Дан науке и иновација

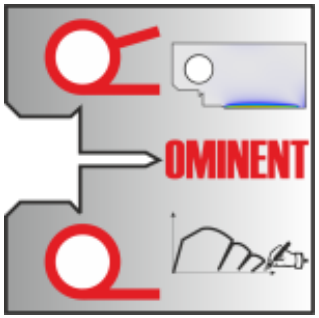
Prediction of damage evolution in engineering structures

Пројекат 7475 PROMINENT
PRIZMA
Фонд за науку Републике Србије

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу
Институт за информационе технологије Универзитета у Крагујевцу

Универзитет у Крагујевцу, 26. март 2024.

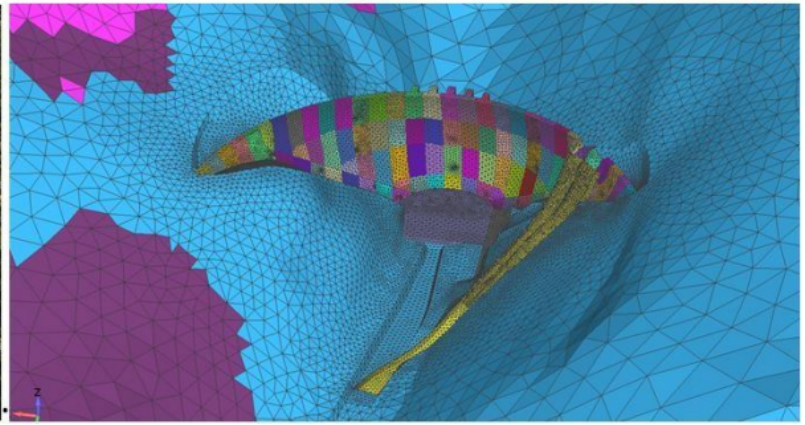
Фонд за науку
Републике Србије



Истраживање спроведено уз подршку Фонда за науку Републике Србије, БРОЈ ПРОЈЕКТА 7475 **Prediction of damage evolution in engineering structures - PROMINENT**

- развој софтвера ПАК-ДАМ,
- експериментално испитивање материјала,
- тестирање и верификација,
- буџет сса 284.000е у периоду 2024-2026
- https://prominent.kg.ac.rs/

