

Carita Hiilesrinne

Sukellustietokoneiden käsikirja sukelluskouluttajille

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Hyvinvointiteknologia

Insinööriytyö

25.05.2016

Tekijä(t) Otsikko	Carita Hiilesrinne Sukellustietokoneiden käsikirja sukelluskouluttajille
Sivumäärä Aika	30 sivua + 1 liite 25.05.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Hyvinvointiteknologia
Suuntautumisvaihtoehto	Hyvinvointiteknologia
Ohjaaja(t)	Koulutuspäällikkö Mika Rautiainen Yliopettaja Mikael Soini
<p>Sukellustietokoneiden yleistyttyä lähes jokainen sukeltaja käyttää jo sukelluksillaan sukellustietokonetta kellon ja painemittarin sijaan tai niiden rinnalla tukena. Sukeltajaliitto kehittää ja ylläpitää sukellusseurojen koulutusmateriaalia.</p> <p>Tämän työn tarkoituksena on selvittää, mitä sukelluskouluttajat kertovat kullakin sukelluskurssilla sukellustietokoneista ja minkälaisia ongelmia kouluttajat kokevat sukellustietokoneiden kanssa opetustilanteissa. Vastausten pohjalta suunnitellaan sukellustietokoneiden käsikirjan sisältö kullekin sukelluskurssille.</p> <p>Opinnäytetyön teoriaosassa tutustuttiin sukellukseen yleisesti, sukeltamisessa vaikuttaviin fysikaalisiin (paine, osapaine, diffuusio) ja fysiologisiin ilmiöihin, dekompressioteoriaan sekä sukellustietokoneisiin ja niiden toimintaan ja algoritmeihin. Sukellusfysiikan ja -fysiologian tunteminen on tärkeää, jotta hahmotetaan, mitä dekompressio on ja miksi ja mitä sukellustietokoneet pääasiallisesti laskevat.</p> <p>Tutkimusmenetelminä käytettiin haastattelua ja sähköpostitse lähetettävää lomakekyselyä. Haastattelussa haastateltiin kolmea sukelluskouluttajaa. Se toimi esitestauksena myös kaikille sukelluskouluttajille lähetettävälle sähköpostikyselylle. Tutkimuksesta selvisi, että käsikirjalle on tarvetta. Sähköpostikyselyn perusteella laitesukelluksen peruskurssin käsikirjassa tulisi olla sukellustietokoneen perusasiat (mittaa aikaa, syvyyttä, tallentaa sukellusprofiilin, yleisimmät asetukset). Laitesukelluksen syventävän kurssin käsikirjassa tulisi olla syvä sukelluksilla tarvittavien seoskaasujen yleiset asetukset sekä erilaisten sukellustietokoneiden laskenta-algoritmien teoriaa.</p> <p>Sähköpostikyselyn vastauksissa tuli myös hyviä ideoita kuten sukelluspäiväkirjojen ja sukelluksen suunnitteluun käytettävien tietokoneohjelmistojen esittely sekä taulukkomainen yhteenveto tämän hetkisistä sukellustietokoneista. Näitä ei kuitenkaan tämän opinnäytetyön puitteissa lähdetty toteuttamaan, mutta sukeltajaliitto voi halutessaan kehittää myöhemmin.</p>	
Avainsanat	Sukellustietokone, Sukellus

Author(s) Title	Carita Hiilesrinne Diving Computer – Guide for Instructors
Number of Pages Date	30 pages + 1 appendix 25 May 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Health Informatics
Specialisation option	Health Informatics
Instructor(s)	Mika Rautiainen, Training Manager Mikael Soini, Principal Lecturer
<p>Diving computers are becoming more and more common. Almost all divers are using a diving computer alongside or instead of a timer and pressure indicator. The Finnish Divers' Federation produces training material for club instructors.</p> <p>The purpose of this thesis is to find out what the instructors are teaching about diving computers on different diving courses and what kind of problems they have during the courses. The objective is to prepare content for a guide for each diving course based on the research.</p> <p>The theory part presents diving, diving physics and physiology, decompression theory, diving computers and computer functions and algorithms. It is important to know about diving physics and physiology in order to understand decompression and why and what diving computers measure.</p> <p>The research methods included face-to-face interviews and a survey sent via e-mail. The interviews worked also as pre-testing for the e-mail survey. The study showed that there is a need for a guide. Based on the results of the survey, the guide for the basic course of scuba diving should include the basics of diving computers (measure time, depth, save diving profiles, the most common settings). The guide for the advanced diving course should include general settings for mixed gases needed in deeper dives as well as theory of different calculation algorithms.</p> <p>The results of the e-mail survey produced some good ideas, like introducing diving log programs and programs used for planning dives and a summary in table format of current diving computers. It was not possible, however, to accomplish these during this thesis, but the Federation may choose to develop them later.</p>	
Keywords	Diving computer, diving

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Taustaa	2
2.1	Sukeltajaliitto	2
2.2	Varusteet	3
2.3	Sukellusmuodot	4
2.4	Koulutukset	4
2.4.1	Laitesukelluksen peruskurssi	5
2.4.2	Laitesukelluksen jatkokurssi	5
2.4.3	Laitesukelluksen syventävä jatkokurssi	6
2.5	Sukellusfysiikka	6
2.5.1	Paine ja osapaine	7
2.5.2	Diffuusio	8
2.5.3	Kaasut	9
3	Sukellustietokoneet	10
3.1	Perusasiat	10
3.2	Yleisimmät asetukset	12
3.2.1	Henkilökohtaiset asetukset	12
3.2.2	Korkeusasetus	12
3.2.3	Hälytykset/varoitukset	12
3.2.4	Muita toimintoja/asetuksia	13
3.3	Algoritmit	13
3.3.1	Haldanen teoria	13
3.3.2	U.S. Navy	14
3.3.3	Bühlmannin teoria	15
3.3.4	Kuplamallit	15
4	Työn tavoitteet ja menetelmät	16
4.1	Haastattelu	17
4.2	Sähköpostikysely	18
4.3	Kyselypohja	20

5	Tulokset	20
5.1	Esitiedot	20
5.2	Sukelluskurssien sisältö	21
5.3	Kouluttajien ja koulutettavien ongelmat sukellustietokoneiden kanssa	25
5.4	Käsikirjaan liittyvät kysymykset	26
6	Tutkimusaineiston analyysi	28
7	Yhteenveto	30
	Lähteet	31
	Liitteet	
	Liite 1. Kyselypohja	

Lyhenteet

CMAS – Confederation Mondiale des Activités Sub-aquatiques, Vedenalaisten Toimintojen Maailmanliitto, kansainvälinen sukelluskoulutusjärjestelmä ja edunvalvontaorganisaatio.

NAUI – National Association of Underwater Instructors, Yhdysvaltalainen sukelluskoulutusjärjestelmä.

AIDA – Association Internationale Pour Le Developpment De L'Apnee, vapaasukelluksen kilpalajien kansainvälinen kattojärjestö.

RGBM – Reduced Gradient Bubble Model, mikrokulvamalli, sukelluksen dekompression laskemiseen.

VPM – Varying Permeability Model, muuttuva permeabiliteetin malli, kuplamalli sukelluksen dekompression laskemiseen.

1 Johdanto

Sukeltajaliitto on kaikkien sukellusseurojen kattojärjestö, joka kouluttaa sukellusseuroille sukelluskouluttajat sekä kehittää seurojen koulutusmateriaalia. Sukellusseurat kouluttavat sukeltajia sukeltajaliiton opetusmateriaalin mukaan. [1.]

Ensimmäiset sukellustietokoneet tulivat markkinoille 1980-luvulla [2], ja vähitellen ne ovat yleistyneet huomattavasti ja korvanneet perinteiset kellot ja painemittarit sukeltajien käytössä. Sukellustietokone mittaa sukelluksen aikana sukellussyvyyttä (eli painetta paineurin avulla) ja sukellusaikaa sekä laskee muun muassa dekompressioaikaa, joten oman sukellustietokoneen tunteminen on sukelluksen turvallisuuden kannalta tärkeää. Sukeltajaliiton sukelluskouluttajien kurssimateriaali on suppea sukellustietokoneiden opetuksen osalta.

Työn aiheena on selvittää, mitä sukelluskouluttajat opettavat sukellustietokoneista tällä hetkellä laitesukelluskursseilla. Tulosten pohjalta kootaan yleisimmät asiat kuhunkin kurssiin liittyen. Sukellustietokoneiden yleistyttyä ja kehittyttyä nopeasti sukeltajaliiton koulutusmateriaali tarvitsee päivitystä. Sukellustietokoneita on erittäin laaja valikoima, ja käyttöliittymät ovat hyvin erilaisia.

Opinnäytetyössä suunnitellaan sukelluskouluttajille sukellustietokoneiden käsikirjan sisältö. Käsikirjan on tarkoitus olla sukelluskouluttajien tukena ja täydentää sukeltajaliiton kurssimateriaalia. Sukellusseurat järjestävät kolme eritasoista laitesukelluskurssia. Käsikirjan sisältö jaotellaan kahteen eri osioon ensimmäisten kahden kurssitason mukaan. Kolmas kurssi on laitesukelluksen syventävä jatkokurssi, johon ei ole tarvetta sukellustietokoneiden käsikirjalle.

Tutkimuksen teoriaosaan selvitetään laitesukelluskurssien sisältöä, sukelluksen perusteita, kuten dekompressioteoriaa, sukellusfysiikkaa ja -fysiologiaa sekä sukellustietokoneiden yleisimpiä toimintoja ja laskenta-algoritmeja.

Tutkimus on tarkoitus tehdä haastattelemalla sukelluskouluttajia sekä lähettämällä kaikille sukelluskouluttajille sähköpostikysely. Sukelluskouluttajien haastattelu tehdään ennen sähköpostikyselyä, ja sen on tarkoitus toimia esitestauksena kyselypohjalle.

2 Taustaa

2.1 Sukeltajaliitto

Sukeltajaliitto ry. (alkujaan Urheilusukeltajain Liitto) rekisteröitiin vuonna 1956, ja se toimii suomalaisten sukellusseurojen kattojärjestönä. Sukeltajaliiton toimisto sijaitsee Helsingin Länsi-Pasilassa. Liittoon kuuluu ympäri Suomea noin 180 sukellusseuraa, joissa on yhteensä noin 11 000 jäsentä. Liiton ja seurojen toiminta on avointa kaikille, jotka ovat kiinnostuneita sukelluksesta. Liitto on jäsenenä Valo:ssa (Valtakunnallinen liikunta- ja urheiluorganisaatio ry.), Suomen Olympiakomitea ry:ssä ja Suomen Uimaopetus- ja Hengenpelastusliitto ry:ssä. [1; 3.]

