

ONNETTOMUUSTUTKINTARAPORTTI

DNRO 3472/00.05.12/2021

Tekijät: Johanna Soppela, Mervi Murtonen ja
Ossi Leinonen

RAPORTTI

Montolan kaivoksella 13.4.2021 sukeltajan kuolemaan johtanut onnettomuus

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto

Sukeltajat

Onnettomuustutkintaraportti
Tukes 3472/00.05.12/2021
Montolan kaivoksella 13.4.2021
sukeltajan kuolemaan johtanut onnettomuus



Johanna Soppela, Mervi Murtonen ja Ossi Leinonen

Sisällysluettelo

1.	Johdanto	3
2.	Tutkimamenetelmät.....	3
3.	Kaivossukellusonnettomuuksien ja -vaaratilanteiden käsittely Tukesissa.....	4
4.	Montolan kaivos	5
5.	Sukeltaminen Montolassa	8
5.1.	Montolan kaivos sukellusympäristönä	8
5.2.	Montolan Kaivossukeltajat ry	10
5.3.	Sukeltajien varusteet	11
6.	Onnettomuuden kuvaus.....	14
6.1.	Sukellukseen valmistautuminen.....	14
6.2.	Onnettomuussukellus.....	15
7.	Tutkinnan tulokset.....	17
7.1.	Tekniset tekijät	17
7.2.	Organisaation toimintaan liittyvät tekijät	18
7.3.	Säädösten noudattaminen	22
	Kaivosturvallisuus	22
	Painelaitteet	23
	Kuluttajapalvelut	23
8.	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	24
	Liite 1: Kooste Tukesille ilmoitetuista vaaratilanteista	
	Liite 2. Montolan kaivossukellusonnettomuuden Accimap-kuvaaja	

1. Johdanto

Pieksämäellä sijaitsevalla Montolan kaivoksella tapahtui 13.4.2021 sukeltajan kuolemaan johtanut onnettomuus. Kaksi sukellusharrastajaa suunnitteli ja toteutti sukelluksen käytöstä poistetun kaivoksen vedellä täyttyneisiin kaivostunneleihin. Sukelluksen aikana toiselle sukeltajista tuli ongelmia hengitysjärjestelmänsä kanssa, minkä seurauksena hän menehtyi. Toinen sukeltaja pääsi palaamaan pintaan.

Kaivossukellukset liittyvät Tukesissa monen eri substanssialueen valvontaan. Tukesin kaivosryhmä valvoo kaivosten käytönaikaista turvallisuutta ja kaivoksien lakkautuspäätöksissä ja lopputarkastuspöytäkirjoissa annettuja määräyksiä. Painelaitteet-ryhmä tekee painelaitteiden markkinavalvontaa, valvoo painelaitteiden käytönaikaista turvallisuutta, täyttöä, tyhjennystä ja käyttöä. Painelaitteita ovat myös kuljetettavan kaltaiset painelaitteet, kuten sukelluspullost. Kuluttajapalvelut-ryhmä puolestaan valvoo vapaa-ajan palveluiden asiakasturvallisuutta.

Tukes asetti onnettomuudelle tutkintaryhmän 21.4.2021. Tutkintaryhmän asettamisen perusteina olivat onnettomuuden vakavat seuraukset ja tarve ehkäistä vastaavia onnettomuuksia ennalta. Tutkintaryhmän puheenjohtajaksi nimettiin ylitarkastaja Johanna Soppela painelaitteet-ryhmästä ja tutkintaryhmän jäseniksi johtava asiantuntija Ossi Leinonen kaivosryhmästä ja johtava asiantuntija Mervi Murtonen kuluttajapalvelut-ryhmästä. Tutkinta aloitettiin Tukesin kevennettynä onnettomuustutkintana, mutta se muutettiin myöhemmin varsinaiseksi onnettomuustutkinnaksi. Sami Paakkari Rajavartiolaitokselta ja Kurt Kokko Tukesista toimivat tutkintaryhmän ulkopuolisina asiantuntijoina.

Tutkinnan tavoitteeksi määritettiin selvittää onnettomuuteen johtaneiden tapahtumien kulku sekä onnettomuuteen välittömästi ja välillisesti vaikuttaneet tekijät ottaen huomioon:

- sukelluksessa käytettyjen pullojen kunto ja merkinnät, täyttöpaikka ja tarkastuslaitoksen määräaikaisarvioinnit sekä täyttäjän pätevyysvaatimukset
- kuluttajapalveluiksi katsottavien sukellustapahtumien järjestäminen kaivoksella
- Montolan kaivoksen lopettamista koskevat asiakirjat, ehdot ja määräykset
- tarkastustoiminnan, viranomaisvalvonnan ja ohjeistuksen sekä säädösten kehittämistarpeet

Tukes suoritti Montolan kaivokselle aluekatselmuksen 20.4.2021. Aluekatselmuksen tarkoituksena oli luoda kokonaiskuva alueen nykytilanteesta ja olla pohjana tarvittavilla jatkoselvittelyille. Tukesin lisäksi paikalla oli Pieksämäen kaupungin edustajia. Ossi Leinonen on ottanut tämän raportin valokuvat aluekatselmuksen yhteydessä.

Tutkinnan tuloksena tutkintaryhmä antaa 12 toimenpidesuositusta, jotka kohdistuvat mm. palveluntarjoajiin, sukeltajiin ja koko sukellusyhteisöön.

2. Tutkintamenetelmät

Tutkinnassa käytettiin seuraavia lähteitä:

- Sukeltajien tekemä kirjaus Montolan kaivoksen sukelluspöytäkirjaan (päiväty 13.4.2021)
- Montolan Kaivossukeltajat ry:n laatima onnettomuusraportti (päiväty 16.4.2021) ja onnettomuusilmoitus
- Onnettomuussukelluksen videotallenne toisen sukeltajan kypärässä olleen kameran tallentamana (kuvattu 13.4.2021)
- Videotallenne onnettomuudessa menehtyneen sukeltajan varusteiden tarkastuksesta Pieksämäen poliisiasemalla
- Kaivoskartat ja kaivostarkastuspöytäkirjat sekä lehtiartikkelit

- Montolan Kaivossukeltajat ry:n turvallisuusasiakirja (versio 1.7, päivätty 22.11.2020)
- Montolan Kaivossukeltajat ry:n verkkosivu ja julkinen Facebook-ryhmä
- Tukesin kuluttajapalvelut-ryhmän tarkastuskertomus 30.8.2017 tehdystä turvallisuusjohtamistarkastuksesta
- Tukeisiin saapuneet kuluttajaturvallisuuslain mukaiset ilmoitukset Montolassa tapahtuneista muista vaaratilanteista tai onnettomuuksista (Liite 1)
- Onnettomuussukellukselle osallistuneen toisen sukeltajan kirjallinen raportti sukelluksen tapahtumista
- Onnettomuussukellukselle osallistuneen toisen sukeltajan poliisikuulustelupöytäkirja (päivätty 5.7.2021)
- Montolan kaivossukeltajat ry:n hallituksen puheenjohtajan haastattelu 9.9.2021

3. Kaivossukellusonnettomuuksien ja -vaaratilanteiden käsittely Tukesissa

Ennen vuotta 2016 Montolan kaivoksella oli tapahtunut kaksi sukeltajan kuolemaan johtanutta onnettomuutta. Vuonna 2008 sukeltaja katosi kaivokseen ja hänet löydettiin viiden päivän kuluttua menehtyneenä. Vuonna 2013 sukeltaja havaittiin elottomaksi vain muutaman minuutin sukelluksen jälkeen. Kuolemaan johtaneita kaivossukellusonnettomuuksia on tapahtunut muillakin käytöstä poistetuilla kaivosalueilla. Näitä onnettomuuksia ei ole Tukesissa tutkittu.

Vuonna 2016 kuluttajapalveluiden turvallisuuden valvonta siirtyi Tukeisiin. Vuosien 2016 -2021 aikana Tukes on vastaanottanut yhteensä 9 ilmoitusta Montolan sukelluksilla tapahtuneista vaaratilanteista tai onnettomuuksista. Suurin osa ilmoituksista liittyy sukeltajien saamiin sukeltajataudin oireisiin. Muutamat ilmoitukset liittyvät sukeltajien varusteissa ilmenneisiin vikoihin. Tarkempi erittely Tukesin tiedossa olevista vaaratilanteista on liitteessä 1.

Painelaitteet-ryhmällä ei ole tullut tietoa Montolassa tapahtuneista sukellusonnettomuuksista tai vaaratilanteista. Painelaitteet-ryhmä käsittelee tapauksia silloin, kun itse hengitysilmalaitteisto (kaasupullo, venttiili tai muu osa) on vikaantunut tai täyttöpaikka ei täytä vaatimuksia tai siellä on tapahtunut onnettomuus.

Tukes on tehnyt kuluttajaturvallisuuslain mukaisen turvallisuusjohtamistarkastuksen Montolan Kaivossukeltajat ry:n toimintaan 30.8.2017. Tarkastuksen perustella annettiin kehoitus kuluttajaturvallisuuslain mukaisen turvallisuusasiakirjan laatimiseksi. Tarkastuskertomuksessa painotetaan, että turvallisuusasiakirjassa on tärkeää kuvata palveluun liittyvät vaarat, asiakkaiden perehdytyskäytännöt, sukellussuunnitelman peruseriaatteen ja sisällölliset vaatimukset sekä sukeltajilta vaadittavat luokitukset ja niiden valvonta. Tarkastuksen jälkeen yhdistys laati turvallisuusasiakirjan, joka on nähtävillä yhdistyksen verkkosivuilla¹. Tarkastuskertomuksessa annetun kehotuksen perusteella tehtyjen toimenpiteiden jälkeen Tukes on katsonut palvelun täyttävän kuluttajaturvallisuuslain vaatimukset arvioiduilta osin. Tukes ei kuitenkaan anna kuluttajaturvallisuuslain nojalla kaivossukelluksille (kuten ei muillekaan kuluttajapalveluille) ennakkohyväksyntää, eikä palveluntarjoajan tarvitse hakea palvelulle lupaa Tukesista.

Joulukuussa 2017 Tukes järjesti Suomen kaivossukellustoimijoille tapaamisen, jonka tarkoituksena oli keskustella ja jakaa tietoa kaivossukeltamisen turvallisuudesta. Tapaamisen taustalla olivat mm. Ojamon kaivoksella tapahtunut kuolemaan johtanut sukellusonnettomuus tammikuussa 2017 sekä Tukeisiin tullut yhteydenotto liittyen Outokummun Kaasilan vinokuilun sukellustoimintaan. Tapaamiseen osallistui 5 eri sukellusluokituksia edustavaa kouluttajaa, 2 Sukeltajaliiton edustajaa ja Tukesista kuluttajapalvelut-ryhmän edustajia. Tapaamisen jälkeen Tukes koosti Sukeltajaliiton kanssa ohjauskirjeen tekniikkasukelluksen

¹ <https://montolankaivossukeltajat.com/Home/Guide>

turvallisuudesta, ja se julkaistiin 26.4.2018. Kirjeessä korostettiin esim. sukellusryhmien ja sukeltajien oman toiminnan merkitystä sukeltamisen turvallisuuden varmistamisessa.

Tämän tutkinnan kohteena oleva onnettomuussukellus tuli Tukesin tietoon mediasta 13.4.2021. Tapausta alettiin selvittää seuraavana päivänä kuluttajapalvelut-ryhmän ja Tukesin viestintä-yksikön toimesta. Tässä yhteydessä tapauksen käsittelyyn kytkettiin myös painelaitteet-ryhmä ja kaivosryhmä. Ilmoituksen perusteella avattiin valvontatapaus kuluttajapalvelut-ryhmän käyttämään Marek-valvontarekisteriin (tapausnumero KOK-20210414-01). Tutkintaryhmän perustamisen jälkeen valvonta-asian käsittely keskeytettiin odottamaan onnettomuusraportin valmistumista.

4. Montolan kaivos

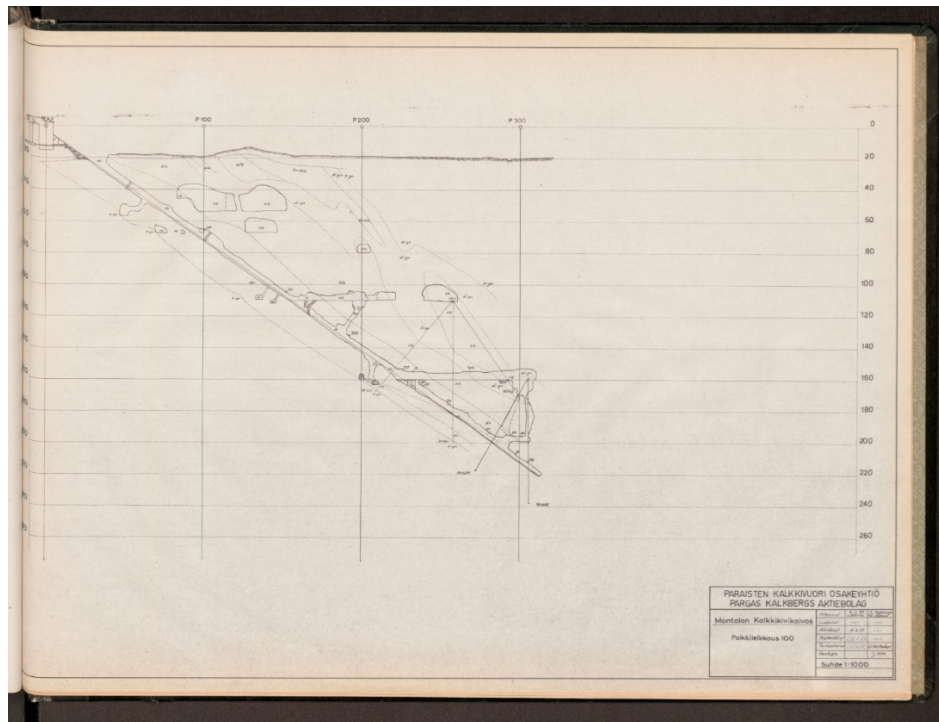
Montolan kalkkikaivos sijaitsee Pieksämäen kunnan alueella Montolassa, osoitteessa Montolantie 386. Kaivos on ollut virallisesti toiminnassa vuosina 1909-1976. Kalkkikiven jatkojalostus tapahtui Loukolammella. Seuraavassa kuvattu Montolan kaivoksen rakenne tunneliverkostoineen ja louhoksineen perustuu saatavilla olevien kaivoskarttojen ja muun dokumentoinnin tulkintaan.

