

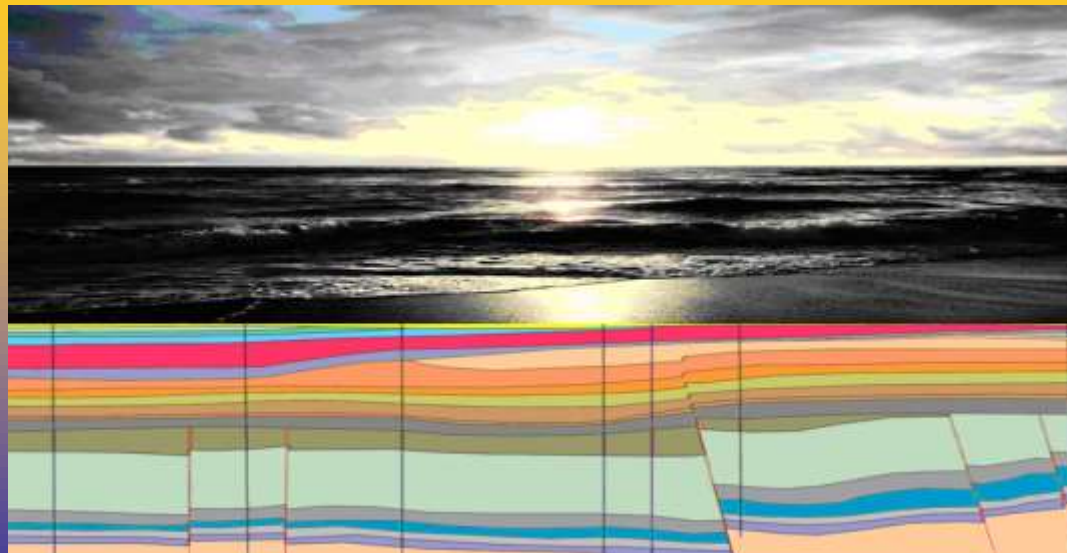
Klaipėda- 2022.06.03

Klaipėdos geoterminė jėgainė – išmoktos pamokos ir perspektyvos

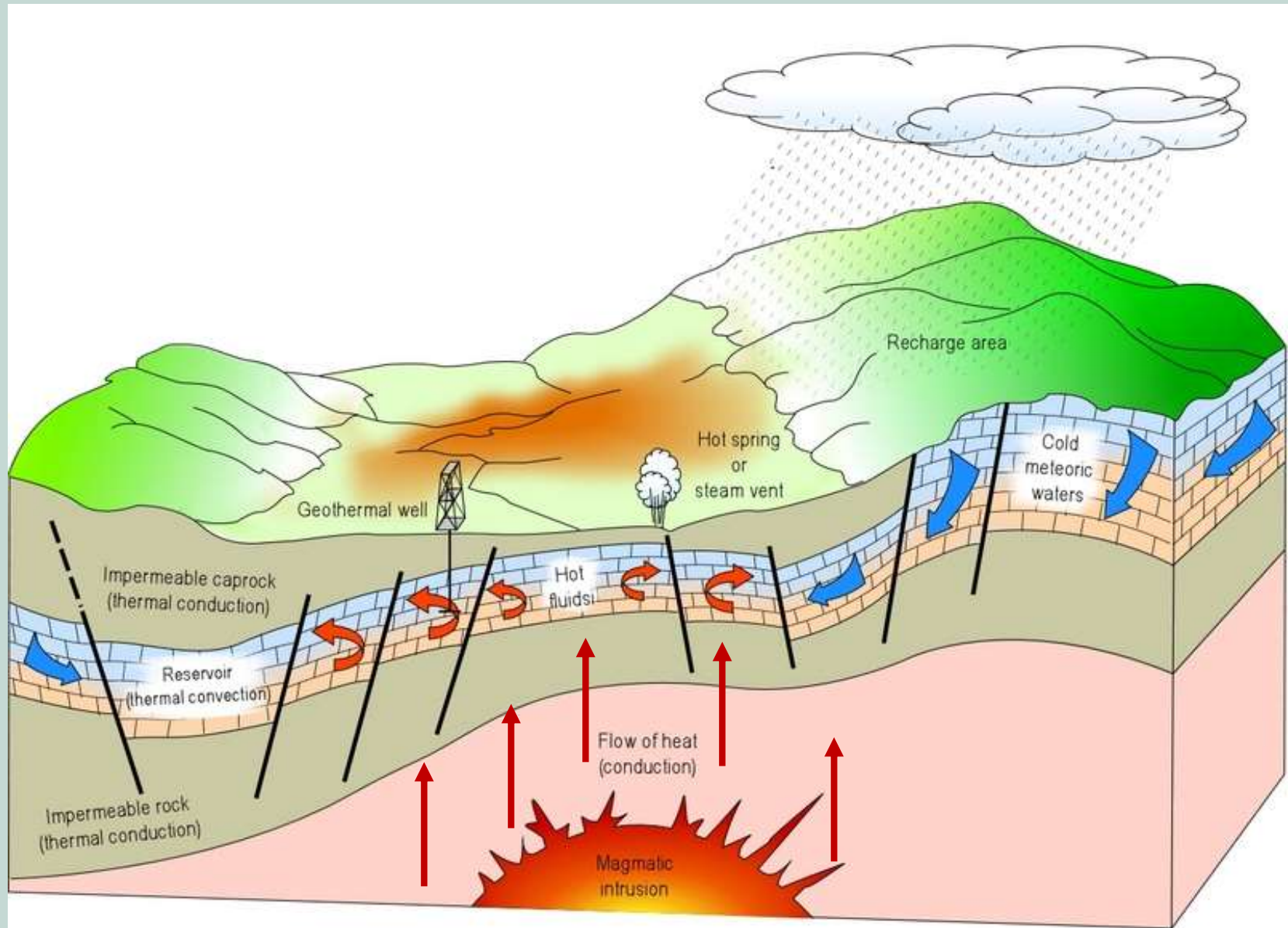


Saulius Šliaupa
Feliksas Zinevičius

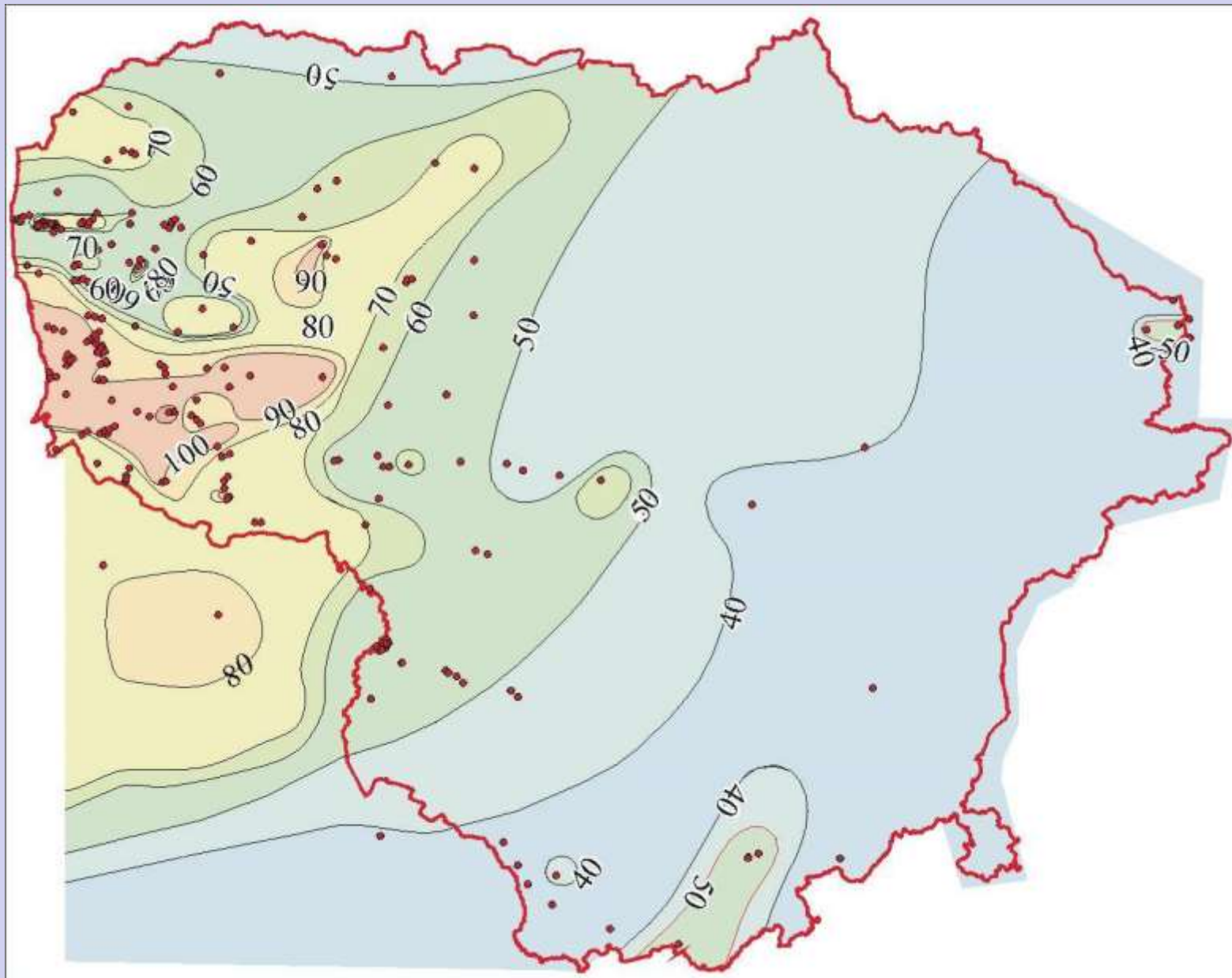
Lietuvos geotermijos asociacija

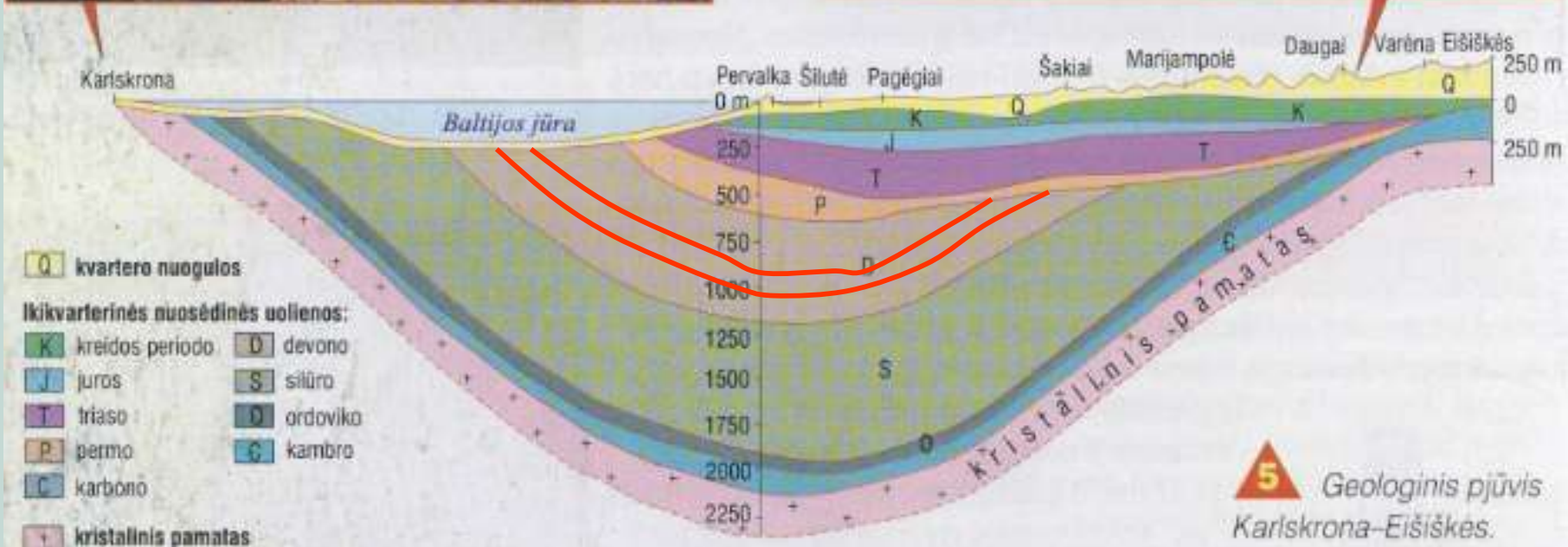


Karštų mineralinių versmių vulkaninėse srityse geologinė schema (Islandija, Japonija, Kalifornija ir kt.)

