



Liberty

MANUAL

Content

소개	8
이 매뉴얼의 사용	8
CCR liberty 사용자의 책임	8
기술적 자료	9
수심 한계	9
수온 한계	9
CO ₂ scrubber 지속시간 한계	9
무게 10	
1. 기술적 디자인	12
1.1 기본 도해	14
1.2 Dive / Surface Valve	15
1.2.1 흡입 밸브	15
1.2.2 배기 밸브	15
1.2.3 마우스 피스	16
1.2.4 Full face mask의 사용	16
1.3 주름 호스와 액세서리	16
1.3.1 호스	16
1.3.2 Head에 부착	17
1.3.3 호흡 주머니와의 연결	17
1.3.4 DSV에 부착	17
1.4 Inhalation bag (흡기 주머니)	18
1.4.1 Automatic Diluent Valve	18
1.4.2 Manual diluent bypass valve	18
1.5 Exhalation bag (배기 주머니)	19
1.5.1 Manual oxygen bypass valve	19
1.5.2 과압 방지 밸브	19
1.6 산소 탱크	20
1.6.1 탱크	20
1.6.2 밸브	20
1.6.3 Reduction valve	21
1.6.4 압력 판독	21
1.7 Diluent 탱크	21
1.7.1 탱크	21
1.7.2 밸브	21

1.7.3	Reduction valve와 압력 관독	21
1.7.4	예비 호흡기. (선택 사항)	21
1.8	CO ₂ Scrubber	22
1.9	Head	23
1.9.1	Control unit (제어 장치)	23
1.9.2	PO ₂ 직접 측정	24
1.9.3	He 내용물의 측정	25
1.9.4	압력과 수심 측정	25
1.9.5	온도 측정	26
1.9.6	Solenoid	26
1.9.7	전원 공급	26
1.10	영상 표시 장치	27
1.10.1	Handset	27
1.10.2	Head-Up Display	27
1.10.3	Buddy display	27
1.11	Back plate와 설치	29
1.12	Harness	30
1.13	부력 조절기	31
1.14	Ballast	31
1.15	개별 부품들의 무게	32
2.	Control-unit operation(제어 장치 운영)	33
2.1	제어 요소	33
2.1.1	Surface mode(수면 모드)에서 입력의 의미	33
2.1.2	Dive mode(다이브 모드)에서 입력의 의미	34
2.1.3	언어	35
2.2	Unit의 전원 켜기	35
2.2.1	활성화	35
2.3	Surface mode (수면 모드)	36
2.3.1	수면 모드로 들어가기	36
2.3.2	수면 모드의 주 화면	36
2.3.3	수면 모드에서 O2 센서 화면	37
2.3.4	다른 모드로의 전환	37
2.3.5	수면 모드에서 PO2 조절	38
2.4	Setup (설정)	38
2.4.1	Editor 사용	39
2.4.2	Set point	39
2.4.3	Mixtures (기체 혼합물)	40
2.4.4	Decompression setup (감압 설정)	42
2.4.5	Alarms (알람)	43

2.4.6	Preferences (선호도)	45
2.4.7	Calibration (보정)	46
2.4.8	Faulty sensors (불완전한 센서)	47
2.4.9	Miscellaneous (그 외 여러가지 들)	48
2.5	다이브 모드	49
2.5.1	상세한 화면	49
2.5.2	화면 개요	52
2.5.3	큰 화면	52
2.5.4	Dive profile 화면	52
2.5.5	센서 화면	53
2.5.6	TTS 화면	53
2.6	CCR mode	54
2.6.1	CCR mode로 들어가기	54
2.6.2	다른 모드로 전환	55
2.6.3	PO ₂ 통제	55
2.6.4	감압	57
2.6.5	특정 handset 제어	57
2.7	Manual CCR mode	57
2.7.1	Manual CCR 모드에 들어가기	57
2.7.2	다른 모드로 전환하기	57
2.7.3	PO ₂ 통제	58
2.7.4	감압	58
2.8	Bailout OC mode	58
2.8.1	Bailout OC mode로 들어가기	58
2.8.2	다른 모드로 전환하기	58
2.8.3	기체 혼합물	59
2.8.4	감압	59
2.8.5	특정 handset 제어	59
2.9	Ascent plan (상승 계획)	59
2.10	Setup in Dive mode	60
2.11	게임	61
2.11.1	Sokoban	62
3.	절차	63
3.1	다이빙 계획	63
3.1.1	Planner settings	63
3.1.2	계획	64
3.2	다이빙 준비	66
3.2.1	CO ₂ 흡수제 교체	66
3.2.2	재호흡기 body의 조립	69

3.2.3	재호흡기 body의 설치	69
3.2.4	Counter lung과 호스 부착	70
3.2.5	탱크 충전	71
3.2.6	배터리 충전	73
3.2.7	헬륨 센서의 보정	73
3.2.8	산소 센서의 보정	74
3.2.9	Bailout 장비 준비	74
3.2.10	한계 설정	75
3.2.11	지향성 밸브 확인	75
3.2.12	물리적 검사	75
3.3	다이빙 전 점검	76
3.3.1	조절 장치의 내부 시험	77
3.3.2	Pressure sensor 시험	77
3.3.3	산소 센서와 보정의 비교	77
3.3.4	Helium sensor 시험	78
3.3.5	Battery 시험	78
3.3.6	Solenoid 시험	78
3.3.7	HUD 점검	79
3.3.8	BD 점검	79
3.3.9	Negative pressure 시험	79
3.3.10	Positive pressure 시험	80
3.3.11	Pre-dive checklist	81
3.3.12	Pre-breathe	82
3.4	다이빙	83
3.4.1	높은 산소 함유 기체의 호흡	83
3.4.2	장비 착용	84
3.4.3	DSV 사용	84
3.4.4	장치의 관찰	85
3.4.5	CCR 모드로 전환	86
3.4.6	입수	86
3.4.7	물에 잠김	86
3.4.8	In-water check	87
3.4.9	하강	87
3.4.10	부력과 trim의 조절	87
3.4.11	마스크 물빼기	88
3.4.12	증가된 신체 활동	88
3.4.13	상승	88
3.5	다이빙 후 절차	89
3.5.1	수면 도착 후 즉시	89
3.5.2	CO ₂ scrubber 유지 관리	89

3.5.3	세척과 살균	89
3.5.4	배터리 관리	91
3.5.5	Dive log 다운로드	91
3.5.6	장기간 저장	92
3.6	비상 절차	93
3.6.1	비상 상승 (bailout)	93
3.6.2	산소 공급원 고장	93
3.6.3	Diluent 공급원 고장	95
3.6.4	Scrubber 고장	96
3.6.5	마우스 피스의 우발적 폴립	96
3.6.6	침수	97
3.6.7	부력 상실	97
3.6.8	수면 구조	98
3.6.9	산소 농도 측정의 고장	98
3.7	유지 관리	98
3.7.1	도구와 교환 부품	99
3.7.2	누출 감지	99
3.7.3	정기 서비스 점검	99
3.7.4	장기간 유지관리	100
3.7.5	Firmware update	100
3.8	운송	102
3.8.1	차량으로 운송	102
3.8.2	보트로 운송	103
3.8.3	비행기로 운송	103
	Liberty User Manual	106

소개

이 매뉴얼의 사용

이 사용자 매뉴얼은 CCR liberty의 일부분이다. CCR liberty는 이 매뉴얼에 담겨있는 내용을 완전히 이해할 수 있는 능력을 가지고 있는 훈련 받은 사람, 또는 제조사에 의해 인가된 과정에서 CCR liberty 훈련 과정을 이수한 사람들 만을 위해 만들어진 것이다. 훈련 과정을 위한 사전 자격 조건은 인증된 교육 단체에 의한 trimix를 사용하는 다이빙에 대한 자격 인증과 충분한 technical 다이빙 경험을 포함한다.

CCR liberty 사용자의 책임

주된 주안점은 CCR liberty를 위한 개발을 하는 동안의 신뢰성에 두고 있다. 각각의 내부 부품들은 재호흡기의 기본 기능을 위해 주어진 부품들의 고장에 의한 충격을 최소화하기 위해 독립되어 있다. 시스템은 다양한 백업을 가지고 있다. CCR liberty의 제어 논리는 고장이 발견되는 상황에서는 절대 다이빙을 시작하지 못하게 한다: 만약 손상을 고려해서 할 수 있다면, 상태만을 나타낸다. 동굴 다이빙할 때, 침수로 인한 불능은 다이빙에서 귀환 할 수 없다는 것을 의미할 수 있다; 그러므로, CCR liberty는 침수를 지연시키지 않는다.

사용자는 반드시 back-up 장비로 교환할 것인지 또는 부분적으로 고장난 재호흡기를 사용하여 다이빙을 시작할 것인지를 결정해야 한다.

CCR liberty 사용자는 반드시 다이빙이 위험을 수반한다는 사실을 받아드려야 한다. 사용자가 CCR liberty의 기술적 내용을 배우고 이 재호흡기를 가지고 다이빙 훈련을 한다면 위험성을 감소시킬 수 있지만 제거할 수는 없다. 다이빙 시의 안전은 정기적인 훈련, 체계적인 교육 그리고 다이빙 연습에 의해 더욱 개선된다. 재호흡기를 사용하는 다이빙은 개방식 장비를 사용하는 다이빙보다 훨씬 높은 신중함과 규칙을 요구한다.

만약 당신이 위험을 감수할 수 없고 훈련 받지 않고 조심성 없는 다이버라면, CCR liberty 를 사용한 다이빙을 해서는 안된다.

제조사는 만약 장비가 이 지침서 또는 제조사에 의한 기술적 지침에 규정된 사항이 아닌 어떠한 형태로든 변형되었다면 CCR liberty 사용에 대한 어떠한 책임도 지지 않는다.

기술적 자료

수심 한계

CCR liberty의 최대 수심은 EN 14143:2013 100m 표준에 맞춘 자격요건을 충족한다.

Diluent	Max. depth
공기	40 m
Trimix 21/35	66 m
Trimix 18/45	78 m
Trimix (heliox) 10/90	> 78 m

추가적인 수심 한계는 사용된 diluent에 따라 달라진다, Tank filling - Diluent 참고.

The CCR Liberty는 현재 환경 썰이 설치된 Apeks DST 4 1단계로 구성되어 있으며, 이 1단계 구성을 사용한 unit의 최대 운영 수심은 170m 이다. 170m를 넘어서기 위해서는 이 1단계를 반드시 환경 썰이 설치되지 않은 Apeks UST4 1단계 킷으로 교체해야만 한다.

모든 구성 요소들은 초과압 6 MPa (600m 수심)에서 시험되었다. 수심계는 초과압 3.5 MPa(350m 수심)에서 확인되고 보정되었다. EC Type - 검사는 100m로 가정된 수심 으로 수행되었다.

수온 한계

CCR liberty는 EN 14143:2013의 자격요건에 따라 수온 4 °C ~ 34 °C 까지의 사용을 위해 만들어졌다. 최저 온도는 CO₂ scrubber 지속시간 시험을 통해 결정된다, 4 °C 에서 완료되었다.

CO₂ scrubber 지속시간 한계

흡수제의 안전한 최대 운영시간은 168분이며, EN 14143:2013에 따른 시험에 의해 결정 되었다. 시험하는 동안 32 ±4 °C의 내쉬는 기체, 40 m 수심과 pCO₂ 5 mbar, 수온 4°C 에서 40 l/min의 환기와 함께 1.6 l/min의 CO₂ 가 호흡 loop에 추가되었다.

흡수제의 실제 최대 운영 시간은 흡수제, 온도, 수심 그리고 다이버의 육체적 활동에 따라 달라질 수 있다.

일반적 상태의 scrubber 시간은 깊고 찬 물에서 보통의 활동으로 4 시간, 쉬운 다이빙의 경우 6 시간 까지로 간주된다. 보다 자세한 내용은 흡수제 사용기간을 참고한다.

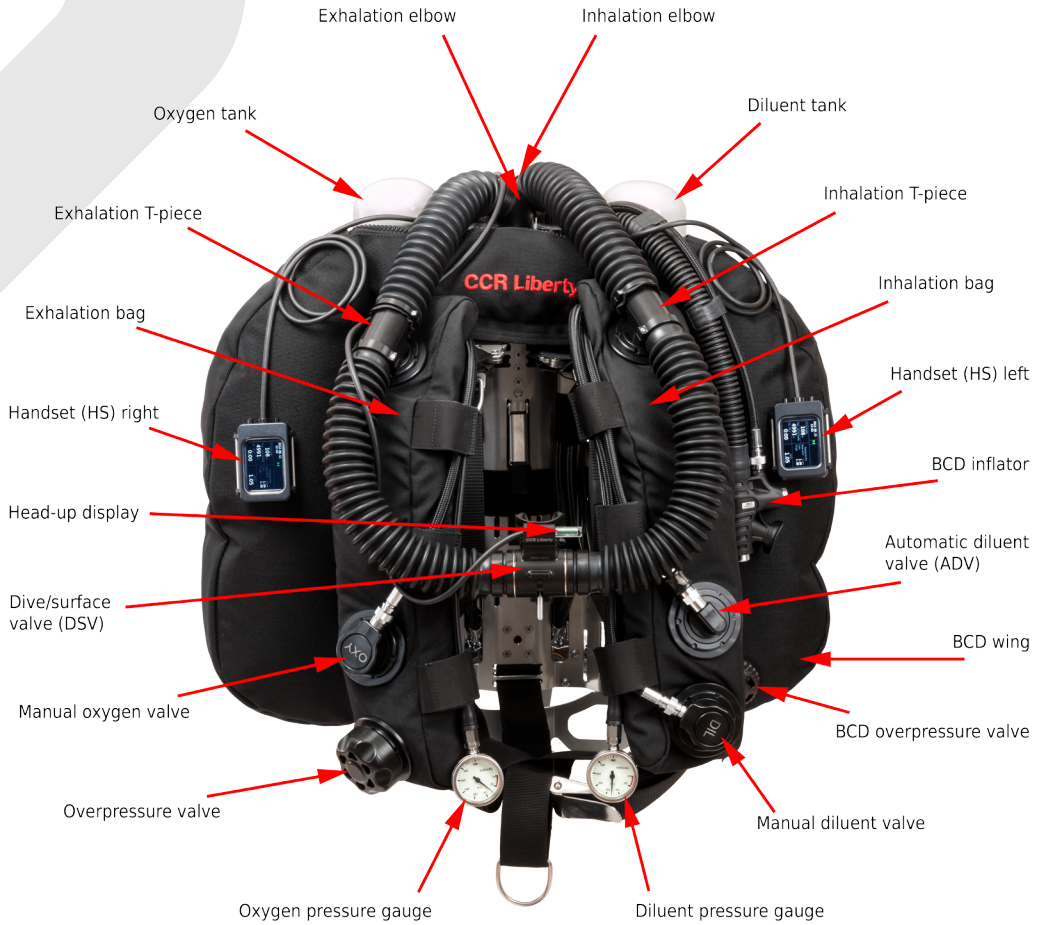
무게

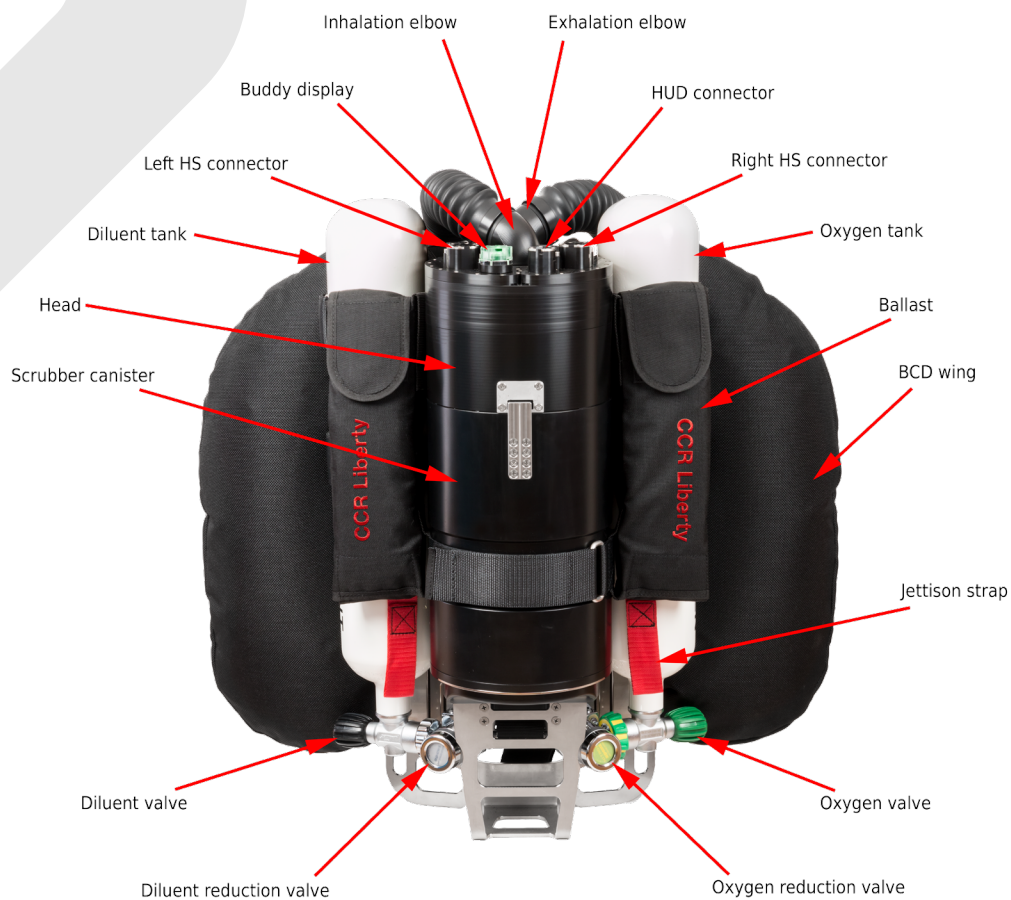
CCR Liberty의 총 무게는, 다이빙 준비가 되어있고 기체 충전을 포함해서 약 37 kg 이다.

보다 자세한 내용은 개별 부품들의 무게를 참고한다.



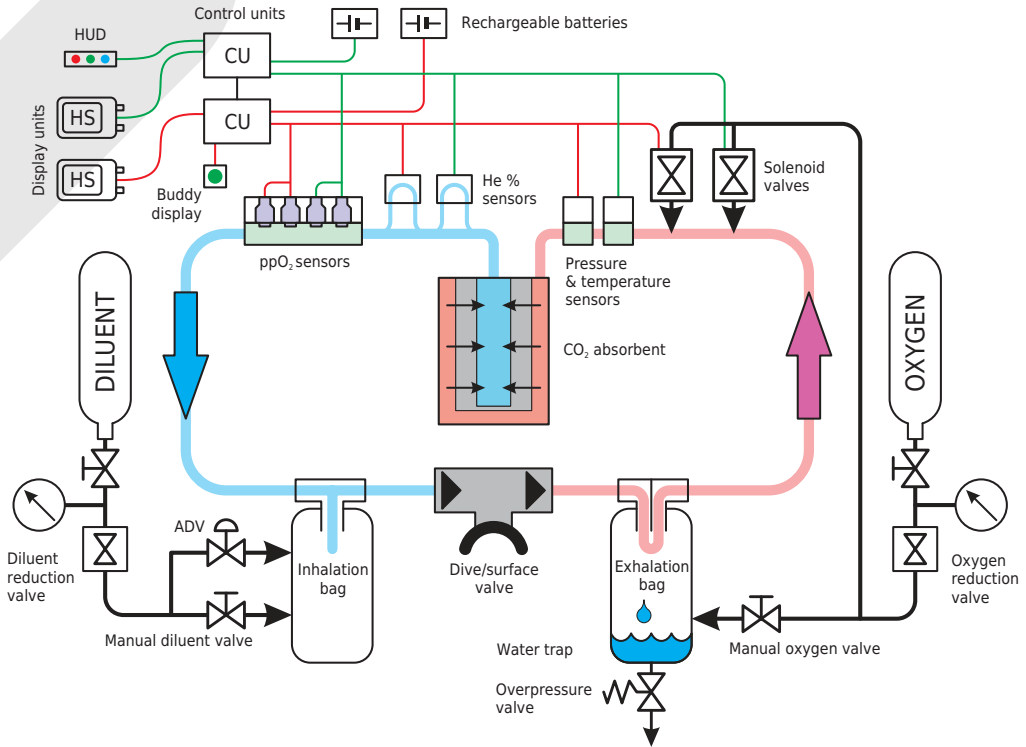
1. 기술적 디자인





1.1 기본 도해

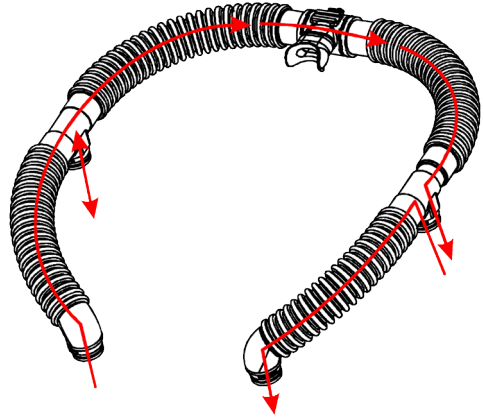
재호흡기의 원리는 호흡 기체 혼합물의 재순환(활용)에 있다. 이산화탄소는 내쉬는 호흡 기체로부터 제거되고 산소를 새로 보충한 다음 흡입을 위해 준비된다. 호흡기체 혼합물의 구성 요소는 지속적으로 변화한다.



1.2 Dive / Surface Valve

호흡기체 혼합물은 주름 호스를 통해 좌측에서 dive/surface valve(DSV)로 전달된다. 숨을 여 마실 때, 기체 혼합물은 흡입 밸브를 거쳐 마우스 피스로 이동한 후, 다이버의 호흡기관 속으로 들어간다. 숨을 내설 때는, 배기 밸브를 거쳐 우측 주름 호스를 통해 이동한다.

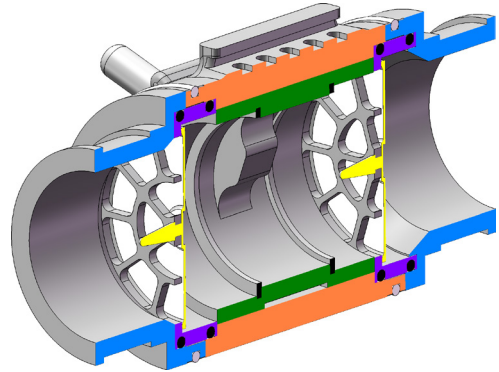
호흡기체 혼합물의 흐름 방향은 DSV에 표시되어 있다.



1.2.1 흡입 밸브

흡입 밸브는 내원 기체가 직접 흡입 counter lung 으로 돌아올 수 없도록 하고, 이산화탄소 제거와 산소의 추가없이 되풀이해서 들이쉬지 않도록 확실히 해준다. 흡입 밸브는 왼쪽 주름 호스 연결 내부에 위치해 있다.

버섯과 비슷한 밸브를 찾을 수 있다, 예를 들면, 개방식 장비의 호흡기 2 단계에서 볼 수 있는 배기 밸브처럼.



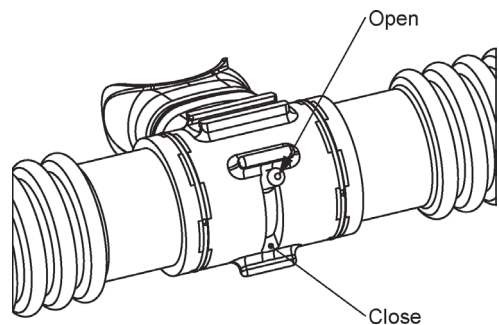
이것은 재호흡기의 가장 중요한 부분 중 하나이다. 다이빙하는 동안은 의식 상실로 이어지는 고장같은 이 부분의 고장을 발견하기 어렵다.

1.2.2 배기 밸브

배기 밸브는 내원 기체가 주름 호스를 통해 직접 배기 counter lung으로 들어가게 한다. 이것은 다이버가 내원 기체를 다시 들이마시지 않도록 확실히 한다. 배기 밸브는 오른쪽 주름 호스 연결 내부에 위치해 있다.

Dive/surface valve 잠금

만약 다이버가 수중에 있고 DSV를 사용하지 않는다면, DSV는 반드시 잠겨져 있어야 한다. 그렇지 않으면, 순환은 물로 침수될 것이다.



DSV 잠금은 DSV 전면부에 있는 gate handle (손잡이)을 사용해서 완료된다. 개방 위치는 핸들을 위로 올리고, 잠금 위치는 아래로 내린다.

1.2.3 마우스 피스

다이버의 입에 단단히 봉인된 마우스 피스는 물이 순환 속으로 들어가는 것을 예방한다. DSV와 주름 호스의 기능은 개방식 장비의 호흡기보다 더욱 강력하다. 그래서, 재호흡기 마우스 피스는 해부학적으로 적합한 형태와 입에 제대로 물 수 있어야 하며 이는 대단히 중요하다.

우리는 열을 가한 후 다이버가 물어서 형태를 만드는 마우스 피스 사용을 추천하지 않는다. 이런 종류의 마우스 피스는 아래 턱의 움직임을 제한하며, 일방적 스트레스로 이어지고 씹는 근육을 쉽게 지치게 만든다.

1.2.4 Full face mask의 사용

기계적인 치수가 full face mask에 DSV의 연결을 허용할 수 있을지라도, 재호흡기의 주입구와 함께 개방식 주입구로의 호흡 기체 대체가 불가능하다. 이것이 visor의 서리 방지가 필요한 이유 중의 하나이다.

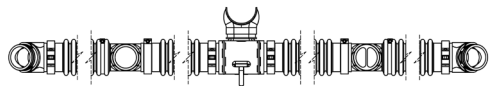
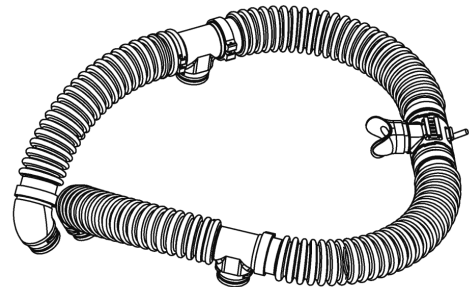
재호흡기와 full face mask 연결 가능성에 대해서는 제조사와 협의한다. 이러한 장비의 사용은 이 지침서와 재호흡기 제조사에 의해 승인된 과정에서 배운 표준 절차에서 벗어난 것임으로 특별한 절차를 요구한다.

1.3 주름 호스와 엑세서리

1.3.1 호스

주름 호스는 EPDM 고무로 만들어졌다. 호환되는 화학 약품은 반드시 청소와 살균을 위해 사용되어야 한다.(청소와 살균 부분을 참고)

주름 호스는 지나친 스트레스를 받으면 손상될 수 있다. 특히, 천공이나 절단 및 과도한 마모를 피해야 한다. 호스의 장기적인 변형을 피해야 한다, 예를 들면 unit을 보관할 때.

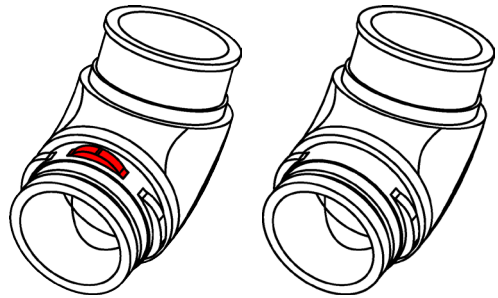


주름 호스는 CCR Liberty의 기계적 부품들 중 가장 적은 내구성을 가진 것 중의 하나이다. 이를 보호하기 위해 적절한 주의를 기울여야 한다.

1.3.2 Head에 부착

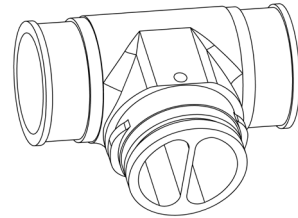
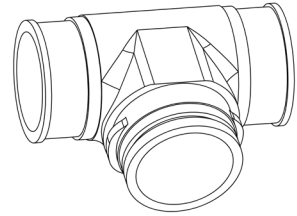
CCR Liberty의 거의 다른 모든 bayonet 연결부와는 달리, 배기쪽 bayonet 연결부는 3개의 돌출부를 가지고 있다. 이것은 호스의 잘못된 부착을 방지한다.

흡기쪽 (왼쪽)과 배기쪽 (오른쪽) Elbow.



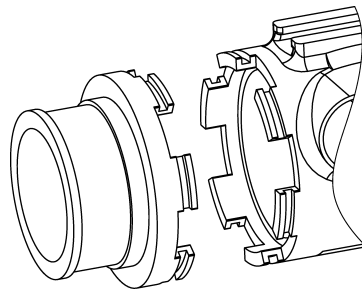
1.3.3 호흡 주머니와의 연결

T-piece는 표준 bayonet 연결부를 가지고 있다. 배기쪽 T-piece는 어떤 물이라도 DSV 에서 배기 counter lung으로 바로 들어가고 manual bypass valve를 사용하여 추가된 산소와 호흡 기체의 혼합을 향상시키기 위한 칸막이가 있다.



1.3.4 DSV에 부착

주름 호스에 부착하는 것은 축의 이빨이 서로 잘 맞도록 하고 철사 고정 링으로 확보하여 완료한다. Mushroom valve의 basket은 연결부 속으로 끼워 넣는다. Basket을 취급할 때, 바른 방향에 주의 한다.

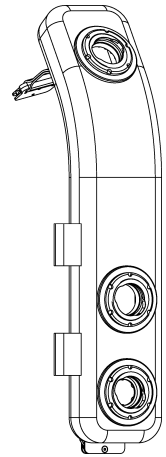


1.4 Inhalation bag (흡기 주머니)

흡기 주머니는 harness의 왼쪽에 부착되어 있다.(CCR Liberty를 착용했을 때 다이버의 시점에서)

외부 덮개는 기계적 보호를 위해 탄력있는 섬유로 만들어졌다. 내부 주머니는 폴리우레탄으로 만들어졌다. 이것은 bayonet 연결부와 함께 위쪽 칸막이를 경유하여 T-piece와 연결되어 있다.

흡기 주머니는 두개의 스테인리스-스틸 버클이 있는 harness에 velcro 덮개를 사용하여 부착되어 있다. 이것은 청소, 살균 그리고 취급을 위해 쉽게 제거할 수 있다. (소독과 살균 부분을 참고.)



1.4.1 Automatic Diluent Valve

Automatic Diluent Valve(ADV)는 bayonet 연결부와 함께 칸막이 중간에 부착되어 있다.

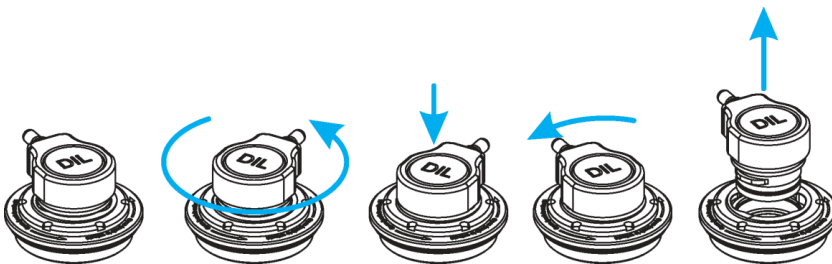
흡기 주머니의 부피가 감소할 때, ADV는 눌러진다. ADV는 그때 자동으로 호흡 순환에 diluent를 추가한다.

ADV는 이음 고리를 밀어서 닫을 수 있다. ADV의 민감도는 추가적인 스프링을 사용해서 감소시킬 수 있다.

