

Ev. číslo objednatele: SO2020-017-01

Ev. Číslo TUL (LTP 4): 21/7640/048

Dodatek č. 1 ke

Smlouvě o účasti na řešení projektu *EURAD Cofund Action* číslo 847593 v rámci programu *HORIZONT 2020*

(dále také jako „*Dodatek*“)

Smluvní strany:

1. Česká republika – Správa úložišť radioaktivních odpadů (SÚRAO)

se sídlem: Dlážděná 6, 110 00 Praha 1

IČO: 66000769

DIČ: CZ66000769

zastoupená: JUDr. Janem Prachařem, ředitelem

za níž jsou dále ve vztahu k této Smlouvě oprávněni jednat:

- ve věcech smluvních: xxx xxxx xxxxxxxx, xxx (e-mail: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx); a
- ve věcech technických: xxx xxxxx xxxxxxxxxxxx, xxx (email: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx) a xxx xxxxxxxx xxxxxxxxxxxx (email: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx)

(dále také jako „**SÚRAO**“ nebo v terminologii programu HORIZONT 2020 jako „**Beneficiary**“)

a

2. Univerzita Karlova

se sídlem: Praha 1, Staré Město, Ovocný trh 560/5

IČO: 00216208

DIČ: CZ00216208

zastoupená: prof. MUDr. Tomášem Zimou, DrSc., rektorem

za níž jsou dále ve vztahu k této Smlouvě oprávněni jednat:

- ve věcech smluvních: xxx xxxxx xxxxxx, (e-mail: pravnik@natur.cuni.cz);

a

- ve věcech technických: xxxx xxxx xxxxx xxxxx, x xxxx, xxx (e-mail: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx)

(dále také jako „**LTP 1**“, tedy v terminologii programu HORIZONT 2020 „**linked third party 1**“ nebo dále také jako „**Připojená třetí strana 1**“)

a

3. České vysoké učení technické v Praze

se sídlem: Praha 6, Dejvice, Jugoslávských partyzánů 1580/3

IČO: 68407700

DIČ: CZ68407700

zastoupené: doc. RNDr. Vojtěchem Petráčkem, CSc., rektorem

za nějž jsou dále ve vztahu k této Smlouvě oprávněni jednat:

- ve věcech smluvních: xxxx xxx xxxx xxx, xxx (email: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx)
- ve věcech technických: xxx xxxx xxxxxxxx, xxx (email: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx)

(dále také jako „**LTP 2**“, tedy v terminologii programu HORIZONT 2020 „**linked third party 2**“ nebo dále také jako „**Připojená třetí strana 2**“)

a

4. ÚJV Řež, a. s.

se sídlem: Husinec, Řež, Hlavní 130

IČO: 46356088

DIČ: CZ46356088

zastoupená: Ing. Danielem Jiříčkou, předsedou představenstva, a Ing. Patrikem Špátzalem, MBA, členem představenstva

za níž jsou dále ve vztahu k této Smlouvě oprávněni jednat:

- ve věcech smluvních: xxx xxxxx xxxxxxxx (e-mail: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx); a
- ve věcech technických: xxxx xxxxxxxx xxxxxxxx, xxx (e-mail: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx)

(dále také jako „**LTP 3**“, tedy v terminologii programu HORIZONT 2020 „**linked third party 3**“ nebo dále také jako „**Připojená třetí strana 3**“)

a

5. Technická univerzita v Liberci

se sídlem: Liberec I-Staré Město, Studentská 1402/2

IČO: 46747885

DIČ: CZ46747885

zastoupená: doc. RNDr. Miroslavem Brzezínou, CSc., rektorem

za níž jsou dále ve vztahu k této Smlouvě oprávněni jednat:

- ve věcech smluvních: xxx xxxxx xxxxxxxxxxxxxx (e-mail: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx); a
- ve věcech technických: xxx xxx xxxxx xxxx, xxx.

(dále také jako „**LTP 4**“, tedy v terminologii programu HORIZONT 2020 „**linked third party 4**“ nebo dále také jako „**Připojená třetí strana 4**“)

a

6. Ústav geoniky AV ČR, v.v.i.

se sídlem: Ostrava, Poruba, Studentská 1768/9

IČO: 68145535

DIČ: CZ68145535

zastoupený: Ing. Josefem Foldynou, CSc., ředitelem

za něž jsou dále ve vztahu k této Smlouvě oprávněni jednat:

- ve věcech smluvních: Ing. Josef Foldyna, CSc. (email: Josef.foldyna@ugn.cas.cz); a

ve věcech technických: xxxx xxxx xxxxx xxxxxxxx, xxx (email: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx)

(dále také jako „**LTP 5**“, tedy v terminologii programu HORIZONT 2020 „**linked third party 5**“ nebo dále také jako „**Připojená třetí strana 5**“)

(v částech Dodatku, kde se Dodatek vztahuje na každou LTP 1 až 5 a kde se práva a povinnosti váží na každou LTP 1 až 5 jsou LTP 1 až 5 označovány dále také jako „**LTP**“; v těch částech Dodatku, kde práva a povinnosti dopadají jen na některou z LTP, je tato LTP výslovně identifikována dle čísla přiděleného v záhlaví tohoto Dodatku)

(SÚRAO a LTP 1 až 5 společně označování dále také jako „**Smluvní strany**“)

spolu dne 06. 08. 2020 uzavřely Smlouvu o účasti na řešení projektu EURAD Cofund Action číslo 847593 v rámci programu HORIZONT 2020 (dále také jako „**Smlouva**“).

Vzhledem k tomu, že

- (i) došlo k úpravě Grantové dohody tak, jak je definovaná ve Smlouvě;
- (ii) ve WP2 ACED došlo ke snížení rozpočtu z důvodu personální změn v LTP 3. LTP 3 není schopna pokrýt personálně a odborně aktivity v Tasku 4, proto došlo ke změně rozsahu jejího kapacitního zapojení a financování tak, že se

ruší její zapojení do Tasku 4 s tím, že LTP 3 zůstává zapojeno jen do Tasku 2;

- (iii) došlo k navýšení rozpočtu u WP13 KM - Training, jelikož v průběhu prvních dvou let řešení WP13 KM - Training se pracovníci LTP 2 (Fakulta stavební a Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská) zapojili nejen do původně plánovaných Tasků 1- 4, ale také, nezanedbatelnou měrou, do Tasku 5: Implementation of Mobility Programme. Řešení v Tasku 1- 3 bylo dle plánu ukončeno během prvních dvou let Projektu. Práce v Tasku 4- 5 jsou plánovány na celou dobu řešení Projektu (2019-2023); LTP2 zajistí zejm. podporu vývoje a realizace Mobility programu a tréninkových kurzů a účast na procesu hodnocení žádostí o mobility. Původní rozpočet byl alokovan s ohledem na původní plán zapojení LTP 2. Rozšíření jak oblasti prací, tak významné prodloužení doby, po kterou LTP 2 má přispívat k řešení, vyžaduje navýšení rozpočtu na podporu aktivit LTP 2 v tomto WP13. Možné rozšíření prací a odpovídající navýšení rozpočtu bylo avizováno již v projektové žádosti EURAD;
- (iv) došlo k prodloužení termínů pro dokončení jednotlivých work package (WP) jako kompenzace za časové prodlení způsobené uzavřením či omezením prací v laboratořích v návaznosti na vládní opatření v jednotlivých členských státech EU z důvodu zamezení šíření onemocnění Covid-19;

se Smluvní strany v souladu s čl. IX odst. 2 Smlouvy dohodly na uzavření tohoto Dodatku:

A.

Změna Přílohy 2

1. Původní Příloha č. 2 Smlouvy se ruší a nahrazuje se zcela Přílohou č. I tohoto Dodatku.

B.

Prodloužení termínů pro dokončení jednotlivých WP a změna Přílohy 1

1. Vzhledem k tomu, že pandemie nemoci Covid-19 a související vládní opatření v jednotlivých členských státech EU vedly k uzavření či omezení fungování laboratoří a ztížily tak realizaci prací na Projektu, došlo k dohodě o prodloužení lhůt pro dokončení jednotlivých WP. Smluvní strany se proto dohodly, že tato skutečnost bude reflektována i ve Smlouvě, a proto se tímto Dodatkem lhůty pro dokončení jednotlivých WP prodloužují takto:

- a. WP2 ACED: o 9 měsíců;

- b. WP3 CORI: o 12 měsíců;
- c. WP4 DONUT: o 6 měsíců;
- d. WP5 FUTURE: o 9 měsíců;
- e. WP7 HITEC: o 12 měsíců; a
- f. WP8 SFC: o 12 měsíců.

2. Bez ohledu na prodloužení dle odst. 1 výše musí být každý WP plně dokončen před ukončením celého Projektu, tedy do 31. května 2024.
3. Původní Příloha č. 1 Smlouvy se ruší a nahrazuje se zcela Přílohou č. II tohoto Dodatku.

C.

Závěrečná ustanovení

1. Ostatní ujednání Smlouvy zůstávají nezměněna.
2. Nedílnou součástí tohoto Dodatku jsou i jeho 2 (slovy: dvě) přílohy:
 - Příloha č. I – Finanční plnění - podrobný popis, způsob a termíny úhrady – aktualizované
 - Příloha č. II – Vymezení činností jednotlivých LTP, konkrétních pozic a úkolů a očekávaných výsledků Projektu – aktualizované

V Praze dne: 10.12.2021

V Praze dne: 13.12.2021

.....
**Česká republika – Správa úložišť
radioaktivních odpadů (SÚRAO)**

JUDr. Jan Prachař, ředitel

.....
Univerzita Karlova

prof. MUDr. Tomáš Zima, DrSc.,

rektor

V Praze dne: 21.12.2021

.....
**České vysoké učení technické v
Praze**

doc. RNDr. Vojtěch Petráček, CSc.

rektor

V Husinci, Řeži dne: 18.1.2022

.....
ÚJV Řež, a. s.

Ing. Daniel Jiříčka

předseda představenstva

...12.1.2022.....

ÚJV Řež, a. s.

Ing. Patrik Špátzal, MBA

člen představenstva

V Ostravě dne: 19.1.2022

.....
Ústav geoniky AV ČR, v.v.i.

Ing. Josef Foldyna, CSc.

