

*Dzieje górnictwa – element europejskiego dziedzictwa kultury,*  
pod red. P.P. Zagożdżona i M. Madziarza, Wrocław 2008

*kaszty górnicze, historia górnictwa,*  
*wyrobiska zabytkowe, górnictwo soli,*  
*ochrona zabytków podziemnych*

Tadeusz MIKOŚ\*

## **HISTORIA I ROZWÓJ KASZTÓW DREWNIANYCH W GÓRNICTWIE**

Referat przybliży historię wprowadzenia kasztów (stosów) w górnictwie europejskim, ich cel stosowania i zalety. Omawia różne typy kasztów i zakres ich podporności. Kaszty te były od kilkuset lat i są nadal stosowane w wielu istniejących zabytkowych kopalniach turystycznych w Polsce i na świecie.

### **1. Wprowadzenie**

Wierzynek powszechnie kojarzony jest z nazwiskiem właściciela XIV-wiecznej restauracji w Rynku Krakowskim. Restauracja ta swoją sławę zawdzięcza wystawnemu przyjęciu po uroczystościach weselnych w maju 1363 roku, podczas których Elżbieta, wnuczka Kazimierza Wielkiego poślubiła cesarza Karola IV Luksemburskiego. Mikołaj Piotr (Stanisław) Wierzynek jako burmistrz Krakowa, skarbnik koronny i administrator żup koronnych, gościł wówczas u siebie pięciu monarchów. Przypisuje mu się, że jako zarządca żup solnych był twórcą i propagatorem najbardziej wytrzymałej wówczas obudowy górniczej tzw. „kasztu”. Jak podaje S. Majewski (1935) miał to być sztuczny filar z bali drewnianych, ułożonych na przemian w warstwach i zasypanych rumowiskiem skał płonych lub odpadami soli. Ten typ kasztów przetrwał w Wieliczce do czasów obecnych. Wielickie kaszty, wprowadzone przez Wierzyńka w 1364 roku, miał następnie udoskonalić w latach 1474–1488 podkanclerz koronny i żupnik wielicki i bocheński Jerzy (Grzegorz) Lubrański.

Oдноśnie pierwszeństwa zastosowania kasztów, zdania jak zwykle są podzielone. Znawcy historii górnictwa M. Żywirski (1968) twierdzi, że kaszty są wynalazkiem górników bocheńskich, którzy mieli je stosować w swojej kopalni już w XII wieku. Stamtąd dopiero za sprawą w/w żupnika Lubrańskiego zostały upowszechnione w obu królewskich żupach solnych. Do tego czasu – jak twierdzi autorka – nieznanne one były

---

\* Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, 30-059 Kraków, al. Mickiewicza 30.

w górnictwie rudnym Saksonii i Śląska. Z biegiem lat okazały się na tyle praktyczne, że zaczęto je wprowadzać także w kopalniach węgierskich, słowackich i w górnictwie innych krajów europejskich. Kaszty ustawiano wszędzie tam, gdzie deformacje stropu były znaczne, a wyrobiska o dużych gabarytach trzeba było utrzymywać w stanie niezmiennym przez dziesiątki lat.

W żupach koronnych *kaszty sporządzano najczęściej z drewna okrągłego i to nie szczelnie, lecz przewiewnie i zasypywane rumami czyli drobnicą skalną, takie bowiem są najtańsze, mają jednak tę złą stronę, że z powodu luźnych przestrzeni, wewnątrz ulegają pod ciśnieniem stropu pewnemu zdeformowaniu, co utrudnia ich rabunek; lepsze są pełne kaszty z okrągłaków, ale najlepsze są kaszty pełne z drzewa kanciastego tartego*... (Majewski 1935).

