



# JEDRCE

## UVODNIK

Ko sem razmišljala o temi za uvodnik, nikakor nisem mogla mimo dejstva, da se je upokojil dr. Andrej Stritar. Prvič sem ga srečala pred devetnajstimi leti, ko sem se na Izobraževalnem centru jedrske tehnologije Instituta "Jožef Stefan" udeležila tečaja Osnove tehnologij jedrskih elektrarn. Na tečaju, ki je namenjen tehničnemu osebju jedrske elektrarne in drugih organizacij, ki delujejo na teh področjih, je bil predavatelj in vodja izobraževalnega centra. Kmalu zatem je prevzel vodenje Uprave Republike Slovenije za jedrsko varnost (URSVJ), institucije, s katero se upravljavci jedrskih objektov najpogosteje srečujemo. Na upravi je pustil močan pečat in pomembno oblikoval njeno smer delovanja.

Dr. Andrej Stritar je že od samega začetka vidni član Društva jedrskih strokovnjakov Slovenije, njegov prvi predsednik in do sedaj edini Slovenec, ki je predsedoval Evropskemu združenju jedrskih strokovnjakov (ENS).

Ob tej pomembni prelomnici življenja se mu kot urednica glasila *Jedrce* zahvaljujem za dobro in iskreno sodelovanje, saj novice URSJV nikoli niso izostale, še bolj pa sem bila vesela njegovih avtorskih prispevkov. Malokateri jedrski strokovnjak ima namreč tako igriv smisel za humor in dar za pisanje kot dr. Andrej Stritar. Verjamem, da ga ljubezen do pisanja ne bo minila, tako kot ga ni minila strast do gora. Hoja v gore je dragocena življenjska izkušnja, ki uči vztrajnosti in predanosti, zato se močno zanašam nanj, da si bo utrgal čas za objave v *Jedrcu*. Prav tako v društvu, celo bolj kot prej, računamo na njegovo nadaljnjo dejavno sodelovanje. ◀◀

Simona Sučić, urednica

### IZ VSEBINE:

MREŽA MLADE  
GENERACIJE  
ORGANIZIRALA  
YGNC 2019  
*STRAN 2*

POSPEŠEVALNIK  
GELINA  
*STRAN 4*

DJS EKSURZIJA V  
ČERNOBIL  
*STRAN 8*



## S KONFERENCE MLADIH JEDRSKIH STROKOVNJAKOV YGNC 2019

Na pustni torek je Reaktorski center v Brinju za en dan postal središče razprave, predstavitev in mesto srečanja mladih jedrskih strokovnjakov. Skozi leta je konferenca mladih jedrskih strokovnjakov rasla in letos, v šesti izvedbi, je bila prvič deležna mednarodne udeležbe. Mladim so na okrogli mizi v okviru konference svoj pogled na prihodnost jedrske energetike in vlogo mlade generacije v tej prihodnosti predstavili tudi različni deležniki s področja energetike.

Konferenca mladih jedrskih strokovnjakov YGNC (Young Generation Nuclear Conference) ima svoje začetke v Konferenci mladih z odseka za reaktorsko fiziko (F8, IJS). Lani se je konferenca razširila in prišla pod okrilje Mreže mlade generacije Društva jedrskih strokovnjakov Slovenije (MMG DJS). Letošnje konference v organizaciji Odseka za reaktorsko tehniko (R4, IJS) pa se je prvič udeležila mednarodna zasedba. Uvodoma se je predstavila slovenska Mreža mlade generacije in pokazala, kako se trudi povečati povezovanje in sodelovanje med mladimi jedrskimi strokovnjaki. V nadaljevanju so aktivnosti in delovanje evropske, hrvaške in italijanske mreže mlade generacije predstavili gostje iz tujine.

V nadaljevanju so mladim svoj pogled na prihodnost in pomen jedrske energije v svetu in Sloveniji, kakšno vlogo naj bi imela pri tem prihajajoča generacija ter kakšne so trenutne in kakšne bi lahko bile načrtovane aktivnosti za pritegnitev novih kadrov, njihovo izobraževanje in razvoj podali še tisti, ki trenutno vodijo jedrsko stroko v industriji, raziskovanju in regulativi.

