

Závěrečné setkání / Abschlussveranstaltung GEORISKS



17. 9. 2021 Litoměřice
Josef Rott



Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.

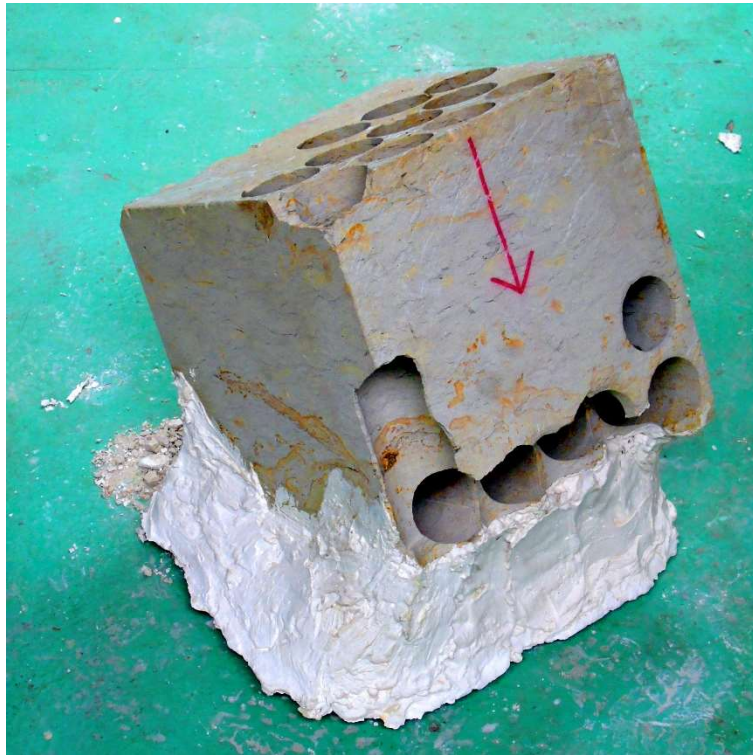
Georisks

Přeshraniční expertní systém a systém včasného varování
před geologickými riziky v Labském pískovcovém pohoří
Grenzüberschreitendes Experten- und Frühwarnsystem
für Georisiken im Elbsandsteingebirge



Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg V A / 2014 – 2020

Sandstone lab tests



- ☐ Sandstone blocks 30 x 30 x 30 cm
- ☐ Lokalita POSTA
- ☐ Triaxial, Brazilian (tension) tests, Uniaxial strength tests
- ☐ Stiffness anisotropy tests
- ☐ Various orientation of the samples (



Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.

Georisks

Přeshraniční expertní systém a systém včasného varování
před geologickými riziky v Labském pískovcovém pohoří
Grenzüberschreitendes Experten- und Frühwarnsystem
für Georisiken im Elbsandsteingebirge



Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg V A / 2014 – 2020

Sample documentation



- ☐ 29 cylindrical samples
- ☐ 25 disc samples for Brazilian tests
- ☐ 3 spherical samples for the anisotropic stiffness
- ☐ Geological Institute of Academy of Sciences, ČR



Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.