Montolan kalkkikiviesiintymän löytövuotena pidetään vuotta 1906. Louhinta kiintokalliosta alkoi vuonna 1909. Vuonna 1925 kalkkikiveä louhittiin 5238 t ja vuonna 1965 louhintamäärä oli 200 000 t.

Kalkkikiviesiintymän paksuus on välillä 40-100 m, keskipaksuudeltaan 65 m. Pituussuunnassa esiintymää on louhittu noin 400 metrin matkalta. Maanpinnalla esiintymää peitti hiekka- ja sorakerrokset paksuudeltaan 10-20 m.

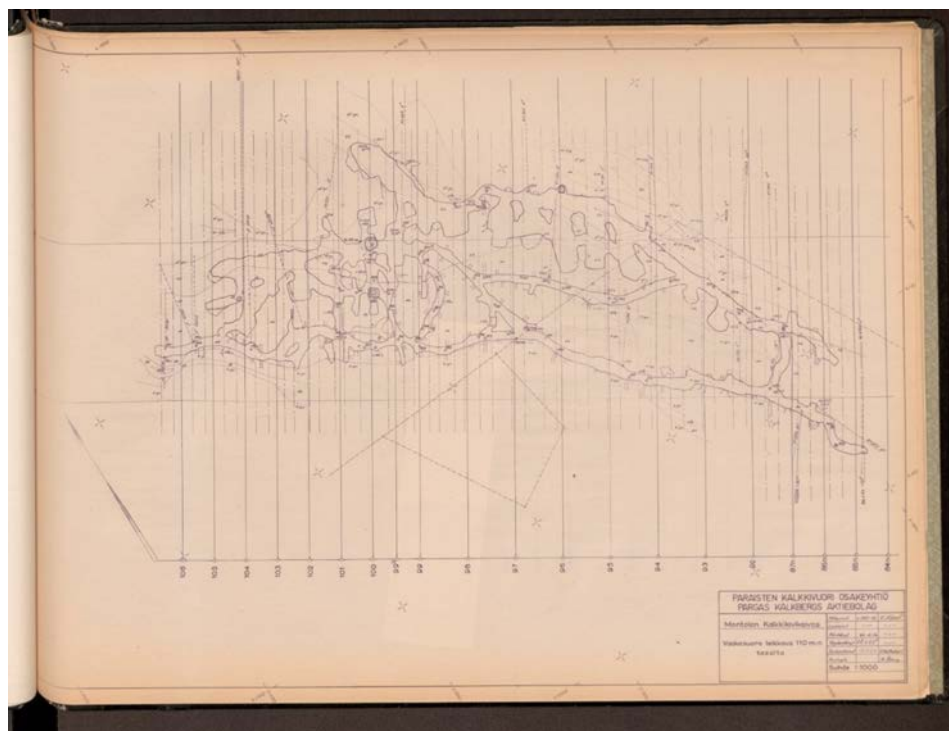
Maanpinnan taso on +12. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi tason +46 todellinen syvyys maanpinnasta on 34 metriä. Esiintymää louhittiin avolouhoksena tasolle +46 ja tällä tasolla louhittiin jonkin verran tunneliakin. Osa avolouhoksesta ulottuu tasolle +54 ja tasolla on louhittu myös makasiinilouhintaa. Makasiinilouhinnassa pyritään louhos pitämään mahdollisimman täynnä malmilouhetta sen louhinnan aikana. Avolouhoksen todellinen syvyys on siis teoreettisesti 42 m. Kaivosviranomaisen käytössä on kaivoskartat tasoilta +46, +54, +68, +90, +102, + 110 ja +160.

Maanalaisen louhinnan valmistavat työt aloitettiin vuonna 1937. Kaivoksen vinokuilu kaateella 35 astetta on ajettu keskelle louhintakelpoista dolomiittikerrosta lähelle malmin jalkakontaktia. Kaivoksen pituusleikkaus on esitetty kuvassa 1.



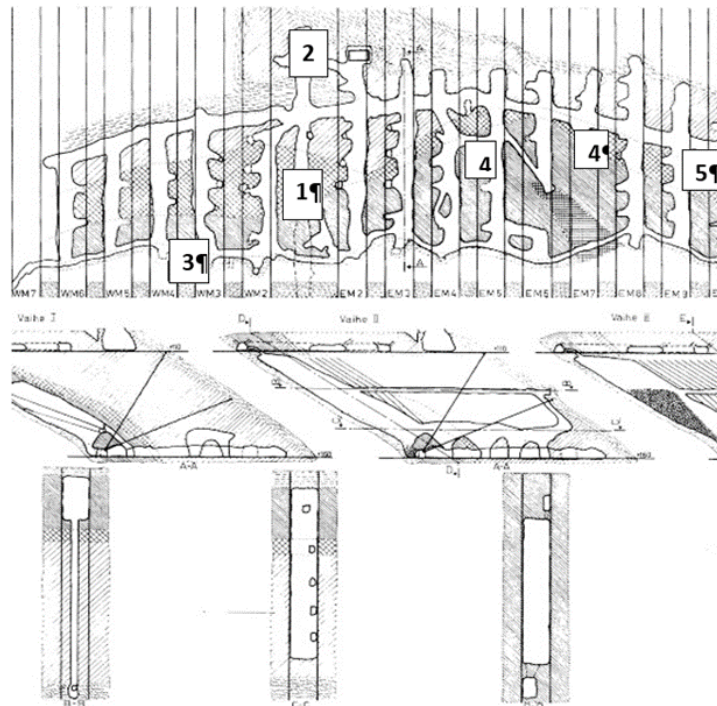
Kuva 1. Kaivoksen poikkileikkaus. Kaivoksen vinokuilu ulottuu +220 tasolle.

Ensimmäinen maanalainen louhintataso on taso +68, jota louhittiin vuosina 1939-1950 makasiini- ja pilarilouhintana. Tasolla +68 louhinta-alueen pituus on 300 m. Tasolle +110 saakka louhinta jatkui makasiini- ja pilarilouhintana. Tasolla +110 louhinta-alueen pituus on noin 400 m (kuva 2). Louhinta tasolla +110 päättyi vuonna 1967.



Kuva 2. Louhitut tilat tasolla +110

Tasoväli +110 - +160 on louhittu välitasolouhintana kuvan 3 osoittamalla tavalla.



Kuva 3. Välitasolouhinta ilman täyttöä tasovälillä +110 - +160.
Louhintakartta tasolta +160. 1 = kuilu, 2 = murskaamo, 3 = nousu, 4 = kaatonousut ja 5 = tuuletusnousu.

Tasolla +160 on louhittu 2.5 m * 2.5 m kokoinen tutkimusperä esiintymän jalkapuolelle. Kattopuolelle on louhittu pääkuljetusperä kooltaan 6 m * 6 m. Esiintymän poikittaissuunnassa on joka makasiinin (louhoksen) alla alustaperä, joka yhdistää tutkimus- ja pääkuljetusperät. Jokaisen makasiinin leveys on 12 m. Makasiinien väliin jätettyjen pilarien leveys on 8 m. Tasojen +110 ja +160 välille on louhittu kuilun molemmin puolin nousut, joita pitkin on toteutettu kaivoksen tuuletusta sekä henkilö- ja tavaraliikennettä. Lisäksi on louhittu kaksi kaatonousua.

Tässä yhteydessä ei kuvata yksityiskohtaisesti louhinnan etenemisen periaatetta tasovälillä +110 - +160. Louhintojen lopputuloksena tasovälille on syntynyt lähes 20 suurta pilareilla erotettua louhosta, jotka ovat avoimia.

Edellä esitetyn perusteella voidaan todeta, että kaivoksessa on kilometreittäin dimensioiltaan erikokoisia tunneleita, runsaasti dimensioiltaan erikokoisia ja muotoisia makasiineja ja louhoksia sekä muutamia pystykuiluja. Tilat ovat avoimia ja vedellä täyttyneitä. Kivien tippumiset ja erityyppiset sortumat avoimissa tiloissa ovat olleet ajan saatossa mahdollisia ja myös tulevaisuudessa, joten mitatut kaivostilat eli olemassa olevat kaivostilat voivat olla nykytilanteessa erilaisia kuin mitä ne olivat niitä mitattaessa. Kaivostilat eivät siis välttämättä edusta täysin kaivoksen tilojen nykytilannetta.

Viimeiset kivet nostettiin kaivoksesta 28.10.1976. Kaivoksen lopettaessa toimintansa vuonna 1976 kaivosoikeuden haltijana oli Paraisten Kalkki Oy. Teknillisen tarkastuslaitoksen lopputarkastus kaivoksella pidettiin 3.2.1977. Kaivostilat (arkistofilmit) määrättiin toimitettavaksi 1.5.1977 mennessä Teknilliselle tarkastuslaitokselle. Lopputarkastuspöytäkirjan mukaan toiminnanharjoittajalle annettiin lupa laskea kaivos veden alle. Avoulouhoksen ympärillä oleva aita varoitustauluineen määrättiin tarkastettavaksi.

5. Sukeltaminen Montolassa

5.1. Montolan kaivos sukellusympäristönä

Nykyään Pieksämäen kaupunki omistaa avolouhoksen pohjoispuolen ja maa-alueita louhoksen pohjoispuolelta. Alueella on lisäksi yksityisiä maanomistajia.

Kaivoksen lopettamisen jälkeen Montolan kaivos oli kunnan vesijohtoveden ottopaikka vuoteen 2016 asti, ja sukeltaminen oli kiellettyä. Kaivoksessa kuitenkin sukeltettiin kielloista huolimatta ja alueelle kuljettiin aitoihin tehtyjen reikien kautta.

Montolan avolouhos on kaivostoiminnan päättymisen jälkeen aidattu (kuva 4) mutta pääsyä maanalaiseen kaivokseen ei ole aikoinaan kokonaan tukittu. Avolouhoksen ympärillä oleva korkea teräsverkkoaitea on erittäin hyväkuntoinen ja siinä on kaksi sisäänmenoaukkoa, joista toinen on suljettu lukitulla vaijerilla. Toinen sisäänmenoaukko sukelluspaikalla on varustettu lukitulla hyväkuntoisella portilla. Aitaan ei ole kiinnitetty varoituskylttejä. Montolan kaivossukeltajat ry:n toimintaperiaatteiden mukaan yhdistys ylläpitää louhoksen ympärillä olevan aidan kunnossa. Tukesin suorittamassa katselmuksessa 20.4.2021 todettiin aidassa olevan reikä, josta on kuljettu aidan läpi. Katselmuksessa Pieksämäen kaupungin edustajat lupasivat korjata aidassa olevan aukon.



Kuva 4. Montolan kaivosalueen vanhaa aitaa vasemmalla ja uutta verkkoaitaa sekä sukeltajien käyttämä portti oikealla.

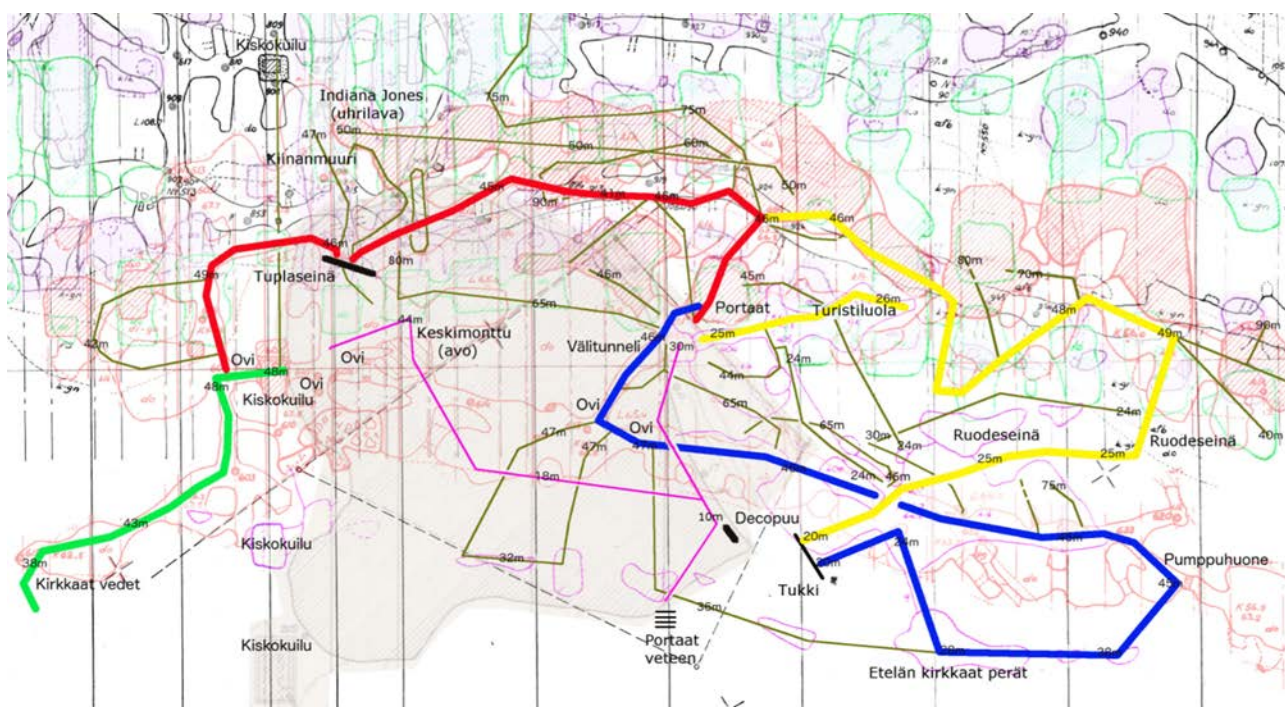
Alueella sijaitsee kaivostoiminnan aikaisia rakennuksia, joita ovat asuin- ja konttoritilarakennus, kaivoksen vinokuilun päällä oleva nostolaitosrakennus sekä puinen kuljetinhihnarakennus ja siilorakennus. Rakennukset eivät ole yleisen turvallisuuden edellyttämässä kunnossa, lukuun ottamatta ehkä asuin- ja konttoritilarakennusta. Sukeltajien käytössä on uudehko huoltoparakki (kuva 5). Se on sähköistetty ja sitä käytetään lähinnä sukellusvarusteiden vaihtoa varten. Parakissa on hapenantolaite, ensiapuvälineitä ja alkusammutuskalustoa. Lisäksi siellä on ohjeita ja lomakkeita sukellusten kirjaamiseen, vettä ja mahdollisuus lämmittää ruokaa.