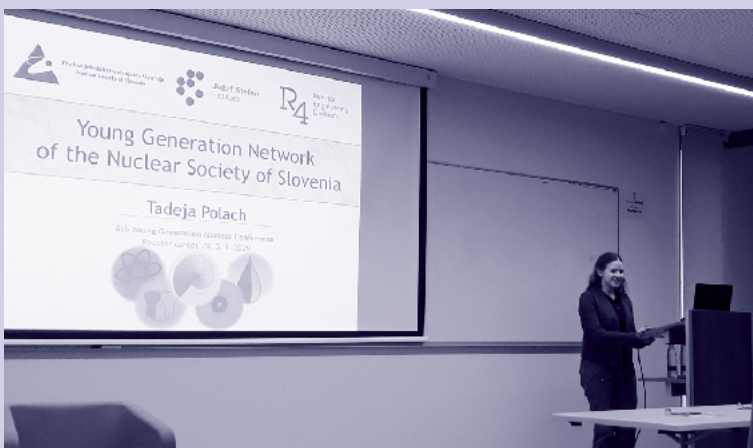
Sledile so predstavitve mladih, kjer je imel vsak priložnost predstaviti svoje raziskovalno področje. Širok nabor tem, od raziskovalnih reaktorjev, reaktorske



Doc. dr. Tomaž Žagar je kot predsednik Društva jedrskih strokovnjakov Slovenije uvodoma pozdravil in nagovoril mlade na že šesti konferenci Young Generation Nuclear Conference.



Prof. dr. Leon Cizelj, vodja Odseka za reaktorsko tehniko R4, IJS, ki je bil organizator letošnje konference, ter predsednik združenja ENEN je poudaril pomembnost raziskav in pridobivanja novih znanj za prihodnost jedrske energetike.



Tadeja Polach, predsednica Mreže mlade generacije Društva jedrskih strokovnjakov Slovenije (MMG DJS), je uvodoma predstavila po nekaj letih ponovno bolj aktivno delovanje Mreže ter tekoče in načrtovane aktivnosti.



Petros Papadopoulos, podpredsednik Mreže mlade generacije Evropskega združenja jedrskih strokovnjakov (ENS YGN), je predstavil delovanje in vključevanje Mreže mlade generacije v različne projekte ter sodelovanje tako z nacionalnimi mrežami mladih generacij jedrskih strokovnjakov kot z drugimi deležniki na področju privabljanja in razvoja mladih kadrov v jedrski energetiki.



Paulina Dučkic, predsednica Mreže mlade generacije Hrvaškega društva jedrskih strokovnjakov. Kar nekaj mladih v hrvaški Mreži je zelo aktivnih, udeležujejo se evropskih srečanj in uspešno sodelujejo z GEN energijo.

fizike, fuzije, termohidravlike in težkih nesreč do trajnostne prihodnosti, je pokazatelj, da se kljub majhnemu številu novih jedrskih strokovnjakov ohranja pestrost raziskav, vsebine pa nakazujejo močno vpetost v mednarodne raziskovalne kroge.

Konferenca je v enem dnevu ponudila priložnost spoznati delo mladih jedrskih strokovnjakov doma in v tujini, ob okrogli mizi pa so si poslušalci lahko ustvarili mnenje o prihodnosti jedrske energetike in o aktivnostih, ki jo soustvarjajo. Ob pustnih krofih je bilo dovolj priložnosti tudi za neformalno povezovanje med mladimi jedrskimi strokovnjaki.

