

BARENTS TOUR FOR GEOTOURISTS GEOMATKAILIJAN BARENTSIN KIERROS БАРЕНЦ ТУР ДЛЯ ГЕОТУРИСТОВ RUNDTUR I BARENTS FOR GEOTURISTEN

Peter Johansson, Laura S. Lauri and Yury L. Voytekhovsky



BARENTS TOUR FOR GEOTOURISTS

GEOMATKAILIJAN BARENTSIN KIERROS

БАРЕНЦ ТУР ДЛЯ ГЕОТУРИСТОВ

**RUNDTUR I BARENTS FOR
GEOTURISTEN**

BARENTS TOUR FOR GEOTOURISTS

Text and figures: Peter Johansson, Laura S. Lauri and Yury L. Voytekhovskiy
Geological Survey of Finland and
Geological Institute of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences
ABC heritage Project. The production of this book is financed by EU Kolarctic ENPI CBC.

GEOMATKAILIJAN BARENTSIN KIERROS

Teksti ja valokuvat: Peter Johansson, Laura S. Lauri ja Yury L. Voytekhovskiy
Geologian tutkimuskeskus ja
Venäjän tiedeakatemia, Kuolan tiedekeskuksen Geologian instituutti
ABC heritage projekti. Tämä kirja on valmistunut EU:n Kolarctic ENPI CBC rahoituksella.

БАРЕНЦ ТУР ДЛЯ ГЕОТУРИСТОВ

Текст и фото: Петер Йоханссон, Лаура С. Лаури и Юрий Л. Войтеховский
Геологическая служба Финляндии и Геологический институт Кольского научного центра
Российской академии наук
Проект «ABC heritage». Книга опубликована при финансовой поддержке Программы ЕС
Коларктик ENPI CBC.

RUNDTUR I BARENTS FOR GEOTURISTEN

Tekst og fotografier: Peter Johansson, Laura S. Lauri og Jurij L. Voytekhovskiy
Geologiska Forskningscentralen i Finland og
Den Russiske vitenskapsakademiets Geologiske Institutt på Kola Vitenskapssenter
ABC heritage Project. Denne boka er produsert med EUs Kolarctic ENPI CBC finansiering.

Descriptions of the localities in Finland and Norway, Suomen ja Norjan kohteiden kuvaukset,
Beskrivelse av geologiske lokaliteter i Finland og Norge: Peter Johansson & Laura S. Lauri
Описание объектов в Финляндии и Норвегии: Петер Йоханссон и Лаура С. Лаури

Descriptions of the localities in Russia, Venäjän kohteiden kuvaukset,
beskrivelse av lokaliteter i Russland: Yury L. Voytekhovskiy
Описание объектов в России: Юрий Л. Войтеховский

Russian translation, venäjänkielinen käännös, oversettelse til russisk:

Tamara A. Miroshnichenko

Перевод на русский язык:

Тамара А. Мирошниченко

English translation, englanninkielinen käännös, oversettelse til engelsk:

Peter Johansson, Laura S. Lauri & Tamara A. Miroshnichenko

Перевод на английский язык:

Петер Йоханссон, Лаура С. Лаури и Тамара А. Мирошниченко

Finnish Translation, suomenkielinen käännös:

Peter Johansson & Laura S. Lauri

Перевод на финский язык:

Петер Йоханссон и Лаура С. Лаури

Norwegian translation, norjankielinen käännös, oversettelse til norsk:

Tellervo Laine

Перевод на норвежский язык:

Теллерво Лайне

English language consultant, englannin kielen tarkastus, språksjekk av engelsk.

AAC Global Oy

Перевод на английский язык:

АО ААС Глобал

Publisher:

Geological Survey of Finland and Geological Institute of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences. <http://www.gtk.fi>, <http://geoksc.apatity.ru>

Julkaisija:

Geologian tutkimuskeskus ja Venäjän Tiedeakatemian Kuolan Tiedekeskuksen Geologian Instituutti. <http://www.gtk.fi>, <http://geoksc.apatity.ru>

Издатель:

Геологическая служба Финляндии и Геологический институт Кольского научного центра Российской академии наук. <http://www.gtk.fi>, <http://geoksc.apatity.ru>

Utgitt av:

Geologiska Forskningscentralen i Finland og Det geologiske instituttet ved Russland Vitenskapsakademis Kola Vitenskapssenter. 2014. <http://www.gtk.fi>, <http://geoksc.apatity.ru>

Front cover photo: Tor formations on the top of Pyhä-Nattanen

Kansikuva: Tor-muodostuma Pyhä-Nattasen laella

Фото на обложке: Торы на вершине Пюха-Наттанен

Omslagsfoto: Tor-formasjon på toppen av fjellet Pyhä-Nattanen

Printed in, painopaikka, trykk: Grano Oy 2014

Отпечатано в: АО “Грано” 2014

Rovaniemi, Finland 2014

Рованиemi, Финляндия 2014

Contents - Sisälllys - Содержание - Innhold

PREFACE	11
ESIPUHE	11
ВВЕДЕНИЕ	12
FORORD	13
1 Potholes at Aholanvaara	14
1 Aholanvaaran hiidenkirnut	15
1 Котловины Ахоланваары	16
1 Jettegrytene i Aholanvaara	16
2 Oulanka Canyon	17
2 Oulangan kanjoni	17
2 Каньон Оуланка	18
2 Oulanka-canyon	18
3 Ancient shoreline at Puii-Matovaara	20
3 Puii-Matovaaran muinaisrannat	21
3 Древняя береговая линия в Пуу-Матоваара	21
3 Gamle strandvoller i Puii-Matovaara	22
4 Aatsinginhauta dolomite cliff and diabase dike	23
4 Aatsinginhaudan dolomiittikallio ja diabaasiuoni	23
4 Долomitовый утёс Аатсингинхаута и диабазовая дайка	23
4 Dolomittberget og diabasgangen ved Aatsinginhauta	24
5 Isokuru Canyon and the Pond of Pyhäkasteenlampi	24
5 Isokuru ja Pyhäkasteenlampi	26
5 Каньон Исокуру и озеро Пюхянкастеенлампи	27
5 Isokuru og Pyhäkasteenlampi	28
6 Luosto amethyst mine	29
6 Luoston ametistikaivos	29
6 Аметистовое месторождение Луосто	30
6 Luosto ametystgruve	30
7 Ilmakkaara – aara mire from northern Finland	31
7 Ilmakkaara – pohjoissuomalainen aarasuo	32
7 Аара-болото Илмаккааара в Северной Финляндии	32
7 Ilmakkaara – en nordfinsk aaratur	33
8 Tors at Pyhä-Nattanen	34
8 Pyhä-Nattasen tor-tuodostumat	35
8 Торы Пюхя-Наттанен	36
8 Tor-formasjoner på Pyhä-Nattanen	38
9 Gold Prospector Museum and geological nature trail at Tankavaara	39
9 Tankavaaran Kultamuseo ja geologinen luontopolku	39
9 Музей золотоискателя и геологическая природная тропа в Танкаваара	40
9 Tankavaara Gullmuseum og geologiske natursti	42

10 Spillways of the Kiilorpää Ice Lake	42
10 Kiilorpään jääjärven lasku-uomat	43
10 Водосливы ледникового озера Килопяя	44
10 Bresjøavlør i Kiilorpää	46
11 The Golden Route of Laanila and old mine shafts	47
11 Laanilan kultareitti ja kuilukaivokset	49
11 Золотой Маршрут Лаанила и старые шахты	49
11 Gullstien og gruvesjaktene i Laanila	50
12 Gold prospecting area of Ivalojoiki River Valley	50
12 Ivalojokilaakson kullankaivualue	52
12 Золоторазведочный район долины реки Ивалойоки	53
12 Gullutvinningsområdet i Ivaloelvdalen	55
13 The Bear's Den Rock, The biggest tafone or honeycomb weathering formation in Finland	56
13 Karhunpesäkivi, Suomen suurin tafoni-rapautuma	57
13 Скала «Медвежья Берлога», крупнейшие в Финляндии тафони, или формы выветривания с сотовой структурой	57
13 Bjørnehisteinen, Finlands største tafon-forvitring	58
14 Esker, dunes and hummocky moraines at Sevettijärvi	58
14 Sevettijärven harju, dyunit ja kumpimoreenit	59
14 Эскеры, дюны и бугристые морены Севеттиярви	60
14 Eskere, dyner og haugete morener i Sevettijärvi	60
15 Bigganjarga diamictite	61
15 Bigganjargan diamiktiitti	61
15 Диамиктит Бигганярга	62
15 Bigganjarga diamiktitt	63
16 Delta and raised shorelines at Brannsletta	64
16 Brannslettan delta ja muinaisrannat	64
16 Дельта и намывные береговые линии Браньшлетте	66
16 Delta og gamle strandlinjer på Brannsletta	66
17 Palsas at Øvre Neiden and Færdesmyra	67
17 Øvre Neidenin ja Færdesmyran palsasuot	68
17 Палсы в Эвре Нейден и Фёрдесмира	68
17 Palsmyrer i Øvre Neiden og Færdesmyra	70
18 Conglomerate at Brattli	70
18 Brattlin konglomeraatti	71
18 Конгломераты в Браттли	72
18 Konglomeratet i Brattli	72
19 Pechenga area	72
19 Petsamon alue	73
19 Печенгский район	74
19 Petsjenga-området	76

20 <i>Mt. Generalskaya</i>	78
20 <i>Generalskaya-vuori</i>	78
20 <i>Гора Генеральская</i>	79
20 <i>Generalskaya-fjellet</i>	80
21 <i>Nyasyukka dykes</i>	80
21 <i>Nyasyukka-juonet</i>	81
21 <i>Нясюккские дайки</i>	82
21 <i>Nyasyukka-ganger</i>	82
22 <i>Ura-Guba</i>	82
22 <i>Ura-Guba</i>	83
22 <i>Ура-зуба</i>	84
22 <i>Ura-Guba</i>	84
23 <i>Lovozero</i>	85
23 <i>Luujärvi (Lovozero)</i>	86
23 <i>Ловозеро</i>	87
23 <i>Lovozero</i>	88
24 <i>Monchegorsk area Nittis-Kumuzhya-Travyanaya</i>	89
24 <i>Monchegorskin alue Nittis-Kumuzhya-Travyanaya</i>	90
24 <i>Мончегорский Район Ниттис-Кумужья-Травяная</i>	93
24 <i>Monchegorsk-området Nittis-Kumuzhya-Travyanaya</i>	95
25 <i>Khibiny</i>	97
25 <i>Hiipinätunturit</i>	98
25 <i>Хибиньы</i>	100
25 <i>Khibinyfjellene</i>	100
26 <i>Tersky Coast</i>	103
26 <i>Turjan rannikko</i>	105
26 <i>Терский берег</i>	108
26 <i>Terskij-kysten</i>	110
REFERENCES – KIRJALLISUUTTA – LITTERATUR	115
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	117

PREFACE

Barents Tour for Geotourists is the first guidebook about the nature, landscape history and geological sights of northern Fennoscandia for tourists and hikers. The area includes northern Norway and Finland and north-western Russia. The book is based on information collected in 2012–2014 as part of an inventory of interesting bedrock and Quaternary geological localities: rare rock types and minerals, potholes, gorges, eskers, raised beaches and palsa mires. The route comprises 26 localities of which 14 are located in Finland, 4 in Norway and 8 in the Kola Peninsula, Russia. The localities are situated along a circular route that traverses northern Finland from Salla to Näätämö, continues to the Sør-Varanger area in Norway and from there to Petchenga, Khibiny and Kandalaksha in Kola. The tour may be started from any of the localities and choose either a part or the whole route, which takes ca. one week to go through (Fig. 1).

The work was carried out within the Arctic Biological, Cultural and Geological Heritage (ABC Gheritage) project funded by the Kolarctic ENPI CBC programme of the European Union. The purpose of the project is to preserve and protect the biological, cultural and geological heritage of northern regions. The book was written by researchers of the Geological Survey of Finland and the Geological Institute of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences. In addition to geological information on the sites, it features directions and information on local tourism services in four languages: English, Finnish, Russian and Norwegian. The geological information is complemented by numerous illustrations.

The purpose of the book is to increase and develop cross-border nature tourism and present geological development, fascinating shapes of landscape, rock types and valuable mineral deposits as new tourist attractions. The book also aims to increase awareness of local regions and geological sights among schoolchildren, students, local people and nature tourism business owners. In addition, it promotes the consistent long-term development of the tourism business in the Barents region.

Barents Tour for Geotourists is also available in electronic format on the websites of Metsähallitus, the Geological Survey of Finland and the Geological Institute.

ESIPUHE

Geatkailijan Barentsin kierros-kirja on ensimmäinen matkailijoille ja retkeilijöille laadittu Fennoskandian pohjoisosan luonnosta, maiseman kehityksestä ja geologisista luontonähtävyyksistä kertova opaskirja. Alueeseen kuuluvat Norjan ja Suomen pohjoisosat sekä Luoteis-Venäjä. Kirja on syntynyt vuosina 2012–2014 toteutetun tiedonkeruun tuloksena, jolloin inventoitiin geologisesti mielenkiintoisia kallio- ja maaperäkohteita: harvinaisia kivilajeja ja mineraaleja, hiidenkirnuja, kuruja, harjuja, muinaisrantoja sekä pallasoita. Kierrokseen kuuluu kaikkiaan 26 geologista kohdetta tai kohdealuetta, joista 14 sijaitsee Suomessa, 4 Norjassa ja 8 Venäjällä Kuolan niemimaalla. Kohteet sijaitsevat Sallasta Keski- ja Pohjois-Lapin kautta Norjan Etelä-Varankiin ja sieltä Kuolan niemimaalle Petsamoon, Hiipinään ja Kantalahteen kiertävän rengasreitin varrella ja sen läheisyydessä. Reitin voi aloittaa miltei miltä kohteelta tahansa. Sen voi kiertää kokonaan tai osaksi. Koko kierrokseen kannattaa varata aikaa noin viikko (kuva 1).

Työ toteutettiin osana Euroopan Unionin Kolarctic ENPI CBC -ohjelman rahoittamaa ABC Gheritage-hanketta (=Arctic Biological, Cultural and Geological heritage). Sen tehtävänä on säilyttää pohjoisten alueiden biologista, kulttuurihistoriallista ja geologista perintöä ja suojella niitä. Kirjan ovat kirjoittaneet yhteistyönä Geologian tutkimuskeskuksen ja Kuolan tiedekeskuksen alaisen Geologian Instituutin tutkijat. Opaskirjassa on kuvattu kohteiden geologiset tiedot sekä niiden kulkuyhteydet ja matkailupalvelut neljällä kielellä, englanniksi, suomeksi, venäjäksi ja norjaksi. Kirjoitusta täydentää runsas kuvitus.

Kirjan tavoitteena on lisätä ja kehittää rajoja ylittävää luontomatkailua ja nostaa geologinen kehitys ja sen tuloksena syntyneet mielenkiintoiset maiseman muodot, kivilajit ja arvokkaat mineraaliesiintymät uusiksi matkakohteiksi. Tavoitteena on lisätä myös koululaisten, opiskelijoiden, paikallisten ihmisten sekä luontomatkailuyrittäjien tietämystä alueen geologisista nähtävyyksistä ja kotiseudusta. Lisäksi edistetään pitkäjänteistä ja jatkuvaa kehittämistyötä Barentsin alueen matkailuelinkeinojen hyväksi.

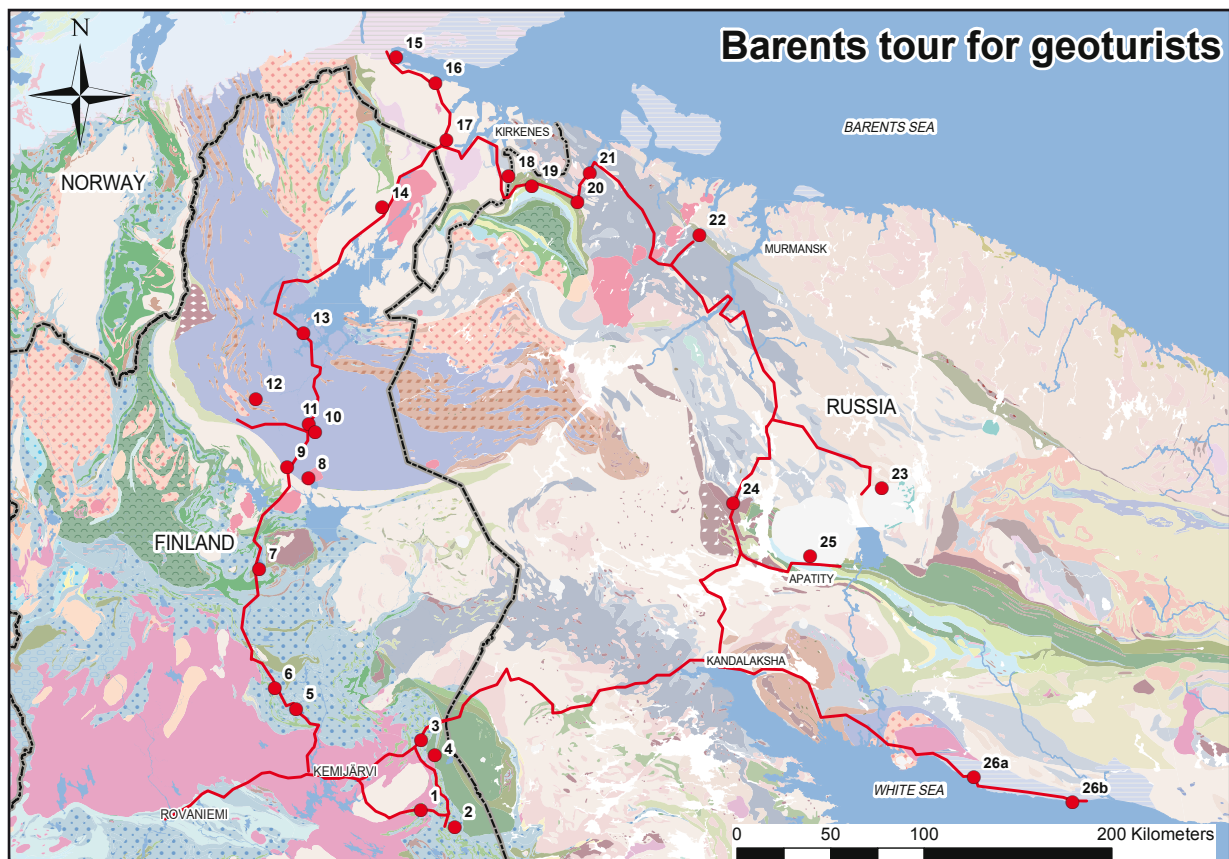


Fig. 1. Map of the circular route of the Barents tour for geotourists and geological localities, Kuva 1. Kartta, jossa on kuvattuna geomatkailijan Barentsin kierros sekä sen geologiset kohteet, Рис. 1. Карта кругового маршрута и геологических объектов Баренц тура для геотуристов, Figur 1. Kart over rundtur i Barents for geoturisten og de geologiske lokalitetene (Map kartta kartta: Koistinen et al. 2001)

ВВЕДЕНИЕ

Баренц тур для геотуристов – это первый путеводитель о природе, истории ландшафта и геологических достопримечательностях северной Фенноскандии для туристов и путешественников. Эта область охватывает север Норвегии и Финляндии, а также северо-запад России. В основе книги лежит собранная в 2012-2014 гг. информация, представляющая собой часть описи интересных коренных подстилающих пород и геологических объектов четвертичного периода: редкие типы пород и минералов, котловины, эскеры, намывные береговые террасы и бугристые болота. Маршрут включает 26 объектов, из которых 14 находятся в Финляндии, 4 – в Норвегии и 8 – на Кольском п-ове, Россия. Объекты расположены по ходу кругового маршрута, который пролегает через северную Финляндию от Саллы до Нянтямё, продолжается на территории Киркенеса в Норвегии, а затем на Кольском п-ове на Печенге, в Хибинах и Кандадакше. Маршрут можно начать от любого объекта и пройти либо его часть, либо целиком, что займёт приблизительно одну неделю (рис. 1).

Работа проделана в рамках проекта «Arctic Biological, Cultural and Geological Heritage» (ABCgHeritage), финансируемого программой Европейского Союза «Kolarctic ENPI CBC». Цель проекта – сохранить и защитить биологическое, культурное и геологическое наследие северных регионов. Книга составлена исследователями Геологической службы Финляндии и Геологического института Кольского научного центра Российской академии наук. В дополнение к геологическим данным об объектах, в ней содержатся инструкции и информация о местных туристических услу-

гах на четырёх языках: английском, финском, русском и норвежском. Геологическая информация сопровождается многочисленными иллюстрациями.

Цель данной книги – усиление и развитие приграничного природного туризма и презентация геологической эволюции, потрясающих форм рельефа, типов пород и ценных месторождений полезных ископаемых в качестве новых туристических достопримечательностей. Книга также нацелена на повышение осведомлённости об освещаемых регионах у школьников, студентов, местного населения и владельцев туристического бизнеса. Помимо этого, она способствует долгосрочному развитию туристического бизнеса в Баренц-регионе.

Баренц тур для геотуристов также доступен в электронной версии на веб-сайтах Службы природоохранных услуг Метсахаллитус, Геологической службы Финляндии и Геологического института Кольского научного центра РАН.

FORORD

Geoturistens rundreise i Barents er den første guideboka for turister og vandrere om naturen, landskapsutviklingen og geologiske naturseverdigheter i Fennoskandias nordlige deler. Området omfatter nordlige deler av Norge og Finland samt Nordvest-Russland. Boka er laget som resultat av en datainnsamling i årene 2012–2014, da man registrerte geologisk interessante berggrunn- og løsmasselokalteter: sjeldne bergarter og mineraler, jettegryter, juv, eskere, strandvoller og palsmyrer. Runden består av til sammen 26 geologiske lokaliteter eller lokalitetsområder; 14 av dem ligger i Finland, 4 i Norge og 8 på Kolahalvøya i Russland. Lokalitetene finnes langs eller i nærheten av en rundreiserute fra Salla, via Midt- og Nord-Lappland til Sør-Varanger i Norge og videre til Petsjenga, Khibiny og Kandalaksja på Kolahalvøya. Man kan starte rundreisen fra hvilken som helst av lokalitetene. Man kan ta hele runden eller bare en del av den. For å ta en hel runde, bør man ha til rådighet rundt en ukes tid (figur 1).

Arbeidet ble gjennomført som en del av prosjektet ABCGheritage (=Arctic Biological, Cultural and Geological heritage), som ble finansiert av den Europeiske Unions Kolarctic ENPI CBC-programmet. Hensikten med prosjektet er å bevare nordområdenes biologiske, kulturhistoriske og geologiske arv og verne den. Boka er skrevet i samarbeid mellom forskere ved det finske Geologiska Forskningscentralen og det Geologiske Instituttet under Kola Vitenskapssenter. Guideboka beskriver geologiske data om lokalitetene samt veien dit og servicemulighetene på fire språk, engelsk, finsk, russisk og norsk. Et rikelig bildemateriale kompletterer teksten.

Formålet med boka er å øke og utvikle grenseoverskridende naturturisme og å løfte den geologiske utviklingen og resultat etene av den i form av interessante landskapsformer, bergarter og verdifulle mineralforekomster, til nye reiselivsmål. Målet er å øke også skoleelevers, studenters og lokalbefolkningens samt naturturismebedrifters kunnskaper om sitt områdes geologiske severdigheter og sitt hjemsted. Dessuten fremmer man et langsiktig og varig utviklingsarbeid til gagn for turistnæringen i Barentsregionen.

Geoturistens rundreise i Barents er også publisert i en elektronisk versjon. Den kan leses og lastes ned på nettsidene til Skogsstyrelsen (Metsähallitus), Geologiska forskningscentralen og Geologisk Institutt.

1 Potholes at Aholanvaara

South of the Aholanvaara village in Salla, on the slope of the Kalliovaara hill, there are four potholes carved in the bedrock. The potholes were formed some 11,000 years ago in the marginal zone of the melting continental ice sheet. Strong eddies were generated in the meltwater conduit under the ice sheet. The boulders carried by the current started to spin with the eddy and drilled down into the bedrock below, forming smooth-walled pits called potholes. The potholes at Aholanvaara and the bedrock outcrops washed by glacial meltwaters on the Kalliovaara hill belong to a great glacial river system, which crosses eastern Lapland. Esker ridges of this meltwater system can be found from Kemijärvi through Aholanvaara to Oulanka and Russia.

The pothole “Juomapata” or “Drinking pot,” is the largest in Finland measured by the volume and the inner diameter (Fig. 2). It is also one of the largest known potholes in the whole world. Juomapata is nowadays partly filled with water. It is slightly oval in shape and varies in diameter between 13 m and 15.5 m and is approximately 9.5 m in depth. The bottom is covered with stones

and boulders, so that the exact depth of the pothole could not be measured. The researchers at the Geological Survey of Finland estimated in 1996 that the original depth might be 13 m. The smaller potholes vary in diameter from 5 m to 12 m (Fig. 3). The potholes occur in an area with beautiful panoramic views, robust cliffs and cliff formations and deep ravines in between. The local inhabitants knew the location of the potholes for decades before they were made known to the public. The preliminary research was carried out by Veikko Okko, professor in geology in the 1960's. Somewhat to the east of the potholes there is an old dancing place of the Aholanvaara villagers, an open field in the woods where they have spent the Midsummer festival.

Directions: Aholanvaara is located some 65 km by car from the municipality center of Salla. From Salla take Road nr. 950 heading south, follow it for 45 km and then turn onto Road nr. 9481. Follow it for about 24 km and turn onto a local road and follow the signposts. The local roads in the area are not in very good shape. The hiking routes are partly in good shape, partly covered with duckboards, in some places quite wet and especially when it is raining, the routes can be slippery. You can start



Fig. 2. A pothole known as Juomapata at Aholanvaara, Kuva 2. Aholanvaaran Juomapata-niminen hiidenkirnu, Рис. 2. Котловина «Юомапата» в Ахоланвааре, Figur 2. Jettegryte i Aholanvaara, kalt Drikkegryte

hiking either from Valkeasilta, the starting point of the hiking route, from where the total length of the route is app. 8 km. You can also drive a further 600 m from Valkeasilta, turn left and drive app. 2.5 km, where you can find an information table. The shorter route is app. 3.2 km long.

Services: Fireplaces you can find at the beginning of the route by Valkeasilta and in Kalliovaara, where you can also find a spring with potable water. Toilets are located near the fireplace.

1 Aholanvaaran hiidenkirnut

Sallan Aholanvaarassa, kylän eteläpuolella sijaitsevalla Kalliovaaralla on neljä hiidenkirnutta. Hiidenkirnut syntyivät noin 11 000 vuotta sitten sulavan mannerjäätikön reunavyöhykkeessä. Jäätikön pohjalla olleessa sulamisvesitunnelissa syntyi voimakkaita sulamisvesipyörteitä. Pyörteessä virran kuljettamat kivet alkoivat pyöriä ja porautuivat alla olevaan graniittiseen kallioon synnyttäen sileäseinäisiä onkaloita eli hiidenkirnuja. Aholanvaaran hiidenkirnut ja Kalliovaaran sulamisvesien huuhtomat avokalliot kuuluvat Itä-Lappia halkovaan suureen jäätikköjokisysteemiin, joka on kulkenut Kemijärveltä Aholanvaaran kautta Oulangalle ja Venäjälle.

Jäätikköjokisysteemiin liittyy myös sulamisvesien kerrostama mahtava harjujakso, johon liittyviä harjuselänteitä esiintyy mm. Kemijärven Soppelassa ja Räisälässä sekä Oulankajoen laaksossa.

Hiidenkirnuista suurinta kutsutaan Juomapadaksi. Se on tilavuudeltaan ja läpimitaltaan Suomen suurin ja kuuluu maailman suurimpien hiidenkirnujen joukkoon (kuva 2). Se on muodoltaan hieman soikea. Halkaisija vaihtelee 13 metristä 15,5 metriin. Sen syvyys on noin 9,5 metriä. Juomapata on jatkuvasti puolittain veden täyttämä. Vuonna 1996 se pumpattiin tyhjäksi tarkempia tutkimuksia varten. Pohjalla oli useiden metrien kerros kalliosta irronneita lohkarkeitä ja kiviä. Kirnun tarkkaa syvyyttä ei tiedetä, mutta sen arvioidaan olevan noin 13 metriä. Pienempien hiidenkirnujen halkaisijat vaihtelevat viiden ja kahdentoista metrin välillä (kuva 3). Ne ovat moreenin ja turpeen peitossa, joten niiden syvyydestä ei ole tietoja. Alueella on jylhiä kallioseinämiä ja syviä rotkoja. Kalliovaaran laelta on hyvä näköala pohjoiseen, Aholanvaaran kylään. Hiidenkirnut ovat olleet paikallisten asukkaiden tiedossa useita vuosikymmeniä. Geologien tietoon ne tulivat 1960-luvulla professori Veikko Okon käydessä paikalla. Hiidenkirnuista hieman itään on Aholanvaaran kylän vanha tanssipaiikka, jossa on muinoin



Fig. 3. A smaller pothole filled with till and peat, Kuva 3. Pieni moreenin ja turpeen täyttämä hiidenkirnu, Рис. 3. Малая котловина, заполненная валунной глиной и торфом, Figur 3. En liten jettegrytte fylt med morene og torv

vietetty mm. juhannusjuhlia.

Kulkuhyteydet: Aholanvaara sijaitsee 65 km päässä Sallan keskustasta. Sallasta ajetaan tietä nro 950 etelään 45 km, ja käännetään oikealle tielle nro 9481. Noin 24 km:n jälkeen käännetään jälleen vasemmalle paikallistielle, josta on opasteet hiidenkirnuille. Alueen tiet ovat heikkokuntoisia metsäautoteitä. Loppumatka kävellen kohteelle on hyväkuntoista retkeilypolkua, joka on osittain pitkospuuta. Kävelyn voi aloittaa Valkeasillalta, jossa on polun alkupää. Silloin kävelyreitit kokonaispituus on noin 8 km. Kävelyn voi aloittaa myös pysäköintipaikalta, joka on Valkeasillalta 3 km eteenpäin. Tämä kävelyreitti on 3,2 km pitkä.

Palvelut: Valkeasillan luona ja Kalliovaarassa on kotia ja tulipaikkoja. Kalliovaaran kodan lähellä on juomakelpoinen lähde.

1 Котловины Ахоланваары

Южнее деревни Ахоланваара в Салле, на склоне холма Каллиоваара находятся четыре котловины, врезающиеся в коренную породу. Они образовались около 11000 лет назад в краевой зоне тающего континентального ледникового щита. Потоки талой воды под щитом образовывали сильные водовороты. Принесённые течением валуны подхватывал водоворот и уносил вниз к подстилающей коренной породе, образуя ямы с гладкими стенками, названные котловинами. Котловины Ахоланваары и обнажения коренных пород, вымытых ледниковыми талыми водами с холма Коллиоваара, относятся к крупной системе ледниковых рек, проходящей через восточную Лапландию. Эскерный водораздел этой системы талых вод можно проследить от Кемиярви через Ахоланваара до Оуланки и России.

«Юомапата», или «Питьевой резервуар» - крупнейшая в Финляндии котловина по объёму и внутреннему диаметру (рис. 2). Она также одна из крупнейших во всём мире. В настоящее время Юомапата частично заполнена водой. У неё удлинённая форма, диаметр варьирует в пределах 13-15,5 м, глубина составляет около 9,5 м. Дно устилают камни и валуны, поэтому оценить точную глубину котловины не представляется возможным. В 1996 г. исследователи Геологической службы Финляндии установили, что исходная глубина могла составлять 13 м. Диаметр меньших по размеру котловин

варьирует от 5 до 12 м (рис. 3). Котловины расположены в области с красивыми панорамными видами, суровыми скалами и скальными формациями с разделяющими их глубокими ущельями. Местные жители узнали о местонахождении котловин за несколько десятков лет до того, как они стали широко известны. Первые исследования были проведены профессором геологии Вейкко Окко в 1960-х. Немного восточнее котловин находится древнее место для танцев жителей деревни Ахоланваара – открытая площадка среди леса, где они проводили фестиваль Середины лета.

Инструкции: До Ахоланваары можно добраться на машине, проехав около 65 км от муниципального центра Салла. От Саллы двигайтесь по трассе № 950 на юг 45 км, затем сверните на трассу № 9481. Двигайтесь по ней около 24 км, затем сверните налево на дорогу местного значения и следуйте указателям. Состояние дорог местного значения в этой области недостаточно хорошее. Маршруты для пешеходов частично в хорошем состоянии, местами покрыты отсыревающим деревянным тротуаром, и на них легко поскользнуться, особенно в дождливую погоду. Пеший маршрут можно начать от его отправной точки в Валкеасилта, его общая протяжённость составляет 8 км. Также вы можете отъехать от Валкеасилты 600 м, свернуть налево и проехать 2,5 км до информационного щита. Протяжённость короткого маршрута – примерно 3,2 км.

Услуги: Места для разведения костров вы можете обнаружить в начале маршрута, недалеко от Валкеасилты, и в Каллиовааре, где вы также найдёте источник с питьевой водой. Рядом с местами для разведения костров расположены туалеты.

1 Jettegrytene i Aholanvaara

I Kalliovaara, sør for bygda Aholanvaara i Salla, fins fire jettegryter. Jettegrytene oppsto for ca. 11 000 år siden i kantsonen av den smeltende fastlandsisen. I smeltevannstunnelen i bunnen av isen oppsto det en kraftig turbulens i smeltevannet. I virvelen begynte steinene som strømmen transporterte, rotere og bore seg inn i granittfjellet under seg og lage fordypninger med glatte sidevegger, dvs. jettegryter. Jettegrytene i Aholanvaara og blotningene i Kalliovaara, spylt av smeltevannet, hører til det store breelvsystemet som går tvers gjennom Øst-Lappland fra Kemijärvi via Aholanvaara til Oulanka

og Russland. Også den mektige rekken av eskere avsatt av smeltevannet, har sammenheng med breelvsystemet. Eskere som hører til dem, forekommer bl.a. i Soppela og Räisälä i Kemijärvi samt i Oulankaeldalen.

Den største av jettegrytene kalles for Juomapata – Drikkegryta. Av volum og diameter er den den største i Finland og hører blant de største jettegrytene i verden (figur 2). Formen er litt oval. Diameteren varierer fra 13 til 15,5 meter. Drikkegryta er hele tiden halvveis fylt med vann. I 1996 ble den pumpet tom for nærmere undersøkelser. På bunnen var det et flere meter tykt lag av blokker og stein som hadde løsnet av berget. Den nøyaktige dybden av jettegryta er ikke kjent, men den estimeres for å være omtrent 13 meter. Diameteren til de mindre jettegrytene varierer mellom fem og tolv meter (figur 3). De er fylt med morene og torv, så dybden vet man ikke. Området har bratte fjellvegger og dype juv. Fra toppen av Kalliovaara er det en fin utsikt mot nord, til bygda Aholanvaara. Lokalbefolkningen har visst om jettegrytene i mange tiår. Geologene fikk vite om dem på 1960-tallet, da professor Veikko Okko besøkte stedet. Litt øst for jettegrytene ligger Aholanvaaras gamle danseplass, hvor man før i tiden bl.a. feiret sankthans.

Veibeskrivelse: Aholanvaara ligger 65 km fra Salla sentrum. Fra Salla kjører man 45 km sørover langs vei 950 og tar av på vei 9481. Etter ca. 24 km tar man av til venstre på en lokalvei som er skiltet til jettegrytene. Veiene i området er dårlige skogsbilveier. Siste strekningen til lokaliteten går man til fots på en god tursti som delvis består av klopper. Fotturen kan startes enten fra Valkeasilta, hvor begynnelsen på turstien er. Da blir det alt i alt ca. 8 kilometer å gå. Fotturen kan også startes fra parkeringsplassen, som ligger 3 km fra Valkeasilta. Denne ruta er 3,2 km lang.

Service: Ved Valkeasilta og på Kalliovaara finnes det lavvoer og bålplasser. I nærheten av lavvoen i Kalliovaara er det en drikkevannskilde.

2 Oulanka Canyon

The landforms and species of Oulanka National Park are a versatile entity, the heart of which is formed by the deep valley of River Oulankajoki, which runs into the White Sea. The rugged Oulanka Canyon with its wild raging rapids is the most well-known sight in the northern part of the National Park (Fig. 4). In places the vertical rock faces of the canyon rise up to a height of 70 metres. Its exceptional depth can be explained by the direction of the bedrock fracture joining the continental ice

sheet's dominant path, allowing the glacier to erode the bottom of the valley and the slopes with great force. The huge flow of glacial melt water during the deglaciation eroded the valley further.

The canyon's walls largely consist of light-coloured, often reddish quartzite. The dolomite interlayers are visible as brown areas on its weathered surface. Also greenish volcanic rock and reddish grainy granite in the form of dikes can be seen along Oulanka Canyon Day-trip trail.

Rupakivi is a 6–7 metre-high stack situated in the middle of Savinajoki River. Stacks are erosional rock landforms on the shores of lakes and rivers that were formed as a result of weathering by waves and ice and which resemble mushrooms or columns.

Directions: Oulanka Canyons are located some 57 km by car from the municipality center of Salla. From Salla take Road nr. 950 heading south, follow it for 47 km and then turn left onto a local road and follow the signposts to the parking area (ten kilometers). The starting point for the Oulanka Canyon Day-trip trail is located in the parking area. On the trail you will see the gorgeous riverside scenery of the Oulanka Canyon. The total length of the trail is app. 6 km.

Services: The Savilampi open wilderness hut with fireplaces is a comfortable rest spot.

2 Oulangan kanjoni

Oulangan kansallispuisto on pinnanmuodoiltaan ja kasvilajistoltaan monipuolinen kokonaisuus, jonka sydämen muodostaa Vienanmereen laskevan Oulankajoen syväälle uurtunut laakso. Savinalammesta länteen sijoittuva jylhä Oulangan kanjoni ja sen monet kuohuvat kosket on kansallispuiston pohjoisosan tärkein nähtävyyks (kuva 4). Kanjonin pystysuorat seinämät ovat paikoin jopa 70 metriä korkeita ja sen poikkeuksellista syvyyttä selittää kallioperän murrossuunnan yhtyminen mannerjäätikön vallitsevaan virtaussuuntaan, jolloin jäätikön kulutustyö kykeni uurtamaan laakson pohjaa ja rinteitä hyvin voimakkaasti. Jäätikön kulutustyötä täydensivät jäätikön sulamisvaiheen aikana sen reunalta purkautuneet voimakkaat sulamisvesivirrat.

Kanjonin kalliuseinämät ovat valtaosin vaaleaa tai paikoin punertavaa kvartsiittia. Siinä olevat dolomiittivälikerrokset erottuvat ruskehtavina rapautumis pintoina. Oulangan kanjonin päiväreitit eli Kanjonin kurkkauksen varrelta voi löytää myös vihertävää laavakiveä sekä juonikivinä esiintyvää punertavaa ja rakeista graniittia.

Rupakivi on 6–7 meträ korkea raukki, joka sijaitsee keskellä Savinajokea. Raukit ovat vesistöjen rannoilla olevia, aallokon ja jäiden kuluttamia, sientä tai pylvästä muistuttavia kallion kulutusmuotoja.

Kulkuyhteydet: Oulangan kanjoni sijaitsee 57 km päässä Sallan keskustasta. Sallasta ajetaan tietä nro 950 etelään 47 km, ja käännytään vasemmalle paikallistielle. Se johtaa kymmenen kilometrin päässä olevalle pysäköintipaikalle, jonne on viitoitus. Oulangan kanjonin päiväreitit eli Kanjonin kurkkauksen lähtöpaikka on pysäköintipaikalla. Reitillä varrella voi nähdä Oulangan kanjonin upeat jokivarsimaisemat. Reitillä kokonaispituus on noin kuusi kilometriä.

Palvelut: Savilammen autiotupa ja sen vieressä oleva tulenteleopaikka tarjoavat mukavan taukopaikan.

2 Каньон Оуланка

В Национальном парке Оуланка, в сердце которого находится глубокая долина реки Оуланкайоки, впадающей в Белое море, представлено несметное количество форм рельефа и биологических видов. Труднопроходимый каньон Оуланка с его бурными водопадами – самая известная достопримечательность северной части Национального парка (рис. 4). Местами высота вертикальных стенок каньона достигает 70 м. Его исключительную глубину можно объяснить наличием здесь разлома, определившего основной путь ледника, с большой силой разработавшего дно и склоны долины. В ходе дегляциации мощный поток талой ледниковой воды ещё больше размыл долину.

Стенки каньона состоят в основном из светлого, часто красноватого кварцита. На его выветрелой поверхности видны коричневые прослойки доломита. Помимо этого, в ходе однодневного маршрута вдоль каньона Оуланка можно встретить зеленоватую вулканическую породу и красноватый зернистый гранит в виде субвулканических пород.

Рупакиви представляет собой 6-7-метровый столбчатый утёс, расположенный в центре реки Савинайоки. Морские столбчатые утёсы – формы рельефа размытых горных пород, напоминающие грибы или колонны на берегах озёр и рек, которые возникли в результате выветривания волнами и ледником.

Инструкции: Каньоны Оуланка расположены примерно в 57 км от муниципального цен-

тра Салла, если двигаться по автотрассе. От Саллы двигайтесь 47 км по трассе 950 к югу, затем сверните налево на дорогу местного значения и следуйте указателям до места парковки (10 км). Отправная точка однодневного маршрута по каньону Оуланка находится у парковки. По ходу маршрута вы увидите великолепный пейзаж речной полосы каньона Оуланка. Общая протяжённость тропы составляет примерно 6 км.

Услуги: Удобное место для отдыха – открытая заброшенная хижина Савилампи.

2 Oulanka-canyon

Oulanka nasjonalpark er en allsidig helhet med hensyn til topografi og plantearter. Hjertet i nasjonalparken er den dypt innskårne dalen til Oulankaelva, som renner ut i Kvitsjøen. Den mektige Oulanka-canyonen vest for Savinalampi og de mange frådende fossene i den, er den viktigste severdigheten i den nordlige delen av nasjonalparken (figur 4). De loddrette veggene i canyonen er stedvis opp til 70 meter høye. Forklaringen på den usedvanlige dybden i canyonen er at bruddretningen i berget går i ett med fastlandsisens dominerende bevegelsesretning slik at isbreens skuring klarte å skjære seg svært kraftig inn i dalbunnen og skråningene. Isbreens skuring ble supplert av de kraftige smeltevannsstrømmene som i breens smeltefase strømmet ut fra iskanten.

Bergveggene i canyonen domineres av lys eller stedvis rødlig kvartsitt. Mellomlagene av dolomitt skiller seg ut som brunaktige forvitningsflater. På en dagstur i Oulanka canyonen kalt «Kanjoni kurkkau» – en titt i canyonen – kan man også finne grønlig lavastein samt rødlige eller korne- te granittganger.

Rupakivi en 6–7 meter høy rauk midt i elva Savinajoki. Rauker er sopp- eller søylelignende bergslitasjeformer som er gravd ut av bølger og is.

Veibeskrivelse: Oulanka canyon ligger 57 km fra Salla sentrum. Fra Salla kjører man 47 km sørover på vei nr. 950, tar av til venstre på en lokalvei. Den fører til en parkeringsplass 10 km unna, den er skiltet. Parkeringsplassen er startpunktet for dagsturer i Oulanka canyon. Langs turstien får man se de praktfulle landskapene i elvedalen. Turstien er totalt ca. seks kilometer lang.

Service: Savilampi ødestue og bålplassen ved siden av den, er en koselig rasteplass.



Fig. 4. Oulanka Canyon, Kuva 4. Oulangan kanjoni, Рис. 4. Каньон Оуланка, Figur 4. Oulanka canyon

3 Ancient shoreline at Puu-Matovaara

On the slope of the Puu-Matovaara hill there is a littoral boulder belt, which is an ancient shoreline formed during the Salla Ice Lake (Fig. 5). Roundish boulders of approximately the same size form belts parallel to the slopes of the hillside. They were deposited by the waves and the force of ice, showing even now the location of the ancient shoreline. At present it is located at an altitude of 237–240 meters a.s.l. (Johansson 1995). In the last part of the Weichsel glacial period, around 10,500 years ago, extensive areas in Lapland were covered by ice lakes for centuries. The Salla Ice Lake formed when the continental ice sheet retreating towards the west dammed the melt water and prevented it from flowing to the west along the Kemijoki river valley. Salla was the largest ice lake in Eastern Lapland. It covered a large area, around 3500 km² from Yli-Suolijärvi in the northern parts of Posio to Ruuvaoja in Savukoski and to Lake Tenniö in Russia. It was three times larger than the present Lake Inari in northern Finland. The ice lakes were usually of short duration, only for a few years, but the Salla

Ice Lake has been estimated to have stayed at the same water level for over 100 years. This enabled the formation of well-developed ancient shorelines with typical landforms such as littoral boulder belts, boulder fields and rocky wave-washed zones.

The outlet of the Salla Ice Lake was in its eastern corner, at Aapajärvi, in Russia. From there the waters flowed east towards the White Sea. Later, ca 10,300 years ago, a new outlet was opened at Yli-Neitijärvi. From there waters flowed to the canyon of Korouoma, to the lake Simojärvi and to the ancient Baltic Sea. The level of the Salla Ice Lake dropped 40 m in a short time, which was quite a dramatic event during the time (Johansson 1995).

Directions: Puu-Matovaara is located 4 km from the Salla municipality center along Road 82 towards Kelloselkä. The boulder belts are a few tens of meters from the road on the southeastern side.

Services: The target has a small parking place with information on the Salla Ice Lake both in Finnish and in English.



Fig. 5. The ancient shoreline of the Salla ice lake on a hill side at Puu-Matovaara, Kuva 5. Sallan jääjärven muinaisranta Puu-Matovaaran rinteellä, Рис. 5. Древняя береговая линия ледникового озера Салла на склоне Пуу-Матоваара, Figur 5. Strandvoller etter Salla bresjø på Puu-Matovaaras fjellskråning

3 Puu-Matovaaran muinaisrannat

Puu-Matovaaran rinteellä näkyvä kivikkoinen valli on Sallan jäärven muinaisranta (kuva 5). Liki samankokoiset, pyöreähköt kivet muodostavat vaaran rinteellä rinteeseen suuntaisen horisontaalisen kivivyön, joka syntyi aallokon ja jäiden työnnon tuloksena. Valli kuvastaa muinaisen vedenpinnan tasoa, joka tällä hetkellä sijaitsee noin 237–240 metrin korkeudella nykyisen merenpinnan yläpuolella (Johansson 1995). Viimeisen jääkauden eli Veiksel-jääkauden loppuvaiheessa noin 10 500 vuotta sitten laajat alueet Itä-Lapissa jäivät jäätikön patoamien vesialtaiden peittoon. Sallan jäärvi syntyi, kun länteen perääntyvä mannerjäätikön reuna patosi sulamisvesiä Itä-Lappiin ja esti niitä virtaamasta Kemijokilaaksoa pitkin länteen. Salla oli Itä-Lapin laajin jäärvi, kooltaan 3 500 km². Se peitti kolme kertaa nykyistä Inarijärveä laajemman alueen ja ulottui laajimmillaan Posion pohjoisosasta Savukosken Ruuvaojalle ja Venäjän puolella olevalle Tenniöjärvelle asti. Lapin jäärvet olivat yleensä lyhytaikaisia ja niiden vedenpinta säilyi samalla tasolla vain muutamia vuosikymmeniä. Sallan jäärvi oli poikkeuksellisen pitkäikäinen. Sen vedenpinnan arvioidaan säilyneen lähes samalla tasolla yli sadan vuoden ajan. Tämän seurauksena sen rannoille ehti muodostua hyvin kehittyneitä rannanmerkkejä kuten kivisiä valleja, rantalohkareikkoja ja kallioisia huuhtoutumisrajoja.