Georisks

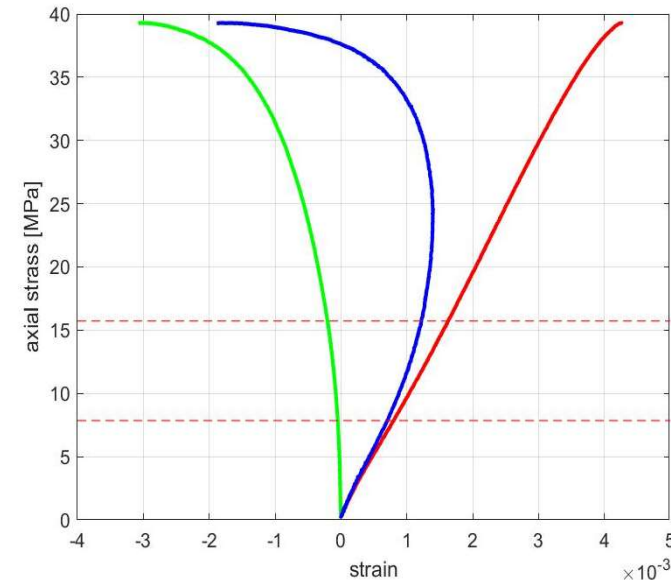
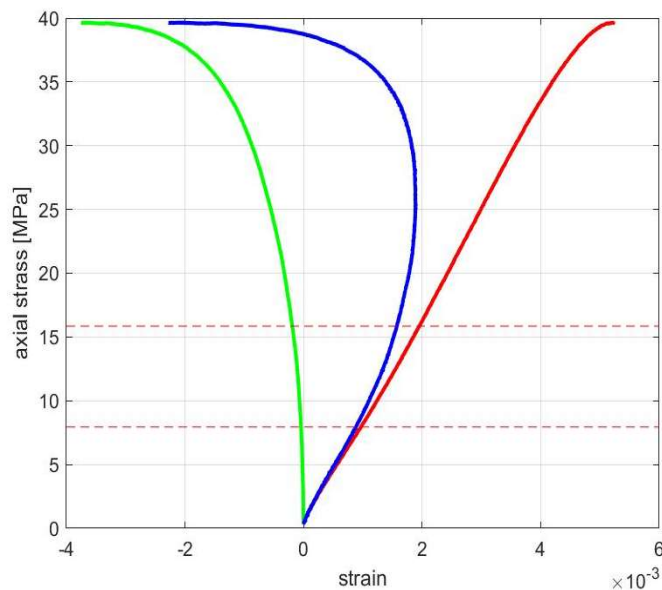
Přeshraniční expertní systém a systém včasného varování
před geologickými riziky v Labském pískovcovém pohoří
Grenzüberschreitendes Experten- und Frühwarnsystem
für Georisiken im Elbsandsteingebirge



Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg V A / 2014–2020

Results_uniaxial strength

zkušební těleso	orientace foliace	E	u	v	K	interval		UCS
		[GPa]	[GPa]		[GPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
1	horizontalni	8.0	3.5	0.15	3.8	7.9	15.9	39.7
22	sikma, 30°	8.1	3.5	0.16	3.9	7.1	14.3	35.6
12	vertikalni	9.5	4.0	0.19	5.0	7.9	15.7	39.3



Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.

Georisks

Přeshraniční expertní systém a systém včasného varování
před geologickými riziky v Labském pískovcovém pohoří
Grenzüberschreitendes Experten- und Frühwarnsystem
für Georisiken im Elbsandsteingebirge



Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg V A / 2014 – 2020

Brazilian tests



- 3 orientations – vertical, horizontal, 30°

$$BTS = 0.637 * \frac{F_{\max}}{A}$$

$$DTS = 0.9 * BTS$$

Read and Richards
(2015)

- $BTS = 1,9 \pm 0,1 \text{ MPa}$
- $DTS = 1,7 \pm 0,1 \text{ MPa}$



Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.

Georisks

Přeshraniční expertní systém a systém včasného varování
před geologickými riziky v Labském pískovcovém pohoří
Grenzüberschreitendes Experten- und Frühwarnsystem
für Georisiken im Elbsandsteingebirge



Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg V A / 2014 – 2020

„Dynamic“ stiffness



$$E_d = \frac{\rho v_S^2 (3v_P^2 - 4v_S^2)}{v_P^2 - v_S^2} \quad v_d = \frac{v_P^2 - 2v_S^2}{2(v_P^2 - v_S^2)}$$

$$\mu_d = \rho v_S^2 \quad K_d = v_P^2 - 4/3 v_S^2$$

- ☐ $E(d) = 16,6 - 17,8 \text{ GPa}$
- ☐ $m(d) = 7,7 - 8,0 \text{ Gpa}$
- ☐ $n(d) = 0,06 - 0,15$
- ☐ Anisotropy ratio 1,08 – 1,09 – slight anisotropy



Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.

