

11. KONFERENCA MLADIH JEDRSKIH STROKOVNJAKOV

ZBORNIK POVZETKOV

Reaktorski center Podgorica, 23. 5. 2024

Ljubljana, 2024

Mreža mlade generacije (MMG), Društvo jedrskih strokovnjakov Slovenije

Institut "Jožef Stefan", Odsek za reaktorsko fiziko (F8)

<https://www.djs.si/mmg/kmjs2024/>

Zbornik povzetkov za 11. konferenco mladih jedrskih strokovnjakov

Avtorji: (abecedni vrstni red)	Benjamin Barbarič Melisa Bevc Veronika Cvelbar Pia Fackovič Volčanjek Enida Fatič Mark Fortuna Aljoša Gajšek Tanja Goričanec Domen Govekar Jaka Jakše Ylenia Kogovšek Žiber Mihael Boštjan Končar Domen Kotnik Jan Kren Primož Lesjak Blaž Levpušček Jan Malec Katerina Paskova Julijan Peric Matija Simon Jan Štefanič Patrik Tarfila Boštjan Zajec
Ilustracije:	Anže Pungerčič
Urednik:	Anže Mihelčič
Izdal:	Društvo jedrskih strokovnjakov Slovenije Jamova cesta 39 SI-1001 Ljubljana Spletni naslov: www.djs.si E-pošta: djs@djs.si
Naklada:	50 tiskanih izvodov
ISBN:	978-961-6207-57-7

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

621.039.5(082)
539.175(082)

KONFERENCA mladih jedrskih strokovnjakov (11 ; 2024 ; Podgorica)

11. konference mladih jedrskih strokovnjakov : zbornik povzetkov : Reaktorski center Podgorica, 23. 5. 2024 / [avtorji (abecedni vrstni red) Benjamin Barbarič ... [et al.] ; ilustracije Anže Pungerčič ; urednik Anže Mihelčič]. - Ljubljana : Društvo jedrskih strokovnjakov Slovenije, 2024

ISBN 978-961-6207-57-7
COBISS.SI-ID 195627267

Predgovor

Spoštovani udeleženci,

Z navdušenjem vas pozdravljamo na 11. konferenci mladih jedrskih strokovnjakov Slovenije! Ponovno smo skupaj zbrali skupino izjemnih mladih posameznikov, ki s svojimi talenti, idejami in inovacijami oblikujejo jedrsko industrijo. Kot člani Društva jedrskih strokovnjakov Slovenije, predvsem kot člani Mreže Mlade Generacije se moramo med seboj podpirati, saj le skupaj lahko prispevamo k rasti in napredku jedrske tehnike ter industrije.

Konferenca predstavlja prostor, kjer se lahko mladi raziskovalci in strokovnjaki srečajo, izmenjajo mnenja ter se medsebojno učijo. Tradicionalna konferenca ima vsako leto več in več udeležencev, zato se zahvaljujemo preteklim udeležencem in preteklim članom organizacijskega odbora za trud pri krepitvi naše skupnosti, deljenja novih idej ter mentoriranje najmlajših članov društva.

Hvaležni smo tudi letošnjim udeležencem, avtorjem in sponzorjem za sodelovanje, saj brez vas tudi konference ni. Cenimo vsa vaše predstavitve, mnenja, vprašanja ter seveda odgovore, ki omogočajo obstoj te konference. Z vašo pomočjo bo konferenca rastla še v prihodnjih letih.

Izkoristite to konferenco za izmenjavo znanja in idej, ter za vzpostavljanje novih stikov.

Organizacijski odbor

Zahvala

Iskrena zahvala gre vsem zaposlenim na Odseku za reaktorsko fiziko za pomoč pri organizaciji konference. Predvsem bi se radi zahvalili vodji odseka izr. prof. dr. Luki Snoju za vzpodbudo mladih. Zahvalili bi se radi predsednici Mreže mlade generacije Društva jedrskih strokovnjakov Slovenije dr. Tanji Goričanec in predsedniku Društva jedrskih strokovnjakov Slovenije doc. dr. Tomažu Žagarju za pomoč pri organizaciji in administraciji dogodka ter za vzpodbujanje mladih jedrskih strokovnjakov za sodelovanje na tej konferenci.

Posebno bi se radi zahvalili donatorju Nuklearni elektrarni Krško, ki nam je omogočili izvedbo konference in s tem večjo prepoznavnost mladih jedrskih strokovnjakov.

Ne nazadnje pa se moramo zahvaliti vsem avtorjem, poslušalcem in udeležencev, ki boste s svojimi prispevki, vprašanji in pripombami pripomogli k izpeljavi kvalitetne konference.

Organizacijski odbor



Organizacija konference

Organizacijski in programski odbor

Ylenia Kogovšek Žiber
Anže Mihelčič
Domen Govekar
Benjamin Barbarič
Julijan Peric

Oblikovanje vabila in programa

Ylenia Kogovšek Žiber
Domen Govekar
Benjamin Barbarič

Oblikovanje zbornika

Anže Mihelčič

Kazalo

I. del: Vabljena predavanja	1
1. Eksperimentalno opazovanje konvektivnega vrenja pri visokih gostotah toplotnega toka	2
<i>Boštjan Zajec</i>	2
2. Razvoj, uporaba, verifikacija in validacija Monte Carlo izračunov NEK	3
<i>Tanja Goričanec</i>	3
II. del: Reaktorska tehnika.....	5
3. Numerična študija razpada Taylorjevega mehurja z metodo velikih vrtnicev	6
<i>Jan Kren</i>	6
4. Vpliv nadgradnje visokotlačne turbine na obratosvalne razmere v sekundarnem sistemu NEK.....	7
<i>Mihael Boštjan Končar</i>	7
5. Implementacija 0-D mehanističnega modela vrenja.....	8
<i>Aljoša Gajšek</i>	8
6. Širjenje razpok pri utrujanju materialov	9
<i>Patrik Tarfila</i>	9
7. Eksperimentalni sistem za študijo konvektivnega vrenja v hladilnem kanalu divertorja	10
<i>Jakob Jakše</i>	10
III. del: Reaktorska fizika.....	11
8. Občutljivostna analiza aktivacije komponent v tlačnovodnem jedrskem reaktorju.....	12
<i>Benjamin Barbarič</i>	12
9. Aktivacija komponent malih modularnih reaktorjev	13
<i>Melisa Bevc</i>	13

10. Omejitve v obratovanju jedrskih reaktorjev zaradi spreminjanja koncentracije Xe-135 ob spremembi moči.	14
<i>Blaž Levpušček</i>	14
11. Računska analiza diode za hitre nevtrone	15
<i>Veronika Cvelbar</i>	15
12. Kalibracija HPGe detektorjev	16
<i>Domen Govekar</i>	16
IV. del: Računske metode	17
13. Aktivacija vode v aktivacijski zanki reaktorja TRIGA....	18
<i>Primož Lesjak</i>	18
14. MCNP Ray-tracing and Applications	19
<i>Enida Fatić</i>	19
15. Izračun kritičnih eksperimentov s programom OpenMC in primerjava z MCNP	20
<i>Katerina Paskova</i>	20
16. Občutljivost in negotovost z uporabo naključnega vzorčenja	21
<i>Jan Malec</i>	21
V. del: Fuzija	23
17. KATANA: obsevalna naprava z aktivirano vodo na reaktorju IJS TRIGA.....	24
<i>Domen Kotnik</i>	24
18. Nadgradnja obsevalne naprave z aktivirano vodo KATANA.....	25
<i>Julijan Peric</i>	25
19. Analiza kode D1S-UNED na osnovnih primerih.....	26
<i>Ylenia Kogovšek Žiber</i>	26
20. Nevtronika ITER kalibracije	27
<i>Mark Fortuna</i>	27