Sukeltajaliitto yhdenmukaistaa ja kehittää seurojen koulutustoimintaa, kehittää seurojen käyttämää opetusmateriaalia ja kouluttaa seurojen sukelluskouluttajat ja ohjaajat. Liitto on myös mukana kansainvälisessä sukellustoiminnassa. Liiton snorkkeli- ja laitesukelluksen koulutusjärjestelmät noudattavat kansainvälisiä CMAS:n (Confederation Mondiale des Activites Sub-aquatiques, Vedenalaisten Toimintojen Maailmanliitto) ja NAUI:n (National Association of Underwater Instructors) koulutusstandardeja. Vapaasukelluksen koulutusohjelma noudattaa AIDA:n (Association Internationale Pour Le Développement De L'Apnee) koulutusstandardia. Liiton tehtäviin kuuluu myös sukellusturvallisuuden parantaminen, turvaohjeiden ja turvallisten sukellustapojen kehittäminen ja tiedottaminen. [1; 3.]

Sukeltajaliitto järjestää erilaisia sukellustapahtumia ja -kilpailuja sekä Suomessa että ulkomailla järjestettävissä tapahtumissa ja kilpailuissa. Sukeltajaliiton strategiana on ”koota sukeltajat yhteen edistämään sukellusharrastuksen mahdollisuuksia ja toimimaan aktiivisesti vedenalaisen ympäristön puolesta”. [1.]

2.2 Varusteet

Sukelluksessa tarvitaan erilaisia varusteita erilaisissa sukelluksissa. Perusvarusteet tarvitaan kuitenkin aina: maski, räpylät ja snorkkeli. Maskin on hyvä olla mahdollisimman laaja, mutta ilmatilavuuden mahdollisimman pieni. Sen tulee istua kasvoilla tiiviisti, jotta vesi ei pääse sen sisälle. Maskin lasi on hyvä olla lämpökarkaistu, jotta rikkoutuessaan lasi ei hajoa siruiksi. [1; 3.]

Snorkkeli on maskin remmiin kiinnitettävä putki, jonka suukappale asetetaan hampaiden väliin. Sukeltajan koon mukaan valitaan oikea snorkkelin pituus ja tilavuus. [1; 3.]

Räpylät jaetaan kahteen perustyyppiin: umpikantaräpylöihin ja avokantaräpylöihin. Umpikantaräpylää käytetään paljaassa jalassa, joten se sopii hyvin uima-allaskäyttöön ja lämpimiin vesiin, ja on yleensä kevyempi. Avokantaräpylä laitetaan sukelluspuvun kengän päälle ja kiinnitetään kantapään takana olevalla remmillä, ja se sopii paremmin Suomen kylmiin avovesiin. [1; 3.]

Perusvarusteiden lisäksi tarvitaan suuri määrä erilaisia varusteita riippuen sukelluksesta. Veden lämpötilasta riippuen tarvitaan yleensä joko märkäpuku (alle 20 °C) tai kuivapuku (alle 10 °C). Tasapainotusliiviä käytetään sekä pinnalla kellumiseen että veden alla tapahtuvaan tasapainotukseen. Liivin on myös hätätilanteissa pystyttävä nostamaan sukeltaja pinnalle. Liivin vastapainoksi tarvitaan lisäpainoja, jotka on pystyttävä hätätilanteessa irrottamaan helposti ja nopeasti. Turvallisuuden takaamiseksi myös puukko on tärkeä väline. [1; 3.]

Syvennälle sukeltaessa on otettava sukelluslaite mukaan. Sukelluslaitteeseen kuuluu kaasupullo, regulaattori (paineenalennin ja annostin) ja pulloventtiili. Paineenalentimeen kiinnitetään painemittari, joka ilmoittaa kaasupullon paineen bareina. [1; 3.]

Sukelluksen syvyyden ja ajan mittaamiseksi on mukana oltava myös kello ja syvyysmittari. Sukelluskompassi auttaa veden alla suunnistamisessa. Sukellustietokoneet sisältävät edellä mainitut mittarit. Niiden lisäksi sukellustietokoneisiin voidaan ohjelmoida sukellustaulukoita. Sukellustietokoneet kertovat myös muun muassa jäljellä olevan sukellusajan ja veden lämpötilan. Pelkkään sukellustietokoneeseen ei kuitenkaan voi luottaa, vaan on opeteltava ja osattava käyttää myös sukellustaulukoita. Jokaisen on tutustuttava huolella oman sukellustietokoneensa käyttöohjeisiin. [1; 3.]

2.3 Sukellusmuodot

Sukeltamisella on monia erilaisia muotoja. Snorkkelisukellusta pidetään kaiken sukelluksen perustana. Sen voi aloittaa jo 3-vuotiaana sukelluseuroissa. Snorkkelisukelluksessa harjoitellaan perusvälineiden käyttöä altaassa ja avovedessä. [1; 4.]

Vapaasukellus on perusvälineillä tapahtuva pidempi, syvempi ja vaativampi sukellus kuin snorkkelisukellus. Räpyläuinti ja sukelluinti soveltuvat vauhdista pitävälle. Myös suunnistus ja kalastus onnistuvat veden alla. Suomen vedet ovat vähäsuolaisia, joten Suomessa on hyvin säilyneitä hylkyjä runsaasti mm. valokuvattavaksi sekä arkeologeille ja biologeille tutkittavaksi. [3.]

Syvennemmälle ja pidemmäksi aikaa sukeltaessa avovedessä mukaan tarvitaan sukelluslaitte. Laitesukelluksessa käytetään yleensä hengittämiseen ilmaa tai nitroksia (happirikastettua ilmaa). Syvennemmälle mentäessä hengityskaasun tyyppi on korvattava heliumilla joko kokonaan (helioksi) tai osittain (trimiksi). Helioksilla tai trimiksillä sukellusta kutsutaan tekniikkasukellukseksi. [3.]

2.4 Koulutukset

Sukeltamista ei voi oppia pelkästään kirjasta lukemalla, vaan se on opetettava harjoittelemalla. Sukeltamiseen kuuluu monia riskejä, ja siksi onkin turvallisinta aloittaa sukellusharrastus liittymällä sukellusseuraan ja käymällä sukelluskursseja ammattitaitoisen kouluttajan opastuksella. [3.]

Sukeltajaliiton jäsen seurat tarjoavat sukelluskoulutusta sukeltajaliiton vaatimusten mukaisesti. Sukeltajaliiton koulutusjärjestelmä on kansainvälinen, joten koulutukset voi aloittaa tai niitä voi jatkaa ympäri maailmaa järjestettävillä kursseilla. Sukeltajaliiton koulutukset ovat laadittu erikseen snorkkelisukellukselle, vapaasukellukselle sekä laitesukellukselle. [3.]

Ennen koulutuksen aloittamista voi sukelluseuroissa käydä laitesukelluskokeilulla, jossa pääsee kokeilemaan sukellusta altaassa tai kirkkaassa avovedessä sukelluskouluttajan kanssa. [1.]

2.4.1 Laitesukelluksen peruskurssi

Laitesukelluksen peruskurssille voi ilmoittautua kaikki yli 12-vuotiaat (alle 15-vuotiaat tarvitsevat avovedessä kuitenkin sukellusparikseen täysi-ikäisen sukeltajan). Peruskurssi antaa perusteet laitesukelluksen aloittamiselle ja kurssin hyväksytysti suorittanut sukeltaja voi sukeltaa kokoneemman sukellusparin kanssa 15–20 metrin syvyyteen vastavassa tai paremmissa sukellusolosuhteissa kuin kurssilla. Peruskurssin käynyt voi osallistua sukellusseurojen järjestämille leireille ja retkille. [3; 4.]

Peruskurssi koostuu 10 teoritunnista, 10 allasharjoitustunnista sekä 4-5 avovesisukelluskerrasta. Teoriatunneilla opetellaan perustaidot fysiikasta, fysiologiasta ja perehdytään sukellusturvallisuuteen. Kurssilla opitaan sukelluslaitteista sen verran, mitä turvalliseen sukeltamiseen 15–20 metrin syvyydessä tarvitaan sekä sukellustaulukon käyttö. Allas- ja avovesiharjoituksissa opitaan oikeat sukelluskäytännöt, kuten esimerkiksi välineiden käyttö ja käsittely, maskin tyhjennys, korvien paineentasaus, tasapainotus veden alla ja hallittu nousu pinnalle. [3; 4.]

Kurssin läpäistyään sukeltaja saa CMAS P1- tai NAUI Scuba Diver - sukeltajakortin, joka oikeuttaa sukeltamaan myös ulkomailla. [3; 4.]

2.4.2 Laitesukelluksen jatkokurssi

Laitesukelluksen jatkokurssille voi ilmoittautua kaikki CMAS P1- tai NAUI Scuba Diver - sukeltajakortin, tai muun vastaavan koulutusjärjestön perustason laitesukelluskortin, omaavat sukeltajat. Jatkokurssi antaa pätevyuden sukeltaa 15–30 metrin syvyydessä ja toimia sukellusparin johtajana. [3; 5.]

Kurssi koostuu 10 teoritunnista ja vähintään 6 avovesisukelluskerrasta. Teoriatunneilla syvennetään sukelluksen teoriaa, perehdytään sukelluksen suunnitteluun ja sukellusparin vanhimpana olemiseen. Avovesisukelluksilla opitaan sukeltamaan syvemmälle ja erilaisissa olosuhteissa, kuten yöllä. Sukelluksilla laajennetaan sukelluskokemusta sekä harjoitellaan parempaa nosteenhallintaa, veden alla liikkumista, suunnistamista sekä ympäristön huomioonottamista. [3; 5.]

Kurssin hyväksytysti suorittanut sukeltaja saa CMAS P2- tai NAUI Advanced Scuba Diver - sukeltajakortin. [3; 5.]

2.4.3 Laitesukelluksen syventävä jatkokurssi

Laitesukelluksen syventävälle jatkokurssille pääsyvaatimuksena ovat CMAS P2- tai NAUI Advanced Scuba Diver -sukeltajakortti, tai muun koulutusjärjestön vastaavan tason sukeltajakortti, Rescue Diver-kortti, ensiapupätevyys sekä vähintään 60 sukelluksen kokemus vaihtelevista olosuhteista. [1; 3.]

Syventävä jatkokurssi koostuu 22 teoritunnista ja vähintään 9 käytännön harjoituksesta pinnalla sekä vähintään 8 avovesiharjoituksesta. Syventävän jatkokurssin jälkeen sukeltajalla on erinomainen tieto sukelluksen teoriasta ja yleissivistyksestä. Kurssi perehdyttää sukeltajan toimimaan sukellusvanhimpana seurojen sukellustapahtumissa. [1; 3.]

Kurssin hyväksytysti suorittanut sukeltaja saa CMAS P3- tai NAUI Master Scuba Diver -sukeltajakortin. [1; 3.]