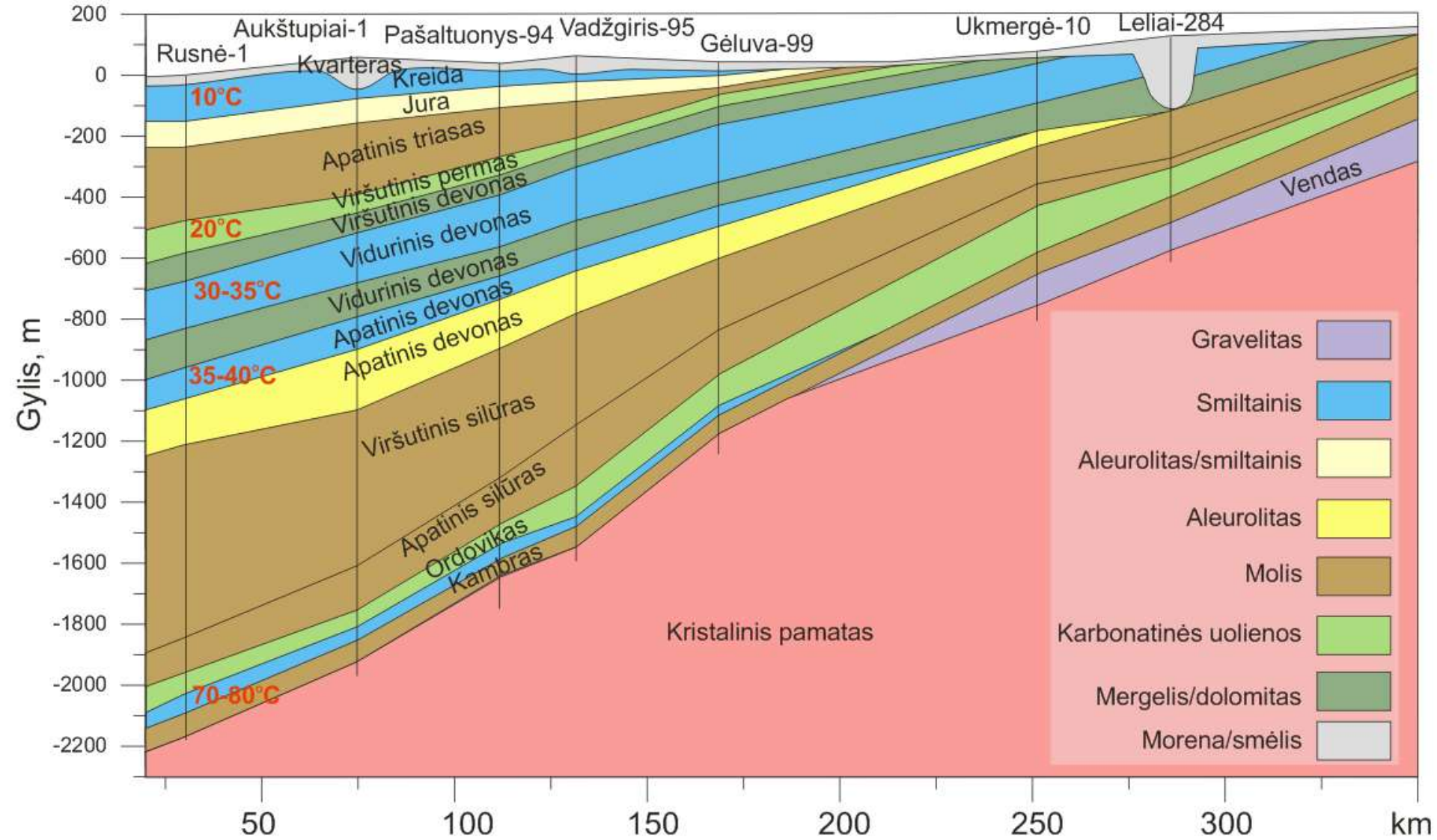


Lietuvos šilumos srauto žemėlapis (mW/m^2)



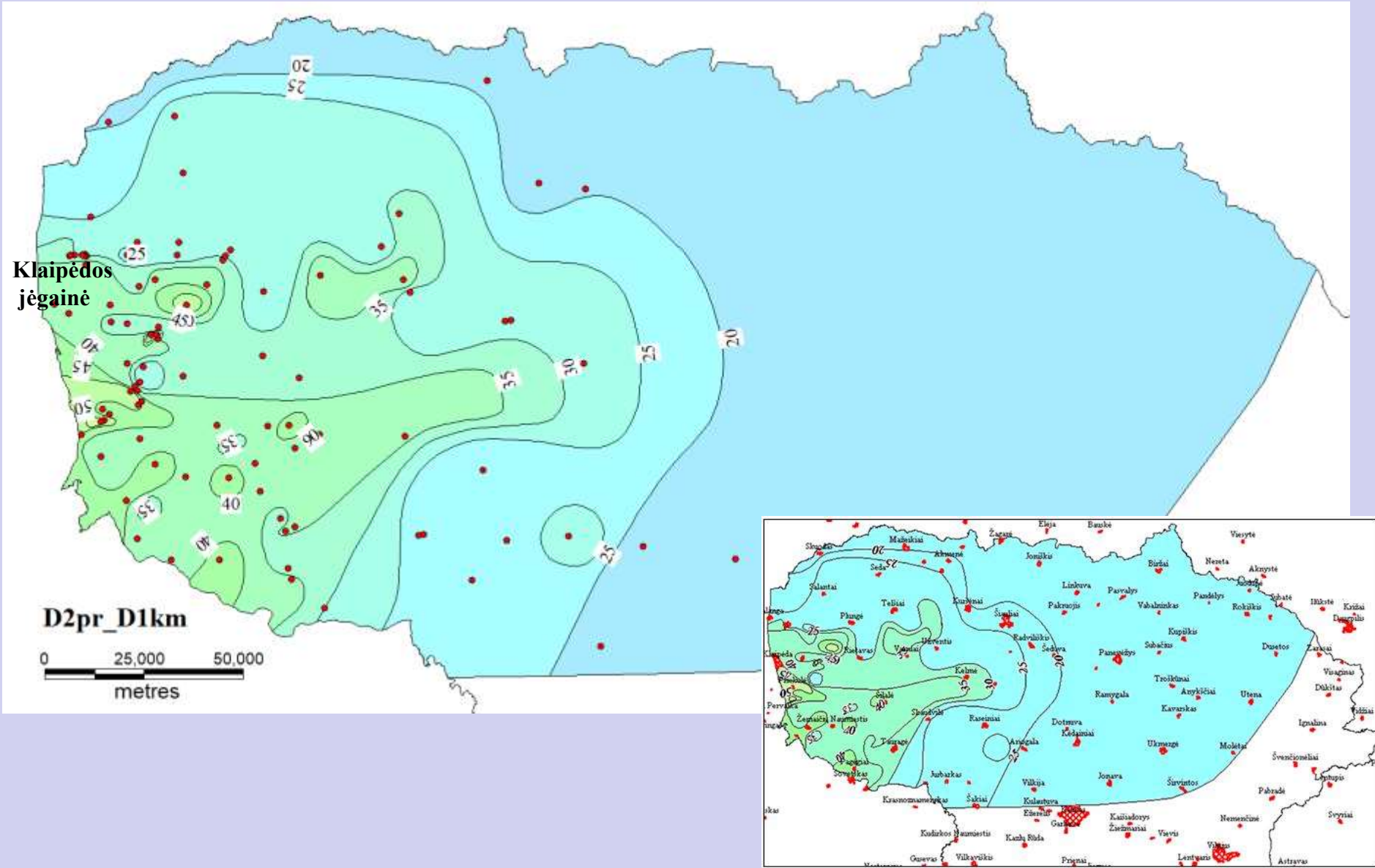


Baltijos reģiona ģeoloģiskais pjūvis. Nuosēdos klostēsi apie 600 mln.m. Raudonai paryškintas D1 ģeoterminis slūksnis

