

Nadesłano 23.09.2016 r.; zaakceptowano 28.10.2016 r.

## PODZIEMNA WIELKA WOJNA

Krzysztof DOMAGAŁA

ul. Wita Stwosza 6c/20, 67–200 Głogów, domagala.k.a@gmail.com

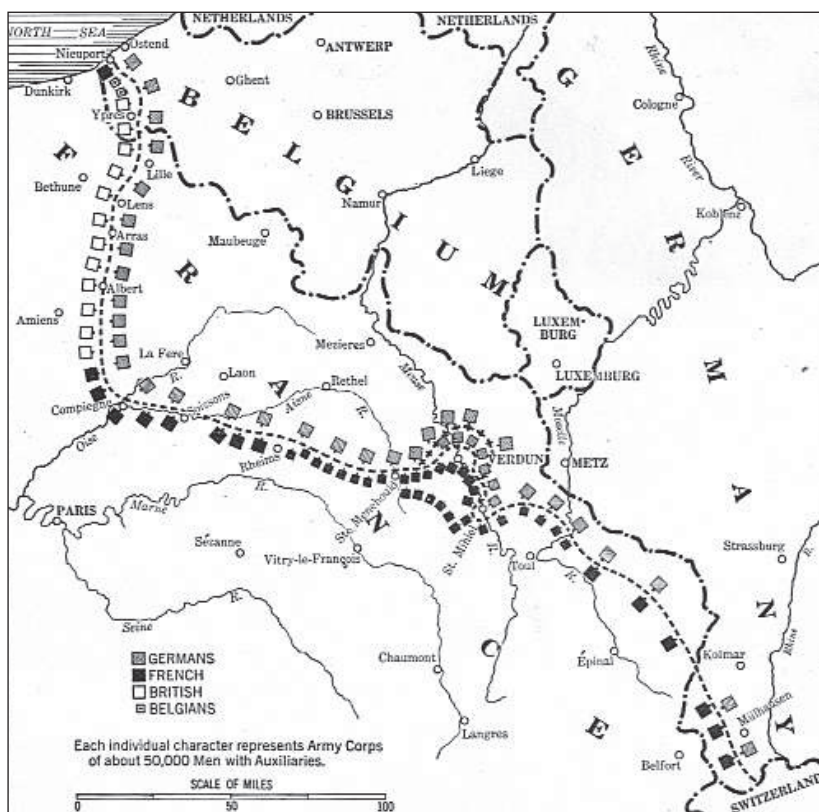
*inżynieria wojskowa, I wojna światowa, mineralstwo,  
górnictwo w wojskowości, działania podziemne*

Praca ta poświęcona jest działaniom wojennym prowadzonym pod ziemią na zachodnim froncie podczas I wojny światowej. Przedstawia zagadnienia techniczne prowadzenia takich działań, metodykę prowadzenia prac oraz ogólny przebieg operacji. Opisuje podstawowe problemy związane z urabianiem, konstruowaniem oraz zabezpieczaniem podziemnych systemów minowych, a także organizację struktur jednostek minerskich walczących armii. Każde z tych zagadnień zilustrowane jest przykładami historycznymi oraz faktami obrazującymi skalę prowadzonych działań. Przedstawiono najważniejsze wydarzenia będące skutkiem prowadzenia tych działań

### 1. Wstęp

Pierwsza wojna światowa była pierwszym konfliktem na świecie, w którym uczestniczyło tak wiele państw. Konflikt prowadzony między ententą a państwami centralnymi trwał od 28 lipca 1914 do 11 listopada 1918 i pochłonął ponad 14 milionów ofiar. Działania prowadzono na kilku kontynentach i wielu frontach. Operacje wojskowe prowadzone pod ziemią pozostają w cieniu zainteresowań tematyką dotyczącej I wojny światowej, a w Polsce temat ten jest dla wielu osób w ogóle nieznanym. Praca ta powstała w celu przedstawienia i zainteresowania charakterystyką działań prowadzonych pod frontem Wielkiej Wojny. Z uwagi na przedmiot zainteresowania, omówione zostaną działania prowadzone na froncie zachodnim. Praca została oparta w głównej mierze na materiałach literaturowych dotyczących omawianego tematu, przede wszystkim na książce Simona Jonesa „Wojna pod ziemią 1914–1918” (Jones, 2010) oraz artykułach branżowych.

Front zachodni rozciągał się na długości ponad 600 km, od Nieuwpoort nad Morzem Północnym we Flandrii, przez Artois, Pikardię, Szampanię, Lotaryngię, Wogezy aż do granicy ze Szwajcarią (ryc. 1). Przechodził przez tereny o zróżnicowanej budowie geologicznej, stwarzające różne warunki do prowadzenia działań podziemnych. Praktyka i wiedza zdobywana w czasie trwania konfliktu pozwoliły na



Ryc. 1. Przebieg linii frontu zachodniego, stan na wiosnę 1915 (www.worldwar1..., 2016)

Fig. 1. Western front in spring 1915 (www.worldwar1..., 2016)

rozwój myśli saperskiej i minowej, który w znacznym stopniu wpłynął na działania prowadzone w przyszłości, przy budowie umocnionych struktur obronnych lub prowadzenie działań defensywnych i obronnych (np. Linia Maginota czy Cu Chi).

## 2. Minerzy i kompanie podkopowe

Prowadzenie działań podziemnych na froncie I Wojny Światowej nie należało do zadań prostych. Działania minowe często prowadzone były w warunkach ekstremalnych, zarówno pod względem geologicznym jak i w związku z działaniami wojennymi na powierzchni oraz pod ziemią – prowadzonymi przez przeciwników. Praca w takich warunkach wymagała od minerów wysokiej wytrzymałości psychicznej i fizycznej ale również odwagi, pomysłowości, doświadczenia oraz wzajemnego zaufania. W związku z wysokimi wymaganiami stawianymi minerom, nazywanym w późniejszym okresie również *podkopywaczami*, najczęściej do jednostek minerskich rekrutowane były osoby mające doświadczenie w pracy w przemyśle górnym. Praktyka ta była stosowana zarówno przez Ententę jak i państwa Osi.

## 2.1. Stan przed wybuchem wojny

Przed rokiem 1914 większość prognoz odnoszących się do prowadzenia wojny odrzucała ideę działań pozycyjnych czy też prowadzenia długotrwałych oblężeń, gdzie sztuka minerska znajdowała swoje zastosowanie. Przewidywano gwałtowne, manewrowe ruchy wojsk, mające doprowadzić do szybkiego rozstrzygnięcia konfliktu. W związku z tym rozwiązania oblężnicze były marginalizowane i odeszły do lamusa. Po załamaniu się niemieckiej ofensywy w bitwie pod Marną (5–9 września 1914) obie strony okopały się, a działania przybrały charakter wojny pozycyjnej (Jones, 2010).

W początkowej fazie obie strony wykazywały słabą orientację w prowadzeniu działań podziemnych. Przykładowo, przygotowanie armii brytyjskiej do zadań oblężniczych w całości oparte było na przeprowadzonych w 1907 r. w Chatham, pierwszych od ponad 20 lat, ćwiczeniach minerskich. Według relacji Roberta Harveya, ćwiczenia te ograniczyły się do 3-dniowych manewrów, w czasie których wydrążono tunel o długości 30 stóp (około 9 metrów) po czym założono i zdetonowano ładunek. Roboty przeprowadzane były w miękkiej, łatwo urabialnej glebie. Na podstawie zdobytej w ich trakcie wiedzy opracowano wydany w 1910 r. regulamin prac minerskich. Przepisy te pozostawały daleko w tyle za osiągnięciami ówczesnej cywilnej technologii górniczej i geoinżynierijnej oraz były oparte na nieefektywnych i przestarzałych metodach prowadzenia tego typu działań (Jones, 2010).

W armii brytyjskiej pozycja wojsk lądowych była marginalizowana, tym bardziej stan jednostek inżynieryjnych był krytyczny. Imperium Brytyjskie było typową potęgą morską z potężną flotą i słabą armią lądową, która przypominała bardziej policję niż wojsko (Jones, 2010).

Nieznacznie lepiej sytuacja wyglądała w armii niemieckiej i francuskiej. Początkowo strona francuska przedstawiała najlepsze rozpoznanie tematu. Po wybuchu wojny odnowiono stare instrukcje dotyczące prowadzenia działań minerskich (*Ecole de Mines* z 1909 r.) oraz dysponowano przeszkolonymi w tym celu jednostkami saperskimi. Podobnie w armii niemieckiej, zaktualizowano stare podręczniki minerskie na podstawie których rozpoczęto prowadzenie działań minerskich. Niemieckie jednostki pionierów zostały utworzone z jednostek fortecznych, których głównym zadaniem było prowadzenie działań kontrminowych, jednakże było to już jakies doświadczenie (Jones, 2010).