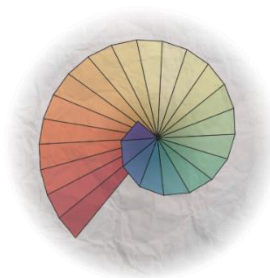
VI. del: Radioaktivni odpadki, varnost in nadzor.....29

21. Sevalna varnost pri ravnanju z radioaktivnimi odpadki ..	30
<i>Jan Štefanič.....</i>	<i>30</i>
22. Poplavna varnost območja JEK2	31
<i>Pia Fackovič Volčanj.....</i>	<i>31</i>
23. Delo pooblaščenih izvedencev URSJV	32
<i>Matija Simon.....</i>	<i>32</i>

VII. del: Dodatek33

I. del:

Vabljena predavanja



Eksperimentalno opazovanje konvektivnega vrenja pri visokih gostotah toplotnega toka

Boštjan Zajec¹

¹ *Odsek za reaktorsko tehniko (R4), Institut Jožef Stefan,
Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana, Slovenija*

E-poštni naslov prvega avtorja: bostjan.zajec@ijs.si

Konvektivno vrenje se kot učinkovit mehanizem prenosa toplote pogosto uporablja v jedrskih elektrarnah, a kljub dolgi zgodovini raziskav in uporabe osnovni pojavi povezani v vrenjem še niso v celoti znani. Za celovito obravnavo dinamike vrenja smo se v našem delu osredotočili na eksperimentalno določanje porazdelitve velikosti mehurčkov pri različnih pogojih. Zasnovali in izdelali smo horizontalno testno sekcijo v obročasti geometriji z ozko režo, za delovno tekočino pa smo uporabili hladilo R245fa (pentafluoropropan). S pomočjo hitre kamere in analize posnetkov vrenja z nevronskimi mrežami smo ugotovili, da lahko v horizontalni smeri pri nizkem toplotnem toku porazdelitve velikosti opišemo z enoparametrično Rayleighjevo porazdelitvijo, pri pogojih visokega toplotnega toka pa se v porazdelitvi pojavi še drugi vrh ki opisuje večje mehurje. Tako pridobljene porazdelitve bomo uporabili kot podlago za kalibracijo in razvoj empiričnih modelov za računsko dinamiko tekočin.

Razvoj, uporaba, verifikacija in validacija Monte Carlo izračunov NEK

Tanja Goričanec¹, L. Snoj¹, M. Kromar¹

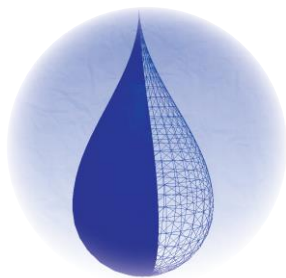
¹ *Odsek za reaktorsko fiziko (F8), Institut Jožef Stefan, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana*

E-poštni naslov prvega avtorja: tanja.goricane@ijs.si

Razvili smo natančen geometrijski model sredice in poenostavljen geometrijski model zadrževalnega hrama Nuklearne Elektrarne Krško (NEK) za uporabo z Monte Carlo kodo za simulacijo transporta nevtronov MCNP. Namen dela je bil postaviti računsko orodje za določitev izven-sredičnih porazdelitev nevtronov in ga uporabiti za konkretne primere iz prakse. Izračun je razdeljen na dva dela: sredični in izven-sredični transport nevtronov. Razvit natančen MCNP model sredice NEK za vročo ničto moč (Hot Zero Power – HZP) in vročo polno moč (Hot Full Power – HFP) smo verificali in validirali preko primerjave z meritvami znotraj-sredičnih detektorjev nevtronov in primerjavo z deterministično kodo CORD-2, ki se rutinsko uporablja za projektne izračune sredice NEK. Sredični izračun smo v naslednjem koraku uporabili za generacijo izvora nevtronov za izven-sredične preračune, katerih konvergenco smo pospešili z uporabo parametrov redukcije variance pridobljene z hibridno kodo ADVANTG. Razvite računske modele smo uporabili za izračun odziva zunaj-sredičnih detektorjev nevtronov, analizo vrednosti kontrolnih palic preko metode vstavitve, analizo dogajanja ob potresu v Petrinji, preliminarne izračune doznih polj po zadrževalnem hramu ter preliminarno primerjavo z dozimetrijskimi folijami izven reaktorske posode.

II. del:

Reaktorska tehnika



Numerična študija razpada Taylorjevega mehurja z metodo velikih vrtincev

Jan Kren^{1,2}, B. Mikuž²

¹Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani, Jadranska
ulica 19, 1000 Ljubljana, Slovenija

² Odsek za reaktorsko tehniko (R4), Institut Jožef Stefan, Jamova cesta
39, 1000 Ljubljana, Slovenija

E-poštni naslov prvega avtorja: jan.kren@ijs.si

Obnašanje medfazne površine plin-kapljevina predstavlja zelo bogato področje današnjih raziskav. Mi smo se ukvarjali z dinamiko velikih plinskih mehurjev v ceveh, t.i. Taylorjevimi mehurji, ki smo jih vzdrževali na istem mestu v cevi s protitokom vode. Tovrstni protitočni režim smo reproducirali z simulacijami velikih vrtincev (angl. Large Eddy Simulations) v kombinaciji z modeliranjem medfazne površine z metodo prostornine tekočine (angl. Volume-of-Fluid). V odprtokodnem programskem orodju za simulacije računske dinamike tekočin OpenFOAM smo implementirali sheme časovne integracije Runge–Kutta drugega reda natančnosti, skupaj z metodo PLIC (angl. Piecewise Linear Interface Capturing) za natančno geometrijsko rekonstrukcijo medfazne površine mehurjev. V prispevku preučujemo učinkovitost algebrainih in geometričnih tehnik modeliranja medfazne površine v kontekstu razpada Taylorjevega mehurja, pri čemer se posebej osredotočamo na režim z Reynoldsovim številom 1400. Naši rezultati razkrivajo, da geometrična tehnika zajemanja nudi zelo veliko natančnost, kar izboljšuje naše razumevanje procesa razpada in zagotavlja vpogled v simulacije večfaznega toka na različnih inženirskih področjih. Naša študija razkriva tudi pojav sekundarnega vrtnca v turbulentnem območju dolvodno od Taylorjevega mehurja, ki ga s prejšnjimi manj natančnimi metodami ni bilo mogoče detektirati.