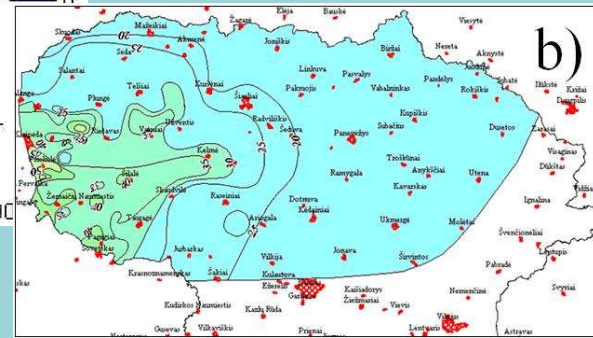
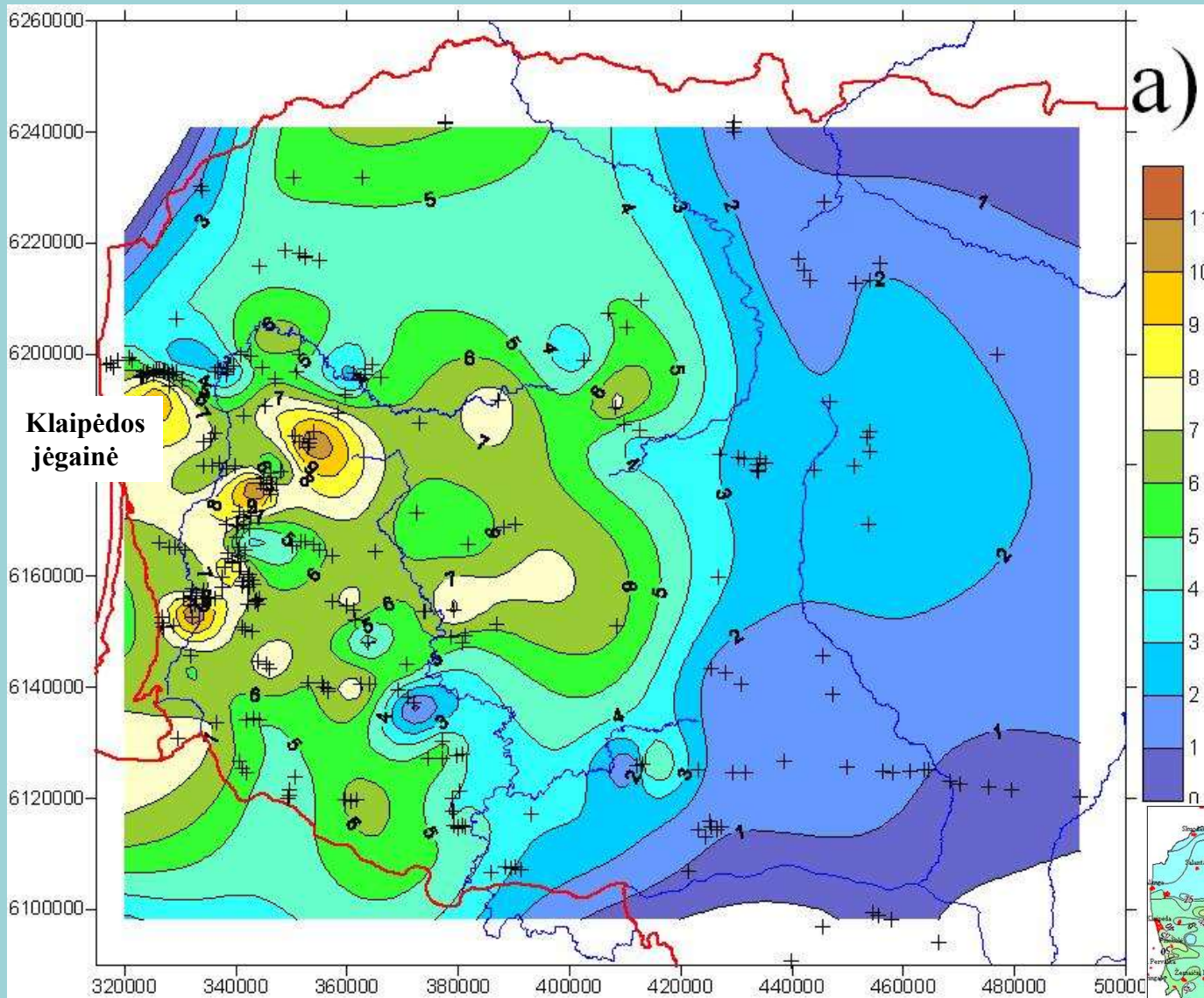


Pernu-Kemerių vandeningo horizonto temperatūrų žemėlapis

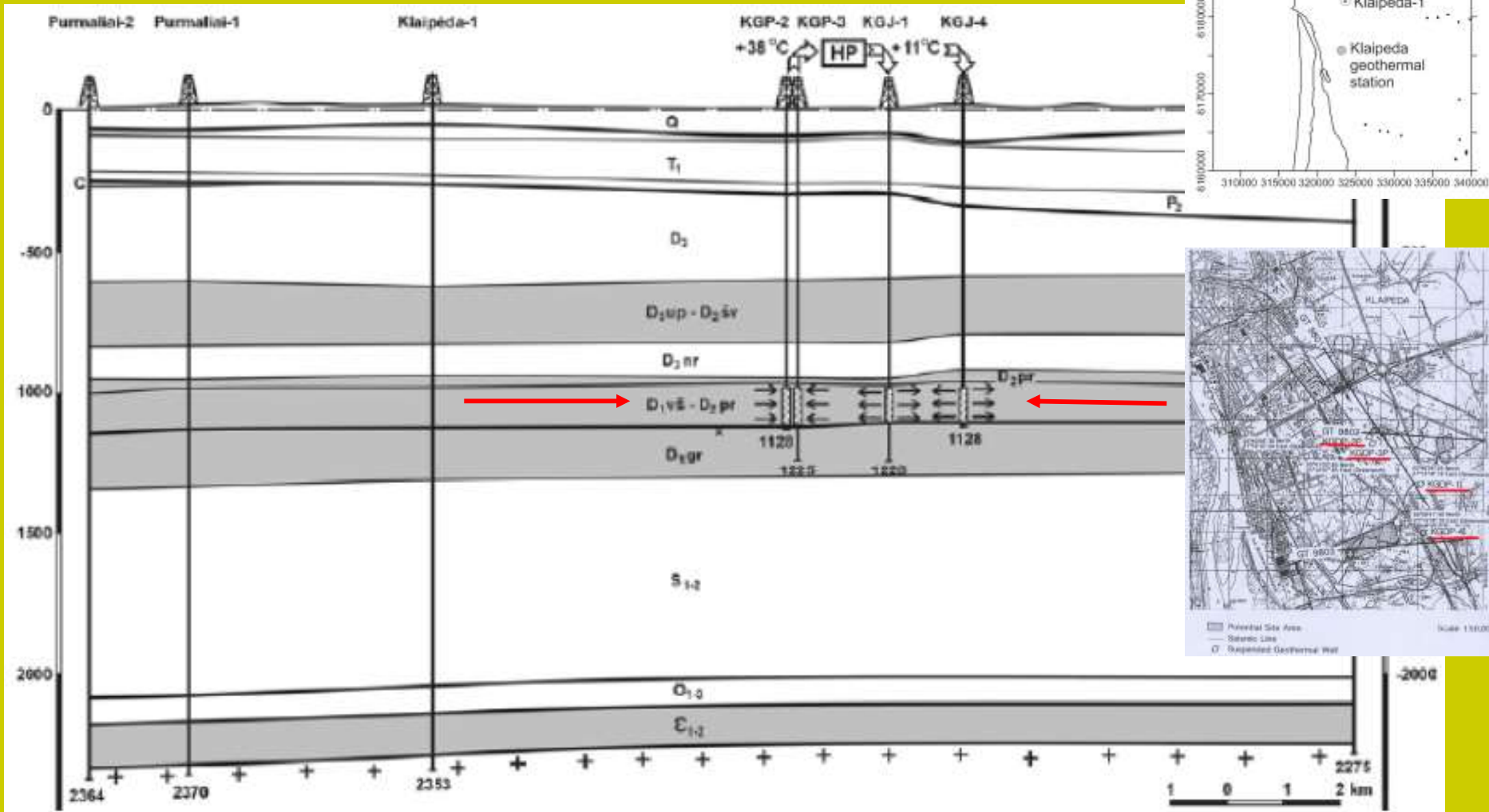
D1km geoterminio sluoksnio šilumos srautas (oC)



Vienam šulinių dupletui (išganamam ir injekciniam) apskaičiuotas vandeningasis sluoksnis (šilumos energija MW)

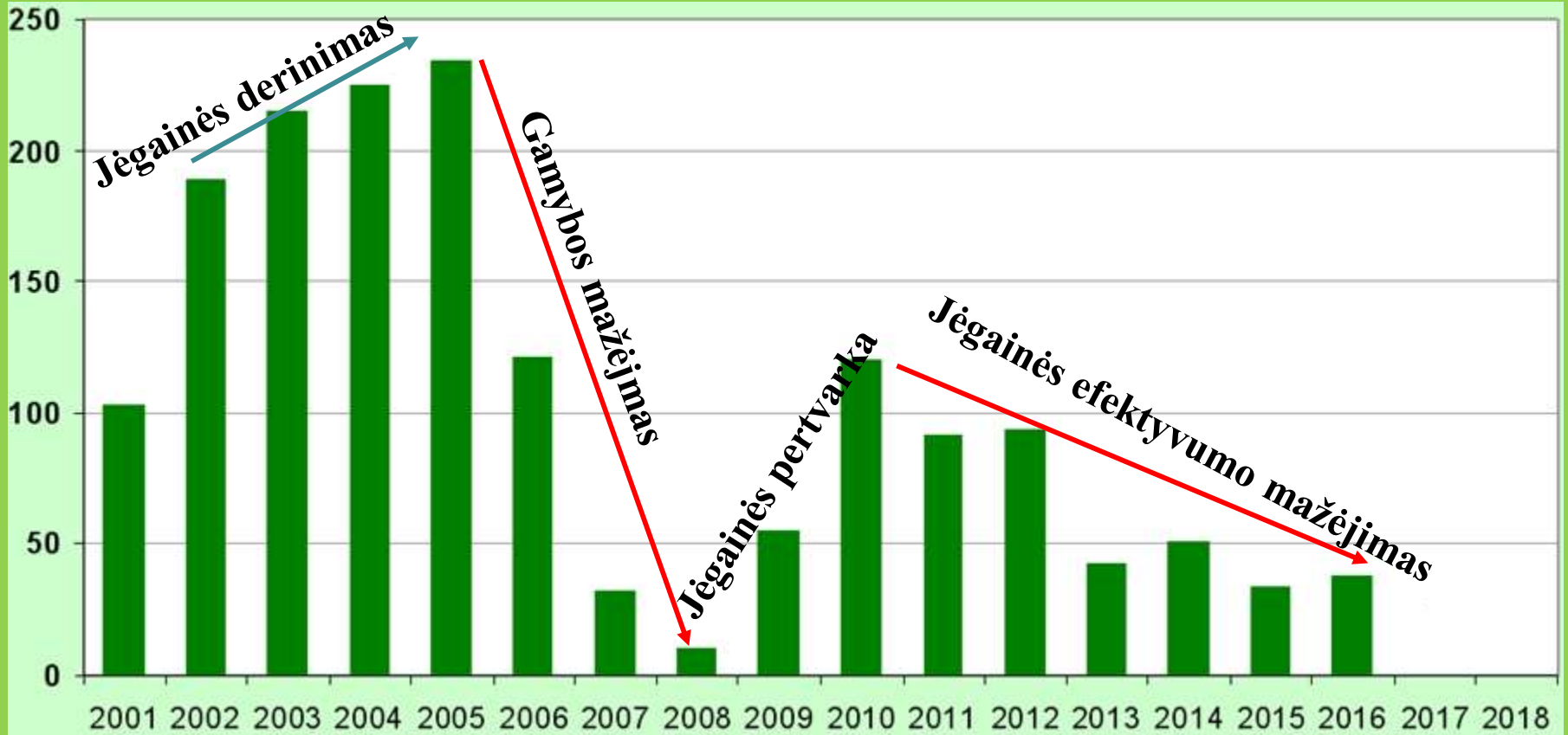


Klaipėdos elektrinė. Bendras geoterminės ėgainės projektinis pajėgumas – 49 MW, iš kurių 20 MW šilumos gaunama iš geoterminio vandens ir 28 MW –iš vandens katilų karšto vandens. Jėgainė baigta statyti 2001 m., o 2004 m. valstybinės komisijos pripažinta tinkama gaminti šilumą 35 MW galia