Początkowa przewaga armii niemieckiej i francuskiej wynikająca z dysponowania przeszkolonymi jednostkami inżynieryjnymi oraz posiadania opracowań i instrukcji, wkrótce stała się ich słabością. Skostniałe podejście do tematyki prowadzenia prac minowych skutkowało m.in. wolniejszym postępowaniem prac, prowadzeniem ich na mniejszych głębokościach oraz stosowaniem nadmiernego obudowywania korytarzy (np. wykorzystanie takiego samego oszalowania w ośrodkach grząskich (piaski, gliny) jak i w twardych (wapień, kreda, gips). Generowało to znacznie większe koszty oraz zabierało więcej czasu niż w przypadku jednostek brytyjskich. Brak doświadczenia i wiedzy tych ostatnich wymuszał ścisłą współpracę z odpo-

wiednimi sektorami przemysłu cywilnego, a prowadzone przez nich działania odznaczały się niezwykłą elastycznością oraz częstym stosowaniem nowych rozwiązań (Jones, 2010).

## 2.2. Po wybuchu wojny

Brak wykwalifikowanych saperów w Brytyjskim Korpusie Ekspedycyjnym wymuszał współpracę między armią a sektorem cywilnym. Brytyjscy oficerowie minerscy oraz kopacze byli werbowani spośród pracowników branży górniczej. Osoby o doświadczeniu zdobytym w kopalniach obu Ameryk, Afryki, Australazji czy Malezji, swoje umiejętności wykorzystywali na frontach I Wojny Światowej. Wprowadzili oni do działań podziemnych nowoczesne technologie, rozwiązania oraz mechanizację. Dzięki temu zabiegowi jednostki brytyjskie osiągnęły wysoki stopień efektywności jeszcze przed końcem 1915 r. Na szeroką skalę proces ten rozwinął się w grudniu 1915 r., kiedy do Francji zostały sprowadzone kompanie podkopowe z Kanady, oraz na wiosnę 1916 r. (kompanie z z Australii i Nowej Zelandii). Dużą rolę odegrała także postać sir Johna Norton-Griffithsa, który zreformował struktury jednostek saperskich (Jones, 2010).

Początkowo działania minowe w brytyjskich sektorach minowych były prowadzone przez Brytyjskie Sekcje Minowe (BSM). Składały się one z żołnierzy Armii Brytyjskiej oraz Rezerwy Armii Brytyjskiej, którzy po przejściu do rezerwy zostali górnikami. Do BSM wcielano również mieszkańców obszarów górniczych, wcielonych do Armii Terytorialnej. Wkrótce taki podział został poddany modernizacji. Po przybyciu do Francji sir John Norton-Griffithsa 13 lutego 1915 r., razem z sir Georgem Henrym Fowk'iem (szefem służb inżynieryjnych) oraz jego zastępcą Rober-



Ryc. 2. Podkopywacze ze 175. Kompanii Podkopowej (Barton, 2012)

Fig. 2. 175. Tunnelling Company (Barton, 2012)

tem Napierem Harvey'em, rozpoczęto pracę nad reorganizacją struktur jednostek minerskich. Nowa koncepcja polegała na tworzeniu kompletnych jednostek podkopowych w miejsce sekcji przydzielonych do poszczególnych kompanii połowych. Jednostki te składać się miały z 5 oficerów oraz 269 podoficerów i żołnierzy. Takie rozwiązanie stwarzało możliwość pracy w 12 korytarzach jednocześnie, z których każdy posiadał 3 przodki robocze. Sformowano 8 takich kompanii, które nazwano Kompaniami Podkopowymi, a pracujących w nich żołnierzy, z racji braku kwalifikacji saperskich, nazywano podkopywaczami (ryc. 2) (Jones, 2010).

Sir John Norton-Griffiths przed wybuchem wojny prowadził przedsiębiorstwo Griffiths & Co. zajmujące się drążeniem kanałów w Manchester. Panujące tam warunki geologiczne były analogiczne do tych we Flandrii. Pracownicy przedsiębiorstwa byli przyzwyczajeni do pracy w twardej glinie, dysponowali doświadczeniem oraz wiedzą na temat drążenia tuneli w takim materiale. Wprowadzili oni metodę drążenia gliny, którą opisano szczegółowo w dalszej części pracy. Silny charakter i upór Griffithsa doprowadził do wydania zgody przez dowództwo armii na reorganizację struktur oraz wdrażanie nowych rozwiązań. W krótkim czasie armia wyraziła zapotrzebowanie na 10 000 kopaczy. Wymagania im stawiane były bardzo konkretne. Poszukiwano osób niewysokich, starszych tj. około 30–40 lat, posiadających doświadczenie w pracy górniczej lub przy podobnych projektach geoinżynierskich, opanowanych oraz potrafiących pracować w ekstremalnych warunkach panujących na przodku. Kandydatów na „kretów” zachęcano atrakcyjnymi warunkami płacowymi – 6 szylingów za dzień pracy. Dla porównania niewykwalifikowany kopacz otrzymywał wynagrodzenie w wysokości dwóch szylingów i dwóch pensów a żołnierz piechoty szylinga i 3 pensy (Barford, 2016).

Kompanie brytyjskie posiadały wielką swobodę w zakresie prowadzenia działań minerskich. Każda stosowała autorskie metody drążenia oraz wykorzystywała własne narzędzia. Dzięki dużej niezależności od dowództwa kompanie te najlepiej potrafiły się dostosować do warunków, w których przyszło im pracować, wykazywały wielką pomysłowość oraz stosowały często awangardowe rozwiązania (przykładem – użycie stalowego orurowania w silnie zawadnionej warstwie piasku we Flandrii czy *spilingu*, czyli pokrywania palami). Większa elastyczność w działaniach podkopowych skutkowałą szybszym postępowaniem robót oraz prowadzeniem ich na większych głębokościach, co przekładało się na zdobywanie przewagi nad przeciwnikiem. W przeciwieństwie do armii francuskiej czy w szczególności niemieckiej, brytyjskie regulaminy nie były narzucane odgórnie, a wychodziły od poziomu roboczego. Jak wspomniano już wcześniej, każda kompania stosowała własne rozwiązania oraz narzędzia. Swoją metodyką, doświadczeniem oraz sugestiami dzieliły się one między sobą w „Mining Notes”. Skuteczność takiego rozwiązania można poznać po tym, że Brytyjczycy bardzo szybko zarzucili przedwojenne regulaminy, czego nie uczynili ani ich sojusznicy ani wrogowie (Jones, 2010).

### 3. Obiekty podziemne

Frontu walk stanowiły dwie równoległe linie okopów oddalonych od siebie zazwyczaj o kilkaset, ale czasem zaledwie o kilkanaście metrów. Wojna pozycyjna opierała się na działaniach wykorzystujących silnie umocnione połowe pozycje obronne, które mogły być pokonane poprzez tzw. przełamanie linii frontu. W tym celu w czasie I wojny światowej sprowadzano na front setki tysięcy żołnierzy, wierząc że przewaga liczebna umożliwi jego dokonanie. Środkami poprzedzającymi i wspomagającymi natarcie były masowe ostrzały artyleryjskie (przykładowo: tylko w czasie bitwy pod Verdun obie strony wystrzeliły ponad 35 milionów pocisków różnokalibrowych), jak również ataki minerskie i podkopowe (Jones, 2010).

#### 3.1. Podkopy

Przez cały okres trwania działań wojennych I wojny światowej, na wszystkich liniach frontu powszechnie wykorzystywane były tzw. *podkopy rosyjskie*. Ich nazwa wywodzi się z francuskiego *sape russe* i oznacza posadowiony płytko pod ziemią korytarz. Podkopy takie były prowadzone na głębokości zaledwie 20 do 50 centymetrów pod powierzchnią gruntu. Ich wymiary poprzeczne wynosiły około 2 stóp i 6 cali (80 centymetrów) w spągu i rozszerzały się ku górze, na  $\frac{3}{4}$  wysokości przechodząc w sklepiony strop, a wysokość zawierała się między 5 (153 cm) a 6 stopami (183 cm). Jedną z cech charakteryzujących korytarzy tego typu był brak stosowania obudowy (Jones, 2010).

Pokonanie pasa ziemi niczyjej stwarzało olbrzymie trudności. Pozbawiony osłon, otwarty teren o księżycowym krajobrazie, nieustannie był strzeżony przez wrogich snajperów, stanowiska karabinów maszynowych czy moździerzy. Rosyjskie podkopy były wykorzystywane na wiele sposobów w czasie walk na frontach I Wojny Światowej. Jednym z ciekawszych zastosowań było użycie ich w celu podciągnięcia pierwszej linii umocnień i skrócenia dystansu dzielącego okopy. Operacją przeprowadzano wyprowadzając kilka równoległych tuneli na określoną odległość, a potem łącząc je jednym tunelem, drążąc z każdego przodka w bok. Następnie zawalano sklepienie, tworząc w ten sposób nową linię okopów, która mogła służyć do bezpośredniego wyprowadzenia ataku. Sytuacja taka miała miejsce w czasie bitwy pod Loos, gdzie oddziały brytyjskie skróciły tym sposobem dystans do pierwszej linii niemieckiej do 150–200 jardów (137–183 metrów) (Jones, 2010).