1.4.2 Manual diluent bypass valve

Manual diluents bypass valve는 흡기 주머니의 아래쪽 칸막이에 위치해 있고 bayonet 연결부를 갖추고 있다.

이것은 seatec 스타일의 퀵-릴리즈 커넥터를 사용하는 저압(LP) 호스가 부착된다. 이것은 가운데 버튼을 눌러서 작동시킨다.

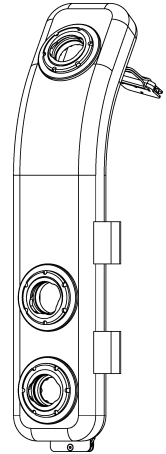


안전 장치는 우발적으로 떨어져 나가는 것을 예방한다. 제거 절차를 따른다.

1.5 Exhalation bag (배기 주머니)

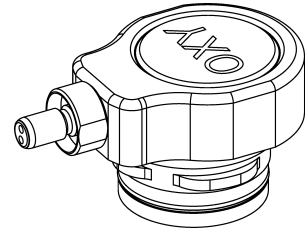
배기 주머니는 harness의 오른쪽에 부착되어 있다. (CCR Liberty를 착용했을 때 다이버의 시점에서)

디자인과 방식은 harness와 호흡 loop가 연결되어 있고 흡기 주머니에 있는 것들과 비슷하다.



1.5.1 Manual oxygen bypass valve

Manual oxygen bypass valve는 배기 주머니의 가운데 칸막이에 위치해 있고 bayonet 연결부를 갖추고 있다. 이것은 산소 콕-릴리즈 커넥터를 사용하는 중간압 호스가 부착된다. 이 커넥터는 표준 seatec-style 콕-릴리즈와 비슷하지만, 좀 더 짧은 연결 고리를 사용한다. 표준 커넥터는 산소 콕-릴리즈 커넥터에 연결될 수 없다. 일반 커넥터에 산소 호스가 연결될 가능성을 대비한 것이다. 잘못된 밸브와 연결된 잘못된 기체는 잠재적으로 위험할 수 있으므로 산소 커넥터로부터 연결고리를 제거하지 않는다. 이는 EN14141 규정의 필수조건이다.

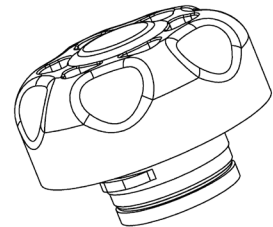


Oxygen bypass valve에 있는 bayonet 연결부는 3개의 돌출부를 가지고 있다. Oxygen bypass valve의 유지관리를 위해 산소-양립성 윤활제를 사용한다. (DuPont사의 Krytox GPL-226을 권장한다)

1.5.2 과압 방지 밸브

과압 방지 밸브(OPV)는 배기 주머니의 아래쪽 칸막이에 부착되어 있고 bayonet 연결부를 갖추고 있다.

필수 과압 방지 밸브는 회전을 통해 조절된다. 최소 과압으로 설정(시계 반대 방향으로 돌려서) 되었을 때, 밸브는 개방된다; 오직 Mushroom valve 만이 최소 과압을 보장한다.



안전 장치는 우발적으로 OPV가 떨어져 나가는 것을 예방한다. 제거는 Manual diluents bypass valve의 경우와 비슷하다. (이전 페이지를 참고)

1.6 산소 탱크

1.6.1 탱크

CCR Liberty는 100mm 지름에 200bar 충전 압력의 3리터 스틸 탱크를 사용한다. 원래의 300bar 충전 압력의 빈 탱크는 유효한 기술적 표준에 따라 변경되었다. 탱크는 OXYGEN 라벨이 붙어있어야 한다.



탱크는 CCR Liberty를 착용했을 때 다이버의 시점에서 오른쪽에 위치된다.

Unit에 산소 탱크를 연결할 때, 오직 탱크가 수직으로 되어있을 때만이 hand wheel이 돌아간다. 만약 탱크를 바르게 세워 결합하지 않고 hand wheel을 조이면 분해 시 도구의 사용없이 hand wheel을 풀 수 없을 수도 있다.

충전에 대한 더 자세한 내용은 산소 부분을 참고.

1.6.2 밸브

밸브는 M26 x 2 200bar outlet connection 이다. 밸브는 산소와 diluent 탱크 사이의 혼용 가능성을 제거하기 위해 표준 DIN 밸브와 호환되지 않는다. 이는 EN14141 규정의 필수 조건이다.

1.6.3 Reduction valve

CCR Liberty는 특별히 만든 회전 저압 부품을 사용한 Apeks DST 4 1단계를 사용하여 backplate에 부착된다. 이것은 낮은 탱크-부착점의 역할을 한다; 탱크의 가운데 부분은 Velcro strap을 사용하여 부착된다.

The Apeks DST4 1단계 조절기는 환경적으로 밀폐된 1단계 컷이 함께 있다. 이 환경 씰의 운영 한계는 170m 수심이다. 이는 170m를 넘어서는 다이빙을 수행하려는 다이버는 반드시 환경 씰이 설치되지 않은 Apeks UST4 컷을 사용해 1단계 조절기를 교체하는 것이 권장된다.

감압 밸브는 중간압 과압 방지 밸브를 갖추고 있다.

1.6.4 압력 판독

산소 압력계는 오른쪽에 위치해 있다; HP 호스는 back plate의 구멍을 통해서 나온다.

1.7 Diluent 탱크

1.7.1 탱크

CCR Liberty는 100mm 지름에 230bar 충전 압력의 3리터 스틸 탱크를 사용한다. 원래의 300bar 충전 압력의 빈 탱크는 230bar 밸브가 사용되기 때문에 변경되었다. 탱크는 DILUENT 라벨이 붙어있어야 한다.

탱크는 CCR Liberty를 착용했을 때 다이버의 시점에서 왼쪽에 위치된다. 충전에 대한 더 자세한 내용은 Diluent 부분을 참고.

1.7.2 밸브

밸브는 G 5/8" 230bar outlet connection 이다.

1.7.3 Reduction valve와 압력 판독

디자인은 산소 탱크와 비슷하다, 오직 반대이다. 감압 밸브는 중간압 과압 방지 밸브를 갖추고 있다.

1.7.4 예비 호흡기. (선택 사항)

호흡기 2 단계는 적절한 길이의 LP 호스로 diluent의 1 단계에 연결될 것이다. 만약 주어진 수심에서 diluent를 호흡(산소 부분압이 0.16 ~ 1.6 bar 사이) 할 수 있다면, 이 호흡기는 예비로 사용될 수 있다.

Diluent에 연결된 예비 호흡기는 정상적인 호흡과 예비 장비로 장기적 교환을 위해 유용할 것이다. 하지만, 오직 특별한 상황에서만 예비 호흡기를 사용하는 것을 조언한다, 예를 들면 아주 얇은 다이빙을 하는 동안.

1.8 CO₂ Scrubber

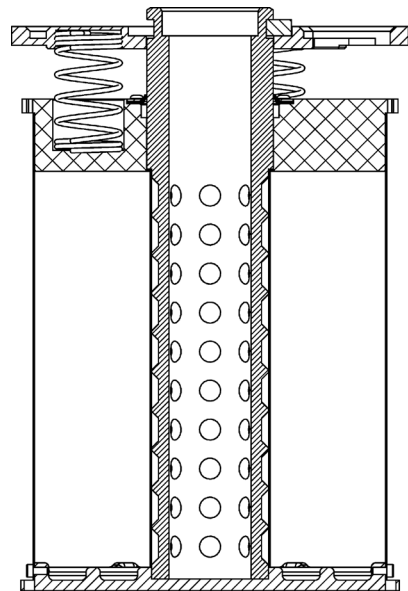
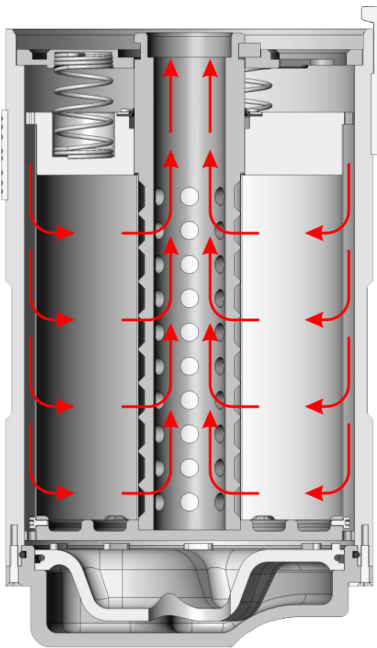
CCR Liberty는 Radial scrubber를 사용한다. 호흡 기체 혼합물은 외부에서 Scrubber cartridge의 중앙으로 흘러간다.

Scrubber는 Scrubber canister(CCR Liberty 외부 몸통)에 삽입된 Scrubber cartridge 로 구성된다. Water trap은 scrubber의 아래 부분에 위치해 있다.

Cartridge의 벽면은 내/외부 철망으로 구성되어 있다. 압력판에 부착된 스프링에 의해 Scrubber cartridge의 뚜껑이 눌리진다. 압력판은 고정 링을 사용하여 중앙 튜브에 고정 된다.

Scrubber cartridge의 수용량은 약 2.5 kg의 흡수제를 가진다. 흡수제 부피는 약 2.82 ~ 2.99 리터이다.

흡수제의 사용과 교체 기간은 CO₂ 흡수제의 교체에 설명되어 있다.

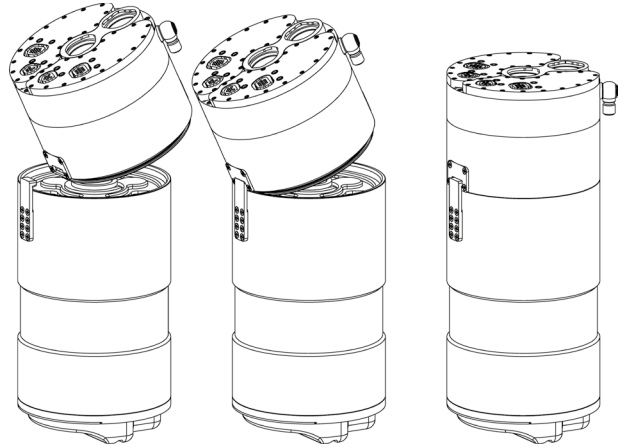


1.9 Head

Head는 CO2 Scrubber canister에 부착된다.

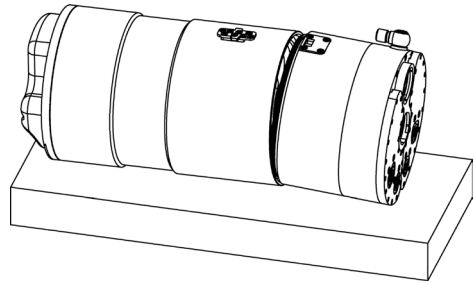
Head를 부착할 때, Scrubber canister 핀을 head의 구멍 속으로 밀어 넣고 head를 닫는다. Head는 제어 장치(solenoid; 산소, 헬륨 그리고 압력 센서)와 배터리를 가지고 있다.

만약 head를 제거하기 힘들다면, 그림에서와 같이 단단한 표면에 재호흡기를 위치시킨다. 당신의 손으로 head와 Scrubber canister를 누른다.



1.9.1 Control unit (제어 장치)

제어 장치(CU)는 독립되어 있다. 표시 장치(Handset-HS)는 각 CU에 연결되어 있고, 각각의 전력원, solenoid, 온도계와 압력, 산소 부분압, 헬륨 농도 센서를 가지고 있다.



만약 하나의 제어 장치가 고장 나면, 자동적으로 다른 제어 장치로 대체된다.

CU와 HS는 BUS를 통해 의사소통을 하는 독립된 컴퓨터이다. 각 handset은 양쪽 CU 활동의 결과를 보여주고 양쪽 CU를 조절하기 위해 사용된다. 각 HS는 CU에 반응해서 작동된다. 만약 양쪽 handset이 모두 고장 난 경우, 둘 중 어떤 CU(또는 기능을 유지하는) 라도 마지막으로 조절된 set-point에 따라 변화없이 지속적으로 PO2를 조절할 것이다.

CU 사이의 의사 소통이 고장 나면, 각 유닛은 하나의 solenoid를 제어한다. 제어 알고리즘은 이중, 병렬 통제가 발생하지 않도록 허용된 한계의 PO2 편차를 충분히 보장하도록 충실히 할 것이다.

개인용 컴퓨터에 연결

운영 프로토콜의 메모리와 메모리 카드의 내용은 USB 어댑터를 사용, 대용량 기억 장치와 같이 handset connector에 연결하여(flash drive 처럼) 읽을 수 있다. Windows, Mac, Linux,

Android와 iOS와의 연결은 시험되었지만, 모든 운영 시스템과 모든 컴퓨터에 대한 호환성은 보장하지 않는다.

USB가 연결된 동안, 제어 장치는 USB port로 부터 전력이 공급되고, 동시에 배터리는 충전된다.

각 제어 장치는 같은 dive log를 가지고 있으며, 이를 down load 하려면 오직 하나의 CU만 컴퓨터에 연결하면 된다.

1.9.2 PO₂ 직접 측정

ppO₂ 측정을 위해서 오직 Divesoft R22D-type 센서만을 사용해야 한다. 다른 제조사의 다른 센서 사용은 금지된다.

두개의 센서는 각 CU에 연결된다. 모든 센서는 흡기쪽에 위치되어 있다. 양쪽 CU 모두 측정된 자료를 지속적으로 교환하는 것처럼 4개의 산소 센서 모두에 접속할 수 있다.

다이버는 수동 작동으로 센서를 차단할 수 있고 수동으로 차단된 센서를 원래대로 되돌릴 수 있다. 수동 선택은 잘못된 센서의 자동 탐지보다도 최우선 순위를 가진다. 만약 모든 센서가 차단되었다면, CCR Liberty는 헬륨 농도 측정을 간접적으로 사용해 산소 부분압 계산을 위한 예비 알고리즘으로 자동적으로 교환된다. (사용된 diluent의 헬륨 구성이 20% 이상이라고 가정)

호흡 loop 내부의 기체 혼합물 계산은 측정의 정확성을 위해 필요하다. 만약 사용자가 재호흡기에서 호흡하지 않는다면, 산소 센서 부근에 있는 기체 혼합물은 호흡 loop의 다른 부분에 있는 기체 혼합물과 다른 비율의 산소를 가질 수 있고 따라서 데이터는 부정확하게 표시될 수 있다. 불일치는 많은 양의 diluent가 추가될 때 또는 high setpoint로 변경되고 loop 내부의 ppO₂가 새로운 등급으로 변화할 때, 빠른 하강을 하는 경우에 발생하는 것과 비슷하다.

센서는 끊임없이 자동으로 평가된다. 하나의 센서에 의해 측정된 ppO₂는 항상 다른 센서의 평균과 비교된다. 만약 센서들의 평균 편차가 0.1 bar를 초과하면(평균에서 대부분 벗어난다면) 자동적으로 제외된다.

오직 하나의 센서만이 자동적으로 동시에 제거될 수 있으며 자동적으로 제거되는 센서의 최대 수는 2 개이다. 항상 최소 2개의 센서가 있을 것이며 다이버가 직접 평가해야 한다. 이 절차는 장치의 관찰에 설명되어 있다.

경고 : 센서 차단은 수학적 알고리즘의 원리로 진행된다. 위험 통제 해결책을 찾기 위한 개발자들의 노력에도 불구하고, 여전히 차단된 센서가 유일한 해결책이 될 수 있는 상황이 존재한다. 항상 당신의 산소 센서들을 확인한다.

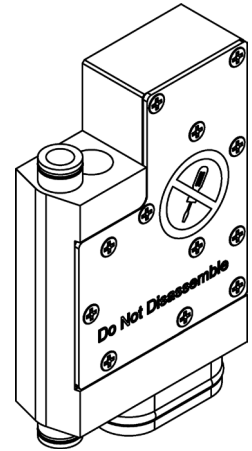
“산소 센서” 단원에서 어떻게 당신의 센서들을 취급하고 유지하는지 설명한다.

1.9.3 He 내용물의 측정

헬륨 농도는 기체 혼합물의 음속에 의해 결정된다. 헬륨 농도 센서는 흡기 쪽과 연결되어 있다.

호흡 loop 내부 기체 혼합물의 호흡에 의한 압력 하강은 기체 혼합물이 센서를 지나가는 것을 허락한다. 만약 사용자가 재호흡기에서 호흡하지 않는다면, 이런 상황은 발생하지 않을 것이고 센서 판독은 부정확 할 것이다.

만약 사용된 diluent가 20% 이상의 헬륨을 포함하고 있고 구성 요소를 알고 있다면, 헬륨 농도 측정 기능은 변함없이 남아있는 비활성 기체의 비율에 근거한 기체 혼합물의 산소 농도 결정을 위해 바뀌서 사용(특히 no. 303577에 따른 절차)될 수 있다. 이 산소 농도 측정 원리는 모든 전기화학 PO2 센서 고장의 경우 PO2 측정의 예비 수단으로 사용된다. (그런 다음 주변압으로 알려진 부분압에 근거하여 자동 변환)



헬륨 센서를 사용한 산소 측정은 반드시 수동으로 Setup / Faulty sensors / pO2 source 에서 작동시켜야 한다. 가능하다면, bailout을 위한 장비를 사용한다. 이 방법은 오직 비상 사태에 사용하기 위해 만들어진 것이다.

헬륨 센서의 사용은 또한 Liberty의 설정에 따라 달라진다. 헬륨 센서 기능을 위해, “TMX only”를 Menu / Setup / Preferences / He Measurement에서 설정해야만 한다.

헬륨 센서의 적절한 작동을 위해, 센서들은 반드시 가끔 보정되어야 한다. 보정 절차 동안의 “Calibrating Helium Sensors”와 관련된다.

센서를 분해하지 않는다; 분해는 심각한 손상의 결과를 가져올 수 있다.

결함이 있는 경우라도 unit에서 헬륨 센서들을 제거하지 않는다. 헬륨 센서들의 제거는 “short-circuit”발생하여 scrubber에서 호흡 기체로부터 CO2 제거가 불가능할 수 있다.

1.9.4 압력과 수심 측정

각 CCR Liberty의 제어장치는 이중 압력 센서를 사용한다. 첫번째 센서(저압 측정을 위해 의도된)는 PO2 영점 조정을 위한 해수면 결정과 낮은 수심에서 수심 데이터의 정확성을 개선하기 위해 사용된다.

두번째 센서는 주로 정수압 측정을 위해 의도되었다. 센서의 최대 범위는 수심 300m 까지 포함된다.

1.9.5 온도 측정

호흡 순환 속의 온도는 압력 센서 내부에 있는 온도 센서에 의해 측정된다. 수온 센서는 handset 내부에 위치해 있다.

온도 데이터는 주로 다른 측정의 정정을 위해 제공된다. 수온은 HS 표시창에 오직 대략적으로 보여진다.

1.9.6 Solenoid

제어 장치들은 일반적인 상황에서 서로 의사 소통하여 호흡 순환에 산소 공급을 위해 solenoid 밸브를 개방한다.

Solenoid는 6초 간격으로 좌측-우측 교대로 개방된다. Solenoid 개방은 dive mode에서 handset 화면의 좌/우측 바닥 구석에 표시된다.

1.9.7 전원 공급

CCR Liberty는 두개의 Li-Ion 배터리를 사용하며 1개의 배터리가 1개의 CU에 전원을 공급한다. Li-Ion 배터리의 최소 사용기간은 6개월이다. 배터리의 전형적인 사용기간은 2년이다. 배터리 충전을 참고.

배터리 격실은 내압식이다. 만약 배터리 고장 또는 헬륨 확산의 결과로 인해 배터리 격실 내부에 과압이 형성된다면, 이후 과압 밸브는 재호흡기 외부와 주변으로 초과된 기체를 배출할 것이다.

1.10 영상 표시 장치

1.10.1 Handset

Handset은 CCR Liberty 사용자에게 재호흡기 상태에 대한 포괄적인 정보와 다이빙의 전반적인 정보를 제공한다. 제어 장치의 모든 기능들은 handset을 사용해서 조절된다.

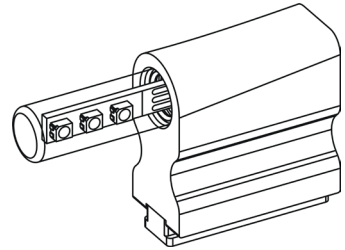
양쪽 handset의 기능은 동일하다. 각각의 handset은 동시에 양쪽 CU를 조절한다. 하나의 handset이 고장 난 경우, 다이버는 단순히 다른 handset을 사용한다. 다이빙 동안, 각 handset에 다른 표시 모드가 설정될 가능성이 있다.

Handset 작동의 더욱 자세한 정보는, section 2 : 제어 장치 작동을 참고.

1.10.2 Head-Up Display

Head-Up Display(HUD)는 다이빙하는 동안의 현재 부분압 또는 CCR 오류 상태를 보여준다.

다른 상태들은 충전하는 동안 그리고 장치가 컴퓨터에 연결되어 있을 때 대기 모드에서 표시된다.



만약 당신이 HUD가 무엇을 보여주는지 완전한 확신이 들지 않는다면, handset 표시의 한계를 확인한다. 만약 HUD가 경고(외부 LED의 적색 깜빡임) 또는 알람(모든 3개의 LED가 4번 적색을 비춤)을 표시한다면 항상 확인한다.

아래의 다양한 HUD 신호를 참고한다.

1.10.3 Buddy display

Buddy display는 호흡에 적절한 범위 이내의 산소 부분압 값 또는 만약 오류 상황이 발생 했을 때를 보여준다. 표시된 정보는 CCR Liberty 사용자의 파트너를 위한 것이다.

다이빙에 앞서, CCR Liberty 사용자는 반드시 다이빙 파트너와 함께 buddy display의 기능에 익숙해야 하며 buddy display가 오류 상황을 지시하는 경우의 비상 절차 수행에 동의해야 한다.

아래의 다양한 buddy display 신호표를 참고한다.

HUD와 buddy-display 신호.

모드	작업 / 상태	HUD 신호			BD 신호
		LED 1	LED 2	LED 3	
시작	초기값 설정 요소	2진 부호 서비스 번호			
다이브 모드에 서의 PO ₂ (bar; 표준)	PO2 < 0.16	● 적색 깜빡임		● 적색 깜빡임	● 적색 깜빡임
	0.16 ≤ PO ₂ < 0.20	● 적색 깜빡임		● 적색 깜빡임	● 적색
	0.20 ≤ PO ₂ < 0.25		● 8 × 청색비춤		● 녹색
	0.3		● 7 × 청색비춤		● 녹색
	0.4		● 6 × 청색비춤		● 녹색
	0.5		● 5 × 청색비춤		● 녹색
	0.6		● 4 × 청색비춤		● 녹색
	0.7		● 3 × 청색비춤		● 녹색
	0.8		● 2 × 청색비춤		● 녹색
	0.9		● 1 × 청색비춤		● 녹색
	1.0		● 녹색		● 녹색
	1.1		● 1 × 녹색비춤		● 녹색
	1.2		● 2 × 녹색비춤		● 녹색
	1.3		● 3 × 녹색비춤		● 녹색
	1.4		● 4 × 녹색비춤		● 녹색
	1.5		● 5 × 녹색비춤		● 녹색
	1.6		● 6 × 녹색비춤		● 녹색
	1.65 < PO2 ≤ 2.0	● 적색 깜빡임		● 적색 깜빡임	● 적색
	PO2 > 2.0	● 적색 깜빡임		● 적색 깜빡임	● 적색 깜빡임
다이브 모드 알람		● 4 × 적색 비춤	● 4 × 적색비춤	● 4 × 적색 비춤	변화 없음
대기 (메뉴에서 끄)	대기		● 천천히 비춤		● 천천히 비춤
	충전	● 1. 적색	● 2. 적색	● 3. 적색	● 적색
	충전기에 연결됐 으나 전원 공급은 안됨	● 적색 깜빡임			● 적색 깜빡임
	완전 충전	● 녹색	● 녹색	● 녹색	● 녹색
	충전 실패	● 적색 깜빡임	● 적색 깜빡임	● 적색 깜빡임	● 적색 깜빡임
대용량 기억장 치 모드 (USB 어댑터 연결됨)	관독	● 녹색	● 오렌지 색		● 녹색
	쓰기	● 적색	● 오렌지 색		● 적색 집중
	작동 하지 않음		● 오렌지 색		
Firmware 다 운로드	연결됨	● 보라색	● 보라색 깜 빡임	● 보라색	
	다운로드 중		● 보라색	● 보라색	

생맥 모드

만약 청색과 녹색 LED 라인을 구분하지 못한다면, 설정 → 신호도 → 표시로 들어가서 “Color blind mode”를 확인한다. $1.05 \leq PO_2 \leq 1.65$ 에 대한 신호는 다음 표에 따라 바뀌게 될 것이다.

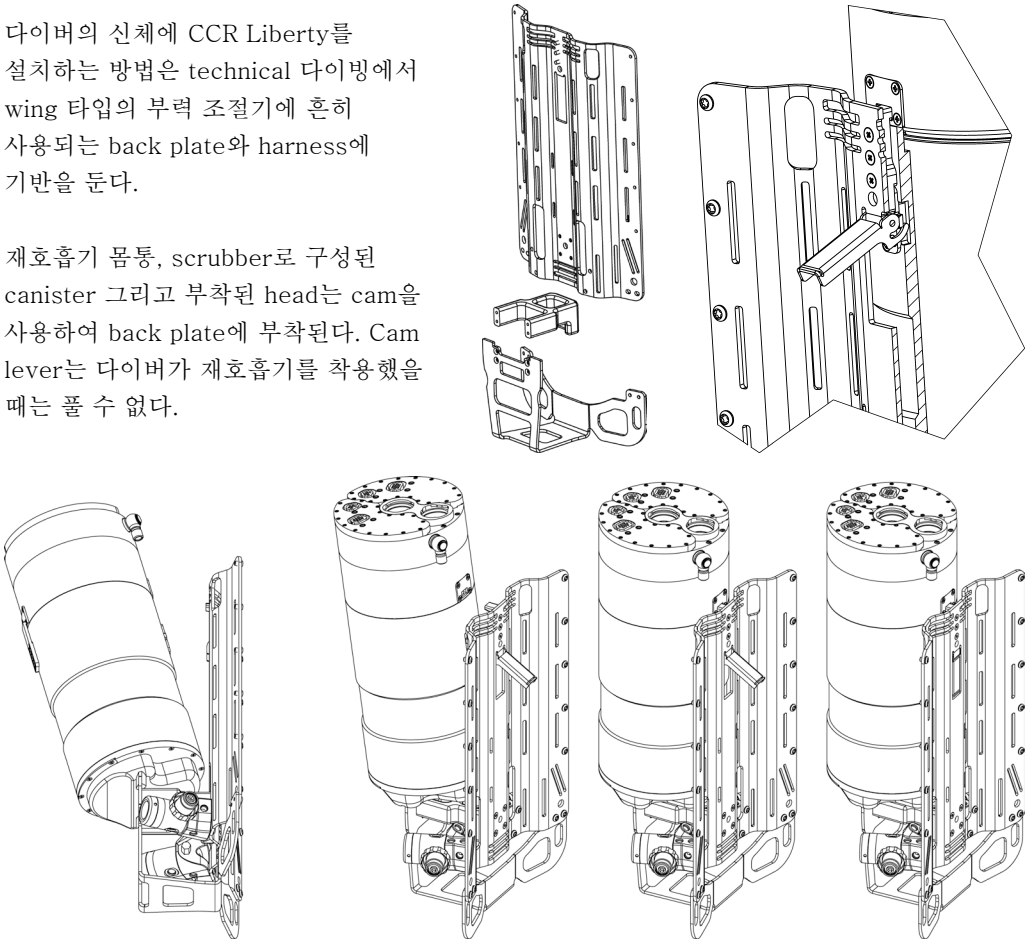
다이브 모드에서 의 PO ₂ (bar; 생맥)	1.1	● 1 x 녹색비춤		● 1 x 녹색비춤
	1.2	● 2 x 녹색비춤		● 2 x 녹색비춤
	1.3	● 3 x 녹색비춤		● 3 x 녹색비춤
	1.4	● 4 x 녹색비춤		● 4 x 녹색비춤
	1.5	● 5 x 녹색비춤		● 5 x 녹색비춤
	1.6	● 6 x 녹색비춤		● 6 x 녹색비춤

* ± 0.05 bar 범위 안의 PO₂ 값이 표시된다.

1.11 Back plate와 설치

다이버의 신체에 CCR Liberty를 설치하는 방법은 technical 다이빙에서 wing 타입의 부력 조절기에 흔히 사용되는 back plate와 harness에 기반을 둔다.

재호흡기 몸통, scrubber로 구성된 canister 그리고 부착된 head는 cam을 사용하여 back plate에 부착된다. Cam lever는 다이버가 재호흡기를 착용했을 때는 풀 수 없다.



CCR Liberty의 통합 스탠드(허리 지지대 역할을 하는)는 재호흡기를 표면에 효과적으로 단단히 고정하기 위해 만들어 졌다. 항상 재호흡기를 확실히 서있게 하고 떨어짐을 예방 한다.

만약 필요하다면, 재호흡기를 위한 특정 부품들로부터 부력 조절기를 포함하여 CCR Liberty의 back plate 제거가 가능하고 개방식 다이빙을 위한 harness와 함께 사용할 수 있다. 일반적인 technical 다이빙에서 사용되는 bolt와 wing nut를 사용해서 Twin-set (스테인리스 스틸 밴드와 함께 단단히 연결된)에 부착 가능하며 게다가, 잠금 장치와 함께 strap을 사용하여 (CCR Liberty에는 포함되어 있지 않다) 싱글 탱크에도 부착 가능하다.

Backplate에 CCR Liberty를 설치할 때, scrubber canister의 바닥을 재호흡기 stand에 있는 돌출부 속으로 맞춘다.

1.12 Harness

Back plate는 적절한 시스템 기능을 확실히 하기 위한 harness를 갖추고 있다. 만들어진 방식을 바꾸지 않도록 한다. 만약 당신이 harness를 제거하려 시도한다면, 전체 시스템의 기능을 방해하지 않도록 어떻게 이어져 있는지 정확히 기록하거나 기억해 둔다.

적절한 맞춤을 위해 harness를 조절할 필요가 있다. Scrubber canister, head, 주름 호스 그리고 counter lung를 부착하지 않고 harness를 조절한다.

어깨 strap의 길이 조절은 쇄골 부근의 strap 아래에 3개의 손가락(두번째, 세번째, 네번째) 이 삽입될 수 있도록 많은 저항은 없지만 완전히 자유롭지 않게 한다.

가슴 D-ring은 당신의 팔을 당신의 가슴위로 편안히 가로 지르는 것을 허락하는 동안 가능한 낮게 위치되어 있어야 한다. D-ring은 당신의 좌측 엄지 손가락을 사용하여 왼쪽 ring에 도달할 수 있을 만큼 충분히 높아야 한다. 허리 strap의 좌측 D-ring은 거의 당신 hip에 있어야 한다.

허리 strap의 좌측 부분 길이 조절은 crotch strap을 통과하고 버클과 구멍 사이의 거리가 약 5 cm정도(strap 폭)의 거리가 있어야 한다. Strap의 우측 부분은 약간 조여야 한다. 만약 strap 이 짧다면, 다른 suit와 신체 치수 변화의 가능성을 위해 충분히 여유있게 남겨야 한다. 짧게 한 후에, 필요하다면 담배 라이터 또는 양초를 사용해 열 접착하여 strap의 끝부분을 마무리 한다. Strap 끝부분에 딱딱한 표면이 생기지 않도록 주의한다.