Sallan jäärven lasku-uoma sijaitsi järven itäosassa, Aapajärvellä, nykyisen Venäjän puolella. Sieltä vedet virtasivat itään kohti Vienanmerta. Jäätikön reunan peräännyttyä länteen Kemijärven kohdalle noin 10 300 vuotta sitten avautui sen reunan alta uusi lasku-uoma etelään Yli-Neitijärvelle ja sieltä Korouoman ja Simojärven kautta Itämeren altaaseen. Vedenpinta laski lyhyessä ajassa yli 40 metriä (Johansson 1995). Vesipurkaus on ollut aikanaan melkoinen luonnonmullistus.

Kulkuyhteydet: *Puu-Matovaara sijaitsee noin neljän kilometrin päässä Sallan keskustasta Kelloselkään johtavan tien nro 82 varrella. Kohde sijaitsee muutaman kymmenen metrin päässä tiestä, sen kaakkoispuolella.*

Palvelut: *Tien reunassa on pieni pysäköintipaikka ja kohteen vieressä on Sallan jäärvestä kertova suomen- ja englanninkielinen opastetaulu.*

3 Древняя береговая линия в Пуу-Матоваара

На склоне холма Пуу-Матоваара расположен литоральный галечниковый пояс – древняя береговая линия, сформированная ледниковым озером Салла (рис. 5). Округлые валуны примерно одного размера образуют пояса, пролегающие параллельно склонам холма. Они возникли под действием волн и льда, демонстрируя древнюю береговую линию и по сей день. В настоящее время она проходит на высоте 237-240 м над уровнем моря (Johansson 1995). В конце вислинской ледниковой эпохи, около 10500 лет назад, на протяжении нескольких веков обширную территорию Лапландии занимали ледниковые озёра. Озеро Салла образовалось, когда отступавший на запад континентальный ледниковый щит перегородил талые воды, не дав им течь на запад вдоль долины реки Кемийоки. Озеро Салла было крупнейшим ледниковым водоёмом Восточной Лапландии. Оно занимало обширную территорию порядка 3500 км² от Ули-Суолиярви на севере Посио до Рууваойа в Савукоски и озеро Тенниё в России. Оно было в три раза больше современного озера Инари в северной Финляндии. Обычно ледниковые озёра существовали недолго, лишь несколько лет, но согласно расчётам, ледниковое озеро Салла просуществовало с неизменным уровнем воды более 100 лет. Это обусловило формирование отчётливых древних береговых линий с такими характерными формами рельефа, как литоральные галечниковые пояса, галечниковые поля и промытые волнами каменистые зоны.

Исток ледникового озера Салла находился в его восточной части, в Аапаярви, Россия. Отсюда его воды текли на восток к Белому морю. Позднее, около 10300 лет назад, в Ули-Неитиярви возник новый исток. Из него воды текли в каньон Короуома, к озеру Симоярви и древнему Балтийскому морю. Вскоре уровень воды в ледниковом озере Салла упал до 40 м, что стало весьма значительным событием того периода (Johansson 1995).

Инструкции: Пуу-Матоваара находится в 4 км от муниципального центра Салла вдоль трассы № 82 по направлению к Келлоселькя. Галечниковые пояса находятся в нескольких десятках метров к юго-востоку от трассы.

Услуги: В месте назначения имеется небольшая парковка с информацией о ледниковом озере Салла на финском и английском языках.

3 Gamle strandvoller i Puu-Matovaara

Steinvollen man kan se på skråningen av Puu-Matovaara er den gamle strandlinjen av Salla bresjø (figur 5). Nesten jevnstore, rundaktige steiner danner på skråningen av kollen et horisontalt steinbelte. Det oppsto som resultat av bølgeslag og isens skyving. Vollen viser det gamle nivået på vannstanden som i dag ligger rundt 237–240 meter over havet (Johansson 1995). I siste fase av den seneste istiden eller Weichsel-istiden for ca. 10 500 år siden, ble store arealer av Øst-Lappland dekket av vannbassenger demmet av isbreen. Salla bresjø oppsto, da kanten på fastlandsisen trakk seg vestover og demmet smeltevann i Øst-Lappland og hindret vannet fra å renne vestover langs Kemielvdaalen. Salla var den største bresjøen i Øst-Lappland med et areal på 3 500 km². Den dekket et tre ganger så stort areal som Enaresjøen i dag, og strakk seg på sitt største fra Nord-Posio til Ruuvaaja i Savukoski og til Tenniöjärvi på russisk side. Som regel hadde bresjøene i Lappland en kort levetid, og vannstanden i dem holdt seg på samme nivå i bare

noen tiår. Salla bresjø var uvanlig langvarig. Det anslås at vannstanden der holdt seg på omtrent samme nivå over et hundre års tid. Som følge av dette rakk det å dannes velutviklede strandmarkører, som steinvoller, strandblokkmark og berglendte utvaskingsgrenser.

Utløpet til Salla bresjø var i den østre delen av sjøen, i Aapajärvi, i dag på russisk side. Derfra rant vannet østover mot Kvitsjøen. Etter at iskanten hadde trukket seg vestover til Kemijärvi for ca. 10 300 år siden, åpnet det seg under iskanten et nytt avløp sørover til innsjøen Yli-Neitijärvi og videre via Korouoma og Simojärvi til Østersjøbassenget. I løpet av kort tid sank vannstanden over 40 meter (Johansson 1995). Vannutstrømmingen har i sin tid vært litt av en naturkatastrofe.

Veibeskrivelse: Puu-Matovaara ligger ca. fire kilometer fra Salla sentrum langs vei 82 mot Kellosekä. Stedet ligger noen titalls meter sørøst for veien.

Service: Det er en liten parkeringsplass i veikanten og en informasjonstavle på finsk og engelsk om Salla bresjø.



Fig. 6. More than 8-metre-high dolomite cliff of Kōnkäänmaa, Kuva 6. Yli kahdeksan metriä korkea dolomiittijyrkäne Kōnkäänmaassa, Рис. 6. Доломитовый утёс Кёнкяянмаа высотой более 8 м, Figur 6. En over åtte meter høy dolomittskrent i Kōnkäänmaa

4 Aatsinginhauta dolomite cliff and diabase dike

The 20-km-long Aatsinginhauta Valley on the eastern side of the Sallatunturi fell is a good example of durability differences between various rock types. Millions of years of erosion and the more recent glaciation periods have produced the present Aatsinginhauta Valley. The bedrock in the eastern part of the Salla municipality and adjacent Russian villages of Kairala and Tuutijärvi forms the Salla volcanic belt that consists of various kinds of durable volcanic rocks (Manninen 1991). The high hills on both sides of the Aatsinginhauta Valley all consist of volcanic rocks. On the western side of the Salla volcanic belt the bedrock is composed of metasedimentary rocks that are on average much softer and less durable than volcanic rocks. The black schist in the Tuohivaara area and the dolomite cliffs of Könkäänmaa (Fig. 6) in the southern part of the Aatsinginhauta Valley form a part of the sedimentary belt. The elevation difference between the bottom of the valley and the highest surrounding hill Petservaara is more than 250 meters.

The volcanic and sedimentary rocks in the Aatsinginhauta area are cross-cut by the “young” Salla diabase dike swarm that intruded into the older bedrock 1.1 billion years ago; about 1000 million years after the volcanic activity had produced the Salla volcanic belt (Lauerma 1987). The diabase dike is seen at the bottom of the Pahaojankuru Gorge.

Directions: From the Salla municipality center, take road 950 south and drive for 10 km. The trail to the Pahaojankuru Gorge leaves from the hotel, the walking distance to the Pahaojankuru lean-to is ca. 8 km. The Könkäänmaa dolomite cliff is ca. 1.5 km east from the Pahaojankuru lean-to.

Services: There is a lean-to shelter and fireplace at the Pahaojankuru gorge. Firewood is provided by Metsähallitus.

4 Aatsinginhaudan dolomiittikallio ja diabaasijuoni

Noin 20 kilometriä pitkä Aatsinginhauta Sallatunturin itäpuolella on hyvä esimerkki kivilajien erilaisesta kulutuskestävyydestä. Aatsinginhauta on syntynyt, kun vuosimiljoonien aikana eroosio ja jääkausien kulutus kuluttivat ja uursivat nykyisen rotkolaakson. Sallan kunnan itäosa sekä Kairalan ja

Tuutijärven alueet itärajan takana kuuluvat laajaan Sallan vulkaniittialueeseen, jonka kallioperä koostuu valtaosin tulivuoritoiminnan seurauksena syntyneistä kivilajeista, vulkaniiteista (Manninen 1991). Kaikille näille kivilajeille on tyypillistä varsin suuri kulutuskestävyys, mikä näkyy siinä, että Aatsinginhautaa reunustavat vaarat Kolvivaarasta Haltiavaaraan sekä Liemuvaarasta Lehtovaaraan koostuvat vulkaanisista kivilajeista. Sallan vulkaniittialueen länsipuolella on laaja sedimenttikivialue, johon kuuluvia mustaliuskeita tavataan kalliopaljastumina Tuohivaaran alueella. Saman muinaisen meren pohjalle sedimentoituneista kalkkileijuista ovat syntyneet myös ne dolomiittiset kalkkikivet, jotka muodostavat korkeita kalliotörmiiä Aatsinginhaudan eteläpäässä, Könkäänmaassa (kuva 6). Koko Aatsinginhaudan pohja muodostuu vulkaniitteja jonkin verran nuoremmista, sedimenttisyntyisistä kivilajeista. Aatsinginhaudan pohjalla olevan Sotkajärven pinnan ja rotkoa reunustavan korkeimman vaaran, Petservaaran, välinen korkeusero on yli 250 metriä.

Aatsinginhaudan kivilajeja leikkaa Suomen kallioperän mittakaavassa ”nuori” Sallan diabaasijuoniparvi, joka on tunkeutunut kallioperän rakoihin noin 1,1 miljardia vuotta sitten, eli tuhat miljoonaa vuotta alueen vulkaniittien ja sedimenttien muodostumisen jälkeen (Lauerma 1987). Diabaasijuoni on näkyvässä Pahaojankurun pohjalla.

Kulkuyhteydet: Sallasta ajetaan tietä nro 950 etelään 10 km. Hotellin vierestä lähtee retkeilypolku Pahaojan kurulle, jonne tulee kävellen matkaa 8 km. Kurulta Könkäänmaan kalliotörmille on kävelymatkaa noin 1,5 km.

Palvelut: Pahaojankurun reunalla on Metsähallituksen ylläpitämä tulipaikka ja laavu.

4 Долмитовый утёс Аатсингинхаута и диабазовая дайка

Долина Аатсингинхаута протяжённостью 20 км расположена в восточной части сопки Саллатунтури. На её примере хорошо представлены разные по прочности типы пород. За миллионы лет эрозия и более позднее оледенение сформировали долину Аатсингинхаута в её современном виде. Коренные породы восточной части муниципалитета Салла и прилегающих русских деревень Кайрала и Туутиярви образуют вулканический пояс Салла, сложенный различными прочными вулканическими породами

(Manninen 1991). Все высокие холмы по обеим сторонам долины Аатсингинхаута сложены вулканическими породами. На западной стороне вулканического пояса Салла коренную породу слагают метаосадочные породы, которые в среднем намного мягче и менее прочны, чем вулканические. Часть осадочного пояса сложена чёрными сланцами в районе Туохиваара и доломитовыми утёсами Кёнкяянмаа (рис. 6) на юге долины Аатсингинхаута. Перепад высот между подошвой долины и самой высокой точкой близлежащего холма Петсерваара – более 250 м.

Вулканические и осадочные породы в районе Аатсингинхаута сечёт «молодая» диабазовая дайка Салла, внедрившаяся в более древнюю породу 1,1 млрд. лет назад; около 1 млрд. лет после того, как в результате вулканической активности возник вулканический пояс Салла (Lauerma 1987). Диабазовую дайку можно увидеть у подошвы ущелья Пахаоянкуру.

Инструкции: От муниципального центра Салла двигайтесь по трассе 950 в южном направлении 10 км. Тропа в ущелье Пахаоянкуру ведёт от гостиницы, протяжённость пешего маршрута к постройке у Пахаоянкуру – около 8 км. Доломитовый утёс Кёнкяянмаа расположен примерно в 1,5 км к востоку от постройки у Пахаоянкуру.

Услуги: Возле ущелья Пахаоянкуру находится постройка с местом для разведения костра. Дрова для костра предоставляет Служба природоохранных услуг Метсахаллитус.

4 Dolomittberget og diabasgangen ved Aatsinginhauta

Den omtrent 20 kilometer lange dalen Aatsinginhauta øst for Sallatunturi-fjellet er et godt eksempel på hvordan ulike bergarter tåler slitasje. Aatsinginhauta er blitt til i løpet av millioner av år, når erosjonen og istidens avgnaging har slitt og skåret ut dagens juv. Den østre delen av Salla kommune samt Kairala og Tuutijärvi-områdene bak den russiske grensen hører til det omfattende Salla vulkanittområde, hvor berggrunnen hovedsakelig består av bergarter som vulkanaktivitet har skapt, såkalte vulkanitter (Manninen 1991). Typisk for alle disse bergartene er en ganske stor slitasjemotstand, noe som vises i det at de åsene som omkranser Aatsinginhauta, fra Kolvivaara til Haltiavaara samt fra Liemuvaara til Lehtovaara, består av vulkanske

bergarter. Vest for Salla vulkanittområde er det et stort sedimentsteinområde. Svartskifer som hører til det, finner man i blotninger i Tuohivaara-området. Også de dolomittiske kalksteinene, som danner høye bergskenter i den søndre enden av Aatsinginhauta i Kōnkäänmaa, har oppstått av sedimentert kalkslam på bunnen av et gammelt hav (figur 6). Hele bunnen av Aatsinginhauta dannes av sedimentbergarter som er litt yngre enn vulkanittene. Høydeforskjellen mellom overflaten av Sotkajärvi-vannet i bunnen av Aatsinginhauta og den høyeste kollen på kanten av juvet, Petservaara, er over 250 meter.

Bergartene i Aatsinginhauta gjennomskjæres av Salla diabasgangsverm, som i den finske berggrunnens målestokk er ”ung” og som har trengt seg inn i sprekkene i berggrunnen for omtrent 1,1 milliard år siden, dvs. tusen millioner år etter at vulkanittene og sedimentene i området er blitt dannet (Lauerma 1987). Diabasgangen er synlig i bunnen av Pahaojankuru.

Veibeskrivelse: Fra Salla kjører man 10 km sør-øst på vei 950. Ved hotellet ligger startpunktet for en tursti til Pahaojankuru. Gangavstanden dit er 8 km. Fra juvet er det omtrent 1,5 kilometers gangavstand til Kōnkäänmaa bergskrenter.

Service: På kanten av Pahaojankuru-juvet er det en bål plass og lavvo, som vedlikeholdes av Skogstyrelsen.

5 Isokuru Canyon and the Pond of Pyhänkasteenlampi

The Pyhä-Luosto fell chain is segmented by numerous deep canyons, gorges and channels between the tops. The steep-walled, 220 m deep Isokuru “Big Gorge” canyon between the Kultakero and Ukonhattu fells is the deepest in Finland (Johansson 2011) (Fig. 7). Two km west of Isokuru, between the fells of Ukonhattu and Noitatunturi, is the Pikkukuru “Small Gorge” canyon. Despite the diminutive name the Pikkukuru Canyon is also an impressive 130 m deep gorge. The gorges and canyons of the Pyhäntunturi area resemble landforms formed during the Ice Age. They are so large that the processes active during the last glacial period are too weak to be the sole causes for their formation; rather, they are the products of numerous geological processes that have been active in the millenia. The bedrock of the Pyhäntunturi area consist of metasedimentary quartzites and conglomerates deposited approximately two billion

years ago (Fig. 8). The bedrock was faulted in ancient tectonic processes, producing shear and fault zones, which were weathered and eroded millions of years before the fairly recent glaciations (Räsänen & Mäkelä 1988). During the last ice ages, the ice streams eroded and polished the previously broken bedrock and transported the debris away. The gorges were further cleaned by the meltwaters flowing at the base and margins of the melting ice sheet ca. 10,300 years ago, producing the present gorges, channels and clean bedrock surfaces (Johansson et al. 2007). The weathering processes have been active in the past 10,000 years and boulders have again covered the bottoms of the gorges, leaving small, clear ponds in between.

At the crossing point of two gorges, the Karhukuru “Bear Gorge” canyon on the northern flank of the Pyhätunturi fell chain and the Isokuru canyon, is the most popular excursion site in the area, the Pyhänkasteenlampi “Holy Baptism” pond. High, rugged walls surround a cirque-shaped little valley whose bottom is covered by a small lake. The brook flowing in the Karhukuru canyon drops for 17 m, forming the Pyhänkasteenputous “Holy Baptism” waterfall that brings water to the pond (Fig. 9). Next to the waterfall is a 50 m

high cliff called Uhriharju, “Sacrifice Cliff”. All these are ancient holy places of the Sámi people. According to the legends, the local Sámi people were baptized at the Pyhänkasteenlampi pond in 1648 by the priest Esaias Fellman, thus giving the pond its name.

Directions: There are coach connections to Pyhätunturi from both Rovaniemi and Kemijärvi. Take Road no 5 from Kemijärvi towards Sodankylä, and turn left at the village of Vuostimo onto Road no. 962 towards Pyhä-Luosto. The Naava nature center in the Pyhä village is the starting point for the nature trails. The Isokuru Canyon is accessed by a stairway that descends to the southern end of the gorge. A duckboard trail along the gorge bottom leads to the Pyhänkasteenlampi pond and waterfall.

Services: The Naava nature center has a nature exhibition and other information on the Pyhä-Luosto national park. The nature trails are well marked. Information signposts on geology and nature are available in Finnish, Swedish, English and German. Campfire sites with cabins or lean-to’s are located at the Karhunjuomalampi pond and at the margin of the Isokuru Canyon. Camp toilets are also available at both sites.



Fig. 7. Isokuru gorge at Pyhätunturi, Kuva 7. Pyhätunturin Isokuru, Рис. 7. Ущелье Исокуру в Пюхатунтури, Figur 7. Isokuru på Pyhätunturi

5 Isokuru ja Pyhänkasteenlampi

Pyhä-Luoston kansallispuistolle tyypillisiä ovat tunturijonoa leikkaavat äkkijyrkät kanjonit, kalliopohjaiset kurut ja uomat. Noin 220 metriä syvä ja jyrkkärinteinen Isokuru Kultakeron ja Ukonhatun välissä on Suomen syvin kuru (Johansson 2011) (kuva 7). Isokurusta vajaa kaksi kilometriä länteen on Pikkukuru, joka sijaitsee Ukonhatun ja Noitatunturin välissä. Nimestään huolimatta sekin on mahtava kuru, jolla on syvyyttä noin 130 metriä. Pyhätunturin suuret kurut muistuttavat jäätikön sulamisvesitoiminnan kuluttamia muotoja. Viimeisen jäätiköitymisen loppuvaiheessa virranneet jäätikön sulamisvedet tuskin yksinään ovat pystyneet synnyttämään näin suuria muotoja, vaan niiden syntyyn ovat vaikuttaneet pitkän ajan kuluessa monet eri geologiset tekijät. Tunturien kallioperä on noin 2 miljardia vuotta vanhaa kvartsiittia ja konglomeraattia (kuva 8). Miljoonia vuosia sitten maankuoren liikkeet rikkoivat kallioperää ja synnyttivät siihen ruhjevyyöhykkeitä ja siirroksia (Räsänen & Mäkelä 1988). Ruhjevyyöhykkeiden kohdalla kallioperä oli syvälle rikkonainen ja rapautunut jo miljoonia vuosia ennen jääkausia. Jääkausien ai-

kana jäävirrat kuluttivat rikkonaista kallioperää ja kuljettivat louhimansa kiviaineksen pois. Mannerjäätikön sulaessa noin 10 300 vuotta sitten sen pohjalla ja reunalla virranneet sulamisvedet puhdistivat kurujen pohjat kivistä ja lohkareista. Näin syntyi tänäkin päivänä näkyvät kurut, uomat sekä laajat, paljaaksi huuhtoutuneet kalliot (Johansson et al. 2007). Jääkauden jälkeisenä aikana kalliot ovat vähitellen uudelleen rapautuneet. Ylärinteiltä on vyörynyt kiviä alas, ja kurujen pohjat ovat peittyneet uudelleen kivillä ja lohkareilla. Niiden väliin jää pieniä, kirkasvetisiä lampia.

Paikassa, missä Pyhätunturin pohjoisrinnettä seuraava Karhukuru yhtyy Isokuruun, on Pyhä-Luoston kansallispuistossa retkeilevien suosituin vierailukohde: kaikilta sivuilta jylhien ja louhikkoisten kallioseiniä reunustama kattilamainen laakso, jonka pohjalla on pieni järvi nimeltään Pyhänkasteenlampi (kuva 9). Karhukurusta virtaava puro päättyy 17 metriä korkeaan, suihkumaiseen vesiputoukseen, Pyhänkasteenputoukseen, joka laskee Pyhänkasteenlampeen. Vieressä kohoaa kurujen keskelle jäävä, 50 metriä korkea, jyrkkärinteinen kallio, Uhriharju. Uhriharju



Fig. 8. Ripple marks in the surface of the quartzite indicate that the sediment once lay underwater, Kuva 8. Kvartsiitin pinnalla näkyvät aallonmerkit kertovat hiekan kerrostuneen veden alla, Рис. 8. Рябь на поверхности кварцита говорит о том, что осадочная порода некогда залежала под водой, Figur 8. Bølgeslagsmerkene på kvartsitten forteller at sanden er blitt avsatt under vann

5 Каньон Исокуру и озеро Пюханкастеенлампи

ja Pyhänkasteenlampi ovat vanhoja saamelaisten uhripaikkoja. Tarinoiden mukaan pappi Esaias Fellman antoi saamelaisille kesällä 1648 joukkokasteen lammen rannalla, mistä lampi sai nimensä.

Kulkuyhteydet: Rovaniemeltä ja Kemijärveltä on linja-autoyhteys Pyhätunturille. Valtatieltä nro 5 kääntyy Vuostimon kohdalta tie nro 962 Pyhä-Luostolle. Pyhä-Luoston luontokeskus Naava toimii lähtöpisteenä Isokuruun suuntautuville retkille. Kurun pohjalle johtavat portaat. Siellä olevia pitkospuita pitkin pääsee Pyhänkasteenlammelle ja -putoukselle.

Palvelut: Luontokeskus Naavassa on Pyhä-Luoston kansallispuistosta kertova näyttely ja muuta matkailuinformaatiota. Isokuruun johtava kävelyreitti on merkitty hyvin maastoon. Sen varrella on hyviä opasteita. Geologisten kohteiden kohdalla on opastetauluja, joissa tiedot ovat suomen, englannin, ruotsin ja saksankielillä. Niiden avulla voi tutustua alueen luontoon ja geologisiin nähtävyyksiin. Tulipaikkoja on Karhunjuomalammen autiotuvalla ja Isokurun kodalla. Niiden yhteydessä on käymälöitä.

Цепь сопкок Пюха-Луосто делит многочисленные глубокие каньоны, ущелья и каналы между вершинами. Между сопками Килкакеро и Уконхатту находится самый глубокий в Финляндии 220-метровый крутой каньон Исокуру - «Большое Ущелье» (Johansson 2011) (рис. 7). В 2 км к западу от Исокуру, между сопками Уконхатту и Ноитатунтури, расположен каньон Пиккукуру, «Маленькое Ущелье». Несмотря на уменьшительное название, каньон Пиккукуру также представляет собой внушительное ущелье глубиной 130 м. Ущелья и каньоны в районе Пюхатунтури напоминают формы рельефа ледникового периода. Они настолько внушительных размеров, что никак не могли образоваться в результате одних лишь процессов последней ледниковой эпохи, которые были для этого слишком слабыми. Более вероятно, что они формировались в ходе многочисленных геологических процессов на протяжении тысячелетий. Коренные породы района Пюхатунтури



Fig. 9. Pyhänkasteenlampi pond and its fascinating waterfall behind it at Pyhätunturi, Kuva 9. Pyhänkasteenlampi ja sen takana oleva viehättävä vesiputous Pyhätunturilla, Рис. 9. Пруд Пюханкастеенлампи с потрясающим водопадом перед ним в Пюхатунтури, Figur 9. Pyhänkasteenlampi og det fine vannfallet på Pyhätunturi

сложены метаосадочными кварцитами и конгломератами, образовавшимися около 2 млрд. лет назад (рис. 8). В коренной породе возникли трещины в результате древних тектонических процессов, приведших к образованию зон смятия и разломов (Räsänen & Mäkelä 1988). Они подвергались выветриванию и эрозии на протяжении миллионов лет до относительно недавнего оледенения. В позднеледниковый период ледяные потоки эродировали и полировали разрушенную ранее коренную породу, унося осколки. После этого ущелья вымывали талые воды, протекавшие у подножия и границ тающего ледникового щита порядка 10300 лет назад. Так возникли современные ущелья, каналы и чистые выходы коренных пород (Johansson et al. 2007). В течение последних 10000 лет происходило активное выветривание, и галька вновь покрыла дно ущелий, оставляя между ними маленькие чистые пруды.

В точке пересечения двух ущелий – каньона Кархукуру, «Медвежьего Ущелья», на северном фланге цепи сопков Пюхатунтури, и каньона Исокуру – находится самое популярное экскурсионное место в этом районе – озеро «Священного Крещения» Пюханкастеенлампи. Маленькая долина в форме цирка с небольшим озером у подножия окружена высокими труднопроходимыми стенками. Протекающий в каньоне Кархукуру ручей обрывается вниз с 17-метровой высоты, образуя водопад «Священного Крещения» Пюханкастеенпутоус, воды которого питают озеро (рис. 9). Рядом с водопадом находится 50-метровый утёс под названием Ухрихарью, «Гора Жертвоприношений». Все эти древние места являются священными для саамского народа. Согласно преданиям, в 1648 г. священник Эсайас Фельман совершил обряд крещения местного саамского населения в пруду Пюханкастеенлампи, откуда и пошло его название.

Инструкции: Имеется автомобильное сообщение Пюхатунтури с Рованиеми и Кемиярви. Двигайтесь по трассе 5 от Кемиярви к Соданкюля, у деревни Вуостимо сверните налево на трассу 962 к Пюха-Луосто. Природные тропы начинаются от Природного центра Наава в деревне Пюха. В каньон Исокуру можно попасть по лестнице, спускающейся к южному краю ущелья. Деревянный тротуар вдоль подножия ущелья ведёт к озеру Пюханкастеенлампи и водопаду.

Услуги: В Природном центре Наава имеет-

ся природная выставка и другие материалы о Национальном парке Пюха-Луосто. На природные тропы нанесена хорошая разметка. Имеются информационные щиты о геологии и природе на финском, шведском, английском и немецком языках. У озера Кархунйомалампи и на границе каньона Исокуру оборудованы места для разведения костров с кабинками или домики для отдыха. В обоих местах также имеются туалеты.

5 Isokuru og Pyhänkasteenlampi

Typisk for Pyhä-Luosto nasjonalpark er stupbratte canyoner, juv og elvefar som skjærer gjennom fjellrekken. Den ca. 220 meter dype Isokuru med bratte sider mellom fjellene Kultakero og Ukonhattu er det dypeste juvet i Finland (Johansson 2011) (figur 7). Knappe to kilometer vest for Isokuru ligger Pikkukuru mellom Ukonhattu og Noitatunturi. Til tross for sitt navn «lillejuvet» er også det et mektig juv med en dybde på 130 meter. De store juvene i Pyhätunturi ligner på formasjoner som isbreens smeltevannsvirksomhet har gravd ut. Det bresmeltingsvannet på slutten av den siste istiden har neppe alene klart å skape så store formasjoner, men ulike geologiske faktorer har i løpet av en lang tid bidratt til å skape dem. Berggrunnen i fjellene består av ca. 2 milliarder år gammel kvartsitt og konglomerat (figur 8). For millioner år siden brøt jordskorpas bevegelser opp berggrunnen og skapte bruddsoner og forkastninger i den (Räsänen & Mäkelä 1988). I bruddsonene hadde berggrunnen dype sprekker og forvittringer allerede for millioner år før istidene. Under istidene skurte isstrømmene på den sprukne berggrunnen og transporterte bort det steinmaterialet de hadde brutt løs. Da fastlandsisen for ca. 10 300 år siden smeltet, rensket smeltevannet under og i kanten av breisen juvbunnene for steiner og blokker. På den måten oppsto de juvene, elvefarene og vidstrakte blotningene som er synlige også i dag (Johansson et al. 2007). I perioden etter istiden har berget etter hvert forvitret på ny. Oppe fra skråningen har det rast ned stein, og juvbunnen er igjen blitt dekket med stein og blokker. Mellom dem er det små tjerner med klart vann.

Stedet der Karhukuru langs nordskråningen av Pyhätunturi møter Isokuru, er det mest populære besøksstedet for dem som vandrer i Pyhä-Luosto nasjonalpark: en grytedal omgitt fra alle kanter av

mektige bergvegger med blokkmark, og i bunnen et lite tjern, kalt Pyhänkasteenlampi (Helligdåps-tjern) (figur 9). En bekk som kommer fra Karhukuru, ender i et 17 meter høyt, dusjlignende vannfall, Pyhänkasteenputous, ned i Pyhänkasteenlampi. Ved siden kneiser det midt i juvene et 50 meter høyt berg med bratte sider, Uhriharju (Offerkolle). Uhriharju og Pyhänkasteenlampi er gamle samiske offersteder. Ifølge fortellinger var det ved dette tjernet at presten Esaias Fellman foretok massedåp av samer sommeren 1648, noe som ga tjernet dette navnet.

Veibeskrivelse: Fra Rovaniemi og Kemijärvi er det bussforbindelse til Pyhätunturi. Fra riksvei 5 ved Vuostimo tar vei 962 av til Pyhä-Luosto. Pyhä-Luosto natursenter Naava fungerer som utgangspunkt for turer til Isokuru. Ned til bunnen av Isokuru går det trapper. Derfra går det en kloppevei fram til Pyhänkasteenlampi og Pyhänkasteenputous.

Service: Natursenter Naava har en utstilling om Pyhä-Luosto nasjonalpark og annen reiselivsinformasjon. Turstien til Isokuru er godt merket i terrenget. Langs stien er det gode informasjonstavler. Ved geologiske severdigheter er det informasjonstavler på finsk, engelsk, svensk og tysk. Ved hjelp av dem kan man gjøre seg kjent med områdets natur og geologiske severdigheter. Bålplasser fins det ved Karhunjuomalampi ødestue og ved Isokuru. Det er toaletter i forbindelse med dem.

6 Luosto amethyst mine

The quartzites of the Luosto fell were deposited as a tropical, sandy beach nearly two billion years ago. The following diagenetic and metamorphic processes turned the sand into hard quartzite. Hot, silica-rich fluids circulated in the faults and fractures of the quartzite, depositing quartz crystals on the fracture walls. The fluids contained small amounts of metals that entered the the quartz crystals, turning some of them into purple amethysts. The present theory is that the purple color is caused by trace amounts of iron in the quartz lattice.

The Luosto amethyst deposit on the Lampivaara fell was found in the 1980's. It came into production in the 1990's. The deposit contains purple amethyst, white milky quartz and dark gray smoky quartz – sometimes together in one crystal. The holder of the deposit, Kaivosyhtiö Arctic Ametisti Oy, both produces amethyst for jewellery and organizes excursions in the mine (Figs. 10 and 11).

Directions: There is a coach connection

between Rovaniemi and Luosto. Take Road no. 4 (E75) from Rovaniemi towards the north. At Torvinen village (ca. 90 km from Rovaniemi) turn right onto Road 962 that takes you to the village of Luosto and the Pyhä-Luosto National Park. The 2.5 km long trails start at the parking place of Ukko-Luosto.

Services: The Amethyst Mine has a souvenir shop and a café. The mining company arranges transportation to the mine. The Naava nature center in Pyhä village is the starting point for the nature trails.

6 Luoston ametistikaivos

Luostotunturin kvartsiitti on syntynyt kallioperän rapautumis- ja kulkeutumisprosessien kautta noin kaksi miljardia vuotta sitten, jolloin nykyisen Luoston paikalla oli trooppinen hiekkaranta. Hiekkojen kerrostumista seuranneen painumisen, kivetymisen ja maankuoren liikuntojen aiheuttaman metamorfoosin seurauksena hiekkaranta muuttui aikojen kuluessa kovaksi kvartsiitiksi. Kvartsiittiin syntyneissä raoissa virtasi syvällä maankuoren uumenissa kuumia, piihappopitoisia liuoksia, joista kiteytyi rakojen seinämiin kvartsikiteitä. Liuoksissa oli mukana metalleja, jotka tekivät kvartsikiteistä värillisiä. Nykykäsityksen mukaan ametistin syvänvioletin värin tuottaa kiteen hilassa epäpuh- tautena oleva rauta.

Luoston Lampivaaran ametistiesiintymä löytyi 1980-luvulla, ja 1990-luvulta lähtien esiintymästä on louhittu korukivenä käytettävää ametistia. Lampivaaran esiintymästä löytyy violetin ametistin lisäksi valkoista lumikvartsia ja tummanharmaata savukvartsia, jotka paikoin esiintyvät ametistin kanssa kolmivärisinä kiteinä. Esiintymän omistava Kaivosyhtiö Arctic Ametisti Oy paitsi tuottaa itse korukiviä, myös järjestää kaivokseen vierailuja, joiden aikana osallistujat saavat itse etsiä ametisteja (Kuvat 10 ja 11).

Kulkuyhteydet: Rovaniemeltä on linja-autoyhteys Luostolle. Valtatieltä nro 4 (tie E75) kääntyy Torvisen kylän kohdalla tie nro 962 Pyhä-Luoston kansallispuistoon. Luostolla kaivokselle johtavan 2,5 km pitkän polun lähtöpisteenä toimii Ukko-Luoston pysäköintialue. Opastustaulut sijaitsevat pysäköintialueen välittömässä läheisyydessä.

Palvelut: Ametistikaivoksella on matkamuistomyymälä ja kahvila. Kaivosyhtiö järjestää myös kuljetuksia kaivokselle. Luontokeskus Naavassa, Pyhätunturilla on Pyhä-Luoston kansallispuistosta kertova näyttely ja muuta informaatiota.



Fig. 10. The Mining Company Arctic Ametisti Oy offers a chance for visitors to dig a gem stone, Kuva 10. Kaivos-yhtiö Arctic Ametisti Oy tarjoaa vierailijoille mahdollisuuden kaivaa jalokiviä, Рис. 10. Горнодобывающая компания «Арктик Аметист Ltd» («ArcticAmethyst Ltd») предоставляет посетителям возможность откопать ювелирный камень, Figur 10. Gruveselskapet Arctic Ametisti Oy tilbyr besøkende mulighet for å grave etter edelsteiner

6 Аметистовое месторождение Луосто

Месторождение кварцитов на сопке Луосто представляет собой тропический песчаный пляж возрастом 2 млрд. лет. Песок превратился в твёрдый кварцит под влиянием следующих диагенетических и метаморфических процессов. Горячие силикатные растворы циркулировали в разломах и трещинах в кварците, осаждавая кристаллы кварца на стенках трещин. Проникавшие в кристаллы кварца флюиды с низким содержанием металлов превращали некоторые из них в фиолетовые аметисты. Согласно современной теории, фиолетовая окраска обусловлена незначительным количеством железа в решётке кварца.

Аметистовое месторождение Луосто на сопке Лампиваара было обнаружено в 1980-х. В 1990-х началась его отработка. Месторождение содержит фиолетовый аметист, молочно-белый кварц и тёмно-серый дымчатый кварц, иногда соседствующие в одном кристалле. Владелец месторождения, компания «Кайвосутио Арктик Аметисти», занимается производством амети-

ста для ювелирной промышленности и организацией экскурсий на месторождение (рис. 10 и 11).

Инструкции: Имеется автомобильное сообщение между Рованиеми и Луосто. Двигайтесь по трассе № 4 (E75) от Рованиеми на север. У деревни Торвинен (около 90 км от Рованиеми) сверните направо на трассу № 962, которая ведёт к деревне Луосто и Национальному парку Пюха-Луосто. Маршруты протяжённостью 2,5 км начинаются от парковки «Укко-Луосто».

Услуги: На Аметистовом месторождении имеются сувенирный магазин и кафе. Горная компания организует перевозку к месторождению на автотранспорте. Отправная точка пеших маршрутов – природный центр Наава в деревне Пюха.

6 Luosto ametystgruve

Kvartsitten i fjellet Luostotunturi er blitt til gjennom berggrunnens forvittrings- og transportprosesser for rundt to milliarder år siden da det, der Luosto er i dag, fantes en tropisk sandstrand. Som følge av metamorfose forårsaket av sammentrykking, forsteining og jordskorpens bevegelser etter



Fig. 11. Amethyst found at Lampivaara, Kuva 11. Lampivaaran ametistia, Рис. 11. Аметист, найденный в Лампиваара, Figur 11. Ametyst fra Lampivaara

sandavsetningsperioden, ble sandstranden i tidenes løp til hard kvartsitt. I sprekker som oppsto i kvartsitten, strømmet det dypt nede i jordskorpa hete, kiselsyreholdige oppløsninger, som krystalliserte seg i sprekkeveggene til kvartskrystaller. Oppløsningene hadde i seg også metaller som ga kvartskrystallene farge. Etter nåværende oppfatning skyldes ametystens dypfiolette farge jern som urenheter i krystallets gitter.

Ametystforekomsten i Lampivaara i Luosto ble funnet på 1980-tallet, og fra og med 1990-tallet har man utvunnet ametyster i forekomsten til bruk som smykkestein. I Lampivaara-forekomsten finnes det i tillegg til fiolette ametyster også hvit snøkvarts og mørkegrå røykkvarts. Noen steder forekommer disse sammen med ametyst som trefargede krystaller. Gruveselskapet som eier forekomsten, Kaivosyhtiö Arctic Ametisti Oy, bortsett fra at det produserer smykkesteiner selv, arrangerer også runder i gruva, der deltakerne får lete etter ametyster selv (Figurene 10 og 11).

Veibeskrivelse: Fra Rovaniemi er det bussforbindelse til Luosto. Fra riksvei 4 (E75) ved bygda Torvinen tar vei 962 av til Pyhä-Luosto nasjonalpark. Startpunktet for den 2,5 km lange stien til gruva er parkeringsplassen "Ukko-Luosto". Opplysningskiltene står i umiddelbar nærhet av

parkeringsplassen.

Service: Ametystgruva har en suvenirbutikk og kafé. Gruveselskapet arrangerer også transport til gruva. Natursenter Naava på Pyhänturi har en utstilling om Pyhä-Luosto nasjonalpark og annen informasjon.

7 Ilmakkiaapa – aapa mire from northern Finland

Ilmakkiaapa is typical northern aapa mire that has been selected to the National Mire Conservation Programme as an example area. Aapa mires are wide, flat or gently inclined, mostly treeless mires (Fig. 12). They receive nutrients from the surrounding mineral soil terrains and are commonly quite lush with a wide variety of flora. The treeless aapa mires are commonly surrounded by a zone of marsh with stunted pines or a bog with fir trees. The high pH of the peat enhances the microbial activity in the aapa mires and results in well-decomposed carex peat.

Ilmakkiaapa is characterized by small landforms typical for aapa mires; these include wet flarks and dry strings between them that together

form concentric rings in the mire. Strings are low, elongated peat banks that have formed perpendicular to the dip direction of the mire. They pond the water in the flarks and allow the mire to stay wet through the summer months. Water inhibits the growth of sphagnum, thus allowing the other species such as carex, hare's tail cottongrass and trefoil to flourish. Typical vegetation for strings includes birch, marsh ledum and other twigs. The white-flowered cloudberry, star-shaped flowers of the trefoils and fluffy cottongrasses form extensive field on the mire. Ilmakkiaapa mire is a good place to see the flora and fauna all year round. In the spring when the snow melts the mire is flooded. Large birds such as swans, cranes and bean geese build their nests in the mire. The summer brings flowers to the mire and cloudberries and blueberries ripen in late summer. Autums colours make the mire glow in various shades of red, yellow and orange and after the first frosty nights in late autumn the cranberries are ripe for picking.

Directions: Ilmakkiaapa is located 35 km north of the Sodankylä village along Road no. 4 (E75). There is a parking place next to the road. A 400-m-long nature trail leads from the parking place to a bird watching tower in the middle of the mire. The view from the tower to the surrounding mire and Lake Ilmakkijärvi is impressive. The trail is covered with duckboards and it is easy and suitable for everybody, including families with small children. In the spring the flood water may cover the duckboards.

Services: The parking place has an information signpost on Ilmakkiaapa both in Finnish and in English.

7 Ilmakkiaapa – pohjoissuomalainen aapasuo

Ilmakkiaapa on tyypillinen pohjoissuomalainen aapasuo, joka kuuluu valtakunnalliseen soidensuojeluohjelmaan. Aapasuot ovat laaja-alaisia ja keskiosistaan yleensä puuttomia avosoita (kuva 12). Pinnanmuodoiltaan ne ovat tasaisia tai hieman kaltevia. Ne saavat ravinteita pääasiallisesti ympäröiviltä mineraalimailta. Siksi niiden kasvillisuus on lajirikasta ja rehevää. Soiden reunoilla on usein kitukasvuista mäntyä kasvava rämereunus tai kuusia kasvava korpivyöhyke. Turpeen korkean pH-arvon vuoksi kasvinjätteitä hajottava mikrobitoiminta on vilkasta, ja aapasoiden turve on usein pitkälle maatunutta saraturvetta.

Ilmakkiaavalla esiintyy aapasoille tyypillisiä maaston pienmuotoja kuten märkiä ja vetisiä rim-

piä ja niiden välissä kulkevia kuivia jänteitä, jotka kuvioivat suon pintaa. Jänteet ovat pitkänomaisia turvevalleja, jotka ovat yleensä kohtisuoraan suon pinnan viettosuuntaa vastaan. Ne patoavat vesiä, jolloin suo säilyy kosteana läpi kesän. Vesi ehkäisee rahkasammalten kasvua ja luo näin mahdollisuuksia aapasoiden tyyppikasveille kuten lukuisille saralajeille, villoille ja raatteelle. Roudan kasaamalla jänteillä kasvaa vaivaiskoivua, suopursuja ja muita varpuja. Alkukesästä valkokukkainen suomuurain eli hilla, tähtikukkaiset raatteet ja koristeelliset suovillat muodostavat laajoja näyttäviä kasvustoja. Ilmakkiaavalla onkin mahdollisuus tutustua suon kasveihin ja eläimiin kaikkina vuodenaikoina. Keväällä, lumen sulaessa, suo tulvii ja muuttuu suolintujen kuten kurjen, joutsenen ja metsähanhen pesimäpaikaksi. Kesällä kukkivat monet suokasvit, ja loppukesällä kypsyvät suomuurain ja mustikka. Syksyllä suokasvit hohtavat ruskan väreissä, ja ensimmäisten pakkasten saavuttua suolta voi kerätä kypsiä karpaloita.

Kulkuyhteydet: Ilmakkiaapa on 35 km Sodankylästä pohjoiseen valtatie 4 (tie E75) molemmin puolin. Valtatien reunassa on pysäköintialue. Sieltä alkaa 400 m pitkä polku, joka johtaa suon keskelle, Ilmakkijärven rannassa olevalle lintutornille. Lintutornista on hyvä näköala suolle. Helppokulkuinen ja lyhyt reitti soveltuu hyvin lapsiperheille, sillä se on kokonaan pitkospuiden päällä. Kevään tulva-aikana vesi voi nousta ja peittää pitkospuut.

Palvelut: Tien reunassa on Ilmakkiaavasta ja sen luonnosta kertova opastetaulu suomeksi ja englanniksi.

7 Аапа-болото Илмаккиаапа в Северной Финляндии

Илмаккиаапа – типичное северное аапа-болото, отобранное в рамках Национальной программы сохранения болот в качестве эталонной территории. Аапа-болота представляют собой широкие равнинные или слабо наклонённые заболоченные территории, большей частью без деревьев (рис. 12). Они получают питательные вещества от окружающих территорий и обычно покрыты буйной и разнообразной растительностью. Как правило, лишённые деревьев аапа-болота окружены топями с низкорослыми соснами. Торф с высоким уровнем pH усиливает микробную деятельность в аапа-болотах, в результате чего образуется быстро разлагающийся осоковый торф.

Для Илмаккиаапа свойственны малые фор-

мы рельефа, характерные для аапа-болот: влажные мочажины с сухими грядами между ними, вместе образующие в болоте концентрические кольца. Гряды представляют собой невысокие торфяные залежи вытянутой формы, перпендикулярные направлению падения болота. Они заполняют воду в мочажинах, не давая болоту пересыхать в летние месяцы. Вода подавляет рост торфяного мха, позволяя разрастаться другим видам растений, таким как осока, зайцехвост яйцевидный и клевер. Растительный покров мелких гряд представлен в основном берёзами, богульником болотным и разными видами осоковых. Большую площадь занимают белые цветки морошки, клевер с лепестками в форме звёзд и пушистый зайцехвост яйцевидный. Болото Илмаккиаапа – хорошее место для изучения флоры и фауны круглый год. Весной, когда тает снег, болото затопляется. Такие большие птицы, как лебеди, журавли и гусь гуменник, вьют на нём гнёзда. В начале лета на болоте распускаются цветы, а в конце – поспевают морошка и черника. С приходом осени болото окрашивает разные оттенки красного, жёлтого и оранжевого цветов, а с первыми морозами поздней осенью можно собирать урожай клюквы.

Инструкции: Илмаккиаапа находится в 35 км к северу от деревни Соданкюля вдоль трассы № 4 (E75). Рядом с дорогой есть место для парковки. От парковки до орнитологической вышки в центре болота ведёт природная тропа протяжённостью 400 м. С вышки на болото и озеро Илмаккиярви открывается потрясающий вид. Тропа вымощена деревянным тротуаром, по ней легко и с комфортом могут путешествовать все, включая семьи с маленькими детьми. Весной паводковая вода может заливать настил.

Услуги: На месте парковки имеется указатель с информацией об Илмаккиаапа на финском и английском языках.

7 Ilmakkiaapa – en nordfinsk aapamyr

Ilmakkiaapa er en typisk nordfinsk aapamyr som omfattes av det nasjonale myrvernprogrammet. Aapamyrer er vidstrakte åpne myrer med som regel et treløst midtparti (figur 12). Topografisk er de slette eller litt hellende. De får næringsstoffer hovedsakelig fra mineraljord som omgir dem. Derfor har de en artsrik og frodig vegetasjon. På ytterkanten av



Fig. 12. The wide open landscape of Ilmakkiaapa, Kuva 12. Ilmakkiaavan avointa suomaisemaa, Рис. 12. Широкие просторы Илмаккиаапа, Figur 12. Åpent myrlandskap i Ilmakkiaapa

myrene er det ofte et rismyrbelte med dvergvokst furu eller en granmyrsone. På grunn av den høye pH-verdien i torven foregår det en intens mikroorganismeeaktivitet som omdanner planterester slik at aapamyrortorven ofte er langt formodet starrtorv.

