

# ASYSTENT NURKOWANIA

Wersja: 2.0.141219.33:11,00

## DOKUMENTACJA UŻYTKOWNIKA

Data publikacji: 2014/12



Niniejszy dokument stanowi podstawową instrukcję użytkownika pakietu Asystent Nurkowania. Prosimy o zapoznanie się z nią przed przystąpieniem do korzystania z aplikacji. Oprogramowanie znajduje się w ciągłym rozwoju, dlatego niektóre opisy, zdjęcia mogą nieznacznie różnić się od aktualnej wersji aplikacji. W przypadku, gdyby zauważyli Państwo znaczące różnice pomiędzy aplikacją a niniejszą instrukcją, prosimy o kontakt z REAL DATA (<http://www.real-data.pl>).

## *Specjalne Podziękowania !*

Składamy podziękowania całej rzeszy badaczy, naukowców i nurków, bez pracy których nurkowanie nie było by tak bezpieczne jak dzisiaj a niniejsza aplikacja nie mogłaby powstać.

Dzięki wkładowi wielu osób, między innymi **Dr Albert A. Bühlmann**, Haldane J.S., Workman R.D., Baker E.C., Hamilton R.W., Lambertsen C.J., Arieli R., Butler F.K., Kenyon D.J., Peterson R.E., Harabin A.L., Beers D.M., Shykoff B.E., Bornmann R.C., Wienke B.R., O'Leary T.R., Hyldegaard O., Kerem D., Melamed Y. i wielu wielu innych wybitnych postaci, oraz organizacji pracujących na rzecz nurkowania tj. NOAA, DAN, CMAS i wielu innych, procesy zachodzące podczas nurkowania są przez nas coraz lepiej zrozumiałe. Pozwoliło to przez wiele lat na udoskonalanie reguł i zasad związanych z nurkowaniem, z dobrodziejstw czego korzystają dzisiaj wszyscy nurkowie na całym świecie.

*Piotr Orlewicz*  
*REAL DATA S.C.*

## Spis treści

Podstawowe cechy pakietu.....	6
1 Oznaczenia.....	7
2 WAŻNE !!!.....	8
2.1 Przeznaczenie.....	8
2.2 Bezpieczeństwo nurkowania.....	8
2.3 Ograniczona gwarancja.....	8
3 Kilka słów wstępu.....	9
4 Jednostki.....	10
4.1 Ciśnienie atmosferyczne.....	10
4.4 Wysokość.....	10
4.5 Głębokość.....	10
4.6 Czas.....	11
4.7 Objętość.....	11
4.8 Pojemność.....	11
5 Konfiguracja systemu.....	13
5.1 Środowisko.....	13
5.1.1 Wysokość i ciśnienie atmosferyczne.....	13
5.1.2 Rodzaj wody.....	14
5.2 Zestaw oddechowy.....	14
5.2.1 Butle nurkowe.....	14
5.2.2 Mieszanina oddechowa.....	15
5.2.3 SCR – standardowy współczynnik zużycia powietrza (lub innej mieszaniny).....	15
5.3 Limity.....	16
5.3.1 Maksymalna głębokość.....	16
5.3.2 Maksymalny czas nurkowania.....	16
5.3.3 Limit CNS.....	16
5.3.4 END – równoważna głębokość narkotyczna.....	17
5.3.5 Nurkowanie wielokrotne.....	17
5.3.6 Minimalne ciśnienie butli (rezerwa).....	17
5.4 Ustawienia symulacji.....	17
5.4.1 Tryb pracy komputera.....	17
5.4.1.1 Tryb pracy: konserwatywny.....	18
5.4.1.2 Tryb dynamiczny.....	18
5.4.2 Tabele limitów.....	19
5.4.3 Głębokie przystanki.....	19
5.4.4 Automatyczna atmosfera.....	20
5.4.5 Napelnianie butli.....	20
6 Edytor zestawów oddechowych.....	22
6.1 Konfiguracja mieszaniny.....	22
6.1.1 MOD – maksymalna głębokość operacyjna.....	22
6.1.2 ENP – ekwiwalentny potencjał narkotyczny.....	23
6.1.3 Opis.....	23
6.2 Konfiguracja zestawu butli nurkowych.....	23
6.2.1 Ciśnienie robocze.....	23
6.2.2 Objętość, Pojemność.....	23
6.3 Lista zestawów.....	23

<b>7</b>	<b>Limity i bezpieczeństwo.....</b>	<b>25</b>
7.1	Dekompresja.....	25
7.2	Limity dla dawek tlenu.....	25
7.2.1	Postać ostra dla układu nerwowego (CNS).....	25
7.2.2	Postać przewlekłą, płucną (OTU).....	25
7.2.3	Spadek pojemności życiowej płuc (VCD).....	26
7.3	Ciśnienie parcjalne tlenu (PPO <sub>2</sub> ).....	26
7.4	Równoważna głębokość narkotyczna (END).....	26
7.5	Ilość czynnika oddechowego.....	26
<b>8</b>	<b>Planowanie nurkowania, profil nurkowy.....</b>	<b>28</b>
8.1	Plan użytkownika.....	29
8.1.1	Wybór sposobu zaokrąglania.....	29
8.1.2	Opis kolumn planu.....	29
8.1.2.1	Rodzaj akcji.....	29
8.1.2.2	Butla.....	30
8.1.2.3	Głębokość.....	30
8.1.2.4	Czas.....	30
8.1.2.5	Opis.....	30
8.2	Plan wynikowy.....	30
8.2.1	Opis kolumn panelu.....	31
8.2.1.1	Czas początkowy.....	31
8.2.1.2	Akcja.....	31
8.2.1.3	Czas trwania.....	31
8.2.1.4	Ciśnienie butli.....	31
8.2.1.5	PPO <sub>2</sub> .....	31
8.2.1.6	END.....	31
8.2.1.7	CNS%.....	32
8.2.1.8	OTU.....	32
8.2.1.9	VCD%.....	32
8.2.1.10	Butla.....	32
8.2.1.11	Komentarz.....	32
8.3	Graficzna reprezentacja profilu.....	32
8.4	Podsumowanie.....	32
8.5	Wykresy zaawansowane.....	32
8.5.1	Ciśnienie parcjalne w tkankach.....	33
8.5.2	Ciśnienia gazu obojętnego.....	33
8.5.3	Saturacja gazów obojętnych w tkankach.....	34
8.5.4	Końcowa saturacja tkanek.....	34
8.5.5	M-Wartości.....	35
<b>9</b>	<b>Szczegółowe dane profilu, dane dekompresji.....</b>	<b>36</b>
9.1	Opis poszczególnych kolumn.....	36
9.1.1	Akcja.....	36
9.1.2	Głębokość.....	36
9.1.3	Czas ekspozycji.....	36
9.1.4	Czas nurkowania.....	36
9.1.5	Ciśnienie początkowe.....	36
9.1.6	Ciśnienie gazu.....	37
9.1.7	Kolejny przystanek dekompresyjny.....	37
9.1.8	Kolejny przystanek głęboki.....	37
9.1.9	Czas bezdekompresyjny.....	37

9.1.10 Czas do lotu.....	37
9.1.11 Okno.....	38
9.1.12 V butli.....	38
9.1.13 P butli.....	38
9.1.14 Żelazna rezerwa.....	38
9.1.15 END.....	38
9.1.16 Całkowity CNS.....	38
9.1.17 Całkowite OTU.....	39
9.1.18 Spadek pojemności życiowej.....	39
9.1.19 Najgłębszy możliwy stop.....	39
9.1.20 Wiodąca saturacja [%].....	39
9.1.21 Wiodąca saturacja [bar].....	39
9.1.22 Docelowy GF.....	39
9.1.23 Wysokość.....	39
9.1.24 Mieszanina.....	39
9.1.25 Woda.....	39
9.1.26 Ilość zakresów.....	39
9.1.27 Czas całkowity.....	40
9.1.28 Komunikaty.....	40
<b>10 Ostrzeżenia i alarmy.....</b>	<b>41</b>
10.1 Krok planu zgłosił wyjątek, niektóre limity mogą być przekroczone (Default).....	41
10.2 Maksymalna głębokość została przekroczona (MaxDepth).....	41
10.3 Maksymalny czas nurkowania został przekroczony (MaxTime).....	41
10.4 Limit równoważnej głębokości narkotycznej został przekroczony (END).....	41
10.5 Osiągnięto limit toksyczności tlenu (OTU).....	41
10.6 Dzienny limit toksyczności tlenu (OTUD).....	41
10.7 Limit toksyczności tlenu został osiągnięty (CNS).....	42
10.8 Toksyczność tlenu dla układu nerwowego nie została policzona (CNS).....	42
10.9 Limit głębokości dla tlenu został przekroczony (ODL).....	42
10.10 Ciśnienie parcjalne tlenu zbyt niskie (OTL).....	42
10.11 Butla jest pusta (NoAir).....	42
10.12 Ciśnienie czynnika oddechowego w butli osiągnęło niebezpieczny poziom (AirLimit). .....	42
10.13 Głębokość aktualnego nurkowania jest większa niż poprzedniego (NextDeep).....	42
10.14 Niewystarczająca ilość gazu do bezpiecznej ucieczki (RockBottom).....	43
10.15 Niewystarczająca ilość gazu do bezpiecznej ucieczki nawet dla jednego nurka (RockBottom1).....	43
10.16 Opuszczono obowiązkowy przystanek (DecoMissed).....	43
10.17 Ryzyko wystąpienia ICD (ICD).....	43
<b>11 Przykłady.....</b>	<b>44</b>
11.1 Dwa nurkowania na Czarnym Stawie w Tatrach.....	44
11.2 Nurkowania w kamieniołomie Horka (Saksonia).....	45
<b>12 Wymagane parametry techniczne systemu komputerowego.....</b>	<b>49</b>
12.1 System operacyjny.....	49
12.2 Wymagania sprzętowe.....	49

## Podstawowe cechy pakietu:

Cecha	Opis
Algorytmy obliczeń	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Podstawowy algorytm obliczeń oparty o ZH-L16 (Albert A. Bühlmann)</li> <li>- Głębokie przystanki (Pyle,SSA/CMAS,NAUI,GF)</li> <li>- Przystanki bezpieczeństwa</li> <li>- Ciśnienie atmosferyczne: ISA,NOAA,Liniowy</li> <li>- Maksymalne ciśnienia parcjalne: NOAA</li> <li>- Limity toksyczności tlenu: NOAA</li> <li>- Pojemność życiowa: Harabin, Arieli</li> </ul>
Tryby	<p>Komputer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- konserwatywny</li> <li>- dynamiczny</li> </ul> <p>Profile:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- standardowy</li> <li>- nurkowanie górskie</li> <li>- nurkowanie z przełączaniem gazów</li> </ul>
Próbkowanie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- co 1 minutę (na stałej głębokości)</li> <li>- co 0,1m (zmiana głębokości)</li> </ul>
Tabele limitów	<p>Wbudowane tabele limitów:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ZH-L16A (16/17 przedziałów)</li> <li>- ZH-L16B (17 przedziałów) – typowa dla wyznaczania tabel</li> <li>- ZH-L16C (17 przedziałów) – typowa dla komputerów</li> </ul>
Typy tabel limitów	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Możliwość stosowania tabel opartych o model Workmanna lub Bühlmanna.</li> <li>- Otwarty format XML.</li> </ul>
Inne limity	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dynamicznie wyliczany limit toksyczności tlenu (OTU,CNS)</li> <li>- Spadek życiowej pojemności płuc</li> <li>- Narkotyczność gazów (END)</li> <li>- Minimalne i maksymalne ciśnienia parcjalne gazów</li> <li>- Limity głębokości i czasu.</li> </ul>
Obsługiwane gazy w mieszankach oddechowych:	<p>Każda mieszanka oparta o: Tlen, Azot, Hel.</p> <p>Wbudowane definicje typowych mieszanek: Powietrze, Nitrox (30-50%), Trimix (wybrane).</p> <p>Edytor mieszanin: dowolne Tlen, Azot, Hel.</p>
Ustawienia środowiska:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Możliwość wyboru rodzaju akwenu/wody: słodkiej i słonej</li> <li>- Możliwość ustawienia wysokości n.p.m. lub ciśnienia atmosferycznego</li> </ul>
Ustawienia indywidualne:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tryb komputera</li> <li>- Tabela limitów (tzw. M-Values)</li> <li>- Typ mieszanki oddechowej</li> <li>- Parametry zestawu butli</li> <li>- Typowe zapotrzebowanie na powietrze</li> <li>- Maksymalna głębokość</li> <li>- Maksymalny czas nurkowania</li> </ul>
Jednostki:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- metryczne / europejskie (bar,m,l,hPa,atm,at,mmHg)</li> <li>- imperialne (psi,ft,cf,inHg)</li> </ul>

Tabela 1: Podstawowe cechy oprogramowania

## 1 Oznaczenia.

W celu polepszenia czytelności w dokumencie zastosowano poniższy sposób oznaczenia.




Sposób oznaczenia	Opis
	Ważna informacja. Informacje zawarte w rozdziałach oznaczonych tym symbolem mają krytyczny wpływ na bezpieczeństwo.
	Sekcje oznaczone tym symbolem są szczególnie istotne.
	Dodatkowe informacje oraz komentarze.
[ Nazwa przycisku ]	Opis przycisków aplikacji. Zakładki nawigacyjne. Nazwy kolumn tabel.

Tabela 2: Oznaczenia stosowane w dokumencie

## 2 WAŻNE !!!

Przed przystąpieniem do użytkowania Oprogramowania zapoznaj się z niniejszą dokumentacją. Zwróć szczególną uwagę na elementy opisujące potencjalne ryzyka, sugestie jak zwiększyć bezpieczeństwo oraz opisane ograniczenia.

Poniżej oraz w Licencji znajdują się ważne informacje związane z niniejszym Oprogramowaniem. Jeżeli się z nimi nie zgadzasz, zaprzestań użytkowania niniejszej aplikacji.

### 2.1 Przeznaczenie.



Aplikacja została stworzona w celu asystowania podczas planowania nurkowania oraz w procesie szkolenia. Aplikacja nie zastępuje tabel dekompresyjnych ani szkolenia – jest uzupełnieniem zdobytej wiedzy i umiejętności, dodatkowym ułatwieniem. Aplikacja nie może być stosowana jako jedyne lub główne źródło informacji i wiedzy. Zalecamy aby plany weryfikować z alternatywnymi źródłami, np. z komputerem nurkowym. W przypadku sprzeczności lub różnych wyników, zawsze nadrzędna powinna być wiedza i materiały zdobyte podczas szkolenia. Jeżeli masz wątpliwości, skontaktuj się ze swoją organizacją nurkową lub instruktorem.

### 2.2 Bezpieczeństwo nurkowania.



Nurkowanie wiąże się z rzeczywistym ryzykiem wystąpienia urazów a nawet śmierci, dlatego powinno być wykonywane tylko przez osoby bez problemów zdrowotnych i po przejściu stosownych szkoleń potwierdzonych certyfikatami. Tworząc niniejsze oprogramowanie duży nacisk został położony na bezpieczeństwo. Do silnika obliczeniowego wprowadzonych jest szereg mechanizmów, które minimalizują ryzyko wystąpienia urazów i zwiększających bezpieczeństwo nurkowania. Pamiętaj jednak, że żadne zabezpieczenia i algorytmy nie gwarantują, że DCS czy inne problemy nie wystąpią. Ryzyko wystąpienia związane jest bardzo mocno z indywidualnymi predyspozycjami, Twoim stanem zdrowia, kondycją, samopoczuciem, warunkami atmosferycznych na powierzchni i środowiskiem pod wodą. Dobrze jest sprawdzić wyniki i wskazania przez porównanie ich z innym źródłem – np. tabelami dekompresyjnymi czy innym komputerem.

Bezwzględnie stosuj zasady, których nauczyłeś się na kursach nurkowych. Nigdy nie przekraczaj limitów wynikających z posiadanych certyfikatów i uprawnień.

### 2.3 Ograniczona gwarancja.

Wkładamy dużo wysiłku aby niniejsze Oprogramowanie było wolne od błędów, nie dajemy jednak na nie pełnej gwarancji. Oddajemy Ci to Oprogramowanie do użytkowania takie jakie jest „AS-IS”. Gwarantujemy, że każde zgłoszenie błędu lub sugestii udoskonalenia zostanie potraktowane poważnie i dokładnie przeanalizowane. Wszelkie wykryte błędy będą usuwane w możliwie najkrótszym czasie i zbierane w postaci aktualizacji oprogramowania. Szczegółowe informacje odnośnie usług serwisowych i ograniczonej gwarancji znajdują się w Umowie Licencyjnej.



### 3 Kilka słów wstępu.

Każdy z nas ma jakieś hobby. Moim od niedawna poza jazdą konną stało się nurkowanie. Zaczęło się od wyjazdu do Egiptu i Intro na jednych z najpiękniejszych na świecie rafach koralowych. Potem przyszedł czas na kurs i pierwsze samodzielne nurkowania. Tak zaczynało również wielu z Was.

