

TUNELE KOLEJOWE W POLSCE

W OBECNYCH GRANICACH, WYBUDOWANE DO 1945 ROKU



Przemysław Dominas

TUNELE KOLEJOWE W POLSCE

W OBECNYCH GRANICACH, WYBUDOWANE DO 1945 ROKU



Recenzja naukowa:

prof. dr hab. inż. Anna Siemińska-Lewandowska

Konsultacja geologiczna:

prof. dr hab. Jerzy Żaba

Konsultacja historyczna:

dr Dawid Keller

Redaktor prowadzący:

Teresa Łozowska

Redakcja:

Sebastian Surendra

Projekt okładki:

Przemysław Dominas

Wojciech Miatkowski

Skład:

Paweł Szewczyk

Autor serdeczne podziękowania kieruje dla Pani Zofii Szewczyk za zaangażowanie w opracowanie graficzne wielu zdjęć do książki.

© Copyright by Księży Młyn Dom Wydawniczy, Łódź 2020

© Copyright by Przemysław Dominas

Drogi Czytelniku

Książka, którą trzymasz w dłoni, jest efektem pracy m.in. autora, zespołu redakcyjnego, grafików i wydawcy. Prosimy, abyś uszanował ich pracę.

Nie kopiuj większych fragmentów, nie publikuj ich w internecie. Cytując fragmenty, nie zmieniaj ich treści i podawaj źródło ich pochodzenia.

Dziękujemy.

ISBN 978-83-7729-509-0

KSIĘŻY MŁYN Dom Wydawniczy Michał Koliński

90-345 Łódź, ul. Księży Młyn 14

tel./faks 42 632 78 61, 42 630 71 17, 602 34 98 02

infolinia: 604 600 800 (codziennie 8-22, także sms), gg 414 79 54

www.km.com.pl; e-mail: biuro@km.com.pl

Łódź 2020 Wydanie 1

WSTĘP	7
I. WIADOMOŚCI OGÓLNE O TUNELACH I ICH DZIEJACH	
1. Pojęcia i definicje	11
2. Podstawowe informacje geologiczne związane z budową tuneli kolejowych	12
3. Budowa tuneli kolejowych	13
4. Zarys dziejów budownictwa tuneli kolejowych	22
5. System organizacyjny oraz budowniczości tuneli kolejowych na ziemiach polskich w obecnych granicach	36
II. TUNELE KOLEI GŁÓWNYCH BUDOWANE METODAMI GÓRNICZYMI	47
1. Tunel na szlaku Kolei Wilhelma	48
Najstarszy tunel w Polsce w Rydułtowach (715 m), na odcinku Nędza – Czernica (1853–1858)	48
2. Tunele Śląskiej Kolei Górskiej (Jelenia Góra – Wałbrzych Główny)	67
Tunel w Trzcińsku (298 m), na szlaku Wojanów – Trzcińsko (1864–1866)	69
Tunel pod górą Brzezinka w Wałbrzychu (310 m), na szlaku Wałbrzych Główny – Boguszów-Gorce Wschód (1864–1867)	73
3. Tunele Pierwszej Węgiersko-Galiczyjskiej Kolei Żelaznej (Przemyśl – Łupków)	92
Tunel w Uhercach Mineralnych (50 m), na odcinku Zagórz – Ustrzyki Dolne (1872) ...	93
Tunel graniczny w Łupkowie (416 m), (1870–1876)	95
4. Tunele Kolei Śląsko-Czeskiej (Wrocław – Międzyzlesie)	124
Tunel w Bardzie (363 m), na szlaku Bardo Śląskie – Kłodzko Główne (1872–1873) ...	124
Tunel w Długopole-Zdroju (360 m), na szlaku Bystrzyca Kłodzka Przedmieście – Długopole-Zdrój (1873–1874)	128
5. Tunele kolei przez dolinę Popradu (Tarnów – Nowy Sącz – Leluchów)	131
Tunel w Kamionce Wielkiej (170 m), na szlaku Grybów – Nowy Sącz (1874–1875)	133
Tunel w Żegiestowie (499 m), na szlaku Piwniczna-Zdrój – Muszyna (1873–1875)	137
6. Tunel na szlaku Kolei Wrocławsko-Świdnicko-Świebodzickiej	147
Tunel w Unisławiu Śląskim (263 m), na szlaku Boguszów-Gorce Wschód – Mieroszów (1875–1877)	147
7. Dwukomorowe tunele Śląskiej Kolei Górskiej (Wałbrzych – Kłodzko)	152
Tunele pod Małym Wołowcem w Wałbrzychu (1605 m), na szlaku Wałbrzych Główny – Jedlina-Zdrój (1876–1880, 1909–1911)	154
Tunele pod górą Sajdak (384 m), na szlaku Jedlina-Zdrój – Głuszycza (1876–1880, 1908–1910)	170

Tunele w Świerkach (1176 m), na szlaku Bartnica – Świerki Dolne (1876–1880, 1910–1911)	176
8. Dwukomorowe tunele Kolei Dęblińsko (Iwangorodzko)-Dąbrowskiej	182
Tunele w Uniejowie-Rędzinach koło Miechowa (769 m, 748 m), Dęblin – Kielce – Dąbrowa Górnicza Strzemieszycze (1882–1884, 1910–1912)	182
III. TUNELE KOLEI LOKALNYCH BUDOWANE METODAMI GÓRNICZYMI	201
1. Tunel na szlaku Jelenia Góra – Szklarska Poręba Górna	201
Tunel w Szklarskiej Porębie Dolnej (145 m), (1901–1902)	202
2. Tunel na wąskotorowej kolei lokalnej Przeworsk – Dynów	206
Tunel na szlaku Przeworsk – Dynów (599 m), (1902–1904)	206
3. Tunel na szlaku Kamienna Góra – Kowary	214
Tunel pod Przełęczą Kowarską (1030 m), (1902–1905)	215
4. Tunele kolei Kłodzko – Kudowa-Zdrój	221
Tunel w Kulinie Kłodzkim (577 m), na szlaku Duszniki-Zdrój – Kulin Kłodzki (1905)	223
Tunel w Lewinie Kłodzkim (80 m), na szlaku Kulin Kłodzki – Lewin Kłodzki (1905)	225
5. Tunele kolei doliny Bobru (Jelenia Góra – Wleń – Lwówek Śląski)	228
Tunel w Pilchowicach pod górą Czyżyk (187 m), na szlaku Pilchowice Zapora – Pilchowice Nielestno (1906–1909)	229
Tunel w Pilchowicach pod górą Dwory (153 m), na szlaku Pilchowice Zapora – Pilchowice Nielestno (1908–1909)	236
Tunel we Wleniu (320 m), na szlaku Pilchowice Nielestno – Wleń (1906–1909)	238
IV. TUNELE KOLEJOWE BUDOWANE METODAMI ODKRYWKOWYMI	241
1. Tunel na szlaku Kolei Północnej Cesarza Ferdynanda w Bielsku-Białej	241
Tunel na odcinku Bielsko-Biała – Żywiec (268 m), (1876–1878)	241
2. Tunel na szlaku Pruskiej Kolei Wschodniej Toruń Główny – Olsztyn	247
Tunel (brama kolejowa twierdzy) w Toruniu (52 m), (1886–1889)	247
3. Tunel kolei średnicowej w Warszawie	255
Tunel na szlaku Warszawa Powiśle – Warszawa Ochota (1230 m), (1923–1933)	257
PODUMOWANIE	274
Bibliografia	278
Wykaz skrótów	284
Źródła ilustracji	285
Aneksy	286
Indeks osób	288
Summary	291
Zusammenfassung	294

Epoka przemysłowa zmieniła życie człowieka, rozpoczynając w XIX w. niespotykane dotąd innowacje w świadomości i krajobrazie. Jednym z motorów oraz głównych przejawów epoki industrialnej był dynamiczny rozwój transportu kolejowego; w efekcie zachodzących przemian w granicach obecnej Polski powstało 25 tuneli kolejowych¹. Najwięcej, aż 17, wybudowano w granicach Prus (68%), kolejnych sześć zrealizowano pod administracją monarchii austro-węgierskiej (24%), tylko jeden natomiast w pozostającym pod zaborem rosyjskim Królestwie Polskim (4%). W okresie międzywojennym jeden tunel powstał również w Warszawie, wybudowany w granicach Polski przez Polskie Koleje Państwowe (4%).

Większość tuneli przetrwała do czasów współczesnych, stanowiąc obok funkcji użytkowych ważny element kultury materialnej XIX w. i I połowy XX w., budzący duże zainteresowanie wielu grup społecznych, czego dowodem są choćby cytowane w dalszej części tekstu publikacje.

Motywy skłaniającym do podjęcia badań nad problematyką budownictwa tunelowego jest bogata historia nie tylko samych tuneli kolejowych jako obiektów inżynierskich, lecz także ich powstawanie w czterech różnych systemach administracyjnych: Prus, Austrii, Rosji i Polski. Fakt ten umożliwia spojrzenie na kolejowe budownictwo tunelowe z perspektywy różnych wymiarów, odnoszących się do praktyk stosowanych w kontekście administracji kolejowej, myśli inżynierskiej czy szeroko rozumianych kulturowo sposobów działania.

