

Prováděcí smlouva č. SO2021-053-06

k Rámcové smlouvě (dohodě) o poskytování služeb (Výzkumná podpora pro bezpečnostní hodnocení technického řešení hlubinného úložiště – Hodnocení bariér) ze dne 24. 6. 2021

Níže uvedeného dne, měsíce a roku smluvní strany

Česká republika – Správa úložišť radioaktivních odpadů

Sídlo: Dlážděná 1004/6, 110 00, Praha 1 – Nové Město
IČ: 66000769
DIČ: CZ66000769
Jejmž jménem jedná: RNDr. Lukáš Vondrovic, Ph.D., ředitel
Bankovní spojení: ČNB v Praze 1
Číslo účtu: 64726011/0710
E-mail: podatelna@surao.cz
Datová schránka: 6qsigjs
Manažer SÚRAO Dílčí zakázky: xxx xxxxx xxxxxxx

Zástupce manažera SÚRAO Dílčí zakázky: xxx xxxxx xxxxxxxx

Osoba odpovědná za smluvní jednání: xxx xxxxxxxx xxxx xxx

(dále jen "SÚRAO")

a

Technická univerzita v Liberci

právníká osoba, zřízena zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů

Sídlo: Studentská 1402/2, 461 17 Liberec 1
Kontaktní adresa: Studentská 1402/2, 461 17 Liberec 1
IČ: 46747885
DIČ: CZ46747885
Zastoupená: doc. Ing. Josef Černohorský, Ph.D., děkan
Bankovní spojení: ČSOB Liberec, 1.máje 18, Liberec
Číslo účtu: 305806603/0300
Datová schránka: td7j9ft
Osoba odpovědná za technické řešení: xxx xxx xxx xxxxxxxx xxxx
Osoba odpovědná za technické řešení: xxx xxx xxxxx xxxxx xxxx

(dále jen "Poskytovatel")

(SÚRAO a Poskytovatel dále společně jen „Smluvní strany“, jednotlivě „Smluvní strana“)

uzavřely tuto Prováděcí smlouvu (dále jen „Prováděcí smlouva“) k Rámcové smlouvě (dohodě) o poskytování služeb (Výzkumná podpora pro bezpečnostní hodnocení technického

řešení hlubinného úložiště) – Hodnocení bariér ze dne 24. 6. 2021, č. j. SÚRAO SO2021-053 (dále jen „**Smlouva**“) ve znění dodatku č. 1, č. j. SO2021-053-01, a dodatku č. 2, č. j. SO2021-053-03, dle zákona č. 134/2016 Sb., o zadávání veřejných zakázek, v platném znění (dále jen „**ZZVZ**“) a v souladu s ustanovením § 1746 odst. 2 zákona č. 89/2012 Sb., občanský zákoník, ve znění pozdějších předpisů.

Smluvní strany vědomy si svých závazků v této Prováděcí smlouvě obsažených a v úmyslu být touto Prováděcí smlouvou vázány, se dohodly na následujícím znění Prováděcí smlouvy.

Preamble

- A. Dne 24. 6. 2021 uzavřela SÚRAO s Poskytovatelem Smlouvu, na základě které se Poskytovatel zavázal poskytovat SÚRAO Služby spočívající ve výzkumné podpoře v oblasti vymezené ve Smlouvě.
- B. Za účelem sjednání dohody o rozsahu konkrétních Služeb požadovaných ze strany SÚRAO od Poskytovatele, uzavírají Smluvní strany, v souladu s čl. 4 Smlouvy, tuto Prováděcí smlouvu na Dílčí zakázku.
- C. Smluvní strany se dohodly, že pojmy, uvedené v této Prováděcí smlouvě velkými písmeny, mají stejný význam jako tytéž pojmy, uvedené ve Smlouvě, není-li dále v této Prováděcí smlouvě stanoveno jinak. Smluvní strany se dále dohodly, že otázky, neupravené v této Prováděcí smlouvě, se řídí Smlouvou a jsou nedílnou součástí této Prováděcí smlouvy v souladu s odst. 3.2.3 Smlouvy.