2.5 Sukellusfysiikka

Ilma sisältää 78 % typpeä, joka hengitysilman kautta pääsee ihmisen elimistöön. Typpi on liuenneessa muodossa verenkierrossa, ja sitä imeytyy ja vapautuu jatkuvasti kudoksiin. Ihmisen elimistö ei kuitenkaan käytä typpeä laisinkaan, vaan se myös poistuu hengitysilman kautta. Sukellessa syvemmälle ympäröivä paine nousee (kompressio), jolloin typpeä liukenee enemmän kudoksiin. [3.]

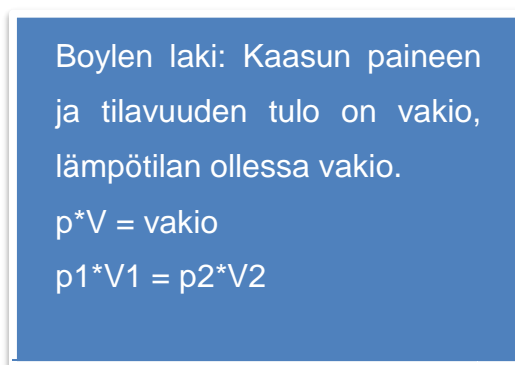
Noustessa pinnalle ympäröivä paine laskee (dekompressio), jolloin kudoksista poistuu enemmän typpeä. Jos sukeltaja nousee liian nopeasti pitämättä taukoja nousun aikana, typpi ei ehdi kulkeutua veren mukana keuhkoihin ja sieltä hengityksen kautta pois. Tällöin nopean paineen laskun vuoksi typpi alkaa muodostaa kuplia kudoksissa ja verenkierrossa ja liian suuriksi muodostuttuaan ne saattavat tukkia verisuonia aiheuttaen erilaisia oireita, sukeltajantaudin. Sukellustietokoneiden ja sukellustaulukoiden tärkein tehtävä on laskea dekompressioaikataulua (nousuaikataulua), jotta sukeltajantautia ei muodostuisi. [3.]

Sukeltajantautia voidaan hoitaa asettamalla sukeltajantaudin saanut sukeltaja takaisin korkeampaan paineeseen (rekompressio) esimerkiksi painekammiossa. [3.]

2.5.1 Paine ja osapaine

Paine on pintaan kohdistuva voima. Sukelluksen yhteydessä puhutaan paineen yksikönä baareista. Meren pinnalla ilmanpaine on 1 bar. Sukellessa paine kasvaa aina yhden baarin jokaista 10 metriä kohden, esimerkiksi 10 metrin syvyydessä paine on 2 baaria, 20 metrin syvyydessä paine on 3 baaria. [3.]

Boylen lain mukaan (kuva 1) paineen kasvaessa kaasujen tilavuus pienenee ja kaasun tilavuus kasvaa, kun paine alenee lämpötilan ollessa vakio. Nesteiden tilavuus pysyy samana paineen muuttuessa. [3.]

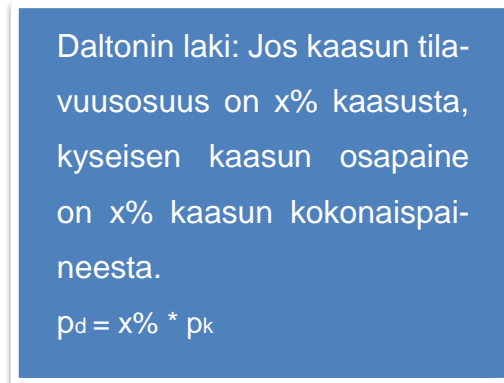


Kuva1: Boylen laki [2.]

Boylen lailla voidaan sukelluksessa laskea kaasupullon sisältämä kaasumäärä ja sukeltajan kaasunkulutus tietyssä syvyydessä. Paineen tunteminen auttaa ymmärtämään myös elimistöön liukenevan ja vapautuvan typen määrän. [3.]

Paineen muuttuessa ihmisen kehossa olevat ilmaontelot, kuten korvat, keuhkot, pään ontelot ja suolet voivat aiheuttaa ongelmia. Kaasun tilavuuden muutos on tärkeää tietää esimerkiksi nousun aikana on muistettava hengittää tasaisesti, jotta keuhkoissa oleva kaasu pääsee vaihtumaan ympäröivän paineen suuruiseksi, eikä näin ollen pääse laajenemaan ja aiheuttamaan keuhkorepeämää tai ilmaemboliaa. [3.]

Osapaineella tarkoitetaan kaasuseoksen yhden kaasun painetta (Daltonin laki, kuva 2). Ilma sisältää 78 % typpeä (N_2), 21 % happea (O_2) ja 1 % erilaisia jalokaasuja, vesihöyryä, hiilidioksidia ja muita kaasuja. Yhden baarin paineessa typen osapaine on siis 0,78 baria (78 % 1 baarista) ja hapen osapaine on 0,21 baria. Vastaavasti kahden baarin paineessa typen osapaine on 1,56 baria (78 % 2 baarista) ja hapen osapaine on 0,42 baria. [3.]



Kuva 2: Daltonin laki [2.]

Osapaineen tunteminen on erittäin tärkeää sukeltajille, sillä esimerkiksi happi muuttuu ihmiselle myrkylliseksi ylittäessään rasiuksessa 1,4 baria ja levossa 1,6 baria. 6,6 baarin paineessa hapen osapaine on 1,39, joten tämän korkeampaan paineeseen (syvemälle) ei ilman kanssa saa sukeltaa happimyrkytysvaaran vuoksi. 6,6 baarin paine on 56 metrin syvyydessä. [3.]

2.5.2 Diffuusio

Diffuusio on kaasun liukenemista nesteeseen. Kaasun ja nesteen välisen osapaineen ero (gradientti) aiheuttaa liukenemisen suuremmasta osapaineesta pienempään osapaineeseen päin. Liukenemista tapahtuu niin kauan, kunnes osapaineet ovat yhtä suuret.

Mitä suurempi osapaine-ero on, sitä nopeammin kaasu liukenee nesteeseen Henryn lain mukaan (kuva 3). [3.]

Henryn laki: Nesteeseen liukenevan kaasun määrä ja liukenemisnopeus ovat suoraan verrannollisia kaasun osapaineeseen, lämpötilan ollessa vakio.

Kuva 3: Henryn laki [2.]

Sukeltaessa syvemmälle paine kasvaa ja kaasu liukenee nopeammin kudoksiin. Paineen alentuessa kudoksista liukenee kaasua nesteeseen, vereen. Veri kuljettaa liuenneen kaasun hengityksen kautta ulos. Jos sukeltaja kuitenkin nousee sukelluksella liian nopeasti tai ei muuten noudata nousuaikataulua, veri ei ehdi poistaa kaikkea kaasua ja Boylen lain mukaan paineen alentuessa kaasun tilavuus kasvaa. Näin muodostuu vereen kaasukuplia, jotka saattavat kasvaa ja tukkia tärkeitä verisuonia tai haitata hermoston toimintaa. [3.]

2.5.3 Kaasut

Sukelluksessa käytetään eri kaasuja sukelluksen syvyyden ja ajan mukaan. Tärkeimpiä kaasuja ovat happi, typpi ja helium [3]. Happi on elimistölle tärkein kaasu.

Jos tiedetään tai epäillään, että sukelluksilla on enemmän happimyrkytykselle altistavia tekijöitä, hapen osapaine ei saisi ylittää 1,2 baria. Erittäin rasittaville sukelluksille suositeltavaa olisi pitää hapen osapaine alle 1,0 barin. Jos sukellus ei ole ollenkaan rasittava, saa hapen osapaine olla enintään 1,6 baria. [6.]

Jos hapen osapaine ylittää jostain syystä suurimman sallitun paineen, syntyy happimyrkytys. Happimyrkytyksen oireet ilmenevät hengitys elimistössä tai keskushermostossa. Hengitys muuttuu kuivaksi, esiintyy hakkaavaa yskää, keuhkoödeemaa, kiputiloja rinta-

lastan alaosassa ja hengityksen lamaantuminen. Keskushermoston oireita ovat huihaus, koordinaatiovaikeudet, aistiharhat, näkökyvyn ja kuulon häiriöt. Vakavimpia oireita ovat lihaskouristukset ja lihasten hallitsematon liike. [3.]

Suurin osa hengitysilmosta on typpeä, 78 %. Ihmisen elimistö ei käytä lainkaan typpeä elintoiminnoissaan kaasumaisessa muodossa. Typellä on kuitenkin erilaisia yhdisteitä, jotka ovat tärkeitä. Maaperässä ja vesistöissä typpeä esiintyy nitraatteina ja ammoniumsuoloina. Typpipitoiset orgaaniset yhdisteet, kuten aminohapot ja niistä muodostuneet proteiinit ovat myös tärkeitä. [3.]

Korkeassa paineessa typellä on narkoottisia vaikutuksia ihmiseen. Syvyyshumalaksi kutsutussa tilassa sukeltajalla on heikentynyt reaktiokyky, heikentyneet motoriset kyvyt, jännityksen kasvu, euforia, huvittuneisuus, liika itsevarmuus, muistikatkoja ja heikentynyt keskitysikyky. Typen suurin sallittu osapaine on 3,9 baria [6]. Typen narkoottiset oireet alkavat jokaisella sukeltajalla yksilöllisesti, noin 30 metrin syvyydessä, jolloin typen osapaine on 3,12 baria. [3.]

Syvennälle sukeltaessa typpi voidaan korvata muilla jalokaasuilla. Syväsuukelluksilla voidaan typpi korvata heliumilla joko osittain (trimiksi) tai kokonaan (helioksi). Helium ei ole niin narkoottinen aine kuin typpi. Syvennälle ja pidempään sukeltaessa heliumpohjaiset kaasuseokset mahdollistavat lyhyemmät nousuajat. [3.]

3 Sukellustietokoneet

3.1 Perusasiat

Sukeltaja tarvitsee aina sukelluksilla mukanaan kellon ajan mittaamiseksi ja painemittarin syvyyden laskemiseksi. Sukellustietokone on näiden yhdistelmä, joka laskee ja ilmoittaa näytöllä tarvittavat tiedot sukelluksesta. Sukellustietokone laskee sukellukseen käytettyä aikaa, paljonko suoranousuaikaa on jäljellä, laskunopeuden sekä nousunopeuden. Paineanturi ilmoittaa sen hetkisen syvyyden ja maksimisyvyyden, jossa sukeltaja on sukelluksen aikaan käynyt. Sukellustietokoneessa on myös lämpöanturi, joka ilmoittaa veden lämpötilan. [3.]

Pinnalla sukellustietokone laskee pinta-aikaa ja lentokieltoaikaa sukelluksen jälkeen. Pinta-ajaksi sanotaan aikaa, jonka sukeltaja viettää pinnalla kahden sukelluksen välillä, sukeltajaliitto suosittelee pinta-ajaksi vähintään 90 minuuttia sukellusten välillä. Sukellusten jälkeen lentäminen tai korkealle yli 2400 metrin korkeuteen vuorelle kiipeäminen on kiellettyä vähintään 12 tuntia yhden sukelluksen jälkeen ja vähintään 15 tuntia kahden sukelluksen jälkeen. [3.]

