

10. KONFERENCA MLADIH JEDRSKIH
STROKOVNJAKOV

ZBORNİK POVZETKOV

REAKTORSKI CENTER PODGORICA
1.6.2023

Ljubljana, Slovenija, 2023

Mreža mlade generacije Društva jedrskih strokovnjakov Slovenije
Institut "Jožef Stefan", Odsek za reaktorsko tehniko R4

www.djs.si/mmg/kmjs2023/

Zbornik povzetkov za

10. konferenco mladih jedrskih strokovnjakov

Avtorji:
(po abecednem vrstnem redu)

Benjamin Barbarič
Aljoša Gajšek
Tanja Goričanec
Domen Govekar
Karlo Ivanjko
Jan Jamnik Srpočič
Tim Kelhar
Janez Kokalj
Mihael Boštjan Končar
Domen Kotnik
Jan Kren
Rok Krpan
Amirhossein Lame
Blaž Likovič
Simon Lončarič
Vid Merljak
Stane Merše
Anže Mihelčič
Renato Pavlinac
Anže Pungeričič
Ingrid Švajger
Patrik Tarfila
Matic Vertačnik
Ylenia Ziber

Urednik:

Aljoša Gajšek

Dizajn:

Aljoša Gajšek, Jan Kren

Grafika:

Anže Pungeričič

Izdano pri:

Društvo jedrskih strokovnjakov
Jamova cesta 39
SI-1000 Ljubljana
Slovenia
E: djs@ijs.si
W: www.djs.si

Naklada:

40 kopij

Spremna beseda

Dragi udeleženci,

dobrodošli na 10. konferenci mladih jedrskih strokovnjakov Slovenije. Ponosni smo, da lahko gostimo skupino talentiranih mladih ljudi, ki so zavzeto oblikovali in oblikujejo jedrsko industrijo s svojimi inovacijami in idejami. Naša skupna odgovornost je pomoč mladim talentom, da se uveljavijo, razvijajo in s tem prispevajo k rasti in razvoju jedrske tehnike.

Konferenca je kraj, kjer lahko mladi raziskovalci in strokovnjaki izmenjujejo mnenja, se učijo drug od drugega in se povezujejo. Ta deseta obletnica je dokaz, da naša skupnost raste in se krepi, hkrati pa je priznanje vsem, ki so s svojim trudom prispevali k temu, da smo danes tukaj.

Zahvaljujemo se vsem, ki ste bili del te zgodbe v preteklih letih, ter se veselimo novih idej, sodelovanj in napredka, ki ga bo prineslo prihajajoče desetletje.

Iskrena hvala vsem udeležencem, avtorjem, sponzorjem in podpornikom. Brez vas ta konferenca ne bi bila tako uspešna. S svojimi predstavitvami, mnenji, vprašanji in odgovori ste vi srce te konference in razlog, da je tako zanimiva.

Uživajte v konferenci in naj bo to priložnost za učenje, izmenjavo idej in navezovanje novih stikov.

Organizacijski odbor
Aljoša Gajšek in Jan Kren

Zahvala

Organizacija konference ne bi bila mogoča brez široke podpore. Hvala Društvu jedrskih strokovnjakov Slovenije in Odseku za reaktorsko tehniko za vso pomoč pri organizaciji konference. Posebna zahvala našima sponzorjema Nuklearni elektrarni Krško in GEN energiji, d.o.o., ki so s svojim prispevkom omogočili izvedbo tega pomembnega dogodka.

Zahvaljemo se vodji Odseka za reaktorsko tehniko prof. dr. Leonu Cizlju, ki je s svojimi idejami naredil konferenco boljše. Za nasvete gre posebna zahvala Tanji Goričanec, predsednici Mreže mlade generacije Društva jedrskih strokovnjakov. Hvala prejšnjim organizatorjem, da so zagotovili bazo znanja za začetek konference. Hvala Boštjanu Zajcu za tehnično podporo. Posebna zahvala gre predsedniku Društva jedrskih strokovnjakov doc. dr. Tomažu Žagarju za pomoč pri promociji in organizaciji konference.

Na koncu, pa ne najmanj pomembno, bi se želeli iskreno zahvaliti vsem avtorjem in udeležencem konference. Z vašimi predstavitvami, mnenji, vprašanji in odgovori ste obogatili naše razumevanje jedrske tehnike. Ste srce te konference in razlog, da je konferenca tako zanimiva in uspešna.

Organizacijski odbor

Naši sponzorji:

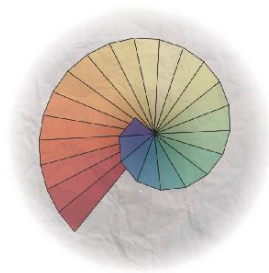


Kazalo

VABLJENA PREDAVANJA	1
Izzivi razogličanja in zanesljivosti oskrbe z energijo pri posodobitvi NEPN	2
Modeliranje nehomogene atmosfere v zadrževalnem hramu jedrske elektrarne	3
JEDRSKE ELEKTRARNE.....	5
Pregled tehnologije in implementacije suhega skladiščenja izrabljenega jedrskega goriva v Nuklearni elektrarni Krško	6
Predstavitev programa nadgradnje varnosti Nuklearne elektrarne Krško	7
Koncept električnega vzdrževanja in potrebe po sodelovanju z znanstvenimi ustanovami	8
Pot mladega inženirja v jedrsko industrijo	9
Ključne aktivnosti NEK z vidika radiološke zaščite	10
REAKTORSKA FIZIKA.....	11
Uporaba detektorjev vmesnega območja za meritve vrednosti kontrolnih palic preko metode vstavitve	12
Primerjava treh metod za izračun zgorelosti goriva reaktorja TRIGA	13
Primerjava materialov za konverterje hitrih nevtronov za SiC detektorje z uporabo MCNP modelov	14
Termični sipalni zakon ZrH ₂	15
Določanje aktivnosti komponent reaktorske posode NEK z MCNP in zgorevalno kodo FISPACT-II	16
Odziv jedrskega reaktorja v načinu sledenja bremenu	17

JEDRSKA FUZIJA	19
Termohidravične in termomehanske analize diverterja DTT	20
Konstruiranje obsevalne naprave za aktivacijo vode na reaktorju TRIGA	21
Trenutno stanje obsevalne naprave z aktivirano vodo na reaktorju TRIGA	22
Parametrična analiza hlajenja v diverterski enoti stelaratorja Wendelstein W7-X	23
Plazemski Fusor	24
 JEDRSKA TERMOHIDRAVLIKA IN STRUKTURNA MEHANIKA.....	25
 Izboljšan model uparjanja in kondenzacije v ekstremnih pogojih	26
Nonlinear elastic behavior of austenitic stainless steel with inclusion	27
Simulacije Taylorjevega mehurja v protitočnem toku	28
Napredni model konvektivnega vrenja	29
Modeliranje poplavljanja plasti razbitkov	30
Mešanje taline in hladila v kombinaciji curka taline in razslojenih razmer	31

