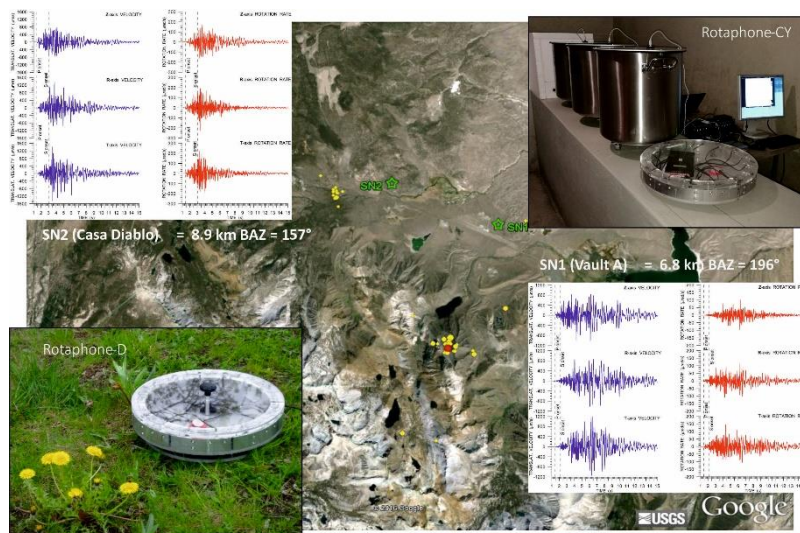


Seznam publikací a výsledků oddělení za 2015-2020 List of publications and results 2015-2020

Šestisložkový seismický senzor Rotaphone / Six-component seismic sensor Rotaphone

US Patent (2020), Translational rotational movement Long Valley Caldera, Ca USA



Publikace/Publication:

Brokešová J., Málek J. (2020): Comparative Measurements of Local Seismic Rotations by Three Independent Methods. *Sensors* 2020, 20(19), 5679, DOI: [10.3390/S20195679](https://doi.org/10.3390/S20195679)

Brokešová J., Málek J. (2018): Small-aperture seismic array data processing using a representation of seismograms at zero-crossing points. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 280, 53-68, DOI: [10.1016/j.pepi.2018.04.010](https://doi.org/10.1016/j.pepi.2018.04.010)

Analýza povrchových vln / Surface waves analysis

Vícesložková analýza povrchových vln odhaluje, že tenká mělká tuhá vrstva excituje vyšší módy love-wave velmi zvláštním způsobem a že nejvyšší rychlost takových vyšších módů je řízena rychlostí smykové vlny hlubších vrstev.

Multi-component analysis of surface waves reveals that a thin shallow stiff layer excites Love-wave higher modes in a very peculiar way and that the top velocity of such higher modes is controlled by the shear-wave velocity of the deeper layers.

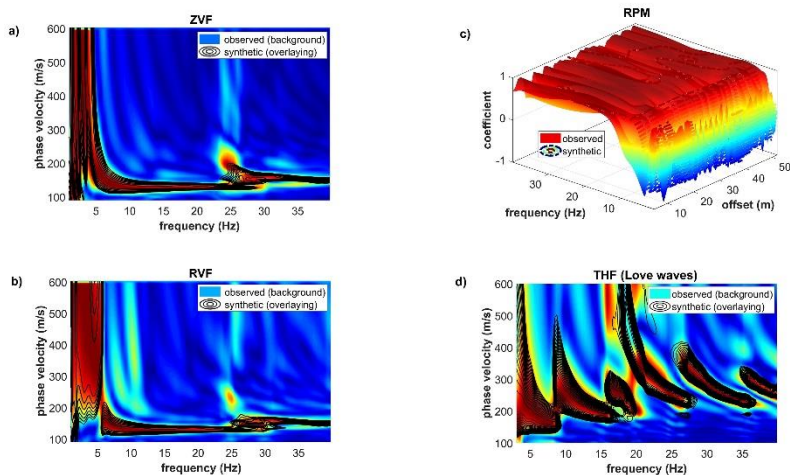


Fig.: Joint inversion of the four considered observables: phase-velocity spectra for the Z, R and T components (this latter represents the Love waves and shows the typical higher-mode excitation described in the paper) together with the RPM (Rayleigh-wave Particle Motion) frequency-offset surface.