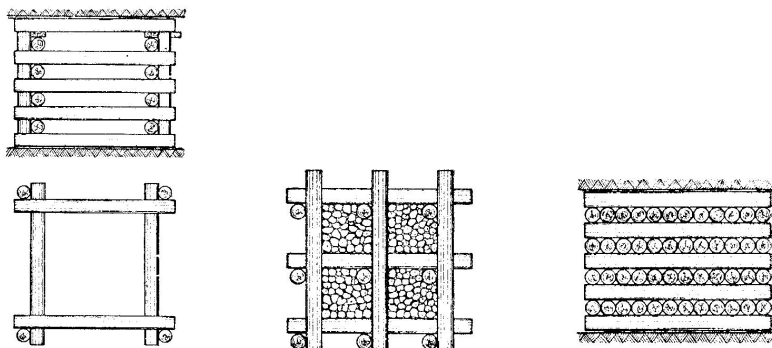
Niektóre z tych średniowiecznych kasztów istnieją do dziś w podziemiach solnych. W XV i XVI wieku obudowa kasztowa znana i stosowana była w europejskim górnictwie rudnym i solnym. W księdze „*De veteribus et novis metallis*” („O starożytnych i nowych kopalniach”) wydanej w 1646 roku, G. Agricola w księdze I wspomina o konieczności pozostawiania filarów oporowych w kopalniach rudy i stosowaniu kasztów *w celu podtrzymywania podkopanych gór* (w znaczeniu kopalń) (Majewski 1931).

## 2. Definicje obudowy kasztowej (kasztu, stosu)

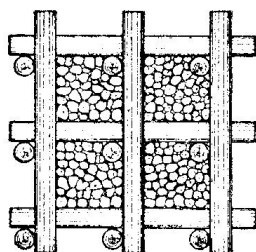
Interesujące są historyczne definicje obudowy kasztowej, przez które nie zawsze rozumiano to samo znaczenie co dzisiaj. Według najstarszego Słownika Górniczego, napisanego przez H. Łabęckiego w 1866 roku *kaszt – to rodzaj rusztowania aż pod strop z umocowaniem boków (w szarzyznach lub bardzo wysokich chodnikach). W Wieliczce są to stosy drzewa, zapelniające przestrzenie w wypróżnionych komorach pod sam strop.*” Dodatkowo Łabęcki podaje, że: *„kaszt z kłoców drzewa ustawiony, lecz pomiędzy drzewo nie sypano pustych ziem i błotnika, zwie się grotyna (Wieliczka). Kaszty zaś z płonych ziem, błotnika itp., w wielickiej kopalni ustawione, zowią kasztami murowanemi...* Według Łabęckiego, w *Olkuszu zwano też kasztem okładziny, czyli oprawę sztolni drewnianą...* (Łabęcki 1866).

Według encyklopedii S. Gismana (1955) obudowa kasztowa (kaszt, stos) to *podpora stropu wyrobiska, wykonana z okrągłaków, kantówek lub szyn, układanych krzyżowo na sobie po dwie lub więcej, na kształt studni czy klatki. Stos może być wewnątrz pusty, lub wypełniony kamieniem, może być też stały lub przenośny.* Wyróżnia on przy tym *stos pusty (ażurowy), stos całodrzewny* – układany warstwami, mniej lub więcej gęsto, niewypełniony kamieniem oraz *stos pełny* zawierający kamień wewnątrz pustej przestrzeni (rys. 1)

Celem stosowania kasztów jest zrównoważenie obciążeń pionowych stropu. Specyficznym rodzajem stosu pustego jest **obudowa pełna szybów lub szybików** (Ryc. 2) gdy wieńce szybowe kładzione są jedno na drugich, względnie **obudowa pełna chodników lub pochylni**, gdy odrzwia stawia się jedno przy drugich.



Ryc. 1. Rodzaje stosów wg S. Gismana (1955) (stos całodrzewny, stos pełny, stos ażurowy)



Ryc. 2. Obudowa pełna wg S. Gismana

Celem stosowania obudowy pełnej jest zrównoważenie obciążeń bocznych ociosowych. Wszystkie rodzaje stosów posiadają różny stopień sztywności i ściśliwości.

