

Universala Esperanto-Asocio

Internacia Kongresa Universitato

75-a sesio
107-a Universala Kongreso de Esperanto
Montrealo, Kanado
6 – 13 de aŭgusto 2022

Scienca Universitata Sesio

38-a sesio
56-aj Baltiaj Esperanto-Tagoj
Klaipėda, Litovio
9 – 17 de julio 2022



Red. Anna Striganova, Dmitrij Ševčenko, Amri Wandel

Eldonejo «Impeto»

Antaŭparolo	4
Redakcie	6

Internacia Kongresa Universitato

La Rektoro	8
IKU / AIS 1 – Amri Wandel	
Spacteleskopoj: de Hubble ĝis James Webb	9
IKU / AIS 2 – Fernando Maia Jr.	
Enkonduko al Petrofiziko kaj Petrofizika Taksado: kiel priskribi rokojn kaj fluidojn profunde en la tero	24
IKU / AIS 3 – Orlando E. Raola	
Kemiaj faktoroj en provizado de akvo por satigo de homaj bezonoj	41
IKU 4 – Alessandra Madella	
El Kanado kontraŭ novliberalismo: <i>La granda transformado</i> de Karl Polanyi kaj <i>La ŝok-doktrino</i> de Naomi Klein	58
IKU 5 – Bill M. Mak	
La Sciencoj sur la Silkaj Vojoj	67
IKU 6 – Suzuki Keiichiro	
Vitro, mirinda materialo ĉe la Internacia Jaro de Vitro 2022 de UN	78
IKU 7 – Keyhan Sayadpour Zanjani	
Medicina Turismo	90

Scienca Kafejo

SK – Normand Fleury	
Birda migrado en la Amerikoj	96
SK – Joël Fontaine	
Lumo, de la Suno al la lasero	99
SK – John Huang	
La Valoroj de Esperanto en Ŝanĝiganta Mondo	109
SK – Gabriel Labrie	
Plurlingveco kaj multlingveco: du distingindaj konceptoj gravaj por lingva diverseco	117
SK – Klaus Leith	
Nombroj kaj matematiko – amatora aliro	124
SK – François Lo Jacomo	
La teoremo de Pitagoro	127
SK – Fernando Maia Jr.	
Ĉu vi konas Geologion?	132
SK – Anna Striganova	
Loko de novaj fabeloj en la mondo de plenkreskuloj	140
SK – Kristin Tytgat	
Bruselo, ĉu dulingva aŭ multlingva urbo?	143

Scienca Universitata Sesio

Scienca Universitata Sesio de AIS en BET-56	152
SUS – Duncan Charters	
Ĉu nur "aŭtentaj" materialoj kaj spertoj en lingvoinstruado?	153
SUS – Carlo Nicola Colacino	
Gravitaj Ondoj	154
SUS – Alfred Heiligenbrunner	
Pri la imunsistemo	155
SUS – Amri Wandel	
Spacteleskopoj: de Hubble ĝis James Webb	156
SUS – Manfred Westermayer	
Marĉoj povas kaj savi la klimaton kaj biodiversecon kaj doni enspezojn al kamparanoj	158

Antaŭparolo

Amri Wandel, UEA-estrarano pri Scienca kaj Faka Agado, Prezidanto de AIS

En la lastaj jardekoj la Internacia Kongresa Universitato (IKU) fariĝis unu el la plej popularaj kaj prestiĝaj programeroj de la Universala Kongreso. Unuafoje ĝi okazis en la Universala Kongreso de 1925 en Ĝenevo, kun la nomo la Internacia Somera Universitato. En 1981, okaze de la unua sud-hemisfera UK, la nomo estis modifita al Internacia Kongresa Universitato. En Montrealo 2022 realiĝos la 75-a IKU-sesio. Plia "ronda" datreveno, kiun IKU festas ĉi-jare, estas la 25-jariĝo de la IKU-libro, ĉar en 1997 aperis en la UK en Adelaido modesta kajero, hirufo de la longa serio de IKU-libroj. Tiun unuan broŝuron



kompilis prof. LEE Chong Yeong, tiama Prezidanto de UEA. En la sekva UK en Montpeliero Amri Wandel, tiama estrarano de UEA pri Scienca kaj Faka Agado, redaktis 60-paĝan broŝuron (<https://uea.org/pdf/IKU/IKU1998.pdf>). De tiam la IKU-libro aperadas ĉiujare seninterrompe kaj fariĝis la sola regula scienca eldonaĵo en Esperanto. Ekde 2005 la IKU-libroj aperas ankaŭ rete, videblaj en <http://uea.org/teko/IKU>. La IKU-libro kutime havas inter 100 kaj 200 paĝojn kaj ofte atingis la unuan lokon en la furorlisto de la Libroservo dum la UK. Ekde 2020 la retaj IKU-libroj estas senpage elŝuteblaj, kaj efektive estis abunde elŝutitaj, pli ol du mil foje en 2020 kaj 2021.

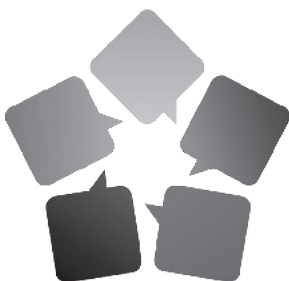
En 1995, dum la UK en Tampere, post subskribo de kontrakto inter UEA (reprezentita de LEE Chong Yeong kaj Amri Wandel) kaj Akademio Internacia de la Sciencoj (AIS), reprezentita de ĝia prezidanto kaj fondinto, prof. Helmar Frank, kaj sekretario prof. Michael Maitzen, unuafoje okazis komuna sesio inter IKU kaj AIS. Tiuj komunaj sesioj plu okazadas ĉiujare, kun kutime tri IKU-AIS kursetoj. En la lastaj du jardekoj ankaŭ okazas kadre de IKU-AIS ekzamenoj kun dekoj da ekzamenatoj, kaj la sukcesintoj ricevas AIS-atestojn.

Rekorda IKU okazis en 2015, dum la 100-a UK en Lillo, kie al 10 IKU-prelegoj aldoniĝis 10 prelegoj kadre de nova programero, Scienca Kafejo (SK), kiu okazis de tiam ĉiujare. La resumoj de la SK-prelegoj aperas en la IKU-libro kaj ekde 2021 aperas ankaŭ la plenaj tekstoj. En 2016, dum la 101-a UK en Nitra, unuafoje la IKU-libro estis eldonita kolore, kaj ekde 2017 ĝi progresis de broŝura al libro-formo.

Ekde 2019 la IKU-libro inkluzivas ankaŭ la prelegojn de la Scienca Universitata Sesio (SUS) de AIS. Tiujare la 36-a SUS okazis kadre de la 55-a BET (Baltiaj Esperanto-Tagoj) en Panevėžys, Litovio. Ĉi-jare denove SUS (n-ro 38) okazas en Litovio, kadre de la 56-a BET en Klaipėda. SUS konsistas el kvin prelegoj. La resumoj aperas en tiu ĉi libro.

La ĉi-jara IKU en Montrealo estos la unua hibrida IKU, post du jaroj de virtuala IKU, kaj konsistos el sep IKU-prelegoj kaj ok prelegoj de la Scienca Kafejo. Unu el la SK-prelegontoj, Klaus Leith, bedaŭrinde forpasis, sed liaj resumo kaj biografieto memore aperas en la IKU-libro. Alia granda perdo lastatempa estis la forpaso de Claude Nourmont-Moon, kiu tradicie kunordigis la tradukojn de la IKU-resumoj.

Tiuokaze mi kore dankas al la ĉiujaraj tradukintoj de la resumoj, en la anglan *Edmund Grimley-Evans*, kaj en la francan tradukis *Yannick* kaj *Janin Dumoulin*, kaj al *Andrej Grigorjevskij*, kiu ĉiujare zorge alŝutas la resumojn en la IKU-paĝon de UEA, <https://uea.org/kongresoj/universitato>. Dankon ankaŭ al *Povilas Jegorovas*, organizanto de BET, kiu same kiel en 2019, helpis pri SUS. Fine mi ŝatus danki miajn kunredaktorojn kaj eldonistojn (jam la kvaran jaron sinsekve), *Dima Ŝevĉenko* kaj *Anna Striganova*.



Dmitrij Ševčenko kaj Anna Striganova

Karaj, jam la kvaran fojon ni havas la honoran kaj malfacilan taskon redakti kaj eldoni la plej gravan projekton de AIS kaj UEA – la libron de la Internacia Kongresa Universitato.

Ĉi-jare, same kiel en 2019 kaj 2021, en ĝi ankaŭ aperas la resumoj de Scienca Universitata Sesio, kiu okazos kadre de BET-56 en Litovio.

Ni daŭre adaptiĝas al la situacio en la mondo kaj inventas novajn formojn por eldoni kaj prezenti la IKU-libron, ĉar la maniero de la antaŭaj jaroj ne plu taŭgas en la nunaj cirkonstancoj.

Ĉi-jare la papera eldono estas rezulto de eĉ pli internacia kunlaboro, ol pasintjare. Ĝi estas eldonata samtempe en du kontinentoj: Norda Ameriko kaj Eŭrazio.

Tiu ĉi projekto estas senprofita. La antaŭajn IKU-librojn elektronikforme vi povas senpage elŝuti ĉe <http://senpage.trovu.com>. La laboro por ni estas agrabla, sed temporaba, streĉa kaj granda. Krom tio ankaŭ la paperforma eldono havas sufiĉe grandajn elspezojn, konsiderante ankaŭ la nunan ekonomikan situacion kun draste altiĝantaj prezoj.

Se vi deziras kontribui al daŭripovo de la projekto, vi povas akiri la paperan version de la libro (kion eventuale vi jam faris) aŭ/kaj donaci iomete el via UEA-konto, kontaktante financoj@co.uea.org kaj petante ĝiron al IMPT-M (Eldonejo “Impejto”) kun indiko de la sumo kaj noto “Donaco por eldono de la IKU-libro 2022”.

Ni dankas ĉiujn, kiuj kunlaboris kaj ebligis tiun ĉi eldonon.

Aparte kaj tradicie ni deziras ege danki nian spertulon Rob Moerbeek, kiu helpis provlegila tekstojn de la libro.

Espereble tiu ĉi eldono ankaŭ plaĉos al vi, same kiel la antaŭaj!



Internacia Kongresa Universitato

75-a sesio
107-a Universala Kongreso de Esperanto
Montrealo, Kanado
6 – 13 de aŭgusto 2022

La Rektoro

Geoffrey Greatrex

Geoffrey Greatrex estas profesoro pri klasikaj studoj en la universitato de Otavo, kie li nun pasigis preskaŭ dudek jarojn. Kvankam li naskiĝis en Otavo, li edukiĝis en Britio, kie li studis en la universitato de Oksfordo. Li doktoriĝis pri malfrua romia historio: lia tezo traktis la persajn militojn de la imperiestro Justiniano. Movade, li prezidis JEB kaj EAB en Britio antaŭ ol li transloĝiĝis al Kanado; tie li prezidis KEA kaj estas nun ĝia vicprezidanto. Li jam prelegis dufoje en la IKU en Roterdamo (2008) kaj Rejkjaviko (2013). Li estis rektoro de IKU 2020.



Geoffrey Greatrex

Geoffrey Greatrex is Professor of Classics at the University of Ottawa, where has taught now for nearly twenty years. Although he was born in Ottawa, he was educated in Britain, where he studied at Oxford University. His doctoral thesis was in the field of late Roman history: his thesis discussed the Persian wars of the Emperor Justinian. In the Esperanto movement he was president of JEB and EAB before he returned to Canada, where has been president of KEA; he is currently its vice-president. He has twice given IKU lectures, in Rotterdam in 2008 and in Reykjavik in 2013. He was the rector of the virtual congress of 2020.

Geoffrey Greatrex

Geoffrey Greatrex est professeur d'études anciennes à l'Université d'Ottawa, où il a enseigné depuis 2001. Bien qu'il soit né à Ottawa, il a reçu sa formation en Grande Bretagne, où il a fait ses études à l'université d'Oxford. Sa thèse doctorale porta sur l'Antiquité tardive, plus précisément sur les guerres perses de l'empereur Justinien. Dans le monde espérantophone il a présidé JEB et EAB au Royaume Uni avant de déménager au Canada. Après son retour il a présidé KEA et occupe présentement le poste de vice-président. Il a donné des conférences dans le cadre de l'IKU à Rotterdam en 2008, puis à Reykjavik en 2013. Il était le recteur de l'IKU du congrès virtuel de 2020.

Spacteleskopoj: de Hubble ĝis James Webb

Amri Wandel

Profesoro pri astrofiziko. En la Universitato de Jerusalemo de 1990. Doktoriĝis (1983) pri astrofiziko en la universitato de Novjorko en Stony Brook. Inter 1983-1990 li docentis en Usono en la universitatoj de Princeton, Maryland kaj Stanford kaj esploris en la Weizmann Instituto (Israelo). Esploras astrobiologion, nigrajn truojn kaj aktivajn galaksiojn. Prezidanto de la Israela societo por Astrobiologio kaj membro de la Internacia Astronomia Unio. En Esperantujo li estas UEA-estrarano pri Scienca kaj Faka Agado (kvaran fojon ekde 1995). Prezidanto de Akademio Internacia de la Sciencoj (ekde 2016) kaj membro de la Akademio de E-o (ekde 1992). Iama prezidanto de TEJO (1981-1983) kaj ĝia honora prezidanto, iama (1990-1996; 2008-2020) prezidanto de E-ligo en Israelo kaj redaktoro de ĝia bulteno. Verkinto de la libroj *La Kosmo kaj Ni* (en Esperanto 2001, 2017) kaj *Astrofiziko kaj vivo en la universo* (en la hebrea, 2021), ofta kontribuanto al la Internacia Kongresa Universitato, ĝia sekretario (ekde 2006) kaj redaktoro de multaj IKU-libroj.



Resumo: Spacteleskopoj: de Hubble ĝis James Webb

Fine de decembro 2021 la tuta mondo sekvis la lanĉon de la spacteleskopo James Webb, sekvanto de la teleskopo Hubble, kiu dum tri jardekoj da observado akiris plej fantastajn fotojn kaj sciencajn rezultojn, pli ol ajna alia teleskopo. James Webb, kiu estas centoble pli potenca ol Hubble, esploras la unuajn stelojn kaj galaksiojn en la prauniverso kaj serĉos vivsignojn en eksterplanedoj de foraj sunsistemoj.

Aldone al la IKU-enkonduka prelego estas proponata AIS-kurso pri la historio kaj sciencaj atingoj de teleskopoj en la spaco, kun emfazo pri Hubble kaj James Webb, sed ne nur ili. Aldone al Hubble, kiu observas ĉefe en videbla lumo, oni sendis multajn teleskopojn kiuj funkcias per aliaj specoj de radiado, kiel Spitzer en infraruĝo, Chandra en X-radioj, Plank en mikroradiado, Kepler por malkovri eksterplanedojn kaj multaj pli; ĉiu el ili revoluciis nian komprenon de la universo.

Dum sia 30-jara funkciado la teleskopo Hubble atingis mirindajn bildojn kaj rezultojn, multe pli ol ajna alia teleskopo, sur la Tero aŭ en la spaco. Kiel aludas la titolo, en unu prelego oni vidos la plej elstarajn bildojn de Hubble: de planedoj kaj satelitoj en nia sunsistemo ĝis pra-galaksioj antaŭe en la juna universo.

La nova spacteleskopo James Webb (JWST), kiu observos eĉ pli for ol Hubble, ĝis la unuaj galaksioj kiuj aperis nur 300 milionojn da jaroj post la praeksplo. Kontraŭe al Hubble, kiu orbitas la Teron je alteco de ĉirkaŭ 600 km, JWST orbitos la sunon 1,5

milionojn da km for de la Tero. Pro tiu fora situo, JWST ne estos atingebla por ripar-misioj, kiel estis Hubble, kaj ĝia aparataro, kiu estas multe pli kompleksa ol tiu de Hubble, devas funkcii perfekte. Centoble pli potenca ol Hubble, James Webb povos realigi senprecedencajn observojn, kiuj ĝis nun estis ekster la atingo de la homaro, kiel apero de la unuaj steloj en la universo kaj serĉo de vivsignoj en eksterplane-doj. Fine ni provos kompreni, kial spacoagentejoj kiel NASA kaj ESA (la Eŭropa Spac-Agentejo) investas grandegajn monsumojn por sendi teleskopojn al la spaco. Teleskopoj sur la Tero estas limigitaj de la atmosfero, kiu nebuligas la bildon en videbla lumo, al kiu ĝi estas travidebla. Krome, ekzistas specoj de radiado kiel ul-traviola (UV), rentgenaj radioj (X) kaj gamaradioj kiuj estas blokigitaj de la atmosfero, do por observi ilin oni devas sendi la koncernajn teleskopojn ekster la atmosferon. Por akiri kompletan bildon de la universo, astrofizikistoj uzas ankaŭ ĉi tiujn specojn de radiado per specialaj spacteleskopoj. Ni aŭdos pri misioj kiel Spitzer kaj Herschel en la infraruĝo, ROSAT, XTE kaj Chandra en X-radioj, kaj Compton, INTEGRAL kaj Fermi en gama-radioj.

Aparta familio de satelitaj teleskopoj esploris la kosman fono-radiadon (angle Cos-mic Microwave Background), la plej konvinkan pruvon de la teorio de Praeksplo-do. Plejparte tiu radiado ne penetras tra la atmosfero kaj tial devas esti studata per spacteleskopoj kiel COBE, WMAX kaj Plank. Por malkovri eksterplanedojn similajn al la Tero surteraj teleskopoj ne sufiĉas, kaj tial NASA sendis la spacteleskopon Ke-pler, kiu dum 5 jaroj malkovris milojn da planedoj, en pluraj el kiuj JWST serĉados vivsignojn.

Abstract: Space telescopes: from Hubble to James Webb

At the end of December 2021, the whole world followed the launch of the James Webb Space Telescope, the continuer of the Hubble Telescope, which for three de-cades of observation obtained the most fantastic photographs and scientific results, more than any other telescope. James Webb, a hundred times more powerful than Hubble, will explore the first stars and galaxies in the primordial universe and look for signs of life on exoplanets in distant solar systems.

In addition to the IKU introductory lecture, an AIS course is offered on the history and scientific achievements of telescopes in space, with an emphasis on Hubble and James Webb, but not only them. In addition to Hubble, which observes mainly in visible light, many telescopes have been sent that work with other types of radia-tion, such as Spitzer in infrared, Chandra in X-rays, Plank in microwave radiation, Kepler to discover exoplanets and many more, each revolutionized our understand-ing of the universe.

During its 30 years of operation, the Hubble Telescope has achieved amazing ima-ges and results, far more than any other telescope, on Earth or in space. We will see the most prominent images of Hubble: from planets and satellites in our solar system to proto-galaxies before in the young universe.

The new James Webb spacecraft (JWST) will observe even further than Hubble, reaching out to the first galaxies that appeared just 300 million years after the Big

Bang. Unlike Hubble, which orbits the Earth at an altitude of about 600 km, JWST will orbit the sun 1.5 million km away from Earth. Due to this remote location, JWST will not be accessible by repair missions, as was Hubble, and its hardware, which is much more complex than Hubble's, must work perfectly. A hundred times more powerful than Hubble, James Webb will be able to make unprecedented observations that have so far been beyond the reach of humanity, such as the appearance of the first stars in the universe and the search for signs of life on exoplanets. Finally, we will try to understand why space agencies like NASA and ESA (the European Space Agency) are investing huge sums of money to send telescopes into space. Telescopes on Earth are limited by the atmosphere, which obscures the image in visible light, to which the atmosphere is apparently transparent. In addition, there are types of radiation such as ultraviolet (UV), X-rays and gamma rays that are blocked by the atmosphere, so to observe them it is necessary to send dedicated telescopes out of the atmosphere. To get a complete picture of the universe, astrophysicists also use these types of radiation with special space telescopes. We will hear about missions like Spitzer and Herschel in the infrared, ROSAT, XTE and Chandra in X-rays, and Compton, INTEGRAL and Fermi in gamma rays. A separate family of satellite telescopes has investigated the Cosmic Microwave Background, the most convincing proof of the Big Bang theory. For the most part, this radiation does not penetrate through the atmosphere and must therefore be studied by space telescopes such as COBE, WMAX and Planck. Earth-like telescopes are also not capable of detecting exoplanets. For this purpose NASA sent the Kepler spacecraft, which for 5 years discovered thousands of planets, several of which JWST will investigate for signs of life.

Résumé: Les télescopes spatiaux : de Hubble à James Webb

Fin décembre 2021 le monde entier a suivi le lancement du télescope spatial James Webb, successeur du télescope Hubble, qui pendant trois décennies d'observation a obtenu des photos et résultats scientifiques tout à fait fantastiques, plus que n'importe quel télescope. James Webb, qui est cent fois plus puissant que Hubble, explorera les premières étoiles et galaxies des débuts de l'univers et cherchera des signes de vie sur des exoplanètes dans des systèmes solaires lointains.

En complément de la conférence introductive dans le cadre d'IKU est proposé dans le cadre d' AIS un cours sur l'histoire et les réussites scientifiques des télescopes dans l'espace, en insistant sur Hubble et James Webb, mais pas seulement. Outre Hubble, qui observe principalement en lumière visible, on a lancé de nombreux télescopes qui fonctionnent avec d'autres types de rayonnements, comme Spitzer pour l'infrarouge, Chandra pour les rayons X, Planck pour les micro-ondes, Kepler pour détecter les exoplanètes et beaucoup d'autres, chacun d'entre eux ayant révolutionné notre compréhension de l'univers.

Pendant ses 30 années de fonctionnement le télescope Hubble a obtenu des images et des résultats exceptionnels, beaucoup plus que n'importe quel autre télescope, sur la Terre ou dans l'espace. Comme le suggère le titre, pendant une des conférenc

es on verra les images les plus remarquables prises par Hubble : depuis les planètes et satellites de notre système solaire jusqu'à des galaxies des premiers temps de l'univers.

Le nouveau télescope spatial James Webb (JWST) observera encore plus loin, jusqu'aux premières galaxies qui sont apparues seulement 300 millions d'années après le Big Bang. Contrairement à Hubble, qui orbite autour de la Terre à une altitude d'environ 600 km, JWST orbitera autour du soleil à 1,5 millions de km de la Terre. Du fait de cette position très éloignée, JWST ne sera pas accessible à des missions de réparation, comme l'était Hubble, et son équipement, beaucoup plus complexe que celui de Hubble, doit fonctionner parfaitement. Cent fois plus puissant que Hubble, James Webb pourra réaliser des observations sans précédent, qui étaient jusqu'ici hors d'atteinte de l'humanité, comme l'apparition des premières étoiles de l'univers et la recherche de signes de vie sur des exoplanètes. Enfin nous essaierons de comprendre pourquoi les agences spatiales comme la NASA et l'ESA (l'Agence Spatiale Européenne) investissent des sommes colossales pour envoyer des télescopes dans l'espace. Les télescopes terrestres sont limités par l'atmosphère, qui trouble l'image en lumière visible, à laquelle elle est transparente. En outre, il existe des types de rayonnements comme l'ultraviolet (UV), les rayons Röntgen (X) et les rayons gamma qui sont bloqués par l'atmosphère, donc pour les observer on doit envoyer lesdits télescopes hors de l'atmosphère. Pour obtenir une image complète de l'univers, les astrophysiciens utilisent également ces types de rayonnements au moyen de télescopes spatiaux, qui peuvent les observer. Nous aborderons des missions comme Spitzer et Herschel pour l'infrarouge, ROSAT, XTE et Chandra pour les rayons X, et Compton, INTEGRAL et Fermi pour les rayons gamma.

Une famille particulière de télescopes satellitaires a exploré le fond diffus cosmologique (en anglais Cosmic Microwave Background), preuve la plus convaincante de la théorie du Big Bang. La majeure partie de ce rayonnement ne pénètre pas à travers l'atmosphère et pour cela doit être étudiée à l'aide de télescopes spatiaux comme COBE, WMAP et Planck. Pour découvrir des exoplanètes semblables à la Terre, les télescopes terrestres ne suffisent pas, et c'est pourquoi la NASA a lancé le télescope spatial Kepler, qui pendant 5 années a découvert des milliers de planètes, sur plusieurs desquelles JWST recherchera des signes de vie.

Teleskopoj en la spaco: de Hubble ĝis James Webb

1. Enkonduko

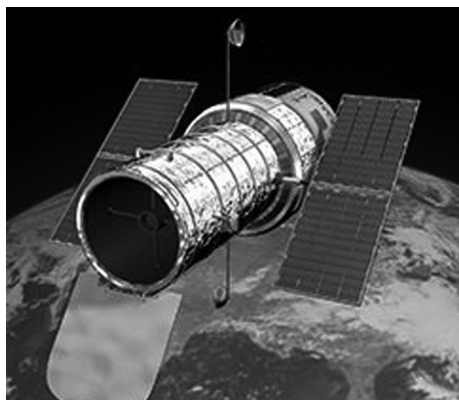
Dum 400 jaroj la astronomía teleskopo faris gigantan progreson [1]. Tamen, ĝis la fino de la dudeka jarcento la astronomoj observadis la ĉielon tra la obskuran-ta filtrilo de la atmosfero. En 1946, la usona astrofizikisto Lyman Spitzer proponis

teleskopon en la spaco. Jam en la sepdekaj oni sendis en la spacon malgrandajn esplortelekopojn, sed nur en 1990 ekfunkciis la Spac-teleskopo Hubble, kiu revoluciis nian astronomian mondbildon en pluraj aspektoj. Per ĝi ni sukcesis esplori galaksiojn preskaŭ ĉe la horizonto de nia universo, je distanco (tempa kaj spaca) de miliardoj da lumjaroj. Jam de pli ol duona jarcento teleskopoj, aparte en la spaco, ne estas limigitaj al videbla lumo, sed esploras la universon en pluraj specoj de elektromagneta radiado, ne videblaj por la homa okulo: radio, ultraviolaj ondoj, infraruĝo, X- kaj gama-radioj. Sed la Hubble-Spacteleskopo [2] estis la plej sukcesa, plej potenca teleskopo, ĝis antaŭ nelonge, kiam aliĝis al la familio de spactelekopoj la plej potenca (kaj multekosta) iam: James Webb.

Kial spacoagentejoj kiel NASA kaj la Eŭropa Spaca Agentejo investas grandegajn monsumojn por sendi teleskopojn al la spaco, anstataŭ malpli koste konstrui ilin surtere? Teleskopoj sur la Tero estas limigitaj de la atmosfero, kiu komplete blokas certajn specojn de radiado, kaj iom nebuligas la bildon ankaŭ en radioj kiuj povas trairi, kiel videbla lumo kaj parto de la infraruĝo. Longdaŭro-eksponaj fotoj ne povas atingi altan kvaliton pro la refrakto en la atmosfero. La bildoj de la Spacteleskopo Hubble estas pli akraj ol tiuj de eĉ pli grandaj teleskopoj surtere. Krome, kiel dirite, videbla lumo estas nur unu el la specoj de radiado elsendataj de steloj kaj galaksioj – aliaj specoj de radiado, kiel ultraviola (UV), rentgenaj-radioj (X) kaj gamaradioj, kiuj estas (bonŝance) sorbataj en la atmosfero, do por observi ilin ni devas sendi la teleskopojn destinitajn por ricevi ilin ekster la atmosferon.

Pli kaj pli oni aŭdas pri la planoj sendi homojn al la Luno kaj al Marso. Tamen, laŭ la plimulto de la sciencistoj, la plej grandaj atingoj de la homaro en la spaco ne estas pilotataj spacmisioj, sed esplorado de la universo per satelitaj teleskopoj kiel la spacteleskopo Hubble, kiu observadas la universon jam tridek jarojn. Aldone al Hubble, kiu observas ĉefe en videbla lumo, oni sendis multajn teleskopojn kiuj funkcias per aliaj specoj de radiado, kiel Spitzer por infraruĝo, Chandra por X-radioj, Plank por mikroradiado, Kepler por malkovri eksterplanedojn kaj multaj pli, ĉiu el ili revoluciis nian komprenon de la universo.

2. Spacteleskopo Hubble



La Spacteleskopo Hubble, lanĉita en 1990, estis nomita honore al la usona astronomo Edwin Hubble, kiu malkovris (antaŭ ĉirkaŭ naŭdek jaroj) ekspansion de la universo, pro kiu Einstein ŝanĝis la ekvaciojn de sia teorio de relativeco.

Bildo 2-1. Spacteleskopo Hubble

Dum sia 30-jara funkciado la teleskopo Hubble atingis mirindajn bildojn kaj rezultojn, multe pli ol ajna alia tele-

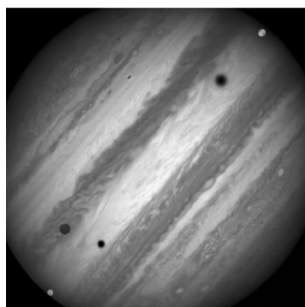
skopo, sur la Tero aŭ en la spaco [3]. Ĝiaj plej rimarkindaj atingoj estis la malkovro de la akcelo de la universo kaj de la malhela energio, pro kio oni ricevis la Nobel-premion en 2011, preciza mezuro de la aĝo de la universo, malkovro de gigantaj nigraj truoj en la centroj de galaksioj. Aldonaj atingoj de Hubble estis esplorado de kolizioj de galaksioj, de la naskiĝo kaj morto de steloj, malkovro de eksterplanedoj en foraj sunsistemoj, planedoj kaj etaj objektoj en nia Sunsistemo kaj pli.

La teleskopoj Hubble estas efektive satelito kiu ĉirkaŭiras la Teron je alteco de 560 km. La diametro de ĝia spegulo estas 2,5 m. Kvankam laŭ sia diametro Hubble estas mezgranda teleskopoj, kompare kun la plej grandaj teleskopoj surtere, kies diametro estas 8-10 metroj, ĝi estas verŝajne la plej valora kaj utila teleskopoj en la historio. Dum tri jardekoj de funkciado, per ĝi astronomoj faris pli gravajn malkovrojn ol per ajna alia teleskopoj. Kelkaj el ĝiaj plej gravaj malkovroj: la plej akraj fotoj de planedoj kaj aliaj astroj en nia Sunsistemo, foraj sunsistemoj kaj planedoj, gigantaj nigraj truoj en la centro de galaksioj [3].

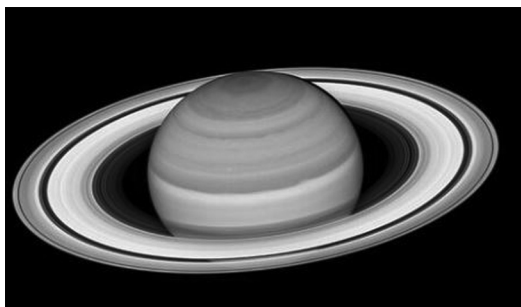


Bildo 2-2. La Spac-teleskopoj "Hubble" en orbito 600 km super la Tero

2.1 La plej belaj fotoj de Hubble: Planedoj de nia Sunsistemo

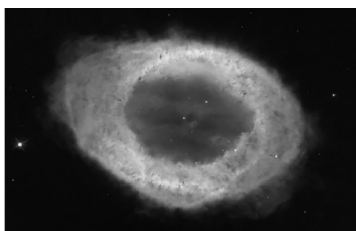


Bildo 2-3. Jupitero kaj ĝiaj satelitoj per la Hubble-teleskopoj



Bildo 2-4. Saturno kaj ĝiaj ringoj per la Hubble-teleskopoj

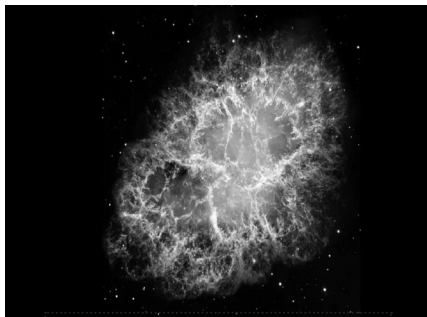
2.2 La plej belaj fotoj de Hubble: Nebulozoj



Bildo 2-5. La Ringo-nebulozo per la Hubble-teleskopoj



Bildo 2-6. La Papilio-nebulozo per la Hubble-teleskopo

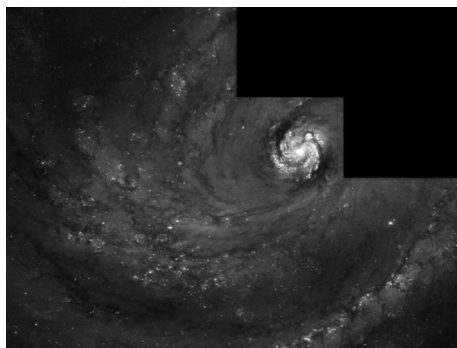


Bildo 2-7. La Krabo-nebulozo per la Hubble-teleskopo

2.3 La plej belaj fotoj de Hubble: galaksioj



Bildo 2-8. La Kirla (Wheerpool) galaksio per la Hubble teleskopo



Bildo 2-9. La galaksio M-100 per la Hubble teleskopo

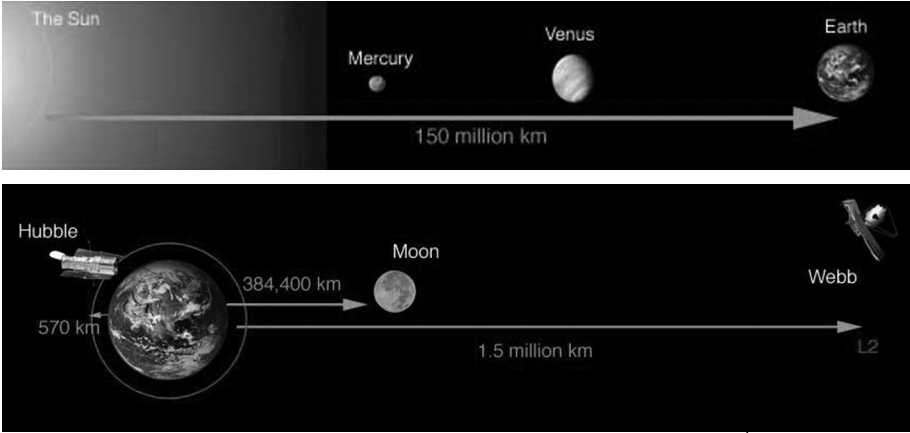
3. La spacteleskopo James Webb

La 25-an de decembro 2021 estis lanĉita de Franca Gujano la spacteleskopo James Webb, sekvanto de la teleskopo Hubble. Oni esperas ke ĝi malkaŝos respondojn al la plej interesaj demandoj en astronomio kaj astrofiziko – kiam aperis la unuaj steloj kaj galaksioj en la prauniverso kaj ĉu en la atmosferoj de eksterplanedoj, en foraj sunsistemoj estas troveblaj spuroj de vivo. Viva elsendo de la lanĉo en Esperanto kun komentario videblas en jutubo: <https://www.youtube.com/watch?v=dfShM2OKkRk>.



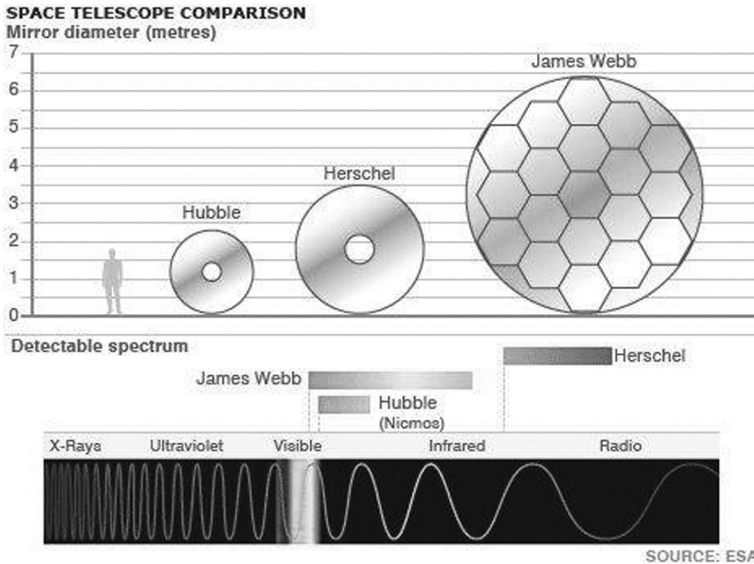
Bildo 3-1. La spacteleskopo JWST

La spacteleskopo James Webb (JWST) estis ekplanita en 1995 kiel daŭriganto de Hubble [4]. Male al sia antaŭulo, kiu orbitas la Teron je alteco de 570 km, JWST situos 1,5 milionojn da km for de Tero, kvaroble pli ol la luno, en loko nomata “la dua Lagranĝa punkto” (bildo 3-2). Pro sia fora situo, JWST ne estos atingebla por riparmisioj, kiel estis Hubble. Sekve la sistemoj de JWST, kiuj estas multe pli kompleksaj ol tiuj de Hubble, devas funkcii perfekte kaj senerare.



Bildo 3-2. La situo de JWST kaj Hubble rilate al la Tero

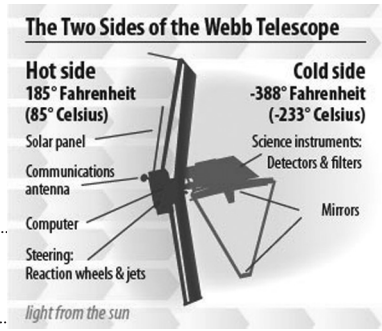
La diametro de ĝia spegulo estas 6,5 metroj, preskaŭ trioble tiu de Hubble (bildo 3-3), kaj ĝia lumkolekta kapablo estos 7-oble pli granda. Aldonante la multe pli sentemajn mezurilojn, JWST estos ĉ. centoble pli potenca ol Hubble.



Bildo 3-3. La optikaj trajtoj – speguloj kaj ondolongo – de JWST kaj Hubble

Dank' al ĝiaj grandaj kaj sprite dezajnitaj reflektiloj, la temperaturo de la spegulo kaj la mezur-aparatoj (bildo 3-4) estos tre malalta, nur 40 gradoj Kelvinaj (-233 C), kio ebligos pli klarajn fotojn en la longaj infraruĝaj ondoj, kiuj pli klare trapasas la polvon en la interstela spaco.

Bildo 3-4. La temperaturoj kaj aparataro ĉe ambaŭ flankoj de JWST

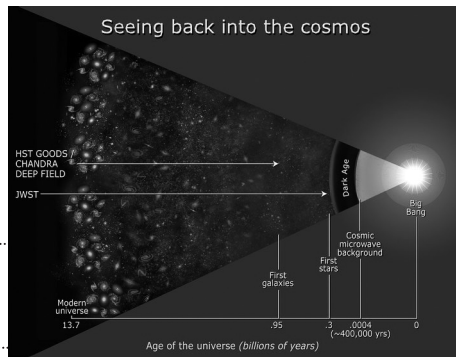


	Hubble	JWST
Distanco de Tero	600 km	1,5 milionoj km
Orbito	LEO Ĉirkaŭ Tero	Lagrange 2 Ĉirkaŭ la Suno
Diametro de la Spegulo	2,4 m	6,5 m
Speco de radiado	Ĉefe videbla, iomete IR	Ĉefe IR
Temperaturo	21 C	~40K (-230C)
Daŭro	Pli ol 30 jaroj	Planita por 10 jaroj

Tabelo 1. Komparo inter la datumoj de Hubble- kaj James Webb-teleskopoj

Ĉi tiuj trajtoj ebligas senprecedencajn observojn, kiuj ĝis nun estis ekster la atingo de la homaro, kiel la unuaj steloj kaj la plej fruaj galaksioj en la pra-universo (bildo 3-5). Alia eksterordinara tasko de Webb estos skrupula esplorado de la atmosferoj de eksterplanedoj, por trovi gasojn kiel akvovaporo, oksigeno kaj metano, kiuj povas indiki la evoluon de vivo. De la unua celdato, 2007, la lanĉo de JWST estis prokrastita multajn fojojn, kaj ĝia buĝeto ŝvelis kvinoble ĝis pli ol 10 miliardoj da dolaroj.

Bildo 3-5. JWST povos observi pli for ol Hubble, kaj space kaj tempe, ĝis la apero de la unuaj steloj, 300 milionojn da jaroj post la praeksplodo.



4. Teleskopoj en aliaj ondolongoj

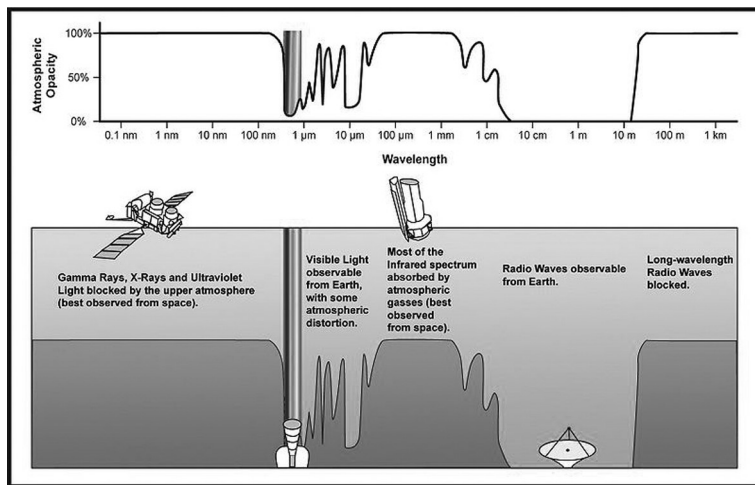
La Spacteleskopo Hubble akiris kelkajn el la plej belaj kaj specialaj bildoj de la universo en videbla lumo, sed kiel menciite ekzistas aliaj specoj de radiado, kiujn-

ni tute ne kapablas vidi de la Tero pro la atmosfera blokado. Por akiri kompletan bildon de la universo, estas grave uzi ankaŭ ĉi tiujn specojn de radiado. Tiucele oni konstruis specialajn teleskopojn, kiuj povis detekti tiujn specojn de radiado, kaj sendis ilin al la spaco [5]. Aldone al la supre menciitaj eblas listigi teleskopojn en ultraviola lumo, kiel IUE, teleskopojn en Rentgenradioj kiel ROSAT, XTE kaj Chandra, kaj teleskopojn en gamaradioj, kiel Compton, INTEGRAL kaj Fermi.

Aparta familio de satelitaj teleskopoj estis dediĉita por studi la kosman fono-radiadon (angle CMB), malkovritan en 1965. Tiu radiado estas la plej konvinka pruvo de la teorio de Praeksplodo, kiu diras ke la universo estis kreita antaŭ ĉirkaŭ 14 miliardoj da jaroj en grandega eksplodo kaj de tiam daŭre disvastiĝas. La plej granda parto de tiu radiado troviĝas en mikroondoj, kiuj ne penetras tra la atmosfero kaj tial devas esti studataj per spacteleskopoj. Tri tiaj teleskopoj estis lanĉitaj en la jaroj 1990-2010: COBE, WMAX kaj Plank, kaj revoluciis nian komprenon de la universo kaj ĝiaj trajtoj. Dank' al tiuj teleskopoj ni akiris profundan komprenon de la universo.

En la dekaŭa jarcento sciencistoj malkovris ke ekzistas ankaŭ aliaj specoj de radiado ol lumo, ne videblaj por la homa okulo. Ekzemple, en la jaro 1800, la astronomo William Herschel malkovris la infraruĝan radiadon, kiu portas la varmon kaj havas ondolongon pli grandan ol la ruĝa lumo. Radiado kun ondolongo pli mallonga ol la viola lumo nomiĝas ultra-violo, kaj kaŭzas sunbruliĝon al nia haŭto. Radiado kun ondolongo multe pli longa ol la infraruĝa estas la radio-ondoj.

La atmosfero estas travidebla por radiado nur en du ondolongo-regionoj en la elektromagneta spektro: videbla lumo kaj radio-ondoj (bildo 4-1).

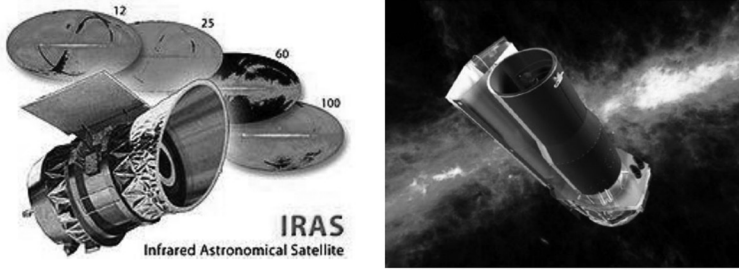


Bildo 4-1. La travidebleco de la atmosfero en diversaj ondolongoj

Tial por esplori la kosmon en aliaj specoj de radiado, kiel infraruĝo, ultraviolo, X-radioj ktp, oni bezonas havi teleskopojn por la koncerna ondolongo super la atmosfero, en la spaco. En la lastaj du jardekoj oni sendis multajn tiajn teleskopojn, kiuj observis la ĉielon en diversaj ondolongoj.

4.1 Spac-teleskopoj por Infra-Ruĝa lumo (IR)

En la infraruĝo (ondolongo de 10-160 mikronoj) estis lanĉitaj la spac-teleskopoj IRAS (Infra Red Astronomical Satellite) de NASA en 1983, ISO (Infrared Space Observatory) de ESA (Eŭropa Spac-Agentejo) en 1995, Spitzer (NASA) en 2007, kaj Herschel (ESA) en 2009.



Bildo 4-2. La infraruĝaj spac-teleskopoj Spitzer (dekstre) kaj IRAS

La specilaj esplortemoj en la infraruĝo estas stelaj embrioj, ekster-sunsistemaj planedoj, la koroj de galaksioj kaj tre foraj objektoj.

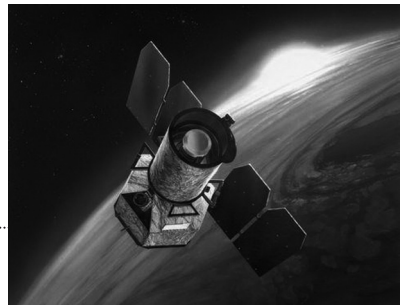


Bildo 4-3. Infraruĝa bildo de la galaksio Andromedo, fotita de la Spitzer-spac-teleskopo

4.2. teleskopoj por Ultra-Viola lumo (UV)

En 1978 NASA sendis en la spacon la ultra-violan teleskopon IUE (International Ultraviolet Explorer), en 1999 la Far Ultraviolet Spectroscopic Explorer (FUSE) kaj en 2003 la Galaxy Evolution Explorer (GALEX). En tiu parto de la spektro oni esploras junajn tre grandajn stelojn, la varman interstelan gason kaj junajn pra-galaksiojn.

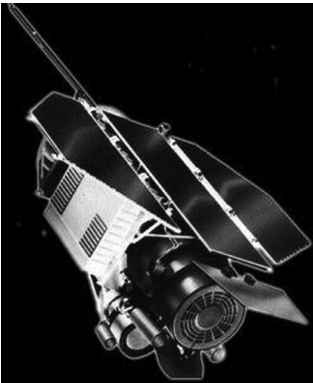
Bildo 4-4. La Ultraviola satelita teleskopo Galaxy Evolution Explorer (GALEX).



4.3 Teleskopoj por Rentgenaj radioj (X)

X-radioj estas tre energia radiado, nature emisiata el steloj (ekzemple dum magnetaj ŝtormoj en la suna korono, varmega interstela gaso kaj nigraj truoj). Ĉar ordinaraĵaj speguloj ne taŭgas por X-radioj, specialaj speguloj el pezaj metaloj kiel oro, en speciala geometrio (proponita de Wolter en 1952) estas bezonataj. Ili estas ring-formaj partoj de paraboloido, kaj povas deflekti la radiojn nur je malgrandaj anguloj, de kelkaj gradoj.

En la du jardekoj 1990-2010 oni lanĉis plurajn teleskopojn por X-radioj. En la naŭdekaj famiĝis la HEAO-B (Einstein) de NASA kaj la germana-eŭropa RO-SAT (Röntgen Satellite, bildo 4-5). Sekvis Rossi-XTE kaj Newton-XMM, kaj en 1999 NASA lanĉis la grandan X-observatorion "Chandra" (Bildo 4-6), je la nomo de la Barata astrofizikisto Chandrasekhar. Ĝi daŭre funkcias.



Bildo 4-5. La Rentgena-spac-teleskopo ROSAT

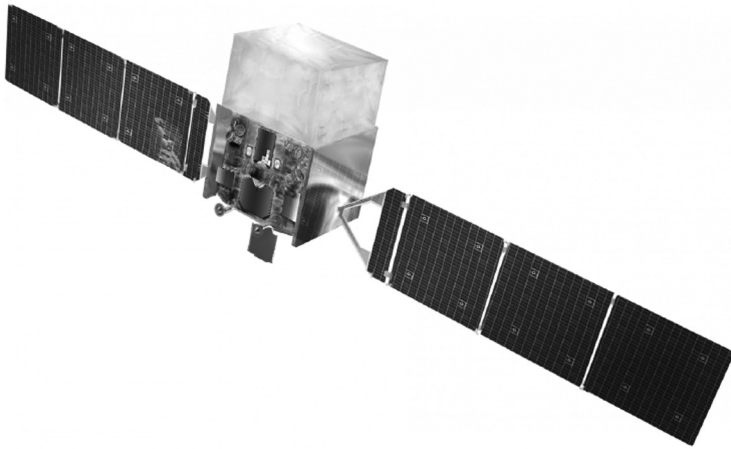


Bildo 4-6. La Rentgena-spac-observatorio Chandra, lanĉita en 1999.

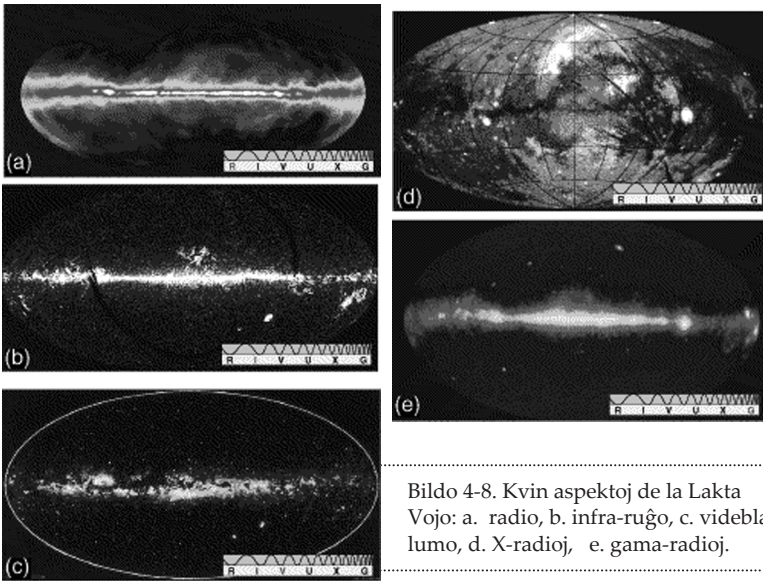
4.4 Teleskopoj por Gama-radioj

Gama-radioj estas eĉ pli energiaj, kaj venas el nukleaj reakcioj, radioaktivaj nukleoj, supernovaoj, kvazaroj kaj la misteraj gama-radiaj eksplodoj. Teleskopoj por observi ilin havas tute alian strukturon, kaj aplikas teknikojn konatajn el esplorado de altenergia fiziko kiel la Gajger-detektilo.

La unuaj gama-radioj de astroj estis malkovritaj en la sesdekaj, koincide per satelitoj el la serio "VELA", kies celo estis malkovri nukleajn eksperimentojn surtere. Sekve estis sendita la satelitoj OSO3, OSO7 SAS-2 kaj COS-B (1975–1982), kiuj trovis gama-radiojn de sun-erupcioj kaj de nia galaksio. En la 80-aj oni ekobservis multajn misterajn gama-fulmojn. Nuntempe la astrofizikistoj kredas ke temas pri kataklisma kunfandiĝo de du neŭtronaj steloj. En 1991 NASA lanĉis la Compton Gamma Ray Observatory (CGRO) kaj en 2004 la gama-observejon Swift, kiu daŭre funkcias. En 2002 la Eŭropa Spac-agentejo (ESA) lanĉis la gama-observejon Integral, kaj en 2008 NASA lanĉis la gama-spacteleskopon Fermi.



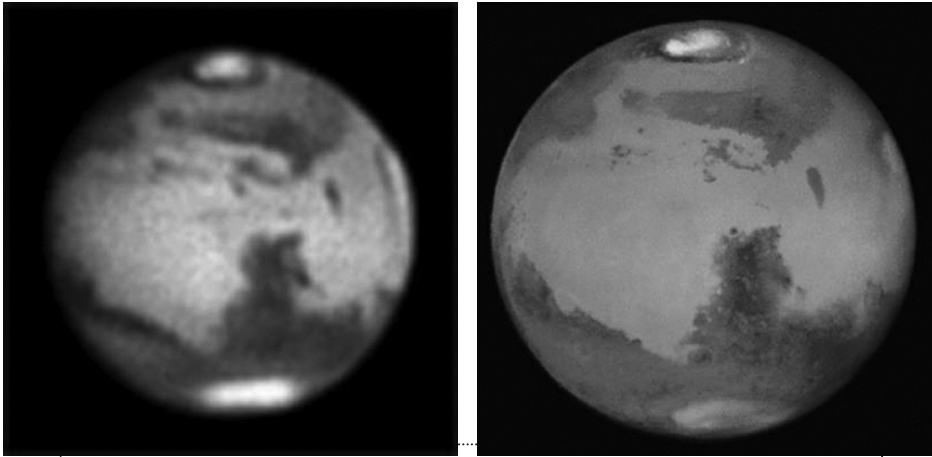
Bildo 4-7. La gama-radio-spacteleskopo Fermi, lanĉita en 2008



Bildo 4-8. Kvin aspektoj de la Lakta Vojo: a. radio, b. infra-ruĝo, c. videbla lumo, d. X-radioj, e. gama-radioj.

5. La atmosfera obskurado, aŭ kial steloj “okulumas”

Kvankam nia atmosfero ŝajnas travidebla, la lumkvalito estas damaĝata pro la trapaso tra la atmosfero. Altaj nuboj, polvo kaj malsekeco distordas la bildon. Eĉ en perfektaj kondiĉoj, la lumradioj iomete kurbiĝas pro refraktiĝo en la tavoloj de la atmosfero, kaj tiu kurbiĝo daŭre ŝanĝiĝas pro la moviĝo de la aero pro ventoj kaj vertikalaj kurentoj. La rezulto estas la konata “okulumo” de la steloj. Se oni faras longdaŭran foton, kiel estas pli kutima en moderna esplorado de foraj kaj ne brilaj astroj, la rezulto estas kvazaŭ iomete ne fokusita bildo.



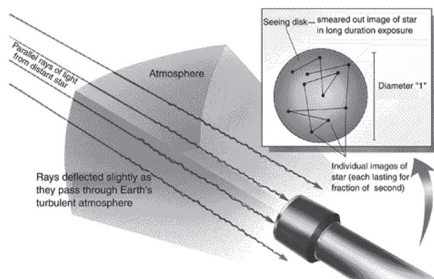
Bildo 5-1. Du aspektoj de Marso: dekstre el la spaco, maldekstre de la tera surfaco

Stelo, kiu sub idealaj kondiĉoj aperus en la foto kiel punkto, efektive kreas pro la atmosfera malhelpo “nubon” da punktoj, kies angula diametro estas inter unu ark-sekundo kaj pluraj sekundoj.

La homa okulo “refreŝigas” la bildon ĉ. 20 fojojn en sekundo. Sekve la kvanto de lumo kiu povas akumuliĝi por krei bildon en nia okulo, estas tre limigita – kaj se temas pri tre foraj steloj kaj galaksioj, tio eventuale ne sufiĉas por krei klaran bildon. En la deknaŭa jarcento oni komencis apliki la novan eltrovaĵon – la fotografion – al astronomiaj celoj. Longe oni uzis vitrajn aŭ plastajn tavolojn kovritajn per kemiaĵoj por registri nigra-blankajn bildojn fotatajn tra la okulario de la teleskopoj. Nuntempe oni uzas CCD-n – matricon de fotoelektraj ĉeloj kiuj kapablas registri eĉ unuopajn fotonojn.

Per longtempa ekspono, same kiel oni faras por foti ekzemple noktajn scenojn, eblas akumuli multe pli da lumo ol povas la homa okulo. Se temas pri astronomiaj fotoj, necesas ke la teleskopo sekvu la stelon dum ĝia ŝajna moviĝo sur la ĉielo, kiu estas kaŭzata de la taga turniĝo de la Tero. Profesiaj teleskopoj havas elektran motoron kiu kompensas tiun moviĝon. Per longa fotado kiu daŭras ekzemple unu horon, la teleskopo povas kolekti preskaŭ centmil-oble pli da lumo ol povas la homa okulo.

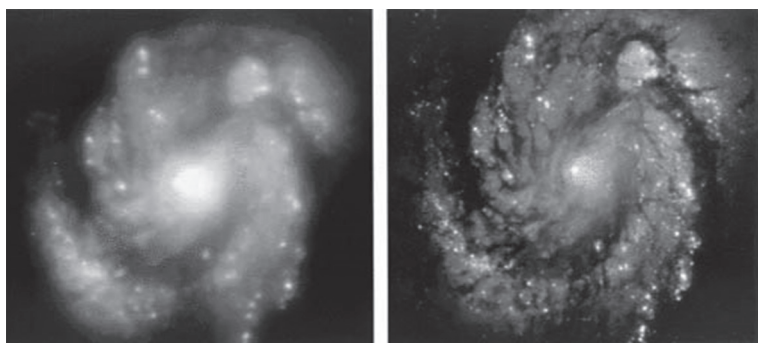
Sed la atmosfero malhelpas al longtempa fotado de akraj bildoj. La lumradioj estas refraktataj kaj deflektataj en la atmosfero. Kvankam tiu efiko (kiu kaŭzas la ŝajne ŝanĝiĝantan brilon de steloj) estas malgranda kaj apenaŭ perceptebla per la okulo, ĝi limigas la eblon fari precizajn kaj akrajn teleskopajn fotojn, ĉar tiu deflektado ŝanĝiĝas rapide pro la kurentoj de aero en la atmosfero, ŝmiranta la punktan bildon de stelo sur cirkla makulo (vidu bildon 5-2). Pro tiu efiko, la akreco de surteraj teleskopoj estas limigita al ĉ. unu angula sekundo (ark-sekundo, $1/3600$ de grado). Evidente spac-teleskopoj ne havas tiun problemon: ekzemple, la tipa akreco de *Hubble* estas 0,1 angula sekundo).



Bildo 5-2. La malakriĝo de longdaŭra foto de stelo pro la ŝanĝiĝo en la ŝajna situo kaŭzata de la trapaso de la lumradioj tra la atmosfero

En surteraj teleskopoj oni provas korekti tiun problemon per metodo nomata adaptiva optiko (aŭ korektada optiko, angle Adaptive Optics, AO), ĉar

la aparato adaptiĝas al la ŝanĝiĝantaj atmosferaj kondiĉoj. La metodo konsistas el komputila sekvado de la ŝanĝiĝanta situo de kontrola stelo, kaj kompensas la moviĝon per etaj ŝanĝoj en la kurbigo de elasta spegulo. Centoj da etaj pingloj estas ligitaj al la komputilo kaj iomete ŝanĝas la kurbigon de la elasta spegulo plurfoje en sekundo, laŭ la signalo de la kontrola stelo. La rezulto estas korektita bildo, multe pli akra ol la originalo. Kun bonaj kondiĉoj oni povas atingi akrecon de 0,1-0,2 angulaj sekundoj, preskaŭ kiel tiu de la spacteleskopoj.



