamienie nie są związane (fot.26). Korona tej partii muru, o spadku w kierunku cmentarza, jest pokryta gładzią cementową częściowo odspojoną od podłoża (fot.29).  
W północnej części muru zachodniego, w pobliżu naroża znajduje się taras widokowy otoczony murem ceglanym (fot.28,32). Mury ceglane otaczające taras od południa (fot.33) i od północy (fot.34) osiadają i separują się od muru zachodniego pionowymi pęknięciami o znacznej rozwarłości (fot.33,34).

### **5.3. Mur północny:**

- **mur północny** przebiega w poziomie szczytu wzgórza cmentarnego (fot.31), a w części wschodniej nieco poniżej. Między murem, a terenem otaczającym cmentarz jest stroma skarpa ziemna porośnięta trawą, oraz porośnięta gęsto drzewami i krzakami (fot.7,35,43). Poziom terenu przy murze od strony cmentarza znajduje się wyżej od poziomu terenu góry skarpy, co powoduje, że mur jest obciążony poziomym naporem gruntu i pracuje jako oporowy.  
Mur północny grubości 1 cegły jest wzmocniony obustronnymi pilastrami ceglanymi grubości ½ cegły (fot.8,31,32,35,36,37). Mur północny na całej długości jest jednolity, pod względem konstrukcyjnym, jak i stanu zachowania (fot.35,37). W części zachodniej muru jest wkomponowana ściana nagrobna z żółtej cegły (fot.31,35).  
Mur od strony cmentarza tynkowany z wyjątkiem pilastrów, z rozległymi ubytkami tynku (fot.8,31). Od strony skarpy mur w części zachodniej nie tynkowany (fot.35,36), w części wschodniej tynkowany, częściowo z ubytkami tynku (fot.37,38). Mur w większości jest w stanie dobrym (fot.8,35). Jak oszacowano cegły o wytrzymałości około  $R_c=10-15$  MPa, na zaprawie wapiennej o wytrzymałości około  $R_z=0,2-0,4$  MPa. Korona muru jest pokryta ceglami ułożonymi na płasko, częściowo w spadku w kierunku cmentarza, a częściowo w spadku na zewnątrz (fot.8).  
W narożu północno-zachodnim pionowe i ukośne pęknięcie muru przebiegające przez całą wysokość muru, dołem głębokie ubytki zaprawy (fot.32). W narożu północno-wschodnim ukośne pęknięcie muru o znacznej rozwarłości przebiegające przez całą wysokość muru (fot.38). W zachodniej części muru dołem, przy gruncie głębokie ubytki zaprawy, część cegieł jest luźnych z ubytkami (fot.35,36). Na koronie muru miejscami ubytki cegieł (fot.8,37,38). Miejscami głębokie ubytki zaprawy (fot.8).  
W narożu północno-wschodnim mur północny łączy się z murem wschodnim, który nie jest przedmiotem niniejszego opracowania (fot.37).

#### **5.4. Skarpy zachodnia i północna oraz mur oporowy skarpy zachodniej.**

Skarpy i mur oporowy skarpy zachodniej nie są przedmiotem niniejszego opracowania i wymagają opracowania ustalającego ich stan i niezbędny zakres zabezpieczeń, wykonanego przez specjalistę konstruktora – gruntoznawcę. Badania te wymagają ustalenia odwiertami stanu gruntu w skarpie jak i pod skarpy.

Problem sygnalizuje się w tej ekspertyzie, gdyż ewentualna awaria (osunięcie się) skarpy zachodniej spowoduje zarówno zagrożenie bezpieczeństwa na ulicy o znacznym ruchu, jak i może spowodować uszkodzenie, bądź zniszczenie historycznego muru cmentarnego, posadowionego na szczycie skarpy.

- **skarpa zachodnia** przebiega bezpośrednio wzdłuż ulicy Kościańskiej, skarpa jest dołem zabezpieczona niewysokim współczesnym kamiennym murem oporowym (fot.39,40,41). Skarpa jest wysoka, stroma, o pochyleniu ponad 30° (fot.40,41,42). Skarpa jest porośnięta trawą, na skarpie są widoczne liczne pnie po wyciętych drzewach o różnej średnicy (fot.39,40,42).

Jak wynika z pozostawionych pni, skarpe poprzednio porastały liczne drzewa, których system korzeniowy stabilizował skarpe oraz odprowadzał pobierając korzeniami wodę z gruntu. Obecnie po wycięciu drzew pozostawione korzenie nie odprowadzają gruntu. Grunt na skarpie jest zawilgocony i tak miękki, że odkształca się pod obciążeniem nogą człowieka. W skarpie nie ma siatek, czy mat stabilizujących, gdyż wówczas nie pozostawiono by pni i korzeni po wyciętych drzewach.

Organia wywołane intensywnym ruchem samochodowym, a szczególnie ciężkim transportem samochodowym, przenoszą się na skarpe i mogą być jedną z przyczyn jej destabilizacji.

W trakcie oględzin w listopadzie 2017r nie stwierdzono objawów przemieszczania (osuwania) się skarpy.

**Stateczność skarpy zachodniej budzi zastrzeżenia i wymaga specjalistycznego badania.**

- **skarpa północna** stanowi północny stok wzgórza cmentarnego (fot.7,43). Skarpa jest porośnięta trawą oraz licznymi drzewami i krzakami (fot.43), których system korzeniowy odprowadza i stabilizuje skarpe.

**Stateczność skarpy północnej nie budzi zastrzeżeń.**

- **mur oporowy skarpy zachodniej.** Mur współczesny o zmiennej niewielkiej wysokości dochodzącej do 1,50 m, posadowiony bezpośrednio wzdłuż jezdni ulicy o znacznym nasileniu ruchu samochodowego, w tym ciężkiego transportu (fot.41,42). Między murem, a jezdnią ulicy jest koryto z elementów betonowych odprowadzające wodę opadową (fot.44).

Mur jest wykonany z kostki granitowej o wymiarach około 20/20 i 30/20 cm położonej na silnej zaprawie cementowej (fot.44).

W murze nie stwierdzono otworów odprowadzających wodę z za muru (z pod skarpy). W wielu miejscach muru są ubytki zaprawy (fot.44,45,47,48). Na całej długości muru, w wielu miejscach, w jego górnych częściach widoczne szczeliny poziome, świadczące o odspojeniu górnych warstw muru (fot.39,44,45,46), mające przyczynę zapewne w poziomym naporze gruntu skarpy. Rozwartość poziomych szczelin jest tak duża, że nóż o długości ostrza 18cm wchodzi bez oporu w szczelinę na całą długość ostrza (fot.47,48).

**Szczeliny powstałe w wyniku naporu gruntu skarpy są świadectwem niszczenia muru oporowego.**

- **awaria skarpy zachodniej może nastąpić zarówno w wyniku uszkodzenia, bądź zniszczenia muru oporowego, jak i w wyniku przemieszczenia się stromej skarpy ponad murem oporowym.**

Do czasu podjęcia specjalistycznych badań zarówno skarpa zachodnia, jak i mur oporowy winny być monitorowane, a w przypadku stwierdzenia objawów przemieszczania (osuwania) się skarpy, lub odkształcenia muru oporowego ulica winna być niezwłocznie zamknięta.

#### **6. Analiza stanu konstrukcji, przyczyn zniszczeń i sposobu naprawy.**

##### **6.1. Mur zachodni:**

Mur zachodni jest zachowany w stanie znacznie zróżnicowanym. W złym stanie jest południowa najstarsza XVII – XVIII wieczna partia muru, z wmurowanymi tablicami nagrobnymi. Również w złym stanie jest południowa partia muru, w tym przypora, między partią najstarszą, a partią która uległa awarii. W najgorszym stanie jest partia muru, która uległa awarii. W partii środkowej i północnej mur jest w znacznie lepszym stanie, z wyjątkiem dolnych przygruntowych zawilgoconych i uszkodzonych partii.

Zniszczenia i uszkodzenia muru mają przyczynę w wieloletnich procesach starzenia się materiałów w murze - to jest cegły i zaprawy, znacząco przyspieszonych zawilgoceniem muru, szczególnie w jego dolnych przygruntowych partiach oraz tam gdzie nie zachowała się korona muru. Zasadnicze znaczenie ma tu poziomy napór gruntu od strony cmentarza, w wyniku znacznej różnicy wysokości terenu po obu stronach muru, co powoduje że mur pracuje jako oporowy przy grubości zaledwie 1 cegły. Wykonana ostatnio w gruncie rynna od strony cmentarza, wzdłuż części południowej i środkowej muru, w sposób zasadniczy zmniejszyła poziomy napór gruntu na tą partię muru.

W skrajnym przypadku, w miejscu awarii muru, zniszczenia cegły i zaprawy spowodowały przekroczenie naprężeń dopuszczalnych i w konsekwencji poziomego naporu gruntu wypchnięcie muru na zewnątrz oraz spękanie tej partii muru wraz z przyległą przyporą. Mur w miejscu awarii od strony ulicy został prowizorycznie zabezpieczony zastrzałami drewnianymi w sposób niewystarczający (zastrzały o zbyt małym przekroju 16/8 cm i nadmiernej smukłości oraz o niewłaściwym mocowaniu w gruncie i w płytach podpierających mur). Mur w partii w której uległ awarii wymaga po wykonaniu szczegółowej inwentaryzacji, rozebrania i odtworzenia, w miarę możliwości z uzyskanych w trakcie rozbiórki cegieł, na istniejącym fundamencie, a w przypadku jego zniszczenia na nowo wykonanym fundamencie.

