

Seminář hrázných 2024

Zabezpečení vodního díla Orlík před účinky velkých vod

Technickobezpečnostní dohled (TBD) a geotechnický monitoring (GTM) během stavby

Základní údaje o stavbě: VD Orlík – zabezpečení před účinky velkých vod

Investor: Povodí Vltavy, státní podnik



Plánovaná doba výstavby: 2021–2026

Správce dotačního programu prevence před povodněmi IV:
Ministerstvo zemědělství, Sekce vodního hospodářství



Zhotovitel: Metrostav a.s., divize 6



Projektant: AQUATIS, a.s.



Technickobezpečnostní dohled: VODNÍ DÍLA – TBD a.s.



Geotechnický dozor investora: GEOtest, a.s.



Zabezpečení vodního díla Orlík proti účinkům velkých vod bude vyřešeno vybudováním doplňkového bezpečnostního přelivu a skluzu s vysokou kapacitou.

Hlavní stavební objekty:

- **Přelivný objekt a navazující skluz** jsou umístěny v prostoru pravobřežního zavázání hráze.
- **Nový bezpečnostní přeliv o třech polích bude hrazen segmentovými uzávěry.** Hrazený profil je 3 x 13,3 x 8,15 m. Kapacita nových přelivných polí při referenční hladině 354,60 m n. m. je 3 x 588 m³/s.
- **Krytá část skluzu** navazující na přeliv v podélném spádu cca 5 % – tři železobetonové rámy 13 m x 9 m, v délkách 53 m, 66 m a 72 m od jednotlivých polí. Navazující otevřený skluz má délku 235 m, šířku 16 m a hloubku 6 m, tvoří je železobetonové koryto v podélném sklonu až 40 %.



Základní úloha technickobezpečnostního dohledu (TBD) nad VD Orlík při stavbě:

- Zajistit bezpečnost a provozuschopnost vodního díla po celou dobu stavby a v následném provozu.
- Minimalizovat vliv stavebních prací na konstrukce VD, zejména bloky hráze v pravém zavázání, konstrukce lodního výtahu a zdvihadla.
- Monitorovat a minimalizovat účinky trhacích prací a stavebních prací
- Dále jsou předmětem sledování nově budované konstrukce vtokového objektu a zakryté i otevřené části skluzu.
- U nově budovaných konstrukcí je předmětem TBD měření a sledování deformací, vztlakového a průsakového režimu a vlastností použitých materiálů a konstrukcí.
- Provozní spolehlivost a životnost ocelových hradících konstrukcí.



- Protože se budují i zcela nové konstrukce je náležitá pozornost TBD věnována i jejich založení, respektive stavu a kvalitě podloží. Činnost TBD proto bezprostředně souvisí s geotechnickým monitoringem stavby (GTM) a činností geotechnického dozoru investora (GTDI) od kterých přebírá výsledky a doporučení.



Zahájení zemních prací na SO 03 – otevřený skluz





SO 03 – otevřený skluz - 2024



Blok 33



TBD před výstavbou:

- Vzhledem k rozsahu stavebního zásahu bylo v dostatečném předstihu před stavbou zavedeno rozšíření měření a sledování TBD. Hlavním cílem bylo zajistit především podrobnější sledování deformací stavebních konstrukcí a jejich podloží v pravé části hráze.
- kontrolní geodetické měření svislých posunů pravé části tělesa hráze,
- kontrolní geodetické měření vodorovných posunů pravé části tělesa hráze, včetně proměření stability sítě pevných bodů,
- náklony bloků (31P, 32P a 33P) v pravé části hráze měřené náklonoměrem (manuální měření),
- vodorovné deformace podloží hráze pod blokem 28P měřené inverzním kyvadlem,



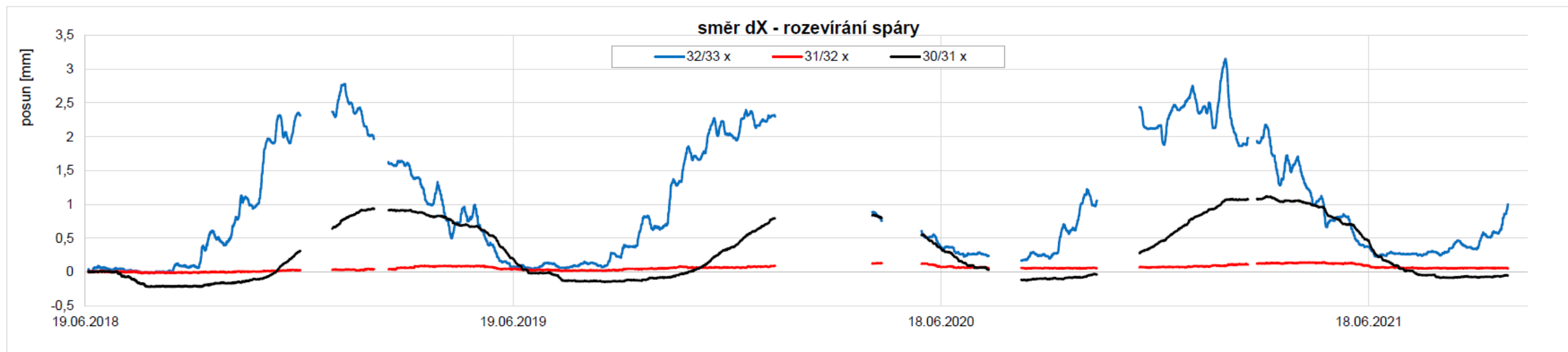
TBD před výstavbou:

- měření relativních deformací na dilatačních spárách bloků v pravém zavázání, (automatický monitoring – 3 dilatační spáry vždy po 3 snímačích na jednotlivé směry),
- kontrolní geodetické měření deformací konstrukcí lodních výtahů (3,5 t a 300 t) ve svislém a vodorovném směru,
- měření relativních deformací na dilatačních spárách lodního výtahu 300 t, (manuální měření),