Crotch strap의 길이 조절은 몸통에 가깝게 통과돼야 한다, 그러나 감싸서는 안된다. Rear D-ring의 위치 설정은 가능한 낮게 해야 하지만, 수영할 때 엉덩이에 압박 가는 위치가 되지 않도록 충분히 높아야 한다. Rear D-ring은 다이버가 닿을 수 있는 위치에 있어야 한다. Rear D-ring의 정확한 위치는 장비를 완전히 착용하고 물속에서 시험해야 한다.

첫번째 맞춤 이후 strap이 더 짧아지면 안된다. 당신의 장비를 물속에서 시험할 때 까지 기다린다. 당신은 장비가 적절히 맞춰질 때까지 3~5회의 다이빙을 하며 추가적인 조절을 할 것이다.

1.13 부력 조절기

CCR Liberty는 200 N 배수량을 가진 wing 타입의 부력 조절기(BCD)를 사용한다. 부력 조절기의 디자인과 재료는 아주 내구성 있고 동굴 및 난파선 다이빙에도 적합하다.

Wing은 이중 디자인이다. 내부 bladder는 PU 코팅 한 고주파 접합 Cordura 560 원단 으로 만들어졌다. Wing 외부 커버는 Cordura 2000 원단으로 만들어졌다. Wing은 back plate 가장자리를 따라 나사로 고정되어 있다.

Inflator의 올바른 위치를 설정하기 위해, LP 호스를 주름 호스에 있는 고무 링에 관통 시킨 후, 어깨 strap에 있는 고무 링에 관통 시키고 마지막으로 주름 호스에 있는 두번째 고무 링에 관통 시킨다. 주름 호스에 있는 어떠한 링도 건너뛰지 않는다; inflator에서 순간 해제 연결부가 풀리고 멀어지게 되면 찾기 어려울 수 있다.

부력 조절기는 구멍 장비가 아니다. 다이버의 얼굴이 위로 향하는 위치를 유지하지 않는다.

다이버의 얼굴을 수면 위에 있도록 디자인되어 있지 않은 이것은 다이버를 무의식 또는 움직이지 않게 할 수 있다.

Back plate에는 두개의 3 리터 실린더와 재호흡기를 함께 사용하기 위해 적절한 BCD를 알려주는 표시가 되어있다. 물론, 많은 수의 중성 부력 bailout 실린더가 충분한 bailout 기체 공급을 제공하기 위해 추가될 수 있다. 이는 추진 장비(스쿠터), 큰 다이빙 light 등과 같은 중성 부력을 사용하는 어떤 장비라도 적용된다.

1.14 Ballast

Ballast system은 두개의 파우치로 구성되어 Scrubber canister의 양쪽에 위치되어 있다. 파우치의 하단 부분에는 재호흡기 몸통을 지나가는 부착 strap을 통과시키는 고리가 있다. 위쪽 부분에 있는 고리는 일반적으로 사용되지 않는다; 이는 필요한 경우 추가적인 확보를 위해 만들어진 것이다. 개별적인 웨이트가 들어있는 내부 파우치는 외부 파우치 속으로 삽입된다. 외부 파우치의 상부 덮개는 다이빙 전에 웨이트를 삽입하거나 다이빙 후 제거 하기 위해 만들어 졌다. Ballast의 비상 제거를 위해, 파우치의 하단 부분에 있는 적색 strap을 당기면 된다. 이는 외부 파우치를 개방하고 ballast가 가지고 있는 내부 파우치를 제거할 것이다.

Ballast의 일반적 제거를 위해, 비상 제거를 위한 방법을 사용하면 안된다. 이는 velcro의 과도한 마모를 유발한다.

Dry suit를 착용한 다이버는 전형적으로 2 x 4 kg의 ballast가 필요하다. 적절한 ballast 무게와 분배는 CCR Liberty 다이버 과정의 주제이다.

1.15 개별 부품들의 무게

열거된 무게는 단순히 명시된 것이다. 각각의 특정 장비를 위한 부품들의 무게는 서로 다르다.

Back plate, wing, 하네스, 호스들. (counter lung 제외)	10.68 kg
웨이트 포켓들. (웨이트 제외)	0.43 kg
모든 밸브들을 포함하는 counter lungs.	1.86 kg
밸브를 포함하는 비어있는 탱크.	5.44 kg
완전한 주름 호스.	1.11 kg
흡수제를 제외한 scrubber 몸통과 cartridge.	3.76 kg
Handset, HUD, BD를 포함하는 Head.	4.59 kg
케이블을 포함하는 충전기.	0.09 kg
충전기를 제외한 제공된 액세서리와 작은 부품들.	1.00 kg
Peli Storma case iM 2975.	10.30 kg
산소 200 bar로 채워진 3 리터.	0.84 kg
Diluent (공기) 300 bar로 채워진 3 리터.	0.91 kg
Sofnolime.	2.50 kg
배터리에 저장된 에너지.	4.16 x 10 ⁻¹¹ kg

2. Control-unit operation(제어 장치 운영)

2.1 제어 요소

CCR Liberty의 모든 전자 장치들의 제어는 handset을 통해서 수행된다.

아래의 입력과 조합들은 구별되어 있다 :

- 상단 키 누름.
- 하단 키 누름.
- 양쪽 키 누름.
- 상단 키를 길게 누름.
- 하단 키를 길게 누름.
- 양쪽 키를 길게 누름.
- 코드화된 키를 누름. (양쪽 키를 누른 후, 하나의 키를 풀고 다시 누른 후, 양쪽 키를 푼다)
- HS를 당신으로부터 떨어져 기울인다.
- HS를 당신 쪽으로 기울인다.
- HS를 왼쪽으로 기울인다.
- HS를 오른쪽으로 기울인다.
- 표시창을 두드린다.
- 표시창에 불을 비춘다.

“길게 누름”의 의미는 2.5초 이상 키를 누르고 있는 것이다. 키 누름 작동은 키를 푸는 순간 또는 양쪽 키를 누를 때, 마지막 키를 풀었을 때에 해제된다.

상단/하단 키와 기울이는 방향은 우측 또는 좌측으로 설정하는 것에 따른 주어진 HS의 구성에 의해 결정된다.

HS 기울기는 HS의 4면 어떤 곳이라도 두드림에 의해 변경할 수 있다.

2.1.1 Surface mode(수면 모드)에서 입력의 의미

키와 다른 입력들은 메뉴에서 현재 항목과 관련된 의미가 부과된다. 동시에, 그러나 어디서나 적용 가능한 일반적 규칙은 그것들을 사용하는 동안 결정된다.

상단 키 누름 - 선택된 메뉴 항목의 확인.

하단 키 누름 - 메뉴를 통해 아래쪽으로 순환.

양쪽 키 누름 - 모든 작동 수행없이 메뉴에서 나옴.

상단 키를 길게 누름 - page up.

하단 키를 길게 누름 - page down.

양쪽 키를 길게 누름 - 메인 화면으로 돌아감.

코드화된 키를 누름 - 유지관리 모드로 전환. (이는 오직 메인 화면에서만 완료된다)


HS를 당신으로부터 떨어져 기울임 - 입력된 숫자가 1 또는 check flag에 의해 증가한다.


HS를 당신 쪽으로 기울임 - 입력된 숫자가 1 또는 uncheck flag에 의해 감소한다.


HS를 왼쪽으로 기울임 - 커서가 왼쪽으로 움직인다.

HS를 오른쪽으로 기울임 - 커서가 오른쪽으로 움직인다.

키와 관련된 유용한 심볼들이 표시되면 어디든(메뉴, 편집 화면) 가능하다. 심볼은 짧게 키를 누르는 동안 표시된 동작이 수행되거나 키들 사이에, 양쪽 키를 누르는 동안 표시된 동작이 수행되는 둘 중 하나가 될 수 있다.

키 옆의  심볼은 메뉴에서 한줄 아래의 스크롤을 의미한다. 메뉴에서의 스크롤은 순환 한다, 그래서 마지막 줄 이후에는 첫번째 줄을 나타낸다. 위로 스크롤 하는 기능은 두개의 키 조절로 인해 사용할 수 없다.

 심볼은 어떤 동작의 실행없이 한단계 다시 돌아가는 것을 의미한다.

 심볼은 동작과 선택의 확인을 나타낸다.

2.1.2 Dive mode(다이브 모드)에서 입력의 의미

입력의 의미는 수면 모드에서와 같다. 다른 가능성들은 :

상단 키를 길게 누름 - high set point.

하단 키를 길게 누름 - low set point.

기울임은 감압 게임에서 확장된다; 수면 모드에서 사용되는 동안 숫자의 입력, 다이빙 하는 동안 특별한 경우로만 제한된다.

표시창을 두드림 - 만약 표시창이 꺼져(비활성화)있다면 표시창을 켜. (활성화)

표시창에 불을 비춤 - 어둠 속에서, 다이브 light를 작동시켜 표시창을 밝힌다. 이것은 창을 두드리는 것과 같은 방법이다. Light를 비춘 상태에서, 표시창은 덮거나 벗어나서 활성화 될 수 있다.

2.1.3 언어

CCR Liberty의 모든 문서 정보는 영어로 되어있다. 장비의 제어는 최소한 사용자가 이 정보를 완전히 이해할 수 있는 수준의 영어 지식이 요구된다.

2.2 Unit의 전원 켜기

CCR Liberty의 제어 장치를 작동시키기 위해서는, 반드시 대기 모드에 있고, HUD (청색 LED가 천천히 비침)와 buddy display(녹색 LED가 천천히 비침)가 표시 되어 있어야 한다.

만약 jumper가 제거(또는 핀이 커넥터에 삽입되지 않고 돌려져 있다면) 됐다면, USB 전원이 어댑터를 통해 컴퓨터에 연결 되었을 때를 제외하고는 재호흡기의 제어 장치는 작동될 수 없다.

2.2.1 활성화

장치는 둘 중 하나의 handset이라도 양쪽 키를 3초 동안 누르면 활성화 된다. 비 활성화된 재호흡기와 함께 물속에 들어가면 자동 활성화가 된다. 이런 경우, 다이빙을 계속 진행할 수 없으며, 반드시 가능한 빨리 수면에서 다이빙 전 준비 절차의 수행을 완료해야 한다.

자동 활성화 사용은 또한, CCR Liberty의 손상 또는 양쪽 handset의 손실로 전환될 가능성이 있다. 이 옵션의 사용은 위험하고 오직 구조를 시도하는 경우에만 고려되어야 한다. 예를 들면, 수중 동굴의 siphon에서 다이버를 후송하기 위한.

활성화에 따라, 재호흡기는 수면 모드로 전환된다. 만약 1.5 m 보다 더 깊은 수심에 있다면 재호흡기는 자동적으로 CCR 모드(jumper가 배터리와 연결된 것으로 가정)로 전환된다. Unit이 꺼져있을 때 낮은 수심 측정율로 인해, 재호흡기는 다이버가 1.5m 이상 깊이의 물에 잠기고 약 1분 후면 자동적으로 켜질 것이다.

절대 전원이 꺼진 상태의 unit을 호흡하지 않는다! 이는 심각한 상해나 사망의 결과를 가져올 수 있다.

2.3 Surface mode (수면 모드)

2.3.1 수면 모드로 들어가기

CCR Liberty는 키를 눌러서 전원이 들어오고 활성화됐을 때 수면 모드로 전환된다. 만약 수중에서 수심이 1.5 m 보다 깊다면 수면 모드는 메뉴에서 선택될 수 없다.

2.3.2 수면 모드의 주 화면

날짜와 시간

현지 시간 설정을 유지한다. 이것은 Dive log 기록에 사용될 것이다.

Stack time

Scrubber stack timer는 수심에 상관없이 수면에서조차도 Dive mode(OC bailout 제외)에서 계속해서 작동한다.

2015.07.30 08:44		Surface time 4 days
Stack time 2:26	Setpoints	
Max altitude 5050 m	Descent	---
	Low	0.70
	High	1.30
No fly 0:00	pO ₂ 0.20	

만약 당신이 재호흡기의 loop로 호흡을 하지 않는 동안 Dive mode에서 오랜 시간을 보냈다면, stack time 경고를 위한 시간이 증가한다.

당신이 Scrubber를 재 충전할 때 Timer를 재설정하는 것을 잊지 마라. (Pre-dive - Stack time reset)

Max altitude (최대 고도)

최대로 허용된 고도 계산은 추가적인 안전 여유(GF = 0.80)와 함께 ZHL 감압 알고리즘에 기반을 두었다. 이는 지속적인 감압 계산과 감압 ceiling과 같은 방법으로 작동한다.

No fly (비행 금지)

비행금지 시간 계산은 buhlmann 감압 알고리즘 ZHL에 따른 최대 허용된 고도에 기반을 둔다. 상업용 항공기의 객실 내부 공기압은 순항 고도 11,000~12,200 m(36,000~40,000 feet) 범위 안에 있는 동안 해수면 위의 1800~2400 m (6000~8000feet)에서의 공기압에 상응하는 등급으로 유지된다.

비행금지 시간 계산은 결정적 고도 4465 m(14646 feet)를 사용한다. 이 고도 구획에서 항공기에 있는 산소 마스크는 자동적으로 개방될 것이고 산소 마스크는 항공기 승객들 앞에 떨어질 것이다.

배터리 심볼.

그래픽 표시는 남아있는 배터리 전력을 보여준다. 두개의 배터리는 분리되어 표시된다.



배터리 완충.



바의 길이는 남아있는 배터리 전력에 비례한다.



색깔은 전력이 절반 이하로 떨어지면 바뀐다.



충전기에 연결한다.

Set points

하강(“-,--“ 만약 장애가 있다면), low와 high set point가 열거된다.

pO₂.

측정된 산소 부분압이 표시된다.

2.3.3 수면 모드에서 O2 센서 화면

수면 모드에서 다른 화면 사이의 전환은 가장 위쪽 버튼을 누른다. 오직 PO2 만이 아닌 센서의 전압도 읽을 수 있다. 만약 센서의 상태가 작동 모드가 아니라면(연결 되지 않음, off line, 오류, 거부된, 장애, 보정되지 않음), PO2값을 대신해 적절한 태그가 나타난다.

당신은 또한 현지 시간, 최대 센서 판독 차이점과 산소 센서의 stack time을 찾을 수 있다.

O ₂	62.7 mV	1.25 bar
	61.1 mV	1.21 bar
	67.2 mV	1.23 bar
	58.8 mV	1.14 bar
Diluent	12/43	pO ₂ indirect
He0	48.8%	1.19 bar
He1	48.8%	0.97 bar
pO ₂	0.72 bar	Stack 2:34

2.3.4 다른 모드로의 전환

사용자는 메뉴에서 수면 모드로 부터 CCR, mCCR, bailout 그리고 대기 모드로 전환할 수 있다. 만약 1.5 m 보다 더 깊은 수심에 있다면, 재호흡기는 자동적으로 CCR 모드로 전환 될 것이다.

Dive start	
▶ Dive mode (CCR)	✓
Manual CCR (mCCR)	
Bailout mode (OC)	

2.3.5 수면 모드에서 PO2 조절

간단한 PO2 조절은 수면 모드에서 시작된다. 만약 loop 내부 산소 비율이 19%(현재 대기압에 대하여) 아래로 떨어지면, PO2는 solenoid 개방에 의해 23%까지 증가된다. 그 후 산소는 6초 간격으로 주입된다. 이 조절 알고리즘은 위험한 PO2 감소와 그 다음의 다이브 모드 활성화없이 순환으로 부터의 잘못된 호흡으로 사용자에게 의한 의식 상실의 예방을 위한 것이다.

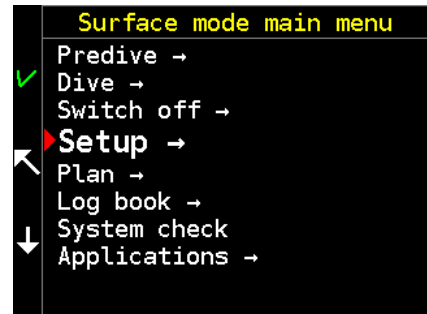
PO2 조절은 여타 조건들이 충족되어야 한다 - 반드시 산소 탱크는 완전히 채워져 있고, 연결되고, 개방되어야 한다; PO2 센서는 반드시 설치되고 보정되어야 하며; 사용자는 높은 산소 소비의 원인이 되는 과도한 노력을 하지 말아야 한다.

수면 모드에서의 PO2 조절은 오직 저산소증 한계점 위에 산소 등급이 근접하도록 유지 한다; 그러므로, 일상적인 호흡으로 사용되지 않을 수 있다.

2.4 Setup (설정)

CCR Liberty는 수면 모드에서 구성된다. 메인 메뉴에서 양쪽 키를 짧게 누르고 setup을 선택 해서 모드를 활성화 시킨다.

몇개의 값들은 다이빙하는 동안 설정할 수 있다; 그러나, 이런 가능성은 극히 예외적이고 오직 비상 상황 해결을 위해 남겨둔다.



특정 설정 값은 주로 사용자의 경험, 생리와 개인적 선호도 의존한다. CCR Liberty가 확실한 값 설정이 가능하다는 사실은 당신의 계획된 다이빙을 위한 설정이 안전하고 당신을 위해 적절하다는 것을 의미하는 것이 아니다.

만약 어떤 값을 설정해야 하는지 확실하지 않다면, 기본값 설정에서의 값 그대로 둔다.

제조사는 만약 잘못된 작동이 부적절한 설정의 결과라면 CCR Liberty의 잘못된 작동에 대한 보증을 제공하지 않는다. 제조사에서 기본값으로 설정된 값은 아래 글의 표제에 있는 꺾쇠 괄호 안에 보여진다.

2.4.1 Editor 사용

대부분의 가변적 값은 비슷한 방법으로 편집된다.

당신 쪽으로 기울인다 - 1 또는 uncheck flag에 의해 입력된 숫자가 감소한다.

왼쪽으로 기울인다 - 커서가 왼쪽으로 움직인다.

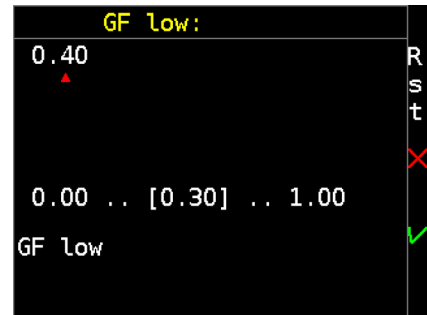
오른쪽으로 기울인다 - 커서가 오른쪽으로 움직인다.

상단 키를 누른다 - 편집을 버린다. (이전 값으로 재설정)

상단 키를 길게 누른다 - 기본값을 재설정.

양쪽 키를 누른다 - 저장을 제외하고 나간다.

하단 키를 누른다 - 저장하고 나간다.



허용 범위는 <최소...[기본값]...최대> 값에 의해 표시된다. 표시창에 보여지는 것은 아래에 간단히 서술되어 있다.

2.4.2 Set point

Use Descent SP(하강 SP 사용) [Off]

하강 setpoint 사용이 가능하다.

하강 setpoint를 참고.

ppO₂ descent (ppO₂ 하강) [0.4 bar]

하강 setpoint의 값. (범위 : 0.2~1.0 bar) 하강 setpoint를 참고.

ppO₂ low [0.7 bar]

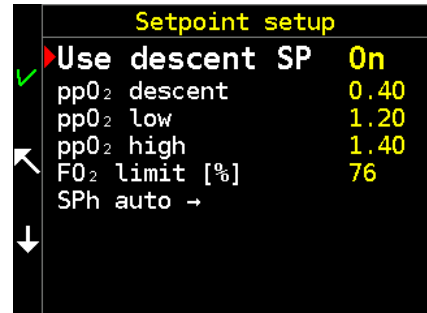
Low setpoint의 값. (범위 : 0.4~1.3 bar) setpoint를 참고.

ppO₂ high [1.3 bar]

High setpoint의 값. (범위 : 0.7~1.6 bar) setpoint를 참고.

FO₂ limit (FO₂ 제한) [90%]

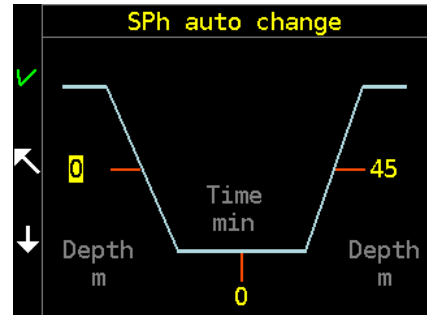
Setpoint는 주변압 %로 제한된다. (범위 : 60~96%)



너무 낮은 % 설정은 작은 수심에서 감압 효율성을 감소시킨다. 작은 수심에서 너무 높은 % 설정은 산소 흡입을 증가시킨다. 이것은 호흡 loop 내용물의 배출이 필요하도록 만들고 균형잡는 것을 더욱 어렵게 만든다. setpoint 한계를 참고.

SPh auto

High setpoint로 자동 전환. 만약 값들이 차트에 입력된 숫자보다 크다면, unit은 명시된 한계에 따라 high setpoint로 자동 전환될 것이다. 당신은 하강하는 동안의 특정 수심 초과와 bottom time 또는 상승하는 동안 특정 수심을 초과하는 것으로 high setpoint로 전환할 수 있다. 설정 값들은 dive profile 도표의 차트에 입력된다.



아래 버튼으로 차트 간 이동하며, 위 버튼으로 항목을 선택하며, 기울임으로 편집한다.

2.4.3 Mixtures (기체 혼합물)

CCR

가변적 산소, 질소 그리고 헬륨 구성비를 사용하는 8 개의 다른 diluents 혼합물을 미리 설정할 수 있다. 선택한 기체 혼합물을 편집하기 위해 상단 키를 짧게 누르고, 값과 커서 위치를 바꾸기 위해 기울기를 사용한다.

Predefined mixtures	
CCR →	
OC →	
Def. diluent	Air
2nd Dev Dil.	Air
Def. OC mix	Air
End pressure	20
Min pO ₂	0.30
Max pO ₂	1.60
RMV	30.0

각 기체 혼합물은 가능하게(체크 박스에 표시됨) 되거나 불가능하게(빈 체크 박스) 됨. 이것은 화면 편집 또는 바로 가기를 통해서 기체 혼합물 리스트에서 상단 키를 눌러서 완료된다.

모든 기체 혼합물 옆에는 MOD와 END가 표시된다. MOD는 항상 사용 가능한 loop 내부 diluent 혼합물을 계산한 것이다. 이는 선택한 high setpoint 보다 부분압 0.2 bar 낮게 계산된다.

당신이 diluent로 사용하는 기체 혼합물은 반드시 설정된 기체 혼합물이어야 한다. 부정확한 diluent 구성의 설정은 부정확한 감압 절차 계산을 유발하고, 만약 재호흡기가 헬륨 센서를 사용하는 간접 측정으로 전환되면 기체 혼합물 내의 부정확한 산소 비율을 유발한다. Diluent를 참고.

OC

가변적 산소, 질소 그리고 헬륨 구성비를 사용하는 8개의 다른 OC bailout 기체 혼합물을 미리 설정할 수 있다. 각 기체 혼합물은 가능하게(체크 박스에 표시됨) 되거나 불가능하게(빈 체크 박스) 된다.

모든 기체 혼합물 옆에는 실린더 크기(liters 또는 cubic feet)와 압력(bar 또는 psi)이 표시된다. 기체 혼합물을 편집하는 동안 개별 item들을 별도로 설정한다. MOD(Maximum Operational Depth)는 1.6 bar의 최대 ppO2를 선택했고 END(Equivalent Narcotic Depth) 또한 고려되어 회색 글자로 표시된다. END는 일반적으로 현재 사용되는 기체 혼합물 내부의 비활성 기체의 마취 효과가 공기를 사용한 다이빙과 같은 수심을 통해 나타난다. 이런 가상의 수심은 특정 수심(대부분 목표 수심)과 동등하다. 하지만 이 경우는 목표 수심을 알지 못하므로, END는 공기의 마취 효과로서 %로 표시된다.

OC mixtures		
<input type="checkbox"/>	Air	
<input checked="" type="checkbox"/>	Oxygen	6-200
<input checked="" type="checkbox"/>	30/28	12-210
<input type="checkbox"/>	EAN 32	
<input type="checkbox"/>	EAN 50	
<input type="checkbox"/>	16/54	
<input type="checkbox"/>	18/45	
<input checked="" type="checkbox"/>	15/55	12-200

Mixture 3		
<input checked="" type="checkbox"/>	Gas	<input checked="" type="checkbox"/> 30/28
	Tank size	12.0
	Pressure	210
	MOD	44m
	END	78%

준비된 bailout(stage tank)을 위한 기체 혼합물은 반드시 입력되고 사용 가능해야 한다.

사용되지 않는 기체 혼합물들은 반드시 비활성화 되어야한다. 그렇지 않으면, 기체 관리 계산 또는 BO RMT는 왜곡될 것이다.

비상 상황에서, 다이빙하는 동안 기체 혼합물은 사용 가능하다. 뿐만 아니라, 다이빙하는 동안에도 새로운 기체 혼합물을 정의할 수 있다. 이런 가능성은 오직 비상 상황만을 위해 보유된 것이다.

Def. diluent (기본 diluent)

다른 기본값의 diluent는 오직 사용 가능한 기체 혼합물에서 선택될 수 있다.

2nd Dev Dil. (두번째 장비의 diluents)

만약 back-up 재호흡기가 사용된다면, 관련된 감압 계산을 위해 back-up 재호흡기 내부의 diluent 구성 요소들을 정의한다.

Def. OC mix (기본 OC 기체 혼합)

다른 기본값의 OC bailout은 오직 사용 가능한 기체 혼합물에서 선택될 수 있다.

End pressure

다이빙 동안 scheduler에서의 기체 관리 계획과 BO RMT의 균형을 맞추기 위한 계획된 tank 종료 압력.

Min PO₂

최소 ppO₂에 대한 OC 혼합물의 유용성을 결정.

Max PO₂

최대 ppO₂에 대한 OC 혼합물의 유용성을 명시.

RMV

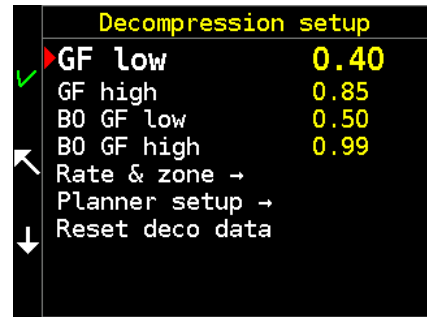
다이빙 동안 scheduler에서의 기체 관리 계획과 BO RMT 계산을 위한 분당 호흡량. 비상 상황을 다루기 위해 충분히 여유 있는 설정을 권장한다. CO₂ - hit 상황 동안의 RMV는 50 l/min을 크게 초과할 수 있다.

2.4.4 Decompression setup (감압 설정)

GF low [0.30]

감압 시작에서의 증감 비율. (범위 : 0.05~1.00)

GF low 결정은 감압 시작에서 감압 ceiling 수심에서의 안전을 추가적으로 증가시킨다. 1.00 값의 설정은 증감 비율 방법을 사용하는 추가적인 안전의 증가 없이 Buhlmann 감압 알고리즘과 일치한다.



Decompression setup	
GF low	0.40
GF high	0.85
B0 GF low	0.50
B0 GF high	0.99
Rate & zone →	
Planner setup →	
Reset deco data	

낮은 값의 설정은 감압의 시작에서 보다 깊고 보다 긴 정지를 유발한다.

GF high [0.80]

감압 끝에서의 증감 비율. (범위 : 0.10~1.00)

GF high 결정은 수면으로 상승 시의 안전을 추가적으로 증가시킨다. 1.00 값의 설정은 증감 비율 방법을 사용하는 추가적인 안전의 증가 없이 Buhlmann 감압 알고리즘과 일치 한다.

낮은 값의 설정은 보다 긴 낮은 감압 정지를 유발한다.

Bailout GF low [0.80]

감압 시작에서의 bailout을 위한 증감 비율. (범위 : 0.05~1.00)

원칙적으로, bailout GF low를 위해 표준 GF low 보다는 보다 높은 GF 값(보다 낮은 추가적인 안전의 증가)을 설정한다.

Bailout GF high [0.95]

감압 끝에서의 bailout을 위한 증감 비율. (범위 : 0.10~1.00)

원칙적으로, bailout GF high를 위해 표준 GF high 보다는 보다 높은 GF 값(보다 낮은 추가적인 안전의 증가)을 설정한다.

Rate & zone

이것은 하강과 상승 속도를 설정하도록 허락한다. 입력은 dive profile 도표의 차트에 한다. 차트의 이동은 하단 버튼을 사용하고, 아이템의 선택은 상단 버튼을 사용하며, 기울기로 편집한다. 첫 차트는 추적 관찰된(m/ft) 어떤 하강율로 부터의 첫번째 정의된 수심이다. 뒤이은 값은 하강 율(m/min 또는 ft/min)이다. 상승 속도는 세개의 구역으로 나눈다: 첫번째는 한계의 최대 수심, 두번째는 최대 수심에서 두번째 한계 그리고 최종적으로 두번째 한계에서 수면. 이 한계들은 우측 그래프에서 정의될 수 있다. 개별 구역의 속도는 그래프 출력 부분의 좌측에 있다.

Planner setup

감압과 기체 관리 planner의 설정을 위해 사용된다. 상세한 설명은 planner settings 참고.

Reset deco data (감압 자료 재설정)

이것은 아주 긴 기간의 이전 다이빙 후와 일치하는 생물학적 비활성 기체의 포화와 산소 독성의 계산을 재설정한다. 사용자는 감압 데이터 재설정 후의 CCR Liberty 사용은 재설정된 장비를 사용하여 물에 들어가기에 앞서 48시간 동안 다이빙을 하면 안된다.

해수면 등급 위의 상당히 증가된 고도에서 재설정된 장비로 24시간 동안 다이빙을 하면 안된다.

2.4.5 Alarms (알람)

Alarm sources

CNS [On]

산소 독성 한계에 도달했다.

PO₂

산소 부분압이 허용된 설정 범위를 초과했다.

Descent rate (하강 비율) [Off]

하강 비율이 설정된 한계를 초과했다.

Alarm sources	
▶ CNS	On
✓ Descent rate	Off
Ascent rate	On
Low battery	25
◀ Min pO ₂	0.30
↓ Max pO ₂	1.60

Ascent rate (상승 비율) [On]

빠른 이동, 아주 짧은 내성과 함께 상승 비율이 설정된 한계를 초과했다.

Low battery (저 전력) [25%]

배터리 전력이 설정된 한계 아래로(범위 : 0~40%) 떨어졌다. 0으로 설정은 이 알람을 비활성화 한다.

Notifications (알림)

No deco end [On]

다이빙 끝 부분의 zero time(Buhlmann 감압 모델의 용어), 즉, 상승 비율의 감소 그리고 /또는 감압 정지 수행이 필요할 수 있다는 알림.

Gas switch reminder [Off]

다른 기체 혼합물로 교환을 권고. 이는 오직 bailout OC 모드에만 사용된다.

Notifications		
✓	No deco end	On
	Gas sw. reminder	Off
	Gas switch done	On
←	Depth & Time →	
	Stack time	240
↓	Stack timer sfc.	Off

Gas switch done [On]

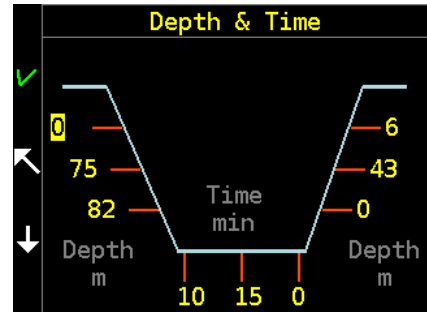
기체 혼합물(bailout OC 모드에서) 또는 diluent의 교환이 실행됐다.