Podkopy rosyjskie posiadały swoje wady i zalety. Do zalet należy zliczyć małe ryzyko pogrzebania pod ziemią, co w korytarzach głęboko posadowionych było częstym zjawiskiem. Były one łatwe w wykonaniu, gdyż drążono je w łatwo urabialnym materiale jak glina, piasek czy gleba. Dawały osłonę przed atakami granatami lub ogniem karabinowym bądź obserwacją. Wykorzystywano je do pokonania pasa ziemi niczyjej, podciągnięcia pierwszej linii okopów lub stanowisk wsparcia natarcia (moździerzy, karabinów itp.). Wentylacja wyrobisk nie była skomplikowana. Powietrze dochodziło do korytarzy przez wydrążone w stropie otwory wentylacyjne, często przy pomocy bagnetu, co około 45 stóp (13 metrów). Ponadto długość otwo-

rów wentylacyjnych była wykorzystywana do określenia głębokości posadowienia korytarza i jego ewentualnego poziomowania. Słabą stroną tego rozwiązania było natomiast ich nietrwałość oraz niski poziom ochrony przed ogniem przeciwnika. Tunele te były konstrukcjami jednorazowego użytku, po zapadnięciu stropu nie dawały już one żadnej osłony (Jones, 2010).

### 3.2. Korytarze głębokie

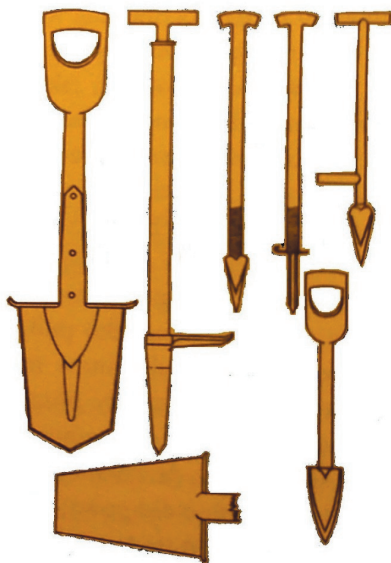
Budowa elementów infrastruktury obronnej posadowionych na większych głębokościach wymagała większego zaangażowania sił, środków oraz umiejętności. Wraz z głębokością zmieniało się ciśnienie górotworu, pogarszała się jakość powietrza oraz pojawiały się problemy związane z zawodnieniem obszaru. Początkowo prace takie prowadzono na stosunkowo niewielkich głębokościach, sięgających do 10 metrów pod powierzchnią terenu. Impas panujący na froncie sprawiał, że stopniowo schodzono coraz niżej, dochodząc nawet do 100 metrów pod ziemią. Pod Vauquois, w czerwcu 1915 roku, podkopywano się na głębokości do 5 metrów. Już po pół roku działania minerskie zeszyły na poziom 20 metrów, a po kolejnych 4 miesiącach na 42 metry. Maksymalną głębokość osiągnięto w marcu 1918 schodząc aż na 95 metrów pod powierzchnię terenu (Jones, 2010).

Zasady kopania i zabezpieczania takich tuneli określały instrukcje minerskie. Zależnie od ich celu oraz rodzaju ośrodka skalnego miały one określone wymiary, podyktowane ich przeznaczeniem. Przejścia komunikacyjne były bardziej przestronne niż tzw. *remeaux de combat* czyli tunele szturmowe. O ile armie francuska i niemiecka stosowały regulaminowe wymiary wyrobisk, to w armii imperium brytyjskiego każda kompania stosowała własne wytyczne. Brytyjczycy dla wyrobisk szturmowych standardowo drążyli korytarze o wymiarach 3 stopy 10 cali (ok. 115 cm) na 2 stopy 4 cale (ok. 70 cm), Francuzi natomiast – 80 × 65 cm. Przejścia komunikacyjne charakteryzowały się większymi przekrojami. Dla wyrobisk w kredzie Brytyjczycy stosowali szablon 4 stopy 10 cali (ok. 147 cm) wysokości na 2 stopy 9 cali (ok. 84 cm) szerokości, natomiast oddziały nowozelandzkie wymiar 6 stóp 3 cale (ok. 190 cm) na 3 stopy 6 cali (ok. 107 cm). Na wymiary oraz rodzaj zabezpieczenia chodników wpływał również typ ośrodka skalnego. Front Wielkiej Wojny osiągnął ponad 600 km długości, przechodząc przez obszary gliniaste, piaszczyste, piaskowcowe czy kredowe. Strona brytyjska wykazywała się dużymi zdolnościami adaptacyjnymi. Kiedy minerzy francuscy czy niemieccy stosowali sztywne zasady szalowania i drążenia, oddziały imperialne łatwo dostosowywały się do zastanych warunków, manipulując parametrami tuneli oraz ich oszalowaniem. W stabilnym górotworze, np. w twardych utworach kredowych, często nie stosowano żadnego szalunku, w mniej stabilnych ośrodkach konstruowano obudowy odpowiadające panującym w danym miejscu warunkom. Taka praktyka miała bezpośrednie przełożenie na tempo drążenia oraz redukcję kosztów (Jones, 2010).

Sposoby drążenia dostosowywano do rodzaju materiału skalnego. Dla skał zbitych stosowano standardowo kilofy, łopaty i podobne narzędzia. Jednak wielu problemów przysparzała praca w twardej glinie, a metody sugerowane w regulami-

nach często były mało efektywne. Flandryjska niebieska glina była bardzo trudno urabialna a praca w niej niezwykle mozolna. W tym miejscu brytyjskiej armii z pomocą przyszli rekruci, którzy w cywilu pracowali przy budowaniu kanałów. Zaproponowali oni metodę kopania wykorzystującą do tego specjalne narzędzie nazwane *push pick* – małą łopatkę z ostrą krawędzią i ciężką łyżką (ryc. 3). Miner, zapierając się plecami o worki z urobkiem lub deskę, obiema nogami wbijał ostrze łyżki w spąg korytarza i drążył wolną przestrzeń na szerokość wyrobiska i długość łyżki. Następnie, odcinał bryły gliny idąc w kierunku stropu. Metoda ta nazywana „pracą na krzyżu” umożliwia odłupywanie dużych kawałków gliny, była cicha i szybka. Dzięki tej metodzie można było wydrążyć od 25 do 30 stóp tunelu dziennie (7,5 do 9 m), Niemcy nieznający tej metody osiągnęli postęp rzędu 6 stóp na dobę (ok. 1,80 m) (Jones, 2010).

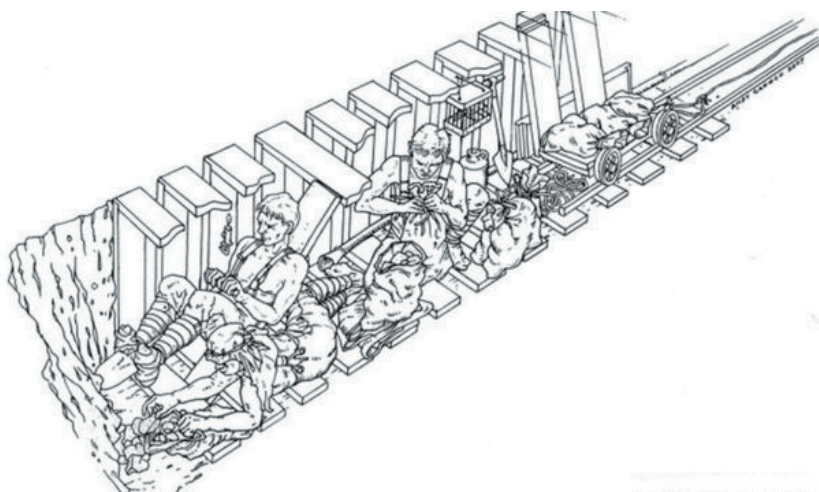
Zespół podkopywaczy składał się z trzech osób, gdzie każdy rotacyjnie pracował na innych stanowisku. Na przodku pracował *kicker*, materiał odbierał i pakował do worków *bagger*, za odstawianie urobku odpowiedzialny był *trammer* (ryc. 4). Praca na przodku trwała bezustannie, minery pracowali w 3 zmianach po 6 godzin. Poza drążeniem korytarza do ich zadań należało także zabezpieczanie wyrobiska. Zestaw szalunkowy składał się z 4 elementów: podstawy, ścianek nazywanych nogami oraz nasady. Konstrukcja była zespalana nasadowo, a następnie spinana ciśnieniem górotworu (Barton, 2012).