I Ilmakkiaapa forekommer det små terrengformer som er typiske for aapamyrrer, slikt som våte og vannholdige myrhull og tørre strenger mellom dem, noe som skaper et mønster på myroverflaten. Strengene er langstrakte torvvoller, som regel vinkelrette mot myrflatens hellingsretning. De demmer opp vann slik at myra beholder fuktigheten gjennom sommeren. Vannet hindrer veksten av torvmose og gir dermed muligheter for aapamyrenes typevegetasjon, som består av mange starrarter, myrull og bukkeblad. På strenger som telen har dynget opp, vokser det dvergbjørk, finnmarkspors og andre lyngplanter. På forsommeren danner hvitblomstrende multer, stjerneblomstrete bukkeblader og dekorative myruller utstrakte, flotte vekstsamfunn. På Ilmakkiaapa har man mulighet for å se myrvegetasjon og -fauna i alle årstider. Om våren, ved snøsmelting, er det flom på myra, som blir til hekkeplass for våtmarksfugler som trane, svane og sædgås. Om sommeren blomstrer mange myrplanter og på sensommeren modnes multer og blåbær. Om høsten gløder myrplantene i høstfarger, og etter de første frostdagene kan man plukke modne tranebær på myra.

Veibeskrivelse: Ilmakkiaapa ligger 35 km nord for Sodankylä på begge sider av riksvei 4 (E75). Det er en parkeringsplass ved riksveien. Der starter en 400 m lang sti til midten av myra, til et fugletårn ved Ilmakijärvi-vannet. Fugletårnet gir en fin utsikt over myra. Den lette og korte ruta egner seg bra også for barnefamilier, fordi den går i sin helhet langs klopp. Under vårflommen kan vannet stige og dekke kloppen.

Service: I veikanten står det en informasjonstavle på finsk og engelsk om Ilmakkiaapa og naturen der.

8 Tors at Pyhä-Nattanen

The Nattaset fells are a group of high, cone-shaped hills situated in the northern part of the Sodankylä municipality, in the Sompio Nature Reserve established in 1956. The peaks reach over 500 m a.s.l., the highest Terävä-Nattanen even up to 544 m (Fig. 13). The Nattaset fells consist of red, coarse-porphyrific or even-grained, homogeneous granite that is composed of plagioclase, quartz and K-feldspar in equal proportions. Biotite is the main mafic mineral and accessory phases include magnetite, allanite, titanite, and zircon (Front et al., 1989). The Nattaset fells all belong to a 1770

Ma old granite intrusion that is one of the youngest rock types in the area. The granite intruded granulites that were formed in middle crust during the Lapland-Kola orogeny ca. 1900 Ma ago. On the southern side of the Nattaset fells the bedrock consists of Archean, over 2500 Ma old gneisses (Heilimo et al. 2009).

The outcrops on the Nattaset fells show typical horizontal fracturing that formed during the cooling and uplift of the granite pluton. The horizontal fractures and steep, vertical fractures broke the granite into blocks. Weathering mostly took place along the fractures, leaving the central blocks intact. Subsequent erosion and solifluction removed the more broken rocks, leaving the block piles on the felltops intact (Fig. 14). The remaining tors are typical for the Nattaset fells. They survived the ice ages due to the fact that the ice divide zone was located in the area and the continental ice sheet was practically immobile (Darmody et al. 2007). The tors on the Pyhä-Nattanen fell are the most well known in Lapland. They cover the felltops at a level of 450–500 m a.s.l. The largest rectangular piles are 7–9 m high and 40–50 m wide.

Anthropologist Samuli Paulaharju writes that the Nattaset fells were sacred mountains for the local people. The tors were the holiest place where the gods lived. People left offerings like deer horns at their feet to beg for luck in hunting and fishing. The view from the Pyhä-Nattanen fell is spectacular. The granulite fells of Saariselkä cover the northern horizon and the extensive aapa mires are seen on the southern side. The other Nattaset fells, Suku-Nattanen, Terävä-Nattanen and Seinätunturi, rise behind Lake Sukkulampi (Fig. 15). Tors may be observed also on the other Nattaset fells and the Riestovaara (385 m a.s.l.) and Riskaskama (420 m a.s.l.) hills on the southern side of the village of Vuotso. Bedrock of the Riestovaara and Riskaskama (“Shrubs bitten by reindeer”) hills is composed of granite similar to the Nattaset fells. Age determinations using cosmogenic nuclides have constrained the age of the tor formations to 850 000 – 1 million years, suggesting that they have survived multiple glacial periods (Hättestrand & Stroeven 2002, Darmody et al. 2007).

Directions: The Sompiontie road to the Pyhä-Nattanen starts from the village of Vuotso heading east. After 11 km there is a sign “Pyhä-Nattanen” on the left side of the road. The 1.8-km-long walking trail is marked and it leads to the top of the Pyhä-Nattanen fell. The vertical climb on the trail is 200 m. The first part of the trail is easy to walk and

partly covered with duckboards. The upper part is more difficult, as the trail crosses boulder fields. As the Pyhä-Nattanen area is within the Sompio Nature Reserve all travelers must stay on the trail.

Services: The old fireguard's cabin on the top of the Pyhä-Nattanen fell is open and may be used as a resting place. There is a wood stove in the cabin, but water is not available and must be carried along.

8 Pyhä-Nattasen tor-muodostumat

Nattasten kartionmuotoisista huipuista koostuva tunturiryhmä sijaitsee Sodankylän pohjoisosassa, vuonna 1956 perustetussa Sompion luonnonpuistossa. Korkeimmat huiput yltyvät yli 500 metrin korkeuteen; huipuista korkein on 544 metrin korkuinen Terävä-Nattanen (kuva 13). Kallioperältään Nattaset ovat punertavaa, karkeaporfyryristä tai keskirakeista, suuntautumaton graniittia, joka on rakenteeltaan hyvin homogeenista. Graniitin päämineraalit ovat plagioklaasi, kvartsi ja kalimaasälpä, joita on suunnilleen yhtä paljon. Tummana mineraalina esiintyy biotiittia noin 3 %:a sekä vähäisiä määriä mm. magnetiittia, allaniittia, titaniittia ja

zirkonia (Front et al. 1989). Nattasen graniitti on alueen nuorin kivilaji, iältään noin 1 770 miljoona vuotta. Se on tunkeutunut granulitteihin, jotka syntyivät keskikuoressa n. 1 900 miljoonaa vuotta sitten tapahtuneessa Lappi-Kuola-orogeniassa. Nattasen graniitin eteläpuoliset kivilajit ovat arkeisia, yli 2 500 miljoonaa vuotta vanhoja gneissejä (Heilimo et al. 2009).

Kalliopaljastumissa näkyy graniitille tyypillinen laattamainen rakoilu: pinnanmyötäisiä vaakarakoja ja syvälle kallion sisälle tunkeutuvia pystyrakojia. Suorakulmainen rakoilu on vaikuttanut erikoiselta näyttävien rapautumisjäännösten, ns. tor-muodostumien eli toorien syntyyn. Torit näyttävät kaukaa katsottuna päällekkäin ladotuilta laattakiviltä. Lähempää nähtynä ne osoittautuvat yhtenäiseksi kallioksi, jossa on syvälle rapautuneita rakoja (kuva 14). Tor-muodostumat ovat eroosiojäänteitä, jotka ovat olleet kallion kestäväntä osaa. Ne jäivät jäljelle, kun ympärillä ollut, vielä pidemmälle rikkoontunut kallio rapautui palasiksi ja kulkeutui solifluktion ja mannerjäätikön kulutustyön tuloksena alas rinteitä. Torien säilymiseen on vaikuttanut se, että useiden jääkausien aikana Nattaset olivat Keski-Lapin jäänjakajavyöhykkeellä, missä mannerjäätikkö oli liikkumaton tai virtasi hyvin hitaasti. Torit säilyivät



Fig. 13. The fells of Nattaset, viewed from Riestovaara hill towards the northeast, Kuva 13. Nattasten tunturialue Riestovaaralta koilliseen nähtynä, Puc. 13. Сопки Хаммацем, вид на северо-восток с холма Пуестоваара, Figur 13. Nattaset fjellområde sett fra Riestovaara mot nordøst

suojassa jäätikön alla ja niihin kohdistui vain vähäinen eroosio (Darmody et al. 2007). Pyhä-Nattasen tor-muodostumat ovat Lapin tor-muodostumista tunnetuimmat. Ne sijaitsevat 450–500 m korkeudella Pyhä-Nattasen laella ja sen länsipuolella olevan sivuhuipun laella. Suurimmat kuutiomaiset muodot ovat 7–9 m korkeita ja läpimitaltaan 40–50 m.

Kirjailijan ja kansanperinteen kerääjän Samuli Paulaharjun mukaan Nattaset olivat aikoinaan erämaan keskellä olevia pyhiä vuoria. Torit olivat vuorten kaikkein pyhin osa, joka oli jumalolentojen asuinsija. Sinne paikalliset ihmiset jättivät peuran sarvia ja muita uhrilahjoja taatakseen itselleen hyvän kalastus- ja metsästysonnen. Pyhä-Nattasen laelta on mahtavat näköalat Saariselän tuntureille ja Keski-Lapin laajoille aapasoille. Pohjoiseen yli Sukkulalammen Suku-Nattaselle, Terävä-Nattaselle ja Seinätunturille aukeava maisema on yksi Suomen kauneimmista (kuva 15). Tor-muodostumia on myös Nattasten muilla huipuilla sekä Riestovaaran (385 m) ja Riskaskaman (420 m) lailla, Vuotson eteläpuolella. Näidenkin tunturien kallioperä on graniittia. Kosmogeenisten ajoitusten perusteella torien iäksi on saatu 850 000 – 1 miljoona vuotta. Sen perusteella ne ovat kestäneet mannerjäätikön kulutusta useiden jäätiköitymisvaiheiden aikana (Hättestrand & Stro-

even 2002, Darmody et al. 2007).

Kulkuyhteydet: Nattasten tor-muodostumille pääsee Vuotson kylältä Sompiojärvelle johtavaa metsäautotietä. Noin 11 kilometrin jälkeen tien reunalla on viitoitus Pyhä-Nattaselle. Maastoon merkattu, 1,8 km pitkä polku johtaa tunturin huipulle. Nousua on yhteensä noin 200 metriä. Polku on alkumatkasta helppokulkuinen ja osittain pitkospuuta. Loppumatka on hankalakulkuista louhikkoa. Sompion luonnonpuistossa liikkuminen on sallittua vain merkityillä poluilla.

Palvelut: Tunturin huipulla on taukotupana vanha palovartijan mökki, joka on avoinna. Siellä voi levähtää ja kesäaikana jopa yöpyä. Mökissä on kamiina, mutta juomavesi tulee kantaa mukana.

8 Торы Пюхя-Наттанен

Сопки Наттасет представляют собой цепь высоких гор с конусообразными вершинами в северной части муниципалитета Соданкюля в Национальном заповеднике Сомпио, основанном в 1956 г. Высота горных вершин превышает 500 м над уровнем моря, а самая высокая вершина Терявя-Наттанен – 544 м (рис. 13). Сопки Наттасет сложены красным крупнозернистым



Fig. 14. Tors are cubic, house-shaped erosion remnants, Kuva 14. Tor-muodostumat muistuttavat kuutiomaista rakennelmaa, Рис. 14. Торы – кубические продукты эрозии в форме домика, Figur 14. Tor-formasjonene ligner på en kubisk konstruksjon

порфировым гранитом или равнозернистым однородным гранитом, в состав которого в равных пропорциях входят плагиоклаз, кварц и калиевый полевой шпат. Главный мафический минерал – биотит, аксессуарные – магнетит, алланит, титанит и циркон (Front et al. 1989). Все сопки Наттасет относятся к гранитной интрузии возраста 1770 млн. лет, одному из самых молодых типов пород в данном районе. Гранит интродировал в гранулиты, которые сформировались в средней части земной коры в ходе Лапландско-Кольского орогенеза примерно 1900 млн. лет назад. Коренная порода южной части сопки Наттасет сложена архейскими гнейсами возраста свыше 2500 млн. лет (Neilimo et al. 2009).

Обнажения сопки Наттасет демонстрируют типичную горизонтальную трещиноватость, возникшую во время похолодания и поднятия гранитного плутона. Горизонтальные и крутые вертикальные трещины поделили гранит на блоки. Выветривание происходило в основном вдоль трещин, не оказывая воздействия на центральную часть. Последующая эрозия и солифлюкция удалили наиболее расколотую породу, не затронув нагромождения крупных блоков на вершинах сопки (рис. 14). образо-

вавшиеся скалистые вершины, торы, характерны для сопки Наттасет. Они сохранились после ледниковых периодов благодаря тому, что в этой области располагалась межледниковая зона, и континентальный ледниковый щит был практически неподвижен (Darmody et al. 2007). Скалистые вершины сопки Пюхя-Наттанен – самые известные в Лапландии. Они увенчивают сопку на высоте 450-500 м над уровнем моря. Самые крупные прямоугольные нагромождения достигают 7-9 м в высоту и 40-50 м в ширину.

По мнению антрополога Самули Паулахарью, для местного населения сопки Наттасет были священны, а их скалистые вершины – самым сакральным местом обитания богов. У подножия гор люди совершали приношения (например, олени рога), прося у богов удачи в охоте и рыбалке. С сопки Пюхя-Наттанен открывается потрясающий вид. На севере расположены гранулитовые сопки Саариселькя, на юге простираются аапа-болота. Другие сопки Наттасет, Суку-Наттанен, Терявя-Наттанен и Сейнянтури возвышаются над озером Суккулалампи (рис. 15). Скалистые вершины также можно наблюдать у других сопки Наттасет и холмов Риестонваара (385 м над уровнем моря)



Fig. 15. Sukkulalampi lake and boulder field landscape viewed from Pyhä-Nattanen, Kuva 15. Sukkulalampi ja rakkamaisema Pyhä-Nattaselta nähtynä, Рис. 15 Озеро Суккулалампи и вид на поле валунов с Пюхя-Наттанен, Figur 15. Sukkulalampi med blokkhavlandskap sett fra Pyhä-Nattanen

и Рискаскама (420 м над уровнем моря) в южной части деревни Вуотсо. Коренная порода холмов Риестоваара и Рискаскама («Кустарники, обглоданные оленями») сложена гранулитом, схожими с породами сопки Наттасет. С помощью радионуклидов возраст скалистых вершин определён как 850 тыс. – 1 млн. лет, из чего следует, что они пережили несколько ледниковых периодов (Hättestrand & Stroeven 2002, Darmody et al. 2007).

Инструкции: Дорога Сомпионтие на Пюхя-Наттанен начинается от деревни Вуотсо и идёт на восток. Через 11 км слева от неё установлен знак «Пюхя-Наттанен». Размеченная пешеходная тропинка длиной 1,8 км ведёт на вершину сопки Пюхя-Наттанен. Протяжённость крутого подъёма по тропе составляет 200 м. Первая часть маршрута достаточно лёгкая и проходит по частично вымощенной дощатым настилом тропе. Верхняя часть более сложная, поскольку тропа проходит через поля валунов. Туристам запрещено отклоняться от тропы, так как область Пюхя-Наттанен входит в Природный заповедник Сомпио.

Услуги: На вершине сопки Пюхя-Наттанен находится пожарная кабинка, которую можно использовать для отдыха. В ней есть дровяная печь, но нет воды, поэтому её следует взять с собой.

8 Tor-formasjoner på Pyhä-Nattanen

Fjellgruppen Nattaset bestående av kjegleformete topper, ligger nord i Sodankylä, i Sompio nasjonalpark, som ble etablert i 1956. De høyeste toppene når opp til over 500 meter, den høyeste er Terävä-Nattanen på 544 meter (figur 13). Berggrunnen i Nattaset består av rødlig grovporfyrisk eller mellomkornete, uorientert granitt med en meget homogen struktur. De viktigste mineralene i granitten er plagioklas, kvarts og kalifeltspat, omtrent like mye av hver. Som et mørkt mineral forekommer det ca. 3 % biotitt samt små mengder av bl.a. magnetitt, allanitt, titanitt og zirkon (Front et al. 1989). Granitten i Nattanen er den yngste bergarten i området, omtrent 1770 millioner år gammel. Den har trent seg inn i granulitter som oppsto i midtre jordskorpe under Lappland-Kola fjellkjededannelsen for ca. 1900 millioner år siden. Bergartene sør for Nattanen-granitten er arkeiske, over 2500 millioner år gamle gneiser (Heilimo et al. 2009).

I blotninger ser man benkning, som er typisk

for granitt: horisontale sprekker og vertikale sprekker som trenger seg dypt ned i berget. Rettvinklet sprekkdannelse har hatt betydning for måten de merkelige forvitningsrestene, såkalte tor-formasjonene er blitt dannet. Sett fra avstand ser torene ut som steinheller som er stablet opp på hverandre. Ved nærmere betraktning viser de seg å være sammenhengende berg med dypt forvitrede sprekker (figur 14). Tor-formasjonene er erosjonsrester av det som har vært den sterkeste delen av berget. De ble stående igjen da det enda mer sprukne berget rundt dem forvitret seg til blokker og ble transportert ned skråningen av jordsig og fastlandsisens skuring. Det at torene står fremdeles, kommer av at Nattaset gjennom flere istider har vært i Midt-Lapplands isskillesone, hvor fastlandsisen sto stille eller fløt meget sakte. Torene ble bevart under dekket av breen og var bare i liten grad utsatt for erosjon (Darmody et al. 2007). Tor-formasjonene på Pyhä-Nattanen er de mest kjente av Lapplands tor-formasjoner. De ligger på en høyde av 450–500 m på toppen av Pyhä-Nattanen og oppe på en sidetopp vest for den. De største kubiske formene er 7–9 m høye og har en diameter på 40–50 m.

Ifølge forfatter og folkeminnesamler Samuli Paulaharju var Nattaset i sin tid hellige fjell inne i ødemarken. Torene var den aller helligste delen av fjellene, boligen til gudevesener. Der la stedets folk ned reinhorn og andre offergaver for å sikre seg jakt- og fiskelykke. Fra toppen av Pyhä-Nattanen er det en mektig utsikt over Saariselkä-fjellene og Midt-Lapplands vide aapamyrer. Landskapet som åpner seg nordover over Sukkulalampi-vannet mot Suku-Nattanen, Terävä-Nattanen og Seinätunturi, er et av Finlands vakreste (figur 15). Tor-formasjoner forekommer også på andre topper av Nattaset samt på toppen av Riestovaara (385 m) og Riskaskama (420 m) sør for Vuotso. Berggrunnen i disse fjellene består også av granitt. På grunnlag av en kosmogen aldersbestemmelse er torenes alder blitt anslått for 850 000 – 1 million år. Det viser at de har tålt breslitasje gjennom flere bredannelsesperioder (Hättestrand & Stroeven 2002, Darmody et al. 2007).

Veibeskrivelse: Til tor-formasjonene på Nattaset kommer man på skogsbilvei fra bygda Vuotso mot Sompiojärvi. Etter ca. 11 kilometer er det skilting til Pyhä-Nattanen i veikanten. En 1,8 km lang sti, som er merket i terrenget, fører til fjelltoppen. Stigningen utgjør til sammen omtrent 200 meter. I begynnelsen er stien lett å gå og delvis lagt med klopp. Resten er vanskelig terreng med blokkmark. I Sompio naturreservat er det tillatt å bevege seg

bare langs merkede stier.

Service: På toppen av fjellet er det rasteplass i en gammel brannvakthytte, som er åpen. Der kan man hvile ut og til og med overnatte om sommeren. Det er en kamin i hytta, men drikkevann bør man ha med seg.

9 Gold Prospector Museum and geological nature trail at Tankavaara

Tankavaara is home to the only international museum in the world displaying past and present items of gold panning and prospecting. The permanent exhibition presents the history of gold prospecting in Lapland, including stories about the legendary gold diggers who have worked in the area. The exhibition is entered via a replica of the “Kruunun Stationi” hut that was the field base in the Ivalojoeki panning area. The Golden World, the international section, presents items related to the gold digging history of over twenty countries all over the world. The exhibition includes, among other things, a gold map of the ancient Egyptians, golden artefacts made by South Americans and gold digging equipment from the Middle Ages. The museum also has changing exhibitions of various themes.

The Tankavaara museum has a mineral and jewellery stone collection situated in a separate building, which was transported to the museum area from Härkäselkä, where it was used as the field base of the Lapin Kultra Oy prospecting company. Other buildings, machines and vehicles may be observed in the museum area in addition to the Panner Memorial Statue sculpted by Ensio Seppänen (Fig. 16). Visitors to the museum may also try gold panning. The panning place is at Hopiaoja Creek during the summer months. In the winter the museum has an indoor panning facility.

The Koilliskaira Visitor Center is situated next to the Tankavaara Gold Prospector museum. The visitor center has an exhibition on Urho Kekkonen National Park, the history of nature utilisation in the area and hiking in Lapland. Urho Kekkonen National Park was established in 1983 to protect the nature in Metsä-Lappi (“Forest Lapland”). The area is characterized by forests, mires and fells and it is an important area for reindeer herding and hiking. Urho Kekkonen National Park is the second largest in Finland with a total area of 2,550 km². Four nature trails may be reached from the Tankavaara Gold

Prospector museum. The longest, a 7 km long trail, concentrates on geology. All trails have signposts describing the nature, forests and local history. The signposts on the geological trail tell hikers about the geological evolution of the area including information about gold (Fig. 17). Hikers on the geological trail also learn about mires, weathered bedrock and Quaternary deposits formed by the continental ice sheet and its melt waters.

Directions: The Tankavaara Gold Prospector museum is situated ca. 10 km north of the village of Vuotso along Road no. 4 (E75). The museum and the Koilliskaira Visitor Center have a common parking place. The marked trails leave from the parking place.

Services: The museum has a souvenir shop and a cafe open during the summer months. The trails (1 km, 3 km, 6 km and 7 km) are well maintained and partly covered with duckboards. The shortest trail is suitable for small children. Two huts and fireplaces are found along the trails and there is a lean-to at the yard of the Koilliskaira Visitor Center.

9 Tankavaaran Kultamuseo ja geologinen luontopolku

Sodankylän Tankavaaran Kultamuseo on maailman ainoa kansainvälinen kultamuseo, jonne on kerätty esineistöä ja tietoa kullasta ja kullankaivusta. Sen kokoelmat jakaantuvat perusnäyttelyyn ja kansainväliseen näyttelyyn. Perusnäyttely kertoo Lapin värikkästä kultahistoriasta ja siellä vaikuttaneista legendaarisista kullankaivajista. Näyttelyyn kuljetaan sisään portista, joka on jäljennös Ivalojoen hippukulta-alueella olevan vanhan hirsirakennuksen, Kultalan ”Kruunun Stationin” pääovesta ja sen eteisestä. Perusnäyttelyssä esitellään Lapin kulta-alueita, siellä työskennelleitä kullankaivajia ja heidän työkalujaan. Museokäynti jatkuu vaskoolinmuotoiseen Golden World-rakennukseen, jossa on näyttelyn kansainvälinen osa. Se käsittää osioita yli 20 eri maasta. Esillä on mm. muinaisten egyptiläisten tekemä kultakartta, Etelä-Amerikan intiaanien tekemiä kultaesineitä ja kokoelma keskiaikaisia kullanhuhdontavälineitä. Museossa on lisäksi vaihtuvien näyttelyiden alue.

Kultamuseolla on myös edustava korukivi- ja mineraalikoelma. Se on sijoitettu museoalueelle uudelleen pystytettyyn hirsirakennukseen, joka oli alun perin Härkäselässä sijainnut Lapin Kultra Oy:n työmaan tukikohta. Sen lähellä on myös muita kultamaiden rakennuksia, koneita, kulkuvälineitä sekä Ensio Seppäsen veistämä Vaskaajapatsas, joka on pystytetty



Fig. 16. Gold Prospector Museum and the Goldpanner Memorial Statue, Kuva 16. Kultamuseo ja Vaskaajapatsas, Рис. 16. Музей золотоискателя и Памятник старателю, Figur 16. Gullmuseum og gullvaskerstatue

kunnianosoitukseksi kullankaivajien työlle (kuva 16). Hoppiaojan varrella on kesäisin kullanhuuhtontalue, jossa on mahdollisuus kokeilla opastettua kullanhuuhtontaa. Talvisin museon sisätiloihin on rakennettu huuhtontapaikka.

Kultamuseon vieressä on Koilliskairan luontokeskus, jossa voi tutustua Urho Kekkosen kansallispuiston luontoon, alueen luonnonkäytön historiaan ja Lapin retkeilyyn. Kansallispuisto perustettiin vuonna 1983 suojelemaan Metsä-Lapin ja Perä-Pohjolan arvokasta metsä-, suo- ja tunturiluontoa sekä turvaamaan luontaiselinkeinoja kuten porotaloutta ja perinteistä retkeilyä. Se on Suomen toiseksi suurin kansallispuisto, pinta-alaltaan 2 550 km². Tankavaaran rinteille johtaa neljä eripituista luontopolkua, joista pisin on 7 km pitkä geologinen luontopolku. Niiden varrella on opastetauluja, jotka kertovat alueen luonnosta, metsistä ja sota-ajan historiasta. Geologisen luontopolun opastetaulut kertovat alueen geologisesta kehityksestä sekä kullan esiintymisestä maa- ja kallioperässä (kuva 17). Opasteista löytyy tietoa myös soista, rapakalliosta sekä jääkausien aikana mannerjäätikön ja sen sulamisvesien synnyttämistä maaperämuodostumista.

Kulkuyhteydet: Kultamuseo sijaitsee lähellä valtatieä nro 4 (tie E75), noin 10 km Vuotson kylän pohjoispuolella. Museolla on yhteinen paikoitusalue

Urho Kekkosen kansallispuiston opastuskeskuksen kanssa. Urho Kekkosen kansallispuiston opastuskeskuksen ja Kultamuseon välistä lähtevät opastetut retkeilypolut Tankavaaran rinteille ja huipulle.

Palvelut: Museon yhteydessä on matkamuistomyymälä ja kesäkahvila. Retkeilypolut (1 km, 3 km, 6 km ja 7 km) ovat hyväkuntoisia ja osin pitkospuin varustettuja. Niistä lyhin sopii myös perheen pienimmille. Polkujen varrella on kaksi kotaa ja tulentekopaikkaa. Luontokeskuksen pihalla on laavu.

9 Музей золотоискателя и геологическая природная тропа в Танкаваара

В Танкаваара размещается единственный в мире международный музей, посвященный прошлому и настоящему разведки и добычи золота. На постоянной выставке представлена история разведки золоторудных месторождений в Лапландии, включая экспозицию о легендарных золотоискателях, работавших в этой области. Её открывает модель барака «Круунун Статиони» («Kruunun Stationi»), которая слу-



Fig. 17. A signpost on the geological trail at Tankavaara, Kuva 17. Opastetaulu geologisen luontopolun varrella Tankavaarassa, Рис. 17. Указатель геологической тропы в Танкавааре, Figur 17. Informasjonstavle ved den geologiske naturstien i Tankavaara

жила полевой станцией в районе Ивалоюки, где промывалось золото. В международной секции «Золотой мир» представлены экспонаты, касающиеся истории старательства в более чем двадцати странах по всему миру. Помимо прочих экспонатов, здесь имеются древнеегипетская золотая карта, артефакты из золота южноамериканского происхождения и средневековое золотодобывающее оборудование. В музее также представлены временные экспозиции на различные темы.

В музее Танкаваара хранится коллекция минералов и ювелирных камней. Она размещена в отдельном здании, перевезённом на территорию музея из Хярьяселькя, где оно служило полевой станцией добывающей компании «Лапин Культа» («Lapin Kulta»). Другие постройки, механизмы и транспортные средства можно осмотреть на территории музея, где также установлен памятник старателю скульптора Энсио Сеппянена (рис. 16). Кроме того, посетители музея могут сами попробовать намыть золото. В летние месяцы это можно сделать у ручья Хопьяойя. Зимой предусмотрены приспособления для промывки золота внутри музея.

Рядом с Музеем золотоискателя Танкаваара расположен Визитёрский центр Койллискайра. В нём размещена выставка, посвящённая

Национальному парку Урхо Кекконен, истории природопользования данного района и пешего туризма в Лапландии. Национальный парк Урхо Кекконен основан в 1983 г. для охраны природы в Мется-Лаппи («Лесной Лапландии»). Для этой области характерны леса, болота и сопки, здесь развиты оленеводство и пеший туризм. Национальный парк Урхо Кекконен – второй по величине в Финляндии, его общая площадь – 2550 км². От Музея золотоискателя Танкаваара к нему ведут 4 природные тропы. Самая длинная из них длиной 7 км замечательна своей геологией. У всех троп имеются указатели с описанием природы, лесов и местной истории. Указатели у геологической тропы рассказывают о геологической эволюции района, включая информацию о золоте (рис. 17). Путешествующие по тропе могут также узнать о болотах, выветрелой коренной породе и четвертичных отложениях, образованных континентальным ледниковым щитом и его талыми водами.

Инструкции: Музей золотоискателя Танкаваара расположен приблизительно в 10 км к северу от деревни Вуосто вдоль трассы № 4 (E75). У музея и Визитёрского центра Койллискайра есть общее место для парковки, от которой идут размеченные тропы.

Услуги: В летние месяцы в музее работают сувенирный магазин и кафе. Тропы (1, 3, 6 и 7 км) находятся в хорошем состоянии и частично вымощены деревянным тротуаром. Самая короткая тропа подойдёт для маленьких детей. Вдоль дорог расположены 2 хижины и места для разведения костров, во дворе Визитёрского центра Койллискайра есть постройки.

9 Tankavaara Gullmuseum og geologiske natursti

Gullmuseet i Tankavaara, Sodankylä, er verdens eneste internasjonale gullmuseum hvor det er samlet inn gjenstander og informasjon om gull og gullgraving. Samlingene er delt opp i en basisutstilling og en internasjonal utstilling. Basisutstillingen forteller om den fargerike gullhistorien i Lappland og om de legendariske gullgraverne som deltok i den. Man går inn til utstillingen gjennom en port, som er en kopi av hoveddøra og entreen til en gammel tømmerbygning, ”Kultala” eller ”Kruunun Stationi” i Ivaloelvas gullvaskingsområde. Basisutstillingen presenterer gullområdene i Lappland, gullgravere som har arbeidet der og deres verktøy. Museumsbesøket fortsetter til en vaskepanneformet bygning, Golden World, som inneholder utstillingens internasjonale del med gjenstander fra 20 ulike land. Utstillingen viser bl.a. et gullkart laget av gamle egyptere, gullgjenstander laget av søramerikanske indianere og en samling gullvaskeutstyr fra middelalderen. I tillegg har museet en seksjon for skiftende utstillinger.

Gullmuseet har også en representativ samling av smykkesteiner og mineraler. Samlingen er plassert i et tømmerhus som er gjenreist på museumsområdet og som opprinnelig fungerte som base for anlegget til Lapin Kultra Oy i Härkäselkä. I nærheten av den står det også andre bygninger fra gullfeltene, maskiner og kjøretøy samt Ensio Seppänens skulptur Gullvasker, som er reist til ære for gullvaskernes arbeid (figur 16). Ved Hopiaojabekken er det om sommeren en gullvaskingsplass, hvor det er mulig å prøve seg på gullvasking under veiledning. I vintersesongen er det rigget til en gullvaskingsplass inne i museet.

Ved siden av Gullmuseet står Koilliskaira natursenter, hvor man kan få opplysninger om naturen i Urho Kekkonen nasjonalpark, naturutnyttelsens historie i området og fotturismen i Lappland. Nasjonalparken ble grunnlagt i 1983 for å verne den verdifulle skog-, myr- og fjellnaturen

i Skog-Lappland samt for å sikre naturbaserte næringer som reindrift og tradisjonell fjellvandring. Den er Finlands nest største nasjonalpark med et areal på 2 550 km². Det går fire naturstier med ulik lengde opp til fjellsidene av Tankavaara, den lengste er en 7 km lang geologisk natursti. Langs stiene er det satt opp informasjonstavler om områdets natur, skoger og krigstidshistorie. Informasjonstavlene langs den geologiske naturstien forteller om den geologiske utviklingen i området samt om gullforekomster i løsmasser og i berggrunnen (figur 17). Informasjonstavlene gir også opplysninger om myrer, forvittringsberg og løsmasseformasjoner som er skapt av fastlandsis og smeltevann i løpet av istidene.

Veibeskrivelse: Gullmuseet ligger nær riksvei 4 (E75), ca. 10 km nord for bygda Vuotso. Museet har et felles parkeringsområde med informasjonssentret til Urho Kekkonen nasjonalpark. Startpunktet for skiltede turstier til Tankavaaras skråninger og topp ligger mellom informasjonssentret og Gullmuseet.

Service: Det er en suvenirbutikk og sommerkafé i forbindelse med museet. Turstiene (1 km, 3 km, 6 km og 7 km) er godt vedlikeholdte og delvis lagt med klopper. Den korteste stien passer også for de yngste i familien. Langs stiene er det to lavvoer og bålplasser. Utenfor informasjonssentret er det en gapahuk.

10 Spillways of the Kiilopää Ice Lake

Melting of the continental ice sheet – deglaciation – took place ca. 10,500 years ago in the Saariselkä area. At first only the highest fells were exposed as nunataks when the glacier thinned. As the melting proceeded more ground was exposed. Water collected into ice lakes between the glacier and the fells. They began as small ponds in the valleys and expanded into wide, shallow lakes that covered the present river valleys (Johansson et al. 2011).

The Kiilopää ice lake formed in the Kiilo-oja valley. It was dammed by the retreating glacier towards southwest and the high ground between the Kiilopää and Ahopäät fells in other directions. The melting glacier provided water for the lake, especially from the melt water conduit ending at the glacier rim. At first, the extent of the lake was only a few hectares. The spillway was at the northeastern side of the Kiilopää fell top, 461 m a.s.l. It may still be seen as a steep-walled, 10 m deep overflow channel gorge that was generated even before the ice lake phase, as it was originally the conduit for the melt waters underneath the

glacier (Penttilä 1963) (Fig. 18).

As the ice lake grew, a new spillway formed 300 m to the north at a lower elevation. The ice lake sank to 446 m a.s.l., however, even the new spillway was short-lived as the melt waters began to flow marginally towards the north. The third spillway formed in a 2–7 m deep gorge on the southern side of the highest Ahopää fell. The third phase of the ice lake lasted longer than the previous two, up to approximately ten years. During this phase the extent of the ice lake grew to several km². The three oldest spillways of the Kiilopää ice lake are proglacial overflow channels generated in valleys between felltops perpendicular to the glacier margin. The spillways conducted the waters to the northeast towards Luulammit and the Kulasjoki valley.

Subsequent spillways of the Kiilopää ice lake formed marginally between the ice margin and the Ahopää fells. Melt water erosion was strongest during the opening of the spillway when water rushed in the channel and the water level sank to the level of the spillway. After the initial erosional peak the erosion weakened and stopped altogether when a new spillway opened at a lower elevation (Fig. 19). The ice lake drained stepwise towards the north to Tolosjoki and Ivalojoiki river valleys and left several spillway levels that may be observed at 404 m, 402 m, 399 m and 388 m a.s.l. at the slope of the Ahopää fells. When a spillway opened at Latvakuru the ice lake stayed at 335 m a.s.l. for several decades. The time was sufficient for the formation of an ancient shoreline. The ancient spillways of the Kiilopää ice lake are presently seen as dry gorges or small brooks, however, their size and form indicates that large volumes of water originally flowed through them.

Directions: A coach connection to Kiilopää is available both from Rovaniemi and Ivalo. Road no. 9695 to Kiilopää starts at the Kakslauttanen village, which is along Road no. 4 (E75) between Sodankylä (south) and Ivalo (north). The distance to Kiilopää is 124 km from Sodankylä and 47 km from Ivalo. Turn east at the Kakslauttanen village and drive for 6 km along Road no. 9695. There is a large parking place at the Kiilopää fell center. Marked, well-maintained trails start at the Kiilopää fell center towards Kiilopää and other Saariselkä fells. Spillways of the ice lake may be seen along the nature trail from Kiilopää towards Ahopää.

Services: Kiilopää fell center provides accommodation, food and activities for tourists. There is a hut at Luulammit that may be used as a resting place. Information signposts and fireplaces are found both at Kiilopää and at Luulammit.

10 Kiilopään jääjärven lasku-uomat

Mannerjäätikön sulaminen eli deglasiatio tapahtui Saariselän tuntureilla noin 10 500 vuotta sitten. Aluksi sulaminen näkyi jäätikön ohenemisena, jolloin korkeimmat huiput työntyivät esiin nunatakkeina jäätikön alta. Ohenemisen jatkuessa yhä laajempia alueita paljastui jäätikön reunan alta. Jäätikön ja tunturijonon väliin kerääntyi sulamisvettä jääjärviksi. Ne olivat aluksi pieniä tunturien välisiä laaksoja peittäneitä vesialtaita. Myöhemmin ne laajenivat mataliksi nykyisiä jokilaaksoja peittäneiksi jääjärviksi (Johansson et al. 2011).

Kiilo-ojan laaksoon syntyi Kiilopään jääjärvi. Lounaassa sitä patosi perääntyvän jäätikön reuna. Muualla sitä reunusti Kiilopään ja Ahopäiden välinen tunturiselänne. Jääjärveen virtasi vettä jäätikön sulavasta reunasta. Eniten vettä tuli jäätikön reunalta päättyneestä sulamisvesitunnelista. Jääjärvi oli aluksi kooltaan vain muutamia hehtaareita. Sen lasku-uoma oli Kiilopään huipun koillispuolella, 461 metrin korkeudella. Se näkyy nykyisin tunturiselännettä leikkaavana satulakuruna, joka on yli 10 metriä syväälle kallioon kulunut jyrkkäreunainen kuru. Kuru syntyi jo ennen jääjärvivaihetta, sillä tunnelissa virranneet sulamisvedet ylittivät tunturiselänteen samassa kohdassa (Penttilä 1963) (Kuva 18).

Jääjärven kasvaessa uusi edellistä alemmalla tasolla oleva lasku-uoma aukeni noin 300 metriä pohjoisemmaksi. Vedenpinta laski 446 metrin korkeudelle. Tämäkään lasku-uoma ei ollut pitkäikäinen, sillä jäätikön reunan perääntymisen jatkuttua vedet alkoivat virrata jäätikön reunaa seuraten pohjoiseen. Ahopäiden korkeimman huipun eteläpuolelle syntyi noin 2–7 metriä syvä kuru, josta tuli jääjärven kolmas lasku-uoma. Jääjärven kolmas vaihe kesti edellisiä vaiheita kauemmin, ilmeisesti noin kymmenen vuoden ajan. Sinä aikana jääjärvi kasvoi useiden neliökilometrien laajuiseksi. Jääjärven kolme vanhinta lasku-uomaa ovat ns. proglasiaalisia satulakuruja, sillä ne syntyivät kahden huipun väliseen painanteeseen, kohtisuoraan jäätikön reunaan nähden. Lasku-uomat johtivat jääjärvestä purkautuneet vedet koilliseen Luulammin ja Kulasjoen laaksoon.

Kiilopään jääjärven myöhemmät lasku-uomat syntyivät marginaalisesti jäätikön reunan ja Ahopäiden tunturin rinteiden väliin. Sulamisvesierosio oli voimakkainta lasku-uoman avautuessa, jolloin vesimassat vyöryivät uomaan ja jääjärven pinta aleni uoman kynnyskohdan tasolle. Sen jälkeen sulamisvesierosio heikkeni. Kun jäätikön reunan alta

avautui uusi alemmalla tasolla ollut uoma, vanha lasku-uoma kuivui ja virtaavan veden aiheuttama eroosio loppui (kuva 19). Uusien lasku-uomien avautuminen jäätikön reunan alta johti jääjärven vedenpinnan jatkuvaan, portaittaiseen laskuun. Ahopäiden rinteillä on selviä lasku-uomia 404, 402, 399 ja 388 metrin korkeudella. Latvakurussa olleen lasku-uoman auettua jääjärven vedenpinta asettui vuosikymmeniksi 335 metrin tasolle. Ahopäiden lasku-uomat johtivat sulamisvedet pohjoiseen, Tolosjokeen ja Ivalojokeen. Vedenpinnan jatkuvan laskun seurauksena selviä muinaisrantoja ei ehtinyt syntyä kuin 335 metrin korkeudelle. Kiilopään jääjärven lasku-uomat ovat tänä päivänä kuivia kuruja tai niiden pohjalla virtaa vähäisiä tunturipuroja. Niiden muodot ja mittasuhteet kuitenkin kertovat, että kurun kautta virtasi aikoinaan suuret määrät sulamisvettä.

Kulkuyhteydet: Rovaniemeltä ja Ivalosta on linja-autoyhteys Kiilopäälle. Valtatieltä nro 4 (tie E75) kääntyy Kakslauttasen kohdalla kuusi kilometriä pitkä maantie nro. 9695 Kiilopäälle. Sodankylästä on matkaa 124 km ja Ivalosta 47 km. Kiilopään tunturikeskuksen vieressä on iso paikoitusalue. Tunturikeskuksen edestä alkavat opastetut reitit Kiilopään alueen tuntureille ja kauemmaksi Saariselälle. Kiilo-

pään alueella retkeilypolut ovat hyväkuntoisia ja ne on merkattu maastoon. Jääjärven lasku-uomia on näkyvissä Kiilopäältä Ahopäille johtavan luontopolun varrella.

Palvelut: Kiilopäällä on tunturimatkailuun erikoistunut matkailuyritys. Luulammella on autiotupa. Kiilopäällä ja Luulammella on opastetauluja ja tulentekopaikkoja.

10 Водосливы ледникового озера Киилопяя

Около 10500 лет назад в районе Саариселькя происходило таяние континентального ледникового щита – дегляциация. Когда ледниковый покров стал истончаться, выступили самые высокие сопки в виде нунатаков. По мере таяния льда обнажалось всё больше земной поверхности. Между ледником и сопками вода собиралась в ледниковые озёра. Изначально они представляли собой маленькие пруды в долинах. Со временем они увеличились до широких мелководных озёр, усеивающих современные речные долины (Johansson et al. 2011).



Fig. 18. The oldest spillway of the Kiilopää Ice Lake, Kuva 18. Kiilopään jääjärven vanhin lasku-uoma, Рис. 18. Древнейшие водосливы ледникового озера Киилопяя, Figur 18. Det eldste avløpet fra Kiilopää bresjø

Ледниковое озеро Киилопяя образовалось в долине Киило-ойя. Его перегородили отступавший на юго-запад ледник и возвышенность между сопками Киилопяя и Ахопяят с других сторон. Вода поступала в озеро от тающего ледника, в основном по водоводу, заканчивавшемуся у кромки ледника. Изначально площадь озера составляла несколько гектаров. Водослив располагался на северо-восточном склоне у вершины сопки Киилопяя, 461 м над уровнем моря. Его можно увидеть до сих пор – это ущелье с отвесными стенками, по которому стекает водный поток глубиной 10 м. Ущелье возникло до ледникового озера, поскольку изначально по нему под ледником текли талые воды (Penttilä 1963) (рис. 18).

По мере увеличения ледникового озера, в 300 м к северу от него образовался новый водослив. Уровень воды ледникового озера опустился до отметки 446 м над уровнем моря, однако и новый водослив просуществовал недолго, поскольку постепенно талые воды стали течь на север. Третий водослив возник на южном склоне самой высокой сопки Ахопяя в ущелье глубиной 2–7 м. Третья фаза существования ледникового озера была продолжительнее предыдущих

и длилась около 10 лет. Во время этой фазы площадь озера увеличилась на несколько км². Три старейших водослива ледникового озера Киилопяя представляют собой предледниковые паводковые русла, образовавшиеся в долинах между вершинами сопки перпендикулярно границе ледника. По водосливам вода стекала на северо-восток к Лууламмит и долине Куласйоки.

Со временем между краем ледника и сопками Ахопяят возникли водосливы ледникового озера Киилопяя. Эрозия талых вод была наиболее интенсивной во время открытия водослива, когда вода хлынула в канал, а её уровень упал до уровня водослива. После начального пика эрозия ослабла, а когда ниже возник новый водослив, сошла на нет (рис. 19). Ледниковое озеро пересохло постепенно по направлению к северу от долин рек Толосйоки и Ивалойоки и ушло по нескольким уровням водослива, которые можно наблюдать на высотах 404, 402, 399 и 388 м над уровнем моря на склоне сопки Ахопяят. Когда в Латвакуру открылся водослив, ледниковое озеро просуществовало на высоте 335 м над уровнем моря несколько десятилетий. Этого было достаточно, чтобы сформировалась древняя береговая линия. Сейчас древние водосли-



Fig. 19. The ancient spillways are dry gorges at present, Kuva 19. Vanhat lasku-uomat ovat nykyisin kuivapohjaisia kuruja, Рис. 19. Древние водосливы сейчас представляют собой пересохшие ущелья, Figur 19. Gamle avløp er i dag juv med tørre bunn

вы ледникового озера Киилопяя представляют собой пересохшие ущелья и маленькие ручьи, но их форма и размеры позволяют судить о том, насколько велики были объёмы воды, некогда протекавшие через них.

Инструкции: Имеется автомобильное сообщение Киилопяя с Рованиеми и Ивало. Трасса № 9695 до Киилопяя берёт начало в деревне Какслауттанен, расположенной у трассы № 4 (E75) между Соданкюля (на юге) и Ивало (на севере). Расстояние до Киилопяя от Соданкюля 124 км, от Ивало – 47 км. У деревни Какслауттанен поверните на восток и следуйте 6 км по трассе № 9695. У Центра сопок Киилопяя есть место для парковки. От него к Киилопяя и другим сопкам Саариселькя ведут размеченные, хорошо оборудованные тропы. Водосливы ледникового озера можно увидеть вдоль природной тропы от Киилопяя к Ахояят.

Услуги: Центр сопок Киилопяя предоставляет жильё и питание, а также организует мероприятия для туристов. В Лууламмет есть хижина, которую можно использовать для отдыха. В Киилопяя и Лууламмет есть информационные щиты и места для разведения костров.

10 Bresjøavløp i Kiilopää

Deglasiasjonen eller fastlandsisens smelting skjedde på Saariselkä-fjellene for ca. 10 500 år siden. Først vistes smeltingen i form av at breen ble tynnere slik at de høyeste toppene stakk opp gjennom breen som nunataker. Etter hvert som isen ble enda tynnere ble stadig større områder avdekket nedenfor brekanten. Mellom breen og fjellrekken samlet det seg smeltevann til bresjøer. Først var de små bassenger som fylte opp daler mellom fjellene. Senere utvidet de seg til grunne bresjøer som dekket dagens elvedaler (Johansson et al. 2011).

Kiilopää bresjø oppsto i dalen til elva Kiilo-oja. I sørvest ble den demmet opp av brekanten som trakk seg tilbake. I andre retninger var den omringet av fjellryggen mellom Kiilopää og Ahopää-fjellene. Fra den smeltende brekanten strømmet det vann inn i bresjøen. Mest vann kom det fra smeltevannstunnelen som endte i brekanten. Først var størrelsen på bresjøen bare noen hektar. Den hadde sitt avløp på nordøstsiden av Kiilopääs topp på 461 meters høyde. I dag kan man se avløpet som et sadelskår, et juv med bratte skråninger nedgravd over 10 meter inn i berget. Juvet oppsto allerede før bresjøfasen, fordi smeltevannet i tunellen krysset fjellryggen på samme stedet (Penttilä 1963) (figur 18).

Etterhvert som bresjøen ble større, åpnet det seg et nytt avløp på et lavere nivå ca. 300 m lenger nord. Vannstanden sank til 446 meters høyde. Heller ikke dette avløpet hadde lang levetid, da etter at brekanten fortsatte å trekke seg lenger tilbake, begynte vannstrømmen følge brekanten nordover. Sør for den høyeste toppen i Ahopää-fjellene oppsto det et ca. 2–7 meter dypt skår, som ble til bresjøens tredje avløp. Den tredje fasen av bresjøen varte lenger enn de foregående, antakelig i rundt ti år. I løpet av den tiden vokste bresjøen til flere kvadratkilometer. De tre eldste avløpene av bresjøen er såkalte proglasiale sadelskår, fordi de oppsto i et søkk mellom to topper, vinkelrett mot brekanten. Avløpene ledet vannet fra bresjøen mot nordøst til Luulampi- og Kulasjoki-dalen.