Kuva 5. Sukeltajien käyttämä huoltorakennus Montolan kaivoksella

Montolassa järjestetään sekä luolasukelluksia vedellä täyttyneisiin kaivostunneleihin että avoveden sukelluksia vedellä täyttyneessä avolouhoksessa. Avolouhoksessa on sekä avointa vettä että vedenalaista puustoa. Avolouhoksessa on useita sisäänkäyntejä maanalaiseen kaivokseen. Sukelluskohteet siellä ovat kiskokuilu, erilaiset ja erikokoiset tunnelit ja perät, avoimet suuretkin louhokset sekä kaivostoiminnan aikaiset huoneet. Kiskokuilu ulottuu noin 35° kulmassa yli 200 metrin syvyyteen, mutta siinä sukellaan tavallisesti 27- 90 metrin syvyysalueilla. Kiskokuilun pohjalla on pehmeää ainesta, joka heikentää näkyvyyden kosketettaessa. Kiskokuilusta haarautuu vaakasuoria tunneleita useilla eri syvyytasoilla. Tunneleiden leveys ja korkeus vaihtelevat. Suurimmissa tunneleissa on tilaa useita metrejä, mutta sukellusreiteillä on myös kapeikkoja ja hyvin ahtaita oviaukkoja. Kaivoksessa on sellaisiakin kohteita, joissa ei ole sukellettu, etenkin sen syvimmissä osissa. Sukeltajien antamien tietojen mukaan kaivoksessa on jonkin verran puupölkyin tuettuja tunneleita ja periä, nousuissa olevia puutikkaita, ratakiskoja, koneita ja laitteita sekä muuntajia.

Montolan Kaivossukeltajat ry:llä on käytössään kaivoskartat, ja sukellusreittejä on selvitetty ja suunniteltu niiden perusteella. Kaivokseen on merkitty useita sukellusreittejä erivärisillä opastenuilla (kuva 6). Kartta sukellusreiteistä on esillä huoltoparakin seinällä ja yhdistyksen verkkosivuilla. Reiteistä on julkaistu myös opastevideoita. Kaivoskartat ovat myös sukeltajien käytettävissä, ja kaivoksessa voi sukeltaa muuallakin kuin merkittyjä reittejä pitkin.



Kuva 6. Montolan kaivoksen keskeiset sukellusreitit²

Avolouhoksessa on 6 metrin syvyydessä habitaatti, joka auttaa sukeltajia nousun dekompressiopysähdyksissä ja sukeltajantaudin torjumisessa. Louhokseen on myös upotettu kaksi kaasutäytteistä hätäpoijua, jonka sukeltajaryhmä voi vapauttaa hätätilanteessa viestiksi pinnalle.

Kaivoksessa oleva vesi on pohjavettä, ja sen pH on neutraali. Vesi on pääsääntöisesti kirkasta, mutta se voi hetkellisesti sumentua, jos kaivostunnelin pohjasta tai reunoilta irtaana maa-ainesta veteen. Vedessä ei ole virtauksia ja olosuhteet ovat stabiilit. Avolouhoksessa valaistus on hyvä, mutta kaivostunneleissa on täysin pimeää. Montolassa voi sukeltaa ympäri vuoden.

5.2. Montolan Kaivossukeltajat ry

Sukellustoiminnan järjestämiseksi Montolan kaivoksen alueelle perustettiin vuonna 2016 Montolan Kaivossukeltajat ry. Se on kuuden eri paikkakunnalla toimivan sukellusyhdistyksen yhteenliittymä³. Montolan Kaivossukeltajat ry hallinnoi pääsyä kaivosalueelle. Sukellustapahtumien ulkopuolella huoltoparaki ja sukelluspaikalle johtava portti on lukittu. Yhdistyksen organisaatorakenteen takia Montolassa ei ole yhdistyksen jatkuvaa päivystystä. Lähin Montolan Kaivossukeltajat ry:n taustayhdistyksistä on Pieksämäen Urheilusukeltajat ry, joka myös käytännössä valvoo toimintaa alueella.

Sukellukset toteutetaan yhdistyksen sukellustapahtumina Montolan Kaivossukeltajat ry:n määrittelemien sääntöjen mukaisesti. Aikataulutettuja sukellustapahtumia markkinoidaan esim. yhdistyksen verkkosivuilla⁴ ja Facebookin julkisessa ryhmässä⁵. Sukellustapahtuma voi olla aamu- tai iltapäivän mittainen tai kestää koko päivän.

Montolan sääntöjen mukaan sukellustapahtumia saavat järjestää vain Montolan Kaivossukeltajat ry:n hyväksymät tapahtumajärjestäjiksi nimetyt sukeltajat, joita on noin 30 henkilöä. Yhdistyksen hallitus on arvioinut kaikkien tapahtumajärjestäjien sukelluskoulutuksen ja -kokemuksen riittäväksi Montolan

² <https://montolankaivossukeltajat.com/Home/Documents>

³ Kuopion, Mikkelin, Pieksämäen, Savonlinnan ja Varkauden Urheilusukeltajat sekä Jyväskylän Delfiinit.

⁴ <https://montolankaivossukeltajat.com/>

⁵ <https://fi-fi.facebook.com/groups/502477859949805/>

olosuhteisiin, ja hallitus on haastatellut jokaisen tapahtumajärjestäjän. Tapahtumajärjestäjät ovat Montolassa tunnettuja ja turvallisuushakuisiksi arvioituja henkilöitä. Sukellustapahtuma voi syntyä myös muiden kuin tapahtumajärjestäjien aloitteesta, ja esim. Facebookissa on useita viestejä, joissa henkilöt (myös ensikertalaiset) kyselevät sukellustapahtumilleen järjestäjää.

Sukellustapahtuman järjestäjä ilmoittaa suunnitellusta sukellustapahtumasta yhdistyksen verkkosivuilla, ja tapahtumaan voi ilmoittautua ennalta määrätty joukko sukeltajia. Onnettomuushetkellä tapahtuman minimikoko oli yhteensä 2 sukeltajaa ja maksimi kaksi 7 sukeltajan ryhmää. Riippuen hänelle myönnettyistä oikeuksista tapahtumajärjestäjä voi tuoda kaivokselle sukeltamaan oman seuransa jäseniä ("seuralupa") tai vieraita ("vierasluupa"). Yksittäiseltä sukeltajalta ei siis kaikissa tapauksissa edellytetä sukellusluvan saaneen yhdistyksen jäsenyyttä. Sukelluksilta ei edellytetä pintaorganisaatiota.

Sukellukseen osallistuvat laativat kustakin sukelluksesta erillisen sukellussuunnitelman, jonka tapahtumajärjestäjä tarkastaa ja arvionsa perusteella hyväksyy tai hylkää. Sukellussuunnitelma on käytännössä sukeltajakohmainen, ja sukeltaja voi laatia sen esim. puhelimen sukellussuunnitelmasovellusten, tietokoneen tai oman sukellustietokoneensa avulla. Sukeltajaryhmän tulee yhdessä varmistaa ennen sukellusta, että suunnitelmat ovat ryhmän sisällä yhdenmukaiset. Tutkintaryhmällä ei ollut käytettävissään onnettomuussukelluksen sukellussuunnitelmia.

Yhdistyksen turvallisuusasiakirjan mukaan sukellussuunnitelman on oltava turvallisuushakuinen ja sen pitää varmistaa turvallinen pintaan pääsy kaikissa ongelmatilanteissa. Onnettomuushetkellä oli käytäntönä, että sukellusryhmän oli esitettävä sukellussuunnitelma riskikartoituksineen yli 90 metrin syvyydestä tai yli 4 tunnin mittaisista sukelluksista yhdistyksen hallitukselle, joka arvioi sukelluksen toteuttamiskelpoisuuden. Kyseinen sukellus ei kuitenkaan edellyttänyt tällaista ennakkohyväksyntää. Jokaisesta sukelluksesta pidetään ryhmäkohtaista pöytäkirjaa, joka sijaitsee sukeltajien käyttämässä huoltorakennuksessa.

Montolan sääntöjen mukaan sukeltajilta edellytetään riittävää koulutusta kunkin sukelluksen vaativuuteen nähden. Turvallisuusasiakirjoissa on viitattu useisiin kansainvälisiin sukellusluokituksiin. Sukellustapahtuman järjestäjä vastaa ja varmistaa, että kaikki sukellukselle osallistuvat ovat riittävän kokeneita sukeltamaan suunnitelman mukaisesti. Luolasukelluksissa osallistujien on oltava yli 18-vuotiaita. Jokainen sukeltaja on velvollinen täyttämään sitoutumislomakkeen ja terveys selvityksen kalenterivuositain yhdistyksen sihteerille. Tapahtuman järjestäjällä on mahdollisuus kieltää henkilön sukeltaminen, elleivät koulutus- ja kokemusvaatimukset täyty tai mikäli näistä ei saada riittävää varmuutta.

Montolan Kaivossukeltajat ry:n kertoman mukaan uudet sukeltajat perehdytetään Montolan sääntöihin, kun he tulevat ensimmäistä kertaa paikalle. Perehdytyksessä käydään säännöt ja turvamääräykset läpi sen lisäksi keskustellaan sukelluksen turvallisuudesta ja toimintatavoista. Usein ensikertalaiset ovat kokeneempien opastettavina, ennen kuin he sukeltavat omin päin.

Vuonna 2018 Montolassa sukelsi 280 eri sukeltajaa. Sukellustapahtumia järjestettiin 389 kpl, joissa oli yhteensä 1496 osallistujaa. Tapahtumissa tehtyjen yksittäisten sukellusten määrä on tätä suurempi, ollen viime vuosina noin 2000 sukellusta vuodessa.

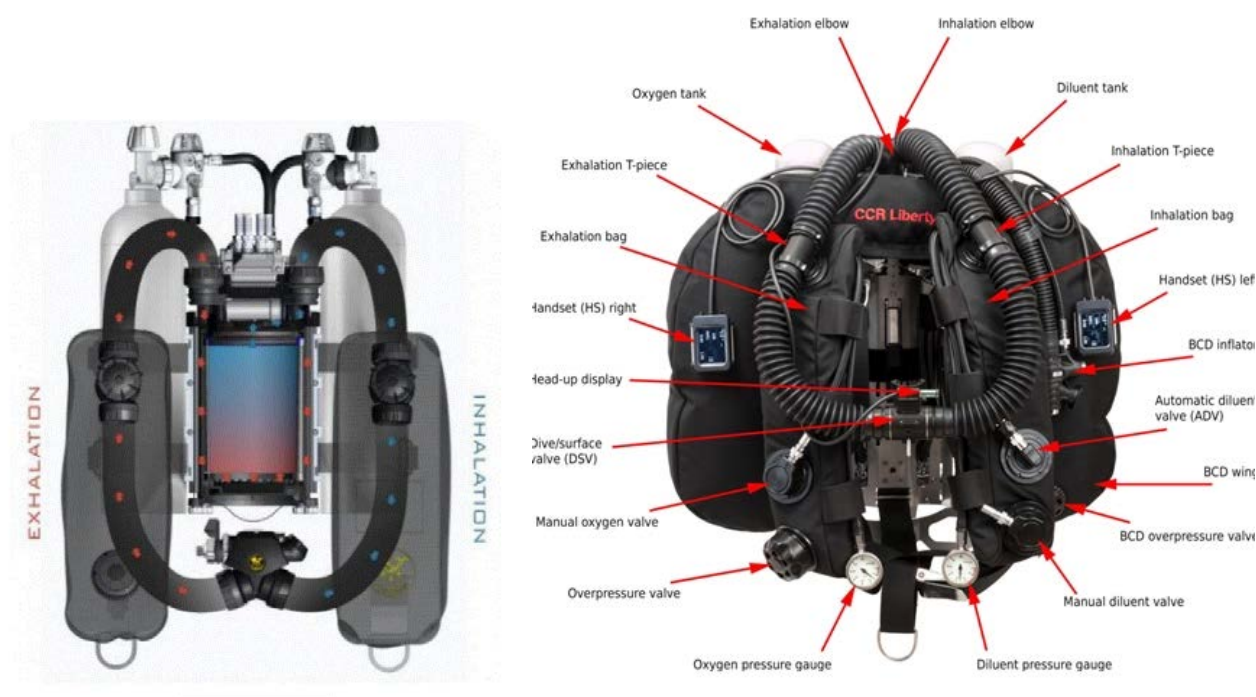
5.3. Sukeltajien varusteet

Hengityskaasut⁶: Sukeltajat käyttävät hengityskaasuna joko paineilmaa tai erilaisia seoskaasuja. Nitrox on hengityskaasu, jossa hapen osuus on normaalia ilmaa suurempi. Sitä käytetään erityisesti noustessa etappipysähdyksillä. Trimix puolestaan on hapen, typen ja heliumin seos. Syvillä sukelluksilla hengityskaasun tyyppi voidaan korvata joko osittain (trimix) tai kokonaan (heliox) heliumilla. Helium on vähemmän narkoottinen aine kuin typi. Typellä on narkoottisia vaikutuksia korkeassa paineessa, ja tilaa

⁶ Lähde: Sukeltajaliiton verkkosivut: <https://www.sukeltaja.fi/content/fi/11501/55762/Hengityskaasut.html>

kutsutaan typpinarkoosiksi tai syvyyshumalaksi. Syvyyshumalan oireita ovat esim. heikentynyt reaktiokyky, heikentyneet motoriset kyvyt, stressin lisääntyminen ja keskittymiskyvyn puute. Narkoottiset oireet alkavat yksilöllisesti noin 30 metrin syvyydessä.