Vpliv nadgradnje visokotlačne turbine na obratovalne razmere v sekundarnem sistemu NEK

Mihael Boštjan Končar¹, I. Kuštrin¹, M. Sekavčnik¹

¹ *Laboratorij za termoeenergetiko, Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani, Aškerčeva cesta 6, Ljubljana*

E-poštni naslov prvega avtorja: MihaelBostjan.Koncar@fs.uni-lj.si

Redno vzdrževanje in posodabljanje sistemov jedrskih elekترم (JE) omogoča varno, zanesljivo in učinkovito oskrbo z električno energijo. To vključuje tudi nadgradnje komponent sekundarnega sistema JE. Tovrstnih izboljšav je bila NEK deležna že v celotnem obratovalnem obdobju, zadnjič ob zamenjavi visokotlačne turbine z večjim notranjim izkoristkom leta 2022. S tem se je spremenila tudi ekspanzijska krivulja nizkotlačne turbine in obratovalne razmere vseh komponent termodinamskega krožnega procesa, predvsem: visokotlačnih in nizkotlačnih regenerativnih grelnikov (kondenzata in napajalne vode) ter izločevalnika kondenzata in pregrevalnika pare (*ang. »Moisture Separator And steam Reheater (MSAR)«*).

Z namenom določitve povečanja izhodne moči NEK in ovrednotenja sprememb obratovalnih razmer je bilo pred nadgradnjo in po njej izvedenih več preizkusov. Na podlagi izvedenih meritev in obratovalnih podatkov smo oblikovali lasten fizikalni model sekundarnega sistema NEK, ki je omogočal simulacije postrojenja pri različnih obratovalnih razmerah. Ugotovitve študije kažejo, da je notranji (izentropni) izkoristek nove turbine manjši od pričakovanega, kar poudarja pomen optimizacije visokotlačne turbine, ki poteka v sklopu remonta 2024, za nadaljnje povečanje moči elektrarne. Manjši od pričakovanega je bil tudi notranji izkoristek nizkotlačnih turbin, kar nakazuje na potrebo po dodatnih analizah o možnih vzrokih, med katere sodijo tudi povečana erozija nizkotlačnih turbinskih stopenj in spremenjene pretočne razmere.

Implementacija 0-D mehanističnega modela vrenja

Aljoša Gajšek^{1,2}

¹ Odsek za Reaktorsko tehniko (R4), Inštitut Jožef Stefan, Jamova cesta
39, 1000 Ljubljana

² Fakulteta za matematiko in fiziko, Jadranska ulica 19, 1000 Ljubljana

E-poštni naslov prvega avtorja: aljosa.gajsek@ijs.si

V Eulerjevem dvo-fluidnem modelu modeliramo uparjanje na greti steni kot robni pogoj, potreben za reševanje Navier Stokesovih enačb toka. Model vrenja določi kolikšen delež toplotnega toka se porabi za gretje kapljevine in kolikšen delež se porabi za fazno spremembo. Pri mehanističnem modelu se ta delitev izračuna s pomočjo realističnih parametrov kot so na primer: velikost mehurčkov na steni, hitrost nastajanja mehurčkov in število nukleacijskih mest.

V tem delu bo predstavljena implementacija modela vrenja v poenostavljeno 0-dimenzionalno računsko domeno, ki jo sestavlja ena sama računska celica. Primerjali bomo delovanje klasičnega (Kurul in Podowski, 1990¹) in naprednejšega (Kommajosyula, 2020)² modela vrenja.

¹ Kurul, N., Podowski, M.Z. (1990) "Multidimensional effects in forced convection subcooled boiling". Proceedings of the Ninth International Heat Transfer Conference, Vol. 2, Jerusalem, Israel, 1990.

² R. Kommajosyula, "Development and assessment of a physics-based model for subcooled flow boiling with application to CFD", Massachusetts Institute of Technology, 2020

Številka prispevka: 6
11. konferenca mladih jedrskih strokovnjakov,
**Širjenje razpok pri utrujanju
materialov**

Patrik Tarfila¹, O. Costa Garrido¹, M. Uršič¹

¹ Odsek za Reaktorsko tehniko (R4), Inštitut Jožef Stefan, Jamova cesta
39, 1000 Ljubljana

E-poštni naslov prvega avtorja: patrik.tarfila@ijs.si

Poškodbe in lomi se lahko v materialih pojavijo tako pri konstantnih obremenitvah, ki so časovno neodvisne, kot tudi pri cikličnih obremenitvah, kjer se obremenitev spreminja s časom. Pri slednjih lahko nastopi utrujenostni lom tudi pri napetostih, ki so lahko veliko nižje od napetosti tečenja. Hitrost širjenja razpok je pomembna pri napovedovanju življenjske dobe in dimenzioniranju komponent, še posebej v letalski in avtomobilski industriji ter tudi v nuklearnih elektrarnah.

V tem prispevku nas zanimajo duktilne kovine (npr. nerjavno jeklo) podvržene temperaturnim obremenitvam, ki se lahko pojavijo v nuklearnih elektrarnah. Primer take obremenitve je mešanje vroče in hladne vode v cevni T-spoj, kar povzroča lokalne deformacije na notranji steni cevi, ki lahko vodi od iniciacij in širjenja razpok do puščanja in posledično tudi do zloma cevi. Predstavili bomo ozadje utrujenostnega loma in trenutne inženirske in fizikalne modele napovedovanja širjenja razpok z uporabo metode končnih elementov.

Eksperimentalni sistem za študijo konvektivnega vrenja v hladilnem kanalu divertorja

Jakob Jakše^{1,2}, G. Kozmus^{1,2}

¹ *Odsek za reaktorsko tehniko (R4), Inštitut Jožef Stefan,
Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana*

² *Fakulteta za strojništvo, Aškerčeva cesta 6, 1000 Ljubljana*

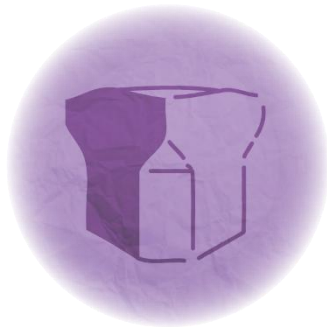
E-poštni naslov prvega avtorja: jakob1.jakse@gmail.com

V fuzijskem reaktorju je divertor ena izmed toplotno najbolj obremenjenih komponent. Aktivno vodno hlajenje v dvofaznem režimu zagotavlja visoko učinkovitost odvoda toplote s stene divertorja, a hkrati predstavlja tveganje v primeru prekoračitve kritičnega toplotnega toka, kar lahko vodi v nepopravljive poškodbe materiala reaktorja³. Na Odseku za reaktorsko tehniko razvijamo eksperimentalni sistem, namenjen raziskavam konvektivnega vrenja v kanalu kvadratnega preseka pri različnih hitrostih, tlakih in temperaturah delovnega medija. Ena stranica kanala bo obremenjena s toplotnim tokom visoke gostote. Kot grelni element bomo uporabili tanko kovinsko folijo nalepljeno na stranico kanala. Folija bo na zunanji strani črne barve, kar bo omogočilo natančne meritve temperature notranje stene kanala s hitro IR kamero. Preostale stranice kanala bodo prosojne, kar bo omogočilo sinhrono vizualizacijo z dvema hitrima kamerama in rekonstrukcijo vrelnih struktur v kanalu. Sistem bo v pomoč pri razvoju in validaciji novih numeričnih modelov dvofaznega toka pri konvektivnem vrenju.

³ Z. Wang, J. Boscary, and F. Schauer: “*Thermal and mechanical analyses of W7-X plasma facing components for operation phase 2*”, Fusion Engineering and Design, vol. 161, p. 111882, Dec. 2020, doi: 10.1016/j.fusengdes.2020.111882.