Zahvala gre vsem, ki so s svojimi predstavitvami obogatili konferenco, udeležencem okrogle mize za konstruktivno debato, Društvu jedrskih strokovnjakov za pomoč pri organizaciji in finančno pokritje dogodka ter drugim, ki so kakorkoli pripomogli k uspešni izvedbi. **«**

Janez Kokalj, MMG, Odsek za reaktorsko tehniko, IJS

Fotografije: Boštjan Zajec in Matic Kunšek



Prof. dr. Leon Cizelj, vodja odseka R4, IJS in predsednik ENEN, mag. Martin Novšak, generalni direktor GEN energije, dr. Andrej Stritar, direktor URSJV, doc. dr. Tomaž Žagar, predsednik DJS in vodja službe za načrtovanje in nadzor v GEN energiji, ter dr. Boris Žitnik, direktor EIMV, so bili gostje okrogle mize Dolgoročna prihodnost jedrske energetike in kratkoročni ukrepi zanjo, ki jo je moderiral dr. Matej Tekavčič. Deležniki v jedrski energetiki so se strinjali o pomembnosti jedrske energije za nizkoogljeno prihodnost, tako svetovno kot v Sloveniji. Poleg možnosti nadomestitve obstoječe jedrske elektrarne z novo je dr. Tomaž Žagar zagovarjal tezo, da Slovenija že prej potrebuje še eno dodatno jedrsko elektrarno. Manj so se udeleženci strinjali glede potreb po novih kadrih, načinov, kako jih pridobiti in ustrezno izobraziti. Žal pa se zdi, da brez poenotenj mnenj znotraj stroke različni deležniki težje konstruktivno in aktivno sodelujejo pri vključevanju možnosti jedrske energije v prihodnost slovenske energetike.



Enrico Brandmayr, član društva Comitato Nucleare e Ragione iz Trsta, je v svoji predstavitvi izpostavil primer ambicioznega načrta Poljske po zagotovitvi električne energije s pomočjo gradnje novih jedrskih elektrarn. Predstavil je tudi Mrežo mlade generacije italijanskega društva jedrskih strokovnjakov.



Polna predavalnica na odseku O2, IJS, tako mladih kot tistih bolj izkušenih kaže na veliko zanimanje za delo in raziskovanje mladih ter za sporočila okrogle mize.

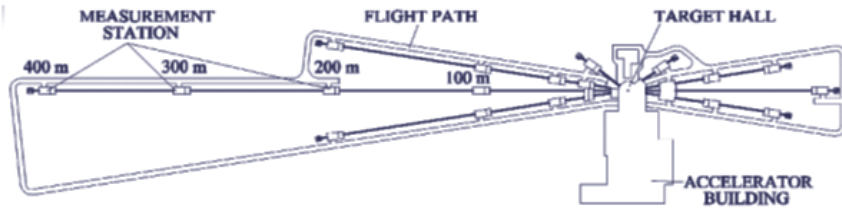


Janez Kokalj, predsednik organizacijskega odbora YGNC 2019, je sklenil zelo uspešno konferenco. Za dobro organizacijo se je treba zahvaliti vsem članom organizacijskega ter programskega odbora in mnogim drugim sodelavcem, ki so pripomogli k izvedbi letošnje konference. Na konferenci, ki tradicionalno ponudi mladim priložnost predstaviti svoje delo širšemu občinstvu, je bilo veliko zanimivih razprav ter mnogo odličnih priložnosti za mreženje in ustvarjanje morebitnih novih sodelovanj.

## POSPEŠEVALNIK GELINA

Jedrski podatki, katerih pomemben del predstavljajo reakcijski preseki, so potrebni za napovedovanje delovanja naprav, ki temeljijo na jedrskih procesih – reakcij in razpadov – s pomočjo izračunov in simulacij. Primeri takih naprav so jedrski reaktorji, pospeševalniki delcev, rentgenske naprave, manjši (»točkasti«) izvori sevanja (alfa, beta, gama, nevtronov). Jedrski podatki so torej pomembni za različne aplikacije, na primer proizvodnjo električne energije, radioizotopov, medicinsko obsevanje, dopiranje polprevodnikov, iskanje nahajališč nafte in drugih naravnih bogastev. Teoretični jedrski modeli, s pomočjo katerih lahko napovemo vrednosti reakcijskih presekov, so pomanjkljivi, poleg tega pa vsebujejo proste parametre, ki jih ni možno določiti na osnovi teorije. Zato se je treba zanašati na rezultate meritev, ki jih je možno opraviti s pomočjo različnih virov sevanja, kot so reaktorji in pospeševalniki. Ker so preseki za reakcije z nevtroni izredno občutljivi na energijo nevtrona, so za meritve tovrstnih presekov pospeševalniki bistveno bolj primerni od reaktorjev, saj v nasprotju s slednjimi omogočajo meritve z veliko energijsko ločljivostjo.