I.

Předmět Prováděcí smlouvy

- 1. Poskytovatel se touto Prováděcí smlouvou, v souladu se Smlouvou, zavazuje poskytovat SÚRAO Služby na Dílčí zakázku ve smyslu a za podmínek stanovených v čl. 6 Smlouvy a v Příloze č. 3 Smlouvy. Pro plnění předmětu této Prováděcí smlouvy nejsou nezbytné Vstupy. Konkrétní popis a specifikace Služeb poskytovaných v rámci této Dílčí zakázky, respektive další náležitosti pro realizaci předmětu této Prováděcí smlouvy jsou uvedeny v Příloze č. 1 této Prováděcí smlouvy.
- 2. Maximální a nepřekročitelný rozsah Služeb tvořících předmět Dílčí zakázky stanovený touto Prováděcí smlouvou je Smluvními stranami stanoven na 1520 (slovy: jeden tisíc pět set dvacet) člověkohodin.
- 3. Konkrétní rozložení a maximální (nepřekročitelný) rozsah jednotlivých činností realizovaných v rámci Služeb tvořících předmět Dílčí zakázky stanovený touto prováděcí Smlouvou je uveden v Příloze č. 3 této Prováděcí smlouvy.
- 4. SÚRAO se zavazuje zaplatit Poskytovateli Smluvní cenu za poskytnuté plnění, a to v rozsahu a způsobem stanoveným v čl. III této Prováděcí smlouvy.
- 5. Smluvní strany se zavazují poskytnout si navzájem součinnost nezbytnou k řádnému splnění jejich povinností dle této Prováděcí smlouvy.

II.

Doba a místo plnění

1. Smluvní strany se dohodly, že Poskytovatel je povinen poskytovat SÚRAO Služby dle čl. I odst. 1 této Prováděcí smlouvy v termínech uvedených v Časovém harmonogramu, jež tvoří Přílohu č. 2 této Prováděcí smlouvy, a který vychází z termínů uvedených v Příloze č. 1 Smlouvy.
2. Místem plnění Služeb dle této Prováděcí smlouvy je sídlo SÚRAO.

III.

Smluvní cena za předmět plnění Dílčí zakázky

1. Smluvní strany se dohodly, že maximální možná a nepřekročitelná Smluvní cena za poskytování Služeb tvořících Dílčí zakázku dle čl. I odst. 1 této Prováděcí smlouvy činí maximálně **1 991 000 Kč** (slovy: jeden milion devět set devadesát jedna tisíc korun českých) bez DPH, tj. **2 409 110 Kč** (slovy: dva miliony čtyři sta devět tisíc jedno sto deset korun českých) včetně DPH.

Maximální Smluvní cena za poskytování Služeb tvořících Dílčí zakázku specifikovanou touto Prováděcí smlouvou je stanovena na základě maximálního rozsahu Služeb uvedeného v čl. I odst. 2 této Prováděcí smlouvy a příslušných hodinových sazeb, které jsou uvedeny v příloze č. 2 Smlouvy.

2. Pro vyloučení všech pochybností Smluvní strany uvádí, že Poskytovatel je oprávněn fakturovat
(i) Smluvní cenu pouze za skutečně realizované Služby a dále (ii) případné náklady vynaložené na Vstupy, jsou-li nezbytné k plnění předmětu Dílčí zakázky specifikovaného touto Prováděcí smlouvou.
3. Ostatní podmínky vztahující se k platbě Smluvní ceny za plnění poskytnuté Poskytovatelem dle této Prováděcí smlouvy, jakož i lhůta splatnosti, jsou uvedeny ve Smlouvě.

IV.