VD ORLÍK

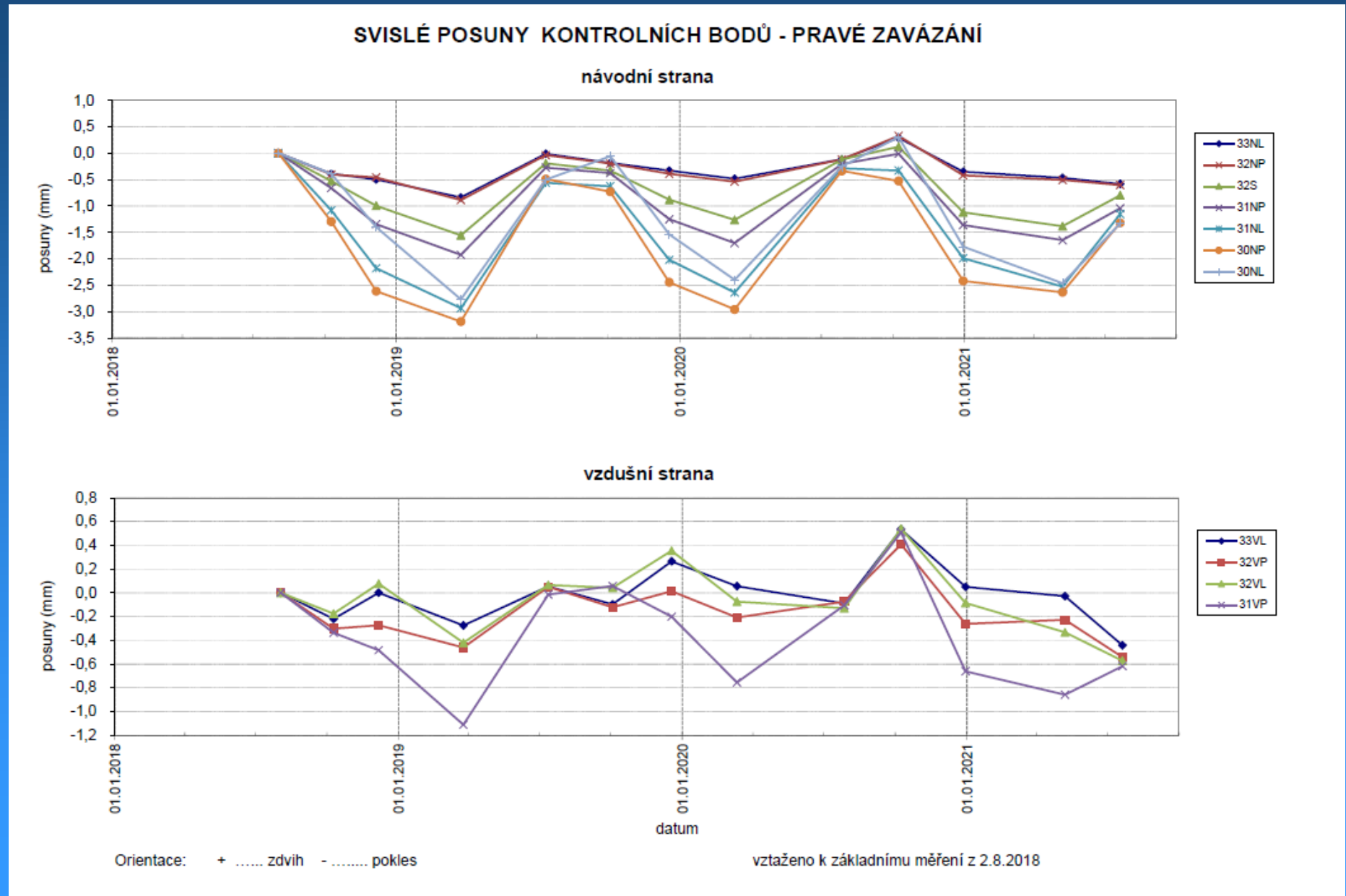
celková zpráva o TBD před výstavbou

Relativní deformace na dilatačních spárách - automatický monitoring



TBD před výstavbou

- Dostatek podkladů pro definování režimu neovlivněného stavbou ale převážně vratnými teplotními deformacemi



Geotechnický monitoring (GTM) při stavbě

- Geotechnický monitoring je v průběhu výstavby zaměřen na sledování stability stěn stavebních jam a přilehlých konstrukcí. Je složen z následujících prvků:
- Inklinometrické vrty (SO 01 ...7ks, SO 02 ...5ks, SO 03 ... 4 ks)
- Dynamometry - na principu vibrující struny s automatickým měřením, dataloggery (SO 01 ...18ks, SO 02 ...17ks, SO 03 ... 8 ks)
- Náklonměř
- Měřiče totálního tlaku na rozhraní stavební konstrukce a zpětných zásypů - tlakoměrné buňky na principu vibrující struny s automatickým měřením (SO 01 ...1ks, SO 03 ... 2 ks)
- Geodetické pozorovací body u inklinometrů a hlav kotev s dynamometry (odrazné hranoly)
- Extenzometrické dráhy – pásmový extenzometr, SO 03 4 dráhy po šesti bodech



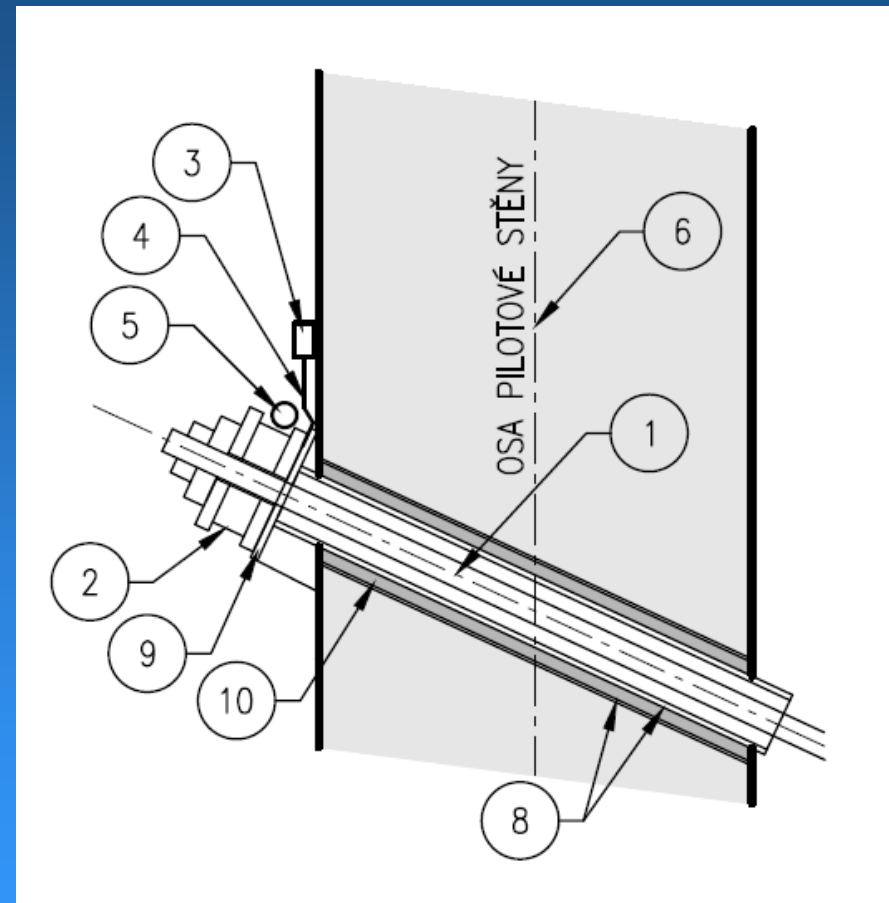
GTM

- Základní rozsah GTM byl stanoven již projektovou dokumentací (AQUATIS, a.s.)
- Realizační projekt GTM (GEOtest, a.s.)

Zajištění měření GTM

- Inklinometry – GEOtest, a.s.
- Dynamometry - zajištění měření METROSTAV, export dat a vyhodnocení - GEOtest, a.s.
- Geodetické pozorovací body u inklinometrů a hlav kotev s dynamometry (odrazné hranoly) – METROSTAV, VODNÍ DÍLA – TBD a.s.
- Extenzometrické dráhy – GEOtest, a.s.