Inny istotny powód uzasadniający podjęcie właśnie tego tematu to stan zachowania tuneli kolejowych na terenie Polski w obecnych granicach. O ich wartości

¹ Spośród 25 tuneli cztery mają po dwie komory jednotorowe wybudowane w dużym odstępie czasu, dlatego łącznie wykonano 29 komór. Jeden z tuneli (w Wałbrzychu pod górą Brzezinka) w latach 1933–1937 został rozebrany i obecnie w jego miejscu istnieje wykop kolejowy. Do tuneli na terenie Polski niekiedy zaliczany jest także tunel, który strona pruska wybudowała tuż przy samej granicy przy rzece Izerze w pobliżu miejscowości Horní Kořenov (*Oberwurzelsdorf*). Tunel ten o długości 280 m wybudowany na linii Jelenia Góra – Szklarska Poręba Górna – Granica Państwa (źródło: „Bote aus dem Riesengebirge”, nr 233 z 4.10.1901) po II wojnie światowej do czasu, kiedy nastąpiła korekta granicy Polski i Czechosłowacji w 1958 r., znajdował się na terenie Polski. Obecnie znajduje się na terenie Republiki Czeskiej, dlatego biorąc pod uwagę przyjęte kryterium omawiania tuneli na terenie obecnej Polski, nie został on szczegółowo omówiony w niniejszej monografii.

zabytkowej świadczy choćby fakt, że znaczna część przetrwała w stanie oryginalnym, nieprzeobrażonym od czasu budowy. Ważne jest także to, że pełnią istotną funkcję nie tylko w wymiarze komunikacyjnym, ale i w świadomości społecznej, na co wskazuje np. to, że tym obiektom poświęconych jest wiele stron internetowych. Okoliczność ta sprawia, że tunele kolejowe w Polsce już z racji swojego wieku tworzą cenne dziedzictwo kultury materialnej tej części Europy, które należy pielęgnować i popularyzować.

Jednym z podstawowych celów autora jest chęć pogłębienia stanu wiedzy istniejącego w literaturze przedmiotu oraz za sprawą ukazania nowych, niepublikowanych dotąd materiałów źródłowych rzucenia nowego światła na część problemów badawczych omówionych dotąd w ograniczonym zakresie.

Głównym celem książki jest przedstawienie najważniejszych aspektów w zakresie historii techniki, dlatego pomimo wkraczania na pole innych dziedzin nauki takich jak geologia, geologia inżynierska czy górnictwo koncentruje się przede wszystkim na ukazaniu dziejów kolejowego budownictwa tunelowego, wskazując najważniejsze fakty w tym zakresie. Podjęta problematyka odnosi się zarówno do tuneli kolejowych powstałych na liniach normalnotorowych, jak i szeroko- i wąskotorowych², wybudowanych do 1945 r., głównie opierających się na XIX-wiecznych technologiach budowlanych. Rezygnacja z omówienia tuneli powojennych i współczesnych wynika z faktu, że w pierwszym przypadku takowe nie powstawały³, natomiast w drugim wykonywano je z użyciem całkiem innej technologii⁴, co wiązałoby się z podjęciem odmiennych wątków badawczych.

Główny problem badawczy zmierza do odpowiedzi na pytanie, jak przebiegał proces powstawania tuneli kolejowych znajdujących się na terenie obecnej Polski. Biorąc pod uwagę trzy różne systemy administracyjne

² Para tuneli w Uniejowie-Rędzinach koło Miechowa została przystosowana do obowiązującego powszechnie w Rosji toru szerokiego 1524 mm. Jeden tunel w Szklarach koło Rzeszowa powstał na kolei wąskotorowej o rozstawie szyn 760 mm.

³ Wyjątkiem jest tunel kolei średnicowej w Warszawie rozbudowany o drugą komorę w latach 1946–1949.

⁴ Chodzi np. o drażnienie tuneli warszawskiego metra, wykonywane metodą tarczową, czy np. wykorzystanie technologii zamrażania gruntu.

państw zaborczych⁵, celem autora jest przede wszystkim chęć pokazania podobieństw i różnic występujących pod względem wykonania, formy i funkcji omawianych tuneli. Skoncentrowano się jednak szczególnie na problematyce budowlanej, nie rozwijając wielu innych wątków (np. administracyjnego, prawnego, militarnego), co ma tę zaletę, że umożliwi głębsze zbadanie wątków technicznych przy względnie syntetycznym ujęciu problemu. Zagadnieniem pobocznym jest również chęć zwrócenia uwagi na kwestię powstawania i formy tuneli na terenie obecnej Polski na tle najważniejszych na świecie, XIX-wiecznych tuneli w regionie alpejskim.

Jak dotąd w literaturze polskojęzycznej brakuje monograficznego opracowania traktującego o budowie tuneli kolejowych na terenach obecnej Polski. Dlatego należało przeprowadzić źródłowe badania archiwalne w wielu archiwach na terenie Polski, Niemiec, Austrii, Ukrainy oraz Czech. Ze względu na przeważającą liczbę tuneli na terenie ówczesnych Prus, głównie Śląska, w największym zakresie badania prowadzono w Geheimes Staatsarchiv Preussischer Kulturbesitz w Berlinie, w zespole Ministerstwa Robót Publicznych oraz Kriegsmministerium. W pierwszym zespole znajdują się informacje dotyczące wielu dolnośląskich tuneli, głównie Śląskiej Kolei Górskiej (Wałbrzych – Kłodzko) czy tunelu w Kowarach. W drugim są informacje o budowie tunelu w Toruniu. Pokażne zbiory archiwalne znajdują się w Archiwum Państwowym we Wrocławiu w zespole Rejencji Wrocławskiej, gdzie obok danych na temat budowy tunelu w Unisławiu Śląskim można m.in. odnaleźć szerokie omówienie procesu rozbiórki tunelu w Wałbrzychu. Natomiast w oddziale wrocławskiego archiwum w Kamieńcu Żąbkowickim w zespole Akta miasta Duszniki można znaleźć informacje o budowie tuneli na linii Kłodzko – Kudowa-Zdrój. W szerokim zakresie badania prowadzono w Österreichisches Staatsarchiv w Wiedniu, w zespołach Allgemeines Verwaltungsarchiv, Kriegs Archiv oraz Ministerium des Äußern. Zgromadzono tam m.in. dane dotyczące budowy tuneli w Kamionce Wielkiej i Żegiestowie oraz eksploatacji tuneli w Łupkowie i Uniejowie-Rędzinach koło Miechowa. W odniesieniu do ostatniego z wymienionych tuneli kwerendę prowadzono także w Archiwum Państwowym w Kielcach,

⁵ Zauważyć należy, że przeważająca część Śląska od czasu wojen śląskich (1740–1763) do 1945 r. była pod administracją pruską, tym samym nie znajdowała się w granicach zaborów; *Historia Śląska*, red. M. Czapliński, Wrocław 2002, s. 187–231.

w zespole Rząd Gubernialny Kielecki oraz w Archiwum Państwowym w Warszawie, w oddziale w Milanówku. Badania prowadzono również w Archiwum Głównym Akt Dawnych w Warszawie, gdzie w zespole C.K. Ministerstwa Kolei Żelaznych znajdują się akta dotyczące budowy tunelu w Szklarach, natomiast w Archiwum Akt Nowych w Warszawie można uzyskać informacje na temat tunelu w Żegiestowie.

W Archiwum Państwowym w Katowicach, w oddziale Bielsko-Biała, w zespole Akta miasta Bielska oraz Starostwie Powiatowym Bielska znajdują się akta dotyczące budowy i odbudowy tuneli w tym mieście. Ważne informacje na temat Bielskiego tunelu znajdują się też w Zemský archiv v Opavě, w zespole Zemská vláda slezská Opava. Część informacji na temat eksploatacji tuneli w Łupkowie i w Żegiestowie pozyskano w Центральний Історичний Архів України, М. Львів (Centralnym Państwowym Archiwum Historycznym Ukrainy we Lwowie) w zespole Окружна дирекція державних залізниць, м. Львів (Dyrekcja Okręgowa Kolei Państwowych we Lwowie). Ponadto część akt dotyczących budowy tunelu w Rydułtowach przebadano w Archiwum Państwowym w Opolu, w zespole Rejencji Opolskiej, oraz w Archiwum Państwowym w Katowicach w Aktach Dyrekcji Kolei Żelaznych. Niemal we wszystkich wymienionych archiwach brakuje zespołów odnoszących się bezpośrednio do budownictwa tunelowego i informacje należało wydobyć z akt dotyczących budowy poszczególnych linii kolejowych⁶.

Cennym źródłem okazały się periodyki naukowe, które w okresie powstawania tuneli informowały o najważniejszych obiektach tunelowych. Do najważniejszych zaliczyć należy wydawane w Berlinie „Zeitschrift für Bauwesen”, które np. szczegółowo prezentuje problem budowy tunelu w Rydułtowach oraz technologie budowy najdłuższego tunelu w Polsce pod Małym Wołowcem w Wałbrzychu. Inne ważne periodyki to „Deutsche Bauzeitung”, „Centralblatt der Bauverwaltung”, a także wydawane we Wiedniu „Allgemeine Bauzeitung”, omawiające z najmniejszymi detalami proces budowy tunelu w Łupkowie. W odniesieniu do terenu Królestwa Polskiego wymienić wypada wydawany w Warszawie „Przegląd Techniczny”, który omawiał niektóre

⁶ Wyjątkiem jest jedna jednostka znajdująca się w Archiwum Akt Nowych dotycząca bezpośrednio odbudowy tunelu w Żegiestowie w 1946 r.

problemy dotyczące tunelu w Uniejowie-Rędzinach koło Miechowa.

Bardzo ważnym źródłem uzupełniającym była codzienna prasa, która niekiedy bardzo szeroko komentowała wydarzenia związane z budową tuneli. Zauważyć przy tym należy dużą rzetelność przekazywanych informacji, która w porównaniu z innymi źródłami na ogół odpowiada rzeczywistości. W przypadku terenu administracji pruskiej głównie korzystano z jeleniogórskiej „Bote aus dem Riesengebirge” czy wywodzącej się z ziemi kłodzkiej „Der Gebirgsbote”. W odniesieniu do regionu Galicji bardzo cenne informacje dotyczące badanego tematu podawał krakowski „Czas”, natomiast w Królestwie Polskim za przykład może służyć „Gazeta Kielecka”.

Ważnym źródłem wspomagającym problematykę tuneli kolejowych na Śląsku są karty ewidencyjne mostów wiaduktów i tuneli, powstałe po wojnie w Dyrekcji Okręgowej Kolei Państwowych [dalej: DOKP] we Wrocławiu na bazie akt przedwojennych.