Ryc. 3. Narzędzia minerskie tzw. „push picks” stosowane przy pracy w glinie i piasku, używane przez 176. Kompanię Podkopową (Jones, 2010)

Fig. 3. Mining tools called “push picks” used to work in clay and sand by 176. Tunneling Company (Jones, 2010)





Ryc. 4. Kopanie gliny i odstawianie urobku, autor: Andy Gammon  
(<http://www.bbc.com/news/magazine-36685270>)

Fig. 4. Clay-kicking method, author: Andy Gammon  
(<http://www.bbc.com/news/magazine-36685270>)

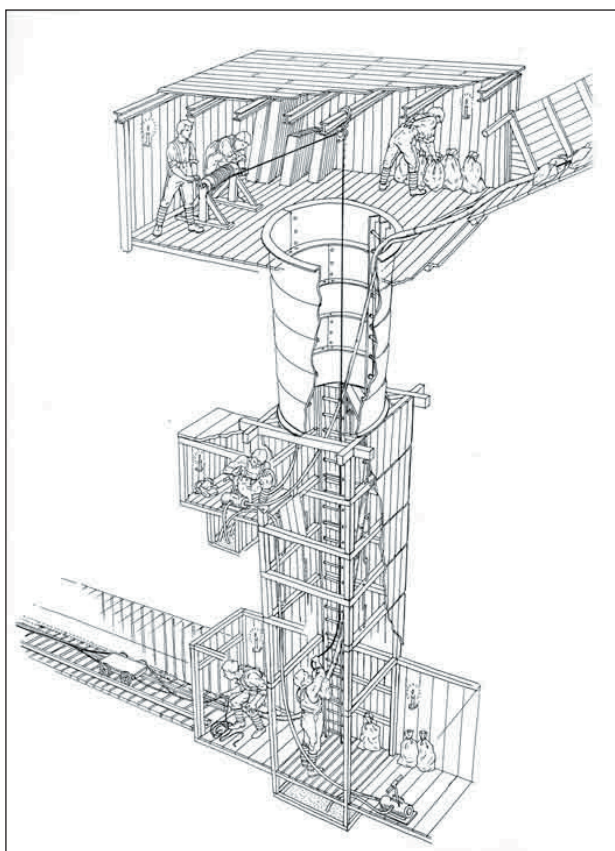
Dzięki zaangażowaniu cywilnych specjalistów podejmowano także próby automatyzacji prac wykorzystując w tym celu maszyny. Były to pierwowzory TBM-ów, drążące tunel o średnicy 5 stóp (150 cm). Maszyny te, stosowane w kopalniach węgla, nie sprawdzały się przy glinie i szybko pomysł ich wykorzystania został zarzucony (Jones, 2010).

Urobek usuwano na kilka sposobów. Zależnie od odległości od pozycji przeciwnika i szansy na wykrycie, wynoszono go w różny sposób. W bezpośredniej odległości przeciwnika, gdzie poziom hałasu musiał pozostać jak najniższy urobek usuwano ręcznie w workach. Minerzy często obwiązywali buty materiałem, aby jak najbardziej wytłumić wszelkie odgłosy. Materiał w workach przenoszono do tuneli komunikacyjnych, skąd na powierzchnie wywożono je wąskotorowymi wózkami szynowymi. Następnie tą samą drogą wędrowały na przodek zestawu szalunkowe (Jones, 2010).

Sposobem na uzyskanie przewagi nad wrogiem było zejście na niższe poziomy. Większe głębokości zwiększały bezpieczeństwo pracy minerów, oraz szansę na pozostanie nie wykrytym. O ile przy płytszych korytarzach rozpoznanie geologiczne nie miało większego znaczenia, to przy budowie głębokich tuneli odgrywało już poważną rolę. Na obszarze Flandrii poziom wód gruntowych był zlokalizowany stosunkowo płytko. Uniemożliwiało to przeprowadzenie działań na dużych głębokościach, gdyż drążone tunele były nieustannie zalewane wodą i błotem, a odpompowywanie tej mieszaniny było niewystarczające (Barton, 2012). Po przeprowadzeniu rozpoznania geologicznego stworzono mapę Flandrii z wydzielonymi obszarami, gdzie prowadzenie podziemnych prac było możliwe. Badania te pozwoliły na wyznaczenie

zasięgu występowania warstw glin paniseleieńskiej i ypresańskiej, co umożliwiło Brytyjczykom przeprowadzenie ataku pod Messines, a co ważniejsze umożliwiło zaopatrzenie frontu w wodę pitną (Jones, 2010). Aby dostać się do warstwy niebieskiej gliny należało pokonać 30 metrowy pokład sypkiego, silnie zawodnionego piasku. Dzięki cywilnym inżynierom górniczym, zorientowanym w najnowszych technologiach, dokonano tego wykorzystując stalowe orurowania czyli obudowę tubingową (ryc. 5). Pierścienie obudowy były zatapiając bądź wciskane w warstwę piasku aż do osiągnięcia poziomu gliny. Metoda ta pozwalała na zabezpieczenie szybów i tuneli przed zalaniem, umożliwiała szybkie zejście na duże głębokości i znacznie przyspieszała prowadzenie działań (Barton, 2012).

Ofensywne wykorzystanie tuneli polegało na założeniu min pod pozycjami wroga, ale nie tylko. Ciekawym planem działania była zaproponowana przez Ernesta Swintona i Nortona-Griffithsa w maju 1915 r. koncepcja przerzucenia żołnierzy za linię umocnień wroga. Do jej realizacji planowano wydrążenie tuneli przechodzących głęboko pod niemieckim systemem minowym, wychodzącym w znacznej odległości za linią okopów. Rozwiązanie to miało umożliwić przerzucenie swoich



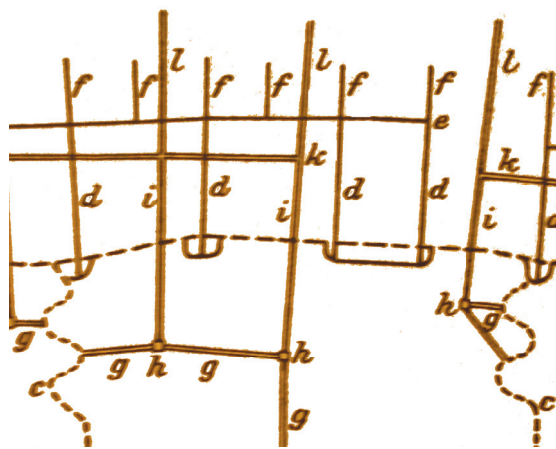
Ryc. 5. Szyb z wykorzystaniem obudowy tubingowej, autor Andy Gammon (Barton, 2012)

Fig. 5. Shaft constructed with steel tube, author Andy Gammon (Barton, 2012)

sił na tyły wroga, umożliwiając przeprowadzenia ataku od tyłu, jednak nie zostało ona zrealizowane (Jones, 2010).

Wloty systemu podziemnych tuneli zlokalizowane były bezpośrednio na poziomie okopów. Schodząc w głąb docierało się do podziemnych tuneli, schronów, pomieszczeń magazynowych i gospodarczych (ryc. 6). Pomieszczenia te były standardowo umieszczone na głębokości 6–7 metrów, co zapewniało wystarczającą ochronę przed wrogim ostrzałem artyleryjskim. Od początku 1915 roku Niemcy rozpoczęli konstruowanie takich schronów na pierwszej linii umocnień. Rozwiązanie to umożliwiało sprawne i szybkie ewakuowanie się żołnierzy z okopów do bezpiecznych schronień w razie ostrzału artyleryjskiego, a po jego ustaniu – szybki powrót na stanowiska obronne. Dzięki takiej taktyce prowadzenia obrony były one niezwykle trudne do zdobycia, tym bardziej że pierwsza linia była połączona z drugą, skąd w razie potrzeby mogły nadejść posiłki (Jones, 2010).

Głębokie schrony, konstruowane przez stronę niemiecką miały w założeniu mieścić pluton żołnierzy. Dostęp do nich zapewniały klatki schodowe bądź szyby, a same bunkry były stosunkowo obszerne i wygodne. Pod grzbietem Vimy, kapitan Thobie opisał taki przykładowy bunkier, którego schemat był rozpowszechniony na całej długości frontu. Miał on wymiary  $10 \times 2$  m i wysokość 1,8 m, zabezpieczony był stropowymi belkami o grubości 8 cm, na których zalegało od 5 do 6 metrów ziemi (ryc. 7). Każdy z takich bunkrów posiadał dwa wyjścia oraz połączenie tunelami z innymi bunkrami. Dla ważniejszych punktów jak stanowiska dowodze-

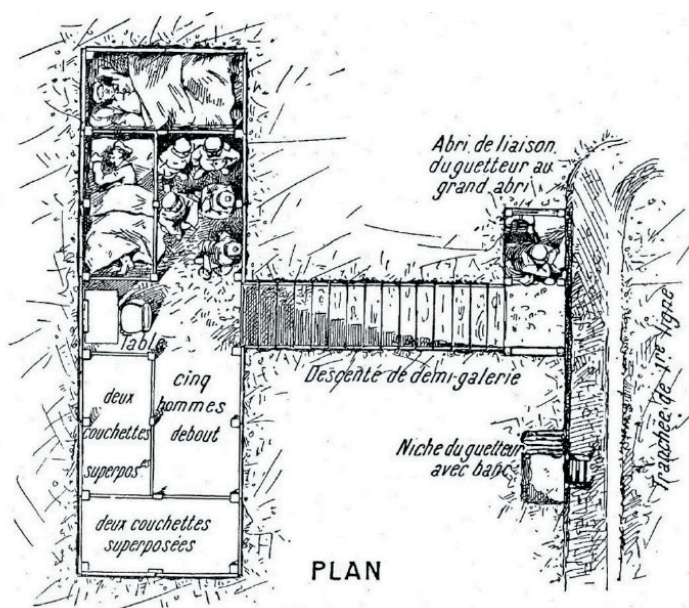


Ryc. 6. Niemiecki plan systemu minowego z 1916 roku (Jones, 2010);

a – pierwsza linia okopów, b – druga linia okopów, c – okopy komunikacyjne, d – główne korytarze, e – korytarze płytkie, f – korytarze nasłuchowe, g – tunele wejściowe, h – wejścia do min, i – głębokie główne korytarze, k – głębokie korytarze, l – głębokie korytarze szturmowe

