

**AN ACCIDENT IN IZBUCUL DE LA TAUC****WYPADEK W IZBUCUL DE LA TAUC**

Wiktor Bolek<sup>1)</sup>, Piotr Siermontowski<sup>2)</sup>, Krzysztof Dziewiatowski<sup>3)</sup>, Ciodaru Dumitrescu Horia<sup>4)</sup>,  
Bartosz Morawiec<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup> Institute of Heat Engineering and Fluid Mechanics, Wrocław University of Technology, Poland

<sup>1)</sup> Instytut Techniki Ciepłej i Mechaniki Płynów, Politechnika Wrocławska we Wrocławiu

<sup>2)</sup> Maritime & Hyperbaric Medicine Department, Military Institute of Medicine in Gdynia, Poland

<sup>2)</sup> Zakład Medycyny Morskiej i Hiperbarycznej, Wojskowy Instytut Medyczny w Gdyni

<sup>3)</sup> Neurology Department, Navy Hospital in Gdańsk, Poland

<sup>3)</sup> Oddział Udarowy, Szpital Marynarki Wojennej w Gdańsku

<sup>4)</sup> Department of Forensic Medicine Emergency Country Hospital Alba, Alba Julia Romania

<sup>4)</sup> Departamentul de Medicină Legală Spitalul Județean de Urgență Alba Alba Julia Romania

<sup>5)</sup> Tropical Medicine & Epidemiology Department, Military Institute of Medicine in Gdynia, Poland

<sup>5)</sup> Zakład Medycyny Tropikalnej i Epidemiologii Wojskowy Instytut Medyczny w Gdyni

**ARTICLE INFO**

**Journal:** PolHypRes 2013 Vol. 45 Issue 5 pp. 53 – 6

**ISSN:** 1734-7009

**eISSN:** 2084-0535

**DOI:** [HTTP://DX.DOI.ORG/10.13006/PHR.45.4](http://dx.doi.org/10.13006/PHR.45.4)

Pages: 16, figures: 2, tables: 0.

**page www of the periodical:** [www.phr.net.pl](http://www.phr.net.pl)

**ABSTRACT**

*(in English)*

The paper describes a deadly accident involving an amateur diver during a cave dive as well as the medical investigation into the causes of the accident. The article points to hazards relating to the lack of medical qualifications of amateur divers.

**Keywords/Słowa kluczowe:**

*(in English):* cave diving, epilepsy, accident.

*(in Polish):* nurkowanie jaskiniowe, padaczka, wypadek.

**Polish-English bilingual publication**

**Publisher**

Polish Hyperbaric Medicine and Technology Society

*(in Polish)*

W pracy opisano śmiertelny wypadek pletwonurka amatora podczas nurkowania jaskiniowego oraz przebieg dochodzenia medycznego przyczyny wypadku. Wskazano niebezpieczeństwa związane z brakiem kwalifikacji medycznej pletwonurków – amatorów.

**ЧРЕЗВЫЧАЙНОЕ ПРОИСШЕСТВИЕ В ИЗБУЦУЛ ТАУЦ**

Эта статья описывает несчастный случай с летальным исходом аквалангиста во время любительского пещерного дайвинга и ходе расследования медицинского причины несчастного случая. Указали на опасность, связанную с отсутствием медицинской квалификации дайверов-любителей.

**Ключевые слова:** пещерный дайвинг, эпилепсия, несчастный случай.

## OPIS PRZYPADKU

W dniu 04.10.2002, nurek R.G. nie wynurzył się po nurkowaniu w wywierzysku Tautz. Spowodowało to konieczność przeprowadzenia akcji poszukiwawczej a następnie wydobycie zwłok.

Wyjazd jesienią 2002 był jego trzecią wyprawą do Rumunii, był doświadczonym nurkiem jaskiniowym. Nurkowanie rozpoczął o godz. 14.45, jak wynika z zapisu na komputerze nurkowym. Planowany czas nurkowania wynosił 2 godziny. Po trzech godzinach, jego partner, który czekał na brzegu, zawiadomił kolegów o wypadku. Pierwsze poszukiwania podjęto jeszcze tego samego dnia. Nurek J.N. zanurkował w pierwszym syfonie i dopłynął do komory powietrznej między syfonami. Stwierdził, że w jeziorze nie ma zwłok. Butla z tlenem do dekompresji znajdowała się na głębokości -6 m. Była ona zakrecona i nieużywana, co stwierdził na podstawie odczytu z manometru.

W tej sytuacji zostali powiadomieni nurkowie znajdujący się w Polsce: Wiktor Bolek, M.S. i W.S. Postanowiono zorganizować akcję ratunkową. Jednak grupa z kraju mogła się zjawić w Rumunii dopiero za dwa dni. Stąd poszukiwania były prowadzone przez nurków znajdujących się na miejscu.

W dniu następnym nurek J.N. nurkował do głębokości -40m w drugim syfonie. Nie znalazł ciała ani butli depozytowych, które R.G. miał zostawić na tym odcinku. Kolejnego dnia 06.10.2002 wieczorem przeprowadzono dwa nurkowania z użyciem trimixu. Najpierw M.C. zanurkował na -71 m nie znajdując ciała. Następnie A.S. na głębokości ok. -80 m. znalazł ciało. W tym miejscu dno opadało pod kątem ok. 45°. R.G. leżał na brzuchu, głową w kierunku wyjścia. Ręce miał przed sobą, lekko podkurczone. Pod ciałem przebiegała poręczówka. Po bokach miał przypięte dwie butle depozytowe. Przy zwłokach było w sumie pięć butli wliczając w to małą butlę z argonem do napełniania suchego skafandra. Ciało wraz ze sprzętem miało znaczną ujemną pływalność, przez co nurek nie mógł dokonać inspekcji sprzętu znajdującego się pod nim. Odpiął jedną z butli depozytowych i kołowrotek, po czym rozpoczął wynurzanie. Po sprawdzeniu w bazie okazało się, że w butli było powietrze pod ciśnieniem 130 bar.

Następnego dnia - 07.10.2002 - przyjechał zespół nurków z kraju. Podczas kolejnego nurkowania należało przygotować ciało do transportu, a później przeciągnąć je na co najmniej głębokość -60 m. Resztę dnia wykorzystano na przygotowanie do zaplanowanych akcji.

W dniu 08.10.2002 M.C. zanurkował na głębokość -80 m i dotarł do ciała. Wyciągnął poręczówkę spod ciała, przecinając ją najpierw poniżej płetw. Linka przeszła bez problemów, co oznacza, że zwłoki nie były w nią zaplątane. Nurek nie mógł stwierdzić tego bezpośrednio, ponieważ ciało było zbyt ciężkie, aby je obrócić. Ustabilizował ciało przywiązując je do białej powyżej szabli piaskowej. Następnie spróbował napełnić jacket zmarłego nurka naciskając na inflator, ale nie dało to żadnego rezultatu. M.C. zabrał drugą butlę depozytową i wynurzył się na powierzchnię. W tej butli także było powietrze, a ciśnienie wynosiło 100 bar.