Pomijając relację z budowy tunelu łupkowskiego wydaną tuż po ukończeniu budowy w formie broszury⁷, jak dotąd powstała jedna pozycja książkowa dotycząca bezpośrednio historii tunelu kolejowego na omawianym terenie. Jej autorem jest K.C. Kasper⁸. Stanowi ona zbiór materiałów źródłowych dotyczącym budowy i rozbiórki tunelu pod górą Brzezinka w Wałbrzychu. Niestety, w polskich zbiorach bibliotecznych brakuje choćby jednego egzemplarza tej książki, dlatego pozyskanie tego źródła wymagało wizyty w Bibliotece Uniwersyteckiej w Dreźnie.

Istnieje wiele pozycji naukowych lub popularyzujących omawiających budowę poszczególnych linii kolejowych, gdzie niekiedy bardzo wnikliwie zarysowane są zagadnienia dotyczące budowy tuneli kolejowych⁹. Ich szeroki zakres został wymieniony w spisie bibliograficznym. Poszczególne tunele kolejowe w ujęciu technicznym omawiał Wojciech Preidl, skupiając się na ogół na najważniejszych zagadnieniach geologicznych

i technologicznych, przy okazji wymieniając najważniejsze fakty historyczne z dziejów kolejnictwa¹⁰.

Dzięki pogłębionym badaniom źródłowym udało się ustalić wiele nowych faktów w zakresie kolejowego budownictwa tunelowego. Po raz pierwszy w literaturze przedmiotu szerzej omawiane są fakty dotyczące budowy tuneli kolei wiodącej przez dolinę Popradu w Kamionce Wielkiej i Żegiestowie. Nowością jest także szczegółowe przedstawienie procesu powstawania i odbudowy pierwszego w Polsce tunelu w Rydułtowach w latach 1853–1858. Po raz pierwszy w literaturze polskojęzycznej przedstawiono też szerzej problematykę i okoliczności powstawania tunelu w Łupkowie.

Opisując zagadnienie tuneli kolejowych w Polsce, przyjęto metodę chronologiczno-problemową. Oznacza to, że tunele omawiane są według chronologii ich powstawania. W osobnych rozdziałach omówiono tunele kolei głównych i kolei lokalnych. Zaznaczyć należy, że do kolei lokalnych zaliczono w tym przypadku wszystkie koleje drugo-, jak i trzeciorzędne, w tym kolejki wąskotorowe. Ponadto zastosowano kryterium podziału na tunele wybudowane metodami górniczymi i metodami odkrywkowymi.

Tekst podzielono na cztery rozdziały. Pierwszy, składający się z pięciu podrozdziałów, ma za zadanie wprowadzenie w najważniejsze zagadnienia dotyczące pojęć i definicji fachowych stosowanych w dziedzinie budownictwa tunelowego. Omówiono wykształtowane w procesie dziejów najważniejsze sposoby drążenia, których nazwy przyjęto od krajów, gdzie najczęściej stosowano daną metodę (np. angielska, belgijska)¹¹, skupiając się na czterech głównych, występujących wyłącznie na omawianym terenie. Następnie przedstawiono rys historyczny budownictwa tunelowego, którego zadaniem jest ukazanie tła umożliwiającego porównanie procesów zachodzących na terenie obecnej Polski z najważniejszymi działaniami w budownictwie tunelowym w XIX-wiecznej Europie, skupiając się głównie na regionie alpejskim.

⁷ R. Gunesch, *Der Lupkower Tunnel der Ersten Ungarisch-Galizischen Eisenbahn*, Wien 1878.

⁸ K.C. Kasper, *Der Schönhuter Tunnel*, Bonn–Oberkassel 2003.

⁹ W odniesieniu do tunelu w Rydułtowach przykładem może być: D. Keller, B. Kloch, K. Soida, E. Wieczorek, *Koleją z Katowic do Raciborza*, Rybnik 2013; natomiast w przypadku Śląskiej Kolei Górskiej: P. Dominas, *Architektura Śląskiej Kolei Górskiej Görlitz/Węglińiec – Jelenia Góra – Wałbrzych*, Łódź 2014 i tenże, *Kolej Wałbrzych – Kłodzko*, Łódź 2019.

¹⁰ Do najważniejszych należą: W. Preidl, *Katastrofa budowlana w tunelu czernickim*, „Górnictwo i Geoinżynieria”, 3/2007, s. 347–348; tenże, *Dolnośląskie tunele kolejowe – zabytki techniki, Historyczna i współczesna rola pierwszych polskich tuneli kolejowych*, „Geoinżynieria”, 2/2006, s. 29–33; tenże, *Obiekty tunelowe na trasach galicyjskich kolei żelaznych*, „Górnictwo i Geoinżynieria”, 3/2009, s. 297–312.

¹¹ Warto zauważyć, że w 10-tomowej *Encyklopedii kolejnictwa (Enzyklopädie des gesamten Eisenbahnwesens)*, wydawanej w krajach niemieckojęzycznych w latach 1890–1923, nie posługiwano się powszechnie występującym w literaturze nazewnictwem narodowym poszczególnych metod drążenia, tylko stosowano podział numeryczny.

Następnie przedstawiono zarys struktury organizacyjnej kolejnictwa w omawianych systemach administracyjnych oraz zaprezentowano krótkie sylwetki najważniejszych osób mających wpływ na budowę tuneli w omawianym czasie i miejscu, co ułatwia uchwycenie kontekstu dotyczącego np. myśli inżynierskiej, jaka towarzyszyła powstawaniu omawianych tuneli.

Kolejne trzy rozdziały skupiają się bezpośrednio na omówieniu tuneli kolejowych wybudowanych przed 1945 r. na terenie obecnej Polski. Podzielono je według schematu wyraźnie odróżniającego poszczególne grupy tuneli na dłuższe i dwutorowe tunele kolei głównych oraz krótsze i jednotorowe tunele kolei lokalnych. Jak już zasygnalizowano, obie grupy dotyczą tuneli drążonych metodami górniczymi. Trzecia grupa odnosząca się do kryterium sposobu budowy omawia tunele budowane łatwiejszymi metodami odkrywkowymi.

W obrębie rozdziałów omawiających poszczególne tunele w celu wzmocnienia przejrzystego przekazu przyjęto porządek, w którym na wstępie zaprezentowano krótki opis genezy i znaczenia linii kolejowej, na której budowano tunel. Następnie zaprezentowano położenie geograficzne obiektu i ogólne informacje o budowie geologicznej górotworu, które – jeśli to konieczne – w dalszym opisie często są rozwijane. Kolejno omówiono dzieje tunelu, począwszy od projektu, poprzez wykonanie, postęp prac, stosowane metody budowlane, a kończąc na wskazaniu czasu budowy. Następnie przedstawiono najważniejsze informacje na temat eksploatacji tunelu, jeżeli towarzyszyły im nadzwyczajne okoliczności, takie jak przebudowa lub zniszczenie w dobie konfliktów zbrojnych.

Warto dodać, że podawane długości tuneli kolejowych mają charakter historyczny i na ogół wiążą się z pomiarami z okresu budowy. Dane te niekiedy po przebudowie tuneli po zniszczeniach wojennych lub ze względu na rozwój metod pomiarowych mogły ulec zmianom i obecnie mogą nieznacznie różnić się od pierwotnych. Warto również dodać, że podawane informacje dotyczące struktury geologicznej gruntów, w których drążono omawiane tunele, najczęściej są danymi źródłowymi z czasów budowy i odzwierciedlają ówczesny stan badań. Tym samym współczesny opis warunków geotechnicznych może różnić się od tego zamieszczonego w książce.

Na koniec chciałbym podziękować wielu osobom i instytucjom, które wsparły mnie podczas przygotowywania książki.

Serdeczne podziękowania za recenzję naukową i szereg uwag merytorycznych o charakterze technicznym kieruję do Pani Profesor Anny Siemińskiej-Lewandowskiej z Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej.

Za rozległą konsultację dotyczącą geologii dziękuję bardzo profesorowi Jerzemu Żabie z Katedry Geologii Podstawowej Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach. Za konsultację historyczną dziękuję doktorowi Dawidowi Kellerowi z Muzeum Śląskiego w Katowicach. Za pomoc merytoryczną oraz w gromadzeniu materiałów źródłowych dziękuję inżynierowi Zygmuntovi Kubiakowi z Zakładu Linii Kolejowych PKP we Wrocławiu.

Za szeroką konsultację w zakresie militarnych aspektów budownictwa tunelowego serdecznie dziękuję Stanisławowi Kolouszkowi z Wrocławia. Podobnie za pomoc w wyjaśnianiu wątków militarnych oraz w gromadzeniu materiałów źródłowych dziękuję Volkerowi Mendemu z Berlina, Änderowi Brunsovi z Luksemburga oraz Jörgowi Petzoldowi z Drezna. Za przekazanie cennych materiałów dziękuję także Panu Jarosławowi Szczurykowi vel Szczerba.

Za pomoc w przekładzie tekstów z języka węgierskiego na polski bardzo dziękuję Katalin Pataki i Zoltánowi Szabó-Nagyowi.

Za inspirację i udostępnienie materiałów ikonograficznych i źródłowych dziękuję Pani Małgorzacie Sip z biblioteki przy zakładzie linii kolejowych PKP we Wrocławiu.

Dziękuję także Pani Annie Pazerze, kierowniczce biblioteki gminnej w Charsznicy za przekazanie cennych materiałów źródłowych.

Za udostępnienie materiałów ikonograficznych dziękuję Pani Małgorzacie Wołoszyn z Muzeum w Przeworsku oraz Adamowi Pacześniakowi i Marcinowi Wichrowskiemu. Szczególne podziękowania kieruję do Pana Ryszarda Kruka z redakcji „Almanachu Muszyny” oraz do Pana Zdzisława Kołody z Rybnika, w obu przypadkach za życzliwość i udostępnienie swoich zbiorów ikonograficznych.

I. Wiadomości ogólne o tunelach i ich dziejach

1. Pojęcia i definicje

Według Polskiego Komitetu Normalizacyjnego „tunel to budowla podziemna o charakterze liniowym, która służy celom komunikacyjnym lub transportowym”¹². Jak wskazywał w 1958 r. prof. Zdzisław Gergowicz, tunel jest budowlą typu komunikacyjnego, której odpowiednik w budownictwie naziemnym stanowi most, wiadukt, nasyp lub wykop¹³. Nazwa tunel wywodzi się z języka angielskiego (*tunnel*) i oznacza rurę lub przekop podziemny¹⁴.