Fig. 6. German scheme of tunnels system from 1916 (Jones, 2010);

a – first trench line, b – second trench line, c – communication trench, d – main tunnels, e – shallow tunnels, f – monitoring tunnels, g – entering tunnels, h – mine gallery entry, i – main deep tunnels, k – deep tunnels, l – deep assault tunnels

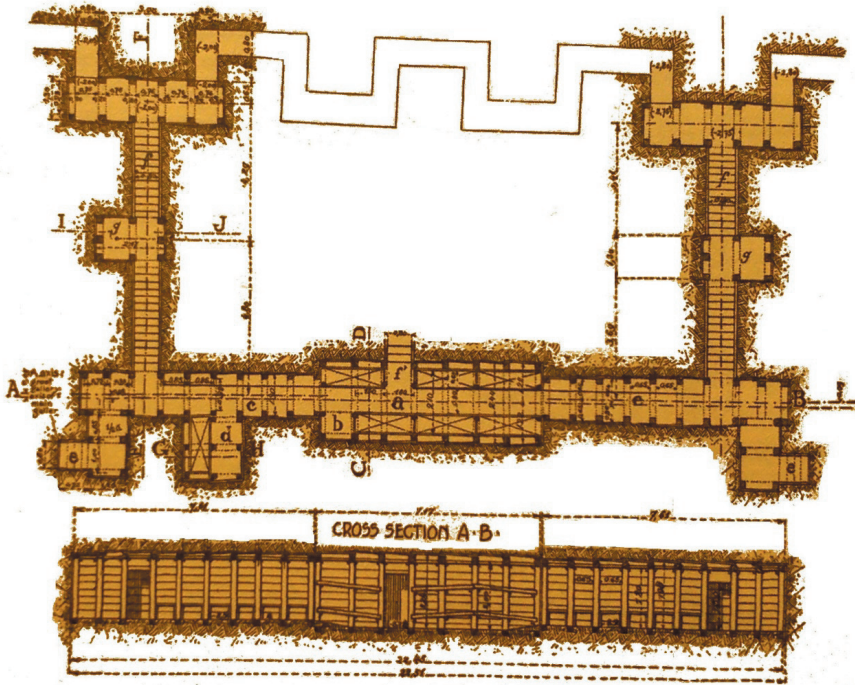


Ryc. 7. Schemat niemieckiej ziemianki z 1915 r. (www.oldmagazinearticles..., 2016)

Fig. 7. German dugout scheme from 1915 (www.oldmagazinearticles..., 2016)

nia, łącznościowe czy medyczne stosowano jeszcze głębsze posadowienie sięgające 8 i więcej metrów. Początkowo Brytyjczycy budowali dużo płytsze konstrukcje, dopiero jesienią 1915, po przejściu francuskich bunkrów, rozpoczęli konstruowanie umocnień w podobnym stylu jak Niemcy i Francuzi. Zależnie od ośrodka w jakim były umiejscowione, warunki w nich panujące diametralnie się różniły. W schronach umiejscowionych w glinie kwaterujący żołnierze zmagali się z wszechobecną wilgocią, smrodem i brudem, kreda natomiast zapewniała stosunkowy komfort. Niemiecki oficer, Ernst Junger, okres od zimy 1915 r. do 1916 r., spędzony w kredowej kwaterze 6 metrów pod Monchy-au-Bois określał jako wspaniały okres służby. Komfortowe bunkry zapewniały ochronę przed wrogim ostrzałem, a także suche i wygodne posłania (Jones, 2010).

Podziemne bunkry były także wykonywane na drugiej linii frontu. Służyły one zakwaterowaniu rezerw pierwszej linii, dostarczaniu żołnierzy na i z linii frontu, a także dostarczaniu zaopatrzenia (ryc. 8). Pod Ville w 10 takich schronach koszarowano do 500 żołnierzy, a kompleksy ziemianek w lasach pod Consenvoye mogły pomieścić ich aż 12 000. Do kwaterunku żołnierzy lub jako połowe szpitale wykorzystywano także wiele naturalnych jaskiń oraz katakumby i kamieniołomy. Połączony system jaskiń Ronville zaadaptowano na koszary mogące pomieścić nawet do 11 500 ludzi, największa z nich, Christchurch, mieściła ponad 4 000 żołnierzy. Zależnie od bieżących potrzeb ich przeznaczenie się zmieniało, wykorzystywano je jako punkty dowodzenia i wsparcia, magazyny czy lazarety, musiały zabezpieczać prowadzenie działań wojennych na froncie (Jones, 2010).



Ryc. 8. Schemat głęboko posadowionego (6–7 m) francuskiego schronu-korytarza (Jones, 2010)

Fig. 8. Sheme of deep underground french tunnel-shelter (6–7 m) (Jones, 2010)

## 4. Miny

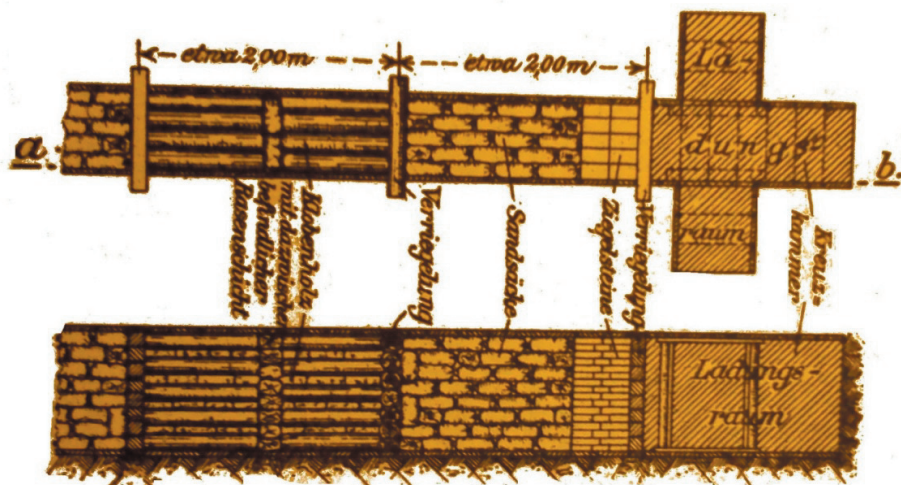
Po zajęciu przez obie strony pozycji obronnych i okopaniu się na linii frontu nastąpił impas. Jedną z koncepcji na jego przełamanie było wykorzystanie starych metod oblężniczych, wykorzystujących wysadzane pod ziemię ładunki wybuchowe. Zadaniem tych min było doprowadzenie do przełamania linii frontu, zniszczenie schronów lub umocnień nieprzyjaciela. Ich wykorzystywanie wywierało także potężny efekt psychologiczny, zaprowadzając atmosferę strachu i niepewności wśród żołnierzy zakwaterowanych w podziemnych schronach oraz frontowych okopach (Jones, 2010).

W odniesieniu do ładunków wybuchowych zakładanych pod ziemię używano kilku określeń, zależnie od ich wielkości. Terminem *mina* określano taką ilość materiału, w wyniku której na powierzchni terenu powstawał lej powybuchowy, natomiast *kamuflety* stosowano do niszczenia wrogich podkopów w taki sposób, że na powierzchni nie powstawało zapadlisko. Zasada podkładania takich materiałów nie zmieniała się w znaczący sposób przez setki lat jednak w czasie pierwszej wojny światowej sztuka ta osiągnęła swój szczyt technologiczny oraz ilościowy (Jones, 2010).

We wcześniejszych epokach materiałem wybuchowym stosowanym przy działaniach minerskich był czarny proch. Na frontach Wielkiej Wojny obie strony szybko zarzuciły stosowanie prochu i wprowadziły nowoczesne, wykorzystywane w przemyśle materiały. Powszechnie stosowano szedyt, wesfalit, amonal i bawełnę strzelniczą, Niemcy eksperymentowali także z wykorzystaniem sprężonego powietrza. Materiały te były bezpieczniejsze w użytkowaniu oraz zapewniały większą energię kinetyczną wybuchu. Do ich detonacji stosowano zapalniki oraz detonatory elektryczne, co także umożliwiała lepszą koordynację czasową przy przeprowadzaniu strzelań (Jones, 2010).

Materiał wybuchowy zakładano w tzw. komorach strzelniczych, które starano się całkowicie wypełnić środkiem wybuchowym. Po założeniu ładunku instalowano przewody detonacyjne oraz wykonywano przybitkę (ryc. 9). Procedura ta nie wyróżnia się żadnymi innowacjami, jednak zarówno rozmiary min, jak i przybitek osiągnęły kolosalne rozmiary. Oczywiście konstrukcja przybitki była silnie powiązana z wielkością ładunku wybuchowego. Przybitka największej miny I Wojny Światowej, założonej przez Niemców pod Vaquois, tworzyła sześciometrowa betonowa bariera za którą przez 74 metry układano worki z piaskiem oraz, co 5 metrów drewniane bariery. Łącznie do jej wykonania wykorzystano ponad 25 000 worków z piaskiem (Jones, 2010).