Obr.: Společná inverze čtyř uvažovaných pozorovatelných veličin: spektra fázových rychlostí pro složky Z, R a T (tato druhá představuje Loveovy vlny a ukazuje typickou excitaci vyššího módu popsanou v článku) spolu s RPM (Rayleighova vlna Particle Motion) frekvenčně posunutý povrch.

Publication: Dal Moro G. (2020). The magnifying effect of a thin shallow stiff layer on Love waves as revealed by multi-component analysis of surface waves. *Scientific Reports* 10, 9071 (2020), DOI: [10.1038/s41598-020-66070-1](https://doi.org/10.1038/s41598-020-66070-1)

Stabilita houpacích kamenů / Stability of Rocking Stones

Případová studie „Husovy kazatelny“ ve středočeském plutonu: Kritická amplituda vstupní rychlosti horninového podloží může být řádově 1-2 cm/s až 2 cm/s při frekvencích do 10 Hz. PGV tohoto řádu může být generováno zemětřesením $M=7$ ve vzdálenosti asi 150 km. To je typická vzdálenost studovaného kamene od nejbližších seismicky aktivních zón.

The Case Study of “The Hus Pulpit” in the Central Bohemian Pluton: Critical amplitude of input bedrock velocity might be of the order of 1-2 cm/s to 2 cm/s at the frequencies up to 10 Hz. PGV of this order can be generated by an $M=7$ earthquake at a distance of about 150 km. That is a typical distance of the studied stone from the nearest seismically active zones.

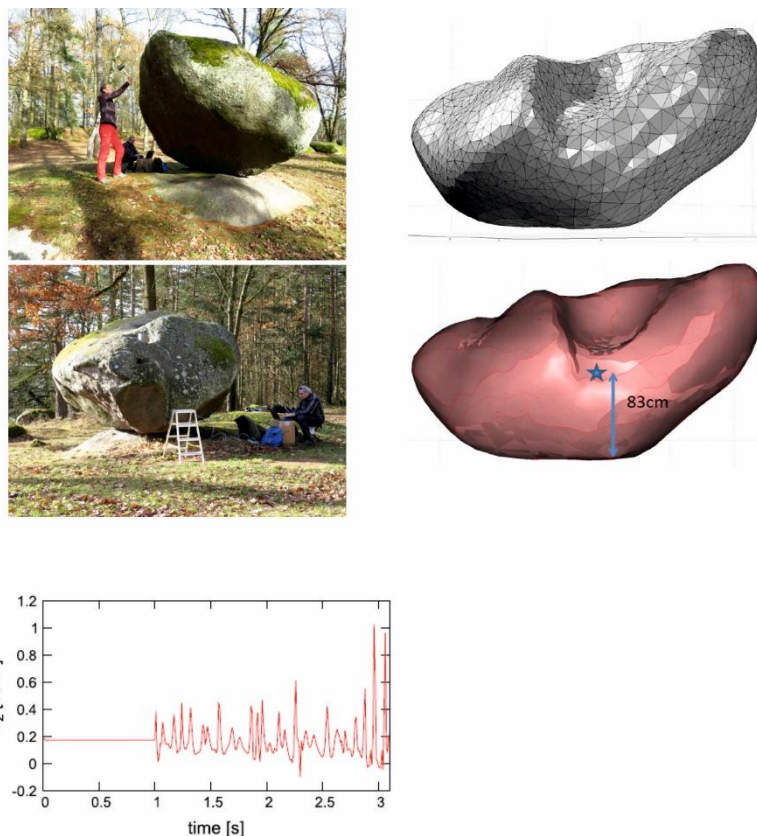


Fig.: Geometry of "the Hus Pulpit" in the Central Bohemian Pluton, Non-linear force model: the vertical component of the total traction at the base of the stone generated by the 6 Hz harmonic horizontal displacement

Obr.: Geometrie "Husovy kazatelny" ve středočeském plutonu. Nelineární silový model: vertikální složka celkové trakce na základně kamene generovaná harmonickým horizontálním posunem 6 Hz

Publikace/Publication: Zábranová, E., Matyska, C., Stemberk, Jakub Jr. and Málek, J. Eigenoscillations and Stability of Rocking Stones: The Case Study of "The Hus Pulpit" in The Central Bohemian Pluton. *Pure Appl. Geophys.* (2019), DOI: [10.1007/s00024-019-02296-z](https://doi.org/10.1007/s00024-019-02296-z)

Mapa seismického nebezpečí Bosny a Hercegoviny / Seismic Hazard map of Bosna and Herzegovina