Tunele należały do najdroższych kolejowych obiektów inżynierskich, dlatego budowano je stosunkowo rzadko, tylko wtedy, kiedy było to konieczne. Miały zawsze charakter budowli stałej, przeznaczonej na długi okres eksploatacji¹⁵.

Polski Komitet Normalizacyjny z punktu widzenia przeznaczenia tuneli komunikacyjnych dzieli je na: a) tunele kolejowe, b) tunele drogowe (samochodowe), c) tunele metra, d) tunele dla pieszych, e) tunele żeglowne.

¹² Polski Komitet Normalizacyjny, Polska norma: PN-S-02203:1997, Tunele komunikacyjne Terminologia i klasyfikacja, s. 1 [dalej: PN-S-02203:1997].

¹³ Z. Gergowicz, *Tunele kolejowe i drogowe*, Wrocław 1958, s. 4. Warto również zwrócić uwagę na definicję współczesną tunelu zespołu autorskiego: A. Tajduś, M. Cała, K. Tajduś, *Geomechanika w budownictwie podziemnym, projektowanie i budowa tuneli*, Kraków 2012, s. 18–19: „Tunel – podziemna budowla inżynierska pozioma lub o niewielkim nachyleniu przeznaczona do poprowadzenia drogi lub linii kolejowej (tunele drogowe, tunele kolejowe, metra, tunele żeglowne), samodzielnego ciągu pieszego lub pieszo-rowerowego (przejścia podziemne), transportu wody (tunele wodociągowe, tunele kanalizacyjne, sztolnie hydrotechniczne) lub innego rodzaju komunikacji gospodarczej przez lub pod przeszkodą terenową. Jako tunel traktowana jest również budowla podziemna wykonana w otwartym wykopie, a po wykonaniu obudowy ostatecznej budowli jej strop zasypywany zostaje gruntem”.

¹⁴ Pierwotnie podczas pojawienia się pierwszego tunelu w Wielkiej Brytanii brakowało określenia na ten rodzaj obiektów inżynierskich, który w innych krajach początkowo określany był mianem drogi, mostu albo sztolni. Przykładem może być budowa pierwszego tunelu kolejowego w Niemczech, który powstał w Saksonii na wąskotorowej (585 mm) kolei Tollwitz – Bad Dürrenberg w 1836 r. Ten tunel o długości 133 m w publikacji z 1837 r. został nazwany sklepioną sztolnią: [„(...) in einem 540 Fuss langen gewölbten Stollen geführt werden musste”]; *Dürrenberger Eisenbahn*, „Polytechnisches Zentralblatt”, 3/1837, s. 299–300.

¹⁵ F. Czygan (Hrsg.), *Die Eisenbahnen in Wort und Bild*, Bd. I–II, Nordhausen am Harz 1928, s. 114–115; Z. Gergowicz, *Tunele...*, s. 4.

Natomiast podział tuneli komunikacyjnych ze względu na położenie w terenie i rodzaj pokonywanej przeszkody jest następujący: a) tunele górskie, b) tunele nizinne, c) tunele podwodne.

Tunele komunikacyjne ze względu na ich położenie w masywie górkim można podzielić na: a) tunele bazowe, b) tunele przełęczowe (podszczytowe), c) tunele dolinne, d) tunele spiralne (pętlowe)¹⁶.

Tunel bazowy jest stosunkowo długi i przebiega w dolnej strefie (u stóp) góry (il. 1.). Do wad tego rodzaju budowli należały duża długość i zwiększony koszt wykonania, a ponadto trudności budowlane wynikające z różnorodnych uwarunkowań geologicznych i hydrologicznych.

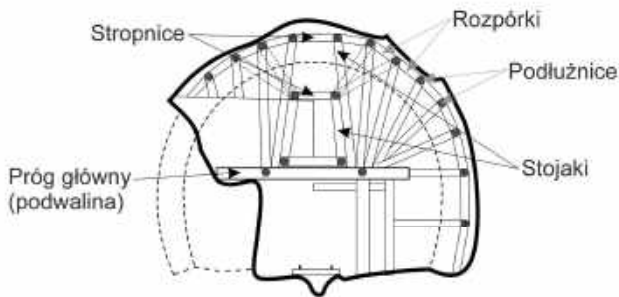
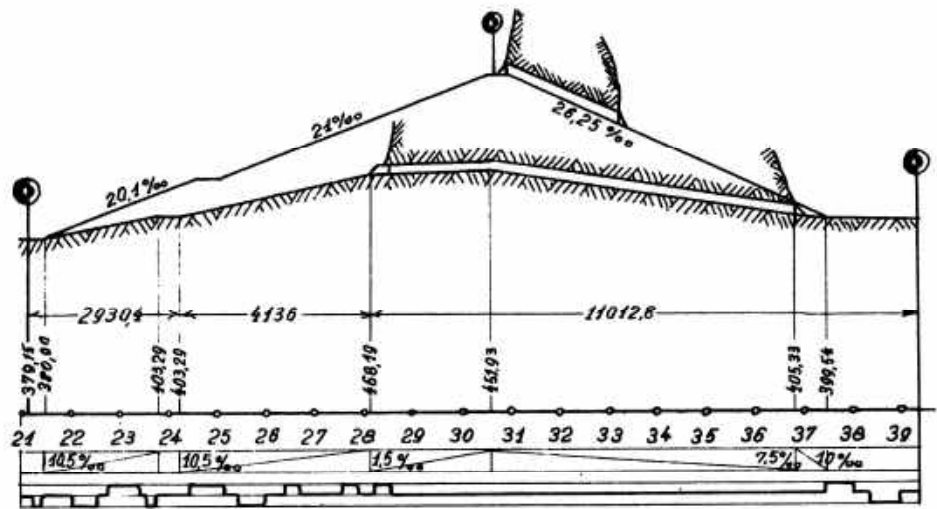
Podczas budowy **tunelu przełęczowego (podszczytowego)** trasę prowadzono na powierzchni góry tak długo, jak to możliwe. Drażnienie wykonywano w najwyższym i najtrudniejszym odcinku szlaku u szczytu góry. Wady tego tunelu stanowiły konieczność stosowania długich podjazdów na ogół z licznymi i stromymi spadkami i łukami oraz prawdopodobieństwo zablokowania ruchu z powodu opadów śniegu czy lawin śnieżnych lub osunięć kamiennych na torowisko. Do zalet tego typu tuneli, obok ograniczonych kosztów wykonania, należały niewielki nakład górotworu pozostający nad tunelem oraz łatwiejsze odprowadzenie wody.

Tunele dolinne realizowane były podczas trasowania szlaku po zboczu góry, kiedy zachodziło prawdopodobieństwo osuwania warstw skalnych. W takim przypadku tunel prowadzono wewnątrz góry równoległe do zbocza¹⁷. Istnieje oczywiście wiele innych rodzajów tuneli, jak np. spiralne (pętlowe), w których zmiana kierunku odbywała się we wnętrzu góry. Gdy poprowadzenie szlaku odbywało się przy dużym nachyleniu (raz po jednej,

¹⁶ PN-S-02203:1997, s. 4. Warto zwrócić uwagę na ewolucję na przestrzeni lat definicji i klasyfikacji omawianych obiektów. Na przykład jeszcze w 1958 r. Z. Gergowicz tunele bazowe określał jako „tunele stopowe”, natomiast tunele przełęczowe (podszczytowe) jako „tunele szczytowe”; tenże, *Tunele...*, s. 8.

¹⁷ H. Stamatello, *Tunele i miejskie budowle podziemne*, Warszawa 1970, s. 24.

1. Przekrój podłużny masywu górskiego ukazujący położenie tunelu bazowego (na dole) i podszytowego (u góry)



2. Przekrój poprzeczny tunelu z podstawowym nazewnictwem elementów obudowy tymczasowej



3. Przekrój poprzeczny tunelu z podstawowym nazewnictwem stref wyrobiska i elementów obudowy stałej

raz po drugiej stronie zbocza), a przekroczenie góry odbywało się w jej wnętrzu, budowano tunele spiralne¹⁸.

Wśród klasyfikacji wyróżnia się również podział tuneli komunikacyjnych ze względu na metodę ich wykonania:

- tunele wykonywane metodami odkrywkowymi,
- tunele wykonywane metodami górniczymi,
- tunele wykonywane metodami specjalnymi¹⁹. Na omawianym terenie do budowy kolejowych tuneli komunikacyjnych przed 1945 r. zastosowano metody a) i b).

2. Podstawowe informacje geologiczne związane z budową tuneli kolejowych

Prace związane z budową tuneli poprzedzały badania geologiczne rejonu budowanego tunelu, wykonywane m.in. na podstawie dokładnych map geologicznych oraz odwiertów w górotworze w miejscu drążonego tunelu. Głębokość wykonywanych odwiertów zależna była od rodzaju i głębokości budowanego tunelu, przy czym odwierty nie mogły się kończyć na głębokości spągu tunelu, tylko musiały sięgać głębiej, do niżejleżących warstw skalnych. Badania te umożliwiały rozpoznanie właściwości zarówno fizycznych, jak i mechanicznych górotworu. Podczas badań obowiązywała reguła, że im głębiej tunel znajduje się pod powierzchnią ziemi, tym trudniejsze jest rozpoznanie uwarunkowań geologicznych²⁰.

Przy budowie tunelu bardzo ważne było ułożenie warstw skalnych. Najkorzystniejsze warunki występowały, jeżeli górotwór był jednolity, bez cech ułamicowienia. Dużą

¹⁸ Najlepszym przykładem budowy tuneli spiralnych są opisywane w tekście tunele Kolei Gotarda, a także Kolei Simplon czy Kolei Schwarzwaldzkiej; F. Czygan (Hrsg.), *Die Eisenbahnen...*, s. 114–115.