Depth & Time (수심 & 시간)

수심과 시간 알림은 다이빙 도표를 통해 설정한다.

도표의 이동은 하단 버튼을 사용하고 선택은 상단 버튼을 사용하며, 기울기로 값을 설정한다.

하강하는 동안 설정된 수심에 도착된 것을 알림. 이것은 0~300 m 범위 이내에서 3개의 독립된 수심으로 설정 가능하다. 0은 알림의 비활성화를 의미한다.



다이브 타임에 도달한 것을 알림. 이것은 0~999분 범위 이내에서 3개의 독립된 시간으로 설정 가능. 0은 알림의 비활성화를 의미한다.

Stack time [150 min]

모든 폐쇄식 다이브 모드가 도달한(범위 : 0~360분) 누적 시간을 알림. 0은 비활성화 알림을 의미한다. Timer를 재설정 하기 위해서는 Predive menu로 간다.

Stack time sfc.

Unit이 dive mode이지만 수면 등급에 있을 때 stack time을 계산하지 않도록 할 수 있다.

On - 수면에서 계산됨.

Off - 수면에서 계산되지 않음.

2.4.6 Preferences (선호도)

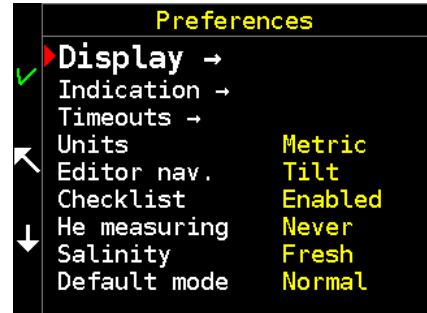
Display (화면)

Orientation (방향)

왼쪽/오른쪽을 위한 설정.

Screen saver

설정 기간(범위 : 0~120초) 후, 표시창은 비활성화된다. 0은 표시창의 끊임없는 활성화를 의미한다.



Dive mode screen.

다음의 6가지 화면 중 어떤 것도 사용 가능 또는 불가능하게 할 수 있다. 이것은 다이빙 하는 동안 완료될 수 있다.

Detailed - 모든 필요한 정보를 표시하는 주된 화면.

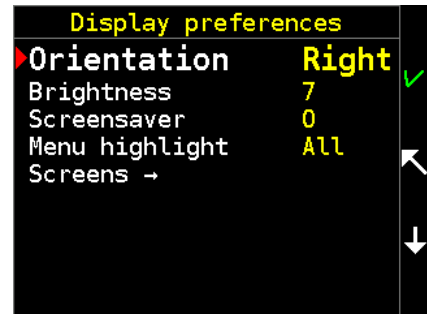
Synoptic - 수심 값을 읽기 쉽다; 이것은 중요한 정보를 동반한다.

Big - 가장 중요한 정보가 아주 큰 글자로 표시된다.

Graph - 다이브 프로파일 화면.

O2 센서 - 상세한 센서 상태.

TTS - 특별한 BO RMT 값과 향후 TTS를 사용한 수면까지의 시간.



Indication (표시)

Auxiliary displays (보조 화면)

HUD와 buddy display 위치 설정. 기본 위치는 오른쪽에 HUD와 왼쪽에 BD.

Color blind mode (색맹 모드)

만약 HUD의 청색과 녹색 LED 라इट를 구별할 수 없다면, 색맹 모드로 전환한다. Color blind mode 참고.

Time outs

Key press delay (키 누름 지연) [1]

최소 키 누름 시간. (범위 : 1~5, in 100 ms)

Auto switch off

CCR Liberty를 수면 모드에서 대기 모드로의 전환하는 시간. (범위 : 0~999 분) 0은 대기 모드로의 자동 전환을 비활성화 시킨다. 만약 handset이 연결되어 있지 않다면, 설정에 관계없이 150분 후에 switch-off가 발생할 것이다.

Units [Metric]

Metric 또는 imperial unit(더 정확히 말하자면, U.S 전통적 도량형 체계)은 전체 장비에 대해 설정 가능하다. 모든 물리적 계산은 metric 시스템을 사용하여 내부에서 수행된다; 결과는 오직 표시를 위해 변환된다.

Editor nav. [Tilt]

편집기의 숫자들은 기울이거나 두드림에 의해 증가되거나 감소될 수 있다. 두드림 조절을 위해 약간의 연습이 필요하다. 중요한 이유없이 기울기 설정을 바꾸지 않는다.

Checklist [사용 가능]

수면 모드 메뉴에서 CCR 모드로 들어갔을 때, Checklist가 표시된다. 이것은 사용하지 않도록 할 수 있다.

He measuring (헬륨 측정) [TMX only]

TMX only - 헬륨 센서는 오직 헬륨을 담고있는 diluent가 선택되었을 경우에만 사용된다.

Never - 헬륨 센서는 영구적으로 비활성화 된다.

2.4.7 Calibration (보정)

Calibrate He-Air

헬륨 센서는 공기와 함께 보정된다. 센서는 오랜 기간 동안 안정된다; 그러므로, 보정은 오직 센서를 교체한 후 또는 정확성에 의심이 가는 경우에만 수행한다. 센서는 반드시 어떤 헬륨의 혼적으로 부터 자유로워야 한다.

Oxygen purity [99.5%]

보정 기체 내의 산소 농도를 설정할 수 있다. 만약 가능하다면, 보정을 위해 최소 99.5% 순도의 산소를 사용한다.

보정을 위해 공기를 사용하지 않는다. 대기압에서 공기 중의 산소 부분압은 set point에 의해 결정된 부분압으로부터 상당히 다르다. 사용 기간의 끝에, 산소 센서는 성공적으로 21%(공기)

보정을 할 수 있다, 하지만 더이상 1 bar 또는 그 이상의 PO2 측정이 불가능 할 것이다. 산소 센서의 보정과 산소를 참고.

Recommended [3 일]

산소 센서의 재 보정은 설정일 후에 권장될 것이다. (범위 : 0~30)

2.4.8 Faulty sensors (불완전한 센서)

Oxygen sensors

센서 상태의 개요는 PO2 계산을 위한 개별 산소 센서가 차단될 가능성이 있다.

Normal (정상) – 센서 고장이 감지되지 않음; 센서는 data source로 사용됨.

Uncalibrated (보정되지 않음) – 센서가 보정되지 않았다.

Excluded (차단됨) – 센서가 알고리즘에 의해 자동적으로 차단되었다. 만약 차단할 이유가 더이상 존재하지 않는다고 결정되면, 알고리즘은 센서를 정상 상태로 되돌릴 수 있다.

Disabled (사용 불가) – 센서를 수동적으로 차단했다.

Error (에러) – 센서가 존재하지 않거나 접촉이 나쁘다.

off line – 센서를 사용할 수 없다. (module level에서의 디지털 통신은 작동하지 않는다)

Helium sensors

헬륨 센서를 포함 및 비 포함할 가능성이 있다.

Normal (정상) – 센서 고장이 감지되지 않음; 센서는 data source로 사용됨.

Uncalibrated (보정되지 않음) – 센서가 보정되지 않았다.

Disabled (사용 불가) – 센서가 수동적으로 차단되었다.

Error (에러) – 센서가 존재하지 않거나 접촉이 나쁘다.

off line – 센서를 사용할 수 없다. (module level에서의 디지털 통신은 작동하지 않는다)

Pressure sensors

압력 센서의 개요는 개별 센서들이 수동적으로 차단될 가능성이 있다.

Normal (정상) - 센서 고장이 감지되지 않음; 센서는 data source로 사용됨.

Disabled (사용 불가) - 센서가 수동적으로 차단되었다.

Error (에러) - 센서가 존재하지 않거나 접촉이 나쁘다.

off line - 센서를 사용할 수 없다. (module level에서의 디지털 통신은 작동하지 않는다)

압력과 수심 측정 참고.

Other devices (그 밖의 장치들)

제대로 작동하지 않는 solenoid를 차단할 수 있다. 만약 그렇다면, 다른 solenoid는 완벽히 따라잡을 것이고, 빈도는 12초에서 6초로 정정될 것이다.

PO₂ source

Loop 내부의 산소 부분압 조절을 위한 자료 출처를 전환한다.

O2 - 산소 측정과 조절을 위해 화학적 산소 센서가 사용된다.

He - 산소 측정과 조절을 위해 간접 측정은 헬륨 센서를 사용한다.

2.4.9 Miscellaneous (그 외 여러가지 들)

Set time (시간 설정)

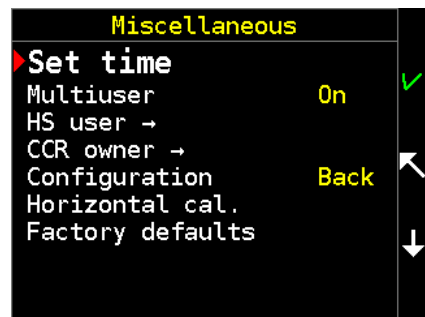
날짜와 시간 설정은 YYYY/MM/DD hh:mm:ss
형식으로 완료된다.

Horizontal calibration (수평 보정)

가속계는 기울기와 두드림에 의한 조절을 위해
사용된다. 이것들은 보정되어야만 한다. 보정하기
전에 handset을 표면 레벨(예, 탁자)에 위치시킨다.

Factory defaults (공장 기본값)

이 재설정은 모든 설정을 기본값으로 한다. 재설정을 따른 후, 다이빙 전에 바뀐 모든 필요한
설정을 확인한다.



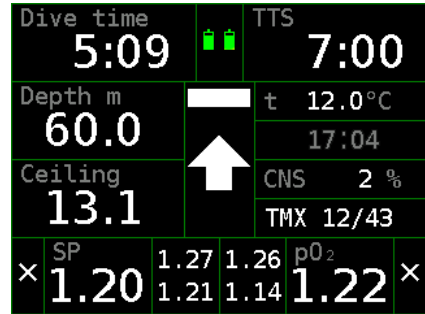
2.5 다이브 모드

2.5.1 상세한 화면

다이빙 도중 필요한 모든 정보는 주 화면에 표시된다. 대부분 정보는 분명한 값과 분명한 심볼에 의해 제공된다.

Dive time

타이머는 물속에 잠긴(수심 > 1.5m) 후에 시작되고 수면 도착(수심 < 0.5m) 후에 멈춘다.



수면(또는 아주 얇은 수심)에 머무는 경우, 뒤이은 두번째 하강(다이빙 종료 시간을 설정하는 동안의 자동 종료)에 의해 표시된 다이브 타임은 수면 시간을 포함하는 첫번째 하강 시간에서부터 일 것이다.

Depth

수심은 unit의 설정(m 또는 ft)에 따라 읽을 수 있다. 수심은 측정된 정수압에서 계산된다. 담수(기본값) 또는 해수 밀도는 수심 계산을 위해 설정할 수 있다. (단위와 염분도는 Set up - Preferences에서 설정한다)

담수/해수 설정은 감압 계산에 영향을 미치지 않는다. 감압은 주변압에 근거하며 수심은 독립적으로 표시된다.

No deco

당신은 감압 의무를 피하기 위해 현재 수심, 현재 호흡하는 호흡 기체(현재 헬륨 구성과 현재 SP)를 고려한 표시된 시간 동안 머물 수 있다. 그렇다고 해도 다이버는 권장된 상승 율을 따를 것이다.

다이빙 동안, 이미 No Deco 표시가 zero 값을 표시하는 상황에서도, 감압 ceiling 값은 여전히 표시되지 않는다. 이런 상황은 약 10초간 지속될 수 있다. 이런 상황은 No deco time이 종료되고 감압 ceiling은 수면 등급 아래에 있지만, 감압을 위한 단계가 필요없이 규정된 속도로 수면까지의 직접 상승이 충분할 정도로 낮기 때문이다.

Ceiling

감압 ceiling 수심은 수면으로 상승하면서 계속해서 감소한다. 관독은 상승하는 동안 아무 곳이나 인위적으로 정지된 것이 아니다. Ceiling 수심이 아주 얇더라도 항상 ceiling 수심 아래에 머문다.

Liberty의 Ceiling 지시는 감압 정지 지시를 대신한다. 다이버는 감압 정지를 수행하는 수심 또는 감압 ceiling 수심에 따른 꾸준한 상승을 선택한다. 이런 접근법은 감압 시간에 관해서는 훨씬 효과적일 수 있다. 시간의 참고는 TTS(Time To Surface)이다. 만약 상황이 허락되지 않는다면 얕은 수심의 감압 ceiling을 따르지 않는다. 파도, 조류, 얕은 수심에서 장비의 양성 부력, 시각적 참고의 결핍과 다른 요인들은 ceiling 수심 위로 조절되지 않은 상승 또는 감압 정지를 완전히 저해하는 원인이 될 수 있다.

Ceiling 수심 위로의 상승은 경고를 발생시킨다. 그 이상의 위반은(1m/3ft 이상) 추가적인 알람을 유도한다. 두가지 알람 모두 기록된다. 감압 계산은 추가적인 벌칙 없이 계속될 것이다. 다이버는 심각한 결과의 개연성을 최소화하기 위한 결정에 책임이 있다.

Ceiling 값이 사라지면 감압은 더이상 요구되지 않는다. 이 경우 수면으로의 상승이 가능하다.

TTS

TTS는 감압 profile의 완료를 포함한다. TTS의 단위는 Menu / Setup / Decompression / Planner setup / Rounding에서의 설정에 의해 영향을 받는다. 단위는 60s, 30s, 1s로 설정할 수 있다.

배터리 심볼



배터리 완충.



바의 길이는 배터리 전력에 비례한다.



색깔은 전력이 절반 이하로 떨어지면 바뀐다.

결합된 그래픽 심볼

화면에 자세히 열거된 결합된 그래픽 심볼은 빠른 의미 전달을 위해 의도되었다. 다이버가 반드시 무엇을 해야 하는지를 알려준다. 경고 심볼의 색깔은 중요도에 따라 노란색에서 적색으로 바뀐다.



수면으로의 상승이 허용된다.



감압 정지 또는 감압 ceiling 수심으로의 상승이 허용된다.



감압 ceiling 또는 감압 정지 수심에 도착했다; 수심 변화가 없다.



안전 정지 수심에 도착했다; 수심 변화가 없다.



상승율이 초과되었다: 당신의 상승을 천천히 한다.



현재 수심이 감압 ceiling 수심 보다 낮다; 하강한다.

t (Temperature)

수온은 HS 상자 내부에서 측정된다. 온도 변화 후에 온도 판독까지 약 1~2분 기다리면 안정된 값에 도달한다. 공기 온도는 많은 요인들에 의해 영향을 받으며 단지 표시된다.

CNS

이른바 “oxygen clock”은 CNS 독성 한계 소비의 퍼센트이다. 계산은 NOAA 산소 노출 한계에 기반을 둔다. 산소 함유 기체의 호흡을 참고.

Diluent

현재 사용되는 diluent가 표시된다.

Solenoid 심볼

왼쪽과 오른쪽 하단 구석에 있는 이 심볼은 제어 장치로부터의 테이터에 따라 solenoid의 상태를 표시해준다.

X : Solenoid가 닫혀있는 상태.

= : Solenoid가 개방된 상태.

SP

Setpoint는 PO2값이 요구된다. Setpoint 값은 보통 흰색으로 표시된다. Setpoint 값은 값이 신체적으로 도달 가능한 범위가 아닐 때 노란색으로 표시된다.(예; 2m에서 1.4의 SP) Setpoint가 도달할 수 있는 역량의 평가는 최대 FO2 설정에 의해 영향을 받는다.(예; SP 1.3은 3m에서 도달할 수 있다, 그러나 오직 loop 내부에 100% 산소가 있을 경우 만이다. 그러나 FO2가 80%로 설정되었다면, 이 경우 setpoint는 노란색으로 표시되고 solenoid는

ppO2값이 1.04 bar[1.3x0.8] 아래로 떨어지지 않는 한 산소를 추가하지 않을 것이다)

Setpoint 값은 오직 setpoint가 변경되었을 때 적색으로 표시될 것이다.

Setpoint 조절에 관한 정보는 Setpoint를 참고.

O₂ 센서

4개의 O₂ 센서에 의해 측정된 PO₂가 표시된다.

ppO₂

PO₂는 직접(PO₂ 센서 사용) 또는 간접적(He 구성비 센서 사용)으로 측정될 수 있다. 이는 평균 값을 보여준다. PO₂ 직접 측정과 1.9.3 He 내용물 측정을 참고.

느낌표 (!)

만약 PO₂ 값 옆에 노란색 느낌표가 표시된다면, 그것은 하나 또는 그 이상의 센서가 차단된 것을 의미한다. 이는 ppO₂, 온도, 압력 그리고 헬륨 측정에 적용된다.

2.5.2 화면 개요

수심 값은 읽기 쉽다. 이것은 다른 중요한 정보를 동반한다. 모든 값의 의미는 화면의 상세 용과 동일하다.

2.5.3 큰 화면

가장 중요한 정보는 정말 큰 글자로 보여진다. 이 화면은 시야가 아주 좋지 않을 때 유용 하다. 많은 дай버들이 mask 없이도 숫자를 읽을 수 있다.

2.5.4 Dive profile 화면

시작

수중에서의 시간은 스케줄 수행 확인을 위해 유용하다.

Avg (평균 수심)

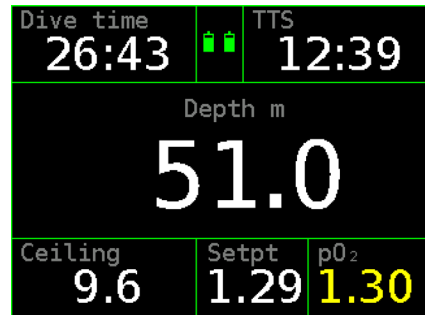
평균 수심은 노란색 수평선과 노란색 숫자를 사용하여 표시된다.

현재 수심.

하단 왼쪽 구석을 본다.

Dive time

현재 다이빙의 Run time은 하단 오른쪽 구석에 위치되어 있다.



Max (최대 수심)

이것은 다이빙 동안 도달한 최대 수심이다. 이 값의 영역은 바닥 라인의 중간에 위치한다.

2.5.5 센서 화면

센서의 잠재적인 값과 보정된 센서의 ppO₂ 값들을 표시한다.

Diluent

현재 diluent(O₂/He)의 구성 요소.

He0 / He1

개별 헬륨 센서에 의해 감지된 Loop 내부의 헬륨 구성비. 이상적인 조건 하에 측정된 값은 diluent 내부의 헬륨 구성비와 일치할 것이다.

pO₂

현재 수심에서 diluent 내부 산소의 부분압.

pO₂ indirect

헬륨 센서를 사용하여 간접적으로 측정된 ppO₂. Cell은 파란색이다. ppO₂ 측정이 헬륨 센서를 통한 간접적인 측정으로 전환되었을 때 ppO₂와 동일하다.

Stack

Scrubber stack time.

O ₂	62.7 mV	1.25 bar
	61.1 mV	1.21 bar
	67.2 mV	1.23 bar
	58.8 mV	1.14 bar
Diluent	12/43	pO ₂ indirect
He0	48.8%	1.19 bar
He1	48.8%	0.97 bar
pO ₂	0.72 bar	Stack 2:34

2.5.6 TTS 화면

이 화면은 유용하고 독특한 차단 정보를 포함하고 있다.

BO RMT

Bailout remaining time은 현재 수심에서의 최대 체류 기간을 결정하는 시간이다, 그래서 bailout 기체 공급은 감압을 포함한 전체 상승을 위해 충분하다는 의미이다. 알고리즘은 모든 설정된 기체들과 명시된

분당 소비량(RMV)을 포함하여 계산한다. 정확한 계산을 위해서 부피, 압력 그리고 기체 구성요소를 정확하게 입력하고 기체 표에 나열된 실제 사용되는 기체를 가지고 있어야 하는 것이 필요하다. BO RMT는 Bailout GF 설정에 기반을 두고 계산된다.

BO RMT	21	BO TTS	14:12
Depth m	51.4	TTS	11:10
Ceiling	17.6	pO ₂	1.21
TTS (+2)	14	TTS (+5)	19
		TTS (+10)	26

BO TTS

OC bailout 상승에 관련된 수면에 도착하기 위해 요구되는 시간. 상승 시간은 Bailout GF 설정에 따라 계산된다.

TTS (+2) (+5) (+10)

이 3가지 아이템의 값들은 향후 TTS를 나타낸다. 예; 만약 다이버가 현재 수심에서 다음 2, 5, 또는 10분 동안 머문 경우의 상승 시간. 다이빙의 포화 단계에서 값은 서서히 증가하며, 반포화 단계에서는 반대의 상황이다.

2.6 CCR mode

이것은 CCR Liberty의 주된 다이빙 모드이다.

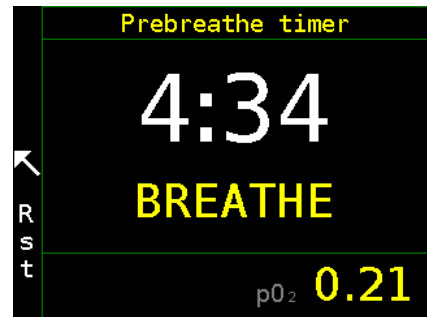
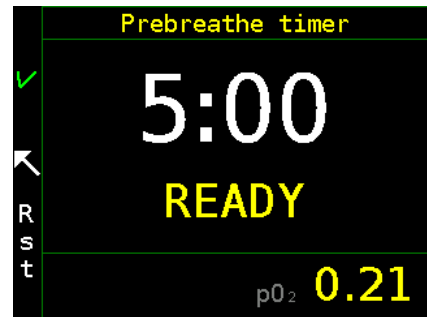
2.6.1 CCR mode로 들어가기

CCR 모드로 전환하는 표준 방법은 수면 모드에서 메뉴를 선택하는 것이다.

만약 수면 모드 또는 대기 모드에서 1.5m 보다 더 깊은 수심으로 들어간다면, 재호흡기는 자동으로 CCR 모드로 전환될 것이다. 의도적으로 이 전환 방법을 사용하지 않는다; 이것은 오직 비상 상황을 위한 것이다.

다이빙 모드로 전환하는 절차는 다음 과정을 따른다. 다이빙 모드를 선택함으로써, 산소 주입은 현재 산소 부분압과 설정된 setpoint에 기반을 두고 즉시 시작된다. 동시에, 산소 센서들은 자동적으로 확인되고 보정이 점검된다. 만약 보정이 설정된 보정 날짜보다 오래 되었거나 센서 전압이 10% 이상 다르다면, 경고와 함께 산소 센서를 위한 새로운 보정 권고가 보여진다.

다음 단계는 pre-dive check list이다. 다이버는 단계적으로 이 점검표를 따라야 하고 표시된 모든 아이템들을 개인적으로 확인해야 한다. 하단 버튼을 사용하여 다음 화면으로 이동한다.



모든 점검표의 아이템들을 확인한 후, pre-breathe 화면이 나타난다. 사전 호흡을 위한 준비 장치이다. 설정된 사전 호흡 시간을 count down하기 위해 상단 버튼을 누른다. 사전 호흡을 위한 규칙과 절차는 Chapter 3.2.12에 설명되어 있다.

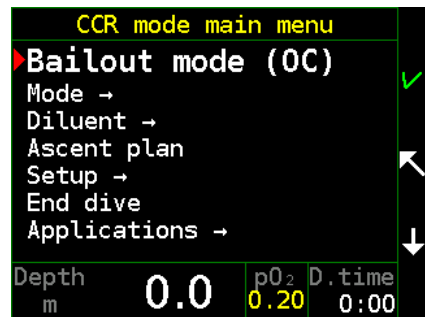
하단 우측 구석에는 평균 ppO₂가 표시된다. 모든 센서와 다른 값들은 두번째 handset에서 관찰 가능하며 모든 다이빙 모드 화면을 사용할 수 있다. 만약 사전 호흡이 중단되었다면, 하단 버튼을 사용하여 count down을 재설정 할 수 있다.

사전 호흡의 종료는 진동과 “FINISHED”라는 문자로 알려진다. 만약 다이버가 스스로 계속 진행하지 않는다면, 몇 초 후에 기본 다이빙 모드 화면이 자동적으로 나타날 것이다.

2.6.2 다른 모드로 전환

메뉴에서 CCR mode로부터 manual CCR과 bailout OC 모드로 전환이 가능하다.

만약 현재 수심이 1.5m 보다 낮다면, 수면 모드와 대기 모드로 전환이 가능하다.



2.6.3 PO₂ 통제

CCR Liberty의 기본 기능은 정확한 산소 부분압을 유지하는 것이다.

PO₂ 조절의 예측 알고리즘이 사용된다. 측정된 PO₂는 수학적 모델에 따라 호흡 loop에 조절된다. PO₂ 계산의 전달과 그 다음 가능한 solenoid 개방은 6초 간격으로 수행된다. 산소는 양쪽 제어 장치와 일치하는 solenoid를 사용하여 번갈아 추가된다.

실제 수심 결정이 불가능(고장 또는 모든 압력 센서의 수동 차단 때문에)한 경우, 산소 전달의 통제를 간단한 알고리즘으로 전환한다.

Setpoint

Setpoint는 PO₂ 값이 요구된다; setpoint 조절에 대한 정보는, setpoint를 참고.

두가지 특별한 값(low setpoint와 high setpoint)이 설정된다. 이것은 상단 키(high setpoint) 또는 하단 키(low setpoint)를 길게 눌러서 간단히 설정될 수 있다.

기본값 설정에서, low setpoint는 0.7 bar(70 kPa)의 값을 가진다. 이것은 0.4에서 1.4 bar 범위 이내에서 재설정이 가능하다.

표준값 설정에서, high setpoint는 1.3 bar(130 kPa)의 값을 가진다. 이것은 0.7에서 1.6 bar 범위 이내에서 재설정이 가능하다.

CCR dive mode의 시작에서, low setpoint는 기본값에 의해 활성화된다.

Descent setpoint

하강 setpoint는 조류에서 하강할 때 처럼, 주어진 수심으로 빨리 하강하는 것이 필요할 때와 같은 상황을 위해 디자인되었다. 사용된 알고리즘은 하강하는 동안 자연스럽게 증가 하는 PO₂를 사용한다. PO₂의 자연스러운 증가는 산소 소비보다 빠르다.

하강 setpoint의 사용은 반드시 환경설정 안에서 사용 가능해야 한다. 만약 사용 가능 하다면, 하강 setpoint는 수면 모드에서 CCR 모드로 전환될 때 자동적으로 활성화된다. 이것은 다른 방법으로 활성화될 수는 없다. 하강 setpoint는 가변적인 값이다. 초기 설정 값은 수면 PO₂를 준다. 수중에서, 현재 setpoint는 매 10m 수심마다 0.2 bar(20 kPa) 마다 연속적으로 증가한다. (즉, 공기를 사용하는 개방식 다이빙을 할 때 같은 절대치에 의해 증가한다, 오직 다른 초기값에 대하여)

하강 setpoint는 low setpoint 값에 도달 또는 완료 또는 상당히 천천히 하강할 때 low setpoint 로 자동적으로 전환된다, 하지만 10분 후 보다 늦지 않는다.

하강 setpoint를 사용할 때, 사용자는 반드시 생리학적으로 허용되는 PO₂ 한계에 도달 또는 초과하는 지를 연속적으로 확인해야 하며 그에 따른 하강율을 조절하거나 다른 조치를 취해야 한다.

Setpoint 한계

설정 값 뿐만 아니라, setpoint 한계는 주변압으로 정해진다. 예를 들면, 3m 수심에서 정수압은 1.3 bar이며 PO₂는 순수 산소를 사용할 때 최대 1.3 bar에 도달할 수 있다.

현실적인 이유(호흡 loop 내부의 기체는 정확히 100% 산소로 될 수 없다)로 setpoint는 기본값에 의해 주변압의 90%에서 설정된다. 이 가격은 60~96% 범위 이내에서 재설정 할 수 있다.

비상 ppO₂ 조절

만약 모든 화학적 센서들이 유효하지 않고(오류, 사용 불능 등), 수심이 6m/20ft 보다 적고, ppO₂ 출치가 O₂ 센서이면, 비상 O₂ 주입 + 알람이 매 6초 마다 작동된다. 사실, Liberty는 산소 재호흡기가 된다.(6m/20ft 수심은 순수 산소를 위해 안전하다) Unit은 센서의 기능 장애 또는 사용 불가능의 치명적 결과를 예방하기 위해 6m 보다 낮은 수심에서의 저 산소 위험성과 과 산소의 위험성보다 대단히 크다고 가정한다. 이 경우, 다이버는 ppO₂가 안정 될 때까지 더 깊게 다이빙해서는 안되며, 다이버는 호흡하는 기체 혼합물을 확실히 알아야 한다.

헬륨 센서를 사용한 간접 측정에 의한 비상 ppO_2 조절

만약 모든 화학적 센서들이 다이빙 모드에서 작동하지 않는다면, “ppO2 measuring lost” 알람이 발생한다.

헬륨 센서를 사용한 ppO2 간접 측정은 오직 수동으로 활성화될 수 있다. 제공된 헬륨 측정 설정이 켜져있고(TMX only), diluent 내부의 헬륨 구성이 20% 이상이어야 한다. 헬륨 센서를 사용한 산소 간접 측정을 사용할 때는, 항상 헬륨 센서들이 보정되고 작동되는지 확인해야 한다.

산소 간접 측정을 하는 동안 모든 ppO2에 대한 영역들은 청색이다.

2.6.4 감압

감압 알고리즘은 측정된 PO2값과 diluent 구성요소에 따른 비활성 기체를 고려한다. 다이빙 하는 동안, 안전 등급은 CCR Liberty 운영에서 모드에 영향을 끼치는 것 없이 표준 그리고 bailout gradient factor(GF) 설정 전환에 의해 메뉴에서 설정할 수 있다.

2.6.5 특정 handset 제어

상단 키를 길게 누름 – high setpoint.




하단 키를 길게 누름 – low setpoint.

2.7 Manual CCR mode

이 모드는 주로 훈련을 위해 제공된다.

2.7.1 Manual CCR 모드에 들어가기

CCR mode, bailout OC mode 또는 Surface mode 의메뉴에서 manual CCR mode로 전환 가능하다.

Dive time		TTS
35:16		20:23
Depth m		t 12.3°C
48.3		17:04
Ceiling		CNS 15 %
22.1		TMX 12/43
MANUAL CONTROL	1.27 1.21 1.21 1.12	pO ₂ 1.20

2.7.2 다른 모드로 전환하기

메뉴에서, manual CCR mode에서 CCR mode와 bailout OC mode로 전환 가능하다. 만약 현재 수심이 1.5m 보다 낮다면, 수면 모드와 대기 모드로 전환 가능하다.

2.7.3 PO₂ 통제

Manual CCR mode는 CCR mode에 기반을 둔다. 그러나, 자동 산소 보충은 사용할 수 없고 PO₂ 통제는 오직 수동으로만 수행된다. PO₂ 측정과 표시, 감압 계산과 모든 다른 데이터 표시는 작동된다.

만약 모든 solenoid가 개방 상태로 잠겨있다면 사용자는 수동 bypass valve 또는 산소 탱크 밸브의 조작을 사용하여 수동으로 산소를 추가한다.

만약 PO₂가 0.3 bar 아래로 떨어지면, 그 후 산소는 안전상의 이유로 자동적으로 호흡 loop에 추가될 것이다. 이것은 오직 solenoid가 작동하고 산소 공급을 할 수 있을 때만 가능하다.

