

# SMLOUVA O ÚČASTI NA ŘEŠENÍ PROJEKTU

„Pokročilý softwarový nástroj pro návrh a analýzu betonových a spřažených konstrukcí se zohledněním fází výstavby a časově závislých dějů“

Číslo smlouvy: 06111/2021/00

## FEM consulting, s.r.o.

Sídlem: Veveří 331/95, 602 00 Brno  
IČO: 44961464  
DIČ: CZ44961464  
Zapsána v obchodním rejstříku vedeném u KS v Brně, oddíl C, vložka 4025  
Zastoupená: doc. Ing. Ivanem Němcem, CSc., jednatelem  
dále též jako „příjemce“

a

## Vysoké učení technické v Brně

Sídlem: Antonínská 548/1, 601 90 Brno  
IČO: 00216305  
DIČ: CZ00216305  
Veřejná vysoká škola podle zákona o vysokých školách  
Zastoupená: prof. RNDr. Ing. Petrem Štěpánkem, CSc., rektorem  
dále též jako „další účastník“

uzavírají podle § 1746 odst. 2 občanského zákoníku smlouvu následujícího znění:

## 1. PROJEKT

- 1.1. Projektem je projekt číslo **FW03010260** s názvem „**Pokročilý softwarový nástroj pro návrh a analýzu betonových a spřažených konstrukcí se zohledněním fází výstavby a časově závislých dějů**“.
- 1.2. Projekt je podpořen Technologickou agenturou České republiky (dále jen poskytovatel) v rámci Programu průmyslového výzkumu a experimentálního vývoje TREND, podprogramu 1 – Technologičtí lídři, 3. veřejně soutěže. Podmínky soutěže jsou veřejně dostupné z URL: <https://www.tacr.cz/soutez/program-trend/treti-verejna-soutez-4/>.
- 1.3. Projekt je vymezen, v řazení od nejzávažnějšího:
  - a. Smlouvou o poskytnutí podpory  
Smlouva není při uzavření této smlouvy uzavřena, lze však předpokládat, že její obsah bude odpovídat vzorovému textu poskytovatele veřejně přístupnému z URL: [https://www.tacr.cz/wp-content/uploads/documents/2020/04/28/1588085409\\_Smlouva%20o%20poskytnut%C3%AD%20podpory.pdf](https://www.tacr.cz/wp-content/uploads/documents/2020/04/28/1588085409_Smlouva%20o%20poskytnut%C3%AD%20podpory.pdf).  
Příjemce je povinen prokazatelně předat dalšímu účastníkovi znění uzavřené smlouvy o poskytnutí podpory a případně i její dodatky vždy do 10 pracovních dnů poté, co je obdrží.
  - b. Všeobecnými podmínkami poskytovatele, verze 6

Podmínky jsou veřejně přístupné z URL: [https://www.tacr.cz/wp-content/uploads/documents/2019/10/21/1571657346\\_V%C5%A1eobecn%C3%A9%20podm%C3%ADnky%20v6.pdf](https://www.tacr.cz/wp-content/uploads/documents/2019/10/21/1571657346_V%C5%A1eobecn%C3%A9%20podm%C3%ADnky%20v6.pdf).

c. Závaznými parametry řešení projektu, které jsou přílohou č. 1 této smlouvy

(dále jen zadání projektu)

1.4. Každá se smluvní stran za sebe prohlašuje, že se se zadáním projektu seznámila a že neshledává překážky pro naplnění účelu této smlouvy, cílů projektu, ani realizace projektu v souladu se zadáním projektu.

## **2. PŘEDMĚT A ÚČEL SMLOUVY A ZÁKLADNÍ ZÁVAZKY SMLUVNÍCH STRAN**

2.1. Účelem smlouvy je

- a. naplnění cíle projektu,
- b. dosažení plánovaných výsledků projektu dle Závazných parametrů řešení projektu,
- c. ochrana duševního vlastnictví a důvěrných informací smluvních stran a
- d. správné čerpání přiznané podpory.

2.2. Předmětem této smlouvy je stanovení práv a povinností smluvních stran souvisejících s realizací projektu a nezbytných k naplnění účelu této smlouvy.

2.3. Smluvní strany se na realizaci projektu podílejí především následujícím způsobem:

- a. příjemce provádí implementaci pokročilých výpočetních algoritmů do stávajícího výpočetního MKP jádra;
- b. další účastník provádí experimentální měření a numerickou verifikaci.

2.4. Smluvní strany se zavazují realizovat projekt v souladu se zadáním projektu a s věcnou náplní a harmonogramem projektu, která je přílohou č. 2. této smlouvy a ve které se stanoví činnosti a odpovědnosti každé ze smluvních stran a postupné termíny provádění projektu.

2.5. Projekt je zahájen dnem 1. 1. 2021. Projekt končí dnem 31. 12. 2024

2.6. Další účastník má vůči příjemci tytéž povinnosti, které má příjemce vůči poskytovateli, zejména (nikoliv však výlučně) pak povinnosti uvedené v čl. 4 Všeobecných podmínek poskytovatele. Pokud jsou v této smlouvě dalšímu účastníkovi stanoveny podmínky přísnější (kupř. kratší lhůty), použije se přednostně tato smlouva.