Mapa byla přijata jako součást národní přílohy Eurokódu 8 / The map have been accepted as a part of
National Annex Eurocode 8

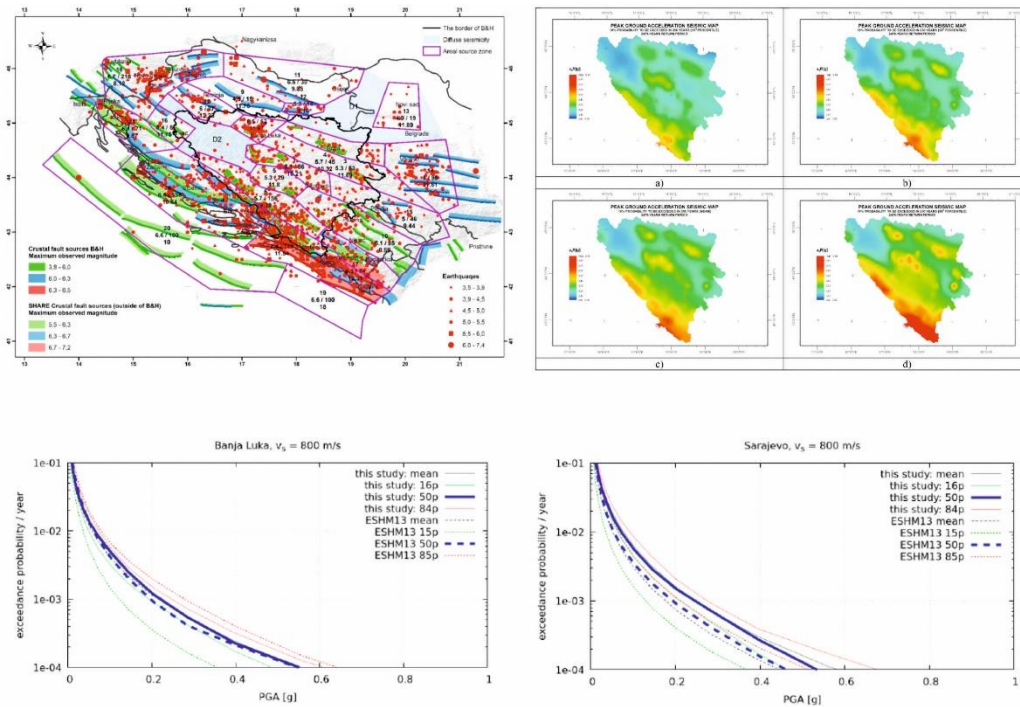


Fig./Obr.: 1) Seismotectonics model/ Seismotektonický model

2) PGA Seismic hazard map for 10% prob. exceedence in 50 years a) 16% percentile; b) 50% percentile; c) mean value; d) 84% percentile

PGA mapa seismického nebezpečí pro 10% pravděpodobnost. překročení za 50 let a) 16% percentil; b) 50% percentil; c) střední hodnota; d) 84% percentil

3) Probabilistic seismic hazard curves, a) Banja Luka b) Sarajevo
Pravděpodobnostní křivky seismického nebezpečí, a) Banja Luka b) Sarajevo

Publikace / Publication: Ademovic, N., Demir, V., Cvijic-Amulic, S., **Malek, J.**, Prachar, I., **Vackar, J.**: Compilation of the seismic hazard maps in Bosnia and Herzegovina. Soil Dynamics And Earthquake Engineering, 141, 106500, (2020), DOI: [10.1016/j.soildyn.2020.106500](https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2020.106500)

Geomechanical model of microseismicity during hydraulic fracturing of shale

We developed new methods for passive seismic data analyses and proposed geomechanical model of relationship between microseismicity and hydraulic fracturing of shale.