수동으로 호흡 loop에 산소를 추가할 때, 산소 추가와 측정된 값의 변화 사이에 지연이 예상된다. 이런 지연은 산소가 배기 주머니에 추가되고 호흡 혼합 기체는 반드시 센서에 도착하기 전에 scrubber를 지나가야 하기 때문이다.

2.7.4 감압

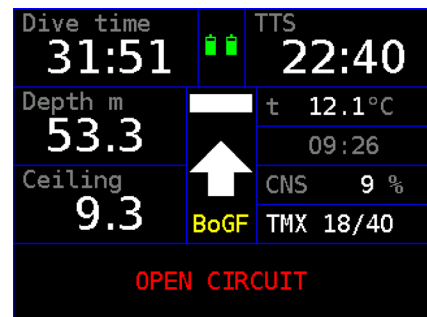
감압 알고리즘은 측정된 PO₂값과 diluent 구성요소에 따른 비활성 기체를 고려한다.

2.8 Bailout OC mode

이 모드는 비상상황 해결을 위해 제공된다.

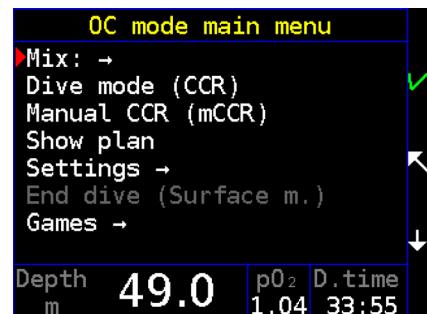
2.8.1 Bailout OC mode로 들어가기

Bailout OC mode로의 전환은 CCR mode, manual CCR mode 또는 Surface mode의 메뉴에서 가능하다.



2.8.2 다른 모드로 전환하기

메뉴에서는, bailout OC mode에서 CCR mode와 manual CCR mode로 전환이 가능하다. 만약 현재 수심이 1.5m 보다 낮다면, 수면 모드와 대기 모드로 전환이 가능하다.



2.8.3 기체 혼합물

다이버가 장비의 호흡 loop로부터 호흡하지 않겠지만, 독립된 개방식 장비를 사용할 것이라고 가정한다. 자동 PO2 통제는 bailout 모드에서는 비활성화 된다; 장비는 오직 감압 컴퓨터로만 작동한다.

이로 인해서, OC bailout mode로 전환되었을 경우, 당신은 절대 unit에서 호흡하면 안된다.

8개 이상의 사전 설정된 호흡 기체 혼합물이 이 모드에서 사용 가능하다. 사용자는 메뉴에서 현재 사용된 혼합 기체를 선택할 수 있거나 상단 또는 하단 키를 길게 눌러서 각 혼합 기체를 연속해서 선택할 수 있다. Bailout OC 모드로 전환한 후에, 구성된 기본 혼합 기체를 설정한다.

2.8.4 감압

감압 알고리즘은 수심에 따른 부분압 값과 설정된 혼합 기체를 고려한다. Bailout OC로 전환한 후, 안전 등급은 bailout gradient factor(GF)를 사용하여 자동적으로 설정된다.

이것은 CCR Liberty를 운영할 때 모드에 영향을 주지 않고 메뉴에서 표준 그리고 bailout GF 설정 사이에 전환 가능하다. 만약 다이버가 다이빙 중 CCR mode로 다시 전환한다면, GF는 자동적으로 Standard GF로 다시 전환된다.

2.8.5 특정 handset 제어

상단 키를 길게 누름 - 혼합 기체의 변경. (주기적으로 리스트에 따라 올라감) 하단 키를 길게 누름 - 혼합 기체의 변경. (주기적으로 리스트에 따라 내려감)

2.9 Ascent plan (상승 계획)

모든 다이빙 모드에서, 당신은 전체 감압 과정과 함께 현재 상승 계획을 볼 수 있다. 그러나 감압은 감압 ceiling 수심과 TTS를 사용해서 보여주며, 상승 계획은 3m 간격의 감압 정지로 표시된다. 마지막 세로 줄은 계산된 감압 정지에 사용되는 기체를 보여준다.

Ascent plan 1/2			
Dpt[m]	Time	RunT	Gas
42	2'	36'	30/28
12	1'	40'	30/28
9	2'	43'	30/28
6	7'	51'	Oxygen
Sum	14'	53'	
Depth m	49.3	0.87	D.time 33:29

만약 다이버가 no-deco time에 있다면, 오직 “Free ascent”가 보여진다.

상승 계획의 계산과 표시는 또한 Planner setup 설정에 의해 영향을 받는다. 특히, 마지막 감압 정지 수심. 모든 사용 가능한 기체 또는 오직 현재 사용하는 기체에 대해 계산된다. 설정의 자세한 내용은 챕터 Schedule settings를 참조.

2.10 Setup in Dive mode

다이빙 동안, 새로운 임시 setpoint 설정, 새로운 혼합 기체 추가, 또는 손실된 혼합 기체의 제거, diluent 변경, 화면 또는 HUD 밝기 조절과 같은 많은 사전 구성 요소들을 변경할 수 있다.

Setpoint

현재 setpoint의 값에서 추가 또는 제거함으로써 새로운 임시 setpoint를 설정할 수 있다.

현재 setpoint를 증가시키기 위해서 원하는 setpoint에 도달할 때까지 +0.1을 누른다. 원하는 setpoint에 도달하면, 커서를 Accept로 이동시키고 상단 버튼을 눌러 변경을 확인한다.

현재 setpoint를 감소시키기 위해서 커서를 -0.1로 이동시키고 원하는 setpoint에 도달할 때까지 상단 버튼을 반복적으로 누른다. 원하는 setpoint에 도달하면, 커서를 Accept로 이동시키고 상단 버튼을 눌러 변경을 확인한다.

이 setpoint들은 오직 임시적이다. Low 또는 High setpoint로 전환하면, 이 임시 setpoint는 삭제되고, 재설정을 위해서는 위에 언급된 절차를 반복해야만 한다.

Set High

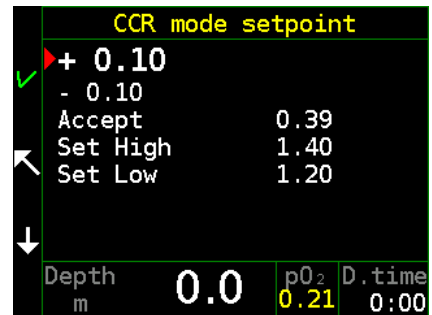
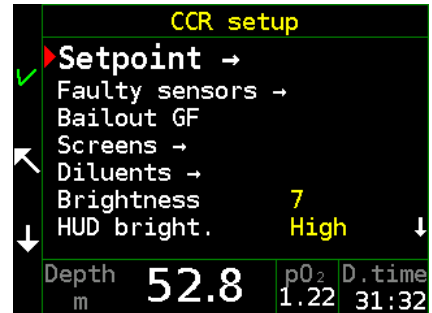
High setpoint로 전환함.

Set Low

Low setpoint로 전환함.

Faulty sensors

만약 어떤 센서의 고장이 발생했다면, 비기능적 solenoid의 비활성화 또는 산소 측정 모드(산소 또는 헬륨 센서)로 전환을 위해 평균에서 잘못된 센서의 차단이 필요하다. 잘못된 센서들은 unit 상태의 잘못된 평가 원인이 될 수 있으며, 치명적 결과를 초래할 수 있다. 모든 센서들의 차단 또는 포함을 위한 절차는 수면 모드에서의 절차와 동일하다.



Bailout GF

비상 상황에서 감압을 가속화하기 위해 Bailout GF 설정으로 전환한다. Bailout GF로 전환되면, 이 아이템은 Standard GF로 변경되고 다시 표준 증감 요인으로 전환하도록 사용될 수 있다.

Screens

몇몇 화면들을 켜고 끈다. 절차는 수면 모드 설정과 동일하다.

Diluents

만약 다른 diluent가 사용된다면 새로운 diluent로 전환 또는 설정하기 위해 사용된다. 감압과 He-N2 비율에 대한 정확한 계산을 위해서, 원래 기체로 대체되도록 diluent flush가 수행되어야 한다.

Mixtures (OC mode only)

새로운 bailout 기체를 추가하거나 현재 기체를 편집하기 위해 사용될 수 있다. 또한 유실된 감압 실린더를 제외시킬 수도 있어서 상승 계산에 계산되지 않는다. 설정은 수면 모드의 혼합 설정과 같다. 챕터 2.4.3. Mixtures

Brightness

화면의 밝기(1~10)를 조절한다. 화면 밝기는 전력 소모에 상당한 영향을 미친다. 배터리 절약을 위해서는 가장 낮은 허용 등급으로 낮은 화면 밝기를 낮춘다.

HUD brightness

HUD diode의 밝기는 3단계로 설정할 수 있다. 아주 어두운 환경에서 최대 밝기는 아마도 자극이 될 것이다, 그러나 햇살이 내리쬐는 얇은 물에서의 낮은 밝기는 아마도 잘 보이지 않을 것이다. 강도는 상단 버튼을 눌러서 조절된다.

2.11 게임

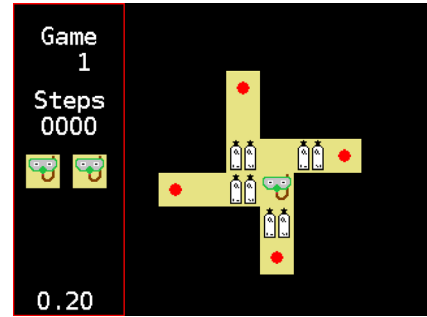
만약이 수중에서 실행된다면, 에러 메시지와 알림은 작동하지 않는다.

다이빙을 하면서 게임을 하는 동안 우발적으로 전환되지 않도록 확실히 한다. 정기적으로 두번째 handset에서 압력계와 재호흡기 상태를 확인한다. 게임하는 것은 당신의 주의력을 감소시킬 것이다. 기억하라 : 당신은 다이빙을 안전하게 하길 원한다, 게임의 높은 등급을 성취하려는 것이 아니다.

2.11.1 Sokoban

Sokoban은 운송 퍼즐 종류이다, 다이빙 마스크와 스노클을 한 player가 탱크 또는 상자를 창고 주변으로 밀어 넣는다, 저장 창고에 그것들을 넣는다. (적색 점)

게임은 사각형의 보드에서 진행된다, 각 사각형은 바닥 또는 벽 중 하나이다. 어떤 사각형 바닥은 탱크를 가지고 있고, 어떤 사각형 바닥은 저장 창고로서 표시되어 있다. Player는 보드에 제한 되어 있고, 수평 또는 수직으로 비어있는 사각형 (절대 벽 또는 박스를 통하지 않는다) 쪽으로 움직일 것이다. Player는 또한 탱크 쪽으로 이동할 수 있고 사각형 속으로 밀 수 있다. 탱크는 다른 탱크 또는 벽 속으로 밀게 될 것이고, 그것들은 당길 수 없다. 퍼즐은 모든 탱크가 저장 창고 안에 있을 때 완료된다.



3. 절차

3.1 다이빙 계획

엄밀한 의미(기체 관리와 감압)에서 다이빙 계획을 위해 Liberty의 내부 기능들이 사용될 수 있다. Planner는 CCR 모드 또는 비상 개방식 bailout 다이빙 계획을 계산한다. 감압을 계산하기 위해 조절 가능한 증감 요인을 사용하는 Buhlmann ZHL-16B 알고리즘 뿐만 아니라 on-line 감압 계산이 사용된다.

3.1.1 Planner settings

Planner 조절의 단순화를 위해, planner는 장치의 설정에서 setpoint, 호흡 기체, 증감 요인, 상승 속도같은 값들의 모든 설정을 한다. 계획의 바른 계산을 위해, 실제 다이빙에서 사용되는 것처럼 이 아이템들의 정확한 설정을 위해 필요하다. 특히, bailout을 위한 호흡 기체의 경우, 이 혼합 기체들이 다이빙 중 실제 사용 가능한 것들인지 그리고 구성 요소, 압력과 실린더 한도가 바르게 설정되어 있는지 확인하는 것이 필요하다. 만약 다른 혼합 기체들이 선택되었거나 보다 많은 예비 기체가 설정되었다면, 이것이 계획에 포함될 것이며 다이빙 계획의 심각한 왜곡과 비극적 결과의 원인이 될 것이다.

이 한도에 대한 자세한 지침은 아래의 챕터에서 찾을 수 있다.

Setpoints

Mixtures

Decompression

혼합 기체 설정에서, l/min 또는 cuft/min 로 표시된 분당 호흡 부피를 주의한다. 우리는 최악의 상황을 위한 충분한 예비를 선택하는 것을 권장한다. CO2 hit - 과탄산증 상황에서, 다이버의 환기는 50 l/min(1.8 cuft/min)을 초과할 수 있다. Planner 설정의 자세한 내용은 Menu / Setup / Decompression / Planner setup를 본다.

OC mixtures			
▶ <input type="checkbox"/> Air			✓
<input checked="" type="checkbox"/> Oxygen	6-200		
<input checked="" type="checkbox"/> 30/28	12-210		
<input type="checkbox"/> EAN 32			←
<input type="checkbox"/> EAN 50			
<input type="checkbox"/> 16/54			
<input type="checkbox"/> 18/45			↓
<input checked="" type="checkbox"/> 15/55	12-200		

Predefined mixtures			
▶ CCR →			✓
OC →			
Def. diluent	12/43		
Def. B0 dil.	12/43		
Def. OC mix	15/55		←
End pressure	20		
Min pO ₂	0.30		↓
Max pO ₂	1.60		
RMV	30.0		

Rounding

감압 시간을 60초, 30초, 1초 단위로 설정할 수 있다.

Last stop

계획된 마지막 정지 수심은 3m(10ft) 또는 6m(20ft)로 명시한다.

Ascent gas

계획하기 원하는 bailout 상승을 위해 사용되는 모든 기체들의 설정(최적 선택 또는 오직 하나의 현재 기체)을 결정한다. Planner에서 가장 널리 사용되는 기체는 Current(현재) 이다. 이 설정은 또한 bailout을 산출하는 동안 TTS 계산에 영향을 준다. 이는 모든 사용 가능한 혼합 기체(optimal) 또는 단지 현재 기체(current)에 대한 계획에 대해서도 영향을 준다.

Gas switch

개방식 bailout 상승을 위한 최소 교환 정지 시간 설정을 위해 이를 선택한다. 이 정지에서 다이버는 혼합 기체 변경할 시 산소창의 효과와 높은 ppO2 사용을 시도한다. 정지 수심은 혼합 기체의 ppO2에 따라 자동적으로 설정된다. 상승 ppO2 1.6이 사용된다. 만약 정지가 첫 감압 정지보다 깊다면, 독립된 정지가 발생하고 상승과 기체 소모 계획에 포함된다. 만약 수심이 감압 구역 단계에 있다면, 설정은 최소 정지 시간 결정으로 설정된다. 숫자 값은 분을 나타낸다. 만약 값이 0으로 선택되면, 정지는 계산되지 않는다.

Deep stops

여기서 당신은 고요 기포 감소를 위한 여분의 deep stop를 포함할 수 있다. 계산을 위해,

상승 시작과 첫 감압 정지 수심 사이의 절반의 압력이 사용되는 Richard Pyle의 알려진 절차가 사용된다. 이 선택에서, 증감 요인의 설정을 고려할 필요가 있다. 중간 그리고 느린 조직은 포화되지 않는다.

3.1.2 계획

Scheduler에서 모드를 선택하고 계획(CCR/Bailout)을 할 것이다.

Liberty는 각 handset이 독립적인 계획을 위한 계산을 하도록 허용한다, 그래서 사용자는 재호흡기를 사용한 전체 다이빙을 위한 계획과 두번째 handset에서 bailout 상승에 대한 비상 계획을 동시에 할 수 있다. 단지 수면 간격, 목표 수심, bottom time을 설정하면 된다. Bottom time은 하강 시간을 포함한다.

Planner setup	
✓▶ Rounding	60 s
↩ Last stop	6m/20ft
Ascent gas	Optimal
Gas switch	2
Deep stops →	
↓	

Dive planner	
✓▶ Plan mode	CCR
↩ Sfc interval	60
Target depth	70
Bottom time	30
Diluent	12/43
Plan dive	
Simulation	
Save as default	
↓	

다양한 diluents를 위해, bottom에서 사용하려고 하는 diluent를 선택한다. 수면 간격은 다이빙 후 다이빙 계획에서의 경과 시간이다. 이 값은 이전 다이빙에서의 잔류 조직 포화도와 수면 간격 동안의 반포화 비율을 처리하기 위해 입력된다.

모든 값들을 입력한 후, Plan dive를 선택한다.

CCR 다이빙 계획의 경우, 개요(수면 간격, 목표 수심, bottom time, diluent)와 계획된 다이빙 정보의 요약이 표시된다.

No deco - 현재 혼합 기체를 사용하여 bottom에서 무 감압에 대한 시간.

TTS - “Time to surface” 총 상승 시간.

Total - 총 다이빙 시간.

CNS - 계획된 다이빙을 위해 축적된 CNS 노출.

NoFFy - 수면에 도착한 후의 예상되는 비행 한계 시간.

추가적으로, bailout mode를 계획할 때 만약 명시된 기체 양이 개방식 상승을 완료하기 위해 충분하지 않다면 “insufficient gas/ 불충분한 기체” 알람이 나타날 것이다.

다음 페이지로 가기 위해 하단 버튼을 누른다. 이전 페이지로 돌아가기 위해서는 상단 버튼을 누른다.

두번째 bailout 화면 - “기체 관리”는 사용되는 개별 기체들과 liter(cuft)와 bar(PSI)로 표시된 소비량을 보여준다. 만약 압력이 실린더 한계를 초과할 경우, 적색으로 표시된다. 이 경우, 다이빙 계획을 위해 다른 기체를 추가하는 것이 필요하다. 만약 사용 가능한 추가적인 기체가 없다면, bottom에서의 시간을 줄이거나 목표 수심을 감소시킨다. 항상 가능한 증가된 기체 소모가 예상되는 위기의 상황을 처리하기 위한 다이빙을 계획해야 함으로 RMV 값의 감소를 피하도록 주의한다.

Dive planner	
Plan mode	Bailout
Sfc interval	60
Target depth	70
Bottom time	30
Diluent	12/43
Plan dive	
Simulation	
Save as default	

Dive plan CCR Bailout 1/4	
Surface int:	60'
Depth:	70 m
Duration:	30'
Bailout gas:	TMX 15/55
Insufficient gas	
Nodeco:	0'
TTS:	100'
Total:	130'
CNS:	62
NoFly:	4:32

Dive plan CCR Bailout 2/4		
Gas	litres	bar
15/55	540	45
30/28	4258	355
Oxygen	1932	351

Dive plan CCR Bailout 3/4			
Dpt[m]	Time	RunT	Gas
70	30'	30'	15/55
42	2'	34'	30/28
33	1'	36'	30/28
27	1'	39'	30/28
24	2'	42'	30/28
21	3'	46'	30/28
18	4'	51'	30/28
15	7'	59'	30/28

만약 기체 관리가 OK되면, 다음 페이지로 가기 위해 하단 버튼을 누른다.

좌측 세로줄은 bottom time(노란색)을 포함하는 각 단계의 수심을 보여준다. 두번째 세로줄(Time)은 특정 수심에서 보내는 시간을 결정한다. RunT(run time) 세로줄은 주어진 수심에 도착할 때의 현재 다이빙 시간을 나타낸다. Gas 세로줄은 주어진 수심에서 사용하기 위한 기체를 결정한다. 기체들은 색-코드가 있다. 헬륨 혼합은 갈색, nitrox 혼합은 녹색(산소 량에 따른 다양한 색조), 공기 또는 diluent는 흰색, 산소는 청색으로 분류된다.

Dive plan CCR Bailout 4/4			
Dpt[m]	Time	RunT	Gas
12	9'	69'	30/28
9	17'	87'	30/28
6	40'	128'	Oxygen
Sum	95'	130'	

만약 계획이 8단계 이상이면 다음 페이지로 넘어간다. 요약은 분홍색으로 표시된다. 첫 숫자는 총 상승 시간을 나타내고, 두번째 숫자는 전체 다이빙의 총 시간을 나타낸다.

3.2 다이빙 준비

3.2.1 CO₂ 흡수제 교체

흡수제 사용 기간

Scrubber cartridge의 소비 정도는 지속적으로 기록으로 보관한다. Stack time 경고를 설정하고 흡수제를 교체한 후 stack timer 재설정을 잊지 않는다. 만약 의심이 든다면 흡수제를 교체한다.

Scrubber 충전 재료는 Sofnolime 797 흡수제(생산자: Molecular Products)가 권장된다. Cartridge는 약 2.5 kg의 흡수제를 지닌다.

흡수제의 최대 안전운영 시간은 168분이며, EN 14143:2013에 의한 시험에서 결정된 것이다. 시험하는 동안 수온 4 °C에서 40 l/min의 환기, 온도 32±4 °C의 내선 기체, 40m 수심과 PCO₂ 5mBar(사용기간 시험 시설에 의해 제공된 시험 - LSTF 0916)와 함께 1.6 l/min의 CO₂가 호흡 loop에 추가된다. 이것은 최악의 경우를 가정한 것이며 아주 높은 등급의 육체 노동을 고려한 것이다. 산소 소비는 1.78 l/min에 해당된다.

스쿠버 다이빙의 전형적인 산소 소비는 다이버가 DPV를 사용해 쉬는 0.4 l/min(Smith, 2008)에서 중간 정도의 작업인 경우 1.2 l/min까지 이다.

일반적 조건에서의 scrubber 시간은 깊고 찬 물에서 중간 정도의 작업일 경우 4 시간에서 쉬운 다이빙을 위한 6 시간까지의 범위로 간주될 수 있다.

	O ₂ 소비 (l/min)	CO ₂ 소비 (l/min)	Scrubber time (hh:mm)
휴식 동안의 다이버	< 0.5	< 0.5	> 8
쉬운 다이빙, 경험많은 다이버	0.8	0.7	6
가벼운 작업	1.0	0.9	5
중간 정도의 작업	1.2	1.1	4
EN 14143	1.78	1.60	2:48

생리학적 한계는 PCO₂ 5 mBar가 아니다, 하지만 10배나(Knafelc, 2000) 높다. 0.9의 호흡율은 아주 높다; 보다 현실적인 추정치는 0.8~0.85이다. 흡수제 사용 기간은 앞서 언급한 것보다 길다.(또는 안전 여유가 크다)

흡수제의 사용 기간 중에, Scrubber cartridge를 최대 두번 제거할 수 있다. (CO₂ Scrubber 유지관리를 참고)

흡수제 교체 절차

제조사 지침에 따라 흡수제를 취급한다. 모든 안전 지시와 보호 장비 사용을 준수한다. 사용된 흡수제를 처리할 때는 환경적 보호를 고려한다.

오래된 모든 흡수제를 cartridge로에서 제거한다.

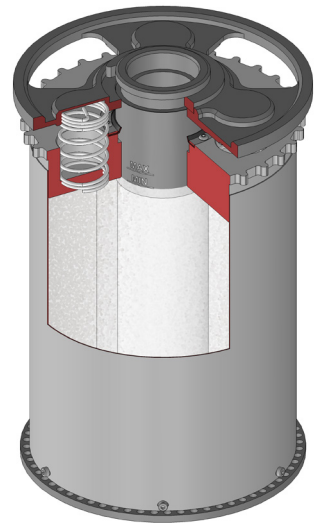
만약 재호흡기를 살균 한다면, 청소와 살균 절차에 따라 진행한다. 그러나, 오랜 기간 동안 기다리는 것 보다는 다이빙 후에 살균하는 것이 좋다.

깨끗한 표면에 scrubber cartridge를 위치시킨다. 완전히 깨끗한 손으로 취급한다. 일회용의 수술용 장갑 사용을 추천한다. 더러운 cartridge는 호흡 순환을 오염시키고 감염의 원인이 된다. 외관상 깨끗한 표면이라도 미생물에 오염될 수 있다, 특히 열대 지역과 아열대 조건의 경우.

만약 표면의 청결 상태를 확신할 수 없다면, 깨끗한 수건 위에 cartridge를 위치시킨다.

이런 위생 원칙을 따르는 것은 오직 scrubber를 채울때 만은 아니지만, 어떤 식으로든 취급할 때 또한 동일하다.

만약 외부에서(권장됨) 작업한다면 최소한 약한 바람이 있고, 바람의 측면에 세우고 흡수제를 약 20~30 cm(1 ft) 높이에서 cartridge속으로 천천히 붓는다. 바람은 미세한 먼지 입자의 제거를 가능하게 한다.



만약 실내에서 작업한다면, 흡수제를 최소한의 높이에서 cartridge 속으로 붓는다. 흡수제 분진은 자극적이고 부식의 원인이 될 수 있다. 그러므로, 자동차 내부와 같은 곳에서의 scrubber 작업을 추천하지 않는다.

흡수제가 central tube 속으로 떨어지는 것을 예방하기 위해, 개방 시에 흡수제 canister 뚜껑을 위치시키거나 다른 적절한 방법으로 막는다.

흡수제를 cartridge 속으로 약 1/3 채워질 때까지 붓는다. 그 후 cartridge를 부드럽게 들어 올리고 약 1 cm(1/2") 높이에서 3회 정도 떨어뜨린다. Cartridge가 2/3 채워질 때 이 절차를 반복하고 완전히 채워질 때 다시 한번 더 반복한다. Cartridge는 central tube에 표시된 min과 max 라인 사이에 도달할 때 완전히 완료된다.

완전히 채운 후, 뚜껑과 스프링을 사용해 압력판을 누른다. 그 후 압력판과 뚜껑을 제거 하고 흡수제 표면이 평평한지 확인하고 홈의 형성이 없는지 확인한다. 그 후 다시 뚜껑을 닫고 스프링을 사용해 압력판을 누르고 고정 고리를 사용하여 조립을 확실히 한다. 고정 고리는 반드시 압력판에 있는 홈 안에 맞아야 한다.

만약 cartridge가 충분히 채워지지 않았다면, 간격이 6 mm 보다 적거나 뚜껑의 끝 부분과 철 망의 끝 부분 사이에 남아있는 공간이 없는 경우에는, 흡수제를 추가한 후 흔들고 위에 언급한 절차에 따라 cartridge를 닫는다.

만약 cartridge가 과충전 되었다면, 뚜껑의 끝 부분과 철 망의 끝 부분 사이에 간격이 17 mm 보다 더 클 것이고 이것은 지나친 힘을 가하지 않고서는 고정 고리의 삽입이 불가능 할 것이다. 그런 경우, 과도한 흡수제를 깨끗한 티스푼이나 다른 적절한 도구를 사용해서 제거한다. 다시 cartridge를 흔들고 뚜껑을 닫는다.

Scrubber canister 속으로 cartridge를 삽입하기 전에, water trap이 건조한지 확인한다. 만약 그렇지 않는 경우, water trap을 제거하고 수건을 사용하여 건조시킨다.

각 scrubber를 교체 후, stack timer를 Menu / Pre-dive / Stack time reset에서 반드시 재 설정 한다.

Stack timer는 다이브 모드에서 보낸 시간을 간단히 계산해서 scrubber 사용을 측정한다. Stack time이 수면에 있는 동안 계산되게 하거나 그렇지 않게 하도록 조절할 수 있다.

흡수제 분진은 섬유에 손상을 입힌다, 특히 polyamide와 cotton에. 그러므로, scrubber 작업 후에 cartridge가 위치된 곳과 흡수제 분진에 노출된 모든 섬유를 즉시 수건으로 씻어낸다.

Load-bearing strap, rope 또는 철제 등산용 끈 또는 동굴 장비 부근에서 흡수제를 사용하는 작업을 하지 않는다. 흡수제에 노출되는 가능성이 있는 경우에, 하중을 견디는 능력이 상당히 약화될 수 있으므로 로프와 load-bearing strap을 버려야만 한다.

수중에 들어가기 전에 Scrubber 상태

Scrubber는 반드시 계획된 다이빙을 위한 충분한 흡수력을 가지고 있어야 한다.

흡수제는 반드시 호흡 혼합기체에서 발생할 수 있는 CO₂ 제거를 확실히 하기 위해 화학 반응을 위한 수분을 포함하고 있어야 한다. 이것은 완전히 건조해 있거나 얼어 있으면 안된다는 의미이다.

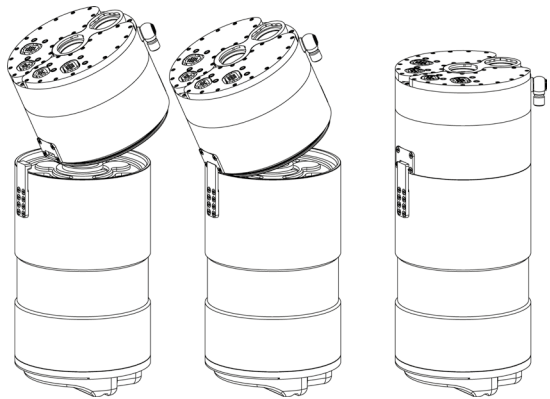
매우 추운 날씨에는, 다이빙에 앞서 따뜻한 장소에 재호흡기를 보관해야 한다. 만약 장비와 함께 외부에 있고 다이빙이 지연된다면, 장비를 착용하고 호흡하여 흡수제의 온도를 유지해야 한다.

3.2.2 재호흡기 body의 조립

Head를 CO₂ scrubber canister에 끼운다.

Head를 끼울 때, scrubber canister 핀을 head의 홈 속으로 밀고 head를 닫는다.

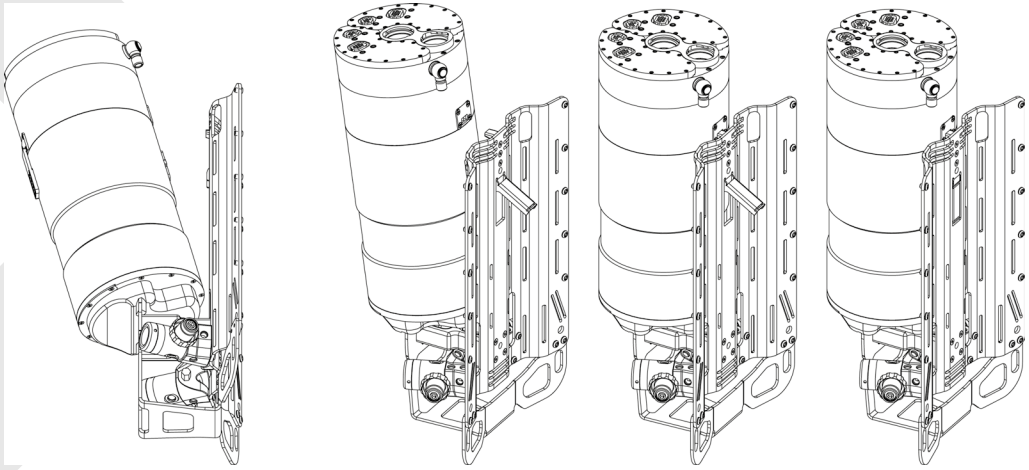
위에서부터 head를 눌러서 완전히 자리잡게 한다. 만약 head를 완전히 닫기 위해 너무 많은 힘이 요구된다면, head의 목 부분에 있는 O-ring에 소량의 윤활제를 바른다. 당신은 또한 보다 적은 직경의 O-ring을 선택할 수 있다.