Wielkość ładunków ewoluowała. Początkowo była stosunkowo niewielka, przykładowo jedna z pierwszych min, zdetonowana przez Niemców 13 listopada 1914 r. w Lesie Argońskim, zawierała zaledwie 40 kg materiału wybuchowego. Jednak sprawnie przeprowadzona akcja, z wykorzystaniem elementu zaskoczenia i przy



Ryc. 9. Komora minowa z przybitką złożoną z drewnianych barier, cegieł i worków z piaskiem (Jones, 2010)

Fig. 9. Mine chamber built by wooden barrage, bricks and sandbags (Jones, 2010)

wsparciu ogniowym moździerzy, doprowadziła do przerwania czołowej linii francuskiej i przełamania jej na głębokość kilkuset metrów. Kamuflety podkładano przy pomocy specjalnych świdrów oraz lewarów ręcznych. Umożliwiały one podłożenie ładunku pod okopami przeciwnika lub częścię zawalenie korytarzy przeciwnika, jednak ich zasięg był ograniczony – wynosił ok 36 metrów.

W ciągu kilku miesięcy ataki minowe przeprowadzane przez obie strony stały się coraz bardziej skoordynowane, a wielkość ładunków rosła. Już 17 grudnia przeprowadzono atak z sześciu równoległych tuneli, a w każdym umieszczono 60-kilogramowy ładunek prochu strzelniczego. 3 lutego 1915 r., jednocześnie z czterech tuneli, zdetonowano łącznie już ponad 20 000 kg prochu strzelniczego. Rozmiary min oraz operacji minerskich przybierały coraz większą skalę. Ataki były lepiej planowane, dochodziło do jednoczesnych detonacji wielu min, a ich wielkość osiągała bardzo duże rozmiary. Największa eksplozja Wielkiej Wojny miała miejsce pod Vaquois 14 maja 1916 roku. W komorze o wymiarach poziomych  $5 \times 4,5$  m, i wysokości 2,7 m (kubatura prawie  $61 \text{ m}^3$ ) założono 50 000 kg westfalitu i astralitu. Prace na tą miną prowadzono już od listopada 1915 roku, a samo montowanie i podłączanie ładunków zajęło trzydziestu ludziom ponad trzy i pół tygodnia. W wyniku eksplozji zniszczeniu uległy 3 linie okopów francuskich oraz zginęło 108 żołnierzy. Powstał lej miał niemal 60 m średnicy. Mimo tak wielkich zniszczeń, cała akcja nie przełożyła się na sukces taktyczny, czyli zajęcie pozycji przeciwnika (Jones, 2010).

Z upływem czasu obie strony zdobyły znaczne doświadczenie w przeprowadzaniu ataków minowych. Największą tego typu operacją, która przyniosła sukces była bitwa pod Messines z 07 czerwca 1917 roku. Plan tej bitwy, będącej spektakularnym wstępem do trzeciej bitwy pod Ypres, został opracowany przez gen. Herberta Plumera. Planowanie całej akcji oraz przygotowania trwały od początku 1916 r.. Operacja zakładała detonację kilkudziesięciu min założonych pod niemieckimi umocnieniami, po której miał nastąpić atak piechoty wspieranej ostrzałem artyleryjskim, użyciem gazów oraz czołgów. Atak minowy poprzedziło przygotowanie artyleryjskie trwające od 21 maja, zakończone na 20 minut przed detonacją, tj. o godz. 2:50 (Duffy, 2009). O godzinie 3:10 nad ranem doszło do detonacji 19 spośród 20 min, w których znajdowało się łącznie ponad 455 ton amonalu (Bednarzak, 2012). Dzień przed atakiem gen. Plumer proroczo stwierdził *„Panowie, być może nie zapiszemy się jutro w historii, ale z pewnością zmienimy krajobraz”*. Do tamtego czasu człowiek nigdy nie zdetonował tak wielkiego ładunku, a do dziś jest to jedna z największych eksplozji ładunku konwencjonalnego. Pewien oficer artylerii, przebywający w chwili wybuchu w odległości 15 000 jardów (ok. 13,6 km) od miejsca wybuchu relacjonował: *„Podwójny wstrząs zakolysał ziemię [...] jakby to było gigantyczne trzęsienie ziemi. Niemal zbiło mnie z nóg. Wtedy pojawiła się olbrzymia ściana ognia, która zdawała się sięgać w pół drogi do nieba. Cała okolica została spowita czerwonym światłem niczym ciemnia fotograficzna”* (Jones, 2010).

Atak umożliwił przełamanie linii frontu i zajęcie pozycji przeciwnika. W trakcie bitwy o Messines zginęło ponad 25 000 żołnierzy niemieckich w tym od samej eks-

Tab. 1. Miny wykorzystane podczas bitwy pod Messines (Turner, 2010 i Duffy, 2009)

Table 1. Mines used during the battle of Messines (Turner, 2010 i Duffy, 2009)

Nr	Nazwa <i>Name</i>	Ładunek <i>Size</i>	Długość tunelu Lenght of tun- nel	Głębokość <i>Depth</i>	Początek prac <i>Start of work</i>	Koniec prac <i>End of work</i>	Srednica leja <i>Crater diameter</i>
		kg	m	m			m
1	Hill 60	24 300	354	30	22.08.1915	01.08.1916	58
2	Caterpillar	32 000	427	33	22.08.1915	18.10.1916	80
3	St Eloi	43 400	408	42	11.08.1915	11.06.1916	54
4	Hollandsche- schur Farm 1	15 500	251	20	18.12.1915	20.06.1916	56
5	Hollandsche- schur Farm 2	6 800	137	18	18.12.1915	11.07.1916	32
6	Hollandsche- schur Farm 3	7 900	244	18	18.12.1915	20.08.1916	43
7	Petit Bois 1	14 000	616	19	16.12.1915	30.07.1916	53
8	Petit Bois 2	14 000	631	23	16.12.1915	15.08.1916	66
9	Maedelstede Farm	43 000	518	33	3.09.1916	02.06.1917	66
10	Peckham 1	39 000	349	23	20.12.1915	19.06.1916	73
11	Peckham 2	9 100	122	23	20.12.1915	porzucony po zalaniu <i>abandoned (inundation)</i>	
12	Spanbroekmolen	41 000	521	29	01.01.1916	26.06.1916	76
13	Kruisstraat 1	14 000	492	19	02.01.1916	05.06.1916	72
14	Kruisstraat 2	14 000	451	21	02.01.1916	23.08.1916	66
15	Kruisstraat 3	14 000	658	17	02.01.1916	23.08.1916	62
16	Kruisstraat 4	8 800	492	19	02.01.1916	09.05.1917	
17	Ontario Farm	27 000	392	34	28.01.1917	06.06.1917	61
18	La Petite Douve Farm	23 000	518	23	28.01.1917	porzucony po wykryciu przez Niemców <i>abandoned (detected by the Germans)</i>	
19	Trench 127 Left	16 000	302	25	28.12.1915	20.04.1916	55
20	Trench 127 Right	23 000	405	26	28.12.1915	09.05.1916	64
21	Trench 122 Left	9 100	296	20	01.02.1916	14.04.1916	59
22	Trench 122 Right	18 000	241	25	01.02.1916	11.06.1916	70
23	Birdcage 1	9 100	130	18	grudzień 1915	07.03.1916	niewypał <i>misfire</i>
24	Birdcage 2	15 000	236	18	grudzień 1915	ukończona <i>finished</i>	niewypał <i>misfire</i>
25	Birdcage 3	12 000	261	20	grudzień 1915	30.03.1916	niewypał <i>misfire</i>
26	Birdcage 4	15 000	239	18	grudzień 1915	ukończona <i>finished</i>	niewypał <i>misfire</i>



plozji ponad 10 000. Zajęcie niemieckich pozycji umożliwiło przeprowadzenie akcji w celu zdobycia wioski Passchendaele, znanej jako trzecia bitwa pod Ypres. Cała ofensywa łącznie pochłonęła 750 000 zabitych bądź rannych. Efektem tak wielkiego zaangażowania środków, czasu oraz ofiar w ludziach było przesunięcie linii frontu o ok. 10 kilometrów. Skalę prac podziemnych wykonanych w celu przeprowadzenia tego ataku oraz powstałe w wyniku zniszczenia obrazuje tabela 1.

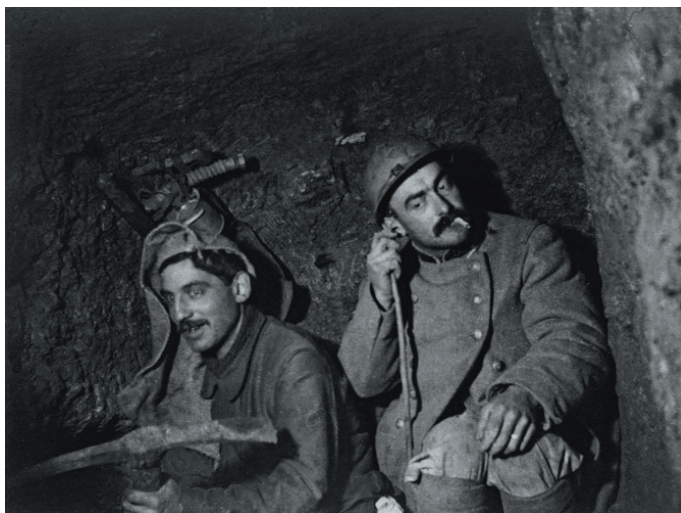
## 5. Nasłuch

Powodzenie operacji wojskowych jest silnie uzależnione od skuteczności zdobywania informacji na temat działań prowadzonych przez nieprzyjaciela. W zakresie walk podziemnych podstawową formą pozyskiwania informacji o wrogu był nasłuch. Było to zajęcie wymagające niezwyklej siły charakteru, odwagi i umiejętności. Praca prowadzona w bezpośrednim sąsiedztwie wroga, głęboko pod ziemią w niekomfortowej pozycji i ciężkich warunkach, wymagała od минера opanowania, skupienia oraz trzeźwości osądów. To od żołnierza często należała interpretacja kierunku pochodzenia dźwięku oraz stopnia zagrożenia dla własnych jednostek (Barton, 2012).