I VABLJENA PREDAVANJA



10. konferenca mladih jedrskih strokovnjakov,

Izzivi razogličjenja in zanesljivosti oskrbe z energijo pri posodobitvi NEPN

Stane Merše¹, Boris Sučič¹

¹ Center za energetska učinkovitost, Institut »Jožef Stefan«

E-poštni naslov prvega avtorja: stane.merse@ijs.si

Podnebna in energetska kriza postavlja dodatne izzive pri pripravi usmeritev in oblikovanju scenarijev posodobitve NEPN za Slovenijo. Zagotavljanje pogojev za zanesljivo, konkurenčno in okoljsko trajnostno oskrbo z energijo in energetskimi storitvami, se uvršča med najpomembnejše razvojne izzive sedanjega trenutka. Povečanje energetske in snovne učinkovitosti ter prehod v trajnostno krožno gospodarstvo je eden ključnih dejavnikov za okoljsko vzdržno in konkurenčno pospešeno opuščanje fosilnih virov in njihovo nadomeščanje z obnovljivimi in nizkoogljicnimi viri. Načrtovani ukrepi, ki so usmerjeni k izboljšanju energetske in snovne učinkovitosti, bodo dosegli svoj polni učinek samo v primeru, če bo njihova izvedba posledica celovitega načrta. Prehod v nizkoogljico družbo ni le okoljski imperativ, temveč dolgoročno tudi ekonomski, saj so stroški preprečevanja globalnega segrevanja po ocenah pet do desetkrat manjši od stroškov prilagajanja in sanacije škod zaradi negativnih posledic podnebnih sprememb. Pri oskrbi z električno energijo se Slovenija zaradi majhnosti elektroenergetskega sistema sooča s specifičnimi izzivi in priložnostmi, na katere bo pomembno vplival prihodnji razvoj v regiji kot tudi EU. Za ohranjanje visoke zanesljivosti pri oskrbi z električno energijo v Sloveniji bo potrebno zagotoviti ustrezno diverzifikacijo obnovljivih in drugih nizkoogljicnih virov, tehnologij, lokacij proizvodnje in dobavnih poti. V prispevku bodo predstavljeni ključni izzivi, dileme, usmeritve in prvi rezultati scenarijev za posodobitev NEPN, s poudarkom na scenarijih prihodnje oskrbe z električno energijo.

10. konferenca mladih jedrskih strokovnjakov,

Modeliranje nehomogene atmosfere v zadrževalnem hramu jedrske elektrarne

Rok Krpan

Institut "Jožef Stefan", Odsek za reaktorsko tehniko

E-poštni naslov prvega avtorja: rok.krpan@ijs.si

Med težko nesrečo v lahkovodnem jedrskem reaktorju lahko pride do nastanka vodika, njegovo zgorevanje pa lahko ogrozi celovitost zadrževalnega hrama jedrske elektrarne. V ta namen je bil razvit teoretični model za opis homogenizacije razslojene atmosfere zaradi navpičnega vbrizgavanja. V turbulentnih modelih, ki temeljijo na modeliranju vrtinčne viskoznosti, se običajno uporabljajo konstantne vrednosti turbulentnega Schmidtovega in Prandtlovega števila, ki pa ne morejo pravilno reproducirati nekaterih fizikalnih pojavov opaženih v eksperimentih. Model za dinamično predpisovanje turbulentnega Schmidtovega in Prandtlovega števila bolje popiše eksperimente izvedene pri izotermnih pogojih z visokimi hitrostmi vpihovanja, pri katerih pride do nastanka Kelvin-Helmholtzeve in Rayleigh-Taylorjeve nestabilnosti. Razviti model za simulacijo mešanja v nehomogeni atmosferi je bil preverjen na več eksperimentih, primerjava pa je pokazala, da razviti fizikalni model pravilno napove porazdelitev helija in temperaturo znotraj zaprte posode.

II

JEDRSKE ELEKTRARNE



10. konferenca mladih jedrskih strokovnjakov,

Pregled tehnologije in implementacije suhega skladiščenja izrabljenega jedrskega goriva v Nuklearni elektrarni Krško

Vid Merljak, Rok Bizjak, Marko Gordić, Matjaž Božič, Dejvi Kadivnik, Mitja Robek, Barbara Grobelnik, Andrej Kavčič

Nuklearna elektrarna Krško

Vrbina 12, 8270 Krško, Slovenija

E-poštni naslov avtorja: vid.merljak@nek.si
rok.bizjak@nek.si, andrej.kavcic@nek.si

POVZETEK

Kot del programa nadgradnje jedrske varnosti in v podporo dolgoročnemu obratovanju Nuklearne elektrarne Krško (NEK) tudi po preteku prvotno načrtovanih 40 let življenjske dobe je bila uvedena dodatna možnost hrambe izrabljenega jedrskega goriva. Pri tako imenovanem suhem skladiščenju gre v osnovi za prehod iz aktivnega hlajenja v bazenu z vodo do pasivnega hlajenja s pomočjo naravne cirkulacije zraka. Gorivni elementi so pri tem vstavljeni in zrakotesno zavarjeni v namenski zabojnik, ki postane dodatna bariera pred izpustom cepitvenih produktov. Sistem suhega skladiščenja se je v NEK pričel uporabljati marca 2023, uskladiščenih pa je bilo že prek sto petdeset gorivnih elementov. Predstavljamo pregled tehnologije in njeno aplikacijo v NEK.

10. konferenca mladih jedrskih strokovnjakov,

Predstavitev programa nadgradnje varnosti Nuklearne elektrarne Krško

Blaž Likovič

Nuklearna elektrarna Krško
Vrbina 12, 8270 Krško, Slovenija
E-poštni naslov avtorja: blaz.likovic@nek.si

POVZETEK

Nuklearna elektrarna Krško (NEK) je na podlagi regulatornih zahtev, ki so posledica jedrske nesreče v Fukushimi, pripravila in implementirala program nadgradnje varnosti (PNV). Ta zajema posodobitev določenih obstoječih sistemov in vgradnjo novih ter uvajanje drugih ukrepov, pomembnih za zagotavljanje sevalne oziroma jedrske varnosti med težkimi nesrečami. Koncept PNV temelji na razširjenih projektnih osnovah, pri čemer so sistemi razdeljeni v dve funkcionalni skupini – prva preprečuje poškodbe sredice reaktorja, medtem ko druga blaži posledice težke nesreče. Predstavljamo pregled in kratek opis implementiranih rešitev iz sklopa PNV.