RAMO – rada monitoringu



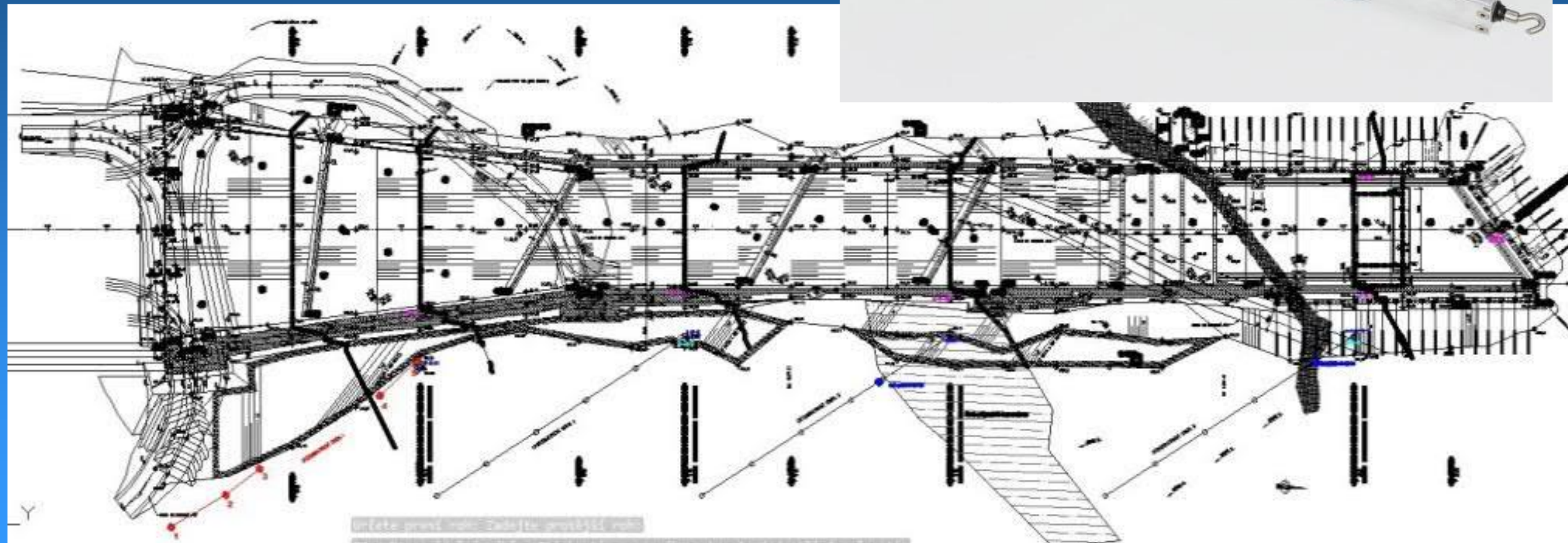
Detail umístění dynamometru a geo hranolu v místě pilotové stěny (podle PD)