2.7. Každá ze smluvních stran má povinnost bezodkladně informovat druhou stranu o všech skutečnostech, které mohou mít dopad na dosažení účelu této smlouvy. Smluvní strany mají vzájemnou povinnost průběžně se informovat tak, aby docházelo k postupu prací na projektu.

2.8. Smluvní strany se zavazují poskytnout si veškerou součinnost tak, aby bylo dosaženo účelu této smlouvy. Další účastník je povinen především poskytovat součinnost příjemci tak, aby příjemce mohl efektivně plnit své povinnosti vyplývající mu ze zadání projektu vůči poskytovateli. Další účastník je povinen poskytnout součinnost při kontrolních procesech nejen příjemci, ale i poskytovateli. Další účastník je dále mj. povinen poskytnout odpovídající součinnost pro zpracování implementačního plánu k výsledkům řešení a pro předložení zprávy o implementaci.

2.9. Příjemce je oprávněn kontrolovat plnění smlouvy dalším účastníkem, zejména pak co do způsobu vynakládání podpory, činnosti na projektu i dosažených výsledků. Další účastník se zavazuje poskytnout mu k tomu veškerou součinnost.

2.10. Další účastník je povinen zveřejnit svou výroční zprávu v souladu se zákonem.

- 2.11. Smluvní strany se zavazují řádně uchovávat dokumenty s projektem související po dobu deseti let od ukončení řešení projektu ve významu pravidel poskytovatele.

### 3. FINANČNÍ UJEDNÁNÍ

- 3.1. Každá smluvní strana je oprávněna v jednotlivých letech plnění čerpat tu část finanční podpory, která je jí určena v Závazných parametrech řešení projektu. Každá smluvní strana je povinna čerpat podporu v souladu s touto smlouvou, zadáním projektu a zákonem.
- 3.2. Při plnění této smlouvy se veškeré převody finančních prostředků mezi smluvními stranami činí výhradně bezhotovostně, a to na a z následujících bankovních účtů:
- účet příjemce vedený xxxxxx a
  - účet dalšího účastníka vedený xxxxxx
- Příjemce vyznačí u platby zasílané na účet xxxxxxxx
- 3.3. Poskytovatel zašle celou výši podpory pro dané období příjemci. Příjemce odešle dalšímu účastníku jemu určenou část podpory do 14 kalendářních dnů poté, co ji obdrží. Příjemce je oprávněn neodeslat dalšímu účastníku jeho část podpory v případě a do výše odpovídající odvodu, sankci či vratce, kterou za dalšího účastníka příjemce provedl nebo provést má a další účastník odpovídající částku příjemci nedodal; příjemce je povinen tuto skutečnost prokazatelně a bezodkladně oznámit dalšímu účastníku a poskytovateli. Převáděná podpora není předmětem daně z přidané hodnoty.
- 3.4. Pokud se další účastník doví, že určitou část podpory z jakéhokoliv důvodu nevyužije v průběhu řešení projektu, je povinen vrátit příjemci takovou část podpory, a to nejpozději do 8 kalendářních dnů poté, co se o této skutečnosti další účastník doví, nejpozději však do 20. prosince daného roku. Nanejvýš 5 % nevyčerpané části podpory z části podpory poskytnuté v posledním kalendářním roce a určené dalšímu účastníku je další účastník povinen příjemci vrátit nejpozději do 31. ledna následujícího kalendářního roku po ukončení řešení projektu; ve stejné lhůtě je další účastník povinen odvést příjemci své příjmy z projektu vymezené v zadání projektu.
- 3.5. V případě, že příjemci podpory bude uložen odvod nebo sankce z důvodů, které jsou zcela způsobeny dalším účastníkem projektu, je další účastník povinen do 10 pracovních dnů od obdržení výzvy příjemce uhradit příjemci takovou částku, a to včetně vyměřeného penále. V případě, že příjemci podpory bude uložen odvod nebo sankce z důvodů, které jsou zčásti způsobeny dalším účastníkem, je další účastník povinen uhradit příjemci poměrnou část takové platby, a to včetně poměrné části penále; poměrná část bude odpovídat míře zavinění dalšího účastníka.
- 3.6. Pokud bude příjemce vyzván k vrácení podpory nebo její části z jiných důvodů, než z důvodů uvedených v ustanovení 3.5 této smlouvy, a půjde o podporu čerpanou, byť jen z části, dalším účastníkem, je další účastník povinen do 10 pracovních dnů od obdržení výzvy příjemce vrátit odpovídající část podpory.
- 3.7. Pokud dojde k odstoupení poskytovatele od smlouvy o poskytnutí podpory, a nebude se postupovat podle ustanovení 3.5 a 3.6 této smlouvy přímo, použije se ustanovení 3.5 obdobně.
- 3.8. Příjemce podpory i další účastník odpovídá za škodu, kterou způsobil v rámci plnění této smlouvy.