### 3. Geneza kasztów, sposób budowy i połączeń

Z mechanicznego punktu widzenia kaszty górnicze są powszechnie stosowaną w wielu krajach konstrukcją drewnianą ramową belek w specyficzny sposób łączonych ze sobą w narożnikach. Taki sposób połączeń poziomych elementów drewnianych wywodzi się z budownictwa naziemnego, stosowanego na naszych ziemiach już w czasach neolitycznych.

Ponieważ materiału konstrukcyjnego było pod dostatkiem, powstały wytrzymałe i stateczne budowle drewniane z elementów trwale połączonych ze sobą. W ten sposób wznoszono domy i osady. W tym okresie prehistorycznym były to konstrukcje wieńcowe, wykonane z ciężkich masywnych bali drewnianych, łączonych w narożnikach. Tak powstawały zamknięte wieńce (ramy), które układano jedne na drugich. W budowlach obronnych konstrukcje te, w celu zwiększenia ich stateczności wypełniano ziemią i kamieniami. W odróżnieniu od „kamiennej” Europy zachodniej, konstrukcje drewniane stanowiły specjalizację budowlaną na naszych ziemiach. Prawdopodobnie

już w czasach neolitycznych zaczęto je wprowadzać w górnictwie w postaci elementów obudowy szybowej i podporowej. Cechą wspólną kaszty górniczego i konstrukcji ściany węzłowej jest przenoszenie tego samego typu obciążeń (przede wszystkim ścisających oraz zginających, mogących spowodować wyboczenie). Obie budowle drewniane są konstrukcjami podpornościowymi. W obu konstrukcjach wykorzystywane są doświadczenia budowlane i typy połączeń ciesielskich w rozwiązywaniu naroży. Przez wieki wypraktykowano szereg połączeń, począwszy od najprostszych i nieskomplikowanych zaciosów, a kończąc na sprawdzonych w praktyce połączeniach precyzyjnych, w celu uzyskania maksymalnego usztywnienia naroży i pewnego połączenia. W ten sposób elementy poziome kaszty górniczego tworzą monolityczną konstrukcję o dużej powierzchni styku kolejnych warstw i wymaganej sztywności oraz pewności połączeń narożników.

Połączenia te pozwalają na uzyskanie samozakleszczających się sztywnych i stabilnych konstrukcji.

#### 4. Obudowa pełna i kaszty w górnictwie polskim

Pierwsze dowody stosowania pełnej obudowy szybowej oraz obudowy podporowej w chodnikach i komorach pochodzą z nieczynnej już kopalni hematytu i syderytu (znanej jako późniejsza kopalnia pirytu „Staszic”) w Rudkach k/Nowej Słupi, w rejonie Gór Świętokrzyskich (Bielenin 1992).

W strefie zaciśniętych starych wyrobisk, datowanych na wczesny okres rzymski (czasy Wespazjana i Trajana, ok. 100 r. n.e.), znajdowano elementy drewniane, wskazujące na systematyczną obudowę prowadzonych ówczesznie chodników i głębinionych szybów.

W czasach późniejszych, w okresie średniowiecza często znajdowane były na terenie wielu kopalń kruszcowych elementy obudowy, łącznie ze stosami (Łabęcki, 1841). Najlepiej zachowane stosy, pochodzące jeszcze ze średniowiecza i renesansu spotkać można w zabytkowych kopalniach Wieliczki i Bochni. Stosowano je głównie w celu utrzymania stateczności ogromnych komór wyeksploatowanych w bryłach soli zielonej. Ich kubatury często przekraczały kilkadziesiąt tys. m<sup>3</sup>. Prawdziwy rozkwit budownictwa kasztowego w Wieliczce – według Hrdiny (1842) – miał miejsce w XIV wieku, za żupnika Piotra Winriha. Początkowo wykonywano je z grubych bierwion. Aby stosy wykonywane z naprzemianlegle układanych bierwion mogły pełnić funkcje statecznych filarów, bierwiona poddawano obróbce wykonując zacięcia węglowe (tzw. olunki), które pozwalały na bezszczelinowe ułożenie drewna. Zacięcia węglowe wykonywano w miejscach styku belek krzyżujących się w sąsiednich warstwach. Ilość zacięć zależna była od ilości belek ułożonych w jednej warstwie. Zagęszczenie belek powodowało uzyskanie stosu o dużej podporności. Sposób budowania stosów z zastosowaniem zacięć węglowych pozwala na uzyskiwanie konstrukcji stosów charakteryzujących się dużą wytrzymałością na wyboczenia. Aby stosy pełniły funkcję statecznych