Bildo 5-3. Tri fotoj de la galaksio M-100: maldekstre – per granda surtera teleskopo, dekstre – kun adaptiva optiko de la Tero kaj bildo 2-9 fotita de la spaco per Hubble.

Referencoj

- [1] *La Kosmo kaj Ni* – A. Wandel kaj D. Galadi-Enriquez, FEL 2001, tria eld. 2017.
- [2] Spac-teleskopo James Webb esploras la pra-universon – A. Wandel, *Esperanto* 2022:2 p40.
- [3] https://www.nasa.gov/mission_pages/hubble/main/index.html
- [4] <https://www.jwst.nasa.gov/>
- [5] Teleskopoj en la Spaco – A. Wandel <https://uea.org/pdf/IKU/IKU2019.pdf>
- [6] Viva elsendo de la lanĉo de James Webb kun komentario en Esperanto: <https://www.youtube.com/watch?v=dfShM2OKkRk>.

Enkonduko al Petrofiziko kaj Petrofizika Taksado: kiel priskribi rokojn kaj fluidojn profunde en la tero

Fernando Maia Jr.

Brazila esperantisto kaj geologo, Fernando Maia Jr. (naskiĝinta en 1983) bakalaŭriĝis pri Geologio en la Universitato de Braziljo/UnB (2005) kaj specialiĝis unue pri Analizo de Sedimentaj Basenoj en la Universitato de la Subŝtato Rio-de-Ĵaneiro/UERJ (2007) kaj poste pri Kompleksa Petrofiziko en la Universitato de Teksaso ĉe Aŭstino en Usono/UT (2010). Li komencis labori kiel geologo kaj petrofizikisto en 2007 por la nafto-kompanio de Brazilo, Petrobras, en la nordoriento de la lando, en la urbo Arakaĵuo. Ekde 2015 li laboras kiel kunordiganto en Petrobras, ĉe la sidejo de la kompanio en Rio-de-Ĵaneiro. Post la reveno de Usono en 2010 li estis invitita instrui petrofizikon en la Universitato Petrobras/UP kaj en la Federacia Universitato de Serĝipo/UFS en Arakaĵuo kaj kunrespondicis pri la revizio kaj aktualigo de la kapabligaj programoj de Petrobras por geologoj kaj petrofizikistoj. Li estis elektita prezidanto (2016-2018) de la brazila filio de la Monda Societo de Petrofiziko (SPWLA), kiam tie li inaŭguris la unuan studentan filion de SPWLA en Sud-Ameriko, ĉe la Federacia Universitato de Rio-de-Ĵaneiro. Li respondicis pri rilatoj kun universitatoj en Petrobras kaj SPWLA kaj en 2019 li estis elektita regiona direktoro de SPWLA por Latin-Ameriko, kun aparta kunagado ĉe la Industria Universitato de Santander en Kolombio. Tiun postenon tamen li poste abdikis por povi sin dediĉi al Universala Esperanto-Asocio (UEA) kiel Vicprezidanto. En 2020 li estis invitita krei tutnovan kapabligan programon por Petrobras pri geologia modeligo por esploristaj geologoj kaj en 2022 pri organika geokemio. Li kunordigas novan funkcimodelon en la kompanio por la fakoj geologia modeligo, geokemio kaj petrofiziko aplikataj al esplorado, pro kio li nuntempe gvidas teamojn al tiuj fakoj dediĉitajn. Lastatempe li kunlaboras ankaŭ por energia transiro en Petrobras, kun fokuso pri hidrogeno kaj geoterma energio.



Resumo: Enkonduko al Petrofiziko kaj Petrofizika Taksado: kiel priskribi rokojn kaj fluidojn profunde en la tero

Petrofiziko (el la greka “petra” = roko + fiziko) estas la studo de la fizikaj kaj kemiaj proprecoj de rokoj kaj ilia fluida enhavo, per rektaj aŭ nerektaj analizoj, kun kvante-

ca celo, aplikata ĉefe en la esploro de mineralaj kaj energiaj rimedoj en la terkrusto, precipe (sed ne nur) en la identigo kaj taksado de hidrokarbonaj akumuliĝoj ĉe nafto-putoj. *Petrofizika Taksado* estas la karakterizado de rokoj kaj fluidoj per iliaj fizikaj proprecoj, ĉu nerekte mezuritaj per puto-sondaĵoj, ĉu rekte mezuritaj el rokaj kaj fluidaj specimenoj, precipe kun la celo identigi la traboritajn rokojn kaj iliajn fluidojn kaj kalkuli la porozecon (porhavecon, porecon) kaj saturadon de rokoj per hidrokarbono aŭ akvo. Per ĉi tiu prezento la interesatoj de la Internacia Kongresa Universitato 2022 povos unue scii pri la bazaj datumoj necesaj por la petrofizika analizado, kiel natura gama-radiado, elektra rezisteco (specifa rezistanco), denseco kaj akustika rapideco, akiritaj per elektra sondado en nafto-putoj. Poste ili povos kompreni la bazan laborfluon de Petrofizika Taksado por kalkulado de argileco, porozeco kaj fluid-saturado de traboritaj roktavoloj. Aldone estos baza prezento pri akirado kaj interpretado de sismaj datumoj, sedimenta geologio, formado de nafto-sistemoj kaj teknikoj por traborado de nafto-putoj, ĉar tiuj estas scioj necesaj por la petrofizika analizado. Finfine estos prezento pri la apliko de Petrofiziko ankaŭ por studo de subteraj akvo-rezervoj kaj geoterma energio cele al daŭripova evoluiĝo, krom ekzercoj por plenumi analizon kaj fari kalkulojn por taksu ĉu la traboritaj roktavoloj en sedimentaj basenoj estas efektivaj rezervujoj por ekspluatado de mineralaj kaj energiaj rimedoj utilaj por la socio.

Abstract: Introduction to Petrophysics and Petrophysics Evaluation: How to Describe Rocks and Fluids Deep within Earth

Petrophysics (from the Greek “petra” = rock + physics) is the study of the physical and chemical properties of rocks and their fluid content, by direct or indirect analysis, with a quantitative purpose, applied mainly in the study of mineral and energy resources in the earth’s crust, especially (but not only) in the identification and evaluation of hydrocarbon accumulations at petroleum wells. *Petrophysical Evaluation* is the characterization of rocks and fluids by their physical properties, whether indirectly measured by well logging or directly measured from rock and fluid samples, especially for the purpose of identifying drilled rocks and their fluids and calculating the rock’s porosity and its saturation by hydrocarbon or water. With this presentation, those interested in the 2022 International Congress University will be able to first learn about the basic data needed for petrophysical analysis, such as natural gamma radiation, electrical resistivity (specific resistance), density and acoustic velocity, obtained by electrical logging in petroleum wells. They will then be able to understand the basic workflow of Petrophysical Evaluation for calculating the clay volume, porosity and fluid saturation of drilled rock layers. In addition, there will be a basic presentation on seismic data acquisition and interpretation, sedimentary geology, formation of petroleum systems and techniques for drilling petroleum wells, as these are knowledge necessary for the petrophysical analysis. Finally, there will be a presentation on the application of Petrophysics for the study of groundwater reserves and geothermal energy for sustainable development, as

well as exercises to perform analysis and make calculations to determine whether the drilled rock layers in sedimentary basins are effective reservoirs for the exploitation of mineral and energy resources useful to society.

Résumé: Introduction à la pétrophysique et à l'évaluation pétrophysique : comment décrire les roches et les fluides au plus profond de la Terre

Pétrophysique (du grec « *petra* » = roche + physique) est l'étude des propriétés physiques et chimiques des roches et de leur teneur en fluides, par analyse directe ou indirecte, à visée quantitative, appliquée principalement à l'étude des ressources minérales et énergétiques dans la croûte terrestre, notamment (mais pas seulement) dans l'identification et l'évaluation des accumulations d'hydrocarbures au niveau des puits de pétrole. *Évaluation Pétrophysique* est la caractérisation des roches et des fluides par leurs propriétés physiques, qu'elles soient mesurées indirectement par diagraphie de puits ou directement mesurées à partir d'échantillons de roches et de fluides, notamment dans le but d'identifier les roches forées et leurs fluides et de calculer la porosité de la roche et sa saturation d'hydrocarbure ou de l'eau. Avec cette présentation, les personnes intéressées par l'Université International du Congrès 2022 pourront d'abord découvrir les données de base nécessaires à l'analyse pétrophysique, telles que le rayonnement gamma naturel, la résistivité électrique (résistance spécifique), la densité et la vitesse acoustique, obtenues par diagraphie électrique dans puits de pétrole. Ils seront alors en mesure de comprendre le flux de travail de base de l'évaluation pétrophysique pour calculer le volume d'argile, la porosité et la saturation de fluide des couches de roche forées. De plus, il y aura une présentation de base sur l'acquisition et l'interprétation de données sismiques, la géologie sédimentaire, la formation de systèmes pétroliers et les techniques de forage de puits de pétrole, car ce sont des connaissances nécessaires à l'analyse pétrophysique. Enfin, il y aura une présentation sur l'application de la pétrophysique pour l'étude des réserves d'eau souterraine et de l'énergie géothermique pour le développement durable, ainsi que des exercices pour effectuer des analyses et faire des calculs pour déterminer si les couches rocheuses forées dans les bassins sédimentaires sont des réservoirs efficaces pour le l'exploitation des ressources minérales et énergétiques utiles à la société.

Enkonduko al Petrofiziko kaj Petrofizika Taksado: kiel priskribi rokojn kaj fluidojn profunde en la tero

“Petrofiziko” ne estas la plej kutima vorto en la ĉiutaga vivo de la mondo nek eĉ en la sciencista sfero. Ankoraŭ en 2022, se oni serĉas pri la vorto per ilo kiel Google, la serĉilo ne redonas pli ol ĉ. 734 mil rezultojn por la angla ekvivalento “petrophysics”. Tio povas esti konsiderata kiel malmulte por averaĝa scienconomo (ekz-e se kompari kun astronomio, neharzarde sufiĉe kara temo en la Internacia Kongresa

Universitato, pri ĝi Google redonas en 2022 ĉ. 371 milionojn da rezultoj por la angla ekvivalento “astronomy”, t.e. 500-oble pli ol por “petrophysics”).

Estas ofte, ke oni iel pensu pri Petrofiziko kiel la fizika ekvivalento de “Petrokemio” (aŭ “Petrolkemio”), la industria fako, kiu okupiĝas pri la rafinado de la naftaj fluoj. Sed, kiel oni povas rekte kompreni de unu el la variantoj de la nomo de tiu fako en Esperanto, la ero “petro” en “petrokemio” (aŭ “petrolkemio”) rilatas al la latina “petroleum” (= nafto, kruda petrolo), dum por “petrofiziko” la ero “petro” rekte rilatas al la greka “petra” (= roko). Do Petrofiziko ne temas pri la “fiziko de nafto/petrolo”.

De tiu etimologia kompreno oni povus prezenti Petrofizikon (el la greka “petra” = roko + fiziko) kiel la studon de la fizikaj proprecoj de la rokoj. Tio ne estus tute neĝusta koncepto, sed sendube ĝi ne estus kompleta. Por bone prezenti, kio estas Petrofiziko, indas paroli pri tio, kion celas Petrofiziko, kiuj teorioj, metodoj kaj teknikoj konsistigas tiun fakon kaj kiam kaj en kiu kunteksto oni kreis kaj ekuzis tiun terminon.

Devus tamen esti surprize, ke “petrofiziko” ne estas sufiĉe fama vorto, ĉar la petrofizikista kariero povas esti inter tiuj, kiuj ĝuas la plej altajn averaĝajn salajrojn en kelkaj landoj. Kompreneble tio povas varii laŭ la cirkonstancoj, sed en Usono petrofizikistoj povas averaĝe enspezi inter 110 000 kaj 160 000 USD (usonajn dolarojn) jare, simile al inĝenieroj, geologoj, geofizikistoj kaj aliaj sciencistoj de la nafto-industrio en tiu lando (Hong, 2022). Efektive la fako Petrofiziko naskiĝis inter la fakoj, kiuj servas al la esploroj pri nafto kaj en tio ĝi trovas sian ĉefan aplikadon. Tamen, kiel videblas de la evoluo de la fako, ĝi ankaŭ povas utili por la studoj pri aliaj mineralaj kaj energiaj rimedoj rilataj al la terkrusto, inter ili metaloj, akvo kaj varmo.

Parolante pri nafto, de la studoj de Nafto-Geologio oni scias, ke ĝi troviĝas akumulita en porecaj spacoj de geologiaj formacioj, ĉefe en porozaj roktavoloj de sedimentaj basenoj. Sedimentaj basenoj estas la regionoj de la Tero, kie longdaŭra subsidiĝo (subsidenco) de la terenoj, normale pro tektonismo, kreas spacon por ke naturaj surfacaj procezoj akumulu sedimentojn (Fig. 1). Tiuj naturaj procezoj estas ĝenerale tiuj, kiuj kaŭzas la moviĝon aŭ fluon de sedimentoj de unu regiono al alia: ili varias ekde pli limigita detrita fluo ĉe la montarecaj randoj de la basenoj ĝis pli longatingaj demetadoj de sedimentoj fare de vento, glacio, riveroj kaj oceanoj. La rezulto de tiela amasigo de sedimentoj en la basenon estas ilia distribuo en sinsekvaj tavoloj, kiuj reprezentas la variadon de la naturaj kondiĉoj (vetero, reliefo, geografia situo) laŭ la geologia skalo de tempo. Laŭ la evoluo de la sedimenta deponado la pli malnovaj kaj pli fundaj tavoloj estas submetitaj al kreskantaj premo kaj temperaturo, de kio komenciĝas la procezoj de kompaktigo kaj rokformado, kiuj transformas

¹ En tiu ĉi teksto “nafto” estas la natura fluido konsistanta ĉefe el hidrokarbonoj, normale nigra aŭ malhelbruna, trovebla subtere en sedimentaj formacioj; ĝi estas precipe likva, oleeca, sed ofte enhavanta gasan frakcion solvitan en la likvan tuton dum en subteraj kondiĉoj. En Esperanto “nafto” estas sinonimo de “kruda petrolo”, dum “petrolo” havas pli ĝeneralan sencon ankaŭ por la diversaj materialoj akiritaj de la kemia rafinado de nafto. Vd. PIV 2020 rete: https://vortaro.net/#nafto_kd; https://vortaro.net/#petrolo_kd.

la sedimentojn en sedimentajn rokojn. La fako de Geologio, kiu okupiĝas pri la studo de tiuj roktavoloj kaj ilia distribu en la baseno, estas Stratigrafio.

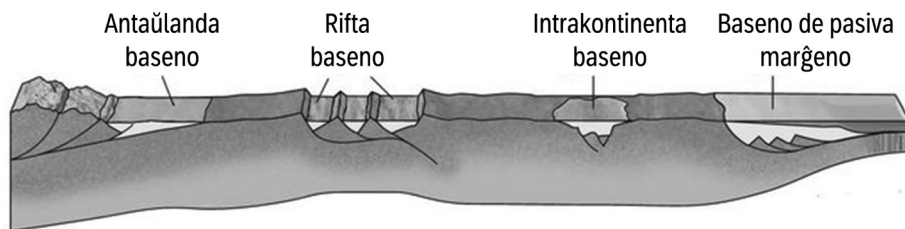


Fig. 1 Skemo (nereala skalo) pri diversaj sedimentaj basenoj (mod. el Marshak, 2016).

Pro tio, ke la sedimentoj estas precipe grajnoformaj, la sedimentaj rokoj ĝenerale formiĝas de la kuniĝo de grajnoj. La naturo de la grajnoj varias laŭ la fonta regiono, de kiuj la sedimentoj devenas. Aldone al la fizikaj procezoj, kiel detrita fluo kaj dekantado, kiuj normale amasigas silikajn sedimentojn kaj organikajn materion, ankaŭ estas la kemiaj procezoj, kiel la precipitado de karbonatoj kaj aliaj saloj, foje ligitaj al la aktiveco de vivestaĵoj. La kondiĉoj de la medio influos ĉu la sedimentaj grajnoj estos grandaj, etaj aŭ de miksitaj grandeco, samkiel ĉu pli rondaj aŭ pli angulaj. La aranĝo de la grajnoj povas varii laŭ tiuj karakterizoj, kaj la spaco inter la grajnoj oni nomas "poro". Ju pli rondaj kaj homogenaj estas la grajnoj, des pli porhavaj aŭ porozaj estas la sedimentaj rokoj. La poreca situacio tamen povas varii laŭ la historio de la roko, ĉu okazis solvado de grajnoj, precipitado de cemento kaj aliaj materialoj en la porojn, frakturado ktp (diagenezaj procezoj). La plej oftaj silikataj sedimentaj rokoj estas argilito (argilŝtono), siltito (siltŝtono), arenito (sabloŝtono, grejso) kaj konglomerato, ĉe kio la argilito estas la plej etgrajna kaj la konglomerato la plej grandgrajna. Krome estas karbonataj rokoj kaj evaporitoj (salŝtonoj). Precipe en subteraj kondiĉoj, la fluido originale pleniganta la porojn de sedimentaj rokoj estas akvo, kies saleco varias laŭ la geologia historio de la formacio. La fako de Geologio, kiu studas la sedimentajn rokojn, nomiĝas Sedimentologio (Fig. 2).



Fig. 2 Geologino antaŭ sinsekvo de roktavoloj en Cafayate, Argentino. Samtipa distribu de tavoloj troviĝas subtere kaj estas traboritaj de nafto-putoj (Travelwayoflife, 2011).

Laŭ la plej akceptataj teorioj de Nafto-Geologio la nafto formiĝas, se okazas la koincido de diversaj faktoroj en la sedi-

mentaj basenoj, kio konsistigas la “nafto-sistemon”. Plej unue devas ekzisti geologia formacio, kiu estu aparte riĉa je specifa organika materio. Tiu formacio ĝenerale konsistas el argilitoj, kies originalaj sedimentoj normale amasaĝis en medioj de malalta energio, kiaj la fundo de lago aŭ profundaj regionoj de oceano. En la nafto-sistemo tia formacio nomiĝas “patrina”, “fonta”, “produkta” aŭ “genera roko”, ĉar el ĝi generiĝas la nafto, se la formacio atingas certajn kondiĉojn de premo kaj temperaturo, kiuj ŝanĝu en nafton la organikan materion. Se tio okazas, la generata nafto pro sia relativa malalta denseco kaj pro prema diferenco emas migradi supren. Tiu migrado okazas elde la genera roko tra la aliaj supermetitaj roktavoloj per, se tiuj ekzistas, sistemoj de faŭltoj aŭ frakturoj, per konektitaj permeablaj facioj kaj/aŭ per la interfacio inter roktavoloj. Do tuj super la produkta roko aŭ post la elementoj, kiuj konsistigas la migradan itineron, devas ekzisti formacio, kies rokoj estu sufiĉe porhavaj por akcepti kaj akumuli la generatan nafton, kaj super tiu formacio devas ekzisti alia formacio, kiu estu nepermeabla, do kiu ne plu tralasu la nafton supren. En la nafto-sistemo la porhava formacio akumulinta la nafton nomiĝas “rezervujo”, kaj la nepermeabla formacio netralasanta la nafton nomiĝas “sigelo”, “sigela roko” aŭ “kovra roko”. Aldone kaj la rezervujo kaj la sigelo devas troviĝi en geometria situacio, kiu ebligu la akumuladon de nafto (kio en la nafto-sistemo nomiĝas “strukturado de la baseno” kaj “formado de kaptilo”). Do por ke estu efika nafto-sistemo, ne nur devas ekzisti la diversaj elementoj (genera roko, strukturoj, rezervujo, sigelo, kaptilo), sed ĉiuj procezoj (la formado de tiuj elementoj kaj la nafta generado, migrado, kaptado kaj akumulado) devas okazi laŭ kunordigita tempo en la historio de la baseno. Se ekz-e ekzistas genera roko kaj okazas generado de nafto, sed tamen estas neniu baro aŭ kaptilo al la migrado, la nafto ne akumuliĝas kaj atingas la tersurfacon (ĉu de subaera tereno, ĉu de oceana planko) kaj do eksudas. Eksudanta nafto pro ne plu subteraj kondiĉoj de premo normale eligas sian gasan frakcion al la aero, kaj la pure likva fazo normale suferas oksidadon aŭ biodegradadon, ne plu servante kiel nafto (Tissot & Welte, 1984; Baker *et al.*, 1986).

Por atingi naftakumuligojn en sedimentaj basenoj oni boras putojn, kies longeco nuntempe averaĝas je ĉ. 2 500 m en Usono (Slav, 2019). La manieroj per kiuj oni decidas, kien bori la puton kaj same kiel oni taksas ĉu la puto vere atingis naftakumulon kaj ĉu ĝi estas de ekonomia intereso, variis laŭ la progresoj de la sciencoj kaj de la rilataj industriaj teknikoj, sed jam en la 20-a jarcento la pli granda parto de la esplora laboro en la nafto-industrio (do tiu, kiu okazas kun la celo malkovri naftakumulojn) baziĝis sur la analizado de nerektaj informoj pri la terkrusto kaj pri la traboritaj roktavoloj. La scienca fako, kiu ĉefe okupiĝas pri la nerektaj metodoj por studi kaj karakterizi la rokojn en la terkrusto kaj la diversajn dividojn de la interno de planedo, nomiĝas Geofiziko. Per mezurado kaj analizado de fizikaj fenomenoj kaj proprecoj la geofizikaj teknikoj ebligas nerektan komprenon pri regionoj de la planedo, kiujn la homoj ne povas mem vidi aŭ tuŝi.

Plej gravas por la nafto-industrio estas la teknikoj de reflektio-sismologio, kiu uzas la principojn de sismologio por studi pere de reflektitaj sismaj ondoj la trajtojn de la subteraj tavoloj. La reflektio-sismologia tekniko funkcias simile al sonaro aŭ

ĉholokalizo. La sismaj ondoj estas mekanikaj perturboj, kiuj vojaĝas en la Tero kun varia rapideco laŭ la malsamaj akustikaj impedancoj de la tavoloj, en kiuj ili vojaĝas. La akustika impedanco estas funkcio de la denseco de la roko tra kiu la sisma ondo vojaĝas. Kiam sisma ondo vojaĝanta tra la Tero renkontas interfacon inter du materialoj kun malsamaj akustikaj impedancoj, parto de la ondoenergio reflektiĝas ekde tiu interfaco kaj parto refraktas tra ĝi. Baze la reflektio-sismologia tekniko konsistas el generado de sismaj ondoj kaj mezurado de la tempo bezonata por ke tiuj ondoj vojaĝu de la fonto, reflektiĝadu pro la diversaj interfacoj subtere kaj estu detektitaj de aro da riceviloj (nomitaj “geofonoj” aŭ “hidrofonoj”) ĉe la surfaco de la Tero. Kontrolante la rapidecon de la sismaj ondoj kompare kun la vojaĝdaŭroj ekde la fonto ĝis la diversaj surfacaj riceviloj, la geofizikistoj povas rekonstrui la vojojn de la ondoj por konstrui bildon de la subtero. Tiu tekniko ne estas fremda al la nuntempa homaro, ĉar la sama principo la Medicino uzas por la ultrasonografiaj teknikoj, kiuj ebligas nerekte observi la bebon en la patrino dum gravedeco.

Efektive la akirita sisma volumeno ebligas al fakuloj rekonstrui la distribuon de la roktavoloj en sedimentaj basenoj. La diversaj teknikoj por analizo de la sismaj signaloj ebligas difini kiom varias la denseco de la diversaj tavoloj kaj de tio oni interpretas ĉu povas temi ekz-e pri argilita aŭ arenita tavolo samkiel ĉu ĝi estas saturita de akvo aŭ de alia malpli densa fluido, kiel nafto aŭ natura gaso. Kiam oni interpretas en tiu sisma volumeno la ekziston de la diversaj elementoj de la nafto-sistemo, ĉefe la ekziston de geometrio, kiu similas al tiu de ordinare modeligitaj naftakumuligoj, tio donas sekurecon difini la lokon de kiu oni komencu trabori la puton ĝis la akumuligo. Sed tio estas nur la komenco de la laboroj.

Kvankam nepra por la nafto-esplorado, la detaloskalo de la sismaj bildoj en la plej bonaj okazoj estas de 25 m, sed ofte de ĉ. 50 m. Tio signifas, ke ekz-e 50-metra sinsekvo de po 1-metron dikaj tavoloj (do 50 tavoloj) povas esti observata kiel nur unulinia elemento depende de la kvalito de la sisma bildo. Sendube la sisma bildo estas nepra por decidi pri la itinero de la puto, sed necesas la aplikado de aliaj teknikoj, kiuj ebligu pli detale taksu la rezultojn de la puto, ekde la tuta stratigrafia identigo de la trapasitaj tavoloj ĝis la kompreno pri kiuj fluoj efektive troviĝas en la celataj tavoloj kaj kiom porozaj kaj permeablaj por la produktado de nafto aŭ gaso ili estas. Tiuj pli detaladaj teknikoj troviĝas en la inĝenieria arto de nafto-puto-konstruado kaj en la akirado de geologiaj datumoj en la puto, kio kunigas inĝenieran, geofizikan kaj geologian sciojn kaj formas unu el la bazoj de la petrofizikaj studoj. Kaj por ke oni komprenu kiaj estas la rokoj traboritaj de nafto-puto kaj kiel ili distribuiĝas, oni povas ĉefe apliki du teknikojn: la akiradon de rokspecimenoj por rekte analizi la traboritajn rokojn kaj la sondadon de la puto per diversprincipaj sondiloj, kiuj kaptas kaj mezuras fizikajn proprecojn de la formacioj kaj ebligas do nerektan interpretadon de la rokoj.

Pri la Konstruado de Nafto-putoj oni povas diri, ke temas pri impona aro da teknikoj, ĉar tiuj ebligas ne nur simple bori puton, sed plene kompletigi ĝin por sekura produktado de la fluoj. Kvankam la unuaj nafto-putoj longis kelkdekojn da metroj, nuntempe la homaro kapablas bori vere longe kaj profunde en la teron.

Gravas diferencigi inter longeco kaj profundeco de puto, ĉar ofte putoj estas direktitaj kaj do ne vertikale rektaliniaj, kio kaŭzas diferencon inter mezurita longeco kaj vera vertikala profundeco. Ĉiel ajn por ambaŭ nocioj la nuntempaj atingoj estas impresaj. La ĝis nun plej longa borita puto estas 15-kilometrojn longa, kvankam ne pli ol 1-kilometron profunda. Ĝi estas la puto O-14 borita en ekstremorienta Rusio, ĉe la insulo Saĥaleno, norde de Japanio. En tiu regiono troviĝas ankaŭ la aliaj rekordaj putoj pri longeco, nome en la nafto-kampo Chavyo. Tamen la plej profunda puto en la mondo ne estis borita pro nafto, sed ja por testi la teknikajn limojn de la arto bori putojn. Ankaŭ ĝi troviĝas en Rusio, sed en la alia ekstremo, en la duoninsulo Kola, nordokcidente en la lando, apud Finnlando. La puton komencis bori Sovetunio dum la 1970-a jardeko: ĝi atingis la markon de ĉ. 12 km da vera vertikala profundeco kaj oni devis haltigi la boradon pro tiame ne trapaseblaj kondiĉoj de premo, temperaturo kaj dureco. Neniu nafto-puto ĝis nun bezonis rompi la rekordon de la puto de Kola, sed pro la malfacileco malkovri novajn naftakumuliĝojn, pli kaj pli la nafto-putoj celas atingi pli profundajn markojn. Nuntempe oftas putoj, kies profundeco estas ĉ. 7 kilometroj sub la ĝenerala marnivelo.

Pro tio, ke la borado de puto altigas la diferencon de premoj inter la malpli kaj pli profundaj regionoj de la baseno kaj tio povas kaŭzi fluon de fluido el la fundaj partoj ĝis la surfaco, necesas kontrole bori, observante la premsituacion en la puto. Por tio la inĝenieroj uzas specialan borfluidon ("borkoton"), kiu konstante okupas la spacon en la puto dum la laborado. La borfluido havas diversajn utilojn. Ĝi estas kiel densa emulsio, kiu konsistas el likva fazo (normale salakva, olea aŭ parafina) kaj solida fazo, kiu donas apartan pezon al la tuto. La pezo de la borfluido devas kompensi la premdiferencon inter la formacio kaj la surfaco kaj tiel garantii, ke fluoj ne fluu supren dum oni boras la puton. Tiu kompenso okazas ne nur rekte pro la pezo de fluido, sed ankaŭ pro tio, ke la likva fazo ("filtraĵo") emas invadi la porozajn formaciojn kaj la solida fazo ("kotopasto") emas algluiĝi al la putamuro, formante kvazaŭ cementan tavolon, kiu izolas la formacion de la puto. La borfluida pezo tamen devas esti proksimume ekvilibra kompare kun la premdiferenco, ĉar troa invado pro alta pezo ankaŭ povas kaŭzi hidraŭlikajn frakturojn en la formacio kaj damaĝi la celatajn rezervujojn. Tiu pezkompenso de la borfluido estas nepra por la sekureco de la laboroj pro diversaj kialoj: la sola enfluo de fluoj dum borado povas simple detruigi la puton, disrompante la putan muron kaj perdigante la tuton, kaŭzante minimume ekonomiajn perdojn, sed la diversaj fluoj en la profundo ankaŭ ne devus libere eskapi surfacen pro tio, ke ili estas ĉu eksplode bruligeblaj (kiel la hidrokarbonoj), ĉu toksaj kaj mortigaj (kiel la hidrogena sulfido).

Aldone al tiu diversaspekta porsekureca utilo la borfluido ankaŭ laboras por la efikeco de la borado, ĉar ĝi lubrikas kaj malvarmigas la borilon. Krome, pro tio, ke ĝi cirkulas desupre internen de la borkolono al desube tra la puto, ekstere de borkolono, reen al la surfaco, la borfluido forportas la fragmentitajn rokmaterialojn, kiuj estas apartigataj en speciala parto de la nafto-platformo aŭ ŝaktejo. Krome ankaŭ estas diversaj aparatoj, kiuj detektas gasojn, kiuj neeviteble venas surfacen kune kun la refluo de la borfluido: tiu gasdetektado ankaŭ utilas por indiki, ke la

puto proksimiĝas al naftakumuliĝo. Tiu tuta boretapo estas la unua rigardo, kiun geologoj faras pri la traboritaj rokoj kaj ĝian fluidan enhavon. La gasetektado estas konstante akompanata kaj la fragmentitaj specimenoj estas regule kolektataj kaj priskribataj helpe de lupeoj. Tio helpas konstrui la unuajn profilojn de la puto rilate la rokan situacion. Se eblas observi, ke la rokfragmentoj estas “malpurigitaj” de nafto, tio indikas, ke la puto jam trapasas rezervujon. Temas pri sendube grava parto de la laboro, tamen ankoraŭ nesufiĉa por la detala studado, ĉar tia priskribado de fragmentoj kaj detektado de gasoj ne ebligas precize konkludi je kiu profundeco troviĝas la rezervujo nek kiom dika kaj entute kia ĝi estas.

Por tia pli kontrolinda kompreno pri la roksituacio oni uzas do sondilojn, kiuj redonas fizikajn proprecojn de la roktavoloj kaj ebligas pli precizan difinon de iliaj profundecoj, dikecoj kaj aliaj karakterizoj. Tiuj sondiloj estas iloj kelkmetrojn longaj, malpli dikaj ol la puto-diametro, kiuj per diversaj metodoj sukcesas kapti kaj mezuri fizikajn proprecojn de rokoj. Ordinare ili havas serion de sensoroj, se la kaptado-mezurado okazas pasive, aŭ serion de eligiloj kaj sensoroj, se la metodo postulas unue instigi reagojn al la roko por mezuri la respondojn. La naturo de la mezuritaj proprecoj ordinare estas elektra, radioaktiva kaj akustika. La sondado povas okazi jam dum borado, per sondiloj kuplitaj al la borilo. En la angla oni tion nomas “LWD” (*logging while drilling*; kio en Esperanto povus esti SDB, “sondado dum borado”). Tamen la sondmetodo, kiu donas la plej regeblajn kondiĉojn por sondado, ordinare estas la kabla (angle *wireline*), kiam oni haltigas la boradon kaj cirkuladon de borfluido, demetas la borkolonon kaj malsuprenigas per kablo la sondilaron ĝis la fundo de la borata puto-fazo kaj poste resuprenigas la sondilaron, farante la diversajn fizikajn mezurojn. La kontrolita scio pri la longeco de la kablo kaj ĝia streĉo pro la tirado supren ebligas precize difini je kiu profundeco okazas ĉiu mezuro. La mezurado en tiu akirmetodo estas regula kaj kvazaŭ kontinua, kun mezuroj ordinare prenataj je ĉirkaŭ ĉiuj 15 cm aŭ malpli, depende de la detalskalo de kelkaj iloj. Kvankam la puto-sondado akiras mezurojn ne nur pri elektraj proprecoj, sed ankaŭ pri aliaj (ekz-e pri radioaktiveco kaj akustika sinteno, kiel supre menciite), oni kutime nomas tiun akirprocezon “elektra sondado de putoj” (en la angla *electric well logging*, en la franca *diagraphie électrique de puits*, en la portugala *perfilagem elétrica de poços*).

La rezulton de la elektra sondado oni nomas “puto-sondaĵoj”, ankaŭ nomeblaj “profiloj” aŭ “kurboj”, diversaj laŭ la proprecoj mezuritaj de la sondiloj: kalibro, gama-radiado (totala aŭ spektra), rezistiveco/konduktiveco, spontanea potencialo, denseco, fotoelektra faktoro, neŭtrona porozeco, akustika (mal)rapideco, nuklea magneta resonanco, temperaturo, premo ktp. Se la mezurado okazas laŭ alte detala skalo, oni ankaŭ diras “bildigo”, kiel por la elektra kaj akustika “bildoj”, ĉar tiuj rezultas kvazaŭ kiel fotoj de la puto-muro. Kelkaj sondiloj aldone faras specialajn mezurojn kiel por premo kaj ankaŭ por rekta akirado de specimenoj de rokoj kaj fluoj en specifaj profundecoj. La tradicia maniero en kiu oni reprezentas la kurbojn, estas per duaksa grafiko, ĉe kiu ordinare la vertikala akso reprezentas la profundecon aŭ longecon de la puto kaj la horizontala akso reprezentas la mezuritan proprecon. Se

la proprecoj havas similajn naturojn aŭ skalojn, ili povas reprezentiĝi sur unu sama grafikaĵo, kaj la diversajn grafikaĵojn por unu sama puto oni organizas laŭ la sama profundoreferenco por ebligi kunrilatigon de la diversaj fizikaj respondoj.

Pro diversaj kialoj oni faras elektran sondadon. Ĝi estas samtempe inter la plej efikaj kaj relative malmultekostaj rimedoj por taksi la rezultojn de nafto-puto. Per la diversaj sondaĵoj eblas identigi litologiojn kaj ilian distribuon en la stratigrafio, trovi korelativeton inter malsamaj putoj, distingi porozajn kaj neporozajn tavolojn kaj taksi dikaĵojn, kiuj estas de ekonomia intereso (rilate dikecon, porozecon, tipon de fluido ktp). Estas aliaj rimedoj malpli kostaj, sed ne egale efikaj, samkiel aliaj pli efikaj, sed multe pli kostaj. Inter tiuj pli efikaj estas la rekta akirado de rokkolonaj specimenoj per specialaj boriloj. Tiaj boriloj ebligas venigi al la surfacon rokkolonajn kelkdekmetrojn longajn, per kiuj eblas rekte studi la rokojn ankaŭ per laboratoriaj metodoj, tamen estas nepraktike akiri por la tuta puto kaj eĉ por ĉiuj putoj en unu sama nafto-kampo tiujn rokkolonajn, ĉefe pro la grandaj ekonomiaj kostoj, inkluzive pro tio, ke temas pri relative malrapidaj procezoj, kreskigantaj la tempon de la borfazo. Tamen, kiam ĝi estas ekonomie ebla, la akirado de rokkolonaj specimenoj utilas por agordi la interpretadon de la puto-sondaĵoj kaj redukti la necertecojn de la nerektaj metodoj.

Tiuj necertecoj estas ne nur ĉar nerektaj metodoj povas mem ebligi ambiguajn interpretadojn (ekz-e alta mezuro de gama-radiado povas indiki i.a. tre argilecan formacion aŭ egale saltavolon riĉan je potaso/kalio). Efektive ju pli da mezuroj per nerektaj metodoj estas, des malpli da necerteco oni frontas (ekz-e aldona mezuro de rezistiveco povus helpi diferencigi argiliton de potasa salo, ĉar la unua emas esti malpli rezistiva ol la dua), sed la necerteco ankaŭ kuŝas en la fakto, ke la sondiloj ne mezuras proprecojn el originala formacio, sed el formacio perturbita de la puto-boraj procezoj. Oni nomas tion la "puto-medio".

Inter la aspektoj de la puto-medio, kiujn devas observi analizistoj de puto-sondaĵoj, estas: la dezajno mem de la puto, ekz-e la diametro de la puto-fazo kaj la situacio de la puto-muro; la invado-procezo (t.e kiom profunde la filtraĵo de la borfluido eniris la formacion kaj ĉu eventuale la formiĝinta kotopasto sur la puto-muro estas tro dika); kaj la direkto de la puto kompare kun la direkto de la tavoloj (kio povas kaŭzi ŝajnajn klinecon, anizotropion ktp). Ĉiuj tiuj aspektoj estas tre gravaj, sed aparte la invado-procezon oni devas atenti, car ĝi principe ĉiam okazas kaj povas radikale ŝanĝi la originalan medion, ekz-e se sala filtraĵo de akvo-bazita borfluido invadas formacion, anstataŭigante nafto-enhavon en ties poroj. La sala filtraĵo estas nature nerezistiva, dum nafto-enhavo estas nature rezistiva: do analizistoj povus konfuziĝi pri tio, ke, se ili ne identigas la efikon de la invado, do ne studas la puto-medion, ili povus konkludi, ke temas pri tavolo akvo-porta, dum vere ĝi estas nafto-porta.

Denove unu el la manieroj kompreni tiujn influojn de la puto-medio estas kompari diversajn mezurojn. Ekz-e la sondiloj por rezistiveco povas esti konstruitaj por funkcii laŭ diversaj radiusoj de "legado". Unu sama sondilo povas mezuri rezistivecon kelkajn milimetrojn ĝis tri metrojn ene de la rokformacion ekde la pu-

to-centro. Se per komparo de tiuj diversaj mezuroj oni notas, ke la respondoj pri rezistiveco varias, oni povas konstrui la profilon de la invado-procezo kaj korekti la mediajn efikojn ĉe la interpretado.

La celo de la puto-sondaĵoj estas redoni scion pri la situacio de la rokoj traboriritaj de la nafto-puto. Do por interpreti la putosondaĵojn la analizistoj devas havi kelkajn antaŭsciojn, kio devas redukti necertecojn kaj doni direkton al la interpretado. Efektive, kiam okazas decido bori puton, la teamoj jam scias de siaj aliaj interpretoj, kiajn rokojn oni devas trovi subtere kaj en kiu stratigrafia situacio ili troviĝas. La akirado kaj interpretado de la puto-sondaĵoj estas kiel konfirmoj aŭ ne de tiuj antaŭaj interpretoj.

Kvankam ne malofte puto-sondado okazas laŭ la tuta longo de la nafto-puto (ĉar tio gravas por la finkonstruo de la puto), plej ofte la plej detalaj kaj informriĉaj puto-sondadoj okazas ĉirkaŭ la profundeco de la celitaj rezervujoj, ĉar tio devas difini la ekonomian sukceson de la puto. La arton interpreti puto-sondaĵojn por konkludo pri la ekonomia intereso de la puto-projekto oni nomas "Petrofizika Taksado". Per ĝi eblas karakterizi traboriritajn rokojn kaj iliajn fluidojn laŭ la fizikaj proprecoj, nerekte per la puto-sondaĵoj kaj rekte per rok- kaj fluid-specimenoj akiritaj. Baze la petrofizika taksado celas kalkuli por la celitaj roktavoloj iliajn efektivajn porozecojn kaj iliajn saturadojn per hidrokarbono aŭ akvo. Kaj por tio bezonatas minimuma programo de sondado, kiu devus inkluzivi la akiradon de la jenaj proprecoj: gama-radiado, rezistiveco kaj denseco (aŭ alternative akustika malrapideco).

Tio estas la minimuma programo por akceptebla baza taksado, se konsideri, ke ofta geologia situacio por naftakumuligo estas tiu de siliciklastaj formacioj formitaj el intermetitaj tavoloj de arenito kaj argilito, en kio la arenitoj estas la rezervujo kaj la argilito estas la sigelo (oni vidu supre pri la elementoj de nafto-sistemo). Per la gama-radia sondaĵo eblas bone difini la roktavolojn, ĉar arenitaj tavoloj prezentas malaltan gradon de gama-radiado, dum argilitaj tavoloj prezentas pli altan gradon. Aldone eblas per gama-radiado kalkuli la proporciojn de sablo kaj argilo en la rezervujo, kio gravas, ĉar ju pli rezervujo havas malgrandan proporcion de argilo, des pli granda devos esti ĝia efektiva porozeo. Per la mezurado de denseco eblas kalkuli la tutan porozecon de la roktavoloj, kaj la subtraho de la kalkulita argila proporcio el tiu tuta porozeo donas la efektivan porozecon. Per rezistiveco eblas kalkuli kiom da akvo aŭ hidrokarbono okupas la porojn.

Samkiel la puto-sondaĵoj, ĉiuj tiuj kalkuladoj reprezentigas en la formon de "kurboj": por ĉiu mezuro ĉe puto-sondaĵoj devus esti iu kalkulo por la taksado de la rezervujo, ordigite laŭ la profundeco/longeco de la puto. Finfine per difino de "tranĉvaloroj", kiuj difinas por tiu geologia situacio, kio estas ekonomie interesa, kio ne, eblas havi la "totaligon" de la interpretado. Tiu totaligo difinas kiom de la longeco de la puto estas sub ekonomiaj proporcioj de argileco kaj super ekonomiaj proporcioj de efektiva porozeo kaj hidrokarbonsaturado. Tiu totaligo donas laŭlitere la "netpagon" (angle *net pay*) de la puto.

Kompreneble tiuj estas bazaj aliroj kaj varias la metodoj por atingi tiujn kalkulojn. Tre ofte la disponeblo de aliaj puto-sondaĵoj estas pli granda ol tio. Sponta-

nea potencialo, ĉar ligita al la akirado de rezistiveco, ofte disponeblas, samkiel la tri sondaĵoj por studo de porozeco: denseco, neŭtrona porozeco kaj akustika malrapideco. Aldone haveblas la fotoelektra faktoro, subprodukto de la akirado de denseco. Ju pli promesprena rilate ekonomian intereson estas la puto, des pli riĉa estas la programo de sondado.

Menciindas, ke la puto-sondadoj komenciĝis en la 1920-aj jaroj, danke al la klopodoj de la fratoj Schlumberger. Conrad (1878-1936) kaj Marcel (1884-1953) Schlumberger, la fizikisto kaj inĝeniero, kiuj fondis Schlumberger Ltd. en 1926, estas konsiderataj la inventintoj de elektra sondado. Conrad gvidis la evoluon de la 4-elektroda aranĝo por elektraj mezuroj por terena surfaco, poste adaptita fare de ambaŭ fratoj por aplikoj en putoj. La metodo de mezurado de surfacrezistiveco estis ekevoluigita en 1912 por prospektorado de metalhavaj deponaĵoj. La fratoj proponis ĝin komerce ekde 1919, jam firmigitan en la 4-elektroda sistemo, tiam celante ĝin apliki ne nur al minado, sed ankaŭ al akvo- kaj nafto-esplorado, ĉar rezistiveco-variadoj indikis ŝanĝon ne nur de mineralogio, sed ankaŭ de fluidoj sub la tereno.

En 1927 ili havis la ideon uzi la saman metodon vertikale por putoj. De tio naskiĝis la puto-sondado. En tiu jaro la Nafto-Kompanio de Pechelbronn (Francio) akceptis testi la elektran mezuradon por kompreno de la roktavoloj. La 5-an de septembro 1927 la teamo de la fratoj Schlumberger malsuprenigis elektran sondilon en puton en la alzaca regiono de Francio, ilia devenregiono, naskigante la unuan elektran puto-sondaĵon en la historio. Ĝi estis lateroprofila rezistiveca sondaĵo, de supre ĝis malsupre, en 500 m longa puto, kun nekontinua mezurado en la spaco de 130 m ĝis 270 m, prenante mezuradojn de metro post metro.

Sondado por akiri mezurojn de rezistiveco kaj spontanea potencialo, la solaj tiam disponeblaj, fariĝis do praktiko en la 1930-aj jaroj en la nafto-industrio. La sondaĵoj estis uzataj por indiki la ĉeeston de hidrokarbonoj (rezistiveco) kaj la plimalpli permeablajn tavolojn (spontanea potencialo), sed en aliro esence kvalita. Nur en 1942 E. G. Archie publikigis siajn studojn kun propono por konsekvenca kvanteca aliro de tiuj taksadoj, trovante rilatojn inter la mezuroj de rezistiveco de la rok-fluida sistemo pere de iu "formacia faktoro" ligita al ĝia porozeco, de kio eblis konkludi ankaŭ kioma estas la saturado de akvo (kaj do la saturado de hidrokarbono) en rezervujoj. La ekvacio de Archie estas konsiderata la fundamenta ekvacio de Petrofiziko.

La 1940-aj jaroj estis markitaj ne nur per la publikigo de la ekvacio de Archie, sed ankaŭ per aliaj progresoj en puto-borado kaj -sondado. Kaj la akustika kaj nuklea aŭ radioaktiva sondiloj estas ekuzataj kune kun la elektra en ĉi tiu jardeko. La gama-radia sondilo estis lanĉita de Well Survey Inc. (WSI) en 1939, kaj sekvita de la neŭtrona sondilo en 1941, de la sama firmao. La normo de prezentado de profiloj laŭ 3 vertikalaj trakoj (mezurado por profundeco) estis plifirmigita de 1945. La unua puto borita per oleobazita borfluido estis konstruita en 1948, en la nafto-kampo Rangerly, Kolorado (Usono). Ĉio tio diversigis la alirojn de la ekonomia taksado de geologiaj formacioj – kaj nehazarde Archie, ĉar li estis profunde enplektita en la temo, en 1951 proponis la terminon "Petrofiziko" por nomi la arton interpreti

la rokojn pere de la diversaj fizikaj proprecoj mezuritaj de puto-sondadoj. Pro tio ne eblas malligi Petrofizikon de la taksado de rokoj kun ekonomia intereso por la industrio de mineralaj kaj energiaj resursoj.

Kiel aludite pli supre, esence tiu taksado baziĝas sur la kompreno, ke la mezuroj reprezentas “rok-fluidan sistemon”, tio estas volumeno de roko kun poroj, kies poroj enhavas fluidon. Tiu volumeno estas limigita al la radiuso de legado de la sondiloj, certe malpli ol 3 metroj kaj ofte nur kelkajn centimetrojn perpendikulare de la puto en la formacion. La diversaj fizikaj proprecoj estas analizataj kun la celo identigi la diversajn proporciojn de tiu sistemo. Por taksado de rezervujo, tio signifas ĉefe kompreni: 1) kiom de la sistemo estas solida volumeno kaj kiom estas fluida (poroza volumeno); 2) kiom de la solida volumeno estas “matrico” (ĉefa grajn-arango) kaj argilo (disigita argila enhavo ene inter la matrico); 3) kiom de la poroza volumeno (tuta porozeco) estas efektiva porozeco (neargila) kaj mikroporozeco (argila); kaj 4) kiom de la efektiva porozeco estas okupita de akvo kaj de hidrokarbono (satureco).

En la fruaj periodoj de la petrofizika taksado nur rezistiveco kaj spontanea potencialo disponeblis por tio. La aliroj ĝis Archie estis pro tio esence kvalitaj, kiel jam dirite. La bazo de tiu interpretado estas la kompreno, ke rezistiveco de roko estas la grado per kiu ĝi povas malhelpi la fluon de elektra kurento. Ĝi estas mezurata laŭ $\text{Ohm}\cdot\text{m}^2/\text{m}$ (tradicie reprezentita simple per “ohm.m”). Plimulte da rokoj estas rezistivaj (escepte de tiuj metalhavaj) kaj la kapablo kondukti elektran kurenton estas funkcio ĝenerale de la kondukteco de la fluido en la porspacoj de la roko. “Dolĉa” aŭ “freŝa” akvo ne kondukta elektron; tamen la formacia akvo, profunde en la tero, ordinare estas relative sala kaj la salaj jonoj troveblaj en ĝi kreskigas tiun konduktecon: do en tiu situacio akvo-saturita formacio normale havas malaltan rezistivecon. Male hidrokarbonoj estas nekonduktaj: tial formacioj hidrokarbonportaj prezentas pli altajn rezistivecojn.

Tiun unuan kvalitan komprenon kompletigas la analizado de la spontanea potencialo (SP-sondilo), kiam tio eblas. SP estas la mezuro de la tensiodiferenco inter movebla elektrodo en la puto kaj fiksa elektrodo ĉe la surfaco. Ĉi tiu elektra potencialo estas ĉefe generita kiel rezulto de interŝanĝoj inter fluoj de malsamaj salecoj, nome la borfluido kaj la fluoj en la formacio, kio signifas, ke mezuroj de SP uzeblas nur kiam la borfluido estas salakvo-bazita. Dum borado, pro la invado-procezo, la filtraĵo eniras la permeablajn rokformaciojn. Se la filtraĵo estas malpli sala ol la formaciaj fluoj, negative ŝargitaj kloraj jonoj de la formacia akvo deviiĝas la SP-kurbon maldekstren de arbitra referenclinio. Tiu linio estas difinebla de la nepermeablaj argilecaj formacioj. La grandeco de la deklino estas influita de kelkaj faktoroj, nome permeableco, porozeco kaj salecoj de la formacia akvo kaj de la borfluida filtraĵo. Samsence, permeabla formacio saturita de nafto aŭ freŝa akvo (do malpli sala ol la filtraĵo) deviiĝas la kurbon dekstren. Tial la naturo de la deflankiĝoj de la SP-kurbo povas indiki al geologoj, kiuj formacioj estas permeablaj aŭ penetreblaj. Se permeabla formacio prezentas altan rezistivecon, ĝi pli verŝajne enhavas hidrokarbonojn.

Kun la evoluo de la tekniko (invento de alitipaj sondiloj, kalkulaj ekvacioj kiel tiu de Archie kaj la komprenoj ĉirkaŭ la puto-medio kaj la procezoj pro puto-borado) la petrofizika taksado evoluis al kvanteca aliro. Nuntempe la rezistiveco-sondiloj redonas rezistivecon en la formacioj laŭ malsamaj radiusoj de legado, el kio rezultas kurboj de “malprofundaj”, “mezaj” kaj “profundaj” rezistivecoj. La malprofunda kurbo, leganta laŭ la plej malgranda legradiuso, montras la rezistivecon de la invadita zono ĉirkaŭanta la bortruon. La mezaj kurboj indikas la variadon de rezistiveco de la invadita zono ĝis la “virga zono”. La plej profundaj kurboj devus montri la originalan rezistivecon de la neinvadita zono, kiun oni akceptas kiel la veran rezistivecon de la formacio. Analizante la apartecon de tiuj kurboj, geologoj povas taksi la diametron de invado-procezo kaj eble determini, kiuj zonoj estas pli penetreblaj ol la aliaj.

La gamaradia sondilo (GR-sondilo) mezuras nature okazantan radioaktivecon de la formacio. Tiu estas pli alta ĉe argilomineraloj, ĉar ili estas pli riĉaj je potaso/kalio (K), uranio (U) kaj torio (Th), pro kio GR-sondaĵoj helpas la geologojn diferencigi inter rezervujaj (nearthilecaj) kaj nerezervujaj (argilecaj) rokoj. Aldone al tiu kvalita kompreno, eblas uzi GR-mezurojn por kalkuli la argilecon (“argila volumeno”) de formacio, kio gravas, ĉar rezervujaj ankaŭ enhavas argilon, ne nur kvarcon aŭ karbonatojn, kaj tio influas pri la efektiva porozeco. La plej simpla ekvacio por tio estas $V_{arg} = (GR - GR_{min}) / (GR_{maks} - GR_{min})$, ĉe kiu V_{arg} estas la kalkulata argila volumeno, GR estas la GR-mezuro en ĉiu specifa mezurita profundeco, GR_{min} estas referenca valoro en la puto, kiu reprezentas la averaĝan valoron de “pura” (senargila) formacio, kaj GR_{maks} estas referenca valoro en la puto, kiu reprezentas la averaĝan valoron de plenargileca formacio. Tiu tre simpla formulo estas kiel normaligo, kiu redonas valorojn inter 0 kaj 1 (kutime valoroj sub 0 kaj super 1 estas korektataj al 0 kaj 1), do kiu reprezentas la argilan volumenon per procentaĵoj inter 0% kaj 100% de la rok-fluida sistemo. Tiu procentaĵo siavice reprezentas la argilan proporcion de la sistemo kaj la mikroporozan onon de la tuta porozeco, principe saturita nur de akvo (ĉar la taksado okazas ĉirkaŭ la rezervujo; se estus taksado de genera roko, tio konsiderus saturadon per organika materio kaj rilataj fluidoj).

La denseco estas ŝlosila propreco por kalkulo de porozeco. La tuta denseco (ρ_t aŭ ρ_t aŭ ankoraŭ ρ_b aŭ ρ_b , pro la angla termino *bulk density*; ρ estas la greka litero, en Esperanto “rota”, en la angla “rho”, klasika simbolo por denseco) de la formacia volumeno legita de la denseco-sondiloj baziĝas sur la rilatumo de la maso de la volumeno kaj la volumeno mem. La mezurprocezoj tamen ne estas surbaze de simplaj mezuroj, sed de rilatoj inter atomaj karakterizoj de la volumeno. La sondilo havas eligilojn, kiuj elsendas gama-radiojn en la formacion. La gama-radioj kolizias kun elektronoj en la formacio, reeligante energion kaj disvastiĝante en procezoj konataj kiel Komptona Efiko, Par-Produktado kaj Fotoelektra Faktoro. La nombro kaj intenseco da tiaj kolizioj estas mezurataj pere de tiuj procezoj kaj rekte rilatas al la nombro da elektronoj en la formacio. Tio ebligas rilatumi atomnombron kaj atommason simile al maso kaj volumeno kaj ekhavi densecon de la formacio. Ĝenerale porozeco estas inverse rilata al la denseco de la roko, do ju pli densa, des malpli

poroza. Ĉar la respondoj al la eligitaj gama-radioj venas de la tuta rok-fluida sistemo (do kaj de rokoj kaj de fluidoj), la plej simpla ekvacio por kalkuli porozecon el denseco konsideras la referencajn densecojn de mineraloj kaj fluidoj en la formacio. Se ekz-e la formacio estas laŭ la geologiaj interpretoj arenita, la referenca denseco (ρ_{matrico}) devas esti ĉ. $2,65 \text{ g/cm}^3$ (denseco de kvarco, la ĉefa mineralo de arenitoj). Pri la fluído, ĉar la legradiuso de la denseco-sondilo estas tre malprofunda (kelkaj centimetroj), oni konsideras ĝin kiel tiun de la borfluida filtraĵo, ĉar principe la sondilo estas leganta la invaditan zonon. Tio helpas, ĉar malfacile eblas certi pri la fluído en la formacio. Se la borfluído estas akvo-bazita, la referenca denseco ($\rho_{\text{fluído}}$) estas ĉ. 1 g/cm^3 (denseco de akvo); se ĝi estas oleo-bazita, la referenca denseco ($\rho_{\text{fluído}}$) estas ĉ. $0,8 \text{ g/cm}^3$ (averaĝa denseco de likva parafino). La ekvacio por kalkulo de la tuta porozecon el denseco estas $\phi_{\text{den}} = (\rho_{\text{matrico}} - \rho_b) / (\rho_{\text{matrico}} - \rho_{\text{fluído}})$, ĉe kiu ϕ_{den} ("fiden" aŭ "phiden") estas la kalkulata tuta porozecon el denseco, ρ_b estas la denseco-mezuro en ĉiu specifa mezurita profundeco. Tiu tre simpla formulo, same kiel la ekvacio por argileco, estas normaligo kaj redonas la porozecon kiel valorojn inter 0 kaj 1 (0 kaj 100%; kun korektoj por valoroj sub 0 kaj super 1).

Neŭtronaj sondiloj, dua tipo de sondilo por mezurado de porozecon, funkcias simile al denseco-sondiloj. Eligiloj en la sondilo elsendas neŭtronojn pere de kemia radioaktiva fonto aŭ elektronika neŭtrongeneratoro. Hidrogenatoj havas preskaŭ la saman mason kiel neŭtronoj kaj kiam tiuj neŭtronoj kolizias kun hidrogenatoj en la formacio, ili perdas la maksimuman energian, malrapidiĝas kaj eventuale atingas tre malaltan energian – aŭ termikan – staton. La rapideco laŭ kiu neŭtronoj atingas la termikan staton estas proporcia al la hidrogenkoncentriĝo aŭ indekso (HI). Ĉar hidrogeno estas grava ero kaj de akvo kaj hidrokarbonoj, la HI povas esti uzata por determini la fluid-plenan porecon de formacio kaj de tiukomprena procezado la neŭtronaj sondiloj redonas "neŭtronan porecon" ($\phi_{\text{neŭ}}$ aŭ $\phi_{\text{neŭ}}$ – same "fineŭ" aŭ "phineŭ").

Trie pri kalkulo de porozecon, bazaj kaj oftaj estas la akustikaj sondadoj. Akustikaj sondaĵoj registras kiom (mal)rapide sonaj ondoj travagas la formacion. Ĉefa ondo-tipo estas la primara aŭ prema ondo. La sondilo elsendas tiajn ondojn kaj rekaptas ilin. La tempospaco inter la elsendo kaj la rekaptado, mezurata laŭ mikrosekundoj, redonas la "trafik-" aŭ "transit-tempon" (Δ_t aŭ delto). La malrapidecon oni mezuras laŭ mikrosekundo por futo ($\mu\text{s}/\text{ft}$ aŭ us/ft); aŭ por metro (m). Same kiel pri denseco, necesas scii aŭ supozi kiuj estas la materialoj en la rok-fluid-sistemo, ĉar principe la tuta sistemo respondas al la ondaj sonoj, kaj tio estas uzata kiel referenco por la kalkulo. La ekvacio por porozecon el sonaj sondaĵoj estas $\phi_{\text{son}} = (\Delta_t - \Delta_{t\text{-matrico}}) / (\Delta_{t\text{-fluído}} - \Delta_{t\text{-matrico}})$, ĉe kiu ϕ_{son} ("fison" aŭ "phison") estas porozecon kalkulata el sondaĵo, Δ_t estas la trafiktempo-mezuro en ĉiu specifa mezurita profundeco, $\Delta_{t\text{-matrico}}$ estas la trafiktempo de interpretita litologiaĵo kaj $\Delta_{t\text{-fluído}}$ estas la trafiktempo de interpretita fluído.

Krom la puto-mediaj efikoj antaŭe priskribitaj, ankaŭ la geologia situacio de la formacio povas influi la mezurojn kaj respondojn de la sondilo. Ofte utilas kompari la kalkulojn de ϕ_{den} , $\phi_{\text{neŭ}}$ kaj ϕ_{son} , ĉar ili ofte ne samas kaj tio povas indiki situacion

de tipo de aranĝo de grajnoj kaj porozecon (ekz-e ĉesto de frakturoj, porozeco pro dissolvado ktp). Teorie porozeco ne devus alti pli ol 47% (tio estas la porozeco de perfekta grajnaranĝo). Averaĝe la plej bonaj porozecoj en la naturo estas je ĉ. 26%. Porozecoj sub 8% emas reprezenti nepermeablajn rokojn aŭ neordinarajn rezervujojn.