### 4. DUŠEVNÍ VLASTNICTVÍ

- 4.1. Stávající výsledky práce smluvních stran a práva k předmětům duševního vlastnictví, která budou použita při realizaci projektu (dále jen **Background**) jsou následující:
- 4.1.1. Background příjemce:

- a. rozsáhlé teoretické znalosti v oblasti statiky a dynamiky stavebních konstrukcí, znalosti a zkušenosti v oblasti vývoje statického software;
- b. stávající výpočetní jádro programu, tzv. Solver (CrossSectioF.dll, FemDynam.dll, FemPnLin.dll, FemSACS.dll, FemTors.dll, For.dll, CHS.dll, Nepr10.dll, Nepr14.dll, Nepr15.dll, Newmark.dll, Nexx.dll, Soilin.dll, SolveLib.dll, Solver.exe, Sprut.dll, FemBase.dll, CrossSectioF64.dll, CudaLib64.dll, FemDynam64.dll, FemPnLin64.dll, FemSACS64.dll, FemTors64.dll, For64.dll, CHS64.dll, Nepr1064.dll, Nepr1464.dll, Nepr1564.dll, Newmark64.dll, Nexx64.dll, Soilin64.dll, SolveLib64.dll, Solver64.exe, Sprut64.dll, FemBase64.dll, GenX.dll, SolverM.exe, SolverMc.dll, SolverMe.dll, SolverMec.dll, Wrapper.dll, FemOpt.dll);
- c. zdrojové kódy programu, které jsou chráněny autorským právem.

#### 4.1.2. Background dalšího účastníka

- a. znalosti a zkušenosti s prováděním specifických statických i dynamických zatěžovacích zkoušek;
- b. zkušenosti s modelováním a výpočty v předních MKP systémech ANSYS a LS-Dyna;
- c. teoretické znalosti z oblasti statiky a dynamiky stavebních konstrukcí.

4.2. Background zůstává ve vlastnictví té smluvní strany, která jej má před uzavřením této smlouvy v dispozici. Background smluvní strany může druhá smluvní strana použít výhradně pro dosažení plánovaného výsledku projektu, a to výhradně v nezbytné míře.

4.3. **Práva k výsledkům dosaženým při řešení projektu:** Nedohodnou-li se smluvní strany jinak, budou práva k výsledkům rozdělena následovně:

- a. Výsledek dosažený výhradně jednou smluvní stranou je ve vlastnictví té smluvní strany, která výsledků dosáhla.
- b. Výsledek dosažený oběma smluvními stranami bude ve vlastnictví obou smluvních stran v poměru, v jakém jich smluvní strany dosáhly.

4.4. **Přístup k výsledkům dosažených při řešení projektu a jejich užití:** Nedohodnou-li se smluvní strany v určitém případě jinak může každá smluvní strana, nevýhradním způsobem užívat všechny výsledky projektu; další účastník však nebude mít přístup ke zdrojovému kódu software. Není dovoleno komerční užití výsledku, ani takové užití, které budoucí komerční užití jakéhokoliv výsledku dosaženého při řešení projektu (především software) může znesnadnit nebo snížit pravděpodobné budoucí výnosy z výsledku. Po dosažení výsledků uzavřou smluvní strany smlouvu o využití výsledků, v níž budou především upravena vlastnická a užívací práva k výsledkům dosaženým při řešení projektu.

4.5. **Plánovanými výsledky projektu** jsou:

- a. softwarový nástroj pro návrh a analýzu betonových a spřažených konstrukcí se zohledněním fází výstavby a časově závislých dějů (podle RIV výsledek druhu R - Software).
- b. Publikáční výsledky (pravděpodobně podle RIV výsledek druhu D – Stať ve sborníku).

4.6. Ustanovení tohoto článku se použijí v rozsahu, v němž je nevylučuje zákon nebo závazná pravidla poskytovatele dotace.

4.7. V případě neoprávněného naložení s duševním vlastnictvím smluvní stranou je dotčená smluvní strana oprávněna uplatnit a v takovém případě je druhá smluvní strana povinna uhradit smluvní pokutu ve výši 50.000,- Kč za každý takový případ. Smluvní pokuta je splatná desátý pracovní den po doručení výzvy k úhradě smluvní pokuty. Smluvní pokuta je započitatelná vůči peněžitým závazkům souvisejícím s touto smlouvou. Závazek uhradit smluvní pokutu nevylučuje právo na náhradu újmy v plné výši.