W dniu 09.10.2002 próbę wyciągnięcia ciała mieli podjąć Wiktor Bolek i A.S. Na nurkowanie zabrano dodatkową 4 l butlę, która miała być użyta do napełnienia jacketu zmarłego nurka. Jako pierwszy dopłynął do ciała A.S. i założył wąż od automatu dodatkowej butli do inflatora jacketu. W tym czasie Wiktor przeciął poręczówkę i ustabilizował jej koniec. Udało napełnić się jacket, przez co ciało uzyskało neutralną pływalność. Rozpoczęto wynurzanie. Wiktor ciągnął ciało za osłonę zaworu butli, a drugi nurek popychał je przed sobą jednocześnie regulując pływalność. Holowanie szło sprawnie i zespół mieścił się w planie nurkowania. Ciało zostało doholowane do głębokości -30 m. Tu przywiązano je do punktu depozytowego. Dalej obaj nurkowie wynurzyli się sami wykonując przewidzianą dekompresję. Ze względu na sprawny przebieg akcji okazało się, że ciało będzie można wydobyć jeszcze tego samego dnia. Nurkowie R.G. i W.S. zanurkowali po ciało. Przeholowali je z -30 m na powierzchnię. W jeziorze wejściowym zdjęto butle i pozostały sprzęt. Sprawdzono manometry w zestawie głównym. Obydwa wskazywały zero. Przy pomocy policjantów i ratowników górskich przetransportowano ciało do najbliższej drogi. Poszczególne etapy akcji przedstawia rys. 1.

## CASE DESCRIPTION

On 04/10/2002, diver R.G. failed to surface after taking a dive in Tauz karst spring. This resulted in the necessity to conduct a search operation followed by extraction of the body.

The expedition of autumn 2002 was the diver's third trip to Romania, he was an experienced cave diver. According to the records on a diving computer, the dive was commenced at 2.45 pm. The planned diving time was 2 hours. After three hours, his partner, waiting on the bank, notified his colleagues of a possible accident. The first search operation was undertaken on the same day. Diver J.N. dived in the first sump and reached the air spaces between siphons, confirming there to be no corpse in the passage. The decompression oxygen cylinder was found at the depth of -6 m. It was closed and unused, which was concluded on the basis of reading of the pressure gauge.

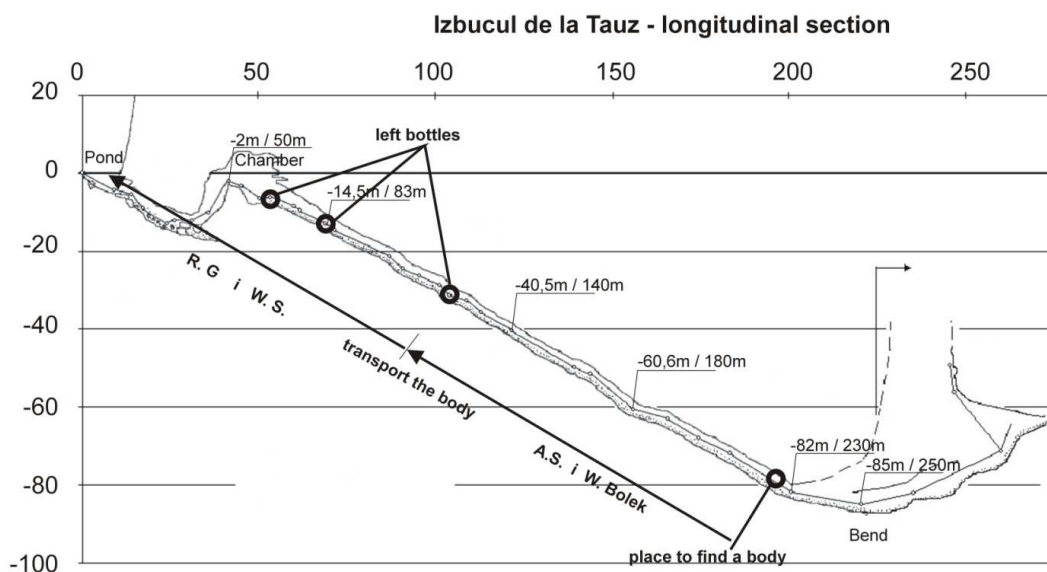
In this instant the following divers in Poland were notified: Wiktor Bolek, M.S. and W.S. The decision was made to organise a rescue operation; however, the group from Poland needed two days before they could get to Romania. Hence, the search was carried out by divers present at the scene.

On the next day, diver J.N. dived to the depth of -40m in the second siphon. He did not find the body nor the stage cylinders that R.G. was to leave behind in this passage. On the following evening of 06/10/2002 two more dives with the use of trimix were undertaken. First, M.C. dived to the depth of -71m failing to find the body. The other dive was performed by A.S. to the depth of approx. -80m, where he located the corpse. In that place the bottom descended at the angle of 45°. R.G. was found lying on his abdomen, with his head directed towards the exit. His arms were extended forward in a slightly bent position. Under the body there was a fixed rope. Two stage cylinders were attached to the sides of the body. Altogether, there were five cylinders including a small cylinder with argon for filling the diving suit. The corpse together with the equipment had a significantly negative buoyancy, therefore the diver was not able to inspect the equipment located underneath the body. He removed one of the stage cylinders and the reel and began the ascent. An inspection at the base revealed that the cylinder contained air with the pressure of 130 bars.

The diving crew from Poland arrived on the following day, i.e. 07/10/2002. The next dive aimed at preparing the body for transportation and later to haul it at least to the depth of -60 m. The rest of the day was devoted to organising the above activities.

On 08/10/2002, M.C. performed a dive to the depth of -80 m and reached the body. He pulled the fixed rope from under the body, cutting it first below the fins. It was removed without any obstacles, which means that the body was not entangled. The diver was unable to confirm that directly as the corpse was too heavy to turn over. He stabilised the body by tying it to a sand picket fixed above. Next, he attempted to fill the buoyancy jacket of the dead diver by pressing the inflator, however with no effect. M.C. took another deposit cylinder and ascended to the surface. The cylinder was also filled with air, with the pressure of 100 bars.

On 09/10/2002 the attempt to recover the body was made by Wiktor Bolek and A.S. The dive was executed with an additional 4l cylinder to be used to fill the buoyancy jacket of the dead diver. A.S. reached the body first and attached the inflate hose of this additional cylinder to the jacket's inflator. At that time Wiktor cut the fixed rope and stabilised its ending. The activity of filling the jacket was successful and provided the body with neutral buoyancy. The immersion began. Wiktor pulled the body by the cover of the cylinder's valve, whereas the other diver pushed it forward, at the same time regulating its buoyancy. The hauling proceeded without any disruptions and according to plan. The body was hauled to the depth of -30 m, where it was fixed to the deposit point. Next, both divers ascended by performing the planned decompression. Due to the efficient performance of the operation it was possible to extract the body on the same day. The dive was executed by R.G. and W.S. They hauled the body from -30 m to the surface. In the entrance pond the remaining cylinders and equipment were removed. Pressure gauge in the main set were checked. Both of them indicated zero.



Rys. 1. Przebieg akcji poszukiwawczej i wydobywczej. Źródło: <http://www.speologie.org/sites/default/files/harti/izbucul-de-la-tazul-profil-mic.jpg>.