ředitel

V Liberci dne: 21.1.2022

.....
Technická univerzita v Liberci

doc. RNDr. Miroslav Brzezina, CSc.

rektor

Příloha č. I Dodatku

Příloha č. 2 Smlouvy, včetně nadpisu nově zní takto:

PŘÍLOHA Č. 2 – FINANČNÍ PLNĚNÍ - PODROBNÝ POPIS, ZPŮSOB A
TERMÍNY ÚHRADY - AKTUALIZOVANÉ

		ČVUT	UK	UGN	TUL	ÚJV	TOTAL
ACED	TOTAL BUDGET					92 063 €	105 813 €
	EC requested contribution					46 032 €	
DONUT	TOTAL BUDGET	90 000 €	55 000 €	150 110 €	154 813 €	40 000 €	525 923 €
	EC requested contribution	45 000 €	27 500 €	75 055 €	77 406 €	20 000 €	
GAS	TOTAL BUDGET	191 156 €				60 526 €	271 995 €
	EC requested contribution	95 578 €				30 263 €	
HITEC	TOTAL BUDGET	295 469 €	139 375 €			45 121 €	527 715 €
	EC requested contribution	147 734 €	69 688 €			22 561 €	
FUTURE	TOTAL BUDGET					121 825 €	133 325 €
	EC requested contribution					60 913 €	
CORI	TOTAL BUDGET	219 250 €				173 106 €	522 981 €
	EC requested contribution	109 625 €				86 553 €	
SFC	TOTAL BUDGET	8 000 €					8 000 €
	EC requested contribution	4 000 €					
KM Training	Total Costs	45 570 €					45 570 €
	EC requested contribution	31 899 €					
TOTAL BUDGET		849 445 €	194 375 €	150 110 €	154 813 €	532 642 €	1 881 384 €
TOTAL EC CONTRIBUTION		433 837 €	97 188 €	75 055 €	77 406 €	266 321 €	949 806 €
MAX. SURAO CONTRIBUTION		415 609 €	97 188 €	75 055 €	77 406 €	266 321 €	931 578 €

WP	Category of cost	Cost	pm	Cost	pm	Cost	pm	Cost	pm	Cost	pm
		CTU		CU		IGN		TUL		UJV	
ACED	Personnel costs - Task 1	0.0	0.0							0.0	0.0
ACED	Personnel costs - Subtask 1.1										
ACED	Personnel costs - Subtask 1.2										
ACED	Personnel costs - Subtask 1.3										
ACED	Personnel costs - Subtask 1.4										
ACED	Personnel costs - Subtask 1.5										
ACED	Travel costs									8 500.0	
ACED	Equipment										
ACED	Other goods & services										
ACED	Large Research Infrastructure (LRI)										
ACED	Subcontracting										
ACED	Personnel costs - Task 2	0.0	0.0							21 150.0	16.5
ACED	Personnel costs - Subtask 2.1									21 150.0	16.5
ACED	Personnel costs - Subtask 2.2										
ACED	Personnel costs - Subtask 2.3										
ACED	Equipment									8 000.0	
ACED	Other goods & services									6 000.0	
ACED	Large Research Infrastructure (LRI)										
ACED	Subcontracting										
ACED	Personnel costs - Task 3	0.0	0.0							0.0	0.0
ACED	Personnel costs - Subtask 3.1										
ACED	Personnel costs - Subtask 3.2										
ACED	Personnel costs - Subtask 3.3										
ACED	Equipment										
ACED	Other goods & services										
ACED	Large Research Infrastructure (LRI)										
ACED	Subcontracting										
ACED	Personnel costs - Task 4	0.0	0.0							28 000.0	12.5
ACED	Personnel costs - Subtask 4.1									18 000.0	8.0
ACED	Personnel costs - Subtask 4.2									10 000.0	4.5
ACED	Personnel costs - Subtask 4.3										
ACED	Equipment										
ACED	Other goods & services									2 000.0	
ACED	Large Research Infrastructure (LRI)										
ACED	Subcontracting										
ACED	Total Personnel Costs	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49 150.0	29.0
ACED	Total travel costs	0.0		0.0		0.0		0.0		8 500.0	
ACED	Total Equipment	0.0		0.0		0.0		0.0		8 000.0	
ACED	Total Other goods & services	0.0		0.0		0.0		0.0		8 000.0	
ACED	Large Research Infrastructure (LRI)	0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
ACED	Total other direct costs	0.0		0.0		0.0		0.0		24 500.0	
ACED	Total direct costs	0.0		0.0		0.0		0.0		73 650.0	
ACED	Total Indirect Costs	0.0		0.0		0.0		0.0		18 412.5	
ACED	Total subcontracting										
ACED	TOTAL BUDGET	0.0		0.0		0.0		0.0		92 062.5	
ACED	EC requested contribution	0.0		0.0		0.0		0.0		46 031.3	
DONUT	Personnel costs - Task 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DONUT	Personnel costs - Subtask 1.1										
DONUT	Personnel costs - Subtask 1.2										
DONUT	Personnel costs - Subtask 1.3										
DONUT	Travel costs	5 000.0		5 000.0		8 500.0		11 000.0		5 000.0	
DONUT	Personnel costs - Task 2	64 000.0	35.0	37 200.0	19.0	85 368.0	48.0	37 050.0	15.0		
DONUT	Equipment										
DONUT	Other goods & services	3 000.0		1 800.0				1 700.0			
DONUT	Subcontracting										
DONUT	Personnel costs - Task 3							24 700.0	10.0		
DONUT	Equipment										
DONUT	Other goods & services										
DONUT	Subcontracting										
DONUT	Personnel costs - Task 4					26 220.0	16.0	24 700.0	10.0	23 720.0	10.0
DONUT	Equipment										
DONUT	Other goods & services									3 280.0	
DONUT	Subcontracting										
DONUT	Personnel costs - Task 5							24 700.0	10.0		
DONUT	Equipment										
DONUT	Other goods & services										
DONUT	Subcontracting										
DONUT	Total Personnel Costs	64 000.0	35.0	37 200.0	19.0	111 588.0	64.0	111 150.0	45.0	23 720.0	10.0
DONUT	Total Travel costs	5 000.0		5 000.0		8 500.0		11 000.0		5 000.0	
DONUT	Total Equipment	0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
DONUT	Total Other goods & services	3 000.0		1 800.0		0.0		1 700.0		3 280.0	
DONUT	Total other direct costs	8 000.0		6 800.0		8 500.0		12 700.0		8 280.0	
DONUT	Total direct costs	72 000.0		44 000.0		120 088.0		123 850.0		32 000.0	
DONUT	Total Indirect Costs	18 000.0		11 000.0		30 022.0		30 962.5		8 000.0	
DONUT	Total subcontracting	0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
DONUT	TOTAL BUDGET	90 000.0		55 000.0		150 110.0		154 812.5		40 000.0	
DONUT	EC requested contribution	45 000.0		27 500.0		75 055.0		77 406.3		20 000.0	

WP	Category of cost	Cost	pm	Cost	pm	Cost	pm	Cost	pm	Cost	pm
		CTU		CU		IGN		TUL		UJV	
GAS	Personnel costs - task 1	0.0	0.0							0.0	0.0
GAS	Personnel costs - Subtask 1.1					11 658.6					
GAS	Personnel costs - Subtask 1.2										
GAS	Personnel costs - Subtask 1.3										
GAS	Travel costs	8 500.0								5 000.0	
GAS	Equipment										
GAS	Other goods & services										
GAS	Subcontracting										
GAS	Personnel costs - task 2	42 250.0	13.0							26 221.0	12.5
GAS	Personnel costs - Subtask 2.1										
GAS	Personnel costs - Subtask 2.2	42 250.0	13.0							26 221.0	12.5
GAS	Equipment										
GAS	Other goods & services	6 300.0								8 700.0	
GAS	Subcontracting										
GAS	Personnel costs - task 3	83 375.0	23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GAS	Personnel costs - Subtask 3.1	41 687.5	11.5								
GAS	Personnel costs - Subtask 3.2	41 687.5	11.5								
GAS	Personnel costs - Subtask 3.3										
GAS	Equipment										
GAS	Other goods & services	12 500.0									
GAS	Subcontracting										
GAS	Personnel costs - task 4	0.0	0.0							0.0	0.0
GAS	Personnel costs - Subtask 4.1										
GAS	Personnel costs - Subtask 4.2										
GAS	Equipment										
GAS	Other goods & services										
GAS	Subcontracting										
GAS	Total Personnel Costs	125 625.0	36.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26 221.0	12.5
GAS	Total travel costs	8 500.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5 000.0	
GAS	Total Equipment	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8 500.0	
GAS	Total Other goods & services	18 800.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8 700.0	
GAS	Total other direct costs	27 300.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22 200.0	
GAS	Total direct costs	152 925.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	48 421.0	
GAS	Total Indirect Costs	38 231.3		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12 105.3	
GAS	Total subcontracting	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
GAS	TOTAL BUDGET	191 156.3		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	60 526.3	
GAS	EC requested contribution	95 578.1								30 263.1	
HITEC	Personnel costs - task 1	8 400.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HITEC	Personnel costs - Subtask 1.1										
HITEC	Personnel costs - Subtask 1.2										
HITEC	Personnel costs - Subtask 1.3	8 400.0	2.0								
HITEC	Travel costs	10 000.0		5 000.0						5 000.0	
HITEC	Equipment										
HITEC	Other goods & services										
HITEC	Large Research Infrastructure (LRI)										
HITEC	Subcontracting										
HITEC	Personnel costs - task 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HITEC	Personnel costs - Subtask 2.1										
HITEC	Personnel costs - Subtask 2.2										
HITEC	Personnel costs - Subtask 2.3										
HITEC	Equipment										
HITEC	Other goods & services										
HITEC	Large Research Infrastructure (LRI)										
HITEC	Subcontracting										
HITEC	Personnel costs - task 3	196 100.0	52.0	86 500.0	45.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17 597.0	10.0
HITEC	Personnel costs - Subtask 3.1	29 260.0	9.0	26 700.0	14.0					17 597.0	10.0
HITEC	Personnel costs - Subtask 3.2	39 000.0	12.0	26 700.0	14.0						
HITEC	Personnel costs - Subtask 3.3	127 850.0	31.0	33 100.0	17.0						
HITEC	Equipment	0.0		11 500.0						5 000.0	
HITEC	Other goods & services	21 875.0		8 500.0						8 500.0	
HITEC	Large Research Infrastructure (LRI)										
HITEC	Subcontracting										
HITEC	Personnel costs - task 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HITEC	Personnel costs - Subtask 4.1										
HITEC	Personnel costs - Subtask 4.2										
HITEC	Personnel costs - Subtask 4.3										
HITEC	Equipment										
HITEC	Other goods & services										
HITEC	Large Research Infrastructure (LRI)										
HITEC	Subcontracting										
HITEC	Personnel costs - task 5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HITEC	Personnel costs - Subtask 5.1										
HITEC	Personnel costs - Subtask 5.2										
HITEC	Personnel costs - Subtask 5.3										
HITEC	Equipment										
HITEC	Other goods & services										
HITEC	Total Personnel Costs	204 500.0	54.0	86 500.0	45.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17 597.0	10.0
HITEC	Total travel costs	10 000.0		5 000.0		0.0	0.0	0.0	0.0	5 000.0	
HITEC	Total Equipment	0.0		11 500.0		0.0	0.0	0.0	0.0	5 000.0	
HITEC	Total Other goods & services	21 875.0		8 500.0		0.0	0.0	0.0	0.0	8 500.0	
HITEC	Large Research Infrastructure (LRI)	0.0		0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
HITEC	Total other direct costs	31 875.0		25 000.0		0.0	0.0	0.0	0.0	18 500.0	
HITEC	Total direct costs	236 375.0		111 500.0		0.0	0.0	0.0	0.0	36 097.0	
HITEC	Total Indirect Costs	59 093.8		27 875.0		0.0	0.0	0.0	0.0	9 024.3	
HITEC	Total subcontracting	0.0		0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
HITEC	TOTAL BUDGET	295 468.8		139 375.0		0.0	0.0	0.0	0.0	45 121.3	
HITEC	EC requested contribution	147 734.4		69 687.5		0.0	0.0	0.0	0.0	22 560.6	