## 5. DŮVĚRNÁ INFORMACE

- 5.1. Důvěrnou informací je taková informace, která má skutečnou nebo alespoň potenciální materiální či nemateriální hodnotu a která není v příslušných obchodních nebo vědecko-výzkumných kruzích běžně dostupná, která je získaná od druhé smluvní strany v souvislosti s projednáváním nebo plněním této smlouvy.
- 5.2. Důvěrnou informací však není informace, která
- je v době jejího zpřístupnění dostupná veřejnosti;
  - stane se veřejnosti dostupná jinak než jejím nepovoleným zveřejněním;
  - je poskytnuta smluvní straně třetí osobou v rozsahu, ve kterém je oprávněna tuto informaci zpřístupnit.
- 5.3. Žádná ze smluvních stran nezpřístupní třetím osobám žádnou důvěrnou informaci, s výjimkou následujících případů:
- dotčená smluvní strana udělila předchozí písemný souhlas s takovým zpřístupněním;
  - právní předpis nebo povinnost uložená na základě právního předpisu stanoví povinnost zpřístupnit důvěrnou informaci;
  - povinnost stanovená poskytovatelem je s takovým požadavkem neslučitelná;
  - takové zpřístupněním důvěrné informace je nezbytné pro realizaci smlouvy nebo kroků či činností předpokládaných v této smlouvě.
- 5.4. Smluvní strany si tímto navzájem dávají souhlas k poskytnutí důvěrných informací druhou smluvní stranou dále uvedeným osobám, pokud jsou tyto osoby vázány povinností mlčenlivosti ve vztahu k důvěrným informacím: právnímu zástupci, auditorovi, účetnímu, daňovému nebo jinému poradci smluvní strany, zaměstnanci nebo jinému zástupci smluvní strany. Každá smluvní strana je povinna zajistit, aby osoba, které jsou tímto způsobem důvěrné informace poskytnuty, tyto důvěrné informace nezpřístupnila ani nedopustila jejich zpřístupnění nebo použití další osobou.
- 5.5. V případě neoprávněného naložení s důvěrnou informací jednou ze smluvních stran je dotčená smluvní strana oprávněna uplatnit a v takovém případě je druhá smluvní strana povinna uhradit smluvní pokutu ve výši 50.000,- Kč za každý takový případ. Smluvní pokuta je splatná desátý pracovní den po doručení výzvy k úhradě smluvní pokuty. Smluvní pokuta je započitatelná vůči peněžitým závazkům souvisejících s touto smlouvou. Závazek uhradit smluvní pokutu nevylučuje právo na náhradu újmy v plné výši.

## **6. ŘÍZENÍ PROJEKTU A ODPOVĚDNÉ OSOBY**

- 6.1. Projekt řídí příjemce, který určí svého zaměstnance odpovědného za vlastní řízení projektu do role hlavního řešitele projektu.
- 6.2. Hlavní řešitel projektu pozve ostatní řešitele projektu k jednání do jednoho měsíce od uzavření této smlouvy. Hlavní řešitel projektu pozve ostatní řešitele projektu k jednání vždy nejpozději do 3 měsíců ode dne předešlého jednání. V průběhu jednání bude prověřeno, zda práce postupují podle této smlouvy. Hlavní řešitel vede jednání k dosažení konsenzu (souhlasu všech zúčastněných řešitelů projektu) o dalším postupu při realizaci projektu. Nepodaří-li se konsenzu dosáhnout, rozhoduje o dalším postupu při realizaci projektu hlavní řešitel projektu. Hlavní řešitel projektu je oprávněn pro konkrétní jednání pověřit jinou osobu.
- 6.3. Hlavním řešitelem projektu je xxxxxx
- 6.4. Hlavní řešitel projektu může za příjemce v souvislosti s touto smlouvou jakkoliv jednat; nemůže však:
- měnit tuto smlouvu;

- b. ukončit tuto smlouvu;
  - c. uznat dluh vzniklý v souvislosti s touto smlouvou;
  - d. udělit souhlas s postoupením pohledávky nebo dluhu z této smlouvy nebo této smlouvy třetí osobě;
  - e. udělit souhlas se zpřístupněním důvěrné informace;
  - f. nakládat s duševním vlastnictvím příjemce.
- 6.5. Další účastník určí svého zaměstnance odpovědného za řízení projektu v rozsahu povinností dalšího účastníka do role hlavního řešitele dalšího účastníka.
- 6.6. Hlavní řešitel dalšího účastníka intenzivně spolupracuje s hlavním řešitelem projektu a jedná za hlavního řešitele projektu v případě nečinnosti hlavního řešitele projektu.
- 6.7. Hlavním řešitelem dalšího účastníka projektu je xxxxxx
- 6.8. Hlavní řešitel může za dalšího účastníka v souvislosti s touto smlouvou jakkoliv jednat; nemůže však:
- a. měnit tuto smlouvu;
  - b. ukončit tuto smlouvu;
  - c. uznat dluh vzniklý v souvislosti s touto smlouvou;
  - d. udělit souhlas s postoupením pohledávky nebo dluhu z této smlouvy nebo této smlouvy třetí osobě;
  - e. udělit souhlas se zpřístupněním důvěrné informace;
  - f. nakládat s duševním vlastnictvím dalšího účastníka.

## **7. TRVÁNÍ A UKONČENÍ SMLOUVY**

- 7.1. Ukáže-li se, že projekt nebude podpořen poskytovatelem, smlouva se od počátku ruší.
- 7.2. Smlouva se uzavírá na dobu určitou, a to na dobu poskytování finanční podpory a po dobu 10 let od ukončení účinnosti smlouvy o poskytnutí podpory.
- 7.3. Smlouvu lze ukončit písemnou dohodou.
- 7.4. Smluvní strana může od smlouvy odstoupit v případě jejího podstatného porušení druhou smluvní stranou. Odstoupení musí být učiněno písemně a je účinné dojitím druhé smluvní straně.
- 7.5. Ukončení či zrušení smlouvy nemá vliv na závazky stran týkajících se duševního vlastnictví a důvěrných informací.