Výsledky GTM

- Extenzometrické dráhy

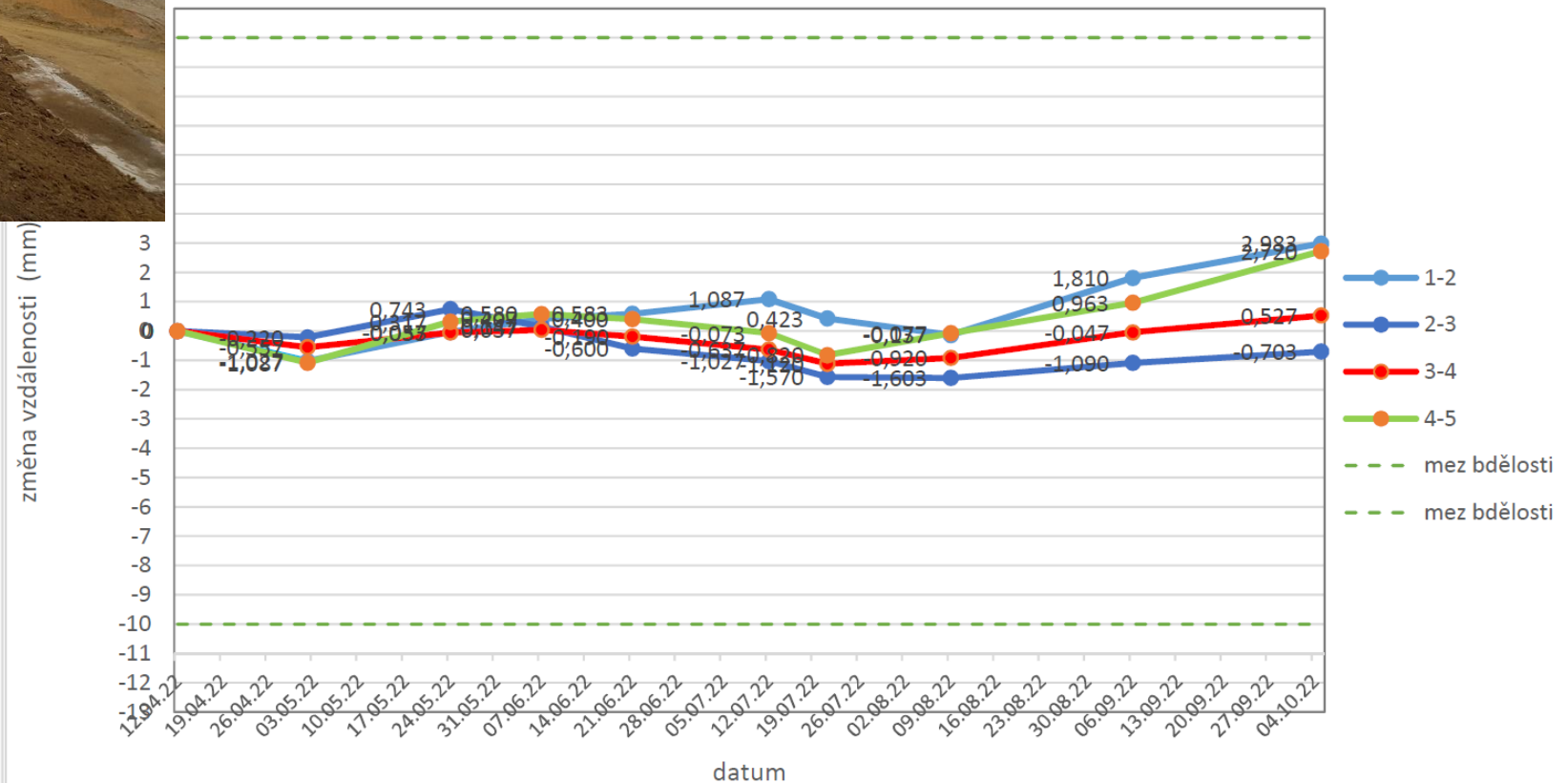




Výsledky GTM

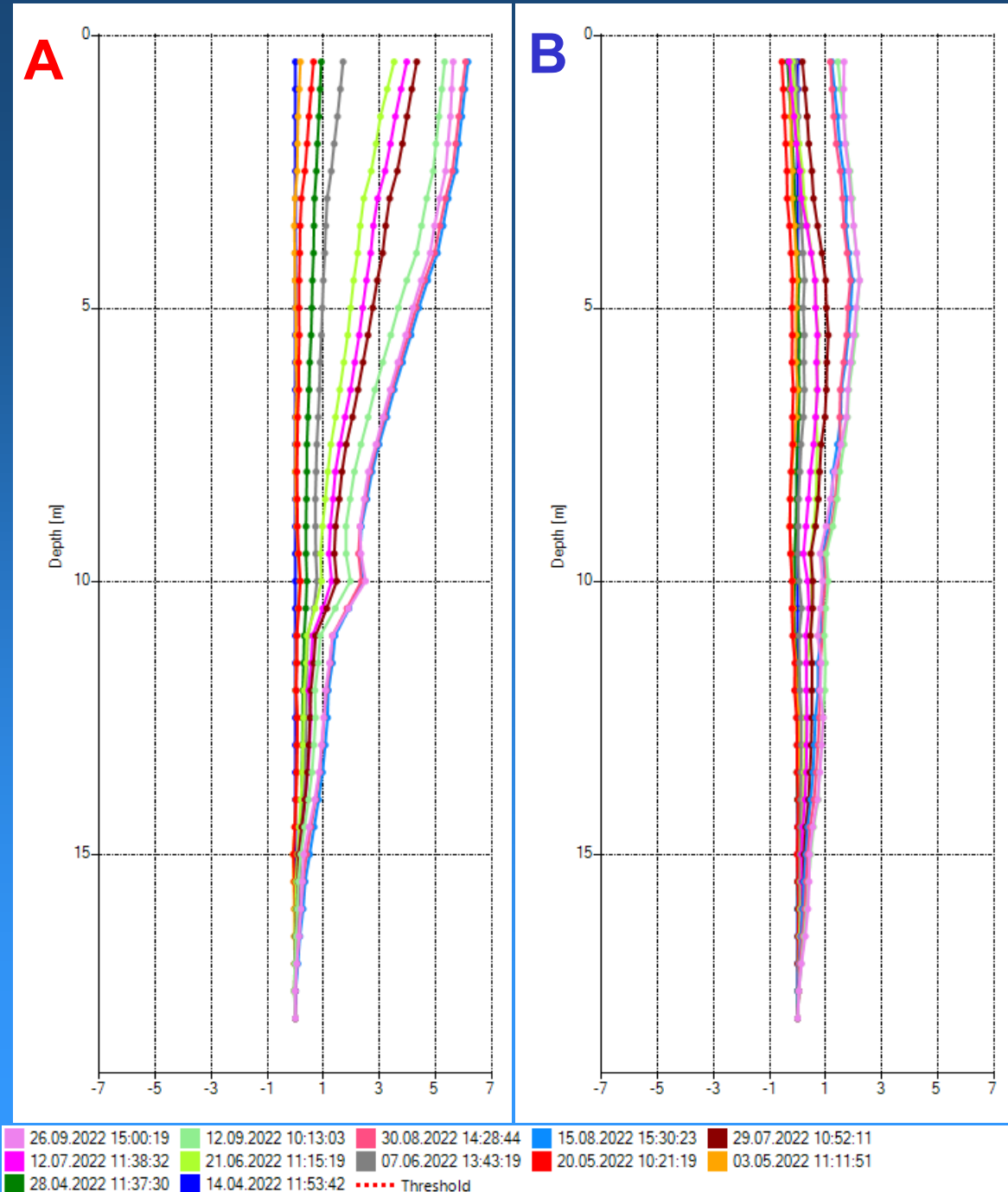
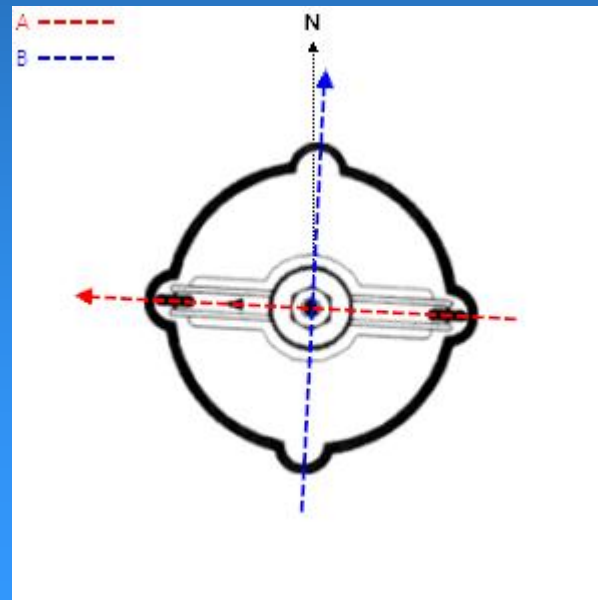
- Extenzometrické dráhy

Extenzometrická dráha 3. - mezi body



Výsledky GTM

- Inklinometrické vrty
- Pozorované body
- Dynamometry
- Doposud bylo dosaženo jen I. varovného stavu (meze bělosti)



SO 01 – vtokový objekt



- záporová stěna
- dynamometr



SO 01 - vtokový objekt



TBD při výstavbě

- Vedle měření deformací pravé části hráz a lodního výtahu je to měření dynamických účinků stavebních a trhacích prací

Seismický monitoring

- Úřední měření účinků trhacích prací - garant METROSTAV, provádí Bartoš Engineering
- Průběžný seismický monitoring na 2 stanovištích – pro investora provádí Bartoš Engineering.
- Seismický monitoring GEOSYS - v rámci TBD je dlouhodobě instalován na VD Orlík, 4 snímače – vyhodnocení VODNÍ DÍLA – TBD a.s.
- doposud se uskutečnily čtyři úřední měření na SO 03, SO 02 a 2x SO 01



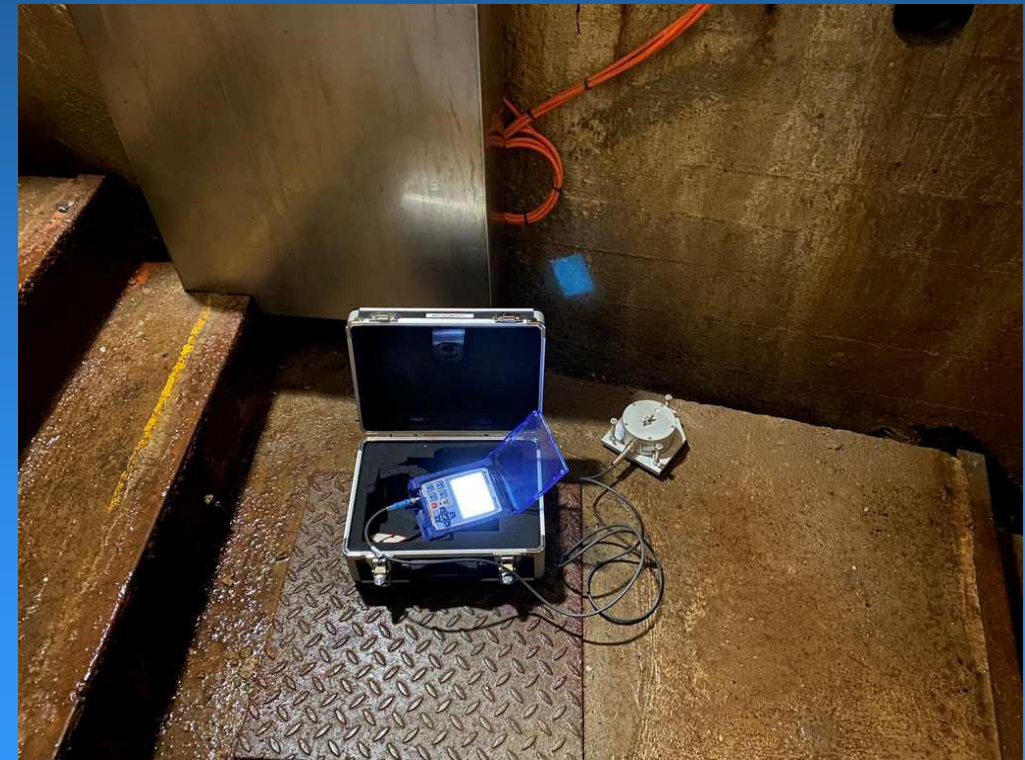
Stanoviště seismografu na lodním výtahu při UM (Bartoš Engineering)