Jak każdy sport, tak i nurkowanie wymaga stosowania się do zasad bezpieczeństwa. Wymagane jest odpowiednie przeszkolenie i przede wszystkim rozważa. Dużą część wiedzy teoretycznej jak i praktycznych umiejętności dostarczają nam systemy szkolenia. Bardzo ważne jest, aby rozpocząć naszą przygodę z nurkowaniem i sprawdzonego ośrodka szkoleniowego lub centrum nurkowego. Pamiętaj, że ryzyko wystąpienia urazu podczas nurkowania bez odpowiedniego przeszkolenia jest znacznie wyższe. Zarówno nurkowanie bez odpowiedniego przygotowania jak i po prostu nieodpowiedzialne nurkowanie może skończyć się takimi problemami jak: DCS (czyli choroba dekompresyjna), urazami ciśnieniowymi, zatruciem tlenem czy narkozą azotową. Mimo iż kłopotów, jakie mogą nas spotkać pod wodą jest całkiem sporo, to trzeba przyznać, że dzięki wkładowi wielu organizacji i osób prywatnych, nurkowanie jest znacznie bezpieczniejsze niż kiedyś i obecnie zaliczany jest do sportów rekreacyjnych.

Mimo iż na rynku znajduje się sporo oprogramowania pomagającego planować nurkowania postanowiliśmy zainwestować czas w stworzenie czegoś nowego. Poniżej cele jakie zostały postawione przy tworzeniu niniejszego Oprogramowania.

I. Pakiet ma stanowić uzupełnienie posiadanej wiedzy i umiejętności. Ma być Twoim asystentem podczas planowania wypraw nurkowych. Ma być efektywną pomocą, a więc musi być prosty w obsłudze i jednocześnie nie może ograniczać możliwości.

II. Drugim bardzo ważnym celem było dobre zrównoważenie pomiędzy matematycznym modelem wykorzystanym do obliczeń a zasadami bezpieczeństwa. Dlatego w oprogramowanie zostało wplecionych szereg dodatkowych mechanizmów, które zwiększają margines bezpieczeństwa. W kolejnych wersjach będą one rozszerzane i udoskonalane.

III. Trzecim celem było umożliwienie łatwego wykonywania symulacji, co ułatwia proces szkoleń przez łatwą w zrozumieniu wizualizację oraz utrwalenie wiedzy przez symulację przykładowych scenariuszy. Przykładowo możemy praktycznie trzema kliknięciami porównać profile nurkowe dla powietrza i Nitroxu.

Oddajemy Państwu niniejsze Oprogramowanie w nadziei, że będzie ono realną pomocą podczas szkoleń, symulacji i planowania prawdziwych nurkowań. Liczymy również, że w ten sposób przyczynimy się do ograniczenia ryzyka podczas uprawiania tego sportu.

*Życzymy głębokich nurków.*

## 4 Jednostki.

Zanim przejdziemy to konfiguracji i pracy z aplikacją, wymagane jest kilka słów o zastosowanych jednostkach miary. Wykorzystany silnik obliczeniowy wewnętrznie stosuje zawsze do obliczeń te same jednostki. Są to odpowiednio metry dla wysokości i głębokości, bary dla ciśnienia, minuty do określenia czasu, litry dla objętości i pojemności.

Jednocześnie silnik ten dostarcza szerokie mechanizmy konwersji jednostek, które pozwoliły na skonstruowanie aplikacji w taki sposób, aby była przyjazna dla użytkownika. Wiedza o wewnętrznie stosowanych jednostkach miary może mieć wpływ na niektóre zaokrąglenia, dlatego warto zwrócić na to uwagę.

Z punktu widzenia użytkownika aplikacja dostarcza znacznie szerszą gamę możliwości wprowadzania i prezentowania wartości. W wielu miejscach istnieje możliwość prowadzenia wartości w jednej kilku powszechnie stosowanych jednostek. Większość z nich nie da się przeliczać między sobą do pełnych wartości całkowitych, dlatego przyjęto, że wartości które będą stosowane do obliczeń wyświetlane są na polach jasnych a wartości zaokrąglone na tle szarym. Program sam będzie przestawiał i przeliczał jednostki, po wprowadzeniu przez użytkownika wartości w wybranej przez siebie jednostce miary. Dodatkowo w niektórych miejscach dostępne są dymki (tzw. tool tip) z dodatkową informacją.

### 4.1 Ciśnienie atmosferyczne.

Dla ułatwienia aplikacja udostępnia możliwość wprowadzenia ciśnienia atmosferycznego w hPa (hecto Pascalach) lub inHg (calach słupa rtęci w 0°C). Pierwsza używana jest typowo w systemie SI i krajach europejskich, druga jest jednostką imperialną, stosowaną np. w Stanach Zjednoczonych. Po wprowadzeniu ciśnienia atmosferycznego będzie ono również przeliczone na typową wysokość, na której to ciśnienie występuje.

Aplikacja dla celów poglądowych przelicza również ciśnienie na inne jednostki: at (atmosfery techniczne), atm (atmosfery fizyczne), mmHg (milimetry słupa rtęci w 0°C).

### 4.2 Ciśnienie absolutne, ciśnienie hydrostatyczne.

Aplikacja oblicza ciśnienie absolutne w barach. Silnik pozwala na przeliczenie ciśnienia na szereg innych jednostek: atm, at, msw i fsw (wielkość słupa słonej wody), hPa, inHg, mmHg.

### 4.3 Ciśnienie robocze.

Ciśnienie robocze podawane jest w bar (barach) lub psi (stopach na cal kwadratowy).

### 4.4 Wysokość.

Wysokość można wprowadzać w metrach (m) lub stopach (ft) n.p.m. Po wprowadzeniu wysokości będzie ona również przeliczona na typowe ciśnienie atmosferyczne panujące na tej wysokości.

### 4.5 Głębokość.

Podobnie jak wysokość, głębokość również podaje się w m lub ft. Dodatkowo należy

zwrócić uwagę na sposób wyznaczania automatycznych przystanków w kolejnych rozdziałach.

#### **4.6 Czas.**

Czas wprowadza się w zawsze w minutach. Wyniki będą jednak prezentowane w postaci czytelnej dla użytkownika, czyli z podziałem na godziny, minuty i sekundy.

#### **4.7 Objętość.**

Objętość podawana jest w litrach. Jest to wielkość używana przy określaniu parametrów butli nurkowych – tzw. objętości wodnej.

#### **4.8 Pojemność.**

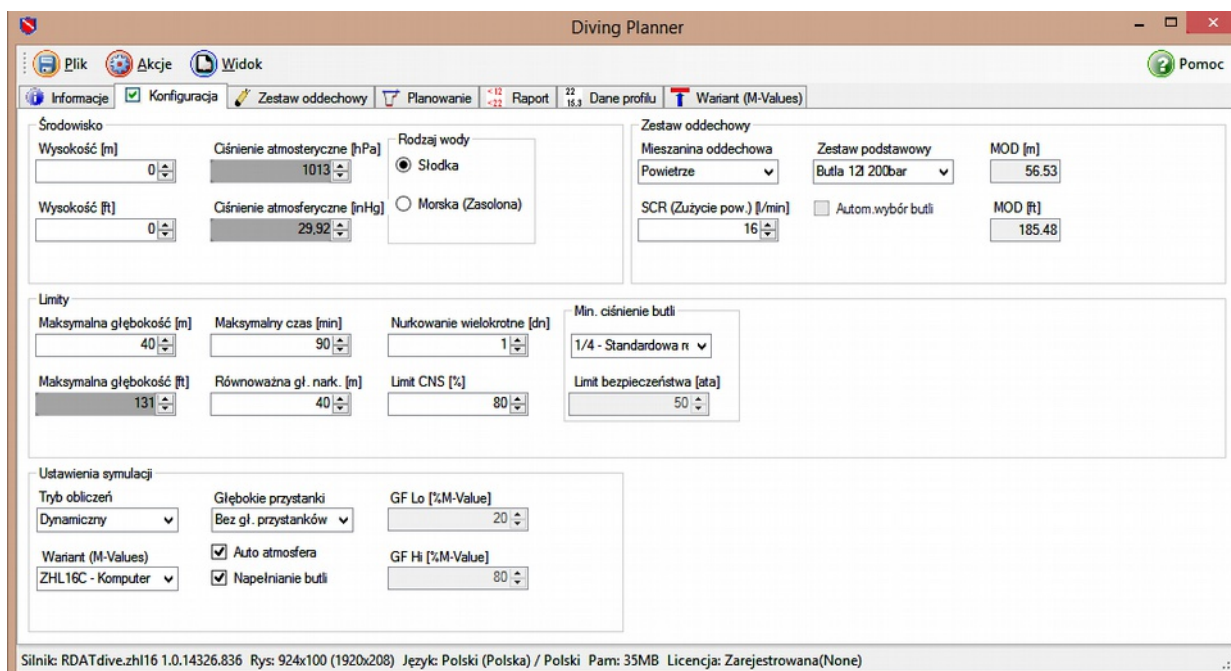
Pojemność używana jest do definiowania ilości zmagazynowanego gazu w butli nurkowej. W systemie imperialny używane są stopy sześciennie, w systemie metrycznym litry.

Symbol	Nazwa	Opis
m	metr	Jednostka długości, używana również do określania wysokości i głębokości.
ft	stopa	Jednostka długości, wysokości i głębokości, $1\text{m} \approx 3.2808\text{ft}$ .
l	litr	Jednostka objętości i pojemności równa, $1\text{l} = 1\text{dm}^3$ .
cf, cuft	stopa sześcienna	Jednostka objętości i pojemności używana w systemie imperialnym, $1\text{cf} \approx 28.32\text{l}$ .
bar	bar	Jednostka ciśnienia. 1bar odpowiada ciśnieniu standardowemu oraz w przybliżeniu ciśnieniu wywieranego przez 10m wody.
psi	funt na cal kwadratowy	Jednostka ciśnienia w systemie imperialnym, $1\text{psi} \approx 0,0689\text{bar}$ .
Pa	pascal	Jednostka ciśnienia SI, $1\text{hPa} = 1\text{mbar}$ .
mmHg	milimetry słupa rtęci	Jednostka ciśnienia, używana powszechnie w meteorologii. Jednostki te używane są również w medycynie oraz fizjologii np. w opisie procesu transportu tlenu w hemoglobinie. Ciśnienie podawane jest w warunkach $0^\circ\text{C}$ . $1\text{mmHg} \approx 133.32\text{Pa}$ .
inHg	cale słupa rtęci	Jednostka ciśnienia atmosferycznego w systemie imperialnym, oparta na gęstości rtęci w $0^\circ\text{C}$ $32^\circ\text{F}$ . Uwaga, dawniej była stosowana jednostka przeliczana dla gęstości rtęci z $60^\circ\text{F}$ . $1\text{inHg} \approx 3386.39\text{Pa}$ .
msw	metry słonej wody	Jednostka ciśnienia zdefiniowana jako ciśnienie wywierane przez morską wodę na określonej głębokości, $1\text{msw} = 0.1\text{bar}$ .
fsw	stopy słonej wody	Jednostka ciśnienia zewnętrznego określona przez ciśnienie wywierane przez morską wodę na określonej głębokości, $1\text{fsw} \approx 0.3064\text{msw}$ .
at	atmosfera techniczna	Jednostka ciśnienia, $1\text{at} \approx 980.66\text{hPa}$ .
atm	atmosfera fizyczna, atmosfera standardowa	Jednostka ciśnienia, 1atm odpowiada ciśnieniu standardowemu na wysokości morza, $1\text{atm} = 1013.25\text{hPa}$ .
min	minuta	Jednostka czasu.
UPTD	unit pulmonary toxicity dose	Jednostki umowne służące do określenia toksyczności dawki tlenu dla układu oddechowego.

Tabela 3: Jednostki miary wykorzystywane w nurkowaniu

## 5 Konfiguracja systemu.

Konfiguracja systemu możliwa jest przez ustawienie szeregu parametrów na jeden, zbiorczej zakładce. Wartości parametrów są w miarę możliwości ograniczone w aplikacji do bezpiecznych, dozwolonych zakresów.



Ilustracja 1: Widok zakładki konfiguracji podstawowej

Panel konfiguracyjny podzielony jest na szereg sekcji opisanych w dalszej części dokumentu.

### 5.1 Środowisko.

Sekcja „Środowisko” pozwala ustawić podstawowe parametry dla akwenu, w którym będziemy nurkować.

#### 5.1.1 Wysokość i ciśnienie atmosferyczne.

W zależności od wysokości akwenu, mamy do czynienia z różnym ciśnieniem atmosferycznym. Im wyżej, tym ciśnienie jest niższe.

Istnieje możliwość ustawienia bezpośrednio ciśnienia i wysokości, przy czym oba parametry są ze sobą ściśle powiązane. Na ogół nurkowania odbywają się nad zbiornikami wodnymi położonymi nisko i przyjmuje się wysokość poziomu morza (0m). Może się jednak zdarzyć, że nurkowanie będziemy chcieli przeprowadzić na wyższej wysokości. Zmniejszy się wtedy ciśnienie atmosferyczne, co wpływa na dwa czynniki:

- ciśnienie absolutne podczas nurkowania – wpływ raczej niewielki,
- ciśnienie atmosferyczne po zakończeniu nurkowania.

Oba te czynniki mają wpływ na bezpieczną głębokość dekompresji podczas nurkowań głębokich. Niższe ciśnienie po zakończeniu nurkowania również należy uwzględnić – może się okazać, że mimo iż różnica ciśnień nie jest duża w porównaniu z poziomem morza, to wystarczy ona, aby zaczęły się wytrącać pojedyncze pęcherzyki azotu i w rezultacie doprowadzić do całego szeregu symptomów DCS.

Nurkowanie na wysokości powyżej 300m (~1000ft) powinno się wykonywać wyłącznie mając odpowiednie doświadczenie lub w asyście instruktora lub kolegi z odpowiednimi kwalifikacjami. U niektórych osób już na wysokości 2500m (~8200ft) mogą wystąpić pierwsze objawy hipoksji.



Jeżeli nurkowanie nie jest zaplanowane nad morzem, dobrze jest znać przybliżoną wysokość akwenu. Jeżeli jej nie znasz, możesz wprowadzić asekuracyjnie wartość około 100m, jednak nie więcej, gdyż wtedy znacząco zwiększa się prędkość pozbywania się nadmiaru gazów ze średnich i długich tkanek.

Program umożliwi ustawienie wysokości na dwa sposoby:

- ustawienie wysokości nad poziomem morza (Altitude),
- wskazanie ciśnienia atmosferycznego.

Możliwy zakres ustawień to 0 do 3000m (~9800ft). Typowe ciśnienie atmosferyczne na danej wysokości wyliczane jest według skali nieliniowej.

### 5.1.2 Rodzaj wody.

W zależności czy będziemy nurkować w jeziorach i innych zbiornikach śródlądowych, czy w morzach należy wybrać rodzaj wody. W zależności od zasolenia, woda ma inną gęstość, co wpływa na panujące na danej głębokości ciśnienie absolutne. Większość zbiorników zasolonych to morza i oceany, przyjęto więc że może występować wyższa fala. Dla zbiorników zasolonych głębokość dla przystanku bezpieczeństwa i ostatniego przystanku dekompresyjnego ustalono na 5 m, dla zbiorników słodkich – 3 m. Dla jednostek imperialnych wartości te ustalono odpowiednio na 15ft i 12ft. Dostępne są dwa predefiniowane ustawienia:

- Woda słodka – dla zbiorników słodkowodnych i słabo zasolonych mórz,
- Woda słona – dla zbiorników średnio i mocno zasolonych.

W zależności od wyboru opcji, widoczne będą niewielkie różnice w wynikach obliczeń.

Przykładem zasolonego zbiornika jest Morze Czerwone. W przypadku jezior, kamieniołomów czy np. Morza Bałtyckiego, należy raczej wybierać wodę słodką.

## 5.2 Zestaw oddechowy.

### 5.2.1 Butle nurkowe.

Aplikacja pozwala wybrać jeden główny, predefiniowany zestaw oddechowy. Dzięki temu można szybko i w prosty sposób planować nurkowania na jednym zestawie, typowo do 40m.

Dodatkowo aplikacja ma wbudowany edytor zestawów oddechowych, który pozwala na definiowanie dowolnych zestawów butlowych do wykorzystania podczas planowania złożonych nurkowań.

### **5.2.2 Mieszanina oddechowa.**

Aplikacja udostępnia w postaci rozwijanej listy kilka popularnych mieszanin oddechowych, począwszy od powietrza, przez Nitrox od 30% do 50% po kilka popularnych mieszanek Trimix opartych o tlen, azot i hel. Pozwala to na łatwe planowanie typowych nurkowań na jednej mieszaninie, typowo do 40m.

Wraz z wyborem zestawu podawana jest typowa głębokość operacyjna MOD (ppO<sub>2</sub>=1.4bar, słona woda). Pamiętaj, że podczas planowania MOD będzie wyznaczany na podstawie dynamicznie obliczanej maksymalnej frakcji tlenu oraz rodzaju wody i ciśnienia atmosferycznego i może różnić się od wartości podanej na zakładce konfiguracji.

Dodatkowo aplikacja posiada edytor zestawów oddechowych, który pozwala zdefiniować dowolną mieszaninę oddechową opartą o tlen, azot i hel.

Mieszaniny z mniejszą zawartością tlenu należy stosować ostrożnie. Są one stosowane przy nurkowaniu technicznych. Stosowanie helu w mieszaninach zmniejsza wypadkową narkotyczność, jednak może przyspieszać nasycanie tkanek gazem i wydłużać dekompresję.

Gorące nitroxy oraz tlen służą do przyspieszonej dekompresji na małych głębokościach.

Szczególnie złożone jest planowanie nurkowań z przełączaniem gazów. Są to na ogół nurkowania głębokie obarczone dodatkowym ryzykiem. Planowanie takich nurkowań powinno być wykonane wyłącznie przez wyszkolonych nurków technicznych.

