

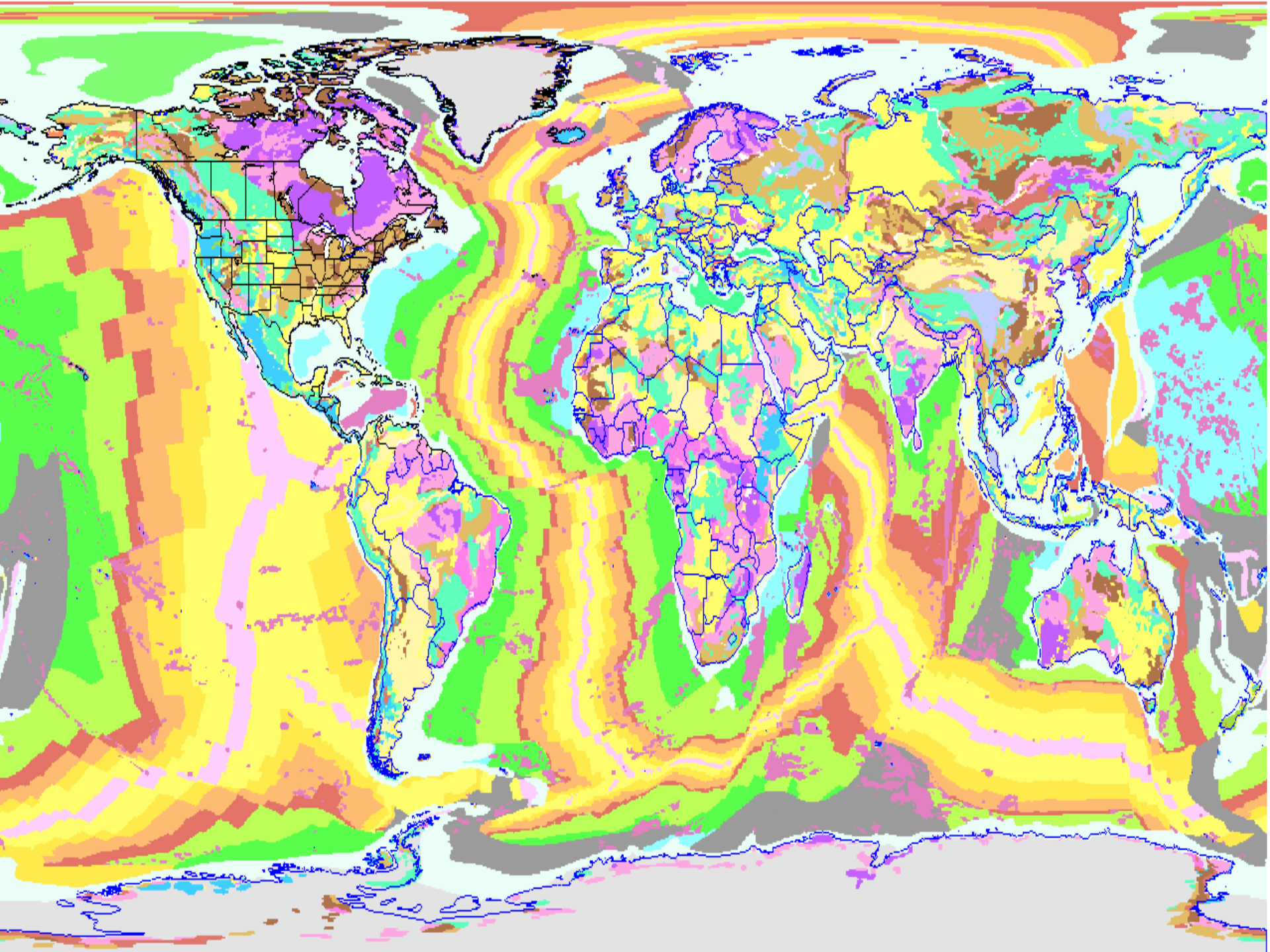
VILNIAUS UNIVERSITETAS
GEOLOGIJOS IR MINERALOGIJOS KATEDRA

Nelaimingieji skalūnai

2014, Vilnius

Simonas Saarmann







INTERNATIONAL STRATIGRAPHIC CHART



EONOTHEM EON	ERATHEM ERA	SYSTEM PERIOD	SERIES EPOCH	STAGE AGE	AGES G.S. ODIN		AGES SIC	STAGE NOTATION	SERIES NOTATION	SYSTEM NOTATION			
					Ma +/-	Ma +/-							
PHANEROZOIC PH	QUATERNARY	HOLOCENE							Q ₂	Q			
			PLEISTOCENE						Q ₁				
		CENOZOIC CZ	NEOGENE	MIOCENE	Gelasian	1.75	0.05	1.81	GSSP	N ₀	N ₁	N	
					Piacenzian			2.58	GSSP	N ₁			
					Zanclean	3.4		3.60	GSSP	N ₂			
					Messinian	5.30	0.15	5.33	GSSP	N ₃			
					Tortonian	7.30	0.15	7.1	GSSP	N ₄			
			PALEOGENE	EOCENE	Serravallian	11.0	0.3	11		N ₅	E ₂	E	
					Langhian	14.3	0.5	13.6		N ₆			
					Burdigalian	15.8	0.2	16.4		N ₇			
	Aquitanian				20.3	0.4	19.1		N ₈				
	Ypresian				23.5	1.0	23.8	GSSP	N ₉				
	PALEOGENE	OLIGOCENE	Chatthian	28	1			O ₁	E ₃	E			
			Rupelian	33.7	0.5		GSSP	O ₂					
			Priabonian	37.0	10.5			O ₃					
	PALEOGENE	EOCENE	Bartonian	40	1			O ₄	E ₂	E			
			Lutetian	46.0	10.5			O ₅					
	PALEOGENE	PALEOCENE	Thanetian	53	1			O ₆	E ₁	E			
			Selandian	65.0	0.5	65.0	0.1	GSSP			O ₇		
	PHANEROZOIC PH	CRETACEOUS	UPPER/LATE	Maastrichtian	72.0	0.5	71.3	0.5	GSSP	K ₀	K ₂	K	
				Campanian	83	1	83.5	0.5		K ₁			
				Santonian	87	1	85.8	0.5		K ₂			
				Coniacian	88	1	89.0	0.5		K ₃			
				Turonian	92	2	93.5	0.2		K ₄			
				Cenomanian	96	2	98.9	0.6		K ₅			
				Albian	108	31	112.2	1.1		K ₆			
				Aptian	113	3	121.0	1.4		K ₇			
				Barremian	117	52	127.0	1.6		K ₈			
Hauterivian				123	62	132.0	1.9		K ₉				
CRETACEOUS		LOWER/EARLY	Valanginian	131	4	136.5	2.2		L ₀	K ₁	K		
			Berriasian	135	5	144.2	2.6		L ₁				
			Tithonian	141	35			L ₂					
			Kimmeridgian	145	15			L ₃					
			Oxfordian	146				L ₄					
			Callovian	154	5			L ₅					
			Bathonian	160	2			L ₆					
			Bajocian	164	2			L ₇					
			Aalenian	170	4			L ₈					
			Toarcian	175	3			L ₉					
MESOZOIC MZ		JURASSIC	UPPER/LATE	Phiensbachian	184	3			J ₀	J ₁	J		
				Sinemurian	200	4			J ₁				
				Hettangian	203	3			J ₂				
				Rhétian	220	6			J ₃				
				Norian	230	6			J ₄				
			MIDDLE	TRIASSIC	UPPER/LATE	Carnian	233	5			T ₀	T ₃	T
						Ladinian	236	6			T ₁		
						Anisian	233	5			T ₂		
	Olenekian					240	5			T ₃			
	Induan					250	3	251.1	3.6	GSSP	T ₄		