3.2.3 재호흡기 body의 설치

절차:

1. 바닥의 돌출부 속으로 하단에 있는 홈을 맞춰서 body를 끼운다.
2. Backplate 중앙에 있는 레버를 들어올린다.
3. Backplate에 재호흡기 body를 누르고 나서 backplate의 상부에 있는 혀처럼 생긴 것을 head에 있는 홈 속에 맞춘다. 만약 필요하다면, head의 맨 윗부분을 아래쪽으로 강하게 누른다.
4. 장비 중간에 있는 레버를 아래로 누르고 자물쇠가 잠겨있는 지 확인한다.
5. 장비가 단단히 부착되어 있는지 확인한다.
6. Securing strap을 사용해 body를 확보한다.



3.2.4 Counter lung과 호스 부착

Counter lung의 위치는 다이버의 신체에 관련하여 흡기/배기 저항 그리고 호흡 노력을 결정한다. Counter lung의 뒷면에 있는 상단 strap을 바꿔서 위치를 조절한다.

절차:

1. 버클을 사용해서 counter lung을 부착한다. T-piece bulkhead는 대략 어깨 위치에 있고 velcro 덮개는 가운데서 마주본다. (서로를 향해)
2. Manual diluents bypass valve를 왼쪽 호흡 주머니의 아래쪽 bulkhead에 연결한다.
3. Overpressure valve를 오른쪽 호흡 주머니의 아래쪽 bulkhead에 연결한다.
4. Manual oxygen bypass valve를 오른쪽 호흡 주머니의 가운데 bulkhead에 연결한다.
5. 흡입 T-piece(칸막이 없이)를 왼쪽 호흡 주머니의 위쪽 bulkhead에 부착한다.
6. 배기 T-piece(칸막이와 함께)를 오른쪽 호흡 주머니의 위쪽 bulkhead에 부착한다.
7. 흡기(왼쪽) 주름 호스의 terminal elbow를 head 가운데의 개방된 곳에 부착한다.
8. 배기(오른쪽) 주름 호스의 terminal elbow를 head 가장 자리의 개방된 곳에 부착한다.
9. 짧은 산소 호스를 head 옆면의 9/16" elbow에 돌려서 고정시킨다. 손으로 union nut를 확실히 조인다.
10. LP 호스의 경로는 ADV 쪽과 manual diluents bypass valve쪽이며 HP 호스는 diluent 압력계 쪽으로 이어진다, 그래서 호스들을 어깨 strap 위로 strap의 외부에서 내부로 같이 통과시킨다.
11. ADV를 왼쪽 counter lung의 가운데 bulkhead에 부착한다.
12. LP 호스의 quick-release connector를 manual diluent bypass valve에 부착한다.
13. 호스들을 바르게 정리하고 왼쪽 호흡 주머니의 velcro 덮개의 아래로 오도록 한다.
14. LP 호스의 경로는 manual oxygen bypass valve쪽이며 HP 호스는 oxygen 압력계 쪽으로 이어진다, 그래서 호스들을 어깨 strap위로 strap의 외부에서 내부로 같이 통과 시킨다.
15. LP 호스의 quick-release connector를 manual oxygen bypass valve에 부착한다.

16. 호스들을 바르게 정리하고 오른쪽 호흡 주머니의 velcro 덮개의 아래로 오도록 한다.
17. BCD LP 호스의 경로는 BCD inflator 주름 호스의 첫번째 고무 밴드 아래이며, 그 후 D-ring 위의 왼쪽 어깨 strap의 고무 밴드 아래로 두고 마지막으로 inflator 주름 호스의 두번째 고무 밴드 아래로 둔다.
18. BCD inflator에 quick-release connector를 연결한다.
19. BCD inflator 호스 위치를 다이빙 중에 쉽게 사용할 수 있게 조정한다.

Connector에 장비를 부착시키기 위해, (주름 호스) 호흡 주머니 연결, 흡기 주머니와 배기 주머니를 참고.

3.2.5 탱크 충전

호흡 기체 혼합물을 탱크에 충전할 때, 다음의 절차나 당신의 훈련 시스템 (trimix blender 등) 이내의 technical 다이빙을 위한 기체 혼합 과정의 규칙 중 익숙한 것을 따른다. 만약 그런 과정을 성공적으로 완료하지 않았다면, 유자격 자에게 기체 혼합을 부탁한다.

산소를 취급할 때, 다음의 절차나 당신이 익숙한 trimix 다이빙 과정이나 나중에 CCR Liberty를 사용하는 다이빙 과정을 위한 규칙 중 익숙한 것을 따른다. 만약 그런 과정을 성공적으로 완료하지 못했다면, CCR Liberty를 취급하지 않는다.

Diluent

호흡할 수 있고 호흡 loop로부터 높은 산소 혼합을 flush 할 수 있는 diluent를 선택한다. Diluent의 준비는 산소 부분압이 계획된 다이빙의 가장 깊은 수심에서의 low setpoint (또는 1.1 bar, 어떤 것이든 낮은 것)를 초과하지 않게 할 것이다. 질소의 부분압은 4 bar (3.2 bar 권장된다)를 초과하면 안된다.

Diluent에 사용되는 부품들의 산소 서비스를 위한 산소 양립성과 세정에 관해서, diluent 내부의 산소 농도는 21% ($\pm 1\%$)를 초과해서는 안된다. 최소 산소 농도는 5% 이다.

Diluent 내부의 오염 물질은 호흡 장비를 위한 압축 공기에 대한 EN 12021 Section 6.2 표준에 의한 한계를 초과해서는 안된다.

Diluent가 적절히 유지관리 된 필터를 사용하는 컴프레서에 의해 충전된 것을 확인한다. 그렇지 않으면, 당신은 추가적인 개인 필터를 사용할 수 있다. 내연 기관을 사용하는 컴프레서를 사용할 때, 엔진 배기 가스가 컴프레서 흡입구로 들어가지 못하도록 확실히 한다.

헬륨 센서를 사용하여 호흡 기체를 분석하기 위해, 헬륨 농도는 35% 또는 그 이상이어야 한다. 높은 He %가 더욱 좋다.

높은 헬륨을 가지고 있는 호흡 기체는 많은 장점을 가지고 있다. 만약 당신이 140m를 초과하는 계획을 세우지 않았다면, 10% 보다 적은 산소 비율을 가진 호흡 기체를 사용하면 안된다. 수면과 적은 수심에서의 낮은 산소 혼합 기체(호흡하기에 부족한)는 위험성을 상당히 증가시킨다.

충전 후, 혼합 기체의 구성요소를 라벨(duct tape 등)에 영구적으로 표시하고 탱크에 붙인다.

Diluent의 소비는 다이빙 profile, 수심 변화의 빈도와 정도에 따라 다르다. Diluent 용량은 시간에 의해 제한되진 않지만, 다이빙 profile 에 따라 제한된다. 이것은 특히 동굴에서 다이빙을 계획할 때 고려해야 한다. Diluent는 주로 하강하는 동안 소비된다. 상승하는 동안 이론적으로는 소비가 없고 실제 소비는 주로 마스크 물 빼기로 인한 것이다.

실제적인 경험을 바탕으로, 100 m 수심의 간단한 다이빙 동안의 전형적인 diluent 소비는 대략 50~70 bar 이다. 같은 수심에서 더 오래 머문 것에 의한 증가는 없다.

항상 우발 상황을 위한 충분한 안전 여유(최소 50 bar)를 유지한다. 잠깐 동안의 다이빙 에서조차도 만약 diluent 탱크의 압력이 70 bar 보다 낮다면 다이빙을 시작해서는 안된다.

CCR Liberty에 대한 CE 인증 표준은 100 m 이상 수심의 다이빙을 다루기 위한 것이 아니다. 그러므로 CCR Liberty의 CE 인증은 100 m 이다.

Oxygen

호흡을 위해 의도된 산소의 사용. 산소 내부의 오염 물질은 호흡 장비를 위한 압축 공기에 대한 EN 12021 Section 6.2 표준에 의한 한계를 초과해서는 안된다.

최소 99.5%의 순도를 가지는 산소의 사용을 권장한다.

기체 지속시간 계산을 위한 산소 소비는 EN 14143에 따른 1.78 l/min 이다. 탱크 내부의 200 bar 초기 탱크 압력과 50 bar의 마지막 압력을 고려하면, 산소 공급은 253분 동안은 충분하다. 이 계산은 diluent 내부에 포함된 산소는 고려되지 않았다.

이런 조건들은 다이빙하는 동안 높은 등급의 신체 활동에 부합하는 것이다. 만약 다이버가 다이빙 동안 안정되어 있다면, 소비는 상당히 감소될 것이고 산소량과 흡수제 사용 시간은 연장될 것이다. 다이빙 계획에서, 전체 다이빙이 적은 노동량일 것이라는 것에 의존한다면 그것은 잘못된 것이다.

200 bar로 채워진 모든 경우의 산소 탱크는 CO2 scrubber의 지속 기간을 크게 초과하는 다이빙을 위해서도 충분하다.

만약 산소 탱크의 압력이 70 bar 보다 낮다면 짧은 다이빙에서조차도 시작되어서는 안된다.

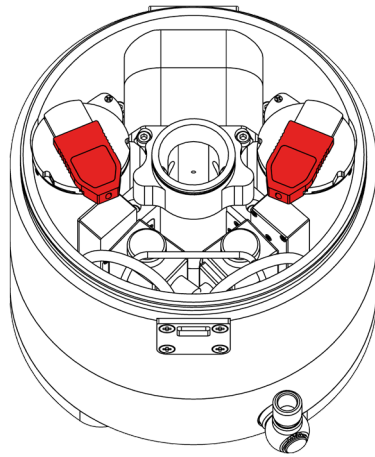
타당한 technical 표준에 따르면, 200bar 보다 큰 운영 압력의 산소 충전은 금지되어 있다.

3.2.6 배터리 충전

배터리를 충전하기 전, 소켓에서 jumper를 제거한다. 다이빙 전에 일주일 또는 그 전에 배터리를 완전히 충전할 것을 권장한다. 짧은 (한시간 까지) 다이빙 전, 한달까지는 완전히 충전된 배터리 저장이 허용된다.

충전 전에 배터리를 완전 방전하지 않는다. 배터리의 사용 수명은 잦은 충전에 의해 연장된다.

배터리 충전을 위해, 동봉된 충전기 또는 2A (차량 출력 outlet에 사용되는 대부분의 충전기는 충분하지 않다) 크기의 USB 충전기를 사용한다. 완전히 방전된 배터리는 약 8시간의 충전이 요구된다.



충전이 상당히 낮은 전류를 사용해 완료되지만, 컴퓨터 포트에서의 충전은 가능하다. 완전히 방전된 배터리의 충전에 요구되는 시간은 이런 방법으로 약 15시간이 필요하다. 컴퓨터 USB에서의 충전은 handset의 외부 연결 장치에 연결된 어댑터를 통해 완료될 수 있다.

다이빙을 위한 CCR Liberty의 준비 과정에서 충전, jumper 핀이 연결부에 삽입된 상태로 일주일 이상 지나면 안된다. 재호흡기는 대기 모드로 전환될 것이고 handset을 사용하여 조절 장치의 전환이 가능할 것이다. 그 외에, 핀을 바깥쪽으로 해서 반대 위치에 jumper를 삽입한다; 전원 공급은 완전히 단절되고 조절 장치는 switch on 될 수 없다.

3.2.7 헬륨 센서의 보정

Loop 내부의 적절한 헬륨 측정과 간접 산소 측정을 위해, 헬륨 센서를 처음 사용하기 전 또는 측정 값이 부정확하다면 보정이 필요하다.

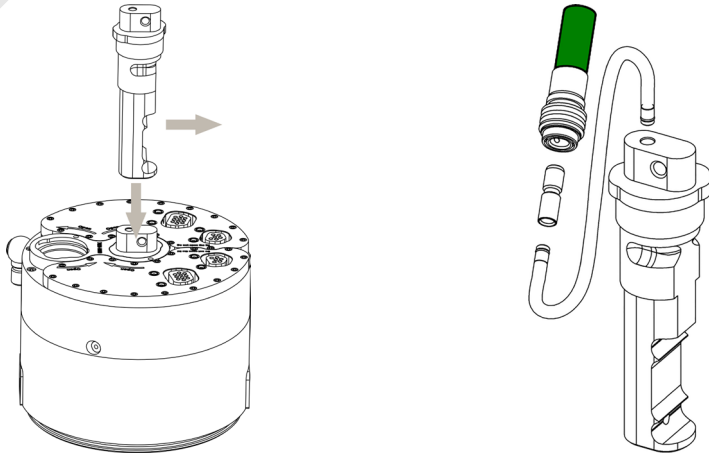
보정 전, 다른 기체없이 오직 공기만이 헬륨 센서의 inlet chamber(head 내부)에 있고 헬륨 센서는 수분에 오염되지 않은 것을 확실히 해야한다.

Menu / Setup / Calibration / Calibrate He-Air를 선택한다.

측정된 음속은 거의 0.5500 ms.가 될 것이다. 시작 버튼을 눌러 보정을 시작한다. 센서가 안정된 후, 상단 “Accept” 버튼을 다시 누른다.

3.2.8 산소 센서의 보정

측정 jig를 흡입구(head의 중앙) 속으로 삽입한다. Head는 scrubber canister에 장착할 수 있지만 반드시 장착되지 않아도 된다. Flow limiter를 산소 호스의 quick-release에 연결한다. Hissing sound를 동반하는 산소 흐름은 조용한 환경에서 약하게 들을 수 있다. 흐름은 또한 배출 구멍을 덮고 있는 손가락을 축축하게 만들 것이다. Flow limiter와 측정 jig 사이에 sampling tube를 연결한다.



절차 :

1. 다이빙 전 HS에서 O2 센서 보정을 시작한다 - O2 보정.
2. mV 안정화를 위해 기다린다. (이는 시간이 필요하다)
3. 보정을 시작한다.
4. 저장한다.

어떻든지 센서의 사용 기간 또한 이미 보정하는 동안 결정된다.

해수면 등급 위의 높은 고도에서는, 낮은 대기압에서 혼합 기체의 보정에서 산소 부분압은 감소한다. CCR Liberty는 대기압을 측정하고 보정하는 동안 고려한다. 그러므로, 해수면 등급 위의 높은 고도에서는 어떤 수정도 실행할 수 없다.

3.2.9 Bailout 장비 준비

Bailout 장비는 반드시 다이빙하는 동안 언제라도 수면으로 돌아올 수 있는 신뢰성을 확실히 가지고 있어야 한다.

표준 해결책은 수심, 거리 그리고 bailout 계획에 따른 다수의 stage와 deco 탱크를 사용하는 것이다. 심해 다이빙의 backup을 위해 경제적 비용에 구애 받지 말고 헬륨이 풍부한 기체 혼합의 사용이 권장된다. 혼합 기체는 많은 다이빙을 위해서는 사용되지 않을 것이다. 높은 헬륨 내용물은 낮은 음성 부력의 결과를 가져오며 수중에서 탱크 운반이 더욱 편리하다.

Bailout stage 탱크의 준비는 trimix를 사용하는 개방식 다이빙과 유사하다. 계획하고 준비할 때, 당신이 익숙한 trimix 다이빙 과정의 규칙에 따라 진행된다.

3.2.10 한계 설정

모든 다이빙 한계의 설정을 확인 또는 설정한다. 보다 자세한 내용은 설정을 참고.

3.2.11 지향성 밸브 확인

이 시험의 목적은 dive/surface valve(DSV)에 있는 지향성 밸브의 누출 가능성을 발견하기 위함이다. 이런 누출 종류는 다이버를 심각한 위험에 빠뜨릴 수 있다. 불가능하지만 이는 잘못된 방향으로 호흡 loop 조립을 완료한다면 가능하며, 다이버는 이 부분을 잊거나 누출되어서는 안된다.

절차:

1. Bayonet socket cover를 T-piece들 위에 놓는다.
2. 왼쪽 elbow(흡기)를 덮는다.
3. 당신의 입에 마우스 피스를 위치 시키고, DSV를 개방하고 호흡을 들이쉬다. 들이쉬는 것이 불가능해야 한다. 왼쪽 주름 호스가 뭉개질 것이다. 호흡을 내쉬는 것은 가능하다.
4. DSV를 닫고 누출을 확인한다. (주름 호스는 뭉개진 상태로 있어야 한다)
5. DSV를 개방하고, 흡기 elbow를 막지 말고 bayonet socket cover를 사용해서 오른쪽 (배기) elbow를 덮는다.
6. 마우스 피스로부터 호흡을 들이쉬고 내쉬어 본다. 흡기가 가능해야 한다.
7. 오른쪽 주름 호스를 연장하기 위해 배기 elbow를 당긴다. 누출을 확인한다. (주름 호스는 연장된 상태로 있다)

만약 약간의 누출이 발생한다면, 지향성 밸브를 교환하거나 다이빙을 하지 않는다.

3.2.12 물리적 검사

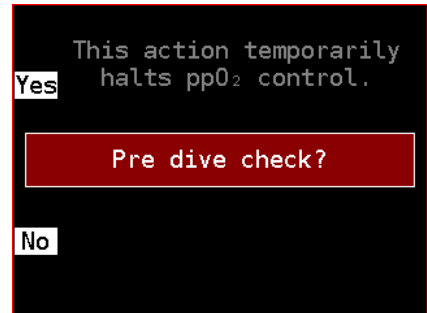
CCR Liberty가 완료되고, 바르게 조립되고, 기계적으로 손상을 입지 않았는지 확실히 하기 위해 점검한다.

만약 CCR Liberty가 구성 이내에서 작동된다면, 장비의 물리적 준비를 위한 책임은 다른 누구보다도 다이버에게 있다, 우리는 상세한 구성 규칙의 수행을 권장한다. 편집 가능한 양식의 조립 점검표는 CCRLiberty.com 웹사이트에 준비되어 있다.

3.3 다이빙 전 점검

다이빙 전 점검(PDI) 절차는 수면 모드에서 시작될 수 있다. 점검은 재호흡기가 완전히 조립되고 조절 장치의 switch on과 함께 다이빙 전, 운반 후에 즉각 수행된다.

시작을 위해 Menu / Prediver / Prediver check을 선택한다.



사용자는 개별 점검 단계의 결과를 확인한다.

OK : 시험 결과가 긍정적이다.

FAIL : 부분적 시험이 실패, 하지만 PDI의 다른

단계는 일반적으로 수행될 것이다.

ABORT : PDI의 조기 종료. 이것은 또한 수정 해야 할 결함이 감지되고 완전한 PDI를 다시 수행해야만 할 때 ABORT 명령의 사용이 필요하다. 만약 사용자가 2분 이내에 즉각적인 반응을 하지 않으면 ABORT 명령은 자동적으로 수행된다.

시험의 결과는 log에 기록된다.

점검 동안, 산소 추가는 없다. 사용자는 점검 시작 전에 경고를 받는다. 이는 반드시 확인되어야만 한다.

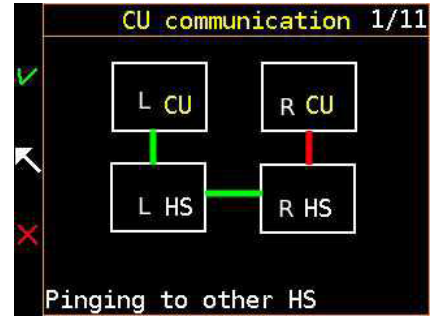
시험의 결과는 사용자에게 표시(장비는 다이빙을 위해 사용될 수 있다/없다)된다, 하지만 그 이후 장비의 작동에 영향을 미치지 않는다; 특히, 다이빙에 착수하기 위해 필요한 기능을 차단하지 않는다. (도입부에 발표된 CCR Liberty 사용자의 책임에 따라) 다이빙 전 점검의 최종 판단의 무시는 다이버의 선택이며 사용자가 책임을 지는 것이다.

3.3.1 조절 장치의 내부 시험

CU와 주변 장치 사이의 의사소통 시험은 다이빙 전 점검의 시작 부분에서 자동적으로 시작된다.

시험은 자동이다. 오직 시험 결과가 부정적일 경우만 사용자에게 의한 확인이 요구된다.

만약 시스템의 개별 요소들이 바르게 연결되어 있다면, 그것들 사이에 녹색 선이 나타날 것이다. 만약 연결이 어떤 이유에서 실패했거나, 시스템의 일부를 찾지 못했다면(예; handset이 연결되지 않음), 선은 적색으로 나타난다.



3.3.2 Pressure sensor 시험

시스템은 글자 C 또는 F와 함께 표시된 모든 압력 센서들을 표시할 것이다.

C - coarse. 수위로 부터 300m 수심까지의 압력 측정을 위한 굵은 압력 센서.

F - fine. 대기압과 수심 10m까지의 압력 측정을 위한 가는 압력 센서

Pressure sensors 2/11				
1	0.9640 bar	24.9 °C		
2 F	0.9923 bar	24.9 °C		
3	0.9550 bar	25.1 °C		
4 F	0.9917 bar	24.7 °C		

OK

F = fine

압력 센서 점검의 취지는 압력 센서 값들이 실제 압력(고도)에 부합하는지 결정하며, 예상되는 압력 또는 다른 것으로 부터의 모든 상당한 편차들은 보여주지 않는다.

3.3.3 산소 센서와 보정의 비교

가장 최근의 보정을 사용한 개별 센서들의 현재 값들은 millivolt로 표시되고 ppO2 값들은 bar로 표시된다.

이 시험의 취지는 산소 센서들이 적절히 보정되고 보정이 오래되지 않았더라도 산소 센서들의 드러나지 않는 전압 값을 확인하기 위함이다. 시험하는 동안, 센서는 loop 내부의 실제 ppO2 값을 측정한다는 것을 명심해야한다. 만약 시험이 산소 조작에 앞서 선행되었다면 센서 전압에 반영될 것이다.

Oxygen sensors 3/11				
1	10.15 mV	0.20 bar		
2	9.71 mV	0.21 bar		
3	10.19 mV	0.20 bar		
4	10.41 mV	0.20 bar		

Fraction 20.3 %O2

Err OCAL

Calibration

Last: 41 days ago

Recomended: 3 days

센서 확인.

- 어떤 센서는 off line 또는 Error가 보고됨.
- On line 센서들은 최소 전압을 위해 확인됨. 해수면 등급의 공기에서 최소 5 mV는 측정되어야 한다.
- 가장 크고 가장 작은 수치 사이의 허용된 오차는 5% 이다.
- 보정 시기는 반드시 configuration에서 설정한 값보다 적어야 한다.

Setup / Calibration / Recomm. Days에서 설정한다.

3.3.4 Helium sensor 시험

헬륨-농도 센서의 기능성이 실행된다. 사용자는 HS 화면에서 진행중인 시험을 알 수 있다.

헬륨 센서 시험의 취지는 센서들이 보정되었거나 잘못된 값들을 보여주지 않는다는 것을 감지하기 위함이다. 그림은 시험 중 나빠거나 누락된 보정이 감지된 것을 보여준다. 시험은 자동적이다. 사용자에게 의한 확인은 오직 시험 결과가 부정적인 경우에만 요구된다.

Helium sensors 4/11		
1	8.2 %	Normal
2	4.0 %	Normal
Err		BADCAL

3.3.5 Battery 시험

양쪽 배터리들은 processor, 연결된 solenoids (에너지 효율 조절이 없는), 진동 모터와 HS 화면의 최대 밝기에 의해 의도적으로 증가된 전력 소모로 인한 인위적 부하로 스트레스를 받는다. 시험 완료 후, 양쪽 배터리의 상태(%)와 다이빙 모드에서 추정된 배터리 사용 시간을 보여준다.

이후, 사용자는 배터리의 추정된 시간이 계획된 다이빙을 위해 충분한지 결정한다.

Battery 5/11		
Ubat [V]:	Left 3.885	Right 3.840
Charge:	60 %	49 %
Runtime:	7:00	5:00
Status:	Dischg	Dischg
Is battery sufficient?		

3.3.6 Solenoid 시험

좌측 solenoid가 3회씩 2초 간격과 1:1 반복으로 주기적으로 개방되고 닫힌다. Solenoid의 예상되는 상태는 HS 화면에 보여진다. 우측 solenoid는 이후에 같은 방법으로 시험된다.

Solenoid		6/11
✓	Left	Right
←	×	×
✗	Is solenoid working?	

시험은 사용자가 결과를 확인하지 않거나 PDI의 자동 종료가 사용자의 무반응으로 인해 발생하지 않는다면 주기적으로 반복된다.

3.3.7 HUD 점검

Diode는 청색, 적색 그리고 녹색으로 3 단계로 잇따라 빛난다. 동시에 HS 화면에는 어떤 색이 HUD에 빛나야 되는지 보여준다. 3가지 다른 색의 조합은 3회에 걸쳐 표시되며, 3가지 색의 각 RGB spectrum이 점검된다.

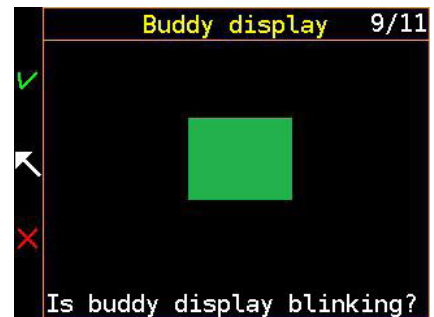
시험은 사용자가 결과를 확인하지 않거나 PDI의 자동 종료가 사용자의 무반응으로 인해 발생하지 않는다면 주기적으로 반복된다.



3.3.8 BD 점검

Buddy display는 저, 중, 고의 세기로 녹색이 연속적으로 빛나며, 이후 적색도 동일하게 빛난다. 동일한 색의 심볼이 HS의 화면에 동시에 표시된다. 세기는 심볼의 크기에 의해 표시된다.

시험은 사용자가 결과를 확인하지 않거나 PDI의 자동 종료가 사용자의 무반응으로 인해 발생하지 않는다면 주기적으로 반복된다.



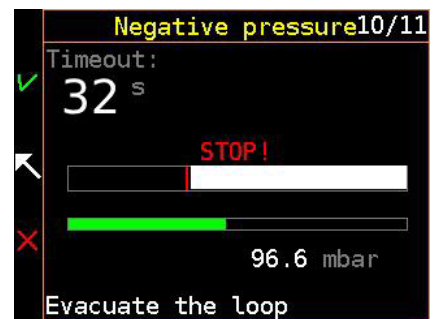
3.3.9 Negative pressure 시험

이 시험의 목적은 loop 내부의 압력이 주변압보다 낮을 때 발생하는 호흡 loop 내부의 발생 가능한 누출을 발견하기 위함이다.

점검은 재호흡기의 완전한 조립과 함께 다이빙 전, 운반 후에 즉각 수행된다.

절차 :

1. Diluent와 산소 탱크 밸브를 잠근다.
2. DSV를 개방하고 HS 화면의 지시에 따라 당신의 입으로 충분한 under pressure를 만든다. 음압은 흰색 막대 그래프로 표시된다. 충분한 누출 검사를 위해, 흰색 막대 그래프가 녹색 영역을 넘어가도록 음압을 발생시키는 것이 바람직하다.



3. DSV를 닫고 재호흡기의 모든 움직임을 중단한다; 특히, counter lung과 주름 호스를 움직이지 않는다. 마우스 피스를 닫은 후, 호흡 호스를 장비에 느슨히 둔다. 호흡 호스와 counter lung의 움직임은 부피 변화의 원인이 되며, 이는 loop 내부의 압력 변화를 나타내며 측정 결과를 왜곡시킨다.
4. 60초를 기다린다: 카운트 다운의 진행은 자동적으로 표시된다.
5. 만약 60초 후에 손실된 압축이 10 mbar(호스 길이 변화에 의한 원인이 됨으로서 초기 압력이 이렇게 바뀌는 것은 계산되지 않는다) 이하이면 시험은 성공적으로 생각될 수 있다.

점검의 최종 평가와 결과의 확인은 사용자의 재량에 맡긴다. 누출 탐지를 참고.

주의 : 압축 시험의 긍정적 결과에도 불구하고, 누출은 다이빙 동안 발생할 수 있다. 이는 대부분 구멍이 났거나 헐거워진 고무 마우스 피스에 의한 원인이다.

3.3.10 Positive pressure 시험

이 시험의 목적은 loop 내부의 압력이 주변압보다 높을 때 발생하는 호흡 loop 내부의 발생 가능한 누출을 발견하기 위함이다.

절차 :

1. 산소 탱크 밸브를 잠그고, diluents 탱크 밸브를 개방한다.
2. DSV를 닫고 과압 밸브를 닫는다.
3. Manual diluents 밸브를 사용, HS 화면의 지시에 따라 충분한 과압을 만든다. 이것은 또한 diluent 기체를 절약하기 원한다면 입을 사용해서도 가능하다. 만약 장치를 보다 높은 setpoint로 바로 가도록 설정하길 원한다면, 산소를 사용해 loop를 가압한다.
4. 재호흡기의 모든 움직임을 중단한다; 특히, counter lung과 주름 호스를 움직이지 않는다.
5. 60초를 기다린다; 카운트 다운은 화면에서 자동적으로 진행된다.
6. 결과는 과압 밸브 개방에 영향을 받는다, 최대 35 mbar로 설정되어 있다. 만약 이 값의 압력 누출을 인지했다면, 과압 밸브만을 확인하며 누출의 출처는 다른 곳이 아니다. 과압 밸브 설정 한계 아래로는 더 이상 압력이 떨어지지 않는다.



점검의 최종 평가와 결과의 확인은 사용자의 재량에 맡긴다. 누출 탐지를 참고.

누출을 찾고 수리한 후, 반드시 모든 압력 시험을 다시 수행한다. 이를 위해 Menu / Prediv / Pressure tests를 사용할 수 있고 모든 센서, 배터리, 그리고 solenoid 시험을 건너 뛰고 바로 압력 시험을 시작한다.

3.3.11 Pre-dive checklist

Dive mode에 들어가서는 unit은 자동적으로 산소 센서들을 확인하고 보정하며, 오래된 보정의 경우 또는 10% 이상의 센서 편차가 있는 경우 재 보정을 위한 권고와 함께 경고가 발생한다. 그 후 점검표가 표시된다. 다이버는 리스트의 모든 아이টে임을 개인적으로 확인하는 것인 요구된다.

O ₂ sensors check		
1	10.49 mV	0.21 bar
2	10.39 mV	0.21 bar
3	11.22 mV	0.21 bar
4	10.67 mV	0.21 bar
Last: 2000-01-01 00:00		
Old calibration (6725 d.)		
CALIBRATION RECOMMENDED		

Checklist step 1	
←	Diluent valve open?
	Diluent pressure ok?
	ADV functioning?
	Inflator functioning?
	Diluent manual valve ok?
✓	Overpressure test ok?
	Diluent TMX 12/43 ok?

Checklist step 2	
←	Oxygen valve open?
	Oxygen pressure ok?
✓	Oxygen manual valve ok?

Checklist step 3	
←	Bailout pressure ok?
	Bailout regulators ok?
✓	Bailout TMX 15/55 ok?

Checklist step 4	
	Argon valve open?
	Dry suite inflation ok?
←	Weights fastened?
	OPV valves closed?
	HUD ok?
✓	Buddy display ok?
	Torch ok?

Checklist step 5	
	Setpoints:
	- descent: 0.40
	- high: 1.40
	- low: 1.20
	Stack time: 1:48
✓	L battery: 11 h
	R battery: 11 h

Checklist step 6	
	Be careful!
←	Check reactions to pO ₂ !
	Check CO ₂ regularly.
✓	Go to bailout if not sure.