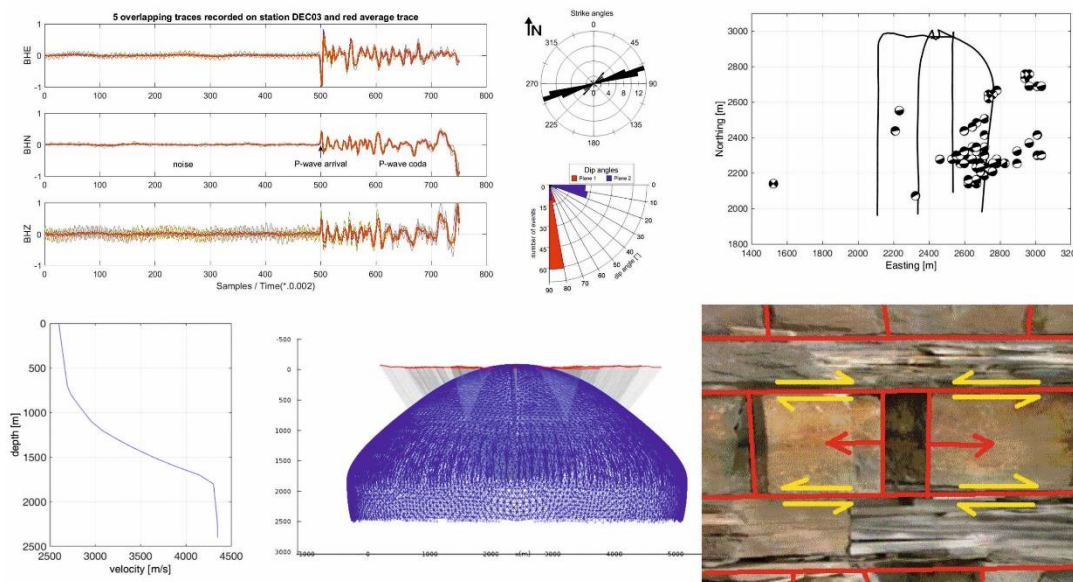


Fig.: Waveform Similarity analyses, Mapping activated faults, source mechanism analyses – CO2 sequestration project – Induced Seismicity; Complex data processing, Source mechanism analyses, Geomechanical interpretation – Hydraulic fracturing of shale project – microseismic monitoring

Obr. Analýzy podobnosti křivek, mapování aktivovaných poruch, analýzy zdrojových mechanismů – projekt sekvestrace CO₂ – indukovaná seismicitata; Komplexní zpracování dat, Analýza zdrojových mechanismů, Geomechanická interpretace – Hydraulické štěpení břidlic – mikroseismický monitoring

Publikace/Publication: Staněk, F., Eisner, L. Seismicity Induced by Hydraulic Fracturing in Shales: A Bedding Plane Slip Model. Journal of Geophysical Research: Solid Earth. 2017, 122(10), 7912-7926. ISSN 2169-9313, DOI: [10.1002/2017JB014213](https://doi.org/10.1002/2017JB014213)

Rychlostní model REYKJANET (Island) / Velocity model of REYKJANET (Iceland)

Devět širokopásmových stanic ze seismické sítě REYKJANET bylo použito k odvození seismické struktury zaměřené na stanovení rozptylu rychlosti Rayleighovy vlny. Seismogramy z let 2013 až 2015 zahrnovaly čtrnáct vybraných zemětřesení; disperzní křivky byly invertovány do horizontálně vrstveného modelu rychlostí S-vlny zemské kůry a svrchního pláště. Významná zóna nízkých rychlostí byla nalezena v hloubkách nad 20 km.

Nine broadband stations from the REYKJANET seismic network were used to derive the seismic structure aimed at determining the Rayleigh wave phase velocity dispersion. Seismograms from 2013 to 2015 included fourteen selected earthquakes; the dispersion curves were inverted into a horizontally-layered model of the S-wave velocities of the Earth's crust and upper mantle. A significant zone of low velocities was found at depths above 20 km.