Elektronski (80–140 MeV) linearni pospeševalnik (LINAC) GELINA, ki je na Joint Research Centre (JRC) Geel (nekdanji Institute for Reference Materials and Measurements) v Belgiji, se primarno uporablja kot izvor nevtronov za meritve s časom preleta (*angl. time-of-flight, TOF*). V primerjavi s podobnimi napravami, kot so n<sub>TOF</sub> v CERN-u ali 400 MeV elektronski LINAC v kompleksu J-PARC na Japonskem, se GELINA odlikuje po visoki energijski ločljivosti, ki je posledica majhne tarče (to je prostora, kjer nastajajo nevtroni) in predvsem izredno kratkega elektronskega pulza (10 ns pulz, efektivno skrčen na 1 ns). Pospeševalnik omogoča meritve reakcijskih presekov različnih materialov v odvisnosti od energije



Vir: W. Mondelaers in P. Schillebeeckx, *Notiziario Neutroni e Luce di Sincrotrone 11* (2006) 19–25

Pospeševalnik GELINA s potmi različnih dolžin za prelet nevtronov in merilnimi postajami. (Vir: W. Mondelaers in P. Schillebeeckx, *Notiziario Neutroni e Luce di Sincrotrone 11* (2006) 19–25.)

nevtrona. Če je reakcijski presek določenega materiala dobro poznan, se GELINA lahko uporabi tudi za inverzni postopek določitve neznane koncentracije tega materiala v vzorcu. Tak primer je bil določanje materialne sestave vzorcev staljenega delno izrabljenega goriva iz Fukušime, rutinsko pa se določa tudi materialna sestava vzorcev arheoloških najdb, pri čemer je zelo priročno, da gre za neporušno metodo.

Kot posledica elektronskega pulza v vrteči se Uranovi tarči, hlajeni s tekočim živim srebrom, nastajajo nevtroni po dvostopenjskem procesu: v prvi stopnji elektroni pri upočasnjevanju povzročajo zavorno sevanje, ki potem v drugi stopnji iz jeder živega srebra izbija nevtrone. Po potrebi se nevtroni delno termalizirajo s pomočjo moderatorja različnih velikosti in celo temperatur (čeprav se v praksi skoraj vedno uporablja sobna temperatura). Transmisijski filtri dodatno spremenijo nevtronski spekter – ti so nujni še posebej za filtracijo nizkoenergijskih nevtronov v primeru meritev pri visoki frekvenci (800 Hz), tako da tovrstni nevtroni ne zmotijo meritve v naslednjem pulzu. Nastali nevtroni potujejo po posebnih ravnih ceveh, kjer potem v eksperimentalnih postajah na razdaljah od 10 m do 400 m (slika 1) poteka štetje delcev, ki nastajajo pri različnih reakcijah nevtronov z vzorci merjenih materialov oz. meritev atenuacije nevtronov v primeru totalnega preseka na daljših razdaljah. Energija nevtrona, ki ustreza posameznemu zaznanemu dogodku, se enostavno določi iz izmerjenega časa preleta nevtrona ter razdalje eksperimentalne postaje od tarče, kjer nevtroni nastanejo. S prilagajanjem razdalje merilne postaje tako lahko

vplivamo na energijsko ločljivost in energijsko območje meritve. Vse to omogoča natančne meritve energijske odvisnosti reakcijskih presekov v širokem energijskem območju, od termičnih energij pa vse do nekaj MeV. Zaradi (v primerjavi z reaktorji) relativno nizke nevtronske fluence, vplivov ozadja in potrebe po normalizaciji rezultatov se absolutna natančnost sicer ne more primerjati z natančnostjo tako imenovanih integralnih meritev, na primer nevtronskih aktivacijskih meritev, vendar pa je zaradi visoke energijske ločljivosti naprava še posebej primerna za fine meritve energijske odvisnosti presekov v območju resonanc.