Poza oczywistym wpływem na czasy dekompresji, wybór mieszanki będzie miał również wpływ na maksymalną głębokość i czas nurkowania (inne ciśnienia parcjale gazów). System uwzględni również właściwości narkotyczne gazów oraz efekt możliwego zatrucia tlenowego. Zupełnie inaczej będą wyglądały wartości czasu bezdekompresyjnego i minimalnego czasu do lotu.

### **5.2.3 SCR – standardowy współczynnik zużycia powietrza (lub innej mieszaniny).**

Wartość SCR można ustawiać w zakresie określanym przez większość organizacji jako bezpieczny. Pamiętaj, że podczas nurkowania nigdy nie należy wstrzymywać oddechu. Oszczędzanie powietrza bardzo szybko może skończyć się skumulowaniem dwutlenku węgla w organizmie, czego najmniej dokuczliwym objawem może być silny ból głowy. Z kolei zbyt szybki oddech również może być symptomem problemów.

Dane zestawu oddechowego i zużycia powietrza są uwzględniane podczas obliczeń i prezentowane w postaci liczbowej i graficznej.

### **5.3 Limity.**

W celu poprawy bezpieczeństwa aplikacja wspiera kontrolę limitów dla różnych wartości danych profilu nurkowego. Część z limitów jest statyczna, część wyliczana dynamicznie w zależności od wyników symulacji. Podstawowe ograniczenia można skonfigurować w niniejszej sekcji. Poza opisanym w kolejnych podpunktach limitów istnieją dodatkowe, które zostały zaprogramowane na stałe w wewnętrznych mechanizmach aplikacji (patrz 7) . Po przekroczeniu dowolnego z limitów obliczenia nadal są kontynuowane a pozycje profilu oznaczane odpowiednimi ostrzeżeniami.

#### **5.3.1 Maksymalna głębokość.**

Należy ustawić maksymalną głębokość zgodnie z posiadanym certyfikatem. W zależności od organizacji typowe szkolenia pozwalają na nurkowanie rekreacyjne do głębokości 12,18,20,30 i 40 m.

#### **5.3.2 Maksymalny czas nurkowania.**

Co prawda czas nurkowania nie jest wprost ograniczony, to jednak łatwo zauważyć że im dłuższe nurkowanie, tym łatwiej wejść w okres obowiązkowej dekompresji, zwiększa się dawka przyjętego tlenu i innych gazów. Nie bez wpływu pozostaje również wyziębienie organizmu i zmęczenie. Dobrze jest więc określić odpowiedni dla siebie limit. Naszym zdaniem, początkujący nurkowie nie powinni przekraczać 60 minut dla pojedynczego nurkowania.

#### **5.3.3 Limit CNS.**

Jest to limit ograniczający możliwą do przyjęcia dawkę tlenu z punktu widzenia potencjalnego wpływu na nasz układ nerwowy. Jest to bardzo ważny parametr, którego przekroczenie może powodować ostrą formę zatrucia tlenem. CNS gwałtownie zwiększa się wraz ze wzrostem ciśnienia otoczenia i jest redukowany przy standardowym ciśnieniu parcjalnemu tlenu. Przy typowych nurkowaniach rekreacyjnych nie powinien on zostać jednak nigdy przekroczony.

Konfiguracja aplikacji umożliwia ustawienie limitu dla przyjętej dawki CNS wyrażoną w procentach. Standardowo przyjęto poziom 80%, mimo iż dawki poniżej 100% nie są groźne same w sobie. Poziom taki został wyznaczony w myśl zasady ciągłej asekuracji. Podobnie jak nie należy nurkować samemu, tylko zawsze z partnerem, nie należy też przyjmować, że nic się nie wydarzy, albo że jeżeli już nurek znajdzie się w tarapatach, to zmaterializuje się tylko jedno ryzyko. Założono, że może wydarzyć się wypadek, który będzie wymagał podania czystego tlenu na powierzchni. Oznacza to, że ciśnienie parcjalne podanego tlenu będzie zbliżone do 1 bar (a nie 0,16), co w rezultacie mimo iż nurkowanie zostanie już zakończone, będzie powodowało dalszy wzrost CNS. Przykładowo oznacza to, że w skrajnych przypadkach do objawów DCS mogło by dojść ostre zatrucie tlenem i znaczny



wzrost ryzyka utraty zdrowia.



Wartość CNS powyżej 80% można stosować do celów szkoleniowych i symulacji.

#### **5.3.4 END – równoważna głębokość narkotyczna**

Na ekranie konfiguracji możemy stawić bezpieczny limit głębokości, dla którego narkotyczność azotu nie jest jeszcze groźna. Dla nurkowań rekreacyjnych przyjmuje się na ogół 40m. Parametr ten należy ustawić zgodnie z wiedzą zdobytą podczas szkolenia.



Wartości większe niż 40m mogą stosować tylko i wyłącznie doświadczeni nurkowie techniczni. END jest każdorazowo przeliczana dla wybranej mieszanki oddechowej. W przypadku przekroczenia limitu wyzwalane jest odpowiednie ostrzeżenie.

#### **5.3.5 Nurkowanie wielokrotne.**

Jeżeli nurkujemy kilka dni pod rząd, należy wprowadzić ilość tych dni włącznie z bieżącym. Pozwala to lepiej oszacować dopuszczalne wartości jednostek tlenu.

Parametr ma znaczenie głównie przy obliczaniu ryzyka zatrucia tlenem, w tym postaci płucnej – tzw. OTU.

#### **5.3.6 Minimalne ciśnienie butli (rezerwa).**

Określa przyjętą rezerwę mieszanki oddechowej w butli.

Dla standardowych nurkowań rekreacyjnych przyjmuje się 1/4 pojemności (50 bar dla butli 200 bar).

Można również wybrać większą rezerwę 1/3, co typowo przyjmuje się przy nurkowaniach jaskiniowych (możliwość powrotu na jednym zestawie z partnerem).

Niezależnie od ustawienia system oblicza minimalną ilość powietrza dla jednego i dwóch nurków niezbędną do awaryjnego wynurzenia – tzw. żelazną rezerwę.



Żelazna rezerwa jest obliczana dla typowych nurkowań bezdekompresyjnych. W przypadku nurkowań z dekompresją lub przełączaniem gazów funkcja ta może nie zwracać wyników. Status można zweryfikować przeglądając dane detaliczne.

### **5.4 Ustawienia symulacji.**

W programie można posługiwać się kilkoma ustawieniami, które należy ustawić w zależności od naszego doświadczenia i ryzyka nurkowania w danym akwenu o danej porze roku oraz warunków atmosferycznych. Bardziej doświadczeni nurkowie mogą używać ustawień indywidualnych, mniej doświadczonym proponujemy pozostawienie domyślnych, bardziej konserwatywnych ustawień.

#### **5.4.1 Tryb pracy komputera.**

Dostępne są dwa tryby pracy silnika obliczeniowego (plannera):

- a) Konserwatywny,
- b) Dynamiczny.

#### 5.4.1.1 Tryb pracy: konserwatywny.

Pierwszy z trybów (konserwatywny) jest przeznaczony dla mniej doświadczonych nurków. Jest on tak skonstruowany, aby maksymalnie podnosił bezpieczeństwo i niwelował stany niejednoznaczne. Wyniki będą zbliżone do tabel dekompresyjnych. Podstawowymi cechami tego trybu są:

- przyjmowanie docelowej głębokości na czas zanurzania
- przyjmowanie pierwotnej głębokości podczas wynurzania
- przeciąganie (tzw. overstepping) bezpiecznej głębokości na kolejny krok planu.

W dużym uproszczeniu można powiedzieć, że tryb ten „przeciąga” dla nas głębokość dekompresji z poprzedniego kroku na następny oraz przyjmuje do obliczeń zawsze maksymalną głębokość przy jej zmianie, przez co niweluje zmienne prędkości zanurzania i wynurzania typowe przy pierwszych nurkowaniach i ogranicza ryzyko wystąpienia problemów podczas i po nurkowaniu. Wyobraźmy sobie że chcemy nurkować na głębokość 30 m (~100ft) przez około 25 min i potem jeszcze 5 min podziwiać akwen na głębokości 10 m (~33ft). Komputer wskaże nam jeden przystanek na dekompresję i dodatkowo przystanek bezpieczeństwa. Co jednak, gdy na 30m (~100ft) zagapimy się i spędzimy o 3 minuty więcej? Albo zadajmy sobie pytanie, czy jeżeli zechcemy wypłynąć przed czasem z głębokości 10m to będzie to bezpieczne?

Odpowiedź jest prosta – ryzyko wystąpienia urazów na pewno wzrośnie. Zastosowanie 3 opisanych powyżej zasad powoduje, że w plan będziemy mieli wkalkulowany niewielki margines bezpieczeństwa i ryzyko wystąpienia DCS jest niższe. Pamiętaj jednak, że zawsze ono będzie występować.

Dodatkowo zaleca się stosowanie tablicy limitów ZHL16C.

#### 5.4.1.2 Tryb dynamiczny.

Tryb dynamiczny przeznaczony jest dla bardziej doświadczonych nurków oraz symulacji dla celów szkoleniowych i własnych. Trybu tego nie powinni stosować początkujący nurkowie.

Tryb dynamiczny charakteryzuje się:

- dużą rozdzielczością korków obliczeniowych (typowo 1 minuta)
- dużą rozdzielczością kroków podczas zmiany głębokości (typowo 0,1m).

Podczas obliczeń każde wprowadzone przez użytkownika polecenie jest dzielone na szereg małych kroków. Silnik obliczeniowy nie przeciąga wyliczonych bezpiecznych głębokości na kolejny krok. Dzięki dużej rozdzielczości obliczeń wyniki są uśredniane podczas zanurzania i wynurzania. Dzięki temu, plan jest bardziej zbliżony do warunków rzeczywistych. Umożliwia lepsze dopasowanie planu do indywidualnych potrzeb i daje możliwość lepszego śledzenia wyników na każdym etapie nurkowania. Nie zawiera on jednak dodatkowego marginesu

bezpieczeństwa.

#### **5.4.2 Tabele limitów.**

Teoretycznie stosując algorytm ZHL-16 można dokonać niezbędnych obliczeń przyjmując zaproponowane pół-czasy i czystą matematykę. Otaczający nas świat nie da się jednak do końca opisać regułami matematyki i fizyki, co zresztą czyni go ciekawszym i piękniejszym. Pierwsza wersja algorytmu (ZHL-16A) została uzupełniona o dodatkowe dwa warianty ZHL-16B oraz ZHL16C. Ta ostatnia jest najbardziej konserwatywna i przeznaczona do stosowania w komputerach nurkowych. Ten wariant jest standardowo ustawiony w aplikacji. Wersję B stosuje się na ogół do generowania tabel dekompresji.

Pakiet Asystent Nurkowania umożliwia wybór wariantu przez wybór tzw. tabeli limitów (M-Values). W wersji podstawowej można wybrać jedną z 4 wbudowanych tabel:

##### **a) ZHL-16A (Original).**

Pierwszy opublikowany wariant algorytmu oparty o 16 przedziałów pół-czasów. Ten wariant jest najmniej bezpieczny i powinien być stosowany tylko i wyłącznie przez doświadczonych i świadomych nurków. Wariant ten jest następcą algorytmu ZH-L8, który w różnych odmianach jest stosowany do dnia dzisiejszego w komputerach nurkowych.

##### **b) ZHL-16A (Teoretical)**

Oryginalna tabela limitów uzupełniona o 17-sty przedział azotu dla pół-czasu nasycenia azotu 5 minut.

##### **c) ZHL-16B (Tables)**

Wariant ZHL-16B uzupełniony o dodatkowy przedział dla azotu. Wariant został opracowany przede wszystkim do generowania tabel dekompresyjnych. Może być stosowany z powodzeniem również przez doświadczonych nurków podczas planowania nurkowań.

##### **d) ZHL-16C (Computer)**

Wariant ZHL-16C uzupełniony o dodatkowy przedział dla azotu. Jest to najbardziej konserwatywny zestaw limitów i przez to preferowany. Ten wariant jest często używany w nowoczesnych komputerach nurkowych.

#### **5.4.3 Głębokie przystanki.**

Pierwsza publikacja o tzw. głębokich przystankach należy do Richarda Pyle, który obecnie uważany jest za ojca „deep stopów”. Stosowanie głębokich przystanków redukuje tzw. objawy subkliniczne choroby dekompresyjnej, odczuwane jako zmęczenie, ból głowy czy złe samopoczucie. Istota działania dodatkowych przystanków, polega na zwiększeniu marginesu do granicznej wartości przesylenia tkanek gazem. Jeszcze do niedawna nie było wystarczających badań, które mogłyby potwierdzić ich sensowność, głównie ze względu na brak wystarczających metod badawczych. Obecnie są już dostępne badania (np. prowadzone przez DAN), które potwierdzają przy odpowiednio zaplanowanych przystankach znaczącą redukcję mikro pęcherzyków azotu po nurkowaniu. Zachęcamy wszystkich do poszukiwań

nowych wyników badań i zapoznanie się wnioskami z nich płynącymi.

Aplikacja umożliwi wybór jednej z poniższych opcji. Do algorytmu wprowadzono również modyfikację, która powoduje, że przystanki będą wyznaczone tylko wtedy, jeżeli poziom saturacji tkanek osiągnie minimalny wymagany poziom. Wyeliminuje to sytuacje, gdzie dodatkowy przystanek mógłby przynieść przeciwny rezultat – dodatkowe nasycenie tkanek, zamiast ich wysycenie. Może tak się dzieć przykładowo po krótkich zejściach na większą głębokość i szybkich wynurzeniach (z zalecaną prędkością) do głębokości niższej.

a) Bez gł. przystanków.

Głębokie przystanki nie są stosowane.

b) Pyle.

Jest to implementacja metody wymyślonej przez twórcę głębokich przystanków, który zalecał 2-3 minutowe przerwy w połowie między głębokością operacyjną a kolejnym obowiązkowym przystankiem.

c) SSA/CMAS.

Jest to zmodyfikowana metoda dopasowana do nurkowań opartych o tabele i algorytmy Bühlmana. Metoda pozwala zaplanować krótkie, jednoninutowe przystanki oparte o ciśnienie absolutne, aż do osiągnięcia pierwszego obowiązkowego przystanku.

d) NAUI.

Implementacja zaleceń NAUI 2008 S&P p 2.16. - jeden 3-minutowy przystanek głęboki.

e) GF.

Metodę opartą o tzw. współczynnik gradientu (Gradient Factor) opisał Eric. C. Baker. Polega ona na zastosowaniu zmiennego współczynnika marginesu bezpieczeństwa podczas wynurzania, dającego dodatkowe przystanki, co skutkuje precyzyjną kontrolą poziomu saturacji tkanek. Aplikacja algorytm GF stosuje równoległe do algorytmu podstawowego. Dodatkowe przystanki oznaczane są jako „głębokie”. Współczynnik GF jest wyznaczany w zakresie od najgłębszego, możliwego przystanku dekompresyjnego do głębokości przystanku bezpieczeństwa.

#### 5.4.4 Automatyczna atmosfera.



Włączenie tej opcji powoduje automatyczne przełączenie się silnika obliczeniowego na oddychanie powietrzem atmosferycznym po osiągnięciu powierzchni. Jest to szczególnie przydatne przy planowaniu nurkowań wielokrotnych.

Uwaga – komputer nie przełączy się, jeżeli w danych wejściowych w akcji ustawimy nurkowanie na głębokości 0m (zamiast Powierzchni). Jest to działanie celowe, pozwalające zaplanować powrót do miejsca wejścia płynąc na powierzchni lub delikatnie pod nią.

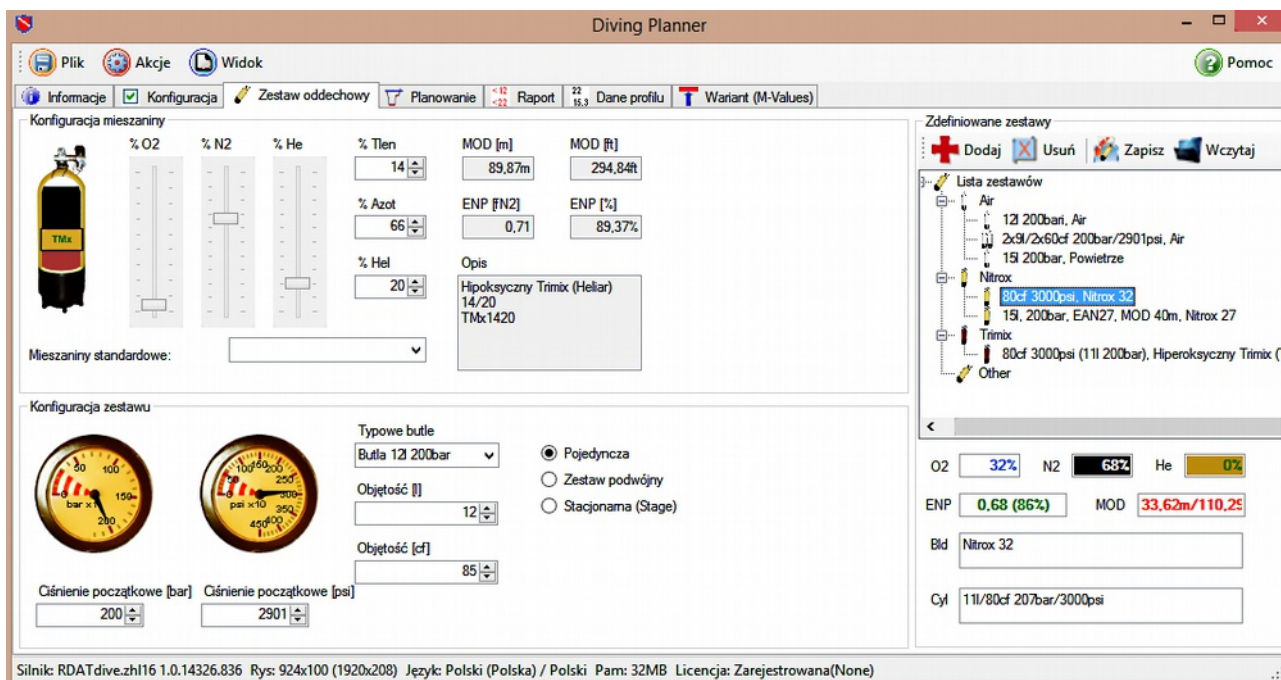
#### 5.4.5 Napełnianie butli.