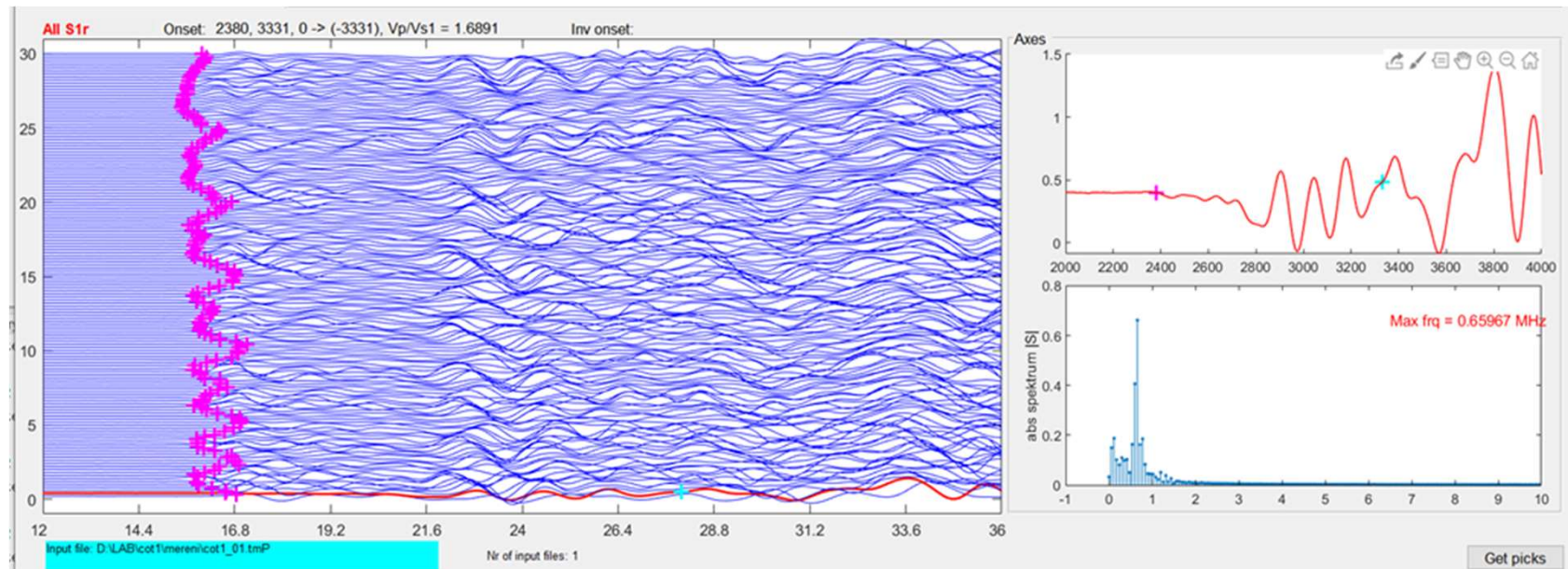
Georisks

Přeshraniční expertní systém a systém včasného varování
před geologickými riziky v Labském pískovcovém pohoří
Grenzüberschreitendes Experten- und Frühwarnsystem
für Georisiken im Elbsandsteingebirge



Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg V A / 2014 – 2020

Spherical samples



- ❑ 132 outputs of seismic waves – sample is rotated by 15° in both polar orientations



Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.

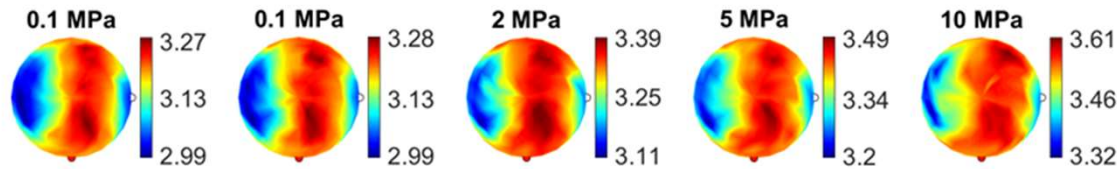
Georisks

Přeshraniční expertní systém a systém včasného varování
před geologickými riziky v Labském pískovcovém pohoří
Grenzüberschreitendes Experten- und Frühwarnsystem
für Georisiken im Elbsandsteingebirge