10. konferenca mladih jedrskih strokovnjakov,

Koncept električnega vzdrževanja in potrebe po sodelovanju z znanstvenimi ustanovami

Renato Pavlinac¹

¹ Nuklearna elektrarna Krško, Vrbina 12, 8270 Krško, Slovenija

E-poštni naslov avtorja: renato.pavlinac@nek.si

Cilj vsake jedrske elektrarne je varno, zanesljivo in učinkovito obratovanje. Da bi zagotovili te značilnosti, je treba organizirati kompleksen sistem vzdrževanja vseh komponent. Ena izmed najbolj številnih komponent so zagotovo električne komponente, ki omogočajo delovanje varnostnih sistemov, spremljanje in nadzor reaktorja ter dobavo električne energije končnim uporabnikom. NEK-ov oddelek za elektro vzdrževanje zagotavlja da z rednim izvajanjem preventivnih, prediktivnih in korektivnih ukrepov doseže zadovoljivo raven zanesljivosti sestavnih delov elektrarne in s tem omogoča njeno varno obratovanje. Inženirji oddelka za elektro vzdrževanje tesno delajo s strokovnjaki in raziskovalci z drugih področji. Ti strokovnjaki imajo znanje in veščine, ki lahko v kombinaciji z ustreznimi računalniški modeli pojasnijo oziroma predvidijo rezultate vpliva pomembnih parametrov na električne komponente (npr. vpliv sevanja na življenjsko dobo kablo¹) in s tem preprečijo okvare električnih komponent pred njihovim nastopom. Prepletanje dela znanstvenikov in raziskovalcev z delom zaposlenih v jedrski industriji je pozitiven proces, ki dosega večjo skladnost med strokovnjakov na povezanih področjih in omogoča poenotenje teoretičnega in praktičnega znanja.

¹ V. Plaček, T. de Schoutheete, *Cable Ageing at nuclear power plants research needs, SMiRT-23, Division II, Paper ID 034, August 10-14, 2015, Manchester, UK*

10. konferenca mladih jedrskih strokovnjakov,

Pot mladega inženirja v jedrsko industrijo

Karlo Ivanjko¹

¹ *Nuklearna elektrarna Krško, Vrbina 12, 8270 Krško, Slovenija*

E-poštni naslov avtorja: karlo.ivanjko@nek.si

Prvi korak, ki me je pripeljal do zaposlitve v Nuklearni elektrarni Krško (NEK), je bil vpis na Fakulteto za elektrotehniko in računalništvo v Zagrebu. V drugem letniku sem izbral elektrotehniko, nato pa sem se odločil za elektroenergetiko s poudarkom na jedrskih predmetih. V želji, da bi se čim bolj povezal z najbližjo jedrsko elektrarno, sem se prijavil za njihovo štipendijo in jo dobil. Ona mi je dala dodaten zagon, da sem pravočasno končal univerzo. Prav tako mi je pridružitvev Hrvaškemu jedrskemu društvu omogočila, da sem od sedanjih kolegov izvedel informacije iz prve roke. Septembra 2022 sem zaključil diplomski študij z diplomsko nalogo, ki se nanaša na oceno negotovosti faze hude jedrske nesreče na primeru modela reaktorja NEK-a. Huda nesreča modelirana je s kombinacijo dveh dogodkov: izpada električne energije in poka primarnega cevovoda. Cilj simulacije bil je prikazati obnašanje spremenljivk, kot so tlak, nivo vode, skupni proizvedeni vodik in stopnja poškodbe reaktorske sredice. Končna nagrada mojega dela je bila zaposlitev v Nuklearni elektrarni Krško decembra 2022. Med čakanjem na izobraževanje v Ljubljani, na katerega gre vsak mlad inženir, ko dela v elektrarni, imam priložnost spoznati in videti vse, kar sem se naučil na fakulteti. Trenutno se nahajam v oddelku proizvodnje, kjer z veseljem sprejemem vsako nalogo. Čeprav je moj prispevek minimalen, imam možnost sodelovati pri projektu prenosa goriva iz bazena izrabljenega goriva v suho skladišče. Sodelujem pri podpori inženirjem goriva v fazi polnjenja zabojnikov z gorivnimi elementi. Poleg številnih drugih postranskih nalog, ki mi jih dajejo sodelavci, sodelujem pri izdelavi aplikacije, katere cilj je digitalizacija zahtevkov za odlaganje opreme v tehnološkem delu elektrarne. Oktobra nas čaka tečaj »Teorija jedrskih elektrarn« v Ljubljani – prvi korak za samostojno delo v NEK-u.

10. konferenca mladih jedrskih strokovnjakov,

Ključne aktivnosti NEK z vidika radiološke zaščite

Jan Jamnik Srpčič

¹*Nuklearna elektrarna Krško*

E-poštni naslov prvega avtorja: jamniksrpicjan@gmail.com

V letu 2023 je NEK uspešno zaključila projekt MSIP (Mechanical Stress Improvement Process). Skozi obratovalno dobo je bilo v NEK izvedenih več pomembnejših modifikacij, pri katerih je sodelovala služba radiološke zaščite. To so na primer zamenjava uparjalnikov (2000), zamenjava reaktorske glave (2012), RTD bypass removal (2013), Up-flow conversion (2015), inštalacija obvodnih ventilov tlačnika (2018-2019). Naštete aktivnosti se odražajo na letnem grafu kolektivne doze. Dozo želimo znižati na najnižjo razumno raven (ALARA). Trenutno je v izvedbi projekt suhega skladiščenja izrabljenega jedrskega goriva, hkrati pa je v letu 2023 dodatna pozornost posvečena radiološki zaščiti.

III

REAKTORSKA FIZIKA



10. konferenca mladih jedrskih strokovnjakov,

Uporaba detektorjev vmesnega območja za meritve vrednosti kontrolnih palic preko metode vstavitve

T. 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.goricanec@ijs.si

Predstavljena je ideja uporabe zunaj-središčnih detektorjev vmesnega območja za meritve vrednosti kontrolnih palic preko metode vstavitve. Vrednosti kontrolnih palic preko metode vstavitve se določajo za vsak gorivni cikel na hladni nizki moči pred zagonom elektrarne. Trenutno se meritve izvajajo z zunaj-središčnimi detektorji nevtronov za območje moči. Pri izvajanju meritev z metodo vstavitve signal detektorjev na območju moči pade za več redov velikosti do nivoja ozadja, zaradi česar potrebujemo dodatne popravke signala. Poleg tega so detektorji na območju moči ne-kompenzirane ionizacijske celice, ki ne omogočajo diskriminacije signala zaradi žarkov gama. Detektorji vmesnega območja so kompenzirane ionizacijske celice, ki omogočajo diskriminacijo žarkov gama, so prilagojene meritvam pri nižjih močeh in tako bolj primerni za meritve vrednosti kontrolnih palic preko metode vstavitve. Z namenom analize možnosti uporabe detektorjev vmesnega območja smo uporabili natančen Monte Carlo model Nuklearne elektrarne Krško z natančno modeliranimi zunaj-središčnimi detektorji nevtronov. Rezultati nakazujejo ujemanje z referenčno metodo dilucije znotraj 2 % in tako potrjujejo možnost uporabe detektorjev vmesnega območja za meritve vrednosti kontrolnih palic preko metode vstavitve.