III. del:

Reaktorska fizika



Občutljivostna analiza aktivacije komponent v tlačnovodnem jedrskem reaktorju

Benjamin Barbarič¹, K. Ambrožič¹, T. Goričanec¹, L. Snoj¹

¹ *Odsek za reaktorsko fiziko (F8), Inštitut Jožef Stefan,
Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana*

E-poštni naslov prvega avtorja: benjamin.barbaric@ijs.si

Z uporabo stohastičnega programa za transport nevtronov MCNP in aktivacijske kode FISPACT-II smo določili porazdelitev aktivnosti v reaktorski posodi ter različnih komponentah sredice reaktorja Nuklearne elektrarne Krško. Simulacije so vključevale senzitivnostne analize različnih sprememb parametrov, kot so hladnejša primarne voda zunaj obodne plošče, premik sredice, izgorelost sredice ter primes kobalta v jeklu. Vsaka izmed sprememb je lokalno povzročila vsaj 10-odstotno spremembo aktivnosti. Analizirali smo tudi kumulativni učinek vseh omenjenih odstopanj. Izkaže se, da se lokalno izračunana aktivnost ob več hkratnih spremembah parametrov spremeni tudi za 100 %. Razmerje med izračunano in spremenjeno vrednostjo (ki bi v realnih pogojih lahko predstavljala dejansko meritev) se spremeni za faktor 2-3. Ta ugotovitev se ujema z odstopanji rezultatov različnih aktivacijskih študij, ki uporabljajo meritve aktivacijskih procesov za validacijo računalniških modelov. Pri tem se izračunane vrednosti v primerjavi z izmerjenimi (razmerje C/E) pogosto ujemajo le znotraj reda velikosti⁴.

⁴ Manuel P. Garces, "Activation Neutronics for the Swiss Nuclear Power Plants", ETH Zürich, PhD Thesis, Zürich, 2013

Številka prispevka: 9
11. konferenca mladih jedrskih strokovnjakov,
**Aktivacija komponent malih
modularnih reaktorjev**

Melisa Bevc¹, K. Ambrožič^{1,2}, D. Čalič², L. Snoj^{1,2}

¹ *Fakulteta za matematiko in fiziko, Jadranska ulica 19, 1000 Ljubljana*

² *Odsek za reaktorsko fiziko (F8), Inštitut Jožef Stefan,
Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana*

E-poštni naslov prvega avtorja: mb24310@student.uni-lj.si

Nevtroni, ki se absorbirajo v stabilnih jedrih strukturnih materialov jedrskih reaktorjev povzročajo njihovo radioaktivnost. Aktivirani materiali v fazi razgradnje elektrarne predstavljajo večji del radioaktivnih odpadkov. Količino in vrsto le-teh je potrebno določiti. V zadnjih letih se je razvoj na področju jedrske tehnologije usmeril tudi v majhne modularne reaktorje, kjer bi bile komponente izdelane v tovarnah s krajšim časom gradnje na lokaciji. Vendar pa razlika v velikosti vodi tudi v slabšo ekonomijo nevtronov, kar pomeni da več nevtronov na enoto moči pobegne in interagira z jedri strukturnih materialov, kot je npr. reaktorska posoda.

V prispevku bo predstavljena ideja o določitvi aktivacije komponent malih modularnih reaktorjev s pomočjo Monte Carlo transporta nevtronov in aktivacijske analize, specifično modela reaktorja NuScale Power Module, ki je trenutno edini modularni reaktor odobren s strani ameriške uprave za jedrsko varnost (U.S. N.R.C.)⁵.

¹ Emil Fridman, Yurii Bilodid, and Ville Valtavirta, “*Definition of the neutronics benchmark of the nuscale-like core*”, Nuclear Engineering and Technology, 55(10):3639-3647, 2023.

Omejitve v obratovanju jedrskih reaktorjev zaradi spreminjanja koncentracije Xe-135 ob spremembi moči

Blaž Levpušček¹, G. Žerovnik²

¹ Fakulteta za matematiko in fiziko, Jadranska ulica 19, 1000 Ljubljana

² Odsek za reaktorsko fiziko (F8), Inštitut Jožef Stefan,
Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana

E-poštni naslov prvega avtorja: bl6386@student.uni-lj.si

Preverjen je bil vpliv različnih parametrov zasnove jedrskega reaktorja na spremembo reaktivnosti zaradi največje možne spremembe koncentracije ^{135}Xe v odvisnosti od zgorelosti. Določene so bile tudi omejitve pri spreminjanju moči zaradi spremembe koncentracije ^{135}Xe za primer malega modularnega reaktorja (MMR). V programu Serpent je bil narejen model gorivne palice tipičnega tlačnovodnega reaktorja s periodičnimi robnimi pogoji za preverjanje vplivov parametrov zasnove ter dvodimenzionalen model MMR-ja, ki je temeljil na zasnovi reaktorja NuScale⁶. Ugotovljeno je bilo, da pride do manjše spremembe reaktivnosti zaradi spremembe koncentracije ^{135}Xe v primeru uporabe MOX goriva namesto UO_2 goriva, ter v primeru uporabe goriva z višjo začetno obogatitvijo in hitrejšim nevtronskim spektrom. Zaradi manjše gostote moči je v MMR-jih v primerjavi s tipičnimi tlačnovodnimi reaktorji vpliv ^{135}Xe na reaktivnost ob spremembi moči manjši. Iz tega vidika so MMR-ji bolj fleksibilni pri spreminjanju moči⁷. Ugotovljeno je bilo, da omejitve veljajo kvečjemu v zadnjih 4 % gorivnega cikla.

⁶Certificiranje dizajna NuScale <https://www.federalregister.gov/d/2023-00729>

⁷A. Lokhov, "Load-following with nuclear power plants", NEA news 29, 18 (2011)

Računska analiza diode za hitre nevtrone

Veronika Cvelbar^{1,2}, L. Snoj^{1,2}

¹ Odsek za reaktorsko fiziko (F8), Institut Jožef Stefan, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana

² Fakulteta za matematiko in fiziko, Jadranska ulica 19, 1000 Ljubljana

E-poštni naslov prvega avtorja: veronika.cvelbar@gmail.com

Uporaba nevtronov za brezžično komunikacijo je bila demonstrirana leta 2022⁸. Izvedena je bila tudi računska študija transporta nevtronskega pulza skozi različne materiale in možnosti amplifikacij signala⁹, ki je pokazala obetavne rezultate za razvoj nevtronske komunikacije. Ti odkritji odpirata potencial za uporabo nevtronov v računskih vezjih. Za slednja pa je potrebno imeti diodne elemente, to je element z asimetrijo v propustnosti nevtronov glede na smer, iz katere prihajajo. Cilj računske študije je bil načrtovati kombinacijo materialov, ki bi imela čim večjo razliko v propustnosti nevtronov med prevodno in zaporno smerjo. Dioda so bile zasnovane kot enodimenzionalni objekt iz dveh plasti – plasti absorberja in plasti moderatorja različnih debelin. Moderatorji, uporabljeni v študiji, so bili voda, berilij, težka voda in polipropilen, za absorberje pa smo uporabili kadmij, borov karbid, ²³⁸U in zlitino Ag-Cd-In. V prispevku bodo predstavljeni rezultati simulacij, izvedenih s programom MCNP-6.2, kjer bodo poleg učinkovitosti diod te primerjane tudi glede na atenuacijo fluksa nevtronov in časovno razširitev nevtronskega pulza.