Podobnie jak poprzednia opcja, funkcja ta działa na powierzchni. Powoduje ona

automatyczne napełnienie butli zestawu oddechowego. Opcję należy zaznaczyć, jeżeli planujemy wiele nurkowań i mamy do dyspozycji centrum nurkowe, które może nam napełnić zestaw. W przypadku, gdy planujemy wykonać np. dwa nurkowania na jednej butli, opcja powinna zostać wyłączona.

## 6 Edytor zestawów oddechowych.

W wersji 1.1. aplikacji został wprowadzony zupełnie nowy moduł służący do budowania kompletnych zestawów oddechowych. Inaczej niż większość innych programów, Asystent Nurkowania dostarcza nie tylko możliwość podania składu mieszaniny przy każdym kroku, ale kompletny podsystem służący do konfiguracji butli i gazów. Pozwoliło to na odzwierciedlenie rzeczywistej sytuacji podczas nurkowania.



Ilustracja 2: Widok edytora zestawów oddechowych

Edytor podzielony jest na trzy panele: konfiguracja mieszaniny, konfiguracja zestawu oraz listę zdefiniowanych wcześniej zestawów.

Zdefiniowane zestawy są zapamiętywane podczas wyłączania aplikacji i wczytywane po ponownym uruchomieniu programu. Dzięki temu raz zdefiniowane zestawy mogą być używane tak długo, aż nie zostaną świadomie usunięte z listy.

### 6.1 Konfiguracja mieszaniny.

Panel pozwala na zdefiniowanie dowolnej mieszaniny oddechowej w oparciu o trzy gazy: tlen, azot i hel. Procentowy udział ustawia się przy pomocy wygodnych suwaków lub pól numerycznych typu góra-dół. Dla wygody wprowadzono również wybór standardowych, predefiniowanych mieszanin.

Dla aktualnie skonfigurowanej mieszaniny podawane są podstawowe parametry.

#### 6.1.1 MOD – maksymalna głębokość operacyjna.

Maksymalna głębokość operacyjna wyliczona na podstawie frakcji tlenu. Wartość MOD obliczana jest dla wody słonej oraz typowego dopuszczalnego ciśnienia

parcjalnego tlenu (obecnie  $ppO_2 = 1.4\text{bar}$ ).

### **6.1.2 ENP – ekwiwalentny potencjał narkotyczny.**

Wypadkowy potencjał narkotyczny wyliczany jest w dwóch wersjach:

- przeliczony na odpowiednią frakcję azotu w mieszaninie typu Nitrox,
- procentową wartość potencjału względem czystego azotu.

### **6.1.3 Opis.**

Dla każdej mieszaniny generowany jest automatyczny opis. Zawiera on nazwę pełną wraz z typem mieszaniny oraz skrócony kod. Może być on wykorzystany do opisanego butli.

## **6.2 Konfiguracja zestawu butli nurkowych.**

Drugim komponentem zestawu jest butla. Dla każdego zestawu butli należy podać podstawowe parametry.

Dla ułatwienia prezentowane są widoki manometrów dla obu systemów jednostek. Podobnie jak w przypadku mieszaniny gazów, można również wybrać zestaw predefiniowany.

### **6.2.1 Ciśnienie robocze.**

Ciśnienie robocze butli. Istnieje możliwość podania w barach lub funtach na cal kwadratowy (psi).

### **6.2.2 Objętość, Pojemność.**

W zależności od systemu jednostek miar należy podać:

- objętość wodną butli w litrach
- pojemność gazu w stopach sześciennych (wypadkowa objętości i ciśnienia roboczego).



Należy zwrócić uwagę, że w zależności od jednostek zmienia się również sposób definicji ilości gazu. W systemie europejskim podawana jest objętość butli. Aby obliczyć ilość dostępnego gazu należy ją pomnożyć przez ciśnienie gazu. W systemie imperialnym podaje się pojemność, czyli od razu ilość dostępnego gazu.

## **6.3 Lista zestawów.**

W trzecim panelu znajduje się lista zdefiniowanych zestawów. Lista ta jest zapamiętywana nawet po zamknięciu aplikacji, dzięki czemu raz zdefiniowany zestaw można stosować wiele razy.

W celu ułatwienia obsługi, zestawy prezentowane są w formie drzewka, pogrupowanego według głównych typów mieszanin. Aby zaznaczyć konkretny zestaw w celu podglądu danych szczegółowych, edycji lub do usunięcia wystarczy go nacisnąć (pojedyncze kliknięcie myszką). Kolejne naciśnięcie na już zaznaczony zestaw spowoduje przejście do edycji jego nazwy. W ten sposób można łatwo oznaczyć zestawy według

indywidualnych potrzeb.

Panel zawiera dodatkowy pasek menu z kilkoma przydatnymi funkcjami:

- **[ Dodaj ]** - Dodaje do drzewka zestaw na podstawie konfiguracji mieszaniny i zestawu butli,
- **[ Usuń ]** - Usuwa zaznaczony zestaw,
- **[ Zapisz ]** - Zapisuje wszystkie zdefiniowane zestawy do pliku XML,
- **[ Wczytaj ]** - Wczytuje zestawy z wcześniej zapisanego pliku.

Poniżej drzewka znajdują się szczegółowe dane o zaznaczonym zestawie: skład mieszaniny gazów, potencjał narkotyczny, maksymalną głębokość operacyjną, nazwę mieszaniny oraz opis.



## 7 Limity i bezpieczeństwo.

Jednym z głównych celów, jaki został postawiony podczas tworzenia niniejszego oprogramowania było zwiększenie bezpieczeństwa nurkowania. Dlatego aplikacja została wyposażona w szereg mechanizmów, które kontrolują dopuszczalne limity. Poza oczywistymi limitami, wynikającymi z certyfikatów, poziomu wykształcenia i doświadczenia, których musimy zawsze przestrzegać, aplikacja pozwala kontrolę dodatkowych wskaźników, wymagających bardziej skomplikowanych obliczeń.

### 7.1 Dekompresja.



Pamiętaj, że organizacje nurkowe dla stopni rekreacyjnych zalecają nurkowania bezdekompresyjne. Staraj się więc stosować niniejsze oprogramowanie do planowania właśnie takich nurkowań.

Parametry dekompresji są kontrolowane w oprogramowaniu przez następujące mechanizmy:

- algorytm ZH-L16 w różnych wariantach i trybach pracy (główny mechanizm),
- przystanki bezpieczeństwa,
- przystanki głębokie.

Na wyniki mają również wpływ takie czynniki jak:

- głębokość i czas nurkowania,
- ilość nurkowań, czasy powierzchniowe,
- prędkość zanurzania i wynurzania,
- ciśnienie atmosferyczne / wysokość akwenu,
- rodzaj wody w akwenu,
- rodzaje mieszanki oddechowej,
- wybrana konfiguracja, limity.

### 7.2 Limity dla dawek tlenu.

Przy większości nurkowań rekreacyjnych, przy zastosowaniu powietrza jako mieszanki oddechowej bardzo rzadko, o ile w ogóle dochodzi do zatrucia tlenem. Przy długich lub głębokich nurkowaniach możliwości oszacowania toksyczności tlenu ma już jednak duże znaczenie. Obecnie program uwzględnia trzy zegary zatrucia tlenem:

#### 7.2.1 Postać ostra dla układu nerwowego (CNS).

Atakuje centralny układ nerwowy, jest to postać ostra zatrucia tlenem. Skutki takiego zatrucia są bardzo poważne.

Konfiguracja aplikacji umożliwia ustawienie limitu dla przyjętej dawki CNS wyrażoną w procentach.



Wartości powyżej 80% są groźne dla zdrowia i życia.

#### 7.2.2 Postać przewlekłą, płucną (OTU).

Powoduje zmniejszenie pojemności życiowej płuc, co w rezultacie może prowadzić

do poważnych powikłań.

W zależności o ilości nurkowań w trakcie dnia oraz ilości dni nurkowych dopuszczalne wartości są różne. Limity zostały określone przez odpowiednie tabele NOAA.

### 7.2.3 Spadek pojemności życiowej płuc (VCD).

Drugim sposobem na kontrolowanie postaci płucnej zatrucia tlenem (przewlekłej) jest bezpośrednia symulacja spadku pojemności życiowej płuc wyrażonej w procentach.



Przyjmuje się, że spadek o 4% jest już nieodwracalny i powoduje trwałe uszkodzenia w układzie oddechowym człowieka.

### 7.3 Ciśnienie parcjalne tlenu (PPO<sub>2</sub>).

Zarówno zbyt niskie jak i zbyt wysokie ciśnienie parcjalne tlenu jest szkodliwe. Ciśnienie parcjalne tlenu poniżej 0,16bar może powodować niedotlenienie organizmu. Zbyt wysokie ciśnienie może powodować porażenie układu nerwowego. Maksymalne ciśnienie parcjalne tlenu jest określane przez program na podstawie czasu nurkowania – między 1.2 a 1.6bar. Limity PPO<sub>2</sub> ograniczają minimalną i maksymalną głębokość operacyjną dla danej mieszanki. PPO<sub>2</sub> ma również bezpośredni wpływ na wskaźniki CNS, OTU i VCD.



Nigdy nie należy przekraczać ciśnienia parcjalnego tlenu powyżej 1.6 bar.

### 7.4 Równoważna głębokość narkotyczna (END).

Maksymalny limit END jest konfigurowalny. Jako standard przyjęliśmy 40m. Aplikacja określa wypadkową narkotyczność mieszanki na podstawie tzw. potencjału narkotyczności poszczególnych gazów. Przyjmuje się, że referencyjny potencjał w stosowanych popularnie mieszaninach ma azot (indeks równy 1). Gazy szlachetne mogą mieć znacznie wyższe własności narkotyczne niż azot, jednak w praktyce się ich nie stosuje.



Skomentowania wymaga również podejście do narkotyczności tlenu. Niektóre grupy, głównie związane z nurkowaniem jaskiniowym, raportują złe doświadczenia z mieszaninami azotu i tlenu i proponują przyjmowanie indeksu dla tlenu takiego samego jak dla azotu.



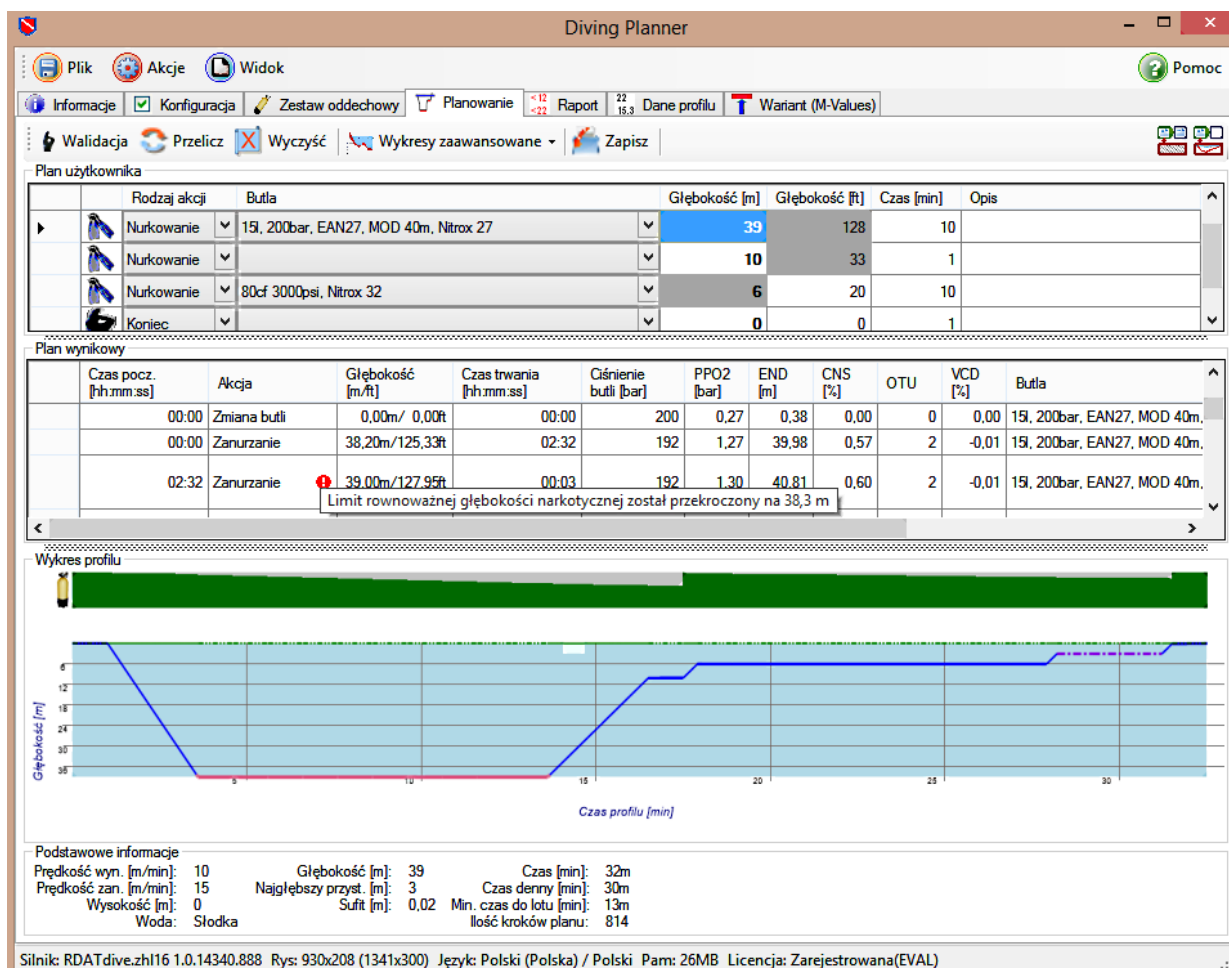
Ze względu na szereg procesów związanych z metabolizmem i mechanizmem transportu tlenu przyjęliśmy, że wpływ tlenu na narkotyczność mieszanki podczas typowych nurkowań ma znikome znaczenie. System nie bada wpływu tlenu na zmianę narkotyczności mieszanki.

### 7.5 Ilość czynnika oddechowego.

Planowanie właściwej ilości czynnika oddechowego to jedna z podstawowych umiejętności, których nabywamy na szkoleniach. W praktyce, często się jednak o tym zapomina, co w rezultacie może doprowadzić do zmiany naszego wcześniej

przygotowanego planu a więc i zwiększenia ryzyka. Niniejszy program pozwala na łatwą symulację zużycia powietrza i weryfikację niezbędnej rezerwy (możliwość konfiguracji).

## 8 Planowanie nurkowania, profil nurkowy.



Ilustracja 3: Widok planowania nurkowania

Po wprowadzeniu podstawowych danych konfiguracyjnych możesz przejść do planowania swoich nurkowań. Służy do tego oddzielna zakładka „Planowanie”, na której umieszczone zostały wszystkie podstawowe informacje o aktualnym profilu, a więc zakładany plan nurkowania, wynikowe dane profilu nurkowego wraz z opcjonalnymi ostrzeżeniami, graficzną reprezentacją profilu oraz podsumowanie. Poszczególne panele można skalować łąpiąc myszką za gumki między nimi i przeciągając na boki lub góra-dół.

Wprowadzenie danych na tą zakładkę jest bardzo proste. W pierwszym panelu znajduje się prosta tabela do wypełnienia, która omówiona jest w poniższych podpunktach.

Na górnym pasku narzędziowym mamy następujące przyciski:

- [ **Walidacja** ] - weryfikuje wprowadzone przez nas dane i wykonuje ewentualną korektę
- [ **Przelicz** ] - wylicza profil nurkowania dla naszego planu,
- [ **Wyczyść** ] - kasuje plan użytkownika,

- [ **Wykresy zaawansowane** ] - menu z zestawem zaawansowanych wykresów
- [ **Zapisz** ] - zapisuje kompletny plan do pliku XML.

Podczas przeliczania uwzględniane są wszystkie parametry konfiguracyjne. Wyliczane są dodatkowo przystanki dekompresji oraz uwzględniane przystanki bezpieczeństwa. Wyniki obliczeń można obejrzeć w tabeli wynikowej oraz na uproszczonym wykresie. Na osobnej zakładce dostępne są również dane szczegółowe. Dodatkowo sprawdzane są potencjalne zagrożenia i wartości limitów. Ostrzeżenia są zbierane dla każdego segmentu obliczeń i udostępniane w widoku tabelarycznym. Dostępne alarmy o ostrzeżenia umówione są w osobnym rozdziale.