10. konferenca mladih jedrskih strokovnjakov,

Primerjava treh metod za izračun zgorelosti goriva reaktorja TRIGA

A. Pungercič^{1,2}, L. Snoj^{1,2}

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

² Odsek za reaktorsko fiziko, Institut Jožef Stefan, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana, Slovenija

E-poštni naslov prvega avtorja: anze.pungercic@ijs.si

Izgorelost jedrskega goriva in spreminjanje izotopske sestave se računa z reševanjem sklopljenega sistema Boltzmannove transportne enačbe in Batemanovih zgorevalno aktivacijskih enačb. Reševanje Sistema poteka v več korakih, kjer se najprej z različnimi metodami reši transportno enačbo in njeno rešitev uporabi za reševanje zgorevalnih enačb. Zgorelost goriva reaktorja TRIGA smo izračunali s tremi različnimi metodami reševanja omenjenih enačb: starejši Deterministični program TRIGLAV², modernejši stohastični program Serpent-2³ in najnovejši hibridni program RAPID⁴. Izračunali smo zgorevanje goriva pri treh različnih močeh in primerjali izračune spreminjanja pomnoževalnega faktorja, porazdelitve nevtronskega fluksa, porazdelitve izgorelosti in spreminjanje nuklidov. Poleg fizikalnih količin smo naredili primerjavo porabe računske moči in delovnega spomina računalnika in primerjali celoten čas potreben za izračun. Rezultati kažejo, da najnovejši program RAPID pohitri izračune z ohranjanjem natančnosti programa Serpent-2 za faktor 600.

² Peršič, Andreja, et al. "TRIGLAV: A program package for TRIGA reactor calculations." *Nuclear Engineering and Design* 318 (2017): 24-34.

³ Leppänen, Jaakko, et al. "The Serpent Monte Carlo code: Status, development and applications in 2013." *Annals of Nuclear Energy* 82 (2015): 142-150.

⁴ Walters, William J., et al. "The RAPID fission matrix approach to reactor core criticality calculations." *Nuclear Science and Engineering* 192.1 (2018): 21-39.

10. konferenca mladih jedrskih strokovnjakov,

Primerjava materialov za konverterje hitrih nevtronov za SiC detektorje z uporabo MCNP modelov

Y. Žiber¹, A. Žohar², V. Radulović²

¹ Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko

² Odsek za reaktorsko fiziko F8, Inštitut Jožef Stefan

E-poštni naslov prvega avtorja: ziber.ylenia@gmail.com

Zaradi primanjkanja ^3He je v preteklih letih nastala potreba po razvoju novih detektorjev nevtronov, ki ne temeljijo na ^3He tehnologiji. Kot alternativna vrsta detektorjev so se razvili polprevodniški detektorji, predvsem detektorji narejeni iz silicijevega karbida (SiC). Detekcijo nevtronov v SiC diodi dosežemo z konverterjem. Konverter reagira z nevtroni tako, da nastane nabiti delec, ki ga lahko SiC dioda zazna v depletiranem območju polprevodnika. V projektu E-SiCure 2 smo se osredotočili na razširitev območja zaznavanja detektorja termičnih nevtronov tudi na hitre nevtrone. Iz analize reakcijskih hitrostih različnih izotopov⁵ smo izbrali nekaj kandidatov z dovolj visoko reakcijsko hitrostjo. Izbrani izotopi so bili ^{22}Na , ^{39}K , ^{40}Ca in ^{35}Cl . S pomočjo Monte Carlo transportnih izračunov, natančneje z uporabo kode MCNP 6.2, smo dobili spekter sunkov v aktivnem delu SiC diode za snovi ^{22}Na , KCl in CaCl_2 . Zaradi razlik v reakcijski hitrosti med materiali, smo uporabili direktno metodo in metodo v dveh korakih. Pri vseh izbranih materialih smo dobili karakterističen odziv diode, kar je predstavljeno v tem prispevku.

⁵ A. Žohar, V. Radulović, L. Snoj, R. Bernat, L. Bakrač, *et al.*, "Silicon Carbide Neutron Detector Development-Computational Support with MCNP", in *Proc. 30th ICNENE*, Portorož, Slovenia, 2021.

10. konferenca mladih jedrskih strokovnjakov,

Termični sipalni zakon ZrH_2

I. Švajger, A. Trkov

Jožef Stefan Institute, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana, Slovenia

E-poštni naslov prvega avtorja: ingrid.svajger@ijs.si

Reaktorji TRIGA uporabljajo gorivo z homogeno mešanico 20 % obogatene urana in cirkonijevega hidrida (razmerje ZrH je blizu 1,6), kar je glavni vzrok za prompten negativni temperaturni koeficient reaktivnosti. Zato je razumevanje temeljnih atomističnih lastnosti cirkonijevih hidridov zelo pomembno.

ZrH_x obstaja v več fazah z različno stehiometrijo, od katerih sta najpogostejši δ faza (pri sobni temperaturi prevladujoča za $1,56 < x < 1,64$) in ϵ faza (pri sobni temperaturi prevladujoča pri $x > 1,74$). Podatke sipanja termičnih nevtronov za ZrH_2 v ϵ fazi smo pridobili s pomočjo izračunov iz prvih načel. Namen je bil primerjati izračunane podatke s trenutnimi ENDF/B-VIII.0 termičnimi jedrskimi podatki. Z uporabo računalniške kode VASP, ki podpira teorijo funkcionalne gostote, je sistem modeliran in sproščen v osnovno stanje. S perturbacijo atomskih položajev se izračuna konstante medatomskih sil, le-te se prenesejo v program Phonopy, ki izvaja izračune mrežne dinamike, v katerih se iščejo rešitve dinamične matrike. Rešitve sestavljajo disperzijska razmerja sistema, iz katerih se z uporabo postopka geometrijskega vzorčenja izračuna atomska vibracijska gostota stanj⁶. Če je znana gostota stanj lahko s pomočjo programa LEAPR, ki je modul programa NJOY izračunamo sipalni zakon in vse ostale povezane količine. Sipalni zakon je osnova za analize termičnih reaktorjev, ki so običajno modelirani z Monte Carlo transportnimi kodami s katerimi dobimo željene fizikalne parameter reaktorja.

⁶ A. I. Hawari, I. I. Al-Qasir, V. H. Gillette, B. W. Wehring, T. Zhou, Ab Initio Generation of Thermal Neutron Scattering Cross Sections, Physor2004, Chicago.