filarów wypełniano je urobkiem płonym lub rumem (rumoszem) solnym. Kasztów pustych, zwanych bosymi, nie stosowano, ponieważ przy dużych ciśnieniach pionowych następowało ich zgniatanie nawet do 1/3 ich pierwotnej wysokości (ok. 60 – 70%).

Ten sposób zabezpieczenia zagrożonych deformacją komór stosowany był powszechnie w złożu bryłowym od XIV aż do XIX wieku. W XIX wieku, kiedy to zaczęła przeważać eksploatacja złoża pokładowego, stropy poszczególnych komór podpierano filarami sztucznymi, wznoszonymi z kostki solnej, wewnątrz których układano podsadzkę z urobku płonnego lub mocno zanieczyszczonych gatunków soli.

Jednak w dalszym ciągu konstrukcje te były dodatkowo wiązane i upodabniane drewnem, sprawiając wrażenie konstrukcji kasztowej.

Nawet dziś, podczas konserwatorskiego zabezpieczenia zabytkowych komór często buduje się lub rekonstruuje zniszczone stare kaszty (Charkot, 2003). Przykładem może być komora Ważyn w Bochni, w której zastosowano ciągi stosów bezszczelinowych, celem zabezpieczenia wyrobiska przed zwiększonym bocznym ciśnieniem górotworu. Prace związane z zastosowaniem kasztów bezszczelinowych w tej komorze prowadzone są od kilkunastu lat.

W zbiorach Muzeum Żup Krakowskich w Wieliczce zgromadzono wśród oryginalnych urządzeń kopalnianych m.in. różne typy oryginalnej obudowy drewnianej, pochodzącej z różnych okresów historycznych, głównie od XVII w., zachowane *in situ*.

W Wieliczce na uwagę zasługuje nie tylko długi czas stosowania kasztów, ale wielkie ilości drewna zużywanego na ich budowę. Były to czasem kaszty ogromne. Jak podaje Keckowa (1969) na kaszt wystawiony w połowie XVII w. w komorze Kloski potrzeba było 2160 kłoców, a kaszt wybudowany nieco później w innej komorze wielickiej składał się już z 8250 kłoców, wykonanych z 2750 pni (jeden pień drzewa dzielono zwykle na 3 kłoce. Kłoce zacinano w miejscach łączenia ich w sąsiadujących warstwach celem uzyskania bezszczelinowych stosów. Charkot (2003) podaje, że opracowany w 1642 roku kilkuletni plan i kosztorys niezbędnych robót zabezpieczających przewidywał zużycie ponad 30 tys. pni drzewnych, a za koszty wybudowania tych stosów można było zgłębić ok. 28 szybów.

Warto wyraźnie podkreślić, że budowę kasztów w rejonach zagrożeń górniczych nakazywali komisarze królewscy, lustrujący od XVI do XVII wieku, w kilkuletnich odstępach stan kopalni. W imieniu króla, właściciela żupy, wskazywali oni miejsca, w których należało postawić omawiane stosy. Jak podaje Charkot (2003) zaniedbania w tym względzie doprowadziły do zawałów dużych komór i powodowały zapadliska powierzchni terenu. W Wieliczce odnotowano 21 takich groźnych w skutkach dla kopalni i miasta przypadków.

Zapadliska powstawały też w następstwie podziemnych pożarów, które niszczyły zabezpieczenia stropów przy pomocy kasztów drewnianych. Z tego powodu władze kopalni zwracały szczególną uwagę na jakość wykonania i statykę i ochronę przeciwpożarową poszczególnych kasztów.