CCR, closed circuit rebreather, suljetun kierron järjestelmä: Suljetun kierron järjestelmässä hengitysilma kiertää suukappaleen, yksisuuntaisten venttiilien, letkujen ja sukeltajan selän puolella olevan kaasuvälikon eli vastakeuhkojen muodostamassa suljetussa kiertokierrossa. Automaattinen tarkkailee hengitysilman happipitoisuutta ja seuraa sukellussyvyyttä. Tarvittaessa järjestelmä lisää seokseen happea tai ilmaa. Järjestelmän kalkkipatruuna poistaa hengitysilmaasta hiilidioksidia. Järjestelmän etu avoimen kierron järjestelmään verrattuna on se, että pulloitetta kaasua kuluu sukelluksen aikana vähemmän, mikä mahdollistaa mukana kannettavien pullojen pienemmän koon sekä pidemmät ja syvemmät sukellukset. Avoimen kierron järjestelmissä uloshengitetty kaasu johdetaan veteen, mikä tarkoittaa sitä, että mukana kuljetettava kaasu vähenee hengitettäessä ja että hengitys aiheuttaa kuplia. CCR ei muodosta kuplia, mikä tekee sukelluksesta hiljaisempaa. Järjestelmä toimii oikein, jos sukeltaja hengittää oikein, eli rauhallisesti ja syvään. Koska hengityskaasu kulkee sukeltajan keuhkojen ja laitteen kaasuvälikon välillä, sukeltajan on hallittava nostetta ajoittamalla sisään- ja uloshengitykset oikein (kuvat alapuolella).



Kuva 7. Suljetun kierron laitteisto⁷

Paineilmalla täytetyillä sylintereillä varustetun avoimen kierron järjestelmässä sukeltaja hengittää noin 21 % happea. Kun kaasu palautuu takaisin hengitettävään ympäristöön, sen happipitoisuus on noin 15-16 %, silloin kun sukeltaja on ilmakehän paineessa. Tämä tarkoittaa, että sukeltaja käyttää hapesta noin 25 %, loput 75 % menetetään. Avoimen kierron järjestelmässä tarvittavan inertin kaasun määrä on suuri (jopa 79 % pullon tilavuudesta). Tämän vuoksi tarvitaan jokaiselle sukelluksen syvyydelle oma kaasuseoksensa ja tarvittavien pullojen määrä on suuri, eivätkä sukeltajat pysty kuljettamaan kaikkia tarvitsemiaan pulloja mukanaan.

⁷ Valmistajan tuotekuvaus: <https://www.golemgear.com/p-729-ccr-liberty.aspx> ja sukellustoimijan esittelysivusto: <https://gilldivers.com/diving-courses/extended-range-courses/rebreather-courses/>

Syvissä sukelluksissa CCR:n etu avoimen kierron järjestelmään verrattuna on merkittävä. CCR-järjestelmää käytettäessä sukeltajan aineenvaihdunta ei ole riippuvainen ympäristön paineesta (eli syvyydestä), joten hapen kulutusnopeus ei muutu syvyyden mukaan. Hiilidioksidin tuotanto ei myöskään muutu, koska se riippuu myös aineenvaihdunnan nopeudesta. Tämä on merkittävä etu avoimeen järjestelmään verrattuna, jossa kulutetun kaasun määrä kasvaa syvyyden kasvaessa, koska hengitettävän kaasun tiheys kasvaa paineen mukana ja hengityksen määrä pysyy lähes muuttumattomana.

CCR:n haitat ja vaaratekijät

CCR järjestelmä on altis mekaaniselle tai sähköiselle vikaantumiselle. Vikasietoinen suunnittelu, mallinnus ihmisen ja koneen välisistä vaatimuksista sekä asianmukainen koulutus laitteistoista ja sen vaatimuksista voivat auttaa vähentämään kuolemantapauksia. Alapuolella on listattu vaaroja, joita suljetun kierron käyttäjän tulee huomioida ja minimoida. Sukeltajan on tunnettava oman laitteensa ominaisuudet (esim. happiantureiden toiminta) ja mahdolliset vikatilanteet ja osattava oikein huomioida nämä sukeltamisen aikana.

- Kouristukset, jotka johtuvat happimyrkyllisyydestä. Happimyrkyllisyys syntyy liian korkeasta hapen osapaineesta. Tilanne voi syntyä sukelluksen laskeutumisvaiheen aiheuttamasta veden paineen noususta, joka nostaa hapen osapaineen hyperoksiselle tasolle. CCR-laitteissa on happianturit, jotka oikein toimiessaan seuraavat happipitoisuutta ja antavat varoituksen ennen kuin hapen osapaine on vaarallisen korkea.
- Häiriö, paniikki, päänsärky ja hyperventilaatio, jotka johtuvat hiilidioksidin ylimäärästä kaasupatruunan väärän kokoonpanon, vian tai tehottomuuden vuoksi. Kalkkipatruuna on konfiguroitava siten, ettei uloshengitetty kaasu voi ohittaa sitä ja se on pakattava ja sinetöitävä oikein. Kalkkipatruunan kyky absorboida hiilidioksidia on rajallinen. Toinen ongelma on sukeltaja, joka tuottaa hiilidioksidia nopeammin kuin imukykyinen järjestelmä on suunniteltu kestäämään. Kalkkipatruunan tehokkuus voi heiketä syvyydessä, jossa muiden kaasumolekyylien lisääntynyt paineen aiheuttama pitoisuus estää joidenkin hiilidioksidimolekyylien pääsyn kalkkipatruunan aktiiviseen ainesosaan ennen kuin kaasu pääsee ulos imukykyisen pinon toiselta puolelta.
- Suljetun kierron järjestelmää käyttävän sukeltajan on jatkuvasti hengitettävä sisään ja ulos, jotta uloshengitetty kaasu virtaa hiilidioksidia absorboivan aineen yli, jotta imukykyinen aine voi toimia koko ajan.
- Kalkkipatruunan toiminta häiriintyy, jos vesi joutuu kosketuksiin patruunassa käytetyn soodakalkin kanssa. Sukeltaja tunnistaa tämän liituisesta mausta suussa.
- Hiilidioksidia sitovan kemikaalin käynnistyminen hitaasti alhaisessa lämpötilassa. Tämä on erityinen ongelma kemiallisessa Chemox-hengityslaitteessa, joka vaatii hengityksen kosteutta kalium-superoksidin ja hiilidioksidin imeytymisen aktivoimiseksi
- Sukeltajien taholta on kommentoitu, että automatiikasta huolimatta CCR-järjestelmissä kiertävän hengitysilman hiilidioksidipitoisuuden mittaamiseen ei ole saatavilla luotettavaa teknologiaa. Markkinoilla olevat hiilidioksidianturit ovat heidän mukaansa epäluotettavia ja niistä saatava hyöty on kyseenalaistettu. Parhaillaankin ne pystyvät ainoastaan mittaamaan sitä että toimiiko hiilidioksidin sitominen laitteessa, mutta eivät sitä, kerääkö sukeltaja itseensä hiilidioksidia, joka on tyypillisin ongelma hiilidioksidin suhteen.

Molemmat käyttivät sukelluksella omia varusteitaan, joihin heillä oli aiempaa käyttökokemusta. Molemmilla on argonlämmitteinen kuivapuku, sukelluskootteri, taskulamppu, CCR ja avoimen kierron

varajärjestelmä. Molempien sukeltajien CCR-järjestelmiä käytetään kyynärvarressa pidettävän sukellustietokoneen avulla, joka ohjaa sukeltajaa ja tallentaa keskeiset tapahtumat sukelluksen aikana (syvyys, sukellusaika, happitason vaihtelut, nousunopeus, varoitukset, nousun aikana vaadittavat etappipysähdykset, jne).

A:n käyttämässä CCR:ssä on Head Up Display (HUD) -näyttö sukeltajan näkökentässä. Siitä näkee hengityskierron happitason ja siihen liittyvät varoitukset. Näytöstä myös muut voivat lukea tietokoneen ilmoituksia, minkä ansiosta onnettomuussukelluksella kuvatulta videolta pystyttiin havainnoimaan tietokoneen antamia tietoja ja varmistamaan, että järjestelmä toimi oikein. A:n CCR säättää hapen pitoisuutta hengityskierrossa automaattisesti, sukellustietokoneen ohjaamana. B:n käyttämässä järjestelmässä happitasoa säädetään mekaanisesti.

Jos sukellus olisi edennyt normaalisti, tarkoituksena oli käyttää vain CCR-järjestelmän kolmen litran trimix- ja happisäiliötä. Kuivapukukaasuna käytetään argonia. Eri syvyyksitasoille tarkoitetut varajärjestelmän säiliöt olivat seuraavat:

Sukeltaja A:n varajärjestelmän pullot:

- Trimix 90 metriin, 11 litraa, harmaa säiliö
- Trimix 90 metriin, 11 litraa, harmaa säiliö
- Välitrimix, 11 litraa, harmaa säiliö
- Nitrox 21 metriin, keltainen säiliö
- Happi 6 ja 3 metriin, 7 litraa, valkoinen säiliö

Sukeltaja B:n varajärjestelmät pullot:

- Trimix 90 metriin, 11 litraa, harmaa säiliö
- Trimix 90 metriin, 10 litraa, keltainen säiliö
- Trimix 72 metriin (välitrimix), 11 litraa, harmaa säiliö
- Nitrox 28 metriin, 11 litraa, harmaa säiliö
- Happi 6 ja 3 metriin, 5.6 litraa, valkea säiliö

A sai varusteet puettua ensin, ja sen jälkeen hän teki lyhyen sukelluksen 6 metrin syvyyteen ja vei sinne varajärjestelmän kaasupulloja odottamaan paluumatkan etappipysähdyksiä. A ja B tekivät toistensa varusteisiin paritarkastuksen, jossa silmämääräisesti varmistetaan, että toisen varusteet ovat kunnossa. Tarkastuksessa huomattiin A:n happisäiliön annostimen letkun sekä painemittarin letkun vuotavan, ja A korjasi ne. Tutkinnassa ei käynyt ilmi, miten letkujen toiminta tarkastettiin korjauksen jälkeen.

6.2. Onnettomuussukellus

Sukellus alkoi klo 11.20. B ajoi sukelluskootterilla edellä, ja A seurasi häntä omalla sukelluskootterillaan. 6 metrin syvyydessä avolouhoksessa he jättivät B:n varajärjestelmän happipullon ja 25 metrin syvyydessä molempien nitrox-pullot kiinni naruun odottamaan paluunousua. 48 metrin syvyydessä he sukelsivat sisään maanalaiseen kaivostunneliin. Sukellusta oli tässä vaiheessa kestänyt noin 11 minuuttia.

Kiskokuilussa sukeltamisen aikana A jäi B:stä jälkeen ja sukeltajien välinen etäisyys kasvoi. 88 metrin syvyydessä edellä ajava B kysyi A:lta valomerkillä, oliko kaikki hyvin ja A vastasi myöntävästi. Tässä vaiheessa sukellus oli kestänyt noin 20 minuuttia. Sukellus jatkui, ja B saapui ensimmäisenä sovittuun risteykseen. A tuli muutamaa minuuttia myöhemmin ja pysähtyi risteykseen B:n viereen. Tässä vaiheessa A ja B kommunikoivat valomerkeillä, mutta on epäselvää, mitä kumpikin valomerkeillään tarkoitti.

Jossain vaiheessa laskeutumisen aikana A oli siirtynyt käyttämään CCR:n sijaan varajärjestelmäänsä ja hengitti siitä 90 metrin syvyyteen tarkoitettua trimix-kaasua. Risteykseen saavuttuaan A vaihtoi takaisin

CCR-järjestelmään. Hän yritti kiinnittää käyttämäänsä trimix-säiliötä takaisin kuljetusasentoon noin 3 minuutin ajan. Säiliö oli toisesta kiinnikkeestään irti, mutta A ei saanut sitä kiinnitettyä kunnolla. A siirtyi uudestaan käyttämään varajärjestelmää ja samaa trimix-säiliötä kuin tullessaan. A:n tasapaino heitteli ja hän nousi välillä pari metriä ylöspäin luolan kattoon. A:n liikkuminen irrotti luolan seinissä ja pohjassa olevaa irtainta ainesta ja vesi alkoi samentua. Risteyksessä A ja B eivät juurikaan kommunikoineet keskenään.

Kun sukellusaikaa oli kulunut yhteensä noin 30 minuuttia, B antoi A:lle käsimerkin ULOS, mikä tarkoittaa, että lähdetään nousemaan pintaan. A vastasi käsimerkillä ULOS. Molemmat lähtivät ajamaan sukelluskoottereilla kaltevaa kiskokuilua pitkin takaisin ylöspäin. A ajoi edellä ja B seurasi. A:n trimix-säiliö oli vain puoliksi kiinni hänen kyljellään.