10. konferenca mladih jedrskih strokovnjakov,

Določanje aktivnosti komponent reaktorske posode NEK z MCNP in zgorevalno kodo FISPACT-II

B. Barbarič¹, T. Goričanec², K. Ambrožič², L. Snoj²

¹ Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko

² Odsek za reaktorsko fiziko F8, Institut Jožef Stefan

E-poštni naslov prvega avtorja: beni.barbaric@gmail.com

Pri razgradnji jedrskih elektrarn je zelo pomembno poznavanje radioaktivnega inventarja. Pri razgradnji NEK bo točnost popisa še posebno pomembna, saj se bodo odpadki fizično delili med državama lastnicama. Poleg izgorelih gorivnih elementov bodo aktivirane masivne jeklene komponente znotraj reaktorske posode (obodna plošča (*baffle*), notranja posoda (*core barrel*), termalni ščit, nosilne plošče gorivnih elementov in sama reaktorska posoda) predstavljali enega glavnih radioaktivnih virov. Meritve nudijo točen, vendar omejen vpogled v aktivacijo struktur. Povprečenje aktivnosti na celotno strukturo lahko privede do nepopolne slike. Bolj dovršen geometrijski pogled lahko dosežemo z MCNP in zgorevalno kodo FISPACT-II. Pri tem vidimo, da se velikost fluksa nevtronov znotraj omenjenih elementov spreminja preko več velikostnih redov. Ključni izotopi glede na čas ohlajanja so Fe-55 na pričetku, nato Co-60 in po več desetletjih Ni-63. Pri modeliranju aktivnosti Co-60 je pomembno poznavanje točne koncentracije kobalta kot primesi v jeklu. V podobnih študijah rezultati metode po obliki sledijo meritvam, vendar sistematično odstopajo ⁷. Simulirali smo vpliv hladnejše primarne vode zunaj obodne plošče in 5mm izmik sredice (primer odstopanja dejanskih dimenzij). Velikost fluksa nevtronov v komponentah se pri tem opazno spremeni.

⁷ S. Bleynt, S. Dulla, F. Pancotti, L. Ricci, C. Vicini, and R. Zanino. Hybrid Monte Carlo/Deterministic Activation Calculation to Support the Decommissioning of PWRs: Validation Against Data from the Thermal Shield of the Enrico Fermi NPP. *Annals of Nuclear Energy*, 181, 2023

Odziv jedrskega reaktorja v načinu sledenja bremenu

A. Mihelčič¹, G. Žerovnik¹, L. Snoj¹

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

E-poštni naslov prvega avtorja: anze.mihelcic@ijs.si

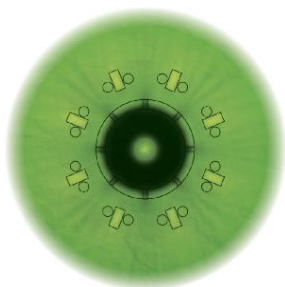
Jedrski reaktorji bodo zaradi povečanja deleža nestalnih obnovljivih virov primorani v obratovanje s prilagajanjem moči potrebam omrežja. Zaradi relativno hitrih sprememb moči se vzbudijo različni prehodni pojavi in povratni vplivi na reaktivnost, ki v reaktorju učinkujejo na različno dolgih časovnih skalah.

Za testiranje prilagodljivosti reaktorja sta vpeljana dva scenarija časovne odvisnosti zahtevane proizvodnje. Prvi je kvazi-realni, ki upošteva proizvodnjo iz sončnih, vetrnih in jedrskih elektrarn ter drugi, ki je namenjen preveritvi zmožnosti izpolnjevanja zahtev EU.

Analiza odziva je narejena z uporabo enačb točkovne kinetike nevtronov, s katero kvalitativno dobro opišemo zgolj časovni odziv. Za dopolnitev z grobo prostorsko ločljivostjo je vpeljan dvotočkovni model, ki je sestavljen iz dveh sklopljenih sistemov enačb točkovne kinetike. Model omogoča spremljanje aksialnega odmika, ki je pomemben varnostni parameter.

Z uporabo spreminjanja reaktivnosti v obeh polovicah reaktorja hkrati ali s simulacijo kontrolne palice model uspe slediti obema scenarijema, vendar preseže varnostne omejitve aksialnega odmika. Za doseganje varnega hitrega spreminjanja moči bo potrebno uporabiti kombinacijo obeh metod in naprednejše sisteme za kontroliranje reaktivnosti.

IV JEDRSKA FUZIJA



10. konferenca mladih jedrskih strokovnjakov

Termohidravične in termomehanske analize diverterja DTT

P. Tarfila¹, B. Končar¹, O. Costa Garrido¹

¹ R4, Institut Jožef Stefan, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana

E-poštni naslov prvega avtorja: patrik.tarfila@gmail.com

Diverter fuzijskega reaktorja je med obratovanjem izpostavljen visokemu površinskemu toplotnemu toku zaradi energijskih delcev plazme. Za preizkušanje različnih konfiguracij diverterja bodo v Frascati v Italiji zgradili eksperimentalni fuzijski tokamak DTT⁸, ki bo omogočal postavitev različnih konfiguracij plazme in diverterja. Zaradi visokih toplotnih obremenitev so pričakovane visoke napetosti in možnost prehoda iz elastičnega v elasto-plastično stanje posameznih nosilnih komponent. Naši cilji so bili napovedati pomike in napetosti v komponentah s pomočjo numeričnih simulacij, kot tudi vrednotiti napetosti v kritičnih prerezih na podlagi standardiziranih meril konstrukcijske zasnove komponent. Na začetku smo pripravili geometrijo, izdelali mrežo za celotne in pomanjšane modele ter razvili računski model v programskih paketih ANSYS in ABAQUS. Najprej je bila izvedena termohidravična analiza za pridobitev temperaturne porazdelitve, ki je služila kot vhodni robni pogoj toplotne obremenitve v termomehanski analizi. Na koncu smo vrednotili kritične prereze po standardiziranih kriterijih SDC-IC⁹. Ugotovili smo, da nosilne komponente zdržijo predvidene toplotne in mehanske obremenitve, kot tudi da se zaradi visokih temperatur pojavi tečenje materiala v nekaterih nosilnih komponentah.

⁸ Divertor Tokamak Test facility, ENEA, 2019, interim Design Report.

⁹ In-vessel Components, SDC-IC, ITER, zbirka oddelka za reaktorsko tehniko R4 - Institut Jožef Stefan.

10. konferenca mladih jedrskih strokovnjakov,

Konstruiranje obsevalne naprave za aktivacijo vode na reaktorju TRIGA

Simon Lončarič¹, Domen Kotnik^{1, 2}

¹ Odsek za reaktorsko fiziko, Institut Jožef Stefan, Jamova cesta 39,
1000 Ljubljana, Slovenija

² Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani, Jadranska 19,
1000 Ljubljana, Slovenija

E-poštni naslov prvega avtorja: loncaric.sl@gmail.com

V fuzijskih elektrarnah bo aktivirana voda pomemben sevalni vir, ki pa ga zaradi pomankanja eksperimentalnih podatkov slabše razumemo. V ta namen konstruiramo eksperimentalno vodno zanko na raziskovalnem reaktorju IJS TRIGA. V prvi fazi smo v programskem paketu SolidWorks (SW) narisali in analizirali različne modele obsevalnih delov ter izračunali okvirne tlačne padce v ceveh. Izbrali smo obsevalni del, ki v bližini reaktorske sredice najdlje zadrži vodo in hkrati zagotovi pretakanje celotnega volumna. V nadaljevanju smo konceptualno zasnovano celotne zanke narisali v programu SW in jo skozi iteracije izboljševali. Vključuje primarno in sekundarno zanko, vsaka ima svoje merilno mesto. Za potrebe opravljanja eksperimentov in meritev, ki temeljijo na izotopih s kratko razpolovno dobo, je primarna zanka optimizirana za hiter tok vode in najkrajšo možno pot. Sekundarna zanka vsebuje navitje širše cevi, ki podaljša čas potovanja aktivirane vode in zagotavlja razpad izotopov s krajšo razpolovno dobo na poti do merilnega mesta.