WP	Category of cost	Cost	pm	Cost	pm	Cost	pm	Cost	pm	Cost	pm
		CTU		CU		IGN		TUL		UJV	
FUTURE	Personnel costs - task 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FUTURE	Personnel costs - Subtask 1.1										
FUTURE	Personnel costs - Subtask 1.2										
FUTURE	Personnel costs - Subtask 1.3										
FUTURE	Travel costs									5 000.0	
FUTURE	Equipment										
FUTURE	Other goods & services										
FUTURE	Subcontracting										
FUTURE	Personnel costs - task 2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	62 360.0	31.0
FUTURE	Personnel costs - Subtask 2.1										
FUTURE	Personnel costs - Subtask 2.2									62 360.0	31.0
FUTURE	Personnel costs - Subtask 2.3										
FUTURE	Equipment									15 000.0	
FUTURE	Other goods & services									15 100.0	
FUTURE	Subcontracting										
FUTURE	Personnel costs - task 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FUTURE	Personnel costs - Sub task 3.1										
FUTURE	Personnel costs - Sub task 3.2										
FUTURE	Personnel costs - Sub task 3.3										
FUTURE	Equipment										
FUTURE	Other goods & services										
FUTURE	Subcontracting										
FUTURE	Total Personnel Costs	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	62 360.0	31.0
FUTURE	Total travel costs	0.0		0.0		0.0		0.0		5 000.0	
FUTURE	Total Equipment	0.0		0.0		0.0		0.0		15 000.0	
FUTURE	Total Other goods & services	0.0		0.0		0.0		0.0		15 100.0	
FUTURE	Total other direct costs	0.0		0.0		0.0		0.0		35 100.0	
FUTURE	Total direct costs	0.0		0.0		0.0		0.0		97 460.0	
FUTURE	Total Indirect Costs	0.0		0.0		0.0		0.0		24 365.0	
FUTURE	Total subcontracting	0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
FUTURE	TOTAL BUDGET	0.0		0.0		0.0		0.0		121 825.0	
FUTURE	EC requested contribution	0.0		0.0		0.0		0.0		60 912.5	
CORI	Personnel costs - task 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CORI	Personnel costs - Subtask 1.1										
CORI	Personnel costs - Subtask 1.2										
CORI	Personnel costs - Subtask 1.3										
CORI	Travel costs	11 000.0								11 000.0	
CORI	Equipment										
CORI	Other goods & services										
CORI	Subcontracting										
CORI	Personnel costs - Task 2	70 500.0	21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27 485.0	11.0
CORI	Equipment									3 000.0	
CORI	Other goods & services	17 500.0								6 400.0	
CORI	Subcontracting										
CORI	Personnel costs - Task 3	39 000.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37 945.0	16.0
CORI	Equipment									3 000.0	
CORI	Other goods & services	11 000.0								6 000.0	
CORI	Subcontracting										
CORI	Personnel costs - Task 4	23 500.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33 155.2	15.0
CORI	Equipment									4 000.0	
CORI	Other goods & services	2 900.0								7 500.0	
CORI	Subcontracting										
CORI	Total Personnel Costs	133 000.0	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	98 585.2	42.0
CORI	Total travel costs	11 000.0		0.0		0.0		0.0		11 000.0	
CORI	Total Equipment	0.0		0.0		0.0		0.0		10 000.0	
CORI	Total Other goods & services	31 400.0		0.0		0.0		0.0		18 900.0	
CORI	Total other direct costs	42 400.0		0.0		0.0		0.0		39 900.0	
CORI	Total direct costs	175 400.0		0.0		0.0		0.0		138 485.2	
CORI	Total Indirect Costs	43 850.0		0.0		0.0		0.0		34 621.3	
CORI	Total subcontracting	0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
CORI	TOTAL BUDGET	219 250.0		0.0		0.0		0.0		173 106.4	
CORI	EC requested contribution	109 625.0		0.0		0.0		0.0		86 553.2	

WP	Category of cost	Cost	pm	Cost	pm	Cost	pm	Cost	pm	Cost	pm
		CTU		CU		IGN		TUL		UJV	
SFC	Personnel costs - Task 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SFC	Personnel costs - Subtask 1.1										
SFC	Personnel costs - Subtask 1.2										
SFC	Personnel costs - Subtask 1.3										
SFC	Travel costs	5 000.0									
SFC	Equipment										
SFC	Other goods & services										
SFC	Subcontracting										
SFC	Personnel costs - Task 2	1 400.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SFC	Personnel costs - Subtask 2.1										
SFC	Personnel costs - Subtask 2.2										
SFC	Personnel costs - Subtask 2.3	1 400.0	0.4								
SFC	Personnel costs - Subtask 2.4										
SFC	Equipment										
SFC	Other goods & services										
SFC	Large Research Infrastructure (LRI)										
SFC	Subcontracting										
SFC	Personnel costs - Task 3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SFC	Personnel costs - Subtask 3.1										
SFC	Personnel costs - Subtask 3.2										
SFC	Personnel costs - Subtask 3.3										
SFC	Equipment										
SFC	Other goods & services										
SFC	Large Research Infrastructure (LRI)										
SFC	Subcontracting										
SFC	Personnel costs - Task 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SFC	Personnel costs - Subtask 4.1										
SFC	Personnel costs - Subtask 4.2										
SFC	Equipment										
SFC	Other goods & services										
SFC	Subcontracting										
SFC	Personnel costs - Task 5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SFC	Personnel costs - Subtask 5.1										
SFC	Personnel costs - Subtask 5.2										
SFC	Personnel costs - Subtask 5.3										
SFC	Equipment										
SFC	Other goods & services										
SFC	Subcontracting										
SFC	Total Personnel Costs	1 400.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SFC	Total Travel costs	5 000.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
SFC	Total Equipment	0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
SFC	Total Other goods & services	0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
SFC	Large Research Infrastructure (LRI)	0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
SFC	Total other direct costs	5 000.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
SFC	Total direct costs	6 400.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
SFC	Total Indirect Costs	1 600.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
SFC	Total subcontracting	0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
SFC	TOTAL BUDGET	8 000.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
SFC	EC requested contribution	4 000.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
KM Training	Personnel costs - task 1	787.8	0.3								
KM Training	Personnel costs - task 2	787.8	0.3								
KM Training	Personnel costs - task 3	787.8	0.3								
KM Training	Personnel costs - task 4	13 045.9	4.1								
KM Training	Personnel costs - task 5	13 045.9	4.1								
KM Training	Travel Costs	8 000.0									
KM Training	Other goods & services										
KM Training	Total Personnel Costs	28 455.2	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
KM Training	Total Other direct Costs	8 000.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
KM Training	Total Direct costs	36 455.2		0.0		0.0		0.0		0.0	
KM Training	Total Indirect Costs	9 113.8		0.0		0.0		0.0		0.0	
KM Training	Total Costs	45 569.1		0.0		0.0		0.0		0.0	
KM Training	EC requested contribution	31 898.3		0.0		0.0		0.0		0.0	
Allocated	Total Personnel Costs	556 980.2	174.5	123 700.0	64.0	111 588.0	64.0	111 150.0	45.0	277 633.2	134.5
Allocated	Total travel costs	47 500.0		10 000.0		8 500.0		11 000.0		39 500.0	
Allocated	Total Equipment	0.0		11 500.0		0.0		0.0		46 500.0	
Allocated	Total Other goods & services	75 075.0	0.0	10 300.0	0.0	0.0	0.0	1 700.0	0.0	62 480.0	0.0
Allocated	Total Large Research Infrastructure (LRI)	0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
Allocated	TOTAL OTHER DIRECT COSTS	122 575.0		31 800.0		8 500.0		12 700.0		148 480.0	
Allocated	TOTAL DIRECT COSTS	679 555.2		155 500.0		120 088.0		123 850.0		426 113.2	
Allocated	Total Total Indirect Costs	169 888.8		38 875.0		30 022.0		30 962.5		106 528.3	
Allocated	Total subcontracting	0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
Allocated	TOTAL BUDGET	849 444.1	0.0	194 375.0	0.0	150 110.0	0.0	154 812.5	0.0	532 641.4	0.0
Allocated	EC requested contribution	433 835.8	0.0	97 187.5	0.0	75 055.0	0.0	77 406.3	0.0	266 320.7	0.0
TOTAL	TOTAL DIRECT COSTS	679 555.2	0.0	155 500.0	0.0	120 088.0	0.0	123 850.0	0.0	426 113.2	0.0
TOTAL	TOTAL INDIRECT COSTS	169 888.8	0.0	38 875.0	0.0	30 022.0	0.0	30 962.5	0.0	106 528.3	0.0
TOTAL	TOTAL SUBCONTRACTING	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL	TOTAL BUDGET	849 444.1	0.0	194 375.0	0.0	150 110.0	0.0	154 812.5	0.0	532 641.4	0.0
TOTAL	TOTAL EC CONTRIBUTION	433 835.8		97 187.5		75 055.0		77 406.3		266 320.7	

Příloha č. II Dodatku

Příloha č. 1 Smlouvy, včetně nadpisu nově zní takto:

PŘÍLOHA Č. 1 – VYMEZENÍ ČINNOSTÍ JEDNOTLIVÝCH LTP, KONKRÉTNÍCH POZIC A ÚKOLŮ A OČEKÁVANÝCH VÝSLEDKŮ PROJEKTU - AKTUALIZOVANÉ

PŘÍLOHA Č. 1 – VYMEZENÍ ČINNOSTÍ JEDNOTLIVÝCH LTP, KONKRÉTNÍCH POZIC A ÚKOLŮ A OČEKÁVANÝCH VÝSLEDKŮ PROJEKTU

Technická náplň prací LTP vychází z aktuálního plánu projektu EURAD. Dle podmínek EC bude plán projektu EURAD v ročním intervalu periodicky aktualizován. V návaznosti na aktualizaci plánu projektu EURAD bude upřesňován plán prací LTP.

LTP se zúčastní všech schůzek, kde bude její účast vyžadována koordinátorem projektu EURAD, WP leaderem, task leaderem či zástupcem SÚRAO.

Při přípravě Deliverable (zprávy) projektu, které se připravují v rámci daných WP v jeho různých fázích, je LTP povinna do těchto zpráv přispět, pokud je její příspěvek vyžádán koordinátorem projektu EURAD, WP leaderem, task leaderem či zástupcem SÚRAO. Konečné znění této Deliverable (zprávy) podléhá schválení ze strany SÚRAO.

LTP1 – UNIVERZITA KARLOVA

Univerzita Karlova (UK) se aktivně zúčastní následujících work packages - WP (popis aktivity v těchto WP následuje dále):

- WP 4: Development and Improvement of numerical methods and Tools for modelling coupled processes (WP4 DONUT)
- WP 7: Influence of temperature on clay-based material behaviour (WP7 HITEC)

WP4 DONUT

V rámci tohoto work package se bude Univerzita Karlova (UK) zabývat kalibrací THM hypoplastického modelu pro zeminy s dvojí pórovitostí na materiálu neaktivovaného bentonitu z lokality Černý Vrch. Tento model bude následně využíván ve sdruženém

THM software metody konečných prvků SIFEL, kde budou studovány a vyvíjeny různé způsoby THM sdružení výpočtů.

UK se v rámci WP4 zúčastní jednoho tasku:

TASK 2: " NUMERICAL METHODS FOR HIGH PERFORMANCE COMPUTING OF COUPLED PROCESSES".

Sdružené THM výpočty mohou být prováděny dvěma způsoby:

- plně sdružené výpočty, které jsou přesnější, ale náročnější na výpočetní kapacity a na konvergence výpočtů
- částečně sdružený (staggered) postup, kdy se mechanická část úlohy řeší nezávisle od transportních rovnic a nerovnováha v bilančních rovnicích, vzniklá z důvodu sdružených HM procesů, je „opravována“ pomocí Newton-Raphsonových iterací v následujícím výpočtovém roku.

V rámci projektu UK navrhuje porovnat obě metody a zvolit vhodnějšího způsob sdružení pro následující výpočty. Dále bude UK pracovat na vývoji numerických metod, zejména pak na vývoji metod pro stabilizaci a robustnost numerických simulací a metod zvyšujících předpovědní schopnosti modelů. Jedná se o následující problémy:

- Při využití jednoho ze dvou přístupů popsaných v předchozím odstavci (plně sdružené výpočty a tzv. „staggered“ přístup zjišťuje numerickou nestabilitu výpočtu při stavech blížících se plnému nasycení, která vede k oscilacím pórového tlaku a ve výsledku k divergenci výpočtu. Nestabilitu způsobuje nestlačitelnost materiálu v kombinaci s numerickými nepřesnostmi. Úkolem bude tento problém vyřešit a tím přispět k robustnosti využívaného software (výsledek: Q4/2020).
- Dalším problémem je konstrukce matice tuhosti hypoplastického modelu, která by měla být konzistentní s používaným Newton-Raphsonovým iteračním schématem pro zvolený způsob numerické integrace modelu (Runge-Kutta adaptivní metoda). Pro sestavení matice tuhosti je možné využít jednu z těchto možností: aproximace pomocí lineární části hypoplastického modelu a výpočet numerickou perturbací. Při využití obou metod ovšem nezískáváme stabilní kvadratickou konvergenci Newton-Raphsonova iteračního schématu, což je způsobeno řadou numerických problémů. V projektu se budeme soustředit na nalezení robustní metody pro sestavení matice tuhosti (výsledek: Q4/2021).
- V projektu se budeme dále zabývat dalšími numerickými problémy, které se vyskytnou v návaznosti na implementaci pokročilejší verze hypoplastického modelu (viz další odstavec). Výsledek: Q/2023.