Ostatní ujednání

1. Veškerá ujednání této Prováděcí smlouvy navazují na Smlouvu a Smlouvou se také řídí, tj. práva, povinnosti či skutečnosti neupravené v této Prováděcí smlouvě se řídí ustanoveními Smlouvy.
2. V případě, že se ujednání obsažené v této Prováděcí smlouvě bude odchylovat od ustanovení obsaženého ve Smlouvě, má ujednání obsažené v této Prováděcí smlouvě přednost před ustanovením obsaženým ve Smlouvě, ovšem pouze ohledně plnění sjednaného v této Prováděcí smlouvě a pokud neodporuje principům stanoveným ve Smlouvě.
3. Pro vyloučení pochybností Smluvní strany uvádí, že sankční ujednání a pravidla pro trvání závazků této Prováděcí smlouvy jsou uvedeny ve Smlouvě.

4. Jestliže se ukáže jakékoliv ustanovení této Prováděcí smlouvy jako neplatné, nevymahatelné nebo neúčinné, nedotýká se tato neplatnost, nevymahatelnost nebo neúčinnost ostatních ustanovení této Prováděcí smlouvy. Smluvní strany se zavazují nahradit do 30 pracovních dnů od doručení výzvy jedné Smluvní strany druhé Smluvní straně neplatné, neúčinné nebo nevymahatelné ustanovení ustanovením platným, účinným a vymahatelným se stejným nebo obdobným obchodním a právním smyslem, případně uzavřít smlouvu novou.
5. Tato Prováděcí smlouva nabývá platnosti dnem jejího podpisu oběma Smluvními stranami a účinnosti dnem jejího zveřejnění v souladu se zákonem č. 340/2015 Sb., o zvláštních podmínkách účinnosti některých smluv, uveřejňování těchto smluv a o registru smluv (zákon o registru smluv), v registru smluv.
6. Nedílnou součástí této Prováděcí smlouvy jsou následující přílohy:
 - Příloha č. 1 – Popis a specifikace předmětu plnění Dílčí zakázky;
 - Příloha č. 2 – Časový harmonogram
 - Příloha č. 3 – Rozsah činností tvořících Služby
7. Na důkaz toho, že Smluvní strany s obsahem této Prováděcí smlouvy souhlasí, rozumí jí a zavazují se k jejímu plnění, připojují své podpisy a prohlašují, že tato Prováděcí smlouva byla uzavřena podle jejich svobodné a vážné vůle prosté tísně.

SÚRAO

V Praze, dne 29.5.2024

el. podpis

.....
RNDr. Lukáš Vondrovic, Ph.D.
ředitel

Poskytovatel

V Liberci, dne 27.5.2024

el. podpis

.....
doc. Ing. Josef Černohorský, Ph.D.
děkan Fakulty mechatroniky, informatiky
a mezioborových studií

Příloha č. 1

Popis a specifikace předmětu plnění Dílčí zakázky

Popis a specifikace předmětu plnění v následujícím textu odpovídá formulaci výzvy zadavatele k uzavření prováděcí smlouvy. Byly provedeny dvě drobné úpravy: pro lepší přehlednost je Etapy 3 rozdělena na dvě samostatné Etapy 3 a 4. Toto členění je použito i v Návrhu technického řešení. Dále je posunut termín Etapy 1 (z důvodu příliš krátké doby od předpokládaného podpisu smlouvy u původního data).

Název dílčí zakázky:

Ovlivnění transportu radionuklidů v hornině ukládacími chodbami a EDZ.

Předmět plnění.