Zanka je oblikovana na modularen način, kar omogoča servis in prilagoditev posameznih segmentov. Kompaktna postavitve olajša ščitenje pred sevanjem in zagotavlja potreben prostor za merilnimi mesti.

10. konferenca mladih jedrskih strokovnjakov,

Trenutno stanje obsevalne naprave z aktivirano vodo na reaktorju TRIGA

D. Kotnik^{1, 2}, I. Lengar²

¹ *Odsek za reaktorsko fiziko, Institut Jožef Stefan
Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana, Slovenija*

² *Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani
Jadranska 19, 1000 Ljubljana, Slovenija*

domen.kotnik@ijs.si

V sklopu dveh doktorskih nalog ter EUROfusion projekta se na raziskovalnem reaktorju IJS TRIGA gradi referenčna obsevalna naprava, tj. zaprta zanka za aktivacijo vode, ki bo služila kot natančno definiran in stabilen vir visokoenergijskih žarkov gama in nevtronov. Omenjena obsevalna naprava bo omogočala mnoge eksperimente, ki temeljijo na aktivaciji vode, kalibracijo detektorjev, validacijo računskih kod za modeliranje časovno in prostorsko odvisnih virov sevanja, merjenje presekov, itd. V omenjenem prispevku bo predstavljeno trenutno stanje obsevalne naprave; zlasti zasnova in status gradnje glavnih komponent zanke za aktivacijo vode, potrebna zaščita (znotraj in zunaj radialnega kanala), ocenjene aktivnosti glavnih izotopov ter njihov prispevek k skupni hitrosti doz, sistemi za detekcijo žarkov gama ter nevtronov, in celoten časovni načrt. Obsevalna naprava bo predvideno zgrajena v drugi polovici leta 2023, pri čemer bi se prvi eksperimenti lahko začeli že konec omenjenega leta. Vzporedno poteka tudi študija zasnove novega obsevalnega dela aktivacijske zanke, ki bo omogočal obravnavanje aktivacije vode v pogojih relevantnih za ITER. Modifikacija zanke je predvidena v letih 2024-2025.

10. konferenca mladih jedrskih strokovnjakov,

Parametrična analiza hlajenja v diverterski enoti stelaratorja Wendelstein W7-X

M. Vertačnik¹, M. Draksler¹, M. Tekavčič¹, B. Končar¹

¹*Odsek za reaktorsko tehniko, Institut "Jožef Stefan", Jamova c. 39,*

1000 Ljubljana

E-poštni naslov prvega avtorja: [matic.vertacnik65@gmail.com](mailto:mativertacnik65@gmail.com)

V sklopu projekta EUROfusion sodelujemo pri optimizaciji oz. zasnovi hlajenja divertorja za evropski stelarator Wendelstein W7-X. Analizirana konceptna zasnova predpostavlja vodno hlajenje posameznih monoblokov divertorja. Optimizacija geometrije temelji na preračunih z računsko dinamiko tekočin z računsko kodo ANSYS CFX.

Na osnovi stacionarnih simulacij preučujemo različne konfiguracije hlajenja, vključno z dodatnimi promotorji turbulence, ki lahko povečajo učinkovitost hlajenja. Osredotočamo se na vpliv geometrije kanalov na učinkovitost prenosa toplote, kjer so glavni vplivniki zožitve kanalov na prevojih, oddaljenost prevojev od zunanje stene ohišja in uporaba mešalnih trakov ter njihova geometrija. Merila sprejemljivosti določata integralni tlačni padec hladila ter maksimalne temperature strukturnih materialov.

10. konferenca mladih jedrskih strokovnjakov

Plazemski Fusor

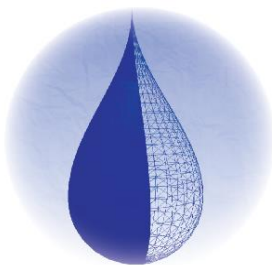
Domen Govekar¹

¹ *Institut Jožefa Stefana, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana*
E-poštni naslov prvega avtorja: domen@govekar.si

Fusor je plazemska naprava, ki z elektrostaticnim poljem zadržuje plazmo. Osnova njenega delovanja sta dve koncentrični prevodni mreži, med katerima je električni potencial reda velikosti nekaj kV. Napetost poskrbi, da se delovni plin ionizira in tako nastale ione pospeši proti središču sistema, kjer lahko trčijo med seboj. V primeru dovolj visoke napetosti in prave izbire delovnega plina, lahko v napravi dobimo jedrsko zlitje, ki ga zaznamo z detekcijo nevtronov.

Izgradnja preprostega fusorja teoretično ni težka, vendar je za stabilno obratovanje potrebno premagati nekatere tehnične ovire. Iz te plati bom predstavil izgradnjo fusorja, ter nekatere karakteristike plazme, dobljene v njem.

V
JEDRSKA TERMOHIDRAVLIKA
IN
STRUKTURNA MEHANIKA



10. konferenca mladih jedrskih strokovnjakov,

Izboljšan model uparjanja in kondenzacije v ekstremnih pogojih

M. B. Končar¹, M. Tekavčič¹, M. Uršič¹

¹ Odsek za reaktorsko tehniko, Institut "Jožef Stefan", Jamova c. 39,
100 Ljubljana

E-poštni naslov prvega avtorja: mbkoncar@gmail.com

Ena najbolj obetavnih tehnologij IV. generacije so hitri z natrijem hlajeni reaktorji (*ang.* »Fast Sodium-cooled Reactors – SFR«). Pomemben vidik razvoja SFR je jedrska varnost, kamor spada obravnava težkih nesreč s taljenjem sredice. Ob interakciji reaktorskega hladila z raztaljeno sredico lahko pride do parne eksplozije, ki lahko ogrozi celovitost reaktorske posode. Poznavanje mehanizmov prenosa snovi in toplote je ključno za obravnavo tovrstnih interakcij.

Posebnost SFR je uporaba kapljevitega natrija kot reaktorskega hladila, kar zaradi fizikalnih in kemijskih lastnosti natrija (neprozornosti in kemična reaktivnost) močno otežuje eksperimentalno obravnavo. Podrobne numerične študije z uporabo metod računalniške dinamike tekočin (RDT, *ang.* »Computational Fluid Dynamics – CFD«) lahko omogočijo dragocen vpogled v mehanizme prenosa toplote in snovi.