Sukellustietokoneisiin on ohjelmituna sukellustaulukko, joka laskee sukellusajan ja -syvyyden mukaan elimistön typpikertymän. Tietokone laskee dekompressioaikaa, ilmoittaa, missä syvyydessä on pidettävä dekompressiopysähdykset ja kuinka pitkä pysähdys pitää olla. Jokaisella sukelluksella syvyydestä huolimatta pitää ainakin yksi turvapysähdys, yli 10 metrin sukelluksilla kaksi turvapysähdystä ennen pintaan nousua sukeltajataudin riskin minimoimiseksi. [3.]

Sukellustietokoneet laskevat syvyyden ja ajan, ja niistä elimistön typpikertymän, typpikuplien muodostumisen reaaliaikaisesti, jolloin sukellustietokoneet antavat yleensä pidemmät sukellusajat ja suoranousajat kuin pelkkä sukellustaulukko. Sukellustaulukko olettaa, että sukeltaja on maksimisyvyydessä maksimiajan, joten jos sukeltaja vain käy maksimisyvyydessä ja nousee matalammalle loppusukellusajaksi, hän voi sukeltaa sukellustietokoneen mukaan kauemmin kuin sukellustaulukon mukaan. [3.]

Joihinkin sukellustietokoneisiin pystyy itse määrittämään sukelluksella käytettävän sukelluskaasun happi- ja heliumpitoisuudet. Sukellustietokone pystyy näin varoittamaan muun muassa happimyrkytysvaarasta ja ilmoittamaan optimaalisen ajankohdan vaihtaa toiseen, parempaan saatavilla olevaan kaasuseokseen dekompressioajan minimoimiseksi. Sukellustietokone voi mitata myös pullonpainetta erillisen regulaattoriin kiinnitettävän lähettimen avulla ja laskea sukeltajan kaasunkulutusta. Tarvittaessa sukellustietokone varoittaa kaasun loppumisesta ajoissa. [3.]

Sukellustietokoneen käyttö ei kuitenkaan poista tarvetta sukelluksen suunnittelulle, vaan jokainen sukellus on suunniteltava etukäteen ja suunnitelmassa on pysyttävä. Myös sukellustaulukot on osattava ja ymmärrettävä, pelkkään sukellustietokoneeseen ei voi luottaa. Sukelluksen suunnitteluun on monia tietokoneohjelmia muun muassa V-planner, Deko-planner, JDeko, Z-planner, Abyss ja DivePlan.

3.2 Yleisimmät asetukset

3.2.1 Henkilökohtaiset asetukset

Useat eri henkilökohtaiset tekijät vaikuttavat sukeltajantaudin todennäköisyyteen. Niitä ovat mm. kylmä vesi (alle 20 °C), heikko peruskunto, ylipaino, stressi, väsymys, elimistön kuivuminen, patent foramen ovale (PFO) -oireyhtymä, korkea ikä ja fyysinen rasitus ennen ja jälkeen sukelluksen. Sukellustietokoneeseen pystyy asettamaan oman henkilökohtaisen asetuksen, jolloin tietokone laskee tarvittaessa pidemmät dekompressioajat turvallisuuden lisäämiseksi. [7.]

3.2.2 Korkeusasetus

Korkealla sukeltaessa on tärkeää muuttaa sukellustietokoneen korkeusasetuksia. Korkealla ilmanpaine on pienempi kuin merenpinnan tasolla, jolloin myös sukeltajan elimistössä on enemmän typpeä kuin normaalisti. [7.]

3.2.3 Hälytykset/varoitukset

Sukellusaikahälytys hälyttää, kun sukellustietokoneeseen valittu sukellusaika ylittyy. Maksimisyvyshälytys hälyttää suurimman sallitun syvyyden ylittyessä. Maksimisyvyshälytys on tärkeä muun muassa happimyrkytysvaaran vuoksi, syvemmälle sukeltaessa pitää hengityskaasu vaihtaa tai nousta matalammalle. Maksimisyvyshälytys hälyttää myös dekompression aikana, jos niin sanottu katto- tai lattiasyvyys, jossa dekompressiopysähdys kuuluu tehdä, ylittyy. [7.]

Noustessa pintaan päin nousunopeus pitää olla riittävän hidas, jotta sukeltajantaudin riski minimoidaan. Sukellustietokoneeseen pystyy määrittämään nousunopeuden, jolloin se varoittaa liian nopeasta noususta. [7.]

Joihinkin sukellustietokoneisiin saa yhdistettyä pullonpainemittarin. Sukellustietokoneesta voi silloin nähdä kaasupullonsa paineen, paljonko kaasua on jäljellä. Sukellustietokone hälyttää ajoissa, kun kaasua on loppumassa ja pitää aloittaa nousu pinnalle, jotta kaasua riittää tarpeellisiin dekompressiopysähdyksiin ja pinnalle tultaessa kaasupullossa on vielä jäljellä kaasua sovittu määrä. [7.]

3.2.4 Muita toimintoja/asetuksia

Näytteenottovälin (kuinka usein sukelluksen tiedot tallennetaan tietokoneen muistiin) pystyy määrittämään joihinkin sukellustietokoneeseen. Liian tiheä väli täyttää muistin nopeasti, mutta liian pitkä väli ei välttämättä anna tarpeeksi tietoja sukelluksen profiilista. Yleisimmin näytteenottoväli on 10 sekuntia - yksi minuutti. Halutessaan sukeltaja voi myös itse tallentaa kirjanmerkkeihin sen hetkisen syvyyden, ajan sekä veden lämpötilan. [3.]

Jotkin sukellustietokoneet sisältävät kompassin. Kompassi pitää aina kalibroida otettaessa sukellustietokone käyttöön, sekä uudelleen ennen sukellusta, jos sukeltaa ulkomailla. Kompasseja on sekä 2D- että 3D-kompasseja. 3D-kompassi osaa korjata ranteen aiheuttaman kallistuksen, joten siitä saa lukeman ranteen kulmasta riippumatta. [7.]

Sukellustietokoneet ovat vesitiiviitä. Tietokonetta ostettaessa kannattaa varmistaa, mihin syvyyteen saakka tietokone on vesitiivis. Markkinoilta löytyy aina 200 metriin saakka vesitiiviitä sukellustietokoneita.

3.3 Algoritmit

Sukellustietokoneissa on monia erilaisia algoritmeja, joiden perusteella ne laskevat dekompressiota. Kaikki algoritmit ovat kuitenkin teoreettisia malleja, eivätkä täysin huomioi sukeltajan kehon todellista tilaa, eivätkä näin ollen voi taata sukeltajataudin välttämistä.

1878 ranskalainen Paul Bert tutki ja keksi paineen vaikutuksen ihmisen fysiologiaan. Ympäröivän paineen muuttuessa liuenneessa muodossa oleva typpi liukenee kudoksiin ja vapautuu kudoksista. Liian nopea paineen aleneminen aiheuttaa typen kupliintumisen. Bert ehdotti hidasta pinnalle nousemista, jolloin sukeltajataudin esiintyminen väheni. [3.]

3.3.1 Haldanen teoria

1908 englantilainen J.S Haldane julkaisi oman kolme vuotta kestäneen tutkimuksensa sukeltajataudin välttämisestä. Haldanen tutkimus väitti, että sukeltajatautia ei esiinny,

jos painetta ei vähennetä kerralla enempää kuin puoleen vallitsevasta paineesta. Esimerkiksi 10 metristä (2 barin paineesta) sukeltaja voi nousta suoraan pinnalle (1 bar). 30 metristä (4 barista) sukeltaja voi nousta suoraan 10 metriin (2 bariin) sukellusajasta riippumatta. [3.]

Liukenevan typen määrä riippuu sukellussyvyydestä, eli paineesta, työn rasittavuudesta ja paineenalaisena vietetystä ajasta. Kaasun liukeneminen on aluksi nopeaa ja hidastuu loppua kohden eksponentiaalisesti, kunnes kudokseksi on saturaatio- eli kyllästymistilassa, jolloin kudokseen ei enää liukene kyseisessä paineessa lisää typpeä. Myös typen vapautuminen noudattaa eksponentiaalista käyrää samalla tavalla. [3.]

Kullakin kudostyyppillä on oma puoliintumisaikansa. Puoliintumisajalla tarkoitetaan aikaa, joka kuluu kudoksen 50 prosenttiseen kyllästymiseen. Jokaisen puoliintumisjakson aikana kyllästymisaste nousee tai laskee puolella. Ensimmäisen jakson aikana kudokseen liukenee 50 prosenttia kyllästymistilasta, toisen jakson aikana kyllästymisaste nousee 75 prosenttiin ja niin edelleen. Kuudennen jakson aikana kudokseksi saavuttaa saturaatiotilan. [3.]

Haldane huomasi myös, että eri kudostyypit ottavat ja luovuttavat typpeä eri nopeudella, eli niillä on eri puoliintumisaika. Haldane jakoi kudokset puoliintumisajan perusteella nopeisiin kudoksiin ja hitaisiin kudoksiin. Nopeat kudokset, esimerkiksi veri ja selkäydin, vastaanottavat nopeasti ylimääräistä typpeä, kuten myös luovuttavat sitä nopeasti. Hitaisissa kudoksissa, esimerkiksi nivelet ja luut, typen liukeneminen ja vapautuminen on hitaampaa. [3.]

Haldane jakoi puoliintumisajan mukaan kudokset viiteen ryhmään ja laati nousutaulukot näille. Syvillä sukelluksilla (yli 15 metriä) nopeat kudokset määräävät suoranosuajat, matalilla sukelluksilla (7-15 metriä) hitaat kudokset määräävät suoranosuajat. Haldanen sukellustaulukot yltyvät 64 metriin saakka. [3.]

3.3.2 U.S. Navy

U.S. Navy käytti Haldanen taulukoita vuoteen 1937 saakka. Tämän jälkeen he ottivat omat taulukot käyttöönsä. Haldanen taulukoihin verrattuna erona oli vain typen osapaineen käyttäminen laskemisessa, sillä huomattiin, että happi sitoutuu hemoglobiiniin, eikä näin ollen lisää dekompression tarvetta. [3.]

Haldanen taulukon hitaimman kudostyyppin puoliintumisaikaa pidennettiin ja yksi kudostyyppi lisättiin, jonka puoliintumisaika on 120 minuuttia. Tämän lisäksi taulukoihin lisättiin uusintasukellukset, eli edelliseltä sukellukselta jääneen jäännöstypen määrä ja sen vaikutus uusintasukellukseen ja sen nousuaikatauluun. Vuodesta 1958 lähtien U.S. Navyn taulukot suosittelivat nousunopeudeksi 18 metriä minuutissa. Sukeltajaliitto käytti näitä taulukoita vuoteen 1989 asti. [3.]