⁸ Joyce, M. J., Aspinall, M. D., Clark, M., Dale, E., Nye, H., Parker, A., Snoj, L. in Spires, J. (2022). Wireless information transfer with fast neutrons. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, 1021(165946). <https://doi.org/10.1016/j.nima.2021.165946>

⁹ Ambrožič, K., Čufar, A., Joyce, M. J. in Snoj, L. (2023). *Neutron communication: Feasibility tests and computational analysis* [Povzetek predstavitev]. ANIMMA 2023. Lucca, Italija.

Kalibracija HPGe detektorjev

Domen Govekar^{1,2}, J. Peric^{1,2}, D. Kotnik^{1,2}, V. Radulović^{1,2}

¹ *Odsek za reaktorsko fiziko (F8), Inštitut Jožef Stefan,
Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana*

² *Fakulteta za matematiko in fiziko, Jadranska ulica 19, 1000 Ljubljana*

E-poštni naslov prvega avtorja: domen.govekar@ijs.si

Natančna kalibracija germanijevih detektorjev visoke čistosti (HPGe) je nujno potrebna za natančnost spektroskopije žarkov gama. Kalibracija je potekala v treh stopnjah: kalibracija energije, kalibracija širine na polovičnem maksimumu (FWHM) in izračun krivulje učinkovitosti. Pri kalibraciji energije sem vzpostavil natančno razmerje med energijo in merilnimi kanali detektorja z uporabo znanih energij vrhov iz gama standardov Am-241, Eu-152, Ba-133 in Cs-137. Hkrati je bila izvedena kalibracija ločljivosti z ocenjevanjem celotne širine na polovični širini (FWHM) detektorjev v različnih energijskih vrhovih.

Poleg tega sem izračunal krivuljo učinkovitosti z meritvami iz vsakega standarda ob upoštevanju njihovih znanih aktivnosti in geometrijske konfiguracije meritve. Krivulja učinkovitosti je nepogrešljiva za nadaljnjo uporabo detektorjev, saj omogoča določitev incidence žarkov gama. Ta celovit pristop zagotavlja, da so detektorji HPGe umerjeni tako, da zagotavljajo visoko natančnost pri meritvah žarkov gama v različnih aplikacijah.

IV. del:

Računske metode



Številka prispevka: 13
11. konferenca mladih jedrskih strokovnjakov,
**Aktivacija vode v aktivacijski
zanki reaktorja TRIGA**

Primož Lesjak¹, L. Snoj^{1,2}, A. Čufar²

¹ *Fakulteta za matematiko in fiziko, Jadranska ulica 19, 1000 Ljubljana*

² *Odsek za reaktorsko fiziko (F8), Inštitut Jožef Stefan,
Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana*

E-poštni naslov prvega avtorja: primoz.lesjak5@gmail.com

Na raziskovalnem reaktorju IJS TRIGA je bila leta 2024 zgrajena naprava za obsevanje z uporabo aktivirane vode. Ta naprava deluje kot stabilen vir sevanja gama s 6 MeV – 7 MeV in omogoča vrsto eksperimentov, ki temeljijo na aktivaciji vode. Ena od možnih aplikacij zanke je validacija računskih kod za modeliranje časovno in prostorsko odvisnih virov sevanja preko primerjave izračunanih in izmerjenih sevalnih polj.

V tem prispevku bom predstavil uporabo odprtokodnega programa FLUNED¹⁰ za primer aktivacije vode v zanki na reaktorju IJS TRIGA. Ta pri nastanku, transportu in razpadu radioaktivnih nuklidov v napravi upošteva izračune dinamike tekočine (CFD).

¹⁰ M. D. Pietri, J. Alguacil, E. Rodríguez, R. Juárez, “Development and validation in water of FLUNED, an open-source tool for fluid activation calculations”, Computer Physics Communications, Volume 291, Oktober 2023

MCNP Ray-tracing and Applications

Enida Fatić¹, K. Ambrožič²

¹ Fakulteta za matematiko in fiziko, Jadranska ulica 19, 1000 Ljubljana

² Odsek za reaktorsko fiziko (F8), Inštitut Jožef Stefan,
Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana

E-poštni naslov prvega avtorja: ef07159@student.uni-lj.si

Nowadays, state of the art Monte Carlo methods are used in particle transport calculations to calculate various physical parameters of a reactor system. Although Monte Carlo method can simulate the exact model geometry and continuous nuclear cross section data, issues with tally convergence may lead to results with high uncertainties. There are also issues associated with Adjoint calculations, which is commonly used for calculation of variance reduction parameters. Hence, deterministic calculations are usually employed for this kind of calculations, most commonly utilizing a very approximate discretization of geometry by a cartesian mesh. We propose a novel tool for converting the MCNP geometry into a tetrahedral mesh, on which neutron transport can be performed using the THOR code.

We utilize MCNP to extract intersection points of neutrons with the surfaces of the defined geometry. From these points we construct i.e., point cloud. Subsequently, we leverage the different programs to tetrahedralize the space defined by this point cloud.

Ultimately, our objective is to validate the deterministic calculations obtained from THOR against the benchmark provided by MCNP calculations for the TRIGA MARK II JSI reactor. This validation process ensures the accuracy and reliability of our THOR computational simulations, crucial for advancing our understanding and application of neutron transport phenomena within the reactor system.

Izračun kritičnih eksperimentov s programom OpenMC in primerjava z MCNP

Katerina Paskova¹, T. Goričanec¹, M. Kromar¹

¹ *Odsek za reaktorsko fiziko (F8), Inštitut Jožef Stefan,
Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana*

E-poštni naslov prvega avtorja: p.kate@outlook.com

Odprotkodni stohastični program za preračun transporta nevtronov v fisijskih sistemih OpenMC se v zadnjih časih zaradi njegove dostopnosti in možnosti preračunov na več vozliščih, vedno pogosteje uporablja. Cilj predstavljenega dela je validacija programa OpenMC preko primerjave s kritičnimi eksperimenti in referenčnimi izračuni s programom MCNP.

V tem prispevku so predstavljeni rezultati izračunov pomnoževalnega faktorja za nekatere referenčne kritične eksperimente s programom OpenMC. Raziskava je namenjena preučevanju zmožnosti preračunov za zagotavljanje varnosti pred kritičnostjo gorivnih elementov NEK. Iz mednarodne zbirke kritičnih eksperimentov ICSBEP (International Criticality Benchmark Evaluation Project) smo izbrali 10 testnih primerov, ki so po karakteristikah najbližji našemu problemu. Do zdaj se rezultati primerov v okviru statistične napake ujemajo med obema programoma. Težave pa predstavljajo postopki prenosa vhodnih podatkov in modelov med programoma in njihova optimizacija. V sklopu tega preverjamo delovanje in izvajamo dopolnitev manjkajočih funkcij že obstoječega programa, ki omogoča pretvorbo MCNP vhodnih datotek v OpenMC.