## 8.1 Plan użytkownika.

Panel służy do wprowadzenia przez użytkownika zakładanych danych nurkowań. Do wprowadzenia są wymagane proste informacje: rodzaj akcji, wybrana butla, czas w minutach, głębokość w metrach lub stopach i opcjonalnie komentarz. Dla większości nurkowań, wystarczy wypełnić tylko jedną liniijkę, podając jako akcję „Nurkowanie”, wprowadzając głębokość i czas. Następnie naciskając przycisk [ **Przelicz** ] uruchamiamy symulację i po chwili mamy gotowy profil nurkowy.

Przy złożonych nurkowaniach można również wskazać właściwy zestaw butlowy z odpowiednim gazem.

### 8.1.1 Wybór sposobu zaokrąglania.

Ponieważ aplikacja umożliwia wprowadzenie głębokości w systemie metrycznym jak i imperialnym, ważne jest, aby zaznaczyć do jakich wartości mają być wyrównywane głębokości automatycznych przystanków. Wykonuje się to przez naciśnięcie na nagłówek danej kolumny ([ **m** ] lub [ **ft** ]). Wartości w tej kolumnie zostaną pogrubione. Ustawienie to nie ma wpływ na wartości wprowadzone przez użytkownika w tabeli, a jedynie na głębokości przystanków wyznaczane przez program automatycznie.

### 8.1.2 Opis kolumn planu.

#### 8.1.2.1 Rodzaj akcji.

Określa rodzaj akcji jaki chcemy wykonać. W zależności od wprowadzonego typu program wykona odpowiednie kroki planistyczne symulacji. W zależności od wyboru, może być ograniczona edycja niektórych pól planu.

##### 8.1.2.1.1 Początek.

Powinien być ustawiony zawsze na początku. Krok ten oznacza rozpoczęcie planowania oraz inicjalizuje wszystkie parametry wejściowe, w szczególności początkowe nasycenie tkanek gazami.

##### 8.1.2.1.2 Zanurzenie.

Powoduje zaplanowanie zanurzenia na zadaną głębokość przy przyjętej prędkości zanurzania.

##### 8.1.2.1.3 Nurkowanie.

Oznacza nurkowanie przez określoną ilość czasu na zadanej głębokości. Jeżeli głębokość operacyjna została zmieniona w stosunku do poprzedniego kroku, automatycznie zostanie wykonane wynurzenie lub zanurzenie. Ciekawą funkcją

jest zaplanowanie nurkowania na głębokości 0m, co będzie równoznaczne z płynięciem po powierzchni przy jednoczesnym oddychaniu za pośrednictwem automatu. W niektórych sytuacjach może być przydatna możliwość dopłynięcia do punktu wejścia np. przy wyższej fali.

#### 8.1.2.1.4 Wynurzenie.

Wywoła zaplanowanie wynurzenia do zadanej głębokości. Podczas wynurzania będą kontrolowane parametry nasycenia tkanek w celu ustawienia wymaganych przystanków dekompresji oraz opcjonalnych przystanków głębokich i bezpieczeństwa.

#### 8.1.2.1.5 Powierzchnia.

Pozwala uwzględnić w symulacji typowe czynności pomiędzy nurkowaniami, czyli przejście na oddychanie powietrzem atmosferycznym (przestajemy zużywać czynnik oddechowy butli i może dodatkowo dojść do zmiany mieszaniny, jeżeli w butli mieliśmy np. Nitrox) oraz naładowanie butli. Program oblicza również wartości desaturacji. Zachowanie tej akcji jest konfigurowalne.

#### 8.1.2.1.6 Koniec.

Oznacza koniec naszego nurkowania. Akcja ta występuje zawsze na koniec planu, ale nie między nurkowaniami. Między nurkowania należy stosować akcję „Powierzchnia”.

### 8.1.2.2 Butla.

Przy każdym kroku można wskazać właściwy zestaw butlowy wraz z gazem. Zestawy definiowane są na zakładce [ **Zestaw oddechowy** ]. Przełączenie gazu będzie następować przed danym krokiem. Jeżeli w kolejnych krokach nie zostanie podany nowy zestaw, będzie używany ostatnio zdefiniowany. Brak podania zestawu w całym planie spowoduje użycie zestawu głównego.

### 8.1.2.3 Głębokość.

Docelowa głębokość operacyjna podana w metrach lub stopach. Podczas przeliczania jednostek może dochodzić do zaokrągleń. Wartości zaokrąglone są prezentowane na szarym tle. Wartości dokładne, te wprowadzone z klawiatury są prezentowane na tle jasnym. Dla niektórych akcji głębokości nie podaje się.

### 8.1.2.4 Czas.

Czas danej akcji podany w minutach. Dla wynurzania i zanurzania czasu nie podaje się. Jest on zależny od głębokości i prędkości jej zmiany.

### 8.1.2.5 Opis.

Przy każdym kroku można wprowadzić dodatkowy opis. Zostanie on przeniesiony do planu wynikowego.

## 8.2 Plan wynikowy.

Plan wynikowy służy do prezentacji wyników symulacji w postaci kompaktowej tzw. run-time. Dane szczegółowe profilu są dostępne na osobnej zakładce. Oba plany są odświeżane wyłącznie po wywołaniu nowego przeliczenia. Sama zmiana w profilu

użytkownika nie powoduje zmiany planów wynikowych.

Plan kompaktowy zawiera podstawowe dane o poszczególnych etapach nurkowania, w tym występujące ostrzeżenia.

## **8.2.1 Opis kolumn panelu.**

### **8.2.1.1 Czas początkowy.**

Całkowity czas od początku planu nurkowego.

### **8.2.1.2 Akcja.**

Jest to typ akcji opisanej przez dany etap planu. Mogą pojawić się wszystkie akcje opisane w punkcie poprzednim (8.1.2.1) oraz dodatkowe opisane poniżej.

#### **8.2.1.2.1 Przystanek głęboki.**

Jest to tzw. przystanek głęboki. Pamiętaj, że jeżeli przystanki głębokie zostały zaplanowane, to nie należy ich pomijać. Jest to spowodowane faktem, że przystanek taki może wpływać na punkt wystąpienia przystanków obowiązkowych i przystanek bezpieczeństwa. Jeżeli nie chcesz korzystać z przystanków głębokich, należy je wyłączyć w konfiguracji.

#### **8.2.1.2.2 Dekompresja.**



Obowiązkowy przystanek dekompresyjny. Wystąpienie takiego etapu w planie oznacza, że prawdopodobnie nie będzie to nurkowanie rekreacyjne. Jeżeli twoja organizacja nurkowa dla twojego stopnia zaleca nurkowania bezdekompresyjne, powinieneś zmodyfikować dane wejściowe, przykładowo skrócić zakładany czas nurkowania lub zmniejszyć głębokość. Pomóc może również zmiana mieszaniny na Nitrox (ale nie koniecznie na Trimix). Uwaga – pominięcie przystanku dekompresyjnego pod żadnym pozorem nie jest dopuszczalne.

#### **8.2.1.2.3 Przystanek bezpieczeństwa.**

Jest to standardowy przystanek bezpieczeństwa, zalecany przez wszystkie organizacje nurkowe. Czas tego etapu może ulegać niewielkim zmianom, w zależności od innych przystanków.

### **8.2.1.3 Czas trwania.**

Czas trwania etapu.

### **8.2.1.4 Ciśnienie butli.**

Ciśnienie czynnika oddechowego w butli na koniec danego etapu. Ciśnienie podawane jest w barach.

### **8.2.1.5 PPO<sub>2</sub>.**

Aktualne ciśnienie parcjalne tlenu w mieszaninie oddechowej podawanej nurkowi na koniec danego etapu.

### **8.2.1.6 END.**

Równoważna głębokość narkotyczna na koniec danego etapu.

### 8.2.1.7 CNS%.

Procentowa wartość dopuszczalnej wartości przyjętych jednostek tlenu z punktu widzenia układu nerwowego. Wartość podawana jest na koniec danego etapu.

### 8.2.1.8 OTU.

Sumaryczna ilość przyjętych jednostek tlenu. Wartość niezbędna do określenia możliwości wystąpienia przewlekłej postaci zatrucia tlenem.

### 8.2.1.9 VCD%.

Określa procentowy spadek pojemności życiowej płuc.

### 8.2.1.10 Butla.

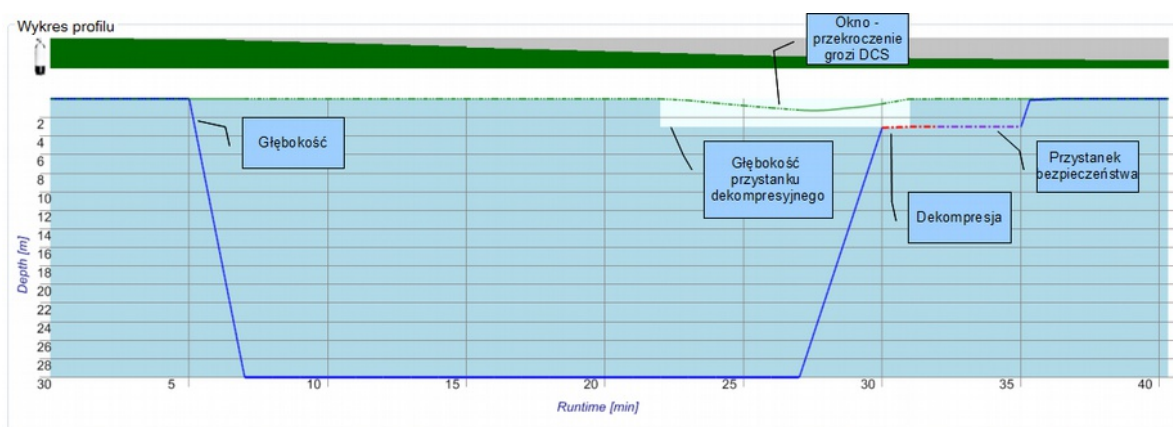
Opis zastosowanej w danym etapie butli, w tym rodzaj mieszanki i ciśnienia.

### 8.2.1.11 Komentarz.

W tej kolumnie będą znajdowały się dodatkowe opisy, w tym treść ostrzeżeń i zagrożeń. Wiersze etapów, które wymagają dodatkowej uwagi oznaczone są dodatkowo ikonką wykrzyknika.

## 8.3 Graficzna reprezentacja profilu.

Wynikowy profil nurkowy prezentowany jest w dolnym panelu w prostej postaci graficznej. Wizualizacja pozwala na szybkie zapoznanie się z wynikiem. Poniżej znajduje się przykładowy wykres profilu wraz z opisem poszczególnych elementów.



Ilustracja 4: Wykres profilu nurkowego

## 8.4 Podsumowanie.

Pod wykresem profilu znajduje się panel z podsumowaniem profilu. Znajdują się tutaj ogólne ale przydatne informacje, tj. Całkowity czas planu czy najgłębszy przystanek dekompresyjny.

## 8.5 Wykresy zaawansowane.

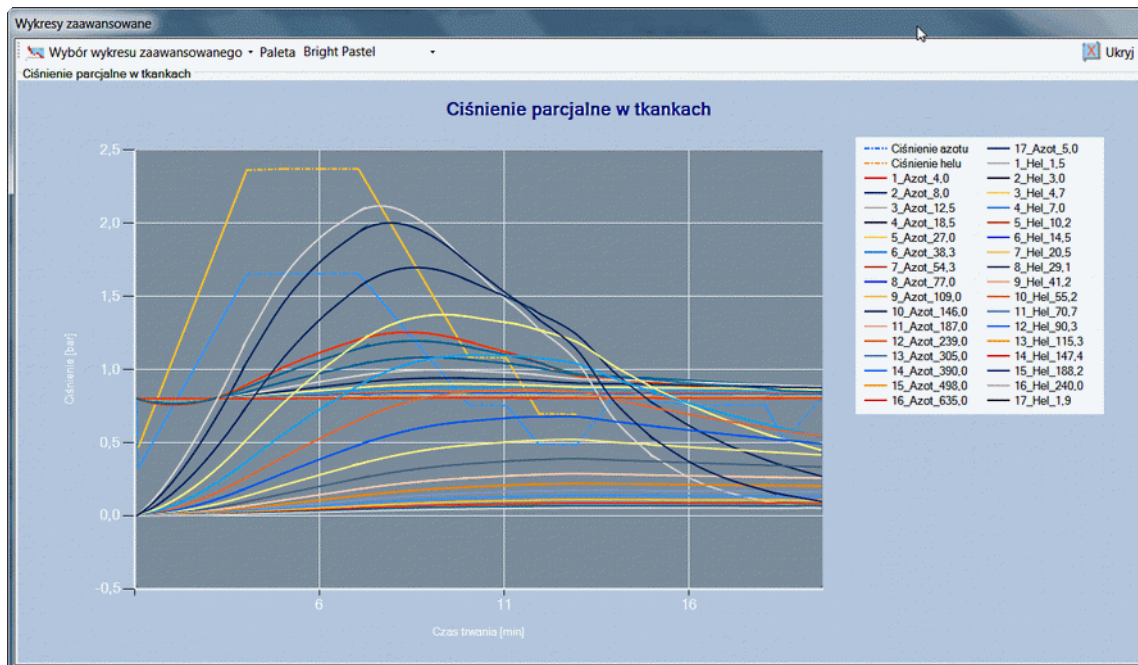
Dla każdego obliczonego profilu dekompresji lub nurkowania bezdekompresyjnego



można obejrzeć szereg zaawansowanych wykresów. Pozwala to na dodatkową szybką analizę danych.

### 8.5.1 Ciśnienie parcjalne w tkankach.

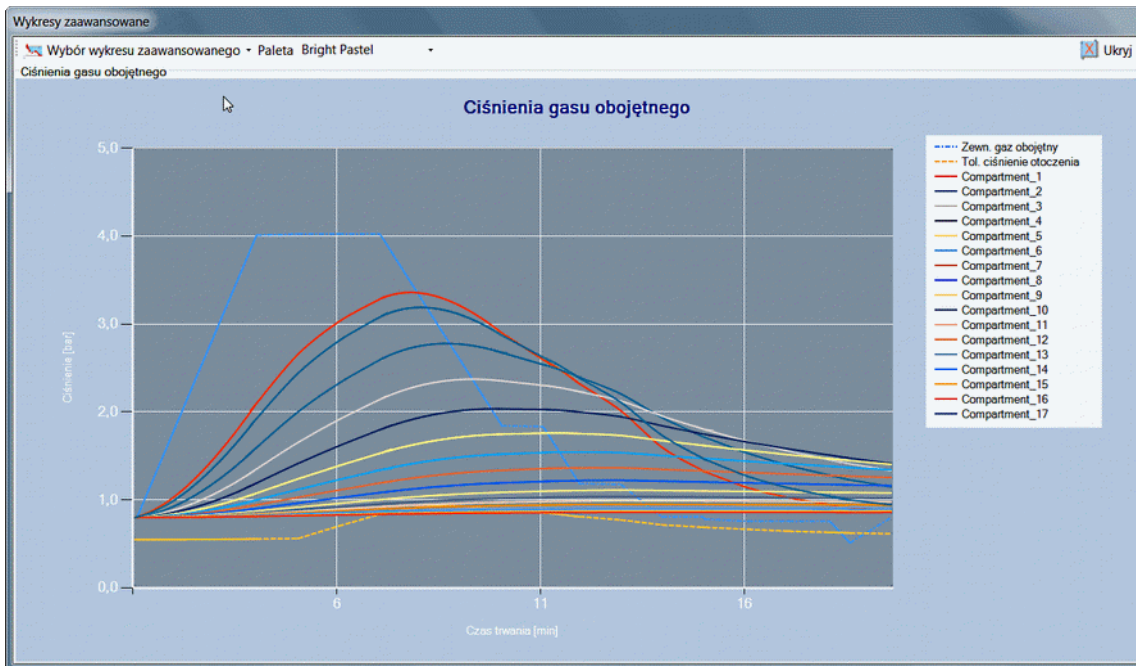
Prezentuje zmianę cząstkowych ciśnień poszczególnych gazów w grupach tkanek w funkcji czasu. Za pomocą wykresu można szybko prześledzić charakterystykę saturacji i de-saturacji gazów podczas danego nurkowania.



Ilustracja 5: Wykres ciśnień parcjalnych gazów w tkankach

### 8.5.2 Ciśnienia gazu obojętnego.

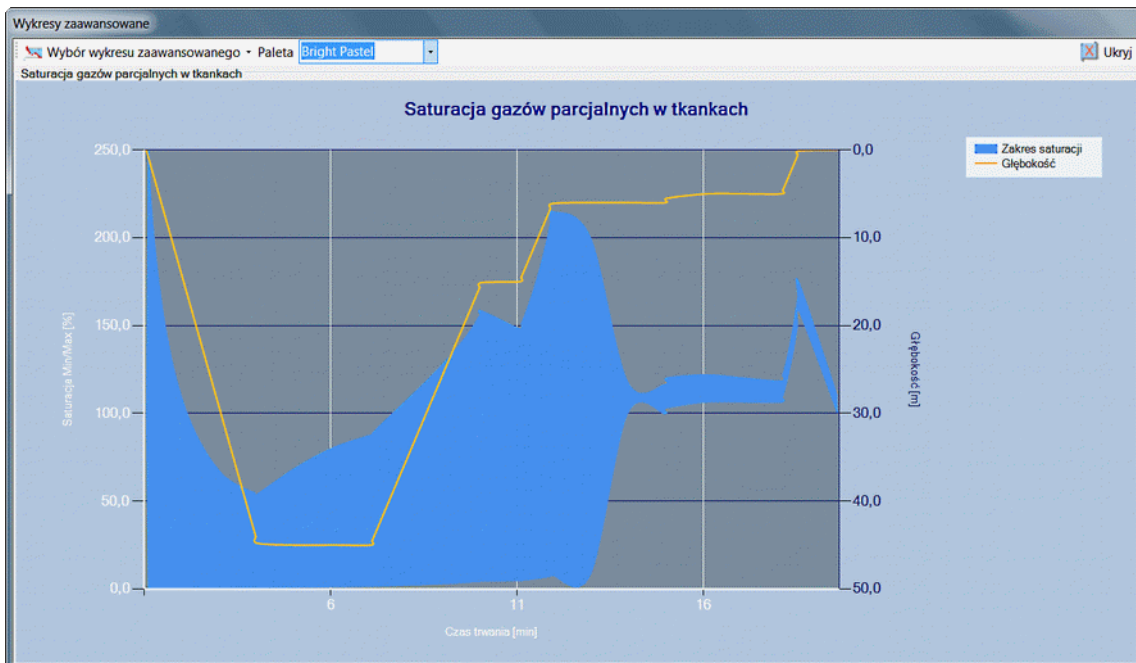
Pokazuje wypadkowe ciśnienie gazów obojętnych w grupach tkanek oraz minimalne dopuszczalne ciśnienie zewnętrzne.