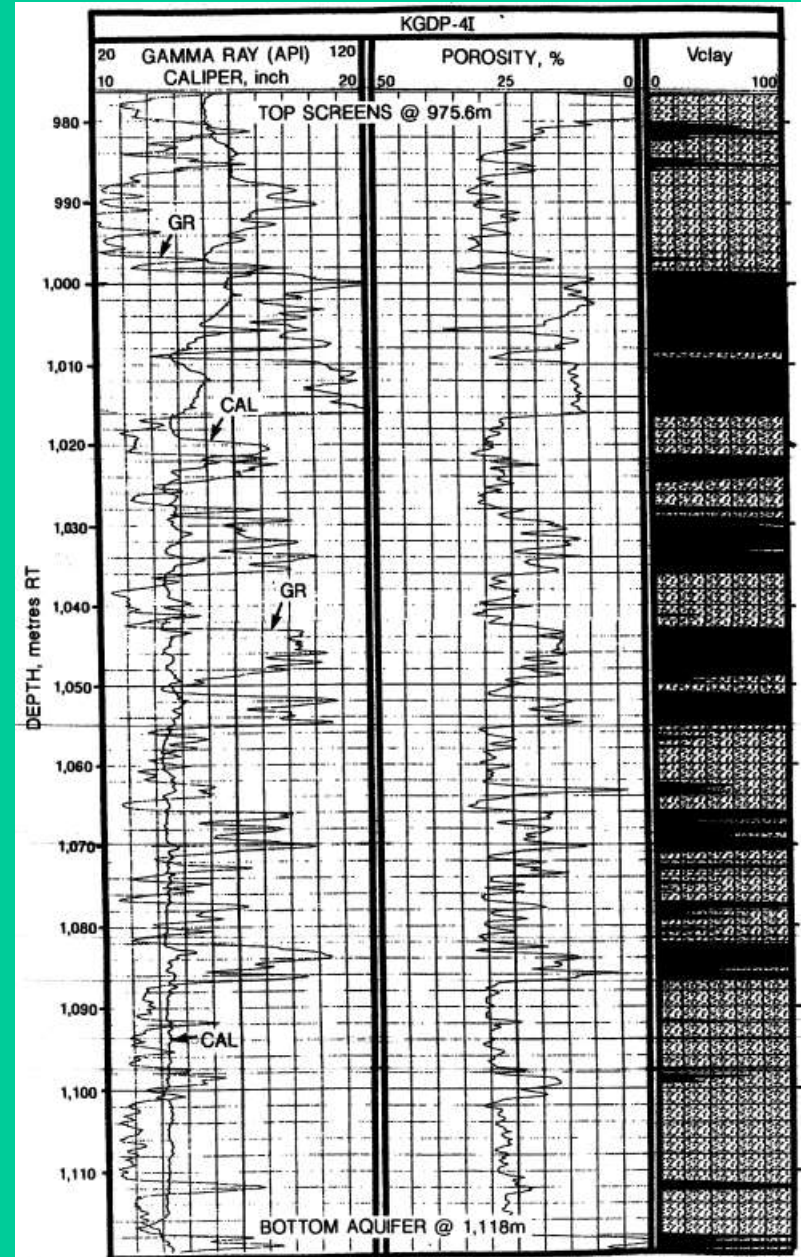
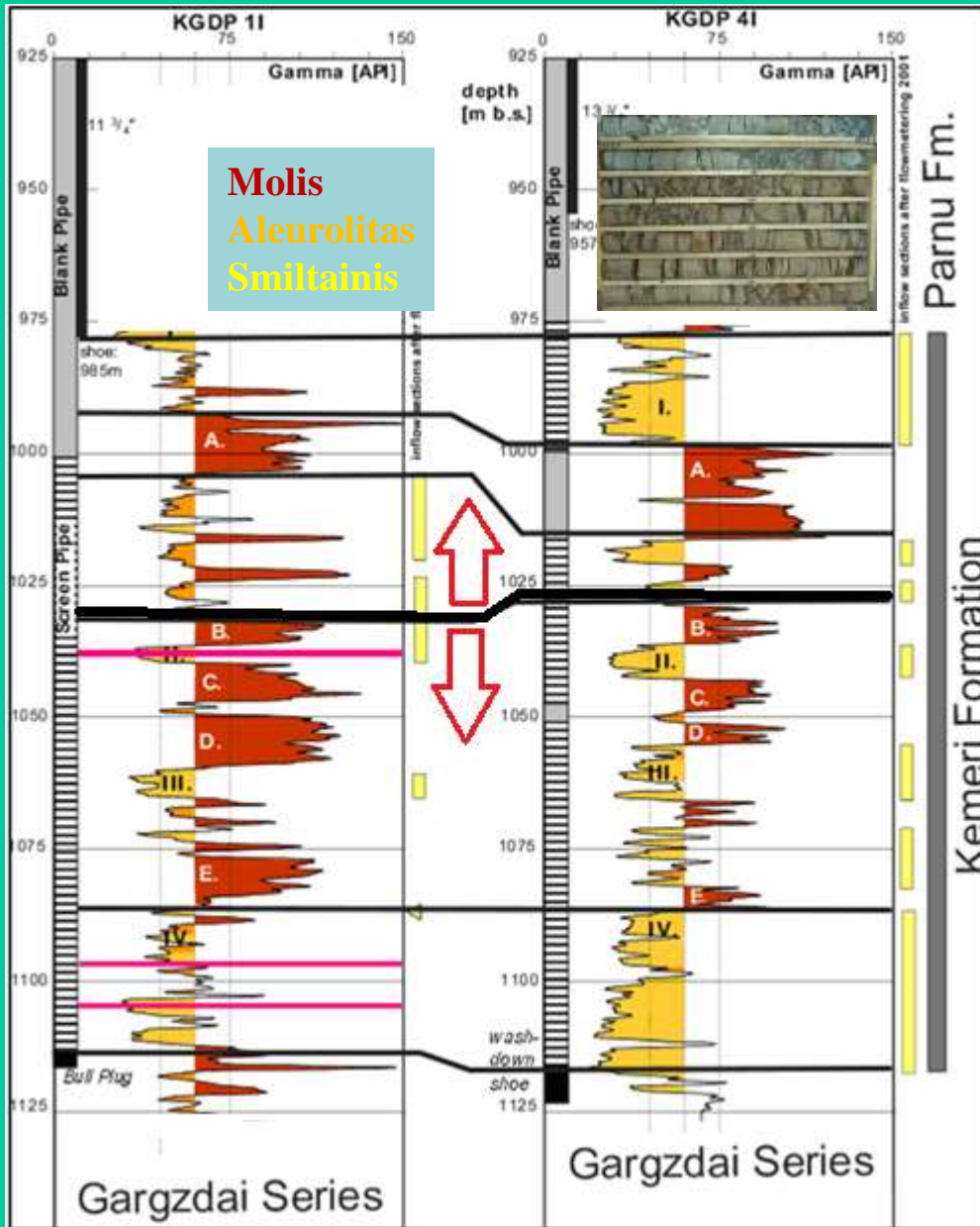
2001-2016 metų šilumos gamybos istorija Klaipėdos jėgainėje

GWh



Gamybos mažėjimo priežastys

- Vandeningasis sluoksnis ribotas (sluoksniuotas)
- Molio ir smulkiausių dalelių pernešimas
- Filtras – prasta konstrukcija
- Fe-hidroksidų arba sulfido iškritimas sluoksnyje užkemša filtrą (mikrobų aktyvumas, cheminės reakcijos,)

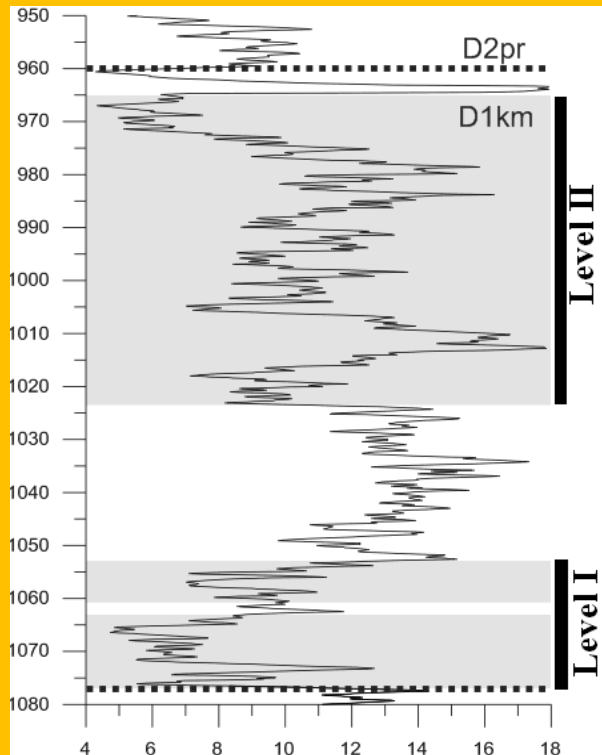


Klaipėdos gręžinių produktyvumas ir injekcijos pagal gręžinių bandymo duomenis (Radeckas, Lukoševičius, 2000). Produktyvumas 2002 metais. Labai skirtingas užterštas sluoksnis (%)

Well	Productivity ¹ , m ³ /h/bar	Flow efficiency ² , %
KGDP – 1I	14	56
KGDP – 2P	26	52
KBDP – 3P	47	94
KGDP – 4I ³	49.2	76

Characteristic	Injection Well 1I	Injection Well 4I	Production Well 2P
Porosity	26%	-	-
Permeability	4 D Labai didelis!	-	-
Total reservoir thickness [m]	112	111	94
<u>Injectivity 2002</u> [m ³ /h/bar]	0.2 5.7 (160 m ³ /h, 28 bar)	3.4 30.9 (266 m ³ /h, 9 bar)	-
<u>Injectivity 2015</u> [m ³ /h/bar]	0.03 1.3 (51 m ³ /h, 39 bar)	0.02 1.1 (46 m ³ /h, 42 bar)	-
Productivity 2012-2014 [m ³ /h/bar]	36 – 44 (~50 m ³ /h, ~1 bar)	27 – 35 (~50 m ³ /h, ~1 bar)	20 – 35 (~300 m ³ /h, 2 bar)
Productivity calculated [m ³ /h/bar]	60	60	60

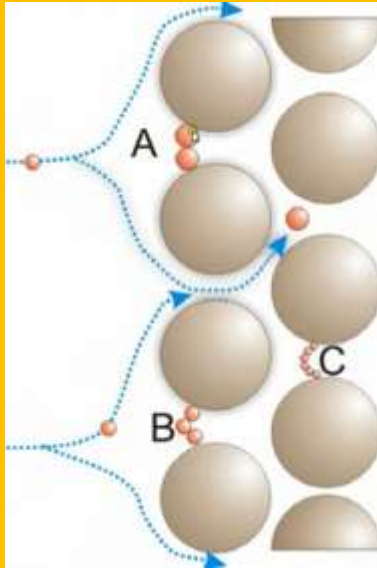
Vilkyčių telkinys (naftos) palyginimui



Apatinis ir viršutinis kompleksai

Parameters	Results
Water density	1.043
Pressure	10.9 (1065 m)
well Vilkyčiai-3, level I, depth 1050-1074 m	
Productivity k_{ef} , m ³ /h/at	33.64
Hydraulic conductivity k^*h/M , mkm ² *cm/MPa*s	11872
Permeability k , mDd	4950
Injectivity, m ³ /h/at	0.76
well Vilkyčiai-3, level II, depth 946-1029 m	
Productivity k_{ef} , m ³ /h/at	51.1
Hydraulic conductivity k^*h/M , mkm ² *cm/MPa*s	18033
Permeability k , mD	2280
Injectivity, m ³ /h/at	0.86
well Vilkyčiai-5, level I, depth 1053-1077 m	
Productivity k_{ef} , m ³ /h/at	29.4
Hydraulic conductivity k^*h/M , mkm ² *cm/MPa*s	10391
Permeability k , mD	4720
Injectivity, m ³ /h/at	0.81
well Vilkyčiai-5, level II, depth 965-1024 m	
Productivity k_{ef} , m ³ /h/at	40
Hydraulic conductivity k^*h/M , mkm ² *cm/MPa*s	14118
Permeability k , mD	2206
Injectivity, m ³ /h/at	1.17