EONOTHEM EON	ERATHEM ERA	SYSTEM PERIOD	SUBSYSTEM SUBPERIOD SERIES EPOCH	STAGE AGE	AGES G.S. ODIN		AGES SIC	STAGE NOTATION	SERIES NOTATION	SYSTEM NOTATION					
					Ma +/-	Ma +/-									
PHANEROZOIC PH	PERMIAN	CARBONIFEROUS	LOPINGIAN	Changhsingian	250		250	3	P ₀	P ₃	P				
				Wuchiapingian					P ₁						
			GUADALUPIAN	Capitanian						P ₂	P ₂	P			
				Roadian					P ₃						
			CISURALIAN	MISSISSIPPIAN	Kungurian			272.2	3.2		P ₄	P ₁	P		
					Artinskian					P ₅					
					Sakmarian			280.3	2.6		P ₆				
					Asselian					P ₇					
					Gzhelian	295	5	298		GSSP	P ₈				
			PENNSYLVANIAN	DEVONIAN	UPPER/LATE	Kazimovian					C ₇	C ₂	C		
	Moscovian								C ₆						
	MIDDLE	Bashkirian					320			GSSP	C ₅	C ₁	C		
		Serpukhovian							C ₄						
	LOWER/EARLY	Visian			325	5	327			GSSP	C ₃	C ₁	C		
		Tournaisian			345	3	342	3.6		GSSP	C ₂				
	FRANSIAN	DEVONIAN			UPPER/LATE	Famennian	355	5	354	4	GSSP	D ₇	D ₃	D	
						Frasnian	370	5			GSSP	D ₆			
					MIDDLE	Givetian	375	5				GSSP	D ₅	D ₂	D
						Eifelian	380				GSSP	D ₄			
			LOWER/EARLY	Emsian	390	5				GSSP	D ₃	D ₁	D		
				Pragian	400	5				GSSP	D ₂				
			LOCHKOVIAN	DEVONIAN	LOWER/EARLY	Lochkovian	410	8	410	8	GSSP	D ₁	D ₁	D	
												D ₀			
			SILURIAN	ORDOVICIAN	PRIDOLI	Ludfordian	415				GSSP	S ₇	S ₄	S	
						Gorstian					GSSP	S ₆			
	WENLOCK	Homeric			425	5				GSSP	S ₅	S ₂	S		
		Sheinwoodian							GSSP	S ₄					
	TELYCHIAN	SILURIAN			UPPER/LATE	Aeronian	430	6			GSSP	S ₃	S ₁	S	
Rhuddian										GSSP	S ₂				
DARRIWILIAN	ORDOVICIAN	UPPER/LATE			Darriwilian	435	6	440		GSSP	S ₁	O ₃	O		
											O ₂				
TREMADOCIAN	ORDOVICIAN	MIDDLE			Tremadocian	445	5			GSSP	O ₁	O ₁	O		
											O ₀				
CAMBRIAN	CAMBRIAN	UPPER/LATE		467.5	3			GSSP	Є ₃	Є ₃	Є				
									Є ₂						
CAMBRIAN	CAMBRIAN	MIDDLE		495				GSSP	Є ₁	Є ₁	Є				
									Є ₀						

EONOTHEM EON	ERATHEM ERA	SYSTEM PERIOD	AGES (Ma) SIC	NOTATION SYSTEM	NOTATION ERA	
						NEOPROTEROZOIC PR
PRECAMBRIAN P.E.	NEOPROTEROZOIC	Cryogenian	650	GSSP	NP ₂	NP
		Tonian	850	BSSA	NP ₁	
		Stenian	1000	BSSA	MP ₃	
	MESOPROTEROZOIC	Ectasian	1200	BSSA	MP ₂	MP
		Calymnian	1400	BSSA	MP ₁	
		Statherian	1600	BSSA	PP ₄	
	PALEOPROTEROZOIC	Orosirian	1800	BSSA	PP ₃	PP
		Rhyacian	2050	BSSA	PP ₂	
		Siderian	2300	BSSA	PP ₁	
			2500	BSSA	PP ₀	
ARCHEAN AR	NEOARCHEAN		2800		NA	
			3200		MA	
	MESOARCHEAN				PA	
					EA	

This new edition of the Global Stratigraphic Chart gives a clear picture of the present state of the art in the chronostratigraphic division of geological time, mentioning only units recommended for international use. The 1986 Guidelines of ICS (Cowie et al. 1986) and their revision (Remane et al. 1996) regulate the procedure to be followed in defining international chronostratigraphic-geochronologic units. The Revised Guidelines were ratified in a formal vote by the Full Commission of ICS. They stipulate that global chronostratigraphic units are NOT defined by unit-notations, but by their lower boundary only, following the principle introduced with the definition of the base of the Devonian in 1972 (Marrinson, 1977). This is indeed the only way to arrive at a global chronostratigraphic scale made up of strictly contiguous units.

Phanerozoic global chronostratigraphic boundaries are thus formally defined by a Global Stratotype Section and Point (GSSP - Cowie et al. 1986), whereas Precambrian chronostratigraphic boundaries are formally defined in terms of absolute age by a Global Standard Stratigraphic Age (GSSA - Remane et al. 1996). In order to become formal, boundary definitions have to be accepted by a 60% majority in successive votes, first by the working group responsible for the choice of the GSSP, then by the concerned Subcommittee of ICS, and finally by ICS. With its ratification through IUGS, a GSSP or GSSA

on by ICS and ratified by IUGS. SEMIFORMAL UNITS (normal characters): several Subcommissions of ICS (Neogene, Paleogene, Jurassic, Triassic, Permian) have conducted a formal vote by postal ballot on the stage names which should be used and codified by a GSSP. As long as no GSSP has been adopted, these units, recommendable as they are, have no formal status. *INFORMAL UNITS* (in italics): Cretaceous stages have never been voted upon, but they follow a long-standing tradition and tacit international agreement.