3.3.3 Bühlmannin teoria

Albert A. Bühlmann täydensi Haldanen teoriaa. Bühlmannin teoriassa on kuuden kudostyyppin sijaan 16 kudostyyppiä, joiden puoliintumisajat ovat 2,65 - 635min. Bühlmannin teoria soveltuu hyvin myös hyvin pitkille sukelluksille, sekä sukeltamiseen vuoristossa, jossa ilmanpaine on matalampi kuin meressä. Bühlmannin teoriassa M-arvot (suurin sallittu syvyys kullekin kudostyypille) eivät ole vakiot, vaan ne ottavat huomioon vallitsevan ilmanpaineen. Vanhemmat sukellustietokoneet käyttävät Bühlmannin teoriaa algoritmeissaan. [3.]

3.3.4 Kuplamallit

1970-luvulla otettiin käyttöön Doppler-laitteet, jotka huomaavat kaikumittauksen avulla pienimmätkin kuplat elimistössä. Huomattiin, että konservatiivisiakin taulukoita noudattaneilla sukeltajilla on pieniä mikrokuplia nousun jälkeen veressä. Näitä kuplia sanotaan hiljaisiksi kupliksi, eivätkä ne aiheuta mitään sukeltajantaudin oireita. Vasta kuplien koon kasvaminen aiheuttaa sukeltajantaudin. Tutkimuksissa huomattiin, että varsinkin syvillä sukelluksilla Haldanen mallin mukaan kuplat pääsivät kasvamaan liian suuriksi. [3.]

Kuplien koon kasvuun vaikuttavat pintakalvon jännitys, ympäröivän kudoksen joustavuus ja kaasun laajeneminen paineen alentuessa. Kuplamallin perusajatus on, että kuplan sisäisen paineen on pysyttävä pienempänä kuin kudoksiin liuenneiden kaasujen kokonaispaine. Tunnetuimpia kuplamallialgoritmeja ovat sukeltajaliiton käyttämä RGBM (Reduced Gradient Bubble Model) ja VPM (Varying Permeability Model). [3.]

Amerikkalainen Bruce Wienke kehitti RGBM-tilukot. RGBM-tilukoissa on otettu huomioon syväpysähdykset, jotka minimoivat kuplien kasvun ja sukeltajantaudin synnyn. Monissa sukellustietokoneissa käytetään kyseistä tilukkoa nykypäivänä. [3.]

RGBM-taulukoita on edelleen kehitetty eteenpäin. Esimerkiksi Suunnon sukellustietokoneissa on Wienken kanssa yhteistyössä kehitetyt Suunto RGBM-algoritmit. Suunto Technical RGBM -algoritmi on kehittyneempi versio, ja se mahdollistaa myös heliumin käytön hengitysseoksissa. Uusin algoritmi on Suunto Fused™ RGBM, joka on tarkoitettu syvä sukelluksille ja suljetun kierron käyttöön. Suunto RGBM-algoritmeissa on 9 eri kudosryhmää. [7; 8.]

Myös esimerkiksi Mares-sukellustietokoneissa on RGBM Mares-Wienke-algoritmi. Tämä algoritmi sisältää 10 erilaista kudosryhmää ja sallii pienemmän M-arvon. Jos kyseessä on uusintasukellus, edellistä sukellusta syvämpi sukellus tai sukellaan useina peräkkäisinä päivinä. [9.]

VPM on samankaltainen taulukko kuin RGBM. VPM tarkastelee kuplan pintajännitystä ja kaasun aineenvaihduntaa ympäröivän nesteen kanssa. [10.]

4 Työn tavoitteet ja menetelmät

Opinnäytetyön tavoitteena on kartoittaa, mitä sukelluskouluttajat kertovat sukellustietokoneista tällä hetkellä laitesukelluskursseilla, ja tulosten pohjalta suunnitella sukellustietokoneiden käsikirjan sisältö. Käsikirjan halutaan olevan mahdollisimman hyvin kouluttajia palveleva, joten heidän mielipiteitään ja ideoitaan käsikirjaan liittyen halutaan kuunnella.

Tutkimuksen menetelminä käytetään haastattelua sekä sähköpostitse lähetettävää lomakekyselyä sukelluskouluttajille. Tutkimusmenetelmät valittiin mahdollisimman laajan tuloksen saamiseksi.

Haastattelu toimii lomakekyselyn esitestauksena. Esitestauksessa osa kohderyhmästä käy kyselylomakkeen läpi ja vastaa kysymyksiin. Testauksessa mietitään kyselyn runkoa, aihepiirien järjestystä ja kysymysten muotoilua, jolloin sähköpostikyselyyn saataisiin mahdollisimman paljon haluttuja vastauksia, eikä kyselyssä ole huonoja tai harhaanjohtavia kysymyksiä ja kysymysmuotoja. Samalla voidaan nähdä, kauanko kyselyn tekemiseen kuluu aikaa. [11.]

4.1 Haastattelu

Haastattelumuodoksi valittiin henkilökohtainen haastattelu. Henkilökohtaisessa haastattelussa on vain pieni väärinkäsitysten mahdollisuus, jotka pystytään oikaisemaan haastattelutilanteessa. Henkilökohtaisessa haastattelussa voidaan tarvittaessa käyttää oheismateriaalia, kuten kuvia tai tuotteita. Haastattelija voi myös tehdä havaintoja haastateltavasta haastattelun aikana. [11.]

Haasteina henkilökohtaisessa haastattelussa on haastattelupaikan ja -ajan valitseminen. Haastatteluun tarvitaan rauhallinen paikka, jossa muut paikalla olevat henkilöt eivät vaikuta haastateltavan vastauksiin. Myös haastattelija saattaa vaikuttaa omilla asenteillaan ja kysymysten muotoiluillaan haastateltavan vastauksiin. [11.]

Haastatteluiden vastaukset pitää kirjata selvästi, jotta tuloksia on helpompi käsitellä myöhemmin, eikä virheitä kirjauksen vuoksi pääse syntymään. Haastatteluiden äänittäminen on helppo tapa saada vastaukset helposti tallennettua, eikä haastattelijan tarvitse luottaa vain omaan muistiin ja muistiinpanoihin.

Tutkittaville tulee antaa kaikki mahdollinen tieto tutkimuksesta niin, että he voivat sen pohjalta päättää omasta osallistumisestaan siihen. Haastattelu voidaan lopettaa milloin tahansa haastateltava haluaa. Haastattelu perustuu vapaaehtoisuuteen. [11.]

Haastattelun onnistuminen riippuu paljon haastattelijasta, miten haastattelija onnistuu luomaan heti alkuun luottamuksellisen ja hyvän ilmapiirin, sekä haastattelijan ja haastateltavan henkilökemiasta. Haastattelijalla pitää olla kiinnostunut ja kunnioittava asenne haastateltavaa ja haastattelunaihetta kohtaan. [12.]

Laadullisessa haastattelussa tulee välttää niin sanottuja dikotomisias kysymyksiä, eli kysymyksiä, johon voidaan vastata kyllä tai ei, jolloin vastaukset ovat laadukkaampia ja syvempiä. Dikotomiset kysymykset antavat suppeita vastauksia ja saattavat johdatella vastaajaa liikaa. [12.]

Haastatteluun kannattaa valmistautua huolella, jotta haastattelut sujuisivat ongelmitta. Äänityslaitte testataan ja varmistaudutaan, että se toimii halutulla tavalla, haastateltavien ja haastattelijan äänet kuuluvat kunnolla ja niistä saa selvää. Haastatteluun kannattaa

ottaa varmuuden vuoksi myös kynä ja paperia mukaan, jos tekniikka sattuisikin pettämään kriittisellä hetkellä.

Tässä tutkimuksessa tehtiin kaksi haastattelua. Toisessa haastattelussa oli paikalla yksi sukelluskouluttaja, toisessa haastattelussa kaksi sukelluskouluttajaa. Haastattelut tehtiin marraskuussa 2015. Molempiin haastatteluihin kului noin 40 minuuttia. Haastattelut olivat hyvin antoisia. Haastattelut äänitettiin ja litteroitiin.

Haastattelut tehtiin ennen varsinaista sähköpostikyselyä, koska kyselyrunko haluttiin esitellä ensin pienemmällä joukolla ennen kaikille kouluttajille lähettämistä. Haastattelussa tuli ilmi, että alkuperäinen kysymys numero 3 (Mitä kerrot sukellustietokoneista tällä hetkellä?) on liian laaja yksittäinen kysymys, sillä sukellustietokoneista kerrotaan eri tiedot eritasoisilla kursseilla. Tämän vuoksi kysymys numero 3 päätettiin jakaa kolmeen eri kysymykseen (lopullisessa kyselyssä kysymykset 3-5), jossa kysytään tietyillä kursseilla kerrottavat asiat sukellustietokoneista.

Toinen muutos alkuperäiseen kyselyyn oli esitietojen lisääminen. Toisessa haastattelussa ehdotettiin kysyttäväksi, minkä tason sukelluskouluttaja vastaaja on sekä mitä sukellustietokonetta kouluttaja itse käyttää (jos käyttää).

4.2 Sähköpostikysely

Sähköpostikysely on nopea tapa tehdä kysely laajalle maantieteelliselle alueelle, jonka vuoksi se valittiin tähän tutkimukseen. Näin vastauksia saadaan useammalta henkilöltä, lyhyessä ajassa ja ilman matkustamista. Sähköpostikysely on helppo lähettää, ja vastaaja pystyy itse määrittämään itselleen sopivimman ajan kyselyn tekemiseen. [11.]

Sähköpostikyselyssä tekijä ei vaikuta kyselyn vastauksiin läsnäolollaan, kuten henkilökohtaisessa haastattelussa. Kysymykset ovat kaikille vastaajille täysin samanlaisia ja kysely voidaan tarvittaessa lähettää uudelleen. Kysymysten laatimisessa on kuitenkin otettava huomioon niiden muotoilu. Kysymyksen pitää olla selkeä ja ymmärrettävä, eikä se saa olla johdatteleva. [11.]

Riskeinä sähköpostikyselyssä on kyselyn joutuminen roskapostikansioon, jolloin vastaaja ei välttämättä huomaa sitä, tai jos vastaaja ei käy lukemassa sähköpostejaan tarpeeksi usein, saattaa vastausaika olla jo loppunut kyselyn huomattessa. Kysymykset voi myös ymmärtää väärin, jolloin vastaukset eivät ole haluttuja. Tämä voidaan kuitenkin välttää testaamalla kysely kohdejoukkoon kuuluvilla henkilöillä ennen varsinaista lähettämistä koko kohdejoukolle. [11.]