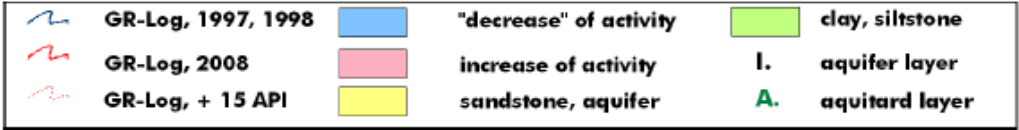
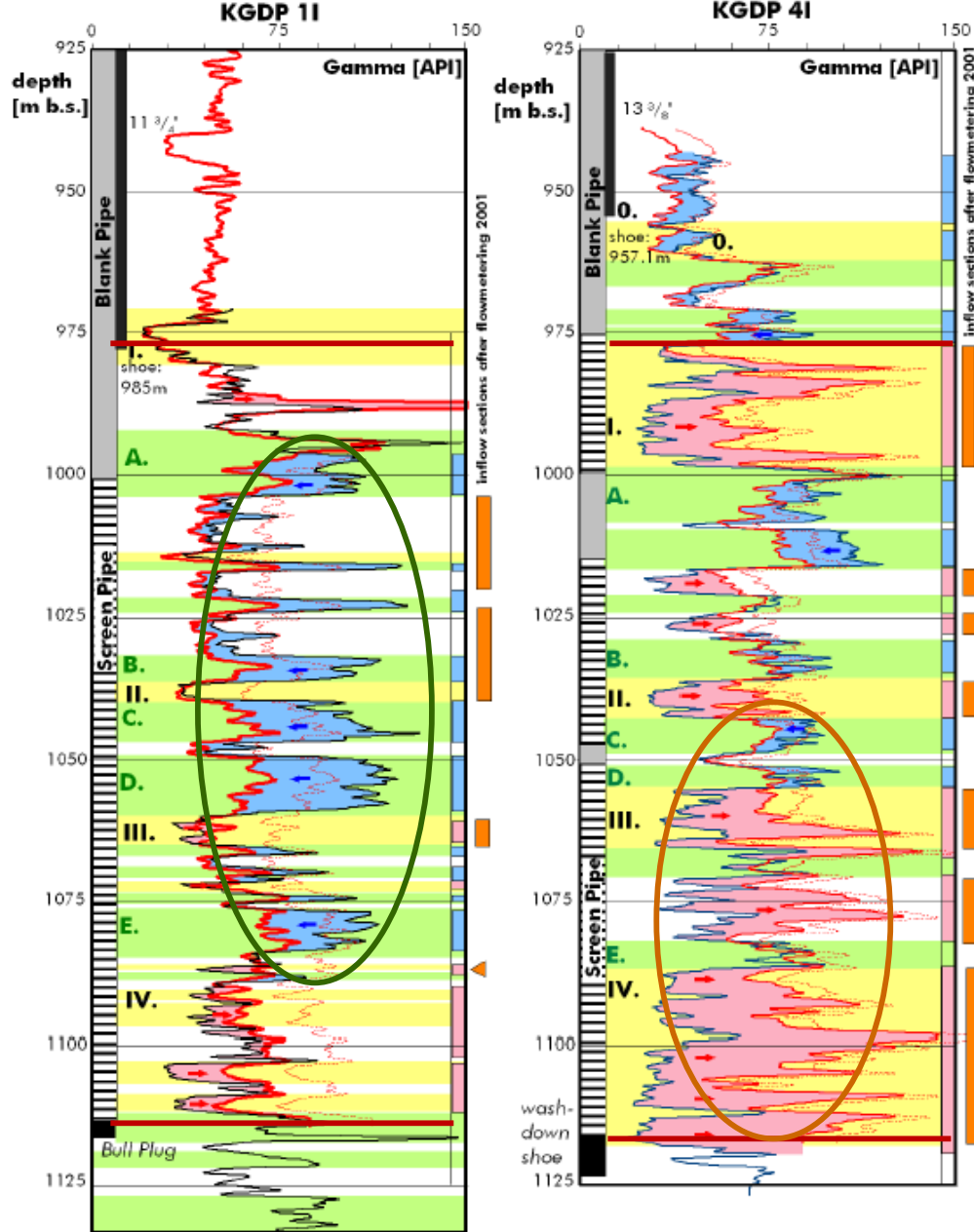
Vandens šulinių užkimšimo priežastys (smulkios ir labai smulkios)



Fizinis
Cheminė medžiaga
Biologinis

Priežastys

- **Vandeningasis sluoksnis ribotas (sluoksniuotas)**
- **Molio ir smulkiausių dalelių pernešimas**
- **Filtru prastos konstrukcijos**
- Fe-hidroksidų arba sulfido iškritimas sluoksnyje užkemša filtrą (mikrobų aktyvumas, cheminės reakcijos,)



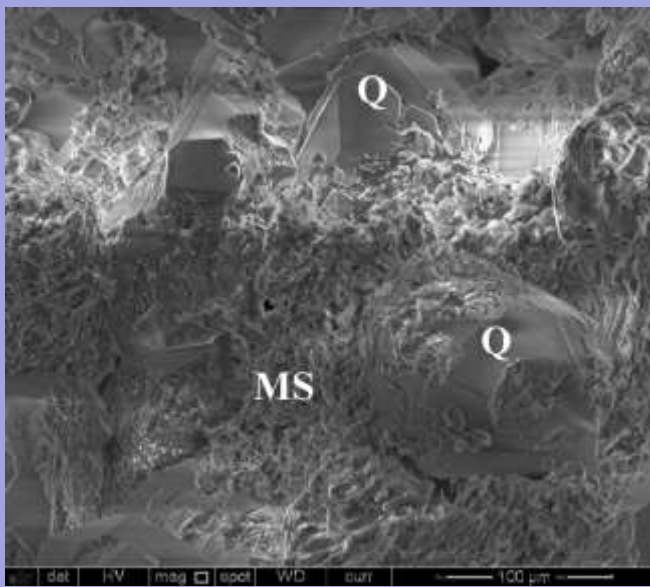
Molio dalelių migracija sluoksniuose

KGDP 1I

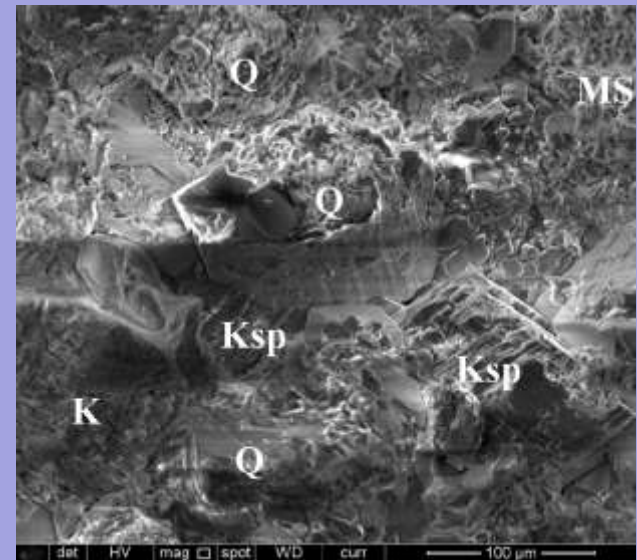
Molingi sluoksniai buvo dalinai išplauti, smėlingi sluoksniai yra be pakeitimų (išskyrus pačius apatinius sluoksnius).

KGDP 4I

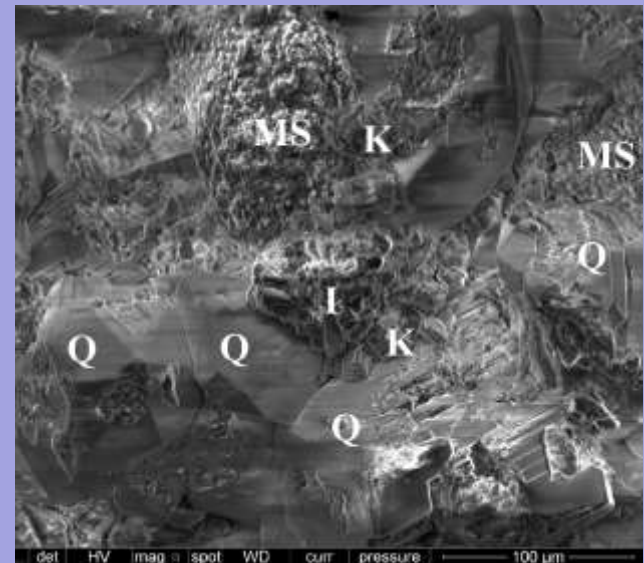
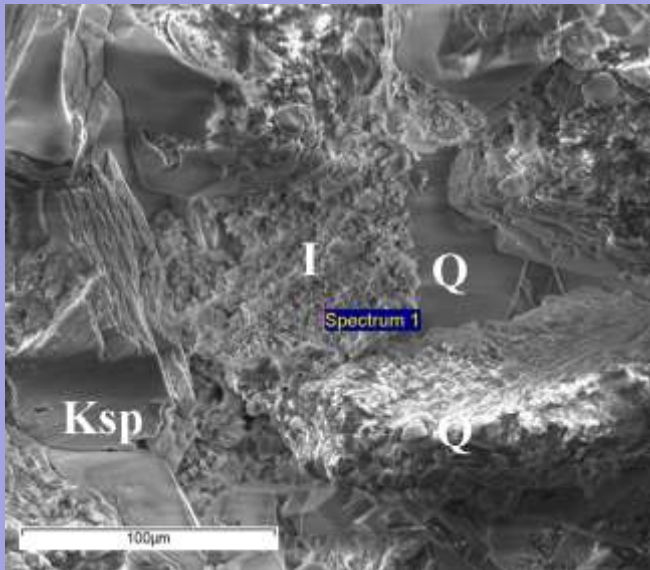
Viršutinėje dalyje molingi sluoksniai dalinai išplauti (bet nepaveikti apatiniai molio sluoksniai), tačiau smėlingi sluoksniai buvo labai užteršti molingomis dalelėmis, ypatingai apatinėje dalyje