Przypora w części południowej, mająca zabezpieczać mur od strony ulicy (skarpy), została niewątpliwie wykonana później niż mur, na co wskazuje brak powiązania przypory z murem. Przypora wyraźnie osiada wykonując obrót w kierunku skarpy, co ma przyczynę w niewłaściwie wykonanym posadowieniu przypory, bądź osiadaniu skarpy w tej partii. Przypora, aby zachować jej stateczność i zapobiec dalszemu osiadaniu, wymaga wzmocnienia posadowienia palami wierconymi „Jet Grouting”, a aby spełniała swoje zadanie wymaga powiązania ze stabilizowanym murem.

Najstarsza południowa partia muru, w którą są wmurowane tablice nagrobne, jest w złym stanie z uwagi na głęboko zniszczone cegły z ubytkami oraz zniszczoną zaprawę. Ta partia muru jest chroniona koroną muru, niewątpliwie późniejszą, zachowaną w stanie dobrym. Aby nie uszkodzić tablic nagrobnych wymianę zniszczonych cegieł należy ograniczyć do cegieł zniszczonych na całej głębokości oraz cegieł o głębokich ubytkach. Pozostałe powierzchniowo skorodowane cegły z niewielkimi ubytkami należy wzmocnić przez nasączenie preparatami wzmacniającymi strukturę cegieł tak, aby nie uszkodzić płyt nagrobnych. Prace te jak i konserwacja płyt nagrobnych, winny być wykonane przez specjalistę konserwatora zabytków.

W partii środkowej a szczególnie w północnej mur jest w stanie dość dobrym, z wyjątkiem dolnych przygruntowych zawilgoconych partii muru, o częściowo zniszczonych ceglach oraz z wyjątkiem częściowych ubytków korony muru. Zniszczone cegły w dolnej przygruntowej partii muru wymagają wymiany, a ubytki korony muru uzupełnienia.

Remont muru zachodniego, w tym odtworzenie partii która uległa awarii, jest sensowny po ocenie przez specjalistę konstruktora - gruntoznawcę, że skarpa i kamienny mur oporowy są stabilne, bądź w przypadku konieczności po ustabilizowaniu skarpy i muru oporowego. **Awaria skarpy i muru oporowego może spowodować awarię zachodniego historycznego muru cmentarnego o trudnych do określenia rozmiarach.**

Remont najstarszej południowej partii muru zachodniego, z wmurowanymi płytami nagrobnymi, jest możliwy niezależnie od stanu skarpy, gdyż skarpa przy murze jest na tyle niska, że nie ma znaczenia dla stateczności tej partii muru.

### 6.2. Mur północny:

Mur północny jest zachowany w stanie znacznie lepszym niż mur zachodni, a skarpa nad którą stoi mur jest stabilna, z uwagi na liczne porosty krzaków i drzew. W murze występują spękania przy obu narożach muru, ubytki częściowe na koronie muru oraz częściowo zniszczone cegły w dolnych przygruntowych zawilgoconych partiach muru.

Zniszczenia i uszkodzenia muru mają przyczynę w wieloletnich procesach starzenia się materiałów w murze - to jest cegły i zaprawy, znacząco przyspieszonych zawilgoconiem muru, szczególnie w jego dolnych przygruntowych partiach oraz tam gdzie nie zachowała się korona muru. Znaczenie ma tu również poziomy napór gruntu od strony cmentarza, w wyniku różnicy wysokości terenu po obu stronach muru, co powoduje że mur pracuje jako oporowy przy grubości zaledwie 1 cegły.

Mur wymaga scalenia i wzmocnienia w miejscach spękań, ubytki korony muru uzupełnienia, a zniszczone cegły w dolnej przygruntowej partii muru wymiany.

### 6.3. Skarpa zachodnia i mur oporowy skarpy.

Uwagi dotyczące skarpy zachodniej oraz muru oporowego tej skarpy zostały opisane w pcie.5.4. niniejszej ekspertyzy. Stateczność skarpy zachodniej i muru oporowego ma zasadnicze znaczenie zarówno dla bezpieczeństwa pojazdów i przechodniów ulicy Kościńskiej, jak i dla stateczności historycznego muru cmentarnego.

Skarpa zachodnia wymaga geotechnicznego badania gruntu skarpy i pod skarpią odwiertami, przeprowadzonymi przez gruntoznawcę oraz ustalenia przez specjalistę konstruktora - gruntoznawcę czy istniejąca skarpa i mur oporowy skarpy są w stanie obecnym stateczne i nie zagrażają osunięciem. W przypadku stwierdzenia, że skarpa, lub mur oporowy są niestateczne specjalista winien określić sposób stabilizacji skarpy i muru – co należy niezwłocznie zrealizować z uwagi na bezpieczeństwo.

## 7. Wnioski.

Na podstawie wykonanych oględzin oraz przeprowadzonej analizy stanu konstrukcji i przyczyn uszkodzeń, wynikają cztery wnioski ogólne:

1. **Mur zachodni cmentarza** jest w stanie złym w części południowej, a w stanie znacznie lepszym w części środkowej, a szczególnie północnej. Niewielka partia części południowej muru uległa awarii i jest prowizorycznie zabezpieczona. Mur wymaga remontu, a część która uległa awarii odtworzenia. Skarpa zachodnia nad którą stoi mur budzi zastrzeżenia odnośnie jej stateczności.

Najstarsza południowa część muru, w który są wmurowane płyty nagrobne jest w stanie na tyle złym, że prace remontowe muru winny być wykonane przez specjalistę konserwatora zabytków, remontującego również płyty nagrobne.

2. **Mur północny cmentarza** jest zachowany w stanie znacząco lepszym niż mur zachodni, a skarpa nad którą stoi mur północny jest stateczna. Mur wymaga remontu o znacznie mniejszym zakresie niż mur zachodni.

3. **Skarpa zachodnia i mur oporowy skarpy zachodniej – elementy te nie są przedmiotem niniejszej ekspertyzy.** Skarpa i grunt pod skarpią wymaga badania geotechnicznego wierceniami. Specjalista konstruktor – gruntoznawca winien ustalić czy skarpa i mur oporowy są stabilne, lub ustalić zakres prac niezbędnych do wykonania celem stabilizacji skarpy i muru oporowego.

Stateczność skarpy zachodniej i muru oporowego ma zasadnicze znaczenie dla bezpieczeństwa Użytkowników ulicy Kościńskiej, jak i dla stateczności zachodniego muru cmentarnego.

4. **Remont zachodniego muru cmentarnego** jest sensowny przy stabilnej skarpi i stabilnym murze oporowym. Awaria skarpy i muru oporowego może spowodować awarię zachodniego historycznego muru cmentarnego o trudnych do określenia rozmiarach.

Nie dotyczy to południowej części muru cmentarnego, z wmurowanymi płytami nagrobnymi, gdzie remont muru jest możliwy niezależnie od stanu skarpy, gdyż skarpa przy murze jest na tyle niska, że nie ma znaczenia dla stateczności tej partii muru.

## **8. Zalecenia i program naprawczy.**

Celem zlikwidowania awarii południowego fragmentu muru zachodniego oraz celem powstrzymania procesów niszczenia historycznych murów cmentarnych zachodniego i północnego, należy w ramach remontu zrealizować następujący program naprawczy:

### **8.1. Mur zachodni – część południowa z wmurowanymi płytami nagrobnymi:**

- wymienić wszystkie cegły głęboko skorodowane z głębokimi ubytkami, na cegły o identycznych rozmiarach i identycznej kolorystyce, jak istniejące, klasy  $R_c=15,0$  MPa, osadzając je na zaprawie trasowo-wapiennej  $R_z=5,0$  MPa,
- cegły powierzchniowo skorodowane i o niewielkich ubytkach oczyścić usuwając łuszczące się warstwy, a następnie wzmocnić przez nasączenie preparatami wzmacniającymi strukturę cegieł tak, aby nie uszkodzić płyt nagrobnych,
- pęknięcia ściany wypełnić, scalając ścianę zaprawą trasowo-cementową, a następnie spoinować zaprawą wapienną,
- mur od strony ulicy otynkować zaprawą wapienną.

Całość prac remontowych tej partii ściany, jak i konserwacja płyt nagrobnych winna być wykonana przez specjalistę konserwatora zabytków, z uwagi na cenne płyty nagrobne wmurowane w cienkie ściany głęboko zniszczone.