Rezultati TOF meritev se upoštevajo pri evalvacijah reakcijskih presekov, ki se periodično objavljajo v obliki knjižnic jedrskih podatkov, kot so JEFF, ENDF/B in JENDL. Te knjižnice se potem direktno uporabljajo v preračunih transporta nevtronov (in drugih delcev). Kot pomembna primera lahko navedemo nevtronske preračune sredice NEK in reaktorja TRIGA, prav tako pa se uporabljajo za številne druge aplikacije tako v okviru jedrske tehnologije, npr. pri projektiranju zaščite pred sevanjem in pri karakterizaciji (delno) izrabljenega jedrskega goriva, kot na drugih področjih.

Dostop do pospeševalnika GELINA je prek evropskega projekta EUFRAT omogočen strokovnjakom iz vseh držav članic EU, prek drugih mehanizmov pa poteka sodelovanje tudi z državami preostalega sveta. **◀**

Gašper Žerovnik, MMG, IJS in JRC Geel

## SVETOVNA DEKLARACIJA JEDRSKIH STROKOVNJAKOV

13. MAJA 2019 JE OB KONFERENCI ICAPP V JUAN-LES-PINS (V FRANCIJI) 42 SVETOVNIH JEDRSKIH DRUŠTEV PODPISALO SKUPNO DEKLARACIJO, S KATERO VLADE OPOZARJAJO NA PRIZNAVANJE POMENA JEDRSKE ENERGIJE KOT ČISTE TEHNOLOGIJE, KI POMEMBNO PRISPEVA K RAZOGLJIČENJU DRUŽBE, IN NA POTREBO PO VEČJIH VLAGANJIH JAVNIH SREDSTEV V RAZISKAVE IN RAZVOJ NAPREDNIH JEDRSKIH TEHNOLOGIJ.

Z deklaracijo jedrski znanstveniki, inženirji, strokovnjaki ter nacionalne in mednarodne znanstvene organizacije opozarjajo, da so podnebne spremembe ena največjih groženj našemu planetu in da svet ne napreduje dovolj hitro pri doseganju ciljev Pariškega sporazuma. Nasprotno, po poročanju Mednarodne agencije za energijo (IEA) so se izpusti CO<sub>2</sub>, povezani z energetiko, v letu 2018 celo povečali za 1,7 odstotka, zato moramo sprejeti hitre in učinkovite ukrepe. Jedrska energija je čist vir energije z nizkimi izpusti CO<sub>2</sub>. Po podatkih Medvladnega foruma za podnebne spremembe (IPCC) znašajo izpusti CO<sub>2</sub> v celotnem življenjskem ciklu proizvodnje elektrike iz jedrske energije le 12 g/kWh, kar je primerljivo z izpusti pri proizvodnji vetrne energije.

Jedrsko energijo moramo prepoznati kot čist vir energije s pomembno vlogo pri zmanjševanju podnebnih sprememb. Le tako bomo lahko skupaj z drugimi nizkoogljivi viri in tehnologijami dosegli razogljičenje energetike do leta 2050. Podpis deklaracije je tako ena v nizu aktivnosti slovenskega in evropskega jedrskega društva, ki prispevajo k dvigu prepoznavnosti in sprejemljivosti nizkoogljivične jedrske energije.

Na področju jedrske industrije že potekajo projekti uvajanja inovativnih tehnologij, ki pa zahtevajo dodatna javna sredstva za raziskave in razvoj. Zato je pomembno, da za raziskave in razvoj jedrskih tehnologij namenimo dodatna javna finančna sredstva, saj bo le tako jedrska energija lahko dosegla svoj potencial.