W bazie wykonano pomiar zawartości tlenu w butlach zestawu głównego. Zawierały one 11-12 % tlenu, czyli była to mieszanina odpowiednia do nurkowania na -80 m.

W pierwszej chwili po wydobyciu za bezpośrednią przyczynę śmierci uznano wyczerpanie się gazu niezbędnego do oddychania na głębokości -80 m.

### BADANIE POŚMIERTNE

Zwłoki przetransportowano do szpitala okręgowego w Alba – Julia. Tam w Zakładzie Medycyny Sądowej w dniu 10.10.2002, czyli w szóstym dniu od zgonu przeprowadzono oględziny i sądowo – lekarską sekcję zwłok.

Podczas badania pośmiertnego, Obducent stwierdził w oględzinach zewnętrznych:

- zasinienia na przednich powierzchniach ciała,
- brak stężenia pośmiertnego,
- wokół ust starty, pergaminowaty naskórek,
- sino - niebieskie usta i krańcowe części ciała (zapewne małżowiny uszne, skrzydełka nosa),
- podskórną odmę głowy i tułowia,
- stare blizny w okolicy prawego łuku żeberkowego.

Podczas oględzin wewnętrznych stwierdzono:

- tkanki miękkie głowy zawierają pęcherzyki gazowe,
- liczne pęcherzyki gazowe w naczyniach opon mózgowych,
- wykładniki obrzęku mózgu,
- w worku osierdziowym i prawej komorze serca liczne pęcherzyki gazu,
- cechy rozdęcia płuc,
- wykładniki przerostu mięśnia sercowego,
- w początkowych częściach naczyń wieńcowych „twarde, białe punkty” czyli drobne blaszki miażdżycowe,
- obecność śledziony dodatkowej,
- przekrwienie bierne narządów jamy brzusznej.

The body was transported to the nearest road with the help of policemen and mountain rescuers. The particular stages of the operation are shown in fig. 1.

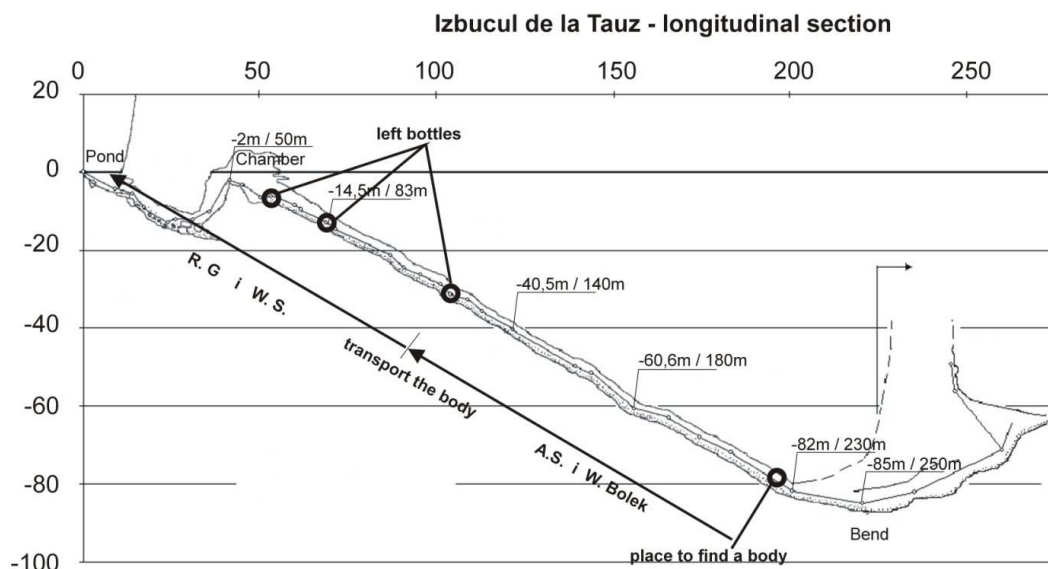


Fig. 1. Search and recovery operation. Source: <http://www.speologie.org/sites/default/files/harti/izbucul-de-la-taz-profil-mic.jpg>.

The oxygen content in the cylinders of the main set was measured in the base. They contained 11-12 % oxygen, which means that the mix was adequate for diving at -80 m.

At first, after extraction of the body, the immediate cause of death was believed to be the exhaustion of the gas necessary for breathing at the depth of -80 m.

### POST-MORTEM EXAMINATION

The corpse was transported to the district hospital in Alba - Julia. The autopsy was performed at the Forensic Medicine Institute on 10/10/2002, i.e. six days from the date of death. In the course of post-mortem examination the medical examiner established the following:

- bruising of anterior body surfaces,
- lack of rigor mortis,
- scraped, pallid skin around the mouth,
- bluish lips and extreme parts of the body (presumably auricles and ala of the nose),
- subcutaneous emphysema of the head and torso,
- old bruising in the area of the right costal arch.

Internal autopsy examination revealed:

- the soft tissues of the head including gas bubbles,
- numerous gas bubbles in the vessels of both cerebral meninges,
- exponents of cerebral oedema,
- numerous gas bubbles in pericardial sac and the right ventricle of the heart,
- traits of ballooning of the lungs,
- exponents of cardiac hypertrophy,
- "hard white spots" in the initial segments of coronary vessels, i.e. small atherosclerotic plaques,
- presence of accessory spleen,
- passive congestion of abdominal cavity organs.

W wykonanym przez dr. Macavei Gheorghe badaniu histopatologicznym pobranych podczas sekcji wycinków stwierdzono:

- obecność zatorów (pęcherzyków) gazowych w tkance mózgowej,
- wybroczyny okołonaczyniowe i ogniska mikromartwicy mięśnia sercowego,
- poszerzone, puste w większości naczynia wieńcowe,
- rozdęcie płuc,
- ogniskowy obrzęk śródpecherzykowy i cechy zastojów w drobnych naczyniach płucnych,
- zastój żylny w pozostałych narządach jamy brzusznej.

Na podstawie wykonanej sekcji zwłok i badania histopatologicznego Obducent uznał, iż śmierć R.G. miała charakter gwałtowny i była spowodowana ostrą niewydolnością krążeniową – oddechową. Za przyczynę niewydolności Obducent uznał zatorowość gazową (chorobę ciśnieniową).

Po zapoznaniu się z wynikami badania pośmiertnego i znanymi okolicznościami wypadku współpracujący z polskimi nurkami lekarz rodzinny dr Christian Ciubotărescu oczywiście wykluczył chorobę ciśnieniową, gdyż ze względu na śmierć nurka w najgłębszym miejscu nurkowania de facto dekompresji nie było w ogóle. W związku ze stwierdzeniem obecności blaszek miażdżycowych w proksymalnych odcinkach naczyń wieńcowych uznał, iż mogło dojść do niedrożności naczynia wieńcowego i martwicy mięśnia sercowego, czyli zawału niedokrwiennego serca. W opinii dr. Ciubotărescu takiemu mechanizmowi sprzyjał niski poziom tlenu w mieszaninie oddechowej.