### **8.2. Mur zachodni – część południowa (między częścią muru z płytami nagrobnymi, a częścią która uległa awarii):**

- w warstwach przypowierzchniowych muru wymienić skorodowaną zaprawę, brakującą uzupełnić stosując zaprawę trasowo-wapienną w kolorze zaprawy istniejącej,
- na koronie muru uzupełnić ubytki zaprawy stosując zaprawę trasowo-cementową,
- w przyporze:
  - usunąć istniejące wypełnienie zaprawą cementową szczeliny między przyporą a murem, szczelinę oczyścić,
  - górną spękaną partię przypory przemurować cegłami uzyskanymi z rozbiórki, na zaprawie trasowo-wapiennej o wytrzymałości  $R_z=5,0$  MPa, i spoinować zaprawą wapienną w kolorze zaprawy istniejącej,
  - w warstwach przypowierzchniowych wymienić skorodowaną zaprawę, brakującą uzupełnić stosując zaprawę trasowo-wapienną w kolorze zaprawy istniejącej,
  - ustabilizować przyporę posadawiając ją na kolumnach (palach) wierconych w technologii iniekcji strumieniowej „Jet Grouting”,
  - powiązać przyporę z murem kotwami stalowymi o znacznej średnicy, rozmieszczonymi na całej wysokości przypory i kotwionymi w blachach oporowych ukrytych i zamurowanych we wnękach przypory,
  - dokładnie wypełnić szczelinę między przyporą a murem cmentarnym zaprawą trasowo-cementową o wytrzymałości  $R_z=5,0$  MPa. Szczelinę obustronnie spoinować zaprawą wapienną w kolorze zaprawy istniejącej,
  - na koronie przypory uzupełnić ubytki zaprawy stosując zaprawę trasowo-cementową  $R_z=5,0$  MPa,

### **8.3. Mur zachodni – część południowa która uległa awarii:**

- wykonać dokładną inwentaryzację tej partii muru, co pozwoli identycznie odtworzyć tą partię muru jak obecnie istniejąca,
- rozebrać zniszczoną i spękaną partię muru do fundamentu. Cegły nie zniszczone po oczyszczeniu przechować do odtworzenia muru,
- fundament niezniszczony zachować. Zniszczony fundament rozebrać i w jego miejsce wykonać fundament żelbetowy, posadowiony na gruncie rodzimym, na poziomie istniejących fundamentów muru, lecz nie płycej niż 0,80 m poniżej poziomu terenu z uwagi na przemarzanie. Nowo wykonany fundament zdylatować od istniejących fundamentów ścian,
- wznieść mur ceglany, z niezniszczonych zachowanych z rozbiórki cegieł, w miarę konieczności uzupełniając cegłami współczesnymi  $R_c=15,0$  MPa, o wymiarach i kolorystyce jak cegły istniejące. Mur wykonać na zaprawie trasowo-wapiennej i spoinować zaprawą wapienną. Mur zdylatować obustronnie od muru istniejącego,
- koronę muru wykonać jak istniejąca z cegły jak wyżej, na zaprawie trasowo-cementowej,
- mur obustronnie otynkować tynkiem wapiennym, kolorystycznie identycznym jak tynk istniejący na sąsiednich partiach muru.

### **8.4. Mur zachodni – część środkowa i północna:**

- wymienić cegły głęboko skorodowane z ubytkami w murach jak i w dolnych przyziemnych partiach murów na cegły o identycznych rozmiarach i identycznej kolorystyce, jak istniejące, klasy  $R_c=15,0$  MPa, osadzając je na zaprawie trasowo-wapiennej  $R_z=5,0$  MPa,
- w murze w warstwie przypowierzchniowej wymienić zaprawę skorodowaną i uzupełnić brakującą, stosując zaprawę trasowo-wapienną oraz spoinując zaprawą wapienną identyczną kolorystycznie jak zaprawa istniejąca w murze,
- na koronie muru wymienić skorodowane cegły i uzupełnić cegłami  $R_c=15,0$  MPa, o wymiarach i kolorystyce identycznych jak istniejące w ścianie, na zaprawie trasowo-cementowej, identycznej kolorystycznie jak zaprawa istniejąca na koronach muru,
- pęknięcia muru wypełnić i scalić zaprawą trasowo-cementową i spoinować zaprawą wapienną dobraną kolorystycznie do zaprawy istniejącej. Zalecenie dotyczy również murów otaczających taras widokowy od strony cmentarza,
- wzmocnić mury w miejscach spękań i zarysowań przez założenie prętów  $\varnothing 6$  (34GS) w co 3 spoinie, sięgających 75 cm poza pęknięcie z każdej strony i wypełnienie spoin kompozycją epoksydową (skład kompozycji i warunki wykonania należy określić w projekcie). Spoinowanie wykonać zaprawą wapienną dobraną kolorystycznie do zaprawy istniejącej. Zalecenie dotyczy również murów otaczających taras widokowy od strony cmentarza,
- w murze od strony cmentarza, z wyjątkiem pilastrów oraz od strony ulicy w partii środkowej gdzie były tynki, uzupełnić tynki, tynkami wapiennymi kolorystycznie dobranymi do istniejących tynków.

### 8.5. Mur północny:

- wymienić cegły głęboko skorodowane z ubytkami w murach jak i w dolnych przyściennych partiach murów na cegły o identycznych rozmiarach i identycznej kolorystyce, jak istniejące, klasy  $R_c=15,0$  MPa, osadzając je na zaprawie trasowo-wapiennej  $R_z=5,0$  MPa,
- w murze w warstwie przypowierzchniowej wymienić zaprawę skorodowaną i uzupełnić brakującą, stosując zaprawę trasowo-wapienną oraz spoinując zaprawą wapienną identyczną kolorystycznie jak zaprawa istniejąca w murze,
- na koronie muru wymienić skorodowane cegły i uzupełnić cegłami  $R_c=15,0$  MPa, o wymiarach i kolorystyce identycznych jak istniejące w ścianie, na zaprawie trasowo-cementowej, identycznej kolorystycznie jak zaprawa istniejąca na koronach muru,
- ubytki w koronie muru uzupełnić cegłami i zaprawą jak wyżej,
- pęknięcia muru w narożach północno zachodnim i północno wschodnim wypełnić i scalić zaprawą trasowo-cementową i spoinować zaprawą wapienną dobraną kolorystycznie do zaprawy istniejącej,
- wzmocnić mury w miejscach pęknięć w narożach przez założenie prętów  $2\phi 6$  (34GS) w co 3 spoinie, sięgających 75 cm poza pęknięcie z każdej strony i wypełnienie spoin kompozycją epoksydową (skład kompozycji i warunki wykonania należy określić w projekcie). Spoinowanie wykonać zaprawą wapienną dobraną kolorystycznie do zaprawy istniejącej,
- celowym jest ustabilizować mur wschodni w narożu północno-wschodnim, co nie jest przedmiotem niniejszej ekspertyzy. Odchylenie się muru wschodniego jest przyczyną pęknięcia ukośnego muru północnego,
- w murze od strony cmentarza z wyjątkiem pilastrów oraz w murze od strony skarpy w partii wschodniej z wyjątkiem pilastrów, gdzie były tynki, uzupełnić tynki, tynkami wapiennymi kolorystycznie dobranymi do istniejących tynków.

### 9. Uwagi ogólne.

9.1. Proponowany zakres remontu wymaga uzyskania zgody Służby Ochrony Zabytków,

9.2. Wykonanie remontu zachodniego muru cmentarnego, z wyjątkiem najstarszej południowej części (w którą są wmurowane płyty nagrobne), wymaga uprzedniego zbadania i ustalenia czy skarpa zachodnia i mur oporowy skarpy są stateczne, bądź w przypadku niestateczności należy przeprowadzić prace zabezpieczające stateczność skarpy i muru oporowego. Badanie i prace winien przeprowadzić specjalista konstruktor - gruntoznawca.

9.3. Wykonanie remontu murów cmentarnych należy w powierzyć wyłącznie przedsiębiorstwu specjalizującemu się w tego rodzaju pracach w obiektach zabytkowych, mającemu udokumentowane osiągnięcia. Prace przy najstarszej południowej części muru zachodniego (w którą są wmurowane płyty nagrobne) należy powierzyć specjalistycznemu przedsiębiorstwu konserwatorskiemu.

9.4. Prace z uwagi na ich trudność oraz odpowiedzialność winny być prowadzone przez inżyniera uprawnionego kierownika robót, mającego doświadczenie w remontach obiektów zabytkowych. Prace winny zostać objęte stałym nadzorem inwestorskim przez uprawnionego inżyniera, oraz stałym nadzorem autorskim.

9.5. Stan skarpy zachodniej i kamiennego muru oporowego skarpy należy stale monitorować.

9.6. Ważność niniejszej ekspertyzy wynosi 2 lata.

autor:

Wrocław: listopad 2017r.

dr inż. Lech J. Engel.