Ilustracja 6: Wykres ciśnień gazów obojętnych w tkankach

### 8.5.3 Saturacja gazów obojętnych w tkankach.

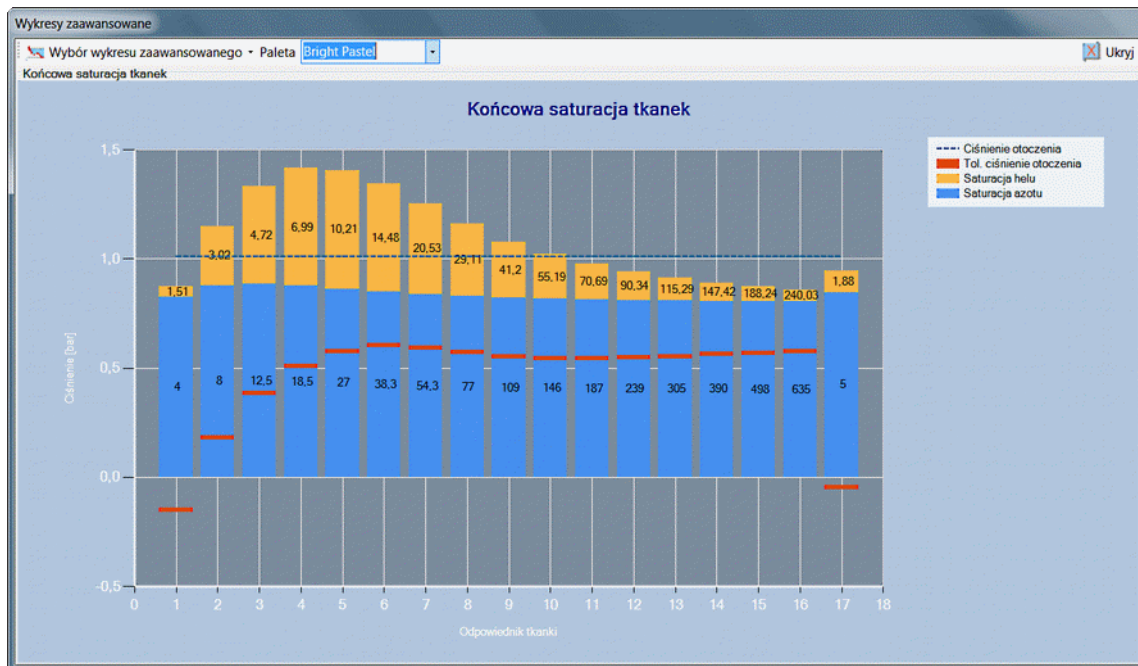
Wykres został zbudowany do prezentacji zakresu saturacji poszczególnych gazów. Górna część wstęgi pokazuje procentową wartość saturacji z najbardziej nasyconej tkanki, dolna część wstęgi wartość minimalną. Dodatkowa linia służy do określenia głębokości.



Ilustracja 7: Wykres zakresu saturacji tkanek podczas nurkowania

### 8.5.4 Końcowa saturacja tkanek.

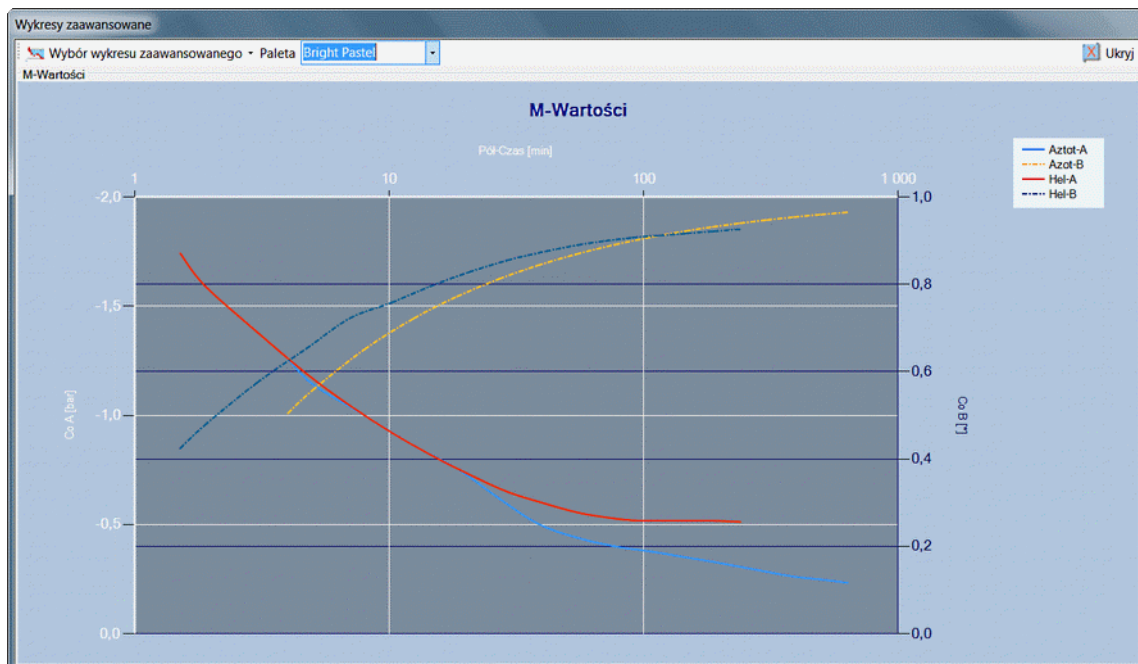
Prezentuje saturację dla każdej grupy tkanek na koniec planu nurkowego. Poszczególne słupki pokazują saturację każdej z tkani w barach. Dodatkowe grube linie pokazują poziom minimalnego, bezpiecznego ciśnienia otoczenia. Linia przerywana oznacza ciśnienie otoczenia. Przy prawidłowych planach, żadna z linii poziomu minimalnego nie powinna przekraczać linii ciśnienia otoczenia.



Ilustracja 8: Wykres końcowej saturacji tkanek po nurkowaniu

### 8.5.5 M-Wartości.

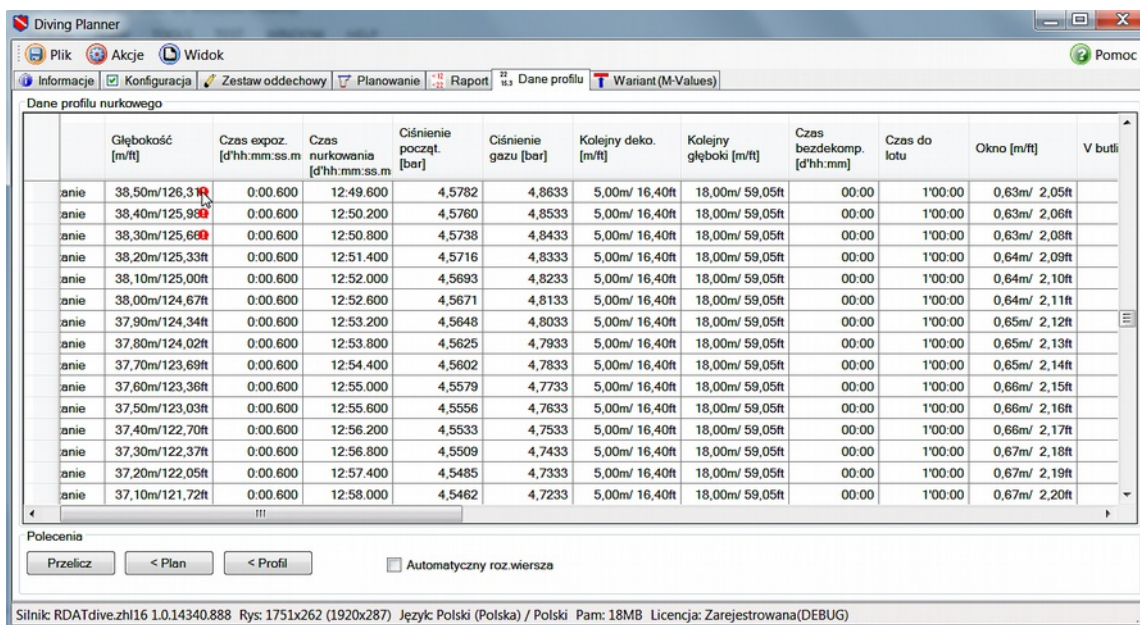
Wykres prezentuje charakterystykę wybranego wariantu algorytmu ZH-L16.



Ilustracja 9: Charakterystyka wariantu algorytmu dekompresji

## 9 Szczegółowe dane profilu, dane dekompresji.

Aplikacja na osobnej zakładce udostępnia dane szczegółowe. Informacje są obliczone i przechowywane w pamięci z dokładnością do 1 minuty lub gęściej. Na zakładce [ **Dane profilu** ] można sprawdzić szczegółowe dane dla dowolnego momentu zaplanowanego nurkowania.



The screenshot shows the 'Dane profilu nurkowego' (Dive Profile Data) window in the Diving Planner software. The window contains a table with the following columns: 'Głębokość [m/ft]', 'Czas expoz. [d:hh:mm:ss.m]', 'Czas nurkowania [d:hh:mm:ss.m]', 'Ciśnienie początk. [bar]', 'Ciśnienie gazu [bar]', 'Kolejny deko. [m/ft]', 'Kolejny głębokość [m/ft]', 'Czas bezdekomp. [d:hh:mm]', 'Czas do lotu', 'Okno [m/ft]', and 'V butli'. The table lists 18 rows of data for a dive starting at 38.50m/126.31ft. Below the table, there are buttons for 'Przelicz', '< Plan', '< Profil', and a checkbox for 'Automatyczny roz.wiersza'. The status bar at the bottom indicates the file path, resolution (1920x287), language (Polish), and license (Zarejestrowana/DEBUG).

	Głębokość [m/ft]	Czas expoz. [d:hh:mm:ss.m]	Czas nurkowania [d:hh:mm:ss.m]	Ciśnienie początk. [bar]	Ciśnienie gazu [bar]	Kolejny deko. [m/ft]	Kolejny głębokość [m/ft]	Czas bezdekomp. [d:hh:mm]	Czas do lotu	Okno [m/ft]	V butli
anie	38,50m/126,31ft	0:00:600	12:49:600	4,5782	4,8633	5,00m/ 16,40ft	18,00m/ 59,05ft	00:00	1'00:00	0,63m/ 2,05ft	
anie	38,40m/125,98ft	0:00:600	12:50:200	4,5760	4,8533	5,00m/ 16,40ft	18,00m/ 59,05ft	00:00	1'00:00	0,63m/ 2,06ft	
anie	38,30m/125,66ft	0:00:600	12:50:800	4,5738	4,8433	5,00m/ 16,40ft	18,00m/ 59,05ft	00:00	1'00:00	0,63m/ 2,08ft	
anie	38,20m/125,33ft	0:00:600	12:51:400	4,5716	4,8333	5,00m/ 16,40ft	18,00m/ 59,05ft	00:00	1'00:00	0,64m/ 2,09ft	
anie	38,10m/125,00ft	0:00:600	12:52:000	4,5693	4,8233	5,00m/ 16,40ft	18,00m/ 59,05ft	00:00	1'00:00	0,64m/ 2,10ft	
anie	38,00m/124,67ft	0:00:600	12:52:600	4,5671	4,8133	5,00m/ 16,40ft	18,00m/ 59,05ft	00:00	1'00:00	0,64m/ 2,11ft	
anie	37,90m/124,34ft	0:00:600	12:53:200	4,5648	4,8033	5,00m/ 16,40ft	18,00m/ 59,05ft	00:00	1'00:00	0,65m/ 2,12ft	
anie	37,80m/124,02ft	0:00:600	12:53:800	4,5625	4,7933	5,00m/ 16,40ft	18,00m/ 59,05ft	00:00	1'00:00	0,65m/ 2,13ft	
anie	37,70m/123,69ft	0:00:600	12:54:400	4,5602	4,7833	5,00m/ 16,40ft	18,00m/ 59,05ft	00:00	1'00:00	0,65m/ 2,14ft	
anie	37,60m/123,36ft	0:00:600	12:55:000	4,5579	4,7733	5,00m/ 16,40ft	18,00m/ 59,05ft	00:00	1'00:00	0,66m/ 2,15ft	
anie	37,50m/123,03ft	0:00:600	12:55:600	4,5556	4,7633	5,00m/ 16,40ft	18,00m/ 59,05ft	00:00	1'00:00	0,66m/ 2,16ft	
anie	37,40m/122,70ft	0:00:600	12:56:200	4,5533	4,7533	5,00m/ 16,40ft	18,00m/ 59,05ft	00:00	1'00:00	0,66m/ 2,17ft	
anie	37,30m/122,37ft	0:00:600	12:56:800	4,5509	4,7433	5,00m/ 16,40ft	18,00m/ 59,05ft	00:00	1'00:00	0,67m/ 2,18ft	
anie	37,20m/122,05ft	0:00:600	12:57:400	4,5485	4,7333	5,00m/ 16,40ft	18,00m/ 59,05ft	00:00	1'00:00	0,67m/ 2,19ft	
anie	37,10m/121,72ft	0:00:600	12:58:000	4,5462	4,7233	5,00m/ 16,40ft	18,00m/ 59,05ft	00:00	1'00:00	0,67m/ 2,20ft	

Ilustracja 10: Zakładka podglądu danych szczegółowych profilu nurkowego

### 9.1 Opis poszczególnych kolumn.

Poniższe punktu opisują znaczenie poszczególnych kolumn arkusza wynikowego.

#### 9.1.1 Akcja.

Znaczenie analogiczne jak przy planie użytkownika i profilu kompaktowym opisanym w rozdziałach 8.1.2.1 i 8.2.1.2.

#### 9.1.2 Głębokość.

Głębokość po zakończeniu danej akcji wyrażona w metrach słupa wody.

#### 9.1.3 Czas ekspozycji

Czas ekspozycji mieszaniny oddechowej dla danej akcji na organizm nurka wyrażony w minutach.

#### 9.1.4 Czas nurkowania.

Całkowity czas od początku planu nurkowania.

#### 9.1.5 Ciśnienie początkowe.

Dla wiersza typu Początek jest to ciśnienie atmosferyczne panujące na danej



wysokości.

Dla wierszy obliczeń podczas nurkowania jest to orientacyjne ciśnienie gazów w tkankach nurka. Jest ono podawane w celach poglądowych. Do obliczeń brane są ciśnienia parcjalne poszczególnych gazów liczone dla każdego rodzaju tkanki/zakresu osobno.

#### **9.1.6 Ciśnienie gazu.**

Ciśnienie mieszaniny oddechowej po redukcji na danej głębokości, jaką wdycha nurek i oddziałuje na jego organizm.

#### **9.1.7 Kolejny przystanek dekompresyjny.**



Głębokość pierwszego, obowiązkowego przystanku dekompresyjnego w danej chwili planu nurkowego. W przypadku przystanków płytkich głębokość będzie uzależniona od typu wybranego akwenu (słodki, słony). Wartość 0 oznacza brak przystanków. Pod żadnym pozorem nie należy omijać przystanków dekompresyjnych.

#### **9.1.8 Kolejny przystanek głęboki.**



Następny przystanek głęboki. Zaplanowane przystanki głęboki nie powinny być omijane, ponieważ może to spowodować znacznie wyższe ryzyko wystąpienia DCS. Wartość zero oznacza brak przystanków głębokich.

#### **9.1.9 Czas bezdekompresyjny.**

Przybliżony czas nurkowania w minutach na danej głębokości (dla danego segmentu) bez potrzeby planowania dekompresji. Czas ten będzie różny w zależności od zastosowanej mieszaniny, głębokości i konfiguracji. W naszej aplikacji przyjęliśmy specjalny algorytm „znajdowania” najdłuższego możliwego czasu.

#### **9.1.10 Czas do lotu.**

Jest to wartość bardzo podobna do czasu bezdekompresyjnego, jednak wylicza najkrótszy czas, przez który nie wolno nam wsiąść do samolotu. Do obliczania ciśnienia na danej wysokości przyjęliśmy skalę logarytmiczną (analogicznie jak przy innych obliczeniach). Podobnie jak w punkcie poprzednim, zastosowaliśmy metodę o większym zapotrzebowaniu na moc obliczeniową (kolejnych przybliżeń).