#### **ANALIZA WYNIKÓW BADANIA POŚMIERTNEGO**

Podczas badania pośmiertnego Obducent stwierdził i opisał 3 grupy zmian:

1. Zmiany związane z nurkowaniem i następnie wydobywaniem zwłok z dużej głębokości.
2. Wykładniki morfologiczne śmierci gwałtownej.
3. Inne.

Ad. 1. Ponieważ Obducent w protokole sekcyjnym nie opisał nigdzie wykładników gnicia (nawet w obrębie jelit) należy przyjąć, iż całość gazu (pęcherzy gazowych) stwierdzonego podczas autopsji pochodziła z desaturacji płynów ustrojowych i tkanek. Tłumaczy to obecność pęcherzy gazowych w tkankach miękkich górnej części ciała - zwłoki leżały głową do góry pod kątem 45°. Również desaturacji zawdzięczamy obecność pęcherzyków gazowych na przekroju mózgu, w worku osierdziowym, w świetle jam serca i naczyń wieńcowych. Brak jest natomiast opisu pęcherzyków gazowych na przekrojach narządów jamy brzusznej, np. wątroby. Podobnie rozdęcie płuc opisywane przez Obducenta i Histopatologa zaliczyć należy do zmian pośmiertnych; związane jest z rozprężaniem się gazu w płucach podczas wydobywania zwłok. Ponieważ zwłoki wydobywano powoli i stopniowo, nie doszło do większych uszkodzeń mechanicznych.

Zmiany pośmiertne związane z desaturacją tkanek i płynów ustrojowych, a następnie rozprężaniem się tych gazów podczas wydobywania zwłok, często z nakładającym się rozprężaniem gazów gnilnych istotnie utrudniają wnioskowanie co do przyczyny zgonu i budowanie odpowiednich koincydencji patomorfologiczno – klinicznych. Częściowo miało to miejsce i w tym przypadku, mimo wykonania badania pośmiertnego *lege artis* [1], z uwzględnieniem większości technik istotnych w wypadkach nurkowych.

Ad. 2. Do wykładników śmierci gwałtownej można w tym przypadku zaliczyć zmiany takie jak mikromartwice w mięśniu sercowym, zastój płynnej krwi w narządach, ogniskowy przesięk w pęcherzykach płucnych a szczególnie obrzęk mózgu i jego przekrwienie mimo „wypierania” krwi przez pęcherzyki gazowe. Razem daje to obraz zgonu w przebiegu np. ostrego niedotlenienia.

Ad. 3. Stwierdzone w naczyniach wieńcowych wczesne blaszki miażdżycowe obserwowane były jedynie przez Obducenta w badaniu makroskopowym, natomiast nie pisał nic na ich temat Histopatolog.

Histopathological examination conducted by Dr. Macavei Gheorghe on samples taken during the autopsy revealed the following:

- presence of gas embolism (gas bubbles) in cerebral tissue,
- perivascular petechiae and micro-necrotic foci in the heart muscle,
- broadened and mostly empty coronary vessels.
- ballooning of the lungs,
- focal intravascular oedema and traits of stasis in small pulmonary vessels,
- venostasis in the remaining organs of the abdominal cavity.

Based on the performed autopsy and histopathological examination, the medical examiner concluded that the death of R.G. was sudden and resulted from acute circulatory and respiratory failure. The recognised reason for the said failure was gas embolism (decompression sickness).

After an analysis of the post-mortem examination results and the circumstances of the accident, a physician cooperating with the Polish divers, Christian Ciubotărescu MD, ruled out decompression sickness as due to the diver's death in the deepest place of the dive in fact no decompression was performed. Due to the presence of atherosclerotic plaques in the proximal segments of the coronary vessels, he pointed at the possibility of occlusion of a coronary vessel and necrosis of the heart muscle, i.e. anaemic infarct. According to Dr Ciubotărescu such a mechanism could have been induced by low oxygen content in the breathing mix.

#### POST-MORTEM EXAMINATION ANALYSIS

During the post-mortem examination the medical examiner established 3 groups of lesions:

1. lesions related to diving and extraction of the body from a large depth,
2. morphological exponents of sudden death,
3. other.

Re. 1. Since the medical examiner's description provided in the autopsy protocol pointed to no decay exponents (even in the intestinal area) we must assume that the entirety of gas (gas bubbles) confirmed in the autopsy was a result of desaturation of bodily fluids and tissues. This would explain the presence of gas bubbles in the soft tissues of the upper part of the body - the corpse was found lying with the head tilted up at the angle of 45°. Desaturation also involves the presence of gas in the brain section, in the pericardial sac, in the lumen of the chambers of the heart and coronary vessels.

However, there is no indication of gas bubbles in the sections of the abdominal cavity organs, e.g. the liver. Similarly, the ballooning of the lungs described by the medical examiner and histopathologist should be included among post-mortem lesions connected to gas decompression in the lungs in the process of body extraction. Since the recovery of the corpse was slow and gradual, it facilitated the avoidance of greater mechanical damage.

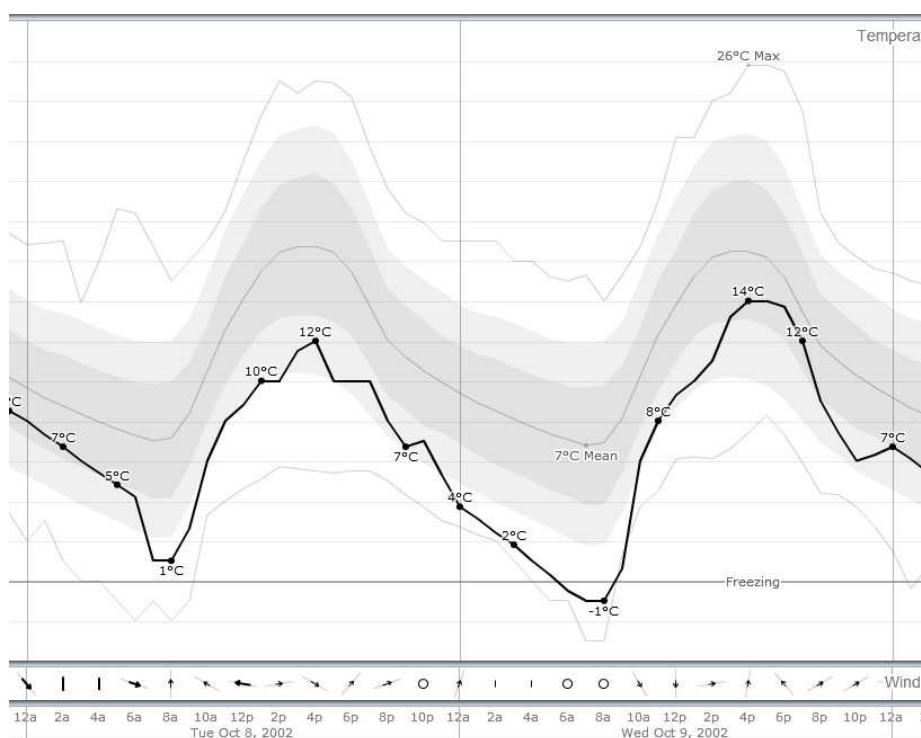
The post-mortem lesions connected with the desaturation of tissues and bodily fluids, and then with the decompression of those gases during the extraction, often accompanied with the decompression of decomposition gases, significantly impeded the processes of inference with regard to the cause of death and stipulation of proper pathomorphological and clinical coincidence. In part, this is what happened here despite the performed *lege artis* post-mortem examination [1] with consideration of most techniques relevant for diving accidents.