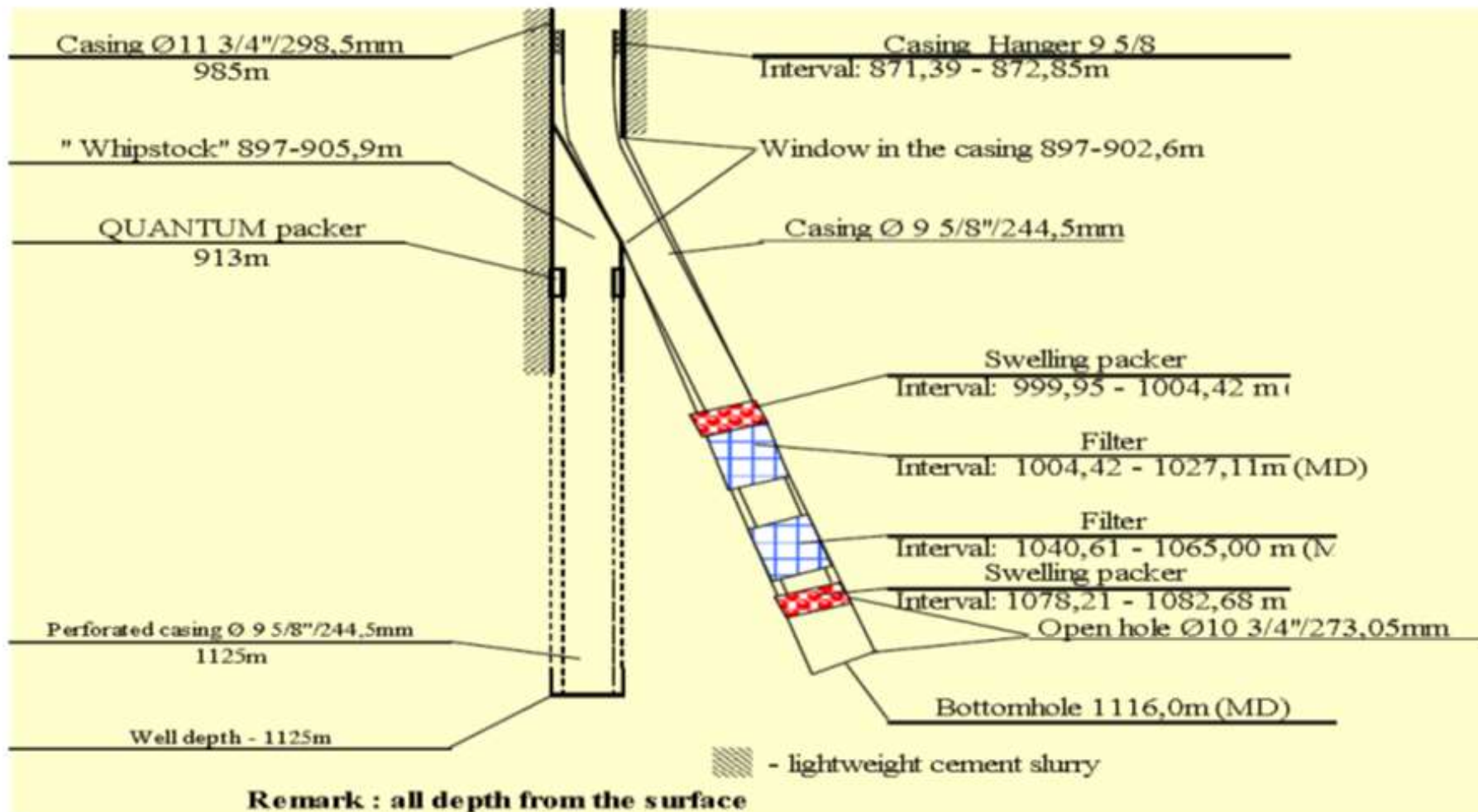
SEM mikroskopija



Kvarco (Q) ir lauko špato (Fsp) grūdeliai. Sluoksnis labai užerštas skiediniu (MS) (KGDP4I)

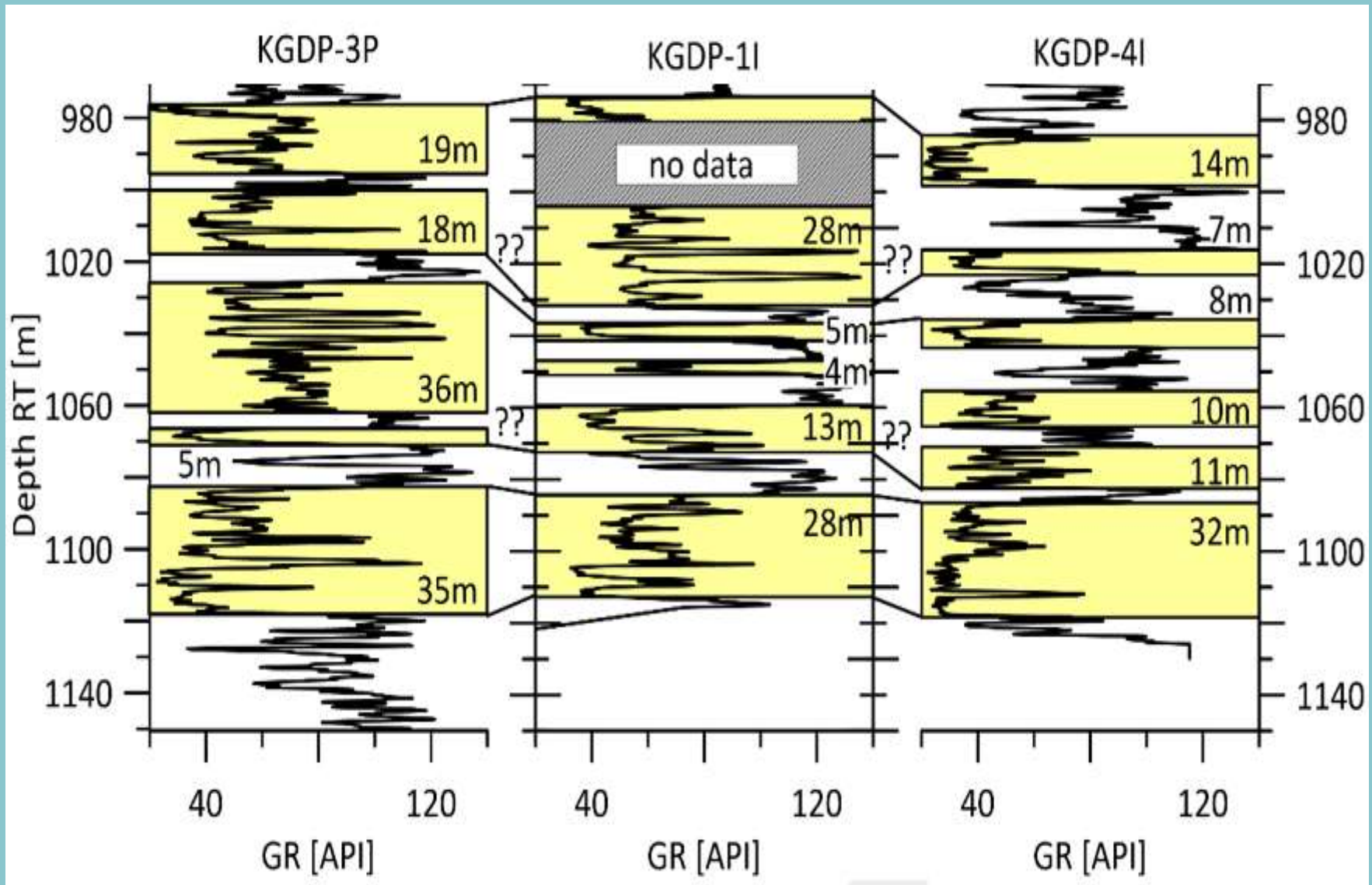


Molio priemaiša sluoksniuose (ilitas I, kaolinas K, molio skiedinys; kvarcas Q)

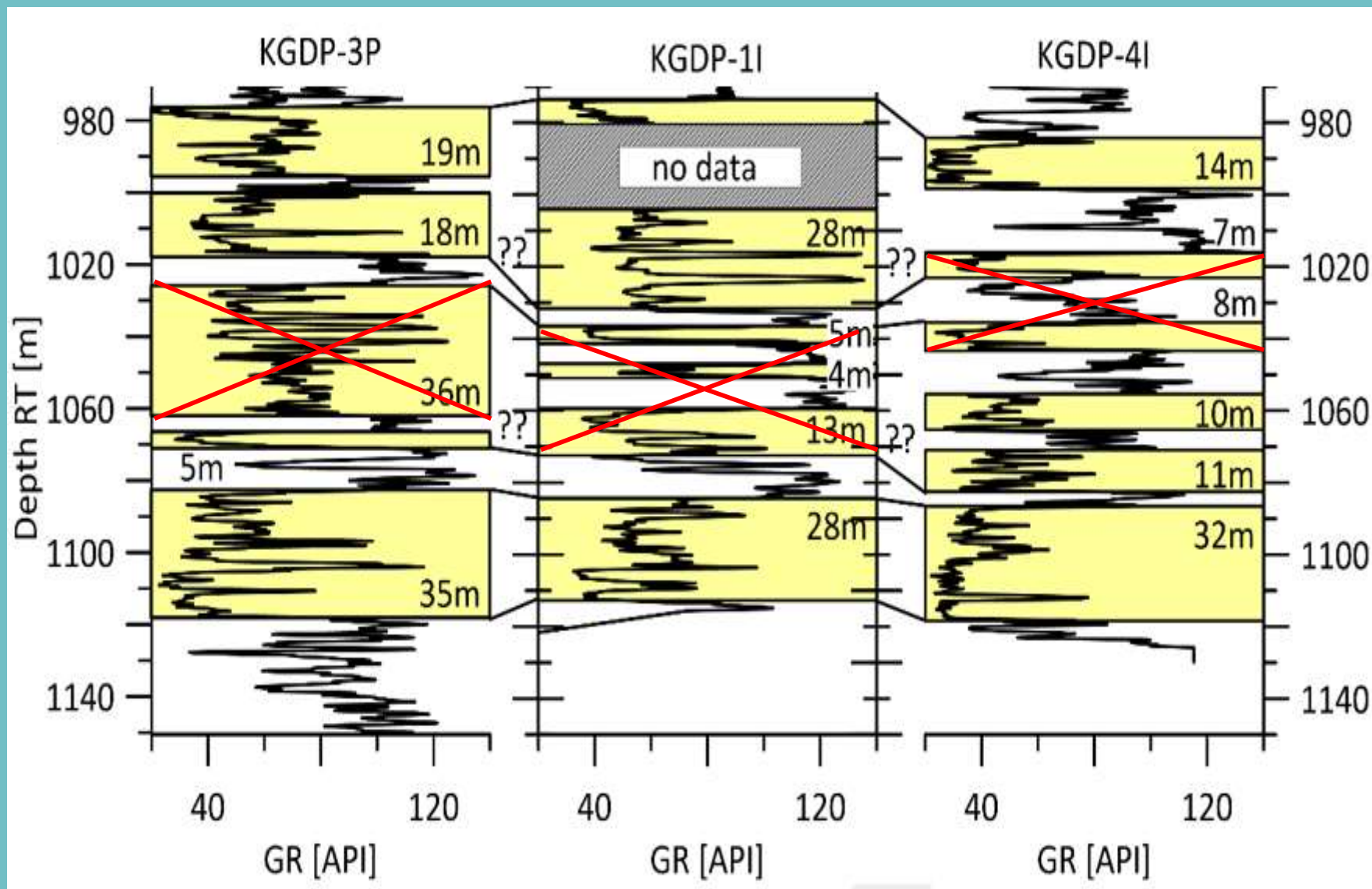


Injekcinis gręžinys KGDP-1Ia nebuvo sėkmingas, greičiausiai storas *skin* sluoksnis (storas skiedinio sluoksnis)