Úkoly pro zvýšení předpovědní schopnosti modelů:

- Využívaný THM hypoplastický model je založený na předpokladu tzv. dvojí struktury, přičemž se pro mikrostrukturu využívá zjednodušené izotropní formulace. Výsledkem je fakt, že model nedostatečně přesně předpovídá bobtnání bentonitu pro neizotropní (například jednorozměrné) bobtnání. V projektu plánujeme vývoj pokročilé verze modelu pro mikrostrukturu, která zohlední anizotropní odezvu a přispěje k přesnějším předpovědím. Výsledek: Q4/2020.
- Model využívá bi-lineární model pro retenční vlastnosti makrostruktury, který zjednodušuje skutečné retenční chování a snižuje předpovědní schopnosti modelu předpovědět skutečný (celkový) stupeň nasycení. V rámci projektu budeme vyvíjet pokročilejší model pro retenční chování a začleníme jej do rámci hypoplastického modelu s dvojí strukturou. Výsledek: Q2/2022.
- Hypoplastický model předpokládá dvojí strukturu, což je předpoklad opodstatněný pro lisovaný bentonit, nicméně není dostatečně přesný pro bentonit ve formě pelet. Konsekvencí tohoto je, že nejsou přesně předpovídány bobtnací schopnosti materiálu složeného z pelet: model buď podhodnocuje celkovou propustnost materiálu, nebo nadhodnocuje rychlost rozvoje bobtnacích tlaků. Ve výzkumu se budeme soustředit na eliminaci tohoto problému tak, aby model mohl být využit i pro simulaci bentonitu tvořeného pelety. Výsledek: Q4/2023.

Kromě konkrétních úkolů popsaných výše bude UK v rámci work package DONUT řešit problémy týkající se konstitučního modelu spjaté s paralelním řešením úloh, které bude rozvíjeno na CTU. Budeme též řešit úlohy, které vyvstanou ze strany SURAO - hlavního řešitele projektu za ČR. Výsledek: Q4/2023.

WP7 HITEC

V rámci tohoto work package bude Univerzita Karlova (UK) provádět laboratorní experimenty na materiálu z ložiska Černý Vrch za zvýšené teploty (mezi 100 °C a 150 °C). Výsledný cíl je zjištění, zda je za zvýšené teploty nad 100 °C možný bezpečný provoz úložiště radioaktivních odpadů. Ze dvou základních materiálů studovaných ve work package HITEC (jílovité horniny a bentonitová bariéra) se bude UK věnovat výhradně bentonitové bariéře, tzn. oblasti:

TASK 3: CLAY BUFFERS > 100°C.

Následuje popis aktivit v jednotlivých úlohách (subtask):

Subtask 3.1– Characterisation of material treated by high temperature

Studium chování teplotně zatíženého bentonitu za laboratorní teploty v nově pořízených přístrojích umožňujících měření volného bobtnání, bobtnacích tlaků a

propustnosti za současné kontroly sání. Očekává se provedení následujících testů. V závorce je uveden předpokládaný počet zkoušek a očekávaný termín dokončení:

- Bobtnání za konstantního zatížení (3x, termín 4Q/2020)
- Bobtnací tlaky při plném nasycení (3x, termín 4Q/2021)
- Bobtnací tlaky při kontrolovaném sání (3x, termín 4Q/2022)
- Propustnost za nasyceného stavu (3x, termín 2Q/2021)

Subtask 3.2– Determination of parameters at temperatures >100°C

V rámci řešení tohoto úkolu bude využíváno unikátní zařízení na měření stlačitelnosti a bobtnacích charakteristik bentonitu za různých teplot, které bylo získáno na UK v roce 2019 a nyní je ve stadiu pilotních testů. Jedná se o oedometrickou komoru pro vzorky o průměru 5 cm dimenzovanou na vertikální zatížení až 25 MPa, kontrolou teploty až do hodnoty 150 °C a kontrolou sání metodou vapour equilibrium 0 MPa až 250 MPa. Zkoušky mohou být provozovány jak s kontrolou vertikálního napětí, tak s kontrolou vertikální deformace (včetně možnosti testů bobtnacího tlaku za nulové deformace). Z důvodu navýšení zkušební kapacity bude paralelně vyrobena sada tří speciálních invarových komor pro měření bobtnacích charakteristik při 100-150°C. Uvedená zařízení jsou vhodná na studium následujících charakteristik bentonitu. V závorce je uveden předpokládaný počet zkoušek a očekávaný termín dokončení:

- Křivka stlačitelnosti bentonitu za teplot (teploty 100°C a 150°C, termín 4Q/2023)
- Bobtnání za konstantního zatížení za různých teplot (teploty 100°C a 150°C, termín 4Q/2022)
- Bobtnací tlaky za různých teplot (teploty 100°C a 150°C, termín 4Q/2022)
- vliv cyklické změny teploty na bobtnací charakteristiky bentonitu (teploty 20°C až 150°C, alespoň dva cykly, termín 2Q/2023)

Subtask 3.3– Small scale experiments, model development and verification

Na základě výsledků laboratorních zkoušek na materiálu při teplotách 100-150 °C bude dále vyvíjen existující termo-hydro-mechanický hypoplastický konstituční model pro zeminy s dvojitou stukturou. Tento model, vyvíjený na PŘFUK, byl vyvinut pro teploty do 100 °C a lze očekávat, že pro charakterizaci chování nad 100 °C bude vyžadovat modifikace.

Model bude zanesen do sdruženého THM software metody konečných prvků SIFEL, vyvíjeného na pracovišti ČVUT a bude využit pro simulaci úloh, které SURAO bude považovat za prioritní. Zejména se očekává simulace experimentu Mock-Up za teploty vyšší, než 100 °C a též malorozměrových laboratorních experimentů, prováděných paralelně na pracovišti ČVUT CEG, které ve WP HITEC též participuje.

V rámci řešení tohoto subtasku se plánují zejména následující úpravy, které by měly následovat prováděné laboratorní experimenty:

- Úprava závislosti retenční čáry na teplotě (termín 4Q/2020)
- Úprava závislosti čáry normální konsolidace v modelu na teplotě (termín Q2/2022)
- Úprava odezvy mikrostruktury na teplotní změny. Tato část bude řešena v přímé spolupráci s WP DONUT, kde bude upravována izotropní formulace chování mikrostruktury (termín Q4/2023)
- Simulace zkoušek při cyklickém zatížení teplotou (termín Q2/2024, očekávají se alespoň dva cykly)
- Zároveň se, ve spolupráci s WP DONUT, budou řešit numerické problémy, které průběžně vyplynou z úpravy formulace modelů.

LTP2 – ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

České vysoké učení technické v Praze (ČVUT) se aktivně zúčastní následujících work packages - WP (popis aktivity v těchto WP následuje na dalších stránkách):

- WP 3: Cement-Organics-Radionuclide interactions (WP3 CORI)
- WP 4: Development and Improvement of Numerical methods and Tools for modelling coupled processes (WP4 DONUT)
- WP 6: Mechanistic understanding of gas transport in clay materials (WP6 GAS)
- WP 7: Influence of temperature on clay-based material behaviour (WP7 HITEC)
- WP 8: Spent Fuel characterisation and evolution until disposal (WP8 SFC)
- WP 13: Knowledge Management Training (WP13 KM -Training)

WP3 CORI

Práce ČVUT přispívají k řešení všech tří odborných oblastí (Tasks) WP3 CORI:

- Task 2: Organics Degradation (FJFI, FSv)
- Task 3: Organics-Cement-Interactions (FJFI, FSv)
- Task 4: Radionuclide-Organics-Cement-Interactions (FJFI)

ČVUT PROVEDE:

- práce s reálnými vzorky z ÚRAO Richard - analýzy vzorků po odebrání i následné radiolytické degradaci (FJFI, FSv)
- práce s nově připravenými vzorky - s čerstvými a po hydrolytické a radiolytické degradaci (FJFI, FSv)
- dílčí laboratorní testy - kvalitativní chemické analýzy kapalně fáze, stanovení produktů hydrolyzy a radiolýzy (FJFI)

OZAŘOVÁNÍ:

- odborný dohled za ČVUT zajišťuje FJFI
- za zajištění a provedení, odpovídá CVŘ (ozařovna CVŘ)
- finance na ozařovnu jsou alokovány v rozpočtu CVŘ
- podrobné parametry ozařování (předpoklad 1-1,5 kGy/h, předpoklad velké dávky - až 10 MGy; přítomnost kyslíku); zodp. FJFI
- bude provedeno ozařování vzorků cementových materiálů
- ozařování organických materiálů

PRÁCE S REÁLNÝMI VZORKY Z ÚRAO RICHARD

ČVUT provede úpravy vzorků betonu dodaných SÚRAO z ÚRAO Richard. Úpravy budou spočívat zejména v úpravě velikosti tak, aby odpovídaly požadavkům projektu a možnostem laboratorních zařízení.

Laboratorní práce budou provedeny na vzorcích před a po iradiaci (1 způsob):

- zodpovídá FJFI
 - transport modelových organických molekul přes drcený materiál (EDTA);
 - transport modelových organických molekul přes drcený materiál + RN (U...)
- Stanovení hydraulické vodivosti (vzorky o průměru $d = 42$ mm), předpoklad 2 vzorků; zodpovídá FSv
- Stanovení pevnosti v tlaku na válcích ($d = h = 40-50$ mm); zodpovídá FSv

Tyto práce spadají do všech výše jmenovaných Tasků WP CORI. Budou zahájeny po odběrech materiálu z ÚRAO Richard (předpoklad SÚRAO 12/2019). Ukončení se předpokládá 12/2021.

Podmínkou pro provedení reprezentativních měření je možnost získat vhodné laboratorní vzorky z dostupných vzorků uložených v ÚRAO Richard. Problémem může být zejm. obsah, resp. velikost hrubého kameniva.

PRÁCE S NOVĚ PŘIPRAVENÝMI VZORKY

Nejprve budou připraveny vzorky hydratované cementové pasty včetně plastifikátoru. Jako referenční bude použit hydratovaná cementová pasta shodného složení, avšak bez plastifikátoru. Poté bude provedena prvotní laboratorní charakterizace. Následuje zahájení "stárnutí" za různých podmínek (teplota, ozařování - 1 způsob). Po provedení odběrů budou vzorky opět analyzovány a vyhodnoceny změny chování.

Míchání a přípravu vzorků provede FSv ČVUT; materiály (cement CEM I, plastifikátor, receptura) budou vybrány dle dohody řešitelů a preference SÚRAO. Předpokládá se zejména použití normovaných předpisů pro zkoušení malt, betonů, popř. hornin.

Odběry z procedury "teplota" budou provedeny po 12 a 24 měsících, tj. předpokládá se v 4/2021 a 4/2022. Termín ozařování a další jeho parametry budou definitivně stanoveny po dohodě s ostatními řešiteli projektu a SÚRAO.

Laboratorní analýzy a jejich vyhodnocení budou pokračovat do konce projektu.