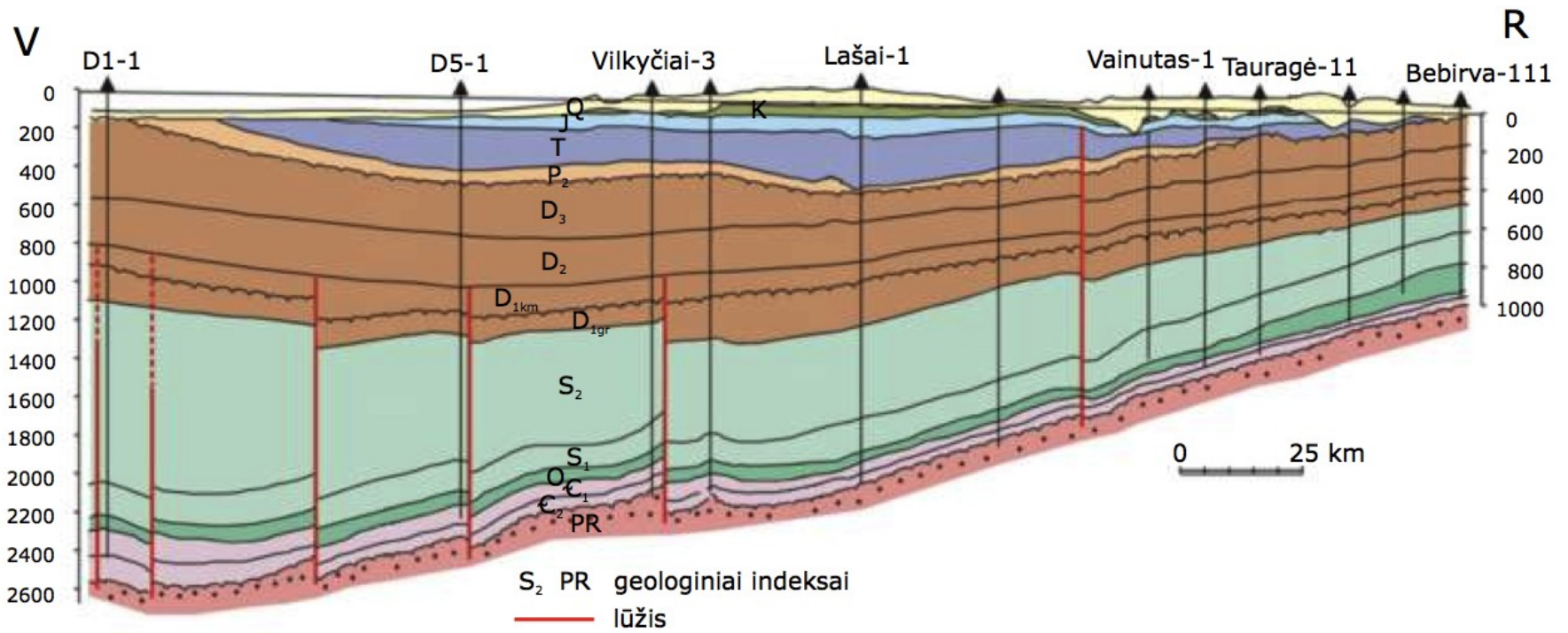
The divisions used in the present Global Chart are based on the proposals made by the concerned Subcommissions. Simplified subdivisions have, however, been adopted for the Carboniferous and the Ordovician, in order to maintain the necessary homogeneity of presentation. More detailed versions are included in the attached extended explanatory note. Also, some traditional names which are becoming obsolete have been omitted: Lias, Dogger, Malm in the Jurassic and Tertiary in the Cenozoic (the latter already abandoned in the first edition of this chart). 'Tertiary' can be used as an informal name like *Permian*.

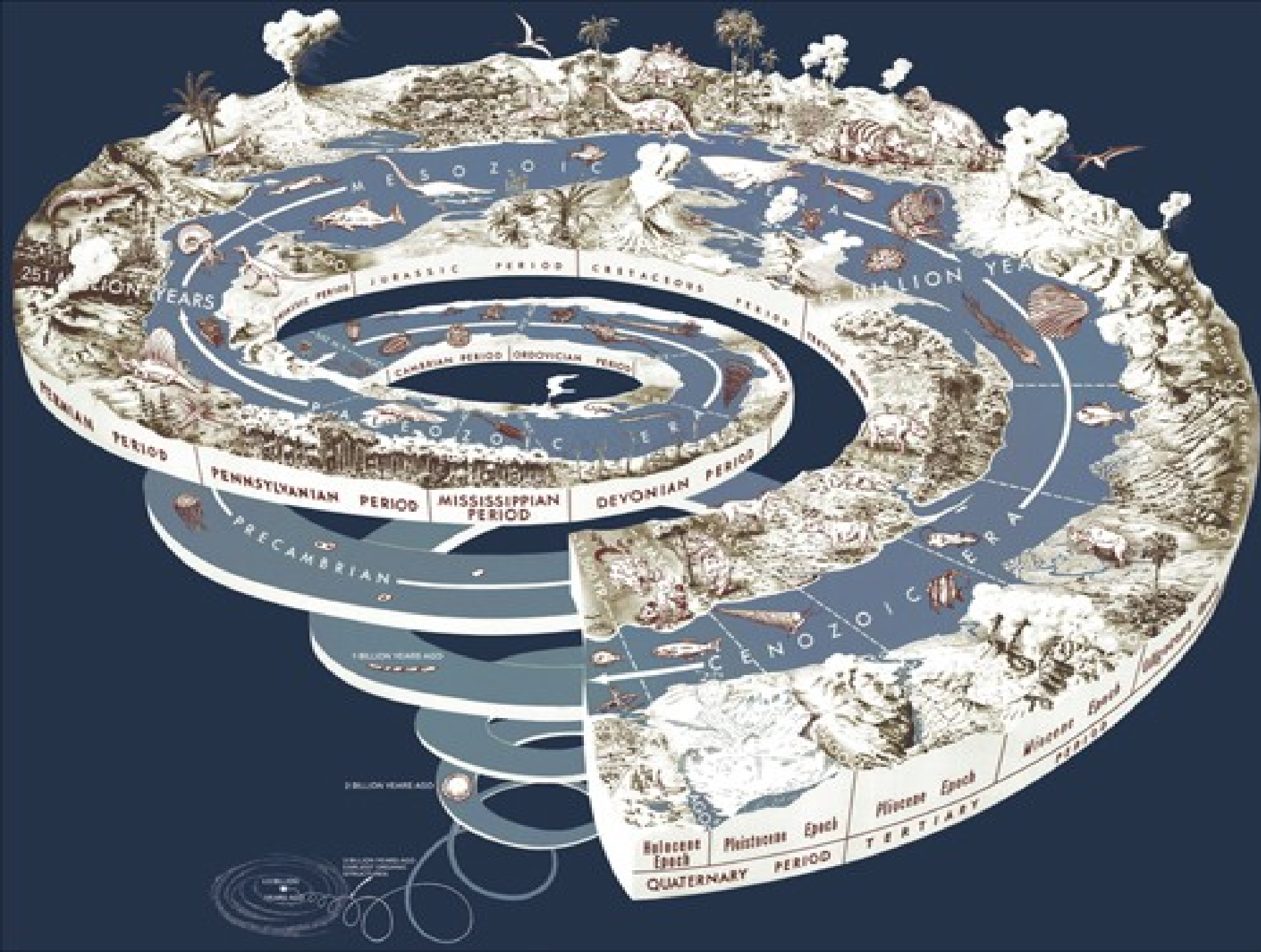
Numerical ages of the Phanerozoic chronostratigraphic boundaries were provided by G. Odin (Chairman of the Subcommittee on Geochronology of ICS). Differing ages indicated by some of the Subcommissions of ICS are

LIETUVOS PREKVARTERO GEOLOGINIS ŽEMĖLAPIS



Vakarų Lietuvos geologinis pjūvis su gręžiniais
 Aut. O. Zdanavičiūtė





Naudingųjų iškasenų (toliau NI.) telkinių rodikliai (kiek kokių NI užteks kuriam laikotarpiui) yra laikini ir netikslūs, nes vystantis mokslui ir technologijoms NI gavyba ir sunaudojimas ekonomiškėja. Pavyzdžiui, Lietuvos nafta negausi, bet nepaprastai geros kokybės ir tinka itin aukštos technologijos specializuotiems gaminiams, tačiau per visą gavybos istoriją, naudota menkaverčių gaminių pramonei arba tiesiog kurui. Jei ji nebūtų taip švaistoma, jos užtektų ilgesniam laikui, bei būtų galima daugiau uždirbti.