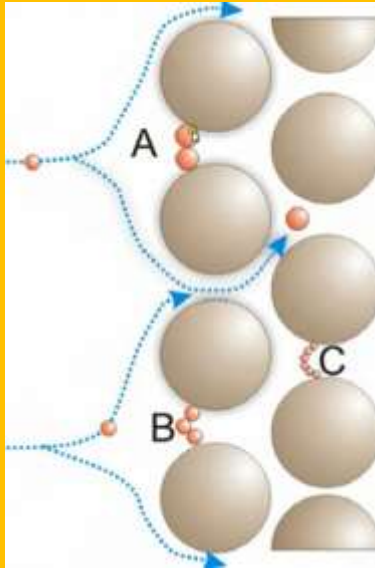
Klaipėdos geoterminė jėgainė, **sluoksniuota** struktūra.
Architektūra labai sudėtinga, greičiausiai susijusi su deltų kompleksu



Vengti sudėtingų tarp sluoksnių, naudoti maksimum du pagrindinius sluoksnius. Tai mažina gręžinių filtrų užkimšimą. Pamokos naujam gręžimui



Vandens šulinių užkimšimo priežastys (smulkios ir labai smulkios)



Fizinis
Cheminė medžiaga
Biologinis

Priežastys

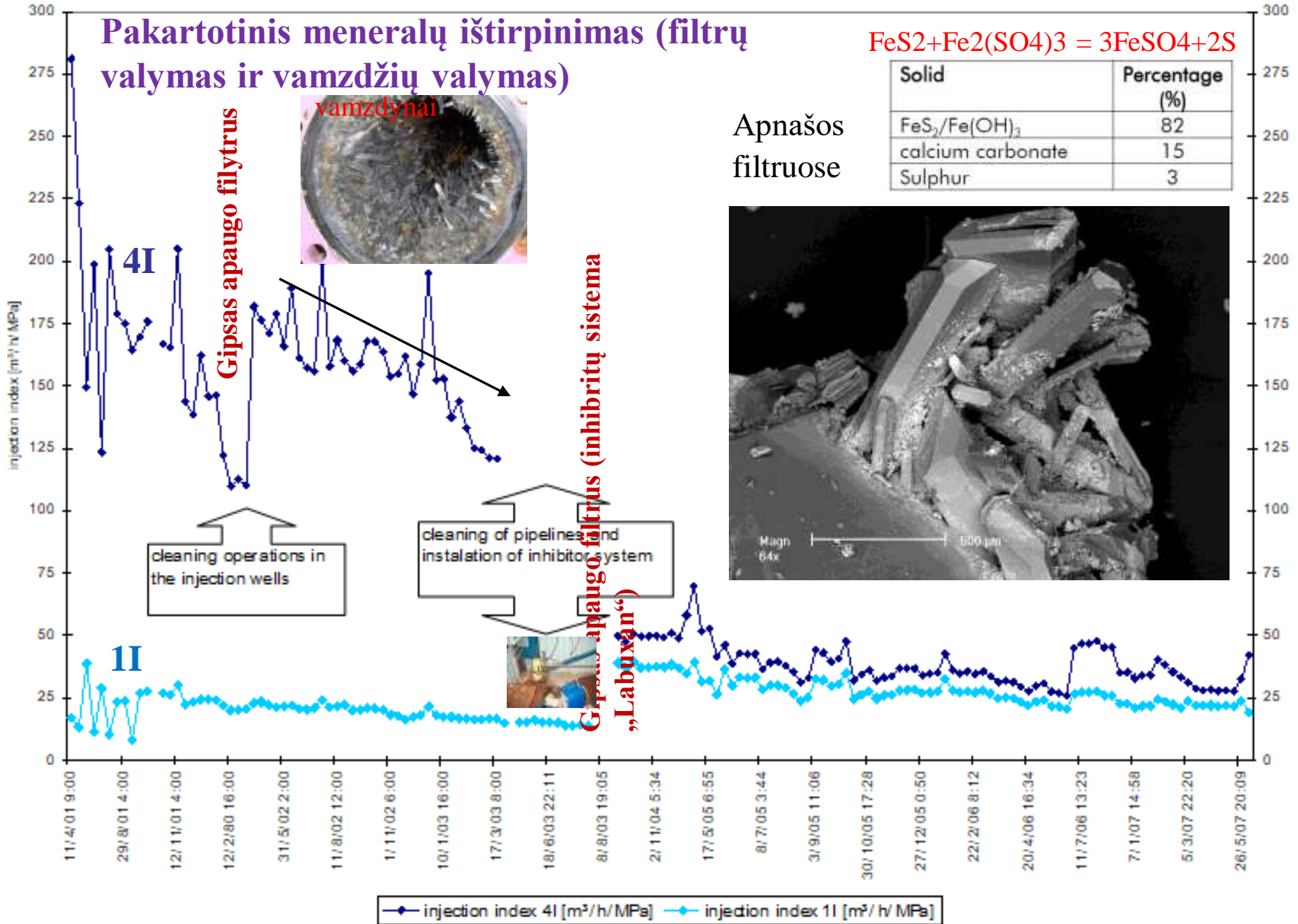
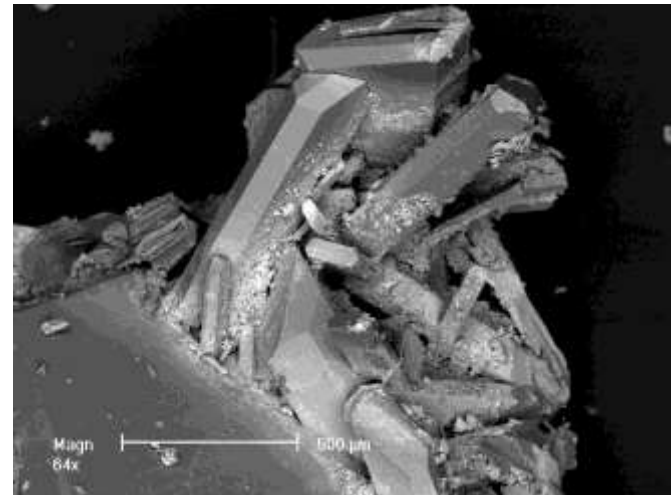
- Vandeningasis sluoksnis ribotas (sluoksniuotas)
- Molio ir smulkiausių dalelių pernešimas
- Filtras prastos konstrukcijos
- **Fe-hidroksidų ir sulfatų iškritimas sluoksnyje užkemša filtrą (cheminės reakcijos)**
- Fe-hidroksidų, sulfatų, sulfidų iškritimas sluoksnyje užkemša filtrą (cheminės reakcijos, mikrobu aktyvumas)

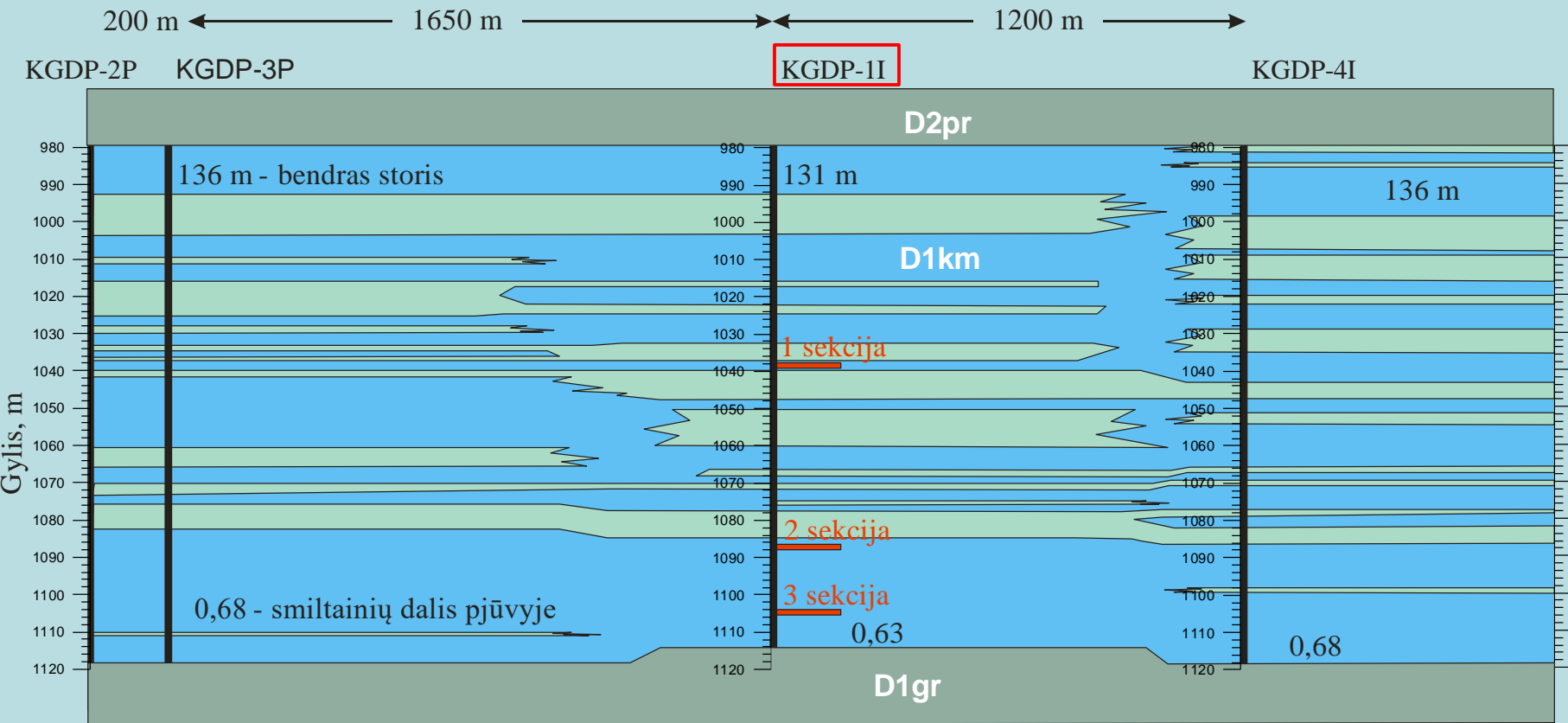
Pakartotinis mineralų ištirpinimas (filtrų valymas ir vamzdžių valymas)