Nousun aikana sukeltajien välinen etäisyys kasvoi. B:n mielestä A nousi liian nopeasti ja hän olisi itse halunnut nousta hitaammin. Sukelluksen kestänyt yhteensä noin 32 minuuttia A tuli 48 metrin syvyyteen, jossa poistumisreitti haarautuu kiskokuilusta. A ei kuitenkaan pysähtynyt risteykseen ja seurannut poistumisreittiä, vaan jatkoi ajamista kiskokuilua ylöspäin B:n seurattessa häntä. Noustessaan A jätti tekemättä tarvittavat etappipysähdykset. Myös B jätti etappipysähdykset väliin ja seurasi A:ta. Nousun aikana A ei vaihtanut käyttämäänsä varajärjestelmän kaasusäiliötä uuteen. A:n sukeltaminen oli epävakaata, ja hän törmäili kaivostunnelin seiniin ja kattoon. Nousun aikana A ja B eivät kommunikoineet keskenään.

Noin 36 metrin syvyydessä A:n vauhti hidastui ja lopulta pysähtyi, ja B tavoitti hänet. Sukellusaikaa oli kulunut noin 34 minuuttia. A liikkui hitaasti 32 metrin syvyydessä. Sukelluskootteri roikkui pysähtyneenä hänen alapuolellaan. A hengitti edelleen trimix-kaasua ja näytti tyhjentävän maskiaan. Muutaman minuutin kuluttua B huomasi, että A ei enää liikkunut, hengityskuplia ei enää näkynyt ja että A alkoi vajota. B tarjosi A:lle pari kertaa oman varajärjestelmänsä regulaattoria, mutta A ei ottanut sitä vastaan.

Sukellusajan ollessa noin 43 minuuttia, B päätti jättää A:n ja palaa takaisin pintaan hakemaan apua. B sukelsi takaisin kiskokuilua pitkin alaspäin 48 metriin ja nousi sieltä haarautuvaa poistumisreittiä pitkin pintaan. Noustessaan B lyhensi normaalisti tehtäviä turvapysähdyksiä, koska hän yritti saada A:lle nopeasti apua. B:n kokonaissukellusaika oli lopulta 116 minuuttia.

Päästyään pintaan B yritti huutaa apua, mutta alueella ei ollut ketään. B nousi ylös vedestä ja soitti hätäkeskukseen klo 13.34. Puhelussa hän ilmoitti A:n tilanteesta ja sijainnista ja kertoi, että paikalle tarvitaan kokeneita paikallistuntemusta omaavia luolasukeltajia hakemaan A pintaan. Ambulanssi tuli klo 13.50. Pelastuslaitos lopetti etsinnät kello 15.40, ja etsintävastuu siirtyi poliisille. Vapaaehtoisen pelastuspalvelun erikoissukellusryhmän 4 sukeltajaa toivat menehtyneen A:n pintaan klo 19.55.

Onnettomuuden seurauksena A menehtyi ja B toimitettiin varotoimenpiteenä sairaalahoitoon sukeltajataudin ehkäisemiseksi. Onnettomuudesta ei aiheutunut omaisuus- tai ympäristövahinkoja.

Yhteenveto onnettomuuden kulusta ja siihen johtaneista syistä on esitetty Accimap-kuvaajassa liitteessä 2.

7. Tutkinnan tulokset

7.1. Tekniset tekijät

A menehtyi, koska hänen käyttämästään kaasupullosta loppui kaasu. Tutkinnassa ei kuitenkaan tunnistettu kaasun loppumiselle välitöntä teknistä syytä. Poliisin A:n varusteisiin tekemän tarkastuksen perusteella A:n käyttämä kahdennettu hengityslaitteisto (CCR-järjestelmä ja avoimen kierron varajärjestelmä) oli toimintakunnossa ja soveltui kyseiseen sukellukseen. Tarkastuksessa havaittiin muutamia yksittäisiä teknisiä puutteita: esim. yksi CCR-järjestelmän pullo oli kiinnitetty tavanomaista tiukemmin, sukelluspuvun lämmitykseen käytetty argon-kaasupullon määräaikaistarkastus oli jäänyt tekemättä ja yksi pullo oli kolhiintunut. Näillä ei kuitenkaan todettu olevan merkitystä onnettomuuden kannalta. Tutkintaryhmä päätti, että tutkinnan kohteeksi otetaan vain ne pullot, joita käytettiin tässä kyseisessä sukelluksessa. Sukelluksessa käytettyjen pullojen osalta määräaikaistarkastukset on suoritettu ja kaasupulloissa ei tietojen mukaan ollut mitään havaittavaa vikaa. Tämän osalta ei ollut mitään laiminlyöntejä.

Poliisi lähetti A:n CCR:n kalkkipatruunan tarkempiin laboratoriotutkimuksiin, koska silmämääräisessä tarkastelussa sen arveltiin olevan liian tiiviisti täytetty. Kalkkipatruunan tehtävänä on poistaa CCR:ssä kiertävästä hengitysilmaasta hiilidioksidia. Tukesin saamien tietojen mukaan tutkimuksissa ei löydetty kalkkipatruunasta mitään teknistä vikaa tai puutetta esim. sen täyttötavasta tai -asteesta.

A:n viimeksi käyttämää trimix-pulloa lukuun ottamatta muissa avoimen kierron järjestelmän pulloissa oli sukelluksen jälkeisessä tarkastuksessa kaasua jäljellä. A:lla siis oli koko sukelluksen ajan käytössään kahdennettu järjestelmä, jonka avulla olisi pystynyt palaamaan takaisin pintaan.

Ennen sukellusta tehdyissä paritarkastuksissa A:n varusteissa havaitut tekniset viat eivät olleet osallisena onnettomuuden syntyyn, koska A ei todennäköisesti käyttänyt kyseisiä pulloja tai laitteistoja sukelluksen aikana.

Tutkinnan perusteella onnettomuuteen johtaneet tapahtumat saivat alkunsa laskeutumisen aikana, kun A:lle tuli jotain ongelmia CCR:n kanssa. Sen seurauksena hän oli siirtynyt käyttämään varajärjestelmää. Jälkikäteen ei voida sanoa tarkasti, mitä nämä ongelmat ovat olleet, mutta asiantuntijoiden kommenttien mukaan tyypillisiä ongelmia voivat olla esim. se, että sukeltaja kokee CCR:llä hengittämisen raskaaksi tai muuten epämukavaksi. CCR vaatii toimiakseen rauhallista ja riittävän syvää hengittämistä, että hengitysilma kiertää järjestelmässä oikein. A:n ongelmat hengitysjärjestelmän kanssa ovat todennäköisesti aiheuttaneet hänelle hiilidioksidinarkoosin, mutta jälkikäteen on vaikea sanoa, missä vaiheessa sukellusta se on alkanut vaikuttaa A:n toimintakykyyn ja ratkaisuihin.

CCR on suhteellisen monimutkainen järjestelmä, ja se vaatii käyttäjältään osaamista sukelluskaasuista, oikeasta hengitystavasta, järjestelmän teknisestä toiminnasta, hallintalaitteista ja sukellustietokoneesta. Tällä sukelluksella nämä kaikki oli hallittava myös 88 metrin syvyydessä, sukellusvarusteissa, ahtaassa tilassa ja paineessa, joka vastaa lähes kymmenkertaista ilmanpainetta. Tukesin saamien tietojen mukaan A:lla oli aiempaa kokemusta CCR-järjestelmän käytöstä. Tutkinnassa jää kuitenkin epäselväksi, mikä osuus hengitysjärjestelmien teknisillä ominaisuuksilla, käytettävyydellä ja käyttäjän kokemuksella niiden käytöstä oli onnettomuuden syntyyn.

Siirryttyään käyttämään varajärjestelmää CCR:n sijaan, A ei ollut päivittänyt tietoa sukellustietokoneelleen. Sen vuoksi tietokone oletti A:n edelleen hengittävän CCR:n kautta ja annosteli järjestelmään kaasua. CCR:n vastakeuhkoissa oleva kaasu alkoi laajentua, kun A alkoi paluusukelluksella nousta kiskokuilussa ylöspäin ja vedenpaine alkoi pienentyä. Tämä lisäsi A:n nostetta ja saattoi osaltaan vaikuttaa siihen, että A nousi nopeasti ja että hänellä oli vaikeuksia säilyttää tasapainonsa.

Vaikka onnettomuudelle ei voidakaan tunnistaa välitöntä teknistä syytä, monet tekniset ja olosuhdetekijät vaikuttivat välillisesti tapahtumien kulkuun. Sukelluksen alkuvalmisteluissa havaitut pikkuviat, niiden korjaaminen tai uudelleentarkastaminen, laskeutumisen aikaiset ongelmat hengitysjärjestelmän kanssa, useat vaihdot CCR:n ja varajärjestelmän välillä, ongelmat varajärjestelmän pullon kiinnittämisessä, siitä seurannut veden samentuminen ja näkyvyyden heikkeneminen sekä CCR:n vastakeuhkon aiheuttama noste ovat mahdollisesti lisänneet A:n stressitasoa ja heikentäneet hänen mahdollisuuksiaan selvitä. Myös haastava sukelluspaikka (eli syvät ja ahtaat kaivoskuilut) myötävaikutti onnettomuuden syntyyn, sillä kaivossukelluksissa ei ole nopeaa pääsyä pintaan useiden kymmenien metrien syvyyksistä. Tämän tiedostaminen voi osaltaan lisätä sukeltajan stressitasoa sukelluksen aikana.

Kaivoskuilussa näkyvyys voi olla heikko ja ohjausnaruja ja merkintöjä voi olla vaikea havaita erityisesti silloin, kun vesi on sameaa. A nousi 88 metristä nopeasti 32 metriin ja ohitti noustessaan suunnitellun poistumisreitit 48 metrissä. Oletus on, että A seurasi noustessaan pikemminkin kiskokuilun muotoa ja yritti vaistomaisesti päästä sitä pitkin ylöspäin kuin että hän olisi sukeltanut ohjausnaruja seuraten ja edennyt suunnitelmallisesti kohti poistumisreittiä. Sukellusreittien ja erityisesti vakituisten poistumisreittien merkinnät voisivat olla Montolassa suuremmat, helpommin havaittavat ja enemmän huomiota herättävät, mutta tutkinnassa katsottiin, että tällä ei kuitenkaan ollut ratkaisevaa merkitystä tämän kyseisen onnettomuuden kannalta. A:n toimintakyky oli todennäköisesti jo nousun alkaessa alentunut, eivätkä suuremmat tai muuten paremmin erottuvat merkinnätäkään olisi todennäköisesti auttaneet häntä pelastautumaan. Tästä kertoo myös se, että A ohitti noustessaan myös suunnitellut etappipysähdykset, josta hänen tietokoneensa hänelle ilmoitti. Muissa poikkeustilanteissa esim. isot poistumisreittien seinään kiinnitetyt fluoresoivat EXIT-kyllit voisivat kuitenkin nopeuttaa pelastautumista ja ehkäistä eksymistä erityisesti kokemattomampien sukeltajien kohdalla. Tukesin saamien tietojen mukaan vastaavia opasteita on käytössä muissa sukelluskohteissa.

Onnettomuuteen myötävaikuttaneet tekniset tekijät olisivat olleet sukeltajien hallittavissa, jos ne ja niiden merkitys molempien turvallisuudelle olisi tunnistettu ajoissa ja jos niihin olisi puututtu aikaisemmin. Mitä syvemmälle sukellus etenee, sitä suuremmiksi pienetkin ongelmat kasvavat ja sitä vaikeampi niitä on korjata.

7.2. Organisaation toimintaan liittyvät tekijät

Sukellus oli Montolan Kaivossukeltajat ry:n ohjeiden ja vakiintuneiden käytäntöjen mukainen. Toimintatavat eivät kuitenkaan ole olleet riittävät takaamaan yhdistyksen vastuutehtävissä toimivien kokeneiden sukeltajien turvallisuutta heille tutussa sukelluspaikassa. Sukelluksen suunnitteluun, valmisteluihin ja toteutustapaan liittyi useita organisatorisia tekijöitä, jotka vaikuttivat onnettomuuden syntyyn. Näitä on eritelty seuraavassa.

Toimintakulttuuri

Montolan kaivos on ainutlaatuinen sukellusympäristö ja yksi Suomen houkuttelevimmista sukelluskohteista. Montolan iso avolouhos, pitkät kaivoskuilut ja hyvät sukellusolosuhteet mahdollistavat syvät ja pitkät sukellukset. Myös rajoitukset muiden kaivosten sukellustoiminnassa ovat lisänneet Montolan kävijämäärää. Montolan sukellustoiminta alkoi, kun kaivos oli vielä kaupungin vedenottamona. Toiminta oli alkuvaiheessa organisoimatonta, ja alueella sukeltettiin ilman maanomistajan lupaa. Nykyinen yhdistystoiminta on parantanut tilannetta siihen verrattuna huomattavasti.

Montolan toimintatavat ovat yhdistystoiminnasta huolimatta varsin vapaat. Alueella ei ole vakituista päivystystä. Tapahtumanjärjestäjiä, joilla on pääsy alueelle, on paljon ja he edustavat useita eri sukellusseuroja. Myös seurojen ulkopuolisten henkilöiden on suhteellisen helppoa päästä sukeltamaan Montolassa. Onnettomuushetkellä Montolassa pystyi lähtemään syvällekin sukellukselle ilman erillistä lupa-

tai ilmoitusmenettelyä jopa vuorokauden varoitusajalla, jolloin kenelläkään ei ollut käytännössä mahdollista puuttua sukelluksen järjestelyihin tai ryhmän kokoonpanoon. Eli korkeariskisiä sukelluksia toteutetaan vaativassa, mutta houkuttelevassa ympäristössä edelleenkin varsin vapaamuotoisesti.