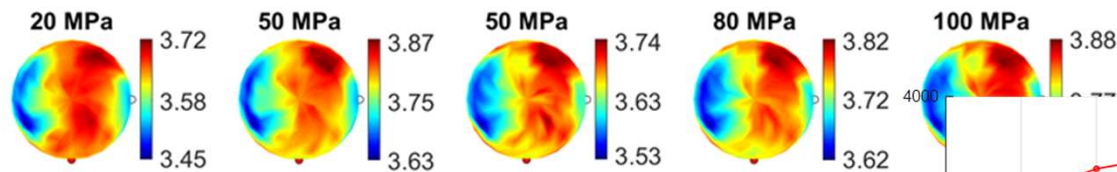


Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg V A / 2014–2020

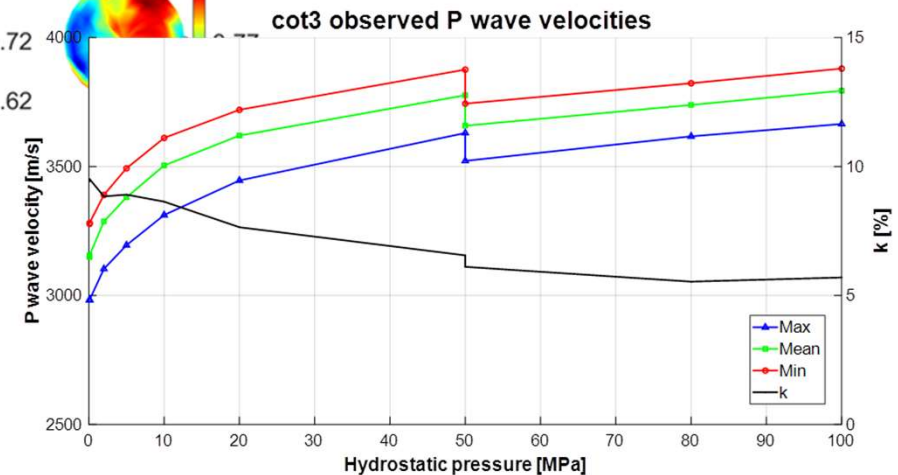
Spherical samples



☐ The influence of hydrostatic pressure



- ☐ Anisotropy in range 0,1 – 100 MPa of the 3rd sample – longitudinal waves
- ☐ Projection on the upper „globe“ surface



Europäische Union. Europäischer Fonds für regionale Entwicklung. Evropská unie. Evropský fond pro regionální rozvoj.

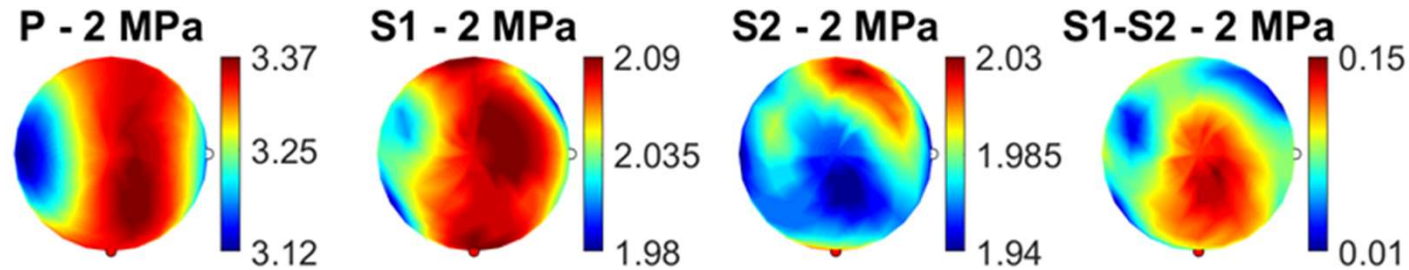
Georisks

Přeshraniční expertní systém a systém včasného varování před geologickými riziky v Labském pískovcovém pohoří
Grenzüberschreitendes Experten- und Frühwarnsystem für Georisiken im Elbsandsteingebirge



Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg V A / 2014 – 2020

Spherical samples



$$S_{ij} = \begin{bmatrix} \frac{1}{E_1} & -\frac{\nu_{21}}{E_2} & -\frac{\nu_{31}}{E_3} & 0 & 0 & 0 \\ -\frac{\nu_{12}}{E_1} & \frac{1}{E_2} & -\frac{\nu_{32}}{E_3} & 0 & 0 & 0 \\ -\frac{\nu_{13}}{E_1} & -\frac{\nu_{23}}{E_2} & \frac{1}{E_3} & 0 & 0 & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \frac{1}{\mu_{23}} & 0 & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \frac{1}{\mu_{31}} & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \frac{1}{\mu_{12}} \end{bmatrix}$$

☐ Shear waves + orthorhombic anisotropy

1	24.44	5.66	5.93	-0.55	-0.02	0.06
2	5.66	24.59	6.11	-0.12	0.15	0.15
3	5.93	6.11	21.43	0.08	0.11	0.00
4	-0.55	-0.12	0.08	8.34	-0.22	-0.10
5	-0.02	0.15	0.11	-0.22	8.73	0.04
6	0.06	0.15	0.00	-0.10	0.04	9.38



Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.

Georisks
Přeshraniční expertní systém a systém včasného varování
před geologickými riziky v Labském pískovcovém pohoří
Grenzüberschreitendes Experten- und Frühwarnsystem
für Georisiken im Elbsandsteingebirge



Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg V A / 2014 – 2020

Spherical samples

Inženýrské elastické konstanty			
E [GPa] , G [GPa]			
hydr. tlak	0.1 MPa	2 MPa	5 MPa
E1	19.81	21.16	22.07
E2	19.73	21.17	22.15
E3	16.6	17.93	19.03
v12	0.172	0.17	0.174
v13	0.175	0.186	0.196
v23	0.179	0.201	0.203
G4	7.5	7.87	8.34
G5	7.86	8.45	8.73
G6	8.39	8.89	9.38

Inženýrské elastické konstanty			
E [GPa] , G [GPa]			
hydr. tlak	0.1 MPa	2 MPa	5 MPa
E1	19.77	21.165	22.11
E3	16.6	17.93	19.03
v12	0.172	0.17	0.174
v13	0.177	0.194	0.200
G4	7.68	8.16	8.535

□ Orthorhombic and transversally isotropic elastic values



Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.

Georisks
Přeshraniční expertní systém a systém včasného varování
před geologickými riziky v Labském pískovcovém pohoří
Grenzüberschreitendes Experten- und Frühwarnsystem
für Georisiken im Elbsandsteingebirge



Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg V A / 2014 – 2020

Acoustic emissions + cracking



□ 50 x 100 mm samples under different orientation (intermediate – 60, 30°)



Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.

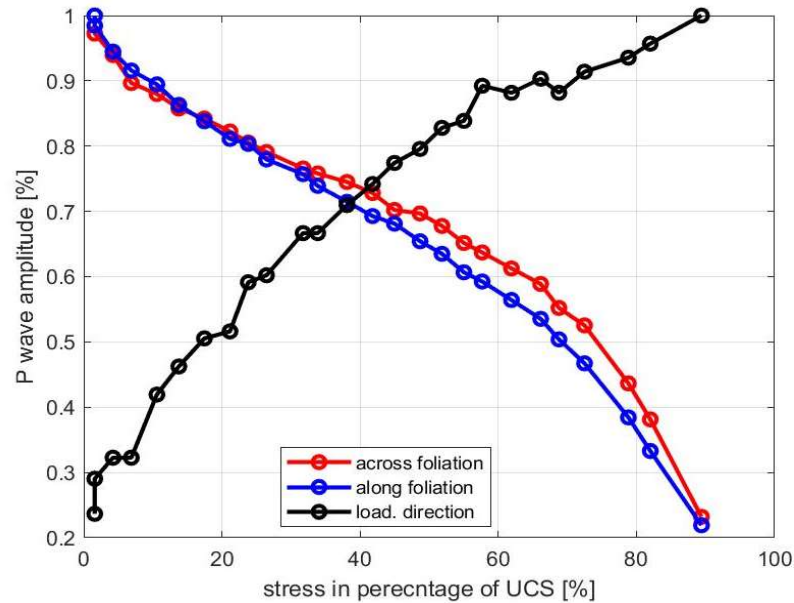
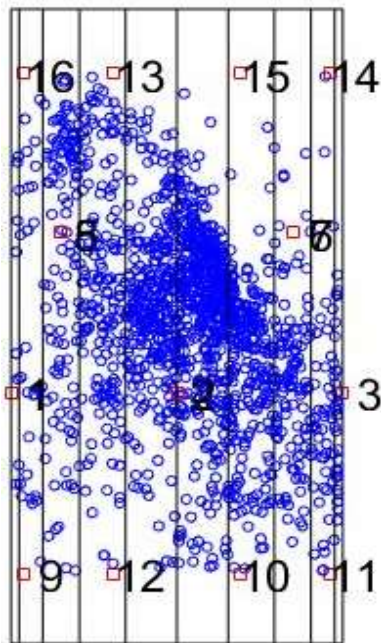
Georisks