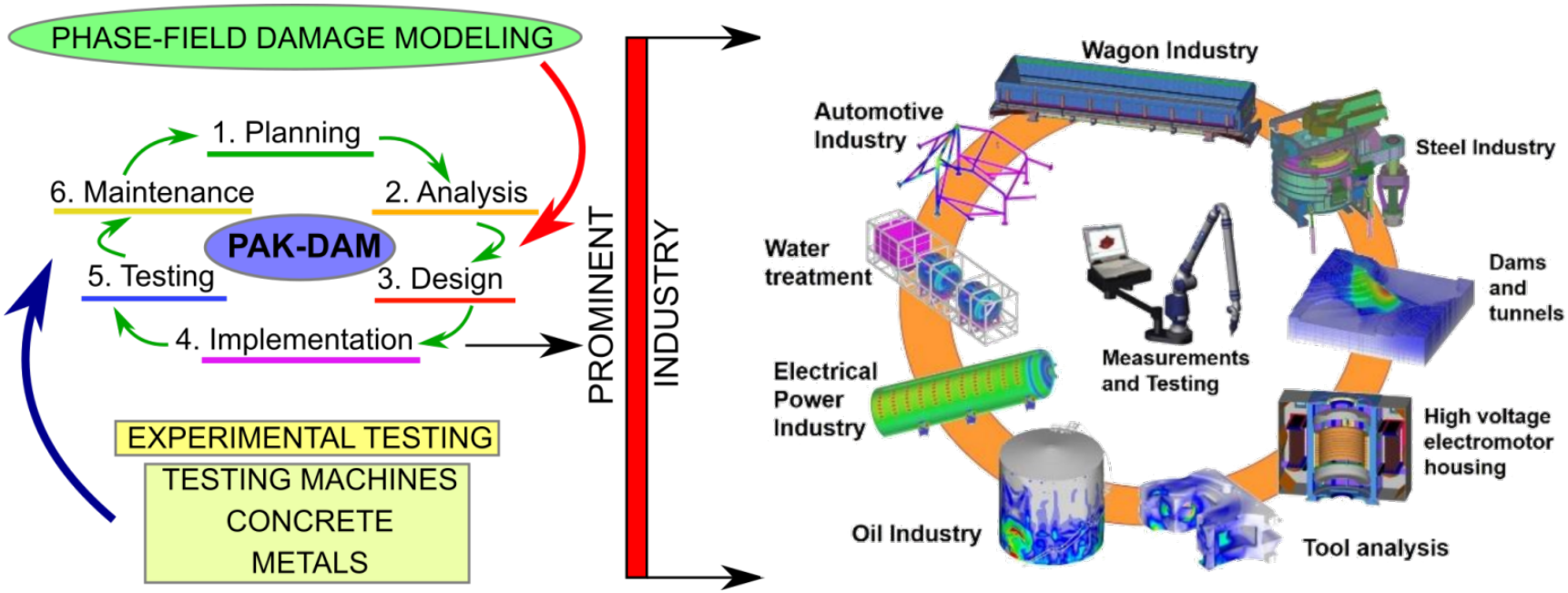
Проблем који се решава



- Укупна вредност грађевинских радова у Србији у 2022 је била већа од **5 милијарди евра** и има тенденцију раста.
- **Превенција отказа** конструкција изазваног оштећењем је од круцијалне важности у пројектовању конструкција.
- **Модел Фазног Поља (МФП)** ће се користити за развој специјализованог софтверског алата **ПАК-ДАМ** заснованог на Методи Коначних Елемената (МКЕ) **за предикцију настанка, развоја и пропагације оштећења које доводи до лома у металним и бетонским конструкцијама**.

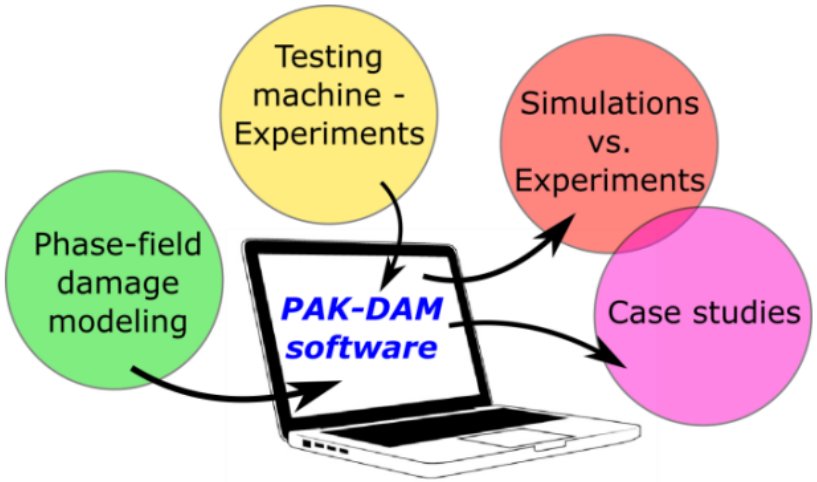
PROMINENT и индустрија

Апликациони потенцијал обухвата **све врсте инжењерске индустрије**, али најважнија је безбедност инфраструктурних објеката као што си **бетонске бране**, мостови, високе зграде, али и метални делови у **аутомобилској**, транспортној, авио, и **биомедицинској** индустрији.



Процес развоја софтвера ПАК-ДАМ и примена у индустрији

PROMINENT активности и циљ



Чланови тима ће радити на **развоју софтверског алата ПАК-ДАМ** који има за циљ побољшање, поједностављење и олакшавање процедуре дизајна конструкција и мониторинг здравља конструкција, као и на **експерименталном испитивању материјала** ради идентификације материјалних параметара, калибрације конститутивних модела и тестирања и верификације функционалности софтвера ПАК-ДАМ и његове тачности.

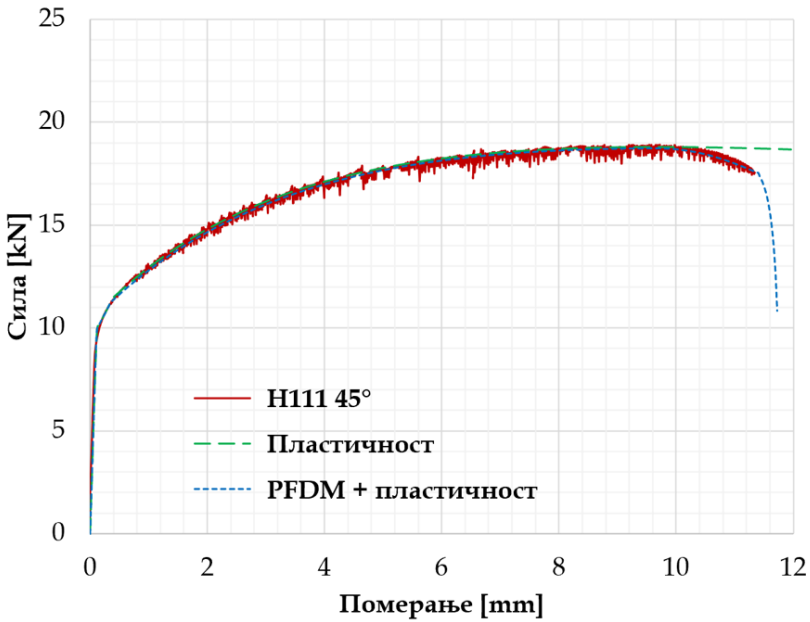
Зашто метод фазног поља (МФП)?