Kiam estas interpretitaj tiuj situacioj kaj kalkulitaj argileco kaj porozeco, eblas kalkuli saturecon. Baze oni kalkulas akvo-saturadon (S_w , el la angla ekvivalento *water saturation*) pere de la ekvacio de Archie kaj tio redonas valoron inter 0 kaj 1, kio reprezentas 0% ĝis 100% (100% signifas, ke 100% de la porspaco estas saturita de akvo). De tio oni havas la hidrokarbonan saturadon ($S_{hk} = 1 - S_w$). Oni povas konkludi, ke rezervujo havas $S_w = 1$ (do plene akvo-saturita), kio signifas, ke la rezervujo estas efektive akvo-rezervujo kaj tre verŝajne tien neniam atingis hidrokarbono (relativa malsukceso el ekonomia vidpunkto por la nafto-esplorado). Tamen oni ne devus kalkuli $S_w = 0$, ĉar, eĉ se okazis plena naftakumuliĝo en la rezervujo, devus resti nereduktebla akvo, tio estas akvo, kiu estas en malgrandaj poroj "arestita" pro kapilareco. Kutime nereduktebla S_w estas inter 0,05 kaj 0,2, depende de la formacio. Aldone la interpretistoj devas atenti ĉu la formacio ne estas argileca. Ĉar la kalkulado dependas de rezistiveco, argilaj proporcioj, se tre signifaj en la rezervujo, povas kondukti elektron simile al salakvo, kaj tio povas rezultigi, ke la ekvacioj donas "falsan" S_w . Eblas tion eviti, uzante ekvaciojn, kiuj aldonas al la ekvacio de Archie elementojn, kiuj reduktas la argilan efikon.

Argileco, porozeco kaj saturado estas kalkulataj kiel procentaĵoj. Por kompreni la ekonomian valoron de formacio, necesas difini la tranĉvalorojn. Kutime estas ekonomie valoraj la partoj de la formacio, kiuj prezentas sub 50% da argileco, super 10% da porozeco kaj sub 50% da akvo-saturado. Tiuj do estas oftaj referencoj por tranĉvaloroj kaj de ili eblas kalkuli la netpagon de la puto. Se taksata rezervuja roktavolo traborita de la puto estas ĉe ĝi 100 metrojn dika, sed nur 40 metroj prezentas samtempe valorojn sub 50% da argileco, super 10% da porozeco kaj sub 50% da akvo-saturado, la netpago de la puto estas 40 m. De tio necesas kompreni, ke la petrofizika taksado donas konkludojn pri la formacio en medio de la puto – do tiuj konkludoj devas esti analizitaj sub la lupeo de aliaj metodoj, kiuj etendos ilin por la tuta formacio en la baseno. Kutime oni faras tion surbaze de la analizo de pluraj kunrilatigeblaj putoj en sama nafto-kampo.

Kvankam la historio de Petrofiziko estas forte ligita al la nafto-industrio, ĝiaj teknikoj nemalofte estas aplikataj por aliaj interesoj, ĉefe ankaŭ por metaloj kaj akvo, sed nuntempe ankaŭ por geotermo. La nafto-industrio cetere rigardas la geoterman energion kiel transiron de nafto al varmo kiel rimedon por energio kadre de la daŭripovigaj klopodoj de la nuntempo. Efektive la sola diferenco inter ambaŭ aliroj estas, ke pri varmo oni serĉas por egale permeablaj rezervujoj, sed sen nafto, nur kun akvo kaj en konvena geologia situacio de subtera varmeco. Ĉar oni esploras la varman akvon, la rezervujo devas esti preferinde poroza.

Petrofiziko estas sufiĉe konata en la nafto-industrio. SPWLA (en la angla *Society of Petrophysicists and Well-Log Analysts*, laŭlitere "Societo de Petrofizikistoj kaj

Analizistoj de Puto-Sondaĵoj”, internacie pli konata kiel Monda Societo de Petrofiziko) estas la internacia organizo, kiu zorgas pri la evoluigo de Petrofiziko kaj rilataj studoj en la mondo. La temo surprize ne estas vaste konata en universitatoj, krom en tiuj pli proksimaj de la nafto-industrio, kaj unu el la ambicioj de SPWLA estas vastigi tiun proksimigon. Per tiu ĉi enkonkudo tio ekkazas ankaŭ en Esperanto.

Bibliografio

- Hong, E., 2022: *25 Highest Paid Jobs and Occupations in the U.S.* (Investopedia.com).
- Marshak, S., 2016: *Essentials of Geology* (W. W. Norton & Company).
- Travelwayoflife, 2011: Foto “Quebrada de Cafayate” CC BY-SA 2.0 (Flickr.com²).
- Tissot, B.P. & Welte, D.H., 1984: *Petroleum Formation and Occurrence* (Spring-Verlag).
- Baker, A.M. et al., 1986: *Fundamentals of Petroleum* (3-a eld., Mildred Gerding).
- Slav, I., 2019: *The Truth About The World’s Deepest Oil Well* (OilPrice.com)
- Varhaug, M., 2016: *Basic Well Logging Interpretation* (Oilfield Review, Schlumberger).
- Crain, E.R., 2022 (konsulto-dato): *Crain’s Petrophysical Handbook* (Spec2000.net).

² <https://www.flickr.com/photos/travelwayoflife/6164348161/in/photostream>.

Kemiaj faktoroj en provizado de akvo por satigo de homaj bezonoj

Orlando E. Raola

Naskiĝis en Havano (1955). Doktoro pri Kemio (UC Santa Barbara, 2005) kaj profesoro pri kemio ĉe Santa Rosa Junior College. Esplorinteresoj rilataj al x-radia absorbada spektroskopio kaj al neŭtrona difraktado kaj ilia aplikado al studo de diversaj materialoj je la nanometra skalo kaj al mediprotektado. Esperantisto ekde 1984. Preleganto por la 75-a UK, preleganto en la Internacia Kongresa Universitato de la 88-a UK (Gotenburgo), en Havano en la 95-a UK kaj en Bonaero en la 99-a. UK, 100-a en Lillo kaj 101-a en Nitro, 102-a UK en Seulo kaj 104-a en Lahti. Ekloĝis en Usono en 1994, kaj tuj ekaktivis en la loka (San Franciska golfo), Kalifornia kaj tutlanda movadoj. Prezidanto de la landa asocio Esperanto-USA (2010 ĝis nun). Instruis en Somera Kursaro ĉe Universitato de Kalifornio San Diego (2010). Elektita al la Akademio de Esperanto (2016). Organizanto de la Esperantologia Konferenco kadre de la UK-oj ekde 2015. Elektita al la Estraro de UEA en 2019.



Resumo: Kemiaj faktoroj en provizado de akvo por satigo de homaj bezonoj

Disponeblo de sufiĉe da pura akvo estas esenca kondiĉo por vivo sur nia planedo, kaj tion agnoskas la Celo # 6 kadre de la Celoj por Daŭripova Evoluigo de Unuiĝintaj Nacioj. Malgraŭ la fakto ke kiel kemiaĵo akvo estas relative abunda sur la Tero, nur eta parto de la ekzistanta akvo taŭgas por satigi plejparton de la homaj bezonoj. Tiu ĉi prelego prezentas la kemiajn parametrojn kiuj ebligas aŭ malebligas diversajn uzojn de akvo, la analizajn ilojn nuntempe uzatajn por certigo de tiuj parametroj kaj plurajn sciencajn kaj teknologiajn evoluojn por plibonigo de akvokvalito kaj por recikligo de akvo post homa uzo.

Abstract: Chemical Factors in Water Supply for the Satisfaction of Human Needs

The availability of enough clean water is an essential condition for life on the planet, as stated by Goal # 6 of the United Nations' Goals for Sustainable Development. Even if water is a relatively abundant compound on Earth, only a tiny fraction of the existing water is suitable for most of human needs. The chemical parameters that allow or forbid diverse water uses are discussed in the lecture. Highlights of

the contemporary analytical tools used for water testing are presented, together with some of the scientific and technological advances in the field of water quality improvement, both before and after consumption.

Résumé: Les facteurs chimiques dans l'approvisionnement en eau pour la satisfaction des besoins humains

Disposer d'une quantité suffisante d'eau propre est une condition essentielle pour la vie sur notre planète, et c'est ce que reconnaît l'objectif n° 6 dans le cadre des objectifs de développement durable des Nations Unies. Malgré le fait que, en tant que produit chimique, l'eau est relativement abondante sur Terre, seule une petite partie de l'eau existante convient pour satisfaire la plupart des besoins humains. Cette conférence présente les paramètres chimiques qui permettent ou interdisent divers usages de l'eau, les outils d'analyse utilisés de nos jours pour vérifier ces paramètres et plusieurs avancées scientifiques et technologiques pour l'amélioration de la qualité de l'eau et pour son recyclage après utilisation par l'homme.

Enhavo

Kemiaj faktoroj en provizado de akvo por satigo de homaj bezonoj	41
Resumo.....	41
Abstract	41
Résumé.....	42
Enkonduko	43
Akvo sur la tero	43
Homajakvobezonoj.....	44
Kemia konsisto de akvo taŭga por homaj bezonoj	45
Elementoj ĉeestantaj en trinkakvo	45
Mikroelementoj malhelpaj	46
Malmoleco de akvo	47
Apliko de analiza kemio al kontrolo de akvokvalito	48
Spektroskopiaj teknikoj	48
Radiometriaj teknikoj	49
Specialaj analizoj	50
Plibonigo de akvokvalito	51
Kemia desinfektado kaj ĝiaj konsekvencoj	51
Forigo de pezaj metalaj jonoj	52
Konkludoj	53
Citaĵoj	53

Kemiaj faktoroj en provizado de akvo por satigo de homaj bezonoj

Enkonduko

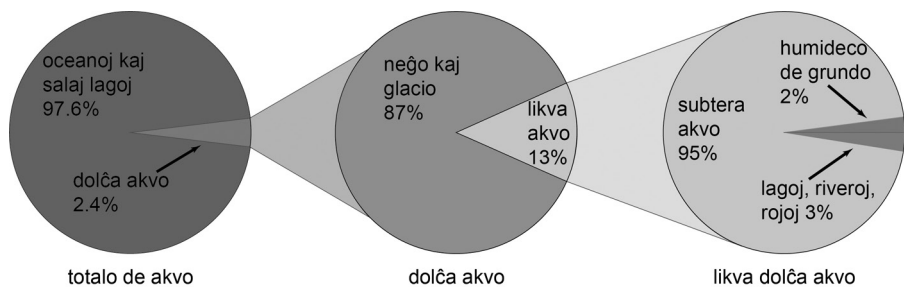
Akvo, la plej abunda molekulo sur la surfaco de la planedo Tero estas ankaŭ nemalhavebla medio por la estiĝo kaj evoluo de vivestaĵoj ĉi tie. La plej modernaj teorioj pri la estiĝo de vivo sugestas, ke ĉio komenciĝis en akvomasoj, nur poste akvaj organismoj migris al la seka parto de la planedo. Retrorigarde en la historio de la homaro, estas relative konstati la ligitecon inter la abundo de bonkvalita akvo kaj la disflorado de civilizacioj, kaj male, kiel homgrupoj kiuj montris grandan evoluintecon kaj vivipovon iam, relative rapide disfalis kaj malaperis kiam mankis akvo por satigo de la homaj bezonoj.

Malgraŭ tiu nekontestebla graveco de akvo, estas facile konstati, ke dum multaj jarcentoj, homoj ne konsciis pri la bezono alstrebi la purecon de la natura medio, ili traktis la akvorezervejojn kiel senpagajn defluejojn por malpuraĵoj kaj ĉiutipaj forĵetaĵoj. Sed kiam ekestis grandaj urboj, jam en la antikvaj tempoj, la bezono sekurigi puran akvon kaj eviti la miksiĝon de la deflueja akvo kun la akvofontoj fariĝis tre klare deviga. Ĉiuj grandaj civilizacioj de la pratempo starigis imponajn konstruaĵojn rilate al akvo kaj akvopurigado: la romia akvedukto estas inter la plej rimarkindaj ekzemploj, sed ankaŭ indas listigi kanalojn kaj akvobaraĵojn, artefari-tajn lagojn ktp.

Akvo sur la tero

Rigardate de la ekstera spaco, nia planedo aperas kiel blua ĵetglobeto sur profunde nigra fono. Ĝi estas blua pro tio, ke 71% de ĝia surfaco estas akvo. Ĝis antaŭnelonge, sciencistoj ne sukcesis rekoni, ke akvo estas senkolora likvaĵo kiam ĝi estas en relative malgranda maso, sed pro la konataj hidrogenaj ligoj, akvomasoj sorbadas videblan lumon en la ruĝa regiono kaj pro tio ili estas blukoloraj. Nia blua ĵetglobeto estus pli ĝuste nomita *La Akvo*. Aliaj mondoj en nia sunsistemo havas pli da akvo ol la tero (Kalisto kaj Ganimedo, satelitoj de Jupitero, kaj Titano, satelito de Saturno, estas ege multe pli akvoplenaj ol nia Tero), sed nur ĉi tie estas fizikaj kondiĉoj por natura ekzisto de akvo en ĉiuj tri fazoj: solida (glacio), likva (akvo) kaj gasa (vaporo).

Plejparto de la akvo sur la Tero estas sala akvo (97,6%), kaj el la freŝa akvo disponebla same plejparto troviĝas en la glaĉeroj de Antarkto kaj Gronlando, tia likva freŝa akvo estas nur eta parto de la tuto. Aldonindas, ke 95% el tiu freŝa likva akvo troviĝas subtere. Bildo 1 estis preparita surbaze de la plej fidinda nuntempa datenaro, kompilita de I. Shiklomanov kaj publikigita unuafoje en 1993 (1).



Bildo 1: Distribuo de akvo sur la planedo Tero.

Homaj akvobezonoj

La homa uzo kaj bezono je akvo povas esti disigita en tri ĉefajn erojn: terkulturado, industrio kaj hejma uzo. La hejma uzo povas esti plue subdividita en trinkakvo, akvo por purigado kaj por pretigado de manĝaĵoj. La taksataj kvantoj por ĉiu persono estas listigitaj en Tabelo 1, laŭ datenoj kompilitaj de Gleick(2).

Tabelo 1: Akvo por homaj bezonoj

Akvo bezonata de ĉiu persono ĉiutage	Minimuma kvanto (L)	Intervalo de mezuritaj kvantoj (L)
Trinkado	5	2 – 5
Forigo de ekskremento	20	0
Banado kaj sinpurigado	15	0
Kuirado kaj kuireja uzo	10	0
TOTALO	50	

Akvo en terkulturado ludas plurajn gravajn rolojn: irigacio, liverado de sterkoj kaj pesticidoj, bestobredado. La premo de terkulturo sur la akvorimedoj de la planedo estas ege granda. Tabelo 2 listigas la akvobezonojn por produkti diversajn nutraĵojn (3).

Tabelo 2: Akvo bezonata por produkti diversajn nutraĵojn.

nutraĵo	kvanto	akvo uzita (L)
ĉokolado	1 kg	17 196
bovaĵo	1 kg	15 415
ŝafaĵo	1 kg	10 412
porkaĵo	1 kg	5 988
butero	1 kg	5 553
kokidaĵo	1 kg	4 325
fromaĝo	1 kg	3 178

nutraĵo	kvanto	akvo uzita (L)
olivoj	1 kg	3 025
rizo	1 kg	2 497
pastajo (seka)	1 kg	1 849
pano	1 kg	1 608
pico	1	1 239
pomo	1 kg	822
banano	1 kg	790
terpomo	1 kg	287
lakto	250 mL	255
brasiko	1 kg	237
tomato	1 kg	214
ovo	1	196
vino	250 mL	109
biero	250 mL	74
teo	250 mL	27

Kemia konsisto de akvo taŭga por homaj bezonoj

La plej baza akvobezono, kiel montrite sube, estas la bezono je pura trinkakvo. Por konservado de sano, por eviti malsani ĉu akute ĉu kronike, trinkakvo nepre devas havi certan kvaliton. La difinado de tiu kvalito estas respondeco de registaroj lokaj, regionaj kaj tutlandaj. Ankaŭ internaciaj organizaĵoj partoprenas la prilaboradon de la rekomendoj kaj normoj pri akvokvalito. Por tiu ĉi referaĵo, la ĉefaj informfontoj estas la tutkanadaj Gvidlinioj por Kanada Trinkakva Kvalito, Health Canada (2019)(4), kaj la tutmondaj Gvidlinioj pri Sendanĝera Trinkakvo de la Monda Organizaĵo pri Sano [MOS, (5)].

La menciitaj dokumentoj difinas principe kvar parametrojn por la taksado de akvokvalito: mikrobiologia, kemia-fizika, radiologia kaj subjektiva juĝado de akceptebleco (koloro,odoro, gusto). La fokuso de tiu ĉi prezento iras laŭ kemiaj parametroj kun mallonga mencio pri la radiologiaj. La elekto rilatas al la faka kompetento kaj interesoj de la aŭtoro kaj nenial al la graveco de tiuj ne pritrakitaj parametroj.

Elementoj ĉeestantaj en trinkakvo

Iom arbitre oni povas nomi makroelementoj en trinkakvo tiujn kies koncentriteco estas en la nivelo de miligramoj per litro (mg/L), kaj mikroelementoj tiujn en koncentriteco mezurata en mikrogramoj per litro ($\mu\text{g/L}$). Plej grave estas, ke tiuj ĉi elementoj kaj jonoj estas ja bezonataj nutraĵoj. Tabelo 1 listigas la konsiston kaj normalan koncentritecan intervalon por tiuj jonoj.

Jonaj substancoj	Koncentriteca intervalo (mg/L)
kalcio (Ca ²⁺)	20–80
magnezio (Mg ²⁺)	10–50
hidrogenkarbonato (HCO ₃ ⁻)	100–300
sulfato (SO ₄ ²⁻)	20–250
fluorido (F ⁻)	0,8–1,2

Tabelo 1: Makroelementoj en trinkebla akvo

Ĉar la menciitaj kemiaĵoj estas jonoj, ili kontribuas al unu el la plej ofte mezurataj indikiloj de trinkakvo, la totalaj dissolvitaj solidoj (TDS, mezurata en mg/L). TDS estas facile mezurebla ĉar ĝi rekte rilatas al la elektra konduktivito de akvo, kiel ni montros en praktikaj partoj de la aldonaj prelegoj. Bona trinkebla akvo nepre havu TDS en la intervalo 10–500 mg/L.

Krom la makroelementoj, en akvo troviĝas multaj aliaj kemiaj elementoj je malpli alta koncentriteco. Parto el ili estas senĝenaj kaj eĉ rolas kiel nutraĵoj por la homo kaj la bestoj. Ili estas fero (Fe), zinko (Zn), kupro (Cu), kromo (Cr), seleno (Se), mangano (Mn), molibdeno (Mo), kobalto (Co) kaj jodo (I).

Mikroelementoj malhelpaj

La plej ĝenaj metalaj elementoj troveblaj en trinkakvo estas hidrargo (Hg), plumbo (Pb), kadmio (Cd), kromo (Cr) kaj arseno (As).

Hidrargo (Hg) trovas plurajn uzojn en industrio, kaj la defalaĵoj de produktoj enhavantaj hidrargon kreas ĝian ĉeeston en trinkakvo. La toksaj efikoj de hidrargo estas forte influataj de ĝia oksidiĝa stato, pro tio ke la kombinaĵoj de hidrargo(I) estas ege nesolveblaj, kaj tiel multe malpli damaĝaj ol tiuj de hidrargo(II). La efikoj de ingestado de hidrargo (0) estas praktike nulaj. La ĉefa sanmalhelpo de hidrarga toksigo estas ĝia akumuligo kaj detruo de la renoj. Trinkakvo devas nepre havi maksimume 1 µg/L.

Plumbo (Pb) troviĝas inter la plej damaĝaj toksaj elementoj por la homoj. Rezulte de plumba toksigo okazas problemoj en evoluo de la nerva sistemo, korvaskulaj malsanoj, difektiĝo de rena funkciado, alta sangopremo, malpliigo de fekundeco kaj naskiĝo-difektoj. En grandaj dozoj (akuta) aŭ pro longa interago (kronika) la sandifektiĝo, kiu povas esti mortiga, nomiĝas plumbismo. Plumbo tre malofte eniras trinkakvon por interago kun mineraloj, ĝi plej verŝajne devenas de malpurigo de la akvaj fontoj fare de plumbo post uzo en industrio, transporto (aŭtomobilaj baterioj, nun malaperanta uzo de tetraetil-plumbo), farbaĵoj kaj akvokondukiloj. La nuntempa provizora gvidlinio por plumbo en trinkakvo estas 10 µg/L.

Kadmio (Cd) estas peza elemento vaste uzata por piloj, en la produktado de ŝtalo kaj de plasto. Ĝi eniras la homan korpon kaj akumuligas en la reno dum tre longa tempo (jardekoj). Ĝi estas pruvita kanceriga substanco kiam ĝi eniras la korpon per enspirado, tamen ne ekzistas pruvo de tiu efiko por kadmio ricevita pere de akvo. Maksimuma koncentriteco permesebla en trinkakvo estas 3 µg/L.

Kromo (Cr) Dum la ceteraj metaloj diskutitaj en tiu ĉi sekcio estas ĉiam tokse malhelpaj, la situacio pri kromo estas multe pli kompleksa, kaj kemie kaj biokemie; iom surprize, ĝi troviĝas ankaŭ en la supra sekcio. Kromo kutime aperas nature en du malsimilaj oksidiĝo-statoj: kromo(III), en la formo de pozitiva jono Cr^{3+} kaj kromo(VI), en formo de negativa jono kromato, CrO_4^{2-} . Kiu el ili estas la ĉefa formo dependas de la oksidaj-reduktaj kapabloj de la medio, kiu favoras kromon(III) en abundo de reduktiloj kaj Cr(VI) en abundo de oksidiloj. Krome, observeblas influo de la media pH, ĉar Cr^{3+} ege emas formi nesolveblan hidroksidon, ĉe pH neŭtrala aŭ eĉ ete acida, dum la negativa Cr(VI) estas multe pli solvebla sub tiuj kondiĉoj.

Kromo(III) estas esenca nutra mikroelemento por bestoj kaj homoj. Ĝia manko forte difektas la metabolan procezon de glukozo, ĉar kromo efike interagas kun la insulinaj akceptantoj. Sed Cr(VI) facile eniras la vivantajn ĉelojn, ĉar ĝi mimike similas sulfaton SO_4^{2-} , kaj ene de la ĉeloj facile oksidas la nukleajn acidojn. Pro siaj solubleco, tokseco kaj moviĝemo, tiu ĉi lasta formo de kromo estas tre granda risko por la sano.

La nuna limo por totala kromo en trinkakvo estas 50 $\mu\text{g/L}$. Antaŭ 1993, la regulo etendiĝis nur al Cr(VI), sed ĝi ŝanĝiĝis depost tiam, interalie, ĉar la analiza disigo de ambaŭ oksidiĝaj statoj estas malfacile realigebla.

Arseno (As) estas abunde distribuita sur la Tero en pluraj mineraloj. Industria uzo de tiuj mineraloj venigas ĝin al la aero, de kie ĝi eniras la akvomasojn. Trinkakvo en pluraj landoj havas netolereble altajn nivelojn de As, speciale en Bangladeŝo. Trinkado de akvo enhavanta As kondukas al pluraj haŭtmalsanoj, neŭropatioj, renaj problemoj kaj kor-vaskulaj malsanoj. Ĝi estas unu el la malmultaj substancoj kiuj, akirite pere de trinkakvo, estas rekte ligitaj al estiĝo de kancero. Aparte danĝeraj tiurilate estas la organikaj kombinaĵoj de As, plejparte postlasaĵoj de pesticidoj. Ĝis pli profundaj esploroj pri la kancerigaj ecoj de As estos haveblaj, MOS fiksas provizoran superan limon de 10 $\mu\text{g/L}$ (5).

Malmoleco de akvo

Alia grava parametro kiu dependas de la koncentriteco de makroelementoj, estas la malmoleco de akvo. Ĉin ni diskutas nun sub la kvalitoj de trinkakvo, sed tamen ĝi estas ankaŭ ege grava por decidi pri aliaj hejmaj kaj industriaj uzoj de akvo.

Malmoleco de akvo estas mezuro de la koncentriteco de kalciaj kaj magneziaz jonoj en ĝi. Ekzistas diversaj manieroj mezuri kaj esprimi tiun malmolecon, sed verŝajne plej akceptebla estas la konvencia maniero esprimi la koncentritecon de ambaŭ jonoj Ca^{2+} kaj Mg^{2+} kiel la ekvivalenta kvanto de kalcia karbonato CaCO_3 (en mg/L) kiun oni devos dissolvi en tiu akvo por atingi la saman koncentritecon de du-pozitivaj jonoj. Tiel, akvoj kies malmoleco estas malpli ol 60 mg/L CaCO_3 estas konsiderataj *molaj*; inter 60 kaj 120 mg/L *modere malmolaj*; inter 120 kaj 180 mg/L *malmolaj* kaj pli ol 180 mg/L *tre malmolaj*(6).

Ĉar tiuj kalciaj kaj magneziaj jonoj estas ekvilibritaj de kontraŭ-jonoj por teni la elektran neŭtralecon observeblan en ajna ero de nia materia universo, oni povas diskuti la malmolecon rilate al tiuj kontraŭ-jonoj, negative ŝargitaj. Temas aparte pri hidrogenkarbonato (HCO_3^-) kaj sulfato (SO_4^{2-}). Malmolecon kaŭzitan de hidrogenkarbonato oni nomas *portempa*, ĉar ĝi povas esti relative facile forigita per boligado de akvo aŭ per aldono de solvaĵo de kalcia hidrokso (kalkakvo). Ambaŭkaze, la ekvilibro hidrogenokarbonato / karbonato estas puŝita al la flanko de karbonato, kaj okazas la precipitiĝo de kalciaj kaj magneziaj karbonatoj kaj rezulte akvo fariĝas multe pli mola.

Fine, indas rimarkigi, ke malgraŭ pluraj indikoj pri bonaj sanefikoj de tiuj ĉi mineraloj en trinkakvo, aŭ la iom ĝena gusto de akvo kiam la koncentriteco de kalcio superas 300 mg/L, la sciencistoj kiuj pretigis la MOS-raporton pri trinkakvo, konkludis ke «Ne estas sufiĉe da datumoj por sugesti maksimuman aŭ minimuman koncentritecon de mineraloj nuntempe, kaj pro tio, neniu cifero estas proponita en la gvidlinioj»(7).

Apliko de analiza kemio al kontrolo de akvokvalito

Spektroskopiaj teknikoj

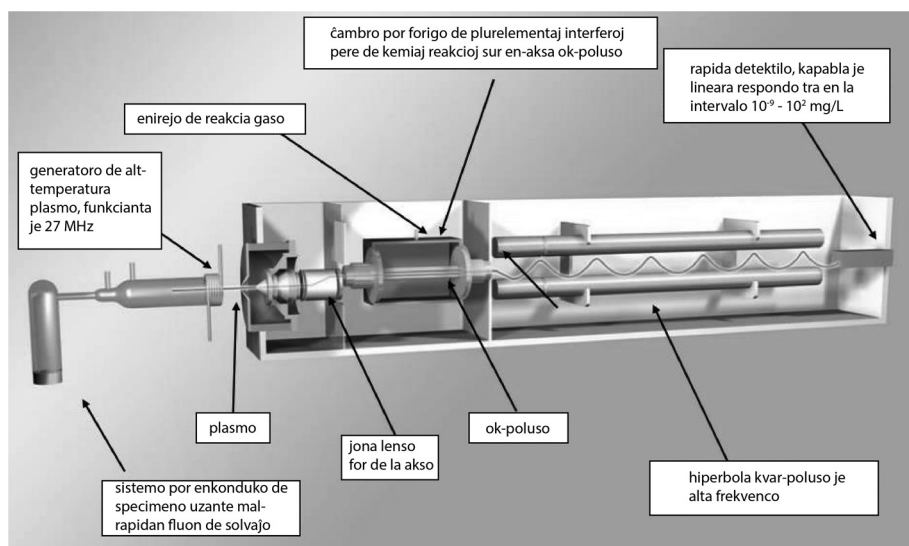
La ĉefaj nuntempaj teknikoj por kemia analizo de metalaj kaj duon-metalaj elementoj en akvo estas spektroskopiaj teknikoj, kiuj dividas la manieron enkonduki la analizan specimennon en la analizan sistemon. La enkonduka sistemo estas indukte kuplita plasmio (IKP). Kiel mi mem priskribis en pli frua prelego: «kie per uzado de forta elektromagneta kampo rapidege oscilanta (27 MHz), oni povas varmigi fluon de inerta gaso, plej ofte argono, ĝis temperaturo de 10 000 K. Se en tiu plasmio oni enmetas gutetojn de likvaĵo aŭ solvaĵo, tutcerte oni sukcesos unue disigi ĉiujn kombinaĵojn en atomojn kaj poste depreni unu aŭ plurajn elektronojn el tiuj atomoj por formi jonojn, kiuj eniras la masan spektrometron kaj estas separitaj laŭ sia ŝarĝo-masa rilatumo $\frac{q}{m}$ (8) ». La uzo de plasmie kreitaj jonoj estas la fundamento de

IKP-masa spektrometrio, unu el la plej valoraj kaj taŭgaj rimedoj por akva analizo. Sur Bildo 2 troviĝas skemo de la ĉefaj partoj de nuntempa IKP-MS-instrumento (Agilent 7500), kaj sur Tabelo estas resumo de la raportitaj koncentritecoj por specimeno de trinkakvo en urba distribua sistemo de urbo en Shelton, Connecticut, Usono.

Elemento	Koncentriteco ($\mu\text{g/L}$)	Elemento	Koncentriteco ($\mu\text{g/L}$)
Be	0,04	Cd	0,03
Al	37,32	Sb	0,07
V	0,26	Ba	3,73
Cr	0,11	Hg	0,03
Mn	2,24	Tl	0,08
Co	0,09	Pb	0,33

Elemento	Koncentriteco ($\mu\text{g/L}$)	Elemento	Koncentriteco ($\mu\text{g/L}$)
Ni	0,2	Th	0,05
Cu	111,9	U	0,16
Zn	3,73	Na*	3499
As	0,74	Mg*	283
Se	0,05	K*	215
Mo	0,36	Ca*	3608
Ag	0,1	Fe*	61,97

Tabelo 2: Rezulto de IKP-MS-analizo de trinkakvo en nordorienta usona urba sistemo. Makroelementoj estas markitaj per asterisko.



Bildo 2: Skemo de IKP-masa spektrometro (Agilent 7500)

Relative granda malhelpo por la uzo de IKP-MS estas la alta kosto de la instrumentoj, kaj por starigo kaj por plutenado. Pro tio, eĉ se iom pli limigita rilate al la intervalo de koncentritecoj kiam la instrumenta respondo estas liniara rilate al koncentriteco, pli kaj pli disvastiĝas indukte kuplita plasmu-optika emisia spektroskopio (IKP-OES). En tiu ĉi varianto, oni evitas la jonigon de la atomoj kreitaj en la plasmu, kaj direktas la lumon rezultan de atomaj ekscitiĝo/malekscitiĝo sur difraktan kradon, kaj la plene separatajn ondolongojn sur ŝargo-kuplita mezurilo (ŜKM), kio permesas la samtempan analizon de plurdeko da elementoj.

Radiometriaĵ teknikoj

Rezulte de la graveco certigi sendanĝeran kvanton da joniga radiado en la ĉiutaga vivo, la diversaj reguloj pri akvokvalito listigas 17 radioaktivajn nuklidojn

kiuj troviĝas en trinkakvo en niveloj de koncentriteco multe pli malaltaj ol ordinaraj mikroelementoj. Ilia ĉeesto en trinkakvo okazas jen pro naturaj kialoj (aparte U, Th kaj la produktoj de ilia disfalo), same kiel pro enkonduko rezulte de homa agado. Regula analizo certigas, ke ilia nivelo ne superu la tre malaltan kvanton permeseblan, tiel ke la tuta radiada dozo ricevita de konsumanto de tiuj akvoj restu sub 0,1 mSv/jaro. La koncentriteco estas esprimita en becquerel (nukleaj disfalaj eventoj en unu sekundo) okzantaj en litro de akvo (Bq/L).

Radionuklido	Maksimuma koncentriteco (Bq/L)	Radionuklido	Maksimuma koncentriteco (Bq/L)
²³⁸ U	1	¹³⁴ Cs	10
²³⁴ U	1	¹³⁷ Cs	10
²²⁶ Ra	1	⁹⁰ Sr	10
²¹⁰ Pb	0,1	¹³¹ I	10
²¹⁰ Po	0,1	³ H (tritio)	10 000
²³² Th	1	¹⁴ C	100
²²⁸ Ra	0,1	²³⁹ Pu	1
²²⁸ Th	1	²⁴¹ Am	1
²³⁰ Th	1		

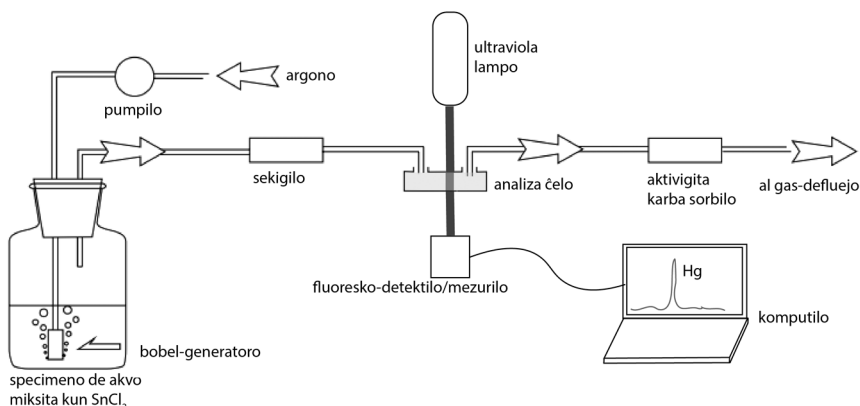
Tabelo 3: Radionuklidoj kontrolindaj en trinkakvo kaj ilia maksimuma akceptebla aktiveco.

Pro tio, ke la niveloj de koncentriteco estas tiom malaltaj, la analizo ĝenerale postulas ege grandajn specimenojn (ĝis 100 L), kiuj devas esti pritraktitaj (el-vaporiĝo, jona interŝanĝo) antaŭ ol radiometria analizo. Tio estas ĝenerale tre mal-konvena kaj kosta aliro. En la lasta jardeko, oni enkondukis novan mezurteknikon (likva scintilada nombrado), kiu estas pluroble pli sensiva kaj permesas la rapidan analizon de totala alfa- kaj beta-aktiveco, kaj tiel certigi la ĉeeston/malĉeeston de radioaktivaj nuklidoj. La energia distingopovo de likva scintilado estas relative mal-forta, kaj pro tio ĝi ne taŭgas kiam oni devas distingi la devenon de la radiado (ekz. distingi inter izotopoj de uranio).

Specialaj analizoj

Hidrargo estas sendube inter la plej gravaj toksaj metaloj, kies ĉeesto en trinkakvo estas vere maldezirinda. La efika uzo de spektroskopiaj teknikoj por analizi hidrargon postulas specialan manieron transporti hidrargon en plasmon en formo de atomoj. La plej ofta speciala tekniko por tiu celo nomiĝas malvarm-vapora generado, kaj ĝi profitas el la fakto, ke metala hidrargo estas relative volatila, tiel ke post ol redukti hidrargajn jonojn per uzo de stana(II) klorido en acida solvaĵo, kie samtempe argono bobeletras, atoma hidrarga vaporo estas forportata en la plasmon. Tie ĝi povas esti mezurita per sorbado de radiado (atoma sorbada spektroskopio) aŭ eĉ

pli efike, pere de atoma fluoreska spektroskopio. En ĉi lasta tekniko, forta monokromata ultraviola lumoj je 253,7 nm ondolongo estas direktata al tubo kie la hidrarga vaporo estas akumulita. La intenso de fluoresko je la sama ondolongo (sed direktita al ĉiuj direktoj) estas mezurata kaj rekte rilatigata al la koncentriteco de hidrargo en la specimenoj, kiel montras la skemo sur Bildo 3.



Bildo 3: Skemo de hidrarga analizo pere de generado de malvarma vaporo/atoma fluoresko

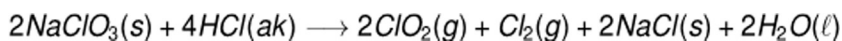
Plibonigo de akvokvalito

Kemia desinfektado kaj ĝiaj konsekvencoj

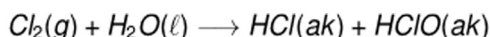
Multaj el la akvofontoj uzataj por la provizado de akvo en urboj tra la mondo alprenas akvon el surfacaj aŭ subteraj akvujoj. Por certigi, ke tiu akvo estas taŭga por trinkado (kiu estante la plej postulema el ĉiuj aliaj bezonoj, certigas ke tiu akvo estas uzebla por ĉio alia), oni submetas akvon al pliboniga procezo. Inter la specifaj agoj de tiu procezo troviĝas pluraj kiuj ŝanĝas la kemian konsiston de akvo, kaj tiujn ni pludiskutos ĉi-sube. Aliaj, kiel flokigo, sedimentiĝo kaj filtrado havas grandan influon sur la akvokvalito, eĉ se ilia kemia efiko estas malpli grava.

Desinfektado celas detrui mikroorganismojn kiuj povas malsanigi la konsumantojn. La desinfekta aganto devas ne ĝeni la homojn aŭ aliajn superajn bestojn, eĉ se post la traktado devas resti en akvo iom da desinfekta potenco por eviti rein-fektiĝo dum distribuado kaj antaŭ-uzo stokado.

Kloro estas la plej ofte uzata disinfektaĵo. Ĝi estas uzebla en la formo de la elementa gaso (Cl_2), de natria hipoklorito ($NaClO$) aŭ de klora dioksido (ClO_2). Ĉi lastan oni povas generi per reago de natria klorato kaj klorida acido:



Kiam gasa kloro miksiĝas kun akvo, okazas ĝia mem-oksidiĝo-reduktiĝo, el kio rezultas klorida kaj hipokloritaj acidoj



Ĉar hipoklorita acido estas malforta acido, oni devas zorgeme atenti la acidecon de akvo por tia desinfektiĝo, ĉar se pH fariĝas tro alta, formiĝas prefere hipoklorita jono, kiu malhavas desinfektajn ecojn. Je $\text{pH} = 5$, la desinfekta efiko estas maksimuma, la acido estas tute ne jonigita.

Pro tio, ke ĝi estas forta oksidanta aganto, kloro reagis kun plejparto de tiuj specioj en akvo kapablaj je oksidiĝo, aparte kun nitritoj (NO_2^-), fero(II) jonoj (Fe^{2+}) kaj hidrogena sulfido (H_2S). Ili ĉiuj foruzas iom da kloro kaj malpliigas la desinfektan potencon de la kloro adiciita. Ankaŭ amoniako foruzas kloron por produktado de kloraminoj.

Aparte grava problemo de klor-desinfektado estas la ebleco de formiĝo de klorofenoloj $\text{Cl-C}_6\text{H}_4\text{-OH}$, kiam eĉ spuroj de fenolo aperas en la traktita akvo, ĉar tiuj kemiaĵoj havas treege fortan kaj penetran (fi-)odoron; aŭ de triklorometano CHCl_3 (kloroformo), rekonata kiel kanceriga substanco, kiam la kvanto de organikaj kombinaĵoj estas relative alta.

La kvanto de kloro postrestanta en trinkakvo post filtrado estas fiksita de la MOS-reguloj je maksimume 5 mg/L. Sed plejparto de la homoj sentas la apartan guston de kloro je tiu koncentriteco, kelkaj eĉ kiam ĝi estas multe pli malalta. Por eviti malsaniĝon per akvo, tiu koncentriteco devas esti minimume 0,2 mg/L je la momento kiam akvo estas liverita por rekta uzo, tamen eĉ tiu koncentriteco estas guste sentebla por kelkaj personoj.

Alternativa traktado de trinkakvo povas realiĝi per uzo de ozono (O_3) kiel desinfektaĵo. Ozono estas facile generebla per elektra sparko tra aera fluo. Ĝi estas potenca oksidanta substanco, kiu forigas la ĝenajn patogenajn organismojn, kaj preskaŭ ĉiujn oksideblajn substancojn ĉeestantajn. Ozono ne kreas kromajn substancojn en sia oksidanta reago, nur oksigenon. Du gravaj malavantaĝoj tamen estas ke ĝi estas multe pli kosta ol kloro (oni bezonas 15-oble pli da energio por krei la saman desinfektan kapablon per ozono, kompare kun kloro), kaj ke ĝi ne postrestas post pritraktado, tiel ke eĉ en akvo desinfektita per ozono, oni devas meti iomete da kloro por eviti reinfestadon dum distribuo.

Fine, la forigo de patogenaj organismoj povas esti atingita per surradiado, uzanta fortan ultraviolan lumon. La avantaĝoj de tiu ĉi aliro estas enkonduko de neniuj kemiaj postlasaĵoj en la akvon traktatan, forigo de plejparto de mikroorganismoj kaj relative malalta kosto. Aliflanke, ĝi nur efikas sur organismojn, kaj lasas netuŝitaj toksajn kemiaĵojn kaj jonojn de pezaj metaloj, do ĝi ne estas efika kiel sola maniero purigi trinkakvon.

Forigo de pezaj metalaj jonoj

Por certigo de la kvalito de trinkakvo, kiam unu aŭ pluraj pezaj metaloj estas troveblaj en ĝi, ekzistas diversaj teknikaj solvoj. Plejparto el ili postulas la kontakton de akvo kun substancoj kapablaj sorbi la malpuraĵojn. Tiucele argiloj, zeolitaj, fero(III), hidroksidaj ĝeloj estas kutime utiligataj je la lastaj paŝoj de akvopurigado.

Alia aliro al forigo de metalaj jonoj estas la procezoj de renversita osmozo aŭ senjono per sorbado en jonaj interŝanĝiloj. La rezulto ne estas do taŭga kiel

trinkakvo, ĉar kune kun la toksaj, tiuj ĉi metodoj forigas ankaŭ la nutrajn elementojn, kiuj devas poste esti re-enmetitaj en la akvon por ke ĝi estu taŭga por konsumado, ne nur kemie sed ankaŭ ĉar la gusto de akvo en plena malĉeesto de jonoj estas sufiĉe agaca.

Konkludoj

La prezentitaj faktoj kaj teknikoj estas nur eta parto de la vastega scienco kaj teknologio de akvoprovizado kaj de akvokemio. Por eviti troan longecon de la prelego, mi intence forlasis la pritraktadon de organikaj kombinaĵoj troveblaj en akvo kaj ilia analizo, kaj la kvalitojn bezonatajn por industria kaj terkultura akvo.

Malgraŭ la temoj netrakitaj, espereble tiuj inkluzivitaj sukcesos plivastigi la komprenon de la aŭskultantoj pri la komplekseco kaj graveco de kemiaj sciencoj por ebligi la homan aliron al tiu ĉi plej mirinda kaj simpla kemiaĵo.

Citaĵoj

1. Shiklomanov I. A. World Fresh Water Resources. Ĉe: Gleick PH, eldonisto. *Water in crisis: a guide to the world's fresh water resources*. Novjorko: Oxford University Press; 1993.
2. Gleick P. H. Basic Water Requirements for Human Activities: Meeting Basic Needs. *Water Int.* 1996 junio;21(2):83–92.
3. *Global Food Waste Not, Want Not* [Internet]. London; [konsultita 2020 marto 22]. Havebla ĉe: www.imeche.org/environment
4. *Guidelines for Canadian Drinking Water Quality* [Internet]. Ottawa, Ontario.: Health Canada; 2019. Havebla ĉe: https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/migration/hc-sc/ewh-semt/alt_formats/pdf/pubs/water-eau/sum_guide-res_recom/sum_guide-res_recom-eng.pdf
5. World Health Organization, eldonisto. *Guidelines for drinking-water quality*. 4-a eldono. Ĝenevo: Monda Organizaĵo pri Sano; 2011. 541 p.
6. McGowan W. *Water processing: residential, commercial, light-industrial*. 3-a eld. Lisle, IL, Usono: Water Quality Association; 2000.
7. Hardness in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. Monda Organizaĵo pri Sano; 2011
8. Raola O.; Wandel A. redaktoro. *Internacia Kongresa Universitato: 70-a sesio*. Universala Esperanto-Asocio; 2017. p. 135.

AIS-Kurso Daŭriga Prelego 1

Kemia analizo de akvo: Determinado de totala malmoleco

Enkonduko

Post kontakto kun tersurfaco riĉa je kalko kaj kalkpetro, la niveloj de koncentriteco de kalciaj kaj magneziaj jonoj, kaj de hidrogenokarbonata jono en akvo povas plialtiĝi sufiĉe: akvo fariĝas malmola. La deveno de la klasigo mola/malmola aplikita al akvo rilatas al la malmoleco de kombinaĵoj inter tiuj jonoj kaj sapo kiam ili kontaktas. En tiu ĉi laboratoria praktiko ni mezuros la totalan malmolecon de akvaj specimenoj. Ĝi estas la sumo de la koncentriteco de kalcio kaj magnezio, esprimita kiel maso de CaCO_3 (en mg) bezonata por krei similan koncentritecon de tiuj du-pozitivaj jonoj en unu litro de akvo.

Indas rimarkigi ke aliaj du-pozitivaj jonoj povas ĉeesti en specimeno de natura akvo (Fe^{2+} , Sr^{2+} , Zn^{2+} kaj Mn^{2+}), sed ilia koncentriteco ĉiam estas multe malpli alta ol tiu de kalcio kaj magnezio.

Malmola akvo estas malavantaĝa ne nur por uzo kun sapo, sed ankaŭ kiam ĝi eniras kaldronegojn kaj bolujojn, pro tio, ke ĝi postlasas deponaĵojn de malmolaj mineraloj sur la interno kaj aparte en la kondukiloj.

Malmoleco en akvo ne estas problemo por la sano. Male, kalcio estas ja bezonata nutraĵo por la homoj kaj bestoj, kaj magnezio estas bezonata de la plantoj. Laŭ iom arbitra interkonsento, akvo je malmoleco 80 mg CaCO_3/L estas konsiderata plej taŭga por homaj uzoj.

Akvo en la regiono de Montrealo havas averaĝan malmolecon 116 mg CaCO_3/L , meze malmola.

Analiza tekniko

La acideco (pH) de la analizita specimeno estos fiksita je 10 per uzo de amoniako/amonia klorido-bufro. Poste, la specimenon oni titras per solvaĵo de EDTA (etilendiaminotetraaceta acido) de koncentriteco 0,0100 mol/L. Por rekoni la ekvivalentan punkton de tiu titrado, la indikanto estos kamalgito. Kamalgito formas rozkoloran komplekson kun magnezio. Kiam oni aldonas EDTA al tiu akva specimeno kun rozkolora komplekso, unue EDTA formas komplekson kun kalcio, kaj poste ĝi demetas magnezion de kamalgito (la komplekso magnezio-EDTA estas pli stabila ol la komplekso magnezio-kamalgito). Libera kamalgito estas blua. La malapero de la lasta spuro de ruĝ-viola koloro indikas la finan punkton de tiu titrado.

Proceduro

1. Por tiu ĉi analizo estas bezonata 300-mL specimeno.
2. Lavu la internon de 25-mL bureto per la titrita EDTA-solvaĵo. Plenigu ĝin, atentu ke ne restu aero en la elfluilo, kaj havu la komenca volumeno je 0 aŭ iom sub 0 mL. Notu la komenca volumeno.

- Uzu skalohavan cilindron por mezuri 50 mL da akvo en 250-m-konusan flakonon.
- Aldonu 1 mL de bufro pH 10 per gutigilo kaj delikate miksu.
- Aldonu pakajeton de indikanto-kamalgito en la flakonon. Miksu delikate. La solvaĵo devas esti nun ruĝkolora.
- Malrapide aldonu la titran solvaĵon. Kiam la ruĝa koloro komencas transiri al viola koloro, aldonu la titranton eĉ pli malrapide. Je la fino, aldonu ĝin gute. Laboru malrapide, la kemia reakcio ĉe la ekvivalenta punkto estas relative malrapida (kompletiĝas en 1 s).
- Daŭrigu la titradon ĝis malapero de la lasta spuro de viola koloro, nun vi havu pure bluan solvaĵon.
- Notu la volumenon liveritan sur la skalo de la bureto.
- Ripetu la proceduron ankoraŭ unufoje, uzante freŝan specimemon. Plenigu la bureton kaj estu certa ke vi purigu tre detale la flakonon kien vi enmetos la novan specimemon.

Kalkuloj

- Por ĉiu specimeno, kalkulu la malmolecon. Unue, kalkulu la volumenon de la titranto kiun vi uzis. La bureto mezuras en mililitroj. Transigu la volumenon al litroj.
- Kiam vi multobligas volumenon de titranto (en litroj) oble ĝian koncentritecon, vi ricevas la kemian kvanton de EDTA uzitan (mol).
- Ĉar EDTA formas kompleksojn 1:1 kun la metalaj ionej, tio estas la sama kemia kvanto de jonoj en via specimeno. Nun vi supozas, ke ĉiuj jonoj estis kalciaj, kaj ke tiu kalcio envenis kiel kalcia karbonato. Ankoraŭ la kemia kvanto restas sama. Vi bezonas nun multobligi tiun kvanton oble la maso de 1 mol de kalcia karbonato ($M \text{ CaCO}_3 = 100.1 \text{ g/mol}$). Nun multobligu oble 1000 por esprimi la mason en mg. Dividu inter la volumeno de akvo, esprimita en litroj.
- Kalkulu la averaĝan rezulton de viaj du provoj.

AIS-Kurso Daŭriga Prelego 2

Kemia analizo de akvo: Determinado de totalaj dissolvitaj solidoj (TDS)

Enkonduko

Solidoj ĉeestas akvon en du malsimilaj formoj: suspensiaĵoj kaj solvaĵoj. Solidoj en suspensiaĵoj (silto, remiksitaĵoj, plantaj disfalaĵoj) ne povas trapasi filtrilon. Solvaĵoj inkluzivas la kombinaĵojn de jonoj natrio (Na^+), kalcio (Ca^{2+}) magnezio (Mg^{2+}), hidrogenokarbonato (HCO_3^-), sulfato (SO_4^{2-}) kaj klorido (Cl^-).

Totalajn dissolvitajn solidojn (TDS) oni povas determini laŭ du malsimilaj aliroj: 1) elvaporigo de filtrita specimeno, kaj pesado de la sekigita reziduo aŭ 2) mezuri la elektran konduktivon, kiu rezultas de la ĉeesto de dissolvitaj jonoj en nefiltrita specimeno kaj uzi la proporcian rilaton inter elektra konduktivito kaj koncentriteco de dissolvitaj solidoj por kalkuli TDS-on. Ambaŭkaze, ĝi estas esprimita en miligramoj per litro (mg/L).

TDS en akvomaso estas influita de multegaj faktoroj, kaj alta TDS ne nepre signifas poluadon de tiu akvomaso. Tamen, estas utila praktiko montri ĝian valoron, ĉar subita ŝanĝiĝo ja povas montri esplorindan problemon. Rimarku, ke la metodoj esploritaj en tiu ĉi prelego ne permesas diri la specifan jonon kiu kaŭzas la ŝanĝon en konduktivito. Estas denove pluraj kialoj por alta TDS en municipa akvo: sterko el kampoj kaj ĝardenoj lavita al la akvofluoj, pluvo lavas salon de vojoj kaj ŝoseoj salumitaj dum la vintro, influo de acida pluvo, postlasaĵoj de troa desinfekta klorizado, ktp. Eĉ sen pliaj sanefikoj, akvo kun tro altaj TDS povas havi malplaĉan mineralan guston.

Pli ol 90% de la akvo uzata en Montrealo venas de la rivero Sankt-Laŭrenco, kie TDS normale troviĝas inter 100-220 mg/L. Tiu cifero ne ŝanĝiĝas multe post pritraktado kaj liverado por konsumantoj ĉe la krano, kaj tion ni kontrolos en tiu ĉi eksperimento.

Analiza tekniko

La elektran konduktivon de la specimenoj estos determinita per mezurilo kiun liveras la firmao Vernier. Oni ne bezonas filtri la specimennon por tiu ĉi analizo. La mezurilo povas esti alĝustigita al du malsimilaj intervaloj: malalta konduktivito (0 – 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$) kaj alta konduktivito (0 – 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

La unuo de konduktivito en la Internacia Sistemo (SI) estas la simeno per metro (mallongigita S/m). Ĝi estas la konduktivito de sistemo kie pliigo de potencialo je 1 V kaŭzas altigon de kurento je 1 A kiam la dikeco de la kondukta medio estas 1 m. Por praktikaj celoj, ni uzos onon de tiu unuo, mikrosimeno per centimetro, $\mu\text{S}/\text{cm}$. La ekvalento estas 1 S/m = 10 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La mezuriloj estas alĝustigitaj dekomence por mezuri TDS kiel natria klorido NaCl (tre taŭga por sala akvo). En tiu kazo, $\text{TDS (mg/L)} = 0.5 * \kappa (\mu\text{S}/\text{cm})$. Sed ĉar niaj specimenoj havas multe pli da kalcio kaj magnezio ol solvaĵo de natria klorido, nia taksado de TDS estos pli konvene kalkulita per la formulo $\text{TDS (mg/L)} = 0,7 * \kappa (\mu\text{S}/\text{cm})$. Kiam la analizo postulas pli grandan ekzaktecon, ĉiam estas eblo alĝustigi la mezurilon per uzo de titritaj solvaĵoj.

Proceduro

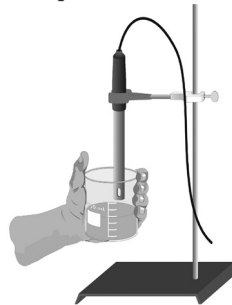
1. Konektu la mezurilon al la *LabQuest*-interfaco ĉe Ch. 1.
2. Starigu la ŝaltilon al skalo 0 – 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$



3. Konektu la interfacon al la komputilo.
4. Startigu la programon *LoggerPro*.
5. Malfermu la dosieron "12 Tot. Dissolved Solid. Elektu el la menuo Experiment/ Calibrate/Ch. 1. Elektu Equations/Options el la aperanta menuo. Ŝanĝu la jenajn valorojn: Intercept $\rightarrow 0$, Slope $\rightarrow 593$. Nun, vi povas rekte mezuri en la komputilo TDS en la intervalo $0 - 1400$ mg/L. Storu la alĝustigitan valoron sub Calibration Storage, alklaku la radiobutonon ĉe Experiment File kaj poste alklaku Done.
6. Lavu la mezurilon en distilita akvo.



7. Enigu la pinton de la mezurilo en labororian glason enhavantan proksimume 100 mL de via akva specimeno. Movu la mezurilon delikate ĝis vi havos stabilan respondon en la komputilo.



8. Notu tiun valoron (nombron kaj unuon).
9. Ripetu la mezuradon du pliajn fojojn.

Kalkuloj

1. Por ĉiu specimeno, kalkulu TDS.
2. Kalkulu la averaĝan TDS.

IKU 4

El Kanado kontraŭ novliberalismo: *La granda transformado* de Karl Polanyi kaj *La ŝok-doktrino* de Naomi Klein

Alessandra Madella

Alessandra Madella, italino, studis japanajn lingvon kaj literaturon ĉe la Universitato Ca' Foscari de Venecio (Italio) kaj la Universitato de Tokio (Japanio). Ŝi doktoriĝis pri Komunikaj Studoj (Retoriko) ĉe la Universitato de Iowa (Usono), pere de disertacio pri la franca filmo *Hiroshima mia amo*. Ŝi estis profesoro pri Filmhistorio kaj Esperanto ĉe la Artkolegio de Kunming en Ĉinio. Ekde la somero 2022 ŝi instruos ĉe Zaozhuang-a Universitato, ankaŭ en Ĉinio. Ŝi prelegis pri Karl Polanyi, Naomi Klein, Giovanni Arrighi kaj ekonomika retoriko dum la Itala Kongreso en Asizo, 2021.



Resumo: El Kanado kontraŭ novliberalismo: *La granda transformado* de Karl Polanyi kaj *La ŝok-doktrino* de Naomi Klein

Kaj la hungar-devena ekonomia historiisto Karl Polanyi kaj la kanada ĵurnalistino Naomi Klein havas fortajn ligojn kun Montrealo. Polanyi ekloĝis en Kanado kiam li estis instruanta ĉe la Universitato Columbia en Novjorko, kaj la Instituto Karl Polanyi pri Politika Ekonomiko troviĝas nuntempe ĉe Universitato Concordia en Montrealo. Klein naskiĝis en Montrealo. Ambaŭ pensuloj kritikas la ideon de mem-reguliga merkatekonomio kaj novliberalismon. En mia kontribuo mi preparolas precipe iliajn librojn *La granda transformado: la politikaj kaj ekonomiaj originoj de nia tempo* (1944) kaj *La ŝok-doktrino: la kresko de ruiniga kapitalismo*, montrante paralelojn kaj kontrastojn inter iliaj verkoj.

Abstract: From Canada against Neoliberalism: Karl Polanyi's *The Great Transformation* and Naomi Klein's *The Shock Doctrine*

Both Hungarian-born economic historian Karl Polanyi and Canadian journalist Naomi Klein have strong ties with Montreal. Polanyi started to live in Canada when he was teaching at Columbia University in New York and the Karl Polanyi Institute of Political Economy is currently hosted by Concordia University in Montreal. Klein was born in Montreal. Both thinkers are critical of the idea of self-regulating market economy and neoliberalism. In my contribution, I am dealing particularly with their

books *The Great Transformation: The Political and Economic Origins of Our Time* (1944) and *The Shock Doctrine: The Rise of Disaster Capitalism* (2007), drawing parallels and contrasts between their works.

Résumé: Du Canada contre l'économie de marché: La grande transformation de Karl Polanyi et La Stratégie du choc de Naomi Klein

L'historien de l'économie d'origine hongroise Karl Polanyi et la journaliste Naomi Klein possèdent tous les deux des liens forts avec Montréal. Polanyi a emménagé au Canada quand il enseignait à l'Université Columbia à New York, et l'Institut d'Économie Politique Karl Polanyi se trouve maintenant à l'Université Concordia à Montréal. Klein est née à Montréal. Les deux penseurs critiquent l'économie de marché et le néolibéralisme. Dans ma contribution je traite principalement de leurs livres *La grande transformation : aux origines politiques et économiques de notre temps* (1944) et *La Stratégie du choc : la montée d'un capitalisme du désastre*, en montrant les parallèles et les divergences entre leurs ouvrages.

El Kanado kontraŭ novliberalismo: La granda transformado de Karl Polanyi kaj La ŝok-doktrino de Naomi Klein

Kaj la hungar-devena ekonomia historiisto Karl Polanyi (1886-1964) kaj la kanada ĵurnalistino kaj socia aktivulino Naomi Klein (1970-) havas fortajn ligojn kun Montrealo. Polanyi, naskita en juda familio en Vieno en la aŭstro-hungara imperio kaj edukita en Budapeŝto, ekloĝis proksime de Toronto en 1950. Fakte, li instruis ĉe la Universitato Columbia en Novjorko ekde 1947 ĝis la emeritiĝo en 1953. Sed tiam lia edzino ne ricevis enir-vizon al Usono kiel iama komunistino. Do, li devis regule irreveni inter kanada Ontario kaj Novjorko. Lia arkivo ankoraŭ nun troviĝas en la Instituto Karl Polanyi pri Politika Ekonomiko (Karl Polanyi Institute of Political Economy) ĉe la Universitato Concordia en Montrealo. La instituto estis fondita en 1988 kun la celo konservi lian intelektan heredaĵon kaj kontribui al urĝaj politikaj debatoj pri alternativaj strategioj de ekonomia evoluigo. La honora prezidanto estas la filino de Polanyi mem, la kanada ekonomikistino Kari Polanyi Levitt.