Přeshraniční expertní systém a systém včasného varování
před geologickými riziky v Labském pískovcovém pohoří
Grenzüberschreitendes Experten- und Frühwarnsystem
für Georisiken im Elbsandsteingebirge



Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg V A / 2014 – 2020

Acoustic emissions



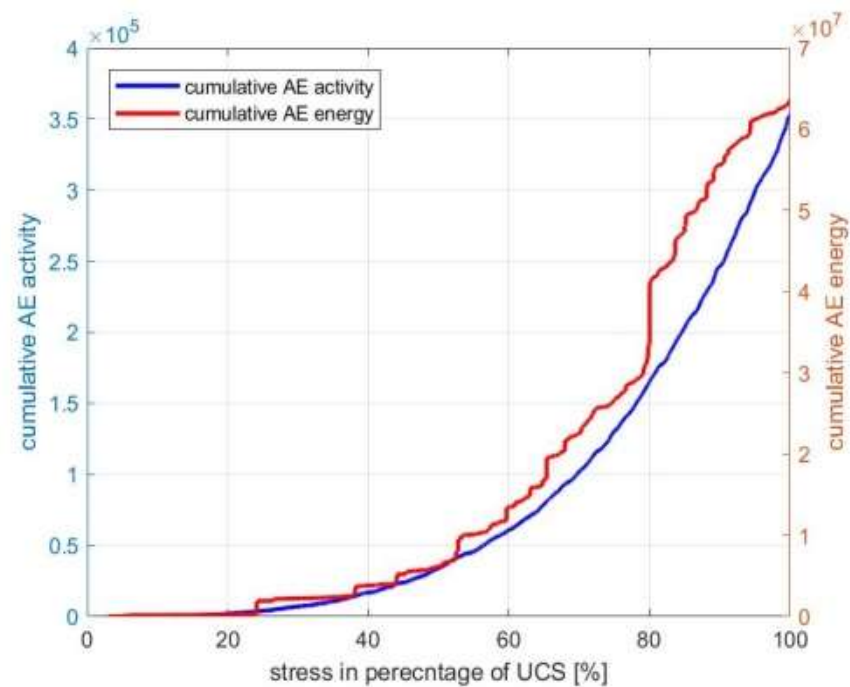
Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.

Georisks

Přeshraniční expertní systém a systém včasného varování
před geologickými riziky v Labském pískovcovém pohoří
Grenzüberschreitendes Experten- und Frühwarnsystem
für Georisiken im Elbsandsteingebirge



Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg V A / 2014 – 2020



Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.

Georisks

Přeshraniční expertní systém a systém včasného varování
před geologickými riziky v Labském pískovcovém pohoří
Grenzüberschreitendes Experten- und Frühwarnsystem
für Georisiken im Elbsandsteingebirge



Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg V A / 2014 – 2020

See you in the next step!



**Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.**

Georisks

Přeshraniční expertní systém a systém včasného varování
před geologickými riziky v Labském pískovcovém pohoří
Grenzüberschreitendes Experten- und Frühwarnsystem
für Georisiken im Elbsandsteingebirge



Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg V A / 2014 – 2020