- у последњих 10-так година МФП је доживео запажен напредак,
- функционалност МФП је валидирана за комплексне проблеме оштећења и лома и код кртих и код жилавих материјала,
- по Грифиту и Ирвину, прслина пропагира када брзина ослобађања енергије достигне критичну вредност,
- основа МФП је варијациони принцип за линеарну еластичност који су представили Франкфорт и Мариго[1] по којој није неопходно познавање инцијалне прослине, али ни путање њеног настанка, већ се може прорачунати минимизацијом потенцијалне енергије,
- оштра топологија прслине је апроксимирана размазаном зоном прслине увођењем променљиве оштећења као d у опсегу $[0, 1]$

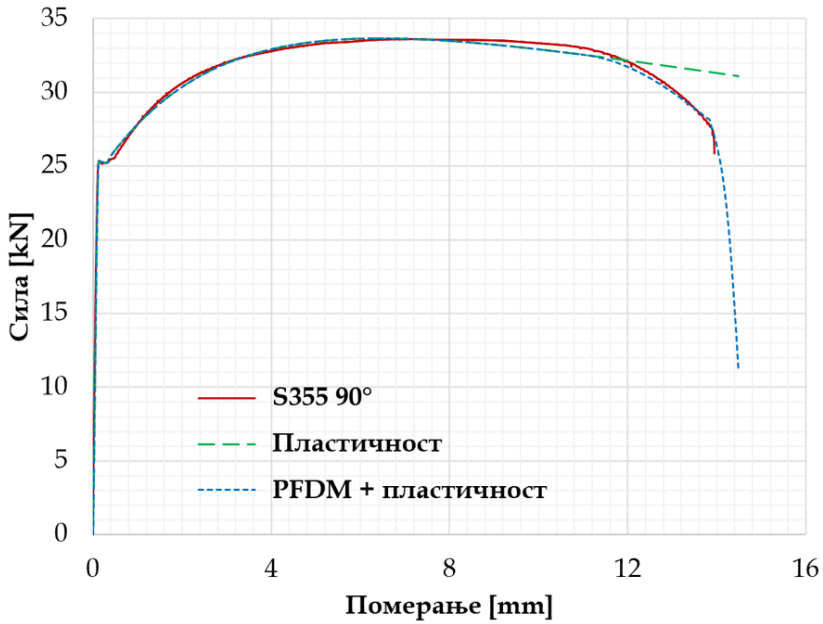
[1] Francfort GA, Marigo J-J. Revisiting brittle fracture as an energy minimization problem. J Mech Phys Solids 1998;46:1319–42.

Метали (челик и алуминијум)

Стандардне епрувете од челика и алуминијума су експериментално испитане на затезање и резултати су приказани у поређењу са симулацијама методом фазног поља:



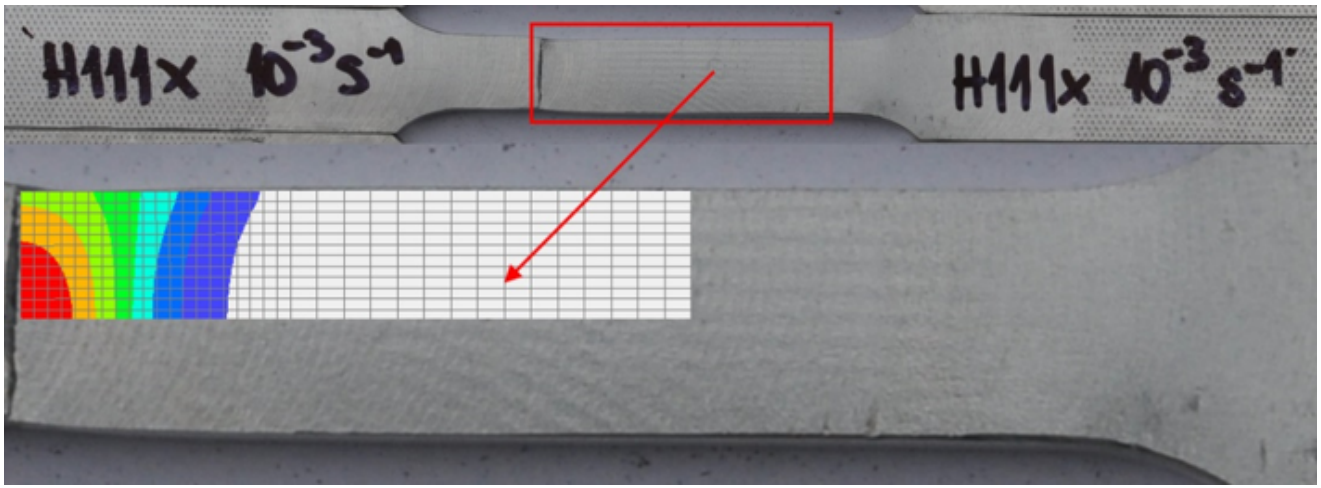
(а) Алуминијум H111



(б) Челик S355

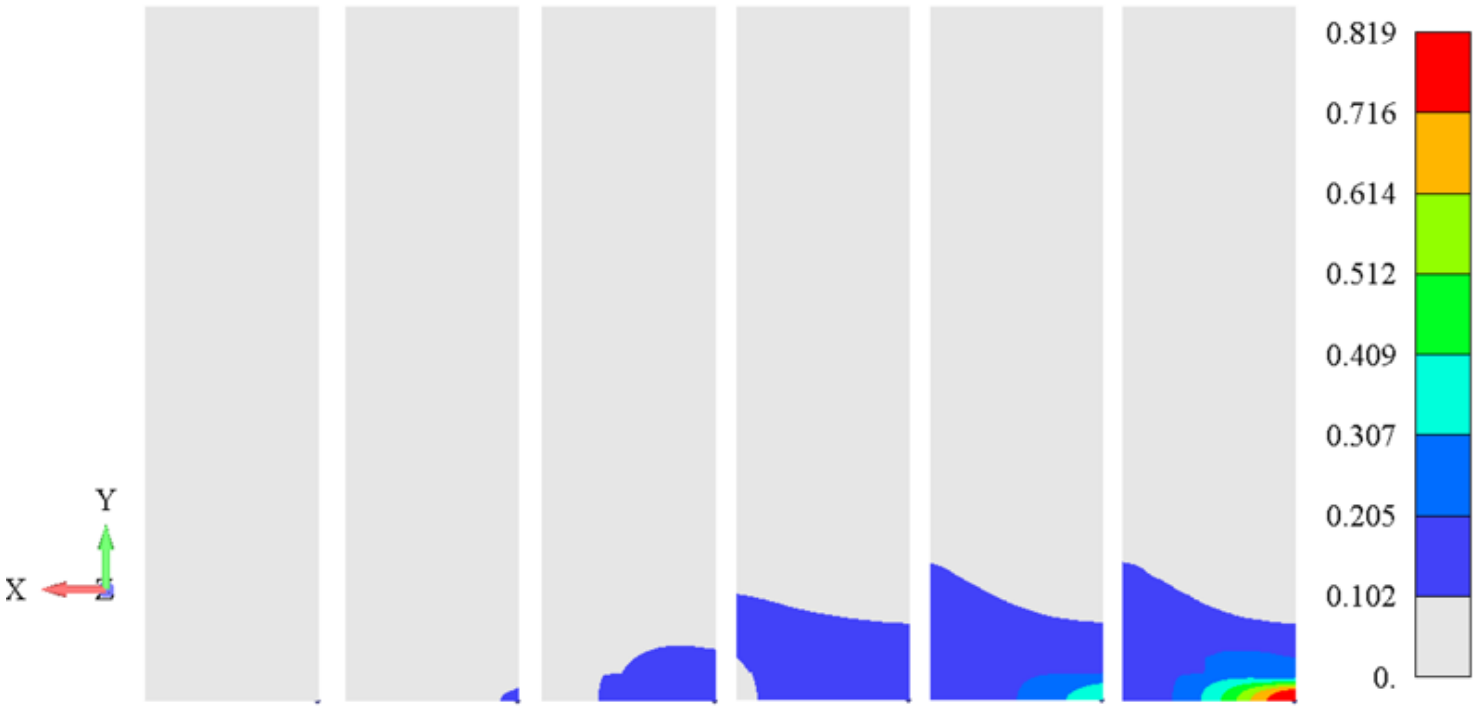
[1] Jelena Živković, Унапређење, имплементација и експериментална верификација нумеричког моделирања оштећења и лома метала применом фазног моделирања, Докторска дисертација Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, 2022