Senere avløp av Kiilopää-bresjøen oppsto parallelt med brekanten mellom den og skråningen av fjellet Ahopää. Smeltevannserosjonen var sterkest da avløpet åpnet seg og vannmassene styrtet i avløpet og bresjøens vannstand sank ned på høyde av avløpets terskel. Etter det ble smeltevannserosjonen svakere. Når det åpnet seg et nytt avløp under brekanten på et lavere høydenivå, tørket det gamle avløpet ut og erosjonen av rennende vann tok slutt (figur 19). Nye avløp under isbrekanten førte til at vannstanden i bresjøen stadig sank trinnvis. På Ahopääs skråninger fins tydelige avløpsrenner på 404, 402, 399 og 388 meters høyder. Da avløpet i Latvakuru åpnet seg, ble bresjøens vannstand liggende på 335 meters nivå i flere tiår. Avløpene fra Ahopää-fjellene førte smeltevannet nordover til Tolosjoki og Ivalojoiki. På grunn av den kontinuerlige vannstandssenkningen rakk det ikke å oppstå tydelige strandvoller andre steder enn på 335 meters høyde. Avløpene fra Kiilopää bresjø er i dag tørre juv eller det kan renne små fjellbekker i bunnen av dem. Formen og dimensjonene i dem forteller likevel at det en gang i tiden strømmet store mengder av smeltevann gjennom dem.

Veibeskrivelse: Det er bussforbindelse fra Rovaniemi og Ivalo til Kiilopää. Fra riksvei 4 (E75) ved Kakslauttanen tar en 6 km lang vei 9695 av til Kiilopää. Fra Sodankylä blir avstanden 124 km og fra Ivalo 47 km. Det er et stort parkeringsområde ved Kiilopää fjellsenter. Guidede stier starter fra fjellsentret til fjellene i Kiilopää-området, og enda lenger til Saariselkä. Turstiene i Kiilopää-området er i god stand og merket i terrenget. Bresjøavløp er synlige langs naturstien fra Kiilopää til Ahopää-fjellene.

Service: På Kiilopää er det en reiselivsbedrift som har spesialisert seg i fjellvandring. I Luulampi er det en ødestue. På Kiilopää og i Luulampi er det informasjonstavler og bålplasser.

11 The Golden Route of Laanila and old mine shafts

In the summer 1898 J.J. Sederholm, the director of the Geological Commission of Finland (predecessor of the Geological Survey of Finland), organized an expedition that started gold exploration in the Hangasoja area. The target of the studies were a cross-cutting syenite dike and quartz vein that were considered as prospects for gold in the bedrock, due to the presence of gold nuggets in the surrounding gravel beds (Fig. 20). Henry Kerkelä, a prospector who had worked in America, heard about the expedition and claimed the area. He gathered a work force and began the excavation of a mine shaft in the bedrock. In the summer 1900 the shaft was already 10 m deep and the best gold contents of the samples were up to 92.5 grams per ton. Investors began to be interested in the operation and provided money for further studies. Kerkelä established a mining company, Kultakaivosyhtiö Pohjola, in 1902, but the company survived only to 1906 as they did not find enough gold in the mine. Six shafts were excavated in the Kerkelä mine village. The deepest shaft extended to the depth of 41 m. The collapsed shafts are still seen on the slope of the Iso Hangasselkä hill

along the Golden Route trail (Stigzelius 1986).

At the southern end of the Golden Route is the Carl Gustav mine of the Prospector Company, a competitor of Kerkelä. The mining in Carl Gustav started in 1903. Visible gold was found in the bedrock under the gravel and gold grades in samples were up to 50 grams per tonne. Mining proceeded slowly down to 50 m below ground. The excavation activity was slow and dangerous due to strong ground water flow in the shaft. Tens of thousands of liters of water per hour had to be pumped out with a steam engine pump. The miners worked 24 hours a day in three eight-hour shifts. The rocks were winched out of the shaft in a wooden pail. Gold was not abundant enough and the mining stopped in 1904. A collapsed shaft and waste rock piles still remain in the area (Figs. 21 and 22).

Directions: The Golden Route trail starts at Road no. 4 (E75) 4 km south of Kakslauttanen village. The distance from Ivalo (north) is 37 km and from Sodankylä (south) 122 km. The 7.6-km-long Golden Route traverses both old mining areas. The trail is well maintained and marked with short wooden posts with yellow tops. The trail ends at the northern side of the road leading to the village of Kutturra, two km from the intersection of the Kutturra road and Road no. 4 (E75).



Fig. 20. The Laanila quartz vein, Kuva 20. Laanilan kvartsijuoni, Рис. 20. Кварцевая жила Лаанила, Figur 20. Kvartsgang i Laanila



Fig. 21. An old mine shaft at Lutto, Kuva 21. Luton vanha kuilukaivos, Рис. 21. Старая шахта в Лутто, Figur 21. Gammel gruvesjakt i Lutto



Fig. 22. A collapsed shaft of Carl Gustav, Kuva 22. Romahtanut Kaarle Kustaan kuilukaivo, Рис. 22. Обрушившаяся шахта Карл Густав, Figur 22. Sammenrast sjakt i Carl Gustav-gruven

11 Laanilan kultareitti ja kuilukaivokset

Kesällä 1898 Geologian tutkimuskeskuksen edeltäjän Geologisen komissionin johtaja professori J. J. Sederholm kokosi tutkimusryhmän, joka aloitti kultatutkimukset Hangasojan lähetyvillä olevan syeniittijuonen ja kvartsijuonen ympärillä. Juonien risteystä pidettiin otollisena kalliokullan esiintymiselle, sillä lähellä olevista sorakerrostumista oli löytynyt kultahippuja, joiden pääteltiin olevan lähtöisin juonista (kuva 20). Aiemmin Amerikassa kaivosmiehenä toiminut Henry Kerkelä kuuli tutkimuksista ja päätti vallata paikan omiin nimiinsä. Hän hankki työmiehiä ja aloitti kuilun kaivun kovaan kallioon. Kesällä 1900 oli louhittu jo kymmenen metrin syvyyteen ja kallionäytteiden kultapitoisuudeksi saatiin parhaimmillaan 92,5 g tonnissa. Sijoittajat kiinnostuivat kultaesiintymästä ja lähtivät rahoittamaan kaivua. Kerkelän Kultakavosyhtiö Pohjola perustettiin vuonna 1902. Kultaa ei löytynyt kuitenkaan tarpeeksi, ja yhtiön toiminta päättyi kannattamattomana vuonna 1906. Kerkelän kaivoskylään jäi jäljelle kuusi kaivoskuilua, joista syvin oli 41 metriä. Niiden luhistuneet aukot ovat yhä nähtävissä Ison Hangasselän rinteellä ”Kultareitin” polun varrella (Stigzelius 1986).

Saman polun eteläpäässä on myös Kerkelän kaivosyhtiön kilpailijana toimineen Prospektor-yhtiön kaivos nimeltään Kaarle Kustaa (Carl Gustav). Siellä työt aloitettiin vuonna 1903. Lähellä maan pintaa kallioseinästä löydettiin paljain silmin näkyvää kultaa. Kallionäytteestä tehdyssä laboratorioanalyysissä kultapitoisuudeksi saatiin 50 g tonnilta. Kaivua jatkettiin metri metriltä alaspäin 50 metrin syvyyteen. Louhinta oli hidasta ja sitä haittasi merkittävästi kuiluun virrannut pohjavesi. Vettä jouduttiin pumppaamaan höyrykäyttöisillä pumpuilla pois kymmeniä tuhansia litroja tunnissa. Kallion louhijat työskentelivät vaarallisissa olosuhteissa kahdeksan tuntia kerrallaan kolmessa vuorossa. Irrotetut kallion kappaleet nostettiin puusaavissa vinssin avulla ylös. Kultaa ei löytynyt riittävästi, ja toiminta lopetettiin tappiollisena vuonna 1904. Kaivoksesta on jäljellä luhistunut kaivosaukko ja louhinnasta syntyneitä kivikasoja (kuvat 21 ja 22).

Kulkuyhteydet: Laanilan ”Kultareitin” lähtöpaik-ka on valtatie 4 (tie E75) reunassa, noin 4 km Kakslauttasesta ja Kiilopään tien risteyksestä. Matkaa Ivaloon on 37 km ja Sodankylään 122 km. Kaivosten kautta kulkeva polku on 7,6 km pitkä.

Se on hyväkuntoinen ja merkitty maastoon keltaisin puutolpin. Patikoinnin voi aloittaa myös polun toisesta päästä, joka sijaitsee Kutturään johtavan tien pohjoispuolella, noin kahden kilometrin päässä valtatieltä.

11 Золотой Маршрут Лаанила и старые шахты

Летом 1898 г. директор Геологической комиссии Финляндии (позднее – Геологической службы Финляндии) Дж.-Дж. Седерхольм организовал экспедицию, которая положила начало разведке золота в районе Хангасоя. Объектом исследования были секущая сиенитовая дайка и кварцевая жила, которые считались перспективными на золото, поскольку в окружающем их гравийном слое были обнаружены золотые самородки (рис. 20). Работавший в Америке золотодобытчик Генри Керкеля узнал об экспедиции и подал заявку на разработку участка. Он набрал рабочих и начал проходку шахтного ствола в коренной породе. Летом 1900 г. шахта была пройдена уже на 10 м, лучшие показатели содержания золота в образцах достигали 92,5 г/т. Инвесторы начали проявлять интерес к разработке и выделили деньги на дальнейшие исследования. В 1902 г. Керкеля основал горнодобывающую компанию «Культакайвосухтио Похйола», но она просуществовала лишь до 1906 г., поскольку на руднике было обнаружено недостаточное количество золота. В шахтёрской деревне Керкеля было проложено 6 шахт. Самая глубокая достигает 41 м. На склоне холма Исо Хангесселья вдоль тропы Золотого Маршрута до сих пор видны обрушившиеся шахты (Stigzelius 1986).

На южном конце Золотого Маршрута находится рудник Карла Густава, принадлежащий добывающей компании-конкуренту Керкеля. Горные работы в руднике начались в 1903 г. Под гравием в коренной породе было обнаружено видимое золото с содержанием в образцах до 50 г/т. Бурение продолжалось до глубины 50 м. Горная выработка велась медленно и представляла опасность из-за сильного течения подземных вод в шахте. Десятки тысяч литров воды в час требовалось откачивать паровым насосом. Горняки работали круглые сутки в три 8-часовые смены. Порода поднималась из шахты с помощью деревянных лебёдок. Объёмы золота были невелики, и горные работы

прекратились в 1904 г. Обрушившиеся шахты и отвалы пустой породы сохранились на этом участке до сих пор (рис. 21 и 22).

Инструкции: Тропа Золотого Маршрута начинается от трассы № 4 (E75) в 4 км южнее деревни Какслауттанен. Расстояние от Ивало (на севере) 37 км, от Соданкюля (на юге) 122 км. Золотой Маршрут протяжённостью 7,6 км проходит через оба участка старых горных выработок. Тропа хорошо оборудована, размечена и снабжена небольшими деревянными указателями с верхушками жёлтого цвета. Тропа оканчивается на северной стороне дороги, ведущей в деревню Куттура, в 2 км от перекрёстка дороги из Куттура и трассы № 4 (E75).

11 Gullstien og gruvesjaktene i Laanila

Sommeren 1898 samlet lederen av Geologisk kommisjon, forgjengeren til Geologiska forskningscentralen, professor J. J. Sederholm, en forskningsgruppe som startet gullundersøkelser rundt en syenittgang og en kvartsgang i nærheten av Hangasoja. Man mente at stedet hvor gangene krysser hverandre, var et sannsynlig sted for gullforekomst i fast fjell. Det var nemlig funnet gullkorn i gruslagene, og disse konkluderte man stammet fra disse gangene (figur 20). Henry Kerkelä, som tidligere hadde vært gruvearbeider i Amerika, hørte om undersøkelsene og bestemte seg for å få seg mutingsbrev for stedet. Han skaffet arbeidere og startet gravingen i det harde berget. Sommeren 1900 hadde de allerede gravd seg ti meter ned, og gullkonsentrasjonen i steinprøvene var på sitt høyeste 92,5 g per tonn. Investorer ble interessert i gullforekomsten og begynte å finansiere driften. Kerkeläs selskap Kultakaivosyhtiö Pohjola ble etablert i 1902. Det ble allikevel ikke funnet nok gull, og selskapet avvirket den ulønnsomme driften i 1906. I Kerkeläs gruveby var det igjen seks gruvesjakter, den dypeste 41 meter dyp. De sammenraste åpningene av dem kan fremdeles ses på skråningen av Iso Hangasselkä langs «Gullstien» (Stigzelius 1986).

I sørenden av den samme stien befinner det seg også en konkurrent til Kerkeläs gruveselskap, Prospektor-selskapets gruve med navnet Carl Gustav. Der ble arbeidet startet i 1903. De fant mye synlig gull i bergveggen nær jordoverflaten. Ifølge laboratorieanalyse av steinprøver var konsentrasjonen 50 g per tonn. Gravingen fortsatte meter for meter

ned til 50 meters dybde. Brytingen gikk tregt og ble betydelig forsinket, fordi grunnvann strømmet inn i sjakten. Man måtte pumpe opp vann med dampdrevne pumper, titusener liter i timen. De som brøt på berget arbeidet under farlige forhold åtte timer om gangen i tre skift. Steinene som ble brutt løs, ble heist opp i trestamper ved hjelp av en vinsj. Det ble ikke funnet nok gull, og driften ble lagt ned som tapsbringende i 1904. Det som er igjen av gruve, er en sammenrast gruveåpning og steindunger etter brytingen (figurene 21 og 22).

Veibeskrivelse: Startpunktet for "Gullstien" i Laanila er i ved riksvei 4 (E75) ca. 4 km fra Kaksclauttanen, i veikrysset til Kiilopää. Avstanden til Ivalo er 37 km og til Sodankylä 122 km. Stien som går gjennom gruveområdene er 7,6 km lang. Den er i god stand og merket i terrenget med gule trestolper. Det er også mulig å starte vandringen fra den andre enden av stien, nord for veien til Kuttura, ca. to kilometer fra riksveien.

12 Gold prospecting area of Ivalojoiki River Valley

On the western side of the Saariselkä fell area is a deep valley eroded in the bedrock by the Ivalojoiki River and its tributaries. The 180-km-long river runs among pine-covered hills from the Finnish-Norwegian border to Lake Inarinjärvi. Many smaller rivers and brooks join the Ivalojoiki River along the way. Between the tributaries Appisjoki and Sotajoki the main channel runs for 10 km in an up to 150 m deep canyon in a series of rapids with calm ponds between them (Fig. 23). The bedrock in the Ivalojoiki area consists of 1.9 Ga old granulites that were generated in the middle crust in high temperature and pressure and subsequently thrust up to the surface. Typical minerals in the granulites include violet cordierite and red garnet that are used as precious stones. The bedrock also contains some gold. During the ice ages the glaciers eroded fresh and weathered bedrock and previously sedimented soils. The debris was transported and redeposited as glacial till. Gold grains and nuggets from the bedrock were included in the till.

The continental ice sheet covering the whole Fennoscandia melted ca. 10,500 years ago in the Ivalojoiki area. Melt waters that flowed beneath the melting glacier along the Ivalojoiki river valley deposited an esker consisting of sand and gravel at the lower part of the river valley. The melt waters



Fig. 23. The Ivaloelvas canyon downstream from the Kultala Crown Station, Kuva 23. Ivaloelvojen kanjonin kohdalta alavirtaan, Рис. 23. Каньон Ивалоелвы ниже по течению от «Королевской Станции» («Crown Station») в Култала, Figur 23. Ivaloelvas canyon nedströms fra Kultalas «Kruunun Stationi»

also transported gold nuggets and redeposited them in the sand and gravel layers in the Ivalojoeki and its southern tributaries Sotajoki and Palsioja (Johansson et al. 2000). The gold-enriched layers in sediments are called placers. The placers of the Ivalojoeki River and its tributaries were the target of intense prospecting from the 1860's (Stigzelius 1954, 1986). In some summers 500 men were panning for gold in the area. The peak of the gold fever was reached in 1871, when 57 kg of gold was found during the summer. A log house "Kruunun Stationi" was built at the Kultala village of Ivalojoeki for the officials supervising the prospecting. It still stands on the brink of the Ivalojoeki River and currently serves as a museum. The gold fever passed as quickly as it started, but the period left lots of memories of past activity in the area, such as gold diggers' huts, old excavation sites, machinery and rock piles (Heinäaho et al. 2012). Prospectors still come to the area every summer to try and find the gold nuggets in the gravel layers.

There are plans to develop the gold prospecting area of Lapland into a geopark in 2014, after which it will apply for a membership in the international geopark network. The Geopark society was established by UNESCO to promote best practices and develop understanding of natural sciences in education, protect the geological heritage, enhance geotourism and act in terms of sustainable development (Johansson et al. 2013).

Directions: Ivalojoeki Canyon may be reached by walking or by a boat or canoe along the river (Fig. 24). The parking place is at Pahaoja. Take Road 9694 towards Kuttura from Road no. 4 (E75) and drive for 16 km. Turn north and drive along a logging road until you reach the Pahaoja parking place. The 12-km-long trail to the "Kruunun Stationi" in Kultala starts from the parking place (Fig. 25). The trail is well maintained with suspension bridges built over the Sotajoki and Ivalojoeki rivers.

Services: There are fell huts that may be used for resting and overnighing at Ivalojoen Kultala, Pahaoja, Moberginoja, Sotajoki River mouth (the Liljeqvist hut) and Ritakoski. Rental cabins are available at Ivalojoen Kultala, Pahaoja, Moberginoja, Ritakoski and Palsioja. There are fireplaces near the cabins and huts. Information signposts describing the nature and providing information about the history of gold prospecting are found in several locations in the Ivalojoeki area.

12 Ivalojoekilaakson kullankaivuvualue

Saariselän tunturialueen länsipuolella männiköiden peittämiä vaara-alueita halkoo syvälle kallioperään kulunut Ivalojoeki sivujokineen. 180 km pitkällä taipaleella Norjan rajalta kohti Inarijärveä siihen yhtyy kymmeniä sivujokia ja puroja. Appisjoen ja Sotajoen välisellä noin kymmenen kilometrin pituisella matkalla Ivalojoeki työntyy lähes 150 metriä syvään kanjoniin virraten välillä kuohuvina koskina ja välillä hitaasti virtaavina suvantoina (kuva 23). Alueen kallioperä kuuluu 1 900 miljoona vuotta vanhaan granuliittivyöhykkeeseen, jonka tyyppikivilaji granuliitti syntyi voimakkaassa lämmössä ja puristuksessa keskikuoressa ja nousi myöhempien tektonisten liikuntojen myötä pinnalle. Granuliittisä esiintyviä mineraaleja ovat violetti kordieriitti ja punaiset granaatit, joita käytetään korukivinä. Siinä esiintyy myös vähäisiä määriä kultaa. Jääkaudella jäätiköt kuluttivat kalliota, rapakalliota ja aiemmin kerrostuneita maalajikerrostumia. Ne kuljettivat irrottamaansa kiviainesta ja kerrostivat sitä uudelleen moreeniksi. Moreenin joukkoon joutui myös kalliosta ja rapakalliosta lähteneitä kultahippuja.

Mannerjäätikkö suli Ivalojoelta noin 10 500 vuotta sitten. Jäätikön pohjalla tunnelissa virranneet sulamisvedet kerrostivat sorasta ja hiekasta harjun, joka seuraa Ivalojoen laaksoa sen alajuoksulla. Sulamisvesivirrat kuljettivat myös moreenissa olleita kultahippuja ja rikastivat niitä Ivalojoen ja sen eteläpuolella olevien sivujokien kuten Sotajoen ja Palsiojan sorakerrostumiin (Johansson et al. 2000). Tällaisia kultaesiintymiä kutsutaan place-reiksi. Ivalojoen ja sen sivujokien varrella olevat placerit olivat 1860-luvun lopulta alkaen aktiivisen kullankaivuun kohteena (Stigzelius 1954, 1986). Parhaimmillaan yli 500 miestä kaivoi ja huuhtoi vaskoolilla kultaa jokien ja purojen varsilla. Kiihkeimmillään kultakuume oli vuonna 1871, jolloin Ivalojoelta löytyi yhden kesän aikana 57 kg kultaa. Työtä valvoville viranomaisille rakennettiin hirsitalo, Kultalan "Kruunun Stationi". Museoksi muutettuna se seisoo edelleen Ivalojoen rantatörmällä. Kultakuume oli muutamassa vuodessa ohi. Ivalojoen rannoille jäi runsaasti muistoja kullankaivusta kuten rakennuksia, kaivosten raunioita, kullankaivukoneita ja kivikasoja (Heinäaho et al. 2012). Kullankaivu jatkuu edelleen purojen varsilla, ja alueella liikkuu kesäisin kullanhuhdonta harrastavia ihmisiä.

Lapin kulta-alueista ollaan suunnittelemassa geoparkia vuoden 2014 aikana. Lisäksi tavoitteena on hakea kansainvälisen geopark-verkoston jäsenyyttä. Järjestö on perustettu jakamaan kokemuksia ja parhaita käytäntöjä luonnontieteiden opetuksesta, geologisen perinnön suojelusta, geoturismista ja kestävistä kehityksestä. UNESCO toimii verkoston suojelijana (Johansson et al. 2013).

Kulkuyhteydet: Ivalojoen kanjoniin pääsee kävellen tai jokea pitkin veneellä tai meloen (kuva 24). Valtatieltä nro 4 (tie E75) käännytään länteen Kutturaan johtavalle tielle nro 9694. Kutturantieltä poikkeaa 16 km päässä metsäautotie, joka johtaa pohjoiseen Pahaajalle. Tien päässä on pysäköintialue. Sieltä alkaa 12 km pitkä polku Ivalojoen Kultalan ”Kruunun Stationiin” (Kuva 25). Polku on helppokulkuinen. Sotajoen ja Ivalojoen yli on rakennettu riippusillat.

Palvelut: Ivalojoen Kultalassa, Pahaajalla, Moberginojalla, Sotajoen suussa (Liljeqvistin kämppä) ja Ritakoskella on autiotupia. Vuokratupia on Ivalojoen Kultalassa, Pahaajalla, Moberginojalla, Ritakoskella ja Palsiojalla. Tupien ympäristössä ja mm. Sotajoen suussa on tulentekopaikkoja. Ivalojoella on useita opastetauluja, jossa kerrotaan alueen luonnosta ja kullankaivun historiasta.

12 Золоторазведочный район долины реки Ивалойоки

В западной части района сопки Саариселькя расположена глубоко врезанная долина, коренные породы которой эродированы рекой Ивалойоки и её притоками. Река протяжённостью 180 км протекает через поросшие соснами холмы от финско-норвежской границы до озера Инаринярви. На всём протяжении реки Ивалойоки к ней примыкает множество маленьких рек и ручьёв. Между притоками Апписйоки и Сотайоки река протекает 10 км по каньону глубиной до 150 м, образуя серию порогов с тихими прудами между ними (рис. 23). Коренная порода района Ивалойоки сложена гранулитами возраста 1900 млн. лет, возникшими в средней части земной коры при высоких температурах и давлениях и постепенно вытесненными на поверхность. К типичным минералам в гранулите относятся фиолетовый кордиерит и красный гранат, используемые в качестве драгоценных камней. Также в коренной породе содержится некоторое количество золота. Во время ледни-



Fig. 24. Hikers in the Ivalojoki river valley, Kuva 24. Retkeilijöitä Ivalojoen laaksossa, Рис. 24. Путешественники в долине реки Ивалойоки, Figur 24. Turfolk i Ivaloevdalen

ковых периодов ледники эродировали свежую и выветрелую коренную породу и ранее образовавшиеся почвы. Произошло привнесение обломков пород и их переотложение в виде ледниковых наносов. Они захватили крупницы и самородки золота из коренной породы.

Покрывающий всю Фенноскандию континентальный ледниковый щит в районе Ивалойоки растаял около 10500 лет назад. Талые воды, протекавшие под тающим ледником вдоль долины реки Ивалойоки, отложились в виде эскера, состоящего из песка и гальки в нижней части речной долины. Талые воды также принесли золотые самородки, после чего они переотложились в песчаном и галечном слоях Ивалойоки и её южных притоках Сотайоки и Палсиойя (Johansson et al. 2000). Обогащённые золотом слои осадочных пород называются россыпями. С 1960-х россыпи реки Ивалойоки и её притоков стали объектом масштабных разведочных работ (Stigzelius 1954, 1986). В некоторые годы летом количество старателей, мывших золото в этом районе, достигало 500 человек. Пик «золотой лихорадки» пришёлся на 1871 г., когда за лето

было найдено 57 кг золота. В деревне Культала у Ивалойоки был построен бревенчатый дом «Круунун Статиони» («Kruunun Stationi») для официальных лиц, руководивших разведкой месторождения. Он до сих пор стоит на берегу реки Ивалойоки и в настоящее время служит музеем. «Золотая лихорадка» прошла также быстро, как и началась, но оставила после себя множество свидетельств былой активности в этом районе: хижины старателей, места прежних раскопок, техника и отвалы горной породы (Heinäaho et al. 2012). По сей день каждое лето золотоискатели приезжают сюда попытать счастья в поисках слитков золота в галечных слоях.

Имеются планы по присвоению золоторазведочному району Лапландии статуса геопарка в 2014 г. После этого будет подана заявка на его включение в состав международной сети геопарков. Общество геопарков было основано ЮНЕСКО с целью популяризации и развития представлений о естественных науках в сфере образования, защиты геологического наследия, продвижения геотуризма и содействия устойчивого развития (Johansson et al. 2013).



Fig. 25. Ivalojoen Kultala, Kuva 25. Ivalojoen Kultala, Рис. 25. Ивалойоен Культала, Figur 25. Ivalojoen Kultala

Инструкции: До каньона Ивалойоки можно пойти пешком либо сплавиться по реке на лодке или каноэ (рис. 24). В Пахаойя имеется место для парковки. Следуйте по трассе № 9694 по направлению к Куттуре от трассы № 4 (E75) и проезжайте 16 км. Поверните на север и езжайте по лесовозной дороге вплоть до парковки в Пахаойя. От неё до «Круунун Статиони» («Kruunun Stationi») в Культала ведёт тропа длиной 12 км (рис. 25). Она хорошо оборудована всевозможными мостами через реки Сотайоки и Ивалойоки.

Услуги: В Ивалойоен Культала, Пахаойя, Мубергинойя, устье реки Сотайоки (хижина Лилйеквист) и Ритакоске на сопках имеются хижины, которые можно использовать для отдыха и ночлега. Можно арендовать кабинки в Ивалойонен Культала, Пахаойя, Мубергинойя, Ритакоски и Палсиойя. Возле кабинок и хижин оборудованы места для разведения костров. В некоторых местах в районе Ивалойоки установлены информационные щиты с информацией о природе и истории разведки золота.

12 Gullutvinningsområdet i Ivaloelvdalen

Vest for Saariselkä fjellområde kløyves de furukledde kollene av Ivalojoeki med sideelver, som har gravd seg dypt ned i berggrunnen. På sitt 180 km lange løp fra norskegrensen mot Enaresjøen er det flere titalls med sideelver og bekker som løper sammen med den. På den rundt ti kilometer lange strekningen mellom Appisjoki og Sotajoki presser Ivalojoeki seg gjennom en nesten 150 meter dyp canyon, hvor den stedvis strømmer som frådende stryk og stedvis som stilleflytende løner (figur 23). Berggrunnen i området hører til et 1 900 millioner gammelt granulittbelte, hvor typebergarten granulitt ble skapt i kraftig varme og press i midtre jordskorpe og steg med senere tektoniske bevegelser opp til jordoverflaten. Mineraler som opptrer i granulitt, er fiolett kordieritt og røde granater, som brukes som smykkestein. Det forekommer også små mengder av gull i den. Under istiden skurte breene på det friske og det forvitrede berget og på tidligere avsatte løsmasselag. De transporterte løsrevne steinmaterialer og avsatte dem på ny som morene. Inn i morenen havnet det også gullkorn som hadde løsnet av det friske og det forvitrede berget.

Fastlandsisen smeltet i Ivalojoeki-området for

ca. 10 500 år siden. Vannet i smeltevannstunnen under isen hadde avsatt en esker bestående av grus og sand, som følger elvedalen i Ivaloelvas nedre del. Smeltevannsstrømmen transporterte også gullkorn som var i morenen, og anriket dem i gruslagene i Ivaloelva og sideelvene sør for den, som Sotajoki og Palsioja (Johansson et al. 2000). Slike gullforekomster kalles for placer. Placere langs Ivaloelva og dens sideelver var fra slutten av 1860-tallet gjenstand for aktiv gullgraving (Stigzelius 1954, 1986). På det meste var det over 500 menn som gravde og vasket gull langs elver og bekker. På sitt heftigste var gullfeberen i 1871, da det i løpet av en sommer ble funnet 57 kg gull. Det ble satt opp et tømmerhus for myndigheter som overvåket arbeidet, Kultalas "Kruunun Stationi". Omgjort til museum står huset fremdeles på skrenten av Ivaloelva. Gullfeberen gikk over på noen år. Langs Ivaloelva ligger det igjen mange minner fra gullgravningstiden, bygninger, gruveruiner, gullgravingsmaskiner og steinhauger (Heinäaho et al. 2012). Gullgravingen fortsetter fremdeles langs bekker, og om sommeren ferdes det i området folk som driver gullvasking som hobby.

Man er i gang med planlegging av en geopark av Lapplands gulldistrikter i løpet av 2014. I tillegg tar man sikte på å søke medlemskap i det internasjonale geopark-nettverket. Organisasjonen er grunnlagt for å dele erfaringer og beste praksiser om naturfagundervisning, om vern av geologisk arv, om geoturisme og bærekraftig utvikling. UNESCO er nettverkets beskytter (Johansson et al. 2013).

Veibeskrivelse: Ivaloelvas canyon kan nås til fots eller langs elva med båt eller kano (figur 24). Man tar av fra riksvei 4 (E75) mot vest på vei 9694 til Kuttura. Etter 16 km på Kuttura-veien tar det av en skogsbilvei som fører nordover til Pahaoja. Det er parkeringsplass i enden av veien. Derfra går det en 12 km lang sti til Kultalas "Kruunun Stationi" (figur 25). Stien er lettframkommelig. Over Sotajoki og Ivaloelva er det bygd hengebru.

Service: Det fins ødestuer i Ivaloelvas Kultala, ved Pahaoja, Moberginoja, Sotajoki-munningen (Liljeqvists koie) og ved Ritakoski. Utleiehytter fins i Ivaloelvas Kultala, ved Pahaoja, Moberginoja, Ritakoski og Palsioja. Bålplasser fins rundt hyttene og bl.a. ved Sotajoki-munningen. Langs Ivaloelva er det mange informasjonstavler som forteller om områdets natur og gullgravningens historie.



Fig. 26. Tafoni weathering inside the Bear's Cave, Kuva 26. Tafoni-rapautumista Karhunpesäkiven sisällä olevassa luolassa, Рис. 26. Форма выветривания тафони внутри Медвежьей Пещеры, Figur 26. Tafon-forvitring inne i hulrommet i Bjørnehisteinen

13 The Bear's Den Rock, The biggest tafone or honeycomb weathering formation in Finland

The Myössäjärvi area is characterized by rugged, rocky hills and small lakes and ponds between them. The hills are covered by over 400-year-old pine forests, where the oldest living trees exceed 700 years in age. The old forest has been preserved due to the network of lakes and ponds that has prevented forest fires from spreading.

The continental ice sheet flowed to the area from the southwest and left tens of erratics on the hills when it melted. One of the largest erratics is called the Bear's Den Rock. It is 6 m x 6 m x 4 m in outer extent and has a 2 m x 2 m x 3 m cavity inside. The cavity is the largest known example of a tafone or honeycomb weathering formation in Finland. The weathering started before the last ice age and proceeded downwards along the fractures in the rock. During glaciation the erratic was plucked up from the bedrock by the glacier and transported to its present location. The erratic survived intact due to the fact that the cavity was filled with frozen

weathered bedrock. After the ice age the weathered bedrock was eroded and washed away. The changes in temperature and humidity still erode the walls of the cavity (Kielosto et al. 1985, Kejonen & Kielosto 1996). The surface of the wall is irregular due to the different erosion resistance of the rock types (Uusinoka & Eronen 1979) (Fig. 26). The Bear's Den Rock was previously erroneously considered as a pothole that had been turned upside down.

The story of the name, Bear's Den, dates back to a hard winter when a man lost in a snowstorm took shelter under the rock. He slept peacefully and only in the morning noticed that the cave was occupied by a hibernating bear. The man quickly escaped and left the bear to sleep and lived to tell the story.

Directions: Bear's Den Rock is located 25 km north of Ivalo along Road no. 4 (E75). There is a tourist service center and a large parking place next to the road. The Bear's Cave is reached by 250-m-long stairs that start at the parking place. It is easy to find with abundant signposts. The cavity may be entered by crawling.

Services: There is a tourist service center at the site. Along the trail leading to the Bear's Cave there are information signposts providing information about the surrounding nature and the Bear's Cave.

13 Karhunpesäkivi, Suomen suurin tafoni-rapautuma

Myössäjärveä ja sen ympäristöä luonnehtivat jylhät ja kallioiset vaarat, joiden välissä on kymmeniä pieniä järviä ja lampia. Vaarojen rinteillä kasvavat yli 400-vuotiaat mäntymetsät. Vanhimmat elävät puut ovat yli 700-vuotiaita. Niiden korkea ikä johtuu siitä, että alueen metsät eivät ole palaneet, sillä lukuisten järvien ja lampien muodostama verkosto on estänyt metsäpalojen leviämisen.

Vaarojen rinteitä peittävät kymmenet siirtolohkareet, jotka etelälounaasta virrannut mannerjäätikkö on kuljettanut alueelle. Yksi suurimmista lohkarista on nimeltään Karhunpesäkivi, joka on erikoinen luonnonnähtävyys. Se on leveimmältä kohdaltaan 6 x 6 metriä ja sen korkeus on 4 metriä. Lohkareen sisällä on 2 x 2 m laajuinen ja 3 metriä korkea onkalo. Se on Suomen suurin tafoni-rapautuma. Rapautuminen on alkanut jo ennen jääkautta ja se eteni syvemmälle kalliossa olleita rakoja pitkin. Jääkaudella mannerjäätikkö irrotti lohkareen kallioista ja siirsi sen nykyiselle paikalleen. Jäätikön kuljetuksen aikana lohkar ei rikkoutunut, koska onkalo oli täynnä jäätyneitä rapakallioainesta. Jääkauden jälkeen rapakallioaines kului pois. Onkalossa tapahtuvien lämpötilavaihteluiden ja kosteuden tiivistymisen vaikutuksesta seinämissä ja katossa esiintyy edelleen hilseilyä ja rapautumista (Kielosto et al. 1985 ja Kejonen & Kielosto 1996). Seinämällä näkyy kennomaista pintaa, joka on syntynyt rapautuneen kiviaineksen kuluessa pois paremmin kulutusta kestävästä kiviaineksen ympäriltä (Uusinoka & Eronen 1979) (kuva 26). Aiemmin Karhunpesäkiveä pidettiin erheellisesti murin päin kääntyneenä hiidenkirmuna.

Karhunpesäkiven kerrotaan saaneen nimensä siitä että lumimyrskyssä eksynyt mies oli löytänyt ison kiven juurelta onkalon. Hän oli ryöminyt sinne myrskyltä suojaan ja nukahtanut. Aamulla hän huomasi nukku-neensa talviunillaan olevan karhun vieressä. Karhu ei onneksi herännyt ja mies pääsi poistumaan luolasta myrskyn laannuttua.

Kulkuyhteydet: Karhunpesäkivi sijaitsee noin 25 km Ivalosta pohjoiseen valtatie nro 4 (tie E75) läheisyydessä. Tien reunassa on matkailuyritys ja iso paikoitusalue. Sieltä johtaa kivelle noin 250 metriä pitkät portaat. Kohde on hyvin opastettu ja helppo löytää. Onkaloon pääsee sisälle ryömimällä kiven juurella olevasta ahtaasta aukosta.

Palvelut: Valtatie reunalla polun lähtöpisteessä on matkailuyritys. Kivelle johtavan polun varrella on Karhunpesäkivestä ja ympäröivästä luonnosta kertovia opastetauluja.

13 Скала «Медвежья Берлога», крупнейшие в Финляндии тафони, или формы выветривания с сотовой структурой

Для области Муёссаярви характерны труднопроходимые скалистые холмы с маленькими озёрами и прудами между ними. Холмы покрыты густыми 400-летними сосновыми лесами, возраст старейших деревьев превышает 700 лет. Старый лес сохранился благодаря сети озёр и прудов, предотвратившей лес от пересыхания.

Континентальный ледниковый щит наступил с юго-запада и, растаяв, оставил на холмах большое количество эрратических валунов. Один из крупнейших получил название Скала «Медвежья Берлога». Его размеры 6 × 6 × 4 м, размеры пещеры 2 × 2 × 3 м. Эта пещера – крупнейшая из известных в Финляндии тафони – форм выветривания с сотовой структурой. Выветривание началось до последнего ледникового периода и происходило вглубь по трещинам в породе. Во время оледенения ледник вытолкнул этот эрратический валун из коренной породы и принёс на его нынешнее место. Пещера осталась нетронутой, поскольку была заполнена оледеневшей выветрелой горной породой. После ледникового периода она подверглась эрозии и была вымыта. Изменения в температуре и влажности до сих пор разрушают стенки (Kielosto et al. 1985, Kejonen & Kielosto 1996). Поверхность стенки неоднородная из-за разной эрозионной стойкости горные пород (Uusinoka & Eronen 1979) (рис. 26). Ранее Скала «Медвежья Берлога» ошибочно считалась перевёрнутой выемкой в горной породе.

История названия «Медвежья Берлога» восходит к тому, как однажды суровой зимой заблудившийся в метель путник укрылся в ней от непогоды. Он мирно проспал всю ночь и только наутро обнаружил, что пещера была занята впавшим в спячку медведем. Путник немедленно ретировался, не будя зверя, и поведал всем эту историю.

Инструкции: Скала «Медвежья Берлога» расположена в 25 км к северу от Ивало вдоль трассы № 4 (E75). Рядом с дорогой находится туристический сервисный центр и большая парковка. От неё до Медвежьей Пещеры ведёт лестница длиной 250 м. Её легко найти по мно-

гочисленным указателям. В пещеру можно проникнуть ползком.

Услуги: На месте имеется туристический сервисный центр. Вдоль тропы, ведущей в «Медвежью Берлогу», расположены информационные щиты, рассказывающие о ней и окружающей природе.

13 Bjørnehisteinen, Finlands største tafon-forvitring

Myössjärvi og omgivelsene rundt den karakteriseres av mektige og berglendte koller med flere titalls små vann og tjerner. På kollesider vokser det over 400 år gamle furuskoger. De eldste levende trærne er over 700 år gamle. Den høye alderen kommer av at det ikke har vært skogbrann i området, fordi nettverket av utallige vann og tjerner har hindret spredning av skogbranner.

Kollenes skråninger dekkes av flere titalls flyttblokker som fastlandsisen fra sør-sørvest har skjøvet til området. En av de største blokkene er Bjørnehisteinen, som er en spesiell naturseverdighet. På det bredeste er den 6 x 6 meter og høyden på den er 4 meter. Inne i blokken er det et 2 x 2 m vidt og 3 meter høyt hulrom. Det er Finlands største tafon-forvitring. Forvitringen har startet allerede før istiden og gått videre langs sprekker i berget. I istiden rev breen blokken løs fra berget og flyttet den dit den står i dag. Under bretransporten ble blokken ikke knust, fordi hulrommet var fylt med frosen forvitrimasse. Etter istiden ble forvitrimassen slitt bort. På grunn av temperaturskiftinger og kondensasjon av fuktigheten i hulrommet skjer det fremdeles avflassing og forvitring i hulrommets vegger og tak (Kielosto et al. 1985 og Kejonen & Kielosto 1996). På vegger er det en bikakelignende overflate som har oppstått når forvitret steinmateriale er slitt bort rundt mer slitesterkt steinmateriale (Uusinoka & Eronen 1979) (figur 26). Tidligere trodde man feilaktig at Bjørnehisteinen var en jettegryte snudd opp ned.

Det fortelles at Bjørnehisteinen fikk navnet sitt på den måten at en mann som hadde gått seg vill i snøstormen, hadde funnet en hule under en stor stein. Han hadde krøpet inn i den for å komme i ly for stormen, og sovnet av. Om morgenen oppdaget han at han hadde sovet ved siden en bjørn i vintersøvn. Heldigvis våknet ikke bjørnen, og mannen kunne komme seg ut av hulen etter at stormen hadde lagt seg.

Veibeskrivelse: Bjørnehisteinen ligger ca. 25 km

nord for Ivalo nær riksvei 4 (E75). Det er en reiselivsbedrift og stor parkeringsplass i veikanten. Fra den går det opp en ca. 250 meter lang trapp. Stedet er godt skiltet og lett å finne. I hulrommet kommer man inn ved å krype gjennom en trang åpning nederst på steinen.

Service: Det er en reiselivsbedrift ved riksveien der stien starter. Langs stien er det informasjonstavler som forteller om Bjørnehisteinen og naturen omkring.

14 Esker, dunes and hummocky moraines at Sevettijärvi

Extensive hummocky moraine areas, esker ridges and wind-generated dunes are typical landforms in the Partakko and Sevettijärvi areas on the northwestern side of Lake Inarijärvi. The landscape is different from its surroundings, the Inari drumlin field on the northwest and Lake Inarijärvi and the rocky Vätsäri area on the southeast. At the northeastern part of the Sevettijärvi hummocky moraine field the moraines occur as unoriented hills. At the southwestern part of the area the moraines form SW-NE-oriented, short moraine ridges that were deposited along the ice flow direction. Aario (1990) described these as their own moraine type and called them sevetti moraines. The moraine ridges are typically 10 m high and 40 m wide. Their length varies from 100 m to 400 m. The ridges are covered by angular boulders 0.5-1.5 m in diameter. According to Aario (1990), the sevetti moraines formed under an actively flowing glacier that broke the bedrock beneath it and transported the resultant debris and till for a short way, only to the order of a few hundred meters.

During the melting of the continental ice sheet at ca. 10,800 years ago large amounts of melt water collected in the crevasses of the glacier. In the conduits underneath the glacier the waters formed subglacial rivers that flowed in a high pressure regime towards the margin of the glacier. The rivers transported sand and gravel that deposited as eskers at the mouths of the rivers. The esker sequence that follows the northwestern shore of the lake Inarijärvi was deposited in a subglacial conduit leading from Inari to Sevettijärvi, Näätämö and finally to Neiden in northern Norway. The esker mostly consists of sand.

On the western side of the village of Partakko there is an area of aeolian deposits several km² wide.

The area is characterized by the presence of dunes (Fig. 27). Their height varies from two to five m, even up to seven m near Lake Inarijärvi. The dunes of Partakko were formed during the cold periglacial period when the ice-free esker was affected by strong westerly and southwesterly winds. Sand was transported and deposited as dunes that were fixed when the climate warmed and they became covered with vegetation.

Directions: The hummocky moraines, esker and dunes are seen along Road 971 going from Kaamanen to Sevettijärvi. There are parking places along the road at Partakko and Mihkäljärvi.

14 Sevettijärven harju, dyynit ja kumpumoreenit

Laajat kiviset kumpumoreenialueet, harjuselänteet sekä tuulen kerrostamat dyynit vuorottelevat Partakon ja Sevettijärven välisellä alueella Inarijärven luoteisrannalla. Alue eroaa maisemaltaan ympäristöstään ja sijoittuu luoteispuolella olevan laajan Inarin drumliinikentän ja kaakkoispuolella olevan Inarijärven ja lohkareisen Vätsärin kallioalueen väliin. Koillispäässä moreenimuodostumat

ovat suuntautumattomia kumpuja. Lounaispäässä jäätikön virtauksen suuntaiset, lounaasta koilliseen suuntautuneet lyhyet moreeniselänteet ovat yleisiä. Aario (1990) on nimennyt ne omaksi moreenimuodostumatyyppiksi, sevetti-moreeniksi. Moreeniselänteet ovat noin 10 metriä korkeita ja 40 metriä leveitä. Niiden pituus vaihtelee sadasta 400 metriin. Selänteiden pinnalla on runsaasti lohkareita, jotka ovat läpimitaltaan 0,5–1,5 metriä ja muodoltaan hyvin särmikkäitä. Aarion (1990) mukaan sevetti-moreenit ovat syntyneet aktiivisesti virranneen mannerjäätikön pohjalla. Jäätikkö on lohkonut voimakkaasti alla olevaa jo valmiiksi rikkonaista kalliota ja kuljettanut moreenia vain lyhyen matkan, keskimäärin muutamia satoja metrejä.

Mannerjäätikön sulamisvaiheen aikana, noin 10 800 vuotta sitten, suuret määrät sulamisvettä kerääntyi jäätikön halkeamiin ja railoihin. Jään pohjalla olleissa tunneleissa sulamisvesivirroista syntyi jäätikköjokia, joissa vedet virtasivat voimakkaan paineen alla kohti jäätikön reunaa. Ne kerrostivat kuljettamaansa soraa ja hiekkaa, jotka kerrostuivat lopulta tunnelin suuntaisiksi selänteiksi, harjuiksi. Inarijärven luoteisrantaan seuraava harjujakso kerrostui Inarista Sevettijärven kautta Näätäköön ja Norjan Neideniin kulkeneen sulamisvesitunnelin



Fig. 27. Dunes at Partakko, Kuva 27. Partakon dyynejä, Рис. 27. Дюны в Партакко, Figur 27. Dyner i Partakko

pohjalle. Harju on ainekseltaan pääasiassa hiekkaa.

Partakon kylän länsipuolella on useiden nelökilometrien laajuinen, tuulen kuljettamasta ja kerrostamasta hiekasta syntynyt tuulikerrostuma-alue. Siellä esiintyy runsaasti lentohiekkakinoksia eli dyynejä (kuva 27). Niiden korkeus vaihtelee kahdesta viiteen metriin. Inarijärven rannalla on useita yli 7 metriä korkeita seläniteitä. Partakon dyynit syntyivät mannerjäätikön sulamisen jälkeen vallinneissa kylmissä periglasiialisissa olosuhteissa. Mannerjäätikön alta paljastunut harju joutui alttiiksi voimakkaalle tuulille, jotka puhalsivat lännen ja lounaan suunnasta. Harjussa oli runsaasti rakeisuudeltaan sopivaa hiekkaa, jota tuulen oli helppo kuljettaa ja kasata dyyneiksi. Dyynien kerrostuminen loppui, kun ilmasto lämpeni ja kasvillisuus sitoi vaeltavan hiekan.