¹⁹ PN-S-02203:1997, s. 4.

²⁰ *Enzyklopädie des gesamten Eisenbahnwesens*, red. Dr V. Röhl, Bd. 9, Berlin–Wien 1919, s. 403.

rolę w procesie planowania prac odgrywał kierunek ułożenia warstw skalnych. Korzystne z punktu widzenia budowy były warstwy ułożone pionowo lub stromo, poprzecznie do osi tunelu. Natomiast warstwy ułożone poprzecznie ze słabym nachyleniem oraz płaskie o niewielkiej grubości czy splekane stwarzały ryzyko zawału podczas budowy.

Zgodność przebiegu osi tunelu z biegiem warstw skalnych była uwarunkowaniem niekorzystnym, ponieważ mogło wtedy dochodzić do dużych, często nieoczekiwanych obciążeń uzależnionych od możliwych prawdopodobnych przemieszczeń poszczególnych warstw względem siebie.

Duży wpływ na drażnienie tunelu miała fałdowa budowa terenu. Siodłowe ułożenie warstw skalnych często powodowało duże ciśnienie boczne, jak miało miejsce np. podczas budowy tunelu w Kowarach. Najogólniej rzecz biorąc, zmiany wielkości ciśnień górotworu wynikały z obecności różnego rodzaju uskoków skalnych oraz zafałdowań warstw skalnych. Ważny był również rodzaj budowy geologicznej warstw, np. gdy warstwy skał leżały na pokładach gliny, piasków lub ilów.

Podczas badań poprzedzających budowę określano przede wszystkim stateczność górotworu, grubość i rodzaj utworów skalnych leżących ponad stropem wyrobiska, stopień pofałdowania oraz wpływy zaburzeń tektonicznych, takich jak uskoki, przemieszczenia itp.

Obok powyższych ustalano właściwości fizyczne górotworu w poszczególnych warstwach, takie jak twardość, porowatość, szczelinowatość, zawartość wody, nasiąkliwość i przepuszczalność warstw itd.

Badaniu poddawano także mechaniczne właściwości górotworu, takie jak wytrzymałość na ściskanie oraz rozciąganie. Badania te umożliwiały stworzenie obrazu wskazującego naprężenia w górotworze zarówno w stanie nienaruszonym, jak i po wykonaniu wyrobiska.

Dzięki nim można było zastosować właściwe metody pracy, aby dobrze zaplanować termin ich wykonania i zapewnić bezpieczeństwo pracy. Zakres podejmowanych badań różnił się na poszczególnych etapach historycznych. Inna była szczegółowość rozpoznania budowy geologicznej przy budowie tunelu w Rydułtowach w latach 50. XIX w., a inna pół wieku później przy np. tunelu kolei Wałbrzych – Kłodzko.

Obok badań geologicznych przeprowadzano także rozległe badania hydrologiczne. Rozpoznać należało system wodny w rejonie tunelu oraz charakter przepływów

wód zarówno powierzchniowych, jak i podziemnych w danym terenie oraz warstwy wodonośne. Często wody podziemne miały powiązanie ze strumieniami, rzekami czy jeziorami na powierzchni. Pojawienie się wody w tunelu zależało od jego długości, intensywności opadów oraz charakteru budowy geologicznej. Dla budowy tunelu korzystne było położenie ponad poziomem wód gruntowych, wahającym się w zależności od intensywności opadów. Tunel stanowił swego rodzaju dren ściągający do siebie wszystkie wody z najbliższego otoczenia, jednocześnie obniżając poziom wód gruntowych, o czym przekonali się budownicy tunelu w Świerkach podczas budowy drugiej komory w latach 1909–1911²¹. Dlatego projektując tunel, należało zadbać, aby warstw przepuszczalnych było jak najmniej²².

3. Budowa tuneli kolejowych

Planowanie budowy tunelu

Pierwszą czynnością podczas projektowania tunelu było ich trasowanie, czyli oznaczenie osi tunelu, jego długości oraz niwelety²³, co wymagało wykonania pomiarów wstępnych w terenie²⁴.

O kształcie profilu podłużnego tunelu (czy precyzując, o nachyleniu niwelety) decydowały takie czynniki, jak przebieg szlaku kolejowego, warunki hydrogeologiczne i eksploatacyjne. Tunele wykonywano jako poziome, jednospadowe i dwuspadowe. Tunele poziome budowano jako bardzo krótkie, maksymalnie do 400 m długości, ponieważ w przeciwnym razie utrudnione byłoby w nich odprowadzanie wody. Dlatego na ogół stosowano minimalne nachylenie 2‰, choć optymalne były spadki wynoszące 3–5‰. Maksymalny spadek zależał od sposobu trasowania szlaku kolejowego²⁵. Tunele jednospadowe budowano bardzo często, jednak przy długości nie dłuższej niż 3000 m, co na omawianym terenie nie miało miejsca. Spadek mógł być jednostajny lub mieć

²¹ Więcej na ten temat w rozdziale II.

²² F. Czygan (Hrsg.), *Die Eisenbahnen...*, s. 115–117; Z. Gergowicz, *Tunele...*, s. 12–17; M. Nestorowicz, *Tunele według wykładów autora na II kursie wyższej szkoły inżynierii w r. szk. 1937/38*, Warszawa 1938, s. 9–23.

²³ Niweleta to linia łącząca punkty wysokościowe, wyznaczające projektowany profil budowli.

²⁴ M. Nestorowicz, *Tunele według...*, s. 3.

²⁵ *Enzyklopedie...*, Bd. 9, s. 381.

profil łamany. Zaletę tunelu jednospadowego stanowiła łatwiejsza wentylacja²⁶.

Z reguły dłuższe tunele górskie miały charakter dwuspadowy, przy czym pomiędzy odcinkami spadku wykonywano fragment poziomy albo o minimalnym spadku²⁷. Tego rodzaju nachylenie było odczuwalne już podczas budowy, ponieważ umożliwiało łatwe wywożenie urobku, podczas odwadniania tunelu oraz podczas eksploatacji.

Projektując tunele, jeżeli nie było to konieczne, unikano stosowania łuków, ponieważ były one niekorzystne z punktu widzenia ograniczenia widoczności – wymagały poszerzania przekroju, czyli zwiększania objętości wyłomu w górotworze. Ponadto zwiększały opór powietrza²⁸ oraz utrudniały wentylację. Uwarunkowania geologiczne rzadko umożliwiały poprowadzenie tunelu w linii prostej i na ogół budowano tunele w łuku. Wówczas dążono do budowy jak najmniejszej liczby łuków o jak największym promieniu²⁹.

Drażenie tunelu

Proces drażenia sztolni tunelu przebiegał w kilku fazach. 1) W pierwszej kolejności należało wydrążyć otwory strzałowe w górotworze. 2) Jeżeli odwiertów dokonywano z użyciem sprzętu (wiertarek), trzeba było usunąć urządzenia wiertnicze. 3) Należało załadować otwory strzałowe ładunkami materiałów wybuchowych (np. czarnym prochem, dynamitem lub innymi środkami na bazie nitrogliceryny). 4) Kolejno następowała detonacja materiałów wybuchowych i wykonanie przewietrzenia sztolni od szkodliwych gazów. 5) Ostatnią czynnością było wywiezienie urobku i przełożenie szyn kolejowych, jeżeli wykorzystywano je do transportu.

Istotny był szybki postęp podczas drażenia sztolni kierunkowej, ponieważ od niego zależały dalsze prace i postęp budowy tunelu. Dlatego ważne było, żeby sztolnię tę wykonywać jako stosunkowo niewielką i dopiero rozbudowywać profil tunelu w kolejnych fazach budowy. Wymagało to nie tylko drażenia otworów w mniejszych

powierzchniach, ale i mniejszej powierzchni pod obudowę tymczasową, co zapobiegało stratom czasu, choć wiązało się z większym zużyciem materiałów wybuchowych³⁰.

Kształt przekroju poprzecznego tunelu zależał od rodzaju tunelu (np. jedno- lub dwutorowy) i ciśnienia górotworu. Podczas budowy linii dwutorowych należało rozstrzygnąć, czy budować tunel jedno- czy dwukomorowy. Dwa tunele równoległe stanowiły lepsze rozwiązanie w trudnych warunkach geologicznych i przy dużych ciśnieniach górotworu oraz w sytuacji, kiedy budowa drugiego toru zaplanowana była w dużym odstępie czasu (np. tunel simploński, tunele linii Wałbrzych – Kłodzko) zależnie od wzrastającego natężenia ruchu pociągów. Do wad tego rozwiązania należały konieczność wykonania większego wyłomu, większego nakładu materiału oraz robocizny. Przyjmuje się, że koszt wykonania dwóch komór tuneli jednotorowych stanowił 130% kosztów budowy tunelu dwutorowego³¹. Ponadto warunki eksploatacji tuneli jednotorowych z uwagi na gorsze przewietrzanie czy np. zwiększone opory powietrza były gorsze niż dwutorowych.

W tunelach dłuższych niż 300 m na ogół wykorzystywano nisze ewakuacyjne o wymiarach 1 m szerokości i 2 m wysokości i głębokości od 0,6 do 1 m. Budowane co 25 m, rozmieszczane były w szachownicę, a więc co 50 m z jednego boku. Przeznaczono je jako schronienie dla osób pracujących w tunelu, co zapewniało im bezpieczeństwo podczas przejazdu pociągu. W zależności od długości i rodzaju tunelu ich wielkość i odległości rozmieszczenia mogły być zmienne.

Z punktu widzenia technicznego wykonanie portali stanowiło na ogół zabezpieczenie wlotu do tunelu pełniące funkcję ściany oporowej. W przypadku gdy górotwór był mocny i zwarty, budowę portali redukowano do minimum, stosując jedynie pierścienie głowicowe (np. tunel w Wałbrzychu pod górą Brzezinka). Portale pełniły także funkcję estetyczną. Kształt i forma portali zależne były od warunków miejscowych, konfiguracji terenu oraz

²⁶ Przykładem tunelu jednospadowego na omawianym terenie jest tunel w Łupkowie (il. 87.).