V naši študiji smo se osredotočili na filmsko uparjanje okoli delca taline v konvektivnem toku podhlajene kapljevine. Izdelali smo numerični model, ki smo ga ovrednotili z eksperimentalnimi podatki iz naprave TREPAM¹⁰ (CEA, Francija). Najpomembnejši vidik numeričnega modela je bila obravnava faznega prehoda. V prvem delu študije smo preučili delovanje Leejevega modela uparjanja in kondenzacije. Glavni prispevek dela je razvoj in utemeljitev izvirnega modela uparjanja in kondenzacije v ekstremnih pogojih, ki je bil predmet obravnave v drugem delu študije. Točnost obeh modelov smo preverili tudi na Stefanovem enofaznem 1D problemu, za katerega smo poznali analitično rešitev.

¹⁰ G. Berthoud et al., Int J Thermal Science, vol. 48, pp. 1728-1740, 2009

10. konferenca mladih jedrskih strokovnjakov,

Nonlinear elastic behavior of austenitic stainless steel with inclusion

Amirhossein Lame Jouybari^{1,2}, Samir El Shawish¹,
Leon Cizej^{1,2}

¹ *Jožef Stefan Institute, Jamova cesta 39, Ljubljana, Slovenia*

² *University of Ljubljana, Jadranska ulica 19, Ljubljana, Slovenia*

E-poštni naslov prvega avtorja: Amirhossein.Lame@ijs.si (email of first author)

Austenitic stainless steels are among the best structural materials for internal structures of Light Water Reactors (LWR) due to their high resistance to stress-corrosion cracking and irradiation damage. However, long-term operation within the LWR environment deteriorates the mechanical properties of these steels by formation of imperfections like inclusions, cavities and voids.

Recently, numerical homogenization by Fast Fourier Transform (FFT)-method has been well established to simulate heterogeneous materials subjected to periodic boundary conditions^{11,12}. In this study, a fixed-point FFT algorithm is updated by modified Green operator and Anderson acceleration to simulate the mechanical behavior (stress and strain) of an elastic spherical inclusion within a nonlinear elastic material (matrix) for various inclusion stiffnesses.

¹¹ S. Brisard, L. Dormieux, “*FFT-based methods for the mechanics of composites: A general variational framework*”, Computational Materials Science, 2010.

¹² L. Gélébart, R. Mondon-Cancel, “*Non-linear extension of FFT-based methods accelerated by conjugate gradients to evaluate the mechanical behavior of composite materials*” Computational Materials Science, 2013.

Simulacije Taylorjevega mehurja v protitočnem toku

J. Kren^{1,2}, B. Mikuž²

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

²*Odsek za reaktorsko tehniko, Institut Jožef Stefan, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana, Slovenija*

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

Razumevanje dinamike in razpada Taylorjevih mehurjev v protitočnem toku je pomembno za številne industrijske aplikacije, vključno z jedrskimi elektrarnami, še posebno v primeru težkih nesreč. Za boljše razumevanje te dinamike si pomagamo z eksperimentalnimi meritvami in tudi metodami računske dinamike tekočin. Taylorjev mehur je ena od manifestacij dvofaznih čepastih tokov v cevi. Sestavljajo ga veliki plinski mehurji, ločeni drug od drugega s čepi kapljevinate faze. Zaradi delovanja turbulence, površinske napetosti in drugih efektov plinski mehur v protitoku tekočine postopoma razpada kar je izjemno zahtevno simulirati z natančnimi simulacijami.

V našem prispevku predstavljamo uporabo simulacij z metodo velikih vrtincev (angl. Large Eddy Simulation) skupaj z modeliranjem medfazne površine z metodo VOF (angl. Volume of Fluid). Te napredne tehnike nam omogočajo natančno ujetje dinamike mehurčkov in njihovega razpada. Predstavili bomo konstrukcijo simulacij v odprtokodnem programskem orodju OpenFOAM in analizirali rezultate, pri čemer se bomo posebej osredotočili na vpliv različnih metod za modeliranje medfazne površine na razpad mehurčka.

10. konferenca mladih jedrskih strokovnjakov,

Napredni model konvektivnega vrenja

Aljoša Gajšek^{1,2}, Boštjan Končar², Matej Tekavčič²

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

² *Odsek za reaktorsko tehniko, Institut Jožef Stefan, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana, Slovenija*

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

Toplotni tok skozi greto površino nastopa kot robni pogoj v energijskem delu Navier-Stokesove enačbe. Mehanistični model vrenja temelji na metodi Kurula in Podowskega¹³ in principu delitve toplotnih tokov. Toplotni tok se deli na konvektivni toplotni tok, toplotni tok zaradi hlajenja okoliške tekočine in izparilni toplotni tok. Čeprav je model mehanističen, potrebuje za delovanje tudi popolnoma empirične parametre vrenja to so: številska gostota nukleacijskih mest, čas nastanka mehurčkov in povprečni premer mehurčka na steni. Enačbe za parametre vrenja so empirične in primerne le v ozkem območju operacijskih pogojev.

V prispevku bomo poleg modela Kurula in Podowskega predstavili še naprednejši model vrenja, ki vključuje tudi toplotni tok zaradi drsenja mehurčkov in vrenja mikroplastí pod mehurčkom. Poleg tega bomo predstavili še mehanistični model sil na mehurček in načina za bolj fizikalno izpeljavo parametrov vrenja.

¹³ N. Kurul and M. Z. Podowski. "On the modeling of multidimensional effects in boiling channels". *In Proceedings of the 27th National Heat Transfer Conference, Minneapolis, Minnesota, USA. 1991.*

10. konferenca mladih jedrskih strokovnjakov,

Modeliranje poplavljanja plasti razbitkov

T. Kelhar, J. Kokalj, M. Uršič

Institut Jožef Stefan, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana, Slovenija

E-poštni naslov prvega avtorja: timy.kelhar@gmail.com

Težke nesreče v lahkovodnih reaktorjih privedejo do poškodb sredice in potencialnega formiranja plasti razbitkov. Ob nezadostnem hlajenju lahko talina pretali reaktorsko posodo in se izlije v reaktorsko votlino pod njo, ki je lahko poplavljen z vodo. Ko talina pride v stik z vodo, se lahko ponovno formirajo razbitki, del taline pa lahko pride v stik z betonom, kar lahko povzroči sproščanje nekondenzabilnih plinov.

Neglede na to je način obvladovanja težke nesreče še vedno zagotavljati učinkovito hlajenje razbitkov taline. Z modeliranjem poplavljanja plasti razbitkov si želimo napovedati dogajanje in s tem prispevati k razumevanju dogodkov.

V raziskavi smo se posvetili različnim pristopom k modeliranju poplavljanja plasti razbitkov v primeru dovajanja vode z zgornje strani.