Kulkuyhteydet: *Moreenimuodostumat, harju ja dyynit sijaitsevat Kaamasesta Sevettijärvelle johtavan tien 971 varrella. Tien reunassa Partakossa ja Mihkäljärvellä on pysäköintialueita.*

14 Эскеры, дюны и бугристые морены Советтиярви

Обширные области бугристых морен, горных кряжей и образовавшихся под воздействием ветра дюн – типичные формы рельефа района Партакко и Советтиярви на северо-западе озера Инариярви. Этот пейзаж отличается от окружающей его территории – друмлинов в районе Инариярви на северо-западе, озера Инариярви и скалистой области Вятсяри на юго-востоке. В северо-восточной части поля бугристых морен Советтиярви представляют собой неориентированные холмы. В юго-западной части они образуют ориентированные на юго-запад и северо-восток невысокие гряды, образовавшиеся по направлению движения ледника. Аарио (1990) относил их к отдельному типу и называл советти моренами. Обычно высота морен составляет 10 м, ширина – 40 м. Их длина варьирует от 100 до 400 м. Хребты усеяны грубообломочными валунами 0,5-1,5 м в диаметре. Согласно Аарио (1990), советти морены сформировались под действием активно наступающего ледника, который разбил под собой коренную породу и отнёс на небольшое расстояние, буквально на несколько сотен метров, образовавшиеся обломки пород и валунную глину.

Во время таяния континентального ледни-

кового щита около 10 800 лет назад большое количество талой воды собралось в ледниковых расселинах. В водоотводных канавах под ледником возникли подледниковые реки, которые текли под высоким давлением к краю ледника. Они приносили песок и гальку, откладываясь в виде эскеров в устьях рек. Цепь эскеров вдоль северо-западного берега озера Инариярви отложилась в подледниковой водоотводной канаве, проходящей от Инари к Советтиярви, Нятямё и, наконец, к Нейдену на севере Норвегии. Эскер сложен в основном песком.

В западной части деревни Партакко на несколько км² простирается область эоловых отложений. Её характерная особенность – наличие дюн (рис. 27). Их высота варьирует от 2 до 5 м, а возле озера Инариярви до 7 м. Дюны Партакко образовались в холодный перигляциальный период, когда не покрытые ледником эскеры обдувались сильными западными и юго-западными ветрами. Песок переносился и откладывался в виде дюн, которые в условиях тёплого климата фиксировались и покрывались растительностью (Aartolahti 1977).

Инструкции: Бугристые морены, эскеры и дюны видны вдоль трассы № 971, идущей от Кааманен до Севееттиярви. Вдоль трассы у Партакко и Михкалиярви имеются парковки.

14 Eskere, dyner og haugete morener i Sevettijärvi

Omfattende felter med steinete morenehauger, eskere og dyner som vinden har avsatt, veksler i området mellom Partakko og Sevettijärvi på nordvestsiden av Enaresjøen. Områdets landskap skiller seg ut fra sine omgivelser. Det ligger mellom det store Enare drumlinfelt i nordvest og Enaresjøen og Vätsäri blokkmarker i sørøst. I nordøstenden er moreneformasjonene uorienterte hauger. I sørvestenden er det vanlig med korte morenerygger orientert etter isbreens bevegelsesretning fra sørvest til nordøst. Aario (1990) har beskrevet dem som en egen moreneformasjonstype, sevetti-morene. Moreneryggene er ca. 10 meter høye og 40 meter brede. Lengden varierer fra ett hundre til fire hundre meter. På ryggene er det en god del steinblokker med en diameter på 0,5–1,5 meter og med meget skarpkantete former. Ifølge Aario (1990) har sevetti-morenene oppstått under fastlandsisen som var

i aktiv bevegelse. Isbreen har brutt i stykker berg som fra før av var forvitret, og transportert morenen bare over en kort strekning, gjennomsnittlig noen hundre meter.

Under fastlandsisens smelteperiode for rundt 10 800 år siden samlet det seg store mengder av smeltevann i bresprekker og råk. Smeltevannstunnelle under isen ble til breelver hvor vannet strømmet under sterkt trykk mot brekanten. De avsatte grus og sand som de transporterte, og disse avleiret seg til slutt og skapte rygger, eskere. Eskerrekken som går langs Enaresjøens nordvestside ble avsatt i bunnen av en smeltevannstunnel som gikk fra Enare via Sevettjärvi til Näätamö og Neiden på norsk side. Eskerne består hovedsakelig av sand.

Vest for bygda Partakko ligger det et flere kvadratkilometer stort eolisk sediment som er transportert og avsatt av vinden. I området forekommer det mange steder flyvesand lagt opp som dyner (figur 27). Dynenes høyde varierer fra to til fem meter. Ved Enaresjøen er det flere over sju meter høye dyner. Dynene i Partakko ble til under de kalde, preglasiale forholdene etter fastlandsisens smelting. En esker som ble avdekket under isen, ble utsatt for sterke vinder fra vestlig og sørvestlig retning. Eskeren inneholdt mye sand med passe kornstørrelse, som det var lett for vinden å transportere og legge opp til dyner. Avsetting av dyner tok slutt da klimaet ble varmere og vegetasjonen dekket flyvesanden.

Veibeskrivelse: Moreneformasjonene, eskeren og dynene ligger langs vei 971 fra Kaamanen til Sevettjärvi. Det er parkeringsplasser i veikanten i Partakko og Mihkäljärvi.

15 Bigganjarga diamictite

On the northern shore of the Karlebotn fjord ca. 3.2 km from Karlebotn village is the Bigganjarga tillite, an ancient diamictite. It is one of the most famous geological sights in Norway. Diamictite is a poorly sorted, conglomerate-like rock that contains abundant fine-grained material. The Bigganjarga diamictite was presumably formed during an ancient glaciation of Varangia at the turn of the Precambrian and Cambrian Eons ca. 550 million years ago. The diamictite is underlain by a roche moutonnée consisting of Precambrian quartzite. The roche moutonnée has glacial striations on the top (Fig. 28). Two origins have been proposed for the Bigganjarga diamictite. It was either a till that was deposited by a glacier and subsequently hardened into tillite, or it was generated by a debris flow at the glacier margin and then hardened. Reusch (1891) was

the first to describe the Bigganjarga diamictite and he called it a tillite based on visual observation and the presence of glacial striations under the diamictite layer. Edwards (1984) was of the same opinion, based on the fabric of oriented stones in the diamictite. Fabric analyses made from the diamictite suggest that the long axes of pebbles are oriented parallel to the glacial striations. A similar feature is seen in the moraines and tills deposited by younger glaciers. Pebbles in the diamictite also show striations and polished surfaces that point to a subglacial origin. In the 1950's researchers doing deep sea studies found muddy debris flows connected to turbidity currents. The mud flows produced similar textures to the tills deposited by a glacier (Crowell 1964). Jensen and Wulff-Pedersen (1996) and Rice and Hoffman (2000) examined the textures in the Bigganjarga diamictite and favored an origin as a muddy debris flow at the glacier margin. The different views on the origin of the diamictite reveal the difficulties in studying ancient diamictites, although the glacial origin is not disputed. At least three climate change periods are known at the Precambrian-Cambrian boundary. During these times large areas all round the Earth were covered by glaciers for millions of years. The climate change periods have been found based on the carbon and strontium isotope composition of carbonate rocks deposited under and on top of the diamictite (Halvorsen et al. 2005).

Directions: The Bigganjarga tillite is found on the shore of the fjord. A 3-km-long trail leaves from Karlebotn village and follows the shore.

15 Bigganjargan diamiktiitti

Isovuonon (Karlebotn) pohjoisrannalla noin 3,2 km päässä Karlebotnin kylästä on Bigganjargan tilliitiksi kutsuttu diamiktiittiesiintymä. Se on yksi Norjan tunnetuimmista geologisista nähtävyyksistä. Diamiktiitti on huonosti lajittunut ja runsaasti hienoaainesta sisältävä konglomeraattimainen kivi. Bigganjargan diamiktiitti on syntynyt ilmeisesti muinaisen Varangian jäätiköitymisen aikana prekambriksen ja kambriksen vaihteessa noin 550 miljoonaa vuotta sitten. Diamiktiitin alla on prekambriesta kvartsiitista syntynyt silokallio, jonka pinnalla on jäätikön synnyttämiä uurteita (kuva 28). Diamiktiitin synnystä on esitetty kaksi eri syntyteoriaa. Se on joko tilliitti eli jäätikön synnyttämä moreeni, joka on myöhemmin kivettynyt, tai jäätikön edustalla tapahtunut massavyörymä, joka on kivettynyt. Reusch (1891) kuvasi ensimmäisenä

Bigganjargan muodostuman ja nimesi sen tilliitiksi aineksen ulkonäön ja muodostuman alla olleiden uurteiden perusteella. Samaan tulokseen päätyi myös Edwards (1984), joka perusti näkemyksensä kivien suuntaukseen. Diamiktiitista tehtyjen pitkänomaisten kivien suuntauslaskujen perusteella kiviaines on suuntautunut yhdensuuntaisesti alla oleviin uurteisiin nähden. Sama ilmiö on nähtävissä myös viimeisen jääkauden aikana syntyneissä moreeneissa. Diamiktiitin kivistä löytyi myös uurteita ja hioutumispintoja, jotka olivat todisteita jäätikön toiminnasta. 1950-luvulla syvänmeren tutkimusten yhteydessä löydettiin turbidiitteihin liittyviä vedenalaisia mutavyöryjä. Niiden todettiin aiheuttavan moreenia muistuttavia kerrostumia (Crowell 1964). Jensen ja Wulff-Pedersen (1996) sekä Rice ja Hoffman (2000) tutkivat Bigganjargan diamiktiitin rakenteita ja tulivat siihen tulokseen, että muodostuma olisi ennemminkin jäätikkösyntyinen mutavyöry. Eri näkemykset osoittavat, että muinaisten diamiktiittien alkuperän selvittäminen ei ole helppoa, vaikka kummassakaan syntyteoriassa jääkautta ei aseteta kyseenalaiseksi. Prekambrin ja kambriin vaihteessa tapahtui ainakin kolmeen kertaan suuria ilmastonmuutoksia.

Niiden seurauksena laajat alueet maapallolla olivat miljoonien vuosien ajan jäätiköiden peitossa. Nä-mä ympäristön- ja ilmastonmuutokset on pystytty todistamaan diamiktiitin alla ja päällä tavattujen karbonaattikivien hiili- ja strontiumisotooppitutkimusten tulosten avulla (Halvorsen et al. 2005).

Kulkuyhteydet: Bigganjargan tilliitti sijaitsee vuonon rannalla. Karlebotnin kylästä on kohteelle noin kolmen kilometrin kävelymatka. Polku seuraa vuonon rantaa.

15 Диамиктит Бигганярга

На северном побережье фьорда Карлеботн примерно в 3,2 км от деревни Карлеботн находится тиллит Бигганярга – древний диамиктит. Это одна из самых известных геологических достопримечательностей Норвегии. Диамиктит – это конгломератоподобная равнoзернистая порода с большим содержанием мелкозернистого материала. Предположительно диамиктит Бигганярга образовался во время древнего оледенения района Варангия на стыке докембрийского и кембрийского эонов



Fig. 28. Bigganjarga diamictite and a roche moutonnée under it, Kuva 28. Bigganjargan diamiktiitti ja sen alla uurteiden peittämä silokallio, Рис. 28. Диамиктит Бигганярга и бараний лоб под ним, Figur 28. Bigganjargga diamiktitt og svaberg dekket med skuringsstriper under den

порядка 550 млн. лет назад. Под диамиктитом залегают бараний лоб, сложенный докембрийским кварцитом. На её вершине имеются ледниковые борозды (рис. 28). Существуют две теории происхождения диамиктита Бигганярга. Согласно первой, это валунная глина, принесённая ледником и постепенно затвердевшая в тиллите. Согласно второй, это поток обломочного материала, позже затвердевшего на границе ледника. Ройш (1891) первым описал диамиктит Бигганярга и назвал его тиллитом, основываясь на визуальных наблюдениях и присутствии ледниковых борозд под диамиктитовым слоем. Эдвардс (1984) придерживался того же мнения, опираясь на строение ориентированных камней в диамиктите. Анализы материала из диамиктита показали, что длинные оси галек ориентированы параллельно ледниковым бороздам. Похожая ситуация наблюдается в моренах и валунной глине, отложенных более молодыми ледниками. На гальке в диамиктите тоже наблюдаются борозды, их поверхность отполирована, что свидетельствует об их субгляциальном происхождении. В ходе глубоководных исследований 1950-х обнаружены мутьевые потоки обломочных пород, связанные с турбидитами. Мутьевые потоки продуцировали структуры, схожие с отложенной ледником валунной глиной (Crowell 1964). Йенсен и Вулфф-Педерсен (1996), а также Райс и Хоффман (2000) изучили структуры в диамиктите Бигганярга и сошлись во мнении, что они произошли от мутьевых потоков обломочных пород на границе ледника. Различные взгляды на происхождение диамиктита выявили сложности в изучении древних диамиктитов, несмотря на то, что их ледниковое происхождение не подвергается сомнению. На границе докембрия и кембрия известны по меньшей мере три периода изменения климата. В то время на протяжении миллионов лет большие территории по всему миру покрывали ледники. Периоды изменения климата установлены по углеродному и стронциевому изотопному составу карбонатных пород, отложившихся под диамиктитом и на его вершине (Halvorsen et al. 2005).

Инструкции: Тиллит Бигганярга находится на берегу фьорда. 3-километровая тропа начинается от деревни Карлеботн и идёт вдоль берега.

15 Bigganjarga diamiktitt

Innerst i Varangerfjorden, ca. 3,2 km nord for stedet Karlebotn, er det en diamiktittforekomst kalt Bigganjarga tillitt. Det er en av Norges mest berømte geologiske severdigheter. Diamiktitt er en lite sortert konglomeratisk bergart som inneholder mye finkornet materiale. Bigganjarga diamiktitt er åpenbart blitt skapt under varangeristiden i overgangen fra prekambrium til kambrium for ca. 550 millioner år siden. Diamiktitten ligger på svaberg av prekambrisk kvartsitt med skuringsstriper etter isbre (figur 28). Det er framsatt to teorier om hvordan diamiktitt er blitt til. Den er enten en tillitt, morene skapt av isbre, som senere er forsteinet; eller et masseskred foran isbre og senere forsteinet. Reusch (1891) var den første som beskrev Bigganjarga-formasjonen og kalte den for tillitt utfra materialets utseende og skuringsstripene under formasjonen. Også Edwards (1984) kom til samme resultat. Han baserte sitt syn på orienteringen av steinene. På grunnlag av orienteringsberegningene for avlange steiner i diamiktitten har steinmaterialet orientert seg parallelt med skuringstripene i det underliggende berget. Samme fenomenet kan også ses i morener som er blitt til under den siste istiden. I steinene i diamiktitten ble det også funnet skuringsstriper og slipte overflater, som vitner om isbrevirksomhet. På 1950-tallet ble det i forbindelse med undersøkelser av dyphavsområder funnet undervanns slamskred i forbindelse med turbiditter. Man konstaterte at de skaper morenelignende avsetninger (Crowell 1964). Jensen og Wulff-Pedersen (1996) samt Rice og Hoffman (2000) undersøkte Bigganjarga diamiktitts struktur og kom til det resultatet at formasjonen heller var et isbreskapt slamskred. De ulike synene viser at det ikke er lett å avklare de gamle diamiktittenes opprinnelse, selv om det i ingen av teoriene er tvil om istid. I overgangen fra prekambrium til kambrium skjedde det store klimaendringer minst tre ganger. Som følge av dem var store områder av jordkloden dekket av is i millioner av år. Disse miljø- og klimaendringene har man klart å bevise ved hjelp av resultatene av karbon- og strontiumisotopanalyser av karbonatsteiner under og over diamiktitten (Halvorsen et al. 2005).

Veibeskrivelse: Bigganjargga tillitt ligger ved fjorden. Gangavstanden fra stedet Karlebotn er ca. 3 kilometer. Stien går langs fjorden.

16 Delta and raised shorelines at Brannsletta

The Brannsletta area on the southern shore of the Varangerfjorden is a wide delta deposited by the glacial melt waters. It consists of gravels and sands deposited and sorted by the melt waters. Eskers, terminal moraines and kettle holes are found on the delta; kettle holes are depressions that formed when sand-covered ice blocks melted and the hole collapsed. All of these different Quaternary landforms were formed during deglaciation, when the melting glacier retreated inland along the Haukdal Valley (Synge 1969, Rose & Synge 1979). They are exceptionally well preserved on the Brannsletta Delta as there has not been any erosional activity by large rivers after the Ice Age.

The Brannsletta Delta formed ca. 13,000 years ago when the continental ice sheet was melting, and sand and gravel were deposited at the glacier margins at the current sea level. Rose and Synge (1979) have defined three terminal moraines of different ages in the area. The oldest terminal moraines are seen in the northern part of the valley. They were deposited in front of the glacier during the Repparfjord phase of the cold Older Dryas Stadial ca. 13,400 years ago. The younger terminal moraines in the southern part of the valley were formed during the Gaissa phase of the warmer Allerød Interstadial 13 000 years ago. The terminal moraines of the Brannsletta area are older than the Tromsø–Lyngen terminal moraines, which were deposited during the Younger Dryas Stadial and are commonly found in the Neiden and Kirkenes areas and the Kola Peninsula. The cold Younger Dryas Stadial took place 12,700–11,500 years ago. Many large and well-known Quaternary landforms like the Salpausselkä terminal moraines in Finland, and several terminal moraines in Russian Karelia, were formed during the Younger Dryas Stadial.

The northern edge of the Brannsletta Delta is characterized by tens of postglacial raised beaches and raised shorelines on top of each other (Fig. 29). The oldest raised shorelines on the valley margins are 91–93 m a.s.l. They were formed in the Allerød Interstadial 13,000 years ago and correspond to shoreline L2-3 (Rose & Synge 1979). The oldest raised shorelines on the slope of the Brannsletta Delta are at 79 m a.s.l. They originate to Younger Dryas Stadial and

correspond to shoreline L0. The other raised shorelines are younger and were deposited during the Holocene. The youngest raised shorelines are close to the present sea level. The raised shorelines mark the rate of the isostatic decompression of the crust and the falling sea level of the Arctic Ocean. An exceptional period, the Tapes transgression, took place 7,000–6,000 years ago, when the sea level rose and deposited a 1.0–1.5 m high gravel ridge on the shore. The isostatic movements during the past 6,000 years have raised the gravel ridge to a height of 29 m a.s.l. The Brannsletta Delta and the Quaternary landforms on the top were established as a nature protection area in 1983.

Directions: The Brannsletta delta is found on the Neiden–Tana Road E6. There is a parking place on the northern side of Road 356 to Bugøynes 40 km north of Neiden. The parking place offers a spectacular view of the delta, shorelines and the Varangerfjorden.

Services: At the parking place there is an information signpost providing information about the geological formations in Norwegian, English and Finnish.

16 Brannslettan delta ja muinaisrannat

Varanginvuonon etelärannalla sijaitseva Brannsletta on laaja jäätikön sulamisvesien synnyttämä ja pinnaltaan tasainen suistomaa eli delta. Se on ainekseltaan sulamisvesien huuhtomaa ja lajittelemaa soraa ja hiekkaa. Deltan keskellä on myös harjuja, reunamoreeniselänteitä ja suppia, jotka ovat sorakerrostumiin hautautuneiden jäälohkareiden sulaessa syntyneitä kuoppia. Ne kuvastavat jäätikön sulamista ja sen reunan perääntymistä rannikolta kohti sisämaata Haukdalin laakson pohjaa pitkin (Synge 1969, Rose & Synge 1979). Erilaiset maaperämuodostumat ovat poikkeuksellisen hyvin säilyneet, sillä deltan pinnalla ei ole jääkauden jälkeen ollut isoja jokia, joissa olisi tapahtunut virtaavan veden kulutusta.

Delta alkoi kerrostua mannerjäätikön sulamisvaiheessa noin 13 000 vuotta sitten. Sulamisvesien kulljettamaa soraa ja hiekkaa kerrostui jäätikön reunan eteen silloiseen merenpinnan tasoon. Rose ja Synge (1979) ovat erottaneet kolme eri-ikäistä, jäätikön reunan eteen kasaantunutta reunamoreenimuodostumaa. Vanhimmat reunamoreenit ovat laakson pohjoisosassa. Ne kerrostuivat jäätikön reunan eteen



Fig. 29. Raised shorelines on the slope of the Brannsletta delta, Kuva 29. Brannsletta-deltan rinteellä olevia muinaisrantoja, Рис. 29. Наносные береговые линии на склоне дельты Браньшлетте, Figur 29. Strandvoller på Brannsletta-deltas skråning

ns. Repparfjord-vaiheen aikana ilmastoltaan kylmällä vanhemmalla Dryas-stadiaalikaudella noin 13 400 vuotta sitten. Laakson eteläosassa ovat nuoremmat reunamoreenit liitetään ns. Gaissa-vaiheeseen, ja ne syntyivät lauhemman ilmastovaiheen eli Alleröd-interstadiaalikauden aikana noin 13 000 vuotta sitten. Brannslettan reunamoreenit ovat vanhempia kuin nuoremmalla Dryas-stadiaalikaudella syntyneet Tromsø-Lyngen vaiheen reunamoreenit, joita esiintyy yleisesti Neidenin ja Kirkkoniemen ympäristössä ja Kuolan niemimaalla. Nuorempi Dryas-stadiaalikausi oli 12 700–11 500 vuotta sitten maapallolla vallinnut kylmä ilmastovaihe. Silloin syntyivät myös Suomen Salpausselät ja useat Venäjän Karjalan reunamuodostumat.

Deltan pohjoisosassa mereen viettävällä rinteellä on kymmeniä allekkain olevia postglasiaalisia rantavalleja ja meren aaltojen synnyttämiä muinaisrantoja (kuva 29). Vanhimmat laakson reunalla olevat muinaisrannat ovat 91–93 metrin korkeudella merenpinnasta. Ne syntyivät noin 13 000 vuotta sitten Alleröd-interstadiaalikaudella ja vastaavat rantatasoa L2-3 (Rose & Synge 1979). Deltan pohjoisreunalla korkeimmat muinaisrannat ovat 79 metrin korkeudella. Ne syntyivät nuoremmalla

Dryas-stadiaalikaudella ja vastaavat L0 -rantatasoa. Sen alapuolella olevat muinaisrannat ovat tätä nuorempia ja syntyneet holoseenikaudella. Nuorimmat muinaisrannat ovat lähellä merenpinnan tasoa. Muinaisrannat kertovat jääkauden jälkeisestä maankohoamisesta ja vedenpinnan laskusta Pohjoisessa Jäämeressä. Ainoan poikkeuksen muodostaa väliaikainen merenpinnan nousu eli Tapes-transgressio noin 6 000–7 000 vuotta sitten. Silloin meren rantaan kasaantui 1–1,5 m korkea soraharjanne. Maankohoamisen seurauksena se on noin 29 metrin korkeudella merenpinnasta. Delta ja siinä olevat maaperämuodostumat ovat olleet suojelualueena vuodesta 1983.

Kulkuyhteydet: Brannslettan delta sijaitsee Neidenistä Tanaan johtavan valtatie E6 varrella. Noin 40 kilometriä Neidenistä pohjoiseen Pykeijaan (Bugøyenes) johtavan tie nro 356 tiehaaran pohjoispuolella, valtatie reunassa on pysäköintialue. Sieltä on hyvä näköala deltalle, rantavalleille ja vuonolle.

Palvelut: Pysäköintialueella on kohteesta kertova opastustaulu, jossa on kerrottu norjaksi, englanniksi ja suomeksi alueen geologisista muodostumista.

16 Дельта и намывные береговые линии Браньшлетте

Район Браньшлетте на южном побережье Варангер-фьорда – это широкая дельта, образованная тальми ледниковыми водами. Она сложена гравием и песками, отложенными и отсортированными тальми водами. В дельте находятся эскеры, конечные морены и котловины – депрессии, сформировавшиеся во время таяния покрытых песком ледниковых блоков и обрушения воронок. Все эти формы рельефа четвертичного периода возникли в ходе дегляциации, когда тающий ледник отступил вглубь материка вдоль долины Гаукдаль (Synge 1969, Rose & Synge 1979). Они лучше всего просматриваются с дельты Браньшлетте, поскольку после Ледникового периода крупные реки не размывали эту территорию.

Дельта Браньшлетте возникла около 13000 лет назад во время таяния континентального ледникового щита, и песок с гравием отлагались по его краю на современном уровне моря. В этом районе Роус и Сайнж (1979) обнаружили три конечные морены разного возраста. Самые древние из них видны в северной части долины. Они отложились напротив ледника в фазу Реппар-фьорд холодного древнего дриаса примерно 13400 лет назад. Более молодые конечные морены в южной части долины сформировались в фазу Гайсса во время межстадиального аллерёдского потепления 13000 лет назад. Конечные морены района Браньшлетте старше конечных морен Тромсё-Линген, возникших в позднем дриасе и находящихся преимущественно в районе Нейдена и Киркенеса, а также на Кольском п-ове. Холодный поздний дриас имел место 12700-11500 лет назад. Множество крупных и хорошо известных четвертичных форм рельефа, таких как краевые морены Сальпаусселькя в Финляндии и несколько краевых морен в русской Карелии, сформировались в течение позднего дриаса.

Для северного берега дельты Браньшлетте характерны десятки послеледниковых намывных береговых террас и береговых линий на вершине друг друга (рис. 29). Самые древние намывные береговые линии на границах долины находятся на высоте 91-93 м над уровнем моря. Они возникли во время межстадиального аллерёда 13000 лет назад и соответствуют береговой

линии L2-3 (Rose & Synge 1979). Самые древние береговые линии на склоне дельты Браньшлетте находятся на высоте 79 м над уровнем моря. Они возникли в позднем дриасе и соответствуют береговой линии L0. Другие намывные береговые линии сформировались позже, в течение голоцена. Самые молодые намывные береговые линии близки к современному уровню моря. Намывные береговые линии отмечают уровень изостатической декомпрессии земной коры и понижения уровня воды Арктического океана. Особый период, тейпская трансгрессия, имел место 7000-6000 лет назад, когда уровень моря повысился и отложил на берегу гравийный гребень высотой 1.0-1.5 м. Изостатические движения в ходе последних 6000 лет намывли гравийный гребень до высоты 29 м над уровнем моря. В 1983 г. дельта Браньшлетте и четвертичные формы рельефа на вершине были признаны природоохранной зоной.

Инструкции: Дельта Браньшлетте расположена у трассы Е6 Нейден-Тана. В 40 км от Нейдена на северной стороне трассы № 356 на Бугеинес есть место для парковки. С него открывается прекрасный вид на дельту, береговые линии и Варангер-фьорд.

Услуги: На парковке установлены информационные щиты, рассказывающие о геологических формациях на норвежском, английском и финском языках.

16 Delta og gamle strandlinjer på Brannsetta

Brannsetta på sørsiden av Varangerfjorden er et stort, flatt delta skapt av bresmeltevann. Massene i det består av grus og sand spylt og sortert av smeltevannet. Midt på deltaet er det også eskere, randmorener og dødisgroper, forsenkninger som har oppstått når store isblokker i grusavsetninger har smeltet. Formasjonene gir et bilde av hvordan isbreen har smeltet og iskanten trukket seg fra kysten mot innlandet langs bunnen av Haukdalen (Synge 1969, Rose & Synge 1979). De ulike løsmasseformasjonene er uvanlig godt bevart, fordi det etter istiden ikke har vært noen erosjon forårsaket av store elver i deltaområdet.

Deltaavsetningene startet i fastlandsisens smeltfase for ca. 13 000 år siden. Grus og sand ble avsatt foran iskanten på det daværende havnivået. Rose og Synge (1979) har beskrevet tre randmoreneformasjoner av ulik alder foran iskanten. De eldste

randmorenene ligger i den nordlige delen av dalen. De ble avsatt foran iskanten i det såkalte Repparfjord-trinnet i den eldre Dryas-stadialen med kaldt klima for ca. 13 400 år siden. De yngre morenene i dalens sørlige del knyttes til det såkalte Gaissa-trinnet, og de ble til under en mildere klimaperiode eller Allerød-interstadialperioden for ca. 13 000 år siden. Randmorenene på Brannsetta er eldre enn Tromsø-Lyngen-trinnets randmorener, som har blitt til i den yngre Dryas-stadialen og som er vanlige rundt Neiden og Kirkenes og på Kolahalvøya. Den yngre Dryas-stadialen var en kald klimafase på jordkloden for 12 700–11 500 siden. I den perioden oppsto også Salpausselkä-formasjonene i Finland og flere randformasjoner i russisk Karelen.

I den nordlige delen av deltaet på skråningen mot sjøen er det i ulike høyder under hverandre flere tittalls postglasiale strandvoller og gamle strandlinjer skapt av bølger (figur 29). De eldste strandlinjene i dalranden ligger på 91–93 meters høyde over havet. De oppsto for ca. 13 000 år siden i Allerød-interstadialen og tilsvarer strandlinje L2-3 (Rose & Synge 1979). De høyeste strandlinjene på nordkanten av deltaet ligger på 79 meters høyde. De ble til i yngre Dryas-stadialen og tilsvarer strandlinjenivået L0. Strandlinjene nedenfor den er yngre og blitt til i holocen. De yngste strandlinjene ligger nær havnivået. Strandlinjene forteller om landhevingen etter istiden og havnivåsenkingen i Nordishavet. Det eneste unntaket er en midlertidig stigning av havnivået eller tapesfremrykningen for ca. 6 000–7 000 år siden. Da ble det i strandkanten avsatt en 1–1,5 m høy grusrygg. På grunn av landhevingen ligger den nå på ca. 29 meter over havet. Deltaet og løsmasseformasjonene i det har vært et landskapsvernområde siden 1983.

Veibeskrivelse: Brannsetta ligger langs E6 fra Neiden mot Tana, ca. 40 km fra Neiden, nord for krysset til Bugøynes-veien (356). Det er parkeringsplass ved riksveien. Der har man fin utsikt over deltaet, strandvollene og fjorden.

Service: På parkeringsplassen er det en informasjonstavle på norsk, engelsk og finsk om områdets geologiske formasjoner.

17 Palsas at Øvre Neiden and Færdesmyra

Palsa mires are a type of peatland present in the border of the tundra and boreal zones of the northern hemisphere. They are found in the northern parts of Fennoscandia and the Kola Peninsula in the conti-

ental climate zone with cold winters. In these areas the annual rain fall is <400 mm and the average annual temperature is below -1 °C (Seppälä 2006). The palsa mires are characterized by the presence of palsas or peat mounds that consist of interleaved peat and ice layers (Fig. 30). The 40–50 cm thick, iceless peat layer on the top insulates the central parts of the palsa and protects the ice from melting. Palsas are typically 2–5 m high, but may reach a height of seven m. The flora of the palsa mires resembles that of the aapa mires, but the palsa mires do not have flarks or strings typical for aapa mires. The palsas are covered with Bryales and Ericales species and lichen.

The palsas form on the location where the snow cover is exceptionally thin and the ground freezes so deeply that it does not melt during the short and cool summer. In the following winter the frost extends deeper and ice lenses form in the peat, raising the topmost layer even higher. The resultant hummock is swept clean of snow by the wind and the frost extends deeper every year. The vegetation on the palsa slowly dies of drought and cold and wind erosion starts to affect the palsa, forming crevasses in the peat. The crevasse slowly extends through the insulating peat layer on the top and warm air and rainwater start melting the central part of the palsa. Fragments are broken off and eventually the palsa collapses, turning into a pond that is again grown over by moss. Another palsa may in time start to grow on the same location. Usually the mires have palsas in several stages of the growth cycle, with some growing, some having reached their maximum height and some melting. The palsas in Norway and Finland have formed in the last 3,000 years after the climate cooled when the Atlantic Warm Phase ended. Most of the present palsas are less than 1,000 years old (Seppälä 2005).

The palsa mire of Færdesmyra is one of the most extensive palsa mires in northern Norway (Fig. 31). It has been a nature protection area since 1972. In the past decades the palsas have started to shrink and collapse, possibly due to climate change (Vorren 1979).

Directions: The Færdesmyra palsa mire is on the western side of Road E6 from Neiden to Tana, ca. 3 km north of Neiden. There is a parking place along the road, with a view of the palsa mire. Palsas may also be seen in the Gråfjellan area near the Neiden border station, 2 km towards the village of Neiden on the southern side of Road 893.

Services: The parking place on Road E6 in Færdesmyra has an information signpost on the palsa mire.

17 Øvre Neidenin ja Færdesmyran palsasuot

Palsasuot ovat pohjoisella pallonpuoliskolla tundran ja boreaalisen vyöhykkeen rajamailla esiintyvä suoyhdistymätyyppi. Niitä esiintyy Fennoskandian ja Kuolan niemimaan pohjoisosissa alueilla, joissa on mantereinen kylmätalvinen ilmasto. Vuotuinen sademäärä on alle 400 mm ja vuoden keskilämpötila on alle -1 °C (Seppälä 2006). Palsasoilla esiintyy turvekumpuja eli palsoja (kuva 30). Niiden sisällä on vuorottaisia jäätyneitä turvekerroksia ja jäälinsejä, jotka säilyvät sulamatta satoja vuosia. Palsan pinnalla oleva 40–50 cm paksu jäätön turvekerros eristää ja estää sisällä olevan jäätyneen ytimen sulamisen. Palsat ovat keskimäärin 2–5 metriä korkeita. Korkeimmat palsat ovat 7-metrisiä. Palsasoilla kasvillisuus on samantyyppistä kuin aapasoilla, mutta aapasoille tyypillisiä rimpitä ja jänteitä ei esiinny. Palsojen pinnalla kasvaa ruskosammalia (Bryales), kanervikkoa (Ericales) ja jäkäliä.

Palsa syntyy suolla kohtaan, jossa lumikerros on poikkeuksellisen ohut ja routa työntyy tavallista syvemmälle. Lyhyen ja viileän kesän aikana routa ei ehdi sulaa. Seuraavan talven aikana routa tunkeutuu taas hieman syvemmälle. Muodostuvat jäälinssit nostavat suon pinnan koholle. Talvella tuuli vie kohouman päältä suojaavan lumipeitteen, ja routa tunkeutuu yhä syvemmälle. Palsa kasvaa vuosi vuodelta korkeammaksi. Sen pinnan kasvillisuus vähitellen kuolee kuivuuteen ja viimaan. Tuuli alkaa kuluttaa palsan turvetta, ja siihen syntyy halkeamia. Kun halkeama yltää eristävän turvekerroksen läpi palsan ytimeen asti, lämpöä ja sadevettä alkaa tunkeutua sinne. Palsan vähittäinen sulaminen alkaa. Siitä lohkeaa palasia ja lopulta koko palsa luhistuu. Paikalle syntyy lampi, joka aikaa myöten soistuu umpeen. Samalle paikalle saattaa kasvaa myöhemmin uusi palsa. Suolla esiintyy eri-ikäisiä palsoja, osa niistä kasvuvaiheessa olevia, osa suurimman kokonsa saavuttaneita sekä osa sulavia ja luhistuneita palsoja. Norjan ja Suomen palsat ovat syntyneet viimeisen 3 000 vuoden aikana, kun ilmasto atlanttisen lämpökauden jälkeen viileni. Useimmat nykyiset palsat ovat alle 1 000 vuotta vanhoja (Seppälä 2005).

Færdesmyran suo on yksi Pohjois-Norjan laajimmista palsasoista, joka on ollut luonnonsuojelualue vuodesta 1972 (kuva 31). Siellä on havaittu, että viime vuosikymmeninä palsat ovat pienentyneet ja niiden määrä on selvästi vähentynyt. Sen on päätelty johtuvan palsojen kiihtyvistä sulamisesta, mikä on seurausta ilmaston lämpenemisestä (Vorren 1979).

Kulkuyhteydet: Færdesmyran palsat esiintyvät Neidenistä Tanaan johtavan valtatie E6 länsipuolella, noin kolme kilometriä Neidenistä pohjoiseen. Valtatie reunassa on pysäköintialue, josta on hyvä näköala suolle. Palsoja esiintyy myös Gråfjellan alueella kahden kilometrin päässä Neidenin raja-asemalta Neidenin suuntaan tien nro 893 eteläpuolella.

Palvelut: Pysäköintialueella, valtatie E6:n reunassa, on Færdesmyran suosta kertova opastustauku norjaksi.

17 Палсы в Эвре Нейден и Фёрдесмира

Бугристые болота – тип болот, встречающийся на границе тундры и бореальной зоны в северном полушарии. Они находятся в северных частях Фенноскандии и Кольского п-ова в континентальной климатической зоне с холодными зимами. В этих областях годовое количество осадков менее 400 мм, средняя годовая температура опускается ниже -1 °C (Seppälä 2006). Для бугристых болот характерно наличие палс, или болотных бугров, которые состоят из перемежающихся слоёв торфа и льда (рис. 30). На вершине не содержащий льда слой торфа мощностью 40–50 см изолирует центральные части палсы и не даёт льду таять. Средняя высота палс 2–5 м, но некоторые достигают 7 м. Флора бугристых болот напоминает флору аапа-болот, но на бугристых болотах нет мочажин или мелких гряд, характерных для аапа-болот. Палсы покрыты разными видами Bryales и Ericales, а также лишайником.

Палсы образуются там, где снежный покров исключительно тонок и земля промерзает так сильно, что не оттаивает за короткое прохладное лето. В следующую зиму поверхность промерзает ещё глубже, в торфе образуются ледниковые линзы, поднимая самый верхний слой. Образовавшийся в результате чистый от снега ледяной торос уносит ветер, с каждым годом иней проникает всё глубже. Постепенно растительность палсы погибает от недостатка влаги и холода, а ветровая эрозия начинает воздействовать на палсу, образуя в торфе расселины. Они медленно уходят вглубь изолирующего слоя торфа на вершине, и центральная часть палсы начинает таять под действием тёплого ветра и дождя. От палсы откалываются куски, и она постепенно обрушивается, превращаясь в пруд, который заново порастает мхом. Со временем на



Fig. 30. A four-metre-high palsa mound at Neiden, Kuva 30. Neljä metriä korkea palsa Neidenissä, Рис. 30. Четырёхметровый болотный бугор в Нейдене, Figur 30. En fire meter høy pals i Neiden



Fig. 31. Færdesmyra is declared a nature reserve on account of its well developed palsas, Kuva 31. Færdesmyran suojelualueella on hyvin kehittyneitä palsoja, Рис. 31. Фёрдесмира признана природоохранной зоной из-за её хорошо развитых палс, Figur 31. I Færdesmyra naturreservat er det velutviklede palse

этом месте может формироваться другая палса. Обычно на болотах встречаются палсы на нескольких стадиях роста – некоторые только растут, другие достигли максимальной высоты, третьи тают. Палсы в Норвегии и Финляндии сформировались в последние 30000 лет после похолодания климата, когда завершилась тёплая атлантическая фаза. Возраст большинства современных палс менее 1000 лет (Seppälä 2005).

Бугристое болото Фёрдесмира – одно из самых протяжённых в северной Норвегии (рис. 31). С 1972 г. оно является природоохранной зоной. В последние десятилетия палсы начали усыхать и обрушаться, вероятно, в связи с изменением климата (Vorren 1979).

Инструкции: Бугристое болото Фёрдесмира находится на западной стороне трассы Е6 от Нейдена до Таны, примерно в 3 км к северу от Нейдена. Вдоль дороги имеется парковка с видом на бугристое болото. Также палсы можно увидеть в районе Грофьеллана рядом с пограничной станцией Нейден, 2 км по направлению к деревне Нейден на южной стороне трассы № 893.

Услуги: На парковке вдоль трассы Е6 у Фёрдесмира установлен информационный щит с информацией о бугристом болоте.

17 Palsmyrer i Øvre Neiden og Færdesmyra

Palsmyrer er en blandingsmyrtype som forekommer på den nordlige halvkulen på grenseområdet mellom tundra og boreal sone. De finnes i nordlige deler av Fennoskandia og Kolahalvøya i områder med innlandsklima med kalde vintre. Årsnedbøret er under 400 mm og årsmiddeltemperatur under $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Seppälä 2006). Palsmyrer karakteriseres av torvhauger kalt palser (figur 30). Inne i en pals er det lagvis frossen torv og is, som holder seg uten å smelte i flere hundre år. Torvlaget på 40–50 cm oppe på palsen isolerer og hindrer den frosne kjerne fra å smelte. Palsene er gjennomsnittlig 2–5 meter høye. De høyeste palsene rager opp 7 meter. Vegetasjonen på palsmyrer er av samme type som på aapamyrer, men det forekommer ikke myrhull og strenger, som er typiske for aapamyrer. På overflaten av palser vokser det vrangmoser (Bryales), røsslyng (Ericales) og lav.

På myrer oppstår det palser på steder hvor snødekket er ekstra tynt og telen går dypere ned enn normalt. I løpet av en kort og kjølig sommer reker ikke telen å tine. Vinteren etter trenger telen

seg enda litt dypere. Isinser som dannes, løfter opp palstoppen. Om vinteren fjerner vinden det beskyttende snølaget fra toppen, og telen trenger seg enda dypere. Palsen vokser høyere år for år. Vegetasjonen på overflaten dør etterhvert av tørke og vind. Vinden begynner å slite på palstorven og det oppstår sprekker i den. Når sprekken når gjennom det isolerende torvlaget ned til palskjernen, begynner varme og regnvann å trenge seg inn i den. Palsen begynner å tine litt om litt. Biter av den løsner og til slutt brytes hele palsen ned og etterlater seg en liten vanndam. Denne gror etter hvert igjen til myr. Senere kan det vokse en ny pals på samme sted. På myra er det palser av ulik alder, en del er i vekstfase, en del har oppnådd sin maksimale størrelse og en del er i ferd med å tine og bryte sammen. Palsene i Norge og Finland er skapt i løpet av de siste 3 000 år da klimaet etter den atlantiske varmeperioden ble kjøligere. De fleste nåværende palsene er under 1 000 år gamle (Seppälä 2005).

Færdesmyra er en av de største palsmyrene i Nord-Norge, og den har vært naturreservat siden 1972 (figur 31). Man har observert at palsene der er blitt mindre i de siste tiår og at antallet er tydelig redusert. Det kommer sannsynlig av den tiltakende tiningen, som er en konsekvens av klimaoppvarmingen (Vorren 1979).

Veibeskrivelse: Færdesmyra ligger på vestsiden av E6 fra Neiden mot Tana, ca. tre kilometer nord for Neiden. Det er en parkeringsplass ved riksveien med fin utsikt over myra. Det fins palser også i Gråfjella-området to kilometer fra Neiden grensestasjon mot Neiden, på sørsiden av vei 893.

Service: På parkeringsplassen ved E6 er det en informasjonstavle om Færdesmyra på norsk.

18 Conglomerate at Brattli

The road cuts in Brattli village, along the Paatsjoki River valley, are composed of conglomerates that were deposited on the river bottoms of an ancient fault valley nearly 2.5 billion years ago. The conglomerate clasts were eroded from the surrounding bedrock, comprising Archean granitoids, gneisses and pieces of vein quartz (Fig. 32). The size of the conglomerate clasts varies from grains of sand to cobbles more than 20 cm across. Some layers contain well-rounded clasts, whereas in other layers the cobbles are more angular. The layering is seen especially in the high roadcut on the western side of the road, where several layers of different grain size and rounding of clasts may be observed. The Brattli conglomerate belongs to

the Neverskrugg formation (Sturt et al. 1995) that is the lowermost sedimentary unit in the Pechenga greenstone belt. The conglomerate layer is overlain by the volcanic and sedimentary rocks that contain the nickel-rich Pechenga ores.

Boulders of Brattli conglomerate are also found at the Svanhovd research station together with other samples of local rocks, e.g. ore samples from the Sydvaranger iron mines.

Directions: Brattli village is 20 km south of the town of Kirkenes along Road 885. The conglomerate outcrops are seen on the left side of the road ca. 100 m before the village and on the high road cut on the right side of the road along Björnevatn Lake.

The Svanhovd research station is situated in the village of Svanvik ca. 30 km south of Kirkenes.

Services: The Svanhovd research station has a geological exhibition and other material.

18 Brattlin konglomeraatti

Paatsjokilaakson Brattlin kylässä on useita tieleikkauksia, jotka muodostuvat kivettyneistä sorakeroksista eli konglomeraateista. Brattlin konglomeraatit ovat kerrostuneet muinaisen mantereeseen

repeämälaaksossa virranneiden jokien pohjalle noin 2,5 miljardia vuotta sitten. Konglomeraattien pallot eli klastit koostuvat ympäristön kivilajeista, pääasiassa arkeisista granitoideista ja gneisseistä sekä juonikvartsin palasista (kuva 32). Pallojen koko vaihtelee eri kerroksissa hiekanjyvän kokoisista usean kymmenen senttimetrin läpimittaisiin kappaleisiin. Osassa kerroksia pallot ovat hyvin pyörityneitä, toisissa taas kulmikkaampia. Erityisesti maantien länsipuolella olevassa korkeassa tieleikkauksessa näkyy useita kerroksia, joissa sekä raekoko että pallojen pyörityneisyys vaihtelee. Brattlin konglomeraatti kuuluu Neverskruggin muodostumaan (Sturt et al. 1995), joka on Petsamon vihreäkivijakson alin osa. Konglomeraatin päälle ovat kerrostuneet Petsamon jakson laavakivet ja sedimentit, joissa on merkittäviä nikkelimalmiesiintymiä.

Brattlin konglomeraattia on nähtävillä myös Svanhovdin tutkimusaseman pihalla olevassa kivinäyttelyssä, jossa on myös näytteitä muista Paatsjokilaakson kivilajeista (mm. Sydvarangerin rautakaivosten malmia).

Kulkuyhteydet: Brattlin kylä sijaitsee tien 885 varrella noin 20 km Kirkenesin kaupungista etelään. Konglomeraattia näkyy matalissa tieleik-



Fig. 32. Conglomerate at Brattli, Kuva 32. Brattlin konglomeraattia, Рис. 32. Конгломерат в Браттли, Figur 32. Konglomerat i Brattli

kauksissa tien vasemmalla puolella n. 100 metriä ennen kylää sekä korkeissa tieleikkauksissa tien oikealla puolella sen kulkiessa Björnevatn-järven laittaa. Svanhovdin tutkimusasema sijaitsee Svanvikin kylässä n. 30 km Kirkenesin kaupungin eteläpuolella.

Palvelut: Svanhovdin tutkimusasemalla on geonäyttely ja opasteita.

18 Конгломераты в Браттли

Выемки грунта под дорогу в деревне Браттли в долине реки Паатсйоки сложены конгломератом, отложившимся на речном дне древней сбросовой долины около 2,5 млрд. лет назад. Обломки конгломератов эродировали из близлежащей коренной породы, включающей архейские гранитоиды, гнейсы и куски жильного кварца (рис. 32). Размер обломков варьирует от песчинок до булыжников более 20 см в поперечнике. В одних слоях содержатся хорошо окатанные обломки, в других – остроугольные глыбы. Слоистость особенно хорошо проявлена в выемке грунта под дорогу на западной обочине, где можно наблюдать несколько слоёв с разным размером зерна и окатанностью. Конгломерат Браттли относится к формации Неверскрукк (Sturt et al. 1995), которая является самой нижней пачкой осадочных пород Печенгского зеленокаменного пояса. Слой конгломерата залегает над вулканическими и осадочными породами с богатыми никелем печенгскими рудами.

Валуны конгломерата Браттли также можно обнаружить в Исследовательской станции Сванховд с другими образцами местных пород, в частности, образцами руды из железных рудников Сюдварангер.

Инструкции: Деревня Браттли расположена в 20 км к югу от Киркенеса вдоль трассы № 885. Обнажения конгломерата видны на северной стороне трассы примерно в 100 м от деревни и на высокой выемке дороги под грунт по правую сторону дороги вдоль озера Бьорневатн.

Исследовательская станция Сванховд расположена в деревне Сванвик примерно в 30 км к югу от Киркенеса.

Услуги: В Исследовательской станции Сванховд имеется геологическая выставка и прочие материалы.