Předmětem plnění Dílčí zakázky je hodnocení vlivu zavážecích chodeb na transportní cesty po uzavření HÚ. V důsledku vyražení zavážecích chodeb a ukládacích vrtů se předpokládá ovlivnění proudění vody a transportu látek zejména v důsledku 1) zvýšení propustnosti horniny v okolí chodby vlivem změny napětí v EDZ (pod pojmem EDZ je myšlena zóna ovlivnění ražbou), 2) vzniku preferenční cesty v ukládací chodbě, nebo na rozhraní ukládací chodba/hornina. Částečné uzavření preferenčních cest v EDZ může být způsobeno bobtnacím tlakem bentonitové výplně (backfill), proto bude součástí projektu také predikce mechanického chování bentonitové bariéry (předpokládá se nehomogenní objemová hmotnost v profilu zavážecí chodby). V rámci predikce transportu v zóně EDZ se předpokládá využití modelu vyvinutého v TAČR projektu ENDORSE, jehož bylo SÚRAO aplikačním garantem. Projekt bude probíhat v součinnosti s experimentálními aktivitami v PVP Bukov, zaměřenými na monitorování změn hydraulických parametrů (pórové tlaky, průtoky, ...) v blízkosti ražené chodby.

Cíle projektu budou:

- Ověření metodiky modelování ovlivnění hydrauliky mechanickými změnami v důsledku ražby chodeb (model zóny EDZ), s využitím in-situ měření vývoje pórových tlaků z PVP Bukov.
- Analýza syčení bentonitových výplní (BCV) a vývoje jejich mechanických a hydraulických vlastností.
- Predikce vývoje napětíového stavu masivu a transportních parametrů (zejména permeability) v blízkosti chodeb po uzavření HÚ a dosažení plné saturace výplní zavážecích chodeb.
- Aplikace metodiky pro hodnocení transportu v blízkém okolí ukládacích vrtů a zavážecích chodeb se zahrnutím puklinové sítě v hornině, změn v EDZ a vlivu bentonitu v zavážecí chodbě.
- Hodnocení a snížení míry nejistot spojených s modelováním transportu v prostředí ukládacích vrtů, zavážecí chodby a EDZ s využitím vhodných statistických inferenčních metod.

Projekt bude probíhat v součinnosti s experimentálním programem na PVP Bukov. Z tohoto důvodu bude nutné koordinovat harmonogram projektu s termíny realizací ražby a měření v PVP.

Projekt bude plněn v následujících etapách. Etapy 2, 3 a 4 mohou být řešeny paralelně.

1. Rešerše, zpracování vstupních dat, příprava iniciálních modelů, geometrií sítí
 - a. Specifikace a sběr vstupních dat
 - b. Příprava iniciálních modelů, využitelných pro upřesnění experimentálních prací a definování geometrie, okrajových podmínek a celkové koncepce hlavních modelů
 - c. Termín: 9/2024
2. Stanovení vlastností backfillu, jeho syčení, změny objemu a bobtnacích tlaků
 - a. Určení hydraulických a mechanických parametrů nasycené bentonitové bariéry (backfill), potřebných pro účely modelu syčení bentonitu pro český ukládací koncept a následně modelování možného advektivního transportu. Ačkoliv je o bentonitové bariéře obvykle uvažováno jako o hydraulicky nepropustném prostředí, je možný vznik preferenčních cest vlivem nehomogenit například v okolí technologické spáry na rozhraní bentonitu a horniny.
 - b. Parametry backfillu a geometrie chodby jsou ve zprávě SÚRAO TZ 644/2022
 - c. Termín: 6/2025
3. Interpretace měření pórových tlaků pomocí inverzní analýzy
 - a. Inverzní modelování propustností na základě vývoje pórových tlaků, měřených v PVP Bukov. Pro využitelnost modelu v geologických podmínkách HÚ bude nutné v modelu zohlednit anisotropii a prostorovou heterogenitu hydraulických a mechanických vlastností puklinového prostředí. Použitím dat z PVP Bukov budou určeny parametry modelu charakterizující anisotropii a heterogenitu modelu. Model bude navazovat na metodiku navrženou v rámci TAČR projektu ENDORSE.
 - b. Termín: 6/2025
4. Model transportu v EDZ
 - a. Prediktivní modelování transportu po uzavření chodeb a nasycení bentonitových výplní. Nasycením výplní bude v důsledku bobtnacích tlaků bentonitu pravděpodobně dosaženo částečného navrácení napětového stavu EDZ a snížení propustnosti horniny.
 - b. Bude provedena citlivostní analýza zdrojů nejistot 3D transportního modelu pomocí Sobolových indexů.
 - c. Termín: 6/2025