Yhdistyksen ohjeissa ja turvallisuusasiakirjassa mainitaan turvallisuushakuisuus ja tunnistetaan tyypillisimpiä syviin sukelluksiin liittyviä riskejä, mutta arviointi ei ole kovin yksityiskohtainen. Turvallisuusasiakirjassa kuvatut vaarat ovat yleisiä sukellukseen liittyviä vaaroja (esim. sukeltajantauti, eksyminen ja laitteisiin liittyvät ongelmat), mutta juuri Montolan sukellusympäristölle ja -käytännöille ominaisia vaaroja ei kuvata riittävän yksityiskohtaisesti (esim. kaivostunneliverkostoon liittyvät rakenteet ja muut erityispiirteet ja vaaranpaikat, palvelun toteutustapaan liittyvät vaarat, jne). Turvallisuushavaintoja Montolan sukellusreiteiltä ilmoitetaan satunnaisesti esim. Montolan Facebook-ryhmässä (esim. terävä naula, joka voi rikkoa sukelluspuvun tai tungos jossain erityisen ahtaassa reitin kohdassa), mutta systemaattista käytäntöä turvallisuushavaintojen ilmoittamiseen, kirjaamiseen tai korjaamiseen ei ole käytössä.

Käytännössä turvallisuushakuisuus, riskitietoisuus tai varautuminen vaaratilanteisiin eivät näy yhdistyksen toimintakulttuurissa riittävästi. Kulttuurin vahvistamista vaikeuttaa todennäköisesti myös yhdistyksen rakenne ja sukeltajien erilaiset taustat. Turvallisuushakuisempaa toimintakulttuuria vahvistaisi esim. se, että yhdistyksen vakiintuneena käytäntönä olisi ohjeistaa sukeltajia syvien sukellusten etappien suunnitteluun ja nykyistä aktiivisempaan kommunikointiin koko sukelluksen ajan.

Yksi keino sukellusten turvallisuuden parantamiseen olisi sukellusta edeltävän turvallisuuskeskustelun vakiinnuttaminen Montolan yhteiseksi käytännöksi. Tämä olisi erityisen tärkeää eri paikkakunnilta tulevien sukeltajien yhteistyön parantamiseksi. Turvallisuuskeskustelun sisältönä olisi avata esim. sitä, miten jokaisen sukeltajan pitää kertoa muille pienistäkin sukellusta haittaavista ongelmista ajoissa, mitä keinoja ongelmista ilmaisemiseen on, miten ongelmia ratkotaan yhdessä sukelluksen aikana ja että sukelluksen keskeyttäminen milloin tahansa on mahdollista. Ongelmien esiintyessä syvän sukelluksen keskeyttäminen pitäisi olla ensisijainen vaihtoehto sukelluksen jatkamiseen verrattuna.

Suomen kaivos- ja luolasukeltajien yhteisö on pieni ja tiivis ja käytännössä kaikki tuntevat toisensa, mutta yhteisön toimintatavat eivät silti ole yhtenäiset. Tämä näkyy esim. niin, että eri kaivossukelluskohteissa on käytössä erilaisia ja eri taseisia turvallisuuskäytäntöjä. Pienestä yhteisöstä ja henkilökohtaisista kontakteista on turvallisuuden kannalta paljon hyötyä, mutta toisaalta liian pienissä piireissä turvallisuuskulttuuri voi myös rapistua. Tuttujen kesken ei ehkä koeta tarpeelliseksi enää käydä tarkkoja keskusteluja ennen sukellusta esim. siitä, miten sukelluksen aikana kommunikoidaan ja miten mahdollisista ongelmista sukelluksen aikana ilmoitetaan. Sukellusta edeltävä turvallisuuskeskustelu voi tuntua turhalta toisilleen tuttujen sukeltajien kesken, mutta se voisi helpottaa kommunikointia ja päätöksentekoa sukelluksen aikana, madaltaisi pienistäkin ongelmista ilmoittamisen kynnystä ja parantaisi Montolan turvallisuuskulttuuria.

Onnettomuuksista laaditaan Montolassa onnettomuusraportteja sukeltajien yleisten käytäntöjen mukaisesti. Tyypillisesti niissä päädytään johtopäätökseen, että esim. vaaratilanteet ja onnettomuudet ovat ensisijaisesti yksittäistapauksia, jotka ovat johtuneet kyseisen henkilön ominaisuuksista tai toiminnasta. Jos onnettomuuksien analysointi ei ulotu yksilön toimintaa pidemmälle, vakiintuneiden käytäntöjen, sovittujen toimintatapojen tai muiden organisatoristen tekijöiden tasolle asti, raportit eivät johda kokonaisturvallisuutta parantaviin toiminnallisiin muutoksiin. Vakavissa vaaratilanteissa ja onnettomuuksissa palveluntarjoajan kysyvän katseen pitää kääntyä aina ensimmäiseksi itseän päin: Olisiko palvelun toteutuksessa voitu tehdä jotain toisin tilanteen estämiseksi? Miten jatkossa toimitaan niin, että vastaavia tapauksia ei enää synny?

Onnettomuushetkellä käytännön turvallisuustoimenpiteet eivät siis ole vastanneet niiden sukellusten riskitasoa, joita Montolassa on ollut mahdollista tehdä. Montolan kaivossukeltajat ry:n mukaan onnettomuus on kuitenkin johtanut muutoksiin, jotka osaltaan parantavat sukeltajien turvallisuutta. Onnettomuuden jälkeen yhdistyksen hallitus on päättänyt, että jatkossa 90 metrin sukellukset edellyttävät vähintään 10 yli 60 metrin sukellusta edeltävän vuoden aikana, ja lisäksi sukellusryhmän minimikoko on tämän syvyytason sukelluksilla nostettu 3 sukeltajaan.

Sukellusvarusteiden turvallinen käyttö

Kaasupullojen täyttöpaikkojen vaatimuksiin suhtaudutaan Montolassa sukeltavien keskuudessa varsin vähättelevästi. Sekä siirrettävässä että pysyvässä täyttöpaikassa pitää olla käytönvalvoja, joka vastaa pullojen turvallisesta täytöstä kyseisellä paikalla. Tutkinnan aikana Tukesille jäi epäselväksi, miten Montolassa sukeltavat käytännössä täyttävät kaasupullonsa ja miten täytön turvallisuudesta tällä hetkellä on huolehdittu. Vaikka kaasupullojen ja muiden sukellusvarusteiden valinta, käyttö ja huolto ovatkin viimekädessä sukeltajien omalla vastuulla, Montolan Kaivossukeltajat ry voisi silti kuvata säännöissään esim. Montolassa sallitut kaasupullot ja niille suositellut täyttöpaikat ja -tavat. Sukellustapahtuman järjestäjän vastuulla tulisi olla varmistaa, että sukelluksella käytettävät kaasupullot on täytetty hyväksytyissä täyttöpaikoissa ja että käytetyt pullot ovat Suomessa sallittuja (soveltuvat esim. -40 asteen lämpötilaan). Tukes on ohjeistanut nettisivullaan täyttöpaikan vaatimuksista Täyttöpaikat - Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes).

Sukelluksessa käytettävät kaasupullot pitää Suomessa tarkastaa 10 vuoden välein. Tarkastusväli on esim. Norjassa 2 vuotta. Tarkastusvälin lyhentäminen Suomessa esim. 5 vuoteen lisäisi osaltaan käytettävien pullojen luotettavuutta.

Osaamisvaatimukset

Montolan turvallisuusasiakirjassa mainitaan luolasukellusluokitusten noudattaminen ja niiden edellyttämien koulutusten käyminen yhtenä keskeisenä keinona sukellusten turvallisuuden varmistamisessa. Turvallisuusasiakirjassa on myös määritelty ne luolasukellusluokitukset, jotka Montolan kaivokseen sukeltavilla pitää olla voimassa (IANTD Intro to Cave, TDI Intro to Cave, GUE cave diver level 1, SSI Cave Diving, NAUI Cave Diver Level I tai vastaava koulutus). Luokitusten ulkopuolelta huomioidaan myös vastaava kokemuksella hankittu osaaminen (yli 10 vuoden ja yli 100 luolasukelluksen kokemus Montolassa). Lisäksi kaivostunneleihin sukeltavan pitää olla yli 18-vuotias. Tapahtumanjärjestäjän vastuulla on varmistaa, että kaikilla sukellustapahtumaan osallistuvilla on riittävä osaaminen ja pätevyys juuri kyseiselle sukellukselle. Miten tämä käytännössä toteutuu ja miten tätä käytännössä yhdistyksessä valvotaan, jäi tässä tutkimuksessa epäselväksi. Esimerkiksi jatkuvaa osaamisen ylläpitämistä, sukellustaitojen jatkuvaa kertaamista, mentaalista harjoittelua ja progressiivista sukelluskokemuksen kerryttämistä vähitellen syvenevin sukelluksin ei Montolassa ole ennen onnettomuutta riittävästi huomioitu.

Molemmilla onnettomuussukellukselle osallistuneella sukeltajilla oli vaadittava luolasukelluskoulutus ja he olivat sukellustapahtumien järjestäjiä ja sukelluskouluttajia. Yhdistyksen säännöt ja vakiintuneet toimintatavat siis mahdollistivat sen, että he voivat järjestää ja toteuttaa kyseisen sukelluksen itsenäisesti ja kahdestaan, ilman muiden lupaa tai hyväksyntää, suurempaa sukellusryhmää tai pintaorganisaatiota. Molemmat olivat kokeneita sukeltajia ja olivat sukeltaneet Montolassa aikaisemminkin. Kummallakaan ei kuitenkaan ollut osaamista sukelluksen aikana syntyneen negatiivisen tapahtumakierteen katkaisemiseen. Tämä kertoo siitä, että nimellisestä koulutuksesta ja kokemuksesta huolimatta valmistautuminen vaativaan sukellukseen on ollut puutteellista ja harjoittelu sukellusten aikaisten vaara- ja häiriötilanteiden korjaamiseksi on ollut riittämätöntä. Osaamista ei ollut ylläpidetty riittävästi.

Hätätilanne- ja pelastusvalmius

Palveluntarjoajan vastuulla on luoda sukelluksille mahdollisimman turvalliset puitteet ja toteutustavat. Sukelluksen aikana jokainen sukeltaja on puolestaan itse vastuussa omasta ja sukellusparinsa turvallisuudesta. Palveluntarjoaja voi tukea ja ohjata sukeltajia kantamaan tätä vastuuta ja tarvittaessa palveluntarjoajan pitää korjata palvelussa havaitsemiaan vaarallisia toimintatapoja.

Koska CCR-järjestelmät mahdollistavat avoimen kierron järjestelmiä pidemmät ja syvemmät sukellukset, niiden käytön yleistymisen edellyttää myös sukeltajilta ja koko sukellusyhteisöltä aiempaa parempaa varautumista sukelluksen aikaisiin häiriötilanteisiin ja poikkeamiin. Nousuajat ovat pidempiä, hätänousut vaikeampia, poikkeamat moninaisempia ja olosuhteet vaativampia. Perinteiset avoimen kierron järjestelmille kehitetyt turvallisuusratkaisut ja toimintatavat eivät enää vastaa kohonnutta riskitasoa.

Montolassa ei ole ollut vakiintuneena käytäntönä järjestää yhteisharjoituksia hätätilanteiden varalta (esim. bailout-harjoitus, jossa nouseaan ylös käyttäen CCR:n sijaan varajärjestelmää tai harjoitus, jossa autetaan pulaan joutunutta sukeltajaparia), tai erityisiä Montolalle tyypillisiin syviin sukelluksiin valmistavia ennakkoarjoituksia. Kyseiset harjoitukset olisivat kuitenkin voineet auttaa onnettomuussukellukselle osallistuneita sukeltajia tunnistamaan ongelmat ajoissa ja puuttumaan niihin oikealla tavalla ja oikeassa vaiheessa.

Jokaisen syvään luolasukellukseen osallistuvan turvallisuus on kiinni ryhmän sukeltajien osaamisesta ja toimintakyvystä. Sukeltajaliiton julkaiseman laitesukelluksen turvallisuusohjeen⁸ mukaan sukeltajien on jatkuvasti tarkkailtava sekä sukellusympäristöä että toisiaan, ennakoitava mahdolliset riskitekijät, poikkeamat ja vaaratilanteet ja oltava valmiina avustamaan toisiaan. Pienet ja jopa vähäpätöisiltäkin tuntuvat ongelmat voivat muuttua hengenvaarallisiksi, jos niitä ei korjata ajoissa ja sukelluksen annetaan jatkua liian pitkään.

Sukeltajan omassa vastuussa kyse on siitä, että jokainen sukeltaja itse tunnistaa ja tiedostaa omaa sukellustaan haittaavat tekijät, puuttuu niihin itse ajoissa ja viestittää niistä myös muille sukellusryhmän jäsenille. Toiseksi kyse on myös siitä, että sukellusryhmän jäsenet tarkkailevat toinen toisiaan, kommunikoivat aktiivisesti ja auttavat toisiaan tunnistamaan ja ratkaisemaan mahdollisia ongelmatilanteita varhaisessa vaiheessa.

Sukellusryhmän ilmapiirin on oltava avoin sille, että ongelmista uskalletaan keskustella ja niihin haetaan yhdessä ratkaisuja. Kynnys sukelluksen pysäyttämiseen hetkeksi myös suunniteltujen etappipysähdysten ulkopuolella ja tarvittaessa sukelluksen keskeyttämiseksi kokonaan pitää olla matala. Myös sukelluksen alkuvaiheen pieniinkin ongelmiin pitää suhtautua vakavasti ja tarkkailla niiden vaikutusta sukelluksen turvallisuuteen. Sukelluksen aikaisista kommunikointitavoista pitää sopia ryhmän kesken etukäteen. Sukellusryhmän pitää toimia yhdessä joukkueena, ei erillisinä yksilöinä.