²⁷ Przykładem tunelu dwuspadowego jest tunel w Kowarach.

²⁸ Według pomiarów dokonanych w tunelu Simplon przy prędkości 60 km/h i podczas biegu pociągu w kierunku prądu wentylacyjnego, opór powietrza wynosił 6,3 kg na każdą tonę ciężaru pociągu. W przeciwnym kierunku opór wzrastał do 9,2 kg na tonę; *Wielkość oporu powietrza w tunelach kolejowych*, „Przegląd Techniczny”, nr 41 z 9.10.1913, s. 536.

²⁹ Z. Gergowicz, *Tunele...*, s. 18–19.

³⁰ Pomiarzy przeprowadzone podczas budowy tunelu w Tauern (8,3 km) w Austrii (1901–1909) drażonego w granitognejsach wykazały, że przy sztolni o przekroju 4,5 m² zużywano 5,5 kg środków wybuchowych (dynamitu) na 1 m² wysadzonych skał, podczas gdy przy sztolni o przekroju 6,5 m² tylko 4,5 kg środków na 1 m² wysadzonych skał. (Oznacza to, że paradoksalnie większa sztolnia wiązała się z użyciem mniejszej ilości materiałów wybuchowych.) Tymczasem przy użyciu wiertarek drażących optymalna okazała się sztolnia o wielkości 6–7 m². *Enzyklopädie des gesamten Eisenbahnwesens*, red. Dr V. Röhl, Bd. 9, Berlin–Wien 1919, s. 386.

³¹ Z. Gergowicz, *Tunele...*, s. 21.

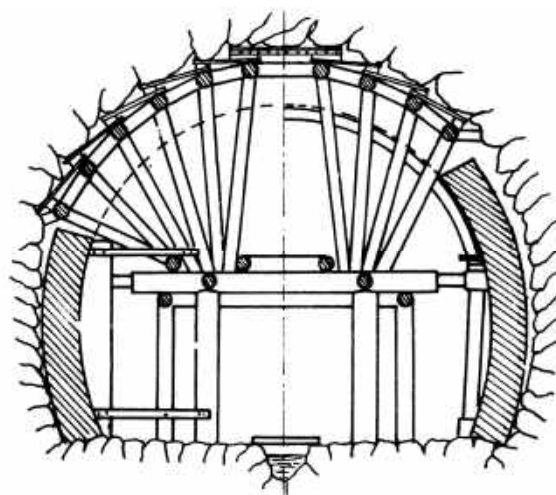
tendencji architektonicznych panujących w danym okresie. Niekiedy tunele w strefie szczytów portali wjazdowych wyposażano w galerie (il. 196.). Były to wysunięte ponad wlotem tunelu murowane bariery przeznaczone do zatrzymywania lawin śnieżnych lub osuwających się odłamków skalnych³².

Obudowa tymczasowa

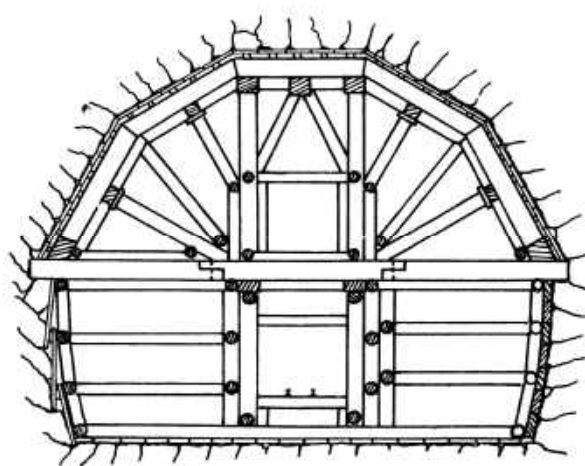
W większości omawiane tunele powstawały z użyciem drewnianej obudowy tymczasowej. Bardzo rzadko zdarzało się, że górotwór był na tyle stabilny i zwarty, że nie wymagał obudowy tymczasowej i można było od razu wykonać obudowę stałą. Z reguły konieczne było podparcie zarówno ścian bocznych, jak i stropu wspartym na stojakach szalunkiem. Gęstość rozstawienia stojaków zależała od siły ciśnienia w wyrobisku – im większa siła obciążenia, tym było ich więcej. Stojaki rozstawiano w odległości od 2 do 4 m. W zależności od kształtu stojaków stosowano dwa podstawowe typy obudowy tymczasowej: krokwiową lub płatwiową.

Obudowa płatwiowa miała szalunek układany poprzecznie do kierunku drążenia wyrobiska, dlatego podparcie następowało za pomocą belek podłużnych, zwanych płatwiami. Każdą z nich podpierano dodatkowymi stemplami i rozpierano ponadto w kierunku poprzecznym rozpórkami. Przy niedużej wysokości wyrobiska stojaki opierały się na spągu, tworząc tzw. obudowę wachlarzową. Jeżeli stojaki byłyby zbyt długie, to wówczas przekrój tunelu dzielono na dwie części. W takim przypadku stojaki opierano wachlarzowo na progu głównym obudowy (il. 4.), który wspierał się na pionowych stojakach (podchwycie) i był usztywniony dodatkowymi rozporami. Zaletą obudowy płatwiowej było jej mocne usztywnienie w kierunku podłużnym, a także duże oszczędności materiału (drewna). Do wad należało niewygodne szalowanie poprzeczne, dodatkowo zwiększające przekrój wyłomu, oraz operowanie długimi i grubymi belkami w ciasnym tunelu.

Obudowa krokwiowa w odróżnieniu od płatwiowej miała szalowanie ułożone równoległe do osi wyrobiska. Jej podparcie następowało za pomocą krótkich poprzecznych belek zwanych krokwiami. Ściśle przylegające do siebie końce krokwi tworzyły wielobok, podparty wachlarzowo stojakami, opartymi na progu głównym obudowy (il. 5.), wspartej z kolei stojakami pionowymi.



4. Obudowa płatwiowa, w której szalowanie jest ułożone poprzecznie do osi wyrobiska, a podparcie następuje z użyciem belek podłużnych zwanych płatwiami



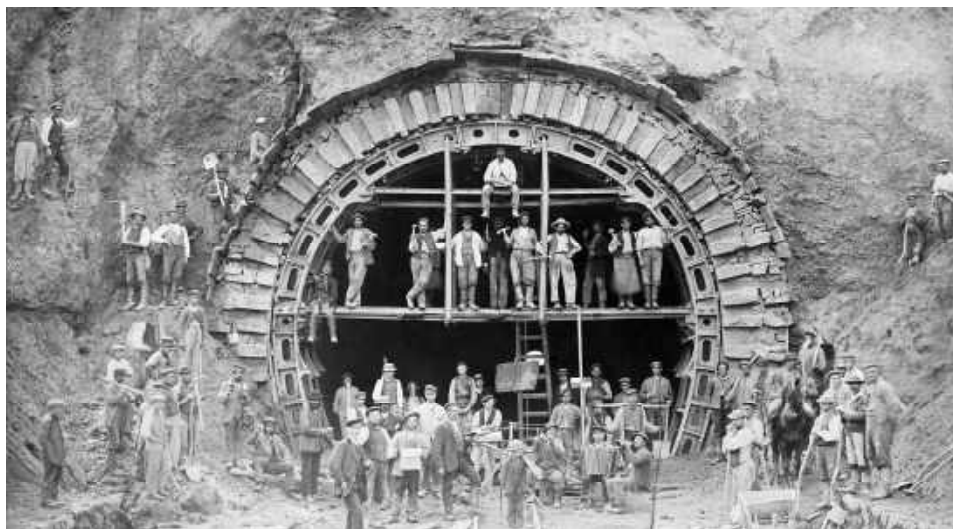
5. Obudowa krokwiowa, w której szalowanie biegnie równoległe do osi wyrobiska, a podparcie następuje z użyciem krótkich poprzecznych belek zwanych krokwiami

Zaletą obudowy krokwiowej była prostota wykonania, do wad natomiast należały niewielka wytrzymałość podłużna oraz duże zużycie materiału. Biorąc pod uwagę, że odstęp pomiędzy krokwiami wynosił na ogół od 0,9 do 1,5 m, należało zużyć więcej stojaków niż w obudowie płatwiowej³³.

Przy budowie tuneli istniało wiele innych rodzajów obudowy, jak np. **obudowa typu Ržiha** obliczana na maksymalne ciśnienie górotworu. Wykonano ją jako metalową ramę w kształcie łuku łączonego śrubami. Poszczególne elementy obudowy rozstawiano średnio co 1,2 m (il. 6.). Nie nadawała się jednak do tuneli, w których występowały duże wahania ciśnienia górotworu.

³² F. Czygan (Hrsg.), *Die Eisenbahnen...*, s. 118–119.

³³ Z. Gergowicz, *Tunele...*, s. 85–86.



6. Przykład budowy tunelu w Cornberg (1874 r.) na kolei Bebra – Göttingen z zastosowaniem stalowej obudowy tymczasowej typu Ržiha

Obudowy te nie były stosowane na omawianym terenie, gdzie korzystano z tradycyjnych rozwiązań.

Wyłom górotworu wykonywano na ogół na pewnej długości zwanej **pierścieniem**. Długość pierścieni teoretycznie wahała się od 3 do 12 m, jednak w praktyce wynosiła od 6 do 9 m³⁴.

O sposobie wykonania obudowy zarówno tymczasowej, jak i stałej tunelu decydowało wiele czynników. Podstawowymi były głębokość wyrobiska i nadkład gruntu nad tunelem. Jeżeli grubość nadkładu skał była niewielka, to budowa następowała **metodą odkrywkową**, czyli obudowę realizowano w wykopie, a następnie ją zasypywano. Ten sposób realizacji występował głównie w tunelach miejskich (np. w Warszawie) lub w pewnych fragmentach metra.