Solid	Percentage (%)
FeS ₂ /Fe(OH) ₃	82
calcium carbonate	15
Sulphur	3

Apnašos filtruose

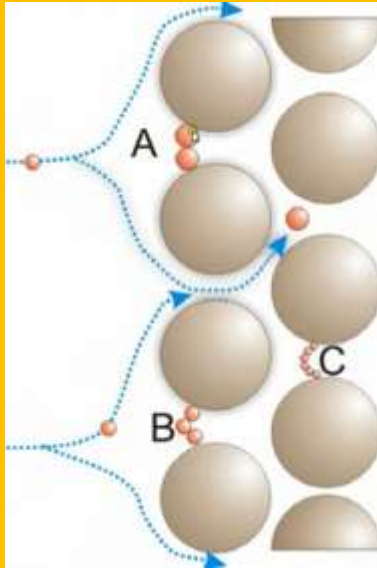




Apatinio devono Kemerių regioninio aukšto smiltainiai ir Klaipėdos jėgainės geoterminiai gręžiniai



Vandens šulinių užkimšimo priežastys (smulkios ir labai smulkios)

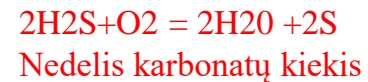


Fizinis
Cheminė medžiaga
Biologinis

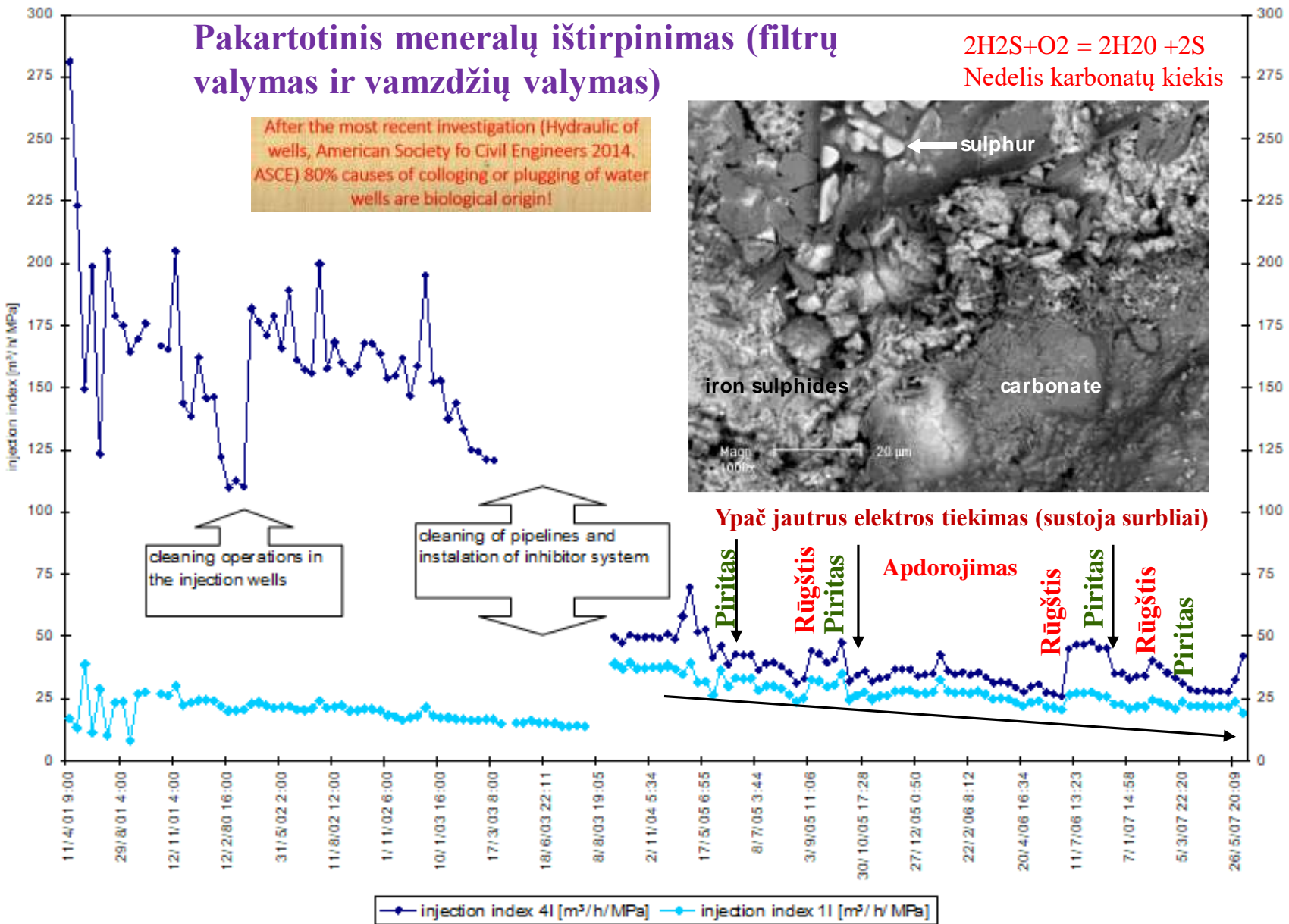
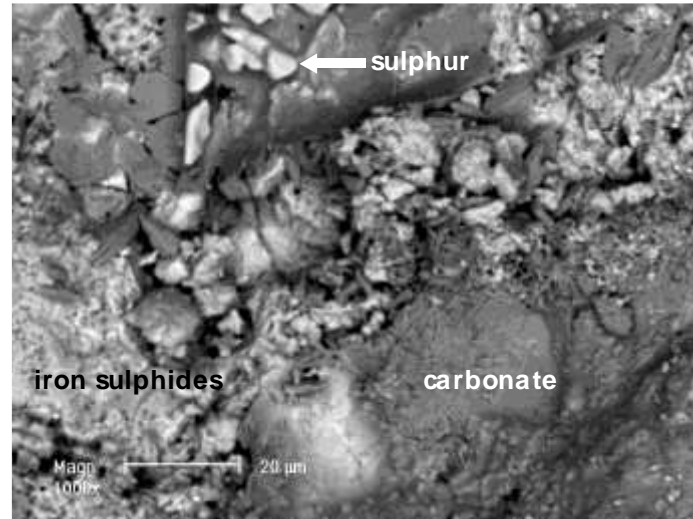
Priežastys

- Vandeningasis sluoksnis ribotas (sluoksniuotas)
- Molio ir smulkiausių dalelių pernešimas
- Filtras prastos konstrukcijos
- Fe-hidroksidų, sulfatų, sulfidų iškritimas sluoksnyje užkemša filtrą (cheminės reakcijos)
- Sulfidų iškritimas sluoksnyje užkemša filtrą (mikrobu aktyvumas)

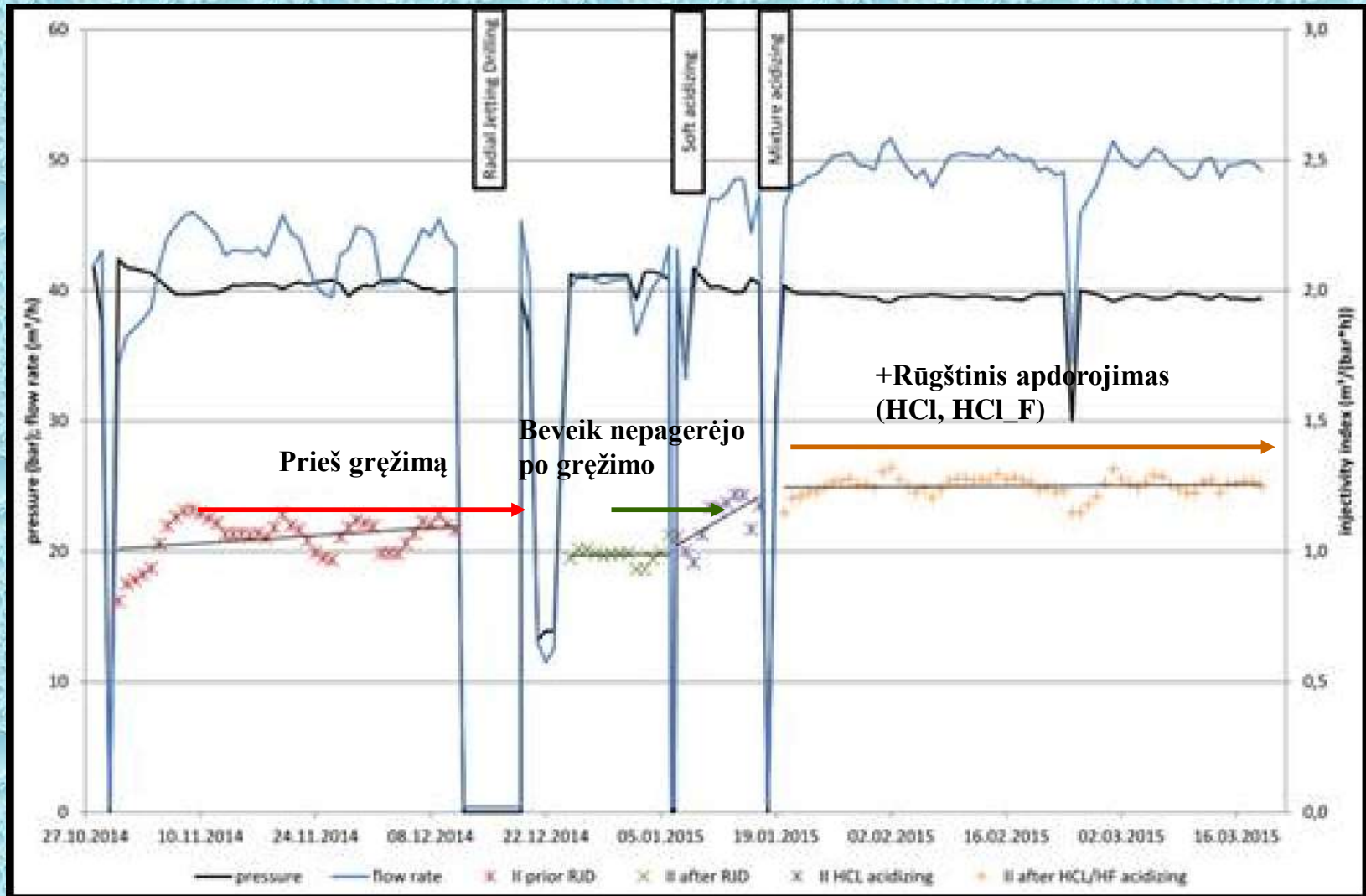
Pakartotinis mineralų ištirpinimas (filtrų valymas ir vamzdžių valymas)



After the most recent investigation (Hydraulic of wells, American Society fo Civil Engineers 2014, ASCE) 80% causes of colloging or plugging of water wells are biological origin!



Klaipėda 1I



Po 12 spindulinio gręžimo gręžinių (ilgis ~40 m, 3 sekcijos) – labai mažas efektas.

Bet....

....panaudojus HCl ir HCl_F mineralų ištirpinimą pagerėjo sluoksnių poringumas

Pamokos: trumpinti spindulių ilgį (apie 15 m), bet pagausinti sekcijų kiekį

Siūlomas sprendimas

- **Dar vienas gręžinys**
- **Filtrų perforacija, pakartotinis valymas**
- **Inhibitorius, rūgštingumas, deguonies praleidimas,.....**