Výsledky seismického monitoringu

- Třísložkové seismografy měří rychlost kmitání
- Průběžné hodnocení a porovnávání maximálních rychlostí kmitání s přípustnými hodnotami dynamického namáhání podle ČSN 730040 „Zatížení stavebních objektů technickou seismicitou a jejich odezva“ pro stav bez porušení objektů.

Doposud cca 157 odstřelů

- Maximální naměřené rychlosti kmitání 9,2 mm/s ve směru svislém v injekční chodbě.
- Přípustná hodnota je 10 mm/s.
- Úprava postupu odstřelů, menší celková nálož, menší mocnost záběru.



Stanoviště seismografu v injekční chodbě v blocích 30 31 (Bartoš Engeniering)

Výsledky seismického monitoringu

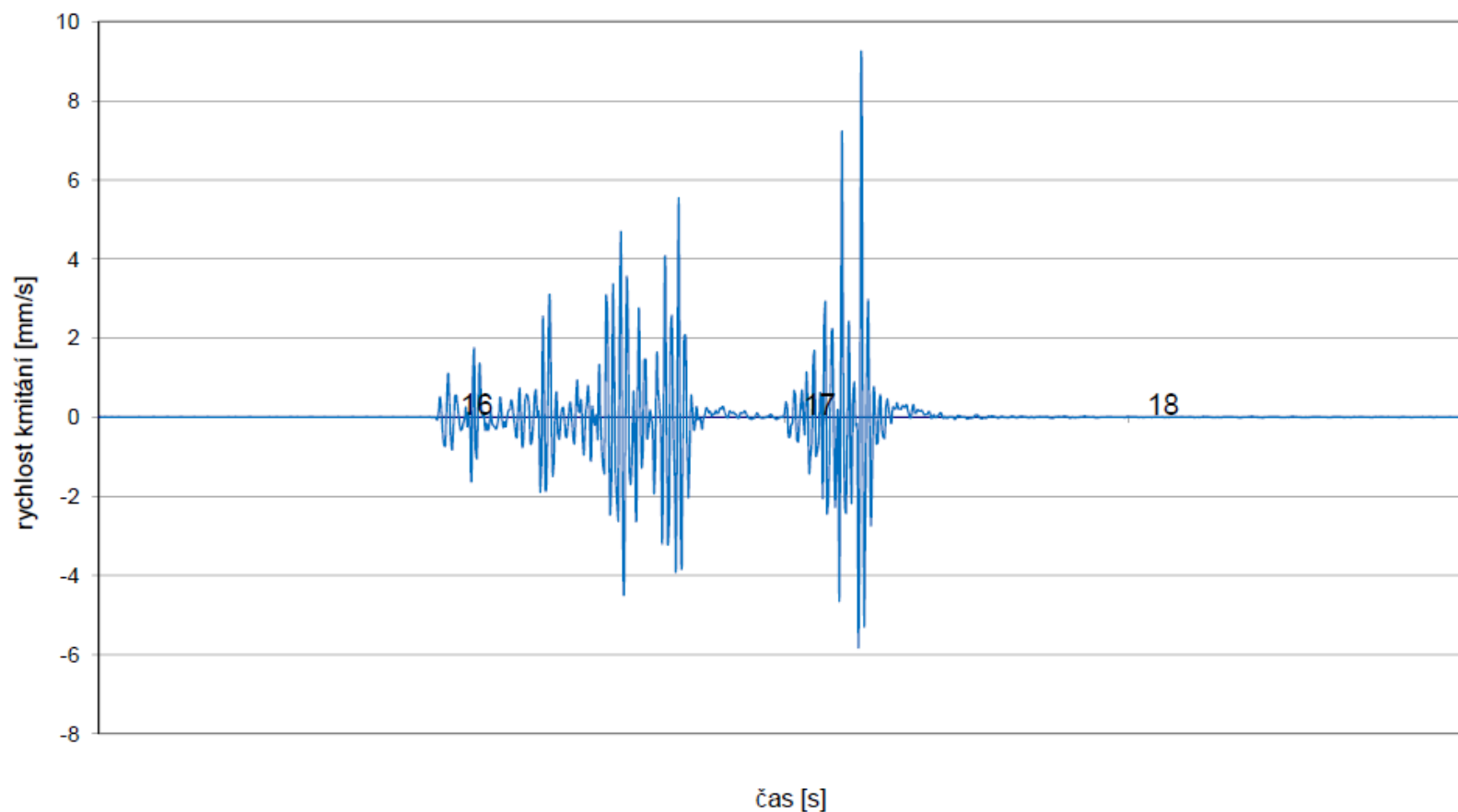
18.08.2022 v 09:37:15 UTC

Měřeno aparaturou RUP-B50 /220818093715B50.DAT, 3× SM6

Zpracováno verifikovaným softwarem firmy Arenal s.r.o.