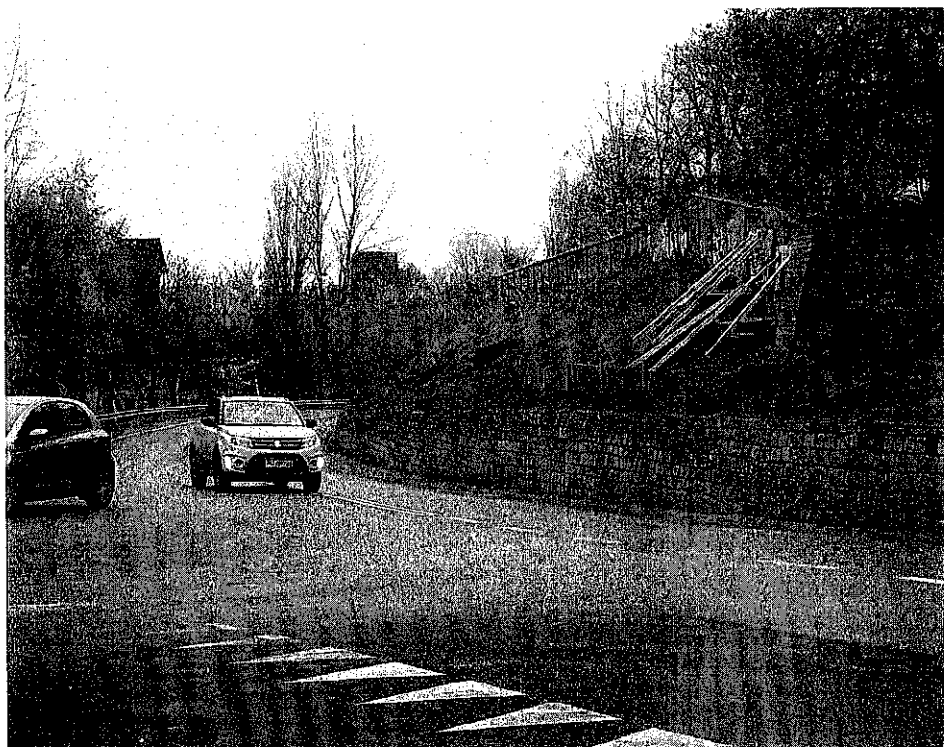


fol.1\*). Widok wzgórza cmentarnego od strony południowo-zachodniej. U podnóża wzgórza od strony zachodniej, w bezpośredniej odległości przebiega ulica Kościńska, o znacznym nasileniu ruchu pojazdów, w tym licznych samochodów ciężarowych.



fol.2. Widok fragmentu wzgórza cmentarnego od strony południowo-zachodniej. Widoczny budynek kaplicy cmentarnej, po prawej dom grabarza oraz brama wjazdowa.

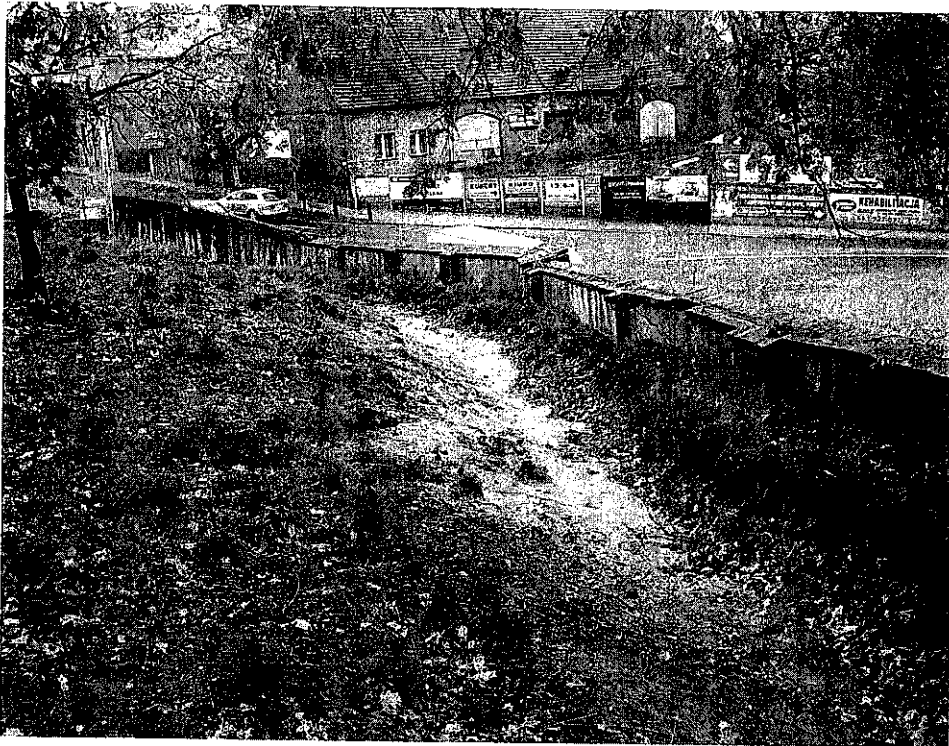
\*) Wszystkie zdjęcia zostały wykonane przez L.J. Engla w listopadzie 2017r.



fot.3. Widok ogólny zachodniego muru cmentarnego na szczycie skarpy. Dołem skarpy, bezpośrednio przy jezdni ulicy, widoczny współczesny kamienny mur oporowy o wysokości dochodzącej do 1,50 m.



fot.4. Widok ogólny naroża murów cmentarnych: zachodniego (po prawej) i północnego (po lewej). Jezdnia ulicy przebiega bezpośrednio przy kamiennym współczesnym murze oporowym skarpy.



fot.5. Mur zachodni – część południowa w widoku od strony cmentarza. Wzdłuż muru widoczna wykopana w ziemi rynna mająca zmniejszyć napór gruntu na mur oraz odprowadzić wodę powierzchniową, aby nie sphywała z cmentarza na mur i nie powodowała jego zawilgocenia.



fot.6. Mur zachodni – część środkowa i północna, w widoku od strony ulicy. Widoczny mur cmentarny zachowany na ogół w dobrym stanie.



fol.7. Mur północny – część zachodnia i środkowa, w widoku od strony ulicy. Widoczna skarpa północna porośnięta drzewami i krzakami.



fol.8. Mur północny – część środkowa, w widoku od strony cmentarza. Widoczne rozległe ubytki tynku oraz częściowo ubytki cegieł na koronie muru.

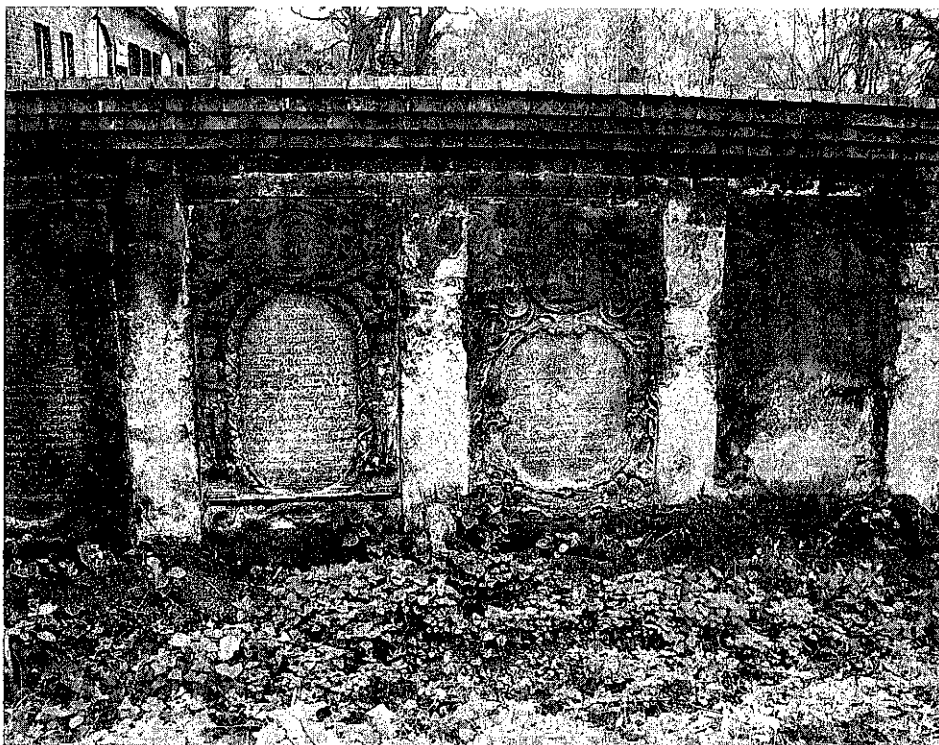


fot.9. Mur zachodni – część południowa, w widoku od strony cmentarza. Na murze płyty nagrobne. Wzdłuż muru widoczna rynna wykopana w ziemi, mająca zmniejszyć napór gruntu na mur oraz odprowadzić wodę powierzchniową, aby nie spływała z cmentarza na mur.



fot.10. Mur zachodni – część południowa, w widoku od strony cmentarza. Na murze jest zachowanych 15 kamiennych płyt nagrobnych. Korona muru jest zachowana w stanie dobrym.