Метали (челик и алуминијум)



Поређење деформисане конфигурације алуминијумске епрувете H111 и МФП симулације са приказаним пољем оштећења

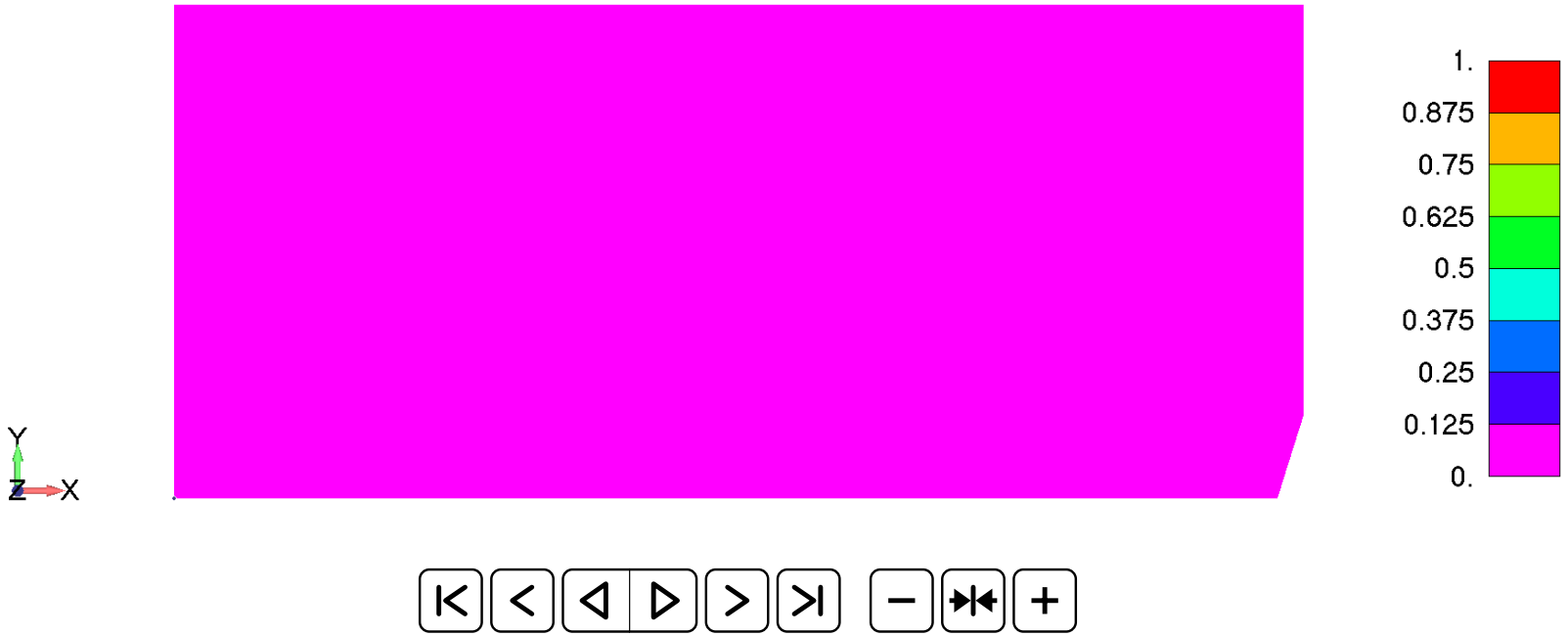
[1] Zivkovic, J., Dunic, V., Milovanovic, V., Pavlovic, A., Zivkovic, M. (2021) A Modified Phase-Field Damage Model for Metal Plasticity at Finite Strains: Numerical Development and Experimental Validation. Metals vol 11(1), pp. 47