PROCEDURA "TEPLOTA":

- zajišťuje FSv
- různé teploty (cca 20 °C jako referenční a zvýšená 60 °C)
- vlhké prostředí (100 % RH)
- vzorky z odběrů budou poskytnuty dalším českým řešitelům projektu

PROCEDURA VLHKOST

- provedení ozařovacích experimentů za mokra
- provedení ozařovacích experimentů za sucha

LABORATORNÍ ZKOUŠKY:

- zodpovídá FJFI
 - o transport modelových organických molekul přes cementová tělesa nebo drcený materiál
 - o transport modelových organických molekul přes cementová tělesa nebo drcený materiál + RN
 - o ozařování
- zodpovídá FSv
 - o stanovení hydraulické vodivosti (d = 42 mm); stanovení po vystavení degradační proceduře (teplota, ozařování – 1 způsob) bude vždy provedeno na stejném vzorku jak prvotní charakterizace
 - o zkouška pevnosti v tlaku pomocí razníků (nenormovaná), provedení na tenkých vzorcích (d = 40-50 mm, tl. cca 8 mm), 8 vzorků v sadě
 - o zkouška pevnosti v tlaku, provedení na sadě válců, popř. krychlí (d = h = 40-50 mm), pouze jako součást vstupní charakterizace

Tyto práce spadají do všech jmenovaných tasků WP CORI.

DÍLČÍ LABORATORNÍ TESTY

- studium transportu modelových produktů radiolýzy a hydrolýzy v kapalné fázi; FJFI
- FSv neprovádí

Provádění se předpokládá během celého řešení projektu.

Tyto práce spadají do Task 2-4 WP CORI.

PŘÍPADNÉ ÚPRAVY TECHNICKÉ NÁPLNĚ

Technická náplň prací ČVUT může být upravena, zejména na základě informací, nově získaných poznatků, dohody provedené s ostatními řešiteli a SÚRAO během realizace projektu.

WP4 DONUT

Skupina ČVUT bude spolupracovat se skupinou UK na implementaci hypoplastického modelu bentonitu. Skupina UK vyvíjí model chování bentonitu v materiálovém bodě, zatímco skupina ČVUT ho využívá pro simulace jednoduchých laboratorních testů i pro simulace celé bentonitové bariéry v hlubinném úložišti.

Hlavní náplní skupiny ČVUT budou numerické simulace termo-hydro-mechanických (THM) úloh souvisejících s bentonitovými bariérami. THM úlohy jsou výpočetně mnohem náročnější než klasické simulace mechanických úloh, protože kromě uzlových posunutí je třeba pracovat i s uzlovými teplotami, parciálními tlaky nebo dalšími fyzikálními veličinami. Počet stupňů volnosti v uzlech (počet uzlových neznámých) je proto mnohem větší než v případě mechanických úloh, což se projeví ve značném nárůstu počtu neznámých v řešených úlohách. Ještě větší nárůst lze pozorovat v množství potřebných aritmetických operací, protože s počtem stupňů volnosti v uzlech roste významně šířka pásu výsledné matice. Všechny popsané potíže se zvětšují s dimenzí úlohy (rovinná, prostorová) a souvisejí s geometrií řešené oblasti.

V případě hlubinných úložišť se vyžadují simulace chování bariér po velmi dlouhou dobu, což vede na extrémní počet časových kroků. V každém časovém kroku se řeší rozsáhlá soustava obecně nelineárních rovnic. Setkávají se zde tedy dvě obtíže. Provádí se velké množství časových kroků a v rámci každého z nich se řeší rozsáhlá soustava algebraických rovnic popsaná v předcházejícím odstavci. Malé laboratorní zkoušky lze simulovat na stolním počítači, ale simulace větších experimentů nebo celých bariér je třeba spouštět na paralelních počítačích.

V projektu EURAD se proto skupina ČVUT hodlá věnovat vytvoření vhodných numerických modelů a jejich efektivní implementaci na osobní i paralelní počítače. K dosažení efektivních algoritmů budou provedeny následující kroky:

1. Formulace hydro-mechanického modelu. Teplota nebude simulována, ale bude do výpočtu zahrnuta jako konstantní veličina odpovídající ustálenému stavu. Tím se

sníží počet neznámých v soustavách algebraických rovnic a zároveň se zmenší šířka pásu matice soustavy.

2. Formulace termo-hydro-mechanického modelu. V tomto případě bude teplota simulována, čímž se zvýší počet neznámých i šířka pásu matice soustavy. Model ale věrněji popíše zejména počáteční fáze simulovaného procesu.
3. Řešení hydro-mechanického a termo-hydro-mechanického modelu ve staggered formě. Numerické řešení bude založeno na rozkladu modelu na transportní (vedení vlhkosti nebo sdružené vedení vlhkosti a tepla) a mechanickou část. V každém časovém kroku se provede nejprve řešení transportní části, výsledky se předají do mechanické části, vyřeší se mechanická část a její výsledky se předají do transportní části a zkontroluje se splnění všech bilančních rovnic. Pak následuje další časový krok. Výhodou tohoto postupu je rozdělení soustav algebraických rovnic na dvě menší soustavy, což vede na zrychlení výpočtu. Nevýhodou je špatná konvergence v případě silně nelineárních úloh.
4. Řešení hydro-mechanického a termo-hydro-mechanického modelu v plně sdružené formě. V každém časovém kroku se řeší transportní i mechanická část současně. Soustavy algebraických rovnic jsou větší, ale dochází k současnému obnovování všech veličin zároveň, což vede na rychlejší konvergenci.
5. THM simulace vyžadují integraci v čase, která se předpokládá pomocí zobecněného lichoběžníkového pravidla. Bude zkoumána možnost diagonalizace matice kapacity, protože v takovém případě lze použít explicitní verzi integrace, při které se řeší soustavy algebraických rovnic s diagonální maticí, což je značná úspora času. Nevýhodou explicitní integrace je značně omezený časový krok, takže je třeba provést větší množství časových přírůstků.
6. Implicitní integrace THM úlohy. V tomto případě se řeší velké soustavy algebraických rovnic. K jejich efektivnímu řešení bude použita metoda dělení oblasti na podoblasti (domain decomposition), konkrétně metoda Schurových doplňků.

WP6 GAS

Ve WP GAS se ČVUT účastní následujících úloh:

- Subtask 2.2 - Advection (displacement versus dilatant gas flow)
- Subtask 3.1 - Gas-induced impacts on barrier integrity
- Subtask 3.2 - Pathway closure and sealing processes

V T2.2 „Adekvce“ bude ČVUT provádět experimenty v modifikované cele (D=30 mm, h=20 mm) s konstantním objemem na bentonitu BCV. Typický test bude spočívat nejprve v nasycení vzorku, změření jeho propustnosti a bobtnacího tlaku. Následovat

bude vlastní dlouhodobý test, kdy do středu nebo podstavy vzorku bude za postupného zvyšování tlaku injektován plyn (vzduch) až do dosažení průrazu. V závislosti na zvolené koncepci mohou testy probíhat za přítomnosti hydraulického gradientu po výšce vzorku.

V prvním roce projektu bude proveden návrh a výroba experimentální cely a zahájen pilotní test. V následujících letech pak budou provedeny dlouhodobé zkoušky na homogenním a případně nehomogenním materiálu (pelety). V průběhu projektu se předpokládá provedení 2-3 dlouhodobých zkoušek o trvání 6-12 měsíců.

Činnosti ČVUT pro T3.1 „Vliv na integritu bariér“ a T3.2 „Uzavírání cest a těsnicí proces“ jsou propojeny a budou prováděny současně. Pro práce budou využity standardní cely (D=30 mm, h=20 mm) s konstantním objemem využívané pro stanovení propustnosti bentonitu. Typický test bude cyklický se dvěma opakujícími se fázemi:

1. (Re)saturace vzorku spojená s měřením jeho propustnosti a bobtnacího tlaku,
2. Provedení zkoušky průrazu při konstantním injektovaném tlaku plynu 120 bar (měřen čas k dosažení průrazu).

Test bude dlouhodobý s 4-5 cykly v celkovém trvání 12-18 měsíců. Cílem testu je sledovat vývoj propustnosti, bobtnacího tlak, doby k dosažení průrazu a charakteru průrazu, tak aby mohl být zhodnocen vliv opakovaného zatěžování bentonitu průrazem plynu.

V prvním roce projektu bude provedena příprava zařízení a zahájen pilotní test s homogenními vzorky. V následujících letech pak budou pokračovat dlouhodobé zkoušky na homogenním a případně nehomogenním materiálu (pelety či diskontinuita).

WP7 HITEC

Ve WP HITEC se ČVUT účastní primárně oblasti (task) T3 „Clay buffers“ (který koordinuje) a dalších úkolů.

V rámci T3 se ČVUT účastní:

- Koordinace T3
- Subtask 3.1– Characterization of material treated by high temperature
- Subtask 3.2– Determination of parameters at temperatures >100°C
- Subtask 3.3– Small scale experiments, model development and verification

V T3.1 bude provedena analýza vzorků vystavených vyšší teplotě. Budou provedeny základní relevantní geotechnické zkoušky – mez tekutosti, propustnost a bobtnací tlak. Budou analyzovány vzorky ze dvou zdrojů – vzorky laboratorně zatížené teplotou (130 - 150°C) po dobu 6, 12 a 24 měsíců a vzorky z experimentů v T3.3

V prvním roce projektu bude proveden návrh plánu laboratorních prací a bude zahájeno zatěžování teplotou. V dalších letech budou postupně analyzovány vzorky zatížené teplotou v laboratoři a z experimentů.

V T3.2. bude provedeno měření propustnosti a bobtnacího tlaku za přítomnosti vysoké teploty (130 - 150°C). Cílem je stanovit změnu těchto vlastností vlivem vysoké teploty.

V prvním roce bude proveden návrh experimentálního zařízení pro měření za vysoké teploty a pilotní test měření. V dalších letech bude provedena sada měření za vysoké teploty.

V T3.3 budou provedeny laboratorní experimenty a matematické modelování. V rámci laboratorních experimentů bude využit fyzikální model malého měřítka, který se sestává z tlakové nádoby o konstantním objemu. Náplň modelu bude zatížena teplotním gradientem (topení na spodní podstavě 130 °C) a nuceným sycením z vrchní strany. Předpokládají se dva běhy fyzikálního modelu s různou náplní. Kromě celkového zhodnocení bude provedena analýza změn materiálu na vzorcích odebraných při dismantlingu (v rámci T3.1). Fyzikální model bude v rámci matematického modelování modelován. Matematické modelování využije výsledků všech T3.x pro svou kalibraci.

V prvním roce bude připraveno zařízení, sestaven první fyzikální model a provedena jeho slepá predikce v rámci vývoje matematického modelování. V následujících letech proběhnou dva běhy fyzikálního modelu a matematický model bude postupně aktualizován na základě výsledků všech T3.x

WP8 SFC

Budou provedeny výpočty v programu SCALE, jejichž cílem bude prověřit vliv příměsí v palivu a vliv vyhořívání konstrukčních materiálů na charakteristiky použitého paliva. Vstupem budou z literatury získané očekávané koncentrace příměsí. Budou analyzovány případy bez příměsí, s polovičním obsahem očekávaného podílu příměsí a s plným očekávaným obsahem příměsí. Výpočty budou provedeny pro palivo VVER-1000. Do posouzení vlivu konstrukčních materiálů budou zahrnuty materiály pokrytí

paliva, vodicích trubek i distančních mřížek paliva VVER-1000. Výsledkem budou tabulky s hmotnostmi a aktivitami nuklidů pocházejících z modelovaných příměsí a konstrukčních materiálů. Zhodnocen bude podíl těchto nuklidů na celkové aktivitě paliva bezprostředně po skončení vyhořívání a pro 1 roce, po 10, 20 a 60 letech od skončení vyhořívání.