Najprawdopodobniej z tych przyczyn, od XV w., w czasach administrowania żupami przez Piotra Bicaraniego (1413–1421) lub za Mikołaja Serafina i Jerzego Morsztyna rozpoczęto także stosowanie naturalnych filarów solnych, pozostawionych jako podpory w środkowych partiach komór. Bilans zużycia drewna na kaszty w samej Wieliczce do dziś musi budzić zdumienie. Szacuje się, że w ciągu 750 lat nieprzerwanej pracy, zużyto w kopalni na obudowę drewnianą ponad 2 mln m<sup>3</sup> drewna. Aby uzmysłowić sobie tę objętość podaję, że można by z niej zbudować na Rynku Krakowskim (200 x 200 m = 4 ha) kaszt pełny o wysokości 50 m. Zdecydowana część tego drewna została zużyta na konstrukcje kasztowe. W XIX wieku i początkach XX wieku kaszty wielkie powszechnie stosowane w niskich pokładach węgla uchodziły w Polsce i Niemczech za najlepsze zabezpieczenie przed zawałami.

## 5. Cel stosowania i wymiany kasztów

Podstawową zaletą obudowy kasztowej jest gwarancja wzrostu podporności przy jej stosunkowo dużej podatności wynoszącej często kilkanaście – kilkadziesiąt procent. Już w średniowieczu nie stosowano kasztów pustych, ponieważ ich zginięcie przekraczało 1/3 ich pierwotnej wysokości (Charkot 2003). W Wieliczce dotąd można spotkać kaszty liczące ponad 400 lat, w których pnie drewna „na 3 stopy grube” (o średnicy 90 cm) zostały z biegiem lat ściśnięte do grubości 10–12 cm (Hrdina 1842). Stosowanie obudowy kasztowej w bardzo wysokich komorach (np. w wielickiej komorze Przykos, posiadającej ok. 30 m wysokości) wymagało odpowiednio wielkiej podstawy.

Według starych, wypraktykowanych przez setki lat przepisów, stosunek wysokości kasztu do jego szerokości (jeżeli stoi samotnie, nieodparty z żadnej strony o caliznę) nie powinien przekraczać 3:1 (Majewski 1935). W kopalniach węgla zastosowanie kasztów było wszechstronne. Spełniały one początkowo rolę obudowy ścianowej, jak i rolę łamaczy. Ustawione w linię powodowały korzystne załamywanie się kruchego stropu wzdłuż linii od strony zawału. Podwójny szereg kasztów ustawiany wzdłuż ściany był najpewniejszą drogą ucieczkową w wypadku zawałów ociosowych i stropowych. Były też i ograniczenia. Z obserwacji nad zachowaniem się kasztów wynika, że w płytkich kopalniach nie powinny być stosowane jako stałe podpory stropu rozmieszczane w szachownicy w wybranej przestrzeni, ponieważ powodowały nierównomierne, pagórkowate osiadania na zabudowanej powierzchni terenu.

## 6. Podporność, ściśliwość i stateczność kasztów

Zazwyczaj są badane na ściskanie i wyboczenie w prasach o dużym nacisku. Dotąd istnieje mało informacji na temat charakterystyk podpornościowo-deformacyjnych górniczych kasztów wielkowymiarowych. Charakterystyki te nie są dostatecznie po-

znane ze względu na różnorodność typów obudów, duże gabaryty kasztów i znaczny koszt badań laboratoryjno-palowych. Badania wymagają zastosowania stanowisk wielkogabarytowych. Generalnie, podporność obudowy kasztowej zależy od:

- konstrukcji (gabarytów i ilości punktów styku poszczególnych wieńców między sobą),
- rodzaju użytego drewna,
- rodzaju zacięć węglowych (połączeń ciesielskich w narożnikach).
- sposobu wypełnienia pustej przestrzeni.