## **8. SPOLEČNÁ A ZÁVĚREČNÁ USTANOVENÍ**

- 8.1. Žádná ze stran nemůže bez písemně uděleného souhlasu druhé smluvní strany ani pohledávku, ani dluh z této smlouvy, ani tuto smlouvu postoupit třetí osobě.
- 8.2. Ukáže-li se některé z ustanovení této smlouvy zdánlivým, posoudí se vliv této vady na ostatní ustanovení smlouvy obdobně podle § 576 občanského zákoníku.
- 8.3. Strany vylučují aplikaci následujících ustanovení občanského zákoníku na tuto smlouvu: § 557 (výklad contra proferentem).
- 8.4. Tato smlouva se řídí českým právním řádem.

- 8.5. Tato smlouva obsahuje úplné ujednání o předmětu smlouvy a všech náležitostech, které strany měly a chtěly ve smlouvě ujednat, a které považují za důležité pro závaznost této smlouvy. Žádný projev stran učiněný při jednání o této smlouvě ani projev učiněný po uzavření této smlouvy nesmí být vykládán v rozporu s výslovnými ustanoveními této smlouvy a nezakládá žádný závazek žádné ze stran.
- 8.6. Tuto smlouvu lze měnit pouze písemně, formou číslovaného dodatku k této smlouvě. Neplatnost smlouvy nebo jejího dodatku mohou smluvní strany z důvodu nedodržení formy namítnout kdykoliv, a to i když již bylo započato s plněním.
- 8.7. Tato smlouva se vyhotovuje v pěti stejnopisech, z nichž každé ze smluvních stran náleží po dvou a jedno je určeno pro poskytovatele.
- 8.8. Tato smlouva nabývá účinnosti uveřejněním v registru smluv. Smlouvu v registru uveřejní další účastník.
- 8.9. Nedílnou součástí této smlouvy jsou:
- Příloha č. 1: Závazné parametry řešení projektu
- Příloha č. 2: Věcná náplň a harmonogram projektu

V Brně dne 8.4.21

XXXXXX

doc. Ing. Ivanem Němcem, CSc.  
jednatel  
FEM consulting, s.r.o.

V Brně dne

XXXXXX

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.  
rektor  
Vysoké učení technické v Brně

# PŘÍLOHA 1 - ZÁVAZNÉ PARAMETRY ŘEŠENÍ PROJEKTU



## PŘÍLOHA 2 - VĚCNÁ NÁPLŇ A HARMONOGRAM PROJEKTU

1. Etapa (1. 1. 2021 – 31. 12. 2021) [FAST VUT 1. 1. 2021 – 31. 12. 2021]		
FEM consulting, s.r.o.	a	<p><b>Zavedení změn prutového a plošného podloží během fází výstavby (O1).</b> Popis: podloží zmíněných topologických objektů umožní simulování interakci se spojitým podepřením, které není diskretizováno do uzlů sítě. Touto cestou bude možno simulovat například montážní podepření stavebních konstrukcí, či reprezentovat uložení na zeminu s definovanou tuhostí.</p> <p><b>Změny liniových kloubů v průběhu fází (O1).</b> Popis: bude se jednat o klouby s lineární i nelineární odezvou.</p> <p><b>Změny plošných kontaktů v průběhu fází (O1).</b> Popis: bude se jednat o kontakty s lineární i nelineární odezvou.</p> <p><b>Zavedení volby řádu analýzy při výpočtu fází výstavby (O2).</b> Popis: geometricky lineární analýza, P-delta analýza, analýza se zohledněním efektu velkých deformací, rotací a přetvoření.</p> <p><b>Zavedení stabilitní, dynamické, či posudkové statické analýzy v libovolné fázi výstavby (O2).</b> Popis: tímto nástrojem bude umožněna analýza v kritických stádiích rozpracovaností inženýrských staveb na ztrátu stability, dynamické účinky či normami předepisované kombinace zatížení.</p> <p><b>Zavedení viskózní odezvy lineárně elastických materiálů v rámci fází výstavby (O3).</b> Popis: v první etapě budou zohledněny časově závislé vlivy v interakci s lineárně elastickou odezvou, v další etapě bude tento nástroj rozšířen o nelineární odezvu.</p> <p><b>Zavedení možnosti změn parametrů pro časově závislou odezvu konstrukce v průběhu fází (O3).</b> Popis: rozšíření materiálových modelů o možnost změny materiálových vlastností v čase včetně přefitování vstupních parametrů visko-elastických řetězců.</p>
	b	<p><b>Testování implementovaných algoritmů (O1 - O3).</b> Popis: veškeré implementované funkce budou průběžně testovány na numerických modelech stavebních objektů a to s ohledem na fyzikální správnost (benchmarky), numerickou robustnost (citlivé modely) a výpočetní výkon (rozsáhlé modely). Bude vytvořena sada modelů, která bude zařazena do systému automatického testování.</p>
FAST VUT v Brně	a	<p><b>Výroba zkušebních přípravků a zhotovení zkušebních vzorků včetně osazení měřícími čidly (O5).</b></p> <p><b>Kompletace měřící sestavy v místě experimentu a zahájení měření včetně kontinuálního sběru statických veličin (O5).</b> Popis: měřená data budou s ohledem na zajištění neustálého zatížení vzorku dostupná online. Tímto způsobem bude významně eliminováno riziko znehodnocení měřených veličin vlivem nestandardních událostí a umožněn okamžitý zásah.</p>
	b	<p><b>Provedení výpočtů v systému ANSYS pro účely realizace experimentu (O5).</b> Popis: cílem bude návrh zkušebních přípravků potřebných v rámci měřící sestavy.</p> <p><b>Provedení numerické studie mapující očekávatelné rozsahy měřených veličin (O5).</b> Popis: studie bude podkladem pro korektní nastavení zatěžovacích hladin v rámci experimentu.</p> <p><b>Průběžná validace implementovaných funkcionalit (O5).</b> Popis: příprava benchmarkových případových výpočtových studií ve výpočtovém systému ANSYS s pomocí skriptovacího jazyka APDL.</p>