Kyselylomakkeessa tulee olla korkeintaan yhden sivun saatekirje, josta käy ilmi tutkimuksen tekijä ja teettäjä. Samalla kerrotaan selkeästi, mitä tutkitaan ja mihin vastauksia käytetään. Tarvittaessa pitää vastaajan anonymiteetti pitää salassa. Saatekirjeessä kerrotaan myös vastausaika. Saatekirjeeseen pitää pyrkiä luomaan innostava sävy, jolloin vastaajalle syntyy tunne, että juuri hänen vastauksiaan tarvitaan ja hän pystyy vaikuttamaan tutkimukseen. Saatekirje saattaa olla ratkaiseva tekijä, haluaako vastaaja täyttää kyselylomakkeen [11]. Saatekirjeen loppuun tulee laittaa kiitokset ja tutkimuksen tekijän yhteystiedot mahdollista yhteydenottoa varten. [13.]

Kyselylomakkeen ensimmäisellä sivulla tulee olla tarkemmat tiedot tutkimuksesta, sekä selkeät ohjeet kyselyyn vastaamiseen. Kyselylomakkeen luomisessa kannattaa ottaa huomioon vastausrivien määrä – internetpohjaisiin kyselyihin vastaus tilaa pitää olla riittävästi, jotta mahdollisesti pitkätkin vastaukset mahtuvat vastausriville, eikä mitään oleellista tämän takia jää vastaamatta. [11.]

Hyvä kyselylomake etenee loogisessa järjestyksessä. Se ei hypi asioista toiseen ja siinä on selkeät kokonaisuudet. Kyselylomakkeen tulee olla sopivan mittainen: liian lyhyt kysely antaa liian vähän tietoa, kun taas liian pitkä kysely saa vastaajan kyllästymään vastaamiseen. [11.]

Tämän tutkimuksen sähköpostikysely laadittiin Google Forms -pohjalle. Sähköpostikyselyn linkki ja saatekirje lähetettiin sukeltajaliiton koulutuspäällikölle, joka lähetti sen edelleen kaikille apukouluttajille, laitesukelluskouluttajille sekä sukellusseurojen koulutusvas- taaville. Sähköpostikysely tehtiin maaliskuussa 2016. Kyselyn vastaanottaneita oli 476, joista 71 vastasi kyselyyn, vastausprosentti oli 15 %. Sähköpostikysely lähetettiin viikko ennen pääsiäistä, joka saattoi vaikuttaa vastausprosenttiin. Osa vastaanottajista saattoi olla jo viettämässä pääsiäislomia, eikä näin ollen huomannut sähköpostia ajoissa. Saa- dut vastaukset olivat kuitenkin laajoja, ja tutkimuksen osalta monipuolisia.

4.3 Kyselypohja

Lomakekysely rakentui kahdesta osiosta: esitiedoista ja käsikirjan sisällöstä. Käsikirjan sisältö osiossa kysyttiin, mitä koulutettavat kertovat sukellustietokoneista laitesukelluksen kursseilla P1, P2 ja P3. Kysymyksillä haluttiin kartoittaa sukellustietokoneiden ominaisuuksien jakautumista eri sukelluskursseille.

Kurssikysymysten jälkeen kysyttiin mitä ongelmia kouluttajat ja koulutettavat yleisesti kokevat sukelluskursseilla. Näiden kysymysten tavoitteena oli selvittää, minkälainen tarve tulevalle käsikirjalle on ja onko jotain, mikä on yleisesti isompana haasteena sukellustietokoneista kouluttamisessa ja opiskelussa.

Lopuksi kyselyssä sai äänestää käsikirjan formaatista, onko elektroninen vai paperinen versio parempi, vai jokin muu formaatti. Viimeiseksi oli kaksi avointa kysymys minkälaisena ajatuksena sukelluskouluttajat kokevat sukellustietokoneiden käsikirjan ja onko jotain muita toiveita käsikirjan suhteen. Näillä haluttiin antaa kouluttajille mahdollisuus vaikuttaa tulevaan käsikirjaan mahdollisimman paljon, jotta käsikirja palvelisi heitä.

Lopullinen kyselylomake on liitteessä 1.

5 Tulokset

5.1 Esitiedot

Kyselyssä oli ensimmäiseksi esitietoja kouluttajista. Vastaajien ikä jakautui 24 vuoden ja 61 ikävuoden välille. Eniten vastaajia oli hieman 50 vuoden molemmin puolin. Kyselyyn vastanneista 91,5 % (65 kpl) oli miehiä ja 8,5 % (6 kpl) oli naisia. Suurin osa vastanneista asuu Uudenmaan alueella (21 henkilöä), toiseksi eniten Kanta-Hämeessä ja Pirkanmaan alueella (6 henkilöä/paikka).

Vastaajissa oli sekä melko uusia sukeltajia (alle 5 vuotta sitten aloittaneita) että jo pitkään sukeltaneita kouluttajia (yli 40 vuotta sukelluskokemusta). Eniten (25 henkilöä) vastasi olleensa sukelluksen parissa 10-20 vuotta. Vastaajista löytyi myös uusia kouluttajia,

jotka ovat vasta kouluttautumassa kouluttajiksi, että pidempään kouluttajina olleita. Pissimmät kouluttajauran tehneet ovat olleet kouluttajina yli 35 vuotta.

Vastaajista suurin osa (29 kpl) on M2-tason kouluttajia (laitesukelluskouluttaja), 17 vastaajaa on lähikouluttajia (peruskurssin laitesukelluskouluttajan apulainen) ja 14 vastaajaa on M3-kouluttajia (kouluttaa ja kortittaa laitesukelluskouluttajia).

Suurin osa sukelluskouluttajista käyttää Suunnon sukellustietokonetta (57 kpl). Seuraavaksi eniten löytyy Shearwaterin sukellustietokonetta (14 kpl). xDeep on kolmannella sijalla (4 kpl). Osa kouluttajista käyttää kahta tai kolmea eri sukellustietokonetta.

5.2 Sukelluskurssien sisältö

Kyselyn toisessa osiossa ensimmäisenä kysymyksenä kysyttiin käyttääkö kouluttaja tällä hetkellä jotakin sukellustietokoneiden käsikirjaa. Kysymyksellä haluttiin kartoittaa, onko mitään vastaavaa käsikirjaa olemassa. 63 vastasi, ettei käytä mitään käsikirjaa. 8 sanoi käyttävänsä sukellustietokoneiden omia manuaaleja ja PADI:n koulutusmateriaaleja sukelluskoulutuksissa.

Toisessa kysymyksessä tiedusteltiin, mitä sukelluskouluttajat kertovat sukellustietokoneista laitesukelluksen peruskurssilla (P1). Sukellustietokoneiden käytöstä opetetaan vain perustietoja kuten aika ja syvyys eli paine. Sukellustietokone pystyy näistä laskemaan esimerkiksi laskeutumis- ja nousunopeudet.

Vaikka sukellustietokone muun muassa laskee tarvittavat pysähdykset, hälyttää liian suuresta nousunopeudesta ja tallentaa sukelluksen lokin, kurssilla painotetaan, että sukellustietokone ei saa korvata hyvää sukellussuunnitelmaa. Se vain tukee sitä. Kurssilla painotetaan myös sitä, että sukellustietokone on henkilökohtainen, eikä sitä pidä antaa muiden käyttöön. Samaa sukellustietokonetta on myös käytettävä saman päivän jokaisella sukelluksella, jotta kone pystyy laskemaan kertyneen typpimäärän oikein.

”Sukellustietokone on vain apuväline sukelluksella, sukellukset täytyy aina suunnitella etukäteen ja toteuttaa suunnitelma. Tietokone on kuitenkin erittäin kätevä laite, ja esim sukelluslokin pitäminen on helppoa. Myös ajan ja syvyyden seuraaminen hoituu yhdellä laitteella.”

” Lähtökohtana on oppia ensin käyttämään sukellustaulukoita ja ymmärtää dekompressioteorian perusteet, sen jälkeen vasta ryhtyä käyttämään tietokoneita.”

Peruskurssilla kerrotaan sukellustietokoneiden riskeistä ja hyödyistä verrattuna sukellustaulukoihin, sekä sukellustietokoneeseen asetettavista omista asetuksista.

” Tietokone käyttää matemaattista mallia kaasujen liukenemisesta, joka ei ota huomioon ihmisen henkilökohtaisia ominaisuuksia.”

” Tietokone vikaantuu ja saattaa toimiva väärin herkemmin kuin mekaaninen syvyysmittari, kompassi tai pelkkä kello.”

Halutessaan kouluttaja antaa suosituksia, mitä pitää ottaa huomioon sukellustietokoneita ostettaessa. Näitä ovat muun muassa ”isonäyttöinen selkeä kone, jota osaa käyttää ilman diplomi-insinöörin koulutusta”. Koneita ostaessa kannattaa ottaa huomioon oma kiinnostus sukellukseen, eli haluaako peruskurssin jälkeen jatkaa sukelluksen jatkokursseille ja erikoiskursseille, jolloin sukellustietokoneessa tulee olla enemmän vaativampaan sukellukseen tarvittavia ominaisuuksia vai haluaako sukeltaa vain peruskurssin sallimissa rajoissa, jolloin sukellustietokoneeksi riittää hieman vaatimattomampi tietokone. Useat sukelluskouluttajat sanoivat painottavansa, että jos koulutettava hankkii oman sukellustietokoneensa, on hänen huolella tutustuttava kyseisen sukellustietokoneen käyttöohjeisiin ja opeteltava käyttämään sitä kunnolla.

Kolmannessa kysymyksessä kysyttiin laitesukelluksen jatkokurssilla (P2) opeteltavista sukellustietokoneen asioista. Laitesukelluksen jatkokurssilla syvennyttään sukelluksen teoriaan ja opetellaan sukeltamaan syvemmälle sekä erikoisissa olosuhteissa. Jatkokurssilla harjoitellaan muun muassa suunnistamista (kompassin käyttöä veden alla) ja ympäristön huomioonottamista.

Monet vastaajat kertoivat painottavansa uudelleen peruskurssin asioita, kuten sukellussuunnitelman tekemistä ja siitä kiinnipitämistä ja dekompressioteorian ja sukellustaulukoiden tuntemista ja ymmärtämistä sekä sukellustietokoneen henkilökohtaisuutta. Kursilla saatetaan käydä läpi erilaisia sukellustietokoneiden algoritmien periaatteita (RGBM, Bühlmann, VPM) ja kudostyyppien erottelua.

”Perusasiat, käyttöohjeet tunnettava, vain kurssin syvyyalueella tapahtuvia sukelluksia. Taulukoiden käyttö osattava ja ymmärrettävä. Taulukoiden ja algoritmien historiaa.”