Na ogół o wyborze metody budowy tunelu decydowały uwarunkowania geologiczne oraz hydrologiczne. W przypadku górotworu zwartej i mocnej można było stosować wiele metod górniczych i wykonać niezbyt skomplikowaną obudowę tymczasową. Przy popękanym górotworze o dużym nacisku najodpowiedniejsza była metoda niemiecka lub austriacka. W suchych piaskach i żwirach, jak i wodonośnych i płynnych gruntach odpowiednia była również metoda niemiecka z uwzględnieniem zastosowania wielobokowej obudowy tymczasowej.

Obudowa stała

W XIX i na początku XX w. do budowy tuneli powszechnie stosowano **obudowy z kamienia naturalnego**. W przypadku niewielkiego ciśnienia gruntu można

było stosować niewymagający szczególnej obróbki kamień łamany, łączony zaprawą cementową w stosunku 1:3. Podczas występowania większego ciśnienia stosowano ciosy półobrobione, a na sklepieniach ciosy pełne. Tego rodzaju rozwiązania można spotkać w wielu dolnośląskich tunelach wybudowanych na drugorzędnych liniach kolejowych (np. Kowary, Pilchowice). Zaletą obudowy kamiennej jest jej długowieczność oraz – ponieważ klince działają na zacisk – zdolność natychmiastowego przyjmowania obciążeń. Do wad zaliczyć należy m.in. stosunkowo dużą przepuszczalność wody oraz koszt wykonania związany z obróbką kamienia, jak i niemożnością zmechanizowania prac.

Obudowy z kamienia sztucznego wykonywano jedynie z najwyższej jakości **cegły klinkierowej**. Zaletami cegły przy obudowie tunelu były nieduże rozmiary, wygodne przy budowaniu murów i sklepień w niewielkich i ciasnych pomieszczeniach oraz możliwość wykonania obudowy o zmiennych grubościach. Ponadto dobra cegła klinkierowa nie przepuszczała wody. Do jej wad należały duża ilość spoin zmniejszająca wytrzymałość murów, a także brak możliwości zmechanizowania robót.

Już w I dekadzie XX w. na omawianym terenie rozpoczęto stosowanie jako materiału obudowy betonu, którego zaletami były monolityczność oraz możliwość mechanizacji prac. Jednak ze względu na długi okres wiązania betonu nie było możliwe natychmiastowe podjęcie pracy przez obudowę.

Przy bardzo dużym ciśnieniu górotworu już w I dekadzie XX w. zaczęto stosować **obudowę żelbetową** o dużej wytrzymałości. Jej dużą zaletą była największa smukłość spośród wszystkich rodzajów obudowy, przez

³⁴ Szczegółowy opis licznych sposobów wykonywania obudowy tymczasowej podano w: *Encyklopedie...*, Bd. 9, s. 397–402.

co wymagała najmniejszej powierzchni wyłomu. Jej wadą były trudności z wykonaniem wynikające z braku miejsca oraz podobnie jak w przypadku betonu brak natychmiastowej możliwości przyjmowania obciążeń górotworu. Ze względu na swoje właściwości obudowa żelbetowa miała pierwszeństwo przed innymi rodzajami obudów, na ogół stosowano ją w przypadku budowy tuneli metodą odkrywkową (np. w Warszawie).

Zadaniem obudowy było przejście przez nią obciążenia wywołanego ciśnieniem górotworu naruszonego podczas jego drążenia. Jej budowa miała uwzględniać przejmowanie ciężaru mas skalnych oraz wszelkich ruchów gruntu. Przy mniejszych ciśnieniach gruntu najchętniej stosowanym rodzajem i konstrukcyjnie najbardziej uzasadnionym była obudowa, która w przekroju poprzecznym miała kształt półokręgu i łuku podkowiastego. Z reguły obudowy o sklepieniach eliptycznych stosowano przy tunelach jednotorowych, natomiast o sklepieniach w kształcie półokręgu w tunelach dwutorowych. Przy dużych ciśnieniach gruntu, zwłaszcza w obudowach murowanych, następowało zamykanie jej od dołu sklepieniem odwrotnym, zwanym także **sklepieniem spągowym**. Ponadto **sklepienie kalotowe** uzyskiwało wówczas kształt łuku eliptycznego lub łuku koszowego³⁵ (il. 161.). Grubość ścian i sklepienia obudowy zależała od wielkości ciśnienia gruntu. Gdy ciśnienie górotworu było niewielkie, można było stosować obudowy o ścianach prostych.

Obudowy betonowe i żelbetowe niewiele różniły się od kamiennych. Różnica polegała na tym, że przylegały bezpośrednio do górotworu, czyli wykonany wyłom był jednocześnie szalunkiem zewnętrznym. Podczas budowy tunelu metodą odkrywkową kształt obudowy na ogół przyjmował formę prostokąta o ustroju ramowym³⁶.

Metody budowy tuneli kolejowych

Podczas budowy tuneli, aby osiągnąć wyłom o pełnym przekroju, stosowano różnego rodzaju metody drążenia mniejszych sztolni. Różne sposoby drążenia tuneli z czasem uzyskały swoje nazwy w odniesieniu do nazw krajów, gdzie najczęściej stosowano praktyki dotyczące sposobu drążenia tuneli i ich zabezpieczania drewnianą obudową tymczasową. Metody te różnią się od siebie liczbą drążonych sztolni, kolejnością ich budowy oraz chronologią wykonywania obudowy stałej³⁷.

³⁵ *Enzyklopedie...*, Bd. 9, s. 403.

³⁶ Z. Gergowicz, *Tunele...*, s. 90–91.

³⁷ A. Tajduś, M. Cała, K. Tajduś, *Geomechanika...*, s. 474.

Poniżej omówione zostały cztery najważniejsze metody stosowane na omawianym terenie: metoda angielska, austriacka, niemiecka i belgijska.

Metoda angielska (nazywana też metodą pełnego przekroju) polegała na tym, że wyłom wykonywano od kaloty do spągu, natomiast obudowę od dołu do góry. Całość procesu odbywała się jedynie w obrębie jednego pierścienia o długości od 3 do 6 m (długość zależała od warunków gruntowych). Poszczególne etapy prac pokazane na il. 8. przebiegały następująco: najpierw wykonywano dolną sztolnię służącą jako zwiadowcza, odwadniająca i transportowa³⁸. Następnie ze sztolni dolnej wykonywano pochylnie lub/i kominy i drążono górną sztolnię kalotową. Pochylnie służyły do transportu materiałów, natomiast kominy do zsypu urobku. Po założeniu dwóch płatwi szczytowych podtrzymujących stropnice poszerzano kalotę, układając szalowanie w kierunku poprzecznym do osi tunelu i dalej z postępowaniem wyłomu ustawiano nowe płatwie. Końce płatwi z jednej strony opierano na wykonanej obudowie stałej poprzedniego pierścienia, z drugiej natomiast na stojakach podpartych bezpośrednio na górotworze. Po wykonaniu kaloty usuwano środkowe, poziome pasmo górotworu. Płatwie podpierano na dwupoziomowej obudowie. Następnie wykonywano wyłom dolnej części wyrobiska do pełnego przekroju, podpierając je odpowiednio ustawionymi stojakami obudowy tymczasowej. Kolejną fazą było murowanie obudowy stałej. Budowano szablony ścian, potem krążyny sklepienia kalotowego, a w ostatniej fazie sklepienie spągowe.

Metoda angielska sprawdzała się w tunelach krótkich o niezbyt dużym ciśnieniu górotworu. Do jej zalet należały stateczność obudowy czasowej nawet w trudnych warunkach gruntowych oraz dobre warunki pracy (wentylacja, odwodnienie). Jej wadą było powolne tempo wykonywania prac wynikające z ograniczonego frontu robót. Stosując tę metodę, wybudowano tunel w Łupkowie.

Metoda austriacka była najbardziej rozpowszechniona w Europie i z jej zastosowaniem wybudowano najwięcej tuneli kolejowych zarówno w Alpach, Pirenejach, jak i innych pasmach górskich. Po raz pierwszy została zastosowana podczas budowy tunelu w Oberau w Niemczech³⁹. Była podobna do metody angielskiej. Różnica, obok innego sposobu ustawiania stojaków

³⁸ H. Stamatello, *Tunele...*, s. 286–324.

³⁹ Tamże, s. 303; patrz także przypis 67.

podtrzymujących płatwie, polegała na wykonywaniu wyłomu w kilku pierścieniach jednocześnie, a w każdym z pierścieni odbywał się inny front robót. Prace prowadzono w następującej kolejności: najpierw wykonywano dolną sztolnię kierunkową, pełniącą funkcje rozpoznawcze gruntu, transportowe oraz odwadniające. Następnie co 80–100 m drążono pochylnie lub/i kominę, z których przechodzono na górny poziom, gdzie drążono sztolnię kalotową. Potem poszerzano kalotę. W odległości co 2–4 m w spągu sztolni kalotowej w wyłobionym rowku układano próg główny obudowy. Na progu głównym ustawiono stojaki podtrzymujące płatwie szczytowe, które z kolei podtrzymywały stropnice sztolni podtrzymujące strop. Następnie wybierano grunt z przestrzeni przyociosowej i zakładano szalunki. Obudowę stałą wykonywano w ostatnim etapie prac, począwszy od ścian bocznych, kolejno przez sklepienie kalotowe i na końcu sklepienie spągowe (il. 8.).

Metoda ta nadawała się do średniej twardości pokładów skalnych o dużym ciśnieniu górotworu. Prace postępowały szybciej niż przy wykorzystaniu metody angielskiej, nadal jednak trwały dość długo. Dlatego specjaliści austriaccy, chcąc przyspieszyć prace, podzielili cały tunel na poszczególne odcinki robocze. W każdym odcinku istniały cztery pierścienie. Prace przebiegające w sposób opisany powyżej w obrębie jednego pierścienia prowadzono na kilku odcinkach jednocześnie. Wykonywanie prac w kolejnym sąsiadującym pierścieniu następowało dopiero wtedy, gdy poprzedni pierścień był całkowicie ukończony. Metodę tę nazwano nową metodą austriacką w odróżnieniu od tradycyjnej, noszącej nazwę starej. Jej zaletą był szeroki zakres prac wykonywanych jednocześnie. Ważny czynnik stanowiło w tym przypadku bezpieczeństwo, ponieważ nigdy pierścień obudowany tymczasowo nie sąsiadował z pierścieniem dopiero drążonym. Mógł sąsiadować albo z nienaruszonym górotworem, albo z fragmentem tunelu wyposażonym w obudowę stałą.