Klein naskiĝis en Montrealo el juda familio de pac-aktivuloj, kiuj enmigris en Kanadon en 1967 kiel rezistantoj kontraŭ la Vjetnama Milito. Ŝia libro *Ne Logoo (No Logo)*, kiu tuj iĝis tre fama en aktivulaj medioj kritikaj pri kapitalisma tutmondiĝo, estis unue publikigita de Knopf Canada en decembro 1999. Ŝi estas nuntempe profesoro pri Klimata Justeco ĉe la Universitato de Brita Kolumbio en Vankuvero. Ŝia libro *La ŝok-doktrino: la kresko de detrua kapitalismo* (2007) prenas sian nomon de la elektroŝok-terapio, kiun la malbonfama psikiatro Donald Ewen Cameron eksperimentis ĉe la Universitato McGill en Montrealo en la 50-aj jaroj kun sponsorado de

la usona Centra Informkolekta Agentejo (CIA). Ŝi komparas ĝian fervoron detruigi la tutan memoron de pacientoj por rekonstrui ĝin denove el nulo al la danĝera utopio de mem-reguligaj merkatoj en novliberalisma ekonomiko.

En tiu ĉi eseoj mi argumentas, ke la du aŭtoroj, krom siaj Montrealaj kunligoj, samopinias en sia kritiko kontraŭ novliberalismo kaj ĝia blinda fido je mem-reguliga merkato-ekonomio. En la venontaj sekcioj, mi unue priskribos la ĉefajn argumentojn de la plej fama libro de Polanyi, *La granda transformado*: la politikaj kaj ekonomiaj originoj de nia tempo (*The Great Transformation: The Political and Economic Origins of Our Time*, 1944). Mi plue klopodos montri iliajn komunajn kun *La ŝok-doktrino* de Klein. En tiu ĉi maniero, okaze de la UK de Montrealo, mi intencas reliefigi tiun “kanadan” kontribuon al alternativaj vidoj pri la rilato inter ekonomiko kaj la bono de socio, kiujn lastatempaj ekonomiaj krizoj kaj mondaj kondiĉoj igis tre gravaj.

La granda transformado kaj “Ruĝa Vieno”

Polanyi verkis *La granda transformado* en Usono kaj ĝi precipe alparolis anglosaksan publikon. Sed la radikoj de ĝia penso estis en Eŭropo kaj precipe en Hungario kaj Aŭstrio, kie li loĝis kaj laboris dum la plej longa parto de sia vivo (Polanyi, 2018, p. 3). Post junaĝo en Hungario, pro sia partopreno en la mallong-daŭra komunisma respubliko de Béla Kun en 1919, Polanyi devis ekzile iri al Vieno. Tiam en la “Ruĝa Vieno”, kie reformoj celis plibonigi la vivkondiĉojn kaj la edukadon de laboristoj, oni multe diskutis pri la ebleco de socialisma ekonomio, bazita sur funkcikapablo, socia justeco kaj partoprena demokratio. Polanyi partoprenis en la debato rifuzante la bolŝevismajn metodojn perforte preni kaj gardi povon kaj substrekte, kiel demokratio devus esti vivtenata pere de la partopreno de homoj en diversaj organizoj, el politikaj partioj kaj sindikatoj al kulturaj asocioj (Polanyi, 2018, p. 5). Sur tiu soci-konscia fono li poluris multajn argumentojn, kiujn li poste uzis en *La granda transformado*.

En tiuj vienaj jaroj formiĝis ankaŭ lia kritiko kontraŭ reprezentantoj de la Aŭstra Ekonomia Skolo kiel Ludwig von Mises (1881-1973) kaj Friedrich August von Hayek (1899-1992), kiuj post la dua mondmilito iĝis fortaj proponantoj de merkata liberalismo en Usono (Polanyi, 2001, p. xx). Iliaj vidoj influis pli junajn usonajn subtenantojn de novliberalismo kiel Milton Friedman (1912-2006) kaj malfermis la vojon al la liber-marketa politiko por kriz-frapitaj landoj konata kiel Vaŝingtona Interkonsento ekde la fino de la 1980-aj jaroj. *La granda transformado* iĝis denove grava kiel rezista teksto en ekonomika diskutado en la 1990-aj jaroj, kiam Sovetunio implodis kaj la tutmondiĝo de merkata liberalismo triumfis, sed la Clinton-a prospero fine portis al mondaj krizoj kaj al danĝero de kolapso simila al tiu de 1929 (Polanyi Levitt & Desai, 2020, p. 21). La homoj, kiuj proteste marŝis en Seattle en 1999 kontraŭ la mis-administrado de internaciaj financaj institucioj, havis Polanyi kiel “sanktulon”.

Fakte, Polanyi en *La granda transformado* substrekas kiel la novrealisma vido de mem-reguligaj merkatoj ne funkcias. Mem-reguliga merkato estas danĝera utopio,

bazita sur la fikcio, ke homoj, naturo kaj mono estas nur varoj. Kompreneble, homoj, naturo kaj mono povas kaj devus esti organizataj en merkatoj, kiuj estas tute vivograva parto de la ekonomia sistemo. Sed se diri propre, ili ne estas “varoj”, ĉar ili ne estis produktitaj por esti vendotaj. Laboro estas homa ago, kiu ne estas disigebla de la vivo mem, naturo ne estas produktata fare de la homaro kaj mono estas simple signo de aĉetpovo kreita pere de mekanismoj de banka aŭ ŝtata financo. Sed estas dank’ al tiu fikcio, ke la mem-reguligaj merkatoj de laboro, naturo kaj mono estas organizitaj, kvankam la manko de protektado kontraŭ tiu fikcio estas detrua. (Polanyi, 2001, p. 75). La leciono de la 19-a jarcento estas, fakte, ke tro rapida transformado detruas sociajn sekurigajn retojn antaŭ ol novaj sekurigaj retoj havus la tempon formiĝi. (Polanyi, 2001, p. xi). Ekonomiko, do, devas celi al socia bono kaj pripensi la negativajn konsekvencojn de troa flekseblo por laboristoj kaj la pozitivan rolon de la ŝtato por preventi ilin. La merkato estas nur parto de ekonomio, kiu mem estas nur parto de pli larĝa socio.

En tiu ĉi senco, Polanyi opinias, ke la plej bona analizo pri la temo venas al ni rekte de Aristotelo, kiu en la enkonduka ĉapitro de sia *Politiko* klare distingas inter la administrado de la domo kaj la gajno. Oni povas ja vendi superfluaĵojn, sed la esenco de dom-administrado estas produktado por uzo kaj ne por gajno. Gajno baze apartenas al produktado por la merkato. Aristotelo opiniis, ke la principo de produktado por gajno estas “ne nature homa”, ĉar ĝi estas senlima. Ĝi, do, povas negative porti al la kompleta disigado inter la ekonomia motivo kaj ĉiuj konkretaj situacioj, kiuj povus limigi tiun motivon (Polanyi, 2001, p. 57). Ĝis la 19-a jarcento en Okcidenta Eŭropo gajno ankoraŭ ne estis la ĉefa motivo por la produktado kaj distribuado de varoj, kompare kun pli tradiciaj kondut-reguloj kiel kutimoj, leĝoj aŭ religio. Do, estas necese pensi, kiel la evoluoj de la 19-a jarcento kreis tujan transiron al nova formo de ekonomiko.

La tezo de Polanyi en *La granda transformado*

La ĉefa demando de Polanyi en *La granda transformado* estas: “Kial periodo de paco kaj prospero en Eŭropo (1815-1914) portis al monda milito kaj ekonomia kolapso?” (Polanyi, 2001, p. xxii). Li trovas la respondon en la radikala ŝanĝo kaŭzita de la unua Industria Revolucio. Britaj pensuloj kiel Joseph Townsend (1739-1816), Thomas Robert Malthus (1766-1834) aŭ David Ricardo (1772-1823), reagis al la Industria Revolucio per la teorio de merkata liberalismo, laŭ kiu socio devas esti subordigata al mem-reguliga merkato. La pilastroj de la kredo en tiu mem-reguliga merkato klare videblis ekde la 1820-aj jaroj. Ili estis konkurenca labor-merkato (ĉar laboro devas trovi sian prezon sur la merkato), ora bazo (ĉar mon-kreado devas esti submetita al aŭtomata mekanismo), libera internacia komerco (ĉar varoj devis povi flui de lando al lando sen blokado kaj prefero) kaj la liberala ŝtato (Polanyi, 2001, p. 141).

Plej baze oni povus diri, ke la 19-a-jarcenta civilizacio (pov-ekvilibro, orbazo kaj liberala ŝtato) devenas de la mem-reguliga merkato. La naskiĝo de la liberala

kredo ebligis la unuan grandan transformadon: la tutmondiĝon de merkata liberalismo kiel la organiza principo de ekonomio. Sed la fiasko realigi tiun utopion fine portis al milito kaj ekonomia depresio. Do, la dua granda transformado—la apero de faŝismo—estis la rezulto de la unua—la apero de merkata liberalismo (Polanyi, 2001, p. xxii). Faŝismo mem povas esti vidata kiel la klopodo trovi propekajn kapojn pro socia malkontento kun la celo savi kapitalismon, forigante demokration sen tuŝi proprietajn rajtojn (Polanyi, 2018, p. 116). La tezo de *La granda transformado* estas, ke oni devas klare substreki tiujn rilatojn inter faŝismo kaj la nepra fiasko de la utopio de ekonomika liberalismo starigi mem-reguligan merkatan sistemon, kie nur prezoj reguligus la ekonomion.

Laŭ Polanyi, fakte, la vojo al la libera merkato estis malfacila kaj paradoksa ekde la komenco, ĉar ĝi estis malfermata kaj konservata pere de daŭraj kaj enormaj ŝtataj intervenoj kaj subpremadoj por trudi ĝiajn riskojn al ordinaraj homoj. Unu el la plej famaj frazoj de Polanyi estas: “*Laissez faire* planizitas, planizado ne!” (“*Laissez-faire* was planned; planning was not”) (Polanyi, 2001, p. 147). Ĉiu-specaj sociaj grupoj spontane kaj pragmate reagis al la netolerebla pezo de liber-merkataj reformoj, petante pli da reguligo kaj bariloj. La adopto de orbazo por tutmonda libera komerco sen ŝtataj entruoj fine paradokse portis al deflacio, protektismo kaj koloniado. En la dudekaj jaroj de la lasta jarcento en la liber-merkata Usono spekulado kaj malegaleco detruis daŭripovan prosperon kaj la Nova Interkonsento (New Deal) de Franklin Delano Roosevelt (1882-1945) devis esti pensata kiel kontraŭmovo por krei stabilecon.

Adam Smith kaj la rolo de la merkato

Tiu vido de Polanyi kontraŭ mem-reguliga merkato ne signifas tamen rifuzon de merkatoj. Male, por li gravas pripensi la rolon de merkatoj eĉ en socialismo. Merkata ekonomio estas ilo por pli fundamentaj celoj kaj homaj valoroj kaj gajno ne pravigas ĉion. Post la unua granda transformado gajno iĝis la ĉefa pravigo de ĉiutaga konduto en Okcidenta Eŭropo. Tamen historiaj kaj antropologiaj studoj pri diversaj partoj de la mondo montras al ni, ke multe da motivoj krom la gajno, kiel ekzemple reciprokeco, povas gvidi la merkatojn. Polanyi mem trovis pliajn ekzemplojn pri tio dum sia esplorado pri la origino de ekonomiaj institucioj ĉe la Universitato Kolumbia el 1948 (Polanyi, Arensberg & Pearson, 1957, p. v). Sed li jam donis plurajn pruvojn de tiu fenomeno en *La granda transformado*. El tiu vidpunkto, Polanyi kritikas la klasikan libron *La riĉo de nacioj* (*The Wealth of Nations*, 1776) de la skota ekonomikisto Adam Smith (1723-1790). Fakte, ĝia ideo de “interŝanĝema sovaĝulo”, laŭ kiu homoj estis nature interŝanĝemaj antaŭ la alveno de civilizita socio, ne estas antropologie ĝusta (Polanyi, 2001, p. 47).

Tamen Polanyi ne vidas Smith kiel la prapatron de liber-merkatemaj ekonomikistoj, ĉar por li la ekonomia sfero ne estis ankoraŭ la fonto de normoj de bono kaj malbono. Racio kaj humaneco limigis gajnon. Smith estis, ekzemple, kontraŭ tro granda labor-divido en industrioj kaj substrekis la rolon de civitanoj en la vivo

de la ŝtato kaj en la granda homa socio. Kiel la itala ekonomikisto Giovanni Arrighi (1937-2009) argumentas en sia libro *Adam Smith en Pekino* (*Adam Smith in Beijing*, 2007), la skota ekonomikisto ne aparte subtenis kapitalismon. Li ne favoris merkatan mem-reguligon sen ŝtata kontrolo, kapitalismon kiel motoron de senfina ekonomia ekspansio kaj grandegan labor-dividadon ene de fabrikoj. Smith valorigis la ekziston de forta ŝtato, kiu povus krei kaj reguladi la kondiĉojn por la ekzisto de la merkato, uzante ĝin kiel efikan regilon kaj evitante ĝiajn negativajn sociajn aŭ politikajn konsekvencojn. Ekzemple, ĝi devus zorgi pri edukado kaj protekti salajrnivelejojn. Tiu vido de Smith estas grava por kompreni ne-kapitalismajn merkatajn ekonomiojn kiel Ĉinio antaŭ la unua Opia Milito (1840-1842), kie troveblis pli da komerc-partneroj kaj perfekta konkurenco ol en la samtempa Eŭropo. Tiu pasinteco povas doni al ni modelon kaj eblan novan vojon al daŭripoveco (Arrighi, 2007, p. 26; Madella, 2021).

Laŭ Polanyi, male, Townsend donis fortan puŝon al la ideo de mem-reguliga merkato pere de sia famkonata apologo de la kaproj kaj la hundoj en sia *Disertacio pri la Malriĉulaj Leĝoj* (*Dissertation on the Poor Laws*, 1786), kiu aperis dek jarojn post *La riĉo de nacioj*. Kaproj kaj hundoj sur izolita insulo en la Pacifika Oceano reciproke reguligas sian kreskon, lasante pluvivi nur la plej fortajn, viglajn kaj bone adaptitajn individuojn. Tiu vido igis liberan merkaton preskaŭ natura leĝo, bazita sur la postulato, ke homo estas besto, kiun nur malsato vere laborigas. De tiu vidpunkto, tuj adoptita de britaj utilicistoj kaj Ricardo, ŝtata helpo al malriĉuloj estis obstaklo kontraŭ la natura stariĝo de konkurenca labor-merkato. Laboro devis iĝi nur varo, kiu devis trovi sian prezon en la merkato (Polanyi, 2001, p. 122).

Grava problemo por Polanyi estas la fakto, ke dum la jaroj, en kiuj tiu danĝera utopio de mem-reguliga merkato regis, ĝi ankaŭ kunportis kiel subproduktojn la ideojn de libereco, paco kaj kosmopolitismo. Ĉu eblas, do, protekti liberecon kaj kosmopolitismen sen tiu mem-reguliga merkato? Lia respondo estas pozitiva, se ni komprenas, ke tiuj gravaj valoroj bezonas konkretajn instituciojn kaj protektojn, kiuj kapablas kreskigi kaj pilariĝigi ilin, en maniero, kiu rekonas la rajton al diverseco kaj ne-konformemo. Pro tio, la fino de market-ekonomiko povus signifi la komencon de senprecedenca libereco (Polanyi, 2001, p. 265).

La ŝok-doktrino de Naomi Klein

Kiel Polanyi, ankaŭ Klein estas same kritika je liber-merkata ekonomiko. Sed, malsame ol Polanyi, ŝi precipe zorgas pri la kunmeto de la utopio de liber-merkata ekonomiko kaj veraj katastrofoj. La kanada verkistino nomas “detrua kapitalismo” la atakojn kontraŭ la publika sfero tuj post katastrofaj eventoj, kiuj estas traktataj kiel bonegaj marketaj oportunoj (Klein, 2007, p. 6). Ŝia unua ekzemplo estas la rekonstruado de la usona urbo Nov-Orleano post la uragano Katrina de aŭgusto 2005. Tiam Milton Friedman ne konsilis uzi rekonstruadon por plifortigi la sistemon de publika edukado, sed male sugestis, ke estas bona ŝanco por ĝia pli forta privatiĝo (Klein, 2007, p. 5). Fakte, laŭ Klein, Friedman kaj nov-liberalismo dum tri jardekoj

atendis grandan krizon por tiam rapide forvendi pecojn de la ŝtato al privataj intereso, dum civitanoj estas tro ŝokitaj por efike reagi. La novliberalisma programo inkluzivas privatigon kaj forigon de la publika sfero, registaran senreguligon por doni tutan liberon al korporacioj kaj fortranĉon de sociaj elspezoj.

Klein vidas tri ĉefajn fazojn en la evoluo de detrua kapitalismo. Unue venis la ŝtatrenverso de la paca socialisma revolucio de Salvador Allende fare de ĝeneralo Augusto Pinochet en Ĉilio (1973). Friedman en tiu okazo konsilis al Pinochet rapide agi por transformi la ekonomion pere de senreguligo, libera komerco, privatigitaj servoj kaj fortranĉoj el sociaj elspezoj, dum la popolo estis ankoraŭ ŝokita pro la ŝtatrenverso kaj grandega inflacio. Koncentrejoj kaj amas-torturo (kun usona helpo) estis necesaj por sufiĉe timigi la popolon kaj nuligi reziston kontraŭ tiuj ekonomiaj reformoj. La ĉilia modelo povis esti simile eksportata al aliaj disvolviĝantaj landoj. Sed ankoraŭ oni ne pensis, ke ĝi povus taŭgi ankaŭ por okcidenta demokratio.

La dua fazo en la evoluo de detrua kapitalismo komenciĝis en 1982, kiam simila modelo estis ripetita dank' al la milito pri la Insuloj Falkland. Ĝi ebligis la radikalajn liber-marketajn reformojn de Margareth Thatcher en Britio, la unuajn en okcidenta demokratio. Sed tiam la ŝoko de la milito estis sufiĉe forta, por ke fizikaj amasaj torturoj ne plu estu necesaj por realigi la reformojn (Klein, 2007, p. 137). Alia ekzemplo estas kiel en 1989 en Pollando rapida reĝima ŝanĝo kaj komuna timo de ekonomia kolapso akceptigis simile radikalajn novliberalismajn reformojn. La privatigo de Pollando estis precipe alloga en novliberalismaj terminoj, ĉar Orient-Eŭropo ankoraŭ ne estis tuŝita de okcidenta kapitalismo kaj ĝiaj plej gravaj rimedoj estas ankoraŭ ŝtata posedaĵo (Klein, 2007, p. 176). Kiel Polanyi, Klein opinias, ke homoj devus esti demokratie konsultataj pri tiuj gravaj ŝanĝoj, kiujn multaj el ili ne akceptus, se ili signifas amasan senlaborigon, forigon de laboristaj rajtoj kaj pli grandajn sociajn malegalecojn. Fine, laŭ Klein, ne la troigoj de la libera merkato, sed strikoj kaj la kapablo de la pola ŝtato ne forvendi la tutan industrion ebligis novan ekonomian kreskon (Klein, 2007, p. 193).

La 11-a de Septembro kaj la ŝok-terapio de Bush: Privatigita ekde la komenco

La usona respondo al la atencoj de la 11-a de Septembro 2001 portis al nova evoluo en detrua kapitalismo, kompare kun la simpla forvendado de publikaj kompanioj en la naŭdekaj jaroj. Pere de la kreado de korporaciista sistemo, fakte, politikaj kaj korporaciaj elitoj kunfandiĝis por alproprigi al si la rajtojn je antaŭe publikaj rimedoj. Ekzemple, dum la rekonstruado de Irako okazis granda transiro de mono de publikaj al privataj manoj, kun eksplodo de senlaboreco kaj de la publika ŝuldo. Krom tio, sub George W. Bush milito kaj respondo al katastrofoj iĝis tiel privatigitaj, ke ili mem iĝis la nova merkato (Klein, 2007, p. 13). Donald Rumsfeld kaj Dick Cheney, kiuj estis gravaj politikaj kunlaborantoj de Bush, havis ankaŭ rektajn privatajn interesojn en la katastrof-kapitalisma komplekso. Tio kreis tute novan situacion. Irakaj malalt-salajraj laboristoj eĉ ne estis uzataj por la rekonstruado de Irako post la milito. La plej gravaj kontraktintoj, kiel Halliburton, multnacia firmao kun

ligoj al Cheney, kaj aliaj usonaj korporacioj preferis importi pli facile kontroleblajn laboristojn el aliaj landoj (Klein, 2007, p. 347). Kroma pezo por irakaj laboristoj estis, ke samtempe la san-sistemo estis privatigita. Fakte, la celo ne estis malfermi irakajn fabrikojn kaj kontribui al socia stabileco per la rekomenciĝo de loka laboro kaj la refondado de socia help-sistemo, sed nur facile trudi eksteran volon al malforta publiko. La ne-elektita “demokratia” registaro, trudita al la lando fare de la gajnintoj, ne havis intereson protekti la popolon. Samtempe, en Usono mem la elspezo por gvatadaj teknikoj multe kreskis pro la tiel dirita “milito kontraŭ teroro”, malhelpante la liberan cirkuladon kaj renkontiĝon de homoj.

Klein konkludas, ke ŝok-terapiistoj volas forviŝi nian memoron. La plej forta rezisto kontraŭ ili estas rekonstrui malnovajn memorojn kaj krei novajn, ĉar memoro forsorbas ŝokon kaj ebligas al homoj pli racie reagi, rekonstrui pli fortajn komunumajn ligojn kaj pli avantaĝe prinegoci vivkondiĉojn bonajn por la socio (Klein, 2007, p. 463).

Konkludo: Polanyi kaj Klein por pli justa socio

Kiel Polanyi, Klein kontraŭstaras la oficialan fabelon de novliberalismo, ke liberaj merkatoj kaj demokratio ĉiam iras kune (Klein, 2007, p. 18). Ŝi vidas kiel modelon la ekonomikan penson de la brita ekonomikisto John Maynard Keynes (1883-1946), kiun oni povas konsideri la intelekta arkitekto de la usona Nova Interkonsento (New Deal) en la 30-aj jaroj. Lia socialema ŝtato (*welfare state*) baziĝas sur miksitaj ekonomio. Ĝi kreis la reguligitajn merkatojn post la Granda Depresio de 1929. Ĝi havas kiel bazojn edukadon por ĉiuj, ŝtatan proprieton de akvo kaj de aliaj esencaj servoj kaj leĝojn por mildigi la konsekvencojn de kapitalismo por laboristoj. Keynes estis ankaŭ unu el la ĉefaj kreintoj de la ekonomia modelo de Bretton Woods (1944). Dum tiu renkontiĝo estis ankaŭ fonditaj la Internacia Mona Fonduso kaj la Monda Banko, kiuj dum kelkaj jardekoj pozitive funkciis por eviti novajn mondajn ŝokojn kiel tiu, kiu malstabiligis la Germanion de Weimar antaŭ la dua mondmilito. Sed ekde 1982 ambaŭ institucioj tute ekkliniĝis al la novliberalisma penso, kiel aperis klare en la fokuso pri privatigo, senreguligado kaj drastaj fortranĉoj el publikaj elspezoj en la formulado de la Vaŝingtona Interkonsento en 1989 (Klein, 2007, p. 163). Male, reveni al la ideoj de Bretton Woods povus kontribui al pli justa kaj stabila socio mondscale.

Same, kvankam Polanyi verkis *La granda transformado* dum la Dua Mondmilito, li restis optimisma pri la futuro. La baza afero estas renversi la penson, ke socia vivo devas esti subordigita al merkataj mekanismoj, kaj komenci uzi la instrumentojn de demokratia regado por la bono de niaj individuaj kaj kolektivaj bezonoj. Kiam la jam kadukiĝinta penso pri mem-reguligaj liberaj merkatoj malaperos, la vojo estos libera por subordigi naciajn ekonomiojn kaj la mondan ekonomion al demokratiaj politikoj. Interna ekonomia stabileco ebligas ankaŭ altajn nivelojn de internacia komerco kaj kooperado. La Nova Interkonsento de Roosevelt ŝajnis al Polanyi modelo de tiu dezirebla estonto (Polanyi, 2001, p. xxxv).

Konklude, ambaŭ tiuj pensuloj kun ligo al Kanado kaj al Montrealo pripensi- gas nin pri la danĝeroj de novliberalismo sen politikaj kontroloj, kiuj povus protekti la bonon de la socio. Polanyi precipe volas substreki la ligojn inter la fiaska utopio de mem-reguliga merkato kaj la nasko de faŝismo en la dudekaj jaroj de la lasta jarcento por forpreni demokratiajn obstaklojn kaj daŭre protekti la gajnon de mal- multaj kapitalistoj. Klein montras la novan vizaĝon de tiu danĝero, kiu inkluzivas la uzon de katastrofoj por altrudi liber-merkatajn reformojn kaj kritikas la koluzion inter privataj kaj politikaj interesoj, kiuj korodas eĉ demokratiajn ŝtatojn. Por ambaŭ la solvo estas povigi la socion libere lukti por havi pli bonajn kondiĉojn, sin protekti de tro danĝere abruptaj ŝanĝoj kaj, se necese, fondi pli justajn kaj daŭripovajn insti- tuciojn, kiuj permesas tion fari.

Bibliografio

ARRIGHI, Giovanni. (2007). *Adam Smith in Beijing: Lineages of the Twentieth-First Century*. London: Verso.

BEAUDRY, Lucille, DEBLOCK, Christian & GISLAIN, Jean-Jacques. (1990). *Un Siècle de Marxisme: Avec deux textes inédits de Karl Polanyi*. Sainte-Foy: Presses de l'Université du Québec.

DALE, Gareth (2010). *Karl Polanyi: The Limits of the Market*. Cambridge (UK): Pol- ity Press.

DE HAAN, Peter (2016). *From Keynes to Piketty: The Century That Shook Up Eco- nomics*. London: Palgrave Macmillan.

KLEIN, Naomi (2000). *No Logo: Taking Aim at the Brand Bullies*. London: Harper Collins/Flamingo.

KLEIN, Naomi (2007). *The Shock Doctrine: The Rise of Disaster Capitalism*. New York: Metropolitan Books.

LEVITT, Kari & DESAI, Radhika (red.) (2020). *Karl Polanyi and Twenty-First-Cen- tury Capitalism*. Manchester: Manchester UP.

MADELLA, Alessandra. "Pri Adam Smith en Pekino de Giovanni Arrighi." *Ĉina Ra- dio Internacia* 11-06-2021: <https://esperanto.cri.cn/recommended2/3842/20210611/675025.html> (vidita je 27-04-2022)

POLANYI, Karl. (1977). *The Livelihood of Man*. New York: Academic Press.

POLANYI, Karl. (2001). *The Great Transformation: The Political and Economic Ori- gins of Our Time*. Boston: Beacon Press.

POLANYI, Karl. (2014). *For a New West: Essays, 1919-1958*. Cambridge (UK): Pol- ity Press.

POLANYI, Karl. (2016). *The Hungarian Writings*. Manchester: Manchester UP.

POLANYI, Karl. (2018). *Economy and Society. Selected Writings*. Cambridge (UK): Polity Press.

POLANYI, Kari, ARENSBERG, Conrad & PEARSON, Harry (red.) (1957). *Trade and Market in the Early Empires: Economies in History and Theory*. Glencoe (Illinois): The Free Press.

La Sciencoj sur la Silkaj Vojoj ¹

Bill M. Mak

Denaske el Honkongo, la kanadano D-ro Mak diplomiĝis pri lingvistiko ĉe McGill-Universito en Montrealo en 1996. Li doktoriĝis pri Budhisma filologio ĉe Pekina Universitato kaj poste daŭrigis sian esploristan karieron en Germanio, Usono kaj laste Japanio, kie li estis vic-profesoro pri la historio de scienco en la Kiota Universitato. Inter liaj fakaj interesoj estas: sanskrita literaturo, historiaj religiaj kaj sciencaj kontaktoj inter Ĉinio kaj Barato, kaj la historio de scienco. Li nun faras esploron ĉe la Needham Esplora Instituto en Kembriĝo, Britio, kaj okupiĝas pri sia eldonota libro pri la historio de fremda astronomio en Ĉinio.



Resumo: La Sciencoj Sur la Silkaj Vojoj

La Silkaj Vojoj, landaj kaj maraj, estas la ĉefa ligo inter la orienta kaj okcidenta mondoj dum jarmiloj. Malgraŭ ilia nomo, ne nur valoraj varoj kiel silko, spicoj, teo, vitraĵo kaj porcelano moviĝis sur la antikvaj vojoj. Ankaŭ sciencaj ideoj (matematiko kaj astronomio el Barato kaj Grekio) kaj inventaĵoj (papero, kompasoj, pulvo kaj presado el Ĉinio) disvastiĝis tra la ampleksa transporta reto. En tiu ĉi prelego, oni fokusiĝas je la sciencaj ideoj kaj inventaĵoj de diversaj kulturoj kaj ilia sorto en diversaj partoj de Eŭrazio ekde la komenco de la unua jarmilo p.K. ĝis la mezo de la sekvanta jarmilo.

Abstract: Science on the Silk Roads

The land and maritime Silk Roads are the chief link between the Eastern and Western worlds for millennia. Despite its name, not only goods such as silk, spice, tea, glass, and porcelain travels on the ancient routes. Also scientific ideas (mathematics and astronomy from India and Greece) and inventions (paper, compass, gunpowder, and printing from China) spread through the vast transportation network. In this lecture, we focus on the scientific ideas and inventions of different cultures and their fate in different parts of Eurasia from the beginning of the first millennium C.E. to the middle of the following millennium.

Résumé: Les sciences sur les Routes de la Soie

Les Routes de la Soie, terrestres et maritimes, sont le lien principal entre le monde oriental et le monde occidental depuis des millénaires. Malgré leur nom, ce ne sont

¹ Mi dankas la provlegadon de S-ino Masako Tahira.

pas seulement des marchandises précieuses comme la soie, les épices, le thé, le verre et la porcelaine qui circulaient sur ces routes antiques. Les idées scientifiques (mathématiques et astronomie, d'Inde et de Grèce) et les inventions (papier, boussole, poudre à canon et imprimerie, de Chine) se répandent aussi à travers le vaste réseau de transport. Dans la présente conférence, on se concentrera sur les idées scientifiques et inventions de diverses cultures et sur leur devenir dans diverses parties de l'Eurasie au cours du premier millénaire de notre ère.

La Sciencoj sur la Silkaj Vojoj

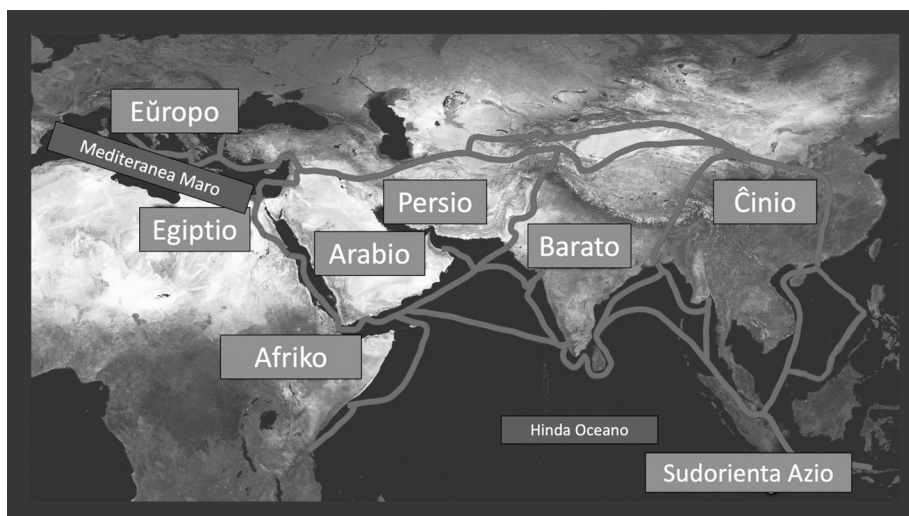


Fig.1 Silkaj Vojoj, landaj kaj maraj, ĉ. la 1^a jc. ĝis 15^a jc. p.K.

1. Historia fono

La tielnomataj Silkaj Vojoj signifas ĉefe la komercan reton inter Eŭropo kaj Azio de la komenco de la unua jarmilo ĝis ĉ. 1500 p.K. (Fig. 1). La ĉefaj vojoj de tiu ĉi reto troviĝas en Centra Azio tra diversaj kulturoj kaj landoj inter Romo kaj Ĉinio. Malgraŭ la facila impresado de la Silka Vojo kiel ligo inter la du imperioj, la ĉefaj kulturaj fortoj sur la Silka Vojo, ĝi rilatis ankaŭ al persoj, baratanoj kaj la multaj etnoj kiuj troviĝis en oazaj landoj en Centra Azio. La mozaiko de kulturoj kaj lingvoj de diversaj etnoj kontribuis al la bunta kulturo sur la Silkaj Vojoj, kie oni trovas ekzotikajn varojn, fremdajn religiojn kaj novajn sciencajn ideojn kiuj transformis nian mondon (Hansen 2017, Rezakhani 2010). Inter la vojaĝantoj sur la Silka Vojo estas persaj kaj sogdaj komercistoj, diplomatoj-aventuristoj kaj baratanaj kaj persaj misiistoj de diversaj religioj: Budhismo, Kristanismo, Manikeismo, Zoroastrismo k.a.

Oni parolas ankaŭ pri la maraj Silkaj Vojoj, kiuj ligis Ĉinion kaj Baraton al la Araba duoninsulo kaj la Mediteranea mondo. En tiuj ĉi retoj, komercistoj kaj misiistoj ludis ankaŭ gravan rolon enkonduki novajn sciencojn kaj teknikojn inter kulturoj.

2. La vojo okcidenten? orienten?

Varoj diversaj dismoviĝas sur la Silkaj Vojoj laŭ la necesoj kaj kapabloj de diversaj landoj. La ĉefaj komercaj varoj inkludis spicojn (pipro), mineralojn (oro kaj juveloj) kaj ŝtofojn (silko, pelto, kotono). Inter la antikvaj Eŭraziaj socioj dum la 1^a jarmilo p.K., la ĉinoj importis multe pli ol iliaj najbaroj pro siaj ekonomia forto kaj popola intereso pri ekzotikaĵoj. La ceteraj partoj de Eŭrazio estis ĝenerale malpli prosperaj, kvankam intereso pri orientaj ekzotikaĵoj estis ĉiam alta inter la nobeloj. Ili profitis el la kontakto kun Ĉinio ne pro la komercaj varoj, sed ĉefe pro sciencaj elpensaĵoj kaj teknika inventaĵoj de Ĉinio.

La 17^a-jarcenta angla filozofo Francis Bacon en sia *Novum Organum* priskribis la tri gravajn eltrovojn siatempan: presadon, magneton, pulvon, kiuj estis laŭ li “nekonataj al la antikvaj popoloj”, kaj ilia deveno estis “obskura”. La efiko de tiuj eltrovoj al la Eŭropa kaj Okcidenta Civilizacio estis grandega, ĉu eduke, ĉu politike, ĉu science. En la 20-a jarcento, Joseph Needham, la angla sciencisto kiu aldonis la “S” (sciencon) en UNESKO, montris ke fakte tiuj “eltrovoj” estis delonge konataj en Ĉinio antaŭ jarcentoj (Needham 1969: 62). En sia impona verkaĵo, la multvoluma *Scienco kaj Civilizacio de Ĉinio*, Needham montris detale la historion kaj disvolviĝojn de pli ol cent sciencaj kaj teknikaj eltrovoj de la antikvaj ĉinoj. Se la deveno de tiuj eltrovoj ne estis obskura kiel Bacon imagis, kiel ili estis transmiitaj al la Okcidento? Ŝajne la ŝlosilo restas sur la Silkaj Vojoj. Tamen nur dum la pasintaj jardekoj ni ekkompemis la detalojn de la kompleksa dinamiko kaj interago de la eŭraziaj civilizacioj.

Ni turnu nin unue al Ĉinio, ĉar tiuj sciencaj eltrovoj havis malsaman sorton ol en la Okcidento. Dum la plejparto de la antikva tempo ekde la komenco de la unua jarmilo p.K. ĝis la 16-a jarcento, la vivnivelo kaj materiala kulturo de Ĉinio estis unu el la plej altaj. Pro tio la ĉina materiala kulturo disvastiĝis al najbaraj landoj. Ĉinio dum jarmiloj estis la eksportcentro de altprezaj varoj kiel silko, porcelano kaj teo. Tamen pli gravaj estis tiuj inventaĵoj kiuj akompanis la vojaĝantojn de la Silkaj Vojoj, nome, papero, presado, kompasoj kaj pulvo. Ili estis eltrovitaj en Ĉinio kaj poste disvastiĝis unue orienten (Koreio, Japanio), kaj poste okcidenten sur la Silkaj Vojoj. Tra la araba mondo, ili estis enkondukitaj al Eŭropo inter la Mezepoko kaj la Renesanco. Ĉiuj ĉi varoj kaj eltrovoj komencis sian vojaĝon okcidenten de la du antikvaj urbejoj ĉinaj: Chang-an 長安 (“Longdaŭra-paco”) kaj Luoyang 洛陽 (“Brila flanko de la Rivero Luo”). En la 15-a jarcento, la inventaĵoj kaj varoj ĉinaj troviĝis tra preskaŭ ĉiuj partoj de Eŭrazio kaj havis gravan influon al ĝiaj socioj, kiuj rapide disvolviĝis ĝis la scienca revolucio de la 16-a jarcento.

2.1 Papero

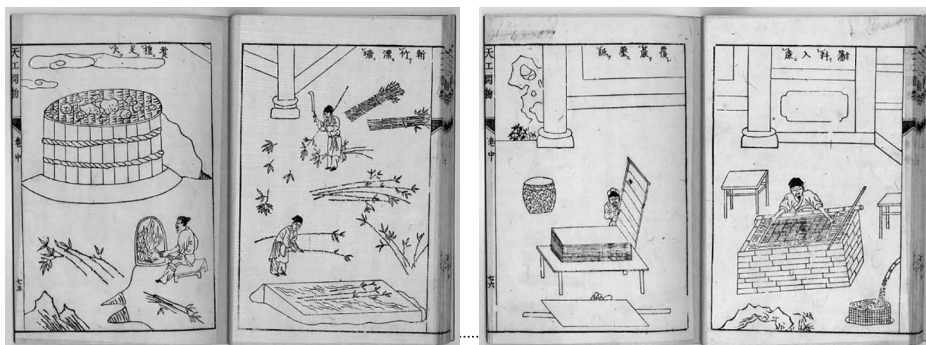


Fig. 2 Paperfarado. (*Tiangongkaiwu* 天工開物, 1637)

Laŭ la ĉina historia dokumento *Houhan shu* 後漢書, papero estis inventita de la inventisto Cai Lun 蔡倫 en 105 p.K. Antaŭ tiam la ĉinoj skribis ĉefe sur bambustrioj. Per metodo de boligado kaj miksado de fibroj de diversaj aĵoj, Cai sukcesis elfari malmultekostan kanab-paperon, kiu anstataŭis la bambustriojn kaj popularigis la skribkulturon. La metodo daŭre pliboniĝis tra jarcentoj (Fig. 2). Laŭ arkeologiaj esploroj paperfarado komenciĝis jam dum la 2^a jarcento a.K. Ekde la 4^a jarcento p.K., papero fariĝis la ĉefa skribmaterialo en Ĉinio kaj estis uzata ankaŭ alimaniere por lanternoj, ludkartoj, nomkartoj kaj mono. En Orienta Azio, la teknikoj de paperfarado disvastiĝis al Vjetnamio (3^a jarcento), Koreio (4^a jarcento) kaj Japanio (5^a jarcento). Dum la Tang-dinastio (618-907), papero estis eksportata al Sudorienta Azio kaj Centra Azio. Dum la sama periodo, ĉinstilaj paperfarejoj estis starigitaj en Samarkand, Bagdad kaj poste Damasko. En Egiptio dum jarmiloj a.K. oni uzis por skribado papiruson faritan de la papirusaj kanoj, kiu tamen ne estis papero. Ekde 900 p.K. paperfarejoj ektriviĝis en Kairo kaj poste ankaŭ en aliaj urbocentroj en la araba mondo. De tie la teknikoj disvastiĝis al Eŭropo, unue en Hispanio en Vidalon (1157), kaj poste en Italio en Montefano (1276) kaj Bologna (1293). Germanio ludis aparte grandan rolon disvastigi la teknikon al aliaj eŭropaj landoj dum la 15-a jarcento. Kun la tekniko de presado, papero ebligis amasproduktadon de libroj, kiuj antaŭe estis ĉefe en la formo de trezoraj mankopiitaj manuskriptoj faritaj de besthaŭto (pergameno). Skribado estis kompare nova afero en Barato, ĉar dum jarmiloj religiaj kaj sciencaj tekstoj estis parkere recitataj. La sanskrita vorto por libro *pustaka* devenis de la irana vorto *post*, kiu signifas (best)haŭton. En la antikva Barato la hindoj taksis la tuŝadon de besthaŭto aŭ eĉ la agon de skribado malpuraj. La budhistoj estis inter la plej fruaj "skribistoj" kiuj uzis arbŝelojn aŭ sekigitajn palmfoliojn kiel skribsurfacojn. La araboj verŝajne enkondukis al la baratanoj paperon dum la 8-a jarcento, sed la produktado kaj uzado de papero komenciĝis en Kashmir en norda Barato nur ekde la 14-a jarcento.

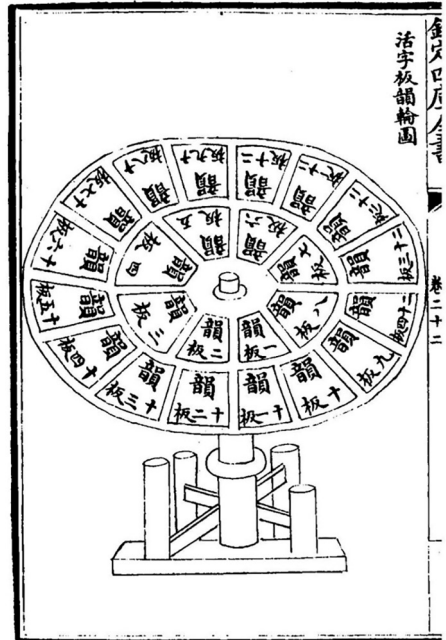
2.2 Presarto



Fig.3 *Jingang jing* 金剛經. La *ĉinlingva Diamanta Sūtro* (tradukita el Sanskrito, *Vajracchedikāprajñāpāramitā*) presita en 868 p.K.

Papero fariĝis grava parto de la ĉiutaga vivo en Ĉinio inter la 4-a kaj 6-a jarcentoj. Dum la Sui- kaj Tang-dinastioj inter la 6^a kaj 7^a jarcentoj, ksilografio (ligno-gravuraĵo) iom post iom anstataŭis mankopiadon per broso kaj inko pro la rapida disvastiĝo de librokulturo. Inter la plej fruaj presaĵoj estis budhismaj tekstoj (Fig. 3), kies produktado estis grava al la disvastiĝo de la religio, same kiel la Biblio de Gutenberg jarcentojn poste. Metala presarto aperis en Ĉinio en la 8-a jarcento, sed lignotiparo estis preferata. En la mezo de la 11-a jarcento dum la Norda Song-dinastio, Bi Sheng 畢昇 inventis tipografion (Fig.4). Ekde tiam la ĉina registaro ekpresis paperan monon per metalaj tipoj. Presarto de bildoj kaj bild-libroj koloraj ekaperis en la 11-a jarcento. La ĉina tekniko de presarto disvastiĝis tra Orienta Azio en Koreion kaj Japanion je la fino de la unua jarmilo p.K. Dank' al la Mongola imperio, presarto kaj presita papermono disvastiĝis al Centra kaj Okcidenta Azio. En 1292, la mongola lando Ilhanlando (en la nuna Irano) ekproduktis papermonbiletojn en Tabriz, Persio. La judoj ekpresis religiajn tekstojn en la 14-a jarcento. En Italio Pamfilo Castaldi (1398-1490) kaj en Nederlando Laurens Janszoon (aktivis 1395-1465) klopodis

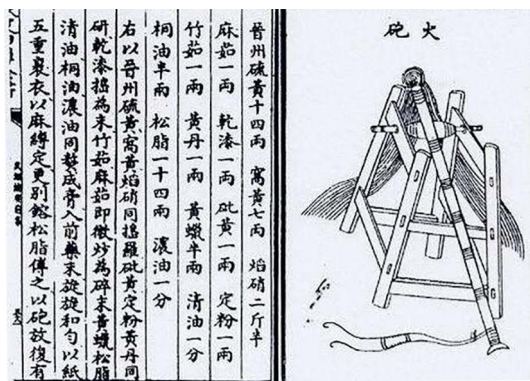
Fig.4 Ĉinstila tipografio. Nongshu 農書 (1300)



presi librojn per ĉinstilaj lignotipoj, kiuj ne taŭgis por malgrandaj eŭropaj alfabetaj literoj. Dum la 14-a jarcento ĉinoj ekuzis ankaŭ metalajn prestipojn. Verŝajne sendepende de la germano Prokop Waldvogel (aktivis 1367-1444) oni kreis metaltipan tipografion en Avignon. Dek jarojn poste alia germano Johannes Gutenberg (1400-1468) presis la latinlingvan Biblion kaj aliajn librojn en Mainz en 1450. La presarto rapide disvastiĝis tra Eŭropo dum la sama jarcento, ŝanĝante la manieron de disvastigo de kono kaj scienco en Eŭropo.

2.3 Kompasso

La ĉinoj eltrovis la altirajn trajtojn de magneto dum la Periodo de Militaj Ŝtatoj (475-221 a.K.) kaj uzis la ilon *sinanyi* 司南儀 (sud-indikilo) por montri direktojn. La plej frua *sinanyi* aspektas kiel kulerforma magneto sur plato. Ekde la 4-a jarcento p.K. kompasso en la formo de pendigita nadlo ekaperis. Ankaŭ fiŝforma nadlo sur akvujeto en la mezo de markita tabuleto estis inventita. En la 9-a jarcento modernstilan kompason (*kanyu luopan* 堪輿羅盤) utiligis ĉinaj divenistoj, por kiuj la direktoj de konstruaĵoj kaj naturaj objektoj estis gravaj. Por mara navigado ekde la 11-a jarcento, ĉinoj uzis kaj la "sekan" kaj la "malsekan" kompasojn. Inter la plej bone konataj ĉinaj marvojaĝoj estis la sep vojaĝoj ĝis Sudorienta Azio, Suda Azio, Okcidenta Azio kaj Orienta Afriko dum la Ming-dinastio inter 1405 kaj 1433, inkludante tiujn fare de la ĉina islamano Zheng He 鄭和. En 1190, la anglo Alexander Neckam (1157-1217) priskribis kompason en siaj verkaĵoj *De utensilibus*¹ kaj *De naturis rerum*². Tio ĉi estis verŝajne la unua mencio pri kompasso ekster Ĉinio. La scio disvastiĝis en Eŭropo dank' al la araboj. En 1232, la persa aŭtoro Muhammad al-Awfi (aktivis 1202-57) menciis pri ĉinstila kompasso utiligata de arabaj maristoj. Aliaj aziaj kulturoj ekkonatiĝis kun la kompasso pli poste: Barato (13-a jarcento), Koreio (15-a jarcento) kaj Japanio (17-a jarcento). Antaŭ la populariĝo de kompasso, navigacio dependis je astronomia observado kaj oni ne navigis malproksime de la bordo. La kompasso ebligis longdistancajn marvojaĝojn kiel tiuj de la ĉinoj (11-a jarcento), la araboj (12-a-13-a jarcentoj), kaj poste la eŭropanoj kiuj serĉis marajn alirojn al Ĉinio kaj Barato por ties trezoroj ekde la 15-a jarcento.



2.4 Pulvo

Fig.5 Pafilo kaj pulv-recepto en *Wujing zongyao* 武經總要 (1044)

La ĉefa enhavo de pulvo estas salpetro, kun miksaĵo de karbo kaj sulfuro. Ĉinoj uzis salpetron kiel medikamenton ekde la Qin-dinastio (221-206 a.K.). La alĥemiistoj ĉinaj dum la 9-a jarcento miksis salpetron kun sulfuro, realgaro, kaj

¹ "Pri uzetablajoj"

² "Pri la naturo de la aferoj"

mielo kaj kaŭzis bruladon, eltrovante hazarde la recepton de pulvo. En la milita verkaĵo *Wujing zongyao* 武經總要 (1044 p.K.), la Song-dinastia klerulo Zeng Gongliang 曾公亮 priskribis pafilon kaj pulvon, faritan de salpetro, karbo kaj sulfuro (Fig.5). Oni uzis pastforman pulvon kiel brulaĵon ĵetatan de pafarko, katapulto aŭ mano. Je la fino de la 11-a jarcento, ĉinoj ekuzis pulvon por artfajraĵo kaj piroteknikaĵo. Ĉinoj inventis pulvarmilojn, kiuj nomiĝis *huoqiang* 火槍 (“fajr-pafilo”, 1132 p.K.) kaj *huojiang* 火箭 (“fajr-sago” aŭ raketo, 1161 p.K.). Ili estis menciitaj en militaj verkaĵoj, sed oni malofte uzis ilin en milito. En Eŭropo, la brito Roger Bacon (1214-1292) kaj la germano Albert Magnus (ĉ. 1200-1280) priskribis pulvon en siaj verkaĵoj. Pro la milita konkurenco inter Italio, Germanio, Francio, Anglio, Pollando, Rusio kaj Hispanio dum la 13-a jarcento, eŭropanoj ellaboris novajn pulvarmilojn surbaze de la ĉinaj prototipoj. Efikaj pafilegoj estis necesaj por detruo fortikajn kastelojn kiuj abundis en Eŭropo. Ekde la 14-a jarcento eŭropaj pafilegoj kaj aliaj pulvarmiloj fariĝis multe pli mortigaj kaj fortaj ol la ĉinaj. Dum la aĝo de eŭropa navigacia eltrovo, la pulvarmilo fariĝis ilo de sklavigo kaj tutmonda koloniismo.

2.5 Silko, porcelano kaj teo

La varoj kiujn portis la sogdaj kaj persaj komercistoj okcidenten, estis tre diversaj. Inter la plej valoraj varoj de Ĉinio estis silko, kiun la ĉinoj ekproduktis ekde la 4-a jarmilo a.K. La tekniko de silk-produktado disvastiĝis al najbaraj landoj kiel Koreio, Kotano (oaza landeto sur la Silka Vojo) kaj Barato ĉirkaŭ la fino de la unua jarmilo a.K. Tamen ĉina silko restis dum jarmiloj luksaĵo tra Eŭrazio, de Romo ĝis Bagdado kaj Barato. Kvankam la romianoj ne havis klaran kaj rektan scion pri Ĉinio, Ĉinio estis konata kiel la Lando de Silko (*Serika*).³ Silkkostumo estis la preferata vestaĵo de romiaj imperiestroj kaj nobeloj, kostante ĝis 300 denarojn, la jarsalajron de romia soldato! El la verŝado de oro por la aĉetado de ĉina silko profitis ne nur la ĉinoj, sed la persaj kaj sogdaj komercistoj, kiuj prosperigis la oazajn landetojn sur la Silka Vojo. Simila entuziasmo pri ĉinaĵoj vizitis la mondon iom pli poste; temas pri porcelano. Porcelano estis produktata en Ĉinio ekde la Ŝang-dinastio (1600-1046 a.K.). La itala esploristo Marko Polo menciis pri ĝi en sia verkaĵo *Il Milione* en la 13-a jarcento. Ekde la 16-a jarcento la mara Silka Vojo fariĝis pli sekura kaj pliprofita por la komercado de porcelanaĵoj inter Eŭropo kaj Azio. Persio, Barato kaj Sudorienta Azio estis ankaŭ tre aktivaj komercaj centroj kie porcelano fariĝis populara luksaĵo. Inter la plej famaj porcelanoj estis la blua-kaj-blanka porcelano kiun la ĉinoj ekproduktis dum la mongola periodo (Ĵuan-dinastio, 1271-1368 p.K.). La eŭropaj komercistoj, komence portugaloj (16-a jc.) kaj poste nederlandanoj kaj la britoj (17-a jc.), profitis abunde pro la komercado de silko kaj porcelano. Ankaŭ teo fariĝis alia luksa varo de grandega profito dum tiu ĉi periodo, kvankam ĝi estis ordinara populara trinkaĵo en Ĉinio ekde la Tang-dinastio. La kulturo de Te-trinkado kaj Te-kultivado disvastiĝis en Orienta Azio dank’ al la ĉinaj budhanoj, kiuj konsideris ĝin medikamenteca trinkaĵo helpa por klarmensa meditado. En Eŭropo ekde la 17-a

³ Ekz., en la 2a jarcenta *Geografio* de Ptolemeo, oni priskribis du landojn: *Serika* ĉe la fino de la tera Silka Vojo, kaj *Sinae* ĉe la ekstrema oriento de Azio atingebla per ŝipo.

jarcento, trinkado de teo (kaj ankaŭ kafo) kun porcelano fariĝis prestiĝa afero. En Ĉinio, ĉefe la hanoj trinkas teon. Interalie la vorto *te(o)* devenis de la prononco de la ĉina vorto por la planto (茶) en la provinco Fujian 福建, unu el la ĉefaj te-eksportejoj en Sud-Ĉinio. Alia eksportejo de teo estis Guangzhou 廣州, kie oni prononcas la saman vorton kiel *ĉa* (kiu estis ankaŭ la prononco de la pli antikva ĉina lingvo de la vorto). Pro la diversaj komercaj ligoj, en multaj modernaj lingvoj la vortoj por teo ligiĝas al *ĉa*, ne *te*, ekz. *ĉal/ĉaj* en diversaj barataj lingvoj, *ĉaj/saj* en la araba, *ĉa* en la korea kaj la japana, *ĉaj* en la rusa kaj aliaj slavaj lingvoj k.t.p. Tibetanoj kaj mongoloj trinkis dum jarcentoj laktaĵojn kaj ne teon; sed ili poste ekmiksis lakton en teon. La Eŭropanoj faris simile por forpreni la amarecon de la teo, aldonante ankaŭ sukerojn, alian produktadon kiu fariĝis profitiga varo ligita al sklavismo kaj koloniismo.

Kolektive la eŭropa malsato kaj avareco pri orientaj luksaĵoj rezultigis ankaŭ rapidan progreson de navigacia teknologio kaj ĝenerala scienca scio pri la mondo.

3. La vojo orienten

La intercivilizacia dialogo dum la unua jarmilo p.K. okazis ĉefe inter Persio, Barato kaj Ĉinio, ligite de la Silka Vojo. La ĉinaj teknikoj pri la produktado de papero, presarto, kompasoj, pulvo kaj la ĉina materia kulturo multe influis la persan kaj poste la araban mondon, kaj de tie al Eŭropo. La Mezopotamio kaj Barato estis tamen gravaj centroj de sciencaj esploroj. Mezopotamia astra scio estis la bazo de la greka astronomio. La barata astronomio enhavis ankaŭ elementojn de mezopotamia kaj greka astronomio. La mezopotamia tekniko pri skribado kaj skrib-alfabeto disvastiĝis al Barato kiel supremenciite. Ankaŭ nova scio pri la mondo, precipe en la fakoj de astronomio, medicino, kaj agrikulturo, vojaĝis orienten.

3.1 Astronomio

Fig.6 Trigonometria tabulo en *Jiuzhi li* 九執曆 (718)

eltrovis la astronomian fenomenon de precesio (retroira progresado de la ekvinoksa punkto sur la ekliptiko) per ekzameno de la babiloniaj registroj. Konceptoj kiel la sesdekuma sistemo kaj 24 horoj en unu tago disvolviĝis rezulte de la renkontiĝo de babilonaj, egiptaj kaj grekaj ideoj. Post la militkampanjo de Aleksandro la Granda (356-323 a.K.), helenismaj sciencoj disvastiĝis orienten, komence en Persio, poste al Barato, kaj tra Centra Azio al Orienta Azio.

La rezulto de la vojaĝo de helenisma scienco orienten estas tamen malklara. Oni ne forgesu, ke baratanoj kaj ĉinoj havis siajn proprajn astronomiajn tradiciojn, kiuj ebligis al ili sufiĉe bone kompreni kaj kalkuli astronomiajn fenomenojn. La Silka Vojo ĉiuokaze fariĝis renkontejo de diversaj ekzotikaj astronomiaj ideoj. Do, kies teorioj estis la plej bonaj kaj kiel oni juĝu? En la 8-a jarcento, ĉinaj astronomoj komparis baratan astronomion kun du ĉinaj astronomiaj teorioj (nova kaj malnova) por la prognozo de lunaj kaj sunaj eklipsoj. La ĉinoj konkludis ke la nova ĉina astronomia teorio de Yixing 一行 (683-727 p.K.) estas pli preciza kaj la barata pli malpreciza. Fakte la barata astronomia teorio kiun al Ĉinio enkondukis la 8-a-jarcenta barata astronomo Qutan Xida 瞿曇悉達 (*Gautamasiddhārtha), enhavis altnivelajn greka-baratajn matematikajn kaj astronomiajn teknikojn, kiel la uzoj de nulo, sesdekuma sistemo kaj trigonometria tabulo (Fig.6). La barata astronomia teorio tradukita en la ĉina lingvo ne bone funkciis, ĉar la teknikaj esprimoj estis fremdaj al la ĉinoj kaj la rezultoj estis malprecizaj pro la malnoveco de la astronomiaj konstantoj. Oni ne forgesu ke ne ekzistas nur unu ĉina aŭ unu barata astronomia teorio. Scienco kiel ĉie ĉiam progresas. Se oni konsideru nur la plej ĝisdatigitajn teoriojn de la grekoj, araboj, baratanoj kaj ĉinoj, ĝis la invento de astronoma teleskopoj en Eŭropo en la 17-a jarcento, ĉies teorioj estis ŝajne sufiĉe precizaj.

Foje ne nur sciencaj ideoj disvastiĝis. Vaste disvastiĝis ankaŭ la koncepto de planeda septaga semajno, kiu estis miksaĵo de astronomiaj kaj astrologiaj ideoj. Ĝi enhavis ideojn kiel 24 horojn de la egiptoj, sep planedoj laŭ la ordo de rapideco en la greka-babilonia modelo de la kosmo, kaj la emfazo de Sun-adoro en Mitraismo, kaj poste ankaŭ en Kristanismo (Suno kiel simbolo de Kristo). En Romio la helenisma koncepto de planeda septaga semajno populariĝis iujn jardekojn a.K. La semajno origine komenciĝis de sabato. Post la oficialiĝo de Kristanismo en Romio kiel la roma religio en 321 p.K. fare de la imperiestro Konstanteno (272-337 p.K.), dimanĉo fariĝis la oficiala religia ripoztago kaj ankaŭ la komenco de la septaga semajno. La planedaj semajntagoj ne havis ajnajn astronomiajn signifojn. La koncepto tamen disvastiĝis tra Romio kaj eĉ eksteren, en Persio, Barato kaj Centra Azio ekde la 4-a jarcento. La ĉinoj en Chang'an lernis pri ĝi ekde la 8-a jarcento, sed ne adoptis la koncepton ĝis la 20-a jarcento, kiam la koncepto fariĝis internacie akceptita, same kiel la gregora kalendaro kaj eŭropaj astronomiaj teorioj post la scienca revolucio en la 17-a jarcento.