Měřicí stanoviště S1 : Injekční chodba 31/32

Osa Z, maximum: 9,212 mm/s



AMPLITUDOVÉ SPEKTRUM OTŘESU

18.08.2022 v 09:37:15 UTC

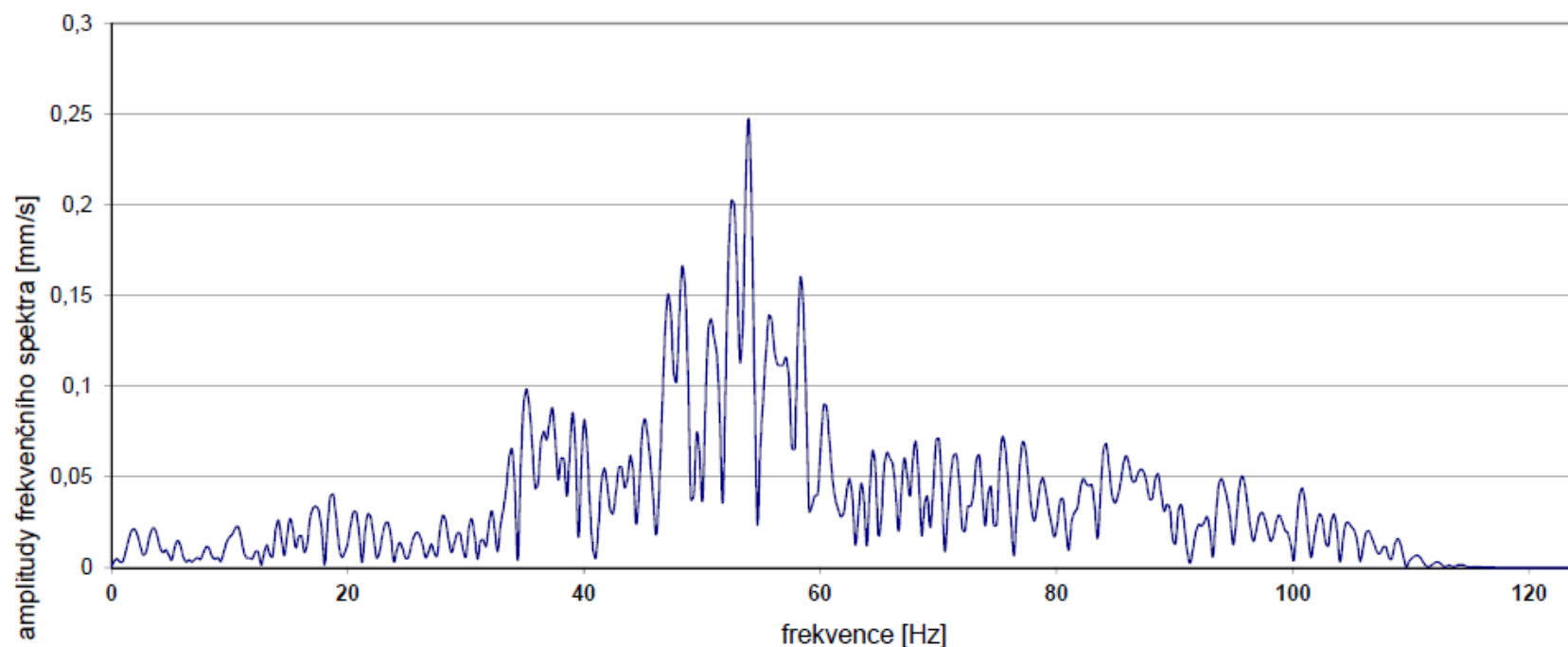
Měřeno aparaturou RUP-B50 /220818093715B50.DAT, 3× SM6

Zpracováno verifikovaným softwarem firmy Arenal s.r.o.

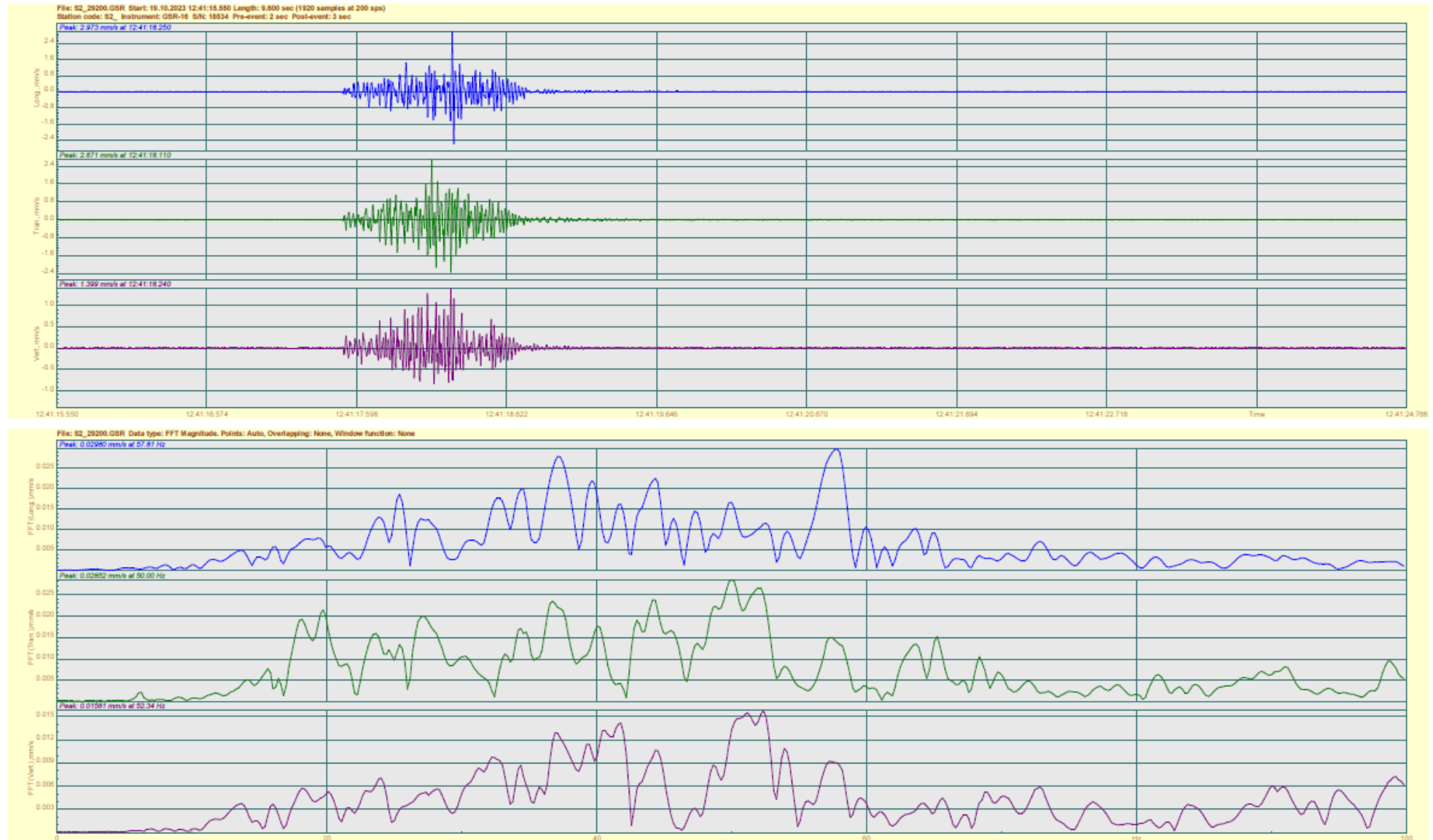
☐ Norma ČSN ☐ Logaritmická škála (rychlost kmitání) ☐ Logaritmická škála (frekvence)