3.3.12 Prebreathe

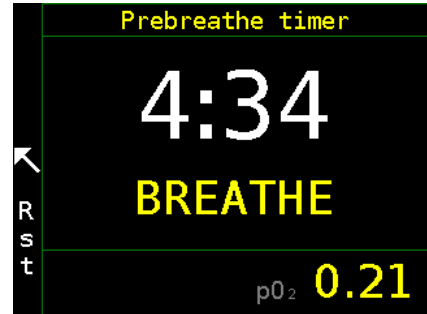
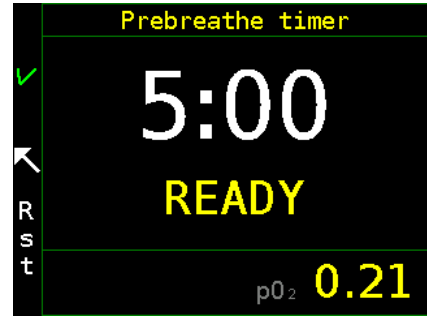
장비의 사전 호흡은 다이빙 안전에 큰 영향을 미친다. 우리는 최소한 당신이 장비를 조립할 때(하루의 일련의 다이빙 중 첫번째 다이빙 전) 마다 매번 사전 호흡의 수행을 강력히 권장하며, 가급적이면 각 다이빙 전의 수행을 권장한다. 사전 호흡은 scrubber 화학 반응의 시작에 관련된 것이 아니다, 그러나 다이빙 전 장비의 중요한 기능 확인을 위해, 특히 setpoint에서 ppO₂ 유지를 위한 장비의 능력과 흡수 기능 확인을 위해서 중요하다.

먼저 기능을 기구로부터 호흡하는 동안 산소 센서를 관찰하는 것으로 쉽게 확인할 수 있으며, 흡수 기능의 점검은 오직 아래 열려된 조건과 신체의 반응에 따라 수행되어야 한다. 5분의 사전 호흡 후 조차도, 흡수제가 잘못 충전되었거나 실수를 발견할 수 있다고 보장되지 않는다.

절차 :

1. Loop 내부가 setpoint에 도달하도록 확실히 한다, 과열은 과도한 산소 추가로 이어지지 않으며 시험 결과를 왜곡하지 않는다.
2. 점검 시작 전, 앉아서 점검하는 동안에 의식 상실의 경우를 대비해 상해를 피할 수 있는 안전한 장소를 선택한다.
3. 얼굴에 mask를 착용하고 코를 통해 대기 중의 공기가 흡입되어 점검의 정확성을 위태롭게 하는 것을 예방하기 위해 점검 기간 내내 이를 유지한다.
4. 장비에서 호흡을 시작하고 handset의 카운트 다운을 시작한다.
5. 두번째 handset에서 부분압과 모든 산소 센서들의 반응을 관찰한다.
6. 편안한 호흡을 유지하고 호흡은 멈추지 않으며 숨가쁨, 메스꺼움, 두통 또는 다른 비 정상적 상태의 느낌이 없는지 확인한다.
7. 긍정적 결과와 함께 점검을 마친 후, 당신은 다이빙을 시작할 수 있다.

경고 : 만약 당신이 빙점 이하의 온도에서 사전 호흡을 한다면, 어떤 경우에도 물에 완전히 잠기기 전까지 unit에서 호흡을 멈추면 안된다. 당신이 unit에서 호흡을 하지 않을 때, scrubber 사이의 공간은 열게 되고 기능을 방해하여 위험에 처할 수 있다.



3.4 다이빙

3.4.1 높은 산소 함유 기체의 호흡

CCR Liberty 순환 내부의 기체는 일반적으로 우리가 수면에서 호흡하는 공기보다 훨씬 높은 부분압의 산소를 포함하고 있다.

극심한 산소 독성 (CNS)

높은 산소 부분압의 노출은 극심한 산소 독성(CNS)의 원인이 되는 특정 상황 하에 놓이게 될 지도 모른다. 이것은 식사에 영향을 주는 원인이 될 수 있다.

“Oxygen clock”은 CNS 독성 한계의 소비에 대한 퍼센테이지 이다. 다음의 NOAA table 에 따라, 최대 부분압과 총 노출을 제한해서 극심한 산소 독성이 발생할 수 없도록 한다.

NOAA 산소 노출 한계

ppO ₂ (bar)	Maximum Single Exposure (minutes)	Maximum per 24 hr (minutes)
1.60	45	150
1.55	83	165
1.50	120	180
1.45	135	180
1.40	150	180
1.35	165	195
1.30	180	210
1.25	195	225
1.20	210	240
1.10	240	270
1.00	300	300
0.90	360	360
0.80	450	450
0.70	570	570
0.60	720	720

전신 산소 독성

0.5 bar 보다 높은 산소 부분압에 장기적인 노출(CCR Liberty 사용 시 일반적)은, 전신 (역시 폐 독성으로 알고있는) 산소 독성을 초래한다. 아마추어 테크니컬 다이빙의 일반적인 노출에서, 전신 독성 징후는 중요하지 않다. 재호흡기 다이빙 동안, 개방식과는 달리 다이빙 내내 비교적 높은 산소 부분압에 노출되며 전신 독성 한계점의 초과는 정말 위험하다.

아주 긴 다이빙 또는 일련의 재호흡기 다이빙 동안, 이것은 장기간의 노출 한계에 대한 계산과 전체 노출의 제한이 필요하다.

만성적 독성의 주된 증상은 일시적인 폐활량 감소이다. 다른 증상은 근시(hyperoxic myopia)일 수 있다. 증상은 수개월 동안 지속될 수 있다. $PO_2 \geq 1.4$ bar 때, 그 후 CNS 독성 한계는 항상 폐 독성 한계보다 짧다.

만성적 독성과 관련된 계산을 위해 Nitrox 다이빙 과정에서 알고 있는 REPEX 방법을 사용한다. CCR Liberty는 만성적 산소 독성과 관련된 계산을 수행하지 않는다.

3.4.2 장비 착용

다이빙 전 점검 이후, CCR Liberty를 딱딱한 표면 위에 세워둔다 - 현장에서 벤치나 탁자, 또는 차량의 화물 공간. 재호흡기가 떨어지지 않도록 적절히 확보한다, 예를 들면 파트너가 잡고 있는 등.

절차 :

1. 재호흡기 몸통의 반대편으로 DSV와 함께 호흡 주머니와 주름 호스를 뒤집는다.
2. 어깨 strap 아래로 당신을 위치시킨다.
3. 어깨 strap을 착용한다, 이상적인 것은 양쪽 팔을 동시에 착용하는 것이다.
4. 양쪽 발을 세운다. CCR Liberty의 무게 때문에(척추가 돌아가는 것을 피한다) 상해를 유발할 수 있다. 땅에서 일어설 때, 조심스럽게 무릎을 꿇는 자세를 한 후 일어선다.
5. 당신 다리 사이의 crotch strap을 잡아 올리고 crotch strap의 구멍에 벨트 버클을 통과시킨다.
6. 부드럽게 벨트를 조이고 벨트 버클을 채운다.
7. DSV와 함께 counter lung과 주름 호스를 앞쪽으로 뒤집는다.
8. Counter lung을 crotch strap의 V-strap에 버클과 함께 부착한다.
9. 모든 strap이 적절히 조여져 있고 비틀어져 있지 않은지 확인한다.
10. 당신의 손목에 handset을 착용한다. HS의 케이블을 당신의 팔에 감아서 확보한다.
11. HUD를 DSV에 부착하고 케이블을 주름 호스에 감아서 확보한다.
12. BCD inflator의 접근성을 확인한다.

3.4.3 DSV 사용

DSV는 당신의 입에 있지 않는 한 항상 닫혀져 있어야만 한다. 당신의 입에서 빼기 전에 닫는다; 당신의 입에 넣은 후 열고 숨을 들이쉬기 전에 깨끗이 한다.

수중에서 마우스 피스로 숨을 들이쉬기 전에 항상 마우스 피스 속으로 숨을 내쉴다.

당신의 입 속에 있지 않을 때 DSV를 개방하는 것은 즉각적인 부력 상실의 원인이 될 수 있고 호흡 loop의 침수 가능성이 있다.

3.4.4 장치의 관찰

산소 부분압.

당신은 항상 호흡 loop 내부의 산소 농도(PO₂)를 알고 있어야만 한다. 다른 작업을 하면서 지속적인 관찰을 위해 HUD 사용을 배운다.

항상 당신의 PO₂를 알아야 한다!

일정한 간격을 두고 handset에 표시되는 산소의 부분압을 확인한다. 센서들의 값이 각기 다르면, 모든 센서의 사용 종료 기간을 확인한다.

상당한 수심 변화가 있을 때, PO₂ 판독에 추가적인 주의를 기울인다.

감소된 산소 부분압을 표시하는 알람에 전적으로 의존하지 않는다.

Dive time	26:31	TTS	12:39
Depth m	51.0	t	12.2°C
Ceiling	9.5		09:20
		CNS	7 %
		He	63.8 %
×	Setpt 1.29	1.38 1.32	pO ₂ 1.30
		1.24 1.24	

O ₂	62.7 mV	1.25 bar
	61.1 mV	1.21 bar
	67.2 mV	1.23 bar
	58.8 mV	1.14 bar
Diluent	12/43	pO ₂ indirect
He0	48.8%	1.19 bar
He1	48.8%	0.97 bar
pO ₂	0.72 bar	Stack 2:34

감소된 산소 부분압은 또한 buddy display에 표시된다. 익숙한 당신의 다이빙 파트너는 BD 신호를 사용하여 당신이 도움이 필요할 때를 인식할 수 있을 것이다.

ppO₂ 관찰을 위해, 이는 모든 센서들의 평균 값의 관찰을 위해서는 충분치 않으며, 몇가지는 큰 글자로 강조된다. 모든 센서들은 반드시 handset의 주 화면 또는 모드 센서들의 화면에서 조차도 관찰되어야만 한다. 하나 또는 그 이상 센서들의 바른 측정에 의심이 드는 경우, 헬륨 센서(오직 diluent 내부의 헬륨 구성비가 20% 이상이고 헬륨 측정이 설정을 통해 허락되었을 때)를 사용한 산소 간접 측정 값들과 비교한다. 이 값들은 센서 전압 화면에서 찾을 수 있다.

다른 선택 사항으로 센서 전압 화면의 좌측 하단 구석에 있는 값을 사용해서 결과와 비교한 후에 diluent flush(바른 수행은 CCR Liberty 다이버 과정의 부분이다)를 한다. 이는 현재 수심에서의 diluent ppO₂를 제공한다. 표시된 값에 상응하는 diluent flush 후에 이는 유효하다고 고려될 수 있다. 만약 낮은 수심에서 hypoxic diluent를 사용한다면 주의해야 한다.

시스템은 자동적으로 하나 또는 두개의 센서를 사용 불가능으로 만들 수 있다. 항상 당신의 상식을 유지하고 정말 잘못된 센서는 폐기되고 반대가 아닌 것을 확인한다.

산소와 diluent 압력

우리는 거의 매 5분 마다 한차례 씩 산소와 diluent 압력을 확인하는 것을 권장한다.

개방식 장비와 비교했을 때, 산소와 diluent 탱크는 작은 부피를 가진다. 작은 누출 조차도 빠른 압력 손실의 원인이 될 수 있다. 그러므로, 산소와 diluent 압력 게이지(SPGs)를 개방 회로를 사용하는 다이빙 때 보다 더욱 자주 확인한다.

3.4.5 CCR 모드로 전환

수면 모드에서, 메뉴에 들어가서 CCR 모드로 전환한다. 표시된 점검표에 따라 점검을 수행한다.

3.4.6 입수

다이빙 전 점검에 따른 점검이 수행되지 않는 한 물에 들어가지 않는다.

우리는 scrubber와 장비의 적절한 작동을 확실히 하기 위해 물에 들어가기 전에 최소한 3분 동안 재호흡기를 호흡하는 것을 권장한다.

추운 영하의 날씨에는, 재호흡기를 따뜻한 환경으로 이동시켜 scrubber가 냉각되는 것을 허락해서는 안된다. 동결 공기에 재호흡기의 노출을 제한한다. 필요하다면, 재호흡기를 호흡함으로써 지속적으로 흡수제를 따뜻하게 유지한다.

우리는 서서히 입수하고 재호흡기로 천천히 하강하기를 권장한다.

만약 뛰어서 입수해야(“giant stride” 방법을 사용하는 것이 좋다) 할 필요가 있는 경우, 당신의 다리와 엉덩이가 물에 먼저 닿도록 해서, counter lung과 주름 호스를 직접적인 충격으로부터 보호한다. 이런 방법으로 입수할 때, DSV는 당신의 입에 있어야 한다; 입수하는 순간 잠겨져 있어야 한다. 갑작스럽게 물속으로 들어가는 것은 문제가 발생하는 경우 도움을 주기 위해 자격 인증된 사람에 의한 지도가 필요하다.

입수 후 bubble check을 수행한다. 산소와 diluent 탱크의 작은 부피로 인해서, 고압과 저압 부품에서의 가벼운 누출은 개방식 다이빙에서는 견딜 만 하지만, 탱크 압력의 빠른 감소를 유발할 수 있다.

3.4.7 물에 잠김

물에 잠겨있는 동안, 부력 조절을 위해 BCD를 사용한다.

다이빙하는 동안 가능한 무게의 변화에 대한 ballast의 양을 선택한다. 하강을 용이하게 하기 위해 과적하지 않는다. 개방식 다이빙과 다른 기체 소비로 인한 무게의 감소는 아주 적다. 개방식 bailout 장비 사용의 가능성은 무게 감소에 더 많은 영향을 준다. Ballast의 바른 무게 결정은 CCR Liberty 과정에서 배우게 될 기술 중 하나이다.

3.4.8 In-water check

PO2 조절 시스템을 확인하고 부력을 조절한다.

당신의 다이빙 파트너와 bubble check을 수행한다. 기체 흐름 방향 내의 호흡 loop의 모든 부분들을 살펴본다. “Helicopter turn”을 사용해서 수평으로 회전한다.

당신의 bailout 장비들을 확인한다. Regulator가 쉽고 빠르게 사용 가능하고 작동 가능한지 보기 위해 bailout 실린더에서 약간의 호흡을 한다. Bailout 실린더의 압력을 확인한다.

3.4.9 하강

하강하는 동안, ADV는 호흡 loop에 diluent를 추가한다; 당신은 또한 수동으로 diluent를 추가할 수 있다. Diluent는 흡기 counter lung에 추가된다. 빠른 하강 동안, DSV로 운반된 혼합 기체는 사실상 diluent와 동일하다.

만약 당신이 낮은 산소 함량(예, 대단히 깊은 수심으로 하강을 시작할 때)의 diluent를 사용한다면, 하강 비율을 상당히 제한해야 한다. 이는 diluent의 PO2가 0.2 bar를 초과하는 수심에 도착할 때 까지 계속된다.

이는 또한 ADV를 차단할 가능성이 있고 hypoxic diluent 주입의 최대한의 통제를 위해 diluent를 수동으로 조절한다.

혼합기체를 호흡할 수 있는 수심에 도착하기 위해 빠른 하강을 하지 않는다. Loop 내부의 낮은 산소 부분압은 당신이 호흡을 참으며 하강하는 것 보다 상당히 빠른 의식 상실을 초래한다. 이런 위험을 감수하지 말라.

하강이 완료되면, 정밀한 optimum loop volume 유지를 위해 ADV를 차단할 가능성이 있다.

3.4.10 부력과 trim의 조절

재호흡기를 사용하여 다이빙할 때, 부력은 개방식 다이빙처럼 호흡에 의해 조절되지 않는다. 당신이 닫혀있는 loop 안의 호흡을 할 때부터, 전체적인 부력의 영향은 없다.

작은 수정을 포함하는 부력은 BCD를 사용해서 조절된다.

아주 작은 경우, 일시적 부력 증가(예, 장애물을 넘어서 수영할 때)에 BCD를 사용하는 대신에, 작은 양의 diluent를 호흡 loop에 추가할 수 있고 당신 폐의 최고점을 사용해 호흡할 수 있다. 이 방법이 편리하기는 하지만, 이것 역시 보다 큰 산소와 diluent 소비를 초래한다. 기억하라: 장애물 주변을 수영하는 것이 그것을 넘는 것 보다 낫다.

Dry suit 같은 다른 부력 요소 사용에 의한 최소한의 균형 조절을 유지한다. 여러가지 부력 요소들은 다이버에게 과도한 과제를 주어 조절의 어려움이 증가된다.

다이버의 최적 trim은 상승과 하강 동안에도 수평이다. CCR Liberty 과정 동안, 당신은 최적의 균형 잡힌 자세를 찾을 것이다. 웨이트 벨트를 사용하지 않는다.

호흡을 계속하는 동안 바른 균형과 trim을 달성하기 위해 훈련할 때, 가만히 있기 위해 노력하고 수심 또는 신체 위치가 수심 초 동안 변화가 없어야 한다.

다이빙 할 때 부력의 예비 요소들은 항상 필요하다. 이것은 dry suit, 이용 가능한 ballast 일 수 있다. 예. Lift bag.

3.4.11 마스크 물빼기

재호흡기를 사용해서 다이빙할 때, 다이빙하는 동안 소비된 혼합 기체의 상당한 부분은 마스크 물빼기 할 때이다. 그러므로, 마스크 물빼기를 최소한으로 유지한다.

3.4.12 증가된 신체 활동

CCR Liberty는 필요에 따라 호흡 loop에 산소를 추가한다. 몇몇 기계적 재호흡기와는 다르게, 증가된 신체 활동은 산소 부분압의 감소를 초래하지 않는다.

보다 긴 신체 활동의 경우, 자주 산소 탱크의 압력을 확인한다. 감압 계획을 위해 증가된 신체 활동을 고려한다.

3.4.13 상승

일반적 조건 하(예; 15 m/min 보다 적은 상승율)에서 최소한 0.8 bar의 setpoint와 일반적 기능의 장비를 사용하고, 산소 부분압의 감소(PO₂)를 0.16 bar 아래로 떨어지지 않도록 제한한다.

만약 작은 수심에서 우연히 빠른 상승이 발생한다면 PO₂에 굉장히 주의를 기울여야 한다. 이는 단기간에 감소가 발생할 수 있는 가능성이 있다, 하지만 이것은 두세번의 들숨으로 자동적으로 수정된다.

상승을 시작하기 전에, 산소 탱크의 밸브가 개방되어 있는지 확실히 확인한다.

상승하는 동안, 주변압의 감소로 인해 호흡 순환 내부의 혼합기체 팽창이 발생할 수 있다. 이는 초과된 호흡 기체의 배출이 필요하다. 배기(오른쪽) counter lung의 과압 밸브는 이런 목적을 위해 사용된다. 과압 밸브를 완전히 개방한다. 어떤 다이버들은 초과된 호흡 기체를

코를 통해 마스크로 배출하는 것이 더욱 편리하다고 생각한다. 입을 통해 마우스 피스 주변으로 초과된 혼합 기체를 배출하지 않는다. 그렇게 되면 호흡 순환 속으로 물이 들어오는 위험성이 증가한다.

3.5 다이빙 후 절차

3.5.1 수면 도착 후 즉시

DSV를 잠근다, 재호흡기를 적절한 장소에 둔다, 탱크 밸브를 잠그고 조절 장치를 끈다.

만약 안정적(표면이 견고하고 사용할 수 있다)이라면, 재호흡기를 세우고 떨어지는 것을 예방하는 조치를 취한다. 만약 당신이 재호흡기를 세워둘 장소가 불가능한 현장에 있다면 눕혀 놓는다. 재호흡기를 취급할 때, 주름 호스의 손상을 방지하기 위해 특별히 주의한다.

일반적 규칙으로, 매 다이빙 후 또는 최소한 당일 다이빙의 마지막에 water trap의 건조가 필요하다. Head를 분리하고 scrubber cartridge를 제거하고, water trap을 제거하고 종이 타월로 건조 시킨다. Cartridge의 외부 표면도 종이 타월로 건조시킨다.

Head는 산소와 헬륨 센서의 적절한 기능성을 확실히 하기 위해 건조시킨다. 증가된 습기의 장소 또는 기간 동안, 우리는 선택적인 DIVESOFT Head drying fan의 사용을 강력히 권장한다. 이는 두가지 형태의 센서들 모두의 기능을 확실히 한다.

3.5.2 CO₂ scrubber 유지 관리

만약 흡수제 능력이 충분하다면, 다음 계획된 다이빙을 위한 예비로 사용하며 다음 다이빙 때까지 재호흡기의 살균은 필요하지 않다, Scrubber cartridge를 canister에 재 삽입한 상태로 재호흡기를 둔다. 개방된 scrubber canister는 만약 건조한 장소에 보관되었다면, 최대 24시간 동안 둘 수 있다. 보다 오랜 저장을 위해 건조한 head를 설치하고 호흡 loop를 닫는다. 우리는 “DIVESOFT scrubber cover” 사용을 권장한다. 첫 충전 날짜와 scrubber가 사용된 개별 다이빙 시간의 작성을 권장한다. 흡수제 교체 후, 라벨도 교체한다. 사용되고 첫 사용 후 30일 이상 지난 scrubber는 저장하지 않는다.

3.5.3 세척과 살균

사용할 때, 재호흡기의 호흡 loop는 дай버의 호흡 기관과 외부 환경으로부터 미생물들이 대량 서식한다. 정기적 세척과 살균의 목적은 위험성을 내포하는 이런 미생물들의 증식을 예방하고 다양한 사용자들 사이의 감염 전달을 예방하기 위함이다.

만약 CCR Liberty를 서늘한 장소에 저장했다면 살균 후 첫번째 다이빙에서부터 다음 살균까지 일주일 이상 지나면 안된다. 25 °C 이상의 온도에서 재호흡기를 저장할 때, 이 간격은 4일로 줄어든다; 주 간격은 오직 scrubber cartridge를 위해 유지될 수 있다. 정해진 기간 동안 얼마나 많은 다이빙을 했는지는 상관없다.

살균은 CCR Liberty의 사용자가 바뀌기 전에 항상 필요하다. 절대 살균되지 않은 재호흡기를 빌려주지 않는다. 감염의 전달은 한번의 들숨으로도 발생할 수 있다. 감염된 사용자는 어떤 감염의 증상도 반드시 보이지는 않을 것이다.

깨끗한 민물을 사용하여 조립된 재호흡기를 행구는 것으로 세척을 시작한다. 재호흡기의 개별 부품들을 분해한다.

절차:

1. Ballast를 제거한다.
2. 산소와 diluent 탱크를 풀고 분리한다, regulator inlet에 watertight stopper를 삽입한다.
3. DSV에서 HUD를 제거한다.
4. Head에서 주름 호스와 함께 counter lung을 제거한다.
5. Counter lung에서 ADV, manual valve와 과압 밸브를 제거한다.
6. Harness에서 counter lung을 분리한다.
7. 부착된 handset과 HUD와 함께 head를 제거한다.
8. Cartridge로부터 CO2 scrubber를 제거하고 안전한 곳에 놓아둔다.
9. Backplate에서 scrubber canister를 제거하고 water trap을 제거한다.

조절 장치와 함께 head를 청소하고, 시원하고 건조한 곳에 놓아둔다.

적절한 용기에 살균 용액을 준비한다. 용기는 반드시 깨끗해야 하며 모든 기계적, 화학적 불순물로부터 자유로워야 한다. 예를 들면, 아기 욕조, mortar 통(새것, 사용되지 않은 것) 또는 Tupperware 용기 등이 살균을 위해 적절하다.

일반적인 살균을 위해, 0.5% 농도의 Mikrobac forte 살균제를 사용한다. 살균제를 사용할 때 다음의 지시를 따른다.

깨끗한 민물로 행구고 tube, water trap, 주름 호스를 개방된 DSV와 조립하고, counter lung과 CO2 필터를 통에 넣는다. 처리한다.

주름 호스 조립과 공기를 배출하기 위해 DSV를 조작하고 전체 공간(이것은 CCR Liberty 훈련 과정에 필요한 기술의 한 부분이다)에 살균 용액을 채운다. Counter lung을 살균 용액으로 완전히 채운다.

만약 당신이 곰팡이 증가에 관심을(시각 또는 후각적으로) 가지고 있다면, 철저한 살균과 표면의 기계적인 청소가 필요하다. 대부분의 표면은 살균 용액이 묻은 천으로 닦을 수 있다; 주름 호스의 내부 표면을 청소하기 위해 bottle brush(이를 위한 특별한 목적으로) 를 사용한다.

부품들을 살균 용액에 한시간 동안 담궈둔다. 그 후, 꺼내서 깨끗한 민물로 행구고 건조 시킨다. 부품들을 직사광선에 직접 건조시키지 않는다.

더욱 집중적인 살균이 요구될 때, 더욱 높은 농도의 살균액(최대 2%)의 사용 또는 살균 용액에 오랜 시간(최대 4시간) 동안 담궈둔다.

Mikrobac 대신에, 4차 암모늄염을 기반으로 한 다른 살균제 사용이 가능하며 이것은 CCR Liberty에서 제작된 재료들과 호환된다. CCR Liberty 제조사는 Mikrobac forte 이외의 살균제에 대한 적합성을 보장하지 않는다. 어쨌든 염소에 기반을 둔 약품은 사용하지 않는다.

일반적인 상황에서 head, ADV, manual bypass valve 그리고 과압 밸브의 살균은 필요치 않다.

살균의 필요성이 증가되는 경우에, 산소 센서는 head로 부터 제거될 수 있고 살균 용액 으로 남은 부품들을 살균액을 사용해 세척하는 것으로 살균한다. ADV, manual bypass valve 그리고 과압 밸브는 살균 용액에 담궈 두는 것으로 살균할 수 있다.

살균 용액은 수중 생물에게 높은 독성을 가지고 있다. 환경적으로 친근한 방법으로 처리한다.

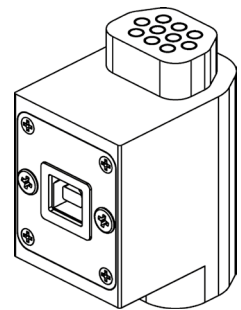
3.5.4 배터리 관리

배터리의 완전 방전을 방지한다. 만약 가능하다면, 당일 매 다이빙 후에 배터리를 충전한다.

3.5.5 Dive log 다운로드

Handset을 분리하고 head(연결된 handset 없이)에 있는 handset connector에 다목적 USB 를 부착한 후에, 대용량 저장 모드의 USB 인터페이스를 통해 CCR Liberty의 dive-record memory를 사용할 수 있다. 이것은 USB 케이블이 컴퓨터에 연결된 것을 의미하며, 읽기만 가능한 제한적인 보통의 flash drive를 나타내는 것이다. 개별 다이빙의 기록은 dive log 폴더 안의 독립된 파일로 저장된다.

조절 장치(CU)는 micro SD card를 삽입할 수 있는 특징이 있다. 그런 카드는 제조사에 의해 CU에 설치되었고 dive log (CU 메모리에 의존하지 않는)는 독립되어 저장된다. 카드 용량은 장비의 사용기간 동안 상세한 로그를 저장하기에 충분하며, 다이버의 필요에 따라



카드에서 로그를 삭제할 수 있다. 카드는 일반적으로 USB 케이블(CU가 손상을 입은 경우라도)을 통해 대용량 저장 장치에 접근하는 같은 방법으로 접속할 수 있으며, micro SD 카드는 조절 장치 판에 있는 connector로 부터 제거할 수 있고, dive log는 일반적인 리더기를 사용해서 읽을 수 있다.

Log는 일반적으로 www.wetnotes.com에 있는 cloud에서 작동된다. 하지만, www.CCRLiberty.com에서 다운로드 받은 PC(Windows 7 또는 이상)를 위한 독립형 소프트웨어의 사용도 가능하다.

3.5.6 장기간 저장

일주일 이상의 장기간 동안 재호흡기를 보관하기 전에, 세척 및 살균에 따른 절차를 따른다.

만약 CCR Liberty가 건조하고 깨끗한 환경에 저장된다면, 주름 호스를 연결하지 말고 DSV와 함께 head 또는 호흡 주머니에 조립하고 재호흡기를 개방해서 저장한다. 가정 환경과 같은 등급의 청결 상태의 환경에서조차도 먼지가 발생한다. 먼지의 축적을 제한한다, 예를 들면, 세탁된 면으로 된 침대 시트를 사용해 장비를 덮어둔다. 분리된 주름 호스를 조립하여 완전한 건조를 예방할 수 있는 적절한 용기에 저장한다.

만약 CCR Liberty를 낮은 등급의 청결 상태를 가진 환경에 저장한다면, 조립되고 잠긴 (흡수제 없이) 상태로 저장한다. 낮은 등급의 청결 상태를 가진 환경은 예를 들면, 애완동물이 있는 가정일 수 있다.

잠긴 재호흡기를 저장하기 전에, 주름 호스의 모든 주름 부분과 counter lung의 내부 표면을 포함하는 모든 부분들은 반드시 완전히 건조되어 있어야 한다.

배터리는 최소 6개월 마다 한번씩 충전한다.

장비를 저장한 지 6개월 이상이 지난 후, 만약 장비 내부에서 지속적인 수분을 발견했거나 곰팡이 냄새를 맡을 수 있거나 주름 호스에서 곰팡이를 찾았다면, 다시 장비를 살균해야 할 필요가 있다.

재호흡기를 저장할 때, 고무 부품(호스, 케이블 등)들은 끼어있거나 눌려져 있지 않은지 확인한다.

재호흡기에 문제가 되는 물건들이 있는지 확인한다. 재호흡기의 떨어짐을 방지하기 위해 확실히 한다.

3.6 비상 절차

고 품질의 훈련을 통해 비상상황 발생을 예방한다. 당신의 다이빙 자격 인증 한계를 초과 하지 않는다. 매 다이빙 전, 중 그리고 이후에, 규정된 절차를 충실히 지킨다. 다이빙 전에 재호흡기와 관련된 문제를 발견하고 당신이 문제를 해결할 수 없는 경우, 문제의 정도에 구애 받지 않고 재호흡기를 사용한 다이빙을 해서는 안된다.

3.6.1 비상 상승 (bailout)

재호흡기를 사용하는 다이빙을 할 때는 언제든지 예비 호흡 장비의 착용이 필요하다. 일반적인 형태의 예비 장비는 표준 stage bottle이다.

다이빙하는 동안, 만약 CCR Liberty의 고장이 발생한다면 당신은 해결 또는 정확히 인지 하지 못하거나, 만약 재호흡기의 무엇인가가 잘못되었다는 것조차 모른다면, bailout 호흡 장비로 교환해야 한다:

1. Bailout 호흡 장비를 대기 위치에 둔다.
2. 순환 속으로 숨을 내쉬고 DSV를 잠근다, 그러나 bailout 장비의 마우스 피스로부터 물을 제거하기 위해 당신의 폐 속에 있는 충분한 양의 기체를 가지고 있다.
3. Bailout 장비로부터 호흡을 시작하기 위한 표준 절차를 수행한다. 예; 바른 stage 탱크로부터 호흡하는 것을 확실히 하기 위한 확인.

만약 당신이 나중에 재호흡기 고장을 해결하거나 문제의 원인이 재호흡기 외부에 있다고 결정했다면, 당신은 재호흡기로 부터의 호흡을 재기할 수 있다.

Bailout OC 모드로 전환한 후, 안전 등급은 자동적으로 Bailout Gradient Factor(BoGF) 사용으로 설정된다. CCR Liberty 운영에서 모드에 영향을 주지 않고 메뉴에서 표준과 bailout GF 설정 사이의 전환이 가능하다.

Stage bottle의 사용에 관련된 지식과 기술은 CCR Liberty를 사용하는 다이빙에 관심 있는 모두를 위한 사전 자격요건으로 필요하다. CCR Liberty 다이빙 과정(제조사에 의해 승인된)에서, 예비 호흡장비 역할의 stage bottle 사용이 철저히 수행된다.