La helenisma astronomia scienco kiu vojaĝis orienten al la Barata kaj araba mondo, fine revenis al Eŭropo. La barataj ciferoj estis vaste adoptitaj (krom en Ĉinio kaj Orienta Azio!). Bizancaj kaj poste islamaj kleruloj konservis kaj plibonigis la helenisman sciencon, kiu estis forgesita en Okcidenta Eŭropo ekde la disfalo de Ro-

mio en 476 p.K. Gravaj filozofaj kaj sciencaj verkaĵoj estis tradukitaj de la araba al la latina lingvo ekde la 12-a jarcento. Vortoj kiel algebro, algoritmo, alkoholo devenis de la araba lingvo, atestante pri tiu ĉi grava ligo en la historio de scienco.

3.2 Tritiko, pano kaj nudeloj

Tritiko estis kultivata en Okcidenta Azio antaŭ 10 000 jaroj. En aliaj partoj de Eŭrazio oni kultivis aliajn specojn de grenoj (milio kaj rizo en Ĉinio kaj Barato, hordeo kaj *durum*-tritikoj en Eŭropo). La kultivado de tritiko (mola kaj bongusta!) disvastiĝis orienten kaj troviĝis en centra kaj norda Ĉinio ekde 2600 a.K. Ekde la Tang-dinastio, kultivado de tritiko kaj la manĝado de nudeloj kaj pano fariĝis populara en Ĉinio, krom en la sudo kie rizo (ankaŭ mola kaj bongusta!) restis la ĉefa greno. La fremda greno fariĝis kvazaŭ denaska en kaj Ĉinio kaj Barato, kiuj estas hodiaŭ la du plej grandaj produktantoj de tritiko en la mondo. Nun restas ankoraŭ du apartaj manĝkulturoj en Ĉinio: En la sudo oni daŭre manĝas ĉefe rizon kaj rizkaĉon, dum en la nordo oni manĝas nudelojn kaj bulforman panon (*mantou* 饅頭), faritan de tritika faruno. Pano en aliaj partoj de Eŭrazio havis kompreneble longdaŭran historion kaj ĝi estis ankaŭ la ĉefa kaj taŭga manĝo sur la Silka Vojo. Sed la nun popularaj nudeloj kiel spagetoj ŝajne havis tre mallongan historion.

4. Konkludo

En ĉiuj civilizacioj scienco (=scio) kreskas kaj disvolviĝas, rezulte de homa sciivolo kaj klopodo de plibonigo de la homa vivo, ĉu pri luksaĵo, ĉu pri bongustaĵo. Tiaj deziroj estis gravaj stimuloj al komercado kaj ekonomia disvolviĝo, kiu estis la bazo de scienca disvolviĝo. En Ĉinio tekniko de paperfarado, presarto, kompasoj kaj pulvo ŝanĝis la vivon de ne nur la ĉinoj, sed ankaŭ la cetera mondo. En Eŭropo, paperfarado kaj presarto disvastiĝis scion kaj sciencon. Konkurencoj inter eŭropaj landoj rezultigis pli fortajn pulvarmilojn. Kun la nova militpovo kaj per kompasoj kaj nova navigacia scio, eŭropanoj klopodis kolonii la ceteran mondon kaj samtempe amasigis riĉon. Oni taksas konkurencon kaj riĉecon kiel faktorojn de la Scienca Revolucio kiu okazis en Eŭropo ekde la 16-a jarcento.

Sed kial la Scienca Revolucio ne okazis en Ĉinio? Tion demandis Joseph Needham, kiu miris pri la scienca kaj teknologia supereco de Ĉinio antaŭ la 16-a jarcento. La respondoj diversaj kaj interesaj estos taŭgaj por alia prelego. Dum tiu ĉi prelego, ni tamen konstatas ke la historio de scienco estas ankaŭ la historio de interkultura kontakto kaj interŝanĝo. En nia tutglobiĝa mondo ĉiu ŝajne havis sian pecon de la granda puzlo. Kio okazus se la kvar ĉinaj inventaĵoj ne disvastiĝus? Se mankus postulo pri luksaĵoj aŭ bongustaĵoj, ĉu sciencoj tamen progresus? Se mankis la araboj kiuj disvastiĝis ĉinan teknologion kaj baratan sciencon, kaj konservis kaj plibonigis la helenisman sciencon, kiu jam estis forgesita en Eŭropo, ĉu tamen la scienca revolucio okazus?

La Silkaj Vojoj kiuj ligis la diversajn antikvajn civilizaciojn havis kuriozan kaj gravan rolon ne nur movi varojn, sed ankaŭ disvastiĝi sciencajn, teknologiajn

eltrovojn kaj inventaĵojn. Dum la unua jarmilo ĝis la mezo de la dua jarmilo, tiu fluo okazis ĉefe okcidenten de Ĉinio al ĝiaj najbaroj. La persoj, baratanoj, araboj kaj la multetnaj centra-aziaj komercistoj estis ofte kvazaŭ sciencaj transmiistoj, nek memkonsciaj, nek rekonataj. Dum la sekvontaj jarcentoj post 1600 p.K., la scienco kaj tekniko de Eŭropo rapide kaj multege superis tiun de aliaj kulturoj. Dum la pasintaj jardekoj, Ĉinio denove kreskis ekonomie kaj teknologie. Samtempe novaj Silkaj Vojoj estas konstruataj. Ni vidas ankoraŭfoje kiel la interago inter civilizacioj en nia tutglobiĝa mondo antaŭenigas nian kolektivajn komprenon de la mondo kaj nian klopodon plibonigi ĝin.

Referaĵoj

- Hansen, Valerie. 2017. *The Silk Road: A New History with Documents*. New York: Oxford University Press.
- Needham, Joseph. 1969. *The Grand Titration: Science and Society in East and West*. London: Allen & Unwin.
- Rezakhani, K. 2010. 'The Road That Never Was: The Silk Road and Trans-Eurasian Exchange'. *Comparative Studies of South Asia, Africa and the Middle East* 30 (3): 420–33. <https://doi.org/10.1215/1089201X-2010-025>.

Vitro, mirinda materialo ĉe la Internacia Jaro de Vitro 2022 de UN

Suzuki Keiichiro

Naskiĝis en Jokohamo, Japanio (1948). Laboris longe en esplorcentro de iu kemia kompanio, kiu ĉefe produktas vitraĵojn. Doktoriĝis pri teknologio per studo pri ceramikaj materialoj. Ekde 2005 laboras en New Glass Forum en Tokio por scienca datumbazo pri vitro. Lekciis pri neorganikaj materialoj ĉe Yokohama Nacia Universitato dum 2008-2014. Prezidanto de Jokohama Esperanto-Rondo (nun, Neprofitcela Organizo Esperanto Jokohama) dum 1998-2007, LKK-ano por la Jokohama UK en 2007, kaj Prezidanto de Japana Esperanto-Instituto dum 2012-2020.



Resumo: Vitro, mirinda materialo ĉe la Internacia Jaro de Vitro 2022 de UN

Vitron ĉiuj vidas ĉie ĉiam kiel materialon por fenestro de domo kaj aŭto, substrato aŭ kovroplato de televidilo, komputilo, poŝtelefono kaj brakhorloĝo, kaj glaso, botelo, artaĵo ktp. Vitro havas tre utilajn karakterojn kiel travidebleco, malmoleco, hermetikeco kaj kemia stabileco. Vitro ege kontribuis por la disvolvado de la homaro. Ekzemple la invento de teleskopo kun vitra lenso disvolvis astronomion, kaj same mikroskopo progresigis biologion. En la 20-a jarcento optika fibro de vitro fariĝis la bazo por la hodiaŭa mondo interreta. UN deklaris la Internacian Jaron de Vitro 2022 por diskonigi kaj akceli kontribuadon de vitro al la mondo.

En la prelego estos klarigite kio estas vitro science kaj kial montriĝas la unikaj karakteroj de vitro. Vitro estas amorfa substanco, kiu solidiĝis de likvo sen formado de kristalo. La plej tipa kaj baza vitro de neorganika substanco estas vitro de SiO_2 (silicia dioksido). Ĝia atomstrukturo konsistas el 3-dimensie konektitaj SiO_4 -kvaredroj sen periodeco je longa distanco. Travidebleco, la plej grava karaktero de vitro, troviĝas pro tio, ke la substanco mem ne sorbas videblan lumon kaj vitro ne havas limojn de grajnoj.

Ekzemploj de epokfaraj teknikoj kaj uzoj de vitro estos montrataj. En malnova tempo vitroplato ne havis altajn platecon kaj fortecon. Kiu tekniko ŝanĝis la kvaliton draste? Tio estas la Flosigo-procedo de stan-banujo. Fandado de vitro flosas sur fandado de stano, kaj la flosigita tavolo fariĝas vitroplato per malvarmigo. Por optika fibro estis inventita SiO_2 -vitrofibro kun tre alta pureco, kiu estas produktata per ke-

mia vapor-precipitado. En la vitrofibro atenuiĝo de lumo estas tre malgranda. Tial ĝi estas uzata per du-tavola strukturo de vitrofibroj kun diferencaj refraktaj indicoj. Reto de optika fibro estis instalita en la tuta mondo. Krome kelkaj aliaj uzoj de vitro per novaj teknikoj estos menciataj, kaj estonta nova ebleco de vitro estos tuŝata.

Abstract: Glass, wonderful material on the International Year of Glass 2022 of the UN

Everywhere any time everyone sees glasses as materials for windows of houses and automobiles, substrates and cover glasses of TV sets, computers, smartphones and wristwatches, and glasses, bottles, art objects, etc. Glass has greatly contributed for development of mankind. For example, the invention of telescope using glass lenses developed astronomy, and microscope in similar manner progressed biology. In the 20th century, optical fiber of glass became the basis for today's internet world. United Nations has declared the International Year of Glass 2022 to inform and accelerate the contribution of glass to the world.

In this lecture, "What is glass scientifically" and "Why do the unique characteristics of glass appears?" will be explained. Glass is amorphous substance, which is solidified without crystallization. The most typical and basic glass as an inorganic substance is SiO_2 (silica) glass. Its atom structure consists of 3-dimensionally connected SiO_4 tetrahedrons and does not have long-periodicity. Transparency, the most important characteristic of glass, comes into existence, because the substance does not absorb the visible light, and does not have grain boundaries.

Examples of epoch-making technologies and uses of glass will be shown. In old times, glass plates did not have high flatness and strength. Which technology changed the quality drastically? That is Float Process using a tin bath. Glass melt is floated on tin melt, and the glass layer becomes plate by cooling. For optical fiber, silica glass fiber with very high purity was invented. It is fabricated by chemical vapor deposition. In the fiber, attenuation of light is very small. Then it is used with a two-layer structure of fiber with different refract indexes. Network of optical fibers has been set in the whole world. Besides, other several uses of glass by new technologies will be mentioned, and future's new possibility of glass will be touched.

Résumé: Le verre, merveilleux matériau à l'occasion de l'année Internationale du verre de l'ONU, en 2022

Le verre est présent partout et en permanence comme matériau pour les vitres de la maison et de l'auto, comme substrat ou plaque de couverture des écrans de téléviseur, d'ordinateur, de téléphone portable, et aussi sur les montres, et sous forme de verres, de bouteilles, d'objets d'art etc. Le verre possède des propriétés très utiles comme la transparence, la dureté, l'imperméabilité et la stabilité chimique. Le verre a grandement contribué au développement de l'humanité. Par exemple l'invention du télescope à lentille de verre a permis de développer l'astronomie, et de même le microscope a fait progresser la biologie. Au 20ème siècle la fibre de

verre optique est devenue la base du monde actuel de l'internet. L'ONU a déclaré 2022 Année internationale du verre pour faire connaître et accélérer la contribution du verre à la société internationale.

Au cours de la conférence on expliquera ce qu'est le verre du point de vue scientifique et d'où viennent les propriétés uniques du verre. Le verre est une substance amorphe, qui s'est solidifiée à partir d'un liquide sans cristallisation. Le verre le plus typique et basique de substance inorganique est le verre de SiO_2 (dioxyde de silicium). Sa structure atomique consiste en tétraèdres de SiO_4 connectés en 3 dimensions sans ordre à longue distance. La transparence, propriété la plus importante du verre, provient du fait que la substance elle-même n'absorbe pas la lumière visible et que le verre n'a pas de limites de grain.

On montrera des exemples de techniques marquantes et d'utilisations du verre. Dans les temps anciens la planéité et la solidité des plaques de verre n'étaient pas très élevées. Quelle technique en a changé drastiquement la qualité ? Il s'agit du procédé de flottage sur un bain d'étain. Du verre en fusion flotte sur de l'étain fondu, et la couche flottée devient une glace en refroidissant. Pour la fibre optique on a inventé la fibre de verre SiO_2 à très haute pureté, qui est produite par dépôt chimique en phase vapeur. Dans la fibre de verre l'atténuation de la lumière est très minime. Pour cela on utilise la structure à deux couches de fibres de verre avec différents indices de réfraction. Un réseau de fibre optique a été installé à l'échelle mondiale. En outre on présentera quelques autres emplois du verre permis par de nouvelles techniques, et on mentionnera une nouvelle possibilité future du verre.

Vitro, mirinda materialo ĉe la Internacia Jaro de Vitro 2022 de UN

Enkonduke

2022 estas la Internacia Jaro de Vitro deklarita de Unuiĝintaj Nacioj (UN) [1] [2]. UN foje elektas temon de naturscienca aŭ teknika kampo por la Internaciaj Jaroj. "Fiziko" en 2005, "Kemio" en 2011, "Kristalo" en 2014, "Lumo kaj lumtekniko" en 2015 ktp. "Vitro" estas la unua temo kiel artefarita materialo por la Internacia Jaro. UN esperas, ke oni pli bone scios pri vitro, kiu kontribuis por disvolvado de la homaro, kaj vitro disvolviĝos plu de nun.

Vitro havas longan historion de pli ol 5000 jaroj, kaj ĝi nun estas uzata ĉie por diversaj celoj. Kiel epokfaraj en la historio de vitro, estis invento de teleskopo per uzo de vitra lenso en la 16-a jarcento kaj invento de mikroskopo same en la sama jarcento. Ili ege progresigis astronomion kaj biologion respektive. Kompreneble ankaŭ okulvitroj, kiuj estis uzataj de pli frua tempo, kontribuis por la progreso de homaj kulturoj. En la 20-a jarcento estis inventita elstara tekniko por manufakturo-

ri altkvalitan vitroplaton, Flosigo-procedo. Kaj naskiĝis optika fibro de vitro, kiu fariĝis la baza grava teknika frukto por la hodiaŭa interreta mondo.

Tabelo 1 montras la ĉefajn uzojn de vitro en diversaj kampoj [3][4]. La uzoj de vitro plejofte utiligas travideblecon, la plej gravan karakteron de vitro, malmolecon kaj facilan formeblecon por diversaj formoj de malgrandaj al grandaj.

Tabelo 1. Uzoj de vitro

kampoj	uzoj
konstruado, arkitekturo	vitroplatoj por fenestroj, fasadoj, pordoj, vitrolano por termika izolado, kompozitaj materialoj fortigita de vitrofibro
veturiloj	ventoŝirmiloj, fenestroj, kovriloj de lampoj por aŭtomobiloj, fervojoj, ŝipoj
lumigado	lampogloboj, fluoreskaj lampoj
vivado	boteloj, glasoj, manĝujoj, speguloj, horloĝoj, tabloj, vitroŝrankoj
elektroniko	ekranoj (kovrilplatoj, substratoj de likva kristalo, k.a.) por televidiloj, komputiloj, poŝtelefonoj, tuŝekranaj aparatoj, mikroondaj fornoj, vitroceramikaj platoj por induktaj kuirmaŝinoj, megnetaj diskoj
luma komunikado	optikaj fibroj, amplifikiloj por optika fibro
optiko	lensoj, speguloj, k.a. por teleskopoj, mikroskopoj, fotiloj, projekciiloj
procedoj por duonkonduktanto	lensoj por ekspono-instrumentoj, fotomaskoj
energio	kovrilplatoj, substratoj por sunbaterioj, speguloj por suntermikaj centraloj, multoblvitra-fenestroj (glazuritaj fenestroj)
medio	vitriĝo de radioaktivaj forĵetaĵoj
medicino	ujoj, artefaritaj ostoj, dentoj
arto	artaĵoj, ornamaĵoj

1. Kio estas vitro?

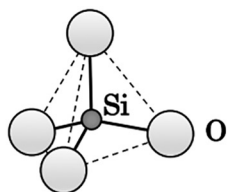
Vitro estas amorfa substanco, kiu havas transiro punkton de vitro inter likvo kaj solido.

Amorfa substanco

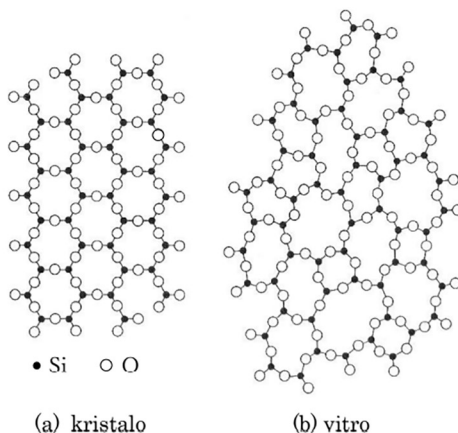
Amorfa substanco estas nekristala materio. Kristalo havas homogenan regulan strukturon de atomoj. Ĝi havas longdistancon periodecon (ordon) de atomoj. Amorfa substanco kutime havas mallongdistancon periodecon (ordon) de atomoj, sed ne longdistancon.

Ekzemple, Silicia oksido (SiO_2) havas ambaŭ tipajn statojn: de kristalo kaj amorfa substanco, vitro. La atomstrukturo de SiO_2 estas baze komponita de SiO_4 -kvaredoj kun forta ligo de Si kaj O (Bildo 1). La kristalo de SiO_2 havas regulan atomstrukturon de konektitaj SiO_4 -kvaredoj tridimensie (Bildo 2, a). Ankaŭ la vitro de SiO_2 (silica vitro) konsistas el SiO_4 -kvaredoj konektitaj, sed la strukturo de la konektoj estas neregula (Bildo 2, b). Kial SiO_2 fariĝas kristalo aŭ vitro? Kiam la

kristalo de SiO_2 (ekzemple, kvarco) estas varmigata, ĝi fandiĝas. Se la fandaĵo estas rapide malvarmigata, ĝi fariĝas vitro. Pro tio, ke la viskozeco de la fandaĵo estas alta kaj tial la SiO_4 -kvaredroj ne facile moviĝas por rearanĝo, kun malaltiĝo de temperaturo la fandaĵo transiras de likvo al solido sen kristaliĝo. Ĉi tiel silica vitro naskiĝas. Vitro estas energie en pseŭdo-stabila stato, kvankam kristalo estas en stabila stato. Sed tamen en ĉambraj temperaturoj vitro ne ŝanĝiĝas al kristalo eterne. Do oni povas uzi vitraĵojn kiel stabilan materialon. Se silica vitro estas metita longe en $1000\text{--}1500^\circ\text{C}$, ĝi ŝanĝiĝas al kristalo.



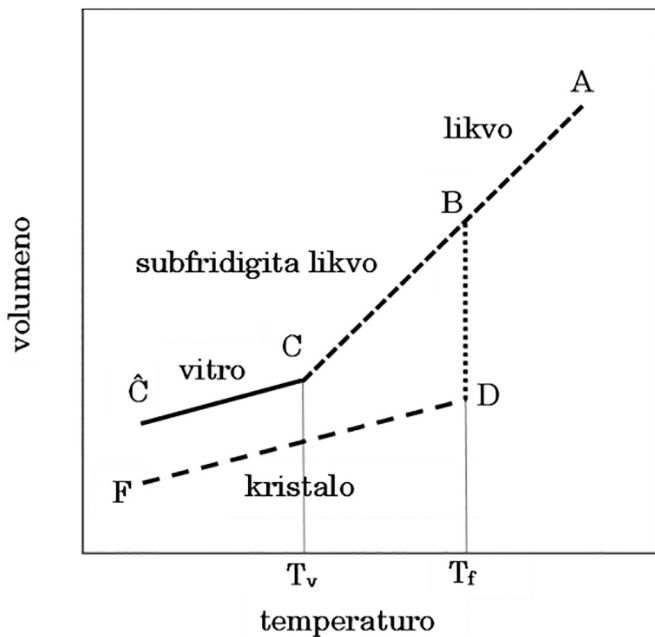
Bildo 1. Skema modelo de SiO_4 -kvaredro



Bildo 2. Du-dimensia modelo de la strukturo de SiO_2 [5]

Transiropunkto de vitro

Bildo 3 montras la rilaton inter temperaturo kaj volumeno pri likvo, kristalo kaj vitro. Kiam la temperaturo de likva substanco malaltiĝas (A–B), la likvo transiras al kristalo ĉe la fandopunkto kutime kun malgrandiĝo de volumeno (B–D). Sed se la likvo ne tuj transiras al kristalo ĉe la fandopunkto, la likvo fariĝas subfridigita likvo sub la fandopunkto, kaj kiam la temperaturo plimalaltiĝas, la volumeno de la subfridigita likvo malgrandiĝas (B–C) kun altiĝo de la viskozeco, kaj ĉe iu temperaturo fleksiĝo aperas en la linio de la temperaturo-volumeno (C). La temperaturo de la fleksiĝo estas nomata la transiropunkto de vitro. Ĉe la transiropunkto de vitro, la koeficiento de la termika dilatado (la kliniĝo de la linio) ŝanĝiĝas. Sub la transiropunkto de vitro, la stato estas vitro (C–Ĉ). Ĝia koeficiento de la termika dilatado estas pli malalta preskaŭ same kiel tiu de la kristalo (D–F). La ekzisto de la transiropunkto de vitro estas necesa kondiĉo por vitro. Sed tamen la fizika signifo pri transiropunkto de vitro ankoraŭ ne estas klarigita. Ĉiuj amorfaj substancoj ne ĉiam havas la transiropunkton de vitro. Ekzemple amorfa karbono kaj silica ĝelo estas amorfaj substancoj, sed ne havas la transiropunktojn de vitro. Do ili ne estas vitroj.

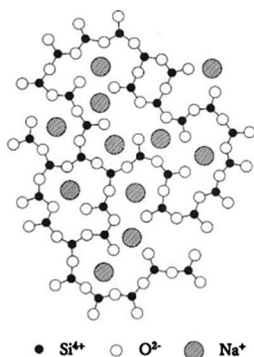


Bildo 3. Rilato inter temperaturo kaj volumeno pri likvo, kristalo kaj vitro
 T_f : fandopunkto T_v : transiropunkto de vitro

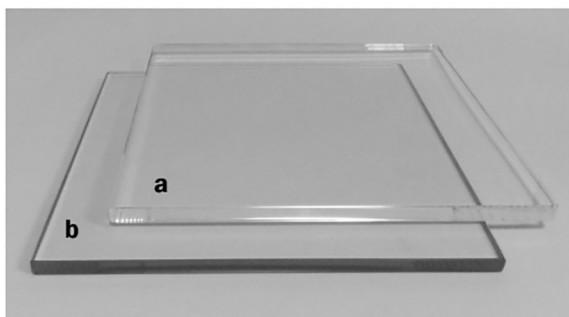
Kemiaj konsistoj de vitro

Ne nur vitroj de neorganikaj materioj kiel metaloksidoj ktp, sed ankaŭ vitroj de metaloj aŭ plastoj ekzistas. Metalaj vitroj aŭ plastaj vitroj (ekzemple, organikaj materioj kun multaj molekuloj) estas amorfaj kaj havas la transiropunktojn de vitro. Ĉi tiu lekcio traktas nur vitrojn neorganikajn, kiuj ne estas metalaj aŭ plastaj.

Diversaj kemiaj konsistoj de vitroj metaloksidaj aŭ aliaj estis disvolvigitaj. Silica vitro, la plej baza vitro, havas altan fandopunkton, 1700°C. Pro tio la produktado de silica vitro ne estas facila. Sed se alkalmetala oksido estas enmetata al SiO_2 , la ligoj de Si kaj O estas parte tranĉitaj de la alkalmetalaj jonoj kun elektra neŭtraleco. Bildo 4 montras la atomstrukturon de sodsilica vitro ($\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O}$). Tranĉiro de la ligoj de Si kaj O signifas malaltigon de la fandopunkto kaj la viskozeco de la likvo, tial la produktado de la vitro fariĝas pli facila. La plej kutima vitro, uzata por fenestroj de konstruaĵoj ktp, konsistas ĉefe el $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O-CaO}$. Ĝi estas nomata sodkalka vitro, kiu havas travedeblecon, mekanikan rezistecon kaj kemian stabilecon necesajn por la uzoj. Bildo 5 montras platojn de silica vitro kun alta pureco kaj sodkalka vitro. Tabelo 2 montras la ĉefajn komponantojn, uzojn kaj karakterojn de tipaj vitroj. Multegaj kemiaj konsistoj estas eblaj por vitroj. Aldonante diversajn komponantojn oni povas enmanigi vitrojn kun diversaj utilaj karakteroj.



Bildo 4. Strukturo de sodsilica vitro (SiO₂-Na₂O) [5]



Bildo 5. (a) Silica vitro kun alta pureco kaj (b) Sodkalka vitro, 150x150x6 mm

Tabelo 2. Komponentoj de tipaj vitroj

ĉefaj komponantoj	ekzemploj de uzoj	karakteroj (ekster travidebleco)
SiO ₂ -CaO-Na ₂ O	vitroplatoj, boteloj	malmoleco, hermetikeco, kemia stabileco
SiO ₂ -B ₂ O ₃ -Na ₂ O	laboratoriaj ujoj, manĝujoj	kemia stabileco, termorezistado
SiO ₂ -Al ₂ O ₃ -B ₂ O ₃ -RO	substratoj de likva kristalo vitrofibroj	malalta termika dilatado kemia stabileco
SiO ₂ -Al ₂ O ₃ -RO-Na ₂ O	kovrilplatoj de poŝtelefonoj	facileco pri jonoŝanĝo
SiO ₂ -PbO-K ₂ O	optikaj lensoj, kristaloj, ŝirmfenestroj por iks-radioj	alta refrakta indico ŝirmado por iks-radioj
SiO ₂	optikaj fibroj, fotomaskoj	malalta atenuiĝo de lumo, mekanika rezisteco
B ₂ O ₃ , P ₂ O ₅	optikaj lensoj	refrakta propaĵo
Fluoridoj	optikaj fibroj	traireco je vastaj lumondo
Kalkogenidoj (S, Se, Te)	optikaj lensoj por infraruĝo	traireco de infraruĝa radio

RO: teralkalmetala oksido

Propecoj de vitro

Ĝenerale la ĉefaj propecoj de vitro estas travidebleco, malmoleco, rompiĝeme-
co, hermetikeco, kemia stabileco, varmelteneo, elektra izoleco ktp. Sub la vidpunk-
to de produktado, ankaŭ formebleco estas signifa. Oni povas fari vitraĵojn kun di-
versaj formoj de malgrandaj al grandaj per muldado de fandaĵo, maŝinado ka. Ĉi tiu
lekcio traktas travideblecon kaj mekanikajn propecojn.

Travidebleco

Substanco havas travideblecon pro malalta sorbado kaj reflektado de la videbla lumo. Unue la energiobreĉo de travidebla substanco devas esti pli granda ol la energio de la videbla lumo. Tio signifas, ke la substanco ne sorbas la videblan lumon. Ekzemple la kristalo de SiO_2 havas la energiobreĉon de 7,2 eV, sufiĉe pli altan ol 3,2 eV de violkolora lumo. Do la simpla kristalo de SiO_2 estas travidebla. Silica vitro kaj siliciataj vitroj havas energiobreĉojn similajn al la silica kristalo. Due vitro estas optike homogena sen limoj de grajnoj. Limoj de grajnoj kaŭzas disĵetan reflektion de la lumo. Kutime kristala maso konsistas el multe da malgrandaj kristalaj grajnoj, tial ĝi ne estas travidebla. Trie glateco de la surfaco estas necesa por travidebleco. Se la surfaco de vitra maso ne estas glata, ĝi ne estas travidebla pro disĵeto de la lumo, kvankam ĝi estas traluma kiel frostovitro.

Mekanikaj proprecoj

Ĝenerale kompare kun plasto aŭ metalo, vitro estas pli malmola, sed rompiĝema. Malmoleco kaj mekanika rezisteco de materialo fundamente dependas de forteco de ĝiaj atomaj ligoj. La teoria mekanika rezisteco kontraŭ tiro de vitro estas alta, ĉirkaŭ 10 GPa. Fakte silica vitrofibro ĵus produktita havas preskaŭ saman mekanikan rezistecon kiel pianokordo. Sed mekanika rezisteco de kutima vitraĵo estas malpli ol 1/100 de la teoria mekanika rezisteco. Sur la surfaco de vitraĵo troviĝas multe da difektoj ĉe uzado. Kiam ĝi ricevas forton, koncentriĝo de streĉo okazas ĉe la pinto de difektoj kaj la difektoj tre rapide etendiĝas eĉ per malgranda forto, kaj rezulte ĝi rompiĝas. La mekanika rezisteco de rompiĝema materialo kiel vitro estas montrata per jena formulo.

$$\sigma = K_{IC} / (Y \cdot c^{1/2})$$

σ : mekanika rezisteco, K_{IC} : fraktura tenaceco, c : longeco de difekto, Y : koeficiento de formo

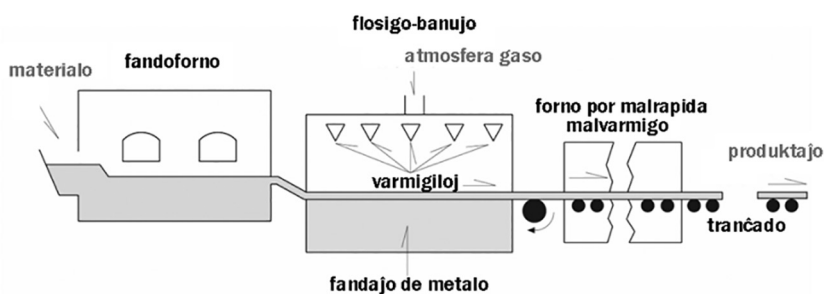
La faktura tenaceco, K_{IC} de vitro estas tre malalta (sodkalka vitro: $0,7 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$), pro tio, ke la difektoj facile etendiĝas en vitro sen deformato kaj sen limoj de grajnoj. K_{IC} de metalaj materialoj estas alta (ŝtalo: $100 \sim 250 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$), ĉar la koncentriĝo de streĉo mildiĝas pro deformato ĉe la pinto de difektoj. En rompiĝemaj materialoj, ju pli alta la K_{IC} kaj malgranda la longeco de difekto, des pli alta la mekanika rezisteco.

Notindaj teknikoj

Produktado de vitroplato

Plato estas la plej kutima formo kiel vitraĵo. En la 7-a jarcento jam aperis produktoprocedo por vitrodisko per blovado, kaj en la 18-a jarcento oni praktikis teknikon produkti vitroplaton tranĉante cilindron faritan per blovado kaj etendante ĝin al plato. En la fruaj jaroj de la 20-a jarcento du novaj similaj procedoj levi platon el fandaĵo de vitro estis inventitaj. Ili ebligis kontinuan amasfabrikadon de grandaj platoj [6].

En la mezo de la 20-a jarcento naskiĝis epokfara tekniko, Flosigo-procedo, kiu draste plibonigas la kvaliton de vitroplato. Ĝi estas procedo produkti vitroplaton flosigante fandaĵon de vitro sur fandaĵo de metala stano ĉe ĉirkaŭ 1000°C (Bildo 6). La fandopunkto de stano estas 232°C. La specifaj pezoj de vitrofandaĵo kaj stano estas 2,5 g/cm³ kaj 6,5 g/cm³ respektive. La fandaĵo de vitro etendiĝas sur la fandaĵo de stano sen trempiĝo kaj fariĝas plato per tirado de la solidigita vitro per malvarmigo ĉe la sekva parto de la flosigo-banujo. La tirrapideco ŝanĝas la dikecon de vitroplato. La instalaĵo de Flosigo-procedo estas tre longa, ekzemple 600 m. La vitroplato per ĉi tiu procedo havas bonkvalitajn ambaŭflankajn glataĵojn sen distordo, kaj nur malmultajn kaj malgrandajn difektojn, kiuj donas pli bonan travideblecon kaj mekanikan rezistecon. Pilkongton Brothers-kompanio en Britio inventis kaj praktikis la teknikon en 1959. Nun en la tuta mondo oni produktas vitroplatojn ĉefe per ĉi tiu Flosigo-procedo.



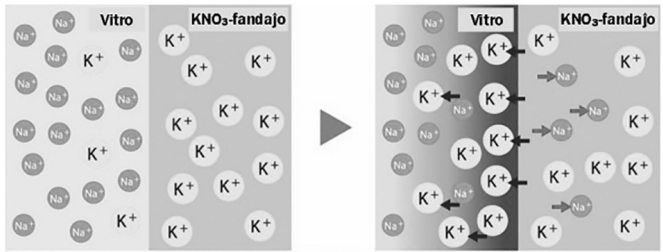
Bildo 6. Flosigo-procedo. (permesita uzo de AGC [7])

Poste alia produkto-procedo por maldika vitroplato, nome Kurfandiĝo-procedo, estis praktikata de Corning-kompanio en Usono [8]. Superflua vitrofandaĵo el ambaŭ flankoj de trogo kun V-forma fundo unuiĝas kaj estas tirata suben por fari vitroplaton. Per ĉi tiu procedo oni povas akiri precizan maldikan vitroplaton, kiu ne necesigas poluradon por uzo de la substrato por televidilo kun likva kristalo ktp.

Hardado de vitroplato

Hardado (fortigo)-procedoj por vitro estis disvolvita por malgrandigi la malavantaĝon de vitro, rompiĝemecon. Por hardado de grandaj vitroplatoj por fenestroj ktp estas uzata procedo de rapida malvarmigo de varmigitaj vitroplato per aera vento. Per ĉi tiu procedo ĉe la surfaca parto de la plato aperas kunpremstreĉo, kiu preventas malfermon de difektoj. Por hardi vitroplatojn por ekrano-kovrilo de komputilo, portebla telefonilo ktp estas uzata kemia hardado-procedo. Per mergado de vitroplato, kiu inkluzivas natriaĵajn jonojn, en solvaĵo kiel KNO₃, la natriaĵaj jonoj (Na⁺) en la surfaca parto de la plato estas substituataj de kaliaĵaj jonoj (K⁺) (Bildo 7). La radiusoj de kalia jono kaj natria jono estas 0,133 nm kaj 0,097 nm respektive. Pro tio, ke kalia jono estas pli granda ol natria jono, ĉe la surfaca parto aperas kunpremstreĉo. Per ĉi tiu procedo maldika vitroplato estas pli bone hardata ol per la

rapida malvarmigo-procedo. La rezisteco kontraŭ ventopremo estas 3,5~4-oble je la rapida malvarmigo kaj pli ol 6-oble je la kemia hardado, kompare kun tiu de la kutima vitroplato. La kemia hardita kovrilvitro de portebla telefonilo estas maldika (ekzemple, 0,55 mm), sed ĝi ne facile rompiĝas kaj rezistas al gratodifektoj [9][10].



Bildo 7. La kemia hardado de vitro per interŝanĝo de jonoj (permesita uzo de AGC [11])

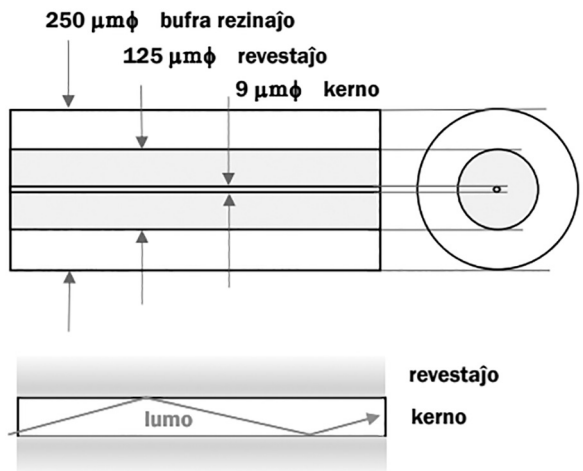
Optika fibro

Optika fibro [12] estas farata de ĉefe SiO₂ kun tre alta pureco. La silica vitro estas produktata ne per fandado de materialoj, per kemia vapordeponado per uzo de gasoj kun altaj purecoj. Ekzemple jena reakcio estas uzata:

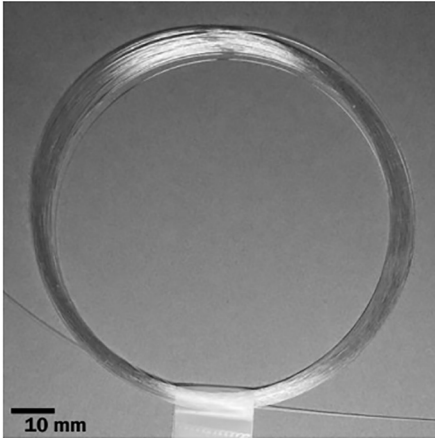


La prenita pura SiO₂ estas varmigata al ĉirkaŭ 2000°C kaj kontinua longa fibro estas produktata. La nivelo de malpureco estas malmultege malpli ol 10⁻⁹. Pro tio la atenuiĝo de la lumo en la fibro estas malgrandega. En kutima sodkalka vitro por fenestro, la lumo atenuiĝas al 1/100 per 200 m, kaj en la optika silica fibro, ĝi atenuiĝas al 1/100 per 100 km (0,2 dB/km). Referencu Bildon 5 pri la diferenco en koloro kaj travidebleco de sodkalka vitro kaj silica vitro kun alta pureco.

Optikaj fibroj kun diversaj strukturoj kaj funkcioj estas uzataj. Bildo 9 montras la plej tipan strukturon de optika vitrofibro (unumoda fibro). En la centro estas kerno, kaj ĉirkaŭ la kerno estas revestaĵo. La refrakta indico de kerno estas pli alta ol tiu de revestaĵo, per tio ke la kerno inkluzivas GeO₂-n kiel aldoniĝon al SiO₂ por altigi la refraktan indicon. Ĉirkaŭ la revestaĵo bufra rezinaĵo kovriĝas por protektado de la interna fibro. Atenuiĝo de



Bildo 8. Strukturo de optika fibro (singularmoda-fibro)



Bildo 9. Optika fibro (singularmoda fibro) montrita en Bildo 8
atenuiĝo de lumo (1.55 μm): 0.2 dB/km

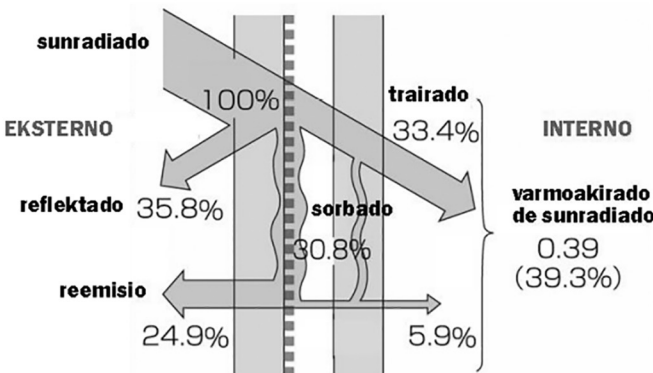
lumo en vitro dependas de la ondolongo de la lumo. Tial por unumoda fibro oni uzas lumon de ĉefe 1,55 μm , ĉe kiu ondolongo la atenuiĝo estas la plej malgranda. La lumo iras en la kerno tut-reflektate kun la plej malgranda atenuiĝo.

La optika fibro supreskribita estas uzata per la stato bendita de kelkaj al maksimume 1000 fibroj. La submaraj kabloj de optika fibro havas specialan nerompiĝeman strukturon kovritan per ŝtalaj fadenoj. En longdistanca optika komuniksistemo, amplifikilo de vitrofibro kun Er-jono estas uzata je ĉiuj 40~100 km. Nun sur la ter globo estas instalita multo da reto de optika fibro.

Enerĝispara fenestro

Fenestro de konstruaĵo estas la plej kutima uzo de vitro, kaj ĝi devis malgrandigi la eniron kaj eliron de varmo tra vitra fenestro por ŝpari enegion precipe pri klimatizilo. Por tio, multobla-vitraj fenestroj (duobla-, triobla- kaj kvarobla-vitra), kiuj dividas vitroplatojn per spacoj, estis uzataj. Ju pli multaj la vitroplatoj kaj spacoj, des pli granda la varmizola efiko per redukto de varmotransiro. Kaj pluaj plibonigaj teknikoj estis disvolvigitaj. Bildo 10 montras elementan ekzemplon de la efiko de duobla-vitra fenestro uzanta malgrandan emisio-vitron. La totala dikeco de la fenestro estas 18 mm kun 2 platoj de po 6 mm kaj spaco de 6mm. Sur la interna surfaco de la ekstera-flanka vitro estis metita metala membrano kiel arĝenta, kiu efike reflektas sunvarmon. Ĉi tiu fenestro efike reemisias la varmon en la vitro sorbita de la sunvarmo al la ekstero. La akirado de sunvarmo ĉe la interno estas 39%, kaj la varmizolado estas 0,42 $\text{K}\cdot\text{m}^2/\text{W}$ kun travidebleco de 70,8%. Estas pli efike, se la spaco

inter la vitroplatoj estas plenigita per nobla gaso kiel argono, kriptono, aŭ estas vakua.



Bildo10. Duobla-vitra fenestro kun malalta emisio Sun balance aqua green®, SBQ6+A6+FL6 (permesita uzo de AGC [7])

Konklude

La aŭtoro koncize klarigis la sciencan, kelkajn notindajn teknikojn ktp pri vitro. Vitron oni vidas ĉiam ĉie kutime sen konscio. Estus ĝojige, se la legantoj profundigos sian komprenon kaj havos intereson pri vitro, bela kaj mirinda materialo.

Vitraĵoj estas kutime produktataj per fandado de materialoj ĉe altaj temperaturoj, do oni pensas, ke ili estas aĵoj, kiuj necesigas multe da energio, sed diversaj procedoj kaj teknikoj kiel la procezo de solo-ĝelo kaj Dumfluga Fandado-procedo [13] estis disvolvataj kaj estas disvolvataj. Vitro estas altrezista en la tergloba cirkonstanco, taŭga por longa uzo, kaj facile recikle reuzebla. La materialoj por vitro kiel silico, kalko kaj sodo estas tre riĉaj kiel resursoj en la terglobo, kaj ili preskaŭ ne havas mediajn problemojn pri defalaĵo, kompare kun plasto. Tial oni povas diri, ke vitro estas materialo kiu respondas al la Celoj por Daŭripova Evoluigo de UN.

Vitro estas la plej bona materialo koncerne la lumteknologion. Ankaŭ de nun multiĝo de novaj disvolvoj kaj aplikoj de vitro rilate al la kampoj de lumutiligado kaj en neimageblaj kampoj estas atendataj.

Bibliografio

- [1] La Internacia Jaro de Vitro 2022, <https://iyog2022.org> .
- [2] La Internacia Jaro de Vitro 2022, https://www.youtube.com/watch?v=YuLnotn_EIs .
- [3] New Glass Forum, "Scienco de Vitro," Nikkan Kogyo Shimbun (2013).
- [4] Vitro, Vikipedio, <https://eo.wikipedia.org/wiki/Vitro> .
- [5] W. D. Kingery, "Introduction to Ceramics," 5 Noncrystalline Solids, John Wiley & Sons, Inc. (1960).
- [6] https://www.asahiglassplaza.net/knowledge/rg_knowledge/vol34/ .
- [7] Katalogo de vitroj por arkitekturo de AGC, <https://asahiglassplaza.icata.net/portal/co.do?c=394950000&pg=1&v=AGC00001&d=AGCD001> .
- [8] <https://www.corning.com/worldwide/en/innovation/the-glass-age/science-of-glass/how-it-works-cornings-fusion-process.html> .
- [9] Gorilla, <https://www.corning.com/gorillaglass/worldwide/en.html> .
- [10] Dragontrail, https://www.agc.com/en/products/applied_glass/detail/dragontrail.html .
- [11] https://www.asahiglassplaza.net/knowledge/rg_knowledge/vol33/ .
- [12] Optical fiber, Vikipedio, https://en.wikipedia.org/wiki/Optical_fiber .
- [13] T. Watanabe k.a., "Innovative in-flight glass melting technology using thermal plasmas," ISPC18, <https://www.ispc-conference.org/ispcdocs/ispc18/ispc18/content/paper00346.pdf> .

Medicina Turismo

Keyhan Sayadpour Zanjani

Asociita Profesoro pri Pediatria Kardiologio, Infana Medicina Centro, D-ro Gharib Strato, Keshavarz Bulvarado, Teherano, Irano. Iranano (naskiĝis en Mashhad, Irano, la 27-an de aŭgusto 1967).

Interes-kampoj: Pediatria kaj koraj intervenoj, Marfan-sindromo kaj aliaj aortopatioj, Pompe-malsano

Eduko: Medicino en Universitato de Medicinaj Sciencoj de Mashhad; Pediatrio en Universitato de Medicinaj Sciencoj de Mashhad; Pediatria Kardiologio en Shaheed Rajayee Kor-angia Centro, Irana Universitato de Medicinaj Sciencoj; Pediatria kor-interveno en Berlino, Germanio



Honoroj kaj distingoj:

- Ekzameno pri universitata akcepto: 1985, 1-a rango en la lando (subgrupo pri medicino)
- Premio Chairmen (Plej bona pediatria kardiologio-esploristo de Azio 2010), dum la 3-a Kongreso de Azi-Pacifika Pediatria Kardiologio
- Kandidato por IPC-Premio dum la 8-a Internacia Laborejo pri Intervenata Pediatria Kardiologio

Esperanto

- Esperantisto ekde 1985
- Movado: Prezidanto de Irana E-Asocio (IrEA, nun kaj tri pasintaj periodoj), eks-vicprezidanto de Universala Medicina E-Asocio, delegito de UEA, kunordiganto de Mezorianta kaj Nordafrika Komisiono de UEA, komitatano A de IrEA
- Literaturo: Premiita kiel Nova Talento kadre de Belartaj Konkursoj de UEA, prozaj kaj poeziaj verkoj
- IKU: Preleginto virtuale dum IKU 2020 kaj 2021

Resumo: Medicina Turismo

Medicina turismo signifas vojaĝi eksterlanden por ricevi medicinajn servojn. La celo povas esti ricevo de servo ne ekzistanta en la loĝlando, servo malpli kosta en la turismolando aŭ servo kiu ne bezonas longan vicon en la turismlando. Ofte estas kelkaj celoj, inkluzive de aliaj turismaj celoj (vizito de alia lando, vizito de parencoj aŭ amikoj, pilgrimado ktp). Kosmetikaj operacioj, dentkuracado kaj kuraco de malfekundeco estas oftaj serĉataj servoj. Psikiatria kaj medikamentaj kuracadoj malofte

estas serĉataj. La celo de medicina turismo povas esti prevento. La aktuala ekzemplo estas serĉo de vakcino kontraŭ Kovimo en alia lando, kiam ne ekzistas vakcinado en la loĝlando aŭ ne ekzistas bonkvalitaj vakcinoj.

La danĝeroj de medicina turismo estas infektoj, aliaj komplikaĵoj de la kuraco, morto de la paciento, kaj financaj, leĝaj aŭ kulturaj problemoj.

Grava obstaklo estas lingvaj problemoj. En certaj okazoj, la kuracisto kaj paciento estas samlingvaj, aŭ povas bone paroli saman lingvon. Tamen en multaj okazoj, ili bezonas tradukiston. Tio pliigas la koston kaj faras novajn problemojn.

Abstract: Medical Tourism

Medical tourism means traveling abroad to receive medical services. The goal may be to receive a service that does not exist in the country of residence, a less expensive service in the country of tourism or a service that does not need a long line in the country of tourism. There are often more than one goal, including other tourism activities (visiting another country, visiting relatives or friends, pilgrimage, etc.). Cosmetic surgery, dentistry and infertility treatment are frequently sought services. Psychiatric and medical treatments are rarely sought. The purpose of medical tourism may be prevention. The current example is the search for a vaccine against COVID 19 in another country when there is no vaccination program in the country of residence or there are not quality vaccines.

The dangers of medical tourism are acquiring infections, other complications of treatment, death of the patient, and financial, legal or cultural problems.

A major obstacle is language problems. In some cases, the physician and the patient are in the same language, or may speak the same language well. However, in many cases, they need a translator. This increases the cost and causes new problems.

Resumé: Le Tourisme Médical

Le tourisme médical consiste à voyager à l'étranger pour recevoir des services médicaux. L'objectif peut être de recevoir un service qui n'existe pas dans le pays de résidence, un service moins cher dans le pays du tourisme ou un service qui ne nécessite pas une longue file d'attente dans le pays du tourisme. Les objectifs sont souvent multiples, y compris d'autres objectifs touristiques (visite d'un autre pays, visite de parents ou d'amis, pèlerinage, etc.). La chirurgie esthétique, la dentisterie et le traitement de l'infertilité sont des services fréquemment recherchés. Les traitements psychiatriques et médicaux sont rarement recherchés. Le but du tourisme médical peut être la prévention. L'exemple actuel est la recherche d'un vaccin contre COVID 19 dans un autre pays alors qu'il n'y a pas de vaccination dans un pays de résidence ou qu'il n'y a pas de vaccins de bonne qualité.

Les dangers du tourisme médical sont les infections, les autres complications du traitement, le décès du patient et les problèmes financiers, juridiques ou culturels.

Un obstacle majeur est les problèmes de langue. Dans certains cas, le médecin et le patient parlent bien la même langue. Cependant, dans de nombreux cas, ils ont besoin d'un traducteur. Cela augmente le coût et pose de nouveaux problèmes.

Medicina Turismo

Medicina turismo signifas vojaĝi al alia lando pro medicinaj kialoj. Oni serĉas pli malmultekostajn, ne ekzistantajn (aŭ pli bonkvalitajn), aŭ pli rapidajn servojn. Ofte oni kombinas preterajn celojn kun tiuj, ekzemple viziton de turismaj lokoj, viziton de parencoj aŭ amikoj, pilgrimadon ktp.

Pagi malpli

En kelkaj landoj, medicinaj servoj estas malmultekostaj. La diferenco povas esti sufiĉe alloga, speciale pri servoj malmultekostaj aŭ ne pagataj per asekuro. La plej bonaj ekzemploj estas estetikaj operacioj kaj dentkuracado.

Specialaj servoj

Homoj el ne evoluintaj landoj serĉas medicinan servon kiu ne ekzistas en ilia lando. Sed ne ĉiam la afero estas tiom simpla. Homoj el modernaj landoj povas vojaĝi al aliaj landoj. En mia fako, estas stento (formo de metala ilo por la angioj) nomata CP, kiu ne havas aprobon de FDA (Manĝaĵa kaj Medikamenta Asocio de Usono) kaj por implanti ĝin usonanoj vojaĝas al Eŭropo. Servoj kiel abortigo, mal fekundeca terapio kaj helpa morto ne estas ofertataj en ĉiuj landoj.

Rapidaj servoj

Por ricevi ne-privatan ne-urĝan medicinan servon, en kelkaj landoj oni devas atendi longe. En tiu okazo, oni povas vojaĝi al alia lando kie la servo ne estas multekosta kaj rapide farata. Kanado kaj Britio estas inter la landoj kie tio povas okazi.

Kombino de la celoj

Ofte oni vojaĝas eksterlanden por ricevi medicinan servon kaj turismumi. Ekzemple, ŝijaistaj araboj ofte vojaĝas al la irana urbo Maŝhado por pilgrimi kaj ricevi medicinan servon. En Maŝhado situas la maŭzoleo de la 8-a imamo de ŝijais-toj.

Preventa turismo

Medicina turismo ne nur estas por kuracado. Oni povas vojaĝi pro preventa medicino. Aktuala ekzemplo estas vojaĝi eksterlanden por ricevi Koviman vakcino. Tio okazis en fruaj tempoj en Irano, kiam ankoraŭ vakcinoj ne estis uzataj.

Problemoj

Kompreneble medicina turismo ne estas sen problemoj. Infektoj, komplikajoj, morto, financaj problemoj, jurmedicinaj aferoj kaj kulturaj diferencoj estas kelkaj ĉefaj problemoj.

Infektoj

Paciento kiu vojaĝas al alia lando, ne estas imuna kontraŭ infektaj malsanoj en la koncerna lando. Hospitalaj infektoj estas ofte okazantaj. Tio povas krei problemojn, almenaŭ pliigante la kurac-daŭron kaj kotizon.

Komplikaĵoj

Kuracado ne estas ĉiam senkomplika. Se tio okazos por fremda paciento, la afero estos pli malbona. Ofte la komplikaĵoj bezonas longan pli koston kuracadon kaj longan sekvadon. Sed tiuj aferoj ne estas simplaj por fremda paciento. Se ne estos kuraco por la komplikaĵo, restos malbona memoro pri la tuta afero krom la komplikaĵo mem.

Morto

Kvankam malbone akceptata de la publiko, morto povas rare esti malfeliĉa sekvo de medicinaj servoj. Se tio okazos por fremda paciento, okazos granda bedaŭro, jurmedicinaj aferoj kaj problemoj pri la transporto de la kadavro.

Financaj aferoj

Kiam okazas komplikaĵo, la asekuro kovras la kostojn. Sed normale fremdaj pacientoj ne posedas asekuron en la vojaĝlando kaj mem devas pagi la kostojn. Tio povas okazigi grandajn problemojn.

Jurmedicinaj problemoj

Se la fremda paciento plendas pri la kvalito de la servo aŭ okaze de komplikaĵo/morto, la procedure povas esti ne tiom simpla kompare kun indiĝenaj pacientoj.

Kulturaj diferencoj

Se estos granda diferenco inter du landoj, povas okazi problemoj. Kiam la paciento enhospitaliĝas, kulturaj aferoj estas pli gravaj.

Cel-landoj

Kelkaj landoj ofertas medicinan turismon pli ol aliaj landoj. Jen listo laŭ kontinentoj:

Azio: Jordanio, Irano, UAE, Barato, Ĉinio, Tajvano, Honkongo, Malajzio, Pakistano, Singapuro kaj Tajlando

Eŭropo: Azerbajĝano, Kroatio, Finnlando, Francio, Germanio, Grekio, Litovio, Rusio, Serbio, Turkio kaj Britio

Ameriko: Brazilo, Meksiko, Kanado, Kostariko, Kubo kaj Usono

Afriko: Sud-Afriko kaj Tunizio

Oceanio: Nov-Zelando

Lingvo

Ricevo de bonkvalita medicina servo bezonas akcepteblan interkomprenon. Diversaj formoj de interkomunikado povas okazi:

- La kuracisto kaj la paciento parolas saman patrinan lingvon. Tio estas la perfekta situacio. Ili venas de du landoj en kiuj la sama aŭ simila lingvo estas parolata. Ekzemple, afganoj ofte vojaĝas al Irano por ricevi medicinan servon. Alie, unu el ili du povas esti migrinto. Ekzemple denaske iran-devena kanada civitano vojaĝas al Irano. Povas okazi ke la koncerna lingvo ne estas oficiala en unu lando. Ekzemple estas azerbajĝanaj pacientoj kiuj elektas azer-lingvajn iranajn kuracistojn.

- Unu el ili parolas la patrinan lingvon de alia bone. Ekzemple alĝeriano vojaĝas al Francio kaj uzas la francan.

- Ambaŭ povas paroli duan lingvon bone. Ofte kuracistoj parolas la anglan aŭ alian duan lingvon kaj se la paciento kapablas paroli la saman lingvon, ili povas interkompreni.

- La kuracisto kaj la paciento parolas neniun saman lingvon. En tiu okazo, ofte tradukisto estas bezonata. Ĉar la tradukisto devas akompani la pacienton kaj tiu akompano povas esti 24-hora en okazo de enhospitaliĝo, ofte la servo estas relative multekosta.

Esperanto povus multe helpi en tiu okazo, se ĝi estus uzata pli vaste. Homoj povas regi Esperanton pli bone ol alian duan lingvon. Bedaŭrinde la nombro de esperantistaj medicinistoj estas malalta ankoraŭ.

Scienca Kafejo

Birda migrado en la Amerikoj

Normand Fleury

Normando estas fakulo pri botaniko kaj ornitologio. Li laboris en la Montreala Botanika Ĝardeno kiel plant-kolekta mastrumanto en la esplora fako. Li ankaŭ okupiĝis pri internacia interŝanĝo de semoj inter la diversaj botanikejoj de la mondo. Li interesiĝas pri birdoj ekde junaĝo, kaj nuntempe ĉefe aktivis en tiu fako, kiel prezidanto de ornitologia klubo, konsilanto pri birda protektado kaj kreado de ĝardenoj por sovaĝaj birdoj. Li inventaras indiĝenajn birdojn dum la tuta jaro kaj jam birdumis en pli ol 20 landoj.



Resumo: Birda migrado en la Amerikoj

Birda migrado estis longtempe mistera. Kien ili iras kaj per kiu vojo? Sed kial la birdoj migras? Kial ne ĉiuj birdoj el la nordo migras suden? Kial birdoj ne simple restas sude, se la vetero ĉiam bonas tie? La prezento respondos al tiuj demandoj kaj malkovros ankaŭ al vi, birdojn kun rekordaj atingoj dum migrado.

Abstract: Bird migration in the Americas

Bird migration has long been a mystery. Where are they going and which way? But why do birds migrate? Why don't all birds migrate from the north to the south? Why don't birds just stay south if the weather is always good there? The presentation will answer these questions and also will reveal to you, birds record achievements during migration.

Résumé: Migration des oiseaux dans les Amériques

La migration des oiseaux a longtemps été un mystère. Où vont-ils et dans quelle direction ? Mais pourquoi les oiseaux migrent-ils ? Pourquoi tous les oiseaux ne migrent-ils pas du nord vers le sud ? Pourquoi les oiseaux ne restent-ils par simplement au sud s'il y fait toujours beau ? La présentation répondra à ces questions et vous dévoilera également, des oiseaux aux exploits record lors de la migration.

Birda migrado en la Amerikoj

Ekzistas diversaj formoj de migrado en la besta regno. Multaj faktoroj influas bestan migradon depende de la kontinentoj. Ekzemple, en Afriko la alveno de seka sezono devigas plurmilojn da bestoj migri al aliaj partoj de la kontinento. En montaraj regionoj, bestoj al supre de montoj somere kaj al sube dum aŭtuno por vintrumi en pli facilaj kondiĉoj. Norde sur la terglobo, boacoj migradas konstante dum la jaro por trovi kvalitajn paŝtejojn.

Malpli da insektoj migras ol mamuloj. Tamen, insekta migrado povas esti mirinda, aparte por la monarka papilio (*Danaus plexippus*). Milionoj da monarkoj el la vasta Nordameriko flugas suden por vintrumi kune en specifa meksika konifera arbaro. Akrido ne migras por eskapi malvarmon kiel monarko sed kiam ĝia nombro draste plimultiĝas. Tiam akridoj migras por nutri sin kaj fariĝas plago, detruante rikoltojn kaj ĉiujn vegetaĵojn.