Re. 2. The exponents of sudden death in this case include such lesions as micronecrosis in the heart muscle, stasis of liquid blood in organs, focal transudate in pulmonary alveoli, and in particular cerebral oedema and plethora despite the blood being "superseded" by gas bubbles. All of this suggests death as a result of e.g. acute anoxia.

Re. 3. The detected early atherosclerotic plaques in coronary vessels were observed by the medical examiner only during macroscopic examination; however they were not mentioned by the histopathologist.

Należy więc przyjąć, że były one obecne jedynie w początkowych częściach naczyń wieńcowych i jako takie, nie powinny stanowić zagrożenia upośledzeniem drożności. Gdyby jednak doszło do uniedrożnienia głównego pnia tętnicy wieńcowej prawej, bądź lewej, czy pierwszego rzędu rozgałęzień (czyli w miejscu, gdzie obserwowane były blaszki miażdżycowe), mało prawdopodobne jest, aby rozległa powstająca w takich przypadkach martwica mięśnia sercowego została przeoczona podczas badań makro- i mikroskopowych. Również w samym naczyniu zapewne pozostałyby ślady czasowej niedrożności, np. pod postacią skrzepliny przyściennej. U mężczyzn w wieku zmarłego nurka epizody niedokrwienia mięśnia sercowego oczywiście występują i mogą kończyć się zejściem śmiertelnym, mają one jednak najczęściej charakter czynnościowy [2]. Nie można wykluczyć takiego przebiegu wydarzeń, jednak Autorzy przyjęli inną hipotezę jako bardziej prawdopodobną.

Inne zmiany i stany patologiczne stwierdzone podczas autopsji po wnikliwej analizie sugerują pewien ciąg przyczynowo – skutkowy mogący prowadzić do zgonu nurka. Na szczególną uwagę zasługuje w tym miejscu NIE stwierdzenie przez Obducenta stężenia pośmiertnego a także otarcia wokół ust. Ponieważ zwłoki od chwili zgonu przebywały w niskiej temperaturze (zimna woda, jaskinia), do stężenia pośmiertnego powinno dojść z opóźnieniem, jednak w momencie przeprowadzenia badania pośmiertnego stężenie wydobytych na powierzchnię przy niskiej temperaturze otoczenia, a następnie umieszczonych w chłodni zwłok powinno być zachowane. Temperatura powietrza w tym dniu określona przez najbliższą stację meteorologiczną lotniska w mieście Sibiu wahała się pomiędzy +1 a +12°C. Wykres dziennej temperatury w dniach 8 – 9.10.2002 przedstawia rys. 2.



Rys. 2. Temperatury dobowe w dniach wydobywania i transportu zwłok. Źródło: <http://weatherspark.com/#!/dashboard;ws=32393>.

Ponieważ cała akcja miała miejsce ok. 50 km od Sibiu, w górach, przyjmujemy, że w miejscu wypadku temperatura była jeszcze niższa.

Ponieważ podczas badania pośmiertnego nie stwierdzono jakichkolwiek wykładników rozkładu zwłok, wykluczyć należy naturalne ustąpienie stężenia pośmiertnego. Jediną nasuwającą się przyczyną takiego obrazu sekcyjnego jest nie wystąpienie stężenia, bądź wystąpienie z tak niewielkim nasileniem, że zostało pominięte przy badaniu.



Thus, we need to assume their presence only in the initial segments of the coronary vessels and preclude their impact on the hazard of patency impairment. However, in the case of occlusion of the main stem of the right or left coronary artery or the first row of bifurcations (i.e. in the place of the observed atherosclerotic plaques), there is a probability that the vast necrosis of the heart muscle typical in such cases was omitted during macro- and microscopic examination. Also the same vessel would probably bear the traits of temporary occlusion, for instance, in the form of parietal clot. Of course, the episodes of myocardial ischemia occurring in men at the age of the deceased diver are noted and may be fatal, however most often they are functional in nature [2]. Such an occurrence may not be ruled out, still the authors assumed a different hypothesis as a more probable course of the incident.

Different lesions and pathological conditions confirmed in the course of autopsy after a detailed analysis suggest a certain cause-and-effect sequence that could have led to the diver's death. What requires particular attention is the fact of a LACK of rigor mortis observed by the medical examiner as well as the found abrasions around the mouth. Since from the time of death the body remained in low temperature (cold water, cave), rigor mortis should occur with a certain delay; however, at the moment of conducting the post-mortem examination the rigor mortis of the body extracted to the surface in the presence of a low ambient temperature and next placed in a cold store should be preserved. As specified by the nearest meteorological station situated at the airport of Sibiu city the air temperature on that day varied from +1 a +12°C. The temperature chart for the days of 8 - 09/10/2002 is presented in fig. 2.

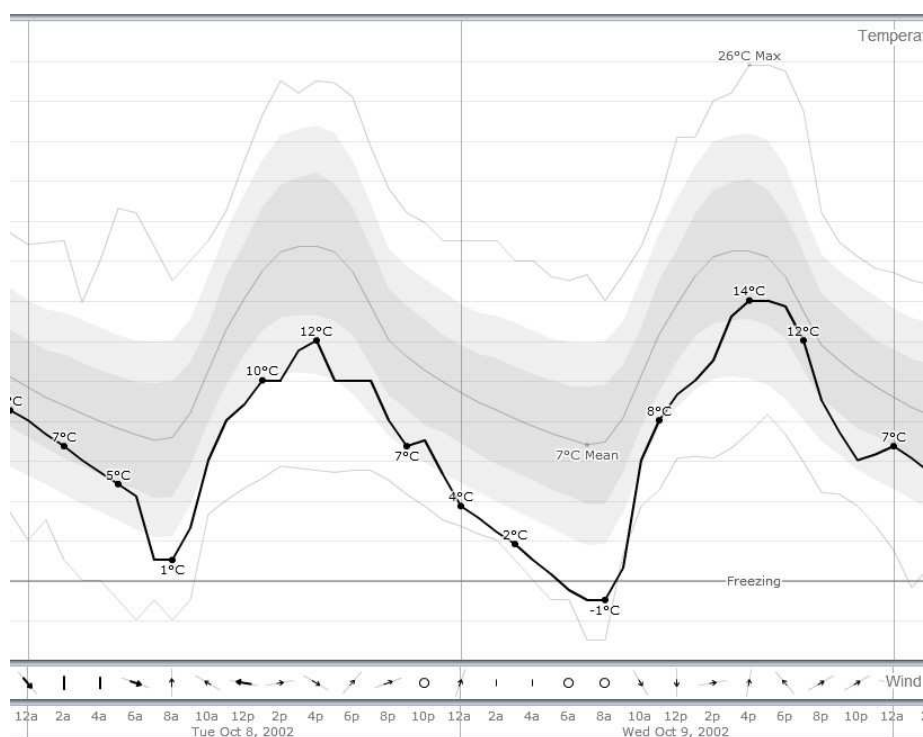


Fig. 2. Daily temperature chart on the day of body extraction and transportation. Source: <http://weatherspark.com/#!/dashboard;ws=32393>.