2. Etapa (1. 1. 2022 – 31. 12. 2022)

<p>FEM consulting, s.r.o.</p>	<p>a</p>	<p><b>Zavedení výrobních fází prutů (průřezů) a ploch (tlouštěk) (O1).</b> Popis: jedná se o zavedení možnosti budování částí průřezů prutů či tlouštěk ploch v jednotlivých fázích výstavby, tedy umožnění změn nikoli topologie konstrukce, ale topologie 1D či 2D konečných prvků. Jedná se o zásadní nástroj pro výpočet konstrukcí, kde jsou dílčí části průřezů (tlouštěk) budovány postupně. Příkladem takových konstrukcí mohou být komorové nosníky mostů atd. Změna topologie 1D i 2D objektů bude umožněna v interakci s elastickými i plastickými materiálovými modely a také materiálovými modely reprezentujícími poškození materiálu konstrukce.</p> <p><b>Zavedení kombinace viskózní odezvy materiálu s nelineárně elastickou či plastickou odezvou materiálu, včetně kombinace s modely poškození během fází výstavby (O3).</b> Popis: toto zásadní rozšíření umožní modelovat interakci okamžité nelineární odezvy v součinnosti s viskózní odezvou, která nalezne značné uplatnění u betonových konstrukcí, kde je poškozování v tahu nedílnou součástí působení konstrukcí.</p> <p><b>Zavedení vlivu počátečních přetvoření a napětí uvnitř materiálových modelů (O3).</b> Popis: tento prvek výpočtu je nezbytný k tomu, aby bylo možné zahrnout například vliv nerovnoměrného rozložení teplotního i vlhkostního pole na mechanickou odezvu konstrukcí.</p> <p><b>Zavedení stabilitní, dynamické, či posudkové statické analýzy v libovolné fázi výstavby se zohledněním vývoje druhé etapy (O2).</b> Popis: v 1.etapě popsaná analýza rozpracované konstrukce na stabilitní, dynamickou či posudkovou statickou odezvu bude zohledňovat i zavedené výrobní fáze prutů a ploch, stejně tak i aktuální stav konstrukce se zohledněním naakumulovaných viskózních i okamžitých deformací a příslušného stavu napjatosti, s případným uvážením vlivu počátečních přetvoření a napětí.</p>
	<p>b</p>	<p><b>Testování implementovaných algoritmů (O1 - O3).</b> Popis: veškeré implementované funkce budou průběžně testovány na numerických modelech stavebních objektů a to s ohledem na fyzikální správnost (benchmarky), numerickou robustnost (citlivé modely) a výpočetní výkon (rozsáhlé modely). Bude vytvořena sada modelů, která bude zařazena do systému automatického testování.</p>
<p>FAST VUT v Brně</p>	<p>a</p>	<p><b>Kontrola a vyhodnocování probíhajícího měření včetně statistického zpracování (O5).</b> <b>Realizace cyklické změny hladiny zatížení na vybraných vzorcích (O5).</b></p>
	<p>b</p>	<p><b>Zpracování verifikačních studií pro kontrolu implementace kombinace viskózní a nelineární odezvy (plasticita, poškození) (O5).</b> Popis: parametrické výpočtové modely budou vytvořeny v systému ANSYS.</p>