Fiŝa migrado estas malpli konata al mi. Sed mi scias ke pluraj specioj de fiŝoj kiuj naskiĝas en rivera dolĉa akvo, migros post naskiĝo al la oceanoj de la mondo. Pensu ekzemple pri salmo aŭ, inverse, angilo. Multaj malgrandaj fiŝoj kiel haringo, sardelo kuniĝas en grandegaj gregoj por protekti sin. Tiuj gregoj vagas tra la oceanoj por trovi nutraĵon.

Nun, mi prezentu pri birdoj. Kial ne ĉiuj birdoj migras? Estas simpla kaj mal-simpla respondoj al tiu demando. Se diri simple iuj birdoj migras, pro tio ke ili ne plu havas ion por manĝi norde, do ili iras suden. Malpli simpla respondo rilatas al individuaj birdspecioj. En la Amerikoj estas kelkaj ne indiĝenaj birdoj, ĉefe el Eŭropo. Fruaj koloniantoj alportis ilin pensante ke tiuj birdspecioj utilis kontraŭ fi-insektoj aŭ por ĉasado. Ordinara sturno (*Sturnus vulgaris*) kaj dompasero (*Passer domesticus*) estas bonaj ekzemploj de tio. Ili disvastiĝis ĉie tra la kontinento kaj entute ne migras. Griza perdriko (*Perdix perdix*) kaj komuna fazano (*Phasianus colchicus*) estas bredataj ĉascele sed pluraj liberigitaj individuoj sukcesas travivi en la naturo. Domkolombo (*Columba livia*) disvastiĝis kaj sovaĝiĝis en ĉiuj urboj kaj kamparoj en la Amerikoj. Tamen, ĝi ne travivas en plena naturo.

Ni alvenu al birdoj, kiuj sukcese adaptiĝis vivi dum la tuta jaro en la kanada naturo. Estas pluraj specioj de paruoj, sitoj, pegoj kaj galinoj. Paruoj, sitoj kaj pegoj estas vivligitaj al arbaroj. Sen arboj, ili simple ne povus trovi nutraĵon. Ili trovas insektojn, larvojn, insekt-ovojn sur arbotrunkoj kaj branĉoj. Tia nutraĵo haveblas tutjare, do migri ne necesas. Pri galinoj kiel bonazio, meleagro kaj tetrao, somere ili gratas la grundon por trovi insektojn, vermojn, kaj vintre kontentiĝas per fruktoj kaj burĝonoj. Do, vi vidas ke birdspecio ne devas migri se manĝaĵo ĉiam haveblas.

Necesas ankaŭ konsideri ke la Amerikoj etendiĝas de la norda ĝis la suda polusoj. Montrealo situas sude por multaj nordaj birdoj. Do, kiam vintro vere pli akras kun abunda neĝo kaj norde malpliĝas nutraĵo (predoj, fruktoj, semoj ktp), birdoj el la tundro kaj tajgo migras al ni. Tiam belas vidi neĝostrigon (*Nyctea scandiaca*), neĝemberizon (*Plectrophenax nivalis*) kaj vesperan kokotraŭston (*Coccothraustes vespertinus*).

Mi nun respondu al la demando, kial birdoj migras al la sudo, kial ili ne ĉiuj adaptiĝis al la malvarmo? Ni devas reiri multege en la tempo, okazis glacia epoko dum 100 mil jaroj, kaj tiu glacia epoko finiĝis en Nordameriko antaŭ 14 600 jaroj. Tiam, la nuntempa Kanado estis kovrita de glaciego, foje kilometron dika, samkiel Skandinavio kaj parto de Rusio cetera. Post degelado, estis vasta libera teritorio kun eventuale plantoj kaj insektoj. Do, bestoj kaj birdoj ekkonkeris tiun teritorion. Unue akvaj birdoj kiel anseroj, anasoj kiuj manĝis fiŝojn, akvajn insektojn kaj plantojn. Ankaŭ marĉaj birdoj iris iom post iom norden. Sed vintre, tiuj marĉoj komplete frostiĝas norde kaj neniuj birdoj povas nutri sin en tiaj kondiĉoj. Ankaŭ insektovoraj birdoj konkeris Nordamerikon kun arbariĝo de la kontinento. Sed same kiel por akvaj birdoj, ĉar ilia nutrado ne eblas vintre, insektovoraj birdoj reiris tien kie insektoj tutjaras.

Tamen, birdoj povas adaptiĝi kaj, kiam eblas, ili ne migras suden. Ekzemple, larĝbeka korvo (*Corvus brachyrhynchos*) ne troviĝis vintre en Kebekio ĝis la 50-aj jaroj. Nun ili abundas je plurdekmiloj da individuoj. Kial? Simple ĉar maizaj kampoj multe vastiĝis kaj neĝo malpli multas, do, korvoj trovas sufiĉe da forlasitaj grenoj por travintri. Kelkaj ardeoj kaj anasoj restas norde pro klimata varmiĝo ĉar multaj riveroj ne plu frostiĝas kiel antaŭe. Krome, estas pli kaj pli populare nutri sovaĝajn birdojn vintre, tiel spizeloj kaj agelajoj uzas tiun eblon kaj ne migras.

Nu, kial la birdoj ne restas sude, kvankam la vetero ĉiam bonas tie? Unue, estas jam multegaj birdaj specioj en la sudo, do konkurenco estas alta por nesti, prizorgi idojn ktp. Ekzemple, malgrandaj landoj kiel Ekvadoro (kun 1 622 specioj) kaj Kolumbio (1 878) enhavas pli da birdaj specioj ol la vastegaj Usono (860) kaj Kanado (518). Due, sudajn birdojn minacas predbirdoj, serpentoj, simioj kaj simile. Ju pli norde, des malpli da predantoj. Ekzemple, neĝansero (*Chen caerulescens*) flugas al vere fora nordo ĝis preskaŭ la norda poluso por nesti. Tie apenaŭ ekzistas predbestoj kiuj atakas nestojn aŭ manĝas ovojn.

Mi finu per olimpiaj birdoj. Tio estas birdoj kiuj atingas rekordan migradon. Alpa apuso (*Tachymarpis melba*) flugis dum 200 tagoj, do pli ol 6 monatoj, de Eŭropo ĝis okcidenta Afriko. La malgranda ruĝgorĝa kolibro (*Archilochus colubris*) flugas je 800 km super la meksika golfo survoje al Meksiko por vintrumi. Laponalimoza (*Limosa lapponica*) rekorde flugis de Alaska ĝis Novzelando. Laŭ sciencistoj, ĝi flugis pli ol 12 000 km dum 11 tagoj senĉese (retejo de revuo Géo, 2020-10-19). Fine, mi menciu la arktan ŝternon (*Sterna paradisaea*), kiu flugos kvarfoje la distancon inter Tero kaj Luno dum sia vivo. Individuo kun GPS-o flugadis 96 000 kilometrojn de julio 2015 ĝis majo 2016. Arkta ŝterno povas vivi 30 jarojn.

Mi esperas ke, same kiel mi, vi nun miras pri la kapabloj de birdoj. Ili mirinde evoluis, adaptiĝis, kaj mi sincere esperas ke la homaro konscios rapide, ke estas granda perdo kiam specio malaperas de la tero pro homaj aktivaĵoj.

Lumo, de la Suno al la lasero

Joël Fontaine

Naskiĝis en 1951 sur la franca insulo Reunio. Majstriĝis de Universitato de Moskvo (1974). Doktoriĝis pri fiziko de la Strasburga Universitato en Francio (1981).

Eksplorintereso rilatas al fiziko de lumo kaj ĝia aplikado. Instruisto en inĝeniera Instituto de Strasburgo kaj ĉe Universitato de tiu sama urbo.

Instruis kaj faris esploron pri la fiziko de lasero kaj rilataj aplikoj en diversaj universitatoj en Usono (Kalifornio, Teksaso, Nov-Meksiko).

Kontribuis al ĉirkaŭ 50 artikoloj en fakaj revuoj.

Esperantistiĝis en 2018.



Resumo: Lumo, de la Suno al la lasero

En la ĉiutaga vivo, lumo ne postulas klarigon. Ĝi estas intuicia kaj evidenta por ĉiuj homoj kiuj havas normalan uzon de la vido. Sed la afero komplikiĝas se oni provas kompreni, kio ĝi estas el fizika vidpunkto. Lumo estas la plej fundamenta formo de energio kaj la plej grava por la vivo sur la Tero. La ĉefa fonto de lumo estas la Suno, sed multaj artefaritaj lumfontoj estis inventitaj de homoj por produkti lumon. La prelego prezentas la ĉefajn etapojn de la evoluo de tiu tekniko.

La lasta grava paŝo en la regado de lumgenerado estas la inventado de lasero en la 20-a jarcento. La lasero kaj la transistoro estas konsiderataj kiel la du plej grandaj inventoj de la jarcento. La teoria ebleco de produkto de intensa kaj kohera lumo aperis tiam, kiam Albert Einstein diris en 1917 ke ekzistas fenomeno de stimula eligo de lumo. Ĝi efektive veriĝis en 1950 kiam Theodore Maiman funkciigis la unuan laseron pere de rubena kristalo ekscitita de fulmlumilo. Unue tiu inventaĵo ne estis tre utila, kvankam ĝi ŝajnis promesa. Dum la sekvantaj jaroj, sciencistoj kaj inĝenieroj disvolvis teknikojn por uzi laseran lumon por preciza mezuro de multaj fizikaj grandoj kaj por esplorado de materioj. Nuntempe laseroj estas uzataj en ĉiuj kampoj: industrio, medicino, komunikado ktp. La prelego ilustras tiun vastan uzon de lasera lumo per kelkaj ekzemploj de apliko de unu tipo de lasero, kies disvolviĝon la aŭtoro partoprenis, la femtosekunda lasero.

Abstract : Light, from the Sun to the laser

In daily life, light does not require explanation. It is an intuitive and obvious thing for any human being having the use of vision. The phenomenon becomes more complicated if we try to understand it from a physical point of view. Light is the most fundamental form of energy and the most essential for life on Earth. Our main source of light is the Sun, but we have also invented many artificial sources to pro-

duce it. The presentation describes the main stages in the evolution of light source technology. The last big step in mastering the generation of light is the invention of the laser in the middle of the 20th century. The laser and the transistor are the two greatest scientific inventions of the century. The possibility of producing intense and coherent light appeared when Albert Einstein formulated in 1917 the hypothesis of the existence of the phenomenon of stimulated emission. The prediction was verified in 1950 when Theodore Maiman succeeded in producing the first laser beam using a ruby crystal excited by a flash lamp.

The invention, although promising, did not seem very useful. However, in the following years, scientists and engineers developed techniques to accurately measure multiple physical quantities using a laser beam and to explore the properties of matter.

Nowadays lasers are used in all fields: industry, medicine, communications, etc. In the presentation, the generalized use of lasers is illustrated by some examples of applications of the femtosecond laser, a type of laser that the author contributed to develop during his research.

Résumé : Du soleil au laser

Dans la vie quotidienne la lumière ne nécessite pas d'explication. C'est une chose intuitive et évidente pour tout humain disposant de l'usage de la vision. Le phénomène se complique si on essaie de le comprendre du point de vue de la physique. La lumière est la forme la plus fondamentale de l'énergie et la plus essentielle pour la vie sur Terre. Notre principale source de lumière est le soleil, mais nous avons inventé également de nombreuses sources artificielles pour la produire. La présentation fait état des principales étapes de l'évolution de la technologie des sources lumineuses. La dernière grande étape dans la maîtrise de la génération de lumière est l'invention du laser au milieu du 20ème siècle. Le laser et le transistor sont les deux plus grandes inventions scientifiques du siècle. La possibilité de produire une lumière intense et cohérente est apparue lorsque Albert Einstein a formulé en 1917 l'hypothèse de l'existence du phénomène d'émission stimulée. La prédiction fut vérifiée en 1950 lorsque Théodore Maiman réussit à produire le premier rayon laser en utilisant un crystal de rubis excité par une lampe flash. L'invention bien que prometteuse ne paraissait pas très utile. Cependant dans les années suivantes, les scientifiques et ingénieurs ont développé des techniques pour mesurer avec précision de multiples grandeurs physiques à l'aide d'un faisceau laser, ainsi que pour explorer les propriétés de la matière.

De nos jours les lasers sont utilisés dans tous les domaines : industrie, médecine, communications, etc. Dans la présentation, l'usage généralisé des lasers est illustré par quelques exemples d'applications du laser femtoseconde, que l'auteur a contribué à développer au cours de ses recherches.

Lumo, de la Suno al la lasero

1. Lumo, fundamenta formo de energio

Fiziko traktas la plej fundamentajn entojn kiujn ni perceptas aŭ kies ekzistadon ni malkovris dank' al iloj kiujn ni disvolvis. Ili estas spaco, tempo, materio kaj energio. Ĉiuj naturokazaĵoj estas interagoj de tiuj entoj tra kvar kampoj: gravito, elektromagneta kampo (EK), nuklea forta interago kaj nuklea malforta interago. Gravito ne plu estis mistera ekde ĝia priskribo fare de Neŭtono en sia verko *Principia Mathematica*, kiu estis publikigita en 1687.

Elektromagnetismo estis la afero de la 19-a jarcento (jc), kun la teorio disvolvita de Maksvelo. La ekvacioj kiuj havas lian nomon, estas granda etapo en la historio de fiziko: ili ebligis unuigi elektron, magnetismon kaj optikon. Ekde tiu tempo lumo iĝis iomete malpli mistera. Lumo estas elektromagneta ondo kiu estas ligita kun la movo de elektraj ŝargoj. Kelkaj fenomenoj restis nekompreneblaj ĝis la komenco de la 20-a jc. Nova teorio de la lumo aperis dank' al la laboroj de fizikistoj kiel Planck, Einstein, Dirac, Schrödinger kaj aliaj, t.e. la kvantuma teorio de materio kaj lumo.

Se ni revenas al la komenco de homa pripensado pri lumo, oni povas aserti ke homoj de antikvaj civilizacioj konsciis pri la esenca rolo de lumo por la vivo sur Tero. Tion atestas la elekto de la Suno kiel la ĉefa Dio fare de egipta faraono Akenatono en la 14-a jc a.K.

La Suno provizas nin per preskaŭ la tuta energio kiun ni uzas, ĉu energio akumulita en fosilioj, ĉu energio kontinue portata de la radioj, nur iomete venas de tervarmo kiel en Islando.

Ĝis la 19-a jc lumo estis utila nur por vidi la objektojn kiuj ĉirkaŭas nin. Tiam la homaro malkovris kiel registri kaj konservi informojn portatajn de la lumo en formo de bildoj. Ili inventis unue fotografion, kaj poste kinematografion.

La naturo de la lumo estis temo de diskutoj kaj disputoj ĝis la 20-a jc. La homaro devis atendi la laborojn de fizikistoj de la 20-a jc por havi kontentigan teorion de la lumaj fenomenoj.

Rilate al la teknologia aspekto, la unua vera revolucio okazis en la 18-a jc kun la malkovro de lumgasoj por lumigado, sekvis la regado de elektro en la fino de la 19-a jc.

Fine malkovroj de la 20-a jc ekebligis la ĝeneralan uzon de lumo en ĉiuj kampoj de homara agado. La invento kaj poste la disvolvo de laseroj ebligis uzi lumon ne nur por vidi kaj fari bildojn, sed ankaŭ por mezuri, komuniki, fabriki, kuraci aŭ amuziĝi.

2. Kio estas lumo?

Lumo estas fundamenta formo de energio, kiu apartenas al pli ĝenerala familio de ondoj nomataj elektromagnetaj ondoj (EMOj). EMOj aperas kiam, pro iu kialo,

moviĝas materiaj partikloj kiuj havas elektran ŝargon, kiel la elektronoj kiuj cirkulas en metalaj fadenoj. La frekvencoj de tiuj ondoj ampleksas vastan spektron, kaj dependas de la frekvencoj de oscilado de la ŝargoj kiuj generas ilin. Ni kutime nomas "lumo" tiujn EMOjn al kiuj niaj okuloj estas sensitivaj.

Estas malfacile klarigi la naturon de lumo sen tro iri al la detaloj de ĝiaj fizikaj ecoj. Kiam ĝi estas intensa, ĝi havas la klasikan aspekton de ondo, sed kiam oni konsideras tre malgrandan kvanton de ĝi en interago kun materiaj partikloj, lumo havas kvantuman karakteron, ĝi ankaŭ ŝajnas esti formita de individuaj partikloj: fotonoj. Depende de la situacio, la ecoj kiujn oni listigas por paroli pri lumo, estas: rapido, frekvenco, ondolongo, spektro, intenso (aŭ heleco), koloro, polarizado. Rapida prezentado de la koloroj, tre grava eco por ĉiuj homoj en multaj cirkonstancoj, estis farita en la dokumento IKU2019 [ref. 1].

En ĉi tiu artikolo, ni koncentras nian atenton sur la energia aspekto de lumo. Lumo estas energio kiu moviĝas en la vakuo kun la rapido de ĉirkaŭ 300 000 kilometroj sekunde. Tiu rapido estas la plej granda el ĉiuj fizikaj fenomenoj. Estas rimarkinde sed ne intuicie, ke plej multaj fenomenoj kiuj okazas sur la Tero, eblas dank' al la energio kiun la Tero ricevas de la Suno. Sen la suna energio, ne estus vegetala vivo, de kiu dependas la vivo de bestoj kaj homoj. La plantoj tra fotosintezo uzas la sunenergiecon por produkti sukerojn, proteinojn, grasojn aŭ celulozon. Fakte, la tuta energio bezonata de la vivaj estaĵoj sur la Tero devenas el la Suno.

3. Suno, la ĉefa fonto de lumenergio.

La Suno estas unu el la multnombraj steloj de nia galaksio. Kiel por la aliaj steloj, la energio kiun ĝi radias en la formo de EMOj, devenas el nukleaj reakcioj ligitaj al la konverto de hidrogeno en heliumon per nuklea fuzio. El tiuj reagoj rezultas la produktado de granda kvanto de energio, parte varmo, parte lumo. Ni ankoraŭ ne regas tiun procezon sur la Tero, sed ni strebas al tio. En 2003 la ĉefaj sciencistoj disvolvitaj landoj decidis lanĉi komunan esplorprojekton por studi la fareblecon de nuklea reaktoro bazata sur la procezoj okazantaj en la Suno. Tiu projekto funkcias, ĝi nomiĝas ITER (Internacia Termonuklea Eksperimenta Reaktoro) kaj estas instalata en la sudo de Francio. 35 landoj partoprenas la projekton. La unuaj gravaj rezultoj estas atendataj por 2035. Praktika realigo de energia fonto per tiu principo ne eblas antaŭ la dua duono de la jarcento.

Jam en la antikvaj tempoj, estis konata la eblo uzi la sunradiojn por varmigo tra koncentriĝo de tiuj radioj pere de speguloj, kaj poste pere de lensoj. Tiu tekniko kulminis kun la konstruado de granda suna forno en Odeillo, suda Francio, en 1969, kun la celo ilustrati la potencon de suna energio. En la centro de la enfokusigitaj radioj, la intenso estas 10 000-oble pli granda ol en la nekoncentritaj radioj. Tio ebligas fandi ĉiujn ajn materialojn. La forno estis uzata por esploro en materialscienco. Plej simplaj aparatoj estas uzataj nuntempe por varmigi akvon, kiu cirkulas en hejtiloj de domoj aŭ fabrikoj. Ekzistas ankaŭ elektraj centraloj en kiuj la koncentrata sunenergio estas uzata por varmigi oleon, poste vaporon kaj fine elektron. Suncentraloj

taŭgas nur por landoj kun multe da sunradiado. La efikeco de tiuj centraloj atingas ĉirkaŭ 15%.

Nova etapo aperis en la komenco de la 21-a jc kun la disvolvo de sunpaneloj por transformi sunenergion en elektron. La efikeco, kiu atingas ĉirkaŭ 20%, restas relative malalta sed kontinue kreskas dank' al multaj esplorlaboroj.

Entute la rekta uzo de sunenergio reprezentas nur kelkajn procentojn de la nuntempe uzata energio. Laŭ la internacia komisiono pri energio, en 2050 16% de la elektra energio estos produktata per transformado de sunenergio [ref. 2].

4. Artefaritaj fontoj de lumo

Dum la plej granda parto de la homa historio, artefarita lumo estis produktata pere de bruligado de ligno, kaj poste de oleo, fine de gaso. Ekde 1880 elektro iĝis la plej praktika teknikilo por produkti lumon.

La unuaj elektraj lampoj estis bazitaj sur inkandesko aŭ lumemiso de varmaj materialoj. La malavantaĝo estis ke nur 5 procentoj de la uzata energio estis utila por produkti lumon, la kroma parto eliris kiel varmo. La uzo de halogenoj kaj aliaj gasoj ebligis atingi 30% de efikeco en la transformo de elektro al lumo.

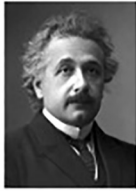
La lasta paŝo estis la uzo de solidaj duonkonduktantoj por fari lumon per luminesko. La fenomeno de lumemiso de tiu materialo estis konata ekde la komenco de la 20-a jc, sed la eblo produkti lumon en la tuta videbla spektro aperis nur en la fino de la jarcento, kiam tri japanaj sciencistoj, I. Akasaki, H. Amano kaj S. Nakamura, sukcesis produkti intensan bluan lumon pere de InGaAS-duonkonduktanto. La produkto de la du aliaj koloroj necesaj por fari blankan lumon jam ekzistis per tiu sama teknologio. La tri fakuloj ricevis la Nobel-premion en 2014 pro tiu invento [ref. 3].

La lumo produktata de la supre menciitaj lumfontoj havas tiun malavantaĝon, kiu estas granda dispartigo en spaco kaj tempo. Por uzi tiun energion por aliaj aplikajoj ol iluminado, preciza kontrolo de la ecoj estas deviga. Tion ebligis la plej grava fonto por la nunaj teknikoj, t.e. la lasero kiun ni prezentas sube.

5. Lasero

La nomo lasero devenas de la angla akronimo «*Light amplification by stimulated emission of radiation*» (Lum-Amplifio per Stimulata Eligo de Radioj). La historio de tiu eksterordinara lumfonto komenciĝas en 1917 kun la teoria malkovro de Albert Einstein, kiu postulis la ekziston de nova formo de lumemiso, kiun li nomis stimulata emisio. La situacio estas la jena por ke tia emisio okazu. Unue oni devas elekti taŭgan materialon. Gasoj kiel karbondioksido aŭ miksaĵo de heliumo kaj neono povas esti uzataj. Tiu materialo devas ricevi energion en formo de elektra kurento aŭ ordinara lumo, por atingi staton de energia malekvilibro. En tiu situacio okazas ke se ekscitita materia partiklo (atomo aŭ molekulo) interagas kun fotono de specifa energio, estas certa probable ke la materialo generas novan fotonon kun la ekzaktaj ecoj de la ricevita fotono. Antaŭ la interago estis uno fotono, kaj poste estas du iden-

taj fotonoj. Poste, la du fotonoj povas stimuli emision de du aliaj ktp kaj la intenso rapide kreskas. Tial la amplifiko de radiado eblas.



**Albert Einstein
(1917)**

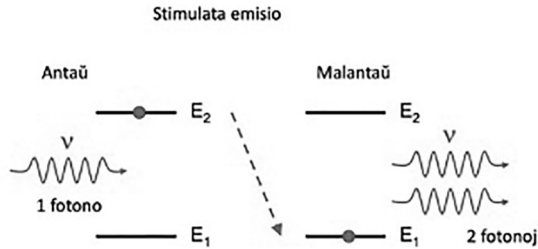


Fig. 1 : La efiko de stimulita lumemisio malkovrita de Albert Einstein en 1917.

La efiko okazas en situacio kie materia partiklo estas jam ekscitata de iu formo de energio (fotono aŭ elektrono); ĝi okupas energian nivelon E_2 kiu ne estas la plej malalta E_1 kiun ĝi normale okupas en ekvilibra situacio. Einstein teorie malkovris ke tiu partiklo, se ĝi renkontas novan fotonon kun la energio $\Delta E = E_2 - E_1$, povas, kun certa probableco, eligi duan fotonon kiu havas la ekzaktajn ecojn de la ricevita fotono. Tio signifas ke la kvanto de lumaj partikloj estas duobligata pere de la ekscitata materio.

Praktika observado de la efiko priskribita de Einstein ne tuj okazis kaj neniu divenis la gravecon de tiu efiko rilate al novaj uzoj de lumo. Nur en 1950 estis publikigita priskribo de procezo de ekzisto de iu materialo, por ke ĝi estu preta por produkto de sufiĉe granda kvanto da lumo pere de la efiko de stimulata emisio. Tio estis la rezulto de la esplorado de la franca fizikisto Alfred Kastler, kiu ricevis la Nobel-premion pro tio en 1966. La efektivigo de la unua fonto de kohera lumo okazis en 1953 fare de la usonaj fakuloj J. P. Gordon, H. J. Zeiger kaj H. Townes. La radiado ankoraŭ ne estis videbla lumo, sed EMO en la mikroonda parto de la spektro. Videbla lasera lumo aperis la unuan fojon en 1960. La sukceso alvenis de la usona fizikisto Theodore Maiman, kiu uzis kristalon de rubeno, enhavanta kelkajn elcentojn de aluminiuj jonoj.

Kvankam aplikaĵoj de la nova invento ne tuj aperis, multaj tipoj de laseroj estis inventataj dum la sekvantaj jaroj. La unuaj estis kristalaj kaj gasaj, kaj poste aperis diodaj laseroj, en la komenco kun tre malgranda efikeco. La plej novaj kaj efikaj laseroj estas la t.n. fibraj laseroj, ĉar la uzata materialo havas la geometrion de optika fibro por pli efike preventi la eskapon de la eligitaj fotonoj.

La baza principo de lasero estas relative simpla laŭ inĝeniera vidpunkto, se oni elektis la taŭgan materialon. Jen sube la ekzemplo de kristala lasero. La kora parto estas la aktiva materialo en kiu aperas stimulata eligo de radiado. Ĝi havas cilindran formon kiu favoras la lumon laŭ unu direkto. Apud la kristalo estas fiksitaj fulmlampoj por ekscitado. La eligita lumo estas kaptata pere de du speguloj, kiuj formas resonancan kavon. Unu el la speguloj estas parte travidebla por ke parto de la lumo enfermita en la kavo povu eliri.

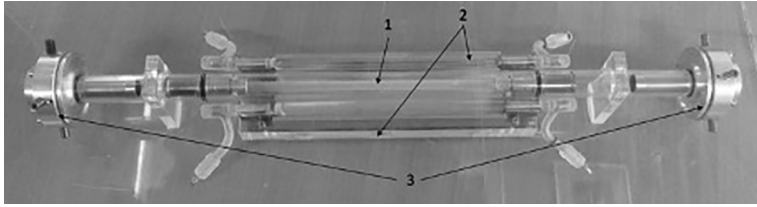


Fig. 2 : Kristala lasero.

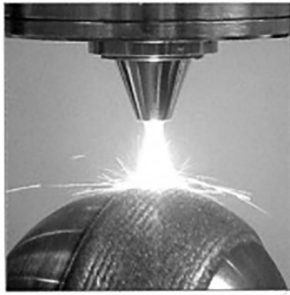
Ĝi konsistas el tri partoj. 1: aktiva materialo (ekzemple, rubeno enhavanta kelkajn ekcentojn de $Al_2O_3^{++}$ -jonoj); 2: fulmlampoj por la ekscitado. 3. Resonanca kavo konsistanta el du speguloj, unu 100% reflektanta, la alia parte trarvidebla.

La inventado de lasero ebligis precizan esploron de ĉiuj ecoj de lumo. La ĉefa malavantaĝo de "ordinara" lumo estas ĝia manko de kohereco. Tio signifas ke ĉiu ero de eligita lumo tute ne similas al la aliaj. La fotonoj iras en ĉiuj direktoj kaj iliaj individuaj ecoj ne estas ligitaj al tiuj de la aliaj. Sekve estas malfacile kolekti ĉiujn fotonojn produktitajn de unu specifa fonto kaj fokusigi ilin sur malgranda surfaco por havi efikon kiu dependas de la kvanto de energio. Malkohereco estas avantaĝo nur por iluminado kaj formado de bildoj kiujn ni uzas por koni la mondon ĉirkaŭ ni. Kiam grandaj kohereco kaj intenso estas devigaj, tiam ordinara lumo ne estas utila. Post la invento de lasero, centoj da novaj uzoj de lumo iĝis eblaj. Ne eblas listigi ĉiujn aplikaĵojn de laseroj nuntempe. Kontinue aperas novaj. La kialo estas ke la lasera lumo estas la formo de energio kiu permesas la plej altan koncentriĝon en la spaco kaj en la tempo.

Dank' al la spaca koncentriĝo lasero iĝis, ekde kvar jardekoj, komuna ilo en la industrio kaj oficejo. Ĉiuj konas la altan kvaliton de laseraj printiloj, sed nemultaj konas la multajn eblojn de laseroj por tranĉi, fandi, bori, poluri, glatigi iujn ajn materialojn. En mia laboratorio en Strasburgo, ni disvolvas procezojn por fari pli efikaj la teknikojn uzatajn en industrio por konstruado de diversaj objektoj kiel aŭtoj, aviadiloj kaj ĉiuj aliaj pli simplaj [ref. 4]. Unu el la procezoj kiujn ni konceptis, estas la fabrikado de metalaj partoj el pulvoro aŭ fadeno varmigata per la lasera radiado. La tridimensia (3D) presado el plasto estas ekde la komenco de la nuna jarcento bone konata kaj pli kaj pli uzata. Malpli konata estas la 3D-presado el metalo. La intensa koncentrita lasera radiado ebligas rapidan fandiĝon de metala pulvoro aŭ fadeno (Fig. 3). Tiumaniere oni povas fabrikii metalajn objektojn de ajna formo. La spaca kaj aeronautika industrioj multe interesiĝas pri tiu procezo.

Industrio estas unu grava kampo por laseraj aplikaĵoj. Ĉiuj aliaj kampoj de homaj aktivaĵoj donas eblojn uzi laserojn por pli rapidaj kaj efikaj rezultoj. Ekzistas multaj iloj en la kampo de sano kiuj baziĝas sur uzo de laseroj. Ĥirurgoj uzas ilin por operacii diversajn organojn. Ankaŭ en dermatologio laseroj estas tre utilaj.

Komunikado uzas lumon eligatan el diodaj laseroj por transdoni grandan kvanton da informoj pere de optikaj fibroj kiuj interkonektas domojn, oficejojn kaj fabrikojn de ĉiuj kontinentoj.



(a)



(b)

Fig. 3 : Tridimensia presado el metalo varmigata pere de lasera fasko.

(a) Rapida varmiĝo de metala pulvoro aŭ fadeno

(b) Rezultas solidaj objektoj de ajna formo.

Metrologio estas kampo en kiu lasero trovis grandan utilecon, ĉar por mezuri kaj realigi senkontaktan sensilon multa energio ne estas bezonata, sed gravas ke la uzata ondo havas altan koheron.

Kompreneble, ankaŭ milita industrio multe interesiĝas pri la lasera tekniko, ĉar lasero-fasko ebligas tuj detruiri minacan celon el granda distanco.

En la sekvanta paragrafo, mi prezentas unu tipon de lasero, kies disvolvoni mi partoprenas dum mia esplorkariero, la femtosekunda lasero.

6. Femtosekunda lasero kaj ĝiaj aplikoj

Post la realigo de la unua lasero en 1950, inĝenieroj kaj fizikistoj provis realigi novajn laserojn uzante diversajn materialojn. Iliaj motivadoj estis la produktado de altkvalita lumenergio por ke ĝi estu utila por novaj aplikaĵoj. Ili strebis akiri plejble perfektan koheron por ke la energio povu esti koncentrita ĝis la teoria limo en spaco kaj en tempo. Unu el la defioj kiam mi komencis en la 80-aj jaroj, estis la farado de la plejble mallonga lumimpulso. Eta daŭro de iu signalo postulas larĝan spektron. Pro tio, uzo de tinktura materialo aperis tiutempe kiel bona solvo. La teamo de Jean-Claude Diels, en kiu mi laboris en la Universitato de Suda Kalifornio, havis bonan sperton de tiu tekniko. En 1982 ni sukcesis realigi lumimpulsojn kun daŭro de 60 femtosekundoj (60×10^{-15} sec) (Fig. 4) [ref. 5]. Por tio ni enkondukis prismon sur la vojo de la trabo ene de la ringoforma kavaĵo por povi variigi la longon de vitro trapasata per la pulsoj, kaj tiel kompensi negativan gruprapidecdisvastiĝon. La utileco de tiaj lumimpulsoj situas ekzemple en la studo de vivprocezoj kiel la fotosintezo en plantoj aŭ la procezo de vidado en la okuloj.

Post la realigo de femtosekundaj impulsoj, la sekva defio estis la malkovro de pli praktika kaj efika amplifanta medio. Grava estis ankaŭ la generado de mallongaj impulsoj kun alta kvanto de energio. Novaj ideoj estis proponitaj kaj la invento farita de D. Strickland kaj G. Mourou en 1985, Nobel premiita en 2018, kiuj sukcesis amplifi femtosekundajn impulsojn, ebligis la uzon de tiaj lumimpulsoj por vaporigi iujn ajn materialojn kun granda precizeco [ref. 6]. Rapide evidentiĝis ke la nova

tipo de lasero povus esti uzata por fabriki aŭ modifi objektojn kun precizo neniam antaŭe atingita.

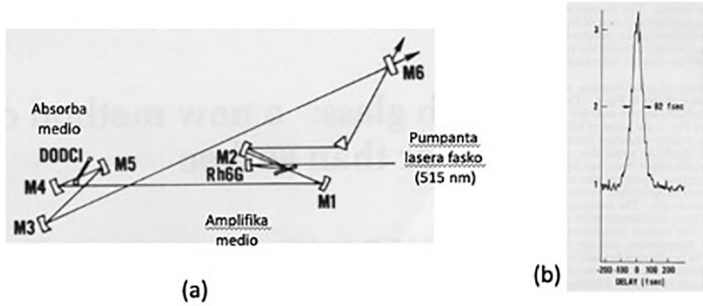


Fig. 4 :Femtosekunda lasero disvolvita de la aŭtoro teamo.
 (a)– Lasera kavo konsistanta el 6 speguloj, prismo, amplifanta medio kaj ensorbanta medio.
 (b)– Rekordo de memkorelacio de impulsoj.

Du ekzemploj de uzo de femtosekundaj laseraj impulsoj estas ilustritaj sube. Fig. 5 montras kiel femtosekunda lasero estas uzata por vida korekto. Dank’ al la mallongeco de impulsoj, la kornea kapoto povas esti tranĉita kun granda precizo. Post la korektado de la kornea kurbeco pere de ultraviola lasero, la kapoto povas esti tuj refiksita. La operacio daŭras nur kelkajn minutojn. Fig. 6 ilustras la utilecon de femtosekunda lasero por kuraci pacientojn kiuj havas arteriajn problemojn.

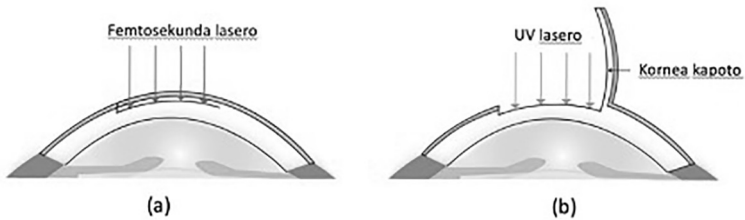


Fig. 5 – Lasera vida korekto. [ref. 7].
 (a) - la kornea kapoto estas tranĉita pere de femtosekunda lasero.
 (b) - Ultraviola lasero estas uzata por korekti la kurbecon de la korneo.

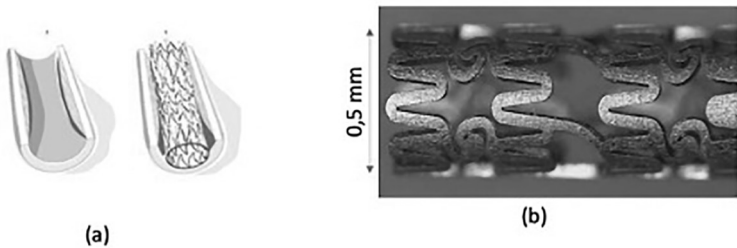


Fig. 6 : Realigo de medicina stento por malebligi lokan obstrukcon de fluo kaŭzitan de arteria ŝtopiĝo. (a) Kiam graso akumuliĝas en arterio, la sanga fluo povas ŝtopiĝi. Necesas enigi metalan tubeton (b) Femtosekundaj laseraj impulsoj ebligas fabriki etajn kaj malpezajn tubojn por larĝigi la kanalon kaj ebligi la sanganan fluon.

7. Konkludo

Lumo estas fonto de energio esenca por la vivprocezoj kaj ankaŭ por ĉiuj homaj aktivaĵoj. Tio ne ĉiam estis evidenta. Se tiu ento fascinis homojn ekde la apero de la konscio, estas nur en la fino de la 19-a jc ke bela kaj kompleta teoria estis forĝita fare de la angla fizikisto Maksvelo. La teorio estis kompletigita en la unua duono de la 20-a jc kadre de la kvantuma teorio de materio kaj radiado. Fine estas la malkovro, kaj poste realigo de la lasero, kiu ebligis uzi lumon, ne nur por fari bildojn kaj vidi la objektojn ĉirkaŭ ni, sed ankaŭ por komuniki, fabriki, kuraci, eĉ amuziĝi.

Citaĵoj

- [ref. 1]. "Fiziko-kemia kompreno de la koloroj en nia universo – Orlando E. Raolo, Internacia Kongresa Universitato, K.U 3 AIS, p51-66, Lahtio, julio 2019.
- [ref. 2]. « Technology Roadmap: Solar Photovoltaic Energy » International Energy Agency, <https://www.iea.org/reports/technology-roadmap-solar-photovoltaic-energy-2014>
- [ref. 3]. <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2014/summary/>
- [ref. 4]. [Irepa] <https://www.irepa-laser.com>
- [ref. 5]. "Intracavity pulse compression in glass: a new method of generating pulses shorter than 60 femtoseconds"; J.-C. Diels, J. Fontaine, W. Dietel; Optics Letters Vol. 8, n-ro 1, pp. 4-6 (1983) -<https://doi.org/10.1364/OL.8.000004>
- [ref. 6]. Compression of amplified chirped optical pulses. Donna Strickland Gerard Mourou - Optics Communications Volumo 55, n-ro 6, 15 October 1985, Paĝoj 447-449
- [ref. 7]. <https://www.liemtrinh.com/58-lasik>

La Valoroj de Esperanto en Ŝanĝanta Mondo

John Huang

Naskita en 1964 en Ĉinio, John Huang studis nuklean fizikon ĉe la ĉina universitato NUDT kaj diplomigis en 1985. Poste li laboris kiel esploristo kaj publikigis kelkajn librojn pri scienca esploro kaj edukado. En 1984 li eklernis Esperanton. En 1993 li debutis en internacia komercado, poste li fondis la kompanion Bela Ajlo (Pretty Garlic) kaj akiris mondan reputacion en sia kampo. Liaj komercaj sukcesoj estis priskribitaj de Wall Street Journal, Fortune kaj adoptitaj kiel studa kazo en la lernolibro pri Internacia Komerco de usonaj universitatoj. En 2006 li kaj lia familio migris al Kanado. Li estas membro de UEA, KEA kaj prezidanto de IKEF Nord-Ameriko. Li estas la oficiala fotisto de UK 2022 en Montrealo.



Resumo: La Valoroj de Esperanto en Ŝanĝanta Mondo

Kvankam makroskope esperanto havas relative malgrandan komunikan valoron kompare kun aliaj ĉefaj lingvoj, ĝi regajnas novan vivecon en rapide ŝanĝanta mondo. Ĝia relative proksima distanco de la angla lingvo, facile lernebla trajto, rimarkinda pedagogia valoro kaj larĝa distribuo en la mondo igas ĝin kiel unu bona alternativo al la angla lingvo en internacia komuniko kaj komerco. La rapida disvastiĝo de interreto kaj la apero de blokĉena erao alportas novan lumon al la estonteco de Esperanto.

Abstract: The Values of Esperanto in a Changing World

Although macroscopically Esperanto has a relatively small communicative value compared to other major languages, it is regaining new vitality in a rapidly changing world. Its relatively close distance from the English language, easy to learn feature, remarkable pedagogical value and wide distribution in the world make it as one good alternative to the English language in international communication and business. The rapid spread of the Internet and the emergence of a blockchain era bring new light to the future of Esperanto.

Résumé: Les valeurs de l'espéranto dans un monde en changeant

Bien que macroscopiquement, l'espéranto ait une valeur communicative relativement faible par rapport aux autres langues majeures, il retrouve une nouvelle vi-

talité dans un monde en évolution rapide. Sa distance relativement proche de la langue anglaise, sa facilité d'apprentissage, sa valeur pédagogique remarquable et sa large diffusion dans le monde en font une bonne alternative à la langue anglaise dans la communication et les affaires internationales. La propagation rapide d'Internet et l'émergence d'une ère de blockchain apportent un nouvel éclairage sur l'avenir de l'espéranto.

La Valoroj de Esperanto en Ŝanĝanta Mondo

Loĝante en konstante ŝanĝanta erao, esperantistoj tra la mondo nuntempe povas revui la valorojn de Esperanto. Dum la pasintaj 100 jaroj, la homaro kaj la monda lingvosistemo spertis gravajn ŝanĝojn. La nuna distribuo de lingvoj kaj ilia uzantaro estas tre neegala. Laŭ la brita lingvisto David Crystal, preskaŭ 96% de la lingvoj estas parolataj de nur 4% de la monda loĝantaro, tamen proksimume la duono de la monda loĝantaro parolas la 15 gravajn lingvojn kune¹. Tutmondiĝo plue akcelis la paŝon de la angla al la internacia lingvafrankao, sed ĝi samtempe estas sentemiga kaj diskutebla afero. Tial la reklamado de Esperanto estis denove menciita en diversaj landoj.

1. La Komunikila Valoro Q de Esperanto

Laŭ la nederlanda sociologiisto Abram de Swaan, la tutmonda lingvosistemo inkluzivas²: Periferiajn lingvojn kiujn neniu konsideras indajn lerni; Centra lingvo kun vaste uzantaj populacioj; Supercentrajn lingvojn kiuj havas tre multajn parolantojn, kaj havas la rolon por konekti uzantojn de la centraj lingvoj, inkluzive de araba, ĉina, angla, franca, germana, japana, portugala, hispana, rusa, malaja, hindia kaj svahila; Hipercentran lingvon (la angla), kiu ligas supercentrajn lingvojn. Surbaze de ĉi tiu sistemo, de Swaan enkondukis la koncepton de Q-valoro. Q_i estas la komunikila valoro de lingvo i , ĝia potencialo konekti unu parolanton kun aliaj parolantoj de konstelacio aŭ subkonstelacio, "S". Ĝia difino estas:

$$Q_i = p_i \times c_i = \left(\frac{P_i}{N^S} \right) \times \left(\frac{C_i}{M^S} \right)$$

La prevalenco p_i de lingvo i , signifas la nombron de kompetentaj parolantoj en i , P_i , dividitan de ĉiuj parolantoj de la konstelacio S , N^S . Centreco c_i estas la nombro de plurlingvaj parolantoj, kiuj parolas lingvon i , C_i , dividita de ĉiuj multlingvaj parolantoj en la konstelacio S , M^S . Tiel, la Q-valoro aŭ komunikila valoro estas la produkto de la prevalenco kaj centreco de lingvo i en la konstelacio S . Sekve, periferiaj lingvoj havas malaltajn Q-valorojn kaj la Q-valoroj pliiĝas laŭ la sociologia klasifiko de lingvoj. La Q-valoro de la hipercentra lingvo estas la plej alta³.

Surbaze de la formulo, mi kolektis novajn datumojn por ses ĉefaj lingvoj (angla, ĉina, hispana, franca, rusa, germana) kaj Esperanto^{4,5,6,7}, kaj kalkulis iliajn Q-valorojn jene. Ni povas vidi, ke makroskope Esperanto ankoraŭ havas tre malgrandan Q valoron ($2.72E-09 = 2.72 \times 10^{-9}$) kontraŭ la aliaj ĉefaj lingvoj en la mondo. Kaj en tablo 2 mi plue kalkulis la Q-valorojn de Esperanto en kelkaj landoj, inkluzive de Ĉinio, Usono, Kanado, Francio, Brazilo, Aŭstralio, Japanio kaj Rusujo. Evidente, Esperanto havas relative grandan Q-valoron en Brazilo ($5,79 \times 10^{-7}$) kaj Francujo kontraŭ Usono kaj Rusio. Inter la 8 landoj, Ĉinio havas la plej malgrandan Q-valoron de Esperanto (5.57×10^{-11}) pro sia granda ne-esperanta loĝantaro.

Tabelo 1. La Q-Valoro de Esperanto kontraŭ la aliaj ĉefaj lingvoj (unuoj: miliono)

Lingvoj	Pi	Ns	Ci	Ms	L2	Qi
Angla	379	7700	1176	4774	430	1.21E-02
Ĉina	1300	7700	100	4774	178	3.54E-03
Hispana	480	7700	123	4774	71	1.61E-03
Franca	77,2	7700	200,28	4774	208	4.21E-04
Rusa	154	7700	94,6	4774	110	3.96E-04
Germana	76,1	7700	20,39	4774	28	4.22E-05
Esperanto	0.1	7700	1	4774	1	2.72E-09

Tabelo 2. La Q-Valoroj de Esperanto en kelkaj landoj^{8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18}

Landoj	Pi	Ns	Ci	Ms	Q
Brazilo	7,500	211,049,527	7,500	460,000	5.79E-07
Francujo	7,000	65,129,728	7,000	3,386,746	2.22E-07
Aŭstralio	1,000	25,565,600	1,000	5,113,120	7.65E-09
Kanado	1,100	37,411,000	1,100	6,546,925	4.94E-09
Usono	5,900	329,064,917	5,900	66,273,674	1.60E-09
Rusio	2,500	145,872,256	2,500	27,715,729	1.55E-09
Japanio	1,500	126,317,000	1,500	25,263,400	7.05E-10
Ĉinio	2,000	1,436,000,000	2,000	50,000,000	5.57E-11

2. La Pedagogia Valoro de Esperanto

Laŭ Jakub Marian kaj Flochon, kompare kun naturaj lingvoj, Esperanto havas la plej malgrandajn lingvajn malfacilaĵojn rilate al la angla lingvo^{19,20}. Vidu tabelon 3.

Tabelo 3. Malfacileca grado rilate al la angla lingvo

Kategorio	Malfacileco lerni vortprovizon	Malfacileco lerni gramatikon
Ege facila (+5)	Esperanto	Esperanto
Tre facila (+4)	Nederlanda, afrikansa.	Afrikansa, ĉina; indonezia

Kategorio	Malfacileco lerni vortprovizon	Malfacileco lerni gramatikon
Facila (+3)	Franca, hispana, itala,	Nederlanda
Iomete facila (+1)	Latina	Sveda, norvega
Iomete malfacila (-1)	Germana; sveda, norvega	Franca, hispana, itala, germana
Malfacila (-3)	Pola, rusa; hinda, malaja	Antikva greka, latina; finna
Tre malfacila (-4)	Araba, korea, hungara, finna	Rusa, pola, hungara; japana; korea
Ege malfacila (-5)	Ĉina, japana	Araba

Tial, la pedagogia valoro de Esperanto realiĝas kaj pliboniĝas se uzi la facil-lerneblan Esperanton kiel enkondukon al studoj de postaj fremdaj lingvoj. Morfologie, la vortprovizo de Esperanto estas ĉefe el la latina kaj greka, kiuj havas larĝan influon sur la lingvoj de la mondo. Regante la vortprovizon de Esperanto, oni ŝparas multan energion lerni latinidajn ligvojn (franca, itala, hispana, portugala, rumana) kaj germanajn lingvojn (angla, nederlanda, ktp) ĉar 60-90% de la radikoj similas al ili. Ĝi eĉ grave rilatas al slavaj lingvoj kiel la rusa, ukraina, belorusa, pola, bulgara, ĉea, kaj slovaka.

Pluraj studoj konkludis, ke unu jaro de Esperanto en lernejo, kiu produktas kapablon ekvivalentan al tiu atingita de la averaĝa studento kun eŭropaj naciaj lingvoj post ses ĝis sep jaroj da studado, plibonigas la kapablon de la lernanto lerni celan lingvon kompare kun tiu de studentoj, kiuj pasigis sian tutan tempon lernante la cellingvon. Ekzemple, studado de Esperanto dum unu jaro kaj poste de la franca dum tri jaroj rezultigas pli grandan kapablon en la franca ol kiam iu nur studus la francan dum kvar jaroj. Ĉi tiu sistemo ankaŭ estis praktikita en Germanio, kun la celo trovi manieron faciligi la lernadon de la angla. La rezultoj montris, ke post du jaroj da lingva orientiĝo uzanta Esperanton, la avantaĝo estis ĉirkaŭ 30%²¹. Ĉi tiuj ekzemploj montris la gravan pedagogian valoron de Esperanto. Kompreneble, ĉar Esperanto ne esence forigis la limigon kaj influon de eŭropaj lingvoj, ĝi ne estas facile lernebla por orientanoj, almenaŭ pli malfacile, ol por denaskuloj de iu eŭropa lingvo.

3. Lingva Distanco, Distribuo kaj la Komerca Valoro de Esperanto

Laŭ Hutchinson kaj aliaj, ju pli malgranda estas la distanco (simileco) de lingvo al la angla, des pli altan valoron ĝi havas en internacia komerco²². Laŭ Jordi Colomer Matutano, Esperanto havas la plej mallongan lingvan distancon kun itala lingvo²³. Tiel ĝi havas similan lingvan distancon inter la itala kaj angla lingvoj. Esperanto havas pli mallongan lingvan distancon de la angla ol multaj aliaj naturaj lingvoj. Tio ĉi estas grava kontribuanta faktoro al ĝia komerca komunikila valoro. Tabelo 4 listigas la lingvajn distancojn inter la angla kaj kelkaj aliaj lingvoj.

Tabelo 4. Lingvaj Distancoj inter la Angla kaj Aliaj Lingvoj

Lingvoj	Angla	Germana	Franca	Nederlanda	Hispana	Itala	Portugala	Esperanto
Angla	100	35	42	39	37	39	37	36
Germana	35	100	29	44	25	27	24	29
Franca	42	29	100	31	44	46	44	38
Nederlanda	39	44	31	100	27	28	26	32
Hispana	37	25	44	27	100	56	66	41
Itala	39	27	46	28	56	100	55	44
Portugala	37	24	44	26	66	55	100	40
Esperanto	36	29	38	32	41	44	40	100

Plue, monda lingvo estas karakterizata ne nur de la tuta nombro de parolantoj, sed ankaŭ de sia geografia distribuo. Kvankam Esperanto havas nur ĉirkaŭ 2 milionojn da parolantoj, ili distribuiĝas tra la mondo en 115 landoj dank’ al ĝia rapida disvastigo ĉe interreto²⁴ (tabelo 5).

Tabelo 5. Lingva distribuo en la mondo²⁵

Lingvo	Esperanto	Angla	Hispana	Araba	Ĉina	Franca
Nombro de landoj	115	55	34	32	24	23
Tutmonda procento	0.01%	5,0%	5,90%	4,50%	17,50%	1,10%
Monda tuto (miliono)	1 M	402 M	446 M	341 M	1,329 M	82 M

Lingvo	Germana	Rusa	Portugala	Itala	Hindia	Korea	Japana
Nombro de landoj	19	17	16	16	8	6	4
Tutmonda procento	1.30%	2.10%	3.00%	0.80%	7.30%	1.00%	1.70%
Monda tuto (miliono)	97 M	156 M	231 M	63 M	555 M	79 M	127 M

La unikaj ecoj de Esperanto kiel facila lernado kaj larĝa distribuo en la mondo igis ĝin relative pli bona elekto ol aliaj samspecaj lingvoj kun similaj Q-valoroj. Oni povas trovi esperantistojn en preskaŭ ĉiuj landoj. Esperanto estas natura komerca lingvo inter la Esperantaj komercistoj. Plej multaj el la Esperanto-komunumo havas idealajn kompleksojn, kiuj ĝenerale estas altnivelaj, kaj estas facile konstrui gravajn naturajn fidojn inter si. Por tiuj, kiuj nur konas Esperanton kaj sian propran denaskan lingvon, Esperanto estas la plej bona ponto por komuniki. Por tiuj, kiuj jam sciopovas la anglan, sed tamen preferas uzi Esperanton, ĝi estas bona “fida lubrikaĵo”. Eĉ por tiuj esperantistoj, kiuj krokodilas en siaj komunikaĵoj, la psikologia distanco

estas pli malgranda ol por neesperantistoj. Por ili, Esperanto estas bona alternativo al la nuna lingvafrankao (la angla) en internacia komerco.

En komerca praktiko, ekzistas kompanioj, kiuj rekte uzas esperantajn nomojn kiel siajn varmarkojn. Ekzemploj kiel la svisa horloĝa marko Movado, fama Pepsi trinkaĵa marko Mirinda, moda vesta marko Baleno, sveda aŭdila marko Urbanista, brita teo-marko Mangajo, kripto-monero Monero ktp. Multaj firmoj provas fari komercon per esperanto. Organizoj kiel IKEF ekzistas kaj helpas Esperantajn komercistojn tra la mondo establi komercajn ligojn per ĝiaj agadoj.

4. La Valoro de Esperanto en Blokĉena Erao

Dank'al rapida disvastiĝo de interreto, la hodiaŭa plej granda Esperantujo estas ĉe la interreto. Ĝi estas la natura kunveno de ĉi tiu geografie disvastigita Esperanta homamaso, precipe dum la pandemio. Platformoj kiel Duolingo, Facebook, Ipernity, Amikumu, WeChat ktp kunligis pli ol 1 milionon da esperantistoj kune. Eĉ la Universala Kongreso de Esperanto en 2020 ankaŭ okazis virtuale sur la interreto²⁶.

Unu nova koncepto de la interreta epoko estas la blokĉeno. La bitmono estas grava aplikado de la blokĉena tekniko. Ĝi estas kripto-monero kiu ne havas centran bankon aŭ solan administranton. Ĝi estas internacia kaj libera de la institucia kontrolo asociita kun tradiciaj dekret-moneroj. Ekzistas interesaj similecoj inter Esperanto kaj bitmono²⁷.

Unue, la situacio de Esperanto kontraŭ la angla en la tutmonda lingvosistemo estas iel simila al la situacio de bitmono kontraŭ la usona dolaro en la tutmonda financosistemo. Zamenhof kreis Esperanton surbaze de tiu celo krei politike neŭtralan lingvon, kiu povus stimuli pacon per pliigo de kompreno inter diversaj nacioj kaj kulturoj. Male al la naturaj lingvoj, Esperanto ne havas geopolitikan "centron". Ĝi similas al la ideo de bitmono, distribuita ĉie sed malcentralizita. Ĝi faciligas stariĝi reciproke fidon inter esperantistoj tra la mondo, ĉar ĝi estas neŭtrala, nereligia kaj nepolitika.

Due, kiel Esperanto, bitmono riskas ne evoluigi la uzantbazon bezonatan por movi adopton preter entuziasmo al ĉefa akcepto. Kaj la Esperanta kaj la bitmona komunumo devas daŭre uzi ĉiujn eblajn manierojn por eduki eblajn uzantojn pri la avantaĝoj de ambaŭ. Esperantistoj provis efektiviĝi kaj pliigi la valoron de Esperanto kreante verajn Esperantajn monerojn: Spesmilo, Stelo, Mono ktp, sed neniu de ili gajnis grandan popularencon. Inspirita de la ideo de bitmona-sistemo, la unuan iam-ajn lanĉita kriptaj ŝtonoj (angle "token") nomatan EsperantoXCP estis kreita en 2016. Dume iu usona esperantisto kreis ŝtonon nomitan Spesmilo kaj finfine la "Monero" fariĝis la unua relative populara kripto-monero kiu uzas Esperantan nomon^{28,29,30}.

En majo 2022, IKEF planis projekton krei sian propran ŝtonon/kripto-moneron, kiu povas esti uzata en diversaj servoj en Esperantujo kiel pagi por membraj kostoj kaj libroservo. Mi partoprenas la projekton. Por krei tian kriptan monersiste-

mon, organizo kiel DAO devas esti kreita. DAO estas malcentralizitaj aŭtonomaj organizoj (Decentralized Autonomous Organization). En DAO, ĉiuj havas intereson kaj neniu persono posedas aŭ regas la tutan aferon. DAO funkcias tute interrete, kaj uzas blokĉenan teknologion kiel ĉeflibron por registri tion, kio okazas en la grupo. Ĝi estas la estonteco de malcentralizita ekonomio.

La tria simileco ekzistas en la gramatiko. La prefiksoj kaj sufiksoj de Esperanto similas al la 'hash'-funkcio de bitmono. Se vi ligas ĝin aŭ disigas ĝin je la radika vorto, ĝi tuj ŝanĝas la signifon de la tuta vorto, same kiel hash-valoru transigas unu valoron al alia. La bazaj similecoj de Esperanto kun naturaj lingvoj, ĝia malcentralizado, tutmonda distribuo kaj ĝia radika neŝanĝebla trajto havas genojn similajn al la blokĉeno. Esperanto mem povas esti konsiderata kiel unu publika ĉeno en la blokĉeno. La simpleco kaj reguleco de la Esperanto-gramatiko kaj ĝia simileco kun la blokĉeno kontribuas al la apero de revolucia traduka programaro.

La ĵetono, kiu ebligas kvanton de respondecoj, rajtoj kaj profitoj en la blokĉena-ekosistemo, povas ebligi al multlingvaj tradukistoj formi dinamikajn kreditajn valoraĵojn kaj konfirmeblajn lingvajn valoraĵojn, tiel realigante siajn valorojn. Krome, ankaŭ la integriĝo de la Esperanta traduko kaj la blokĉena tekniko povas rapide doni altkvalitajn grandajn datumojn por traduko de artefarita inteligento (AI), plibonigante la tradukadon. Mi laboras pri vojmapo por tiu ĉi projekto en IKEF por Esperanta traduko kaj espereble ricevos bonajn novaĵojn en la venonta jaro. Blokĉena teknologio starigis brilan estontecon por Esperanto kiel la estonta homa preferata lingva solvo, kaj la aplika valoro de Esperanto pliiĝos.