Délka záznamu pro spektrální analýzu: 4.096s

Osa Z, maximum na frekvenci 54,0 Hz

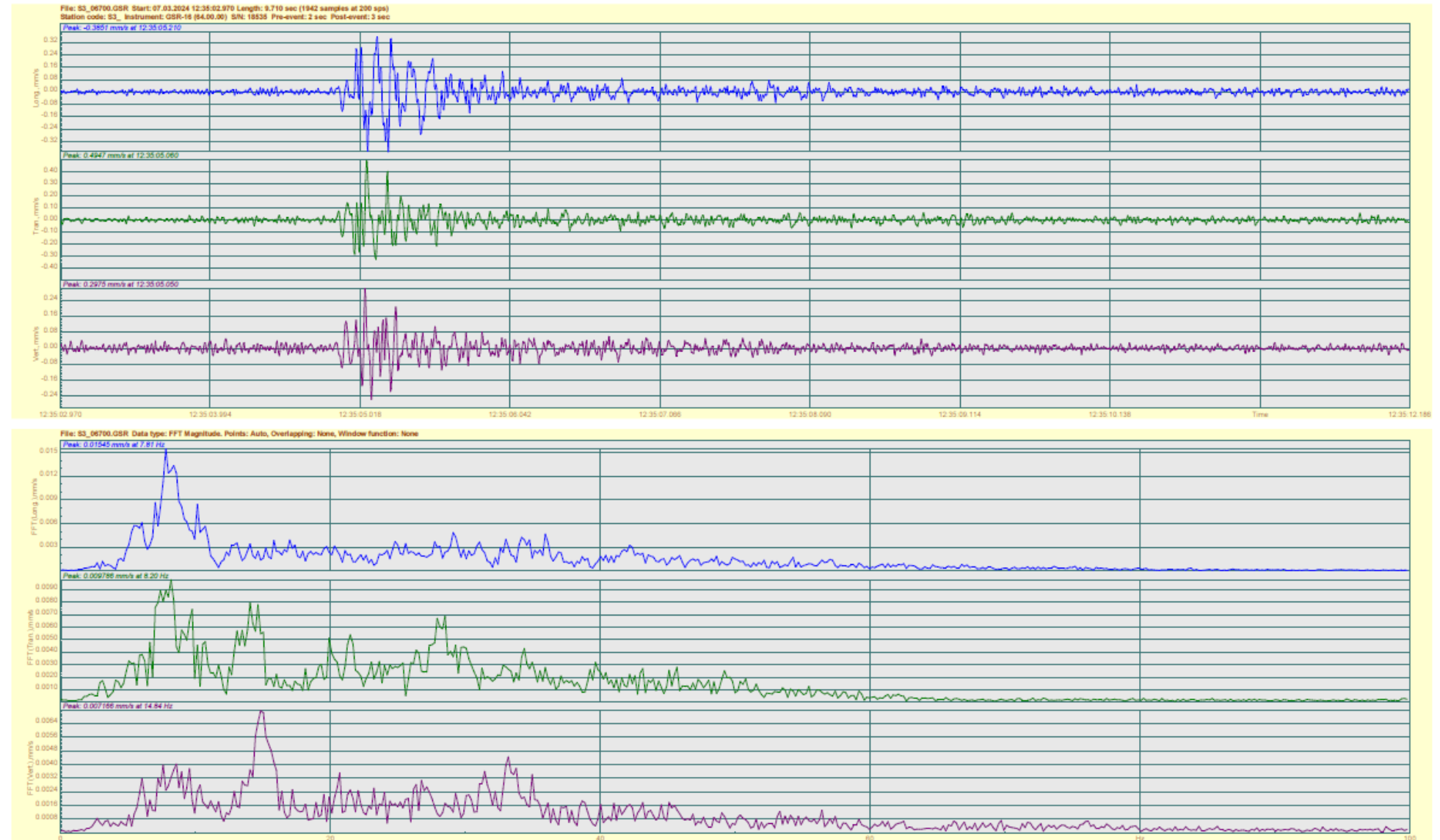


GeoDAS Printout



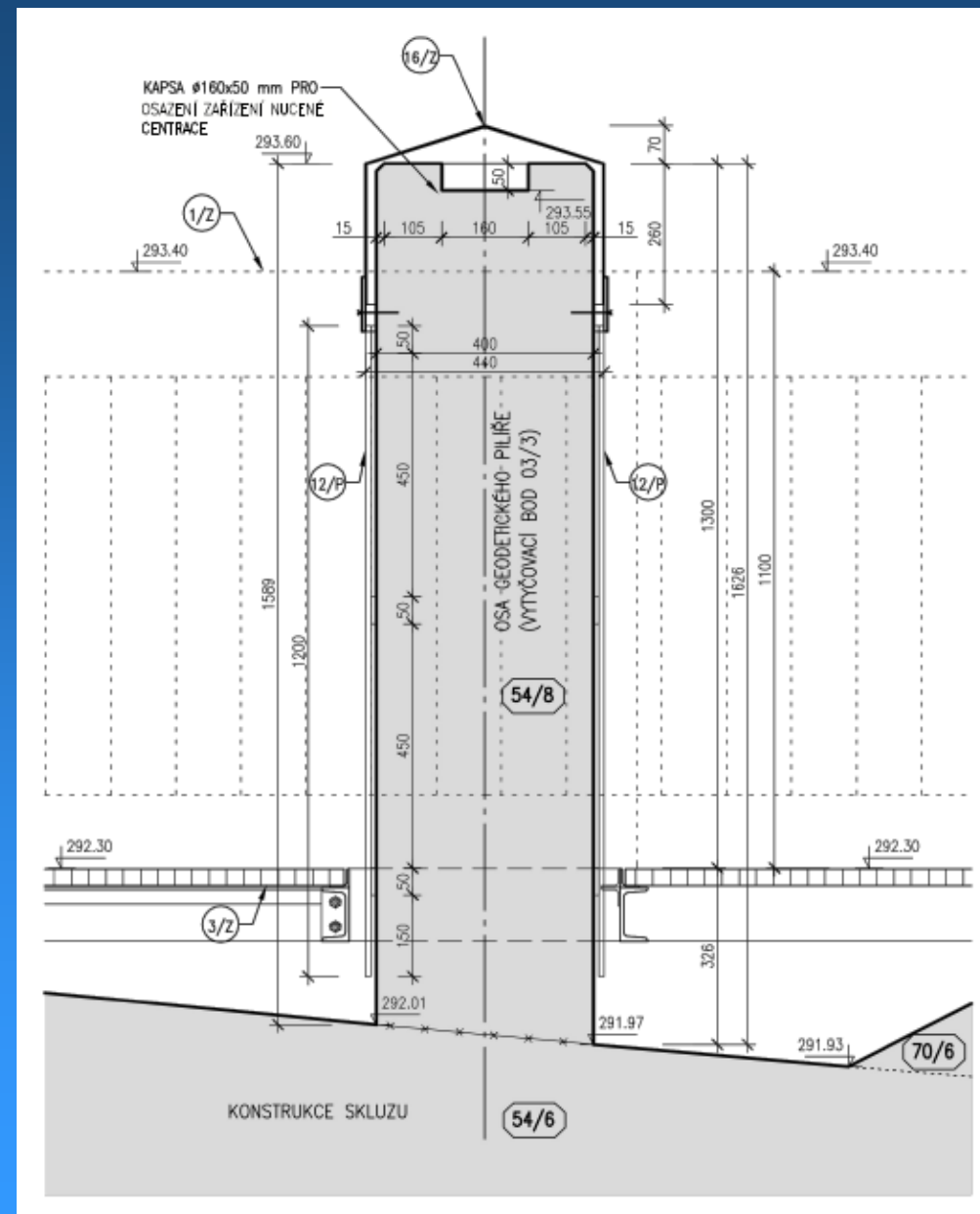
GeoDAS Printout

GeoSIG

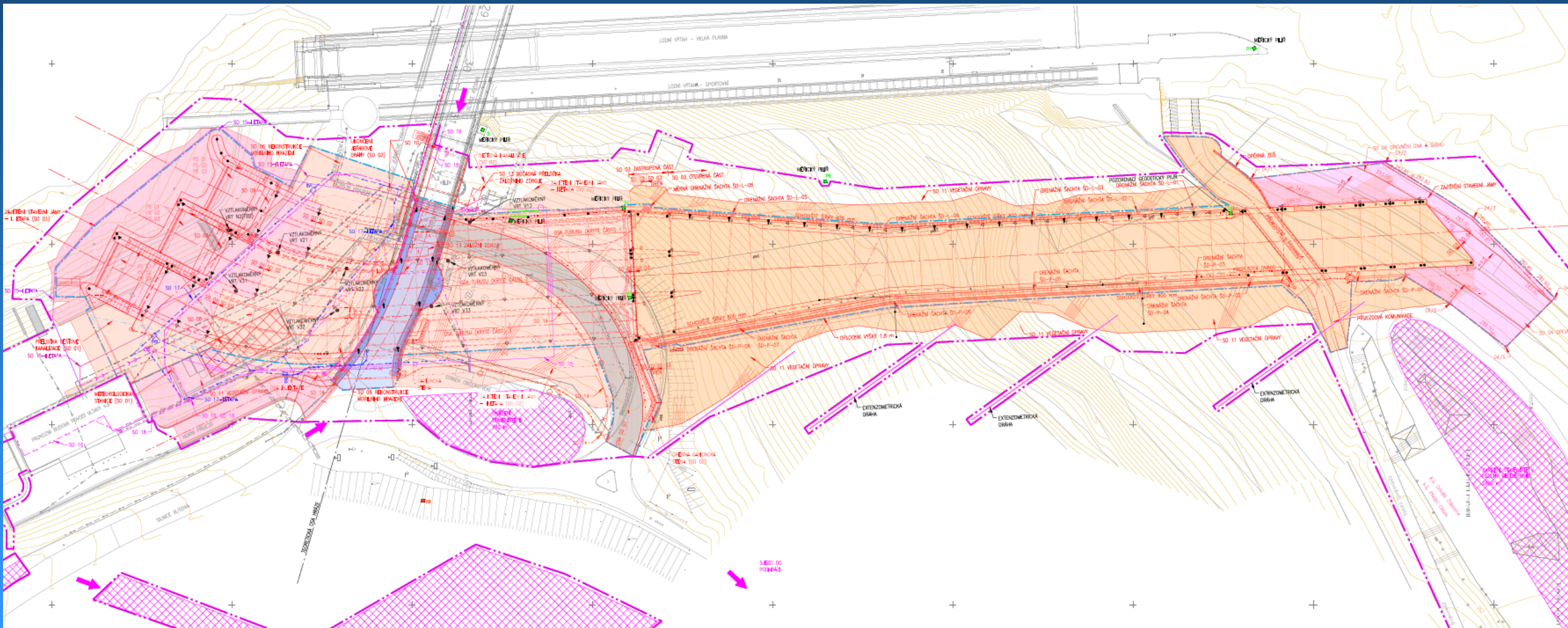


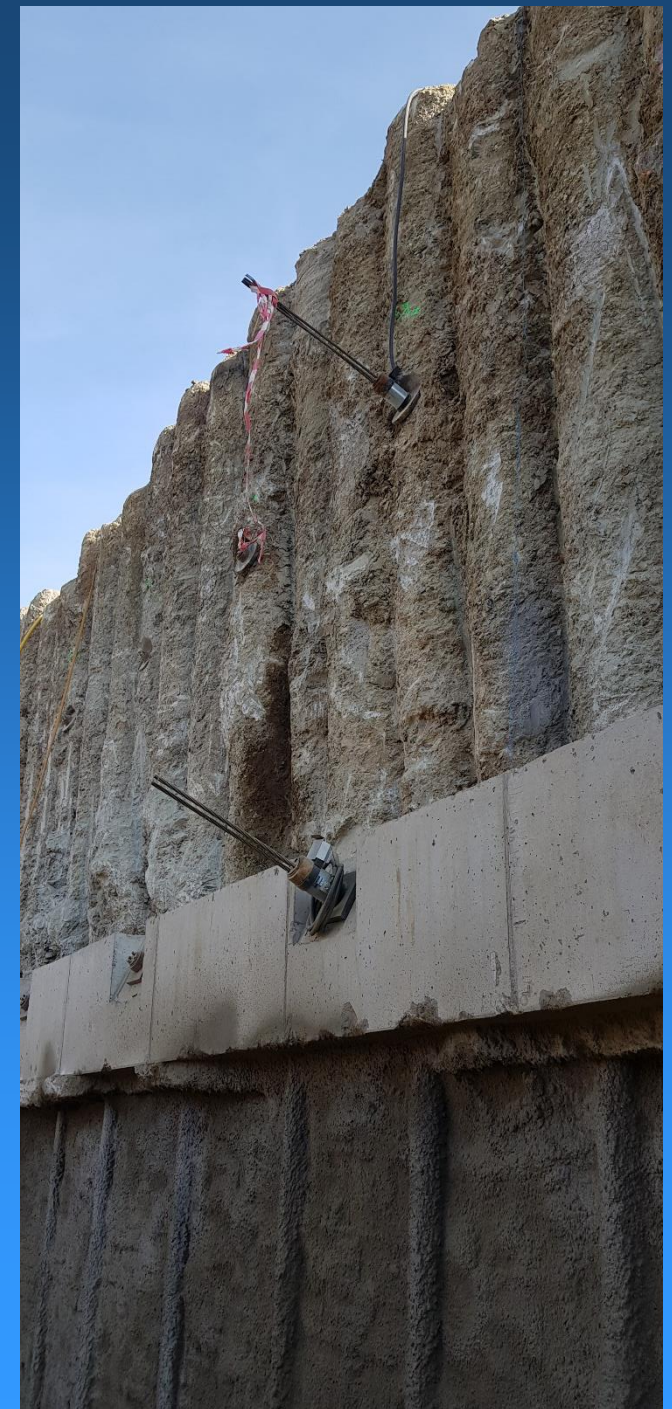
TBD na nově budovaných konstrukcích

- Svislé posuny kontrolních bodů
- Vodorovné posuny kontrolních bodů (sít' geodetických pilířů pro měření na skluzu)
- Relativní deformace na dilatačních sparách
- Dvoúrovňové extenzometry v šachtách na skluzu 2 x 2 ks.
- Vztlakoměrné vrty na vtokovém objektu
- Drenážní šachty – měření množství drenážních vod (vybrané celkové průsaky automaticky).



Situace s zařízením TBD na nově budovaných konstrukcích





Vrt pro extenzometr

děkuji za pozornost



Ing. David Richtr

VODNÍ DÍLA – TBD a.s.