Specyfika środowiska sprzyjała rozchodzeniu się dźwięków w ośrodku gruntowym lub skalnym. Zależnie od rodzaju materiału, dźwięki były słyszane z różnych odległości. Według danych z brytyjskich instrukcji minerskich najdalej rozchodził się odgłos pracy kilofem w kredzie. Używając geofonu można było usłyszeć ten dźwięk już z odległości 300 stóp (około 90 metrów), a gołym uchem z odległości 150 stóp (ok. 45 metrów). Praca łopatom była słyszalna w zakresie od 70 (ok. 20 m) do 120 (ok. 35 m) stóp, a rozmowy z odległości 12 (3,5 m) do 50 stóp (15 m). Praca w kredzie była dzięki temu bezpieczniejsza, ponieważ umożliwiała wcześniejsze wykrycie przeciwnika. Tłumiące właściwości piaszczystej gliny sprawiały, że odległości z jakich dźwięki były słyszalne zmniejszały się około 2,5-krotnie, co znacznie zmniejszało szansę na wcześniejsze wykrycie wrogiego podkopu oraz podjęcie środków zaradczych (Jones, 2010).

Wykwalifikowani nasłuchiowacze musieli umieć rozpoznać wiele różnych dźwięków. Poza odgłosami rozmów, pracy kilofów, czy łopat słyszane były także odgłosy stawiania szalunków, ciągnięcia worków z urobkiem bądź też zakładania ładunków wybuchowych. Właściwa interpretacja i rozróżnienie tych dźwięków było niezbędne do określenia zamiarów przeciwnika, do stwierdzenia, czy drążony tunel będzie miał charakter komunikacyjny czy może dochodzi już do podkładania i uzbrajania miny. Przeciwna strona oczywiście nie zamierzała ułatwiać tego zadania i często stosowano atrapy imitujące pracę kilofów lub drążono fałszywe tunele (Jones, 2010).

Od czasów starożytnych metody nasłuchowe niezbyt się rozwinęły. W początkowej fazie konfliktu prowadzono go poprzez przyłożenie ucha do ściany bądź spągu korytarza. Pewne ulepszenie stanowiło naczynie z wodą częściowo wkopane w górotwór, do którego podłączano słuchawki stetoskopu. To rozwiązanie wkrótce zainspirowało francuskiego profesora chemii fizycznej Jeana Perrina (1915 rok) do



Ryc. 10. Francuscy saperzy prowadzący nasłuch (warfactsandtactics.blogspot..., 2016)

Fig. 10. French sappers monitoring (warfactsandtactics.blogspot..., 2016)

zaprojektowania geofonu (ryc. 10). Urządzenie skonstruowane było z zamkniętego między membranami z miki kawałka siarki, połączonego ze słuchawkami stetoskopu. Było ono niezwykle czułe, umożliwiało określenie ze znaczną dokładnością odległości oraz kierunku prowadzenia działań podziemnych zarówno przeciwników jak i własnych. Odbierano nim nawet dźwięki pracy serca samego nasłuchującego, co wymagało od minerów szczególnych umiejętności i naturalnych predyspozycji do selekcjonowania dźwięków. Udoskonalenie geofonu stanowił sejsmomikrofon. Była to elektryczna wersja urządzenia, składająca się z kawałka ołowiu zamocowanego w gumowych pierścieniach. Drgania metalu przekazywane były do centralnej stacji nasłuchowej, gdzie po wykryciu drgań aktywowały alarm. Urządzenia te były mniej czułe niż geofony, jednak nie wymagały one osobistej obecności nasłuchiawczy na przodku, dzięki czemu wzrosło bezpieczeństwo żołnierzy a nasłuch można było prowadzić również w korytarzach o wysokim stężeniu toksycznych gazów (Jones, 2010).

## 6. Środowisko gazowe

Środowisko tlenowe panujące w głęboko posadowionych korytarzach nie sprzyjało prowadzeniu pracy przez minerów. Brak dostępu do świeżego powietrza, zanieczyszczenie, duża wilgotność oraz zmienny skład atmosfery wpływały na warunki pracy, a równie często od czynników tych zależało przeżycie załóg. Na najniższe poziomy powietrze było doprowadzane przy pomocy wentylatorów tłoczących, elektrycznych sprężarek czy też ręcznych miechów, z których preferowane były te ostatnie ze względu na mniejszy generowany hałas (Jones, 2010).

Spośród wszystkich zagrożeń podczas pracy pod ziemią największe żniwo zbierało zatrucie tlenkiem węgla. Ten bezbarwny i bezwonny gaz przyczynił się do śmierci wielu minerów. Już niewielkie stężenie w powietrzu powoduje spłylenie oddechu, zaburzenia koncentracji, drgawki czy uczucie zmęczenia, jednak w warunkach panujących na dole często objawy takie było niezauważane przez minerów przyzwyczajonych do ciężkiej pracy i ekstremalnych warunków. Rutyna, stres a także silne charaktery doprowadzały do bagatelizowania przez kopaczy zagrożenia, co doprowadzało do śmierci wielu z nich (Barton, 2012).

W czasie eksplozji miny dochodziło do wydzielania olbrzymich ilości CO. Mina, której energia znajdowała ujście na powierzchni nie sprawiała problemów związanych z wypełnieniem podziemnych korytarzy tlenkiem węgla. Inaczej sprawa wyglądała w przypadku kamufletów, gdzie cały powstały w wyniku eksplozji tlenek węgla pozostawał zamknięty w górotworze. To samo dotyczyło CO powstałego w wyniku spalania świec czy też wystrzałów z broni palnej. Gaz pozostawał uwięziony w podziemiach, zmieniając niekorzystnie skład powietrza (Barton, 2012).

Doświadczeni górnicy do diagnozowania zagrożeń wynikających z obecności czadu wykorzystywali zwierzęta: króliki, myszy czy kanarki. Króliki lub myszy przed zejściem pod ziemię wpuszczano do tunelu i obserwowano ich zachowanie, jeśli nie wzbudzało podejrzeń rozpoczynano prace. Myszy uczono chodzenia po rękach, tak aby można było łatwo obserwować zmiany w ich zachowaniu. Króliki były wykorzystywane na początku wojny ze względu na ich dostępność, podobnie sytuacja wyglądała z myszami. Dość szybko kanarki zastąpiły swoich poprzedników, gdyż były dużo bardziej podatne na działanie zabójczego gazu, a przez to dużo sprawniej informowały o zagrożeniu. Jeśli stężenie gazu było zbyt wysokie ptaszki przestawały świergotać lub spadały z żerdzi, a to oznaczało konieczność szybkiej ewakuacji (Jones, 2010).

Z cywilnego górnictwa zapożyczono także metody izolowania niebezpiecznych wycieków gazów oraz organizowania akcji ratowniczych. Do zamykania niebezpiecznych rejonów wykorzystywano tamy, którymi blokowano rozprzestrzenianie się szkodliwych gazów jak tlenek węgla lub metan. Ponadto rozwinięto system stacji ratowniczych. Punkty takie były lokowane w odległości maksymalnie 200 metrów od schronów, całodobowy dyżur był pełniony przez dwóch ratowników. Były to starannie dobrani ludzie, którzy podobnie jak to ma miejsce we współczesnych grupach ratowniczych, wyróżniali się w sposób szczególny pod względem fizycznym oraz odwagą, doświadczeniem i opanowaniem. Na każdej stacji znajdował się także najpotrzebniejszy sprzęt do prowadzenia akcji ratowniczych, taki jak elektryczne lampy, skrzynki z kanarkami, piły, topory, koce, nosze, butelki z gorącą wodą oraz aparaty tlenowe (ryc. 11) (Barton, 2012).