Notoj kaj Referencoj

1. David Crystal, *Language Death*, Cambridge University Press, 2000, p. viii.
2. Abram de Swaan, *Words of the World* (2002), Polity Press.
3. 苏剑, 语言 Q 值与小语种语言存亡边界, 2011, de 西部论坛
4. List of languages by number of native speakers, 2019, de Wikipedia
5. What percentage of the world's population knows more than one language? 2018, de Quora
6. Dylan Lyons, How Many People Speak English, And Where Is It Spoken? Jul 26, 2017, Babel Magazine
7. Alex Waltner, Most Spoken Languages in the World, 2019, <https://www.swedish-nomad.com/>
8. Worldometers, Current World Population, 2019, <https://www.worldometers.info/>
9. Svend, Per-country rates of Esperanto speakers, December 10, 2016, de <https://kalkulinda.com/>
10. Worldometers, China Population, 2019, <https://www.worldometers.info/>
11. Worldometers, Countries in the world by population (2019), <https://www.worldometers.info/>
12. François Grosjean Ph.D., The Amazing Rise of Bilingualism in the United States, Sep 11, 2018, Psychology Today

13. Statistics Canada, Linguistic Characteristics of Canadians, 2019, <https://www.statcan.gc.ca/>
14. Steph Koyfman, Which Are The Most Spoken Languages In Brazil? Oct 11, 2017, Babbel Magazine
15. "Population Estimates Monthly Report June 2019". www.stat.go.jp. Statistics Bureau Japan. June 20, 2019.
16. Aya Nakazato, What percentage of people in Japan speak English? Aug.19, 2017
17. Australia: Language spoken at home, 2016, Your demographic resource centre
18. "Population clock". Australian Bureau of Statistics Commonwealth of Australia. Retrieved 25 October 2019.
19. Jakub Marian, Comparison of Difficulty of Different Languages, 2019, <https://jakubmarian.com/>
20. Flochon, Bruno, 2000, " L'espéranto ,, Langues: une guerre à mort, *Panoramiques*. 4e trim. 48: 89–95.
21. Helmar Frank, Propaedeutic value of Esperanto, 2019, Wikipedia
22. 苏剑, 语言距离影响国际贸易的理论机理与政策推演, 学术月刊, 2015(201512):59-64
23. Jordi Colomer Matutano, Language similarity metric, 2019, <http://jordic.com/langsim/>
24. Day Translations, Who Actually Speak Esperanto? November 9, 2018
25. WorldData, Geographical distribution of languages worldwide, 2019, <https://www.worlddata.info/>
26. Alan Reed LIBERT, COVID-19 AND ESPERANTO, April 17-19, 2021, <https://www.academia.edu/>
27. Tom Higginson, What can bitcoin learn from the failure of 'global' language Esperanto? Oct 14, 2013, de Coindesk
28. Alexis Ulrich, Monero, learn Esperanto with a cryptocurrency, 2019
29. HCF27, Esperanto's currency System, 2016, de Reddit
30. Esperanto-USA, Spesmilo, Jan.8, 2022, Twitter

Plurlingveco kaj multlingveco: du distingindaj konceptoj gravaj por lingva diverseco

Gabriel Labrie

Mi nomiĝas Gabriel Labrie kaj estas 25-jaraĝa membro de UEA kaj TEJO. Mi naskiĝis en Montrealo kaj, post iom da studtempo en Germanio, mi revenis al mia naskiĝurbo kaj doktoriĝis januare 2021 en la sekcio de ĝermanaj studoj de la Universitato de Montrealo. Mia esplorkampo pli specife estas la lingva situacio en Luksemburgo kaj ĝiaj efikoj sur la disvolviĝo de diversaj plurlingvaj repertuaroj ĉe junaj loĝantoj kaj iliaj lingvaj preferoj. Mi interesiĝas ankaŭ pri lingvoj pli ĝenerale kaj scipovas apud mia gepatra lingvo, kiu estas la franca, interalie la germanan, la hispanan, la katalunan, la svedan, kaj logike ankaŭ Esperanton. La ĉi-jara Universala Kongreso de Esperanto, en kies kadro la Scienca Kafejo okazos, estos mia unua ne-virtuala Esperanto-renkontiĝo kaj mi povos partopreni surloke.



Resumo: Plurlingveco kaj multlingveco: du distingindaj konceptoj gravaj por lingva diverseco

La vortoj “plurlingveco” kaj “multlingveco” estas normale uzataj kiel samsencaj konceptoj. Tamen, eblas ankaŭ distingi ilin, kaj tion faras interalie la Konsilio de Eŭropo en la Komuna Eŭropa Referenckadro por lingvoj, eĉ se ĝi ne tiom klare difinas la du konceptojn, kiom indus (KdE 2007 [2001]: 12). Kelkvorte, multlingveco celas grupojn da personoj, lingvajn komunumojn kaj organizaĵojn kaj kvalifikas ilian funkciadon kiel ne-unulingvan, dum plurlingveco priskribas econ de unuopa homo scipovanta pli ol unu lingvon kaj substrekas la interligitecon de pluraj lingvoj en onia propra lingva repertuaro (kp. Berthele 2010).

Surbaze de la ĉi-supraj difinoj, ĉi tiu prelego kadre de la Scienca Kafejo traktas ĉi tiun terminan distingon pli precize sub la aspekto de lingva diverseco. Per ekzemploj el landoj kiel Kanado kaj Luksemburgo, klaras la graveco de edukadaj politikoj celantaj grandskalan plivastigon de individua repertuaro plurlingva por plifortigi lingvan diversecon. Tiucele gravas “plurlingvigi” sociajn strukturojn, kiuj estas “nur” multlingvaj, kaj tiusence valorigi plurlingvajn kompetentojn ene de malsam-nivelaj institucioj kaj organizaĵoj. La prelego espereble konsciigas esperantistaron, kiu verŝajne plejparte jam interesiĝas pri lingvaj egaleco kaj politiko, pri la grava distingo inter plur- kaj multlingveco kaj ĝia rolo en la plifortigo de lingva diverseco tutmondscale.

Abstract: Plurilingualism and multilingualism: two important concepts to distinguish for linguistic diversity

The terms "plurilingualism" and "multilingualism" are generally used synonymously. However, it is possible to distinguish between them. The Council of Europe does so in its Common European Framework of Reference for Languages, although the difference between the two concepts remains unclear (CoE 2007 [2001]: 12). In short, multilingualism refers to groups of people, language communities and organizations and implies the use of more than one language within them, while plurilingualism describes the knowledge of more than one language in a single individual, focusing on the relationship between the different languages in their own linguistic repertoire (cf. Berthele 2010).

This "Scientific Café" talk builds on these definitions and discusses their terminological distinction from a linguistic diversity perspective. As the examples of countries such as Canada and Luxembourg show, it appears essential that educational policies focus on a generalized expansion of the individual plurilingual repertoire in order to strengthen linguistic diversity. Accordingly, social structures that are "only" multilingual need to become plurilingual, and plurilingual competencies are to be valued within institutions and organizations at different levels. We hope that this presentation will raise awareness among an Esperantist audience — that is probably already largely sensitive to issues of language equality and policy — of the importance of distinguishing between plurilingualism and multilingualism and of the role of such a distinction in strengthening linguistic diversity on a global scale.

Résumé: Plurilinguisme et multilinguisme : deux concepts importants à distinguer pour la diversité linguistique

Les termes « plurilinguisme » et « multilinguisme » sont certes généralement employés de manière synonyme, mais il est possible de les distinguer. C'est en outre ce que fait le Conseil de l'Europe dans son Cadre européen commun de référence pour les langues, bien que la différence entre les deux concepts y demeure floue (CdE 2007 [2001]: 12). En quelques mots, le multilinguisme se réfère à des groupes de personnes, des communautés linguistiques et des organisations et implique l'emploi de plus d'une langue au sein de ceux-ci, tandis que le plurilinguisme décrit la connaissance de plus d'une langue chez un même individu en mettant l'accent sur la relation entre les différentes langues de son propre répertoire linguistique (cf. Berthele 2010).

Cette communication dans le cadre du « Café scientifique » est basée sur ces définitions et aborde plus précisément leur distinction terminologique dans une optique de diversité linguistique. Tel que le démontrent les exemples de pays comme le Canada et le Luxembourg, il apparaît essentiel que les politiques éducatives se concentrent sur un élargissement généralisé du répertoire plurilingue individuel afin de renforcer la diversité linguistique. Il importe à cette fin de rendre plurilingues des structures sociales « seulement » multilingues et de valoriser, dans ce sens, les com-

pétences plurilingues au sein d’institutions et d’organisations à différents niveaux. Nous espérons que cette présentation conscientisera un public espérantiste, probablement déjà en majeure partie sensible aux questions d’égalité et de politique linguistiques, quant à l’importance de distinguer plurilinguisme et multilinguisme et du rôle d’une telle distinction dans le renforcement de la diversité linguistique à l’échelle mondiale.

Plurlingveco kaj multlingveco: du distingindaj konceptoj gravaj por lingva diverseco

Se mi demandus grupon da homoj, kio estas la malsamo inter ‘plurlingveco’ kaj ‘multlingveco’ en ilia gepatra lingvo, la plejparto verŝajne respondus al mi, ke ambaŭ vortoj samsignifas. En Esperanto, eblas ekzemple argumenti – tute prave – ke la kvantaj a-vortoj ‘plura’ kaj ‘multa’ kutime estas uzataj kvazaŭ-sinonime kaj interŝanĝeble. Eĉ konsultante la plej gravajn Esperantajn referenclibrojn, oni ne vere trovas informojn, kiuj indikus iun ajn distingon inter la du konceptoj. Dum la Reta Vortaro listigas ambaŭ fakvortojn kaj ŝajnas difini ilin kiel samsencaĵojn, en la lasta eldono de *Plena Ilustrita Vortaro de Esperanto* troviĝas nur la adjektivo ‘plurlingva’, en la senco de “[u]zanta plurajn lingvojn” kaj kun referenco al la kapvorto ‘poliglota’ (PIV 2020: 682, kp. ReVo). Ĉi tiun lastan nomon PIV difinas analoge kiel “[homon], kapabla[n] uzi plurajn lingvojn” (2020: 895). Sed ĉu nur unuopulo povas kvalifikiĝi kiel ‘plurlingva’?

Tio estas la unua demando, al kiu mi respondas en ĉi tiu prelego kadre de la Scienca Kafejo. Ne negeblas, ke la vortoj ‘plurlingveco’ kaj ‘multlingveco’ kutime estas uzataj kiel samsencaĵoj. Tamen, mi pledas por distingo inter ambaŭ vortoj. Mi insistas pri tio, ke ne temas laŭ mia vidpunkto pri eraro, se la du vortoj uziĝas samsence, sed mi pensas, ke ilia termina apartigo reprezentas gravan pliriĉigon de la vortaro – ĉu Esperanta, ĉu alilingva. Per ekzemploj el landoj kiel interalie Kanado kaj Luksemburgo, mi klarigos la gravecon de politikoj celantaj grandskalan plivastigon de *individua* repertuaro plurlingva. Tiusence mi pensas, ke la distingo inter plur- kaj multlingveco longdaŭre povos roli kiel plifortigilo de lingva diverseco.

Ĉi-sube ne temos pri la nombroj da lingvoj, kiuj necesas por paroli pri plur- kaj multlingveco. Ni diru, ke devas temi pri minimume du, sed ŝajnas al mi, ke la du vortoj ĉefe estas uzataj, kiam temas pri tri aŭ prefere kvar kaj pli da lingvoj. Tamen, mi proponas – iom digresie – pritrakti dulingvecon kiel la plej minimuman kazon de plurlingveco por pli klare limigi la terminan kadron de la ĉi-tieaj konsideroj.

Dulingvismo kaj ĝiaj malsamaj signifoj

Ni fokusiĝu unue sur la kadro mem de tia termina distingo. Tiucele, mi proponas al vi digresion pri alia lingvo-rilata vorto, nome ‘dulingveco’, kiu espereble

pli klare substrekos la kulturalan kromnacion, kiu ofte kundifinas specifan vorton. Laŭ PIV, ‘dulingva’ esta io “[p]rezentanta aŭ [iu] uzanta du lingvojn” (2020: 682), sed tiu facile komprenebla difino ne konturas la diversspecajn dulingvecojn, kiuj estas kulture, politike kaj socie difinitaj kaj do estas propraj al iu lingva komunumo. Necesas pripensi unu momenton la implicojn de tiaj signifonuancoj.

Ni prenu la lingvan situacion de Kanado, kie la vorto ‘dulingveco’ povas havi specifan kunsendon. Kanado estas oficiale dulingva je la federacia nivelo kaj havas la anglan kaj la francan kiel oficialajn lingvojn samrajtajn. Estas menciinde, ke krom la diversaj fremdaj lingvoj, kiuj estas parolataj en la lando, ekzistas ankaŭ multege da indiĝenaj lingvoj, kiuj ne ĝuas samnivelan agnoskon kiel la du oficialaj lingvoj. Pro tio, kvankam multaj en Kanado certgrade konscias pri la ĝenerala senco de la termino ‘dulingva’, kiu ne celas specifajn lingvojn, la vorto ‘dulingveco’ iomete al-signifiĝas en kanada kunteksto kaj tie kutime implicas la konon aŭ la uzon kaj de la franca kaj de la angla, ekzemple por paroli pri federaciaj institucioj aŭ kandidatoj al politikaj postenoj. Alivorte, en Kanado, iu aŭ io ofte kvalifikiĝas kiel dulingva nur se temas pri la du oficialaj lingvoj. Tio estas klara ekzemplo de potenciala mallarĝsenca konotacio de ‘dulingveco’.

Alia ekzemplo de nacia konotacio de la vorto ‘dulingva’ troviĝas en Svislando. Tie dulingveco povas limiĝi al la eco de iu, kiu denaske – aŭ se diri pli klare, jam de infanaĝo – regas du lingvojn. Kiam tio rilatas al du gepatraj lingvoj, temas do pri “natura dulingveco” (Meune 2007: 10, kp. Lüdi 1998). En tiu kazo, la signifo de la vorto ‘dulingva’ ne necese estas limigita al du oficialaj lingvoj de la lando, kiel tio povas okazi en Kanado, sed ĝi povas elvoki ies altnivelajn konojn de du lingvoj.

Tiuj du ekzemploj de ‘malsamaj dulingvecoj’ montras, ke esperantistoj devas konscii pri eblaj aludaj valoroj de vortoj, kiam ili konversacias kun alilingvanoj, ĉar ne eblas ĉiam koni ĉiujn konotaciojn, kiujn specifa termino havas en onia gepatra lingvo – kaj ankaŭ malpli en tiu de onia kunparolanto.

Plurlingveco kaj multlingveco

Ni revenu al la kernpunkto. Kiel dirite, eblas do distingi inter plur- kaj multlingveco. Tion faras ekzemple la Konsilio de Eŭropo en la Komuna Eŭropa Referenckadro por lingvoj, kiu interalie enkondukis la lingvajn nivelojn kiel A2 kaj C1, kiujn pluraj el vi verŝajne jam konas de la KER-ekzamenoj. La priskribo de KER mem bedaŭrinde ne tiom klare difinas la konceptojn ‘plurlingveco’ kaj ‘multlingveco’, kvankam ili estas eksplicite apartigitaj unu de la alia en la Referenckadro. Kelkvorte, multlingveco celas grupojn da personoj, lingvajn komunumojn kaj organizaĵojn kaj kvalifikas ilian funkciadon kiel “ne-unulingva”, dum plurlingveco priskribas econ de unuopa homo scipovanta pli ol unu lingvon kaj substrekas la interligitecon de pluraj lingvoj en onia propra lingva repertuaro (KdE 2007 [2001]: 12, kp. Berthele 2010). Per ĉi tiuj ĝeneralaj difinoj, eblas jam respondi al nia elirdemando: teorie, nur personoj povas esti plurlingvaj. Tamen, ni interesiĝu superrigarde al kelkaj lingvaj situacioj por pli bone konturi la implicojn de tia distingo inter la du terminoj.

Luksemburgo: multlingva lando, plurlingvaj loĝantoj

Kun ĉi tiu baza distingo, ni rigardu unue lingvan situacion, kiu el socilingva vidpunkto restas senekzempla en Eŭropo. Temas pri Luksemburgo, sur kies tuta teritorio estas agnoskitaj tri administraciaj lingvoj: la luksemburga, la franca kaj la germana. Ne sole ĉi tiuj lingvoj ludas certan rolon en la Grandduklando, sed ankaŭ multaj aliaj kiel la portugala aŭ la angla (kp. Fehlen 2009). En tiu ĉi multlingva kunteksto, publika mezlernejo, kiu funkcias en la tri landaj lingvoj kaj kie eĉ la angla fojfoje rolas kiel instrulingvo, estas ekzemple konsiderata kiel ‘multlingva’, dum la infanoj, kiuj lernis en tia lernejo kaj regas certgrade ĉiujn kvar lingvojn – eventuale krom alia(j) familia(j) lingvo(j) – estas kvalifikataj ‘plurlingvaj’. Pli ĝenerale, do, Luksemburgo estas sendube multlingva lando, sed ĝiaj loĝantoj povas esti konsiderataj pli precize kiel plurlingvaj.

Montrealo: neoficiale dulingva urbo kun plurlingva loĝantaro

Specife la ĉi-jara kongresurbo elstaras pro sia lingva diverseco kaj bone reprezentas la pliriĉigon, kiun alportas plurlingveco al iu komunumo. Montrealo estas la kanada urbo kun la plej granda proporcio de trilingvaj homoj – antaŭ la metropolo Toronto, kiu estas la plej popolriĉa urbo en la lando (Morin 2021: 43). Malgraŭ ke je la urba nivelo nur la franca havas la statuson de oficiala lingvo, multaj loĝantoj en Montrealo havas la anglan kiel gepatran lingvon kaj estas evidente, ke ankaŭ ĝi ludas grandan rolon en la lingva situacio de tiu nordamerika metropolo. Pluraj aliaj lingvoj, kiel la hispana, la araba, la ĉina, la itala, la portugala aŭ la jida, partumas en la lingva diverseco de tiu urbo. Kvankam ilin uzas multaj Montrealanoj kun enmigra fono, la oficialaj rilatoj kun la administracioj je diversaj registaraj niveloj plejparte disponeblas nur en la franca kaj angla. Tiel, la publikaj servoj en urbo kiel Montrealo, same kiel en verŝajne preskaŭ ĉiuj multkulturaj urboj, nur tre parte spegulas la veran diversecon de la tieaj urbanoj.

De pli larĝsenca plurlingveco al pli forta lingva diverseco

Ni vidis, ke se oni volas distingi inter ‘plurlingveco’ kaj ‘multlingveco’, la termino ‘plurlingva’ laŭdifine rilatus al unuopa homo scipovanta plurajn lingvojn, dum ‘multlingva’ karakterizas la uzon de diversaj lingvoj ene de socio aŭ organizaĵo. Plie, kiel jam menciite, plurlingveco emfazas ankaŭ, ke lingvaj konoj estas interplektitaj unu kun la alia en ies persona repertuaro. Pro tio, mi persone opinias, ke kelkaj institucioj kaj similaj sociaj aŭ politikaj aroj indus esti kvalifiitaj kiel plurlingvaj, se la lingvoj, kiuj estas uzataj tie, funkcias klare en interrilatigita maniero. Plivastigante tiun koncepton de ligoj inter la lingvoj, eblas laŭ mia vidpunkto ĝeneraliĝi la plurlingvan karakteron de ekzemple edukadaj institucioj, kiam ili sisteme favoras diversspecajn lingvajjn kompetentojn kaj klare promocias lingvan diversecon. Tio interalie estas parto de la celoj de eŭropuniaj institucioj, kie lokaj, naciaj kaj tuteŭropaj – perantaj – lingvoj povas partopreni (vd. Astori 2018: 11).

Fine, sed ne lastvice, mi volus atentigi pri tio, ke gravas “plurlingvigi” sociajn kaj politikajn strukturojn, kiuj nuntempe estas “nur” multlingvaj, tio estas, se iliaj malsamaj laborlingvoj ĉefe restas segmentitaj. Tiam, kiam plurlingvaj kompetentoj estos valorigataj ene de malsamnivelaj institucioj kaj organizaĵoj, la homoj kun diversaj lingvaj konoj povos disvolviĝi pli bone – kaj la socioj, en kiuj ili partoprenas, povos prosperi pli egale.

Mi esperas, ke ĉi tiu prelego sukcesis konsciigi esperantistan publikon, kiu tre verŝajne plejparte jam interesiĝas pri lingvaj egaleco kaj politiko, pri la ebla distingo inter plur- kaj multlingveco kaj pri ĝia rolo en la plifortigo kaj flego de lingva diverseco – loke kaj tutmondskale.

Bibliografio

Astori, Davide. 2018. *Enkonduke al Ĝenerala Lingvistiko*. Milano: FEI.

Berthele, Raphael. 2010. “Mehrsprachigkeitskompetenz als dynamisches Repertoire – Vorüberlegungen zu einer integrierten Sprachendidaktik” [Plurlingva kompetenco kiel dinamika repertuaro – antaŭkonsideroj pri integrada lingvodidaktiko]. En: *Sprachen lernen – Lernen durch Sprachen* [Lerni lingvojn – lerni lingve], eldonita de Franziska Bitter Bättig kaj Albert Tanner, 1-a eldono, 225–239. Zuriko: Seismo.

Fehlen, Fernand. 2009. *BaleineBis: une enquête sur un marché linguistique multilingue en profonde mutation = Lüksemburgs Sprachenmarkt im Wandel* [BalenoBis: enketo pri lingva merkato en profunda mutacio = Luksemburga lingva merkato en ŝanĝo]. Recherche Etude Documentation 12 [Esploro Studo Dokumentado]. Luksemburgo: SESOPI Centre intercommunautaire [Interkomunuma centro].

Konsilio de Eŭropo [KdE]. 2007 [2001]. *Komuna Eŭropa Referenckadro por lingvoj: lernado, instruado, pritaksado*. Roterdamo: Universala Esperanto-Asocio.

Lüdi, Georges. 1998. “De la Suisse quadrilingue à la Suisse plurilingue : Bases démographiques, modèles de développement et problèmes de gestion” [De kvarlingva Svislando al plurlingva Svislando: demografiaj bazoj, disvolvaj modeloj kaj administradaj problemoj]. *DiversCité Langues* [Diverseco/-urbo lingvoj]. Rete. Vol. III. https://www.telug.quebec.ca/diverscite/SecArticle/Arts/98/0398AGL/0398AGL_ftxt.htm.

Meune, Manuel. 2007. “Le colinguisme montréalais face à deux modèles suisses – Fribourg et Bienne” [Montreala kunlingvismo fronte al du svisaj modeloj: Friburgo kaj Bielo]. Eldonita de Enrique Pato. *Tinkuy. Buletín de investigación y debate*. [Tinkuy. Enketa kaj debata bulteno] 4 (februaro): 9–27.

Morin, Daphné. 2021. “Comment résoudre le problème de la communication en contexte de diversité linguistique? Points de vue de locutrices et locuteurs à Montréal” [Kiel solvi la problemon de komunikado en kunteksto de lingva diverseco? Parolantaraj vidpunktoj en Montrealo]. En *Montréal ‘ville-monde’*. La

multiformité linguistique vue par des locutrices et locuteurs [Montrealo 'urbo-mondo'. Lingvistika multformeco el parolantara vidpunkto], eldonita de Manuel Meune, Juan C. Godenzzi kaj Daphné Morin. Montrealo: s. eld., 43–66.

Referencoj

PIV. 2020. *Plena ilustrita vortaro de Esperanto*. Parizo: SAT.

ReVo. S. d. *Reta Vortaro*. Rete. <https://www.reta-vortaro.de/revo/dlg/index-2d.html>.

Nombroj kaj matematiko – amatora aliro

Klaus Leith (forpasis)

Mi naskiĝis en jaro kun 18 monatoj (Internacia Jaro de la Geofiziko), tuj antaŭ la tutunua homfarita satelito. Post la gimnazio mi laboris dum kelkaj jaroj por flugkompanioj en diversaj eŭropaj landoj, diplomiĝis pri la angla kaj araba lingvoj kun specialiĝo pri tradukado (Universitato de Majenco, Germanio) kaj laboris dum pli ol dudek jaroj kiel tradukisto kaj terminologo en la Eŭropa Komisiono (Bruselo, Belgio). Pro scivolemo mi studis kemion (Open University, Britio) kaj ricevis diplomon, do mi estas „duonbakita kemiisto“. Ŝatokupe interesas min la matematiko, kiun mi ĝuas sen disponi pri profundaj konoj.



Resumo: Nombroj kaj matematiko – amatora aliro

Ĉiuj scias pri nombroj, ĉu ne? Fakte, „normalaj homoj“ fidas pli je nombroj ol la matematikistoj mem, kiuj ekde longe cerbumas pri la filozofia bazo de nombroj. Tradicie, matematikistoj ankaŭ fieras pri la praktika ne-utileco de sia fako en ĝia pura formo, kaj lasas la eltrovadon de praktikaj aplikoj kaj kalkulmetodoj al inĝenieroj kaj sciencistoj de multaj fakoj.

Ekzistas tamen aparta branĉo de la matematiko, la nombroteorio, kiu profunde pri-traktas kaj esploras la ecojn de nombroj. Vastskale konataj estas la primoj: la nombroj 2, 3, 5, 7, 11, ktp. Ne ekzistas limo al la vico de primoj. Nombroteoristoj ekde longe provas trovi metodon por rekte kalkuli ilin, anstataŭ ol sisteme traserĉi ĉiujn nombrojn por malkovri ilin. Oni nun eĉ ne kontrolas ĉiujn nombrojn, sed nur specialajn kandidatojn, por kiuj ekzistas kompare rapida testmetodo pri primeco. La plej granda nun konata primo estas nombro kun pli ol 24 milionoj da ciferoj, sed nova rekordo estas atingita preskaŭ ĉiujare. Per analogio, oni ofte nomas la primojn „la atomoj de la matematiko“, ĉar ili estas elemento de ĉiuj nombroj.

Foje trovi pruvon por simplaj konjektoj pri nombroj estas malfacile kaj matematikistoj klopodas sensukcese dum jarcentoj. La „Lasta teoremo de Fermat“ estas inter la plej famaj ekzemploj: aserto starigita en la 17-a jarcento de Pierre de Fermat en simpla formo, ĝi estis pruvita nur en 1994 de Andrew Wiles (oni nun nomas ĝin la „teoremo de Fermat-Wiles“).

Simplaj demandoj pri nombroj foje rezultas el taskoj en popularigaj libroj, kiuj celas prezenti matematikon en distra maniero por nefakuloj. Legantoj ofte devas elpensi propran metodon por solvi problemon. Kiam la matematikumanta amato ne

kontentiĝas pri la nura solvo de kalkulada problemo (eĉ se per memtrovita metodo), sed starigas pliajn demandojn, la afero iĝas pli interesa. Mi prezentas kelkajn ekzemplojn.

Abstract: Numbers and mathematics – an amateur approach

Everyone knows about numbers, don't they? In fact, "normal people" have more faith in numbers than the mathematicians themselves, who for a long time have racked their brains over the philosophical basis of numbers. Traditionally, mathematicians have also been proud of how their discipline in its pure form is practically useless and have left the invention of practical applications and calculation methods to engineers and scientists of many other fields.

There is, however, a particular branch of mathematics, number theory, which deeply addresses and studies the properties of numbers. The prime numbers are well-known: the numbers 2, 3, 5, 7, 11, and so on. There is no end to the series of primes. Number theorists have for a long time tried to find a method to calculate them directly, instead of systematically testing all numbers to discover them. Today one does not even check all numbers, but only special candidates for which there is a relatively fast method to test for primality. The largest prime known today is a number with more than 24 million digits, but a new record is set almost every year. By an analogy, the primes are often called "the atoms of mathematics" because they are the constituents of all numbers.

Sometimes it is difficult to find a proof based on simple axioms about numbers and mathematicians have tried for centuries without success. "Fermat's last theorem" is one of the most famous examples: an assertion made in a simple form in the 17th century by Pierre de Fermat, it was proved only in 1994 by Andrew Wiles (so it is now sometimes called the "Fermat-Wiles theorem").

Simple questions about numbers sometimes arise from tasks in popular books aimed at presenting mathematics to non-specialists in an entertaining way. Readers often have to think up their own method for solving a problem. When the mathematical amateur is not content with just solving calculation problems (even when using a method they invent for themselves), but raises further questions, it gets more interesting. I will present several examples of that.

Résumé: Nombres et mathématiques –une approche d'amateur

Tout le monde connaît les nombres, n'est-ce pas ? En fait, les « gens normaux » se fient plus aux nombres que les mathématiciens eux-mêmes, qui depuis longtemps cogitent sur le fondement philosophique des nombres. Par tradition, les mathématiciens s'enorgueillissent de l'inutilité pratique de leur spécialité sous sa forme pure, et laissent la découverte d'applications pratiques et de méthodes de calcul aux ingénieurs et scientifiques de nombreux domaines.

Il existe pourtant une branche particulière des mathématiques, la théorie des nombres, qui traite et explore en profondeur les propriétés des nombres. On

connait bien les nombres premiers : les nombres 2, 3, 5, 7, 11, etc. Il n'existe pas de limite à la suite des nombres premiers. Les théoriciens des nombres essaient depuis longtemps de trouver une méthode pour les calculer directement, au lieu de parcourir systématiquement tous les nombres pour les découvrir. A l'heure actuelle, on ne vérifie même pas tous les nombres, mais seulement certains candidats particuliers, pour lesquels il existe une méthode de test relativement rapide de leur caractère premier. Le plus grand nombre premier connu à ce jour est un nombre de plus de 24 millions de chiffres, mais un nouveau record est établi presque tous les ans. Par analogie, on nomme souvent les nombres premiers « les atomes des mathématiques », car ils sont un élément de tous les nombres.

Parfois il est difficile de trouver la preuve de simples hypothèses sur les nombres et des mathématiciens s'y efforcent en vain depuis des siècles. Le « dernier théorème de Fermat » en est l'un des plus fameux exemples : une assertion formulée au 17^{ème} siècle par Pierre de Fermat sous une forme simple, a été démontrée seulement en 1994 par Andrew Wiles (on l'appelle maintenant « théorème de Fermat-Wiles »).

De simples questions sur les nombres résultent parfois d'exercices provenant de livres de vulgarisation, dont le but est de présenter les mathématiques de façon ludique aux non-spécialistes. Les lecteurs doivent souvent imaginer leur propre méthode pour résoudre un problème. Quand le mathématicien amateur ne se contente pas de la simple solution d'un problème de calcul (même par une méthode qu'il a lui-même trouvée), mais soulève d'autres questions, l'affaire devient plus intéressante. Je présenterai quelques exemples.

La teoremo de Pitagoro

François Lo Jacomo

Nask. 1954, emerita instruisto pri matematiko, mi estis kunfondinto de IAdEM (Internacia Asocio de Esperantistaj Matematikistoj) en 1974 kaj en 1998 de Animath, franca asocio pri eksterlerneja matematiko, en kiu mi dum dudeko da jaroj organizis trejnadon al Internacia Olimpiko pri Matematiko. En la Esperanto-movado, mi estas sekretario de la Akademio de Esperanto, prezidanto de la Kulturdomo de Esperanto, la kastelo Greziljono, komitatano C de UEA kaj reprezentanto de UEA ĉe Unesko, kasisto de Eŭropo Demokratio Esperanto Francio... Mi partoprenis pli ol 30 UK kaj jam prelegis pri matematiko, interalie en IKU 1981 (kvardimensia spaco) kaj IKU 2017 (primnombroj).



Resumo: La teoremo de Pitagoro

La teoremo de Pitagoro estas unu el la plej fundamentaj matematikaj teoremoj, uzata ne nur de matematikistoj mem sed por multaj profesioj en la ĉiutaga vivo: dum jarcentoj, arkitektoj uzis 13-nodan ŝnuron por konstrui ortajn angulojn. En okcidenta kulturo, ĝin pruvis Eŭklido en la unua ĉapitro de siaj *Elementoj*, sed ekzistas pluraj aliaj pruvoj, el Ĉinio ekzemple (en *La naŭ ĉapitroj pri matematika arto*), kaj pli moderna pruvo pli facila por infanoj. Kelkajn el ili mi prezentos, atentigante pri la kulturdiferencoj, kiujn ili spegulas. Kaj mi montros, kiel facilas per tiu teoremo konstrui ne-raciajn proporciojn, $\sqrt{5}$ aŭ $\sqrt{7}$ ekzemple. Mi finos per iom pli malfacila geometria ekzerco.

Abstract: Pythagoras's theorem

Pythagoras's theorem is one of the most fundamental theorems of mathematics, used not only by mathematicians themselves but also in many everyday professions: through the centuries architects have used a string with thirteen knots to construct right angles. In Western culture the theorem was proved by Euclid in the first chapter of his "Elements", but there are several other proofs, from China, for example (in "The nine chapters on the mathematical art"), and there is a more modern proof that is easier for children. I will present several of these proofs, drawing attention to the cultural differences they reflect, and I will show how easy it is with this theorem to construct irrational proportions, such as $\sqrt{5}$ or $\sqrt{7}$. To conclude I will present a slightly more difficult geometrical exercise.

Résumé:

Le théorème de Pythagore est un des théorèmes mathématiques les plus fondamentaux, utilisé non seulement par les mathématiciens eux-mêmes mais dans la vie de tous les jours pour bien des professions : pendant des siècles, les architectes ont utilisé une corde à 13 nœuds pour construire des angles droits. Dans la culture occidentale, c'est Euclide qui l'a démontré dans le premier chapitre de ses *Eléments*, mais il existe plusieurs autres démonstrations, par exemple en Chine (dans *Les neuf chapitres sur l'art mathématique*), ainsi qu'une plus moderne et plus facile pour les enfants. J'en présenterai quelques unes, en mettant l'accent sur la différence culturelle qu'elles traduisent. Et je montrerai comment il est facile de construire au moyen de ce théorème des proportions irrationnelles, $\sqrt{5}$ ou $\sqrt{7}$ par exemple. Je conclurai par un exercice de géométrie un peu plus difficile.

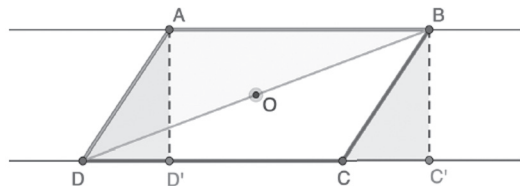
La teoremo de Pitagoro

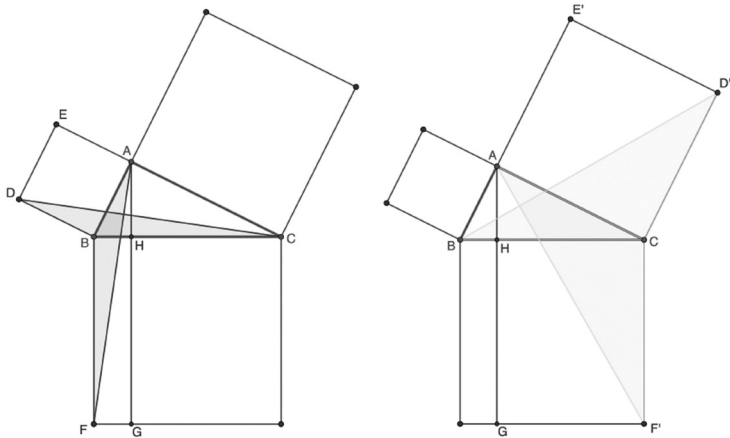
Unu el la plej mondkonataj matematikaj teoremoj tekstas, ke en ortangula triangulo, la kvadrato de la plej longa latero (hipotenuzo) egalas la sumon de la kvadratoj de la du aliaj lateroj. Kaj la plej fama ekzemplo de tia ortangula triangulo estas la triangulo, kies lateroj longas 3, 4 kaj 5, ĉar $3^2 + 4^2 = 5^2$, tio estas: $9 + 16 = 25$.

Dum jarcentoj, tio ĉi utilis ne nur al matematikistoj – des pli, ke la profesio “matematikisto” ankoraŭ ne ekzistis – sed ekzemple al arĥitektoj, kiuj uzis kiel gravan angulmezurilon 13-nodan ŝnuron. Ankoraŭ nun instruistoj povus facile konstruigi tian ilon al siaj lernantoj. Temas tutsimple pri ŝnuro kun 13 egaldistancaj nodoj. Per ĝi, eblas konstrui triangulon, kies lateroj longas 3, 4 kaj 5, ĉar $3 + 4 + 5 = 12$, kaj tiel konstrui precizan ortan angulon. Sed ankaŭ eblas konstrui egallateran triangulon, kies lateroj longas 4, 4 kaj 4, ĉar $4 + 4 + 4 = 12$, kaj tiel konstrui precizajn 60° angulojn.

Tiu ĉi teoremo estas famkonata jam de jarmiloj, sed kiu malkovris ĝin? Evidente pluraj homoj tute sendepende, en diversaj mondpartoj, kiuj pro kulturdiferencoj aliris la problemon laŭ malsamaj vojoj. Ofte matematika teoremo aperas samtempe en pluraj lokoj, eĉ se unu el la inventintoj, kiu pli vaste diskonigis ĝin, iĝas ĝia patro.

En Eŭropo oni atribuas ĝin al Pitagoro, sed Pitagoro mem nenion verkis, kaj la teoremo estis verŝajne konjektita eĉ pli frue. La unua formala pruvo troviĝas fine de la unua libro de la *Elementoj* de Eŭklido, la plej fama tiama libro pri geometrio kaj aritmetiko, kiel aserto 47, do fine de longa ĉeno de aliaj teoremoj. Pluraj el ili necesas por kalkuli la areon de paralelogramo kaj de triangulo: se ni glitigas la triangulon ADD' al BCC' , ni pravas, ke la paralelogramo $ABCD$ havas saman areon kiel la ortangulo $ABC'D'$, kaj se ni turnas la triangulon ABD ĉirkaŭ O je 180° , ĝi fariĝas CDB , do ĝia areo estas duono de la areo de $ABCD$, tio estas duono de la areo de $ABC'D'$.

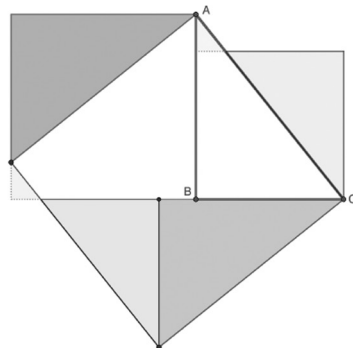
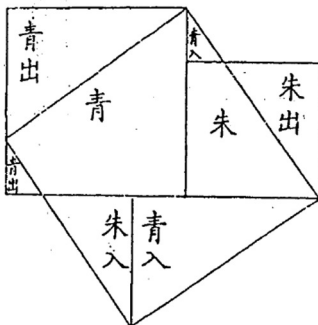




Ni konsideru ortangulan triangulon ABC , kaj konstruu tri kvadratojn $ABDE$, $ACD'E'$, $BCF'F$ ekstere de ĉiuj tri lateroj, kaj la ortanton AH , kiu sekcas FF' en G . Ni devas pruvi, ke la areo de la plej granda kvadrato, kun latero la hipotenuzo BC , egalas la sumon de la areoj de la du aliaj kvadratoj. Ĉar AC estas orta al AB , do paralela al BD , la areo de la triangulo DBC egalas tiun de la triangulo DBA , tio estas la duono de la kvadrato $ABDE$. Turnante je 90° la triangulon DBC ĉirkaŭ B , ni transformas ĝin al samarea triangulo ABF , kies areo egalas tiun de HBH , tio estas la duono de la ortangulo $HBFG$ (ĉar AH paralelas al BF).

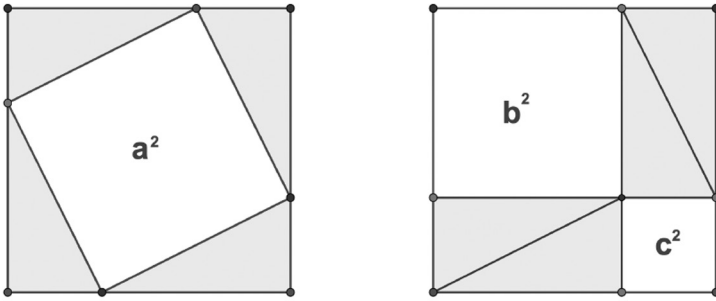
Same aliflanke: la areo de $D'CB$ egalas la areon de $D'CA$, do duonon de la kvadrato de $ACD'E'$. Sed turnante ĝin je 90° ĉirkaŭ C , ni pruvus, ke $D'CB$ samareas kiel ACF' , do ankaŭ HCF' , kies areo estas duono de la ortangulo $HCF'G$. Do la kvadrato $ACD'E'$ (la kvadrato de AC) samareas kiel la ortangulo $HCF'G$. Adiciante ambaŭ flankojn, oni konstatas, ke la sumo de la kvadratoj de AB kaj AC egalas la sumon de la areoj de $HBFG$ kaj $HCF'G$, tio estas la areo de $BCF'F$, la kvadrato de BC .

La ĉina aliro, aperinta fine de plej grava ĉina matematika libro, *La naŭ ĉapitroj pri matematika arto*, estas pli pragmata. Ĝi ne celas formalan pruvon de teoremo, sed praktikan manieron "solvi triangulon", tio estas: kalkuli unu lateron de ortangula triangulo ekde la du aliaj. Temas ja pri aplikado de la teoremo, kiu enhavas pruvon.



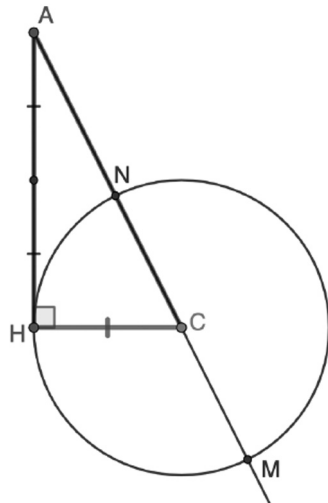
La kvadrato de AB , kiun mi nomu K_{AB} , ja estas ekstera al la triangulo ABC , sed la kvadratoj de BC (K_{BC}) kaj CA (K_{CA}) ne estas eksteraj al la triangulo ABC , kaj tiun figuron oni distondu tiel, ke movante la tri koloritajn triangulojn eksterajn al K_{CA} sed internajn al K_{AB} aŭ K_{BC} , oni plenigas K_{CA} kaj tiel pruvas, ke ĝia areo estas ja la sumo de la areoj de K_{AB} kaj K_{BC} . Tian pruvon mi emas nomi "puzla pruvo".

Ekzistas eĉ pli simpla puzla pruvo, eltrovita poste, ĉar ofte la unua trovita pruvo de teoremo ne estas la plej simpla: ni konsideru kvar kongruajn ortangulajn triangulojn, kun lateroj a, b, c ($a > b \geq c$), kaj ni loku ilin dumaniere en kvadraton, kies latero egalas $b+c$: laŭ la maldekstra maniero, la restanta malplena areo egalas a^2 , laŭ la dekstra maniero, la restanta malplena areo egalas b^2+c^2 . Facilas konstrui tiajn puzlojn por komprenigi la teoremon al lernantoj, tio pli facilas ol la greka pruvo ekzemple.

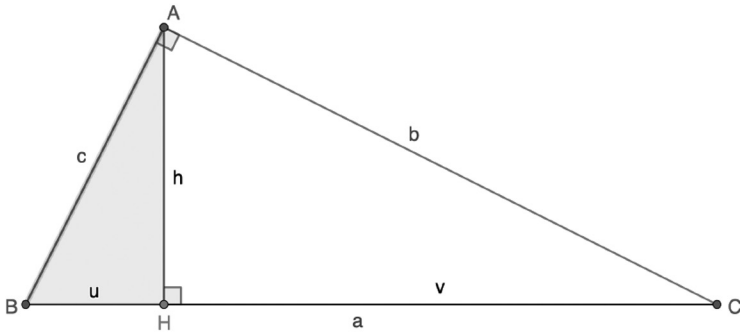


Pitagoro kredis, ke ĉiu nombro estas racionala, tio estas kvociento de du entjeroj, kvankam lia teoremo ebligas pruvi, ke ne, kaj liaj disĉiploj turmentiĝis, kiam ili malkovris tion ĉi. Ekzemple la diagonalo x de kvadrato, kies latero longas 1, verigas: $x^2 = 1+1 = 2$. Se $x = \frac{p}{q}$, kie p kaj q estas du entjeroj sen komuna divizoro, do maksimume unu el ili estas para, tiam $p^2 = 2q^2$. Nepra p estas para: $p = 2p'$, do $4p'^2 = 2q^2$, sekve $q^2 = 2p'^2$, ankaŭ q devus esti para, kio kontraŭas la hipotezon.

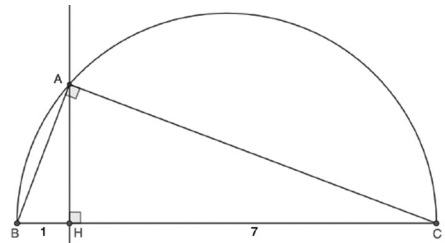
La teoremo de Pitagoro ebligas konstrui nekunmezureblajn longojn, tio estas longoj, kies rilato ne estas racionala. Ne nur $\sqrt{2}$ (diagonalo de la kvadrato), sed ekzemple $\sqrt{5}$, do ankaŭ la ora nombro: $\phi = \frac{\sqrt{5}+1}{2}$. Sur la ĉi-apuda figuro, $AH = 2 \cdot HC$, do $AC^2 = (4+1)HC^2$, sekve $AC = HC\sqrt{5}$, $AM = \phi \cdot AH$ kaj $AH = \phi \cdot AN$. Sed ĉu tia eblo ekzistas por iu ajn kvadrata radiko, ekzemple ankaŭ por $\sqrt{7}$? 7 ne estas sumo de du kvadratoj, eĉ ne de du kvadratoj de racionaloj! $(\frac{7}{3})^2 + (\frac{5}{4})^2$ estas proksima al 7, sed ne egala al 7, kaj neniu tia sumo de kvadratoj egalas 7,



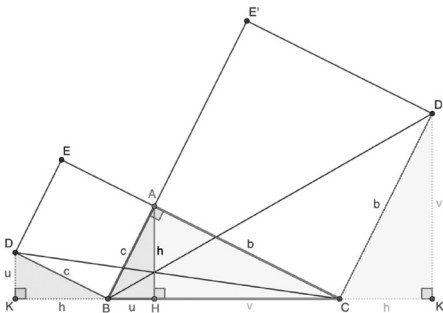
tiel ke ne eblas figuro simila al tiuj por $\sqrt{2}$ aŭ $\sqrt{5}$. Tamen ankaŭ $\sqrt{7}$ eblas konstrui, danke al jena plia pruvo de la teoremo de Pitagoro.



Se AH estas ortanto al la hipotenuzo, la trianguloj ABC , HAC kaj HBA havas samajn angulojn, do estas similaj. Sekve $\frac{a}{b} = \frac{b}{v} = \frac{c}{h}$ kaj $\frac{a}{c} = \frac{b}{h} = \frac{c}{u}$. Rezultas el tiuj egalajoj: $v = \frac{b^2}{a}$ kaj $u = \frac{c^2}{a}$: $u+v = a$ fariĝas $b^2+c^2 = a^2$. Sed rezultas el la samaj egalajoj: $h = \frac{bc}{a}$, kio rezultas ankaŭ de la fakto, ke la areo de la triangulo $S = \frac{1}{2} bc = \frac{1}{2} ah$, depende, ĉu oni konsideras AH , BA aŭ CA ortanto. Sekve de tio, $h = \sqrt{uv}$ kaj sufiĉas elekti $u = 1$ kaj $v = 7$ por konstrui longon $h = \sqrt{7}$. La ortanto en H al BC sekcas (duon)cirklon kun diametro BC en A : AH estas la dezirata longo, ĉar cirkonferenca angulo de-tranĉanta duonon de la cirklo estas orta.



Mi finu ĉi tiun prelegon per ekzerco, kiun eblas proponi al mezlernejanoj, sed kiun nur la plej talentaj sukcesos solvi. Pruvu, ke la du segmentoj BD' kaj CD en la pruvo de Eŭklido de la teoremo de Pitagoro sekcas sin sur la ortanto AH . Simplan solvon de tiu ĉi problemo oni atingas aldonante du punktojn K kaj K' sur la rekton (BC) tiajn, ke la triangulo BKD estu kongrua kun AHB kaj la triangulo $CK'D'$ kongrua kun AHC . Se CD sekcas la ortanton AH en I , kaj se ni notas $x = HI$, pro la talesa teoremo: $\frac{HI}{KD} = \frac{CH}{CK}$, do $\frac{x}{u} = \frac{v}{h+u+v}$, kaj se BD' sekcas AH en J kun $y = HJ$, la



sama talesa teoremo rezultigas:
 $\frac{y}{v} = \frac{u}{u+v+h}$. Sekve, $x = y = \frac{uv}{u+v+h}$, do $I = J$. Rimarku, ke ĉar $uv = h^2$ kaj $u+v = a$, $HI = \left(\frac{h}{a+h}\right)HA$, sekve $I = J$ estas la pezo-centro de A kaj H kun koeficientoj h kaj a .

Ĉu vi konas Geologion?

Fernando Maia Jr.

Brazila esperantisto kaj geologo, Fernando Maia Jr. (naskiĝinta en 1983) bakalaŭriĝis pri Geologio en la Universitato de Braziljo/UnB (2005) kaj specialiĝis unue pri Analizo de Sedimentaj Basenoj en la Universitato de la Subŝtato Rio-de-Ĵaneiro/UERJ (2007) kaj poste pri Kompleksa Petrofiziko en la Universitato de Teksaso ĉe Aŭstino en Usono/UT (2010). Li komencis labori kiel geologo kaj petrofizikisto en 2007 por la nafto-kompanio de Brazilo, Petrobras, en la nordoriento de la lando, en la urbo Arakaĵuo. Ekde 2015 li laboras kiel kunordiganto en Petrobras, ĉe la sidejo de la kompanio en Rio-de-Ĵaneiro. Post la reveno de Usono en 2010 li estis invitita instrui petrofizikon en la Universitato Petrobras/UP kaj en la Federacia Universitato de Serĝipo/UFS en Arakaĵuo kaj kunrespondeis pri la revizio kaj aktualigo de la kapablaj programoj de Petrobras por geologoj kaj petrofizikistoj. Li estis elektita prezidanto (2016-2018) de la brazila ĉapitro de la Monda Societo de Petrofiziko (SPWLA), kaj tiam li inaŭguris la unuan studentan ĉapitron de SPWLA en Sud-Ameriko, ĉe la Federacia Universitato de Rio-de-Ĵaneiro. Li respondeis pri rilatoj kun universitatoj en Petrobras kaj SPWLA kaj en 2019 li estis elektita regiona direktoro de SPWLA por Latin-Ameriko, kun aparta kunagado ĉe la Industria Universitato de Santander en Kolombio. Tiun postenon tamen li poste abdikis por povi sin dediĉi al Universala Esperanto-Asocio (UEA) kiel Vicprezidanto. En 2020 li estis invitita krei tutnovan kapabligan programon por Petrobras pri geologia modeligo por esploristaj geologoj kaj en 2022 pri organika geokemio. Li kunordigas novan funkci-modelon en la kompanio por la fakoj geologia modeligo, geokemio kaj petrofiziko aplikitaj al esplorado, pro kio li nuntempe gvidas teamojn al tiuj fakoj dediĉitajn. Lastatempe li kunlaboras ankaŭ por energia transiro en Petrobras, kun fokuso pri hidrogeno kaj geoterma energio.



Resumo: Ĉu vi konas Geologion?

Geologio estas la scienco, kiu studas la planedon Tero, precipe ĝian solidan parton, ĉefe la terkruston, la materion, kiu ĝin konsistigas, ĝiajn formadprocezojn kaj ĝian evoluon ekde ĝia origino ĝis la nuntempo. Pere de Geologio la socio havas aliron al diversaj energiaj kaj naturaj rimedoj, kiel nafto, metaloj, kalko, kvarco, fosforo, nitrogeno, sulfuro, kloro kaj aliaj. Ankaŭ de ekonomia intereso estas la studado de la subteraj akvaj sistemoj (hidrogeologio) kaj de la grundo (pedologio), ĉefe por agrikulturo. Aldone Geologio helpas en la sekura konstruo de domoj kaj urboj (geo-

tekniko), en la prevento de damaĝoj pro naturaj katastrofoj kaj en la konservado de naturmedioj. Por tio necesas kompreni la strukturon de la planedo Tero, ĝian aĝon kaj ĝian historion tra la lenso de la teorio de platotektoniko. Laŭ tiu teorio la rigida litosfero, formita de la krusto kaj de la supra mantelo, estas fragmentigita en plurajn tektonajn platojn, kiuj moviĝas super la plasta astenosfero: tiun fenomenon oni nomas tektonismo kaj iusence ĝi respondecas pri la tuta geologia situacio de la terkrusto, formita el tri ĉefaj tipoj de rokoj (magmaj, sedimentaj kaj metamorfaj). Diversaj estas la fakoj, kiuj konsistigas la geologian sciencon, kiel kristalografio, mineralogio, sedimentologio, magmaj kaj metamorfaj petrologioj, paleontologio, struktura geologio, tektoniko, geokemio, astrogeologio kaj aliaj. En Esperanto sufiĉe interesa estas la publikigo de geologia literaturo. Pioniraj verkoj estas *La bela subtera mondo: libro pri grotoj* (Leander Tell, 1959) kaj *El la polvo de la tero: enkonduko en la grundosciencan* (William F. Rolt, 1967); la revuo *Geologio Internacia* (ISAE, unua volumo aperinta en 1968); kaj la referencaj verkoj *Ĉu vi konas la teron?* (Endre Dudich, 1983, publikigita de UEA) kaj *Geologia vortaro* (Red. de Tom Arbo Høeg, 1989, publikigita de la Universitato de Oslo). Gravaj konatiĝi kun tiu scienco, kiu donas interesajn laborokazojn kaj estas aplikata en la sufiĉe diversaj kampoj de la homaro.

Abstract: Do you know Geology?

Geology is the science that studies the planet Earth, particularly its solid part, especially the earth's crust, the matter that makes it up, its formation processes and its evolution from its origin to the present day. Through Geology, society has access to a variety of energy and natural resources, such as oil, metals, lime, quartz, phosphorus, nitrogen, sulfur, chlorine and others. Also of economic interest is the study of groundwater systems (hydrogeology) and soil (pedology), mainly for agriculture. In addition, Geology helps in safe construction of houses and cities (geotechnics), in prevention of damage due to natural disasters and in conservation of natural environments. To do this, it is necessary to understand the structure of the planet Earth, its age and its history through the lens of the theory of plate tectonics. According to this theory, the rigid lithosphere, formed by the crust and the upper mantle, is fragmented into several tectonic plates that move over the plastic asthenosphere. This phenomenon is called tectonism and in a sense it is responsible for the entire geological situation of the earth's crust, made up of three main types of rocks (igneous, sedimentary and metamorphic). Various are the disciplines that make up the geological science, such as crystallography, mineralogy, sedimentology, igneous and metamorphic petrology, paleontology, structural geology, tectonics, geochemistry, astrogeology and others. The publication history of geological literature in Esperanto is quite interesting. Pioneering works are *La bela subtera mondo: libro pri grotoj* ("The Beautiful Underworld: A Book of Grottoes", Leander Tell, 1959) and *El la polvo de la tero: enkonduko en la grundosciencan* ("From the Dust of the Earth: An Introduction to Soil Science", William F. Rolt, 1967); the journal *Geologio Internacia* ("International Geology", ISAE, first volume published in 1968); and the reference works *Ĉu vi konas la Teron?* ("Do You Know the Earth?", Endre Dudich, 1983, pub-

lished by UEA) and *Geologia Vortaro* ("Geological Dictionary", edited by Tom Arbo Høeg, 1989, published by the University of Oslo). It is important to get acquainted with this science, which gives interesting job opportunities and is applied in a wide variety of fields.

Résumé: Connaissez-vous la Géologie ?

La géologie est la science qui étudie la planète Terre, en particulier sa partie solide, surtout la croûte terrestre, la matière qui la compose, ses processus de formation et son évolution depuis son origine jusqu'à nos jours. Grâce à la géologie, la société a accès à une variété d'énergies et de ressources naturelles, telles que le pétrole, les métaux, la chaux, le quartz, le phosphore, l'azote, le soufre, le chlore et autres. L'étude des systèmes d'eaux souterraines (hydrogéologie) et des sols (pédologie), principalement pour l'agriculture, présente également un intérêt économique. De plus, la géologie aide à la construction sûre de maisons et de villes (géotechnique), à la prévention des dommages dus aux catastrophes naturelles et à la conservation des milieux naturels. Pour ce faire, il est nécessaire de comprendre la structure de la planète Terre, son âge et son histoire à travers le prisme de la théorie de la tectonique des plaques. Selon cette théorie, la lithosphère rigide, formée par la croûte et le manteau supérieur, est fragmentée en plusieurs plaques tectoniques qui se déplacent sur l'asthénosphère plastique. Ce phénomène s'appelle le tectonisme et est en quelque sorte responsable de toute la situation géologique de la croûte terrestre, composée de trois principaux types de roches (ignées, sédimentaires et métamorphiques). Diverses sont les disciplines qui composent la science géologique, telles que la cristallographie, la minéralogie, la sédimentologie, la pétrologie ignée et métamorphique, la paléontologie, la géologie structurale, la tectonique, la géochimie, l'astrogéologie et autres. L'histoire de la publication de la littérature géologique en espéranto est assez intéressante. Les œuvres pionnières sont *La bela subtera mondo: libro pri grotoj* (« Le beau monde souterrain : un livre de grottes », Léandre Tell, 1959) et *El la polvo de la tero: enkonduko en la grundoscienco* (« De la poussière de la terre : une Introduction à la science du sol », William F. Rolt, 1967) ; la revue *Geologio Internacia* (« Géologie internationale », ISAE, premier volume publié en 1968) ; et les ouvrages de référence *Ĉu vi konas la Teron?* (« Connaissez-vous la Terre ? », Endre Dudich, 1983, publié par l'UEA) et le *Geologia Vortaro* (« Dictionnaire géologique », édité par Tom Arbo Høeg, 1989, publié par l'Université d'Oslo). Il est important de se familiariser avec cette science, qui offre des opportunités d'emploi intéressantes et est appliquée dans une grande variété de domaines.

Ĉu vi konas Geologion?

Geologio estas la scienco, kiu studas la planedon Tero, precipe ĝian solidan parton, ĉefe la terkruston, la materion, kiu ĝin konsistigas, ĝiajn formadprocezojn kaj ĝian evoluon ekde ĝia origino ĝis la nuntempo. La Tero estas la tria plej proksima

planedo al la Suno, la plej densa kaj la kvina plej granda en la Sunsistemo. Ĝi ankaŭ estas la plej granda el la kvar teluraj aŭ rokaj planedoj (la aliaj Merkuro, Venuso kaj Marso). Hejmo de la homaro kaj de milionoj da specioj de vivantaj estaĵoj, la Tero estas la sola ĉiela korpo, kie la biologia vivo estas konata. Nia planedo formiĝis antaŭ 4,56 miliardoj da jaroj, kaj la vivo aperis sur ĝia surfaco miliardon da jaroj poste. Ekde tiam la biosfero, la aro de vivantaj estaĵoj sur la Tero, signife ŝanĝis la atmosferon kaj aliajn abiotikajn faktorojn de la planedo, ebligante la proliferadon de aerobaj organismoj, same kiel la formadon de la ozona tavolo, kiu kune kun la tera magneta kampo blokas la sunradiadon malutilan al la surtera vivo. La fizikaj proprecoj de la planedo samkiel ĝia geologia historio kaj ĝia orbito ebligis al la vivo daŭri ekde tiam, kvankam la vivo mem ankaŭ kontribuis al la naskado de faktoroj, kiuj subtenas ĝian ekziston.

Kiel roka planedo la pli granda parto de la Tero estas negasa. La terkrusto, ĝia ekstera surfaco, estas dividita en plurajn rigidajn segmentojn, nomitajn tektonaj platoj, kiuj migras super la mantelo de la Tero. Ĝi estas la nura konata planedo kun aktiva platotektoniko. Aktiva dum miliardoj da jaroj, la tektonismo respondecas pri la formado de kontinentoj kaj oceanoj (Fig. 1). La kontinentoj estas la malpli densa parto de la tektonaj platoj (kontinenta krusto), do kiuj restas pli alte en la surfaco de la Tero, nekovrita de akvo. La oceana krusto estas tiu pli densa parto de la tektonikaj platoj, kiuj restas pli malalte en la surfaco de la Tero, pro kio ili estas kovritaj de la oceana akvo kaj pro kio la kontinentaj akvoj migras de la altaj punktoj ĝis la oceanoj.