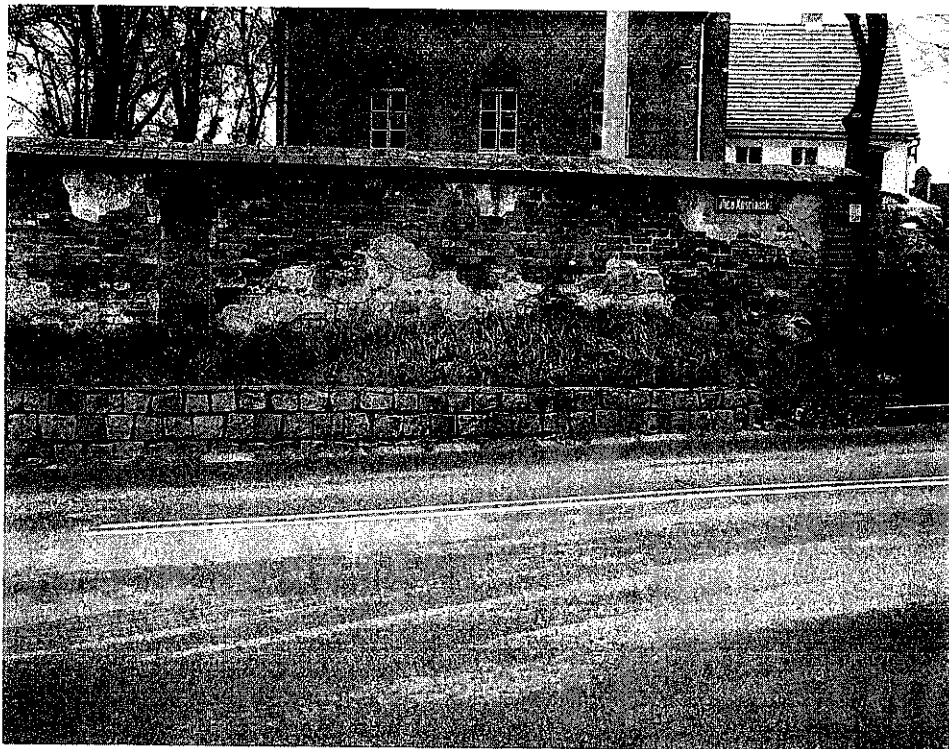
fot.11. Mur zachodni – fragment części południowej, w widoku od strony cmentarza. Widoczne płyty nagrobne wmurowane między filarkami muru. W filarkach widoczne głęboko skorodowane cegły.



fot.12. Mur zachodni – część południowa. Korony muru są zachowane bez zniszczeń, w części spoin ubytki zaprawy.



fot.13. Mur zachodni – naroże część południowo-zachodnie, w widoku od strony cmentarza. Widoczne głęboko skorodowane cegły z głębokimi ubytkami.



fot.14. Mur zachodni – część południowa (mur w którym od strony cmentarza są wmurowane płyty nagrobne), w widoku od strony ulicy. Widoczne rozległe ubytki tynku oraz liczne głęboko skorodowane cegły z głębokimi ubytkami. Korona muru jest bez zniszczeń.

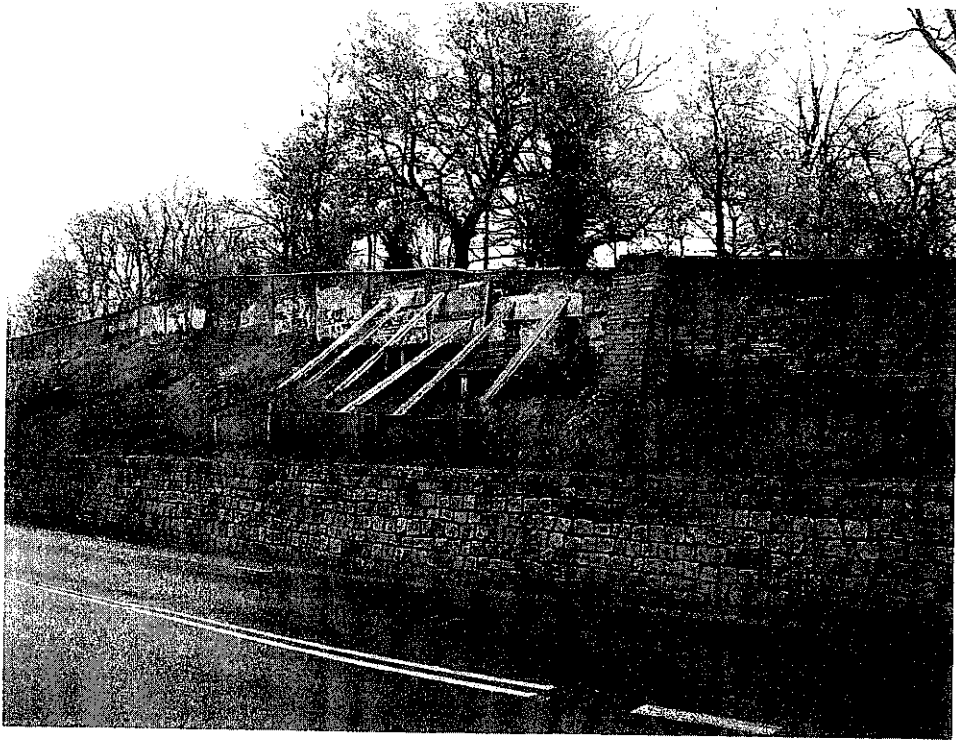


fol.15. Mur zachodni – część południowa, w widoku od strony ulicy. Widoczne ukośne pęknięcia muru przebiegające przez całą wysokość muru. Górą muru rozległe ubytki tynku.

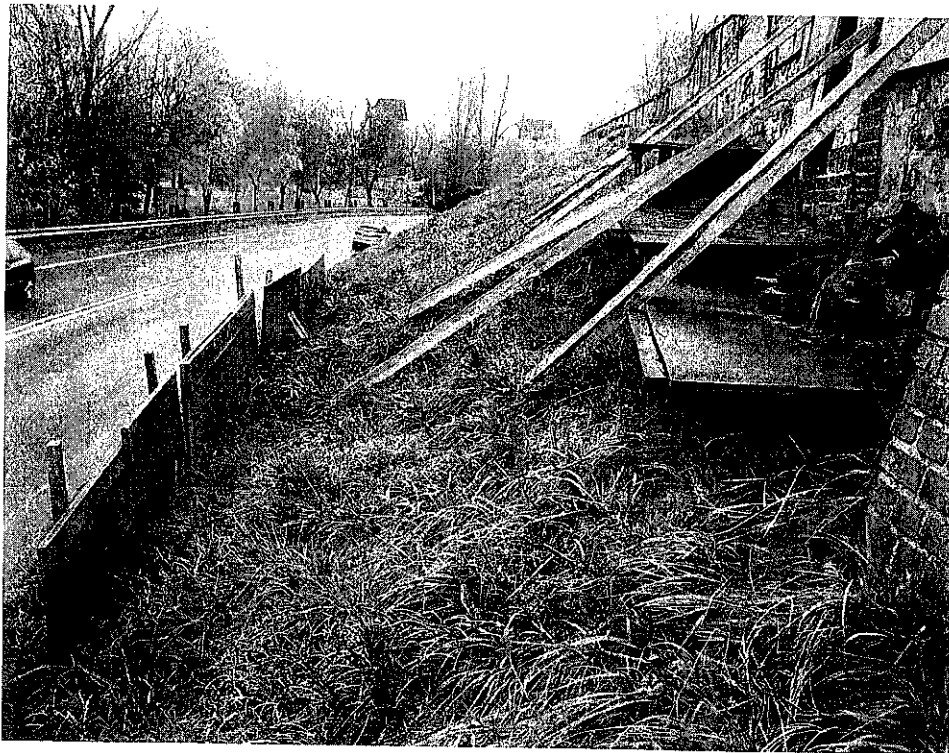


fol.16. Mur zachodni – część południowa, w widoku od strony ulicy. Widoczna przypora odspojona od muru na znaczną odległość. Przypora osiada obracając się w kierunku skarpy. Osiadanie postępuje nadal, na co wskazuje współczesne wypełnienie pęknięcia obecnie już niewystarczającej szerokości.

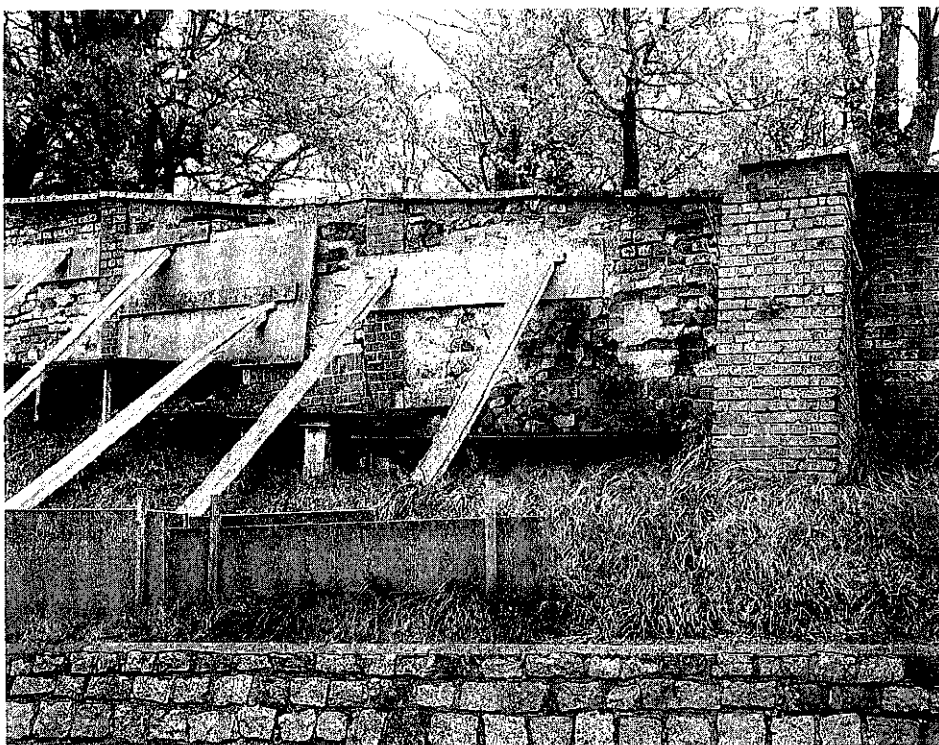




fol.17. Mur zachodni – część południowa, w widoku od strony ulicy - część muru która uległa awarii. Widoczne współczesne prowizoryczne zabezpieczenie tej partii muru, aby nie osunęła się na skarpę i na jezdnię ulicy.