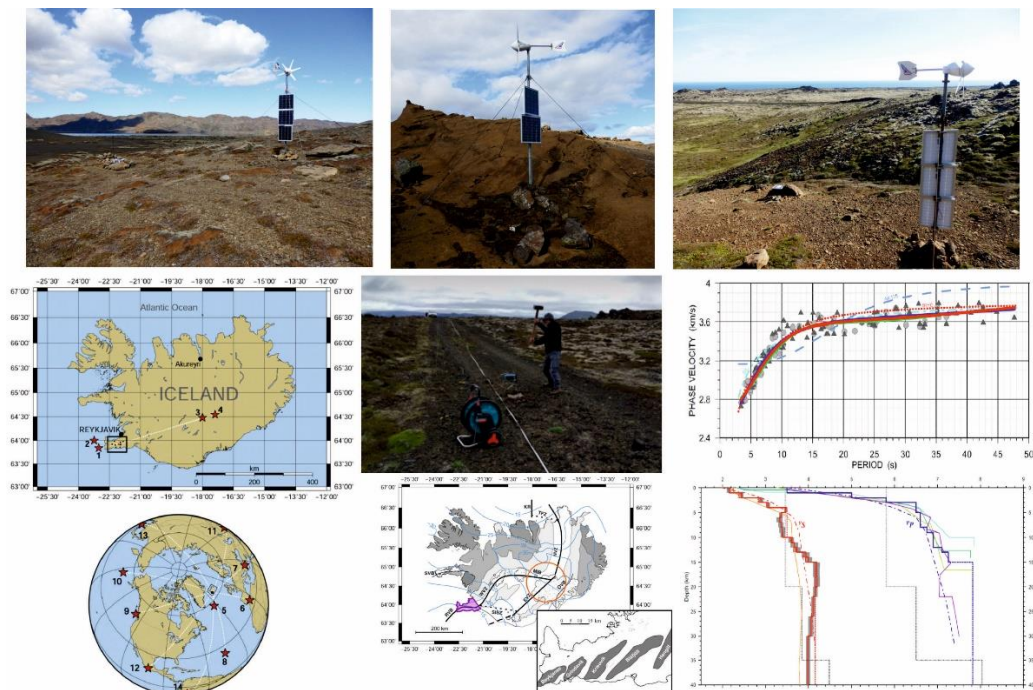


Fig.: REYKJANET - seismic network in south-east Iceland - consists from 15 stations. It is operated by GFÚ AV ČR (J. Horálek) and ÚSMH AV ČR (J. Málek) since 2013

Obr.: REYKJANET - seismická síť na jihovýchodě Islandu - sestává z 15 stanic. Provozuje ji GFÚ AV ČR (J. Horálek) a ÚSMH AV ČR (J. Málek) od roku 2013

Publication: Málek J., Brokešová J., and Novotný O., (2019). Seismic structure beneath the Reykjanes Peninsula, southwest Iceland, inferred from array-derived Rayleigh wave dispersion. *Tectonophysics* 753, 1 – 14, DOI: [10.1016/j.tecto.2018.12.020](https://doi.org/10.1016/j.tecto.2018.12.020)

Zemní trhliny v etiopské hlavní trhlině: tektonické, litologické a potrubní kontroly / Ground Fissures within the Ethiopian Main Rift: Tectonic, Lithological and Piping Controls

Zemní pukliny, zvláště pokud se otevřou v důsledku náhlého zřícení povrchu, představují pro obydlené oblasti vážné riziko. Jejich běžný výskyt v nepevných sedimentech hlavního etiopského riftu byl zjištěn převážně jako důsledek potrubí. Pukliny začínají potrubím v lineárních subhorizontálních podzemních dutinách, které se často šíří nahoru, což má za následek kolaps stropu a tvorbu hlubokých a dlouhých zemních puklin s vertikálními stěnami. V jižní a střední etiopské trhlině představují trhliny vážné riziko pro infrastrukturu a osady. Zemní pukliny jsou často lineární (až několik kilometrů dlouhé a často desítky metrů hluboké) a provázené prohlubněmi (po celé délce). Podrobné terénní mapování geologických (složení hornin, orientace a charakter litologických hranic, primární tkaniny a křehké struktury) a geomorfologických jevů (zejména délky, šířky a hloubky puklin, závrťů a roklí) s následným měřením seismické anizotropie in situ a bylo provedeno laboratorní stanovení geomechanických vlastností vulkanoklastických ložisek ke zkoumání původu zemních puklin. Podmínky a faktory vedoucí ke vzniku zemních puklin jsou spojeny s: (a) přítomností regionálních normálních zlomů a souvisejících extenzních spojů a (b) střídáním litologických jednotek s kontrastní hydraulickou permeabilitou. Posledně jmenované odpovídá sledu méně propustných tvrdých hornin (např. ryolitických ignimbitů) překrytých heterogenními, měkkými a propustnými, nepevnými vulkanoklastickými usazeninami s nízkým množstvím jílu (méně než 10 %). Výskyt zemních puklin prokázal příslušnost k oblastem, které mají výrazně vysokou seismickou anizotropii (více než 20 % na studovaných místech), kterou lze použít jako proxy pro mapování vysoce rizikových oblastí náchylných k tvorbě potrubí a zemních puklin.