Tässä kuvatut organisatoriset puutteet eivät ole kaivossukeltajille tai laajemmalle sukellusyhteisölle mitenkään erityisiä tai uusia. Kyse on sukellusyhteisön yleisesti tuntemista ja koulutuksissakin käsitellyistä turvallisten laitesukellusten perusasioista, joita ei ole kuitenkaan käytännössä Montolassa noudatettu. Tarve ei ole siis niinkään koko lajin tai koulutusjärjestelmän muuttamiseen vaan siihen, että kaivossukeltajat ja sukellusyhdistykset itse noudattaisivat oman lajinsa turvallisuusperiaatteita ja hyviä käytäntöjä.

⁸ https://www.sukeltaja.fi/files/upload_pdf/330714/Laitesukelluksen_%20turvaohje_2021_A5.pdf

7.3. Säästösten noudattaminen

Kaivosturvallisuus

Kaivospiiri on lakkautettu vuodelta 1965 olevan kaivoslain nojalla, ja sen voimassaolo on lakannut 2.2.1987.

Teknillinen tarkastuskeskus on 3.2.1977 pitämässään Montolan kaivoksen lopettamistarkastusta koskevassa pöytäkirjassa (no: 378/381/77) todennut mm., että avolouhoksen aita on syytä tarkistaa niin, että siinä on vähintään kolme piikkilankaa tai vaijeria kestäväään tolputukseen kiinnitettynä sijoitettuna sille korkeudelle, että talvenkin aikana on vähintään kaksi lankaa näkyvissä. Aitaan on syytä sijoittaa sopiviin kohtiin varoitustauluja.

Pöytäkirjojen perusteella voidaan päätellä, että avolouhoksen ympärille on tullut rakentaa aita merkittynä varoitustauluilla. Ilmeistä on ja lienee tarkoitettu, että aita tulee varoitustauluineen pitää kunnossa iäisyysperiaatteella. Pöytäkirjojen perusteella alueelle ei ole ainakaan erikseen määritetty sortumavaarallista aluetta, ellei sitten silloinen aita ole samalla sitä tarkoittanut. Mikäli alueelle ei ole määrätty sortumavaarallista aluetta, ei alueelle myöskään ole annettu maankäytön rajoituksia hallinnan palattua alueen maanomistajille. Nykyinen aita estää ainakin periaatteessa maanalaiseen kaivokseen pääsyn, mikäli aidan sisäpuolelle ei mentäisi luvatta tai hallitsemattomasti. Sukeltajat menevät alueelle kontrolloidusti lukitusta portista.

Alueella on nähtävissä aikoinaan rakennetun aidan rippeitä, mutta käytännössä tätä aita ei enää ole olemassa. Alueelle aikoinaan Virtasalmen kunnan rakentama uusi aita on sen sijaan erittäin hyvässä kunnossa, joskin se sijaitsee lähempänä avolouhosta kuin mitä vanha aita on sijainnut. Aidassa ei ole varoitustauluja.

Hallituksen esityksessä kaivoslaiksi, sen yksityiskohtaisissa perusteluissa (osa VI: Valvonta, muutoksenhaku ja erinäiset säännökset) todetaan seuraavaa:

Kaivoslain säännökset koskevat muun muassa kaivosturvallisuuteen liittyvien näkökohtien takia osin alueita, joilla on aikaisemmin harjoitettu laissa tarkoitettua toimintaa. Jotta kaivosviranomaisella olisi tehokas mahdollisuus valvoa myös näitä kohteita, 1 momentissa säädettäisiin, että kaivosviranomaisella on vastaava oikeus ryhtyä valvonnan edellyttämiin toimenpiteisiin ja päästä alueelle, joka on aiemmin ollut kaivosalueena, kaivoksen apualueena sekä aiemmin toiminnassa olleeseen kaivokseen, jos se on tarpeen valvonnan kannalta. (HE 273/2009 153 §)

Kaivoslain 2011 153 §:ssä todetaan kaivosviranomaisen tarkastusoikeudesta seuraavaa:

Kaivosviranomaisella on oikeus päästä alueelle, jossa harjoitetaan tai jossa on aiemmin harjoitettu tässä laissa tarkoitettua toimintaa, jos se on tässä laissa tarkoitetun valvonnan kannalta tarpeen, sekä tehdä siellä tarkastuksia, ottaa näytteitä ja ryhtyä muihin valvonnan edellyttämiin toimenpiteisiin.

Jos kaivosoikeuden haltija on luopunut oikeudestaan tai se on julistettu menetetyksi kumottavan lain tai vuoden 1943 kaivoslain nojalla, ennen kuin uusi kaivoslaki on tullut voimaan, eivät kaivostoiminnan lopettamista koskevat 15 luvun säännökset kuitenkaan tulisi sovellettavaksi. (HE 273/2009 181 §)

Edellä esitetty tarkoittaa sitä, että kaivosturvallisuuden valvojana vuoteen 2011 saakka olleen Turvatekniikan keskuksen on tullut valvoa kaivospiirin lakkauttamispäätöksessä annettuja määräyksiä. Montolan kaivoksen osalta tämä tarkoittaa sitä, että louhoksen ympärillä olevan aidan tulee olla varoituskyltteineen yleisen turvallisuuden edellyttämässä kunnossa. Kaivospiirin lakkautuksen jälkeen alueen yleisestä turvallisuudesta vastaa alueen maanomistaja/maanomistajat.

Edellä mainittujen säännösten nojalla, kaivosviranomaisena toimiva Turvallisuus- ja kemikaalivirasto toteaa, että toimivalta aiemmin kaivostoiminnan kohteena oleviin alueisiin rajoittuu ainoastaan kumotun

kaivoslain nojalla annettujen kaivospiirien lakkauttamista koskevien määräysten valvontaan, joka tässä Montolan kaivoksen tapauksessa tarkoittaa sitä, että kaivosviranomaisen voi edellyttää alueen maanomistajia pitämään nykyinen louhoksen ympärillä oleva aita yleisen turvallisuuden edellyttämässä kunnossa varoituskyltteineen.

Kaivoslainsäädännön nojalla kaivosviranomaisella ei ole toimivaltaa antaa uusia kaivosturvallisuutta koskevia määräyksiä Montolan kaivokseen liittyen. Koska kyseessä ei ole sortumavaarallinen alue, ainakaan tähän mennessä löydettyjen dokumenttien perusteella, ei Turvallisuus- ja kemikaalivirastolla kaivosviranomaisena ole toimivaltaa kieltää ohjattua sukellustoimintaa Montolassa. Kaivoksen rakenteen (louhitut avoimet tilat) luonne huomioiden, ei kaivostilojen turvallisuudesta voi antaa takeita. Kaivosviranomaisen pyytää huomioimaan, että kaivosolosuhteita ei kallion osalta voi rinnastaa luonnon muodostamiin maanalaisiin luoliin tai tiloihin, koska kallio on häiriintynyt räjäytystoiminnan tuloksena. Kaivoksessa on lisäksi eksymisvaara.

Painelaitteet

Tässä tapauksessa painelaitelainsäädäntö ottaa kantaa kuljetettavan painelaitteen kaltaiseen painelaitteeseen, jota kutsutaan myös hengitysilmalaitteeksi ja sukelluspullokseksi. Tässä tutkinnassa kuljetettavan kaltaista painelaitetta kutsutaan sukelluspullokseksi, jonka vaatimustenmukaisuus osoitetaan painelaitelain (1144/2016) mukaisesti, ja joka rakenteeltaan, käytöltään ja määräaikaistarkastukseltaan vastaa kuljetettavaa painelaitetta. Painelaitelaissa otetaan myös kantaa sukelluspullojen täyttöön, tyhjennykseen sekä muuhun käyttöön. Sukelluspullojen määräaikaistarkastuksiin sovelletaan vaarallisten aineiden kuljetuksesta annettua lakia.

Laitteista on tarkemmin selitetty kohdassa 4.3.

Jotta sukelluspullost on turvallisia käyttää, tulee ne täyttää vain hyväksytyissä täyttöpaikoissa. Täyttöpaikkojen vaatimukset on esitetty Tukesin nettisivulla: <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/painelaitteet/painelaitteen-kaytto/tayttopaikat>

Tämän lisäksi sukelluspulloille asetetaan vaatimuksia, kun sukelluksessa käytetään seoskaasuja kuten tässä tapauksessa. Seoskaasusukelluksessa käytettävät pullost tulee huoltaa ja ylläpitää vaativimman käytettävän kaasuseoksen edellyttämällä tavalla. Yli 40 % hapetta sisältäviä kaasuseoksia käytettäessä pulloilta vaaditaan happipuhautusta. Tukes on määritellyt asiasta lisää sivulla: [Seoskaasun vaatimukset täyttöpaikassa - Turvallisuus- ja kemikaalivirasto \(Tukes\)](#)

Kuluttajapalvelut

Kuluttajaturvallisuuslakia (920/2011) sovelletaan yhdistystoimintaan, jos yhdistys tarjoaa palveluja myös muille kuin yhdistyksen omille jäsenille tai toiminta katsotaan elinkeinotoiminnaksi (KuTuL 3§). Jäsenyyden ketjuttamisella, esimerkiksi jäsenyhdistysten kautta, ei voida välttää kuluttajaturvallisuuslain velvollisuuksia. Kyseessä voi olla esimerkiksi "yhdistysten yhdistys", eli yhdistys jonka jäsenet koostuvat toisista yhdistyksistä. Näiden jäsenyhdistysten henkilöjäsenet ovat muita kuin varsinaisen yhdistyksen omia henkilöjäseniä, jolloin tarjottuihin palveluihin sovelletaan kuluttajaturvallisuuslakia.

Montolan kaivoksella järjestetyssä sukellustoiminnassa ei ole ollut kyse pelkästään yhden yhdistyksen omille jäsenille tarjotusta rajatusta palvelusta, vaan palvelua on mainostettu julkisesti ja siihen ovat voineet osallistua muutkin kuin toimintaa ylläpitävän yhdistyksen jäsenet. Palveluun on osallistunut asiakkaita useista eri sukellusseuroista eri puolelta Suomea. Siten toimintaan sovelletaan kuluttajaturvallisuuslakia.

Kuluttajaturvallisuuslaissa ei ole erikseen mainittu sukelluspalveluita, mutta ne kuuluvat laissa mainittujen ohjelmapalveluiden laajaan ryhmään (KuTuL 7 §: "seikkailu-, elämys- ja luontopalvelu sekä niihin rinnastettava muu ohjelmapalvelu, jolle siihen sisältyvää riskiä voida arvioida vähäiseksi").

Lainsäädännössä ei ole sukeltamiseen liittyviä erityissäädöksiä, vaan sukelluspalveluiden valvonnassa tarkastellaan kuluttajaturvallisuuslain kaikille palveluille yhteisiä vaatimuksia. Ohjelmapalveluista pitää kuluttajaturvallisuuslain mukaan laatia turvallisuusasiakirja. Lisäksi palvelun pitää täyttää muut KuTuL 5 – 9 §:ssä mainitut palveluntarjoajalle asetetut velvoitteet, jotka koskevat mm. palveluntarjoajan yleistä huolellisuusvelvollisuutta ja vaarojen tunnistamista, asiakkaalle annettavia tietoja palvelun turvallisuudesta, onnettomuuskirjanpitoa sekä vakavien onnettomuuksien ilmoittamista Tukesiin.

8. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Tutkinnan perusteella Tukes tekee seuraavat toimenpide-ehdotukset kaivossukellusten turvallisuuden parantamiseksi:

Kaivoksiin kohdistuvat suositukset:

1. **Maankäytön rajoitusten huomioiminen:** Kaivosviranomaisen viranomaispäätöksellä lakkautettujen kaivospiirien ja -alueiden lupamääräysten noudattaminen ja kaivoksen lopputarkastuspöytäkirjojen perusteella määrättyjen toimenpiteiden huomioiminen muodostavat reunaehdot lakkautettujen kaivospiirien ja -alueiden jatkokäytölle. Niissä voi olla asetettu rajoituksia maankäytölle (esimerkiksi sortumavaaralliset alueet), jolloin tällaisella alueella toimiminen on kaivosviranomaisen toimesta turvallisuussyistä kielletty. Aiemmin kaivostoiminnan piirissä olleen alueen turvallisuudesta vastaavat tapauksesta riippuen kaivostoiminnan harjoittaja, maanomistaja tai kaivosviranomaisen. Ennen sukellustoiminnan aloittamista vanhalla kaivosalueella, tulee palveluntarjoajan selvittää millä ehdoilla ja rajoituksilla kaivoksia voi käyttää sukeltamiseen ja mitkä tahot ovat vastuussa alueen turvallisuuden varmistamiseksi annettujen määräysten valvonnasta ja korjaavien toimenpiteiden toteuttamisesta (esimerkiksi aitauksien ylläpitämisestä). Kohderyhmä: Palveluntarjoajat ja maanomistajat
2. **Kaivoksen rakenteen selvittäminen:** Käytöstä poistetuissa kaivoksissa sukellustoimintaa järjestävän tahon tulee selvittää kaivoksen rakenne (mm. tunneliverkostot, kuilut, ilmanvaihto- ja kaatonousut, louhokset sekä muut louhitut tilat) ja varmistua sen turvallisuudesta. Kaivosviranomaisella on käytettävissä vanhojen kaivosalueiden kaivost kartat, joiden perusteella palveluntarjoajat voivat selvittää kaivoksen rakennetta louhittujen tilojen osalta. Kohderyhmä: Palveluntarjoajat