2012 m. Lietuvoje išgauta 102'040 tonų naftos, o 2013 m. - 86'070 tonų.

Lietuvoje daugiausia statybinėms medžiagoms tinkamų NI. R. Lietuvoje slūgso karbonatinės uolienos (klintys, dolomitai), o PV Lietuvoje - silūro ir ordoviko juodi graptolitiniai argilitų sluoksniai (3 pav.) labiausiai perspektyvūs angliavandenilių išteklių požiūriu. Jų slūgsojimo gylis čia kinta nuo 1,7 km iki 2,05 km. Kiti Lietuvos telkiniai nėra detalčiai išžvalgyti ir eksploatuojami. Taip pat Lietuvos teritoriniuose vandenyse yra perspektyvių naftos gaudyklų, tačiau šie galimi telkiniai visiškai neišžvalgyti.

NI telkinių susidarymas – dažnai sudėtingų ir ilgų geologinių procesų rezultatas. Pavyzdžiui anglies klodai susidarė iš mirusių augalų ir gyvūnų liekanų, kaip ir kiti angliavandeniliai (1 pav.). Degindami karbono periodo anglių – jaučiame prieš milijonus metų švietusios saulės akmenyje išsaugotą energiją. Tačiau ne visi mirę organizmai sudaro NI klodus, tik tam tikros gelmių struktūros ir procesai palankiai nulėmė telkinių susidarymą (2 pav.).

Sąvokų žodynelis

Angliavandeniliai - visi skysti ir dujiniai angliavandeniliai ar jų ir kitų medžiagų gamtiniai mišiniai, susikaupę žemės gelmėse: nafta, dujos, kondensatas bei juose susikaupę lydintieji komponentai.

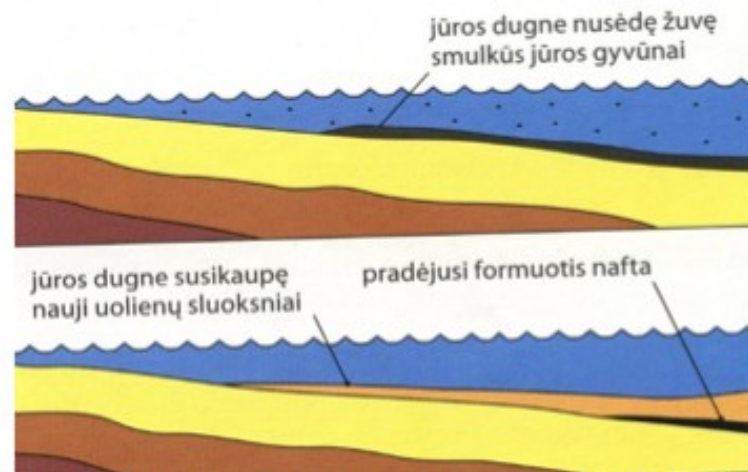
Angliavandenilių gaudyklė – natūralios geologinės žemės gelmių struktūros palankios angliavandenilių kaupimuisi. Dažnai tai būna sluoksnių lūžių vietos ar kupolo formos struktūros, kurios sustabdo migruojančius į paviršių angliavandenilius gelmėse ir surenka juos į vieną vietą – telkinį.

Argilitas – nuosėdinė nuolaužinė uoliena, sudaryta iš molio dydžio dalelių.

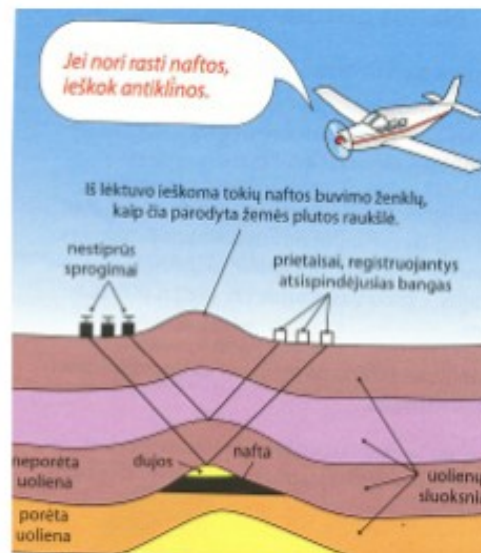
Graptolitai – išnykusių kolonijinių gyvūnų (*Hemichordata*) klasė. Jų fosilijų aptinkama kambre – karbono periodų uolienose.

Naudingosios iškasenos (NI) – tai gamtinės mineralinės medžiagos, esančios žemės gelmėse, kurias galima naudoti materialinėje gamyboje ar kitoms reikmėms.

Žvalgyba (geologinė) – darbai, kurių metu ieškoma ir įvertinama kiek ir kokių naudingųjų iškasenų yra tam tikroje vietoje. Taip pat pateikiamas įvertinimas galimai gavybai pagal to meto technologines galimybes.