WP13 KM -Training

ČVUT se v rámci EURAD, WP Knowledge management účastní WP13 -

Training/Mobility ve všech čtyřech oblastech:

- Task 1 - Identification of the training needs, scope and opportunities from the RD&D and SS WPs (měsíc 1 - 3)
- Task 2 - Improving access to historical and ongoing training modules (měsíc 1 - 12)
- Task 3 - Training and Mobility Schedule & Priority List (měsíc 1 - 12)
- Task 4 - Implementation of Training Courses (měsíc 7 - 60)

Projektu se účastní pracoviště dvou fakult ČVUT – FSv a FJFI, a to v oblastech své expertizy:

1. Centrum experimentální geotechniky (CEG) Fakulty stavební ČVUT, jako geotechnická laboratoř a provozovatel podzemní laboratoře Josef, má dlouholeté zkušenosti v praktickém vzdělávání a tréninku v oblasti HÚ pro studenty i odborníky z praxe (např. Petrus II, Petrus III, DOPAS nebo Annette). Odborně se pracoviště podílelo a podílí např. na řešení projektů Euratom – FEBEX II, TIMODAZ, FORGE, DOPAS, CEBAMA nebo MODERN II. CEG poskytne spolupráci při plánování a organizaci praktických kurzů a/ nebo individuálních vzdělávacích pobytů. Hlavní výzkumná a vzdělávací činnost CEG je zaměřena na chování bentonitu (buffer a backfill) a jeho aplikaci v HÚ, testování a monitoring hostitelských hornin (propustnost pro vodu či plyny, stopovací zkoušky ...) a přípravu a provoz in-situ experimentů (mock-up experimenty, model zátky HÚ, technologie stříkaných jíílů...).
2. Katedra jaderných reaktorů, FJFI, ČVUT v Praze má dlouhodobou tradici v pořádání výukových a tréninkových kurzů na školním reaktoru VR-1. Poskytne tak svoje zkušenosti pro zhodnocení potenciálních potřeb pro organizování kurzů v rámci projektu EURAD. Pracoviště je připraveno vytvořit plán výukového kurzu v závislosti na konkrétním publiku a také připravit výukové materiály. Praktická zkušenost pracovníků FJFI pomůže také při zavádění případných nových výukových kurzů.

Obě pracoviště ČVUT v prvním roce řešení přispějí k přípravě přehledu dostupných kurzů souvisejících s managementem radioaktivních odpadů, a to jak pro studenty, tak pro profesionály z praxe. Informace zahrnou jak jedno až vícedenní akce pro více účastníků, tak i individuální stáže. Součástí přehledu budou podmínky účasti v těchto kurzech a podmínky možnosti využití dostupné infrastruktury. V případě dohody řešitelů EURAD KM bude proveden návrh jednoho či více nových kurzů zapadajících do budovaného systému knowledge managementu.

Později, v dalších letech řešení, a to na základě stanovených kritérií a případném výběrů, FJFI a FSv pomohou k organizaci systému kurzů, resp. programu mobility.

Postup prací a podoba výstupů se, ve spolupráci se SÚRAO, bude řídit projektovou žádostí EURAD a požadavky koordinátorů jednotlivých "Tasks" (pro Task 1-4. SCK-CEN, Task 5: SÚRO).

PŘÍPADNÉ ÚPRAVY TECHNICKÉ NÁPLNĚ A ROZPOČTU

Vzhledem ke schválenému postupu řešení EURAD KM13 a související struktuře rozpočtu, nepokrývá v současnosti alokovaný rozpočet pro jednotlivé řešitele (tedy ani pro ČVUT) náklady na vlastní organizaci a provedení výukových kurzů. Alokace nákladů na tyto kurzy bude, na základě dohody řešitelů EURAD (výběr dle požadavků a předem dohodnutých kritérií), provedena až v průběhu řešení projektu.

LTP3 - ÚJV ŘEŽ, A. S.

ÚJV Řež, a. s. (ÚJV) se aktivně zúčastní následujících work packages - WP (popis aktivity v těchto WP následuje):

- WP 2: Assessment of Chemical Evolution of ILW and HLW Disposal Cells (WP2 ACED)
- WP 3: Cement-Organics-Radionuclide interactions (WP3 CORI)
- WP 4: Development and Improvement of Numerical methods and Tools for modelling coupled processes (WP4 DONUT)
- WP 5: Fundamental understanding of radionuclide retention (WP5 FUTURE)
- WP 6: Mechanistic understanding of gas transport in clay materials (WP6 GAS)
- WP 7: Influence of temperature on clay-based material behaviour (WP7 HITEC)

WP2 ACED

V rámci WP2 ACED ÚJV provede tyto aktivity:

- 1) Podrobnou analýzu experimentu/experimentů EE2-1/2 (koroze práškového železa a oceli v kontaktu s bentonitem prováděné v rámci dřívějších SÚRAO projektů) pro potřeby modelování reaktivity mezi ocelí a jílovými minerály v souladu s harmonogramem tasku 2/Subtasku 2.1
- 2) Provedení geochemického a sdruženého reaktivního modelování experimentů pro popis experimentů EE2-1/2 a případně dalších podle vývoje projektu
- 3) Příprava požadované zprávy, Deliverable D.2.6 a D.2.7, včetně stručného shrnutí v českém jazyce, v souladu s harmonogramem WP2 ACED

WP3 CORI

ÚJV je v rámci CORI zapojeno do 3 oblastí (task), v rámci kterých řeší následující úkoly:

- 1) studium vlivu přísad do betonu (plastifikátorů) a jejich degradačních produktů na

mechanické, strukturní a fyzikálně-chemické vlastnosti betonů a na migraci radionuklidů v cementovém/betonovém prostředí a

2) studium vlivu degradace organických RA odpadů (iontoměničů) fixovaných v cementové matrici na migraci radionuklidů v cementovém/betonovém prostředí a studium změn mechanických, strukturních a fyzikálně-chemických vlastností těchto forem odpadů.

Tyto úkoly budou řešeny v rámci 3 oblastí (task), detailní náplně prací jsou uvedeny níže:

TASK ORGANICS DEGRADATION

- studium degradace plastifikátorů pomocí radiolýzy a hydrolýzy v alkalickém prostředí a identifikace degradačních produktů (organických látek)
- studium degradace cementové směsi s plastifikátorem pomocí radiolýzy a hydrolýzy v alkalickém prostředí a identifikace degradačních produktů (organických látek)
- studium degradace ionexů pomocí radiolýzy a hydrolýzy v alkalickém prostředí a identifikace degradačních produktů (organických látek)
- studium degradace ionexů fixovaných v cementové směsi pomocí radiolýzy a hydrolýzy v alkalickém prostředí a identifikace degradačních produktů (organických látek)
- studium vlivu degradačních produktů na chemické, fyzikální a strukturní vlastnosti cementových materiálů.

Prováděny budou experimenty jak se samotnými plastifikátory a iontoměniči, tak s těmito materiály fixovanými v cementové matrici. Mezi kandidátní materiály cementové matrice patří cement typu CEM I (je složkou betonu, který tvoří výplň v systému ukládání „sud v sudu“) a cement typu CEM III (je složkou betonu užívaného k vyplnění a uzavření úložných komor v úložišti Richard). Tělesa cementové matrice budou připravena primárně ve formě válečků.

TASK ORGANICS-CEMENT-INTERACTIONS

- studium chování reálných a simulovaných degradačních produktů identifikovaných v tasku Organics Degradation v cementovém prostředí
- studium uvolnění organických degradačních produktů z cementových materiálů (matrice) po radiolýze/hydrolýze pomocí loužicích testů
- testování fixace ionexů do cementové matrice a studium stability této formy odpadu pomocí loužicích testů
- studium migrace/interakce organických látek s cementovými materiály a korozními produkty oceli pomocí sorpčních experimentů
- charakterizace chemických, fyzikálních a strukturní vlastností cementových materiálů po interakci s organickými látkami.

Používanou cementovou matricí bude matrice vybraná v tasku Organics Degradation.

Prováděné experimenty a testy budou přímo navazovat na experimenty, které budou prováděny v tasku Organics Degradation.

TASK RADIONUCLIDES-ORGANICS-CEMENT-INTERACTIONS

- studium interakce vybraných radionuklidů (např. Ni) s degradačními produkty uvolněných z plastifikátorů a ionexů pomocí sorpčních experimentů
- studium migrace RN v cementovém prostředí za přítomnosti degradačních produktů uvolněnými z plastifikátorů a ionexů pomocí sorpčních a difúzních experimentů
- studium interakce komplexů RN-organika s cementovými materiály, např. pomocí sorpčních, difúzních nebo kolonových experimentů
- studium uvolňování komplexů RN-organika z cementové matrice pomocí loužicích experimentů

Používanou cementovou maticí bude matrice vybraná v tasku Organics Degradation.

Prováděné experimenty a testy budou přímo navazovat na experimenty, které budou prováděny v tasku Organics Degradation a tasku Organics-Cement-Interactions.

WP4 DONUT

ÚJV je v rámci WP4 DONUT zapojeno do jedné oblasti (tasku):

TASK 4 - TOOLS AND METHODS TO QUANTIFY/DERIVE UNCERTAINTIES INDUCE BY COUPLED PROCESSES.

V tomto tasku bude provádět následující aktivity:

- 1) Poskytnutí podkladů pro State-of-the-Art report podle požadavků vedoucího Task 4 (deliverable D4.1 v 6. měsíci a aktualizovaný report v deliverable D4.2 v 48. měsíci).
- 2) Zpracování přehledu dostupných archivních dat z projektů zaměřených na studium krystalických hornin Českého masivu ostatním institucím (v rámci plánované úzké spolupráce především s GRS a HZDR) – 10. měsíc.
- 3) Poskytnutí vlastních předzpracovaných experimentálních dat z projektů zaměřených na studium krystalických hornin Českého masivu ostatním institucím (v rámci plánované úzké spolupráce především s GRS a HZDR) pro účely kalibrace a ověření matematických modelů a výpočtů nejistot. Soubor bude připraven a zpracován na základě komunikace s HZDR a GRS při vývoji konceptu smart-Kd pro prostředí krystalických hornin. Poskytnutá data budou obsahovat zejména charakterizaci materiálů (hornin, minerálů a jílových výplní puklin) z lokalit pro plánované hlubinné úložiště, včetně jejich popisu, výsledky experimentů, jejich interpretace a popis experimentálních okrajových podmínek.

Definice výběru, podoby a charakteru dodávaných dat bude výsledkem komunikace mezi ÚJV, HZDR a GRS. Předpokládaný rozsah poskytnutých dat:

- a) Charakterizace hornin, minerálů a jílových výplní puklin – XRD, chemické složení, specifický povrch, CEC, porozita – projekty Výzkumná podpora bezpečnostního hodnocení HÚ, Hluboké horizonty, TAČR TA04020986, TAČR TH02030543, MPO FR T11/362, MPO FR T11/367. Možné lokace vzorků: PVP

Bukov, lokality Čertovka, Horka, Březový potok, Čihadlo, podzemní laboratoř Josef, Bedřichov, Melechov.

- b) Popis sorpčních vlastností vybraných materiálů a vybraných radionuklidů – hodnoty K_d a experimentální podmínky (složení roztoku, Eh, pH, aktivita/koncentrace stopovače apod.) – projekty Výzkumná podpora bezpečnostního hodnocení HÚ, Hluboké horizonty, TAČR TA04020986, MPO FR TI1/362. Dostupný soubor stopovačů: Cs, Sr, U, I, Cl, Se, Ba, Tc.
- c) Popis transportních vlastností vybraných materiálů a vybraných radionuklidů – hodnoty D_e , retardačních koeficientů v puklině, průnikové křivky a experimentální podmínky (složení roztoku, Eh, pH, aktivita/koncentrace stopovače apod.) – projekty Výzkumná podpora bezpečnostního hodnocení HÚ, Hluboké horizonty, TAČR TA04020986, TAČR TH02030543, MPO FR TI1/362, MPO FR TI1/367. Dostupný soubor stopovačů: HTO, Cl, I, Se.
- 4) Zpracování definice požadavků z projektu WP4 DONUT směrem k experimentálním pracím v Task 2.2 WP5 Future (podklady pro milestone MS51 Report on set-up experiments, 10. měsíc řešení projektu), kde budou definovány experimentální postupy, podmínky, použité radionuklidy a data k předání pro projekt WP4 DONUT, Task 4.
- 5) Zajištění výběru, zpracování a přenosu experimentálních dat z prací v rámci WP5 Future (Task 2.2 Mobility of Radionuclides in Crystalline Rock) na základě definovaných požadavků v bodě 4. Tento soubor dat bude obsahovat data popisující sorpční chování vybraných radionuklidů na vybraných materiálech ve vybraných roztocích (definovaných v MS51 Report on set-up experiments) a reaktivně advektivní transport v puklině (dtto) do WP4 DONUT, Task 4 ve spolupráci s GRS a HZDR (zaměřeno na vývoj konceptu smart-Kd a hodnocení nejistot geochemických parametrů).