Syvämmälle sukeltaessa hengityskaasuksi vaihdetaan ilman tilalle nitroksia, jolloin sukellustietokoneilta vaaditaan erilaisten hengityskaasujen erottelusta. Sukellustietokone tulee tärkeämmäksi syväsuikelluksilla sekä sukellussafareilla, jolloin sukellaan useita kertoja päivässä, useana päivänä. Sukellustietokone voi auttaa suunnittelussa. Syväsuikelluksilla tulee tärkeämmäksi myös dekompression tunteminen.

”Decoperusteita; miksi on usean kaasun koneita”

”Toimintaperiaatteet, kudostyyppien erottelut, laskenta-algoritmien periaatteet, erilaiset hengityskaasut ja niiden käyttö.”

”Käyttö sukelluksen suunnittelun apuna, nitroxin käyttö, välttämättömyys safareilla, joilla useita sukelluksia päivässä useana päivänä.”

Suurin osa kyselyyn vastaajista vastasi, että tässä vaiheessa kurssilaisilla on jo yleensä oma sukellustietokone hankittuna. Kurssilla saatetaan käydä läpi kurssilaisten kokemia ongelmia sukellustietokoneiden kanssa.

”Syventävää tietoa koneiden käytöstä, sopivan koneen hankintaan liittyviä vinkkejä.”

”vastaan kysymyksiin, mitä tulee sukellustietokoneista”

”varmistan vain, että he osaavat tehdä kurssisukellusten vaatimat asetukset.”

Neljäntenä kysymyksenä oli, mitä sukelluskouluttajat kertovat sukellustietokoneista syventävällä jatkokurssilla (P3). Sukelluksen syventävä jatkokurssi antaa sukeltajalle valmiudet toimia sukellusvanhimpana seurojen sukellustapahtumissa. Kyselyyn vastanneista suurin osa vastasikin, että tällä kurssilla ei sukellustietokoneita enää varsinaisesti opeteta, vaan jokainen on jo tutustunut omaan sukellustietokoneeseensa sukelluksilla.

”Tällä tasolla sukeltajaoppilaan tulisi jo olla kohtuullisen omatoiminen ja omistaa / käyttää tietokonetta.”

” Käytännössä mennään ihan oppilaiden kiinnostuksen kohteiden mukaan, kokemusta kuitenkin pitää P3-kurssilla olla jo sen verran, että koneet ovat varmasti pääpiirteissään tuttuja.”

Tarvittaessa kuitenkin käydään sukellustietokoneiden perusasiat kertauksena läpi ja käsitellään sukeltajien kysymyksiä ja ongelmia sukellustietokoneiden kanssa. Lisäksi voidaan syventää dekompressioteoriaa sekä taulukoiden ja algoritmien historiaa.

Kurssilla syvennetään etappisukellukseen, seoskaasusukellukseen ja useamman kaasun sukellukseen liittyviä asioita.

Kurssi kouluttaa sukellusvanhimpia. Sukellusvanhimman olisi hyvä tietää sukellustietokoneista hieman muita enemmän mahdollisten ongelmatilanteiden vuoksi.

”lähinnä sen, että sukellusvanhimman olisi hyvä tuntee useita erilaisia koneita ja niiden käyttöliittymiä, että pystyy auttamaan uusia sukeltajia ja tarvittaessa varmistamaan että esim. nitrox-asetukset ovat oikein ennen sukellusta.”

” Sukellusvanhimpana ota huomioon esimerkkinä toimiminen ja suunnittele omat sukellukset huolella. Vaadi nuoremmilta sukeltajilta aina suunnitelma ennen veteen menoa.”

”Sukellusvanhin voi lukea koneiden lokit kaikissa sellaisissa tilanteissa jossa voi olla vammautumisriskit olemassa.”

Kurssilla saatetaan tutustua erilaisiin sukelluksen suunnitteluun käytettäviin tietokoneohjelmiin.

5.3 Kouluttajien ja koulutettavien ongelmat sukellustietokoneiden kanssa

Kyselyssä kartoitettiin myös minkälaisia ongelmia sukelluskouluttajat kokevat sukellustietokoneista opettamisessa. Suurimmassa osassa vastauksista ongelmana oli sukellustietokoneiden laaja kirjo.

"Vaikka tietokoneiden perustoiminta on hyvin samankaltainen (ajan ja syvyyden näyttö, mahdollisten dekopysähdysten näyttö), kaikki muu käyttö on vahvasti sidottu käytettyyn laitteeseen."

"Eri merkkien ja käyttöliittymien sekamelska."

Ongelmina koetaan myös erilaiset sukellustietokoneiden algoritmit.

"Sukeltajaliiton RGBM taulukko antaa sukellusten määräksi kaksi / vuorokausi, tietokoneessa ei tällaista "rajoitetta ole" - selitystä miksi toisella tavalla sukeltaessa päteekin erilaiset reunaehdot."

"Eri valmistajien algoritmit eivät ole yhteensopivia -> koneet antavat hie- man eri tuloksia."

Teknologian kehittyessä koko ajan myös sukellustietokoneet kehittyvät vauhdilla. Osa vastaajista sanoi nopean kehityksen olevan ongelma nykyään myös sukellustietokonetta suositeltaessa. Myös opetusmateriaali on suppea.

"Sukellustietokoneiden suuri kirjo, se ettei ole oikein näppärää perusmateriaalia joka samalla toimisi sukellustietokoneen valinnan helpottamiseksi aloittavalle sukeltajalle."

Koulutettavat kokevat ongelmia myös samojen asioiden kanssa: sukellustietokoneita on monia ja niissä on liikaa ominaisuuksia. Sukellustietokone on yksi lisä varustepaljouteen ja vie huomiota itse sukellukselta.

"Joskus näytöissä on liikaa informaatiota, jolloin fokus sukelluksesta häviää laitteen tarkasteluun; tähän auttaisi bottom timer -moodi tai näyttöön valittavien suureiden valintamahdollisuus."

Kaikki koulutettavat eivät osaa käyttää omaa sukellustietokonettaan, vaan kysyy ensimmäiseksi apua kouluttajalta, joka ei voi tietää kaikkea kaikista sukellustietokone merkeistä ja malleista.

”Ei osata käyttää eikä kouluttajakaan välttämättä osaa kaikkien merkkien ja mallien asetuksia/ominaisuuksia”

”Käsikirjojen pitäisi lähteä alkeista. Hämäännystä aiheuttaa, jos tietokoneen dekompression laskenta onkin ohjelmoitu eri mallilla kuin esim. Sukeltajaliiton käyttämällä RGBM-mallilla.”

Myös sukellustietokoneen hankintaan liittyviä ongelmia koetaan, muun muassa minkälainen kone kannattaisi ostaa. Sukellustietokone on kallis hankinta, joten pitäisi olla tarpeeksi tietoa oikean ostamiseen.

"koneita on tarjolla useita erilaisia, ja oma sukellustaso ja tulevaisuuden suunnitelmien pitäisi ohjata koneiden valintaa. Sukelluskoneita ei tarvitse vaihtaa kokemustason noustessa ja sukellusten muuttuessa esim. vaativimmiksi. Kysy aktiivisesti muilta sukeltajilta mitä koneita he suosittelvat ja minkälaisia ominaisuuksia niissä on"

5.4 Käsikirjaan liittyvät kysymykset

Seuraavaksi kyselyssä kysyttiin yleisesti käsikirjaan liittyviä kysymyksiä, kuten missä muodossa käsikirja tulisi julkaista, minkälaisena ajatuksena kouluttajat kokevat sukellustietokoneiden käsikirjan sekä annettiin vapaa sana muiden toiveiden suhteen.

Käsikirjan julkaisumuodosta annettiin kolme vaihtoehtoa; elektroninen, paperinen tai jokin muu. Suurin osa vastaajista (54 kpl) äänesti elektronisen version puolesta. Paperinen versio sai 4 ääntä ja molempia versioita kannatti 7 vastaajaa.

Kyselyssä kysyttiin yleistä ajatusta sukellustietokoneiden käsikirjasta. Vastaukset jakautuivat molempiin ääripäihin. Osa vastaajista sanoi, ettei pidä käsikirjaa kovinkaan järke-

vänä johtuen sukellustietokoneiden laajasta kirjosta ja nopeasta teknologian kehityksestä. Ajatuksia tuli myös tarpeellisuudesta, sillä laitevalmistajien omat ohjeet ja manuaalit ovat hyvin kattavia jo.

”En ole varma voiko olla yleispätevää käsikirjaa koska eri merkkiset koneet ovat kaikki vähän erilaisia. Konsolit, näppäimet, toimintatapa, ohjelmat, nousutaulukot voivat poiketa toisistaan. Lisäksi laitteet muuttuvat koko ajan tekniikan kehittyessä.”

”kun sukelluskurssilla opetetaan riittävän hyvin decompressio asiat, niin jokainen sukeltaja perehtyessään ostamansa rannetietokoneen käyttöohjekirjaan pystyy jo oppimansa perusteella sisäistämään tietokoneensa käyttöperiaatteen.”

Vastaajista oli myös positiivisella kannalla käsikirjan suhteen. Varsinkin koulutusmateriaalin tueksi tuleva käsikirja koettiin hyvänä ideana.

”Käsikirja ja kurssi on erittäin tervetullut. Koulutus täytyy pitää yleisellä tasolla ei mihinkään tiettyyn malliin sidottu, muuten käsikirja vanhenee yhtä nopeasti kuin elektroniikka.”

” Asia hyvä. Tiedot ryhmittyy yhteen paikkaan, jossa niitä voi päivittää.”

” Hyvä ajatus täydentämään kurssimateriaalia ja tueksi kouluttajille.”

”Nimen omaan kouluttajalle ja oppitunneille tarkoitettuna materiaalina käsikirja olisi ok, jos se on laadittu pedagogiset seikat huomioiden.”

Vaikka osalle vastaajista ajatus tuntui hyvältä, oli myös joitain epäilyjä ajantasaisuuden ja päivityksen suhteen.

”Ajatus on hyvä, mutta miten saadaan päivitykset pysymään ajan tasalla, kuka on vastuussa kirjasta ja sen tietojen oikeellisuudesta ajan saatossa?”

Viimeisenä kysymyksenä kyselyssä olivat muut toiveet käsikirjan suhteen. Vastauksia ja hyviä ideoita tuli monia. Käsikirjan toivottiin olevan selkeä, ytimekäs ja suomenkielinen.

Jokaisella laitevalmistajalla on jo omat manuaalinsa, joten käsikirjan olisi hyvä olla leimautumatta mihinkään tiettyyn merkkiin tai malliin. Yleisiä, geneerisiä asioita käsittelevä käsikirja olisi tarpeellinen.

”Mahdollisimman selkeät ja yksin kertaiset ohjeet joita on helppo lukea myös sukelluspaikalla ja sukeltamaan lähtiessä niin oppilaan, kun kouluttajan.”