10. konferenca mladih jedrskih strokovnjakov,

Mešanje taline in hladila v kombinaciji curka taline in razslojenih razmer

J. Kokalj¹, M. Uršič¹, M. Leskovar¹

¹ Institut "Jožef Stefan", Jamova 39, Ljubljana, Slovenija

E-poštni naslov prvega avtorja: janez.kokalj@ijs.si

Parna eksplozija je možen pojav pri interakciji taline s hladilom. Do nje lahko pride tekom težke nesreče v jedrski elektrarni, če pride do stika taline s hladilom. Eden od pomembnih pogojev za nastanek močne parne eksplozije je nastanek primerne mešanice taline in hladila pred sprožitvijo parne eksplozije. Najpogosteje se je v analizah težkih nesreč parne eksplozije obravnavalo v konfiguraciji curka taline, ki se izlije v bazen hladila. Če je bazen hladila bistveno plitvejši kot je dolžina razpada curka, curek taline doseže dno in talina se pod vodo razprostre po dnu. Do podobne, t.i. razslojene konfiguracije pride tudi v primeru, če se talina zlije na dno in se voda doda kasneje.

Realističen scenarij je tudi prepletena konfiguracija. Curek taline se lahko izlije v vodo, vendar ne pride do popolnega razpada, tako da se taline razlije tudi po dnu. Pri tem nastane mešanica taline in hladila zaradi delnega razpada curka ter zaradi nastanka mešalne plasti nad razprostrto talino. V raziskavi smo se posvetili razumevanju mešanja taline in hladila v kombinaciji curka taline in razslojenih razmer, kar pomembno prispeva k oceni potencialnih parnih eksplozij.

Zahvala: Avtorji se zahvaljujemo za podporo ARRS projektu P2-0026 in Z2-4437.

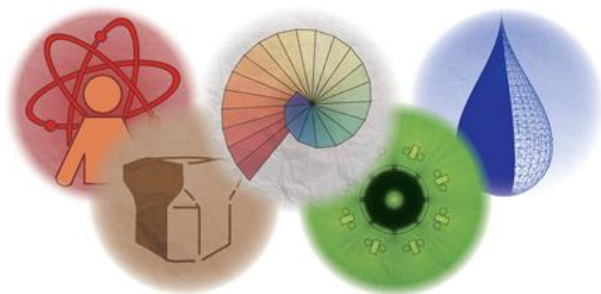


Mreža mlade generacije
jedrskih strokovnjakov Slovenije

vas prijazno vabi,
k udeležbi na,

10. konferenci mladih jedrskih strokovnjakov,

na reaktorskem centru Podgorica, Institut Jožef Štefan,
predavalnica Odseka za znanost okolja (02),
v četrtek, 1 junija 2023.



Konferenca je vsakoletno srečanje mladih jedrskih strokovnjakov, ki se ukvarjajo z različnimi vidiki jedrske energije in predstavlja priložnost, da predstavijo svoje delo.

Glavni cilj konference je povečanje prepoznavnosti mladih jedrskih strokovnjakov in spodbujati sodelovanje med njimi.

Vljudno vabljeni!

MMG, DJS

Aljoša Gajšek, Jan Kren,
Institut Jožef Štefan,
www.djs.si/mmg/kmjs2023
kmjs@ijs.si



10. KONFERENCA MLADIH JEDRSKIH STROKOVNJAKOV REAKTORSKI CENTER PODGORICA, PREDAVALNICA O2, 1.6.2023

8:00 Zbor udeležencev

8:10 Uvodni nagovor

VABLJENO PREDAVANJE

8:15 – 8:45 Izzivi razogličanja in zanesljivosti oskrbe z energijo pri posodobitvi NEPN dr. Boris Sučič

JEDRSKA ELEKTRARNA KRŠKO

Pregled tehnologije in implementacije suhega skladiščenja izrabljenega jedrskega goriva v Nuklearni elektrarni Krško dr. Vid Merljak

Predstavitve programa nadgradnje varnosti Nuklearne elektrarne Krško Blaž Likovič
Koncept električnega vzdrževanja in potrebe po sodelovanju z znanstvenimi Renato Pavlinac
ustanovami

Pot mladega inženirja v jedrsko industrijo Karlo Ivanjko
Ključne aktivnosti NEK z vidika radiološke zaščite Jan Jamnik Srpčič
Diskusija in odmor za kavo

REAKTORSKA FIZIKA

Uporaba detektorjev vmesnega območja za meritve vrednosti kontrolnih palic preko Tanja Goričanec
metode vstavitve

Primerjava treh metod za izračun zgorelosti goriva reaktorja TRIGA Anže Pungerčič
Primerjava materialov za konverterje hitrih nevtronov za SiC detektorje z uporabo MCNP Ylenia Žiber
modelov

Termični sipalni zakon ZrH2 Ingrid Švajger
Določanje aktivnosti komponent reaktorske posode NEK z MCNP in zgovalno kodo Benjamin Barbarič
FISPACT-II

Odziv jedrskega reaktorja v načinu sledenja bremenu Anže Mihelčič
Diskusija in odmor za kavo

VABLJENO PREDAVANJE

10:30 – 11:00 Modeliranje nehomogene atmosfere v zadrževalnem hramu jedrske elektrarne dr. Rok Krpan

JEDRSKA FUZIJA

Termohidravlične in termomehanske analize diverterja DTT Patrik Tarfila

11:00 – 11:50 Konstruiranje obsevalne naprave za aktivacijo vode na reaktorju TRIGA Simon Lončarič
Trenutno stanje obsevalne naprave z aktivirano vodo na reaktorju TRIGA Domen Kotnik
Parametrična analiza hlajenja v diverterški enoti stelatorja Wendelstein W7-X Matic Vertačnik
Plazemski Fusor Domen Govekar
Diskusija in odmor za kavo

JEDRSKA TERMOHIDRAVLIKA IN STRUKTURNA MEHANIKA

11:50 – 12:30 Izboljšan model uparjanja in kondenzacije v ekstremnih pogojih Mihael B. Končar
Nonlinear elastic behavior of austenitic stainless steel with inclusion Amirhossein Lame
Simulacije Taylorjevega mehurja v protičnem toku Jan Kren
Napredni model konvektivnega vrednja Aljoša Gajšek
Modeliranje poplavljanja plasti razbitkov Tim Kelhar
Mešanje taline in hladilav kombinaciji curka taline in razslojenih razmer dr. Janez Kokalj

12:30 – 12:50 SKUPŠČINA MMG DJS

12:50 – 13:30 ODMOR ZA KOŠILO

13:30 – 15:00 OKROGLA MIZA - KAKO IZBOLJŠATI SODELOVANJE MED JEDRSKIMI DELEŽNIKI V SLOVENIJI

Sodelujoči: prof. dr. Leon Cizej (R4 IJS), dr. Dejan Paravan (GEN energija), Gorazd Pfeifer (NEK),
Matjaž Podjavoršek (URSIJ), doc. dr. Tomaž Žagar (DJS)

15:00 – 22:00 PIKNIK NA REAKTORSKEM CENTRU PODGORICA