Občutljivost in negotovost z uporabo naključnega vzorčenja

Jan Malec¹, A. Trkov¹

¹ Odsek za reaktorsko fiziko (F8), Institut Jožef Stefan, Jamova cesta 39,
1000 Ljubljana

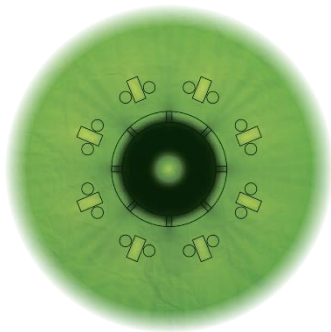
E-poštni naslov prvega avtorja: jan.malec@ijs.si

V KMJS povzetku¹¹ iz leta 2022 smo predstavili metodo sočasnega vzorčenja za izračun občutljivosti, pri kateri smo vhodne parametre vzorčili neodvisno, občutljivostne parametre pa izračunali z linearno regresijo. Luca Fiorito je pokazal¹², da je mogoče občutljivostne parametre rekonstruirati tudi takrat, ko so vzorčeni vhodni parametri med sabo korelirani. Odkritje odpira vrata sočasnemu izračunu občutljivosti in propagacije negotovosti z uporabo ene same skupine transportnih izračunov. Na primeru referenčnega modela sredice reaktorja Three mile Island smo izračunali občutljivost pomnoževalnega faktorja na spremembe nevtronskega preseka ²³⁵U z uporabo koreliranih in nekoreliranih parametrov ter rezultate primerjali z občutljivostnimi parametri iz zbirke DICE. Kot praktični primer uporabe metode predstavljamo sočasni izračun propagacije negotovosti in občutljivosti kritične borove koncentracije, izračunane z uporabo programskega paketa CORD-2.

¹¹ J. Malec, G. Žerovnik, A. Trkov, “Analiza občutljivosti z metodo sočasnega vzorčenja”, 9. Konferenca mladih jedrskih strokovnjakov, Podgorica, 5 maj 2022

¹² Spletna stran: https://github.com/luca-fiorito-11/sandy/blob/v1.1/notebooks/notebook_regression_correlated_bivariate.ipynb, dostopano 13.5.2024, 14:28

V. del: Fuzija



KATANA: obsevalna naprava z aktivirano vodo na reaktorju IJS TRIGA

Domen Kotnik^{1,2}, J. Peric^{1,2}, D. Govekar^{1,2}, I. Lengar¹,
L. Snoj^{1,2}

¹ Odsek za reaktorsko fiziko (F8), Inštitut Jožef Stefan,
Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana

² Fakulteta za matematiko in fiziko, Jadranska ulica 19, 1000 Ljubljana

E-poštni naslov prvega avtorja: domen.kotnik@ijs.si

Obsevalna naprava KATANA, ki vključuje zaprto vodno zanko v radialnem kanalu št. 1 na raziskovalnem reaktorju IJS TRIGA, predstavlja dobro karakteriziran in stabilen vir visokoenergijskih gama žarkov in nevtronov, ki nastajajo pri procesu aktivacije vode. Naprava omogoča izvajanje številnih eksperimentov, povezanih z aktivirano vodo, in služi kot naprava za kalibracijo detektorjev žarkov gama ter za eksperimentalno validacijo računskih metodologij in računalniških programov, s katerimi lahko modeliramo časovno in prostorsko odvisne vire sevanja¹³. Dodatno bo naprava služila tudi za izboljšanje jedrskih podatkov za aktivacijo vode. Gradnja obsevalne naprave KATANA je potekala od leta 2023, pri čemer je izgradnja zaključena, naprava je bila licencirana in v začetku leta 2024 tudi uspešno zagnana. V prispevku je predstavljen pregled naprave KATANA, postopek izgradnje in prvi eksperimenti. Naprava je dokazala želene lastnosti z visokimi in stabilnimi pretoki vode, kar se odraža v visoki aktivnosti opazovanih aktiviranih izotopov ¹⁶N, ¹⁷N in ¹⁹O. V okviru projekta EUROfusion je za leto 2024 načrtovana obsežna eksperimentalna kampanja.

¹³ Kotnik, D., Peric, J., Stepišnik, M., Jazbec, A., Snoj, L., & Smodiš, B. (2024). "Delo z obsevalno napravo z aktivirano vodo (KATANA)", (3. izdaja, Let. 950, str. 18). Inštitut Jožef Stefan.

Nadgradnja obsevalne naprave z aktivirano vodo KATANA

Julijan Peric^{1,2}, D. Kotnik^{1,2}, D. Govekar^{1,2} V. Radulović^{1,2},
L. Snoj^{1,2}

¹ Odsek za reaktorsko fiziko (F8), Inštitut Jožef Stefan, Jamova cesta 39,
1000 Ljubljana

² Fakulteta za matematiko in fiziko, Jadranska ulica 19, 1000 Ljubljana

E-poštni naslov prvega avtorja: julijan.peric@ijs.si

Obsevalna naprava z aktivirano vodo KATANA, postavljena znotraj in v okolici radialnega kanala št. 1 IJS TRIGA raziskovalnega reaktorja, predstavlja natančno določen in stabilen izvor visokoenergijskih žarkov gama in nevtronov, ki nastajajo pri procesu aktivacije vode. Na podlagi testnih meritev doznih polj in gama spektrov v okolici obsevalne naprave je načrtovana nadgradnja obstoječe obsevalne naprave¹⁴. Nadgradnja poteka na dveh področjih in sicer na varnostnem in eksperimentalnem. Varnostni sistem obsevalne naprave je bil v osnovi zasnovan pasivno v obliki infra-rdečih vrat, nadgrajen bo z aktivnim merilnikom doznega polja nameščenega v labirint obsevalne naprave. Cilj eksperimentalne nadgradnje je znižati ozadja polja žarkov gama, ki je posledica aktiviranih nečistoč v vodi obsevalne naprave. Odstranjevanje primesi bo potekalo z dvostopenjskim filtrirnim sistemom, ki v prvi stopnji odstrani trdne delce do velikosti 1 μm , v drugi stopnji pa s pomočjo ionskih smol odstrani raztopljene snovi. Z nadgradnjo bo delovanje obsevalne naprave boljše in bolj fleksibilno.

¹⁴ Kotnik, D., Peric, J., Stepišnik, M., Jazbec, A., Snoj, L., & Smodiš, B. (2024), “*Delo z obsevalno napravo z aktivirano vodo (KATANA)*”, (3. izdaja, Let. 950, str. 18). Inštitut Jožef Stefan.

Številka prispevka: 19
11. konferenca mladih jedrskih strokovnjakov,
**Analiza kode D1S-UNED na
osnovnih primerih**

Ylenia Kogovšek Žiber^{1,2}, I. Lengar¹

¹ *Odsek za reaktorsko fiziko (F8), Inštitut Jožef Stefan,
Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana*

² *Fakulteta za matematiko in fiziko, Jadranska ulica 19, 1000 Ljubljana*

E-poštni naslov prvega avtorja: ylenia.ziber@ijs.si

Za varno upravljanje fuzijskih reaktorjev je potrebno natančno poznavanje doznih polj v notranjosti in zunanosti reaktorja. Sevanje po zaustavitvi tokamaka je posledica zakasnelih žarkov gama. S programom za transport delcev MCNP (Monte Carlo N-Particle) ni možno učinkovito računati zakasnelih delcev gama za časovno obdobje dlje od sekunde.

V primeru fuzijskih reaktorjev je pomembna analiza doznega polja na daljši časovni skali, predvsem za zagotovitev varnosti zaposlenih ob vstopu v notranjost tokamaka po zaustavitvi. Za izračun doznega polja po zaustavitvi (angl, Shut down dose rate, SDDR) se je uveljavilo več metod. V prispevku je opravljena analiza kode D1S-UNED¹⁵ na izbranih osnovnih primerih krogle iz različnih materialov in primerjava s kodo MCNP. Do zakasnitvenega časa ene sekunde je opravljena neposredna primerjava med obema kodama.