Ground fissures, especially if they open due to a sudden collapse of the surface, is a serious risk for populated areas. Their common occurrence in unconsolidated sediments of the Main Ethiopian Rift was found to be mostly a result of piping.

The fissures start by piping in linear sub-horizontal underground voids, which often propagate upwards resulting in ceiling collapse and formation of deep and long ground fissures with vertical walls. In the southern and central Main Ethiopian Rift the fissures pose a serious risk to infrastructure and settlements. The ground fissures are often linear (up to several kilometres long and often tens of metres deep) and accompanied by sinkholes (along the length). A detailed field mapping of the geological (rock composition, orientation and character of lithological boundaries, primary fabrics and brittle structures) and geomorphological features (especially a length, width and depth of fissures, sinkholes and gullies) followed by in situ seismic anisotropy measurements and a laboratory determination of the geomechanical properties of volcanoclastic deposits was carried out to investigate the ground fissures' origin. The conditions and factors leading to the formation of the ground fissures have been linked to: (a) the presence of regional normal faults and the associated extensional joints and (b) the alternation of lithological units with contrasting hydraulic permeability. The latter corresponds to a sequence of less permeable hard rocks (e.g., rhyolitic ignimbrites) overlain by heterogeneous, soft and permeable, unconsolidated volcanoclastic deposits with a low amount of clay (less than 10%). The ground fissures' occurrence has shown affiliation to areas which have a significantly high seismic anisotropy (more than 20% at the study sites), which can be used as a proxy to map out high risk areas prone to piping and ground fissure formation.

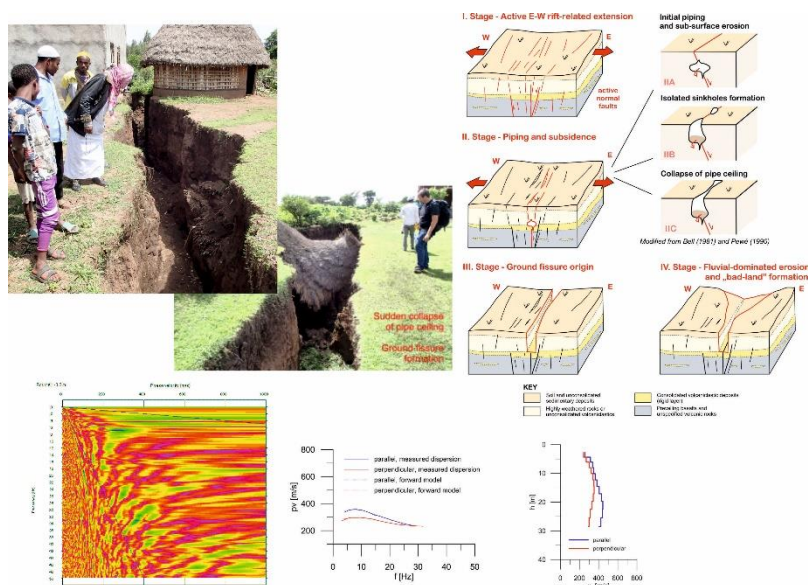


Fig.: Ground fissures in the MER, and especially their sudden opening, is one of the most significant geohazard in the area. The fissures open in unconsolidated sediments and are long (even several kilometres), narrow (0.5 to several metres), deep (usually several meters but maximum depth measured was 60 m) and fast opening (even several hundred meters in half a year). The fissures are oriented perpendicular to the main direction of extension (parallel to the Rift).

Obr.: Zemní pukliny v MER, a zejména jejich náhlé otevření, jsou jedním z nejvýznamnějších geohazardů v oblasti. Pukliny se otvírají v nezpevněných sedimentech a jsou dlouhé (i několik kilometrů), úzké (0,5 až několik metrů), hluboké (obvykle několik metrů, ale maximální naměřená hloubka byla 60 m) a rychle se otvírají (i několik set metrů za půl roku). Pukliny jsou orientovány kolmo k hlavnímu směru extenze (rovnoběžně s Riftem).

Publikace / Publication: Valenta, J. ; Verner, K. ; Martínek, K.; Hroch, T. ; Buriánek, D. ; Megerssa, L.A.; Boháč, J. ; Kassa, M. ; Legesse, F. ; Yakob, M. ; Kebede, B. ; Málek, J.: Ground fissures within the Main Ethiopian Rift: Tectonic, lithological and piping controls. *Earth Surface Processes and Landforms*. 46, 15 (2021) DOI: doi.org/10.1002/esp.5227