Předpokládané horninové materiály: puklinové výplně s obsahem kalcitu a chloritu, vzorky z PVP Bukov.

Předpokládaný soubor stopovačů: Se, Sr/Ni, HTO, I, Sr, Ba.

- 6) Přípravení podkladů pro závěrečnou zprávu (deliverable D4.7 v 46. měsíci).
- 7) Účast na pravidelných ročních schůzkách WP4 DONUT, případně dalších relevantních schůzkách.
- 8) Účast na schůzkách WP5 Future, Task 2.2 dle organizace a harmonogramu navazujících prací ve WP5 Future (postup prací v milestone MS51 Report on set-up experiments).

WP5 FUTURE

V rámci WP5 FUTURE ÚJV provede tyto aktivity:

- 1) Zúčastní se koordinace výstupu State of the art (mileston D5.1)
- 2) Zajistí příspěvek do State of the art dle rozdělených zodpovědností v rámci Tasku 2.2 (Experimental plan, dle Milestone MS51 Report on set-up experiments)
- 3) Zajistí analýzy vzorků poskytnutých SÚRAO pro analýzy a pro partnery (dle rozdělených zodpovědností v rámci Tasku 2.2. dle Milestone MS51 Report on set-up experiments)

- 4) Zajistí analýzy vzorků poskytnutých SÚRAO pro analýzu pórové sítě krystalinických hornin, povrchové topografie a analýzy výplně puklin (dle Milestone MS51 Report on set-up experiments)
- 5) Provede sorpční a průtokové experimenty pro vzorky vybraných hornin a výplní puklin s referenční pórovou vodou pro nesorbující, středně sorbující a silně sorbující radionuklidy (dle Milestone MS51 Report on set-up experiments) v kooperaci s ostatními řešiteli projektu
- 6) Provede analýzu vlivu variability povrchu, rozhraní zrn a variabilitu pórů specifických hornin a výplní puklin na transportní vlastnosti hornin
- 7) Koordinace práce v Tasku 2.2 s cílem získat znalosti potřebné pro bezpečnostní rozbor hodnocení transportu radionuklidů v krystalinických horninách
- 8) Připraví požadované průběžné zprávy a závěrečnou zprávu, Deliverable D.5.5, včetně stručného shrnutí v českém jazyce, v souladu s harmonogramem WP 5 FUTURE

WP6 GAS

Ve WP6 GAS se ÚJV zúčastní jedné úlohy (subtask):

SUBTASK 2.2 - ADVECTION (DISPLACEMENT VERSUS DILATANT GAS FLOW)
V T2.2 „Advekce“ bude ÚJV Řež a. s. provádět experimentální hodnocení plynopropustnosti materiálů (bentonitů) uvažovaných pro inženýrskou bariéru hlubinného uložení v České republice a v zahraničí. Hodnocení těchto materiálů (vápenato-hořečnatý bentonit BCV, a sodný bentonit MX-80 nebo Kunipia) bude prováděno při tlakových zkouškách, které umožňují sledovat, zda dochází k transportu plynu přes homogenní nasycené vzorky bentonitu při nízkých injektážních tlacích a zjistit hodnoty tlaku, při kterém nastane „průraz“ (breakthrough).

Testování bude prováděno na vzorcích s maximálně dvěma různými objemovými hmotnostmi sušiny (1400 a 1600 kg.m⁻³). První fáze programu zahrnuje sycení vzorků bentonitu vodou, nejprve v exsikátoru a poté v propustoměru. Sytící fáze trvá obvykle do 20 dnů. Při sycení v propustoměru bude zároveň stanovena hydraulická vodivost vzorků. Všechny vodou nasycené vzorky budou v druhé fázi podrobeny tlakové zkoušce s vodíkem a vzduchem. Předpokládaná doba testování jednoho vzorku je 50 dnů.

Tlak na vstupu do vzorku bude udržován konstantní pomocí manuálního regulátoru tlaku. Počáteční injektážní tlak bude určen podle teoretického bobtnacího tlaku materiálu vzorku, tj. na hodnotu nižší, než je bobtnací tlak. Injektážní tlak bude krokově zvyšován. Objem proteklé tekutiny skrz vzorek bude měřen pumpou umístěnou na výstupu ze vzorku. Ke zvýšení tlakového stupně je přistoupeno vždy po ustálení proudění. Tlaková zkouška je ukončena po dosažení průrazu. Program končí rozebráním vzorku a určením jeho vlhkosti.

V prvním roce projektu bude proveden návrh experimentálního programu, včetně definování použitých materiálů a jejich přípravy. Dále bude připraven návrh úpravy

stávající aparatury pro sodný bentonit. Budou připraveny první vzorky z materiálu BCV a zahájena příprava pro prvotní test. V následujících letech budou provedeny další tlakové zkoušky s použitím obou plynů (vodík a vzduch) na dalších vzorcích ze zvolených materiálů (celkově 18 vzorků). Výsledky budou srovnány s výsledky ostatních laboratoří (např. CEG ČVUT) s cílem porovnání metodických postupů.

ÚJV Řež a.s. v rámci tohoto WP:

- 1) Poskytne podklady pro SoTA (Deliverable D6.1, měsíc M18 a Deliverable D6.2, M60) dle požadavků koordinátora Subtasku 1.2).
- 2) Připraví podklady pro zprávu MS20 Task 2.2. Experimental set ups, geometries and boundary conditions, M6, dle požadavků a instrukcí koordinátora Tasku 2.2.
- 3) Provede tlakové zkoušky s vodíkem a vzduchem na homogenních vzorcích kompaktovaného bentonitu BCV a MX-80/nebo Kunipia (dle dohody) při tlacích nižších než bobtnací tlak. Testovány budou vzorky s maximálně dvěma objemovými hmotnostmi (zejména 1600 kg m⁻³). Cílem bude zjistit hodnoty tlaku, při kterém nastane průraz pro vzduch a vodík a porovnat je.
- 4) Shromáždí výsledky a vyhodnocení.
- 5) Připraví požadované podklady pro závěrečnou zprávu Deliverable D6.7, včetně stručného shrnutí v českém jazyce, v souladu s harmonogramem WP 6 GAS.
- 6) Zúčastní se relevantních schůzek projektu Tasku 2.2 a WP 6.
- 7) Zúčastní se finálního workshopu WP6 (M60) a zpracuje příspěvek do Book of Proceedings workshopu (Deliverable D6.5, M60).

WP7 HITEC

Ve WP7 HITEC se ÚJV účastní primárně oblasti (task) T3 „Clay buffers“, ve které bude zapojena do jedné úlohy:

SUBTASK 3.1– CHARACTERIZATION OF MATERIAL TREATED BY HIGH TEMPERATURE.

V rámci této úlohy bude provádět následující aktivity:

- „post mortem“ analýzy na vybraných vzorcích bentonitu dodaných CEG FSv ČVUT (viz seznam níže)
- porovnání výsledků z „post mortem“ analýz s počátečním stavem bentonitu (před teplotním ovlivněním).

Plánované analýzy jsou uvedeny v následující tabulce (popis analýz a materiálů je uveden pod tabulkou):

Materiál	Analýza	Předpokládaný termín dokončení	Poznámka
BCV „dry“ M12	CEC	M16	subdodávka (VŠCHT)
	BET		

	EGME		
	XRD		subdodávka (ÚACH)
	TG/FTIR		subdodávka (ČGS, VŠCHT)
	PROP		
BCV „wet“ M12	CEC	M16	
	BET		subdodávka (VŠCHT)
	EGME		
	XRD		subdodávka (ÚACH)
	TG/FTIR		subdodávka (ČGS, VŠCHT)
	PROP		
BCV „dry“ M18	CEC	M24	
	BET		subdodávka (VŠCHT)
	EGME		
	XRD		subdodávka (ÚACH)
	TG/FTIR		subdodávka (ČGS, VŠCHT)
	PROP		
BCV „wet“ M18	CEC	M24	
	BET		subdodávka (VŠCHT)
	EGME		
	XRD		subdodávka (ÚACH)
	TG/FTIR		subdodávka (ČGS, VŠCHT)
	PROP		
BCV „dry“ M30	CEC	M36	
	BET		subdodávka (VŠCHT)
	EGME		
	XRD		subdodávka (ÚACH)
	TG/FTIR		subdodávka (ČGS, VŠCHT)

	PROP		
BCV „wet“ M30	CEC	M36	
	BET		subdodávka (VŠCHT)
	EGME		
	XRD		subdodávka (ÚACH)
	TG/FTIR		subdodávka (ČGS, VŠCHT)
	PROP		

POPIS ANALÝZ:

- CEC = Stanovení CEC a výměnných kationtů Mg, Ca, Na, K ($\text{cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$) metodou s Cu(II)triethylentetraminem (certifikovaná metodika ÚJV Řež).
- BET = Stanovení velikosti měrného povrchu bentonitu ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) metodou BET (měrný povrch částic). Metodika dle subdodavatele.
- EGME = Stanovení velikosti měrného povrchu bentonitu ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) metodou EGME (celkový měrný povrch včetně mezivrstev). Interní metodika ÚJV.
- XRD = Mineralogické složení bentonitu metodou XRD. Metodika dle subdodavatele.
- TG/FTIR = Stanovení poměru expandabilních struktur pomocí kombinace metod TG (termogravimetrická analýza) a FTIR (infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací). Metodika dle subdodavatele.
- PROP = Stanovení propustnosti metodou konstantního spádu dle ČSN EN ISO 17892-11.

POPIS MATERIÁLU:

- BCV „dry“ M12 – práškový bentonit Černý vrch (BCV) tepelně ovlivňovaný při teplotě 150 °C za sucha po dobu 12 měsíců (dodáno od CEG FSv ČVUT),
- BCV „wet“ M12 – bentonitová suspenze bentonitu Černý vrch (BCV) tepelně ovlivňovaná při teplotě 150 °C po dobu 12 měsíců, následně vysušená a namletá (dodáno od CEG FSv ČVUT),
- BCV „dry“ M18 – práškový bentonit Černý vrch (BCV) tepelně ovlivňovaný při teplotě 150 °C za sucha po dobu 18 měsíců (dodáno od CEG FSv ČVUT),

- BCV „wet“ M18 – bentonitová suspenze bentonitu Černý vrch (BCV) tepelně ovlivňovaná při teplotě 150 °C po dobu 18 měsíců, následně vysušená a namletá (dodáno od CEG FSv ČVUT),
- BCV „dry“ M30 – práškový bentonit Černý vrch (BCV) tepelně ovlivňovaný při teplotě 150 °C za sucha po dobu 30 měsíců (dodáno od CEG FSv ČVUT),
- BCV „wet“ M30 – bentonitová suspenze bentonitu Černý vrch (BCV) tepelně ovlivňovaná při teplotě 150 °C po dobu 30 měsíců, následně vysušená a namletá (dodáno od CEG FSv ČVUT)

LTP4 - TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Technická univerzita v Liberci (TUL) se aktivně zúčastní jedné work package - WP (popis aktivity v této WP následuje):

- WP 4: Development and Improvement of Numerical methods and Tools for modelling coupled processes (WP4 DONUT)

WP4 DONUT

V rámci WP4 se TUL zúčastní čtyř oblastí (tasků):

- Task 2 - Numerical methods for high performance computing of coupled processes
- Task 3 - Scale transition schemes for coupled processes
- Task 4 - Tools and methods to quantify/derive uncertainties induce by coupled processes
- Task 5 - Benchmarks of methods and tools for coupled processes

TASK 2

Bude implementována hydro-mechanická (HM) vazba v simulátoru Flow123d postaveném důsledně na přístupu puklina-kontinuum, budou uplatněny optimalizace a obecné mechanismy pro vazby sdružených procesů, budou vyvinuty flexibilnější metody pro spojení puklin na nekonformních sítích.