Pewne informacje dotyczące charakterystyk obudowy kasztowej podano w pracy autora (2005).

Z przeprowadzonych w USA badań wynika, że sześciennie kaszty sosnowe o boku 1,5 wypełnione rumoszem skalnym miały podporność:

- 6,75 MN przy 25% ściśliwości
- 13,50 MN przy 50% ściśliwości.

Takie same kaszty dębowe posiadały podporność:

- 11,25 MN przy ściśliwości 25%
- 45,00 MN przy ściśliwości 50% (Majewski 1935).

Podany przykład wskazuje, że są to podporności imponujące.

## 7. Podsumowanie

Kaszty górnicze, wykonane z belek drewnianych o zróżnicowanym przekroju poprzecznym i łączone w różny sposób są od wieków szeroko stosowane w polskim górnictwie i kopalniach Europy środkowej.

Wielka ilość dotąd istniejących typów i rozwiązań omawianych stosów od kilkuset lat tworzą trwały stan techniki obudowy górniczej, wprowadzony do krajowego górnictwa solnego, kruszcowego, a następnie węglowego. Obserwując w kopalniach i rezerwach podziemnych parametry połączeń (złącz węglowych), dostrzec można ogromne ich zróżnicowanie i różnorodność. Wynika z tego, że metody wykonywania tego typu zacięć i złączeń ciesielskich są optymalne, sprawdzone i znane pokoleniom polskich i europejskich górników od niepamiętnych czasów.

## Literatura

1. BIELENIN K (1992) *Starożytne górnictwo i hutnictwo żelaza w Górach Świętokrzyskich*, Kielce.
2. CHARKOT J (2003) *Problematyka zabezpieczania i konserwacji zabytkowych wyrobisk kopalni wielkiej [w:] Studia i Materiały do Dziejów Żup Solnych w Polsce*, t. XXIII, Wieliczka.
3. GISMAN S (1955) *Ilustrowany górniczy słownik encyklopedyczny*, Wyd. Górnico-Hutnicze, Katowice.
4. HRDINA J.N, HRDINA L.E (1842) *Geschichte der Wieliczkaer Saline*, Wien.

5. KOTWICA J (2006) *Konstrukcje drewniane w budownictwie tradycyjnym*, Wyd. Arkady.
6. KUROWSKI R (1979) *Drewniane obudowy chodników na poziomie I Kopalni Soli w Wieliczce* [w:] *Badania archeologiczne prowadzone przez Muzeum Żup Krakowskich Wieliczka w 1978 roku*, Wieliczka.
7. ŁABĘCKI H (1841) *Górnictwo w Polsce*, t. I i II, Warszawa.
8. ŁABĘCKI H (1866) *Słownik górniczy*, Warszawa.
9. MAJEWSKI S (1931) *Jerzego Agricoli o starożytnych i nowych kopalniach ksiąg dwoje*, Wyd. Technika, Katowice.
10. MAJEWSKI S (1935) *Obudowa górnicza żelazna i stalowa*. Odbitka z Kalendarza górniczo-hutniczego na rok 1935.
11. MIKOŚ T (2005) *Metodyka kompleksowej rewitalizacji, adaptacji i rewaloryzacji zabytkowych obiektów podziemnych z wykorzystaniem technik górniczych* (monografia), Uczelniane Wyd. Nauk. Dydak. AGH, Kraków.
12. ZIN W (1956) *Typy i formy w polskiej architekturze drewnianej*, PWN Kraków.
13. ŻYWIŃSKA R (1968) *Gawędy górnicze. Szkice z dziejów tradycji polskiego górnictwa*, Warszawa.

\*\*\*

Praca wykonana w ramach prac statutowych AGH, nr umowy 11.11.100.97.

### **The history and development of wooden cribs in mining industry**

The paper presents the history of cogs implementation to european mining, the purpose of their application as well as their advantages. It also goes trough different types or cribs have been used in a multitude of touristics, monumental mines existing both in Poland and the whole world for hundreds of years until nowadays.