5. Finální vyhodnocení a závěrečná zpráva

- a. Zpráva bude vypracována v anglickém jazyce a bude obsahovat podrobný popis všech činností v rámci projektu. Součástí zprávy bude také doporučení navazujících aktivit, založeno na zkušenostech získaných v rámci plnění projektu.
 - b. Termín: 12/2025
- Všechny výstupy (technické zprávy) budou předány v tištěné a elektronické verzi v šabloně SÚRAO v aktuálním znění dostupném na interním úložišti). V rámci odevzdání výstupů proběhne také odevzdání modelů a podkladových dat dle interního metodického pokynu SÚRAO MP.23. Poskytovatel v rámci nejpozději třetího kontrolního dne uskuteční jednání k datovému modelu předávaných dat se SÚRAO.

Pozn. V rámci návrhu řešení poskytovatel navrhne případné další výstupy a postup řešení včetně struktury kontrolních dní v četnosti minimálně jednou za 3 měsíce (nejedná se o jednání Koordinační skupiny).

Rizika projektu

Analýza rizika byla provedena s ohledem na čtyři základní oblasti – personální, organizační, finanční a rychlost a kvalitu dosažení výsledků. Metody a způsoby hodnocení rizik byly aplikovány ve spolupráci všech řešitelských organizací. Byla zde využita kombinace metod, zejména základní jednoduché bodové metody a metody „What if“.

Oblasti a identifikované riziko

Personální – řešitelský tým je sestaven z organizací, které dlouhodobě spolupracují při řešení projektů a zakázek zaměřených na hodnocení bezpečnosti HÚ, a jejich pracovníků zajišťujících odbornou znalost a zkušenost spojenou s předmětem zakázky. Řešitelské organizace jsou schopny tým doplnit či částečně nahradit v případě neočekávané personální změny. Dále délka trvání zakázky minimalizuje toto riziko.

Organizační – řešitelské organizace spolupracují dlouhodobě při řešení zakázek a projektů s podobným odborným zaměřením a mají nastavené mechanismy na řízení projektů a rizik. Mezi ně patří pravidelné schůzky a jednání pracovníků projektového týmu a jednání ohledně řízení a realizace. Velká část jednání probíhá formou telekonference.

Finanční – všechny subjekty jsou finančně stabilní a rozpočtově schopny alokovat potřebné zdroje na předfinancování zakázky.

Rychlost a kvalita dosažení výsledků – rychlost a kvalita dosažení výsledků je podmíněna schopnostmi a zkušenostmi členů týmu, dobrým odhadem náročnosti prací a dostatkem vstupních dat. Tým je sestaven z odborníků, jejichž schopnosti a zkušenosti jsou prověřené z řešení minulých projektů a zakázek. Odhad náročnosti prací byl proveden pečlivě, avšak nelze vyloučit nepředpokládané komplikace. Dostatek vstupních dat je zajištěn z podstatné části. Vyšší úroveň rizika 8 (z 10) se týká pouze kvality interpretace měření pórových tlaků a to vzhledem k četným nejistotám ohledně počátečního stavu a parametrů horniny. U ostatních výsledků je úroveň rizika 4.

Analýza rizik ohrožujících dosažení cíle zakázky

Identifikované riziko	Pravděpodobnost	Dopad	Úroveň rizika
Personální (fluktuace důležitých pracovníků)	Velmi nízká	Větší	2
Organizační (řízení a management)	Velmi nízká	Velmi malý	1
Finanční (ztráta platební schopnosti)	Velmi nízká	Velmi malý	1
Rychlost a kvalita dosažení výsledků	Nízká	Větší	4 resp. 8