Iniciativo za podpis sta koordinirali Evropsko jedrsko društvo (ENS) in Francosko jedrsko združenje (SFEN). Deklaracijo je v imenu DJS podpisal dr. Mitja Uršič, član upravnega odbora DJS.

Deklaracija: [www.sfen.org/sites/default/files/public/atoms/files/declaration-icapp-2019\\_002.pdf](http://www.sfen.org/sites/default/files/public/atoms/files/declaration-icapp-2019_002.pdf)

doc. dr. Tomaž Žagar, predsednik DJS

## WORLD NUCLEAR ASSOCIATION DO LETA 2050 PRIČAKUJE TISOČ NOVIH JEDRSKIH ELEKTRARN

ČLANI DRUŠTVA SMO OB  
KONCU LETA 2018 PRISLUHNILI  
PREDAVANJU JEREMYJA  
GORDONA, KI NAM JE PREDSTAVIL  
GLOBALNE CILJE SVETOVNEGA  
JEDRSKEGA ZDRUŽENJA (WORLD  
NUCLEAR ASSOCIATION – WNA).  
PROGRAM Z IMENOM HARMONY  
POLEG CILJEV OPREDELJUJE TUDI  
KLJUČNE UKREPE ZA NJEGOVO  
URESNIČITEV.

Na našem decembrskem predavanju na ICJT v Ljubljani je Jeremy Gordon, svetovalec programa Harmony iz WNA, poudaril, da program že dosega prve rezultate, saj odpira vrata krepitvi sprejemljivosti jedrske energije. »Deležniki prepoznajo jedrsko energijo kot del rešitve za trajnostno, nizkoogljično energetiko. Med njimi je vse več političnih odločevalcev na najvišjih globalnih in nacionalnih ravneh, gospodarstvenikov in državljanov, širi se tudi krog okoljevarstvenikov, ki prepoznajo prednosti jedrske energije,« je povedal Gordon in navedel primer Fatiha Birola, izvršnega direktorja Mednarodne agencije za energijo (IEA, International Energy Agency), ki je uradno izjavil, da je treba jedrski energiji v razpravah o čisti energiji zagotoviti enakopravno obravnavo.



Vir: FRENCH NUCLEAR SOCIETY (SFEN)

Iniciativo za podpis sta koordinirali Evropsko jedrsko društvo (ENS) in Francosko jedrsko združenje (SFEN). Deklaracijo je v imenu DJS podpisal dr. Mitja Uršič, član upravnega odbora DJS.

Jedrsko energija je pomemben nizkoogljičen vir energije, v globalnem proizvodnem kolaču dosega 11 %. Kot ugotavlja poročilo projekta Združenih narodov Poti globokega razogljčenja (*Deep Decarbonisation Pathways Project*), bomo na globalni ravni do leta 2050 potrebovali 1.053 GW dodatnih jedrskih zmogljivosti. »V povprečju bo proizvodnja elektrike iz jedrske energije v 13 državah narasla za 27 odstotkov,« razlaga Gordon in dodaja, da je program Harmony opredelil potrebo po novih jedrskih proizvodnih zmogljivostih v višini 1.000 GW do leta 2050.

- 25 % POTREB PO ELEKTRIKI BO V LETU 2050 ZADOVOLJILA JEDRSKA ENERGETIKA

- 1000 GW NOVIH JEDRSKIH PROIZVODNIH ZMOGLJIVOSTI DO LETA 2050

- 55 REAKTORJEV JE TRENUTNO V GRADNJI V 18 DRŽAVAH VSEGA SVETA

Globalna jedrska vizija je ambiciozna, vendar je že današnja rast jedrske proizvodnje obetavna. »Imamo najvišjo stopnjo rasti v zadnjih 25 letih,« poudarja Gordon in dodaja, da se poleg povečanja proizvodnje povečuje tudi število novogradenj.