”Liitteenä voisi olla jokin taulukko, jossa on vertailtu mitä ominaisuuksia löytyy tänä päivänä markkinoilla olevista malleista (esim. onko vapaasukellusmoodia, voiko määrittellä nitrox-kaasun tai useampia kaasuja yms.)”

”Buffaisin kirjassa eri sukelluspäiväkirjaohjelmistoja, joihin koneiden data voidaan purkaa. Esim. ilmainen Subsurface (varmaan tosi kiinnostava myös koodaajille) olisi hyvä lisäys. Lisäksi, DAN on lanseerannut järjestelmän, jonne voi ladata sukellusprofiileja sukellus- ja dekotutkimusta varten. Sukeltajia kannattaa kannustaa osallistumaan tutkimustiedon jakamiseen.”

”Dynaaminen tiedosto johon laitevalmistajat (esim. Suunto?) voisivat päivittää uusimpia ominaisuuksia ja innovaatioita. Ei siis mikään tuoteluettelo.”

Käsikirjan toivottiin olevan kurssitason mukaisesti jaoteltu, ja sitä voisi käydä läpi esimerkiksi kouluttajapäivillä.

6 Tutkimusaineiston analyysi

Sähköpostikyselyyn vastasi 71 sukelluskouluttajaa. Vastausprosentti oli 15. Tutkimuksesta ilmeni, että kouluttajat ovat hyvin erilaisia. Kouluttajista löytyy lähes molempia ääripäitä: osa kouluttajista pitää sukellustietokoneita todella luotettavina, helppokäyttöisinä ja tarpeellisina sukelluksilla. Osa kouluttajista painottaa kursseilla vain sukellustaulukoiden opettelemista ja sukellustietokoneen käytön välttämistä.

Kyselystä selvisi, että sukellustietokoneiden yleiselle käsikirjalle on tarvetta. Nykyinen kurssimateriaali on suppea. Käsikirjan tulisi olla mahdollisimman selkeä ja tiivis paketti.

Vastaajista 68 vastasi P1-kurssia koskevaan kysymykseen sukellustietokoneista. Vastaajista lähes kaikki kertoi opettavansa vain perusasiat sukellustietokoneesta (laskee syvyyden, ajan, tallentaa sukellusprofiilin lokiin). Vastaajat painottivat sukellustaulukoiden opettelemista ja sukellussuunnitelman tekoa, ennen kuin sukellustietokonetta aletaan opettelemaan ja käyttää.

Vastausten perusteella peruskurssin sukellustietokoneiden käsikirjaan tulisi laittaa perustiedot sukellustietokoneesta, kuten ajan ja syvyyden (paineen mittaus), sukellustietokoneen perustoiminnot ja hälytykset. Peruskurssilla sukellustietokonetta voi käyttää niin sanottuna bottom timerina, joka mittaa vain syvyyttä ja käytettyä aikaa. Käsikirjassa tulisi painottaa, että sukellustietokoneet ovat henkilökohtaisia ja oman sukellustietokoneen manuaali on opiskeltava.

Peruskurssilla ongelmaksi saattaa muodostua sukellustietokoneiden laaja kirjo sekä tekniikan nopea edistyminen. Käsikirjan tulisi olla elektronisessa muodossa, jotta sen päivittäminen olisi helppoa tarpeen tullen. Käsikirjassa voisi olla taulukko erilaisista nykypäivän sukellustietokoneista, joissa eriteltäisiin yleisimpiä ominaisuuksia, jolloin kouluttajan olisi helpompaa suositella sukellustietokonetta aloittelevalle sukeltajalle tai sukeltaja voi itse perehtyä taulukon sukellustietokoneisiin.

Laitesukelluksen jatkokurssikysymykseen vastasi 61 vastaajaa. Jatkokurssilla kerrataan tarvittaessa edellisen kurssin materiaali ja syvennetään tietoa dekompressioteoriasta ja laskenta-algoritmeista, kuten Bühlmann, RGBM ja VPM.

Jatkokurssilla syvennetään sukelluksia, jolloin erilaiset kaasuseokset tulevat tarpeelliseksi. Käsikirjassa tulisi olla perusteet nitroksi- ja seoskaasuasetuksista. Myös jatkokurssilla kouluttajilta kysytään vinkkejä sukellustietokoneen hankkimiseen, joten yleinen taulukko nykyajan sukellustietokoneista olisi tarpeellinen.

Laitesukelluksen syventävään jatkokurssikysymykseen vastasi 58 vastaajaa. Laitesukelluksen syventävä jatkokurssi on jo edistyneille sukeltajille, joten lähes kaikki vastaajat sanoivat, että tällä kurssilla jokaisella on jo oma sukellustietokone ja sitä osataan käyttää, joten erillistä käsikirjaa ei nähdä tällä tasolla enää tarpeellisena. Kurssin jälkeen sukellusvanhimpana toimimista hyödyttäisi kuitenkin laajemman sukellustietokoneen kirjon tunteminen mahdollisten ongelmatilanteiden varalle.

7 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, mitä sukelluskouluttajat kertovat sukellustietokoneista sukelluskursseilla ja suunnitella niiden pohjalta sukellustietokoneiden käsikirjan sisältö kullekin sukelluskurssille. Opinnäytetyön aikana perehdyttiin sukeltajaliiton ja sen seurojen järjestämiin sukelluskoulutuksiin, sukellusfysiikkaan ja -fysiologiaan sekä erilaisten sukellustietokoneiden yleisiin ominaisuuksiin ja erilaisiin laskenta-algoritmeihin.

Opinnäytetyön aikana tehtiin kaksi haastattelua ja kaikille sukelluskouluttajille lähetettävä sähköpostikysely. Haastattelut äänitettiin ja litteroitiin. Haastattelut toimivat sähköpostikyselyn esitestauksena, jossa kyselylomake testattiin ja kysymyksiä muutettiin paremmiksi. Haastattelut olivat antoisia.

Haastattelujen perusteella muokattu kyselylomake lähetettiin sähköpostikyselynä kaikille apukouluttajille, laitekouluttajille sekä sukellusseurojen koulutusvastaaville. Kyselyn vastaanotti 476 kouluttajaa, joista 71 vastasi kyselyyn. Tulokset analysoitiin ja niiden pohjalta tehtiin yhteenveto, mitä sukellustietokoneesta tulisi kertoa sukelluskursseilla.

Sukellustietokoneiden käsikirja nähdään tarpeellisena laitesukelluksen peruskurssille ja jatkokurssille. Peruskurssin käsikirjassa tulee käsitellä sukellustietokoneiden perusteita kuten miksi ja mitä sukellustietokone laskee sekä yleisimpiä asetuksia. Jatkokurssilla sukellussyvyudet kasvavat, ja sukellustietokone tulee tärkeämpään osaan. Käsikirjassa tulee käsitellä syvemmin erilaisten hengityskaasuseosten asetuksia sekä erilaisten sukellustietokoneiden laskenta-algoritmeja. Sukeltajaliitto saa teoriapohjan sukellustietokoneiden käsikirjoihin ja niiden jaotteluun tästä tutkimuksesta.

Sähköpostikyselyn vastauksissa oli myös hyviä ideoita, joita voi myöhemmin suunnitella ja toteuttaa, kuten sukelluspäiväkirjaohjelmistojen esittely. Myös laitevalmistajien yhteinen tiedosto, johon laitevalmistajat voisivat itse käydä päivittämänsä omien tuotteidensa uusimpia ominaisuuksia ja innovaatioita, koettiin hyvänä ideana sekä taulukko tämän hetkisistä sukellustietokoneista ja niiden ominaisuuksista.

Lähteet

1. Sukeltajaliitto. Kotisivut. <sukeltaja.fi>.
2. Suunnon historia. 2016. Verkkodokumentti. <<http://www.suunto.com/fi-FI/Tieto-Suunnosta/Historian-aikajana>>.
3. Vikman, Timo. 2007. Sukellus. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
4. Laitesukelluksen peruskurssi. 2013. Sukeltajaliitto ry.
5. Laitesukelluksen jatkokurssi. 2014. Sukeltajaliitto ry.
6. Sukeltajaliiton turvaohje 2009. 2008. Verkkodokumentti. <<http://www.sukeltaja.fi/files/pdf/1413/Turvaohje%202009.pdf>>.
7. Suunto Vyper Air Käyttöohje. 2011. Verkkodokumentti. <http://ns.suunto.com/Manuals/Vyper_Air/Userguides/Suunto_Vyper_Air_User-Guide_FI.pdf?_ga=1.59918318.2125202469.1459005658>.
8. Suunto Fused™ RGBM. 2012. Verkkodokumentti. <http://ns.suunto.com/pdf/Suunto_Dive_Fused_RGBM_brochure_EN.pdf?_ga=1.164276988.2125202469.1459005658>.
9. Mares Dive Computers. 2016. Verkkodokumentti. <http://www.dive-computer-wizard.com/mares_dive_computers.html>.
10. Seppo Sipinen. 2010. Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim: Sukeltajan-tauti. Verkkodokumentti.
11. Heikkilä, T. 2008. Tilastollinen tutkimus. 7. painos. Helsinki: Edita Publishing.
12. Kananen, J. 2014. Laadullinen tutkimus opinnäytetyönä. Jyväskylän Ammatti-korkeakoulun julkaisuja 176.
13. Postikyselyaineiston kokoaminen. 2011. Verkkodokumentti. <<http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/postikysely/postikysely.html#saatteet>>.

Kyselypohja

1. Esitiedot

Ikä: _____

Sukupuoli

- Mies
- Nainen

Asuinpaikka: _____

Kauanko olet ollut sukelluksen parissa: _____

Kauanko olet ollut sukelluskouluttaja: _____

Minkä tason kouluttaja olet:

- M1
- M2
- M3
- Lähikouluttaja
- Muu:_____

Käytätkö sukellustietokonetta, mitä?: _____

2. Käytätkö tällä hetkellä jotain käsikirjaa sukellustietokoneista?

Jos käytät käsikirjaa, kirjoita halutessasi kirjan nimi Muu-riville.

- a. En
- b. Muu:_____

3. Mitä kerrot sukellustietokoneista P1-kurssilla?

4. Mitä kerrot sukellustietokoneista P2-kurssilla?

5. Mitä kerrot sukellustietokoneista P3-kurssilla?

6. Minkälaisia ongelmia koet sukellustietokoneista opettamisessa? (Aiheita/teemoja käsikirjaan?)

7. Minkälaisia ongelmia koulutettavat kokevat sukellustietokoneiden kanssa? (Aiheita/teemoja käsikirjaan?)

8. Minkälainen käsikirjan tulisi mielestäsi olla?
 - a. Paperiversio (esim. seuran tiloissa oleva käsikirja)
 - b. Elektroninen (esim. dokumentti liiton tai seuran sivuilla)
 - c. Muu: _____

9. Minkälaisena koet ajatuksen sukellustietokoneiden käsikirjasta?

10. Onko muita toiveita käsikirjan suhteen?