fol.18. Mur zachodni – część południowa, w widoku od strony ulicy - część muru która uległa awarii. Widoczne prowizoryczne zabezpieczenie zniszczonego muru zastrzałami drewnianymi o przekroju 16/8 cm, dołem zapartymi o kołki drewniane wbite w grunt. Po lewej stronie prowizoryczne zabezpieczenie jezdni płytami drewnianymi przed możliwością staczania się cegieł po skarpie.



fot.19. Mur zachodni – część południowa, w widoku od strony ulicy - część muru która uległa awarii. Widoczna ściana o licznych zniszczonych i częściowo niezwiązanych zaprawą ceglach. W ścianie widoczne ukośne pęknięcia oraz rozliczne ubytki cegieł. Po lewej stronie widoczne pionowe przemieszczenie ściany. Ścianę zabezpieczono płytami drewnianymi podpartymi zastrzałami drewnianymi. Dołem pomosty drewniane na których leżą spadające cegły.



fot.20. Mur zachodni – część południowa, w widoku od strony ulicy - część muru która uległa awarii. Widoczne podparcie płyt drewnianych zastrzałami opartymi na elementach drewnianych mocowanych do płyt 2 gwoździami każdy.



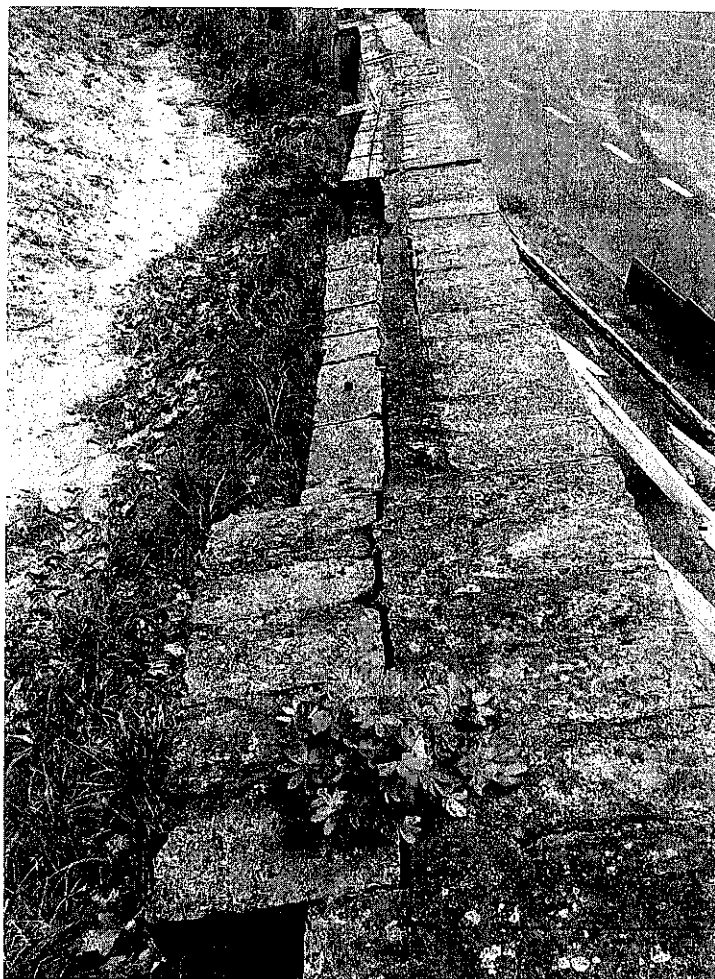
fot.21. Mur zachodni – część południowa, w widoku od strony cmentarza - część muru która uległa awarii (partia muru pokazana z przeciwnej strony na fot. 17-20). Widoczne spękania pionowe w miejscu przypory zewnętrznej oraz spękania poziome (o znacznej rozwartości) i ukośne muru. Dołem widoczny otwór na całej szerokości muru (pokazany na fot.23).



fot.22. Mur zachodni – część południowa, w widoku od strony cmentarza - część muru która uległa awarii. Widoczny pilaster muru spękany pionowo i poziomo. Na koronie muru liczne ubytki zaprawy.



fot.23. Mur zachodni – część południowa, fragment w widoku od strony cmentarza - część muru która uległa awarii. Mur jest zniszczony na całej szerokości, dołem widoczny prześwit na zewnątrz, wyżej otwór osłania drewniana płyta prowizorycznego zabezpieczenia (fot. 19).



fot.24. Mur zachodni – część południowa - część muru która uległa awarii. Korona muru jest podłużnie spękana z ubytkami cegły. Po prawej stronie widoczne drewniane zastrzały prowizorycznego zabezpieczenia muru.





fot.25. Mur zachodni – część środkowa, w widoku od strony ulicy. Widoczne rozległe ubytki tynku oraz liczne głębokie ubytki zaprawy. Dołem skarpy widoczny współczesny kamienny mur oporowy.



fot.26. Mur zachodni – część środkowa, w widoku od strony ulicy. Część muru z pilastrami, górą mur ceglany, dołem z kamieni o znacznych rozmiarach. W murze ceglany rozległe ubytki tynku, część cegieł jest skorodowanych z ubytkami oraz głębokie ubytki zaprawy. W murze kamiennym głębokie ubytki zaprawy – kamienie nie związane zaprawą.

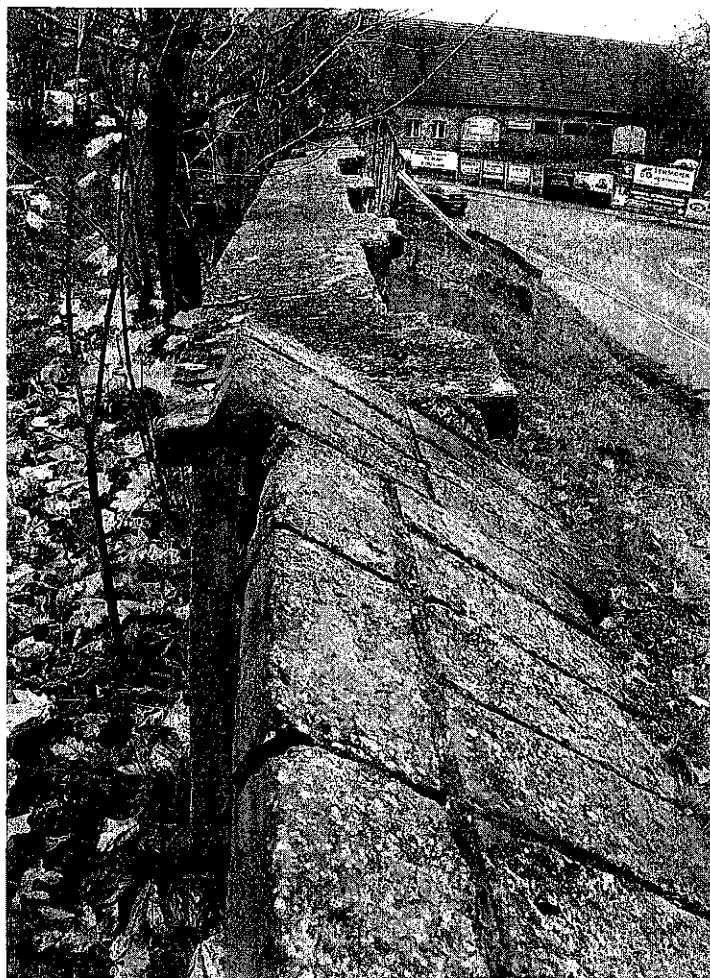


fot.27. Mur zachodni – część środkowa i północna, w widoku od strony ulicy. Mur jest bez zniszczeń. W części fundamentowej muru cegły miejscami zniszczone.



fot.28. Mur zachodni – część północna, w widoku od strony ulicy. W głębi widoczny taras widokowy. Mur jest bez zniszczeń. W części fundamentowej muru cegły są częściowo zniszczone.

fot.29. Mur zachodni – część środkowa. Korona muru w części muru z pilastrami jest pokryta gładzią cementową, częściowo odspojoną od podłoża. Bliżej korona muru o znacznym spadku ku ulicy.



fot.30. Mur zachodni – część północna. Korona muru jest z cegieł ułożonych w spadku w kierunku ulicy. Na koronie liczne ubytki zaprawy.



fot.31. Naroże muru zachodniego (po lewej) i północnego (po prawej), w widoku od strony cmentarza. Po lewej stronie taras widokowy. W murach rozległe ubytki tynku.



fot.32. Naroże muru zachodniego (po prawej) i północnego (po lewej), w widoku od strony ulicy. Po prawej stronie taras widokowy, wykorzystywany w trakcie zgromadzeń religijnych do wygłaszania kazań. Widoczne pionowe i ukośne pęknięcia muru przy pilastrze narożnym. Dołem w murach, również tarasu widokowego, część cegieł jest zniszczonych oraz występują głębokie ubytki zaprawy.