18 Konglomeratet i Brattli

I Brattli i Pasvikdalen er det flere veiskjæringer gjennom forsteinede gruslag eller konglomerater. Konglomeratene i Brattli er blitt avsatt i bunnen av elver i en gammel forkastningsdal for ca. 2,5 milliarder år siden. Bollene eller klastene i konglomeratene består av bergarter i nærheten, hovedsakelig av arkeiske granitoider og gneiser samt av biter av årekvarts (figur 32). Størrelsen på bollene varierer i ulike lag fra sandkornstørrelse til stykker med en diameter på over 20 cm. I en del av lagene er bollene fint avrundet, i noen andre mer kantete. Spesielt i den høye veiskjæringen som er på vestsiden av veien, kan en se flere lag hvor både kornstørrelsen og bollenes form varierer. Brattli-konglomeratet hører til Neverskrukkformasjonen (Sturt et al. 1995), som er den underste delen av Petsjenga grønnsteinsbelte. Petsjenga-beltets lavasteiner og sedimenter med betydelige nikkelforekomster er avsatt over konglomeratet.

Brattli-konglomeratet kan studeres også i steinutstillingen utenfor Svanhovd forskningsstasjon sammen med prøver av andre bergarter i Pasvikdalen (bl.a. malm fra Sydvaranger gruver).

Veibeskrivelse: Brattli ligger ved vei 885 ca. 20 km sør fra Kirkenes. Konglomerat er synlig i lave veiskjæringer på venstre side av veien ca. 100 meter før bygda samt i høye veiskjæringer på høyre siden av veien der den følger strandkanten av Björnevatn. Svanhovd forskningsstasjon ligger i bygda Svanvik ca. 30 km sør for Kirkenes.

Service: Svanhovd forskningsstasjon har en geologisk utstilling og informasjonstavler.

19 Pechenga area

The Pechenga structure of volcanogenic-sedimentary rocks is best-studied on the Kola Peninsula due to the presence of sulphide copper-nickel deposits. The total area of the structure is more than 2,000 km². It is divided by the Poryitashsky fault into the northern and southern tectonic-lithologic zones. Rocks of the northern zone monoclinaly dip southwards under the angles of 50–55° to 30–35°, subsequently flattening out with depth. The southern zone is composed of intensively metamorphosed rocks. Some parts of the section correspond with volcanites of the upper part of the northern zone. The Pechenga rocks had been forming for 500 Ma in the Early Proterozoic, during several sedimentary and volcanogenic cycles. The northern zone comprises volcanogenic-sedi-

mentary rocks of the Early Karelian complex (2.4–1.9 Ga). The southern zone is composed of Late Karelian complex rocks (1.85 Ga). The sections are 8.5 km and 3.0–3.5 km thick respectively.

The ore-bearing intrusions of the gabbro-wehrlite complex concentrate in the central part of the northern zone. They are comagmatic with the ferropicrite volcanites of the Matert formation and kaersutite-plagioperidotite dykes of the Nyasyukka complex. The whole complex formed under the maximum opening of the rift 1980–1960 Ma ago during several tectonic-magmatic impulses. The intrusive pattern of contacts with wall rocks, their xenoliths metamorphosed to hornfels and magmatic crystalline structures testify to the intrusive origin of gabbro-wehrlites. The isotopes of S and Pb indicate that at the processes of assimilation of the S, U, P-rich material took place during the magma rise to the upper crust.

Along the Nickel-Zapolyarny road (in the road cuts and nearby on both sides) there are remarkable outcrops of volcanogenic-sedimentary and volcanic-plutonic rocks with pattern textures of massive and pillow lavas, layered lava streams, lava-breccias, sills and minor dykes (Figs. 33–36). They form an impressive association here.

Directions: All the territory along the Nickel-Zapolyarny Road (M18, E105) is well-exposed and easily accessible to study. Every outcrop has much of interest for a geotourist, who is at least slightly acquainted with the Precambrian geology.

Services: Petrol stations, cafés and toilets are available in Nickel and Zapolyarny. There are no equipped parking places along the road. Please be careful when parking by the roadside and crossing the road. Be aware of existing holes and faults nearby old mines. Mine areas are commonly identified by fences and signposts.

NB: On the way from Zapolyarny to Pechenga, you should drop in to the Luostari settlement to appreciate the reconstructed XVI century Trifanov Pechengsky Monastery (Figs. 37 and 38), as well as the Museum Apartment of the first astronaut Yuri A. Gagarin in Korzunovo village (Figs. 39 and 40).

19 Petsamon alue

Petsamon vihreäkivivyöhykkeen vulkaanis-sedimenttisiä kiviä on tutkittu eniten Kuolan niemimaalla Venäjällä, missä tunnetaan useita sulfidisia kupari-nikkeliesiintymiä. Petsamon vyöhykkeen laajuus on yli 2 000 km². Vyöhyke jakaantuu pohjo-



Fig. 33. Pillow lava from the Kotselvaara deposit, not far away from Nickel, Kuva 33. Tyynylaavaa Kotselvaaran malmiesiintymän alueelta, Nikelin kaupungin läheltä, Рис. 33. Подушечная лава из карьера Котсельваара неподалёку от Никеля, Figur 33. Putelava i Kotselvaara malmforekomstområde, nær byen Nickel

seen ja eteläiseen tektonis-litologiseen lohkoon, joita erottaa Poriytashskyn siirros. Pohjoisen lohkon kivet painuvat kohti etelää jyrkästä (50–55°) loivempaan (30–35°) vaihtelevalla kaateella, joka loivenee syvemmälle mentäessä edelleen. Eteläinen lohko koostuu korkean metamorfoosiasteen kivistä, joista osan voi tunnistaa samoiksi vulkaanisiksi muodostumiksi, kuin pohjoisen lohkon yläosan kivet. Petsamon vihereäkivivyöhyke syntyi varhaisproterotsooisena aikana n. 500 miljoonan vuoden kuluessa tapahtuneiden sedimentti- ja vulkaanisten syklien muodostamana. Pohjoisen lohkon kivilajit kuuluvat Karjalaiseen sykliin (2,4–1,9 miljardia vuotta sitten syntyneet sedimenttikivet ja vulkaniitit). Eteläisen lohkon kivet ovat hieman nuorempia, n. 1,85 miljardia vuotta vanhoja. Pohjoisen lohkon paksuus on n. 8,5 km ja eteläisen lohkon paksuus 3,0–3,5 km.

Petsamon vyöhykkeen malmikriittiset gabro-wehrliitti-intruusiot esiintyvät pohjoisen lohkon keski-osissa. Ne ovat syntyneet samassa vaiheessa Matertmuodostuman ferropikriittisten vulkaniittien ja Nyasyukka-kompleksin kaersutiitti-plagioperidotiti-tjuonten kanssa. Kaikki nämä magmakivet syntyivät 1980–1960 miljoonaa vuotta sitten tapahtuneessa repeämisvaiheessa. Gabro-wehrliitit ovat selvästi tunkeutuneet Petsamon muodostuman sisälle, minkä voi päätellä niiden leikkaavista kontakteista sivukiviin, hornfels-muuttuneista sivukiviksenoliteista ja magmaattisesta ulkoasusta. Gabro-wehrliitti-intruusioiden rikki- ja lyijyisotooppikoostumus paljastaa magmojen assimiloineen Petsamon vyöhykkeen rikki-, uraani- ja lyijypitoisia sedimenttikiviä.

Nikelin ja Zapolyarnyn kaupunkien välisen tien laidalla voi nähdä Petsamon vyöhykkeen vulkaanisista, sedimenttisiä ja plutonisia kiviä. Tien varrella on sekä tieleikkauksia että lähellä tietä olevia kalliopaljastumia, joissa näkyy massiivisia laavapatjoja, tyynylaavoja, kerroksellisia laavavirtoja, breksioita, kerrosjuonia ja pieniä leikkaavia juonia (kuvat 33–36). Paljastumat ja tieleikkaukset ovat erittäin näyttäviä ja monipuolisia.

Kulkuyhteydet: Nikelin ja Zapolyarnyn kaupunkien välisellä alueella on runsaasti kalliopaljastumia, joissa on nähtävää kiinnostuneelle, hieman Prekambriajan geologiaa tuntevalle geoturistille. Tie M18 (E105) kulkee alueen halki.

Palvelut: Nikelin ja Zapolyarnyn kaupungeissa on huoltoasemia, kahviloita ja yleisiä wc-tiloja. Tien varrella ei ole levähdyspaikkoja, joissa olisi palveluja. Tien reunaan pysäköidessä ja tietä ylittäessä tulee olla varovainen. Kaivosalueilla liikkuesssa tulee varoa kuoppia ja kuiluja. Kaivosalueet on yleensä rajattu aidoilla ja niille johtavien teiden

varrella on varoituskylttejä.

Huomioi: Zapolyarnysta Petsamoon johtavan tien varrella kannattaa pysähtyä Luostarin kylään, jossa parhaillaan rakennetaan uudelleen Trifon Petsamolaisen luostaria, joka on toiminut paikalla jo 1500-luvulta lähtien (kuvat 37 ja 38). Läheisessä Korzunovon kylässä on ensimmäisenä ihmisenä avaruudessa käyneen kosmonautti Juri A. Gagarinin kotitalo, jossa toimii museo (kuvat 39 ja 40).

19 Печенгский район

Печенгская структура вулканогенно-осадочных пород изучена лучше других на Кольском п-ове из-за наличия здесь месторождений сульфидных медно-никелевых руд. Её площадь превышает 2000 км². Порьиташский разлом делит структуру на Северную и Южную тектоно-литологические зоны. В Северной зоне горные породы моноклинально падают к югу под углами от 50-55° до 30-35°, постепенно выходясь с глубиной. Южная зона сложена интенсивно метаморфизованными породами. Некоторые части разреза коррелируются с вулканитами верхней части Северной зоны. Горные породы Печенги образовались в раннем протерозое в течение 500 млн. лет в ходе нескольких осадочных и вулканогенных циклов. Северная зона сложена вулканогенно-осадочными породами раннекарельского комплекса (2.4-1.9 млрд. лет), Южная зона – породами позднекарельского комплекса (1.85 млрд. лет). Мощности разрезов 8.5 и 3.0-3.5 км, соответственно.

Рудоносные интрузии габбро-верлитового комплекса локализованы в центральной части Северной зоны. Они комагматичны ферропикритовым вулканитам формации Матерт и керсутит-плагиоперидотитовым дайкам Нясюкского комплекса. Весь этот комплекс образовался во время максимального раскрытия рифта 1980-1960 млн. лет назад в ходе нескольких тектоно-магматических импульсов. Интрузивное происхождение габбро-верлитов доказывается интрузивным характером контактов с боковыми породами, наличием их ксенолитов, изменённых до роговиков, магматическими кристаллизационными структурами. Изотопия S и Pb показывает, что в ходе подъёма магм в верхние части земной коры имели место процессы ассимиляции материала, обогащённого S, U и P.

Вдоль трассы пос. Никель – г. Заполярный в дорожных выемках и в шаговой доступности по обе стороны можно видеть замечательные обна-



Fig. 34. Globular ferropericrites, the evidence of the silicate immiscibility of the melt. Kuva 34. Pallonmuotoisia ferropikriittisulkeumia, jotka ovat syntyneet kahden eri koostumuksellisen silikaattisulan sekaantuessa. Рис. 34. Глобулярные ферропикриты – доказательство силикатной несмесимости расплава, Figur 34. Bolleformete ferropikrittinkluser, som er blitt til ved sammenblanding av to silikatsmelter med ulike sammensetninger.



Fig. 35. Streaky serpentinization of the peridotite massif, Kuva 35. Peridotiitissa näkyviä serpentiinijuonia, Рис. 35. Прожилковая серпентинизация перидотитового массива, Figur 35. Serpenteringanger i peridotitt



Fig. 36. Present faults under old underground mines, Kuva 36. Maanalaisen kaivostoiminnan aiheuttamia repeämiä, Рис. 36. Современные трещины над старыми подземными выработками, Figur 36. Sprekker forårsaket av underjordisk gruvevirksomhet

жения вулканогенно-осадочных и вулканоплутонических пород с классическими текстурами массивных и подушечных лав, расслоенных лавовых потоков, лаво-брекчий, силлов и небольших даек (рис. 33-36). Они образуют здесь богатую ассоциацию.

Инструкции: Вдоль всей трассы пос. Никель – г. Заполярный (M18, E105) территория хорошо обнажена и доступна для осмотра. Геотурист, хотя бы немного знакомый с докембрийской геологией, найдёт много интересного буквально в каждом обнажении.

Сервис: Автозаправки, точки питания и туалеты есть в пос. Никель и г. Заполярный. Специальных стоянок на трассе нет. Соблюдайте осторожность при остановках на обочинах и переходах через трассу. В окрестностях старых рудников нужно опасаться современных провалов и трещин. Территории рудников обычно отмечены изгородями и указателями.

NB: Между г. Заполярный и пос. Печенга стоит остановиться в пос. Луостари для осмотра восстанавливаемого Трифонова Печенгского монастыря XVI в. (рис. 37 и 38) и в пос. Корзуново для осмотра музея-квартиры первого космонавта Ю.А. Гагарина (рис. 39 и 40).

19 Petsjenga-området

De vulkansk-sedimentære bergartene i Petsjenga grønnsteinsbelte er blitt undersøkt mest på Kola-halvøya i Russland, hvor man kjenner til flere forekomster av sulfide kobber-nikkelforekomster. Omfanget av Petsjenga-beltet er over 2 000 km². Beltet deler seg i en nordlig og en sørlig tektonisk-litologisk blokk delt opp av Poriytashsky forkastning. I den nordlige blokken heller berget mot sør med et fall som varierer fra bratt (50–55°) til slakere (30–35°), og blir enda slakere dypere nede. Den sørlige blokken består av berg av høy metamorfe grad, hvorav en del kan identifiseres som samme vulkanske formasjoner som berget i det øverste laget i den nordlige blokken. Petsjenga grønnsteinsbelte ble til i tidlig proterozoikum i løpet av ca. 500 millioner år da de ble dannet av sedimenterings- og vulkanske sykluser. Bergartene i den nordlige blokken hører til den karelske syklusen (sedimentbergarter og vulkanitter som ble til for 2.4–1.9 milliarder år siden). Bergartene i den sørlige blokken er litt yngre, ca. 1.85 milliarder år gamle. Tykkelsen på den nordlige blokken er ca. 8.5 km og på den sørlige 3.0–3.5 km.

De malmførende gabbro-wehrлит-intrusjonene i Petsjenga-beltet ligger i den midtre delen av den



Fig. 37. The Trifanov Pechengsky Monastery in the Luostari settlement, Kuva 37. Luostarin kylässä oleva Trifon Petsamolaisen luostari, Рис. 37. Трифонов Печенгский монастырь в пос. Луостари, Figur 37. Trifanov-Petsjenga-klosteret i Luostari



Fig. 38. The Trifanov Pechengsky Monastery, Kuva 38. Trifon Petsamolaisen luostari, Рис. 38. Трифонов Печенгский монастырь, Figur 38. Trifanov-Petsjenga-klosteret



Fig. 40. Famous cosmonaut Yuri A. Gagarin, Kuva 40. Kuuluisa kosmonautti Juri A. Gagarin, Рис. 40. Знаменитый космонавт Ю.А. Гагарин, Figur 40. Den berømte kosmonauten Jurij A. Gagarin



Fig. 39. The Museum Apartment of Yu. A. Gagarin in the Korzunovo settlement, Kuva 39. Korzunovon kylässä oleva Yuri A. Gagarinin kotimuseo, Рис. 39. Музей-квартира первого космонавта Ю.А. Гагарина в пос. Корзуново, Figur 39. Jurij A. Gagarins hjem som museum i Korzunovo

nordlige blokken. De er blitt til i samme periode med Matert-formasjonens ferropikrittholdige vulkanitter og Nyasyukka-kompleksets kaersuttitt-plagioperidotittganger. Alle disse magmabergartene ble skapt i riftstadiet for 1980–1960 millioner år siden. Gabro-wehrlittene har åpenbart trengt seg inn i Petsjenga-formasjonen, noe man kan konkludere ut fra deres intrusivkontakter med sidebergarter, hornfels-metamorfe sideberg-xenoliter og magmatiske utseende. Svovel- og blyisotopsammensetningen i gabbro-wehrlitt-intrusjoner avslører at magmaer har assimilert Petsjenga-beltets svovel-, uran- og blyholdige sedimentbergarter.

Ved veien mellom byene Nikel og Zapoljarnyj kan man se Petsjenga-beltets vulkanske, sedimentære og plutoniske bergarter. Det er både veiskjæringer og blotninger langs veien, hvor man kan se massive lavastrømmer, putelava, lagdelte lavastrømmer, breksjer, lagerganger og små intrusivganger (figurene 33–36). Blotninger og veiskjæringer er meget imponerende og allsidige.

Veibeskrivelse: Mellom byene Nikel og Zapoljarnyj er det mange blotninger som er severdige for den interesserte geoturisten med litt kjennskap til prekambrium. Vei M18 (E105) går gjennom området.

Service: I byene Nikel og Zapoljarnyj fins det bensinstasjoner, kafeer og offentlige toaletter. Langs veien fins det ikke rasteplasser med service. Når man parkerer langs veien eller krysser veien, bør man være forsiktig. Når man beveger seg i gruveområder, bør man passe seg for groper og sjakter. Gruveområdene er stort sett omringet med gjærer, og veier som går til dem, har varselskilter.

Obs!: Langs veien fra Zapoljarnyj til Petsjenga lønner det seg å stoppe i bygda Luostari, hvor man for tiden gjenreiser Trifanov-Petsjenga-klosteret, som har vært i drift på dette stedet helt siden 1500-tallet (figurene 37 og 38). I bygda Korzunovo i nærheten står hjemmet til Jurij A. Gagarin, den første kosmonauten som har vært i verdensrommet. Hjemmet hans er museum (figurene 39 og 40).

20 Mt. Generalskaya

On the other bank of the Pechenga River there is a good view of Mt. Generalskaya from the Luostari settlement (Fig. 41). It is a differentiated gabro-norite massif exposed in the upper part of the section. It is cross-cut by the Pechenga terrigenous rocks containing gabbro-norite pebbles, which testifies to its older age. The geological survey corresponds with the absolute age of the rocks of 2.5 Ga measured with the U-Pb method. The massif

used to be considered promising for deep-seated poor copper-nickel ores. Due to the turn in the world market, it is currently considered promising for PGE elements, like the Fedorovo-Pansky Massif and the Main Ridge in the central part of the Kola Peninsula.

Directions: There is a dirt road from Luostari settlement to Mt. Generalskaya. A good path leads to the top. Along with good outcrops, from the top you may observe memorial crosses. As legends say, many centuries ago the top of the mountain was a sacred place for the people that inhabited this area.

Services: The nearest petrol stations, cafes and toilets are in Zapoljarny and Pechenga. You should be careful when ascending Mt Generalskaya. Near the Luostari and Korzunovo settlements there are military units, which is why there are some no-trespassing areas. Please pay attention to signposts.

NB: Further on the road to Petchenga is the international memorial cemetery of the World War II victims (several thousands in number), which is supervised by the military units of the Pechenga division (Fig. 42).

20 Generalskaya-vuori

Luostarin kylästä avautuu näkymä Petsamojoen yli Generalskaya-vuorelle (kuva 41). Vuori koostuu gabronoriittisen kerrosintruusion yläosista, jotka ovat paljastuneet vuoren rinteillä. Paljastumissa näkyy myös intruusion kerroksellisuutta leikkaavia, Petsamon vihreäkivijaksoon kuuluvia sedimenttikivilajeja joissa on gabronoriittisiä kivensiruja. Generalskaya-vuoren intruusio onkin Petsamon jaksoa vanhempi ja sen iäksi on mitattu uraani-lyijymenetelmällä noin 2,5 miljardia vuotta. Vuorelta on aikanaan etsitty pirotteisia kupari-nikkelimalmeja ja nykyään suurin mielenkiinto kohdistuu mahdolliseen platinaryhmän metallien potentiaaliin. Generalskaya-vuoren intruusio on samanikäinen ja kivilajeiltaan samankaltainen Kuolan niemimaan keskellä sijaitsevien, platinametallipitoisten Fedorova-Pansky-intruusioiden kanssa.

Kulkuyhteydet: Luostarin kylästä Generalskaya-vuorelle johtaa metsäautotie, jolta lähtee vuoren huipulle johtava polku. Polun varrella on kalliopaljastumia ja huipulla on muistoristejä. Legendan mukaan vuorenhuippu oli alueella muinoin asuneiden ihmisten pyhä paikka.

Palvelut: Lähimmät huoltoasemat, kahvilat ja yleiset wc:t sijaitsevat Zapoljarnyn ja Petsamon kaupungeissa. Generalskaya-vuoren huipulle johtavalla polulla tulee olla varovainen. Luostarin ja Korzunovo-

von kylien lähellä on sotilasalueita, joten alueella on kulkukieltoja. Varoituskylttejä tulee noudattaa.

Huomioi: Petsamossa on toisen maailmansodan aikainen kansainvälinen sotilashautausmaa, minne on haudattu useita tuhansia sotilaita. Hautausmaata hoitaa Petsamon sotilasdivisioona ja se on hyvä käyntikohde (kuva 42).

20 Гора Генеральская

На другом берегу р. Печенги от пос. Луостари хорошо видна г. Генеральская (рис. 41). Это дифференцированный габбро-норитовый массив, обнажённый в верхней части разреза. Он перекрыт печенгскими терригенными породами, содержащими гальку габбро-норитов, что доказывает его более древний возраст. Геологические наблюдения подтверждаются измерениями абсолютного возраста пород U-Pb методом 2.5 млрд. лет. Ранее массив рассматривался как потенциальный на глубоко залегающие бедные медно-никелевые руды. В связи с изменившейся мировой конъюнктурой сегодня он рассматривается как перспективный на элементы платиновой группы аналогично Фёдорово-Панскому массиву и массивам Главного хребта в центральной части Кольского п-ова.

ня он рассматривается как перспективный на элементы платиновой группы аналогично Фёдорово-Панскому массиву и массивам Главного хребта в центральной части Кольского п-ова.

Инструкции: От пос. Луостари к г. Генеральской ведёт грунтовая дорога. На вершину ведёт хорошая тропа. Кроме обнажений, на вершине можно осмотреть поминальные кресты. Согласно преданиям, много веков тому назад вершина горы служила священным местом для населявших эти края финнов.

Сервис: Ближайшие автозаправки, точки питания и туалеты есть в г. Заполярный и пос. Печенга. Соблюдайте осторожность при подъёме на г. Генеральскую. В окрестностях пос. Луостари и Корзуново есть воинские части, поэтому некоторые территории закрыты для посещения. Обращайте внимание на указатели.

NB: Далее по трассе в пос. Печенга стоит посетить интернациональное мемориальное кладбище погибшим (несколько тысяч человек) во Второй мировой войне, над которым шефствуют воины Печенгской дивизии (рис. 42).



Fig. 41. Mt. Generalskaya, view from the Luostari settlement, Kuva 41. Generalskaya-vuori Luostarin kylästä katsottuna, Рис. 41. Гора Генеральская, вид со стороны пос. Луостари, Figur 41. Generalskaja-fjellet sett fra Luostari



Fig. 42. The international memorial cemetery of the World War II victims in Pechenga, Kuva 42. Petsamon kansainvälinen toisen maailmansodan sotilashautausmaa, Рис. 42. Интернациональное кладбище жертвам Второй мировой войны в пос. Печенга, Figur 42. Den internasjonale krigskirkegården i Petsjenga fra andre verdenskrig

20 Generalskaya-fjellet

Fra bygda Luostari åpner det seg utsikt over Petsjengaelva mot Generalskaya-fjellet (figur 41). Fjellet består av øverste deler av lagintrusjon av gabronoritt som er blitt blottet på fjellsidene. I blotningene kan man også se sedimentbergarter som skjærer gjennom intrusjonens lagstruktur og hører til Petsjenga grønnsteinsbelte med gabronoritt-steinkorn. Generalskaya-fjellets intrusjon er da også eldre enn Petsjenga-beltet, og dens alder er målt med uran-blymetode til ca. 2,5 milliarder år. Man har en gang i tiden lett etter innsprengte kobber-nikkelmalmer i fjellet, og i dag rettes den største interessen mot potensialet av eventuelle metaller i platinagruppen. Intrusjonen i Generalskaya-fjellet er av samme alder og består av bergarter lik de platinametallholdige Fedorova-Pansky-intrusjonene midt på Kolahalvøya.

Veibeskrivelse: Det går en skogsbilvei fra Luostari til Generalskaya-fjellet, og fra den en sti til toppen av fjellet. Langs stien er det blottet berg og på toppen flere minnekors. Ifølge legenden var fjelltoppen et hellig sted for samer som i gamle dager bodde i området.

Service: Nærmeste servicestasjoner, kafeer og

offentlige toaletter ligger i byene Zapoljarnyj og Petsjenga. Man bør være forsiktig på stien mot toppen av Generalskaya-fjellet. I nærheten av bygdene Luostari og Korzunovo er det militærområder og derfor områder med ferdselsforbud. Man bør etterkomme varselskiltene.

Obs!: I Petsjenga er det en internasjonal soldatkirkegård fra andre verdenskrig hvor det er begravd flere tusen soldater. Kirkegården blir stelt av Petsjenga militærdivisjon og den er et fint sted å besøke (figur 42).

21 Nyasyukka dykes

As the road takes a sharp turn just outside Pechenga (~1 km) in the Murmansk direction, a non-differentiated dyke of melanocratic kaersutite plagioperidotites, the thickest one in the Nyasyukka complex, appears in a high rock. The dyke intersects the road and continues for 22 km with a fluctuating thickness of 40–150 m. Generally, the Nyasyukka complex dykes form three subparallel series striking in a NW direction. They break the



Fig. 43. The Nyasyukka kaersutite plagioperidotites in the Kirikovan quarry, Kuva 43. Kirikovan louhoksessa esiintyvää Nyasyukka-juoniparven kaersutiitti-plagioperidotiittia, Рис. 43. Нясюккские керсутитовые плагиоперидотиты в карьере Кирикован, Figur 43. Nyasyukka-gangkompleksets kaersutitt-plagioperidotitt i Kirikova dagbrudd

21 Nyasyukka-juonet

Late Archaean rocks leaving them almost intact. The presence of kaersutite testifies to increased water content in the original magma. The composition of kaersutite in the Nyasyukka dykes is close to the ferropicritic volcanites in Pechenga. At the same time, they are split in space as a result of a deep differentiation of the common original melt in intermittent vents. The kaersutite peridotites of the thickest dyke are mined in the Kirikovan quarry as a construction and decorative stone due to their being highly durable, almost free of sulphides, good polishing and decorative values (Fig. 43).

Direction: The Kirikovan quarry is a commercial no-trespassing area, so you should confine yourself to observing the dyke from the roadside only.

Services: The nearest petrol station, a café and toilets are en route, in the Titovka settlement (32 km). The roadside has been made broader enough for tourists in several cars to park and observe the kaersutite plagioperidotite dyke. There are no information signs in the area. You should be careful when studying the outcrop due to a risk of rockfall. There are boulders quite far from the edge as well.

Petsamosta kohti Murmanskia johtavan tien jyrkässä mutkassa, noin 1 km päässä Petsamon kaupungista, on korkea tieleikkaus, jossa näkyy melanokraattinen kaersutiitti-plagioperidotiittijuoni. Juoni kuuluu Nyasyukka-juoniparveen ja on sen levein tunnettu jäsen. Juoni kulkee tien poikki ja jatkuu ainakin 22 km:n matkalla vaihdellen leveydeltään 40 ja 150 m:n välillä. Nyasyukka-juoniparven juonet muodostavat kolme luode-kaakkosuuntaista vyöhykettä. Ne leikkaavat terävästi alueen myöhäisarkeista kallioperää. Kaersutiitti-mineraali on amfiboli, jonka esiintyminen kertoo siitä, että juonet muodostaneen magman vesipitoisuus on ollut tavanomaista korkeampi. Juonissa esiintyvän kaersutiitin koostumus on lähes samanlainen Petsamon alueen vulkaanisissa ferropikriiteissä esiintyvän kaersutiitin kanssa. Petsamon alueen ferropikriitit ja Nyasyukka-juoniparven juonet sijaitsevat maantieteellisesti melko etäällä toisistaan ja pienet koostumuserot johtuvat syvällä maankuoressa tapahtuneesta magman differentaatiosta. Leveimmän juonen kaersutiitti-peridotiittia louhitaan Kirikovan louhoksessa rakennus- ja sisustuskiveksi. Se on laadultaan erittäin kestävä, hyvin kiillottuvaa ja näyttävää eikä siinä ole juuri

lainkaan sulfidimineraaleja (kuva 43).

Kulkuyhteydet: Kirikovan louhos on teollisuus-alueetta, jonne ei pääse ilman lupia. Nyarsyukka-juonta pääsee parhaiten tutkimaan Petsamo-Murmansk-tien tieleikkauksessa.

Palvelut: Lähin huoltoasema, kahvila ja yleisö-wc:t löytyvät Titovkan kylästä noin 32 km päästä tietä eteenpäin. Kaersutiitti-plagioperidotitiittieleikkauksen kohdalla tien piennar on leveä ja siihen voi pysähtyä autolla. Alueella ei ole opastustauluja. Tieleikkauksen alla tulee varoa putoavia kiviä. Tieleikkauksen edessä kauempana jyrkästä seinämästä on lohkaraita, joita voi tutkia turvallisesti.

21 Нясюкские дайки

На выезде из пос. Печенга (~1 км) в сторону Мурманска на крутом повороте трассы в высоком скальном выступе обнажается недифференцированная дайка меланократовых керсутитовых плагиоперидотитов – самая мощная в Нясюкском комплексе. Она пересекает шоссе и прослежена по простиранию на 22 км с переменной мощностью 40-150 м. В целом дайки Нясюкского комплекса образуют три субпараллельные серии СЗ простирания. Они прорывают позднеархейские породы, не оказывая на них сильного влияния. Наличие керсутита говорит о повышенном содержании воды в исходной магме. Состав керсутита в Нясюкских дайках и ферропикритовых вулканах Печенги близок. В то же время в пространстве они разделены в результате глубинной дифференциации общего исходного расплава в промежуточных очагах. Керсутитовые плагиоперидотиты самой мощной дайки отрабатывается карьером Кирикован как строительный и облицовочный камень из-за высокой прочности, почти полного отсутствия сульфидов, хорошей полировки и высоких декоративных качеств (рис. 43).

Инструкции: Карьер Кирикован – коммерческий объект и закрыт для посещения, поэтому следует ограничиться осмотром дайки на обочине трассы.

Сервис: Ближайшая автозаправка, пункт питания и туалеты по ходу маршрута – в пос. Титовка (32 км). Для осмотра дайки керсутитовых плагиоперидотитов сделано расширение обочины дороги, достаточное для стоянки нескольких автомобилей. Информационных стендов не предусмотрено. Следует соблюдать осторожность при изучении скального обнажения – возможно падение камней с уступа. Крупные глыбы породы лежат и на достаточном удалении от него.

21 Nyasyukka-ganger

I en bratt sving på veien fra Petsjenga mot Murmansk, ca. 1 km fra byen Petsjenga, er det en høy veiskjæring hvor man kan se en melanokratiske kaersutitt-plagioperidotittgang. Gangen tilhører Nyasyukka-gangkomplekset og er den bredeste kjente del av den. Gangen krysser veien og fortsetter på en minst 22 km lang strekning i en bredde som varierer mellom 40 og 150 meter. Gangene i Nyasyukka-gangkomplekset danner tre belter i retning nordvest-sørøst. De skjærer seg skarpt gjennom områdets senarkeiske berggrunn. Kaersutitt-mineralet er en amfibol, og forekomsten av den forteller at vandigheten i magmaen som har dannet den, har vært høyere enn vanlig. Kaersutitten i gangen har en nesten lik sammensetning som kaersutitten i Petsjengas vulkanske ferropikritter. Ferropikrittene i Petsjenga og gangene i Nyasyukka-gangkomplekset ligger geografisk ganske langt fra hverandre, og de små forskjellene i sammensetningen kommer av magmadifferentasjonen som har skjedd dypt nede i jordskorpen. Kaersutitt-peridotitt i den bredeste gangen brytes i Kirikova dagbrudd til bygnings- og innredningsstein. Kvaliteten er meget slitesterk, steinen er lettpolert og flott å se på, og den inneholder nesten ikke sulfidmineraler (figur 43).

Veibeskrivelse: Kirikova dagbrudd er et industriområde hvor man ikke kommer inn uten tillatelse. Lettest er det å studere Nyarsyukka-gangen i veiskjæringen i Petsjenga-Murmansk-veien.

Service: Nærmeste servicestasjon, kafé og publikumstolett finner man i bygda Titovka ca. 32 km videre på veien. Ved kaersutitt-plagioperidotittveiskjæringen er veiskulderen bred og bilen kan parkeres der. Det fins ikke informasjonstavler i området. Under veiskjæringen bør en passe seg for stein som faller ned. Foran veiskjæringen, lenger borte fra den bratte veggen, er det steinblokker man kan studere trygt.

22 Ura-Guba

About 6 km from the turn of the Pechenga-Murmansk road to the Ura-Guba settlement, in natural outcrops on both roadsides, you may see major bodies of leucocratic tourmaline-lepidolite pegmatites. Geologically, the structure is the NW ending of the Ura-Guba-Kolmozero-Voronya greenstone belt that formed 2.6–2.7 Ga ago. Within the structure there is a reduced section, the bottom of which hosts conglomerates overlain by komatiite and tholeiite volcanites, and metasediments over these. Supercrustal formations are intruded by massifs of titanium-mag-

netite gabbro-anorthosites, anorthosites and tourmaline granites, also by bodies of rare metal pegmatites. The radiological age of the latter is 1.8–1.85 Ga. The pegmatites are peculiar with their major columnar crystals of black tourmaline (schorl) (Fig. 44) and plates of greenish and pinkish yellow lepidotite (Fig. 45). Such samples may become a proud part of your mineralogical collection.

Directions: Ura-Guba is a military settlement, with admission by permit only. You are allowed to study the aforementioned geological objects along the road to the gate.

Services: The nearest petrol station, cafés and toilets are en route to Murmansk (40 km). There are neither equipped stops nor information tables to study geological sites. You should use turnpike exit ramps. Please be careful when studying the outcrops due to the risk of rockfall. Hiking on coarse-boulder talus is always dangerous as well.

22 Ura-Guba

Kun Petsamo-Murmansk-valtatieltä käännytään pohjoiseen Ura-Guban kylän suuntaan ja ajetaan n. 6 km, näkyy tien molemmilla puolilla olevissa kalliopaljastumissa leukokraattisia turmaliini-lepidoliittipegmatiitteja. Alueen kallioperä kuuluu arkeeseen, n. 2,6–2,7

miljardia vuotta vanhaan Ura-Guba-Kolmozero-Voronya-vihreäkivivyöhykkeeseen, jonka luoteispäässä on Ura-Guba. Vihreäkivivyöhykkeen pohja muodostuu konglomeraateista, joiden päälle on kerrostunut komatiittisia ja tholeiittisia vulkaniitteja ja näiden päälle metasedimenttejä. Vihreäkivivyöhykkeen kivilajeihin on myöhemmissä vaiheissa tunkeutunut titaanomagnetiittipitoisia gabro-anortosiitti-intruusioita, anortosiitteja ja turmaliinigraniitteja, joihin kuuluu harvinaisista metalleista rikastuneita pegmatiittijuonia. Pegmatiittijuonten iäksi on radiogeenisten isotooppien avulla mitattu n. 1,80–1,85 miljardia vuotta. Pegmatiiteissa on runsaasti omamuotoista mustaa turmaliinia (schörl) (kuva 44) ja laattamaisia, vihertäviä ja vaaleanpunertavia lepidoliittikiteitä (kuva 45). Ura-Gubasta löytyy runsaasti hyviä näytteitä mineralogisia kokoelmia varten.

Kulkuyhteydet: Ura-Guban kylä on sotilasaluetta ja sinne pääsyyn vaaditaan lupa. Tien laidalla olevia kalliopaljastumia saa tutkia alueen portin ulkopuolella.

Palvelut: Lähimmät huoltoasemat, kahvilat ja yleisö-wc:t sijaitsevat Murmanskissa 40 km päässä. Ura-Guban kohteella ei ole varsinaista parkkipaikkaa eikä opastetauluja. Auton voi parkkeerata metsäautotien risteykseen tien viereen. Kalliopaljastumia tutkiessa tulee varoa putoavia kiviä. Myös lohkarikkoisilla taluksilla kävely vaatii huolellisuutta.



Fig. 44. Tourmaline (red arrows) from Ura-Guba pegmatites, Kuva 44. Turmaliinia (punaiset nuolet) Ura-Guban pegmatiitissa, Рис. 44. Турмалин (красные стрелки) из пегматитов Ура-губы. Длина образцов 15–20 см., Figur 44. Turmalin (de rode pilene) i Ura-Guba pegmatitt

22 Ура-губа

Примерно в 6 км от поворота с трассы Печенга-Мурманск на пос. Ура-губа по обе стороны от дороги в естественных обнажениях можно видеть крупные тела лейкократовых турмалин-лепидолитовых пегматитов. С геологической точки зрения структура представляет собой СЗ окончание зеленокаменного пояса Ура-губа – Колмозеро – Воронья, сформировавшегося 2.6–2.7 млрд. лет назад. В структуре установлен редуцированный разрез, в основании которого располагаются конгломераты, на них залегают коматиитовые и толеитовые вулканиды, ещё выше – метаосадками. Супра-крупные образования интродуцированы массивами титаномагнетитовых габбро-анортозитов, анортозитов и турмалиновых гранитов, а также телами редкометалльных пегматитов. Радиологический возраст последних равен 2.8–2.85 млрд. лет. Пегматиты интересны крупными столбчатыми кристаллами чёрного турмалина (шерла, рис. 44) и пластинами зеленовато- и розовато-жёлтого лепидолита (рис. 45). Такие образцы могут украсить вашу минерало-

гическую коллекцию.

Инструкции: Пос. Ура-губа является военным объектом, въезд разрешён только по пропускам. Осмотр геологических объектов вдоль трассы до пропускного пункта разрешён.

Сервис: Ближайшая автозаправка, пункты питания и туалеты по ходу маршрута – в г. Мурманск (40 км). Специальных площадок и информационных стендов для осмотра геологических объектов не предусмотрено. Пользуйтесь съездами с трассы. Соблюдайте осторожность при изучении скальных обнажений – возможно падение камней с уступов. Передвижение по крупноглыбовым осыпям также всегда опасно.

22 Ura-Guba

Når man tar av fra Petsjenga-Murmansk-veien mot nord i retning av bygda Ura-Guba og kjører ca. 6 km, ser man på begge sider av veien blotninger med leukokratiske turmalin-lepidolittpegmatitter. Berggrunnen i området hører til det arkeiske, ca. 2.6–2.7 milliarder år gamle Ura-Guba-Kolmzero-Voronya-grønnsteinsbeltet, som Ura-Guba er i nordvestenden av. Grønnsteinsbeltets bunn



Fig. 45. Lebidotite (red arrows) from Ura-Guba pegmatites, Kuva 45. Lepidoliittia (punaiset nuolet) Ura-Guban pegmatiitissa, Рис. 45. Лепидолит (красные стрелки) из пегматитов Ура-губы. Длина образцов 15-20 см. Figur 45. Lepidolitt (de røde pile) i Ura-Guba pegmatitt

består av konglomerater, opp på dem er det avsatt komatiittiske og tholeiittiske vulkanitter, og opp på dem igjen metasedimenter. I grønnsteinsbeltets bergarter har det i senere perioder trengt inn titanomagnetittholdige gabbro-anortositt-intrusjoner, anortositter og turmalingranitter, som omfatter pegmatittganger som er anriket med sjeldne metaller. Alderen til pegmatittgangene er målt ved hjelp av radiogene isotoper til ca. 1.80–1.85 milliarder år. Pegmatittene inneholder mye idiomorf svart turmalin (schörl) (figur 44) og flisaktige, grønne og rosa lepidolittkrystaller (figur 45). Man kan finne mange fine prøver til mineralogiske samlinger i Ura-Guba.

Veibeskrivelse: Ura-Guba ligger inne i et militært område og det kreves tillatelse for å komme inn der. Blotningene langs veien kan studeres utenfor porten til området.

Service: Nærmeste servicestasjoner, kafeer og publikumstoletter finnes i Murmansk, 40 km unna. Det er verken noen egentlig parkeringsplass eller informasjonstavler ved Ura-Guba-forekomsten. Man kan parkere bilen i skogsbilveikrysset ved siden av veien. Når man studerer blotninger, bør man passe seg for fallende steiner. Det kreves også forsiktighet når man går i steinura.

23 Lovozero

When driving from Murmansk towards Monchegorsk, do turn to Lovozero at the roundabout intersection. The Lovozero mountain massif with the total area of 650 km² is one of the largest on the Kola Peninsula. It has been long known as no mere area of mineral (rare metals) processing, but also one of significant tourism activity. Tourists are attracted by fascinating landscapes (plateau-like mountains with steep gorges), geology and mineralogy (rare rocks and minerals), also the ethnographic spirit (the main part of the Kola Sámi have been permanently living in the Lovozero and Revda settlements). In the heart of the Lovozero Tundras there is the sacred Seidozero Lake (Fig. 46).

The Lovozero massif has the shape of laccolith with steep contacts that were traced with geophysical methods to the depth of 10 km. Some 360–380 Ma ago it intruded in the Archaean tonalite-granodiorite complex as several intrusive phases that formed compositionally and structurally different nepheline syenites. In the massif they occur subhorizontally, so the geological borders



Fig. 46. View of the sacred Seidozero Lake from the Mt. Alluaiv top, Kuva 46. Näkymä Alluaiv-vuoren huipulta ruhälle Seidozero-järvelle, Рис. 46. Вид на священное Сейдозеро с вершины г. Аллуайв, Figur 46. Utsikt fra toppen av Alluaiv-fjellet over den hellige innsjøen Seidozero

on the map almost coincide with the topographic ones. At the top there is a complex of eudialyte luyavrites (promising for Zr and REE). They overlay a layered complex of luyavrites-foyaite-urtites with loparite (Nb, Ta, REE) ores produced in the Karnasurt and Umbozyorsky mines. The latter has been recently closed.

It is better to study the geology and mineralogy of the Lovozero Tundras with an experienced guide. If you don't have one, follow the geological road by car up to the top of Mt. Alluaiv (drive from Revda towards the Karnasurt mine and short of it turn to the mountain). You may make a good eudialyte sampling in a small quarry here. The lucky ones find pegmatites with murmanite and/or ussingite, the brand minerals of the Lovozero massif (Fig. 47). Enjoy remarkable views of the sacred Seidyavr Lake and Khibiny massif separated by Lake Umbozero from the top of Mt. Alluaiv and neighboring mountains, where roads lead to.

Directions: Going on dirt tracks within the Lovozero massif is possible using cross-country car. Most roads were made during the active geological investigations of the massif. There is no mobile connection in the gorges. The Karnasurt

and Umbozyorsky mines are territories with limited access (Fig. 48).

Services: Petrol stations, hotels and cafés are in the Lovozero and Revda settlements. Tourists interested in museums should stay at a hotel in Lovozero. Geotourists should stop in Revda.

NB: The Mineralogical museum is worth visiting in Revda. In Revda and Lovozero there are ethnographic museums dedicated to the culture of the native Sámi people.

23 Luujärvi (Lovozero)

Lovozeroon käännytään Murmanskista Monchegorskiin johtavalta tieltä liikenneympyrästä. Lovozeron tunturialue on pinta-alaltaan 650 km², yksi Kuolan alueen laajimmista. Se on jo pitkään ollut tunnettu paitsi harvinaisia metalleja tuottavana kaivosteollisuuskohteena myös hyvänä matkailukohteena. Turisteille on tarjolla upeita maisemia, joissa tunturiylängöt vaihtuvat syviin rotkolaaksoihin, geologisesti ja mineralogisesti kiinnostavia kiviä ja kallioita, sekä alkuperäiskansojen elämää. Kuolan alueen saamelaiden keskus on Lovozeron



Fig. 47. Pegmatite with ussingite (light violet) and murmanite (dark violet), the Umbozyorsky mine, 30 × 20 cm. Kuva 47. Umbozeron kaivosalueelta otettu pegmatiittinäyte (30 × 20 cm), jossa näkyy ussingiittia (vaaleanvioletti) ja murmanniittia (tumma violetti). Рис. 47. Пегматит с уссингитом (светло-фиолетовый) и мурманитом (тёмно-фиолетовый), рудник Умбозёрский, 30 × 20 см. Figur 47. Pegmatittpröve (30 × 20 cm) fra Umbozero gruveområde med ussingitt (lysfiollett) og murmannitt (mørkfiollett)

23 Ловозеро

eli Luujärven kylä ja läheinen Revdan kaupunki. Lovozeron tunturialueen keskellä sijaitsee saamelaisen pyhä paikka, Seidozero eli Seitajärvi (kuva 46).

Lovozeron massiivi on muodoltaan ylöspäin kuperaa lakkoliitti, joka leikkaa terävästi ympäröiviä kivilajeja. Massiivin kontakteja on voitu seurata geofysikaalisilla menetelmillä kymmenen kilometrin syvyyteen. Lovozeron kompleksi muodostui n. 360–380 miljoonaa vuotta sitten, kun eri tyyppiset nefeliinisieniittimagmat tunkeutuivat alueen arkeiseen tonaliitti-granodioriittikompleksiin muodostaen useasta eri vyöhykkeestä koostuvan intruusion. Lovozeron nefeliinisieniittikerrokset ovat lähes vaakasuorassa asennossa ja eri yksiköitä voi seurata tunturimassiivin seinämällä. Ylinnä on zirkoniumista ja harvinaisista maametalleista (REE) rikastunut eudialiitti-lujavriittikerros. Se peittää kerrosrakenteista lujavriitti-foyaiitti-urttiittimuodostumaa, josta louhitaan lopariitti-mineraalia, joka sisältää niobia, tantaalia ja harvinaisia maametalleja. Alueella on kaksi kaivosta, toiminnassa oleva Karnasurt ja vuonna 2004 suljettu Umbozeron kaivos.

Lovozeron tunturialueen geologiaan ja mineralogiaan tutustuu parhaiten alueen tuntevan oppaan avulla. Alueella voi retkeillä myös ilman opasta. Alluaiv-vuoren päälle johtaa Revdan kaupungista Karnasurtin kaivokselle menevä tie, jolta käännyttään vuoren juurella juuri ennen kaivosaluetta kohti vuoren lakea. Tien varrelta löytyy pieni louhos, josta voi löytää hyviä eudialiittimineraalinäytteitä. Hyvällä onnella etsivä löytää myös pegmattiitteja, joissa on murmanniittia ja/tai ussingiittia, jotka ovat Lovozeron alueen tyyppimineraaleja (kuva 47). Alluaiv-vuoren huipulta voi ihailla upeita näkymiä Seidyavr-järvelle ja Hiipinätuntureille, jotka sijaitsevat Lovozeron länsipuolella Umbajärven takana.

Kulkuyhteydet: Lovozeron tunturialueen metsäautoteillä voi liikkua off-road-ajoon tarkoitettulla autolla. Tiestö on tehty valtaosin massiivin geologista tutkimusta palvelemaan. Rotkolaaksoissa ei ole matkapuhelinverkkoa. Karnasurtin ja Umbozeron kaivosalueilla liikkuminen on rajoitettua (kuva 48).

Palvelut: Huoltoasemia, majoitusta ja kahviloita löytyy Revdan kaupungista ja Lovozeron kylästä. Museoista ja etnografiasta kiinnostuneiden turistien kannattaa majoittua Lovozerossa, geologiasta kiinnostuneiden turistien taas Revdassa.