Modele wykorzystywanych początkowo aparatów tlenowych oraz koncepcje ich użytkowania w ratownictwie, w trakcie działań wojennych szybko okazały się bezużyteczne, urządzenia sprawiały liczne kłopoty w obsłudze. Modele o otwartym obiegu powietrza takie jak aparat Denayrouza czy aerofor Applegartha, skonstruowane były z myślą o krótkotrwałym użyciu. Zasilane w powietrze za pomocą



Ryc. 11. Minerska ekipa ratownicza, widoczne sprzęty ratownicze: miech kowalski, osobiste aparaty tlenowe Proto, zestaw tlenowy Novita, liny, lampy, klatka z kanarkiem (Barton, 2012)

Fig. 11. Mine rescue team, lifesaving equipment on the picture: bellows, Novita oxygen resuscitation, Proto apparatus, ropes and a canary in a cage (Barton, 2012)

przewodów nie były praktyczne przy pracy w wąskich korytarzach, a ich stosowanie zostało szybko zarzucone. Do pracy w warunkach podziemnych potrzeba było niezależnych aparatów. Jako pierwsi wprowadzili je do użycia Niemcy, zaopatrzone były w cylinder ze sprężonym powietrzem oraz pochłaniacza z węgla sodu. Te tzw. aparaty Dragera umożliwiały oddychanie przez 30 minut, ich angielskim odpowiednikiem był aparat Salvus. Inny brytyjski aparat – zestaw Proto, umożliwiał pracę przez ponad 45 minut, a ze względu na większą pojemność był częściej wybierany przez kompanie podkopowe (Jones, 2011).

## 7. Podsumowanie

Wbrew wszelkim prognozom i przewidywaniom sprzed I wojny światowej podziemne działania wojenne nie okazały się przeżytkiem. Przeciwnie, skala tych przedsięwzięć przerosła wszelkie oczekiwania i zaskoczyła niejednego prognostę. W czasie I wojny światowej nasilenie działań minerskich osiągnęło swoje apogeum, ich skala była niespotykana we wcześniejszej historii, nie osiągnięto jej również później. Wielkość przeprowadzanych operacji oraz ilość przeznaczonych do ich realizacji sił i środków zdumiewa do dziś, a efekty na stałe wrysowały się w krajobraz i są widoczne po dzień dzisiejszy.

Działania podziemne na froncie zachodnim szczególnie piętno odcisnęły na francuskiej doktrynie wojskowej. Nowa koncepcja przybrała charakter defensywny, oparto ją o wykorzystanie silnych, stałych fortyfikacji, mających zapewnić możliwość przygotowania i wsparcia rozstrzygających operacji ofensywnych. Cały system składał się z podziemnych schronów, szlaków komunikacyjnych, systemów kontrminowych oraz koszar, uniemożliwiających w praktyce przeprowadzenie na tym

odcinku akcji ofensywnych. Został on zaprojektowany na podstawie doświadczeń oraz wniosków wyciągniętych z 4 lat prowadzenia tego typu działań i był pod tym względem niezwykle dopracowany, jednak ostatecznie nie spełnił pokładanych w nim oczekiwań.

Odrodzenie przedstawionej w artykule formy prowadzenia działań wojennych nastąpiło w czasie wojny w Wietnamie. Rozległe i rozbudowane tunele rejonu Cu Chi pozwoliły Wietnamczykom zwyciężyć znacznie silniejszą i nowocześniejszą armię amerykańską. Systemy zapór, tuneli i schronów stanowiły dla Amerykanów przeszkodę nie do pokonania, a z czasem stały się ich największym koszmarem.

Zainteresowanie sektora wojskowego prowadzeniem działań pod ziemią bynajmniej nie maleje. Nie można w tym przypadku powtarzać prognoz sprzed Wielkiej Wojny, jakoby kierunek ten nie miał przyszłości. Obecna sytuacja jest wręcz biegunowo odległa od prognoz przedwojennych analityków. Zastosowanie tego typu działań nie ogranicza się tylko do działań obronnych i ofensywnych, z czym mamy aktualnie do czynienia na Bliskim Wschodzie, ale rozciąga się także na zabezpieczanie wielu strategicznych sfer działalności, decydujących często o przetrwaniu i zwycięstwie. W czasie II wojny światowej, od 1943 roku, zakłady przemysłu zbrojeniowego lokowano we wnętrzu masywów górskich, a od czasu wprowadzenia do arsenałów ładunków jądrowych jedynym schronieniem przed siłą wybuchu pozostają głęboko wydrążone schrony dla władz oraz dowództwa.

Na podstawie działań czołowych potęg oraz analizy sytuacji w miejscach zapalnych można wyprowadzić tezę, że rozdział poświęcony wykorzystaniu struktur wojskowych ukrytych pod ziemią nie został jeszcze zamknięty. Co więcej, można przypuszczać, że może on odegrać znaczną rolę na ewentualnych przyszłych teatrach wojennych.

## 8. Ślady podziemnej Wielkiej Wojny dziś

Działania minowe prowadzone na froncie zachodnim pozostawiły po sobie trwałe ślady zarówno w ludzkiej świadomości jak i w krajobrazie. Wspomnienia ich uczestników przybliżają nam warunki egzystencji oraz przeżycia związane z przebywaniem w tych ekstremalnych sytuacjach. Wśród potomków minerów pamięć o tamtych wydarzeniach jest żywa, dzielą się oni ze sobą wspomnieniami i listami swoich przodków, które w najlepszy sposób obrazują rzeczywistość tamtych dni. W internecie funkcjonuje wiele portali, na których można zapoznać się takimi materiałami, a także z wynikami badań prowadzonych przez historyków i pasjonatów historii w celu rozpoznania zachowanych podziemnych korytarzy oraz zachowania ich śladu dla potomności.

W 2010 r. powstał oparty na faktach australijski film „Beneath Hill 60” w reżyserii Davida Roucha. Opowiada on historię kapitana Olivera Woodwarda, dowódcy pierwszej Australijskiej Kompanii Podkopowej, odpowiedzialnego za przygotowanie oraz detonację min *Hill 60* oraz *Caterpillar*, w czasie bitwy pod Messines. Film doskonale przedstawia warunki jakie panowały w podziemnych korytarzach, a także

świat minerów, ich pracę oraz panującą wśród nich atmosferę. W produkcji tej możemy zapoznać się z większością zagadnień omówionych w niniejszej publikacji, od prowadzenia podsłuchu, przez odwadnianie i drażnienie korytarzy, na samej detonacji kończąc. Przybliża ona strach i obawy dręczące bohaterów, jak również ich męstwo i poświęcenie dla współtowarzyszy.

Pomimo, że od zakończenia I wojny światowej minął niemal wiek, a umocnienia frontów uległy zniszczeniu, do dziś istnieją miejsca w których można zobaczyć jak wyglądały okopy, bunkry czy leje po wybuchach min. Przykładowo na terenie gminy Heuvelland w Belgii znajdują się pozostałości wspominanej bitwy pod Messines oraz bitwy o Kemmelberg, a także wojenne cmentarze i miejsca pamięci poświęcone ofiarom tamtej wojny. Podobne tego typu obiekty znajdują się także u stóp wzgórz Lettenberg oraz Bayernwald, gdzie z kolei możemy zwiedzić umocnienia niemieckie. Leje powybuchowe z biegiem czasu wtopiły się w otaczający krajobraz, ale do dziś stanowią doskonale zachowaną pamiątkę tamtych dni.

### Bibliografia

- BARFORD V., 2016. *The 18 sewer men who changed the war*. BBC News Magazine (online), <http://www.bbc.com/news/magazine-36685270>, 2 lipca 2016.
- BARTON P., 2012. *Tunnelling Companies in the Great War*. Witryna Tunneller's Memorial (online), <http://www.tunnellersmemorial.com/tunnelling-companies/> (dostęp: wrzesień 2016).
- BEDNARZAK T., 2012. *Eksplzja, która zabiła 10 tys. ludzi – historia bitwy pod Messines*. Witryna WP konflikty (online), <http://konflikty.wp.pl/kat,1020231,page,2,title,Eksplzja-ktora-zabila-10-tys-ludzi-historia-bitwy-pod-Messines,wid,14551903,wiadomosc.html?ticaid=117c25> (dostęp: wrzesień 2016).
- DUFFY M., 2009, *The Battle of Messines, 1917*. Witryna forum internetowego firstworldwar.com (online), <http://www.firstworldwar.com/battles/messines.htm> (dostęp: wrzesień 2016).
- JONES S., 2011. *Wojna pod ziemią 1914–1918*. Wyd. Replika. Zakrzewo.
- TURNER A., 2010. *Messines 1917: The Zenith of Siege Warfare*. Campaign Series. Wyd. Osprey. Oxford.
- [warfactsandtactics.blogspot.com/2015/07/tunnel-warfare-in-world-war-1.html](http://warfactsandtactics.blogspot.com/2015/07/tunnel-warfare-in-world-war-1.html) – witryna internetowa Military, History, Facts, Tactics and More (dostęp: wrzesień 2016).
- [www.oldmagazinearticles.com/article-summary/ww1-german\\_german-dugouts](http://www.oldmagazinearticles.com/article-summary/ww1-german_german-dugouts) – witryna internetowa Old Magazine Articles (dostęp: wrzesień 2016).
- [www.worldwar1.com/maproom.htm](http://www.worldwar1.com/maproom.htm) – witryna internetowa Worldwar1.com (Trenches on the Web) (dostęp: wrzesień 2016).

## UNDERGROUND GREAT WAR

*military engineering, First World War, mine warfare  
mining in military, underground warfare*

This work is devoted to underground warfare on the western front during World War I. It discusses the technical issues of conducting such activities, methodology of work and overall conduct of military operations. It describes basic issues of exploitation, constructing and securing underground mine systems and also the organization of fighting army units. Each of them assigned historical ex-