W tym przypadku, rezultaty musimy jednak skomentować. Z naszego przeglądu dostępnych metod i wyników jakie dają komputery nurkowe wynika duża dowolność w podejściu do tematu. Przyjmowane są np. różne wysokości, do których zredukowane jest ciśnienie w kabinie samolotu. Niektóre stosują poziom zbliżony do 2400 m n.p.m., inne bardziej konserwatywnie do około 4000 m n.p.m. Część komputerów nie uwzględnia również ograniczeń samego algorytmu, inne stosują wyniki tylko dla tzw. „najdłuższych tkanek” lub tylko dla „tkanek środkowych”. Dla przykładowych nurkowań podawane wyniki są w zakresie od kilku do kilkunastu godzin, rozbieżność jest więc bardzo duża.

Aby uniknąć tych wszystkich niuansów w niniejszej aplikacji zastosowano:

- metodę znajdowania czasu przez algorytm kolejnych przybliżeń,
- obliczamy ten czas tylko na powierzchni,

- przyjęliśmy na podstawie kilku publikacji o parametrach lotów cywilnych maksymalną wartość redukcji ciśnienia do poziomu 2400m n.p.m oraz w sytuacji awaryjnej 4200 m n.p.m.
- standardowo, aby zapewnić wyższe bezpieczeństwo przyjmujemy redukcję ciśnienia do poziomu awaryjnego (opcjonalna możliwość zmiany),
- poza azotem, uwzględniamy zalegający hel, mimo iż nie będzie on miał w większości przypadków wyraźnego znaczenia.



Jak sami zauważycie, całkowite pozbycie się zalegającego azotu przy typowych nurkowaniach na powietrzu przed upływem doby jest prawie niemożliwe. Znaczne różnice widać dopiero przy zastosowaniu Nitroxu. Z tego powodu, podobnie jak organizacje nurkowe, zalecamy aby nie wsiadać do samolotu, przed upływem 24 godzin od ostatniego nurkowania, niezależnie od wyników obliczeń czy wskazań komputerów nurkowych.

#### **9.1.11 Okno.**

Jest to rzeczywista, bezpieczna głębokość do jakiej możemy się wynurzyć. Wartość podawana jest dla celów poglądowych i szkoleniowych. Do określenia głębokości przystanków należy stosować odpowiednio głębokości z wierszy „Przystanek dekompresyjny” (Deco) , „Przystanek głęboki” (Deep Stop) oraz „Przystanek bezpieczeństwa” (Safe Stop).

#### **9.1.12 V butli.**

Pojemność zestawu butli w litrach.

#### **9.1.13 P butli.**

Ciśnienie mieszaniny oddechowej w butli.

#### **9.1.14 Żelazna rezerwa.**

Minimalna ilość gazu niezbędna do awaryjnego wynurzenia. W obecnej wersji aplikacji wartość ta jest obliczana dla standardowych nurkowań bezdekompresyjnych.



Dla bardziej złożonych nurkowań, z dekompresją lub przełączaniem gazów wartość może nie być obliczona.

#### **9.1.15 END.**

Wyliczona, aktualna równoważna głębokość narkotyczna dla danej mieszaniny oddechowej.

#### **9.1.16 Całkowity CNS.**

Wyrażony w procentach aktualnie przyjęty wskaźnik dawki tlenu dla limitów zatrucia centralnego układu nerwowego. Do obliczenia jego wartości zastosowano zestaw równań liniowych zdefiniowanych przez NOAA. W rzeczywistości CNS nie jest liniowe, jednak ten poziom dokładności jest wystarczający i powszechnie stosowany.

### **9.1.17 Całkowite OTU.**

Całkowita ilość jednostek OTU, stosowanych do określenia możliwości zatrucia tlenem typu płucnego. Dopuszczalne limity dawek OTU zależne są od ciśnienia parcjalnego tlenu, czasu nurkowania i ilości nurkowań w poprzednich dniach. Aplikacja szacuje limity dzienne i całkowite. Przekroczenie limitu sygnalizowane jest odpowiednim alarmem.

### **9.1.18 Spadek pojemności życiowej.**

Określa całkowity procentowy spadek tzw. pojemności życiowej płuc. Jest to alternatywny do OTU wskaźnik toksyczności tlenu dla układu oddechowego.

### **9.1.19 Najgłębszy możliwy stop.**

Określa możliwą głębokość pierwszego głębokiego przystanku. Wykonywanie przystanku na większej głębokości mogłoby spowodować dalszą saturację tkanek i przynieść odwrotny do zamierzonego efekt. Jest to związane z nieliniową prędkością nasykania się poszczególnych tkanek.

### **9.1.20 Wiodąca saturacja [%].**

Saturacja wyrażona w procentach dla najbardziej nasyconej tkanki danym gazem.

### **9.1.21 Wiodąca saturacja [bar].**

Jak wyżej, tylko wartość wyrażona ciśnieniem podanym w barach.

### **9.1.22 Docelowy GF.**

Wartość gradientu dekompresji używanego do wyliczania głębokich przystanków.

### **9.1.23 Wysokość.**

Wysokość, na jakiej znajduje się dany akwen. Wysokość ma wpływ na ciśnienie atmosferyczne oraz absolutne i może powodować inne wyniki obliczeń. W akwenach powyżej kilkuset metrów powinny nurkować osoby doświadczone. Jeżeli nie jesteś pewien, czy możesz wykonać dane nurkowanie, skonsultuj się z instruktorem lub bardziej doświadczonym kolegą.

### **9.1.24 Mieszanina.**

Zastosowana mieszanina oddechowa.

### **9.1.25 Woda.**

Typ akwenu – woda słodka lub słona. Dla słabo zasolonych zbiorników należy w konfiguracji wybierać wodę słodką. Przykładem akwenu o niskim zasoleniu (słodkim) może być Bałtyk. Analogicznie dla Morza Czerwonego należy stosować ustawienie wody słonej.

### **9.1.26 Ilość zakresów.**

W swojej pracy prof. Bühlmann zdefiniował początkowo 8 a potem 16 tkanek. Ponieważ były one teoretyczne, aby ich nie mylić z tkankami rzeczywistymi, nazwę

zmieniono na Compartment (Zakres).

Niniejsza wartość przedstawia ilość zakresów, zsumowanych dla wszystkich uwzględnionych gazów. Przykładowo dla 16 zakresów w tabelach limitów (tzw. M-Values) i dwóch gazów (Azot i Hel) wartość pokazywana w tym polu będzie wynosić 32. Zwyczajowo zakresy o niższych numerach reprezentują tkani o krótkich półczasach nasycenia i wyższe o dłuższych. W naszej aplikacji wbudowane tabele mogą zawierać dodatkowe zakresy o krótkich czasach wstawione na końcu. Wartości poszczególnych zakresów można przejrzeć w zakładce „Wariant (M-Values)”.

#### 9.1.27 Czas całkowity.

Całkowity czas od początku planu. Jest to suma czasów wszystkich zaplanowanych nurkowań wraz z czasem na powierzchni.

#### 9.1.28 Komunikaty.



Kolumna zawiera komentarz użytkownika oraz opisowe komunikaty ostrzeżeń i alarmów. **Wystąpienie jakiegokolwiek ostrzeżenia lub alarmu oznacza zwiększone ryzyko nurkowania lub brak możliwości jego wykonania. Dobry plan nie powinien zawierać ani jednego ostrzeżenia i alarmu.**



## 10 Ostrzeżenia i alarmy.

Podczas obliczeń dla każdego z segmentu sprawdzane są parametry profilu i wykrywane typowe zagrożenia i alarmy. Są one prezentowane w widoku tabularycznym wynikowego profilu w formie komunikatów oraz ikonek w poszczególnych kolumnach.



Wystąpienie chociaż jednego komunikatu oznacza, że dane nurkowanie jest niebezpieczne i nie można go wykonać.

Poniżej zostały opisane typowe sytuacje, które są wykrywane podczas obliczania profilu i prezentowane w postaci czytelnych komunikatów.

### 10.1 Krok planu zgłosił wyjątek, niektóre limity mogą być przekroczone (Default).

Został wykryty alarm lub ostrzeżenie. Aplikacja nie znalazła jednak lepszego opisu. Należy uznać, że tego nurkowania nie można wykonać i w przypadku wątpliwości samemu zweryfikować wyniki (np. z tabelami) lub skonsultować się z bardziej doświadczonym kolegą. W przypadku podejrzenia, że problem nie dotyczy profilu a jest raczej błędem samej aplikacji, prosimy o kontakt w ramach wsparcia technicznego.

### 10.2 Maksymalna głębokość została przekroczona (MaxDepth).

Głębokość danego nurkowania przekracza limit wprowadzony w zakładce konfiguracji. Prawdopodobnie twój aktualny stopień nurkowy nie pozwala na odbycie takiego nurkowania.

### 10.3 Maksymalny czas nurkowania został przekroczony (MaxTime).

Wprowadzony w konfiguracji czas nurkowania jest krótszy, niż aktualny całkowity czas w wynikowym profilu. Możesz spróbować zmienić limit w konfiguracji, jednak pamiętaj, że powinien być on dobrany do Twoich możliwości.

### 10.4 Limit równoważnej głębokości narkotycznej został przekroczony (END).

Aktualna równoważna głębokość narkotyczna przekroczyła dopuszczalny limit. Wykonanie takiego nurkowania grozi utratą kontroli i w rezultacie może doprowadzić do poważnych konsekwencji. Jeżeli nie została jednocześnie przekroczona maksymalna głębokość nurkowania, spróbuj zmienić mieszaninę oddechową na inną (np. powietrze na Nitrox 36) i przelicz profil ponownie. Pamiętaj jednak, że mogą wystąpić wtedy inne ograniczenia związane ze zwiększoną zawartością tlenu w mieszaninie.

### 10.5 Osiągnięto limit toksyczności tlenu (OTU).

Całkowita, przyjęta dawka tlenu dla zatrucia typu płucnego została przekroczona. Można spróbować zmienić mieszaninę oddechową na inną (np. Nitrox 36 na Trimix), przy czym zamiana z Nitrox na powietrze prawdopodobnie spowoduje wydłużenie przystanków dekompresyjnych i nurkowanie i tak nie będzie możliwe. Uwaga, ten limit na ogół dotyczy bardzo skomplikowanych i długich nurkowań. Profil dla takich nurkowań powinien być dokładnie zweryfikowany.

### 10.6 Dzienny limit toksyczności tlenu (OTUD).

Analogicznie jak w punkcie poprzednim, jednak dotyczy limitu dziennego. Alarm może wystąpić przy nurkowaniach kilka dni pod rząd (parametr konfiguracyjny).

#### **10.7 Limit toksyczności tlenu został osiągnięty (CNS).**

Limit dawki tlenu dla zatrucia centralnego układu nerwowego został przekroczony. W żadnym wypadku nie należy podejmować próby wykonania takiego nurkowania. W niektórych przypadkach można spróbować zmienić mieszaninę oddechową na Trimix.

#### **10.8 Toksyczność tlenu dla układu nerwowego nie została policzona (CNS).**

Aktualne parametry nie pozwalają na wyliczenie toksyczności tlenu. Prawdopodobnie zostały przekroczone niektóre inne limity (np. ciśnienie parcjalne tlenu). Pod żadnym pozorem nie należy wykonywać takiego nurkowania.

#### **10.9 Limit głębokości dla tlenu został przekroczony (ODL).**

Dla danej mieszaniny nie można nurkować na tej głębokości, ponieważ zostało przekroczone dopuszczalne ciśnienie parcjalne tlenu. Dopuszczalne ciśnienie jest dobierane dynamicznie w zależności od czasu nurkowania zgodnie z zaleceniami NOAA (między 1,2 a 1,6bar). Alarm występuje często razem z przekroczeniem dopuszczalnej głębokości (MOD) oraz dla tzw. „gorących” mieszanin używanych do skrócenia czasu dekompresji.

#### **10.10 Ciśnienie parcjalne tlenu zbyt niskie (OTL).**

Dla wybranej mieszaniny ciśnienie parcjalne tlenu na danej głębokości jest zbyt niskie (typowo 0,16bar) i istnieje ryzyko wzmożonego wysiłku a nawet omdlenia i w rezultacie wypadku nurkowego. Alarm występuje na ogół dla tzw. „głębokich” mieszanek Trimix przy niskich głębokościach nurkowania.

#### **10.11 Butla jest pusta (NoAir).**

Skończyła się mieszanina oddechowa. Można spróbować zmienić zestaw butli. Możesz również spróbować dokładniej określić swoje indywidualne zużycie powietrza i wprowadzić je do konfiguracji. Przestrzegamy jednak przez zaniżaniem tego parametru lub wprowadzaniem go „na styk” (SRC).

#### **10.12 Ciśnienie czynnika oddechowego w butli osiągnęło niebezpieczny poziom (AirLimit).**

Osiągnięty został poziom rezerwy ciśnienia w butli. Rezerwa jest ważnym elementem podnoszącym bezpieczeństwo nurkowania. Pamiętaj, że w przypadku problemów rezerwa powinna pozwolić wynurzyć się Tobie i twojemu partnerowi nurkowemu. Nie należy jej przekraczać.

#### **10.13 Głębokość aktualnego nurkowania jest większa niż poprzedniego (NextDeep).**

Zasady bezpieczeństwa mówią, aby kolejne nurkowania nie były głębsze niż poprzednie. Najgłębsze nurkowanie zawsze należy planować na początku. Po nurkowaniu w organizmie przez jakiś czas występuje jeszcze wyższy poziom azotu i innych gazów. Mogą pojawiać się pojedyncze pęcherzyki azotu. Każde kolejne nurkowanie w danym dniu wiąże się z wyższym ryzykiem, dlatego lepiej jest zredukować głębokość niż ją

zwiększać.

#### **10.14 Niewystarczająca ilość gazu do bezpiecznej ucieczki (RockBottom).**

W butli pozostało zbyt mało gazu do awaryjnego wynurzenia. Przyjęto że nurkowanie zawsze odbywa się w parach i rezerwa gazu musi wystarczyć dla obu nurków. Na ogół pierwsze wystąpi ostrzeżenie związane ze statyczną rezerwą (10.12), jednak przy głębokich nurkowaniach może się zdarzyć, że zwykła rezerwa jest zbyt mała.

#### **10.15 Niewystarczająca ilość gazu do bezpiecznej ucieczki nawet dla jednego nurka (RockBottom1).**

W butli pozostało zbyt mało gazu do awaryjnego wynurzenia dla jednego nurka. Oznacza to również, że do końca nurkowania również zabraknie powietrza do oddychania.

#### **10.16 Opuszczono obowiązkowy przystanek (DecoMissed).**

Podczas dodatkowej kontroli system wykrył, że został opuszczony jeden z obowiązkowych przystanków. Bezwzględnie należy poprawić plan nurkowania.

#### **10.17 Ryzyko wystąpienia ICD (ICD).**

Wykryto ryzyko wystąpienia izobarycznej dyfuzji przeciwstawnej. Zjawisko to występuje podczas nurkowań z przełączaniem gazów i jest związane z różną prędkością nasycania dla różnych gazów. Hel nasyca tkanki nawet około 2,6 razy szybciej niż azot. W efekcie może dojść do chwilowego wzrostu saturacji i powstania specyficznej postaci choroby dekompresyjnej DCS typu III. Podczas nurkowań technicznych i saturowanych należy bezwzględnie przestrzegać zasad bezpieczeństwa. Wymagane są specjalistyczne szkolenia.

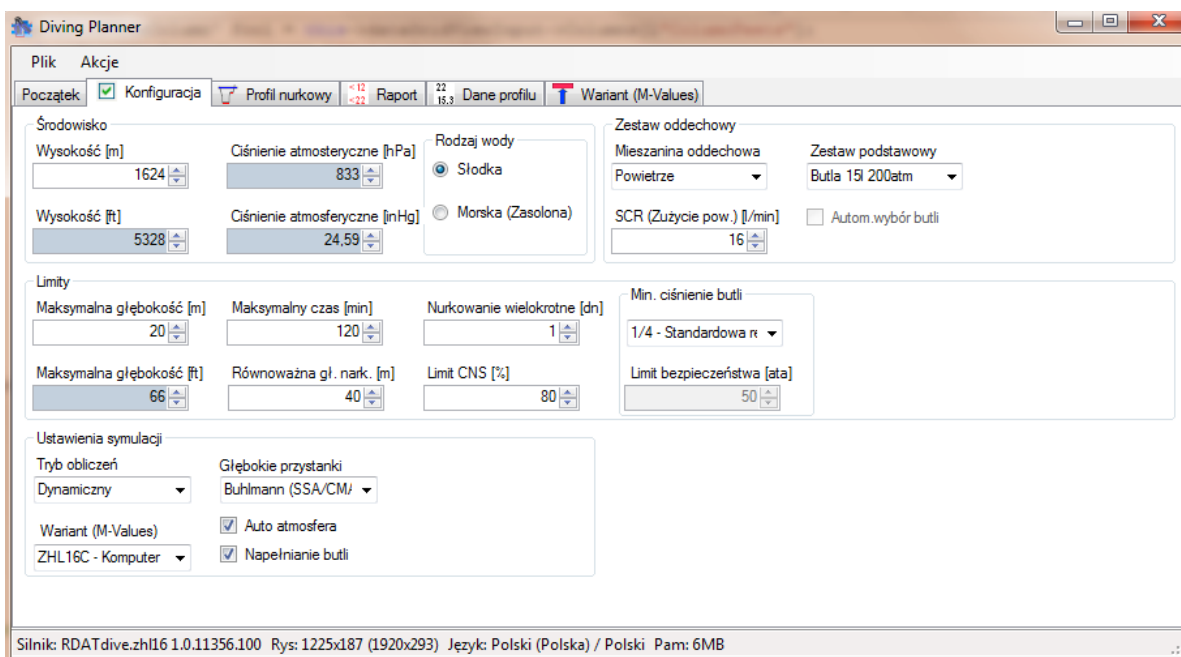
## 11 Przykłady.