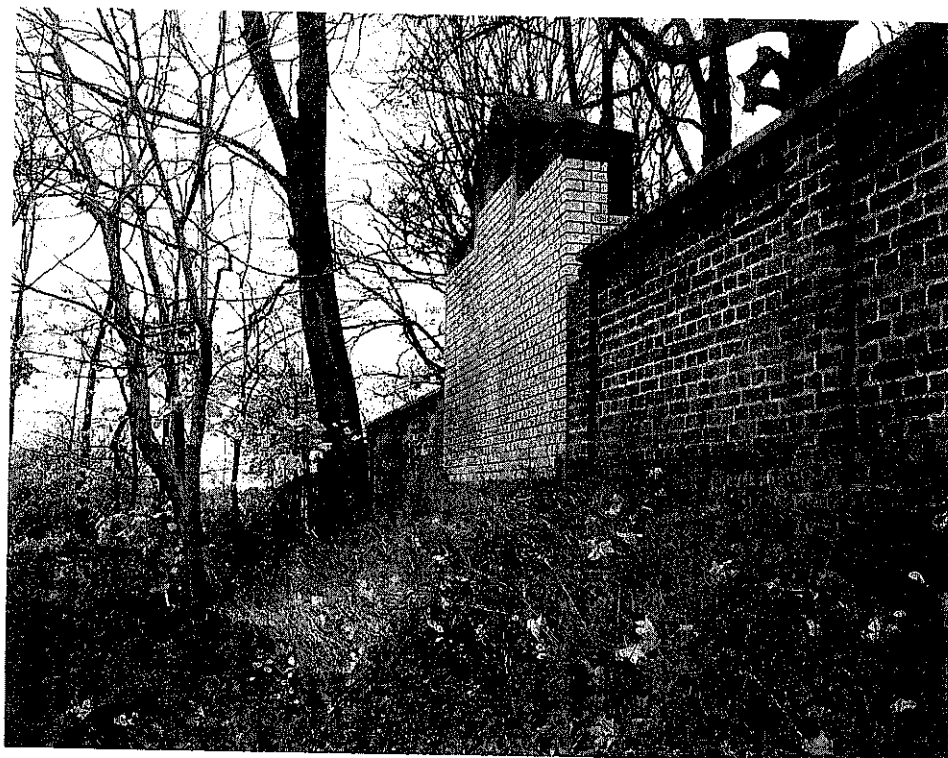




fol.33. Mur zachodni – część północna - taras widokowy. Widoczne pionowe pęknięcie muru o znacznej rozwarłości. Pęknięcie występuje w płaszczyźnie wewnętrznego lica muru zachodniego.



fol.34. Mur zachodni – część północna - taras widokowy. Widoczne pionowe pęknięcie muru o znacznej rozwarłości.



fot.35. Mur północny – część zachodnia i środkowa, w widoku od strony ulicy. Stan muru jest zadowalający, z wyjątkiem ubytków w dolnej fundamentowej partii.



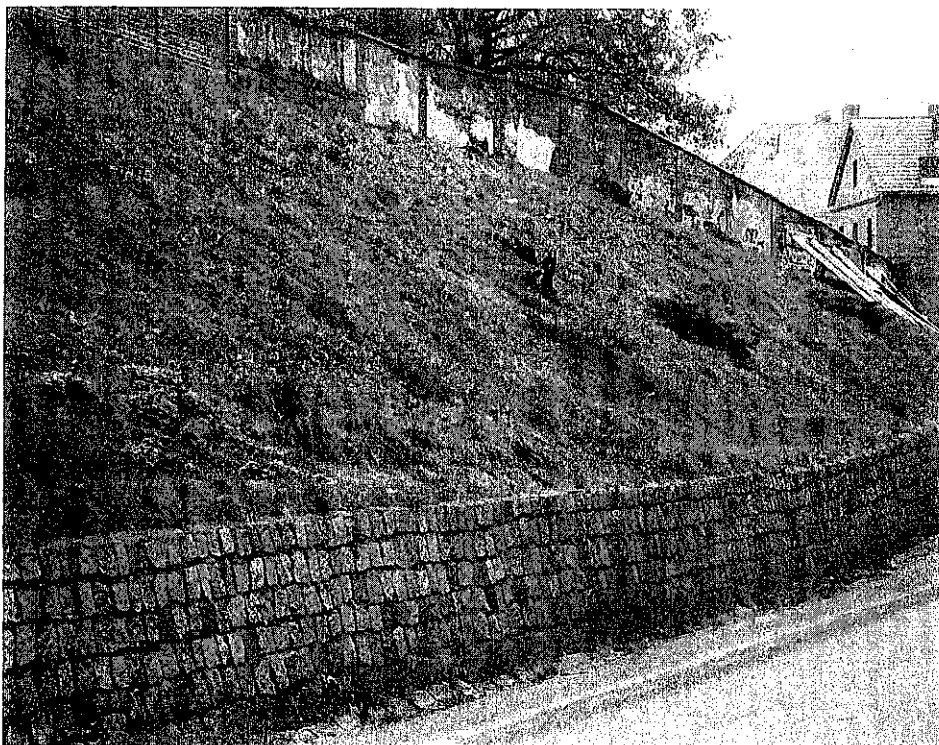
fot.36. Mur północny - fragment zachodni, w widoku od strony ulicy. Stan muru jest ogólnie zadowalający, z wyjątkiem dolnych partii, gdzie część cegieł jest zniszczonych oraz występują głębokie ubytki zaprawy.



fot.37. Naroże muru północnego (po prawej) i wschodniego, nie będącego przedmiotem ekspertyzy (po lewej), w widoku od strony skarpy północnej. Mur północny jest wzmocniony pilastrami. Na koronie muru jest rozległy ubytek: cegły. W pobliżu naroża muru jest ukośne pęknięcie na całej wysokości muru.



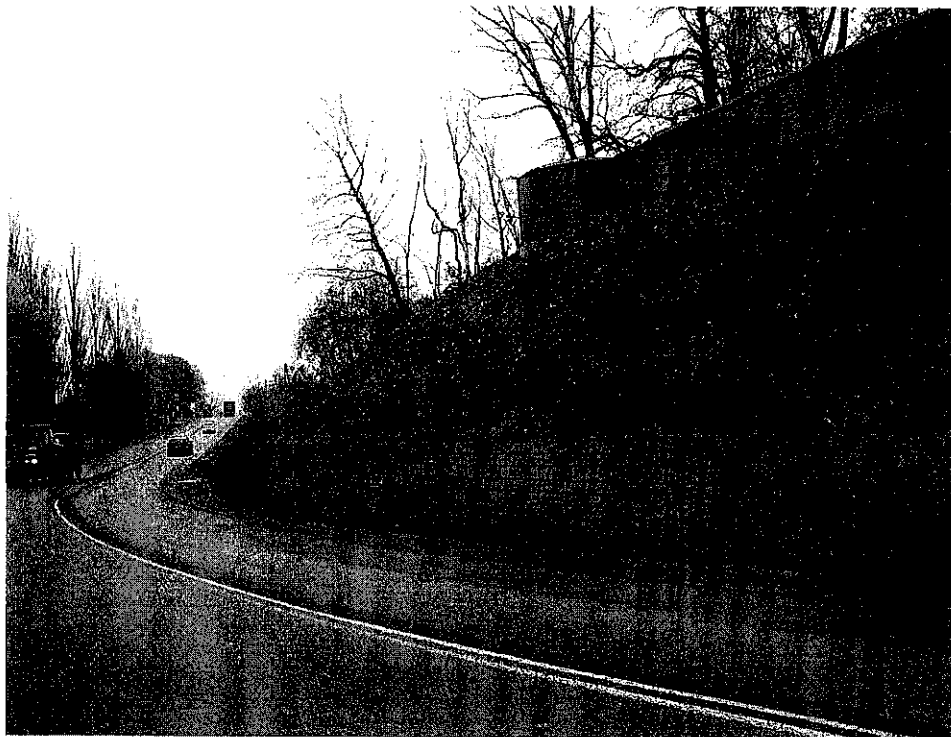
fot.38. Mur północny – fragment części wschodniej, w widoku od strony skarpy północnej. Widoczne ukośne pęknięcie muru, o znacznej rozwartości, rozwierające się ku górze. Charakter pęknięcia wskazuje, że przyczyną jest tu odchyłanie się muru wschodniego.



fot.39. Skarpa zachodnia w części południowej. Widoczne pnie po wyciętych drzewach. We współczesnym kamiennym murze oporowym, w jego górnej części, widoczne poziome szczeliny świadczące o odspojeniu górnych warstw muru.