Danes v 18 državah gradijo več kot 50 novih jedrskih enot, od tega največ na Kitajskem (11), kjer nove elektrarne poleg domačih podjetij gradijo tudi ameriška in francoska podjetja. Več novogradenj je v Indiji in Rusiji (7 oziroma 6), med novogradnjami so tudi evropske države Francija, Finska in Slovaška. Od začetka leta 2019 je med državami z jedrskimi novogradnjami tudi Velika Britanija, kjer gradijo dve novi enoti Hinkley Point C s skupno močjo 3200 MW.

Ne glede na hitro rast pa trenutno na globalni ravni ne dohajamo naraščanja porabe energije. »Obravnava virov energije še vedno ni enakopravna, zato je med osrednjimi cilji programa Harmony na energetskih trgih vzpostaviti enakovredne pogoje za vse nizkoogljične vire oziroma proizvodne tehnologije,« razlaga Gordon in dodaja, da bo pri obravnavi poleg proizvodnih stroškov treba upoštevati vsaj še prispevek posameznih virov energije k zagotavljanju zanesljivosti in stabilnosti elektroenergetskega sistema, k blaženju podnebnih sprememb in reševanju okoljskih izzivov. Poleg teh prinaša jedrska energija tudi široke družbene koristi, po Gordonovih besedah namreč vsak nov gigavat jedrskih zmogljivosti prinese približno 200 tisoč delovnih mest.

## JEDRSKA ENERGIJA IN MEDNARODNE ZAVEZE SLOVENIJE

Predavanje Jeremyja Gordona spodbuja razmislek o zavezah Slovenije do mednarodne skupnosti na področju razogljčenja sektorja energetike. Izziv nacionalnega energetskega podnebnega načrta (NEPN) je zmanjšanje izpustov iz proizvodnje elektrike ob hkratni potrebi po povečanju količin proizvedene elektrike za elektrifikacijo transporta, ogrevanja in industrije. Najpozneje do leta 2050 moramo dekarbonizirati energetske sistem, kar ne bo lahko, saj moramo izpuste CO<sub>2</sub> iz proizvodnje električne energije zmanjšati pod 50 g/kWh. Vloga obstoječe jedrske elektrarne je v kontekstu teh zavez in izzivov jasna: NEK danes proizvede več kot polovico vse nizkoogljene elektrike v Sloveniji. Prav tako so jasne prednosti, ki jih na ekonomskem, energetske, okoljsko-podnebnem in družbenem področju prinaša projekt JEK 2. Povečanje in razširitev proizvodnje elektrike iz jedrske energije je velik razvojni in ekonomski potencial Slovenije, ki bo pomembno prispeval h globokemu razogljčenju našega in širšega regionalnega elektroenergetskega sistema.

Po predavanju smo se člani društva še kar nekaj časa družili ob manjšem prigrizku in kavi. <<