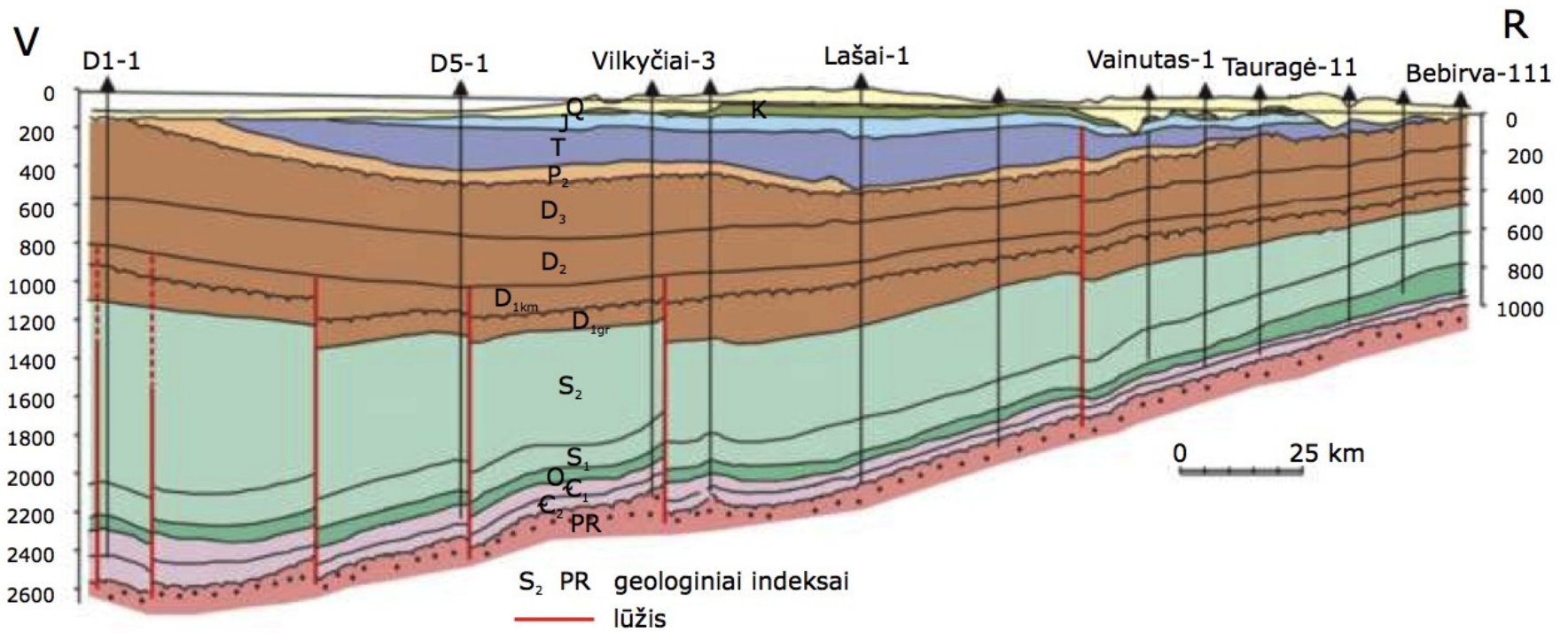
Pav. 1. Naftingų uolienų susidarymo schema (L. Ryan vadovėlis 10-ai klasei).

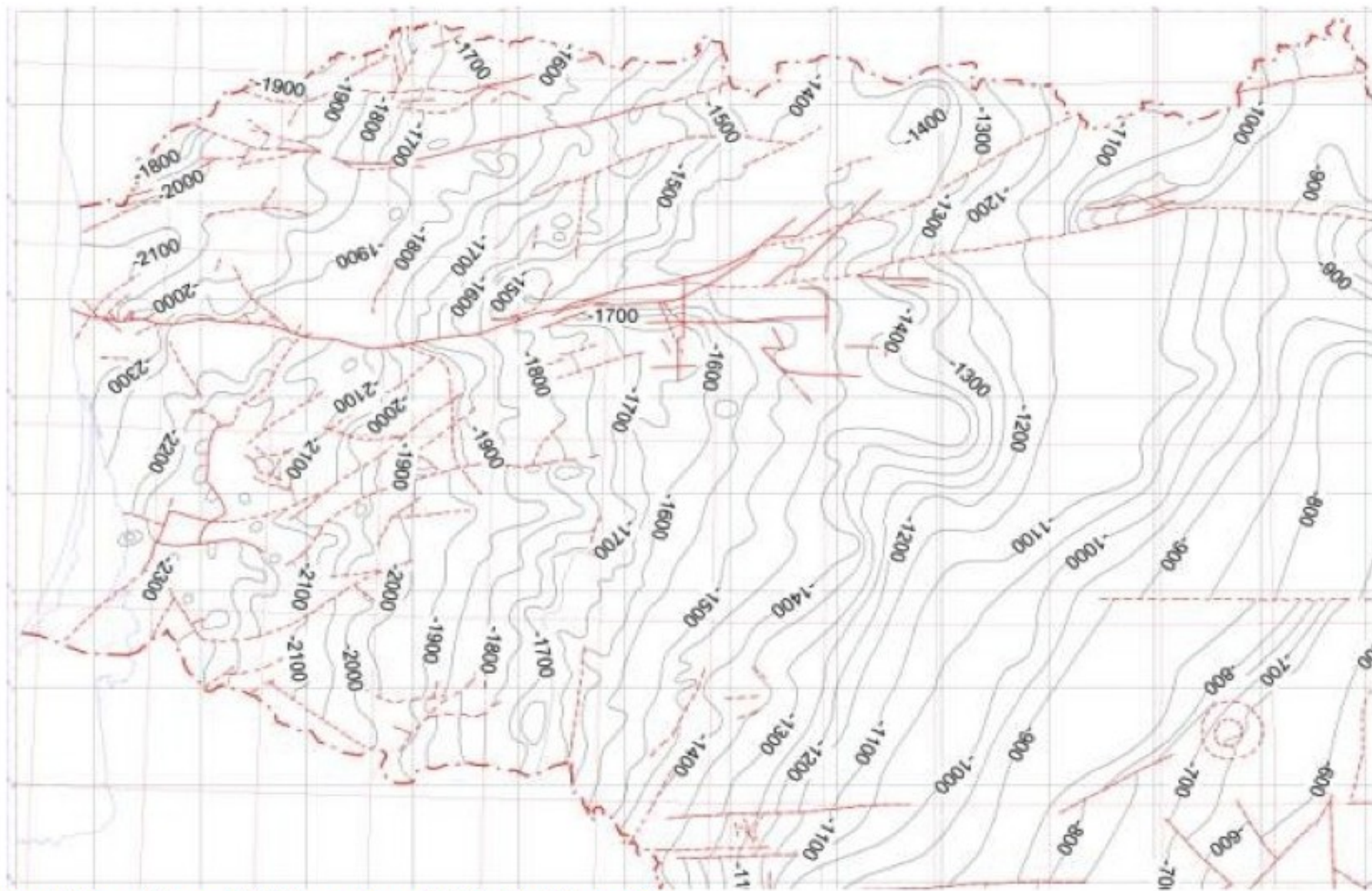


Pav. 2. Naudingosios iškasenos gaudyklės chematinis pjūvis. Antiklina – tam tikru būdu išsilenkusių sluoksnių raukšlė (L. Ryan vadovėlis 10-ai klasei).

Vakarų Lietuvos geologinis pjūvis su gręžiniais

Aut. O. Zdanavičiūtė





Pav. 2. Vakarų Lietuvos kristalinio pamato pagrindinių tektoninių struktūrų žemėlapis. Raudonos linijos – lūžiai, punktyrinės linijos – spėjami lūžiai. Skaičiais pažymėtos gylių izolinijos. (Lietuvos geologijos tarnyba, 2006).



Skalūnas



Argilitas

Smėlio smiltelės, net labai stipriai suspaustos, turi mažų tarpelių, kuriuos gali kaupiti kitos medžiagos nepadidindamas smėlio tūrio. Nuo smėlio (ar smiltainio) grūdelių išsidėstymo kompaktiškumo ir grūdelių formos priklauso uolienos poringumas (1 pav). Geologijoje pagal įvairių uolienų dalelių dydį ir formą galima nustatyti jų susidarymo, pernešimo ar vėlesnio poveikio pobūdį ir mastą. Pajūrio bangų apzulinti akmenėliai bus plokštesni, nei ledyno atvilkti rieduliai. Skiriasi grūdelio kaupimosi būdas ir vandens baseinuose – upėse vienokas, ežeruose kitoks. Taip pat lieka požymių rodančių ar nuosėdos kaupėsi priekrantinėje zonoje ar telkinio gilesnėse vietose, nuosėdų klojimasis vyko potvynio ar kitu metu, tekant srovei, ar stovinčiame vandenyje.