¹⁵ P.Sauvan et. All, “D1SUNED system for the determination of decay photon related quantities”, Fusion Engineering and Design, Vol. 151, 111399, 2020

Številka prispevka: 20
11. konferenca mladih jedrskih strokovnjakov,
Nevtronika ITER kalibracije

Mark Fortuna^{1,2}

¹ Odsek za reaktorsko fiziko (F8), Inštitut Jožef Stefan,
Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana

² Fakulteta za matematiko in fiziko, Jadranska ulica 19, 1000 Ljubljana

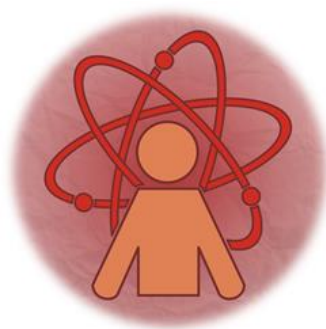
E-poštni naslov prvega avtorja: mark.fortuna@protonmail.com

Za zanesljivo meritev fuzijske moči tokamaka je ključnega pomena kalibracija nevtronske diagnostike. V obstoječih tokamakih kot je JET je bila ta opravljena na podlagi mnogo meritev po velikem delu območja plazme¹⁶. V velikih tokamakih, kot je ITER postaja zaradi premajhne občutljivosti nevtronskih detektorjev, ki so načrtovani za emisijske hitrosti 10^{20} 1/s in več, zaradi nezadostne emisijske hitrosti kompaktnih nevtronskih virov z 10^9 1/s, kalibracija po celotnem plazemskem volumnu težko izvedljiva. Zaradi tega se zanašamo na simulacije nevtronskega transporta prek metode Monte Carlo za izračun kalibracijskih koeficientov pri prehodu iz točkastega na plazemski vir nevtronov. Za razliko od kalibracijske metode z mnogo meritvami, ima računski pristop z manj točkami nezanemarljive negotovostmi, bodisi v jedrskih podatkih ali geometriji modela, ki jih je potrebno ovrednotiti pred kalibracijsko kampanjo. Za potrebe nevtronske kalibracije smo razvili preprost računski model ITER tokamaka, ki je bil uporabljen za propagacijo negotovosti jedrskih podatkov na izračunano reakcijsko hitrost reakcije $\text{In115}(n,n')\text{In115m}$ nevtronskega aktivacijskega sistema (NAS). Izračunali smo, da je negotovost zaradi transporta na izotopih Fe56, Cr52 in O16 manj kot 0.3 %, 0.2 % in 0.1 %. Nizko občutljivost NAS na negotovosti jedrskih podatkov lahko razumemo kot posledico nizke energije praga reakcije in bližine vzorcev prvi steni plazme.

¹⁶ P. Batistoni et. al., "Calibration of neutron detectors on the Joint European Torus", Rev. Sci. Instrum. 88, 103505 (2017); <https://doi.org/10.1063/1.4991780>

VI. del:

Radioaktivni odpadki, varnost in nadzor



Sevalna varnost pri ravnanju z radioaktivnimi odpadki

Jan Štefanič, mag. med. fiz., Služba za varstvo pred sevanji¹

¹ ARAO – Agencija za radioaktivne odpadke, Vrblina 17, 8270 Krško

E-poštni naslov avtorja: jan.stefanic@arao.si

Institucionalni radioaktivni odpadki so posledica koristne rabe radioaktivnega sevanja v medicini, industriji in raziskavah. Ravnanje z njimi obsega zbiranje, prevoz, obdelavo, pripravo, skladiščenje oziroma odlaganje ter dolgoročno vzdrževanje in nadzor nad vplivi sevalnih objektov na okolje. ARAO trenutno vzdržuje in nadzoruje Centralno skladišče radioaktivnih odpadkov na Brinju in odlagališče rudarske jalovine Jazbec ter načrtuje gradnjo nizko in srednje radioaktivnih odpadkov na Vrblini pri Krškem.¹⁷

Pri vseh korakih ravnanja z radioaktivnimi odpadki je potrebno skrbeti za zagotavljanje varstva izpostavljenih delavcev, prebivalstva in okolja pred ionizirajočimi sevanji. V ta namen služba za varstvo pred sevanji ARAO na terenu in v nadzorovanih objektih poleg splošnih ukrepov varstva pred sevanji izvaja tudi nadzorne meritve hitrosti doz gama in nevtronskega sevanja, vezane in odstranljive kontaminacije površin in osebja z alfa in beta/gama sevalci, koncentracije radona in njegovih potomcev v prostorih in okolju, radonskega toka iz površja zemlje v okolici nadzorovanih objektov ter meritve kontaminacije tal z in-situ spektroskopijo gama.¹⁸

¹⁷ Resolucija o nacionalnem programu ravnanja z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom za obdobje 2023–2032 (ReNPROIG23–32)

¹⁸ Generic procedures for monitoring in a nuclear or radiological emergency, IAEA TECDOC-1092

Poplavna varnost območja JEK2

Pia Fackovič Volčanj, T. Žagar, R. Bergant

GEN energija, d.o.o. Vrbina 17, 8270 Krško, Slovenia

E-poštni naslov prvega avtorja: pia.fackovic@gen-energija.si

Pri načrtovanju jedrskih elektrarn je pomemben vidik upoštevanje zunanjih in notranjih nevarnosti, ki lahko predstavljajo veliko tveganje za varno obratovanje; poplava je ena izmed možnih nevarnosti.

Obravnavana lokacija osrednjega območja JEK2 je pred PMF Save v višini $7.081 \text{ m}^3/\text{s}$ aktivno varovana z obstoječimi visokovodnimi nasipi¹⁹. Z analizami je bila ugotovljena brez dodatnih nadgradenj zagotovljena varnost pred pretoki Save do $12.000 \text{ m}^3/\text{s}$.

Poleg Save na poplavno varnost lokacije JEK2 vpliva tudi potok Potočnica. Pred PMF Potočnice v višini $123,96 \text{ m}^3/\text{s}$ lokacija JEK2 v sedanjem stanju še ni povsem varna²⁰. Z ukrepi, ki so predvideni v letu 2024, s strani NEK bo zagotovljena poplavna varnost trenutno predvidenega centralnega in tehnološkega dela JEK2 tudi pred PMF Potočnice.

V dosedanjih hidravličnih analizah niso upoštevani objekti JEK2, zato so predvidene nove izvedbe celostnih hidravličnih analiz, s katerimi bo potrjena poplavna varnost območja JEK2 ali predvideni določeni dodatni ukrepi za njeno zagotovitev ali izboljšanje.