Příloha č. 2
Časový harmonogram

ÚLOHA	2024		2025			
	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
ÚLOHA						
Etapa 1. Rešerše						
Etapa 2. Stanovení vlastností backfillu, jeho sycení, změny objemu a bobtnacích tlaků						
Etapa 3. Interpretace měření pórových tlaků pomocí inverzní analýzy						
Základní interpretace časových řad z experimentu.						
Úprava modelů mechaniky, zahrnutí anisotropie.						
Ověřující plastické výpočty formace EDZ						
Bayesovská inverze pro parametry HM modelu.						
Etapa 4. Model transportu						
Prediktivní HM výpočet tvorby a vývoje EDZ						
Transportní model okolí chodby						
Citlivostní analýza nejistot pro vstupy transportního modelu						
Etapa 5. Finální vyhodnocení a závěrečná zpráva						
Řízení znalostí						
Sepsání závěrečné zprávy						
Zpracování připomínek, finalizace						

Příloha č. 3
Rozsah činností tvořících Služby

1. Označení subjektů, osob a jejich rolí

Označení subjektu	Hlavní řešitel (osoba)	Řešený okruh prací, řízení Dílčí zakázky, odpovědnost
Technická univerzita v Liberci (TUL)	Xxx xxx xxx xxxxxx, xxxx	Manažer dílčí zakázky, stochastické výpočty
Technická univerzita v Liberci (TUL)	Xxx xxx xxxxx xxxx, xxxx	Koncepce a vyhodnocení modelů transportu
Technická univerzita v Liberci (TUL)	Xxx xxx xxx xxxxxx, xxxx	Hydro-mechanické a transportní modely
Ústav geoniky AV ČR, v.v.i. (ÚGN)	Xxx xxx xxxxxx xxxxxx, xxxx	Koordinace ÚGN týmu, příprava dílčích a závěrečných zpráv
Ústav geoniky AV ČR, v.v.i. (ÚGN)	Xxx xxxxxxxx xxxxx, xxxx	Zodpovědnost za řešení Etapy 2
Ústav geoniky AV ČR, v.v.i. (ÚGN)	Xxx xxx xxxxx xxxxxxxx, xxxx	Zodpovědnost za plastické výpočty formace EDZ
Ústav geoniky AV ČR, v.v.i. (ÚGN)	Xxx xxxxx xxxxx xxxx	Zodpovědnost za Bayesovskou inverzní analýzu a surrogate modely

2. Cena Dílčí zakázky

Druh prací	Časová náročnost v hodinách			Celkem cena (počet hodin*smluvní hodinová sazba) (tis. Kč)
	TUL	ÚGN	celkem	
1. Vysoce kvalifikované a koncepční, koordinační práce	90	30	120	xxx
2. Velmi náročné a koncepční práce	400	330	730	xxxx
3. Náročné práce	660		660	xxx
4. Méně náročné práce	10		10	x
5. Pomocné práce				
Celkem cena bez DPH (tis. Kč)				1991
Celkem cena s DPH (tis. Kč)				2409,11

3. Návrh technického řešení Dílčí zakázky

Obecné aspekty řešení:

- Metodika charakterizace HM parametrů horniny a EDZ z projektu Endorse (TAČR TK02010118) bude aplikována a ověřena na datech z měření pórových tlaků na PVP2. Pomocí aktualizovaného modelu a metod Bayesovské inverze budou určeny parametry horniny na škále průměru ražených chodeb, t.j. okolo 4m.
- Podle metodiky projektu Endorse bude sestaven transportní model okolí ukládací chodby zohledňující reálnou geometrii vertikálního systému ukládání, vývoj EDZ po uzavření, vliv bobtnacího tlaku backfilu, transportní parametry EDZ a bentonitu.
- Pro transportní model a data z laboratoře PVP2 bude provedena citlivostní analýza vůči klíčovým nejistotám ve vstupních parametrech: vliv puklinového systému, vliv parametrů bentonitu, vliv EDZ. Výsledky mají za cíl prokázat možnosti tohoto postupu v geologických podmínkách PVP2, nikoliv bezpečnost pro finální lokalitu.