Svarbu rekonstruojant senąsias geologines sąlygas atskirti požymius, kurie rodo nuosėdų susidarymo laiką nuo vėlesnių (antrinių) pokyčių, kurie susidariusias uolienas galėjo keisti, pleišėti, deformuoti, slėgti ar ardyti (1 pav). Uolienų tirpimas, tektoniniai lūžiai ir kiti procesai negrįžtamai pakeičia uolienų faktūrą ir sluoksnių savybes. Žemės pluta yra įvairių geologinių procesų stipriai sueizžeta ir tankiu lūžių tinklu suardyta į struktūrą artimą Rubiko kubui (2 pav).

Norint galima dirbtinai padidinti geologinių kūnų plyšiuotumą gręžiniais naudingųjų iškasenų gavybos procese. Taip pat ir poringumas gali būti išradingai panaudotas inžineriniams tikslams – kasant metro, į uolienas suleidžiamas azotas, kuris sušaldo porose esantį vandenį, neleidžiamas kasiniams užvirinti, kol šie nebus sutvirtinti.

Terminų žodynelis

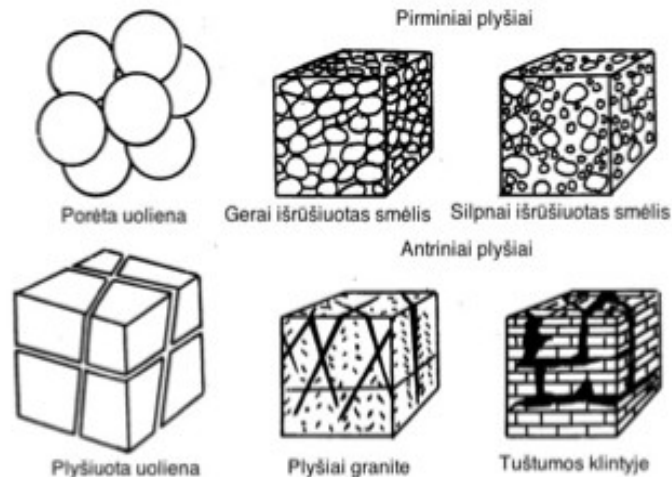
Poringumas - porų kiekis kietame kūne. Matuojamas vieneto dalimis nuo 0 iki 1 arba procentais nuo 0 iki 100 %. Poringumas ir filtracijos koeficientas turi netiesioginį ryšį: smėliams - kuo didesnis poringumas tuo didesnis filtracijos koeficientas. Tačiau moliniams gruntams tai netaikoma. Molinių gruntų poringumas yra ganėtinai didelis, tačiau porose esantis vanduo surištas ir jo tėkmė apsunkinta.

Gavyba - gamtos gėrybių ėmimas, gavimas iš Žemės gelmių ar arti jos paviršiaus.

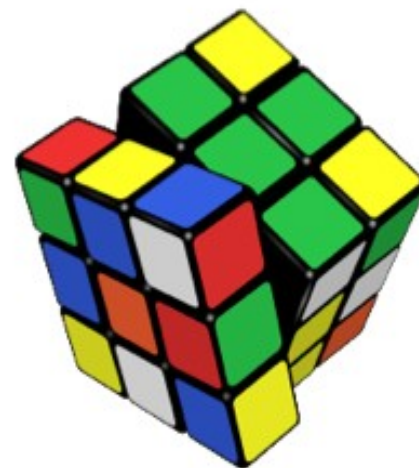
Gręžinys - apvalios formos kasinys, išgręžtas gręžimo instrumentais Žemės paviršiuje ar požemyje per nuosėdas ar uolienas bet kokia kryptimi ir bet koku kampu, kurio skersmuo ne didesnis kaip 2 m. Pagal gręžinio paskirtį skirstomi į žvalgybinius, eksploatacinius, pagalbinius, specialiuosius ir sprogdinimui.

Naudingosios iškasenos – tai gamtinės mineralinės medžiagos, esančios žemės gelmėse, kurias galima naudoti materialinėje gamyboje ar kitoms reikmėms.

Tektoniniai lūžiai – dėl žemės plokščių vertikalinių ir horizontalių judesių atsirandantys plyšiai ir persitūmimai (sluoksnių nedarnos).