Развој фазног поља оштећења d у посткритичној зони

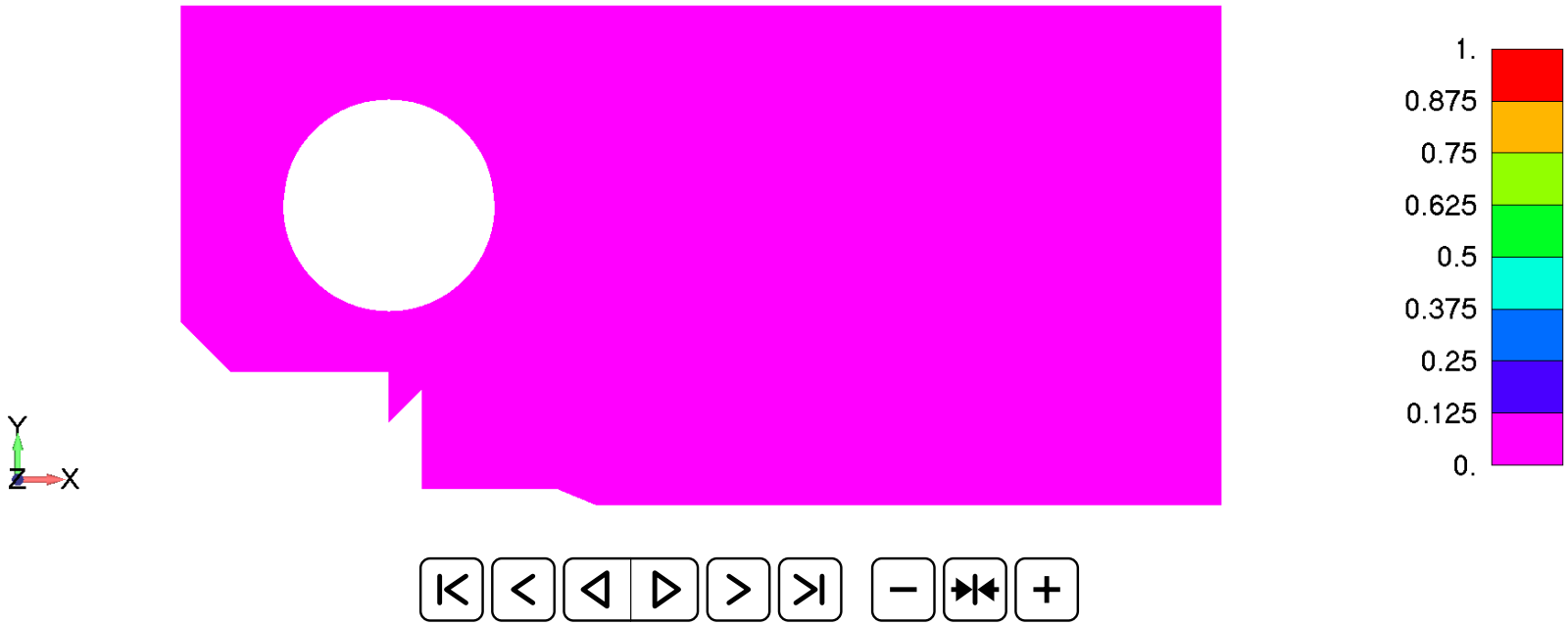
[1] Zivkovic, J., Dunic, V., Milovanovic, V., Pavlovic, A., Zivkovic, M. (2021) A Modified Phase-Field Damage Model for Metal Plasticity at Finite Strains: Numerical Development and Experimental Validation. Metals vol 11(1), pp. 47

Single edge notched bending (SENB) узорак



Симулације појаве оштећења при испитивању SENB узорка

Compact Tension (CT) узорак



Симулације појаве оштећења при испитивању CT узорка

Публикације

- Zivkovic, J., Dunic, V., Milovanovic, V., Pavlovic, A., Zivkovic, M. (2021) A Modified Phase-Field Damage Model for Metal Plasticity at Finite Strains: Numerical Development and Experimental Validation. Metals vol 11(1), pp. 47
- Dunic, V., Zivkovic, J., Milovanovic, V., Pavlovic, A., Radovanovic, A., Zivkovic, M. (2021) Two-Intervals Hardening Function in a Phase-Field Damage Model for the Simulation of Aluminum Alloy Ductile Behavior. Metals, vol 11(11), pp. 1685
- Jelena Živković, Унапређење, имплементација и експериментална верификација нумеричког моделирања оштећења и лома метала применом фазног моделирања, Докторска дисертација Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, 2022
- Dunic, V., Matsui, R., Takeda, K., Zivkovic, M. (2024) PHASE-FIELD DAMAGE SIMULATION OF SUBLOOP LOADING IN TiNi SMA, International Journal of Damage Mechanics, accepted **21.04.2024.**