Etapu 1 – Rešerše

- Shrnutí návrhu, dostupných výsledků a parametrů experimentu měření pórových tlaků při ražbě pro charakterizaci mechanických a transportních vlastností horniny na PVP2.
- Přehled potřebných vstupů pro sestavení uvažovaných modelů.
- Rešerše podobných modelů (formace a charakterizace EDZ, transport) v literatuře.
- Rešerše experimentálních a technických dat pro specifikaci vstupů modelů.

Řešení: TUL a ÚGN

Etapu 2 – Stanovení vlastností backfillu, jeho sycení, změny objemu a bobtnacích tlaků

Vzhledem ke komplexnosti úlohy sycení peletového bentonitu neumožňují existující matematické modely predikovat s dostatečnou přesností heterogenitu backfillu po nasycení, proto navrhujeme alternativní postup: Na základě rešerše, existujících experimentálních dat a existujících i nových výpočtů bude:

- a) stanoven bobtnací tlak bentonitu na stěnu chodby pro uvažovaný český bentonit,
- b) stanovena počáteční objemová hustota zajišťující dosažení předepsané hydraulické vodivosti v celém objemu chodby.

Řešení ÚGN

Etapu 3 – Interpretace měření pórových tlaků pomocí inverzní analýzy

- Časové řady měření budou synchronizovány se záznamy o ražbě, s daty seismického monitoringu a s predikcí matematického modelu. Budou analyzovány možné příčiny nespojitostí v průběhu pórových tlaků, pro spojitý úsek bude stanovena jejich apriorní věrohodnost.
- Existující hydro-mechanický model založený na simulátoru Flow123d bude upraven pro zahrnutí anisotropií horniny, především v důsledku foliace očekávané na PVP2.
- Pro vybrané části měřených tlaků bude provedena Bayesovská inverze s cílem upřesnit a potvrdit předpokládané hodnoty klíčových parametrů modelu. Pro akceleraci výpočtů budou použity vhodné zástupné (surrogate) modely. V druhé fázi bude snaha vysvětlit více měření jedním modelem s heterogenními hydraulickými a mechanickými parametry horniny.
- Pro posouzení vlivu zón poškozených ražbou budou provedeny podpůrné elasto-plastické výpočty v SW Flac3D. Výstupy z těchto výpočtů budou zohledněny v rámci hydro-mechanických a transportních modelů implementovaných ve Flow123d.

Řešení TUL a ÚGN.

Etapu 4 – Model transportu

- Výsledky inverzní analýzy experimentu budou použity k predikci vývoje EDZ v důsledku opětovného zatopení a v důsledku bobtnacího tlaku bentonitu. Bude predikována vyvolaná změna v transportních parametrech.
- Pro vertikální systém ukládání bude sestaven transportní model zahrnující vliv změn EDZ a transport backfillem v zavážecí chodbě.
- Sestavený transportní model bude použit k predikci maximální koncentrace na hranici modelu (performance indikátor). Pro indikátor bude provedena citlivostní analýza pomocí Sobolových indexů charakterizující hlavní zdroje nejistot s ohledem na uvažované vstupní parametry modelu. Pro statistické odhady Sobolových indexů bude využita víceúrovňová metoda Monte Carlo.

Řešení TUL

Etapu 5 – Finální vyhodnocení a závěrečná zpráva

- Od rešerše v průběhu projektu bude průběžně prováděna integrace získaných znalostí a dat ve strojově zpracovatelné formě. Pro menší data budou použity konfigurační YAML a tabulkové CSV soubory. Tato data budou součástí GitHub repozitáře s řídicími skripty výpočtů. Pro datasety ze statistických výpočtů budou použity škálovatelné datové formáty jako HDF5 nebo ZARR.
- V průběhu projektu budou vznikat dílčí části závěrečné zprávy, která bude finálně kompletována v posledním čtvrtletí řešení projektu.

Řešení: TUL a ÚGN