Podane poniżej plany stanowią tylko przykłady. Nie traktuj ich, jak gotowe plany nurkowe. Pamiętaj, aby zawsze dobierać parametry nurkowania i plan do swoich indywidualnych potrzeb i bieżących warunków. Konsultuj plany ze swoim partnerem nurkowym i nigdy nie nurkuj sam.

### 11.1 Dwa nurkowania na Czarnym Stawie w Tatrach.

Niniejszy przykład stanowi odzwierciedlenie typowego planowania nurkowań w niskich górach. W tym przypadku wybieramy jezioro polodowcowe położone na wysokości 1624 m n.p.m. Zwykle jeziora te cechują się przejrzystą wodą i ubogą florą. Należy pamiętać o zabraniu ciepłego obuwia, ciepłego skafandra, rękawic i butów nurkowych, zapasowych butli z powietrzem i zestawu ratunkowego a także ciepłej herbaty. Ze względu na stosunkowo niską temperaturę (prawdopodobnie w granicach 4-12°C) czas nurkowań ustalamy na krótkie 40 i 30 minut. Cały zapasowy sprzęt mamy na miejscu, więc przerwę między nurkowaniami również ustalamy stosunkowo krótki. Oba nurkowania wykonamy na głębokość 15 metrów.

Ustalamy konfigurację podstawową – wysokość, rodzaj mieszaniny i typ butli.



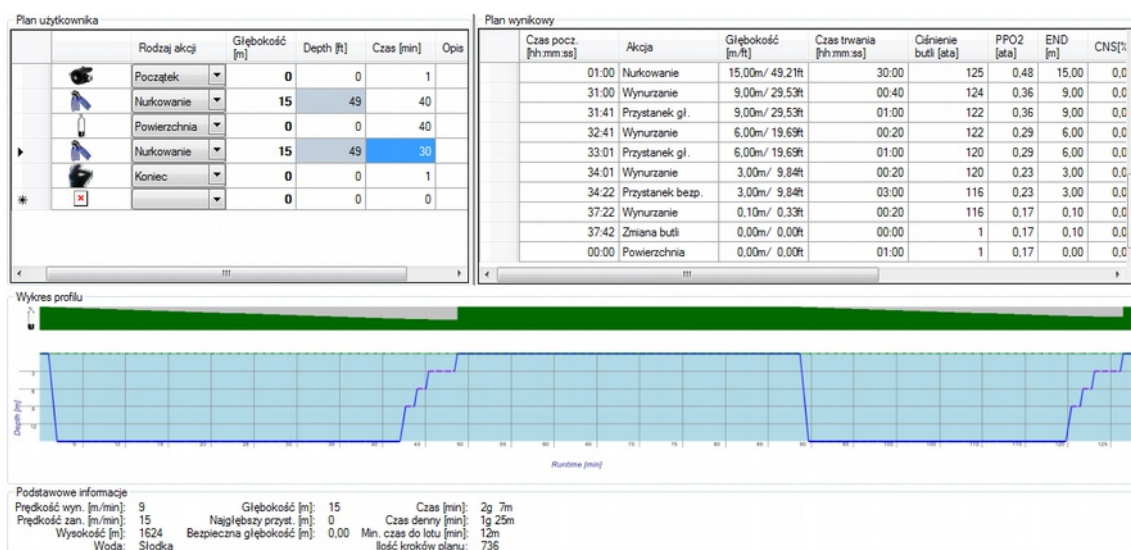
Ilustracja 11: Przykład 1 - Konfiguracja

Następnie wprowadzamy dane wejściowe. Wystarczy wprowadzić tylko akcje podstawowe - „Nurkowanie” i „Powierzchnię”. Pozostałe elementy nie są obowiązkowe.

	Rodzaj akcji	Głębokość [m]	Depth [ft]	Czas [min]	Opis
	Nurkowanie	15	49	40	
	Powierzchnia	0	0	40	
	Nurkowanie	15	49	30	
*	Nurkowanie	0	0	0	

Ilustracja 12: Przykład 1 - Plan użytkownika

Następnie przeliczamy nasz profil. Program automatycznie doda brakujące elementy i przeprowadzi symulację naszego nurkowania. Wyniki można prześledzić w prawym panelu oraz na wykresie.



Ilustracja 13: Przykład 1 - Wynikowy profil

Plan wygląda dobrze, program nie zgłasza żadnych ostrzeżeń. Nurkowania będą bezdekompresyjne. Weryfikujemy jeszcze wyniki z tabelami bez-dekompresyjnymi, sprawdzamy prognozę pogody i możemy ruszać. W przypadku takich nurkowań ważne jest aby przed nurkowaniem zaaklimatyzować się na danej wysokości a po nurkowaniu nie przemieszczać się na wyższe wysokości. Inaczej narażamy się na wystąpienie DCS. Nurkowanie wydaje się proste, jednak ze względu na wpływ wysokości należy potraktować je jako technicznie trudne.

## 11.2 Nurkowania w kamieniołomie Horka (Saksonia).

Niedaleko Drezna w Niemczech, w miejscowości Horka znajduje się ciekawy kamieniołom. Na terenie kamieniołomu znajduje się dobrze wyposażona baza nurkowa. Na nurkowanie najlepiej wybrać się grupą. Woda w zbiorniku jest przejrzysta praktycznie cały rok. Widoczność dochodzi do 10m. Głębokość nieco ponad 30m. Nurkowania w tym miejscu należą do bezpiecznych i ciekawych. Aby opłynąć kamieniołom, sprawny nurek potrzebuje około godziny, jednak my radzimy wykonać kilka krótszych nurkowań, co pozwoli na spokojne zwiedzenie zbiornika bez zbędnego

wysiłku i stresu. Horka nadaje się również idealnie do nurkowań nocnych, więc warto zabrać ze sobą latarki.

Planujemy więc trzy nurkowania, dwa w dzień i jedno w nocy. Pierwsze na głębokość 20m, drugie płytsze 15m i nocne do 10m. Między każdym z nurkowań planujemy minimum 2h przerwy.

Prowadzamy podstawowe parametry. Podczas naszych poprzednich nurkowań zmierzaliśmy typowe zużycie powietrza. Jeżeli nie wykonałeś pomiaru wcześniej, lub np. jesteś trochę zmęczony, radzimy założyć 20l/m a nie jak w przykładzie 16. Ważne jest, abyś uzgodnił długość nurkowania i inne parametry z partnerem. Dostosujcie je wspólnie, tak aby nie spowodować zagrożenia dla żadnego z Was !!!

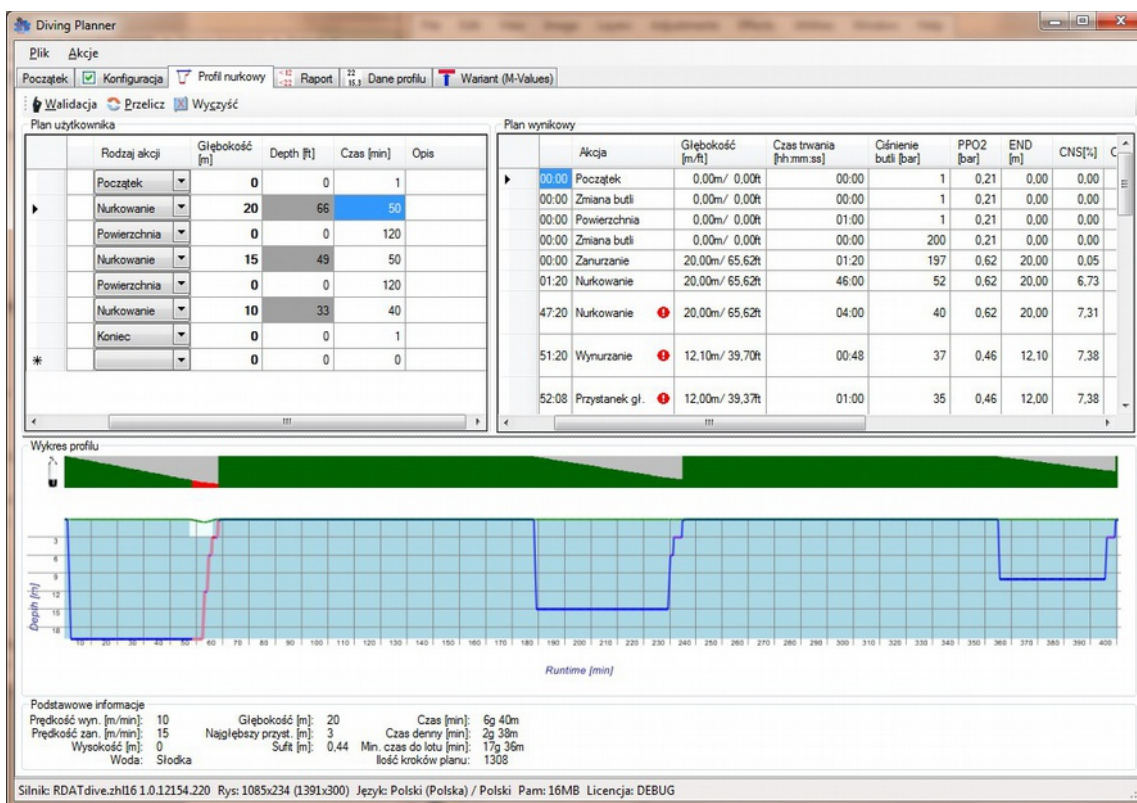
The screenshot shows the 'Diving Planner' software interface. The title bar reads 'Diving Planner'. Below the title bar is a menu bar with 'Plik' and 'Akcje'. A toolbar contains buttons for 'Początek', 'Konfiguracja' (checked), 'Profil nurkowy', 'Raport', 'Dane profilu', and 'Wariant (M-Values)'. The main area is divided into several sections:

- Środowisko:** Includes input fields for 'Wysokość [m]' (0) and 'Wysokość [ft]' (0), and 'Ciśnienie atmosferyczne [hPa]' (1013) and 'Ciśnienie atmosferyczne [inHg]' (29.92). There are radio buttons for 'Rodzaj wody' (Sweet and Brackish/Salty).
- Zestaw oddechowy:** Includes 'Mieszanka oddechowa' (Air), 'Zestaw podstawowy' (15l 200bar), and 'SCR (Zużycie pow.) [l/min]' (16).
- Limity:** Includes 'Maksymalna głębokość [m]' (20), 'Maksymalny czas [min]' (60), 'Nurkowanie wielokrotne [dn]' (1), 'Maksymalna głębokość [ft]' (66), 'Równoważna gł. nark. [m]' (40), 'Limit CNS [%]' (80), 'Min. ciśnienie butli' (1/4 - Standardowa rt), and 'Limit bezpieczeństwa [ata]' (50).
- Ustawienia symulacji:** Includes 'Tryb obliczeń' (Dynamiczny), 'Głębokie przystanki' (GF Współcz. gradier), 'GF Lo [%M-Value]' (20), 'Wariant (M-Values)' (ZHL16C - Komputer), 'Auto atmosfera' (checked), 'Napelnianie butli' (checked), and 'GF Hi [%M-Value]' (80).

Ilustracja 14: Przykład 2 - Konfiguracja

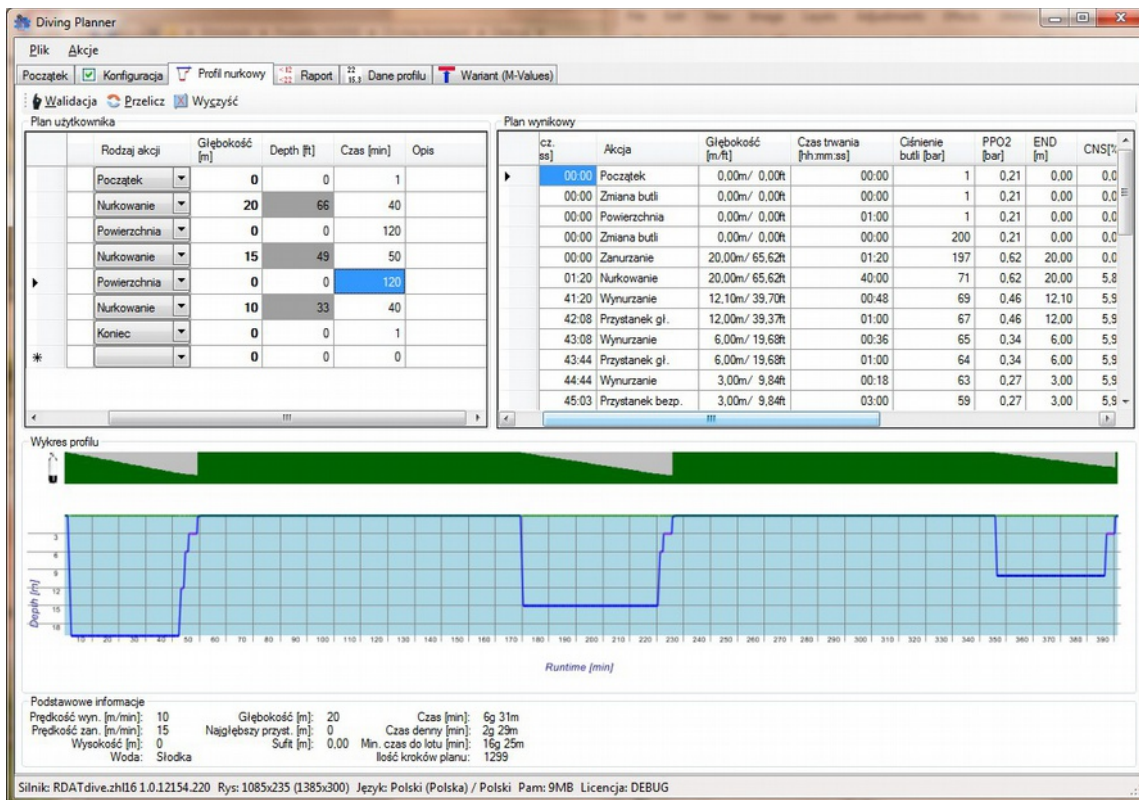
Następnie planujemy nasze nurkowanie. Wprowadzamy trzy nurkowania w odstępach 2h. Pamiętaj, aby raczej nie nurkować więcej, niż 3 razy dziennie. W rzeczywistości przerwy mogą być dłuższe, szczególnie przed nurkowaniem nocnym.





Ilustracja 15: Przykład 2 - Błędny profil nurkowy

Niestety, pierwsze nurkowanie, z racji głębokości jest zbyt długie. Nie wystarczy nam powietrza. Takiego nurkowania nie można wykonać !!! Skracamy więc pierwsze nurkowanie i wydłużamy nieco drugie. Sprawdzamy jeszcze raz.



Ilustracja 16: Przykład 2 - Poprawny profil nurkowy

Teraz jest bezpiecznie. Sprawdzamy jeszcze wyniki z tabelami dekompresyjnymi i naszymi komputerami nurkowymi i można kontynuować przygotowania.



## 12 Wymagane parametry techniczne systemu komputerowego.



Aby oprogramowanie pracowało poprawnie, powinny być spełnione poniższe rekomendacje dotyczące konfiguracji komputera i systemu operacyjnego. Aplikacja może pracować na innych komputerach, jednak nie ma takiej gwarancji (nie były one testowane).

Zapoznaj się ze szczegółowymi wymaganiami określonymi w Umowie Licencyjnej.

Zwróć również uwagę na ograniczone wsparcie dla starszych systemów operacyjnych.

### 12.1 System operacyjny.

Aplikacja była tworzona z myślą o systemach Microsoft Windows w najnowszej wersji Windows 7 z dodatkiem SP1 oraz Windows 8 i Windows 8.1.

Testowaliśmy również jej poprawne działanie na ciągle popularnym Windows XP z dodatkiem SP3. Aplikacja powinna również poprawnie pracować na Windows Vista, jednak nie była na tej platformie w pełni testowana. Są to systemy starsze i dlatego związane są z nimi ograniczenia we wsparciu aplikacji.

Zalecamy, aby przed instalacją była zainstalowana platforma Microsoft .NET, nie starsza niż w wersji 4. Niemniej, instalator zawiera niezbędne elementy platformy .NET.

Należy zwrócić uwagę, aby programy zabezpieczające (firewall) nie blokowały aplikacji dostępu do sieci Internet. Sieć niezbędna jest do uruchomienia aplikacji.

### 12.2 Wymagania sprzętowe.

Z naszych wewnętrznych testów wynika, że aplikacja pracuje poprawnie praktycznie na każdej popularnej platformie sprzętowej. Na wolniejszych komputerach lub wyposażonych w mniejszą ilość pamięci, symulacja może wyliczać się dłużej, ale w akceptowalnym czasie. Aby zapewnić optymalny komfort pracy zalecamy aby komputer na którym będzie instalowany program, spełniał poniższe wymagania minimalne:

- procesor: INTEL PENTIUM lub Athlon 64,
- pamięć operacyjna RAM: 1GB,
- karta graficzna: dowolna o rozdzielczości 1024x768 lub 1280x720, 16 tys. kolorów,
- sieć: aktywne połączenie do sieci Internet,
- 20 GB przestrzeni dyskowej

Rewelacyjne wyniki pracy otrzymywaliśmy na systemach wyposażonych w procesor Intel i5 2.4Ghz, wyposażonych w 4GB pamięci RAM, karcie graficznej o rozdzielczości HD z zainstalowany Windows Home 8.1 64 bit.