Since the entire operation was carried out approx. 50 km away from Sibiu, in the mountains, we should assume that in the place of the accident the temperature was even lower.

As the post-mortem examination revealed no exponents of body decomposition we must exclude natural dissipation of rigor mortis. The presumable reason for such an autopsy result is the lack of rigor mortis or its occurrence to such an insignificant extent that it was omitted in the course of examination.

Brak stężenia pośmiertnego po śmierci obserwujemy między innymi w przypadku wyniszczenia chorobowego, ale też w przypadku wyczerpania mięśni intensywną pracą przed zgonem. Taką właśnie „pracą” może być obejmujący wszystkie mięśnie szkieletowe długotrwały atak drgawkowy. Na tę właśnie przyczynę braku stężenia pośmiertnego, a w dalszej konsekwencji zgonu nurka wskazują otarcia wokół ust spowodowane skurczami żwaczy i zagryzaniem ustnika. Atakom drgawkowym na ogół towarzyszy utrata przytomności. Sugerowaną przez dr. Ciubotărescu możliwą przyczyną drgawek i utraty przytomności mogło być oddychanie z butli depozytowych, jednak jeszcze do niedawna nurkowano z wykorzystaniem powietrza jako czynnika oddechowego na głębokość -80 m a nawet głębiej [3] i wypadki pojawienia się objawów tlenowej toksyczności mózgowej nie były wcale takie częste. Stąd brak jednoznacznego określenia przyczyny utraty przytomności i napadu drgawkowego.

### WYWIAD ŚRODOWISKOWY

Autorzy chcąc wyjaśnić definitywnie przyczyny i przebieg śmiertelnego wypadku rozmawiali z wieloma osobami, z którymi zmarły miał kontakt na poszczególnych etapach szkolenia nurkowego. Dotarło do jednego z Klubów Nurkowych, w którym rozpoczął szkolenie podstawowe. Prowadzący szkolenie Instruktor uważnie obserwując osoby szkolone zaobserwował, iż R.G. czasem „wyłącza się” na dłuższą chwilę, pozostając w bezruchu, nie wykonując poleceń, nie odpowiadając na pytania i nie reagując na lekkie bodźce dotykowe. Ponieważ w tym Klubie przestrzegane są zasady kwalifikacji lekarskiej do nurkowania, Instruktor zalecił kursantowi przyniesienie zaświadczenia od lekarza o zdolności do nurkowania. Gdy takiego zaświadczenia nie otrzymał, odmówił dalszego szkolenia. Dowiedział się wtedy, że kursant cierpi na padaczkę „ale taką lekką, bez drgawek”. Instruktor tym bardziej odmówił dalszego szkolenia i uświadomił kursanta o możliwych konsekwencjach nurkowania.

Z tego, co udało się ustalić autorom, zmarły podjął szkolenie podstawowe w innym klubie, gdzie na stan zdrowia nie zwracano tak wielkiej uwagi, ukończył je a następnie uczestniczył w kursach nurkowania jaskiniowego i z użyciem mieszanin oddechowych.

### ANALIZA PRZEBIEGU ZDARZENIA

R.G. cierpiał z powodu padaczki, najprawdopodobniej z napadami nieświadomości. Nie ma natomiast danych z wywiadu dotyczących ewentualnych przyjmowanych leków przeciwpadaczkowych, częstotliwości występujących u niego napadów padaczkowych oraz tego, czy u zmarłego występowały tylko napady nieświadomości, czy też zdarzały się innego rodzaju napady padaczkowe, włączając w to napady uogólnione z drgawkami i utratą przytomności.

Napady drgawkowe w czasie nurkowania mogą być prowokowane przez różnego rodzaju czynniki i sytuację (stres, hipotermia, wysiłek fizyczny, efekty świetlne - stroboskopowe, hiperwentylacja czy oddychanie tlenem pod zwiększonym ciśnieniem) [4,5]. W czasie samotnego nurkowania w tak niesprzyjających warunkach jak jaskinia, potencjalny napad padaczkowy stanowić może śmiertelne zagrożenie dla nurka. R.G, mimo tego, że zdawał sobie sprawę z ryzyka związanego z nurkowaniem, ukończył kursy nurkowania jaskiniowego. Należy przyjąć, że w czasie feralnego nurkowania w dniu 04.10.2002, na głębokości około -80 m wystąpił u niego pierwotnie lub wtórnie uogólniony napad padaczkowy z towarzyszącą całkowitą utratą przytomności i drgawkami uogólnionymi. W czasie trwającego do kilkudziesięciu sekund napadu drgawkowego dochodzi początkowo do zatrzymania oddechu, następnie akcja oddechowa powraca, pacjent nadal jest jednak nieprzytomny bądź oszołomiony. W połączeniu z tym, że w czasie napadu nurkowi wypada z ust aparat oddechowy, a w pobliżu nie ma nikogo, kto mógłby natychmiast zareagować, napad padaczkowy kończy się aspiracją wody do górnych dróg oddechowych i utonięciem. W naszej opinii taki był najbardziej prawdopodobny przebieg opisanego zdarzenia.

Lack of rigor mortis is usually observed in the case of organ wasting diseases but also in the case of muscle exhaustion through intense work immediately prior to death. The "work" could take a form of a long-lasting attack of convulsions involving all skeletal muscles.

Such a cause of a lack of rigor mortis and the consequent demise of the diver is indicated by abrasions around the mouth resulting from masseter contractions and biting of the mouthpiece. Attacks of convulsions are commonly accompanied by a loss of consciousness. According to Dr. Ciubotărescu both the convulsions and the loss of consciousness could have been induced by breathing from the stage cylinders; however, until very recently it was common practice to perform dives with the use of air as a breathing mix to the depth of -80 m or deeper [3] and the incidence of CNS was not quite as high. Hence the lack of an explicit cause of the loss of consciousness and the seizure.

### COMMUNITY INTERVIEW

With the aim of obtaining a precise explanation of the cause and course of this fatal accident, the authors conducted numerous interviews with people having contact with the deceased on various stages of his diving training. They reached one of the Diving Clubs where he began his basic training. The instructor in charge made an observation that R.G. sometimes seemed to "switch off" for longer moments, remaining motionless, revealing no reaction to directions, being irresponsive and insensitive to mild touch. Because the Club followed the principle of requiring medical certification for diving, the instructor recommended that the student provided a medical certificate regarding his ability to perform dives. Since no such certificate was provided he refused to carry out further training. This is when he learnt that the diver suffered from epilepsy "but a mild form, deprived of convulsions". With such knowledge the instructor refused further training and informed the diver of the possible consequences.

From what the authors managed to establish, the deceased undertook primary training in a different club where the person's health condition was not considered a crucial factor, completed it and next participated in cave diving courses with the use of breathing mixes.