Metodę tę wykorzystano, drążąc między m.in. pod Małym Wołowcem w Wałbrzychu, jak i tunele na linii Jelenia Góra – Wleń – Lwówek Śląski.

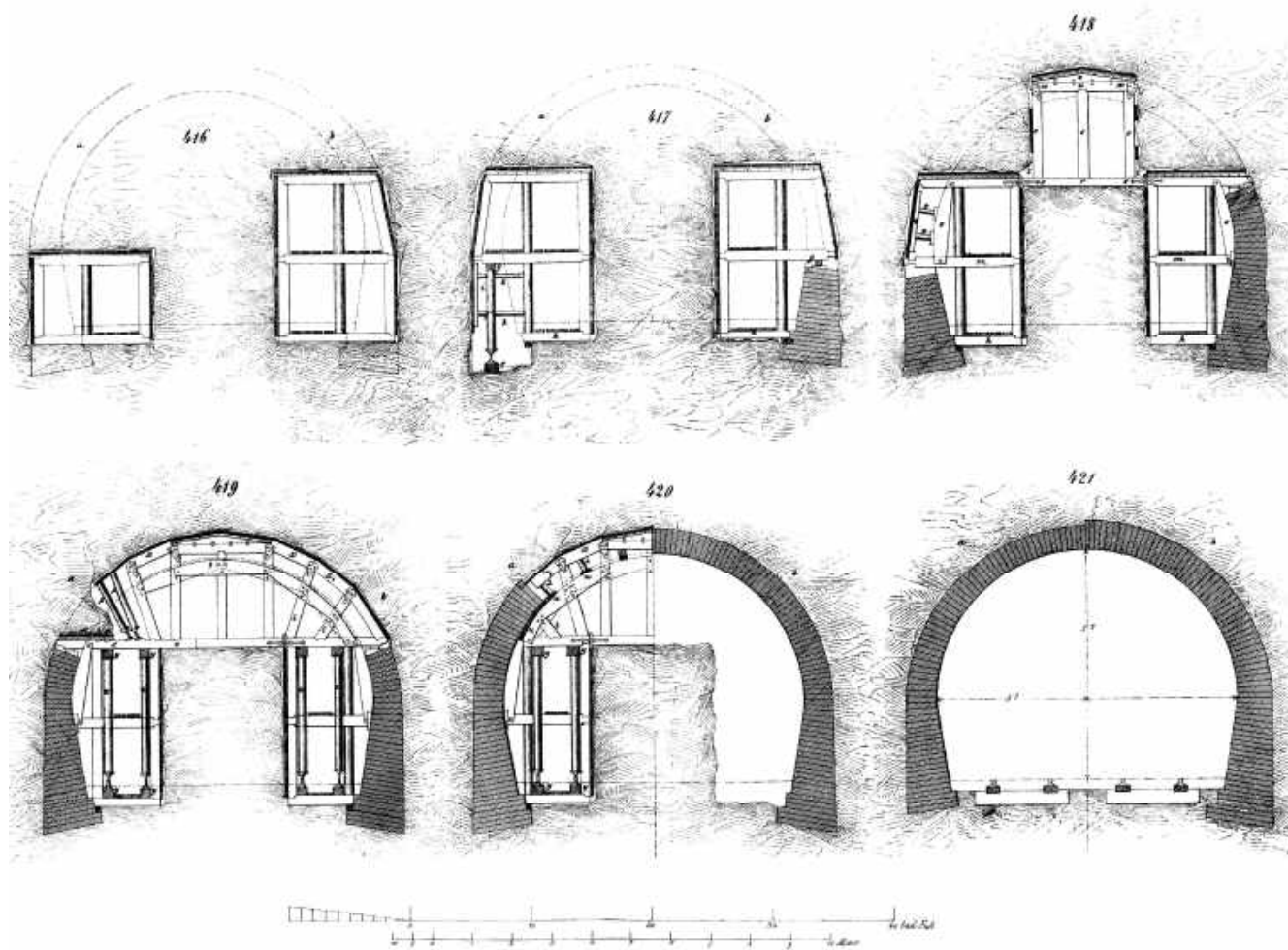
Kolejną metodą, jedną z najstarszych, jest **metoda niemiecka**, określaną także metodą jądra oporowego. Po raz pierwszy została zastosowana we Francji w 1803 r. podczas budowy tunelu nad kanałem rzeczonym w Le Troquois, o czym mowa szerzej w podrozdziale 1.4.

Metodę tę stosowano w przypadku trudnych warunków gruntowych z dużą ilością wody i w gruntach miękkich. Wyłom ścian i stropu odbywał się oddzielnie w poszczególnych sztolniach. Drążenie rozpoczynano od wykonania dwóch sztolni spągowych bocznych, z których jedna była sztolnią kierunkową i służyła do transportu materiałów, natomiast druga, połączona z pierwszą za pomocą poprzecznych sztolni (poprzecznic) – sztolnią roboczą. Były to sztolnie stosunkowo szerokie, ponieważ jednocześnie z drążeniem następowało w nich murowanie dolnego fragmentu obudowy stałej. Po zakończeniu prac w dwóch sztolniach bocznych rozpoczęto budowę dwóch sztolni bezpośrednio nad nimi wraz z wymurowaniem kolejnego fragmentu obudowy stałej. Dopiero po ich ukończeniu przystępowano do wyłomu kaloty. Najpierw drążono sztolnię kalotową, dalej usuwając boczne, przystropowe fragmenty górotworu. Stojaki obudowy tymczasowej, zwykle krokwiowe, opierano na nienaruszonym rdzeniu (jądrze oporowym) wyrobiska. Po ukończeniu obudowy stałej ścian i stropu następowało usunięcie rdzenia (jądra oporowego) (il. 7.). Jeżeli była taka konieczność, następowała budowa sklepienia spągowego.

Zaletą tej metody, obok dużego bezpieczeństwa, była możliwość jej stosowania w tunelach o dużych przekrojach zarówno w gruntach o twardej, jak i luźnej strukturze. Do wad zaliczano konieczność drążenia dużej liczby kosztownych sztolni. Wadą była również obecność rdzenia, który przeszkadzał w usuwaniu na zewnątrz urobku oraz ograniczał przewietrzanie. Niekiedy zmieniano kolejność, rozpoczynając roboty od sztolni kalotowej, a na sztolniach przyociosowych i spągowych kończąc. Metoda niemiecka została zastosowana podczas budowy tunelu w Rydułtowach.

Metoda belgijska występowała jako jednosztolniowa i dwusztolniowa. Po raz pierwszy wykorzystano ją w 1828 r. w Charleroi w Belgii. Głównie stosowano ją we Francji, np. podczas budowy niektórych linii metra paryskiego⁴⁰. W przypadku metody jednosztolniowej drążenie rozpoczynano od sztolni kierunkowej kalotowej. Następnie, podobnie jak w innych metodach, poszerzano kalotę, stosując na ogół obudowę typu płatwiowego. Stojaki ustawiano bezpośrednio na górotworze. Kolejny etap prac wiązał się z budową sklepienia kalotowego. Poszerzanie dalszej części wyrobiska następowało dopiero,

⁴⁰ H. Stamatello, *Tunele...*, s. 307.



7. Postęp prac podczas wykonywania poszczególnych etapów budowy tunelu metodą jądra oporowego (niemiecką)

gdy wymurowane sklepienie mogło przyjąć obciążenie ciśnienia górotworu. Najpierw dokonywano wyłomu rdzenia bez naruszania ścian przyociosowych. Następnie drążono ostatnie sztolnie przyociosowe pod węzłami sklepienia, murując ściany boczne obudowy stałej. Murowanie ścian wykonywano niewielkimi fragmentami raz po jednej, raz po drugiej stronie, tak aby murowane fragmenty nie znajdowały się naprzeciw siebie. Etap ten należał do najtrudniejszych, ponieważ mógł doprowadzić do uszkodzenia istniejącego już fragmentu obudowy w części sklepienia. Metoda ta stosowana była w krótkich i wąskich tunelach, gdzie występował twardy, lecz spękany i – co ważne – suchy górotwór o niezbyt dużym ciśnieniu. Jej zaletę stanowił niski koszt, ponieważ nie trzeba było budować wielu kosztownych sztolni oraz wykorzystywać dużej ilości drewna do obudowy tymczasowej. Wariant metody belgijskiej dwusztolniowej różnił się od jednosztolniowej tym, że roboty rozpoczynano od budowy sztolni

kierunkowej spągowej. Następnie drążono sztolnię kalotową, łączoną ze sztolnią spągową pionowymi szybami (il. 8.). Dowóz materiału i wywóz urobku następował w sztolni spągowej. Po wykonaniu sztolni kalotowej dalszy postęp prac był taki sam jak w przypadku wariantu jednosztolniowego. Wariant dwusztolniowy był odpowiedni w przypadku długich tuneli, o większym przekroju. Górotwór musiał być na tyle twardy, aby można było wesprzeć na nim sklepienie obudowy stałej. W razie występowania wody odprowadzano ją swego rodzaju drenem sztolnią spągową. Zaletą tej metody było prowadzenie szerokiego zakresu robót przyspieszających budowę tunelu. Zdecydowaną wadę stanowiło poszerzanie kaloty i budowa sklepienia w naruszonym górotworze w następstwie drążonej przodem sztolni kierunkowej spągowej⁴¹.

⁴¹ Szczegółowe omówienie metod budowy tuneli w: *Enzyklopedie...*, Bd. 9, s. 410–423; Z. Gergowicz, *Tunele...*, s. 91–93; H. Stamatello, *Tunele...*, s. 286–324; A. Tajduś, M. Cała, K. Tajduś, *Geomechanika...*, s. 474–522.