- Stávající kód Flow123d podporuje výpočet nasyceného a nenasyceného Darcyho toku, transportu rozpuštěné látky a přenos tepla ve sítích pomocí přístupu kontinuum-puklina (prvky různé dimenze). Bude odvozena aproximace lineární pružnosti systému kontinua-puklin a bude provedeno sdružení H-M. To bude založeno na Biotově modelu s hydraulickou vodivostí závislou na pórovitosti. Budou zahrnuty účinky nelinearity v důsledku kontaktů a tření na puklinách.

- Q3 / 2020 Teoretický popis
 - Q2 / 2021 Implementace se základním konstitutivním vztahem, testy
 - Q4 / 2022 Plná implementace s nelineárními efekty
- Kód Flow123d podporuje flexibilní mechanismus pro předepisování různých parametrů v podobě obecných časoprostorových polí. Současný přístup vede k pomalému sestavování matice pro řešič. Bude použit rozdělovací nástroj k vytvoření skupin stupňů volnosti, které pasují do mezipaměti a umožní vektorizované vyhodnocení analyzovaných vzorců zadaných uživatelem (Q4 / 2020). Dále bude sdružovací mechanismus rozšířen, aby umožnil zpracovat uživatelem zadané konstituční rovnice. (Q4 / 2021)
 - V současné době kód Flow123d podporuje pouze konformní smíšené sítě (elementy nižší dimenze totožné se stěnami elementů vyšší dimenze), což omezuje jeho použitelnost, zejména v případě sítí puklin generovaných stochasticky. Několik typů XFEM a „mortar“ technik bylo úspěšně použito na vybrané problémy s Darcyho tokem, avšak použití v reálných aplikacích je omezeno pevnou sadou obohacujících funkcí a problémy s podmíněností. Pro zlepšení použitelnosti bude vyzkoušeno víceúrovňové řešení s implicitním obohacením. (Q2 / 2023)

TASK 3

(Q2 / 2020) První část práce bude definovat parametry pro modely posuzování bezpečnosti z 3D modelů toku a transportu, jako zlepšení přesnosti a relevance těchto údajů, konkrétně se jedná o parametry transportní cesty z úložiště na rozhraní s biosférou. Bude vyvinut algoritmus postprocesingu pro výsledky 3D transportního modelu, který vyhodnocuje reakci na jednotkový puls koncentrace v úložišti, pro různé sorpční a rozpadové parametry. Toto řešení bude implementováno do jednoúčelového kódu, zpracovávajícího výsledky Flow123d (případně i jiných simulátorů) a poskytujícího data pro model posuzování bezpečnosti se soustředěnými parametry (např. Goldsim) –faktor ředění, délka transportní cesty, charakteristický čas (např. střední nebo maximální), přítok, odtok, přítoková plocha, odtoková plocha, pórovitost cesty (mobilní objem, min / max / průměr), celkový objem. Cílem je zachytit většinu aspektů chování systému v modelu se soustředěnými parametry. Očekává se, že většinu parametrů bude možné použít přímo z postprocesingu a některé z nich by mohly být předmětem optimalizace na základě nejlepší shody mezi oběma modely - co se týče průnikových křivek, ev. hmotnostního toku do biosféry. (Některé testy byly již provedeny a potvrdily možnost dosáhnout dobré shody.)

(Q1 / 2022) Druhá část řešení je zaměřena na vztah mezi reprezentacemi transportu látky různými koncepčními modely, které se obvykle používají v různých prostorových měřících – advekce a difuze v síti puklin, advekce v puklině spojená s difúzí do matrice nebo kontinuum s dvojitou pórovitostí. U modelu spojení puklina-kontinuum bude definována syntetická úloha průniku s retencí a bude vyhodnocen vztah uvedených modelů. Po homogenizaci některých puklin poskytnou „upscaled“ hodnoty pro proces ekvivalentní difuzi do matrice. Související práce bude teoretická analýza efektu diskretizace na rozhraní puklin a matrice (explicitní geometrie) pro sorbuji látky, aby se odvodila chyba v numerickém schématu v závislosti na parametrech látky. Vzorce mohou být odvozeny pro jednoduchý případ např. konečné diference a pak „experimentálně“ ověřeny obdobné vztahy u různých schémat / kódů (MT3D, Flow123d, FEFLOW). Konečným výsledkem bude modelová formulace transportu s retencí, která zachycuje efekt, ekvivalentní k 1D analytickému řešení difúze do matrice, ale může být řešena jako součást existujícího 3D transportního simulačního kódu (skutečná geometrie), s případným použitím reprezentace dvojitého nebo vícenásobného kontinua, v malém i větším měřítku.

(Q2 / 2023) Bude hodnocen vliv napjatosti na transport v podobě tzv. „channeling“. Je plánováno navázat na řešení modelových problémů v literatuře, s konceptem puklina-kontinuum (Flow123d kód, vylepšení v úkolu 2), pak definovat syntetické problémy s realističtější uspořádáním a okrajovými podmínkami představujícími situaci kolem úložných vrtů a přístupových chodeb.

TASK 4

Metoda víceúrovňového Monte-Carlo (MLMC) a metoda maximální entropie (MEM) pro aproximaci funkce hustoty pravděpodobnosti budou studovány pro simulace pomocí přístupu kontinua-puklina (přímé úlohy).

- (Q4 / 2020) MEM vede k řešení špatně podmíněného nelineárního problému. Budou studovány různé techniky pro podmiňování a regularizaci aproximace. Bude provedeno srovnání s přímou aproximační metodou CDF navrženou M. Gillesem.
- (Q4 / 2021) Bude studována aproximace sítě puklin v malém měřítku anizotropním tenzorovým polem, aby se získaly korelované aproximace hrubých sítí. Cílem je snížit rozptyl rozdílů mezi úrovněmi použitými v odhadu MLMC.
- (Q4 / 2022) MLMC v kombinaci s MEM budou testovány na úloze koncentrací kontaminantů unikajících na povrch z hlubinného úložiště.

TASK 5

Benchmark bude představovat fiktivní úložiště a plánovaná práce zahrnuje aplikaci metodiky pro „upscaling“ tokových a transportních dat z 3D modelu na model se soustředěnými parametry (Task 3) a také bude demonstrovat časové změny

mechanických a hydraulických vlastností vypočtené pomocí multidimenzionálního HM modelu (Task 2).

Formulace benchmarku bude zahrnovat shromáždění dat z kandidátních lokalit v českém programu úložiště (a jejich anonymizaci). Modelový problém bude vytvořen tak, že horní plocha vyjadřuje realistický terén, jsou reprezentovány podzemní hydrogeologické struktury (vertikální poruchy, hloubková závislost propustnosti), takže tokové pole má všechny vlastnosti potřebné k ověření schopností uvažovaného postprocesu transportní cesty. (2/2020)

Implementace postprocesingu transportní cesty byla zmíněna v Task 3. Bude provedeno srovnání Flow123d (3D / 2D) a Goldsim výpočtu s efektivními daty, s případnou optimalizací parametrů (Q4 / 2020). Následovat bude porovnání, zda lze efektivní data vyhodnotit stejným algoritmem z kódů s jinými numerickými schémata (standardní FEM, konečný difference / objemy) - Q2 / 2021.

Dalším úkolem bude vyhodnocení modelových scénářů s měnícími se parametry v rámci modelu pro výpočet dlouhodobé bezpečnosti – na základě importu dat ze sdružených THM modelů bentonitových nebo reakčně-transportních modelů (měnící se hodnoty sorpce, objem pórů atd.), případně s využitím výsledků dalších týmů v DONUT. (Q2 / 2023)

LTP5 – ÚSTAV GEONIKY AV ČR, V.V.I.

Ústav geoniky AV ČR, v.v.i. (ÚGN) se aktivně zúčastní jedné work package - WP (popis aktivity v této WP následuje):

- WP 4: Development and Improvement of Numerical methods and Tools for modelling coupled processes (WP4 DONUT)

WP4 DONUT

V rámci WP4 se ÚGN zúčastní dvou oblastí (tasků):

- Task 2 Numerické metody pro vysoce náročné simulace sdružených procesů
- Task 4 Metody a nástroje pro kvantifikaci/odvození nejistot vyvolaných sdruženými procesy

Aktivity v obou oblastech jsou vzájemně propojeny. Cílem prací je vývoj nových metod, které budou testovány na vybraných benchmarkích souvisejících s analýzou procesů, jejichž znalost je nutná pro návrh bezpečného hlubinného úložiště vyhořelého jaderného paliva. Testování zahrne masivně paralelní výpočty na superpočítačích.

Hlavní důraz bude kladen na simulaci procesů v horninovém masivu, ale jsou možné i aplikace v analýze funkce inženýrských bariér. Vyvinuté kódy budou k dispozici zájemcům.

Níže jsou konkrétně popsány aktivity pro daný task.

TASK 2: NUMERICKÉ METODY PRO VYSOCE NÁROČNÉ SIMULACE SDRUŽENÝCH PROCESŮ:

1. Výzkum robustních metod diskretizace pro sdružené (hydromechanické) procesy.
 - Řešení bude zahájeno Q1/2020 (první kvartál 2020) a bude pokračovat do konce projektu EURAD. První výstupy jsou očekávány Q1/2022 a budou popisovat výpočetní experimenty, porovnání různých metod diskretizace a závěry z porovnání i teoretickou analýzu metod.
2. Vývoj paralelizovatelných předpokmínění a iteračních řešičů pro řešení hydromechanických úloh formulovaných jako monolitický sdružený systém.
 - Řešení bude zahájeno Q3/2019 a bude pokračovat do konce projektu EURAD. První výstupy hlavně teoretické analýzy budou hotovy do Q4/2020. První výstupy s masivně paralelními výpočty budou k dispozici do Q2/2021.
3. Vývoj vysoce výkonných numerických metod pro řešení hydromechanických modelů s nelinearitou z důvodů simulace hydromechanických úloh v porézním kontinuu s poruchami (puklinami), které se mohou otevírat a uzavírat (nelinearita vzhledem k podmínce nepronikání), proudění v částečně nasyceném porézním kontinuu, nelineární mechanické chování.
 - Řešení bude zahájeno Q1/2020 a bude pokračovat do konce projektu EURAD. První výstupy obsahující návrh metod, výpočetní experimenty, porovnání a závěry, teoretickou analýzu metod budou k dispozici do Q2/2021. První výstupy s řešením rozsáhlých problémů hydromechaniky v porézních médiích s puklinami budou do Q4/2022.

TASK 4: METODY A NÁSTROJE PRO KVANTIFIKACI/ODVOZENÍ NEJISTOT VYVOLANÝCH SDRUŽENÝMI PROCESY

1. Vývoj v oblasti sestavování zástupných (surrogate) modelů, které lze použít pro zjednodušené/zrychlené získání informací o řešení z náhodných vstupních dat. Zástupné modely jsou využitelné pro metody Monte Carlo i rychlý odhad citlivosti na určité parametry.
 - Řešení bude zahájeno Q3/2019 a bude pokračovat do konce projektu EURAD. První výstupy týkající se využitelnosti náhradních modelů v aplikacích, především v bayesovské inverzi, budou do Q4/2020.
2. Vývoj metod pro řešení inverzních problémů identifikace materiálových parametrů. Plánujeme hlavně vývoj bayesovských inverzních technik pomocí pokročilých metod vzorkování založených na algoritmu Metropolis-Hastings.

- Řešení bude zahájeno Q3/2019 a pokračovat do konce projektu EURAD. První výstupy týkající se využití pokročilých metod vzorkování v bayesovské inverzi budou k dispozici do Q1/2021.