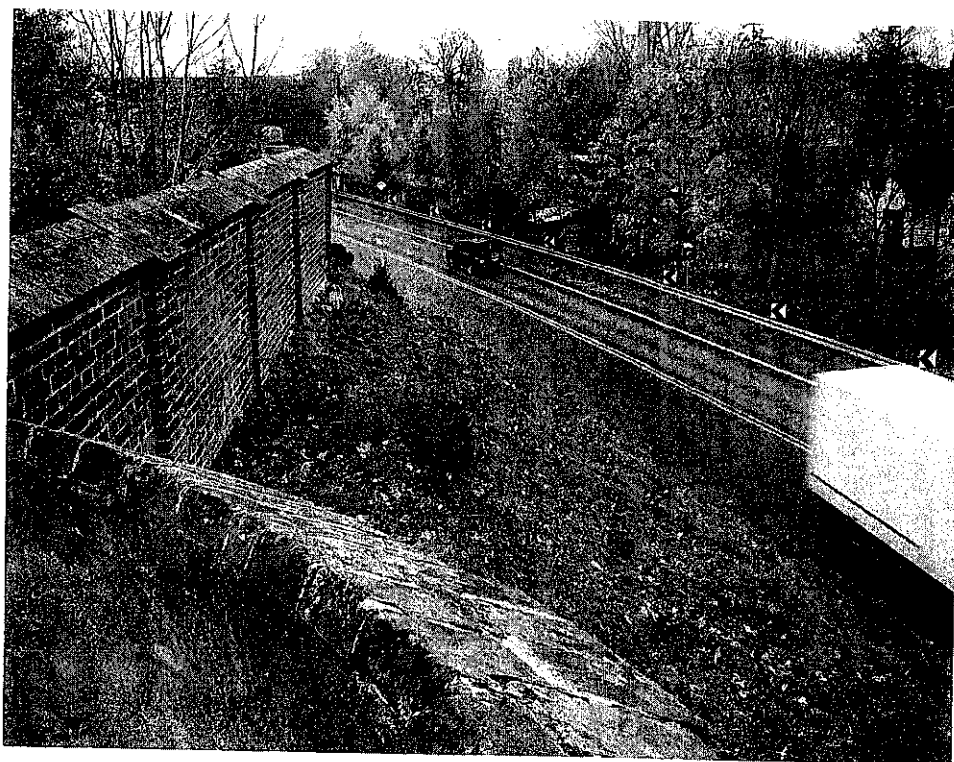


fot.40. Skarpa zachodnia w części środkowej. Widoczne pnie po wyciętych drzewach. We współczesnym kamiennym murze oporowym, w jego górnej części, widoczne poziome szczeliny świadczące o odspojeniu górnych warstw muru.



fot.41. Skarpa zachodnia w części północnej. Górą ceglany mur cmentarny, dołem skarpy współczesny kamienny mur oporowy, o wysokości dochodzącej do 1,50 m. Skarpa jest wysoka, stroma o pochyleniu ponad 30°. Skarpa jest porośnięta trawą.

Jak wynika z pozostawionych pni, skarpe poprzednio porastały liczne drzewa, których system korzeniowy stabilizował skarpe oraz odprowadzał pobierając korzeniami wodę z gruntu. Obecnie po wycięciu drzew pozostawione korzenie nie odprowadzają gruntu. Grunt na skarpie jest zawilgocony i tak miękki, że odkształca się pod obciążeniem nogą człowieka.



fot.42. Skarpa zachodnia w części północnej, w widoku z tarasu. Widoczne liczne pnie, o małej i dużej średnicy, po wyciętych drzewach.

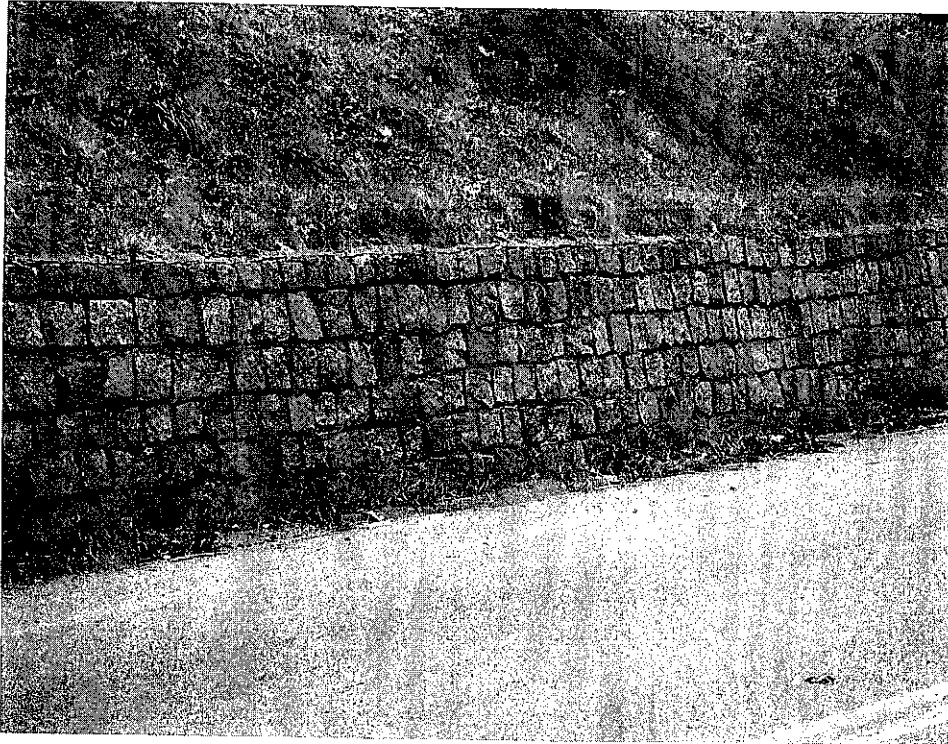




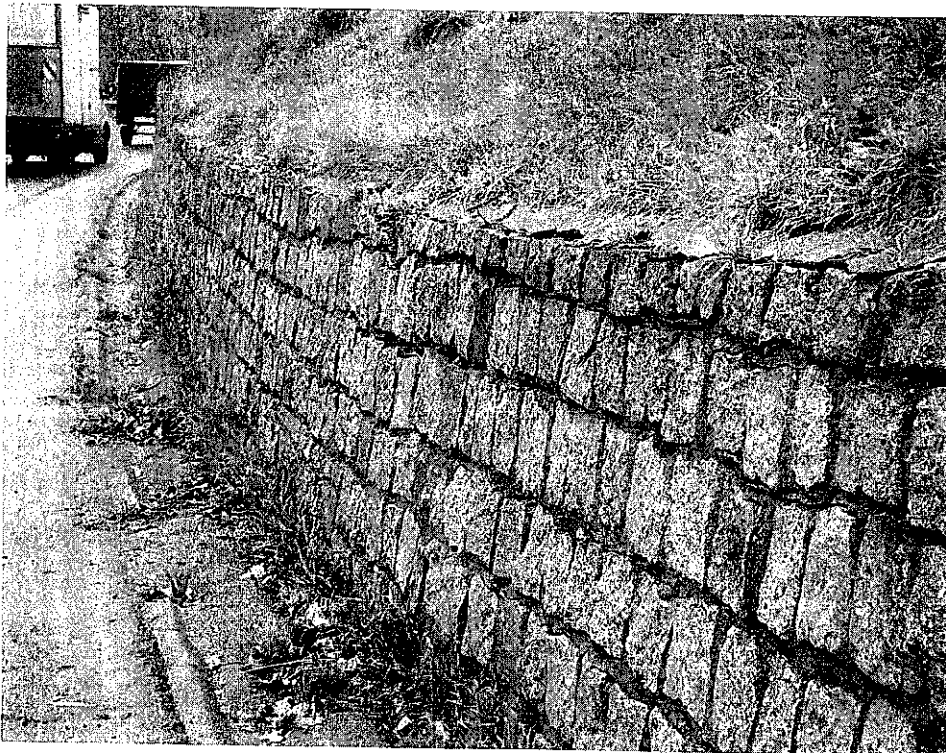
fot.43. Skarpa północna – porośnięta trawą oraz licznymi drzewami i krzakami, których system korzeniowy stabilizuje skarpe.



fot.44. Mur oporowy - w części środkowej. Mur został wykonany wspólnie z kostki kamiennej granitowej, o wymiarach około 20/20, 30/20 cm, na mocnej zaprawie cementowej. Między murem oporowym, a jezdnią ulicy jest koryto z elementów betonowych odprowadzające wodę opadową.



fot.45. Mur oporowy – w części środkowej. Widoczne szczeliny poziome między górnymi warstwami muru.



fot.46. Mur oporowy – w części północnej. Widoczne szczeliny poziome między górnymi warstwami muru.



fot.47. Mur oporowy – w części północnej. Widoczne szerokie i głębokie szczeliny poziome między górnymi warstwami muru. O rozwarciu szczelin świadczy, że nóż o długości ostrza 18 cm, wchodzi w szczelinę na całą długość ostrza, mimo silnej zaprawy, którą nóż nie jest w stanie przebić. Szczeliny powstały w wyniku naporu gruntu skarpy i są świadectwem niszczenia muru, w wyniku przeciążenia.



fot.48. Mur oporowy – w części środkowej. Widoczna szeroka szczelina, która powstała w spoinie pod górną warstwą kamienną muru. W spoinach w niższych warstwach również są poziome szczeliny. Na zdjęciu widoczny jest nóż włożony do górnej szczeliny. Szczeliny powstały w wyniku naporu gruntu skarpy i są świadectwem niszczenia muru, w wyniku przeciążenia.