3.6.2 산소 공급원 고장

산소 탱크 내부의 저압

이 경우 다이빙의 종료가 필요하다. 늦어도 순환 내부의 산소 부분압이 0.3 bar 이하로 떨어지기 전에 bailout 호흡 장비로의 전환이 필요하다.

만약 다이빙을 준비할 때 철저함의 부족이나 다이빙하는 동안 정기적인 압력 확인의 실패로 이런 상황이 발생한다면, 재호흡기를 사용하는 다이빙은 너무 큰 위험성을 가지므로 고려해야 한다.

Solenoid의 산소 운반이 정지됨

만약 부분압이 setpoint아래로 상당히 떨어졌지만 산소 탱크 내부에 여전히 충분한 압력이 있다면, 산소를 추가하기 위해 manual bypass valve를 사용한다.

짧게 눌러서 산소를 서서히 추가한다. 호흡은 규칙적으로 한다. 산소는 배기 counter lung으로 운반된다. Scrubber 내부의 산소가 호흡 기체와 혼합되고 흡기 쪽의 센서에 도착 전에 몇 차례 들이쉴다.

만약 상황이 지속된다면, 산소 운반을 수동으로 조절한다. 안정된 상태(느린 수영 같은 변함없는 수심과 낮은 등급의 활동량)에서는, 대략 일분에 한두 차례 산소의 추가가 필요하다.

이런 고장은 다이버에게 즉각적인 위협을 제기하지 않는다. 하지만, 당신은 하강 또는 관통을 계속하지 않는다. 귀환을 시작하고 상승한다.

Manual O₂ bypass valve free-flow

Quick-release를 분리한다. Manual bypass valve를 통한 산소 전달 중단의 원인이 되는 Quick-release connector를 푼다.

이런 고장은 다이버에게 즉각적인 위협을 제기하지 않는다. 하지만, 당신은 하강 또는 관통을 계속하지 않는다. 귀환을 시작하고 상승한다.

Manual bypass valve가 작동하지 않고, 산소는 누른 후에도 추가되지 않는다

이런 고장은 다이버에게 즉각적인 위협을 제기하지 않는다. 하지만, 당신은 하강 또는 관통을 계속하지 않는다. 귀환을 시작하고 상승한다.

Solenoid 또는 manual bypass valve 둘 중 어떤 것을 사용해도 산소 운반이 작동되지 않는다

이 경우 다이빙의 종료가 필요하다.

늦어도 순환 내부의 산소 부분압이 0.3 bar 이하로 떨어지기 전에 bailout 호흡 장비로의 전환이 필요하다.

3.6.3 Diluent 공급원 고장

Diluent 탱크 내부의 저압

이 경우 다이빙의 종료가 필요하다. 상승하는 동안, 순환 내부의 diluent는 팽창하고 따라서 순환 내부의 부피는 보충된다. 만약 가능하다면, 당신이 귀환하는 동안 수심을 증가시키지 않는다.

순환 내부의 diluent 부피가 충분하다면, 재호흡기로 부터의 호흡은 가능하다. 만약 충분하지 않다면, bailout 호흡 장비로 교환할 필요가 있다.

이 경우 높은 PO2에 대한 표준절차(flushing out the loop, diluent 추가)를 수행할 수 있는 가능성이 없다는 것을 명심해야 하며, 이런 상황은 오직 즉각적인 bailout 호흡 장비로 교환하는 것으로 해결될 수 있다. 그러므로 당신은 대기 위치에 두어야 한다.

ADV free-flow

Collar를 이동시켜 ADV를 잠근다. 이것은 ADV를 통해 전달되는 diluent의 중단 원인이 된다. 이런 고장은 사용자에게 즉각적인 위협을 제기하지 않는다. 다이빙은 순환에 diluent의 수동 추가를 사용해 계속 진행할 수 있다.

Manual bypass valve free-flow

Quick-release를 분리한다. Manual bypass valve를 통한 diluent 전달 중단의 원인이 되는 Quick-release connector를 푼다.

이런 고장은 사용자에게 즉각적인 위협을 제기하지 않는다. 다이빙은 ADV를 사용해 순환 속으로 diluent의 자동 전달과 함께 계속 진행할 수 있다. Diluent의 수동 전달은 ADV를 눌러서 수행할 수 있다.

Manual bypass valve가 작동하지 않고, diluent는 누른 후에도 추가되지 않는다

이런 고장은 사용자에게 즉각적인 위협을 제기하지 않는다. 다이빙은 ADV를 사용해 순환 속으로 diluent의 자동 전달과 함께 계속 진행할 수 있다. Diluent의 수동 전달은 ADV를 눌러서 수행할 수 있다.

Manual bypass valve도 작동하지 않고 ADV도 작동하지 않는다

만약 diluent 압력계가 충분한 압력을 표시한다면, diluent regulator의 1단계 고장은 발생할 수도 있고 더 이상 순환에 diluent를 추가할 가능성은 없다.

이 경우 다이빙의 종료가 필요하다. 상승하는 동안, 순환 내부의 diluent는 팽창하고 따라서 순환 내부의 부피는 보충된다. 만약 가능하다면, 당신이 귀환하는 동안 수심을 증가시키지 않는다.

만약 순환 내부의 diluent 부피가 충분하다면, 재호흡기로 부터의 호흡은 가능하다. 만약 충분하지 않다면, bailout 호흡 장비로 교환할 필요가 있다.

이 경우 높은 PO₂에 대한 표준절차(flushing out the loop, diluent 추가)를 수행할 수 있는 가능성이 없다는 것을 명심해야 하며, 이런 상황은 오직 즉각적인 bailout 호흡 장비로 교환하는 것으로 해결될 수 있다. 그러므로 당신은 대기 위치에 두어야 한다.

3.6.4 Scrubber 고장

만약 당신이 빠른 호흡이 필요하다면(당신의 노동량에 일치하지 않은), scrubber 고장 때문에 순환 내부의 증가된 이산화탄소의 농도가 원인일 가능성이 있다. 당신은 또한 메스꺼움, 두통 그리고 혼란으로 고통 받을 수 있다.

그와는 반대로, 다른 유사한 증상인 심리적 과호흡 증후군과 혈액 속과 다른 신체 조직의 감소된 이산화탄소량의 원인이 되는 가능성이 있다. 이는 다이버가 너무 과한 활동에 직면했을 때와 같이 증가된 정신적 스트레스로 인해 일반적으로 발생한다.

만약 증상이 극심할 경우 의식 상실의 위험성이 있으므로, 즉시 bailout 호흡 장비로 교환 한다. 가능한 빨리(몇몇은 느리게) 예비 장비로부터 심호흡을 한다. 물론, 당신은 극심한 증상의 단계로 넘어가는 상황을 허락해서는 절대 안된다.

만약 당신이 호흡할 때 불편함을 경험했지만 증상이 의식 상실의 위험성을 제기하지 않을 정도로 심각하지 않다면, 당신의 혈액 속 이산화탄소의 농도를 시험해본다. 당신은 움직임 없이 머문다; 어떤 경우에도 큰 수심 변화가 있으면 안된다. 당신의 숨을 참고 10초 동안 있어본다.

만약 당신이 숨을 참을 수 없거나 아주 어렵고 힘들게 할 수 있고 호흡 충동이 심하다면, 이것은 scrubber가 작동하지 않거나(흡수제의 조기 고갈, scrubber로 돌아가는 공기에 의한 흡수제의 채널 발생) 또는 공기가 scrubber를 통과하지 못하거나 오직 부분적으로 통과하는 기계적 고장(마우스 피스의 방향 밸브의 고장; scrubber 외부에 있는 흡기와 배기 쪽의 연결)이 분명하다. Bailout으로 교환하고 다이빙을 종료한다.

만약 호흡을 참는 것으로 문제의 원인이 아니라고 생각되면, scrubber는 제대로 작동하고 있는 것이다. 다음 몇 분에 걸쳐, 모든 다른 활동을 제한하고 느린 호흡에 집중한다.

3.6.5 마우스 피스의 우발적 폴립

마우스 피스가 다이버의 입에서 빠질 때, DSV는 뜨는 경향이 있다. 하지만, 다이버의 범위를 넘어서 뜨는 것을 예방하기 위해 counter lung과 연결되어 있다.

만약 빠지면, 마우스 피스를 즉시 당신의 입으로 돌려놓는 것이 필요하다. 만약 마우스 피스를 충분히 빨리 돌려놓았다면, 상당한 양의 물이 호흡 loop로 들어가지는 않을 것이다.

만약 문제가 빨리 해결되지 않았다면, loop는 침수될 것이다. 이 경우 침수 절차를 따른다.

Strap(bungee cord)이 마우스 피스의 우발적인 빠짐을 예방하여 DSV를 잡아 줄지도 모른다. 매듭을 이동해서 bungee 길이를 조절한다.

3.6.6 침수

호흡 순환의 상당한 침수 개연성은 아주 낮다. 장비를 신중히 조립하고 규정된 다이빙 전 절차를 수행하면, 기계적 손상으로 인한 호흡 loop의 온전함의 중요한 혼란없이 침수는 제외될 수 있다. 상당한 침수의 경우, 즉각적인 bailout 호흡 장비로의 교환과 부력 상실을 예방하기 위해 BCD의 사용이 필요하다.

재호흡기의 DSV에 있는 유체로부터의 혼합기체를 흡입하지 않는다. 극심한 경우, 이것은 소위 caustic cocktail(예; 흡수제로부터 용해된 가성 소다와 함께 섞인 가성 혼합기체)로 부르는 것을 함유하고 있을 수 있다.

작은 양의 물이 다이버의 입에서 마우스 피스가 떨어질 때 개방된 DSV를 통해 순환 속으로 들어갈 수 있다. 이런 경우, 물은 배기 counter lung으로 들어간다. 이는 즉각적인 위험을 나타내지 않기는 하지만, 기회가 생기자마자 과압 밸브를 사용하여 counter lung 으로부터 물을 배출 시키는 것이 바람직하다. 과압 밸브를 완전히 개방한다. 상당한 부력 변화를 예방하기 위해, BCD의 기체를 뺀다. Manual bypass valve를 사용해 순환에 diluents를 추가한다. 과압 밸브가 배기 주머니의 가장 아래 부분에 오도록 자세를 취한다. 당신의 손으로 주머니를 누르고 배기하여 주머니로부터 물을 배출한다.

3.6.7 부력 상실

BCD는 부력 조절을 위한 기본적인 도구이다. 만약 BCD가 작동하지 않는다면, 부력을 얻기 위해 다른 수단을 사용해야 한다.

만약 BCD의 용량이 충분하지 않거나 또는 고장난 후 inflator나 입으로 기체를 채우기가 불가능하다면, 당신의 dry suit를 부력을 얻기 위한 수단으로 사용한다. CCR Liberty 사용자는 반드시 부력의 예비 공급원으로서 dry suit의 안전한 사용에 대한 충분한 지식과 기술을 가지고 있어야 한다.

만약 BCD와 dry suit 사용으로 충분한 부력을 얻는 것이 불가능하고, 만약 동시에 다른 적절한 선택이 없다면, ballast를 버린다. 만약 ballast를 완전히 버릴 필요가 있다면, 왼쪽 ballast를 먼저 버리는 것으로 부력을 얻고 난 후, 필요하다면 오른쪽을 버린다. 왼쪽 ballast를 버리는

것은 배기를 위한 적절한 자세에서 dry suit 해제 밸브와 BCD의 inflator 를 가져오기 위해 도움이 된다.

Ballast를 버리는 것은 기술(민첩성과 기동성 뿐만 아니라)이며, CCR Liberty 다이빙 과정 중 강사의 감독 하에서 요구되는 훈련이다.

3.6.8 수면 구조

수면에서 부상당한 CCR Liberty 사용자를 보조할 때, ballast를 버림으로써 부력을 증가시킬 가능성이 있다.

만약 다이버의 생명이 심각한 위험에 처해있고 구조하는 동안 모든 장비를 버리는 것이 필요할 지라도, 부력은 DSV 잠금, wing 팽창, 그리고 ballast를 버리는 것으로 확보되어야 한다.

CCR Liberty와 harness에 부착된 다른 장비들의 완전한 제거는 시간이 소요될 수 있다. CCR Liberty에 의해 제공된 충분한 부력은 진행중인 구조 절차에 도움을 줄 수 있다.

3.6.9 산소 농도 측정의 고장

만약 화학적 산소 센서가 작동하지 않는다면(제외되고, 장애가 있고, 오류가 있고 또는 오프 라인 상태 / 잘못된 센서를 참고), trimix가 diluent로 사용되고 헬륨 센서가 작동한다, 그리고 나서 CCR Liberty는 헬륨 내용물의 측정을 사용해 부차적으로 PO2를 결정하기 위해 자동적으로 전환된다. 헬륨 내용물의 측정을 참고.

이것은 오직 비상 절차로만 고려되어야 한다. 이것은 오직 비상 상승(bailout)에 따른 절차가 불가능할 때 사용한다.

3.7 유지 관리

필요한 기술적 정보를 포함하는 유지관리 운영은 유지관리 지침서에 서술되어 있다. 사용자 지침서에는 오직 모든 CCR Liberty 사용자들이 알고 있어야만 하는 내용들이 서술된 기본적 유지관리 운영만이 있다.

산소 압력 하에 접촉하는 모든 부품들의 유지관리를 위해 오직 산소 양립성 윤활제를 사용한다.

3.7.1 도구와 교환 부품

현장에서 문제를 해결할 수 있는 당신의 공구함에는 아래 내용물이 필요하다;

- 수술용 장갑.
- Paper towels.
- Scrubber cartridge 저장을 위한 PE bag.
- DSV mushroom valve. (2 개)
- 마우스 피스.
- Tightening strap.
- 산소 양립성 윤활제.
- 2.5 mm와 3 mm 육각 key.
- #1 Phillips screwdriver.
- O-ring 제거용 도구. (O-ring pick, plectrum, 대나무 이쑤시개)
- 조절 가능한 렌치.
- Duct tape.
- Duct tape에 쓰기 위한 영구적 방수 필기구.
- O-ring set.

3.7.2 누출 감지

만약 누출 지점을 찾지 못했다면, 누출을 찾기 위해 과압을 사용할 것을 권장한다.

누출은 일반적으로 재호흡기 전체를 물속에 담궈서 찾을 수 있거나, 호흡 loop 내부에 압력을 가하는 동안 물속에 넣어서 찾을 수 있다. 이것은 또한 특정 부분에 비누 용액을 사용하여 누출 부분을 찾는 것도 가능하다.

문제를 제거한 후, 양압과 음압 시험을 반드시 반복한다.

3.7.3 정기 서비스 점검

CCR Liberty는 연간(최대 12개월) 또는 150 시간의 사용 후(어떤 것이든 먼저 발생하는 것을 먼저) 서비스 점검을 요구한다.

서비스 점검은 반드시 제조사에 의해 수행되거나 Liberty system에 의해 인증된 서비스 기술자에 의해 수행되어야 한다. 교체 부품들과 점검 절차는 점검할 때 유효한 제조사의 가이드 라인에 의해 결정된다.

3.7.4 장기간 유지관리

산소 센서

산소 센서가 보정되었을 때, 센서의 사용 정도는 점검된다. 물론, 센서는 다이빙하는 동안 갑자기 센서 사용 기간의 끝에 도달할 수 있다, 특히 높은 산소 부분압을 사용하는 환경에서. 그러므로, 우리는 작동을 시작한 후 늦어도 1년 후 또는 생산된 후 최대 18개월에는 산소 센서의 교체를 권장한다.

하지만, 센서는 좋은 취급에도 불구하고 편차를 보이거나 권장된 수명 동안 조차도 제한될 수 있다. 이런 이유로 인해, 우리는 정기적인 센서들의 선형성 점검을 위해 “DIVESOFT Oxygen sensor kit”의 사용을 권장한다. 이것이 오직 정확하고 안전하게 오류 또는 현재 제한된 센서를 파악하는 방법이다.

교체된 센서를 폐기할 필요는 없다. 재호흡기 내부의 높은 산소 부분압의 확실한 측정에 대한 센서 사용 정도의 예방에도 불구하고, 혼합 기체를 준비할 때 산소의 낮은 부분압의 확실한 측정을 위해서는 보통 충분할 것이다.

호스

어떤 호스든지 과도한 마모의 징후가 보이거나 bubble check(in-water check 참고)를 하는 동안 손상이 발견하면 교체한다. 만약 부주의한 취급의 결과로서 기계적 손상이 발생하지 않는다면, 호스는 정기적인 서비스 점검을 하는 동안 교체되어야 한다.

호스의 사용 기한은 작동을 시작한 후 최대 5년 또는 생산된 후 최대 7년이다.

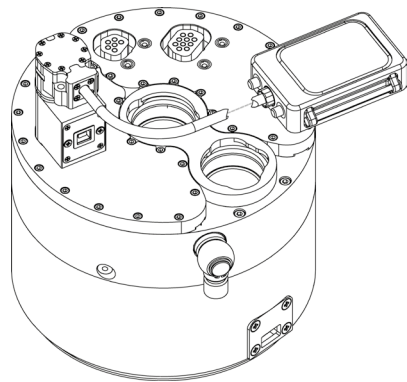
Strap

Harness strap은 높은 내구성을 가지고 있다. 가장 자리에 손상을 입은 strap은 폭의 1/3 이상 잘라진 경우 교체되어야 한다. Strap은 일반적으로 외관상의 문제로 교체된다. 당신은 정기적인 서비스 점검을 할 때 교체할 수 있다.

3.7.5 Firmware update

CCR Liberty의 전자 장치는 두가지 다른 형태의 firmware(FW)를 가진다: 하나는 조절 장치(CU)를 위한 것이고, 다른 하나는 handset을 위한 것이다.

이것은 www.CCRLiberty.com/support의 지원 페이지로부터 두가지 firmware의 현재 버전을 하나의 패키지로 다운로드 받을 수 있다.



FW update의 수행은 지원 페이지의 서술에 따른 CE 인증 유지에 대한 것이다. 재호흡기의 body에서 head를 제거하여 update를 수행한다.

새로운 firmware upgrade를 위해, <https://ccrliberty.com/support/firmware>에서 다운로드할 수 있는 desktop software인 “Firmware manager”를 사용한다. Firmware manager는 완전한 firmware upgrade 절차를 통해 단계별로 진행된다. Firmware manager는 Mac OS와 Windows 7 또는 이상과 호환된다.

다음과 같은 사항들이 필요할 것이다:

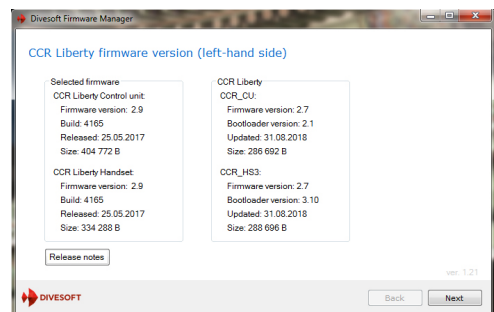
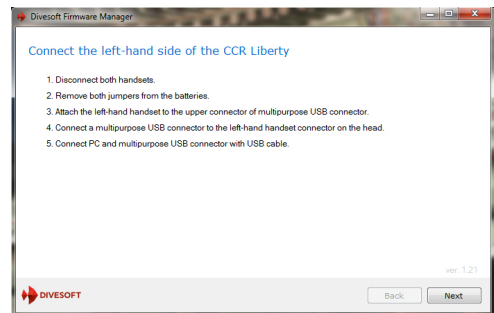
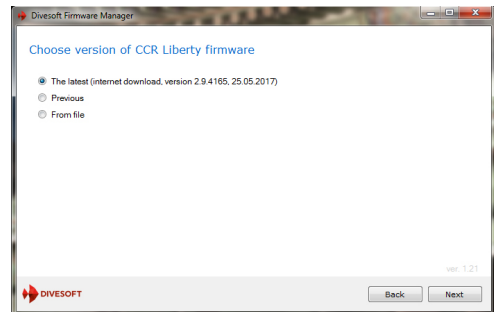
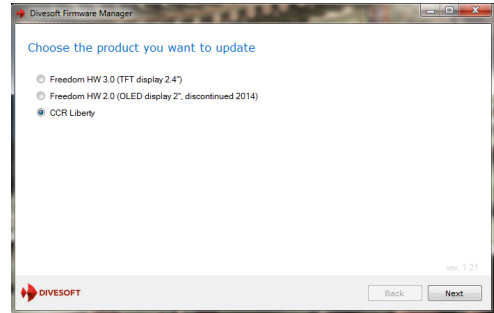
Liberty head, 양쪽 handset, 3mm allen key, multi-purpose USB connector 그리고 USB AB cable(프린터에 사용되는 케이블과 같은).

당신의 개인용 컴퓨터에서 firmware manager를 열고 CCR Liberty를 선택하고 Next를 누른다. 만약 당신의 Liberty가 이미 연결되어 있다면, 시스템은 자동적으로 다음 과정으로 이동할 것이다.

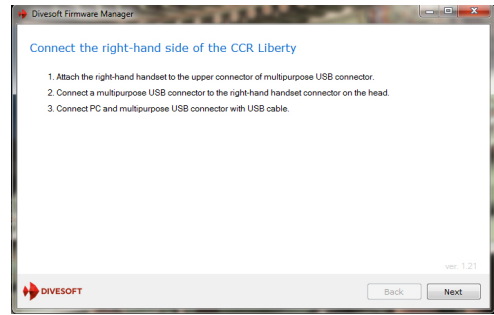
회망하는 firmware 버전을 선택한다. 만약 사용 가능한 최신 버전을 선택했다면, 그것은 다운로드 될 것이다. 또한, 예외적인 경우에 예전에 개발된 firmware 버전(권장하지 않음)을 다운로드 할 수 있다. 만약 인터넷이 연결되지 않고 firmware file이 hard drive에 있다면, “From file”을 선택하고 컴퓨터에 있는 파일의 위치를 선택할 수 있다.

당신의 컴퓨터 화면에 다음과 같은 설명이 나타난다.

1. Disconnect both handsets. (양쪽 handset을 연결 해제하십시오)
2. Remove both handsets. (양쪽 handset을 제거하십시오)



3. Attach the left handset to the upper connector of multipurpose USB connector. (다목적 USB 연결기의 상부 연결 단자에 좌측 handset을 연결하시오)
4. Connect a multipurpose USB connector to the left handset connector on the head. (다목적 USB 연결기를 head의 좌측 handset 연결 단자에 연결하시오)
5. PC와 다목적 USB 연결기는 USB cable을 사용해서 연결한다.



당신의 장비에 upload 하려고 하는 firmware 버전을 확인한다. 좌측 세로줄에서 선택된 firmware를 볼 수 있고, 우측 세로줄에는 CU와 handset에 현재 설치된 firmware가 표시된다.

좌측이 성공적으로 upload되면, 다시 당시의 컴퓨터 화면에 다음과 같은 설명이 나타난다.

1. Attach the right handset to the upper connector of multipurpose USB connector. (다목적 USB 연결기의 상부 연결 단자에 우측 handset을 연결하시오)
2. Connect a multipurpose USB connector to the right handset connector on the head. (다목적 USB 연결기를 head의 우측 handset 연결 단자에 연결하시오)
3. PC와 다목적 USB 연결기는 USB cable을 사용해서 연결한다.

다음, “Next”를 누른다.

Firmware가 성공적으로 upload되면, 양쪽 handset을 다시 설치한다.

Update를 수행한 후, CCR Liberty의 바른 작동(특히, 다이빙할 때)에 세심한 주의를 기울인다. 극한의 다이빙 전에 즉각적인 update를 수행하지 않는다. 만약 당신이 탐험 형태의 다이빙에 착수하기 전에 FW update를 한다면, 우리는 다기능 USB connector, USB 케이블과 DSLoder를 설정하고 설치된 노트북 컴퓨터와 사용 가능한 옛날 버전의 firmware를 가지고 있는 것을 권장한다.

3.8 운송

3.8.1 차량으로 운송

운반해야 하는 경우 CCR Liberty를 운송한다. 차량의 화물 공간에 움직임의 제한을 받지 않는 상자에 넣어 고정한다.

Distribution canister 내부에서 풀려있는 상태로 운송될 때 흡수제의 먼지가 증가한다. 흡수제는 scrubber cartridge 내부에 넣고 운송하는 것이 좋다.

3.8.2 보트로 운송

다이빙 보트에서는, 일반적으로 의자에 장비를 단단히 고정시키는 것이 가능하다.

재호흡기를 확보하기 위해서는, 약 1.5~2 m의 라인을 사용해서 매듭으로 확보한다. 장비의 매듭은 적절한 구조로 한다.

의자 뒤에 scrubber canister를 댄 상태에서 탱크와 backplate를 라인으로 감싸는 방식으로 확보해서 CCR Liberty의 다이빙 준비를 한다.

만약 보트에 탑승해 있는 동안 CCR Liberty의 다이빙 준비가 필요하다면, 의자 뒷부분에 backplate의 위쪽에 있는 구멍을 사용한다. 이것이 충전을 위해 탱크에 완전한 접근을 허락하고 head와 scrubber canister를 쉽게 제거하게 할 것이다.

3.8.3 비행기로 운송

압력 탱크

항공사 규정에서 일반적으로 압력 탱크의 운송은 밸브가 분리되어 있고 비어있는 상태를 요구한다.

밸브를 PE bag(Ziploc)에 넣고 오염 방지를 위해 duct tape를 탱크 목 부분에 붙인다. 보안 요원이 탱크 내부를 보기 원하는 가능성이 있다; 그러므로, 적절하지 않은 tight plug를 사용하는 것은 도구 없이는 제거할 수 없도록 만든다.

공항에서 당신의 수화물을 확인할 때, 당신의 수화물에 압력 탱크가 포함되어 있다고 공항 관계자에게 신고한다. 지역 규제에 따라, 특별한 비용을 지불할 가능성이 있다.

당신의 목적에서 압력 탱크를 대여하는 것이 보다 더 나을 수 있으므로 이를 고려한다. 다이브 센터는 폐쇄식 다이빙을 위한 장비를 갖추고 있으며 CCR Liberty에 사용할 수 있는 탱크를 가지고 있다. 만약 당신이 탱크 대여를 위한 사전 협의를 원한다면, www.CCRLiberty.com에서 사용 가능한 탱크의 사양서를 조회한다.

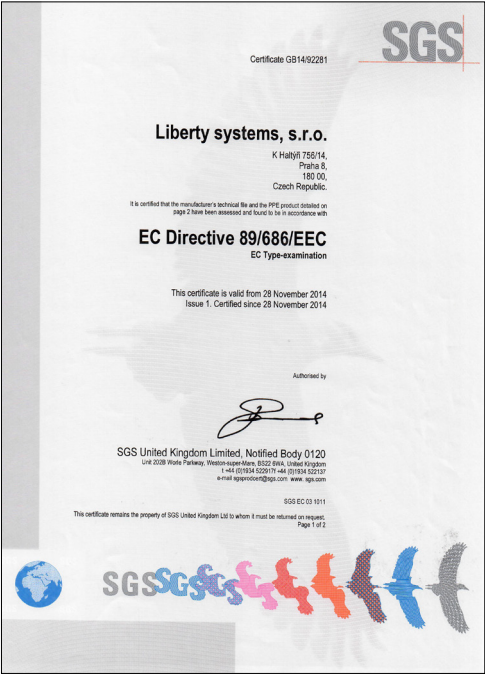
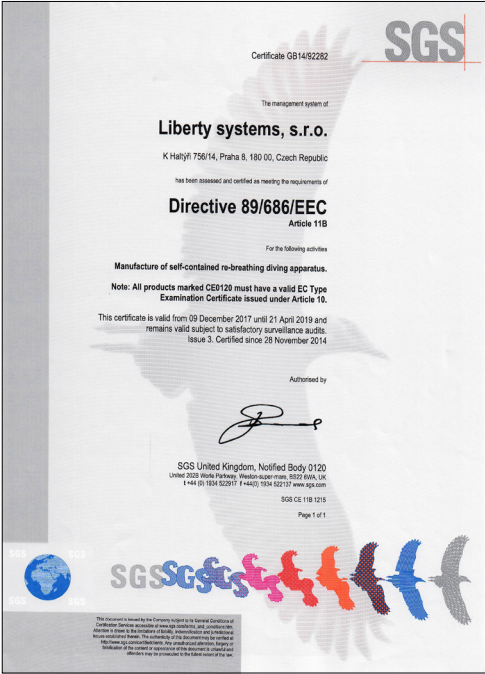
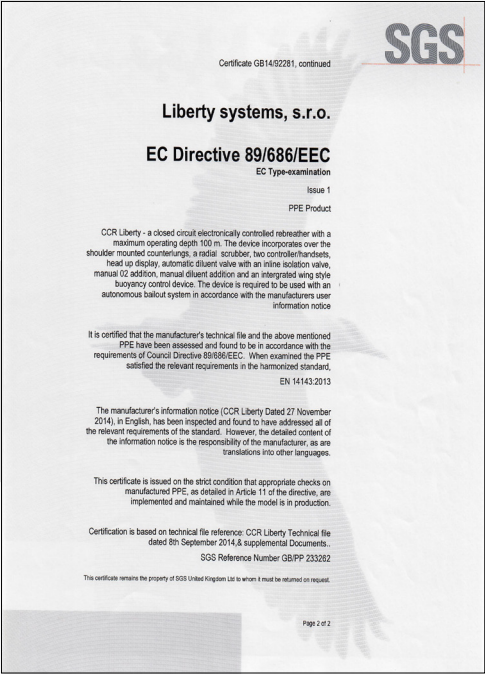
항공기로 여행할 때, head를 장비에서 분리하고 기내 수화물로 운송하는 것이 바람직하다. 당신의 수화물 무게는 상당히 줄어든 것이고 장비의 가장 비싸고 예민한 부분을 지속적인 관심하에 두게 된다. 당신은 이 지침서를 가지고 있고 공항 관계자에게 이는 현대 다이빙 장비의 필수적 부분이라는 것을 설명할 준비가 되어있어야 한다.

흡수제

흡수제 canister는 비어 있어야 한다. 만약 당신이 흡수제 또한 운송해야 한다면, 반드시 원래의 포장 또는 적절히 튼튼한 기밀 용기를 사용해야 한다. 당신은 흡수제의 항공 운송에 관한 적합한 규정에 익숙해야 한다. 당신의 목적지에서 흡수제 구매의 가능성을 고려한다.

Head

항공 운송의 목적을 위해, 배터리는 반드시 배터리 jumper를 돌려놓거나 제거하는 것으로 분리되어야만 한다. CCR Liberty를 대기 모드에서 운송하지 않는다.



Liberty User Manual

Author

Adam Procháska, Jakub Šimánek, Aleš Procháska.

Publisher

Liberty systems s.r.o.

www.CCRLiberty.com

Issue

3 January 2019

Translated by

Scott HyoYoung Kim

EC Type-examination for Directive 89/686/EEC by

Notified bodyNo.0120,

SGS United Kingdom Ltd.

Unit 202b, Worle Parkway, Weston-super-Mare, BS22 6WA, UK.

Product manufactured by

Divesoft, s.r.o.

Hálkova 2495

413 01 Roudnice nad Labem

Czech Republic





LIBERTY USER MANUAL

Date of issue: 3 January 2019

CU HW rev.1.4, HS HW rev. 3.0, FW 2.11

Authors: Adam Procháška, Jakub Šimánek, Aleš Procháška

Translated by Scott HyoYoung Kim

Published by Liberty systems s.r.o., CCRLiberty.com