Huomioi: Revdan mineraloginen museo on hyvä käyntikohde. Sekä Revdasta että Lovozerosta löytyy saamelaismuseo.

Proезжая от Мурманска в сторону Мончегорска, на кольцевой развязке у г. Оленегорска следует обязательно свернуть на Ловозеро. Ловозёрский горный массив площадью 650 км² – один из крупнейших на Кольском п-ове. Он известен не только как район отработки полезных ископаемых (редких элементов), но и как район активного туризма. Туристов привлекают удивительные ландшафты (платообразные горы с глубокими крутыми ущельями), геология и минералогия (с редкими горными породами и минералами), а также этнографический колорит (в пос. Ловозеро и Ревда оседло проживает основная часть кольских саами). В центре Ловозёрских тундр располагается священное Сейдозеро (рис. 46).

Ловозёрский массив имеет форму лакколита с крутыми контактами, прослеженными геофизическими методами на глубину до 10 км. Примерно 360–380 млн. лет назад он внедрился в архейский тоналит-трондьемит-гранодиоритовый комплекс в виде нескольких интрузивных фаз, образовавших различные по составу и структуре нефелиновые сиениты. В структуре массива они залегают субгоризонтально, так что на карте геологические границы почти повторяют топографические. Сверху залегает комплекс эвдиалитовых лужавритов (потенциальная руда на Zr и REE), под ним – расслоенный комплекс лужавритов-фойайитов-уртитов с лопаритовыми (Nb, Ta, REE) рудами, добываемыми рудниками Карнасурт и Умбозёрский (недавно закрыт).

Изучать геологию и минералогия Ловозёрских тундр лучше с опытным проводником. При отсутствии такового можно проехать по геологической дороге до вершины г. Аллуайв (от пос. Ревда нужно ехать к руднику Карнасурт, не доезжая которого повернуть в гору), где в небольшом карьере можно взять хорошие образцы с эвдиалитом. Если повезёт, в окрестностях можно найти пегматиты, в которых можно найти мурманит и/или уссингит – удивительные по красоте минералы, визитные карточки Ловозёрского массива (рис. 47). С вершины г. Аллуайв и соседних, к которым ведут дороги, открываются замечательные виды на священное Сейдозеро и Хибинский массив, отделённый Умбозером.

Инструкции: Для передвижения по грунтовыми дорогам в пределах Ловозёрского массива



Fig. 48. The Karnasurt mine in the Lovozero Tundras, Kuva 48. Karnasurtin kaivos Lovozeron tuntureilla
 Рис. 48. Рудник Карнасурт в Ловозёрских тундрах, Figur 48. Karnasurt-gruven på Lovozero-fjellene

нужен автомобиль с высокой проходимостью. Большая часть дорог проложена в пору активного геологического изучения массива. В ущельях отсутствует мобильная связь. Территории рудников Карнасурт и Умбозёрский имеют ограниченный доступ (рис. 48).

Сервис: Заправки, гостиницы и точки питания есть в пос. Ловозеро и Ревда. Туристам, желающим сосредоточить внимание на музеях, лучше остановиться в гостинице пос. Ловозеро, геотуристам – в пос. Ревда.

NB: В пос. Ревда стоит посетить Минералогический музей. В пос. Ревда и Ловозеро есть этнографические музеи, посвящённые культуре коренного народа саами.

23 Lovozero

Til Lovozero tar man av fra Murmansk–Monchegorsk veien ved en rundkjøring. Fjellområdet Lovozero har et areal på 650 km², det er et av de største på Kolahalvøya. Området har lenge vært kjent, ikke bare som gruveindustriområde som produserer sjeldne metaller, men også som et fint reisemål. Turister får oppleve praktfulle landskaper

hvor fjellvidder veksler med dype juv, geologisk og mineralogisk interessante steiner og berg, samt urfolksliv. Senteret for den samiske befolkningen på Kola er bygda Lovozero og byen Rевда i nærheten. Samenes hellige sted, Seidozero, ligger midt i Lovozero fjellområde (figur 46).

Lovozero-massivet har en form som en konveks lakkolitt som skjærer skarpt gjennom bergarter rundt den. Med geofysiske metoder har man kunnet følge massivets kontakter til ti kilometers dybde. Lovozero-komplekset ble dannet for ca. 360–380 millioner år siden, da ulike typer nefelinsyenitt-magma trengte seg inn i områdets arkeiske tonalitt-granodiorittkomplekser og dannet en intrusjon som besto av flere ulike belter. Nefelinsyenittlagene i Lovozero ligger nesten horisontalt, og de ulike enhetene kan studeres på fjellveggene. Øverst ligger et eudialitt-lujavrittlag som er anrikt med zirkonium og sjeldne jordartsmetaller (REE). Det dekker en lagdelt formasjon av lujavritt-foyaitt-urtitt, hvor det brytes niob-, tantal- og REE-holdig loparitt-mineral. Det er to gruver i området, Karnasurt som er i drift, og Umbozero, som ble lagt ned i 2004.

Den beste måten å bli kjent med geologien og mineralogien i Lovozero fjellområde er å ha med seg en guide som kjenner området. Man kan også

gå turer der uten guide. Til Alluaiv-fjellets topp kommer man ved å ta veien til Karnasurt gruve fra Revda by. Like før gruveområdet på fjellfoten tar man av veien for å gå til toppen av fjellet. Langs veien er det et lite dagbrudd hvor man kan finne gode eudialitt-mineralprøver. Med litt hell finner den som leter, også pegmatitter med murmannitt og/eller ussingitt, som er typemineraler for Lovozero-området (figur 47). Fra toppen av Alluaiv-fjellet kan en beundre en praktfull utsikt over innsjøen Seidyavr og Khibinski-fjellene vest for Lovozero bak innsjøen Umbazero.

Veibeskrivelse: På skogsbilveiene i Lovozero fjellområde kan man kjøre med en bil beregnet på off-road-kjøring. Veinettet er for det meste bygd for å tjene geologiske undersøkelser av fjellmassivet. Det er ikke mobiltelefonnett i juvene. Det er begrenset adgang til å bevege seg i Karnasurt og Umbozero gruveområder (figur 48).

Service: Man finner servicestasjoner, overnatting og kafeer i Revda by og i bygda Lovozero. For en turist som er interessert i museer og etnografi, lønner det seg å innkvartere seg i Lovozero, men for den geologiinteresserte i Revda.

Obs!: Revda mineralogiske museum er et fint sted å besøke. Det fins et samisk museum både i Revda og i Lovozero.

24 Monchegorsk area Nittis-Kumuzhya-Travyanaya

The Nittis-Kumuzhya-Travyanaya Mountain massif is located along the Murmansk–St.Petersburg Road near the town of Monchegorsk. It is well-exposed and easily accessible for observation. The massif may be interesting to the tourists willing to study a historical Cu-Ni-PGE deposit. It is a 2.5–2.4 Ga-old layered basic-hyperbasic intrusion in the supracrustal Archaean complex. The most interesting route follows the slope of Mount Nittis up to ground, where sulphide veins of the main N-K-T ore field are exposed. En route you may come across interchanging peridotites and pyroxenites in the massif section. Steeply dipping rich pentlandite-pyrrhotite veins are easily identified by brownish red zones of intensive oxidation (Fig. 49). The veins are morphologically complicated. Their branching and thickness fluctuations enhance the complex structure of the tectonic zone. They were the main source of the ore for the “Severonikel” plant in 1936–1975. In total, more than 50 ore veins have been processed. There is a remark-

able view of Monchegorsk, the Severonikel plant and Mount Sopcha from ground on the opposite roadside. You may also study disseminated ores of endocontact bottom ores in ore dumps on Mount Travyanaya within walking distance of the road (Fig. 50). The local rocks are gneisses of the Kola series, contact gabbro-norites, mineralized peridotites, pyroxenites, norites, pegmatites and PGE-bearing sulphide veins. Samples may enrich mineralogical and petrographical collections.

Mt. Sopcha

The route to Mt. Sopcha is interesting, with visiting the “horizon 330” embracing it as a chain of sulphide-bearing rocks exposing at a height of 330 m above sea level. It is a deposit of poorly disseminated sulphide Cu-Ni-Co with PGE ores with the total metal reserves of 260,000 tons. The average thickness of the ore bodies is 4–5 m, their length is about 2 km. Discovering these very ores predetermined the construction of the Severonikel plant and Monchegorsk in the 1930’s. However, the deposit has never been processed. Its genesis is a petrological dilemma. It occurs in olivinites, harzburgites and olivinite pyroxenites among bronzitites of the upper part of the Mount Sopcha section. In other words, olivine-bearing rocks with sulphide ores “hang” at the height of about 800 m above the bottom of the pluton between pyroxenites (Fig. 51). The overall section of the ore horizon is on the western slope of the mountain on the way from the road up (Fig. 52). The highest PGE grade is in pegmatoid pyroxenites in the bottom part of the “horizon 330”.

Sopchezero deposit

Lake Sopchezero occupies a depression between Mounts Nittis and Sopcha. The lake is underlain by a “dunite block” occurring among pyroxenites in a complicated tectonic position, which has not yet been studied thoroughly. Some authors consider it a xenolith trapped in magma, from where pyroxenites crystallized. High grade chromite has been identified in layered peridotites and plagioperidotites of the dunite block (Fig. 53). The ore body steeply dips southeastwards and is traced down to the depth of 315 m. Its thickness varies from 1.0 to 32.5 m, 7.8 m in average. The contacts with country rocks are gradual. The average content of Cr₂O₃ in the ore body is 23 %. It has a complex composition, being divided into many thin ore layers. In the north-west the deposit is developed by a quarry (Fig. 54).

Imandra lopolith

The Imandra weakly layered gabbro-norite lopolith is cross-cut by a highway halfway from Monchegorsk to the turn to Apatity. There are good outcrops on the hillside, within walking distance of the road. Generally, the massif is exposed over an area of 225 km². Its total area, with the hidden part under Lake Imandra included, is 1,300 km². Four massifs divided by faults are distinguished in a presumably single lopolith, i.e. the Umbarechensky, Severny, Mayavr-Devichya and Yagelny blocks. The lopolith age of 2.44 Ga has been defined with the U-Pb method using zircon and baddeleyite. Drilling of the massif has revealed Cr-Ti-V mineralization occurring as disseminated chromite and titanium-magnetite at the intervals of several meters. It is of no commercial value.

Directions: All the above geological objects are free to study, provided that safety measures are followed. Possible zones with limited admission, such as licensed subsurface area or industrial constructions, are indicated by signposts. The Sopchezero deposit quarry may be visited after arrangements with the

authorities have been made.

Services: The nearest petrol station, cafés and toilets are in Monchegorsk. There are neither equipped grounds nor information tables for studying the geological objects. Do use turnpike exit ramps. Please be careful when ascending and crossing the highway. On Mount Nittis there are old mines and holes that you should keep away from. The closest stop to the Imandra lopolith is on the roadside, 20 km from Monchegorsk. The stop in front of the outcrops is dangerous, for a sharp blind bend makes crossing the road unsafe.

NB: You should visit the V.N. Dav's Museum of Color Stone in Monchegorsk. There is a shop of collection minerals and stone souvenirs made by the best Monchegorsk masters.

24 Monchegorskin alue Nittis-Kumuzhya-Travyanaya

Nittis-Kumuzhya-Travyanaya-tunturimassiivi sijaitsee Murmansk–Pietari-valtatien länsipuolella lähellä Monchegorskin kaupunkia. Alue on hyvin



Fig. 49. Ore veins on Mount Nittis, Kuva 49. Nittis-vuoren malmijuonia, Рис. 49. Рудные жилы на г. Ниттис, Figur 49. Malmganger på Nittis-fjellet

paljastunut ja kohteille on helppo päästä. Kohde on mielenkiintoinen erityisesti historiallisten Cu-Ni-PGE-esiintymien vuoksi. Nittis-Kumuzhya-Travyanaya-tunturit koostuvat 2,4–2,5 miljardia vuotta vanhasta mafisesta-ultramafisesta kerrosintruusiosta, joka on tunkeutunut arkeisiin vihreäkiviin. Alueen mielenkiintoisin reitti kulkee Nittis-vuoren rinnettä ylös vanhoille louhoksille, joissa alueen N-K-T-malmityypin sulfidijuonet puhkeavat pintaan. Reitin varrella näkyy paljastumissa vaihtelevia peridotiitteja ja pyrokseeniitteja, jotka kuuluvat kerrosintruusion päävaiheen kiviin. Jyrkästi kaatuvat pentlandiitti-magneetikiisumalmijuonet tunnistaa helposti, sillä ne ovat hapettuneet ruosteenpunaisiksi (kuva 49). Juonet ovat rakenteeltaan monimutkaisia alueella vaikuttaneiden tektonisten liikuntojen vuoksi. Ne ovat monin paikoin haarautuneita ja niiden paksuus vaihtelee. Juonista tuotettu malmi prosessoitiin vuosina 1936–1975 ”Severonikel”-rikastamossa, jonka toiminta-aikana louhittiin yli 50 malmijuonta. Malmijuonilta on hieno näköala kohti Monchegorskin kaupunkia, ”Severonikel”-rikastamo ja valtatie toisella puolella sijaitsevaa Sopcha-vuorta. Pirotteista malmityyppiä, joka liittyy

malmivyöhykkeen pohjaosiin, löytyy jättekasoista Travyanaya-vuoren juurelta kävelymatkan päässä valtatieltä (kuva 50). Alueen kallioperä koostuu Kuolan kompleksin arkeeisista gneisseistä, kontaktivyöhykkeen gabronoriiteista, malmiutuneista peridotiiteista, pyrokseeniiteista, noriiteista, pegmatiiteista ja platinametallipitoisista sulfidijuonista. Alueelta löytyy hyviä näytteitä mineraali- ja kivikokoelmiin.

Sopcha-vuori

Sopcha-vuoren retkeilyreitillä varrella tutustutaan ”horisontti 330”-vyöhykkeeseen, jossa sulfidipitoiset kivilajit kiertävät vuorta 330 metriä meren pinnan yläpuolella olevassa vyöhykkeessä. Pirotetyyppisessä, heikkopitoisessa kupari-nikkeli-kobolttiesiintymässä on mukana platinaryhmän metalleja. Sen metallivaroiksi on laskettu 260 000 tonnia. Malmivyöhykkeiden keskipaksuus on 4–5 m ja ne ovat jopa 2 km pitkiä. Sopcha-vuoren malmioiden löytymisen mahdollisti ”Severonikel”-rikastamon rakentamisen ja Monchegorskin kaupungin perustamisen 1930-luvulla. Malmia ei kuitenkaan ole toistaiseksi hyödynnetty. Esiintymän synty on edelleen ratkai-



Fig. 50. An ore dump on Mount Travyanaya, Kuva 50. Travyanaya-vuoren juurella olevia sivukivikasoja, Рис. 50. Рудный отвал на г. Травяной, Figur 50. Gråberghauger på foten av Travyanaya-fjellet

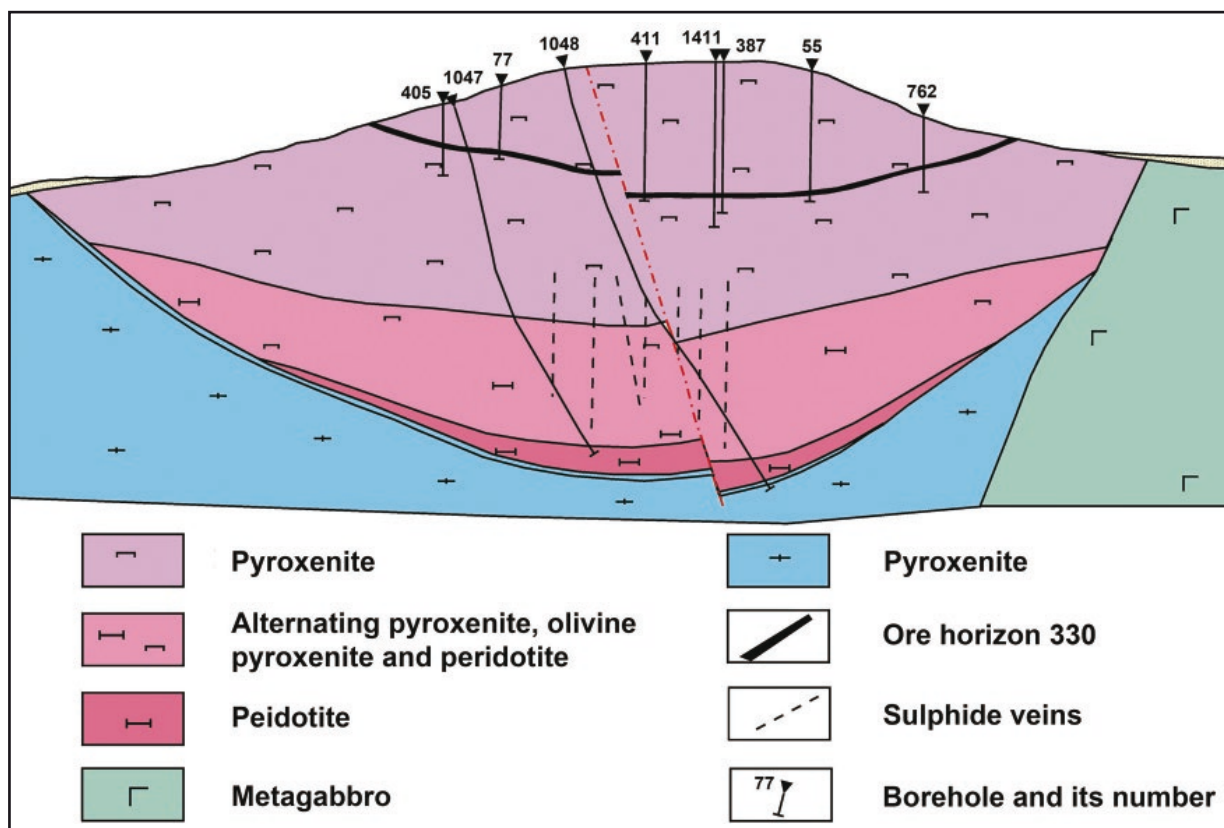


Fig. 51. A model section of Mount Sopcha, Kuva 51. Sopcha-vuoren geologinen kerrosjärjestysmalli Puc. 51. Схематический разрез г. Сопча, Figur 51. Modell av Sopcha-fjellets geologiske lagfølge

sematon ongelma. Se on muodostunut Sopchavuoren intruusiolohkon yläosaan oliviniitteihin, harzburgiitteihin ja oliviinipyrokseniitteihin, jotka sijaitsevat bronzitiittien keskellä. Toisin sanoen, sulfidipitoiset, oliviini-mineraalia sisältävät kivet ”roikkuvat” noin 800 m intruusion pohjaosia ylemmänä pyrokseniittikerrosten välissä (kuva 51). Malmihorisontti näkyy parhaiten vuoren länsilaidalla valtatieltä vuorelle johtavan polun varrella (kuva 52). Korkeimmat platinametallipitoisuudet on mitattu pegmatoidisista pyrokseniiteista ”horisontti 330”-vyöhykkeen pohjaosista.

Sopchezero-esiintymä

Sopchezero-järvi sijaitsee Nittis- ja Sopchavuorten välisessä painanteessa. Järven pohjan kallioperä koostuu ”duniittilohkosta”, joka on pyrokseniittien seassa sijaitseva, tektoniselta asemaltaan epäselvä lohko, jota ei ole tutkittu kovin tarkasti. Joidenkin tutkijoiden mukaan se on pyrokseniittiseen magmasäiliöön joutunut ksenoliitti. Duniittilohkoon kuuluvien kerroksellisten peridotiittien ja plagioperidotiittien joukosta on löydetty pitoisuudeltaan korkea kromiittikerros (kuva 53). Malmivyöhyke painuu jyrkästi kaakkoon ja sitä on seurattu 315 m syvyy-

teen asti. Vyöhykkeen paksuus vaihtelee 1,0–32,5 m välillä ja on keskimäärin 7,8 m. Kromiittipitoinen vyöhyke vaihettuu sivukiviinsä. Malmivyöhykkeen keskimääräinen Cr_2O_3 -pitoisuus on 23 %. Vyöhyke jakaantuu useisiin ohuisiin malmikerroksiin ja sitä louhitaan vyöhykkeen koillispuolella (kuva 54).

Imandra-lopoliitti

Murmansk–Pietari-valtatie leikkaa Imandran lopoliitin heikosti kerroksellisia gabroniitteja puolimatassa Monchegorskin kaupungista Apatiitin tienhaaraan. Tien lähellä idänpuoleisessa alarinteessä on kävelymatkan päässä hyviä kalliopaljastumia, joissa intruusion kivilajeja voi nähdä. Imandran massiivi on paljastuneena noin 225 km² alueella. Se jatkuu Imandrajärven alle ja on kooltaan kaikkiaan 1 300 km² laajuinen. Imandra on lopoliitin, eli alaspäin kaartuvan lautasen tai loivan suppilon mallinen intruusio, joka on pilkkoutunut tektonisesti neljään siirrosten rajoittamaan osaan, joita ovat Umbarechensky-, Severny-, Mayavr-Devichya- ja Yagelny-lohkot. Intruusion uraani-lyijymenetelmällä zirkoni- ja baddeleyiittimineraaleista määritetty ikä on 2,44 miljardia vuotta. Kairauksissa on löytynyt Cr-Ti-V-mineralisaatio, joka esiintyy pirotteisena kromiittina

ja titanomagnetitiittina muutaman metrin matkalla. Esiintymä ei ole taloudellisesti merkittävä.

Kulkuyhteydet: Kaikkia edellä kuvattuja geologisia kohteita pääsee katsomaan, jos noudattaa turvallisuusmääräyksiä. Alueet, joilla liikumista on rajoitettu (esim. maanalaiset kaivosalueet, teollisuusalueet) on merkitty varoituskyltein. Sopcheozeron louhosalueelle pääsee viranomaisten antamalla luvalla, joka tulee järjestää etukäteen.

Palvelut: Monchegorskin kaupungista löytyy huoltoasemia, kahviloita ja yleisö-wc:itä. Geologisilla kohteilla ei ole palveluita eikä opaskylttejä. Autot voi pysäköidä metsäteiden risteysiin. Valtatie tulee ylittää erittäin varovasti. Nittis-vuoren vanhoja kaivoskuiluja ja kuoppia tulee välttää. Imandran loppoliitin tietä lähimmät kalliopaljastumat ovat valtatie vieressä noin 20 km Monchegorskista etelään. Aivan paljastumien eteen pysähtyminen on vaarallista, sillä tiessä on jyrkkä mutka eikä tietä voi sillä kohdalla ylittää turvallisesti. Auto kannattaakin jättää muutama sata metriä mutkan pohjoispuolella olevalle suoralle tieosuudelle.

Huomioi: Monchegorskissa sijaitseva V.N. Davin Värillisten kivien museo on erinomainen käyntikohde. Museokaupasta voi ostaa mineraalinäytteitä ja Monchegorskin käsityömestareiden tekemiä kivisiä muistoesineitä.

24 Мончегорский Район Ниттис-Кумужья-Травяная

Горный массив Ниттис-Кумужья-Травяная располагается вдоль трассы Мурманск – С.-Петербург рядом с г. Мончегорск. Он хорошо обнажён и легко доступен для осмотра. Массив интересен геотуристам, желающим ознакомиться с историческим Cu-Ni-ЭПГ месторождением. Он представляет собой расслоенную базит-гипербазитовую интрузию, внедрившуюся в супракрустальный архейский комплекс 2.5–2.4 млрд. лет назад. Самый интересный маршрут проходит по склону г. Ниттис на площадку, где обнажаются сульфидные жилы главного рудного поля Н-К-Т. По ходу подъёма можно видеть смену перидотитов и пироксенитов в разрезе массива. Крутопадающие богатые пентландит-пирротиновые жилы хорошо видны по бурым зонам интенсивного окисления (рис. 49). Жилы имеют сложную морфологию: ветвятся, резко меняют мощность – это подчёркивает сложное строение тектонической зоны. Они были основным

источником руды для комбината «Североникель» с 1936 по 1975 гг. Всего отработано более 50 рудных жил. С площадки открывается замечательный вид на г. Мончегорск, комбинат «Североникель» и г. Сопча на противоположной стороне трассы. В шаговой доступности от шоссе в рудных отвалах на г. Травяной можно видеть рассеянные руды эндоконтактовых придонных залежей (рис. 50). Из горных пород здесь можно найти гнейсы кольской серии, контактовые габбронориты, оруденелые перидотиты, пироксениты, нориты, пегматиты и содержащие ЭПГ сульфидные жилы. Образцы могут пополнить минералогическую и петрографическую коллекции.

Гора Сопча

Маршрут на г. Сопча интересен посещением «Горизонта 330», опоясывающего её в виде цепи обнажений сульфидоносных пород на абсолютной отметке 330 м. Он представляет собой месторождение бедных рассеянных сульфидных Cu-Ni-Co с ЭПГ руд с общими запасами металлов 260000 т. Средняя мощность рудных тел 4–5 м, протяжённость ~ 2 км. Находка этих руд стала причиной строительства комбината «Североникель» и г. Мончегорска в 1930-х. Но до сих пор месторождение не отработывается. Его генезис представляет собой петрологическую проблему. Оно локализовано в оливинитах, гарцбургитах, оливиновых пироксенитах среди бронзититов верхней части разреза г. Сопчи. То есть, оливин-содержащие горные породы с сульфидными рудами «висят» на высоте ~ 800 м над основанием плутона между пироксенитами (рис. 51). Наиболее полный разрез рудного горизонта доступен на западном склоне горы по ходу подъёма от шоссе (рис. 52). Самые высокие содержания ЭПГ – в пегматоидных пироксенитах в нижней части «Горизонта 330».

Сопчеозёрское месторождение

Депрессию между гг. Ниттис и Сопча занимает Сопчеозеро. Под ним в сложной и не до конца изученной тектонической позиции среди пироксенитов залегает «дунитовый блок». Некоторыми авторами он рассматривается как ксенолит, захваченный магмой, из которой кристаллизовались пироксениты. В расслоенных перидотитах и плагиоперидотитах дунит-

тового блока установлена богатая вкрапленность хромита (рис. 53). Рудное тело круто падает к ЮВ и прослежено бурением до глубины 315 м. Его мощность варьирует от 1.0 до 32.5, в среднем 7.8 м. Границы с вмещающими породами постепенные. Среднее содержание Cr_2O_3 в рудном теле 23 %. При этом оно имеет сложное строение, будучи разделено на множество тонких рудных слоёв. В СЗ части месторождение вскрыто карьером (рис. 54).

Имандровский лополит

Имандровский слабо расслоенный габброноритовый лополит пересекается автомагистралью на полпути от г. Мончегорска до поворота на г. Апатиты. Хорошие обнажения находятся в шаговой доступности от шоссе на склоне горы. В целом массив выходит на земную поверхность на площади 225 км², но с закрытой частью, в том числе под оз. Имандра, на 1300 км². В предположительно едином лополите выделяют четыре массива, разделённых тектоническими нарушениями: Умбореченский,

Северный, Майявр-Девичья и Ягельный. Возраст лополита 2,44. млрд. лет определён U-Pb методом по циркону и бадделейту. По результатам бурения в массиве установлено Cr-Ti-V оруденение в виде рассеянной вкрапленности хромита и титаномагнетита на интервалах в несколько метров. Оно не имеет экономического значения.

Инструкции: Все указанные геологические объекты разрешены для осмотра при соблюдении техники безопасности. Возможные зоны ограниченного доступа, например, лицензированные участки недр или промышленные сооружения, отмечены указателями. Карьер Сопчеозёрского месторождения можно посетить по предварительной договорённости с владельцем.

Сервис: Ближайшая автозаправка, пункты питания и туалеты – в г. Мончегорск. Специальных площадок и информационных стендов для осмотра геологических объектов нет. Пользуйтесь съездами с трассы. Соблюдайте осторожность при подъёме в горы и переходе через автотрассу. На г. Ниттис имеются ста-



Fig. 52. Thin-layered pyroxenites and peridotites of the “horizon 330”. A view of Mount Nittis and Lake Sopcheozero. Kuva 52. Ohuita pyrokseeniitti- ja peridotitiiterroksia ”horisontti 330”-vyöhykkeessä. Näky-mä Nittis-vuorelle ja Sopcheozero-järvelle. Рис. 52. Тонкослоистые пироксениты и перидотиты «Горизонта 330». Вид на г. Ниттис и оз. Сопчеозеро. Figur 52. Tynne pyrokseenitt- og peridotittlag i ”horisontt 330”-beltet. Utsikt mot Nittis-fjellet og Sopcheozero-innsjøen.

рые горные выработки и провалы, к которым нельзя приближаться. Ближайшая стоянка для осмотра Имандровского лополита – в 200 м со стороны г. Мончегорска на обочине дороги. Остановка напротив обнажений опасна – крутой закрытый поворот не позволяет безопасно перейти трассу.

NB: В г. Мончегорске стоит посетить Музей цветного камня им. В.Н. Дава. При нём действует магазин коллекционных минералов и изделий из камня, выполненных лучшими мастерами г. Мончегорска.

24 Monchegorsk-området Nittis-Kumuzhya-Travyanaya

Fjellmassivet Nittis-Kumuzhya-Travyanaya ligger på vestsiden av Murmansk–St. Petersburg riksveien nær Monchegorsk by. Området er godt blottlagt og det er lett å komme til lokaliteter. Stedet er interessant spesielt på grunn av de historiske Cu-Ni-PGE-forekomstene. Nittis-Kumuzhya-Travyanaya-fjellene består av en 2,4–2,5 milliarder år gammel mafisk-ultramafisk lagintrusjon, som har trengt seg inn i det arkeiske grønnsteinberget. Den mest interessante ruten går opp skråningen på Nittis-fjellet til de gamle dagbruddene hvor områdets N-K-T-malmtypens sulfidganger bryter opp til overflaten. Langs ruten ser man i blotninger varierte peridotitter og pyroksenitter som hører til steinene i lagintrusjonens hovedfase. De bratt fallende pentlanditt-magnetkis-malmgangene er lett å identifisere, da de er oksidert og blitt rustbrune (figur 49). Gangene har en innviklet struktur på grunn av de tektoniske bevegelsene som har påvirket området. Mange steder er de forgrenete og av variert tykkelse. Malmen i gangene ble bearbeidet i årene 1936–1975 i anrikingsanlegget Severonikel. I løpet av driftsperioden der ble det foretatt bryting av over 50 malmganger. Fra malmgangene er det en fin utsikt over byen Monchegorsk, Severonikel-anlegget og fjellet Sopcha på andre siden av riksveien. Innsprengt malmtypen med tilknytning til malmbeltets bunnlag, finner man i avfallsdunger på foten av Travyanaya-fjellet på en gangavstand fra riksveien (figur 50). Berggrunnen i området består av Kola-kompleksets arkeiske gneiser, kontaktbeltets gabbronitter, mineraliserte peridotitter, pyroksenitter, norit-

ter, pegmatitter og platinametallholdige sulfidganger. Man finner fine prøver til mineralogiske og petrologiske samlinger i området.

Sopcha-fjellet

Langs turstien på Sopcha-fjellet får man se “horisont 330”-beltet, hvor sulfidholdige bergarter omringer fjellet i et belte 330 meter over havet. I en innsprengt kobber-nikkel-kobolt-forekomst med lav konsentrasjon, er det også platinagrupperens metaller, og metallreservene er beregnet til 260000 tonn. Gjennomsnittlig tykkelse på malmbeltene er 4–5 m og de er opp til 2 km lange. Funnet av Sopcha-fjellets malmkropp gjorde det mulig å bygge Severonikel-anrikingsanlegget og etablere byen Monchegorsk på 1930-tallet. Malmen er likevel foreløpig ikke blitt utnyttet. Hvordan forekomsten er blitt til, er fremdeles en uløst gåte. Den er blitt dannet i olivinitter, harzburgitter og olivinpyroksenitter midt i bronzititter i den øvre delen av Sopcha-fjellets intrusjonsblokk. Med andre ord, de sulfidholdige bergartene som inneholder olivinmineral, ”henger” ca. 800 m høyere enn intrusjonens bunndel mellom pyroksenittlagene (figur 51). Malmhorisonten er lettest å se på fjellets vestside ved en sti som går fra riksveien opp til fjellet (figur 52). De høyeste platinametallkonsentrasjonene er målt i pegmatoide pyroksenitter i bunnen av ”horisont 330”-beltet.

Sopcheozero-forekomsten

Innsjøen Sopcheozero ligger i en senkning mellom fjellene Nittis og Sopcha. Berggrunnen i bunnen av innsjøen består en ”dunittblokk”, som er en blokk mellom pyroksenitter og har en uklar tektonisk posisjon, som ikke er undersøkt veldig nøyaktig. Ifølge noen forskere er den en xenolitt som har havnet i en pyroksenittisk magmakammer. Blant lagdelte peridotitter og plagioperidotitter som hører til dunittblokken, har man funnet et kromittlag med høy konsentrasjon (figur 53). Malmbeltet bøyer seg bratt mot sørøst, og man har fulgt det til 315 meters dybde. Beltets tykkelse varierer mellom 1,0–32,5 m, gjennomsnittet er 7,8 m. Det kromittholdige beltet kommer gradvis i kontakt med sidebergarter. Malmbeltets gjennomsnittlige konsentrasjon av Cr_2O_3 er 23 %. Beltet er delt opp i flere tynne malmlag og det drives bryting på det i beltets nordøstlige ende (figur 54).

Imandra-lopolitt

Riksveien fra Murmansk til St. Petersburg skjærer gjennom Imandra-lopolittens svakt lagdelte gabronoritter halvveis mellom Monchegorsk og veikrysset til Apatity. I nærheten av veien, på skråningen ned mot øst, fins det på gangavstand fine blotninger hvor man kan se intrusjonsbergarter. Imandra-fjellmassivet er blottet på et område på ca. 225 km². Området fortsetter under Imandrasjøen og er alt i alt 1300 km² stort. Imandra-intrusjonen har en lopolittform, dvs. en nedover krummet tallerken eller en slak trakt, som er tektonisk oppstykket i fire deler avgrenset av forkastninger, blokkene Umbarechensky, Severny, Mayavr-Devichya og Yagelny. Intrusjonens alder definert med uran-blymetode av zirkon- og baddeleyittminerale er 2,44 milliarder år. I borer har man funnet Cr-Ti-V-mineralisering, som forekommer som innsprengt kromitt og titanomagnetitt på en strekning av noen meter. Forekomsten har ikke økonomisk betydning.

Veibeskrivelse: Der er mulig å besøke alle de foran beskrevne geologiske lokalitetene, hvis man etterfølger sikkerhetsbestemmelsene. Om-



Fig. 53. Chromite ores of the Sopcheozero deposit, Kuva 53. Sopcheozeron esiintymän kromiittimalmi. Рис. 53. Хромитовые руды Сопчеозёрского месторождения, Figur 53. Kromittmalm i Sopcheozero-forekomsten

råder der det er begrensninger i ferdsel (bl.a. underjordiske gruveområder, industriområder) er merket med varselskilter. Til Sopcheozero dagbrudd kan man komme med tillatelse fra myndigheter, noe som bør ordnes på forhånd.

Service: I Monchegorsk finner man servicestasjoner, kafeer og publikumstoletter. I de geologiske lokalitetene fins det ikke service eller informasjonstavler. Biler kan parkeres i skogbilveikryss. Riksveien bør krysses meget forsiktig. Man bør unngå Nittis-fjellets gamle gruvesjakter og groper. Blotninger av Imandra-lopolitt nærmest veien finner man ved riksveien ca. 20 km sør for Monchegorsk. Det er farlig å parkere like ved blotningene, da det er en skarp sving i veien der de er, og veien kan ikke krysses trygt. Det er bedre å parkere bilen noen hundre meter lenger nord på en rett veistrekning.

Obs!: V.N. Davs Museum for fargete steiner i Monchegorsk er et utmerket sted å besøke. I museumsbutikken kan man kjøpe mineralprøver samt suvenirer av stein laget av håndverksmestere fra Monchegorsk.



Fig. 54. The Sopcheozero deposit quarry, Kuva 54. Sopcheozeron malmiesiintymän louhos, Рис. 54. Карьер Сопчеозёрского месторождения, Figur 54. Dagbruddet i Sopcheozero malmforekomst

25 Khibiny

The Khibiny is the largest mountain massif on the Kola Peninsula. The mountain tops are commonly plateau-like. The highest point of Mount Yudychumchorr is only 1,200 m above sea level. Nevertheless, deep gorges with steep walls are dangerous. Snow does not melt in mountains from October to June, and there is snow in deep gorges all the year round. There is a variety of flora and fauna. Many species are rare and under protection. But the Khibiny are best known for their unique landscapes, geology and mineralogy. The Khibiny Mountains are a multiphase pluton of a concentric composition that formed 360–380 Ma ago on the border of the Archaean gneisses and the Imandra–Varzuga Proterozoic volcanogenic-sedimentary complex. It consists of compositionally and structurally different nepheline syenites. More than 500 minerals have been discovered here, of which more than 100 for the first time. Pegmatites and hydrothermal veins are especially rich in rare minerals.

You should start your one-day car journey to the Khibiny from the Maly Vudyavr Lake Valley and then drive along the Kukisvum Valley to the

Kuelporr Rescue Station. You should have a look at the Snow Cirque of the Takhtarvumchorr near Lake Maly Vudyavr (Fig. 55), study glacial moraines and visit the memorial at the site of the Tietta Mountain Station. In the 1930's it was the place where the academic science on the Kola Peninsula started from. Hiking along the Kukisvum Valley, in the channel of the Vudyavryok River (before the pass) and Kuniyok River (after the pass), you may collect mineralogical samples. You may stop to rest by Lake Dolgoye (at the pass) or Lake Krugloye (right after the pass). Near the Kuelporr Rescue Station there is another must-see: the picturesque waterfall of the Risyok River, one of the highest in the Khibiny (Fig. 56). You will need a well-known specialist or an experienced guide to collect very rare minerals. As for the collection rock samples (e.g. tinguaite) and minerals (apatite, nepheline, titanite, aegirine, arfvedsonite, eudialyte, lamprophyllite, enigmatite, ilmenite, natrolite, etc.), you may find these in outcrops, talus, channels of rivers and brooks (Figs. 57 and 58).

Directions: You will need a cross-country car to move on the dirt tracks of the Khibiny massif. Most



Fig. 55. The Maly Vudyavr Lake Valley, a view from the Geographers' Pass, Kuva 55. Maly Vudyavr-järven laakso nähtynä Maantieteilijöiden solasta, Рис. 55. Долина оз. Малый Вудъявр, вид с перевала Географов
Figur 55. Maly Vudyavr-innsjødalen sett fra Geografenes pass

roads have been made during the active geological investigations of the massif. The main road crosses the Khibiny from the south to the north through the Kukisvum Valley. It is a starting point for tourist hike routes to the lateral gorges. All brooks flow from gorges to the valley, which you should keep in mind to find your way in the mountains, especially in bad weather. Water in brooks is superalkaline, but drinkable. There is no mobile connection in the gorges. In the mid Khibiny there is the Kuelporr Rescue Station with mobile connection, a small hotel with a café and first aid.

Services: To visit the Khibiny massif, you should stay at one of the comfortable hotels in Kirovsk. They are the starting point for almost all hikes and car tourist routes. A special geotourist map and booklet on the Khibiny with 15 one-day routes has been created in the framework of the project ABCGheritage – Arctic Biological, Cultural and Geological heritage. They are available on-line on web-sites of the Geological Institute KSC RAS and Geological Survey of Finland.

NB: You should visit the Mineralogical Museum of JSC Apatit in Kirovsk, and the Mineralogical and Ethnographic Museums of the Kola SC RAS, Mineralogical shop salon Salma in Apatity.

25 Hiipinätunturit

Hiipinätunturit on Kuolan niemimaan suurin yhtenäinen vuoristoalue. Valtaosa sen tuntureista ja vuorista on tasahuippuisia. Hiipinätuntureiden korkein huippu, Yudychvumchorr-vuori, on 1200 m korkea. Tunturialueen syvät rotkot ja niiden jyrkät seinämät ovat jylhiä ja vaarallisia. Hiipinätunturit ovat lumen peitossa lokakuusta kesäkuuhun ja syvissä rotkoissa lumi säilyy vuoden ympäri. Alueella on monipuolinen kasvillisuus ja eläimistö, joista monet lajit ovat harvinaisia ja suojeltuja. Hiipinätunturien alue on erittäin tunnettu upeista maisemistaan, geologiastaan ja mineralogiastaan. Tunturimassiivi on muodostunut monifaasisesta intruusiokompleksista, joka tunkeutui Kuolan arkeisen kompleksin ja proterotsooisen Imandra–Varzuga-vihreäkivivöhykkeen rajalle 360–380 miljoonaa vuotta sitten. Hiipinätunturien kompleksi koostuu erilaisista nefeliinisyeniiteistä. Alueelta tunnetaan yli 500 eri mineraalia, joista yli 100 on kuvattu ensimmäistä kertaa Hiipinätunturien alueelta. Pegmatiitit ja hydrotermiset juonet sisältävät erityisen runsaasti harvinaisia mineraaleja.

Hiipinätuntureilla paras autolla tehtävä päiväretki alkaa Maly Vudyarv-järven laaksosta (kuva 55) kohti Kuelporr-tunturiasemaa, joka sijaitsee tunturialuetta halkovassa Kukisvum-laaksossa. Maly Vudyavr-jär-

ven lähellä on Takhtarvumchorr-vuoren lumionsilo ja useita hienoja reunamoreenimuodostumia. ”Tietta”-tutkimusaseman rauniot ja muistomerkki ovat myös hyvä tutustumiskohde. Asema toimi 1930-luvulla koko Kuolan niemimaan tieteellisen tutkimuksen keskuksena. Kukisvumin laaksosta, sekä Vudyavryok-joen varrelta (laakson keskellä olevan solan eteläpuolelta) että Kuniyok-joen varrelta (laakson keskellä olevan solan pohjoispuolelta) löytyy hyviä mineraalinäytteitä kokoelmia varten. Solassa oleva Dolgoe-järvi ja solan pohjoispuolella oleva Krugloye-järvi ovat hyviä taukopaikkoja. Kuelporr-tunturiaseman lähellä on maalauksellinen Risyok-joen vesiputous, joka on korkeimpia Hiipinätunturien alueella (kuva 56). Alueen monipuoliseen mineralogiaan kannattaa tutustua koulutetun oppaan johdolla. Alueelta löytyy runsaasti harvinaisia kivilajeja (esim. tinguaiitteja) ja mineraaleja (apatiittia, nefeliiniä, titaniittia, egiiriiniä, arfvedsoniittia, eudialiittia, lamprofylliittia, enigmatiittia, ilmeniittia, natroliittia jne.). Kivinäytteitä ja mineraaleja voi löytää ja kerätä kalliopaljastumista, loh-kareikoista ja virtojen ja purojen pohjalta (kuvat 57 ja 58).

Kulkuyhteydet: Hiipinätunturien alueen sorateillä liikuttaessa tarvitaan maastoauto. Suurin osa tiestöstä on aikanaan tehty tunturialueen geologisen tutkimuksen tarpeisiin. Tunturimassiivin läpi kulkee pohjois-eteläsuuntainen soratie Kukisvumin laaksoa myöten. Kukisvumin laaksosta lähtee retkeilyreitettä sivulaaksoihin molemmille puolille. Kaikki joet virtaavat alas Kukisvumin laaksoon, mikä on hyvä pitää mielessä erityisesti huonolla säällä kuljettaessa. Purojen vesi on kallioperän koostumuksesta johtuen erittäin emäksistä, mutta juomakelpoista. Rotkolaaksoissa ei ole matkapuhelinverkkoa. Keskellä Hiipinätuntureita sijaitsevalla Kuelporrin tunturiasemalla matkapuhelin kuuluu ja tarjolla on myös majoituspalveluja, kahvila ja ensiapupiste.

Palvelut: Hiipinätuntureihin pääsee parhaiten tutustumaan Kirovskin kaupungista, mistä löytyy useita hotelleja. Hotelleista saa tietoa myös retkeilypalveluista ja -reiteistä. Hiipinätunturien alueesta on EU-rahoitteisessa ABCGheritage – Arctic Biological, Cultural and Geological heritage-hankkeessa tehty geologinen retkeilykartta ja opaskirja, josta löytyy 15 päiväretkeä alueen eri kohteille. Kartta ja opaskirja löytyvät elektronisina versioina sekä Venäjän tiedeakatemia Kuolan Tiedekeskuksen Geologisen Instituutin että Suomen GTK:n kotisivuilta.

Huomioi: Kirovskissa on JSC ”Apatit”-yhtiön Mineraloginen museo. Apatiitista löytyvät Kuolan Tiedekeskuksen Mineraloginen ja Etnografinen museo sekä mineraaleihin erikoistunut museokauppa ”Salma”. Kaikki ovat hyviä tutustumiskohteita.



Fig. 56. The Risyok River waterfall, Kuva 56. Risyok-joen vesiputous, Рис. 56. Водопад на р. Рисйок, Figur 56. Vannfall i Risyok-elva

25 Хибинны

Хибинны – крупнейший горный массив на Кольском п-ове. Вершины гор обычно платообразные. Высшая точка г. Юдычвумчорр – всего 1200 м над уровнем моря. Тем не менее, глубокие ущелья с крутыми стенками представляют опасность. Снег в горах лежит с октября по июнь, в глубоких ущельях – круглый год. Флора и фауна разнообразные. Многие виды редкие и находятся под охраной. Но более всего Хибинны известны своими уникальными ландшафтами, геологией и минералогией. Хибинны представляют собой многофазный плутон концентрического строения, образовавшийся 360–380 млн. лет назад на границе архейских гнейсов и протерозойского вулканогенно-осадочного комплекса Имандра-Варзуга. Он сложен разнообразными по составу и структуре нефелиновыми сиенитами. В нём установлено более 500 минералов, из них впервые – более 100. Особенно богаты редкими минералами пегматиты и гидротермальные жилы.

Однодневное автомобильное посещение Хибин рекомендуется начать с долины оз. Малый Вудъявр (рис. 55) и затем проехать по долине Кукисвум до станции спасателей Куэльпорр. У оз. Малый Вудъявр следует окинуть взглядом Снежный цирк Тахтарвумчорра, осмотреть ледниковые морены и посетить мемориал Хибинской горной станции «Тиетта». В 1930-х с неё начиналась академическая наука на Кольском п-ове. Следуя по долине Кукисвум, в русле р. Вудъяврйок (до перевала) и р. Кунийок (после перевала) можно собрать коллекцию минералов. Остановиться для отдыха можно у оз. Долгого (на перевале) или оз. Круглого (за перевалом). Около базы спасателей Куэльпорр нужно обязательно осмотреть живописный водопад на р. Рисйок – один из самых высоких в Хибинах (рис. 56). Для сбора очень редких минералов нужен известный профессионализм или опытный проводник. Но коллекционные образцы редких горных пород (например, тингуаитов) и минералов (апатит, нефелин, титанит, эгирин, арфведсонит, эвдиалит, астрофиллит, лампрофиллит, энигматит, ильменит, натролит...) можно встретить в обнажениях, осыпях, руслах рек и ручьёв (рис. 57 и 58).

Инструкции: Для передвижения по грунтовыми дорогам в Хибинах нужен автомобиль высокой проходимости. Большая часть дорог проложена в пору активного геологического

изучения массива. Главная дорога проходит с юга на север по долине Кукисвум. От неё отходят пешеходные туристские тропы в боковые ущелья. Все ручьи текут из ущелий в долину, что важно помнить для ориентировки в горах, особенно в плохую погоду. Вода в ручьях имеет повышенную щёлочность, но пригодна для питья. В ущельях отсутствует мобильная связь. В центре Хибин располагается база спасателей Куэльпорр, на которой есть связь, небольшой отель с пунктом питания и первой медицинской помощью.