### INCIDENT ANALYSIS

R.G. suffered from epilepsy, presumably accompanied with attacks of unconsciousness. Nonetheless, the data concerned with possible antiepileptic medications taken by R.G., the frequency of epileptic seizures and the fact whether he only experienced attacks of unconsciousness or other types of seizures, including those with concomitant convulsions and a loss of consciousness, were unavailable to the authors.

Attacks of convulsions while performing a dive may be caused by various factors and situations (stress, hypothermia, physical effort, light effects - stroboscope, hyperventilation or breathing with oxygen under increased pressure) [4,5]. In the course of a lone dive in such unfavourable conditions as the one offered by cave diving, a potential epileptic seizure may constitute a fatal threat for a diver. Despite being aware of the risks, R.G. completed courses in cave diving. We should assume that on 04/10/2002, at the depth of approx. -80 m, R.G. experienced a primary or secondary generalised epileptic seizure, accompanied with a complete loss of consciousness and generalised convulsions. The initial consequence of a fit lasting twenty or more seconds is a respiratory arrest followed by its recurrence, during which time however the patient remains unconscious or confused.

All of this, combined with the fact that during the seizure the mouthpiece will fall out of a diver's mouth and the absence of a person that could react immediately, means the seizure must end with water aspiration into the upper respiratory tract and drowning. This was in our opinion that most probable course of the described accident.

Z uwagi na wydobycie zwłok z dużej głębokości rozprężająca się w płucach mieszanina oddechowa wypchnęła wodę z dużych oskrzeli i tchawicy, przez co nie stwierdzono tam jej obecności, a jedynie ślad płynu w pęcherzykach płucnych.

## OMÓWIENIE

Padaczka jest jedną z najstarszych chorób, jej historia liczy ponad cztery tysiące lat. Dane statystyczne wskazują, że jest jednym z najczęstszych schorzeń neurologicznych. Wskaźnik zachorowalności wynosi około 60 na 100000 na rok a wskaźnik rozpowszechnienia to 1000/100000, czyli około 1%. Przyjmuje się, że w Polsce cierpi na różne formy padaczki około 400 tys. chorych [6], a na świecie choruje na nią około 50 mln ludzi [7]. Padaczka jest chorobą, w której dochodzi do nawracających zaburzeń czynności bioelektrycznej mózgu przejawiającej się różnymi rodzajami napadów padaczkowych – od napadów ogniskowych ruchowych czy czuciowych przebiegających bez zaburzeń świadomości, poprzez złożone napady ogniskowe z różnego stopnia zaburzeniami świadomości do napadów pierwotnie i wtórnie uogólnionych z drgawkami oraz utratą przytomności.

Napady uogólnione u dorosłych mają najczęściej formę napadu toniczno-klonicznego rozpoczynających się nagłą utratą przytomności z wzmocnionym napięciem mięśni całego ciała, zatrzymaniem oddechu oraz stopniowo narastającym zasinieniem skóry. Faza toniczna trwa kilkanaście sekund, sporadycznie przedłuża się do kilkudziesięciu sekund, po niej następuje faza kloniczna napadu przejawiająca się drgawkami uogólnionymi głowy i kończyn, często z przygryzieniem języka i mimowolnym oddaniem moczu. W tym okresie pacjent zaczyna oddychać, lecz jest nadal nieprzytomny. Po zakończeniu napadu najczęściej chory jest senny, splatany i zdezorientowany.

Szczególną formą uogólnionych napadów padaczkowych są napady nieświadomości należące do grupy ogniskowych napadów złożonych, gdzie u chorego mogą wielokrotnie w ciągu dnia pojawiać się kilkusekundowe utraty świadomości nie prowadzące do upadku a przejawiające się jedynie chwilowym zneruchomieniem.

Należy podkreślić, że wszystkie rodzaje napadów, zarówno ogniskowych jak i uogólnionych z i bez utraty świadomości mogą poprzedzać wystąpienie uogólnionych napadów toniczno – klonicznych. [7]

Duże badanie ankietowe przeprowadzone na chorych na padaczkę wykazało, że około 50 % chorych zgłasza różnorakie czynniki prowokujące wystąpienie napadu padaczkowego – stres (21%), przemęczenie (12%), deprywację snu (12%), alkohol, fotostymulację (błyski czy szybko zmieniające się obrazy), przegrzanie, zdenerwowanie i hiperwentylację [8]. Według innego badania nawet do 30% pacjentów cierpiących na padaczkę podaje stres jako czynnik prowokujący napad padaczkowy, część z nich podaje również, że istotnym czynnikiem wyzwalającym napad jest stres związany z uprawianiem sportu [9].

Jak wspomniano powyżej, padaczka jest chorobą rozpowszechnioną w społeczeństwie, dużą część spośród chorych stanowią, aktywni młodzi ludzie, którzy próbują funkcjonować w życiu codziennym jak ich rówieśnicy, zajmując się wszelkiego rodzaju sportami, włączając w to sporty ekstremalne, w tym nurkowaniem. W żadnych zaleceniach i wytycznych nie zaleca się nurkować chorym na padaczkę przyjmującym leki przeciwpadaczkowe, u których występują aktualnie jakiegokolwiek, nawet bardzo rzadkie, napady padaczkowe [4].

W chwili obecnej w Polsce obowiązuje Rozporządzenie Ministra Sportu z dnia 17 sierpnia 2006 [10] w sprawie bezpiecznego uprawiania nurkowania, w którym paragraf trzeci poświęcony jest stanowi zdrowia uprawiających nurkowanie amatorskie. Zawiera ono, między innymi stwierdzenie, iż „jeżeli konieczne jest udokumentowanie ... stanu zdrowia to, w zależności od potrzeb, przedstawiane jest” bądź to „zaświadczenie zawierające orzeczenie lekarskie ... „, bądź też „oświadczenie, że ... stan zdrowia pozwala na nurkowanie”. W tym niezwykle krótkim, bo liczącym sobie zaledwie dwie strony rozporządzeniu nie jest sprecyzowane kiedy konieczne jest udokumentowanie stanu zdrowia, jakie to potrzeby warunkują czy wymagane jest zaświadczenie od lekarza, a kiedy oświadczenie, wreszcie nie są określone kwalifikacje lekarza, który orzeczenia może wydawać.

Due to the fact of body extraction from a large depth, the breathing mix decompressing in the lungs pushed the water out of the bronchi and trachea, thus its presence was not detected with the exception of only a trace of liquid in the pulmonary alveoli.

## DISCUSSION

Epilepsy is one the oldest illnesses, its history reaches back four thousand years. Statistical data indicate that it is one of the most common neurological conditions. Its incidence rate amounts to approx. 60 per 100000 a year and the prevalence rate equals 1000/100000, i.e. ca. 1%. It is assumed that in Poland approx. 400 thousand people [6] suffer from various forms of epilepsy, whereas in the world there are 50 million people with this illness [7]. Epilepsy is a disease characterised by recurrent disorders in bioelectric brain activity manifested by various forms of epileptic seizures - from focal motor or sensory seizures without the disturbance of consciousness, through complex focal seizures with different degrees of consciousness disturbance to primary and secondary generalised seizures with convulsions and loss of consciousness.