¹⁹ UL FGG: Preparation of a New Revision of the PMF Study and Conceptual Design Package for Flood Protection of NPP Krško, Ljubljana, February 2010

²⁰ IBE, Največja verjetna poplava Potočnice, Revizija hidravličnega modela poplavnega območja, rev. B, Ljubljana, November 2022 UL FGG

11. konferenca mladih jedrskih strokovnjakov,

Delo pooblaščenih izvedencev URSV

Matija Simon¹

¹*Elektroinštitut Milan Vidmar, Hajdrihova ulica 2, 1000 Ljubljana*

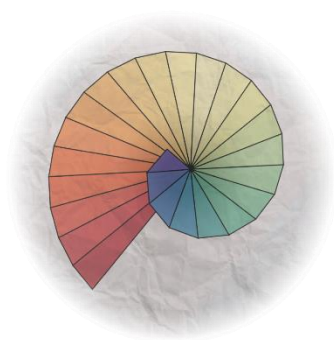
E-poštni naslov prvega avtorja: Matija.simon@eimv.si

Elektroinštitut Milan Vidmar (EIMV) je s strani Uprave Republike Slovenije za jedrsko varnost URSV pooblaščen izvedenec²¹. NEK si mora v skladu z zakonom o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti²² za izvajanje vseh zahtevnih del pridobiti neodvisno strokovno mnenje pooblaščenih izvedencev. EIMV tako med rednim, izredni remontom, prenosom izrabljenega goriva v suho skladišče, periodičnim varnostnim preverjanjem, itd. izvaja neodvisni nadzor in posvetovalno dejavnost po naročilu NEK. Izbrane posamezne aktivnosti, ki so del neodvisnega nadzora, pa so potrjene s strani URSV. Vloga pooblaščenih izvedencev je strokovna pomoč URSV in hkrati posvetovalna dejavnost in preverjanje, da se vse aktivnosti v NEK izvajajo v skladu z veljavnim zakonom in pravilniki. Področja, ki jih pooblaščenih izvedenci pokrivamo so jedrska in sevalna varnost, varnost pri delu, elektro in strojna področja in predpisi. Od same izgradnje elektrarne EIMV opravlja tudi funkcijo koordinatorja pooblaščenih izvedencev in po opravljenem remontu in menjavi goriva pripravi ključne dokumente, ki dovoljujejo ponovni zagon reaktorja in obratovanje elektrarne na polni moči. Za NEK pa EIMV. Poleg izvajanja diagnostičnih meritev na VN napravah, sistemih za regulacijo napetosti in zaščite, itd. pripravlja tudi neodvisna strokovna mnenja in ekspertize za sektor inženiring dovoljenja.

²¹ Pravilnik o pooblaščenih izvedencih za sevalno in jedrsko varnost, stran 11442. Uradni list RS, št 126/2023 z dne 15.12.2023

²² Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (ZVISV-1), Uradni list RS, št. 76/17, 26/19, 172/21 in 18/23 – ZDU-1O, z dne 12.12.2017

VII. del: Dodatek



Vabilo na konferenco



Mreža mlade generacije
Društva jedrskih strokovnjakov Slovenije

vas prijazno vabi
k udeležbi na tradicionalni

11. konferenci mladih jedrskih strokovnjakov

na Rektorskem centru Podgorica, Institut Jožef Stefan,
v veliki predavalnici P1 Izobraževalnega centra za jedrsko
tehnologijo (ICJT) , **v četrtek, 23. 5. 2024.**



Konferenca je priložnost za mlade jedrske strokovnjake, ki se ukvarjajo z različnimi vidiki jedrske energije, da predstavijo svoje delo. Glavni cilj konference je povečanje prepoznavnosti mladih jedrskih strokovnjakov in spodbujanje povezovanja med njimi.

Vljudno vabljeni!

MMG, DJS

Organizacijski odbor:
Ylenia Žiber, Anže Mihelčič, Domen Govekar,
Benjamin Barbarič, Julijan Peric
Institut Jožef Stefan,
www.djs.si/mmg/kmjs2024
kmjs@ijs.si

Program konference



11. KONFERENCA MLADIH JEDRSKIH STROKOVNJAKOV

Reaktorski center Podgorica, predavalnica P1, 23. 5. 2024

8:00-8:20	Zbor udeležencev	
8:20-8:50	Uvodni nagovor	Ylenia Kogovšek Žiber, dr. Tanja Goričancec, Danijel Levičar , državni sekretar za nacionalni jedrski program, KPV RS
VABLJENO PREDAVANJE		
8:50-9:05	Eksperimentalno opazovanje konvektivnega vrenja pri visokih gostotah toplotnega toka	dr. Boštjan Zajec
REAKTORSKA TEHNIKA		
9:05-9:15	Numerična študija razpada Taylorjevega mehurja z metodo velikih vrtnincev	Jan Kren
9:15-9:25	Vpliv nadgradnje visokotlačne turbine na obratovalne razmere v sekundarnem sistemu NEK	Mihael Boštjan Končar
9:25-9:35	Implementacija 0-D mehanističnega modela vrenja	Aljoša Gajšek
9:35-9:45	Širjenje razpok pri utrujanju materialov	Patrik Tarfila
9:45-9:55	Eksperimentalni sistem za študijo konvektivnega vrenja v hladilnem kanalu divertorja	Jakob Jakše
9:55-10:00	POZDRAV predsednika DJS in skupinsko slikanje	doc. dr. Tomaž Žagar
10:00-10:10	ODMOR	
VABLJENO PREDAVANJE		
10:10-10:25	Razvoj, uporaba, verifikacija in validacija Monte Carlo izračunov NEK	dr. Tanja Goričancec
REAKTORSKA FIZIKA		
10:25-10:35	Občutljivostna analiza aktivacije komponent v tlačnovodnem jedrskem reaktorju	Benjamin Barbarič
10:35-10:45	Aktivacija komponent malih modularnih reaktorjev	Melisa Bevc
10:45-10:55	Omejitve v obratovanju jedrskih reaktorjev zaradi spreminjanja koncentracije Xe-135 ob spremembi moči	Blaž Levpušek
10:55-11:05	Računska analiza diode za hitre nevtrone	Veronika Cvelbar
11:05-11:15	Kalibracija HPGe detektorjev	Domen Govekar
RAČUNSKÉ METODE		
11:15-11:25	Aktivacija vode v aktivacijski zanki reaktorja TRIGA	Primož Lesjak
11:25-11:35	MCNP Ray-tracing and Applications	Enida Fatić
11:35-11:45	Izračun kritičnih eksperimentov s programom OpenMC in primerjava z MCNP	Katerina Paskova
11:45-11:55	Občutljivost in negotovost z uporabo naključnega vzorčenja	Jan Malec
11:55-12:40	KOSILO – MENZA RCP	
FUZIJA		
12:40-12:50	KATANA: obsevalna naprava z aktivirano vodo na reaktorju IJS TRIGA	Domen Kotnik
12:50-13:00	Nadgradnja obsevalne naprave z aktivirano vodo KATANA	Julijan Peric
13:00-13:10	Analiza kode DIS-UNED na osnovnih primerih	Ylenia Kogovšek Žiber
13:10-13:20	Nevtronika ITER kalibracije	Mark Fortuna
RADIOAKTIVNI ODPADKI, VARNOST IN NADZOR		
13:20-13:30	Sevalna varnost pri ravnanju z radioaktivnimi odpadki	Jan Štefanič
13:30-13:40	Poplavna varnost območja JEK2	Pia Fackovič Volčanjk
13:40-13:50	Pregled zasilnega hlajenja potencialnih reaktorjev za JEK2 med neizgodami	Tjaša Kišek
13:50-14:00	Delo pooblaščenih izvedencev URSJV	Matija Simon
VABLJENO PREDAVANJE		
14:00-14:45	Inovacije v NEK	dr. Gregor Škorc
14:45-15:15	Skupščina MMG DJS	
14:45-20:00	Piknik	



[illegible]

[illegible]