Pav. 1. Uolienų poringumas ir plyšiuotumas



Pav. 1. Rubiko kubas

Netradicinis dujų paėmimas

Dujos yra sluoksnyje, kuriame grėžinys turi išsidėstyti horizontaliai

Panaudoto vandens rezervuaras

Tradicinis dujų išgavimas

Dujos natūraliai kyla į paviršių

1 Cheminių priedų mišinys ardantis uolienas

2 Cementinis korpusas

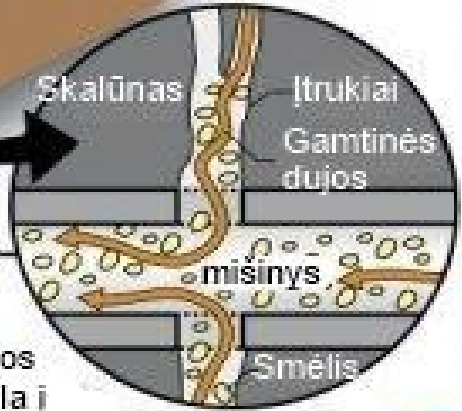
3 Hidrauliniai įtrūkimai

4 Dujų saugojimas ir eksploatavimas

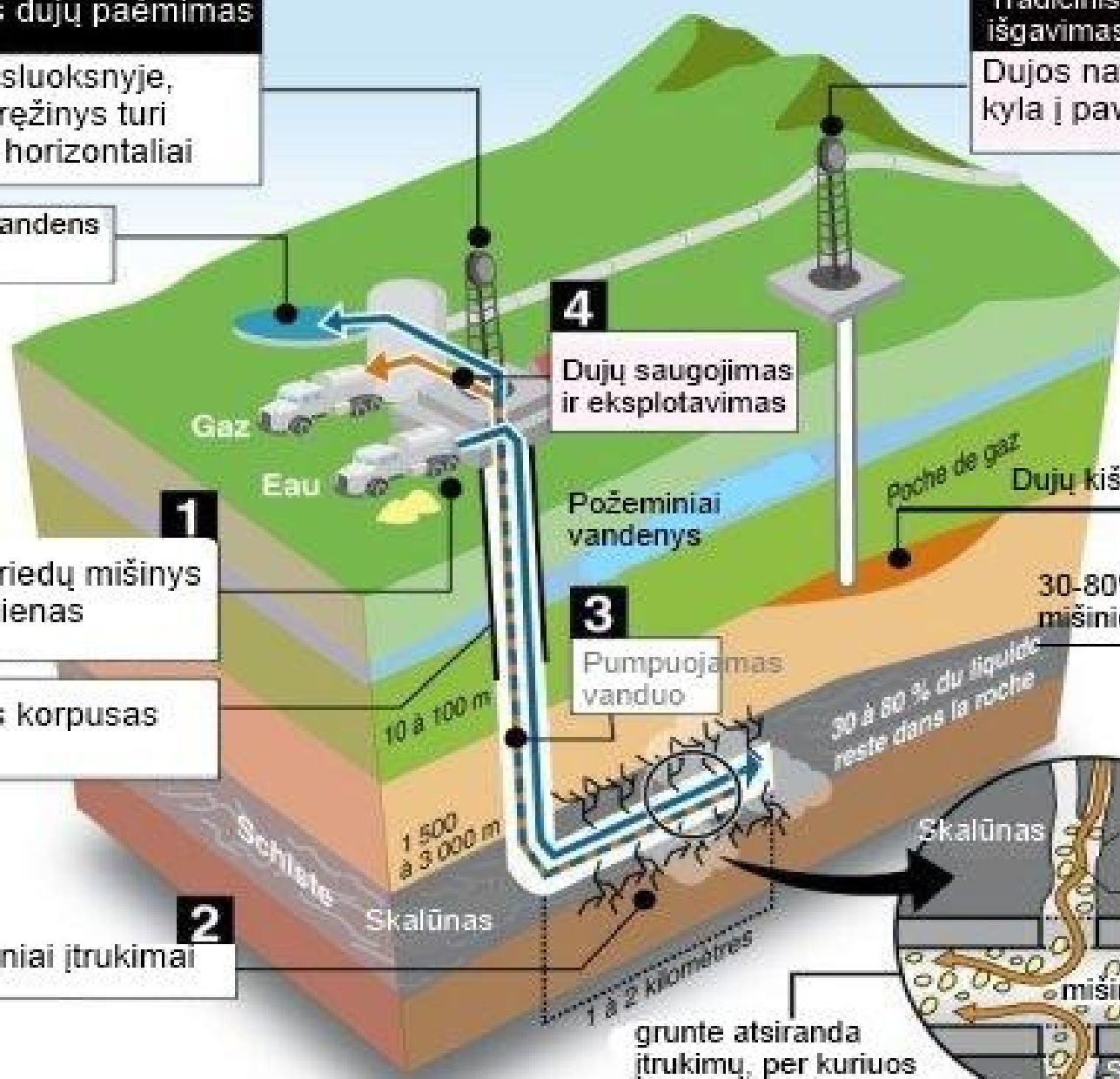
3 Pumpuojamas vanduo

30-80% cheminio mišinio lieka grunte

30 à 60 % du liquide reste dans la roche



grunte atsiranda įtrūkimų, per kuriuos dujos natūraliai kyla į paviršių



Karbonatinės uolienos plačiai paplitusios Lietuvoje (dolomitas, klintis, kreida). Jos susidarė buvusiose jūrose iš organizmų šarvų ir skeletų. T. y. augalai ir gyvūnai iš atmosferos ėmė CO₂, kuris šiems organizmams žuvus, kaupėsi jūrų dugne ir dabar sudaro milžiniškas uolienų storems. Tai milžiniškos CO₂ saugyklos. Karbonatinės uolienos - tik tarpinė stotelė planetos CO₂ apytakos rate (pav. 3). Taip pat jos yra geras indikatorius atkuriant kokia uolienų susidarymo metu buvo CO₂ koncentracija atmosferoje.

Geologinėje Žemės istorijoje būta laikotarpių, kai šių dujų koncentracija buvo didesnė, nei istoriniais laikais (pav. 1 ir 2). Tačiau planeta visada surasdavo pusiausvyrą ir gyvybė toliau klestėdavo.

Geologinėje praeityje buvo ir daug išmirimų, kurie vadinami net *masiniais*.

Tačiau po jų sekdamo naujos gyvybės suklestėjimas. Išmirus senesnėms gyvybės formos, įsivyravdavo naujos rūšys ir tipai, kurie būdavo tobulesnės organizacijos ir geriau gebantys prisitaikyti prie naujų aplinkos sąlygų. Pavyzdžiui, žinduoliai, kurių atstovas yra ir žmogus, suklestėjo tik išmirus dinosaurams, nes žinduolių protėviai – žiurkės dydžio gyvūnai – tada gyveno *priespaudoje* dinosaurų šešėlyje (pav. 4).

Sąvokų žodynelis

Istoriniai laikai – laikotarpis apimantys Žemės amžiui nežymų laikotarpį, kai atsirado raštas ir pradėta fiksuoti istorija.

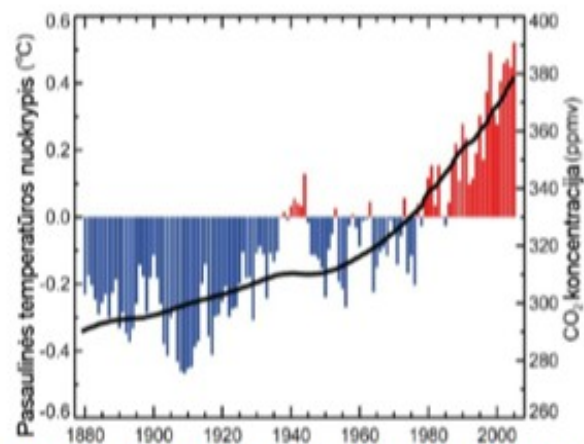
Geologinis laikas – apie 4,54 milijardus metų apimantis laikotarpis, nuo Žemės susidarymo iki dabar.

Masinis išmirimas – geologinis įvykis Žemės istorijoje, kai dėl įvairių priežasčių per trumpą laiką fosilijų tarpe pradingsta didelis procentas prieš tai buvusių rūšių. Per vieną išmirimą gali išnykti daugiau nei pusė rūšių. Dabar gyvena tik apie 2 proc. kažkada gyvenusių (žinomų!) rūšių.

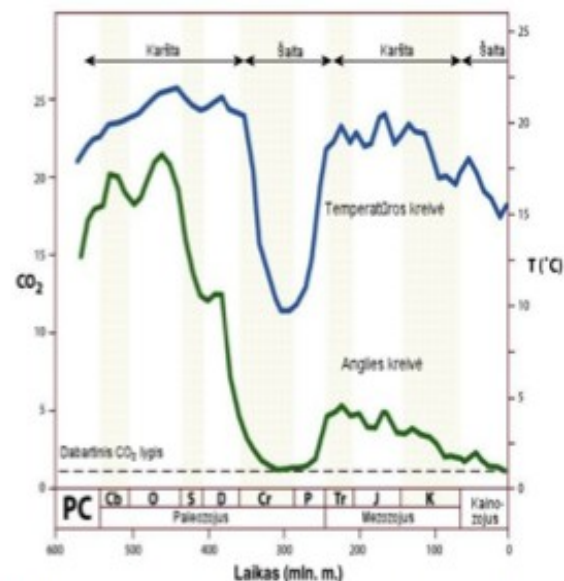
Karbonatinės uolienos – nuosėdinės uolienos, kurių sudėtyje yra daugiau kaip pusę sudaro karbonatiniai mineralai. Šios uolienos plačiai paplitusios Žemėje. Apie 21-22 % visų nuosėdinės kilmės uolienų yra karbonatai.

Visuotinis atšilimas (arba **globalinis atšilimas**) – per paskutinius dešimtmečius fiksuojamas Žemės atmosferos prie paviršiaus ir vandenynų vidutinės temperatūros didėjimas. Per XX amžių vidutinė pasaulinė temperatūra pakilo $0,74 \pm 0,18$ °C.