3. Etapa (1. 1. 2023 – 31. 12. 2023)		
FEM consulting, s.r.o.	a	<p><b>Zavedení viskózní odezvy lineárně elastických kloubů, kontaktů a podpor (O3).</b> Popis: dojde k vývoji algoritmů pro zavedení časově závislé odezvy i na úrovni objektů bez materiálu, ale s definovanou tuhostí. Toto bude reprezentovat dlouhodobé chování uložení konstrukce, či jejího napojení na další konstrukční části.</p> <p><b>Zavedení propojení viskózní odezvy lineárně elastických kloubů, kontaktů a podpor s fázemi výstavby (O3).</b> Popis: tento krok bezprostředně navazuje na předcházející úkol, kdy po jeho dokončení dojde k propojení s vývojem pro fáze výstavby.</p> <p><b>Optimalizace práce se stavovými proměnnými přes všechny fáze výstavby u všech typů prvků (1D, 2D, 3D) (O3).</b> Popis: dojde k vývoji nového optimalizovaného procesu práce se stavovými proměnnými, které umožňují výpočetní propojení nelineární odezvy materiálů s analýzou konstrukcí ve fázích výstavby.</p> <p><b>Zavedení stabilitní, dynamické, či posudkové statické analýzy v libovolné fázi výstavby se zohledněním vývoje třetí etapy (O2).</b> Popis: analýza rozpracované konstrukce na stabilitní a dynamickou odezvu či posudkové statické odezvy bude zohledňovat i zavedení nástrojů třetí etapy.</p> <p><b>Vytváření nástroje pro optimalizaci procesu výstavby při požadavku na výslednou geometrii (O4).</b> Popis: tento pokročilý nástroj umožní budoucímu uživateli automaticky navrhnout potřebná nadvýšení (či jiné geometrické úpravy) nově připojovaných částí tak, aby po dokončení stavby byla co nejpřesněji dodržena zamýšlená geometrie. Toto je potřeba především u rozsáhlých mostů, kde je při letmé betonáži (či jiné technologii výstavby) nezbytné konstrukci stavět v nadvýšení, protože nově připojované části dříve realizované části deformují. Pokud by se konstrukce začala stavět bez nadvýšení, může docházet ke znatelnému nedodržení zamýšlené geometrie (průhyb mostu uprostřed polí, atd.). Jedná se o vysoce pokročilý nástroj pro automatizaci složité inženýrské úlohy, který bude v rámci globálního trhu unikátní.</p>
	b	<p><b>Testování implementovaných algoritmů (O2 - O4).</b> Popis: veškeré implementované funkce budou průběžně testovány na numerických modelech stavebních objektů a to s ohledem na fyzikální správnost (benchmarky), numerickou robustnost (citlivé modely) a výpočetní výkon (rozsáhlé modely). Bude vytvořena sada modelů, která bude zařazena do systému automatického testování.</p>
FAST VUT v Brně	a	<p><b>Kontrola a vyhodnocování probíhajícího měření včetně statistického zpracování (O5).</b> <b>Průběžně získaná data budou využita pro inverzní identifikaci parametrů viskózně-nelineárních materiálových modelů (O5).</b> Popis: inverzní identifikací parametrů viskózně nelineárních materiálových modelů implementovaných v rámci vyvíjeného nástroje bude zajištěna vysoká úroveň novosti.</p>
	b	<p><b>Provedení pokročilých numerických analýz fází výstavby s cílem poskytnout vývojářům kontrolu implementovaných algoritmů pro optimalizaci výsledného tvaru (O5).</b> Popis: vzhledem k tomu, že komplexní nástroj určený pro automatický návrh optimálního postupu výstavby (v geometrickém pojetí) stavebních konstrukcí na trhu neexistuje, budou simulace provedeny v akademickém výpočtovém MKP systému ANSYS s pomocí skriptovacího jazyka APDL.</p>

4. Etapa (1. 1. 2024 – 31. 12. 2024)		
FEM consulting, s.r.o.	a	<p><b>Zavedení viskózní odezvy nelineárně elastických a plastických kloubů, kontaktů a podpor včetně zohlednění odezvy simulující poškození těchto objektů (O3).</b> Popis: dojde k významnému rozšíření implementovaných nástrojů v rámci předchozí fáze, kdy bude možné propojit nelineární odezvu uvedených objektů s časově závislou odezvou.</p> <p><b>Zavedení propojení viskózní odezvy nelineárně elastických a plastických kloubů, kontaktů a podpor s fázemi výstavby, včetně zohlednění odezvy simulující poškození těchto objektů (O3).</b> Tento krok bezprostředně navazuje na předcházející úkol, kdy po jeho dokončení dojde k propojení s vývojem pro fáze výstavby.</p> <p><b>Zavedení stabilitní, dynamické, či posudkové statické analýzy v libovolné fázi výstavby se zohledněním vývoje čtvrté etapy (O2).</b> Výše popsaná analýza rozpracované konstrukce na stabilitní, dynamickou či posudkovou statickou odezvu bude zohledňovat i zavedení nástrojů čtvrté etapy.</p> <p><b>Dokončení nástroje pro optimalizaci procesu výstavby při požadavku na výslednou geometrii (O4).</b></p>
	b	<p><b>Testování implementovaných algoritmů (O2 - O4).</b> Popis: veškeré implementované funkce budou průběžně testovány na numerických modelech stavebních objektů a to s ohledem na fyzikální správnost (benchmarky), numerickou robustnost (citlivé modely) a výpočetní výkon (rozsáhlé modely). Bude vytvořena sada modelů, která bude zařazena do systému automatického testování.</p>
FAST VUT v Brně	a	<p><b>Kontrola a vyhodnocování probíhajícího měření včetně statistického zpracování (O5).</b></p> <p><b>Analýza citlivosti a inverzní identifikace parametrů pro komplexní benchmarkové studie z naměřených dat (O5).</b></p>
	b	<p><b>Testování a validace výsledků softwarového nástroje a konfrontace s výpočty v systému ANSYS (O5).</b> Popis: provedení komplexních benchmarkových výpočtů na celých konstrukcích.</p>

## ZÁVAZNÉ PARAMETRY ŘEŠENÍ PROJEKTU

Číslo projektu: **FW03010260**

Rozhodný den pro uznatelnost nákladů dle této verze závazných parametrů:

Od data zahájení řešení projektu uvedeném v Závazných parametrech

### 1. Název projektu v českém jazyce

Pokročilý softwarový nástroj pro návrh a analýzu betonových a spřažených konstrukcí se zohledněním fází výstavby a časově závislých dějů

### 2. Datum zahájení a ukončení projektu

01/2021 – 12/2024

### 3. Cíl projektu

Cílem projektu je vytvoření unikátního softwarového nástroje, jehož užité vlastnosti budou vysoce uplatnitelné v projekční praxi a zároveň na hranici současných možností analýz inženýrských úloh stavebního průmyslu. Tento nástroj umožní detailní analýzu komplexních konstrukcí, především mostních konstrukcí a vícepodlažních budov, s respektováním jednotlivých etap výstavby, což zásadním způsobem zpřesní navrhování a posuzování inženýrských staveb. Produkt dále umožní respektovat časově závislé chování, charakteristické především pro betonové konstrukce, jimiž jsou dotvarování, smršťování a zrání.

### 4. Řešitel — Klíčová osoba řešitelského týmu

Ing. Mgr. Miroslav Trcala Ph.D.

## 5. Plánované výsledky projektu

Identifikační číslo FW03010260- V1	Název výstupu/výsledku softwarový nástroj pro návrh a analýzu betonových a spřažených konstrukcí se zohledněním fází výstavby a časově závislých dějů
Popis výstupu/výsledku Výstupem projektu bude softwarový nástroj pro návrh a analýzu betonových a spřažených konstrukcí se zohledněním fází výstavby a časově závislých dějů. Tento softwarový produkt bude dále obsahovat nástroj pro automatizaci hledání optimálního geometrického uspořádání konstrukčních prvků v průběhu výstavby pro dosažení požadovaného výsledného tvaru. Tento produkt, jehož koncovými uživateli budou stavební inženýři projekční praxe, umožní dokonalejší analýzu a optimálnější návrh složitých děl.	
Druh výsledku podle struktury databáze RIV R – Software	

## 6. Identifikační údaje účastníků

### Hlavní příjemce – [P] FEM consulting, s.r.o.

IČ 44961464	Obchodní jméno FEM consulting, s.r.o.
Kód organizační jednotky	Organizační jednotka
Právní forma POO - Právnícká osoba zapsaná v obchodním rejstříku (zákon č. 304/2013 Sb., o veřejných rejstřících právnických a fyzických osob)	
Typ organizace MP - Malý podnik	

### Další účastník – [D] Vysoké učení technické v Brně

IČ 00216305	Obchodní jméno Vysoké učení technické v Brně
Kód organizační jednotky 26110	Organizační jednotka Fakulta stavební
Právní forma VVS - Veřejná nebo státní vysoká škola (zákon č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů)	
Typ organizace VO - Výzkumná organizace	

## 7. Náklady

(uvedené údaje jsou v Kč, závazné parametry tučně v rámečku)

### Projekt — FW03010260

Položka / rok	2021	2022	2023	2024	Celkem maximální výše
Náklady projektu celkem	4 794 401	4 033 571	5 138 743	5 207 142	<b>19 173 857</b>
Výše podpory	<b>3 356 081</b>	<b>2 823 500</b>	<b>3 597 120</b>	<b>3 644 999</b>	<b>13 421 700</b>
Maximální intenzita podpory projektu					<b>70 %</b>

### Hlavní příjemce — [P] FEM consulting, s.r.o.

Položka / rok	2021	2022	2023	2024	Celkem maximální výše
Osobní náklady	2 723 065	2 742 120	3 820 927	3 887 961	<b>13 174 073</b>
Subdodávky	0	0	0	0	<b>0</b>
Ostatní přímé náklady	75 000	0	0	0	<b>75 000</b>
Nepřímé náklady	96 336	97 701	99 066	100 431	<b>393 534</b>
Náklady projektu celkem	2 894 401	2 839 821	3 919 993	3 988 392	<b>13 642 607</b>
Výše podpory	<b>1 646 081</b>	<b>1 749 125</b>	<b>2 500 245</b>	<b>2 548 124</b>	<b>8 443 575</b>
Způsob výpočtu režijních nákladů					<b>Flat rate 25%</b>



**Další účastník — [D] Vysoké učení technické v Brně**

<b>Položka / rok</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>Celkem maximální výše</b>
Osobní náklady	920 000	920 000	920 000	920 000	<b>3 680 000</b>
Subdodávky	0	0	0	0	<b>0</b>
Ostatní přímé náklady	600 000	35 000	55 000	55 000	<b>745 000</b>
Nepřímé náklady	380 000	238 750	243 750	243 750	<b>1 106 250</b>
Náklady projektu celkem	1 900 000	1 193 750	1 218 750	1 218 750	<b>5 531 250</b>
Výše podpory	<b>1 710 000</b>	<b>1 074 375</b>	<b>1 096 875</b>	<b>1 096 875</b>	<b>4 978 125</b>
Způsob výpočtu režijních nákladů					<b>Flat rate 25%</b>

**T A**

**Č R**

Program **TREND**

**8. Další závazné parametry projektu**

---