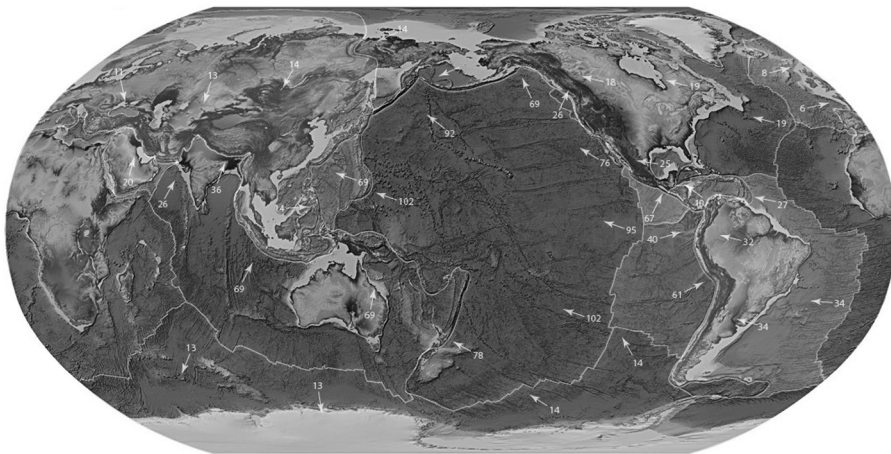


Fig. 1 La tektonaj platoj de la planedo Tero ekaktiviĝis de antaŭ 2,5 miliardoj da jaroj. La nuntempaj platoj reprezentas situacion komeciĝintan de antaŭ 170 milionoj da jaroj, post la fragmentiĝo de la superkontinento Gondvano.

Ĉirkaŭ 71% de la surfaco de la Tero estas kovritaj de salakvaj oceanoj, pro kio oni nomas nian planedon la Blua Planedo. La alia parto konsistas el kontinentoj kaj insuloj, kiuj ankaŭ enhavas multajn subterajn akvujojn, riverojn, lagojn kaj aliajn akvokorpojn, kiuj kontribuas al la hidrosfero, la aro de akvokorpoj en la planedo.

La ekzisto de likva akvo en ekvilibro, nepra por la konservado de la vivo tia, kia ni konas ĝin, estas nekonata sur la surfaco de iu ajn alia planedo. Ĉe la geografiaj polusoj de la Tero la akvo troviĝas plejparte en formo de glacitavolo aŭ glaciflosaĵoj. Sub la tektonaj platoj la interno de la Tero restas aktiva, kun dika kaj relative solida mantelo, ekstera kerno (likva) kaj interna kerno (solida).

La interna kerno konsistas ĉefe el fero kaj la movado de la kerno naskas la magnetan kampon de la Tero. La strukturo de la Tero laŭ tavoloj estas: interna kaj ekstera kerno; malsupra kaj supra mantelo; kaj litosfero, kies supra parto estas la terkrusto (Fig. 2). La termaso plejparte konsistas el fero (32,1%), oksigeno (30,1%), silicio (15,1%), magnezio (13,9%), sulfuro (2,9%), nikelo (1,8%), kalcio (1,5%) kaj aluminio (1,4%); la ceteraj 1,2% konsistas el spurkvantoj de aliaj elementoj. Pro la apartigo de la maso la sciencistoj interpretas, ke la kerno estas plejparte el fero (88,8%), kun pli malgrandaj kvantoj de nikelo (5,8%), sulfuro (4,5%), kaj malpli ol 1% spurelementoj. Rilate la terkruston, la geokemiisto F. W. Clarke kalkulis, ke iom pli ol 47% de la krusto konsistas el oksigeno, ĉar la plej oftaj komponantoj de rokoj estas preskaŭ ĉiuj oksidoj; kloro, sulfuro kaj fluoro estas la nuraj gravaj esceptoj kaj ilia totala kvanto en la rokoj estas ĝenerale malpli ol 1%. La ĉefaj oksidoj estas silicoksido, alumino, feroksidoj, kalcia, magnezia, natria kaj kalia oksidoj. Silicoksido funkcias ĉefe kiel acido, formante la silikatojn, kaj ĉiuj plej oftaj mineraloj en magmaj rokoj estas de ĉi tiu tipo. Laŭ la studoj de Clark 99,22% de la rokoj konsistas el 11 tipoj de oksidoj.

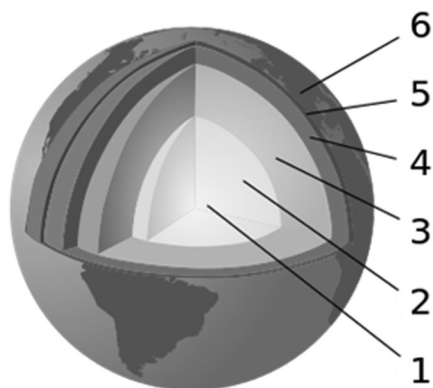


Fig. 2 La tavoloj de la Tero: (1) interna kaj ekstera kerno (1 kaj 2); malsupra kaj supra mantelo (3 kaj 4); kaj litosfero (5), kies supra parto estas la terkrusto (6).

Efektive la Tero estas moviĝanta estaĵo. Ne nur pro sia orbitado ĉirkaŭ la suno (translacio) aŭ pro sia rotacio, sed ankaŭ pro sia interna dinamiko, kiu rekte respondas pri la formado de rokoj en la surfaco, la ĉefa konsisto de la terkrusto. Laŭ la teorio de platotektoniko la rigida litosfero, formita de la krusto kaj de la supra parto de la supra mantelo,

estas fragmentigita en plurajn tektonajn platojn, kiuj moviĝas super la plasta astenosfero: tiun fenomenon oni nomas tektonismo kaj iusence ĝi respondecas pri la tuta geologia situacio de la terkrusto, formita el tri ĉefaj tipoj de rokoj: magmaj, sedimentaj kaj metamorfaj. La studoj de la rokoj oni nomas ĝeneralre *Petrologio* kaj specife estas *Magma Petrologio*, *Sedimentologio* kaj *Metamorfa Petrologio*. Tiuj studkampoj spegulas la rezultojn de la roka ciklo, t.e. la serio de procezoj, kiuj kreas kaj transformas la rokojn en la terkrusto, ekzemple kiel fandado, malvarmigo, erozio, kompaktigado aŭ deformado.

Magmaj rokoj estas tiuj, kiuj formiĝas, kiam la magmo, fandita varma materialo troviĝinta en la mantelo, supreniras en la terkruston, malvarmiĝas kaj solidiĝas. Tial la magmaj rokoj povas formiĝi laŭ du malsamaj situacioj: interne de la terkrusto, en spacoj nomataj magmaj ĉambroj, aŭ sur la surfaco, pro erupcio de vulkanoj aŭ alitipa magma verŝado. Kiam ili estas formitaj en magmaj ĉambroj, ili estas nomataj plutonaj (aŭ entrudaj) magmaj rokoj: tiuj ordinare havas pli grandajn kristalojn, pro tio, ke la malvarmiĝo de la magmo okazas malrapide kaj ebligas kristaldonan solidiĝon dum la formado de la roko. Se tamen ili formiĝas supre de la terkrusto, ili estas nomitaj vulkanaj (aŭ eltrudaj) magmaj rokoj: tiuj ordinare havas malgrandajn kristalojn aŭ entute ilin ne havas, ĉar la rapida malvarmiĝo de la magmo pro la enveno surfacen ne ebligas disvolviĝon de grandaj kristaloj – male, ofte okazas la formado de nekristalaj, vitraj materialoj, ĉefe dum eksplodaj erupcioj.

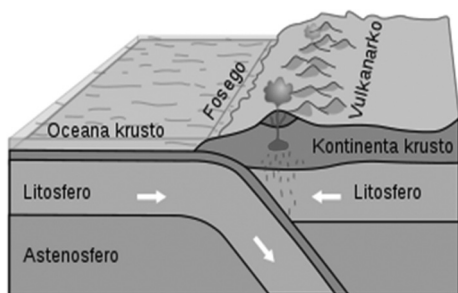


Fig. 3 Ordinara situacio ĉe aktivaj marginoj de tektonaj platoj, kiam la pli densaj partoj de la tektona krusto malsupreniras sub la pli densajn partojn. La deformado kaj frakturado de la kolizianta kontinenta krusto ebligas la supreniron de magmo en magmaj ĉambroj kaj la formadon de vulkanoj. Tio estas parto de la roka ciklo.

Granito kaj diorito estas oftaj ekzemploj de plutonaj rokoj, kun grandaj mineralaj grajnoj, kiuj indikas, ke ili pasigis milojn aŭ milionojn da jaroj malvarmiĝante ene de la Tero. Bazalto kaj obsidiano, kiuj havas tre malgrandajn grajnoj aŭ eĉ prezentiĝas sub la formo de vulkana vitro, formiĝas, kiam la magmo erupcias en la formo de lafo, malvarmiĝante pli rapide ol se ĝi restus ene de la Tero. Aparte obsidiano malvarmiĝas en vulkanan vitron tiel rapide, kiam la magmo estas elĵetita en eksploda erupcio, ke la grajnoj estas nevideblaj per nuda okulo. Aldone magmaj rokoj povas havi vezikojn, pro gaso en la magmo, ene de kiuj ankaŭ povas kreski belaj kristaloj. Se la vezikoj estas malgrandaj kaj multnombraj, ili donas “truan” aŭ “bobelan” teksturon al la roko. Ekzemplo de tio estas pumiko.

La sedimentaj rokoj formiĝas el la amasiĝo de fragmentoj de alia ekzistanta roko (mem sedimentaj aŭ magmaj aŭ metamorfaj), de organika materialo aŭ de materialo formita pro kemiaj procezoj. La fragmentiĝo de ekzistantaj rokoj aŭ de organika materialo ordinare okazas pro naturaj fizikaj aŭ kemiaj procezoj, kiuj varias laŭ la naturmedio (ekz-e erozio en medioj kun fluo de akvo aŭ vento; aŭ frakturiĝo pro variado de temperaturo; ktp). La formado de materialoj pro kemiaj procezoj okazas pro vaporigo, precipitado ktp. La rezulto de tiuj procezoj estas la sedimentoj kaj ilia amasiĝo okazas laŭ la formo de tavoloj pro transportado, dekantado, precipitado ktp. Surbaze de tio estas tri malsamaj specoj de sedimentaj rokoj: klastaj, kemiaj kaj organikaj (biologiaj). La klastaj formiĝas el klastoj (fragmentoj, pecoj, grajnoj) de alia roko (kiel sabloŝtono); la organikaj (biologiaj) formiĝas el malmolaj, biologiaj materialoj ĉefe kiel plantaĵoj, sed ankaŭ konkoj kaj ostoj, kiuj estas kunpre-

mitaj en rokon (kiel karbo). La kemiaj formiĝas de kemia precipitado, kiel kalkŝtono kaj halito (salŝtono).

Fine, la metamorfaj rokoj estas tiuj rokoj, kies originala stato estis ŝanĝita pro grandega varmo aŭ premo, ordinare pro tektonismo. La metamorfaj rokoj havas du klasojn: foliigitaj kaj nefoliigitaj. Kiam roko kun plataj aŭ longformaj mineraloj estas metita sub grandegan premon, la mineraloj viciĝas en tavoloj, kreante la foliigon. Ekz-e granito enhavas longajn kaj platajn mineralojn, kiuj originale ne estas viciĝitaj, sed post kiam ĝi estas submetita al sufiĉa premo, tiuj mineraloj reorganiziĝas responde al la premo laŭ la sama direkto. La rezultantan rokon oni nomas gnejso. Nefoliigitaj metamorfaj rokoj estas formitaj same, sed ĉar ili ne enhavas la mineralojn, kiuj emas viciĝi sub premo, ili ne havas la lamenigitan aspekton. Ekzemplo estas marmoro (metamorfo de kalkŝtono) kaj kvarcito (metamorfo de sabloŝtono).

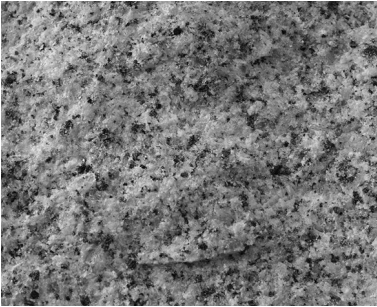


Fig. 4 (A) Ekzemplo de granito sur la muro de konstruaĵo en Madrido; (B) Kolonoj formiĝintaj el la fraktura sistemo de malvarmiĝinta bazalto; (C) Sabloŝtono Liona Kapo en Namibio; (D) Ekzemplo de gnejso en la geologia muzeo de la Universitato de Tartuo.

Kadre de la studo de la terkrusto, ĉu rekte pri la rokoj, kiuj konsistigas, ĉu pri ĝenerala kompreno de tiu planeda tavolo, organiziĝas la diversaj fakoj de la geologia scienco. Geofiziko estas tiu, kiu donas komprenon pri la strukturo de la planedo kaj pri la vario de la fizikaj proprecoj de ĉiuj el la tertavoloj. Tektoniko, struktura geologio kaj stratigrafio studas la evoluon kaj organiziĝon de la rokoj, ĉefe en la terkrusto kaj en sedimentaj basenoj. Speleologio komprenigas pri kavernoj kaj grottoj. Fakoj kiel kristalografio kaj mineralogio donas pli detalan rigardon al la elementoj de petrologio. Historia geologio okupiĝas pri la historio de la planedo

kaj paleontologio rigardas al la evoluo de la vivo sur ĝi. Astrogeologio komparas la geologiajn trajtojn de la planedoj kaj aliaj astroj. Geotekniko kaj Media Geologio helpas en la sekura konstruo de domoj kaj urboj, en la prevento de damaĝoj pro naturaj katastrofoj kaj en la konservado de naturmedioj. Kaj fakoj kiel Ekonomia Geologio, Geokemio, Nafto-Geologio, Hidrogeologio kaj Pedologio donas al la socio aliron al diversaj energiaj kaj naturaj rimedoj, kiel metaloj, kalko, kvarco, fosforo, nitrogeno, sulfuro, kloro, hidrogeno, varmo, nafto, akvoj kaj la grundo.

En Esperanto sufiĉe interesa estas la publikigo de geologia literaturo. Pioniraj verkoj estas *La bela subtera mondo: libro pri grotaj* (Leander Tell, 1959) kaj *El la polvo de la tero: enkonduko en la grundosciencon* (William F. Rolt, 1967); la revuo *Geologio Internacia* (ISAE, unua volumo aperinta en 1968); kaj la referencaj verkoj *Ĉu vi konas la teron?* (Endre Dudich, 1983, publikigita de UEA) kaj *Geologia vortaro* (Red. de Tom Arbo Høeg, 1989, publikigita de la Universitato de Oslo). Sed certe estas spaco por plia riĉiĝo kaj realproksimiĝo al universitatoj.



Fig. 5 Klasikaj verkoj pri Geologio en Esperanto

Ĉu nun vi ekkonas Geologion? Sendube gravas konatiĝi kun tiu scienco, kiu donas interesajn laborokazojn kaj estas aplikata en la sufiĉe diversaj kampoj de la homaro. La edukado pri geologio devus havi spacon ekde la unuaj lernejoj, ĉar tiu scienco proksimigas infanojn al la deziro kompreni la Teron kaj naskas en ili la komprenon pri la nemateria valoro de sia pli granda hejmo. Same plenkreskuloj devus konstante havi okazojn teni viva la scion pri la Tero. Ĝi ne estas la sola planedo, sed estas unika en la universo.

Bibliografio

National Weather Service (Usono), World's Major Tectonic Plates (weather.gov).
 Bildoj el Vikipedio, diversaj: *Jordens inre-numbers.svg*, *Active Margin eo.svg*, *Granito.jpg*, *Columnar basalt at Sheepsteater Cliff in Yellowstone-closeup-750px.jpg*, *LionHead-Sandstone.jpg*, *Gneiss.jpg*.
 Libroservo de UEA, <https://katalogo.uea.org>.

Loko de novaj fabeloj en la mondo de plenkreskuloj

Anna Striganova

Anna naskiĝis en Moskvo, en 1987. Esperantistĝis en 2008. Ŝi estas bakalaŭro pri ĵurnalismo, magistro pri filologio, laboras ĉe filologia fakultato de Rusia universitato de amikeco de popoloj (RUDN), okupiĝas pri esploroj de literaturo, mitoj kaj fabeloj, estas aŭtoro de pluraj sciencaj artikoloj kaj preparas por la defendo doktoran disertaĵon. Anna verkas ankaŭ beletron en la rusa kaj origine en Esperanto. Kelkaj ŝiaj libroj trafis furorlistojn de la Libroservo de UEA. En aprilo 2017 ŝi iĝis kunredaktoro de la revuo "Esperanto". Anna ofte prelegas en Esperanto kaj en la rusa dum sciencaj konferencoj, Esperanto-renkontiĝoj kaj Lingvaj Festivaloj. En la jaro 2019 kunredaktis IKU-Libron. Estas ofta preleganto de la Scienca Kafejo, en la jaro 2016 estis IKU- preleganto, en la jaro 2019 – SUS-preleganto. Kune kun Dmitrij Ŝevĉenko nuntempe ŝi gvidas universitatan kurson de Esperanto kaj aktive kunlaboras en la Esperanto-eldonejo "Impeto".



Resumo: Loko de novaj fabeloj en la mondo de plenkreskuloj

Fikcia literaturo por plenkreskuloj jaron post jaro okupas vastan lokon inter la plej legindaj libroj. Filmoj kaj komputilaj ludoj kun fabelaj kaj fikciaj elementoj trovas komfortan kaj konstantan lokon en la koro kaj menso de homoj, kies infanaĝo jam dumlonge pasis. Kaj pli ofte temas eĉ ne pri tiel nomata scienca fikcio, kiu provas antaŭvidi erojn de estonta progreso kaj priskribi ilin, sed pri artaĵoj tute fabelecaj. Kaj kiam malproksimaj de literatura mondo homoj kulpigas ŝatantojn de fantazia literaturo pri eskapismo kaj deziro kaŝiĝi de veraj problemoj en dolĉaj elpensitaj mondoj, homoj pli literaturemaj opinias tute alie. Ekzistas multaj profundaj kaj antikvaj kaŭzoj pro kiuj plenkreskaj homoj elektas fabelajn mondojn, kaj pri kelkaj el ili mi ŝatas rakonti.

Unue, pri tio, ke fabela mondo, libera de kutimaj sociaj, naciaj kaj politikaj antaŭjuĝoj permesas al aŭtoro montri tiun aŭ alian problemon nuda, permesante al leganto trakti ĝin sincere, seniĝi de kutimaj mensaj apogiloj.

Due, pri tio, ke uzataj en fantazia literaturo fabelaj elementoj, al kiuj siatempe la germana Sciencisto K.G. Jung donis nomon "arketipoj", jarcenton post jarcento helpis al homo ne perdi mensan ekvilibron en ŝanĝiĝanta mondo. Senŝanĝaj kaj vivantaj egale en ĉiu el ni, ili plaĉas al ni, re- kaj refoje rakontataj en kutima fabela formo, ĉar

ili subtenas en ni kredon, ke ankaŭ en moderna mondo, kie ni tiel ŝatas substreki nian unikecon, estas io komuna por ni ĉiuj, io per kio ni ĉiuj estas samaj.

Trie, pri tio, ke ne ekzistas homo, kiu sendepende de aĝo ne revas foje esti la plej granda heroo, kaj ĝuste fabelo permesas al li fari tion. Jam dumlonge pasis la erao de romantika literaturo, kies centro estas vera heroo, venis epoko de literaturo pri neordinaraj "ordinaraj" homoj. Kaj kiamaniere fikcia literaturo faras leganton heroo? Do, pri tio mi ankaŭ rakontos dum mia prelego.

Abstract: The place of modern fairy tales in the adult world

Year after year, adult fiction occupies a major position amongst the books most worth reading. Films and computer games with fairy-tale and fictional elements have a comfortable and constant place in the hearts and minds of people for whom childhood has long passed. And more often than not it is not even so-called science fiction, which tries to foresee the elements of future progress and describe them, but works of art of a purely fairy-tale nature. And when people outside the literary world accuse lovers of fantasy literature of escapism and a wish to hide away from real problems in more congenial invented worlds, people of a more literary bent have a quite different opinion. There are many profound and ancient reasons for adults to choose fairy-tale worlds, and I would like to tell you about some of them. Firstly, how a fairy-tale world, free of the usual social, national and political prejudices, allows an author to show some problem on its own, allowing a reader to approach it sincerely, unhindered by the usual mental crutches.

Secondly, how the fairy-tale elements used in fantasy literature, to which the German scientist K. G. Jung gave in his day the name "archetypes", have over the centuries helped people to keep their mental equilibrium in a changing world. Unchanging and living the same in all of us, they appeal to us, told again and again in the customary fairy-tale form, because they support our belief that even in the modern world, in which we like so much to emphasise our uniqueness, there is something common to all of us, something that makes us all the same.

Thirdly, how there is no person, of any age, who does not sometimes dream of being the greatest hero, and a fairy tale is what allows them to do that. The era of romantic literature, centred on a real hero, has long passed; we now see the arrival of the era of literature about special "ordinary" people.

Résumé: La place des nouveaux contes dans le monde des adultes

La littérature de fiction pour adultes occupe année après année une place importante parmi les livres les plus intéressants. Les films et les jeux vidéo comprenant des éléments merveilleux et fictionnels trouvent une place importante et constante dans le cœur et l'esprit de gens dont l'enfance est déjà bien loin derrière eux. Et il ne s'agit le plus souvent même pas de science fiction, qui tente de prévoir des éléments de progrès à venir et de les décrire, mais de créations totalement fabuleuses. Et quand des gens éloignés du monde littéraire accusent les amateurs du merveilleux en littérature d'évasion et de désir de se cacher des vrais problèmes dans de douillet

mondes imaginaires, des gens plus littéraires sont d'une toute autre opinion. Il existe de nombreuses causes profondes et anciennes pour lesquelles des adultes choisissent les mondes merveilleux, et j'aimerais vous parler de quelques-unes d'entre elles.

D'abord, le monde merveilleux, libre des habituels préjugés sociaux, nationaux et politiques, permet à un auteur de montrer tel ou tel problème dans sa nudité, permettant au lecteur de le traiter avec sincérité, en se libérant des habituels supports mentaux.

Deuxièmement, utilisés dans la littérature de fantaisie, les éléments merveilleux, auxquels en son temps le psychologue suisse C. G. Jung a donné le nom d' « archétypes », ont siècle après siècle aidé les hommes à ne pas perdre leur équilibre mental dans un monde en mutation. Immuables et vivant également en chacun de nous, ils nous plaisent, mainte et mainte fois racontés sous une forme merveilleuse coutumière, car ils confortent en nous la croyance que même dans le monde moderne, où nous aimons tant souligner notre singularité, il y a quelque chose de commun à nous tous, quelque chose par quoi nous sommes tous semblables.

Troisièmement, il n'existe personne qui, quel que soit son âge, ne rêve parfois d'être le plus grand des héros, et justement le conte nous permet de faire cela. L'ère de la littérature romantique, dont le centre est un héros véritable, est révolue depuis longtemps, voici l'époque de la littérature qui parle de gens « ordinaires » extraordinaires. Et de quelle manière la littérature de fiction fait-elle du lecteur un héros ? Je parlerai aussi de cela pendant ma conférence.

Bruselo, ĉu dulingva aŭ multlingva urbo?

Kristin Tytgat

Kristin Tytgat (1955) studis filologion de ĝermanaj kaj slavaj lingvoj kun aldonaj studoj pri Orienteŭropo. Ŝi laboras en la sekcio de aplikata lingvistiko de la Libera Universitato de Bruselo.

Ekde 1980 ŝi esploras pri multlingveco en la Eŭropa Unio kaj en la mondo. En la projekto EUNoM (reto de eŭropaj universitatoj pri multlingveco) ŝi prelegis kaj publikigis pri multlingveco en EU (2008-2011).

Dum la UK en Rejkjaviko (2013) ŝi prelegis pri la “Lingva situacio en bruselaj lernejoj” okaze de la Tago de la Lernejo. Dum la Nitobe-simpozio tie ŝi prelegis pri la specifa situacio de la angla lingvo en flandraj universitatoj.

Por GIL (Societo por Interlingvistiko) ŝi prelegis en 2014 en Berlino pri la dulingveco de Bruselo kaj pri la rolo de la angla lingvo en belgaj universitatoj.

En Esperantujo ŝi regule instruas Esperanton dum kongresoj kaj renkontiĝoj. Ŝi ankaŭ regule ekzamenas dum KER-ekzamenoj. Ŝi esploras pri interkulturaj rilatoj en Esperanto-medio kaj prelegas pri tiu ĉi temo dum Esperanto-renkontiĝoj kaj klerigaj lundoj de Universalaj Kongresoj.



Resumo: Bruselo, ĉu dulingva aŭ multlingva urbo?

Dum kongreso en Kanado indas paroli pri dulingvaj urboj kiuj troviĝas en aliaj partoj de la mondo. La situacio en la Belgio, kaj pli specife en Bruselo, povas esti interesa kazo el lingva vidpunkto. Dum jaroj mi instruas en la ĉefurbo de Belgio kaj mi povas rakonti al vi kiel la lingvouzado en la urbo ŝanĝiĝas. Bruselo daŭre internaciĝas. Ĉu tiam oni povas ankoraŭ paroli pri franclingva kaj nederlandlingva urbo? Kiel Toronto Bruselo estas unu el la plej internaciaj urboj en la mondo. Verŝajne estontece multlingveco pli gravos en Bruselo ol dulingveco. Ĉu en tiuj cirkonstancoj la angla fariĝos la plej uzata lingvo?

En la prelego mi intencas analizi la nunan situacion surbaze de sciencaj esploroj. Lingvaj eksperimentoj en la bruselaj lernejoj estas tre interesaj. Bruselo vere bezonas zorge elektitan lingvopolitikon.

Finfine mi ankaŭ povos regali vin per kelkaj tipaj praktikaj ekzemploj el la ĉiutaga vivo en tiu ĉi oficiale dulingva urbo.

Abstract: Brussels: a bilingual, or a multilingual city?

At a conference in Canada it is appropriate to talk about bilingual cities in other parts of the world. The situation in Belgium, and more specifically in Brussels, can be an interesting case from a linguistic point of view. For years I have taught in the capital of Belgium and I can tell you how language usage in the city has changed. Brussels is becoming more and more international. Is it then still possible to talk about a French- and Dutch-speaking city? Like Toronto, Brussels is one of the most international cities in the world. In the future multilingualism will probably be more important in Brussels than bilingualism. In such circumstances, will English become the most used language?

In the lecture I intend to analyse the current situation using scientific research. Linguistic experiments in Brussels schools are of particular interest: Brussels really needs a carefully chosen language policy.

Finally I will also treat you to some typical practical examples from the everyday life of this officially bilingual city.

Résumé: Bruxelles, ville bilingue ou multilingue ?

Un congrès au Canada offre l'occasion de parler de villes bilingues qui se trouvent dans d'autres parties du monde. La situation en Belgique, et plus particulièrement à Bruxelles, peut être un cas intéressant du point de vue linguistique. Depuis des années j'enseigne dans la capitale de la Belgique et je peux vous raconter comment l'usage des langues dans la ville évolue. Bruxelles s'internationalise de façon continue. Peut-on alors encore parler d'une ville francophone et néerlandophone ? Comme Toronto, Bruxelles est une des villes les plus internationales au monde.

Sans doute le multilinguisme sera-t-il à l'avenir plus important à Bruxelles que le bilinguisme. Dans ces circonstances l'anglais deviendra-t-il la langue la plus utilisée ? Dans cette conférence je compte analyser la situation actuelle sur la base de recherches scientifiques. Des expériences linguistiques menées dans les écoles bruxelloises sont très intéressantes. Bruxelles a vraiment besoin d'une politique linguistique soigneusement choisie.

Pour finir, je pourrai aussi vous offrir quelques exemples pratiques typiques tirés de la vie quotidienne dans cette ville officiellement bilingue.

Bruselo, ĉu dulingva aŭ multlingva urbo?

Enkonduko

Post 40-jara laborado en Bruselo mi vidas kiel la lingvosituacio en la urbo ŝanĝiĝas. Mi estas instruisto de fremdaj lingvoj kun kursoj pri tradukado kaj in-

terpretado en la Libera Brusela Universitato. En Bruselo oni vere sentas kaj aŭdas la multlingvan vivon. Persone mi estas nederlandlingva kaj instruisto de la rusa kaj de la germana lingvoj. En la urbo Bruselo mi parolas france. sed angle en la universitato kiu situas en Bruselo. Kiam mi renkontiĝas kun esperantistoj, aldoniĝas ankaŭ Esperanto.

En 1980 mi staĝis en la Eŭropa Komisiono kaj tie faris raporton pri la lingva situacio en la eŭropaj institucioj. Tiam EU havis 5 oficialajn lingvojn, nun 24!

Se oni surloke ĉiutage povas sperti kiel lingvoj kvazaŭ tuŝas unu la alian, oni aŭtomate interesiĝas pri la demando: kiu komprenas tiun aŭ alian lingvon sen lerni ĝin? Kiel oni povas rekoni fremdan lingvon kiun oni ne parolas? Sendube la kontakto kun fremdaj lingvoj kaj la multlingva fono de urbo povas forte instigi homon ekscii pli pri lingvoj ĝenerale kaj pri la rilato inter ili.

1. Lingva situacio en Bruselo

Belgio estas kiel Kanado lando de lingva politiko. Sekve ĝi estas tre interesa por esperantistoj. Je oficiala nivelo la lingvouzado en Belgio estas strikte fiksita.

Meze de Belgio troviĝas lingvolimo kun en la nordo unulingva nederlandlingva teritorio, Flandrio. En la sudo situas unulingva franclingva regiono Valonio kaj en la oriento de la lando eta parto estas germanlingva. La regiono Bruselo, kun la ĉefurbo de la lando, estas oficiale dulingva: nederlanda-franca. Ĝi estas insulo en Flandrio kaj la nura dulingva teritorio de Belgio. Belgio dividiĝas en kvar lingvoregionojn. La lingvolimo estis fiksita en 1962. Ĉiu kvadrato de Belgio apartenas al iu lingvoregiono ĉar en Belgio validas la principo de teritorio: la teritorio kie vi troviĝas, difinas la oficialan lingvon.

Mallonga historia klarigo

Origine Bruselo estis nederlandlingva urbo. La homoj parolis bruselan dialekton de la nederlanda. Sed pli kaj pli la loĝantoj komencis uzi la francan, lingvon kun prestiĝo, kun avantaĝoj por la profesia vivo. Dum la franca superregado de Napoleono (1794-1814) la franca definitive fariĝis la lingvo de la publika vivo, la lingvo de la ekonomia, politika kaj socia povoj de la lando. La nederlanda havis la stigmaton de lingvo de malriĉeco kaj malklereco. Ĉefe la instruado okazis en la franca lingvo en Bruselo: ĝi garantiis prosperan profesion vivon.

En la 19-a kaj 20-a jarcentoj la urbo tre grandiĝis kaj la apudaj komunumoj fariĝis parto de Bruselo. Ĉar en la centro estis ĉefe oficejoj, homoj elmigris al tiuj novaj komunumoj por loĝi. La rezulto estis ke flandraj komunumoj fariĝis francalingvaj. Bruselo estis kvazaŭ olea makulo por la flandra popolo ne loĝanta en la centro de la urbo. Temis pri ĉefe franclingva teritorio meze de Flandrio, kiu daŭre pligrandiĝis. Krome, post la Dua Mondmilito multaj laboristoj el la tuta Eŭropo venis al Bruselo: el Hispanio, Portugalio, Maroko, Greklando, Pollando, Bulgario, Rumanio kaj aliaj landoj. Samtempe venis dungitoj de internaciaj kompanioj kaj institucioj al la ĉefurbo, kiel NATO kaj EU. Ili parolis la plej diversajn lingvojn sed uzis en la publika vivo la francan.

Post la Dua Mondmilito Flandrio industrie tre evoluis kaj ekprosperis. Male, la granda industrio en Valonio havis grandajn problemojn kaj finfine bankrotis. Nun la situacio en la bruselaj lernejoj ŝanĝiĝis: kun la nederlanda lingvo oni povas trovi bonan laboron ĉar en Bruselo por ricevi ŝtatan postenon oni devas esti dulingva. La nederlandlingvaj lernejoj fariĝis prestiĝaj kaj akceptas ĝis hodiaŭ multe da alilingvanoj. La lernejoj poste plustudas en nederlandlingva universitato, kiel en la Libera Brusela Universitato. Ne hazarde en ĝi estas multe da atento por la lingva situacio en Bruselo.

Nuna situacio

En Bruselo oni parolas pli ol 100 lingvojn. Malgraŭ sia surfaca malgrandeco (162,4 kvadratkilometroj) kaj relative limigita loĝantaro por ĉefurbo (1 209 000 homoj) Bruselo posedas ĉiujn trajtojn de malgranda metropolo.

Ĝia diverseco estas unika: en 2020 62% de la bruselanoj estis de eksterlanda origino. Kun 180 malsamaj naciecoj Bruselo estas unu el la plej diversaj urboj en la mondo. Tiu kulturetna diverseco havas grandajn sekvojn por la lingvokono kaj lingvouzo de la bruselanoj.

Laŭ esploroj de la lingvobarometro 4 de BRIO (Brusela Inform- kaj Esplorcentro de la Libera Brusela Universitato), en 2018 la franca estas la plej uzata lingvo en Bruselo (87,1%), sed ĝi rapide perdas terenon favore al la angla (34,4%). La tria lingvo estas la nederlanda (16,3%), poste venas la araba (9,1%). Je distanco sekvas la hispana (4,9%), la itala (3,5%) kaj la germana (3,2%). Laŭ la sama lingvobarometro hejme 52,2% parolas la francan, 5,6% la nederlandan, 10,7% la francan kaj la nederlandan, 10,1% la francan kaj alian lingvon kaj 21,4% aliajn lingvojn.

Bruselo estas kiel ŝranko kun multe da tirkestoj: kiel ĉefurbo de Belgio ĝi estas dulingva, kiel ĉefurbo de Flandrio ĝi estas nederlandlingva, kiel ĉefurbo de la francalingva komunumo ĝi estas franclingva, kiel centro de la brusela regiono ĝi estas dulingva kaj kiel centro de EU ĝi enhavas 24 lingvojn. Gravaj konstati ke Bruselo evoluis en la lasta jarcento de franclingva urbo al metropolo kie la plejparto de la bruselanoj estas parto de lingvomalplimulto. La longa konflikto inter flandroj (kun la nederlanda lingvo) kaj franclingvaj bruselanoj ne plu aktualas. Bruselo klare kaj definitive fariĝis multlingva urbo.

Nova ministro

Ekde 2019 Bruselo posedas ministron por la stimulo de la plurlingveco. Estas lia tasko evoluigi la lingvolernadon tiel ke Bruselo vere fariĝu multlingva, kosmopolita urbo. Se civitanoj bone komprenas unu la alian, ili ankaŭ pace vivos kune, estas la ideo. Sed Bruselo ankoraŭ oficiale estas dulingva urbo kie la kono de la angla estas pli kaj pli bezonata. Urĝus reformi kaj ĝisdatigi la lingvistikan statuson de la urbo, sed ĉiu politika instanco en Belgio tion timas kaj volas eviti. Jam ofte antaŭe oni prognozis la finon de Belgio! Se oni tuŝas unu eron de la komplika lingva strukturo, la tuta konstruaĵo povas disfali. Ĉiuj politikaj interkonsentoj pri la lingvouzado estas ligitaj al aliaj interkonsentoj, do se vi ion provas ŝanĝi, vi riskas malfermi la skatolon de Pandoro. Sekve ĉio restas kiel ĝi estas.

Laŭ la plano de la nova ministro ĉiuj bruselaj lernejoj je ĉiuj niveloj devos kunlabori, ĉu ili estas nederlandlingvaj ĉu franclingvaj. Laŭ leĝa vidpunkto tia kunlaboro estas komplika ĉar la regiono Bruselo ne posedas kompetentecon pri instruado. Estas la regionoj Flandrio kaj la franclingva komunumo kiuj kompetentas ĉi-rilate. Dumtempa solvo estas ke nova konsilio por plurlingveco faros diversajn eksperimentojn en la instrukampo. La celo estas ke brusela junulo bone regu la francan, anglan kaj nederlandan je la aĝo de 18 jaroj.

En la 21a jarcento la franca estas kaj restas la ĉefa komuniklingvo en Bruselo. Multaj lingvominoritatoj uzas la francan kiel lingvafrankaon, sed ili ne identigas sin kun la kulturo de la franca. Flandroj havas siajn ĉefajn instituciojn en Bruselo sed ne influas lingve aŭ kulture grandajn grupojn de la loĝantaro. Krome, ju pli bone edukita la homo, des pli gravas la angla lingvo. EU-civitanoj el Suda Eŭropo emas paroli la francan, sed tiuj de Norda kaj Orienta Eŭropo uzas la anglan. Ankaŭ la angla estas pura komunikilo, ne ligita al iu kulturo. La rezulto estas ke la lingvouzado en Bruselo ne donas identecon al la urbo. La franca estas la baza komunikilo kiel dirite, sed la diversaj grupoj en la popolo estas ligitaj al la kulturo de sia lingvogrupo.

Kelkaj ekzemploj el la praktiko

Por iom distri vin mi povas doni kelkajn ekzemplojn el la praktika vivo, kiuj montras klare la situacion. La brusela Esperanto-grupo kunvenas en malnova pianofabrika. Ĝi estas kultura centro organizita kaj pagata de la flandra komunumo. Tamen ĉiuj kunlaborantoj tie uzas la francan lingvon, sed plej ofte estas origine ne franclingvaj.

Interesa kazo estas la brusela flughaveno: ĝi teritorie apartenas al la brusela regiono, kvankam ĝi situas en Flandrio. Por eviti lingvoproblemojn, ĉiuj reklam-anoncoj kaj multaj informoj estas nur en la angla krom ... en la kelo kie traveturas belgaj trajnoj. La haltejo nomiĝas Brussels Airport Zaventem (Brusela Flughaveno Zaventem), sed sur la kajoj la informoj estas nur en la nederlanda. Ĉu oni forgesis okupiĝi pri la kelo?

En la brusela metroo vi ofte aŭdas italajn, hispanajn kaj anglajn kantojn. Por ne devi kalkuli lingvan ekvilibron vi ne aŭdos nederland- aŭ franclingvajn kantojn.

Se vi vivas en Bruselo kiel nederlandlingvano kaj vi ne emas aŭ ne volas uzi la francan lingvon, la vivo estas komplika ĉar policistoj, sanservoj, taksioj, hote-loj, restoracioj kaj trinkejoj funkcias preskaŭ nur en la franca lingvo, kvankam la ŝtatservoj devus esti dulingvaj. La urbo simple ne trovas dulingvajn homojn francajn-nederlandajn kiel la leĝaro postulas. Se vi protestas, la respondo estas "C'est comme ça à Bruxelles" (Estas tiel en Bruselo).

2. Lingva estonteco de Bruselo: defioj

Novaj enmigrintoj ne fariĝas franclingvanoj en Bruselo kiel okazis antaŭe kun flandroj kiuj ekloĝis en Bruselo. Anstataŭ domina lingvo kiu forpuŝas la ali-

ajn lingvojn, en la nuna Bruselo regas grandega diverseco de lingvoj. La malnova modelo de du lingvokomunumoj (franca-nederlanda) ne plu aktualas. Krome konstateblas tre interesa fenomeno: en Bruselo oni iom parolas la francan, la nederlandan kaj la anglan. La franca dominas, sed samtempe aperas nova lingvistike ne tre difinita lingvafrankao bazita sur la franca kaj influita de aliaj lingvoj. Ĝi povas malŝami en la diversaj kvartaloj. Tion oni nomas 'glokaliĝo', kunmetaĵo de 'globaliĝo' kaj 'lokaliĝo'. Laŭ tiu ĉi termino ĉeestas en la komuniklingvo de Bruselo samtempe universalaj trajtoj kaj lokaj tendencoj. Ekestas pluraj specoj de la franca lingvo laŭkvartale, kiel ekzistas pluraj specoj de la angla en Londono.

La plej granda defio por Bruselo estas bona instruado. Flandrio multe investas en ĝi. En la franclingvaj bruselaj lernejoj la nederlanda kaj angla lingvoj estas sufiĉe malbone instruataj. Pro tio fariĝis tre populare ĉe enmigrintoj sendi siajn infanojn al nederlandlingvaj lernejoj, kun la rezulto ke mankas loko tie por flandraj infanoj. Enmigrintoj deziras ke iliaj infanoj estu dulingvaj por poste havi bonajn laboreblojn en Bruselo. 'Flamand' (Flandro) ne plu estas insulta vorto en Bruselo kiel antaŭe, sed monro de respekto por iu kiu laboras.

Problemo estas ke malfacilas bone instrui se la gepatraj lingvoj de la lernejanoj estas tro diversaj kaj se mankas unu komuna komuniklingvo. La lerneja lingvo ja ne estas la sama kiel la hejma lingvo. La urbo volas stimuli lingvolernadon, ĉar tiel oni malfermiĝas al aliaj lingvoj kaj kulturoj. La vojo por atingi tion estas 'mergiĝa instruado' kaj CLIL (Content and Language Integrated Learning = Enhave kaj Lingve Integrita Lernado). Laŭ tiu ĉi metodo infanoj ricevas parton de la kursoj en alia lingvo. Tiaj eksperimentoj jam okazis en la 20-a jarcento en Kanado kaj estas nun tre popularaj en Belgio. Tamen flandraj lernejoj komence timis ke la nederlanda lingvo malfortiĝos, sed nun ankaŭ ili komprenas ke mergiĝa instruado estas la vojo irenda en Bruselo.

Krome, la brusela registaro lanĉis 'Brulingua' kiu estas lingvoplatformo kie eblas lerni senpage 24 lingvojn. La instrulingvoj estas la angla, franca, nederlanda kaj germana. Lingva lernado pligrandigas la horizonton kaj la kono de iu lingvo kaj kulturo stimulas la toleremon en la socio.

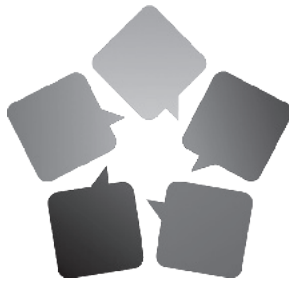
3. Konkludo

Dum jaroj la striktaj lingvoleĝoj en Belgio protektas la rajtojn de lingvogrupoj. En Bruselo la sistemo ne plu respondas al la bezonoj de la ĉefurbo ĉar la reala lingvosituacio ŝanĝiĝis. Politiko de plurlingveco, kiu baziĝas sur la reala lingvo-uzo, sendube plibonigos la komunikadon inter la civitanoj. Eble parolantoj miksas lingvojn (translanguaging = translingvado) kaj flue ŝaltas de unu lingvo al la alia. En la lernejo ili uzos la francan/nederlandan, private la hejmlingvon kaj en internaciaj kontaktoj la anglan. Ekzemple "Pardon Monsieur, wat is er interessant to visit in Brussels?" ("Pardonu Sinjoro, kio estas vizitinda en Bruselo?").

La celo de la brusela registaro estas havi trilingvajn civitanojn (franca-nederlanda-angla) je la aĝo de 18 jaroj. Tio plifortigos la socian kaj ekonomian koheron de la urbo kaj garantias pli efikan kaj justan komunikadon.

Scienca literaturo

1. Brio-taalbarometer 4: de talen van Brussel, auteur Rudy Janssens (Brio-lingvo-barometro 4: la lingvoj de Bruselo, aŭtoro Rudy Janssens)
<https://www.briobrussel.be/node/14763>
(15 aprilo 2022)
2. Nederlands in Brussel (la nederlanda en Bruselo)
https://neon.niederlandistik.fu-berlin.de/nl/nedling/taalgeschiedenis/nederlands_in_brussel/
(15 aprilo 2022)
3. Oriënteringsnota 2019-2024, Promotie van meertaligheid, Minister Sven Gatz, be.brussels (Orientada raporto 2019-2024, Stimulo de Plurlingveco, Ministro Sven Gatz, be.brussels)
https://svengatz.be/swfiles/files/BELEIDSNOTA%20NL_2.pdf
(15 aprilo 2022)



Scienca Universitata Sesio

38-a sesio
56-aj Baltiaj Esperanto-Tagoj
Klaipėda, Litovio
9 – 17 de julio 2022

Scienca Universitata Sesio de AIS en BET-56

Amri Wandel, la rektoro

Post dujara interrompo pro la pandemio la Scienca Universitata Sesio (SUS) de Akademio Internacia de la Sciencoj (AIS) denove okazos fizike, ĉi-jare kadre de la Baltiaj E-Tragoj (BET) en Klajpeda, Litovio. Ankaŭ la lasta fizika SUS-36 en 2019 okazis kadre de BET, samlande en Panevėžys. Pasintjare SUS-37 okazis virtuale kadre de la Germana-Pola-IFEF Kongreso.

Kiel en 2019, la AIS-kursoj de SUS-38 aperos en la oficiala programo de BET. Simile al la AIS-IKU-inaŭguro dum la UK, okazos inaŭguro de SUS, kun specimenaĵaj reklamaj gustumoj pri la kursoj, okazontaj dum la cetera semajno. Por SUS-38 estas antaŭvidataj du kursoj kaj tri prelegoj, kursoj kun po tri-kvar prelegoj. Fine de la kursoj estos ebleco ekzameniĝi kaj ricevi AIS-ateston.

Ĉu nur “aŭtentaj” materialoj kaj spertoj en lingvoinstruado?

Duncan Charters

Resumo:

Tradiciaj lingvoklasoj baziĝis sur modelo de lernolibro por trastudo de klarigoj pri la gramatika strukturo de la cellingvo, kutime kompare kun tiu de la gepatra lingvo de la lernantoj. Frazoj kreitaj de la aŭtoroj rilatis ne al komunikaj bezonoj, sed al lerta kunigo de gramatikaj elementoj. Mi ankoraŭ memoras ekzemplon el la latina lingvo: “pecunia quam accipiam jam tibi debetur”, “la mono kiun mi ricevos, estas jam ŝuldata al vi”, kaj abundas famaj frazoj el fruaj instruiloj kiel “La plume de ma tante est sur le bureau de mon oncle, le papier de mon oncle est sur le bureau de ma tante”, “La plumo de mia onklino estas sur la skribtablo de mia onklo, la papero de mia onklo estas sur la skribtablo de mia onklino”. La evoluo de lingvoinstruado travivis multoblajn fazojn, ofte laŭ insista premo de la klientoj. Unu fazo estis parkerigita lernado de utilaj frazoj en dialoga formo, por respondi al la deziro sperti la parolan lingvon konversacie. Iom pli aŭtenta, jes, tamen mankis grava elemento: instruado por kompreno de la denaskaj parolantoj kiuj ne lernis la duan parton de la dialogo kiun parkerigis la lernantoj. Ne povis okazi aŭtenta konversacio, kvankam la lernantoj ofte bele elparolis siajn enmemorigitajn frazojn. En la nuna jarmilo, multe pli abundis teknologiaj rimedoj kies efikan uzadon devis lerni la novaj lingvopedagogoj. Lingvoklasoj spertis drastajn ŝanĝojn, ĉar kreskis la adaptoj por lingvoakirado de materialoj verkitaj ne por pedagogiaj celoj, sed por normalaj fluparolantaj aŭskultantoj kaj legantoj de la lernata lingvo. Malgraŭ la evidentaj defioj de neĉeesta lernado kaj lingvoakirado dum la pandemio, kreemaj instruistoj trovis novajn vojojn por doni al siaj lernantoj eĉ pli aŭtentajn spertojn ol en siaj ĉeestaj klasoj. Kion ni povis lerni pri pli efika lingvoakirado ĝenerale, kaj pli rezultdona instruado de Esperanto specife por kuraĝigi lernantojn de nia lingvo kaj kapabligi ilin parole kaj skribe komuniki post nur kelkaj semajnoj?



Gravitaj Ondoj

Carlo Nicola Colacino

Resumo:

La gravitaj ondoj estis antaŭdiritaj de Albert Einstein en 1915 en la kadro de lia teorio pri Ĝenerala Relativeco. Kvankam la ondoj estas estigitaj de tre energidonaj eventoj kiel la koalescenca de nigraj truoj aŭ de neŭtronsteloj, detekti ilin estas tre malfacile kaj nur 100 jarojn post la Teorio, en 2015, ili estis detektitaj. La unua rivelado de la ondoj portis al la Nobel-Premio pri Fiziko en 2017 tri usonajn sciencistojn Kip Thorne, Rainer Weiss kaj Barry Barish. Mi parolos pri la ondoj, pri iliaj fontoj, astrofizikaj kaj kosmologiaj, kaj pri la teknologiaj defioj alfrontitaj kaj ofte venkitaj dum la konstruado de la interferometraj detektoroj por ilin detekti.



Pri la imunsistemo

Alfred Heiligenbrunner

Resumo:

Ĉi-tiu prezentaĵo montras la malfacilan kaj kompleksan laboron de via imunsistemo.

La imunsistemo defendas vian korpon kontraŭ neŝatataj entruduloj kaj entrudaĵoj. Tiuj povas montriĝi tre diversflanke, kelkfoje ruze. La imunsistemo trovis geniajn procedurojn por trakti la diversajn atakojn kontraŭ via korpo. Sed ĝi ankaŭ povas erari.

La imunsistemo forigas virusojn kaj mortigas bakteriojn. Ĝi forigas infektitajn aŭ difektitajn ĉelojn de via korpo. Jes, via imunsistemo havas permeson, mortigi vin! Kaj ĝi eĉ povas sukcesi en tio.

Fine de la prezentaĵo vi scios pri la du partoj, la denaska imunsistemo kaj la adaptiva imunsistemo. Vi scios pri la roloj de diversaj agantoj en ĝi: makrofagoj, neŭtrofiloj, dendritaj ĉeloj, la komplementa sistemo kaj aliaj.

La prezentaĵo ankaŭ mallonge montras, kiamaniere funkcias la mRNA-vakcinaĵo, kiu iĝis populara dum la erao de la Koronaviruso.

La prezentitaj faktoj devenas ĉefe el ĉi-tiu libro:

Philipp Dettmer: "Immune", ISBN: 978-0593241318 (anglalingva originalo)

Philipp Dettmer: "Immun", ISBN: 978-3-86493-175-8 (germanlingve)

Multe da informo ankaŭ troveblas en interreto, ekzemple en https://eo.wikipedia.org/wiki/Imuna_sistemo kaj konektitaj paĝoj.



Spacteleskopoj: de Hubble ĝis James Webb

Amri Wandel

Resumo:

Fine de decembro 2021 la tuta mondo sekvis la lanĉon de la spacteleskopo James Webb, sekvanto de la teleskopo Hubble, kiu dum tri jardekoj da observado akiris plej fantastajn fotojn kaj sciencajn rezultojn, pli ol ajna alia teleskopo. James Webb, kiu estas centoble pli potenca ol Hubble, esploras la unuajn stelojn kaj galaksiojn en la prauniverso kaj serĉos vivsignojn en eksterplanedoj de foraj sunsistemoj.

Aldone al la IKU-enkonduka prelego estas proponata AIS-kurso pri la historio kaj sciencaj atingoj de teleskopoj en la spaco, kun emfazo pri Hubble kaj James Webb, sed ne nur ili. Aldone al Hubble, kiu observas ĉefe en videbla lumo, oni sendis multajn teleskopojn kiuj funkcias per aliaj specoj de radiado, kiel Spitzer en infraruĝo, Chandra en X-radioj, Plank en mikroradiado, Kepler por malkovri eksterplanedojn kaj multaj pli; ĉiu el ili revoluciis nian komprenon de la universo.

Dum sia 30-jara funkciado la teleskopo Hubble atingis mirindajn bildojn kaj rezultojn, multe pli ol ajna alia teleskopo, sur la Tero aŭ en la spaco. Kiel aludas la titolo, en unu prelego oni vidis la plej elstarajn bildojn de Hubble: de planedoj kaj satelitoj en nia sunsistemo ĝis pra-galaksioj antaŭe en la juna universo.

La nova spacteleskopo James Webb (JWST), kiu observos eĉ pli for ol Hubble, ĝis la unuaj galaksioj kiuj aperis nur 300 milionojn da jaroj post la praeksplo. Kontraŭe al Hubble, kiu orbitas la Teron je alteco de ĉirkaŭ 600 km, JWST orbitos la sunon 1,5 milionojn da km for de la Tero. Pro tiu fora situo, JWST ne estos atingebla por riparado, kiel estis Hubble, kaj ĝia aparataro, kiu estas multe pli kompleksa ol tiu de Hubble, devas funkcii perfekte. Centoble pli potenca ol Hubble, James Webb povos realigi senprecedencajn observojn, kiuj ĝis nun estis ekster la atingo de la homaro, kiel apero de la unuaj steloj en la universo kaj serĉo de vivsignoj en eksterplanedoj. Fine ni provos kompreni, kial spacoagentejoj kiel NASA kaj ESA (la Eŭropa Spac-Agentejo) investas grandegajn monsumojn por sendi teleskopojn al la spaco. Teleskopoj sur la Tero estas limigitaj de la atmosfero, kiu nebuligas la bildon en videbla lumo, al kiu ĝi estas travidebla. Krome, ekzistas specoj de radiado kiel ultraviola (UV), rentgenaj radioj (X) kaj gamaradioj kiuj estas blokita de la atmosfero, do por observi ilin oni devas sendi la koncernajn teleskopojn ekster la atmosferon.



Por akiri kompletan bildon de la universo, astrofizikistoj uzas ankaŭ ĉi tiujn specojn de radiado per specialaj spacteleskopoj. Ni aŭdos pri misioj kiel Spitzer kaj Herschel en la infraruĝo, ROSAT, XTE kaj Chandra en X-radioj, kaj Compton, INTEGRAL kaj Fermi en gama-radioj.

Aparta familio de satelitaj teleskopoj esploris la kosman fono-radiadon (angle Cosmic Microwave Background), la plej konvinkan pruvon de la teorio de Praeksplo- do. Plejparte tiu radiado ne penetras tra la atmosfero kaj tial devas esti studata per spacteleskopoj kiel COBE, WMAX kaj Plank. Por malkovri eksterplanedojn similajn al la Tero surteraj teleskopoj ne sufiĉas, kaj tial NASA sendis la spacteleskopon Ke- pler, kiu dum 5 jaroj malkovris milojn da planedoj, en pluraj el kiuj JWST serĉados vivsignojn.

La tekston de la prelego vi povas trovi en la paĝo 9.

Marĉoj povas kaj savi la klimaton kaj biodiversecon kaj doni enspezojn al kamparanoj

Manfred Westermayer

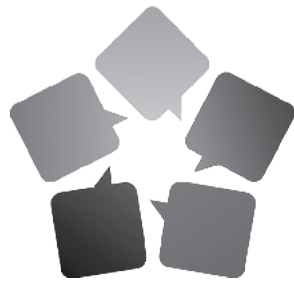
Resumo:

Dum la lastaj jarcentoj en Eŭropo – kaj ankaŭ tutmonde – oni utiligis marĉojn ĉefe pere de fosaĵoj por eligi la akvon cele al sekigo, uzado de la torfo por hejti aŭ por plifaciligi la kultivadon de plantoj, kaj poste oni uzis la terenojn por paŝtado de bovinoj aŭ por agrikulturo.

Intertempe ni scias, ke per sekigado de marĉoj la stokigita karbono en la torfo rapide “bruliĝas” (sen flamoj) kaj eligas CO₂. Pro adicia eligo de CO₂ el fosiliaj fueloj, kiu altigas la mondan temperaturon, pli kaj pli okazas nuntempaj klimataj problemoj, nome ventegoj kaj inundoj kaj troa sekeco.

Unu el la ebloj grandskale stoki la karbonon el tiu CO₂ oni nun klopodas re-naturigi iamajn marĉo-terenojn. Tio donas adician profiton, ĉar marĉoj tenadas grandkvante pluvakvon kaj redonas ĝin malrapide, krome ili estas valora biosfero – kiu aliloke estas minacata pro industria agrikulturo. Kompare kun arbaroj marĉoj pli longe tenas karbonon en formo de torfo, kaj tiel kvazaŭ eterne stokas CO₂. Nuntempe la medio-politiko – ekzemple en Eŭropa Unio – klopodas re-akvumi marĉojn kaj utiligi parton de ili por tiel nomata paludikulturo, kiu donas enspezojn al la kamparanoj, kiuj jam dum generacioj vivas en tiuj terenoj. Krome oni povas kalkuli kiom da CO₂ estas stokita ĉiujare en tiu areo, kaj ricevi kompenso-pagojn laŭ CO₂-atestoj.





**Por la unua fojo persa literaturo aperas kadre
de la Serio Oriento-Okcidento
Sub Aŭspicioj de UEA en Konsulta Partnereco kun Unesko**

Serio Oriento-Okcidento, n-ro 58

Said Baluči

**Antologia skizo de
la persa literaturo**



Tradukoj kaj klarigoj de:
Prozspecimenoj de 33 aŭtoroj
aŭ libroj (102)
Poemspecimenoj de 24 poetoj

Impeto, 2021. — 164 p.

Paperforma eldono ĉe UEA:
[https://katalogo.uea.org/katalogo.
php?inf=9866](https://katalogo.uea.org/katalogo.php?inf=9866)

Senpage elŝutebla PDF ĉe:
<http://persa.trovu.com/>

Serio Oriento-Okcidento, n-ro 60

Sadio

**La Florejo
(Golestan)**



Impeto, 2021. — 236 p.

Paperforma eldono ĉe UEA:
[https://katalogo.uea.org/katalogo.
php?inf=9981](https://katalogo.uea.org/katalogo.php?inf=9981)

Senpage elŝutebla PDF ĉe:
<http://sadio.trovu.com/>

La projekto estas neprofitcela, PDF-versioj estas senpage elŝuteblaj.

Ni bezonas helpon por daŭrigi ĝin.

Se vi volas helpi al la projekto, vi povas ĝiri iomete el via UEA-konto, kontaktante financoj@co.uea.org kaj petante ĝiron al IMPT-M (Eldonejo "Impeto") kun indiko de la sumo kaj noto "Persa literaturo en Esperanto". Ekzistas ankaŭ aliaj pagmanieroj ĉe UEA.

Libroj de la Internacia Kongresa Universitato

**Internacia Kongresa Universitato
Tutmonde. 73-a sesio. 01 — 08
de aŭgusto 2020**



Impeto, 2020. — 106 p.

Paperforma eldono ĉe UEA:
<https://katalogo.uea.org/katalogo.php?inf=6297>
Senpage elŝutebla PDF ĉe:
<http://iku.trovu.com/>

**Internacia Kongresa Universitato
74-a sesio 2-a Virtuala Kongreso de
Esperanto 17 – 24 de julio 2021**

**Scienca Universitata Sesio
37-a sesio Komuna Esperanto-
kongreso: germana, pola, fervojista
21 – 24 de majo 2021**



Impeto, 2021. — 134 p.

Paperforma eldono ĉe UEA:
<https://katalogo.uea.org/katalogo.php?inf=9917>
Senpage elŝutebla PDF ĉe:
<http://iku2.trovu.com/>

La projekto estas neprofitcela, PDF-versioj estas senpage elŝuteblaj.

Ni bezonas helpon por daŭrigi ĝin.

**Se vi volas helpi al la projekto, vi povas ĝiri iomete el via UEA-konto,
kontaktante financoj@co.uea.org kaj petante ĝiron al IMPT-M
(Eldonejo "Impeto") kun indiko de la sumo kaj noto "IKU-libroj".**

Ekzistas ankaŭ aliaj pagmanieroj ĉe UEA.

Internacia Kongresa Universitato

75-a sesio

Scienca Universitata Sesio

38-a sesio

Scienca eldono

En Esperanto

E-mail: impeto@impeto.ru

www.impeto.trovu.com