CO₂ - **Anglies dioksidas** – atmosferos dujos, susidedančios iš 1 anglies ir 2 deguonies atomų. Atmosferoje jos sudaro apie 0,04% bendro tūrio. CO₂ yra gautinis produktas organizmuose, kurie gauna energiją skaidydami cukruss, riebalus ir amonorūgštis (ląstelinis kvėpavimas). Aukštesniuose gyvūnuose, anglies dioksidas keliauja kraujuje iš kūno audinių į plaučius, kur jis yra iškvėpiamas. Augaluose, naudojant fotosintezę, anglies dioksidas yra gaunamas iš atmosferos. Manoma, kad tai pagrindinės dujos, sukeliančios klimato šiltėjimą.



Pav. 1. Pasaulinės temperatūros ir CO₂ santykio grafikas nuo XIX a. pab. ir per visą XX a.



Pav. 2. CO₂ ir temperatūros kreivės geologiniais Žemės laikais.

<http://deeptime.info/>

Interaktyvi nuoroda apie geologinio laiko
suvokimą ir palyginimą (anglų k.)

It's a Fan!

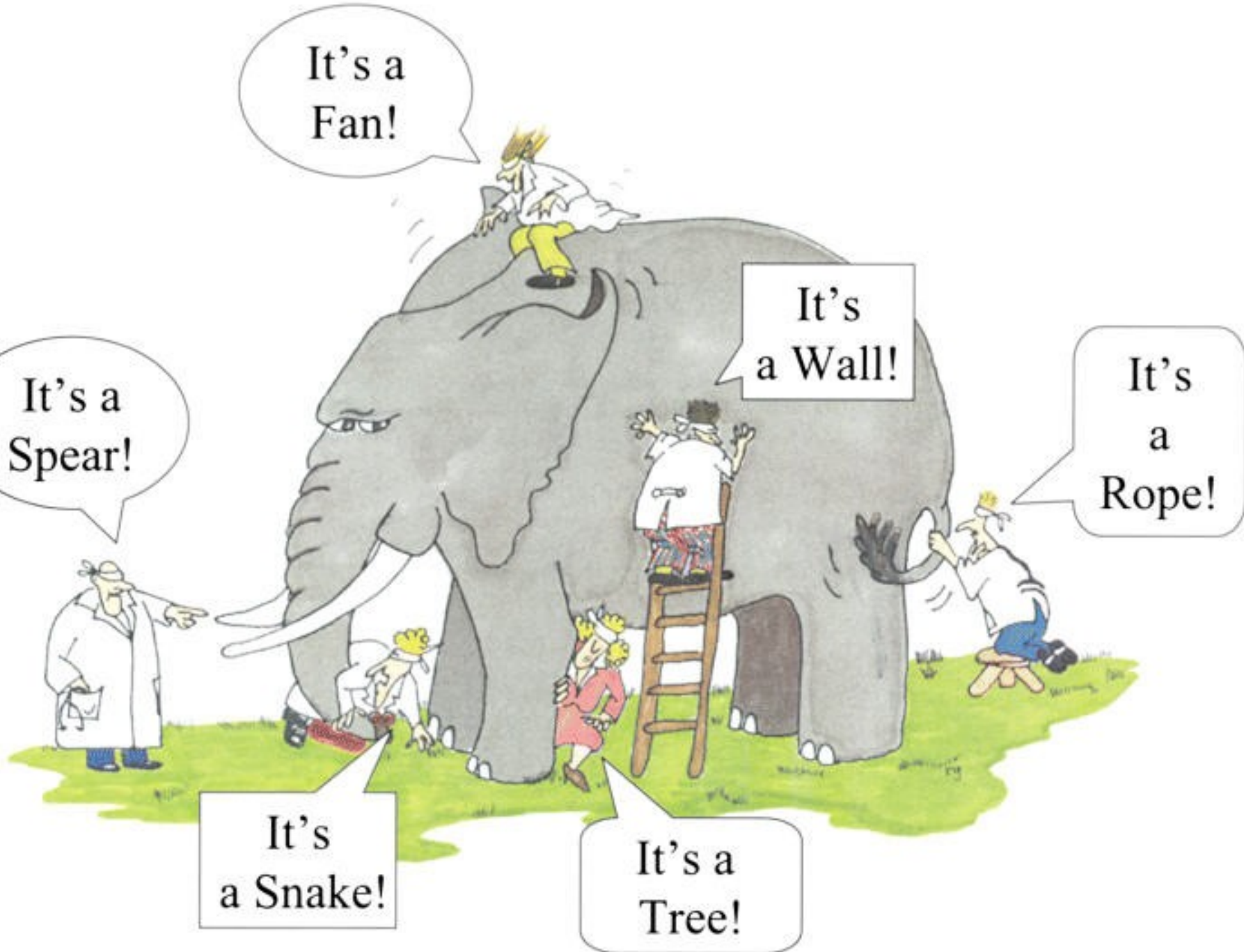
It's a Spear!

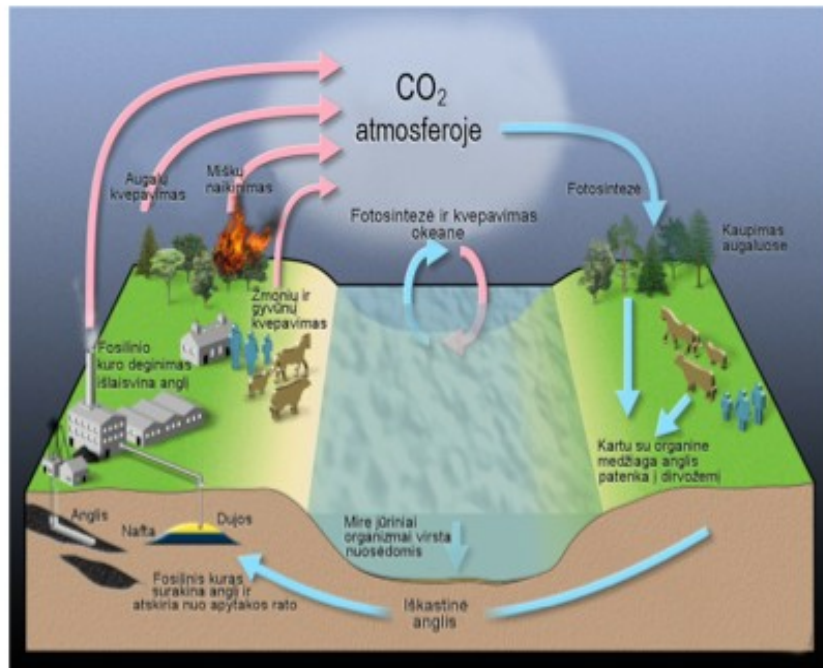
It's a Wall!

It's a Rope!

It's a Snake!

It's a Tree!





Pav. 3. CO₂ apytakos ratas.



Pav. 4. Seniausias žinomas placentinis žinduolis, rekonstruotas iš surastos žandikaulio dalies, buvo žiurkės dydžio ir gyveno dinosaурų šešėlyje.