Sukellusvarusteisiin liittyvät suositukset

3. **Täyttöpaikat ja -käytännöt:** Tukes tulee valvonnassaan entistä enemmän painottamaan sukeltajien omaa sekä palveluntarjoajien vastuuta siitä, että sukelluksessa käytettävät kaasupullot täytetään vain hyväksytyissä täyttöpaikoissa. Tukes suosittelee, että Sukeltajaliitto kokoaa ja julkaisee luettelon sukeltajien käytössä olevista hyväksytyistä kaasupullojen täyttöpaikoista. Sukellusyhdistyksien tulee jakaa jäsenilleen tietoa täyttöpaikoista ja ohjata sukeltajia käyttämään vain hyväksytyjä täyttöpaikkoja. Hyväksytyt täyttöpaikat voivat samalla toimia informaation jakajina, joissa varmistetaan mm. pullon tarkastusajankohta, venttiilien oikea tyyppi ja kunto. Kohderyhmä: Sukeltajaliitto, täyttöpaikkojen vastuutahot, sukellusyhdistykset ja käyttäjät
4. **Sukelluspullojen ja CCR-järjestelmän vaatimustenmukaisuus ja tarkastusajankohdat:** Sukeltajaliiton, täyttöpaikkojen vastuuhenkilöiden ja sukellusyhdistysten tulee ohjata sukeltajia huomioimaan Suomen vaatimukset kaasupullojen rakenteelle. Esimerkiksi Suomen sukellusolosuhteet vaativat, että kaasupullojen alin käyttölämpötila on -40 astetta. Tämän lisäksi Tukes tutkii mahdollisuutta sukelluspullojen määräaikaistarkastusvälin lyhentäminen nykyisestä 10 vuodesta esim. viiteen vuoteen ja mahdollisuutta tarkastella CCR-järjestelmää yhtenä painelaittekokonaisuutena. Tällä hetkellä CCR-järjestelmiä tarkastellaan sekä valmistuksen että käytön aikana erillisinä osina eri lainsäädäntöjen mukaan (kaasupullot, kalkkipatruuna, letkut, hengityslaitteet, tietokone), ja vain kaasupulloja tarkastellaan painelaitteina. CCR-järjestelmän

tarkastelu kokonaisuutena varmistaisi osien yhteensopivuuden ja järjestelmän turvallisen käytön.
Kohderyhmä: Valmistajat, lainsäädäntö ja käyttäjät

Sukellustapahtumien järjestelyihin liittyvät suositukset:

5. **Riskien arvioinnin tarkentaminen:** Sukellustapahtumien riskien arviointia on tarkennettava monella tasolla. Sukelluskohteen turvallisuusasiakirjassa on kuvattava juuri kyseisen kohteen erityispiirteet ja vaaratekijät niiltä osin, kun ne ovat yhteisiä kaikille kohteessa järjestettävälle sukellustapahtumille. Lisäksi turvallisuusasiakirjassa on kuvattava toimenpiteet, joita on toteutettu näiden vaarojen estämiseksi. Tällöin sukelluskohteen turvallisuusasiakirja toimii pohjana sukellustapahtumien turvallisuussuunnittelulle. Yksittäisten sukellustapahtuman riskien arvioinnin pitää kuvata yksityiskohtaisesti ne vaaratekijät, jotka ovat erityisiä juuri kyseiselle tapahtumalle (esim. ryhmän kokemus ja kokoonpano, sukellussuunnitelma, sukelluskohteen hetkittävät erityispiirteet tai sukellushetkellä vallitsevat olosuhteet). Mitä vaativammasta sukelluksesta on kyse sitä tarkempi riskien arviointi siitä on tehtävä. Kohderyhmä: Palveluntarjoajat ja sukellusryhmät
6. **Kohdekohtaiset pelastus- ja hätätilanneharjoitukset:** Sen lisäksi, että sukeltajat käyvät yleisen luola- ja kaivossukelluskoulutuksen, sukelluskohteiden ylläpitäjien on tarjottava koulutusta ja harjoittelumahdollisuuksia kyseisen sukelluskohteen turvallisiin toimintatapoihin kohteelle tyypillisissä vaaratilanteissa. Koulutuksessa on käytävä läpi kyseisessä kohteessa turvallisuutta vaarantavat tekijät. Lyhyt sukelluksen aluksi annettu perehdytys ei riitä takaamaan koko ryhmän turvallisuutta. Kohderyhmä: Palveluntarjoajat
7. **Henkilökohtaisen hätätilannevalmiuden vahvistaminen:** Tukes suosittelee, että jokainen sukeltaja kiinnittää huomiota oman hätätilannevalmiutensa jatkuvaan ylläpitämiseen. Tämä osaltaan auttaisi sukeltajaa selviytymistä hankalista tilanteista ja auttamaan sukellusryhmän muita jäseniä. Sukeltajien kannattaa lisäksi aktiivisesti keskustella sukelluskohteiden turvallisuudesta kohteiden ylläpitäjien kanssa, pyytää kattava perehdytys kohteen turvallisuuskäytäntöihin ja antaa palautetta omista turvallisuushavainnoistaan sukelluksen jälkeen. Kohderyhmä: Sukeltajaliitto, palveluntarjoajat ja sukeltajat
8. **Sukellusten turvallisuussuunnittelun parantaminen:** Tukes ehdottaa, että vaativille sukelluksille laaditaan erillinen turvallisuussuunnitelma, joka käydään ryhmän kesken läpi sukellusta edeltävässä turvallisuuskeskustelussa. Siinä ryhmä yhdessä sopii, miten sukelluksen aikana kommunikoidaan, miten sukellaan yhdessä toisia huomioiden, miten viestitään pienistäkin häiriöistä ja ongelmatilanteista, miten tehdään päätökset keskeyttämisestä. Suunnitelman ja keskustelun tarkoituksena kerrata ja sopia sukellusryhmän yhteiset käytännöt ja luoda ryhmään sellainen ilmapiiri, joka mahdollistaa varhaisen puuttumisen sukelluksen turvallisuutta vaarantaviin poikkeamiin. Sukeltajien henkilökohtaisten sukellussuunnitelmien pitää olla yhdenmukaisia ryhmän yhteisen turvallisuussuunnitelman kanssa. Sukelluskohteen ylläpitäjän tai palveluntarjoajan tulee kerätä turvallisuussuunnitelmat, seurata niiden laatua ja toteutumista ja puuttua havaittuihin epäkohtiin. Kohderyhmä: Sukeltajaliitto ja palveluntarjoajat
9. **Sukellusryhmän kokoonpano ja kokemus- ja osaamisvaatimusten minimitaso:** Eri sukelluskohteissa ja sukellustapahtumia järjestävissä organisaatioissa tulisi olla nykyistä yhteneväisemmät käytännöt sille, millaisella koulutuksella, kokemuksella ja sukellustaustalla pääsee sukeltamaan vaativia sukelluksia ja mikä on sukellusryhmän minimikoko näillä sukelluksilla (esim. 50 metriä ja sitä syvemmät sukellukset). Kohderyhmä: Sukeltajaliitto ja palveluntarjoajat
10. **Sukelluksen aikaisen kommunikoinnin parantaminen:** Sukeltajien kommunikointiin sukelluksen aikana on kiinnitettävä jatkuvaa huomiota koko sukellusyhteisössä. Kommunikointia on suunniteltava, harjoiteltava ja ohjattava nykyistä paremmin, esim. määrittelemällä sukellussuunnitelmaan etapit ja sopimalla kommunikointitavoista ryhmän kesken ennen sukellusta.

Kommunikointia on jatkuvasti myös harjoitettava ja siitä on annettava palautetta. Kohderyhmä: Palveluntarjoajat ja sukeltajat

11. **Sukellusreittien ja poistumisteiden merkinnät:** Sukelluskohteiden ylläpitäjien tulee yhdessä Sukellusliiton kanssa laatia yhteiset käytännöt ja ohjeet sukellusreittien opasteiden ja merkintöjen parantamiseksi ja erityisesti poistumisteiden merkitsemiseksi. Kohderyhmä: Sukeltajaliitto ja palveluntarjoajat
12. **Vaaratilanteiden ja onnettomuuksien juurisyiden selvittäminen:** Sukellusonnettomuuksista laadittavien onnettomuusraporttien tulee nykyistä paremmin ottaa huomioon teknisten ja inhimillisten tekijöiden lisäksi myös organisatoriset, toiminnalliset ja kulttuuriset onnettomuuksiin johtaneet ja myötävaikuttaneet tekijät. Niihin vaikuttamalla voidaan vaikuttaa kaikkien tulevien sukellusten turvallisuuteen. Lisäksi Tukes kannustaa jatkamaan tiedon jakamista onnettomuuksien syytekijöistä ja onnettomuuksien tuottamista turvallisuusopeista. Tukes muistuttaa lisäksi, että palveluina toteutetuissa sukellustapahtumissa tapahtuneista vakavista sukellusonnettomuuksista ja lähläpiti -tilanteista pitää tehdä kuluttajaturvallisuuslain mukainen ilmoitus Tukeksiin esim. [sähköisellä ilmoituslomakkeella](#). Kohderyhmä: Sukeltajaliitto ja palveluntarjoajat

Liite 1: Kooste Tukesille ilmoitetuista vaaratilanteista

Päiväys	Kuvaus	Tukesin toimenpiteet	Huomioita
20.1.2017	Ulkopuolisen tekemä ilmoitus Montolan kaivoksen vaarallisista sukelluksista. Ilmoituksessa epäillään turvaorganisaation toimivuutta (esim. hapenantalaitteiden ja turvasukeltajien puute). Tapahtumajärjestäjä voi itse olla sukeltamassa ja tilannetta valvoo ulkopuolinen henkilö.	Ilmoitus johti osaltaan Montolaan elokuussa 2017 tehtyyn tarkastuskäyntiin ja tapaamiseen sukelluskouluttajien ja Sukeltajaliiton kanssa. Tapaus päätettiin tarkastuskertomuksella	Ilmoitus ei liity mihinkään tiettyyn onnettomuuteen tai vaaratilanteeseen.
29.4.2017	Sukeltaja sai nousun aikana sukeltajantaudin oireita. Ensihoito toimitti uhrin jatkohoitoon Turun Yliopistolliseen sairaalaan. Kerrotun mukaan sukelluksessa ei havaittu selkeää sukeltajan virhettä: nousu tapahtui oikein, mutta sukeltajantauti iski tästä huolimatta	Tapaus johti osaltaan Montolaan elokuussa 2017 tehtyyn tarkastuskäyntiin ja tapaamiseen sukelluskouluttajien ja Sukeltajaliiton kanssa. Tapaus päätettiin tarkastuskertomuksella	Tapaus löydettiin mediasta
4.2.2018	Sukeltajalla oli ongelma sukelluslaitteiston kanssa, syynä laitteistoon päässyt kosteus. Sukeltaja sai tilanteen kuitenkin haltuun omalla toiminnallaan.	Tapaus päätettiin päättökirjeellä, jossa annettiin ohjeita onnettomuuskirjanpidon jatkamiseksi ja turvallisuustiedon jakamiseksi.	Tieto tuli Tukesiin noin vuoden myöhässä, Montolan vuosiyhteenvedon mukana.
9.12.2018	Sukeltajalla oli suljetun kierron laitteet käytössä ja ilmeisesti hiilidioksidin poistossa oli ollut puutteita. Ilmeisesti suodatusaineet käytetty loppuun.	Tapaus päätettiin päättökirjeellä, jossa annettiin ohjeita onnettomuuskirjanpidon jatkamiseksi ja turvallisuustiedon jakamiseksi.	Tieto tuli Tukesiin noin vuoden myöhässä, Montolan vuosiyhteenvedon mukana.
25.11.2018	Sukeltajalle ilmeni sukeltajantaudin oireita 5-10 min sukelluksen jälkeen, oireita esiintyi oikeassa olkapäässä. 2 sukellusta kesti yhteensä noin 160 min. Sukeltaja hakeutui vielä samana päivänä jatkohoitoon.	Tapaus kirjattu tiedoksi ja päätetty päättökirjeellä, jossa ohjataan palveluntarjoajaa arvioimaan tapausta vielä tarkemmin. Tapaus ei aiheuttanut Tukesissa jatkotoimenpiteitä	Tieto onnettomuudesta tuli Montolasta täydennyksenä vuoden 2018 onnettomuusyhteenvedon.
31.10.2019	Sukeltaja sai sukeltajantaudin oireita sukelluksen jälkeen pukutilassa. Sukeltaja toimitettiin jatkohoitoon (paineammio). Sukellus oli sujunut suunnitelman mukaisesti ja sukeltajien pätevyys oli kunnioitettu. Selvää syytä taudille ei osattu sanoa ilmoitushetkellä.	Tapaus on kirjattu tiedoksi.	Montola oli tässä yhteydessä luvannut toimittaa yhteenvedon toiminnastaan ja turvallisuustilanteestaan vuodelta 2019
31.5.2020	Sukeltajalle tuli sukeltajantaudin oireita, vaikka sukellus meni hyvin, ja sukeltajan olotila hyvä. Sukeltaja toimitettiin painekammioon Turkuun, mutta oireet saatiin hoidettua pääosin omatoimisesti.	Tapaus on kirjattu tiedoksi.	
9.1.2021	Sukeltajalla oli ongelmia omien laitteiden kanssa. Hänen suljetun kierron laitteessa ADV ei antanut kaasua alaspäin mennessä riittävästi ja hän joutui imemään kaasua. Sukelluksen lopussa ja sen jälkeen hengittäminen kävi raskaaksi ja alkoi rohisemaan. Muutaman tunnin levon jälkeen hän päätti hakea sairaalahoitoa. Keuhkoissa todettiin olevan pieniä repeämiä ja diagnoosi oli muu keuhkojen painevamma.	Tapaus on kirjattu tiedoksi.	

Liite 2. Montolan kaivossukellusonnettomuuden Accimap-kuvaaja