Generalised seizures in adults usually assume the form of a tonic-clonic epileptic attack beginning with a sudden loss of consciousness with an increased muscle tension in the entire body, respiratory arrest and a gradually proceeding cyanosis. The tonic phase lasts over ten seconds, in sporadic cases it is extended to over twenty seconds, followed by a clonic phase characterised by generalised convulsions of the head and limbs, commonly accompanied with biting of the tongue and involuntary urination. At that time the patient's respiratory action is resumed, however they still remain unconscious. On seizure recession the patient is usually drowsy, confused and disoriented.

A particular form of generalised epileptic seizures are attacks of unconsciousness belonging to the group of focal complex seizures where during the day the patient experiences multiple episodes of a loss of consciousness lasting several seconds, without the patient's collapse and merely a momentary motionlessness.

It should be emphasised that all seizure types, both focal and generalised with and without the loss of consciousness may precede occurrence of generalised tonic-clonic attacks. [7].

A large survey conducted on patients with epilepsy revealed that approx. 50% of them reported various factors inducing epileptic seizures - stress (21%), fatigue (12%), sleep deprivation (12%), alcohol, photo-stimulation (flashes or quickly changing images), overheating, irritation and hyperventilation [8]. According to the results of different research, even as many as 30% of patients suffering from epilepsy indicated stress as the factor evoking epileptic seizures, whereas a part of them also pointed to the stress related with sports as an important factor leading to a seizure [9].

As it was mentioned above, epilepsy is a common disease in society, with a large portion of patients constituted by active young people who attempt to live normally as their peers by taking up all kinds of sports, including extreme sports and diving. There are no recommendations or guidelines instructing people suffering from epilepsy and taking antiepileptic medication to perform diving exercises, even with regard to those whose epileptic seizures are extremely rare<sup>4</sup>.

The currently effective law in Poland is the Regulation of the Minister of Sport of 17 August 2006 [10] on safe diving, with Section 3 devoted to the health condition of amateur divers. It includes the following statement: "whenever it is necessary to document [...] the health condition then, depending on the requirement it is requested that the diver presents a medical certificate or a medical statement containing information that a given person's health condition allows performance of dives".

W świetle opisanego powyżej przypadku, a także wielu innych wypadków nurkowych, w tym ze skutkiem śmiertelnym, uprawnioną wydaje się być sugestia, że całkowite odstępianie od kwalifikacji zdrowotnej nurków rekreacyjnych nie było posunięciem właściwym. Szczególnie odnosi się to do instruktorów nurkowania (wykonujących taki zawód) a także do nurków wykonujących nurkowania inne, niż płytkie, z wykorzystaniem jako czynnika oddechowego powietrza bądź nitroksu.

***Artykuł powstał z inicjatywy nieodżałowanej pamięci dr. hab. inż. Wiktora Bolka, który koniecznie chciał wyjaśnić dokładny przebieg zdarzeń i przyczynę zgonu nurka. Napisał pierwszą część artykułu, dostarczył materiały z Rumunii i niestety przedwcześnie nas opuścił. Ponieważ dopiero po Jego śmierci udało się ustalić najprawdopodobniejszą wersję przebiegu zdarzeń, publikujemy artykuł tak, jakby Wiktor i mój znakomity rumuński Kolega dr Horia byli wśród nas.***

***W tym miejscu autorzy bardzo dziękują Kolegom Jerzemu Janczukowiczowi i Krzysztofowi Niecko za nieocenioną pomoc w powstawaniu artykułu.***

***Piotr Siermontowski***

This very short regulation of merely two pages of text does not provide precise information on when the said documentation regarding the health condition is demanded or what exact requirements determine whether to present a medical certificate or a medical statement, nor does it specify the scope of qualifications of doctors issuing such documents.

In the light of the described case as well as other numerous diving accidents, including fatal ones, it seems that complete resignation from the requirement of health qualification of recreational divers would not be the right direction. This refers in particular to active diving instructors as well as divers executing deep dives with the use of air or nitrox as a breathing mix.

***The article was written on the initiative of our late colleague, Wiktor Bolek, PhD, Eng, who strove to explain the course of events and the cause of death of the diver. Before his untimely departure he managed to write the first part of the article and provide the materials from Romania. Since it was only possible to determine the most probable version of the incident after Wiktor Bolek's death, we have decided to publish this article as if he and my dear Romanian Colleague, Dr Horia, were still among us.***

***The authors would like to extend words of gratitude to Jerzy Janczukowicz and Krzysztof Niecko for their invaluable help in the making of this article.***

***Piotr Siermontowski***

#### **BIBLIOGRAPHY**

1. Siermontowski P., Gidzgiez Z. Distinction of post-mortem transformations as a consequence of the corpse's remaining in water. In "The aspects of safety in and under water as well as in flights over the sea." Publ. AMW Gdynia 2004: 291 – 296.
2. Chan MY, Woo KS, Wong HB, Chia BL, Sutandar A, Tan HC.: Antecedent risk factors and their control in young patients with a first myocardial infarction. Singapore Med J. 2006 Jan;47(1):27- 31.
3. Diver decompression and recompression tables. Dowództwo Marynarki Wojennej Gdynia 1982; 11 – 19.
4. Almeida Mdo R., Bell GS., Sander JW. (2007); Epilepsy and recreational scuba diving: an absolute contraindication or can there be exceptions? A call for discussion. Epilepsia; 48(5):851-8. Review.
5. Smart D., Lippmann J. (2013). Epilepsy, scuba diving and risk assessment. Near misses and the need for ongoing vigilance. Diving Hyperb Med.;43(1):37-41.
6. Kozubski W., Liberski P. (red.). Nervous system diseases Published by PZWL 2004: 442-445.
7. Jędrzejczak J.: Epilepsy. Difficult answers to easy questions, Termedia 2008: 5-28.
8. Nakken KO et al.: Which seizure – precipitating factors do patients with epilepsy most frequently report?, Epilepsy and Behaviour 2005; 6:85-89.
9. Fountain NB, MayAC: Epilepsy and athletics. Clinics in Sports Medicine. 2003 22: 605-609.
10. Dziennik Ustaw nr 154 poz. 1103 2006: 7937 – 7938.

**dr hab. inż. Wiktor Bolek**

Institut Techniki Ciepłej  
i Mechaniki Płynów  
Politechnika Wrocławska  
ul. Wyspiańskiego 27  
50-370 Wrocław

**dr med. Piotr Siermontowski**

Zakład Medycyny Morskiej i Hiperbarycznej  
Wojskowy Instytut Medyczny  
81-103 Gdynia ul. Grudzińskiego 4  
nurdok@tlen.pl

**lek. med. Krzysztof Dziewiatowski**

Oddział Udarowy  
Szpital Marynarki Wojennej  
ul. Polanki 117, 80-305 Gdańsk  
k.dziewiatowski@7szmw.pl

**dr Ciodaru Dumitrescu Horia**

Oddział Medycyny Sądowej  
Szpital Okręgowy Alba  
Alba Julia Rumunia

**dr med. Bartosz Morawiec**

Zakład Medycyny Tropikalnej i Epidemiologii  
Wojskowy Instytut Medyczny  
81-103 Gdynia ul. Grudzińskiego 4