Сервис: Для посещения Хибинского массива удобно остановиться в одной из комфортабельных гостиниц г. Кировска. Отсюда начинаются почти все пешеходные и автомобильные туристические маршруты. Специальная геотуристическая карта и буклет по Хибинам с 15 однодневными маршрутами создана в рамках проекта «Arctic Biological, Cultural and Geological heritage – ABCG heritage». Они доступны на сайтах Геологического института КНЦ РАН и Геологической службы Финляндии.

NB: В г. Кировске стоит посетить Минералогический музей ОАО «Апатит», в г. Апатиты – Минералогический и Этнографический музеи Кольского НЦ РАН, а также Минералогический салон-магазин «Салма».

25 Khibinyfjellene

Khibinyfjellene er det største sammenhengende fjellområdet på Kolahalvøya. De fleste av fjellene der har en platåtopp. Den høyeste toppen av Khibinyfjellene, Yudychvumchorr, er 1200 m høy. De dype juvene med sine bratte vegger er likevel mektige og farlige. Khibinyfjellene er snødekket fra oktober til juni, og i dype juv ligger det snø året rundt. Området har en allsidig vegetasjon og fauna med mange sjeldne og venede arter. Khibiny-området er meget berømt for sitt praktfulle landskap, sin geologi og mineralogi. Fjellmassivet er dannet av et flerfaset intrusjonskompleks som trengte inn i overgangen mellom Kola arkeiske kompleks og det proterozoiske Imandra-Varzuga-grønnsteinsbeltet for 360–380 millioner år siden. Khibiny-komplekset består av ulike nefelinsyenitter. Over 500 ulike mineraler er kjent i området, 100 av dem er beskrevet for første gang fra Khibiny-området. Pegmatittene og hydrotermiske ganger inneholder spesielt rikelig med sjeldne mineraler.

Den beste dagsturen med bil i Khibiny-området starter fra Maly Vudyarv-innsjødalen (figur 55) mot fjellstasjonen Kuelporr i Kukisvum-dalen, som kløy-



Fig. 57. Astrophyllite, Kuva 57. Astrofylliittiä, Рис. 57. Астрофиллит, Figur 57. Astrofyllitt



Fig. 58. Eudialyte, Kuva 58. Eudialiittia, Рис. 58. Эвдиалит, Figur 58. Eudialitt

ver fjellmassivet. I nærheten av innsjøen Maly Vudyavr kan man se snøbotnet i fjellet Takhtarvumchorr og flere fine moreneformasjoner. Ruinene og minnesmerket etter forskningsstasjonen "Tietta" er også et fint sted å besøke. Stasjonen var i drift på 1930-tallet som senter for hele Kolahalvøyas vitenskapelige forskning. Fine mineralprøver til samlinger kan man finne i Kukisvum-dalen både langs elva Vudyavryok (sør for den trange passasjen midtveis i dalen) og elva Kuniyok (nord for passasjen midtveis i dalen). Innsjøen Dolgoye i passasjen og Krugloye nord for passasjen er fine rasteplasser. Ved Kuelporr-fjellstasjonen ser man det maleriske vannfallet i elva Risyok, som er et av de høyeste i Khibinyfjellene (figur 56). Det er lurt å studere områdets allsidige mineralogi ved hjelp av en utdannet guide. Det fins rikelig med sjeldne bergarter i området (f.eks. tinguaitter) og mineraler (apatitt, nefelin, titanitt, egirin, arfvedsonitt, eudialitt, lamprofyllitt, enigmatitt, ilmenitt, natrolitt osv.). Det er mulig å observere og samle på steinprøver og mineraler i blotninger, urer og på bunnen av elver og bekker (figurene 57 og 58).

Veibeskrivelse: For å kjøre på grusveiene i Khibinski-området, må man ha en terrengbil. Det meste av veinettet er i sin tid blitt bygd for behovene for geologiske undersøkelser av fjellområdet. Langs

Kukisvum-dalen går det en grusvei i nord-sør retning gjennom fjellmassivet. Fra Kukisvum-dalen går det vandringsruter til sidedaler på begge sider. Alle elvene renner ned i Kukisvum-dalen, noe som er godt å huske på, særlig når man er ute i dårlig vær. Bekkevannet er på grunn av fjellgrunnens sammensetning meget alkalisk, men kan drikkes. Det er ikke mobildekning i juvene. På Kuelporr fjellstasjon midt i Khibiny er det mobildekning og også innkvartering, kafé og førstehjelpsstasjon

Service: Det er enklest å komme seg til Khibiny-området fra byen Kirovsk, hvor det fins flere hoteller. Hotellene gir også opplysninger om turopplagg og -ruter. I det EU-finansierte prosjektet ABCG-heritage – Arctic Biological, Cultural and Geological heritage er det laget et geologisk turkart og guidebok med 15 dagsturer til ulike lokaliteter i området. Kartet og guideboka finnes som elektroniske versjoner på hjemmesidene til Russlands vitenskapsakademis Kola Vitenskapsenters Geologiske institutt og på Finlands Geologiske Forskningscentralen.

Obs!: I Kirovsk er det JSC "Apatit"-selskapets Mineralogiske museum. I Apatity finner man Kola Vitenskapsenters Mineralogiske og Etnografiske museum samt museumsbutikken "Salma", som har spesialisert seg på mineraler. Alle er fine besøksmål.



Fig. 59. Islands of the Kandalaksha State Nature Reserve, Kuva 59. Kantalahden luonnonpuiston saaristo
 Рис. 59. Острова Кандалакшского государственного природного заповедника, Figur 59. Skjærgården i Kandalaksja naturpark

26 Tersky Coast

The Tersky (southern) coast of the Kola Peninsula is best-loved by tourists due to the variety of sites and well-developed infrastructure; particularly the Kandalaksha town (west) – Varzuga village (east) road. In recent years the government of the Tersky area has been actively promoting the tourist business, supporting traditional trades of the Pomor people. Just outside Kandalaksha there is an observation ground with a remarkable view of islands of the Kandalaksha State Nature Reserve (Fig. 59). Further on the road follows the coast, moving to and from it. There are slip roads to the coast and beaches, sandy ones mostly.

Granites

Interesting and accessible geological sites start after the Umba settlement. The first one is a granite-processing quarry just outside the Kuzreka settlement operating at regular intervals (Fig. 60). Leave your car on the roadside to study the quarry and take samples. Granite is mostly pink, sometimes with a violet hue (Fig. 61). It is commonly used in construction to decorate fronts of build-

ings, make stairs, parapets, wharfs, pave squares and also to decorate the interiors of dwellings.

Glendonites

The next site has been a mineralogical dilemma for more than 100 years already. It is “the White Sea hods”, also world-known as glendonites. To study the deposit, you should turn from the road to the Olenitsa village, leave your car and hike on a path up to the coast. Here, in the tidal zone near the Olenitsa River mouth, right on the surface or at minor depth (not more than 0.5 m) you may make a good glendonite collection (Figs. 62 and 63). The deposit is under protection of the Tersky local authorities. Industrial-scope sampling of glendonites with no license is prohibited, but sampling from the surface is allowed. After every storm collector mineralogists appear on the coast.

The genesis of glendonite is disputable. The dominating point of view states that ikaite crystals and their aggregates form in fresh river water. Once they appear in the sea, calcite substitutes them preserving the form, i.e. pseudomorphosis. Rolling on the bottom in the tidal zone, the hods subsequently turn into balls. The location of the



Fig. 60. Producing granites in the Kuzreka settlement quarry, Kuva 60. Graniitin tuotantoa Kuzrekan louhok-sella, Рус. 60. Добыча гранитов в карьере пос. Кузрека, Figur 60. Granittproduksjon ved Kuzreka dagbrudd

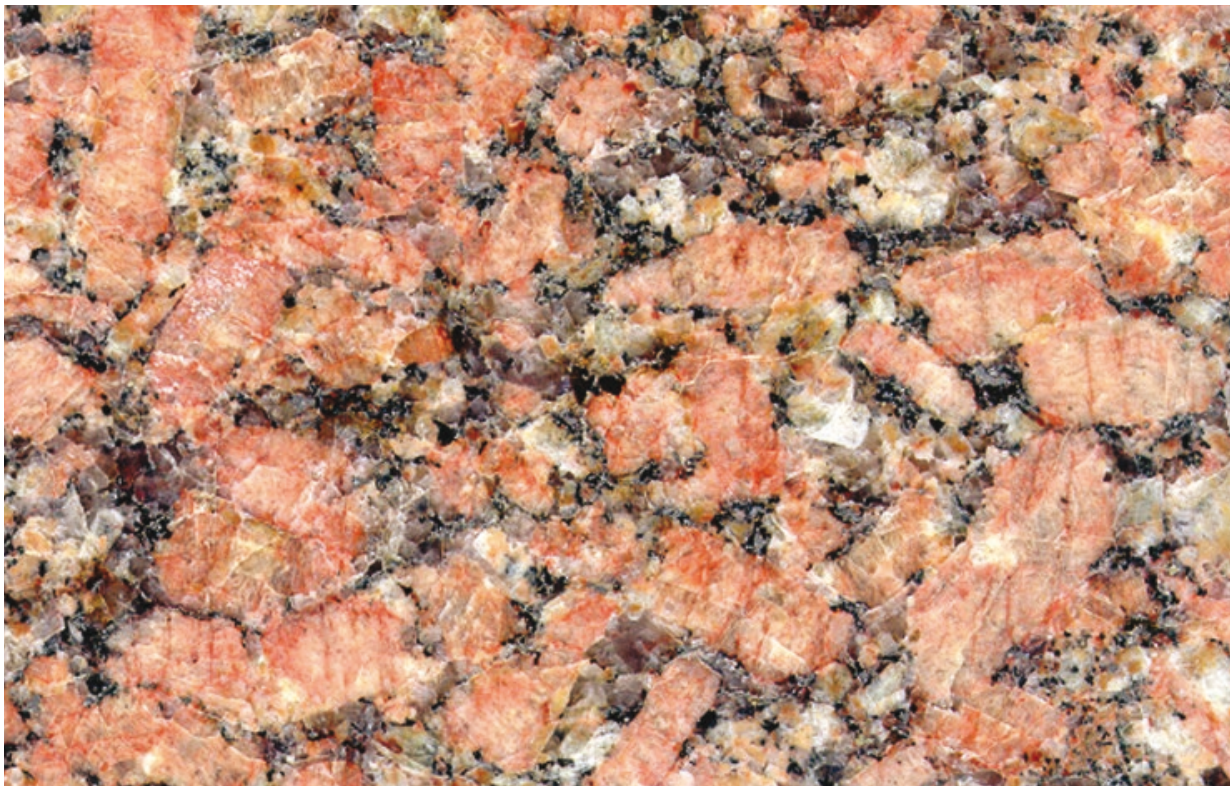


Fig. 61. Granite from the Kuzreka settlement quarry, Kuva 61. Kuzrekan louhoksen graniittia, Puc. 61. Гранит из карьера пос. Кузрека, Figur 61. Granitt fra bruddet i Kuzreka

deposit in the ancient mouth of the Olenitsa River and all morphological features of glendonites seem to correspond with the above point of view. You should keep in mind that such formations are found in many places in the earth and probably have different origins.

Amethyst

The main aim of the geotourist route along the Tersky coast is certainly the amethyst deposit on the Korabl Cape. About 20 km from Varzuga near the Lodochny Brook (please follow the road signs) you should turn from the road towards the coast. The dirt track will take you to the eastern flank of the deposit. It is a 2-km-long coastal line. Characteristic landmarks are the “Sail” Rock clearly visible from afar (Fig. 64) and the “Fluorite Stockwork” near it, just by the water (Fig. 65). Walking along the coast, you will surely come across ripple marks of the ancient sea, which flew in and out, in outcrops of the Riphian red stone sandstones (Fig. 66). Please do not damage these outcrops. You may pick good samples for your collection from the shore.

In total, seven stockworks are known at the

deposit. They are confined to the zones of E-W and NE-SW strikes crossing. As a rule, crushed rocks are cemented with a dark violet fluorite, producing fascinating breccias and crustified textures. After that, amethyst crystallizes and then honey-yellow barite occurs (Fig. 67). The process is repeated at least five times. Processing of the deposit stopped in 1992. In total, about 1500m² of jewelry-quality druses have been mined out and exported (France, Italy, Canada). About 8,000m² of non-jewelry-quality druses have been mined out for domestic use as souvenirs and collectable raw materials. Nowadays the deposit is in the state reserve and is free to visit and take samples from the surface. The synthesis of the picturesque landscape (especially in good weather), polar day and mineralogical beauties never fail to touch one’s heart.

Moving sands

Having observed the amethyst deposit, several kilometers before the Varzuga settlement, turn to the Kuzomen village (follow the road signs) to witness the man-made disaster of moving sands (Fig. 68). It was caused by the deforestation of the



Fig. 62. Sampling glendonites in the tidal zone near the Olenitsa village, Kuva 62. Glendoniittien keräilyä Vienanmeressä olevalla vuorovesivyöhykkeellä. Taustalla Olenitsan kylä, Рус. 62. Сбор глендонитов в зоне прилива около дер. Оленитца, Figur 62. Plukking av glendonitter i tidevannssonen ved Kvitsjøen. Olenitsa i bakgrunnen

Varzuga river bank for further construction and active cattle grazing. In windy conditions it depleted the soil. A complex solution of technical methods (special covers of sandy surfaces) and biological ones (seeding fast-growing grass and bushes) are being applied to stop the sands.

Directions: Foreign tourists are not allowed to overnight on the Tersky coast, neither in settlements, nor in a camp. They must go back to Kandalaksha. There are no information tables at geological sites. Please refer to the current guidebook.

Services: A petrol station, hotel, food shop and first-aid post are in the Umba settlement on the Tersky coast. Make sure that you have supplies for the whole route with you. The Russian tourist may overnight in a camp on the amethyst deposit. Please use the existing fireplaces.

NB: The Museum of the Kandalaksha State Nature Reserve is worth visiting in Kandalaksha. In Umba you should visit the Museum of the Pomor People Life, Museum of Amethysts and a souvenir shop with collection minerals. In Varzuga you may study ancient wooden churches (Figs. 69 and 70).

26 Turjan rannikko

Turjan rannikko, joksi Kuolan niemimaan etelärannikkoa kutsutaan, on matkailijoiden suosima alue. Se johtuu monipuolisista kohteista sekä hyvistä teistä ja matkailupalveluista varsinkin Kantalahden ja Varzugan välisellä alueella. Viime vuosina Turjan alueen viranomaiset ovat olleet aktiivisesti edistämässä matkailutoimintaa tukevilla paikallisten venäläisten asukkaiden, pomorien elinkeinoja. Kantalahdesta Umbaan johtavan tien laidalla, heti kaupungin ulkopuolella on taukopaikka. Sieltä on erittäin hyvä näköala saaristoon, joka kuuluu Kantalahden luonnonpuistoon (kuva 59). Tämän jälkeen tie kulkee rannikkoa seuraten välillä aivan rannan tuntumassa. Siitä poikkeaa pistoteitä hiekkarannoille.

Graniitteja

Umban kaupungin jälkeen alkavat mielenkiintoiset ja helposti saavutettavat geologiset kohteet. Niistä ensimmäisenä on Kuzrekan kylän ulkopuolella oleva graniittilouhos, joka on ajoittain toiminnassa (kuva 60). Louhoksella käytäessä auto tulee jättää tien reunaan. Graniitti on yleensä vaaleanpunaista, mutta joskus siinä on violetti vivahde (kuva 61).



Fig. 63. Collection sample of glendonite, Kuva 63. Glendoniittinäyte, Рис. 63. Коллекционный образец глендонита, Figur 63. Glendonittprøve



Fig. 64. The "Sail" Rock is a landmark of the western flank of the amethyst deposit, Kuva 64. Purjekivi-niminen raukki on ametistiesiintymän länsipään maamerkki, Рис. 64. Скала «Парус» - ориентир западного фланга месторождения аметистов, Figur 64. Rauken som kalles Seilstein er landemerket for vestenden av ametystforekomsten

Kiveä käytetään rakennusten koristeellisina pinta-materiaaleina, portaina, sillan kaiteina, laitureina ja katukivetyksenä sekä asuntojen koristeellisissa sisustuksissa.

Glendoniitteja

Seuraava mineraloginen kohde, glendoniitti, on ollut yli sadan vuoden ajan mielenkiintoinen aihe. Glendoniittien löytöpaikalle päästäkseen tulee käännyä päätieltä Olenitsan kylään johtavalle sivutielle. Auton voi jättää kylään ja jatkaa matkaa kävelen merenrannalle. Vuoroveden vaikutusalueella Olenitsajoen suulla voi laskuveden aikana löytää pinta-hiekasta tai vajaan puolen metrin syvyydeltä hyviä glendoniittinäytteitä (kuvat 62 ja 63). Turjan aluehallinto on suojellut kohteen, ja glendoniittien laajamittainen kaivaminen on kielletty. Irtokivien keräily hiekan pinnalta on sallittua, ja jokaisen myrskyn jälkeen paikalle saapuu mineraalien keräilijöitä.

Glendoniittien syntyhistoria on kiistanalainen. Vallitseva käsitys on, että ikaiittikiteet ja niistä syntyneet aggregaatit muodostuivat suolattomassa jokivedessä. Sen jälkeen kun ne joutuivat mereen, mineraalirakeen alkuperäinen koostumus korvautui kalsiitilla, mutta sen alkuperäinen muoto säilyi eli tapahtui pseudomorfoosi. Vuorovesitoiminnan seurauksena nämä konkreetiot vierivät rantahiekassa edestakaisin ja samalla pyörivät. Glendoniittien muoto sekä esiintymän sijainti Olenitsajoen suussa näyttäisivät tukevan edellä kerrottua syntytapaa. On kuitenkin huomioitava, että vastaavia esiintymiä löytyy myös muualta maailmasta. Siellä ne ovat saattaneet syntyä muilla tavoin.

Ametisti

Korablin niemessä sijaitseva ametistiesiintymä on ehdottomasti Turjan rannikkoa seuraavan geomatkailureitin pääkohde. Noin 20 km ennen Varzugan kylää, lähellä Lodochny-nimistä jokea, päätieltä poikkeaa viitoitettu sivutie merenrantaan. Huonokuntoinen ajotie johtaa rannan suuntaisen, noin kaksi kilometriä pitkän ametistiesiintymän itäpäähän. Rannalla kohoava patsasmainen kalliomuodostelma eli raukki näkyy kauas joka suuntaan (kuva 64). Sen vieressä, aivan vesirajassa, on fluoriittiesiintymä (kuva 65). Rannalla kävellessä voi löytää proterotsooisella aikakaudella kerrostunutta, (Riphean-vaiheen aikaista) punaista hiekkakiveä, jonka pinnalla näkyy miljoonia vuosia sitten merenpohjassa syntyneitä aallonmerkkejä (kuva 66). Näitä jyrkkiä hiekkakivikallioita ei saa rikkoo. Hyviä kivi-

näytteitä löytyy myös rannalla olevista irtokivistä.

Esiintymä koostuu seitsemästä erillisestä juoniverkostosta, jotka sijaitsevat itä-läntisten ja koillis-lounaissauntaisten heikkousvyöhykkeiden risteyskohdissa. Tumman violetti fluoriitti on iskostanut rikkoontuneet kivenkappaleet yhteen, jolloin on syntynyt kiehtovan näköisiä seoskilajeja eli breksioita ja fluoriitin peittämiä pintoja. Fluoriitin jälkeen on kiteytynyt ametistia ja hunajankeltaista baryyttia (kuva 67). Tämä tapahtuma on toistunut ainakin viidesti kiven rakenteiden perusteella. Ametistiesiintymää louhittiin vuoteen 1992 asti. Yhteensä noin 1500 m² jalokiviluokan mineraalainesta kaivettiin ylös ja myytiin pääasiassa ulkomaille, Ranskaan, Italiaan ja Kanadaan. Laadultaan heikompaa mineraalainesta kaivettiin noin 8000 m². Se meni kotimaiseen käyttöön matkamuistoiksi ja mineraalikokoelmia varten. Nykyisin esiintymä on suojeltu. Siellä voi käydä vapaasti ja kerätä maan pinnalta löytyviä mineraalinäytteitä. Hyvällä säällä rannalta avautuva kaunis maisema, valoisat kesäyöt ja mineraalien kauneus jättävät lähtemättömän vaikutuksen vierailijan mieleen.

Vaeltavat hietikot

Ametistiesiintymän jälkeen muutamia kilometrejä ennen Varzugan kylää kääntyy opastettu sivutie Kuzomenin kylään. Sieltä löytyy hiekkarämaa, joka on esimerkki tuulen mukana vaeltavien hietikoiden synnyttämästä tuhosta (kuva 68). Se on ihmisen aiheuttama, sillä Varzugajoen rannalla olleet metsät kaadettiin rakennustoiminnan ja karjanlaidunnuksen vuoksi. Voimakkaat tuulet kuljettivat tilalle hiekkaa ja aiheuttivat maaperän eroosion. Erilaisilla teknisillä ja biologisilla menetelmillä, kuten pensaiden ja kasvien istuttamisella on yritetty pysäyttää hiekan vaellus.

Kulkuyhteydet: Ulkomaisilla matkailijoilla ei ole lupa majoittua eikä leirytyä yön yli Turjan rannikolla. Heidän tulee palata yöksi Kantalahteen. Tämä sääntö ei koske venäläisiä. Geologisilla kohteilla ei ole opastetauluja, joten tämä opas on paras apu kohteiden esittelyssä.

Palvelut: Umban kaupungissa on huoltoasema, hotelli, elintarvikekauppa ja ensiapupiste. Matkailijan tulee varmistaa, että kaikki tarpeelliset tavarat ovat mukana matkassa. Ametistiesiintymän lähellä on valmiiksi rakennettu tulentekopaikka, jota vierailijoiden toivotaan käyttävän.

Huomioi: Kantalahdessa sijaitseva Kantalahden luonnonpuiston museo on mukava vierailukohde. Umbassa kannattaa käydä kahdessa museossa. Po-

morimuseossa kerrotaan Vienanmeren rannikkoseutujen alkuperäisistä venäläisistä asukkaista, pomoreista ja heidän elämästään. Ametistimuseossa on mineraalikokoelma sekä matkamuistokauppa. Varzugassa nähtävyytenä ovat ortodoksiset puukirkot, joista vanhimmat ovat 1600-luvulta (kuvat 69 ja 70).

26 Терский берег

Терский (южный) берег Кольского п-ова – наиболее посещаемое туристами место из-за разнообразных достопримечательностей и хорошо развитой инфраструктуры, в первую очередь – автотрассы г. Кандалакша (на западе) – с. Варзуга (на востоке). В последние годы правительство Терского р-на активно развивает туристический бизнес, поддерживая традиционные поморские промыслы. На выезде из г. Кандалакша есть смотровая площадка, с которой открывается замечательный вид на острова Кандалакшского государственного природного заповедника (рис. 59). Далее трасса идёт вдоль берега, то удаляясь, то приближаясь. К берегу есть съезды, пляжи в основном песчаные.

Граниты

Интересные и доступные для осмотра геологические объекты начинаются за пос. Умба. Первый – действующий карьер по добыче гранитов на въезде в пос. Кузрека (рис. 60). Оставив машину на обочине дороги, можно осмотреть карьер и взять образцы для коллекции. Гранит обладает розоватым цветом иногда с фиолетовым оттенком (рис. 61). Широко используется в строительстве для облицовки фасадов зданий, изготовления ступеней, парапетов, набережных, мощения площадей и внутреннего декорирования помещений.

Глендониты

Следующий объект уже более 100 лет представляет минералогическую загадку. Это «беломорские рогульки», во всём мире известные как глендониты. Для осмотра месторождения следует свернуть с трассы в дер. Оленица, оставить машину и по тропе выйти на берег. Здесь, в зоне прилива, около устья р. Оленица,



Fig. 65. The Fluorite Stockwork, Kuva 65. Fluoriittia sisältävä kalliotörmä, Рис. 65. «Флюоритовый штокверк» Figur 65. En bergvegg med innslag av fluoritt

прямо на поверхности или небольшой глубине (не более 0.5 м) от поверхности можно собрать хорошую коллекцию глендонитов (рис. 62 и 63). Месторождение находится под охраной правительства Терского р-на. Массовая добыча глендонитов без лицензии запрещена, но сбор образцов с поверхности разрешён. После каждого шторма на берегу появляются минералогии-коллекционеры.

Представления о генезисе глендонитов дискуссионны. Преобладающая точка зрения состоит в том, что в пресной речной воде образуются кристаллы икаита и их сростки. При впадении в море происходит их замещение кальцитом с сохранением формы, т.е. образование псевдоморфоз. Перекачиваясь по дну в зоне прибоя, рогульки постепенно превращаются в шары. Расположение месторождения в древнем русле р. Оленица и все морфологические особенности глендонитов вроде согласуются с этой точкой зрения. Следует иметь в виду, что подобные образования найдены во многих местах земного шара и, возможно, имеют несколько различное происхождение.

Аметисты

Главная цель геотуристского маршрута по Терскому берегу – месторождение аметистов на мысе Корабль. Примерно в 20 км от пос. Варзуга у руч. Лодочного (следите за дорожными знаками) нужно свернуть с трассы к берегу. Грунтовая дорога выведет к восточному флангу месторождения. Оно представляет собой прибрежную полосу длиной ~ 2 км. Характерные ориентиры западного фланга – скала «Парус» (рис. 64), хорошо видимая издали, и «Флюоритовый штокверк» неподалёку от неё около самой воды (рис. 65). Идя вдоль берега, в выходах рифейских красноцветных песчаников обязательно встретите рябь древнего моря (рис. 66), которое то отступало, то возвращалось. Рекомендуется не разрушать эти обнажения. Хорошие образцы для коллекции можно подобрать на берегу.

Всего на месторождении известны 7 штокверков, приуроченных к зонам пересечения разломов субширотного и СВ простираний. Как правило, раздробленные породы цемен-



Fig. 66. Off-shore ripple marks in the red Riphean sandstones, Kuva 66. Punaisessa hiekkakivessä olevia aallonmerkkejä, Рис. 66. Прибрежная рябь в красноцветных рифейских песчаниках, Figur 66. Bølgeslagsmerker i rød sandstein



Fig. 67. Amethyst and barite of the Korabl Cape, Kuva 67. Ametistia ja baryyttia Korablin niemen esiintymässä, Рис. 67. Аметист и барит мыса Корабль, Figur 67. Ametyster og barytter i Korabli-nesets forekomst

тируются густо-фиолетовым флюоритом с образованием эффектных брекчиевых и кристификационных текстур. После него кристаллизуется аметист, затем – медово-жёлтый барит (рис. 67). Процесс повторился не менее 5 раз. Отработка месторождения завершена в 1992 г. Всего было добыто ~ 1500 м² друз ювелирного качества, проданных в основном за рубеж (Франция, Италия, Канада), и ~ 8000 м² друз не ювелирного качества для реализации внутри страны в виде сувениров и коллекционного сырья. Сегодня месторождение находится в государственном резерве, доступно для посещения и сбора образцов с поверхности. Сочетание прекрасного ландшафта (особенно в хорошую погоду), полярного дня и минералогических красот никого не оставит равнодушным.

Движущиеся пески

После месторождения аметистов, за несколько километров до пос. Варзуга, стоит свернуть с трассы на дер. Кузомень (следите за дорожными указателями), чтобы увидеть пример техногенной катастрофы – движущиеся пески (рис. 68). Ситуация возникла из-за вырубки леса вдоль берега р. Варзуга для строительства и активного выпаса скота. В условиях сильных ветров это привело к разрушению почвенного слоя. Для остановки песков сегодня применяется комплекс технических (специальные покрытия песчаных поверхностей) и биологических (посев быстро растущих трав и кустарников) методов.

Инструкции: Иностранные туристы не имеют права оставаться на ночлег на Терском берегу (ни в населённых пунктах, ни в палаточном лагере) и обязаны вернуться в г. Кандалакшу. Информационные щиты на геологических объектах не предусмотрены. Следует пользоваться дорожной картой и этим путеводителем.

Сервис: На Терском берегу заправка, гостиница, продуктовый магазин и медицинский пункт есть в пос. Умба. Поэтому средства жизнеобеспечения на весь маршрут желательно иметь с собой. На месторождении аметистов российские туристы могут расположиться на ночлег палаточным лагерьем. Рекомендуются использовать уже имеющиеся кострища.

NB: В г. Кандалакша стоит посетить музей Кандалакшского государственного природно-

го заповедника, в пос. Умба – Музей поморского быта, Музей аметистов и сувенирную лавку с коллекционными минералами, в пос. Варзуга – осмотреть старинные деревянные церкви (рис. 69 и 70).

26 Terskij-kysten

Terski-kysten, som sørkysten av Kolahalvøya kalles, er et populært turistområde. Det kommer av allsidige reisemål og gode veier og turistservice, spesielt på strekningen mellom Kandalaksja og Varzuga. I de senere år har myndighetene i Terskij-området aktivt fremmet reiselivsvirksomheten ved å støtte næringene til den russiske lokalbefolkningen, pomorene. Langs veien fra Kandalaksja til Uмба, straks utenfor byen, er det en rasteplass med veldig god utsikt over skjærgården, som er en del av Kandalaksja naturpark (figur 59). Etter dette følger veien kysten, av og til tett ved sjøen. Fra veien går det stikkveier til sandstrender.

Granitter

Etter byen Uмба kommer det interessante, lett tilgjengelige geologiske lokaliteter. Den første er et granittbrudd utenfor bygda Kuzreka, som tidvis er i drift (figur 60). Ved besøk på bruddet bør bilen levnes i veikanten. Granitten er for det meste lyserød, men av og til har den et fiolett skjær (figur 61). Steinen blir brukt som dekorativ overflatemateriale i bygninger, i trapper, brorekkverk, kaier og til gatestein samt i dekorative innredninger i innendørs.

Glendonitter

Neste mineralogiske besøksmål, glendonitt, har i over hundre år vært gjenstand for mineralogisk interesse. For å komme til funnstedene av glendonitter, skal man ta av fra hovedveien til en sidevei til bygda Olenitsa. Bilen kan settes igjen i bygda og turen til fjæra fortsettes til fots. Ved munningen av Olenitsaelva, der hvor tidevannet kommer til, kan man under fjæresjø finne fine prøver på glendonitt på sandoverflaten eller i knapt halv meters dybde (figurene 62 og 63). Terskij regionforvaltning har vernet lokaliteten, og det er forbudt med utstrakt graving etter glendonitter. Det er tillatt å plukke løse steiner på sanda, og etter hver storm kommer det mineralsamlere til stedet.

Det strides om hvordan glendonittene er blitt til. Den rådende oppfatningen er at ikaitkrystaller og aggregater oppstått av dem, blir dannet i fersk-



Fig. 68. The Kuzomyen sands, an example of a man-made disaster, Kuva 68. Kuzomenin hietikot, esimerkki ihmisen aiheuttamasta tuhosta, Рис. 68. Кузоменьские пески – пример техногенной катастрофы, Figur 68. Sanddyner i Kuzomen, et eksempel på menneskeskapt ødeleggelse

vannet i elver. Etter at de havner i sjøen, erstattes den opprinnelige mineralkornsammensetningen med kalsitt, men den opprinnelige formen blir bevart, dvs. at det skjer en pseudomorfose. Som følge av tidevannsaktiviteten triller disse knollene frem og tilbake i fjæresanden og blir dermed avrundet. Formen på glendonitter samt at forekomsten ligger ved munningen av Olenitsaelva, syns å støtte denne tilblivelsesteorien. Man bør likevel merke seg at tilsvarende forekomster finnes også andre steder i verden og at de der kan ha oppstått på en annen måte.

Ametyster

Hovedmålet for en geoturistrute på Terskij-kysten er absolutt ametystforekomsten i Korabli-nestet. Omtrent 20 km før bygda Varzuga, nær elva Lodochny, tar en skiltet sidevei av fra hovedveien til sjøen. En dårlig kjørevei fører til den østre enden av en ca. to kilometer lang ametystforekomst, som følger strandlinjen. En statueaktig bergformasjon, en rauk, er synlig på lang lei fra alle retninger (figur 64). Ved siden av den, helt i vannkanten, er det en fluorittforekomst (figur 65). Når man går i fjæra kan man finne rød sandstein som er avsatt i proterozoisk periode (under rifeikum-fasen). På

overflaten kan man se bølgeslagsmerker som er blitt til i sjøbunnen for millioner år siden (figur 66). Det er ikke tillat å bryte i sandsteinberget. Man finner like gode steinprøver blant løssteinene på stranden.

Forekomsten består av sju atskilte gangnett i krysningspunkter av øst-vest- og nordøst-sørvest-gående slepper. Mørkfiolett fluoritt har sementert knuste steinbiter sammen slik at det har oppstått blandingsbergarter kalt breksjer, med et fascinerende utseende, og overflater dekket med fluoritt. Etter fluoritt har det utkrystallisert seg ametyster og honninggule barytter (figur 67). Denne hendelsen har gjentatt seg minst fem ganger ut fra strukturene på steinen å bedømme. Det ble drevet bryting på ametystforekomsten inntil 1992. Til sammen ble det brutt opp ca. 1500 m² mineralmateriale av edelsteinklasse og solgt hovedsakelig til utlandet, til Frankrike, Italia og Canada. Av svakere mineralkvalitet ble det tatt opp ca. 8000 m². Dette gikk til innenlandsk forbruk, til suvenirer og mineralsamlinger. Nå er forekomsten vernet. Man kan besøke stedet fritt og samle opp mineralprøver som man finner på bakken. I fint vær gjør den vakre utsikten fra stranden, de lyse sommernetene og mineralenes skjønnhet et uut-slettelig inntrykk hos besøkende.



Fig. 69. Wooden churches in Varzuga, Kuva 69. Varzugan puukirkot, Рис. 69. Деревянные церкви в пос. Варзуга, Figur 69. Trekirkene i Varzuga

Vandrende sanddyner

Etter ametystforekomsten, noen kilometer før bygda Varzuga, tar det av en skiltet sidevei til bygda Kuzomen. Der finner man en sandørken, som er et eksempel på ødeleggelse forårsaket av sanddyner som vandrer med vinden (figur 68). Ørkenen er menneskeskapt, fordi skogene langs Varzugaelva ble hogd ned på grunn av byggevirksomhet og behovet for beitemark. I stedet fikk man sand, transportert av sterke vinder, som forårsaket erosjon i jordsmonnet. Man har forsøkt å stoppe sanddynevandringen ved hjelp av ulike tekniske og biologiske metoder, som ved å plante busker og planter.

Veibeskrivelse: Utenlandske turister har ikke lov å innkvartere seg eller å slå leir over natta på Terskij-kysten. De må returnere til Kandalaksja for natten. Denne regelen gjelder ikke for russere. Det fins ikke informasjonstavler ved lokalitetene, så denne guiden sammen med et veikart er de beste hjelpemidlene når man skal se på lokalitetene.

Service: I Uмба by finner man servicestasjon, hotell, matbutikk og førstehjelpsstasjon. Turisten bør sikre seg at alt nødvendig utstyr er med på turen. I nærheten av ametystforekomsten er det en ferdig bål plass, som det er ønskelig at man bruker.

Obs!: Kandalaksja naturparkmuseum i Kandalaksja er et hyggelig besøksmål. I Uмба er det to museer som er verdt å besøke. Pomormuseet forteller om de opprinnelig russiske innbyggerne ved Kvitsjøkysten, pomorene, og deres liv. Ametystmuseet har en mineralsamling og en suvenirbutikk. Varzugas severdighet er de to ortodokse trekirkene, den eldste av dem er fra 1600-tallet (figur 69 og 70).



Fig. 70. The tower of the church in Varzuga, Kuva 70. Varzugan kirkontorni, Рис. 70. Башня церкви в Варзуге, Figur 70. Kirketornet i Varzuga

REFERENCES – KIRJALLISUUTTA – СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ – LITTERATUR

- Aario, R. 1990. Morainic landforms in northern Finland. In: (Ed.) R. Aario, III International drumlin symposium, Oulu 1990, Finland. Excursion guide. Nordia tiedonantoja A, 1. 13-27.
- Crowell, J.C. 1964. Climatic significance of sedimentary deposits containing dispersed metaclasts. In: (Ed.) A.E.M. Nairn, Problems in Palaeoclimatology. 86-99. London: John Wiley & Sons.
- Darmody, R.G., Seppälä, M., Thorn, C.E., Li, Y.K., Campbell, S.W. & Harbor, J. 2007. Age and weathering status of granite tors in Arctic Finland. *Geomorphology* 94, (1-2), 10-23.
- Edwards, M.B. 1984. Sedimentology of the Upper Proterozoic glacial record, Vesterana Group, Finnmark, North Norway. *Norges Geologiske Undersøkelse* 394, 1-76.
- Front, K., Vaarma, M., Rantala, E. & Luukkonen, A. 1989. Keski-Lapin varhaisproterotsooiset Nattas-tyypin graniittikompleksit, niiden kivilajit, geokemia ja mineralisaatiot. (English Summary: Early Proterozoic Nattanen-type granite complexes in central Finnish Lapland: rock types, geochemistry and mineralization.) Espoo: Geologian tutkimuskeskus, Geological Survey of Finland. Tutkimusraportti, Report of Investigation 85. 77 p.
- Halvorsen, G.P., Hoffman, P.F., Schrag, D.P., Maloof, A.P. & Rice, A.H.N. 2005. Toward a Neoproterozoic composite carbon isotope record. *Geological Society of America Bulletin* 117, 9-10. 1181-1207.
- Hättestrand, C. & Stroeven, A.P. 2002. A relict landscape in the centre of Fennoscandian glaciation: geomorphological evidence of minimal Quaternary glacial erosion. *Geomorphology* 44, 127-143.
- Heilimo, E., Halla, J., Lauri, L., Rämö, O.T., Huhma, H., Kurhila, M.I. & Front, K. 2009. The Paleoproterozoic Nattanen-type granites in northern Finland and vicinity - a postcollisional oxidized A-type suite. *Bulletin of the Geological Society of Finland* 81 (1), 7-38.
- Heinäaho, H., Mattila, H., Syrjänen, I. & Launonen, K. 2012. Kultajoki kertoo. Stories from the golden river Ivalojoki. Kultamuseon julkaisuja, Publications of the Gold Prospector Museum 32, 112 p.
- Jensen, P.A. & Wulff-Pedersen, E. 1996. Glacial or non-glacial origin for the Bigganjargga tillite, Finnmark, northern Norway. *Geological Magazine* 133, 137-145.
- Johansson, P. 1995. The deglaciation in the eastern part of the Weichselian ice divide in Finnish Lapland. *Geological Survey of Finland. Bulletin* 383. Espoo: Geological Survey of Finland. 72 p. + 1 app. map.
- Johansson, P. 2011. Development of geotourism in Pyhä-Luosto mountain area, in North Finland. Развитие геотуризма в горном районе Пюхя-Луосто на севере Финляндии. *Tietta Tietta* 3 (17), 1-5.
- Johansson, P., Huhta, P., Nenonen, J. & Hirvasniemi, H. 2000. Kultakaira: geologinen retkeilykartta, geological outdoor map Ivalojoki - Saariselkä 1:50 000. Rovaniemi: Geologian tutkimuskeskus. 1 map + guidebook (44 p.).
- Johansson, P., Launonen, K., Syrjänen, I. & Seurujärvi, J. 2013. Geoheritage and history of gold digging in Ivalojoki River valley, northern Finland. In: (Eds.) A. Aloia, D. Calcaterra, A. Cuomo & D. Guida, 12th European Geoparks Conference, Selected short notes. *Rendiconti Online della Società Geologica Italiana* 28, 88-92.
- Johansson, P. (ed.); Lunkka, J. P. (ed.) & Sarala, P. (ed.) 2011. Late Pleistocene glacial deposits from the central part of the Scandinavian ice sheet to Younger Dryas end moraine zone : INQUA Peribaltic Working Group Meeting and Excursion, Northern Finland, 12-17 June 2011: excursion guide and abstracts. Rovaniemi: Geological Survey of Finland. 142 p.

- Johansson, P., Ojala, A., Räisänen, J. & Räisänen, J. 2007. Pyhä-Luosto: geologinen retkeilykartta, geological outdoor map: opaskirja, guidebook. Rovaniemi: Geologian tutkimuskeskus. 47 p.
- Kejonen, A. & Kielosto, S. 1996. Uusia tafoneja eri puolilta Suomea. (English summary: New tafoni-like weathering cavities in Finland). *Geologi* 48 (2), 27-31.
- Kielosto, S., Kejonen, A. & Lahti, S.I. 1985. Onkalokiviä Etelä- ja Keski-Suomesta. (English summary: Hollow boulders in southern and central Finland). *Geologi* 37 (3), 55-60.
- Koistinen, T., Stephens, M.B., Bogatchev, V., Nordgulen, Ø., Wennerström, M. & Korhonen, J. 2001. Geological map of the Fennoscandian Shield, scale 1:2 000 000. Geological Surveys of Finland, Norway and Sweden and the North-West Department of Natural Resources of Russia.
- Lauerma, R. 1987. Sallan diabaasiyuonet. Espoo: Geologian tutkimuskeskus, Geological Survey of Finland. Tutkimusraportti, Report of Investigation 76. 185-187.
- Manninen, T. 1991. Sallan alueen vulkaniittit, Lapin vulkaniittiprojektin raportti. (English summary: Volcanic rocks in the Salla area, northeastern Finland. A report of the Lapland Volcanite Project.) Espoo: Geologian tutkimuskeskus, Geological Survey of Finland. Tutkimusraportti, Report of Investigation 104. 97 p.
- Penttilä, S. 1963. The deglaciation of the Laanila area, Finnish Lapland. *Bulletin de la Commission géologique de Finlande* 203. 71 p.
- Räsänen, J. & Mäkelä, M. 1988. Early Proterozoic fluvial deposits in the Pyhätunturi area, northern Finland. Geological Survey of Finland, Special Paper 5, 239-254.
- Reusch, H. 1891. Glacial striae and boulder clay in Norwegian Lapponie from a period much older than the last ice age (in Norwegian with an English summary). *Norges Geologiske Undersøkelse* 1, 78-85 and 97-100.
- Rice, A.H.N. & Hoffman, C.-C. 2000. Evidence for a glacial origin of Neoproterozoic III striations at Oaibaccanjar'ga, Finnmark, northern Norway. *Geological Magazine* 137, 355-366.
- Rose, J. & Synge, F.M. 1979. Glaciation and shoreline development between Nydal and Haukdal, south Varangerfjorden, north Norway. *Quaestiones Geographicae* 5, 125-151
- Seppälä, M. 1969. On the grain size and roundness of wind-blown sands in Finland as compared with some Central European samples. *Bulletin of the Geological Society of Finland* 41, 165-181.
- Seppälä, M. 2005. Dating of palsas. Geological Survey of Finland, Special Paper 40, 79-84.
- Seppälä, M. 2006. Palsa mires in Finland. *The Finnish Environment* 23, 155-162.
- Stigzelius, H. 1954. Gold occurrences in North Lapland. Espoo: Geologian tutkimuslaitos, Geological Survey of Finland. *Geoteknillisiä julkaisuja* 55, 109-116.
- Stigzelius, H. 1986. Kultakuume: Lapin kullan historia. Helsinki: Suomen matkailuliitto. 256 s.
- Sturt, B.A., Melezhik, V.A. & Ramsay, D.M. 1995. The significance of the contact relationship of the lower formations of the Petsamo Supergroup (Extended abstract). In: (Eds.) D. Roberts & Ø. Nordgulen, *Geology of the eastern Finnmark – western Kola Peninsula region. Norges Geologiske Undersøkelse, Special Publication No. 7*, 119-120.
- Synge, F.M. 1969. The raised shorelines and deglaciation chronology of Inari, Finland and south Varanger, Norway. *Geografiska Annaler* 51A, 193-206.
- Uusinoka, R. & Eronen, M. 1979. Rapautumissyvennyksistä ja niiden esiintymisestä Suomessa. (English abstract: On weathering depressions and their occurrence in Finland). *Terra* 91 (2), 81-86.
- Vorren, K.-D. 1979. Vegetational investigations of a palsa bog in northern Norway. Tromsø (Tromsø Museums rapportserie) *Naturvitenskap* 5, 1-188.

- Борисова, В.В., Волошин, А.В. 2010. Перечень минеральных видов Кольского п-ова. Апатиты: К & М. 64 с.
- Войтеховский, Ю.Л. 2008. Алмазы р. Пасвик. Тиетта 5. 2-3.
- Войтеховский, Ю.Л., Калачёв, В.Ю. 2009. Ещё раз об алмазах р. Паз. Тиетта 8. 12-15.
- Войтеховский, Ю.Л. 2009. Флюорит Ёлокорговского наволока. Тиетта 9. 13-14.
- Войтеховский, Ю.Л. 2009. Геотуризм на Кольском п-ове – пора объединить усилия. Тиетта 9. 36-38.
- Войтеховский, Ю.Л. 2009. Редкие фотографии: Хибин, 1947. Тиетта 9. 56-61.
- Войтеховский, Ю.Л. 2010. История создания памятника А.Е. Ферсману в документах. Тиетта 16. 34-38.
- Войтеховский, Ю.Л. 2011. Гранаты Зап. Кейв. Тиетта 16. 45-50.
- Войтеховский, Ю.Л., Шпаченко, А.К. 2011. Путешествие К. Линнея в Лапландию в 1732 г. Тиетта 18. 33-35.
- Войтеховский, Ю.Л. 2011. Из истории освоения Хибин. Тиетта 18. 44-46.
- Войтеховский, Ю.Л. 2011. Кианит Б. Кейв: как это было. Тиетта 18. 47-52.
- Войтеховский, Ю.Л. 2012. О пригодности амазонита, кианита, тингуайта, хибинита, уррита и фойяита Кольского п-ова для камнерезных и ювелирных изделий. Тиетта 20. 46-50.
- Войтеховский, Ю.Л. 2012. О результатах осмотра о. Высокого. Тиетта 21. 47-48.
- Войтеховский, Ю.Л. 2012. Отчёт о поездке на о. Кильдин. Тиетта 21. 48-50.
- Войтеховский, Ю.Л. 2012. 75 лет Северной экскурсии МГК 1937 г. Тиетта 21. 51-54.
- Войтеховский, Ю.Л., Дубягин, В.П. 2013. Начало освоения Мончегорского рудного района. Тиетта 23. 36-44.
- Войтеховский, Ю.Л. 2013. Геотуризм в Хибинах. Тиетта 24. 24-26.
- Войтеховский, Ю.Л., Шпаченко, А.К. 2013. Астрофиллиты г. Эвеслогчорр. Тиетта 24. 42-49.
- Войтеховский, Ю.Л. 2013. Заседание Полярной комиссии 4 октября 1931 г. Тиетта 26. 35-52.
- Войтеховский, Ю.Л. 2013. Имя А.Е. Ферсмана на карте Хибин. Тиетта 26. 66-68.
- Кирнарский, Ю.М., Войтеховский, Ю.Л. 2014. Тропа А.Е. Ферсмана на г. Маннепахк в Хибинах: история создания и путеводитель. Тиетта 27. 63-71.
- Красоткин, И.С., Войтеховский, Ю.Л. 2012. Тингуайт – это чудо! Тиетта 21. 31-33.
- Токарев, А.Д., Войтеховский, Ю.Л. 2012. 75 лет Северной экскурсии МГК 1937 г.: продолжение. Тиетта 22. 45-51.

ISBN 978-952-217-298-3 (paperback)

ISBN 978-952-217-299-0 (PDF)