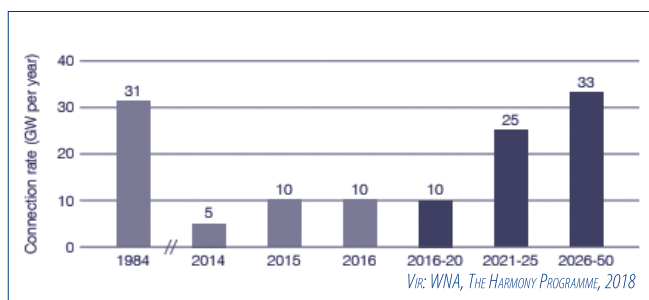
doc. dr. Tomaž Žagar, predsednik DJS



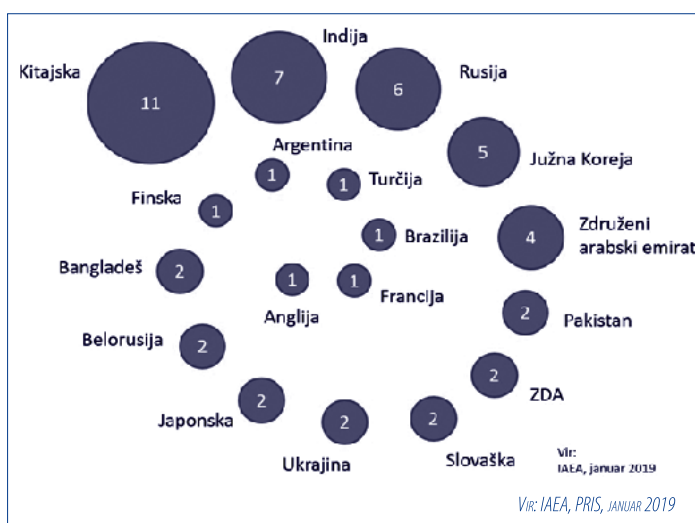
Gradbišče jedrske elektrarne Hinkley Point C, januar 2019.



Predavanje Jeremyja Gordona v predavalnici na ICJT.



Dinamika jedrskih novogradenj do leta 2050.



Jedrske novogradnje v začetku leta 2019.

## STROKOVNO-IZOBRAŽEVALNA EKSKURZIJA V UKRAJINO

Med 10. in 14. aprilom 2019 je potekala strokovno-izobraževalna ekskurzija v Ukrajino z 42 udeleženci z "Inštituta Jožef Stefan", Agencije za radioaktivne odpadke, Uprave RS za jedrsko varnost, Nuklearne elektrarne Krško, Gen energije, Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo ter eno predstavnico Hrvatskega nuklearnega društva.

Ukrajina je država z bogato zgodovino, ki ji trdo življenje in nesreče niso tuje.

Glavno mesto Kijev, ki ima tri milijone prebivalcev, je industrijsko, znanstveno in kulturno središče vzhodne Evrope, današnji župan je nekdanji boksar Vitalij Kličko. Legenda pravi, da so v 6. stoletju štirje vikingi, trije bratje in sestra, ustanovili mesto ob reki Dneper in ga poimenovali po najstarejšem bratu Kiju. Med 9. in 13. stoletjem je bilo glavno mesto Kijevske Rusije, ki velja za izvorni kraj Rusov, Belorusov in Ukrajincev. Pozneje so bili Ukrajinci več stoletij del drugih kraljevin in imperijev. Skozi vse čase je pri njih zelo pomembno poljedelstvo, zato pravijo, da modra barva v njihovi zastavi pomeni nebo, rumena pa žitna polja.

Po prvi svetovni vojni so se Ukrajinci spet bojevali za neodvisnost, vendar so bili hitro vključeni v Sovjetsko zvezo. Temu je sledil gladomor, ko je med letoma 1931 in 1933 zaradi lakote umrlo več milijonov ljudi. To je povzročila kolektivizacija pridelkov v Sovjetski zvezi, hkrati so ruske oblasti poljedelcem namenoma pobrale več kot 90 % pridelka, da bi zatrli njihova nacionalistična gibanja.

Vsem pa je veliko bolj znana eksplozija v 4. bloku jedrske elektrarne Vladimir Iljič Lenin v Černobilu. Ne glede na to izkušnjo se v Ukrajini še vedno močno zanašajo na proizvodnjo elektrike iz jedrske energije in poudarjajo pomembno vlogo jedrskih elektrarn v energetske mešanici.

Trenutno v državi obratuje 15 reaktorjev v štirih krajih – Hmeljniki, Rivno, Južnoukrajinsk in Zaporizja, ki so v lasti državnega podjetja Energoatom. Leta 2017 so proizvedli 55 % električne energije v državi. Načrtujejo še gradnjo novih reaktorjev, s čimer želijo izboljšati gospodarsko konkurenčnost države in zmanjšati odvisnost od zemeljskega plina. Z gradnjo dveh novih enot jedrske elektrarne Hmeljniki načrtujejo tudi dodaten izvoz električne energije v EU.

Prvi dan ekskurzije smo se iz Krškega in Ljubljane odpravili do Budimpešte, od tam pa z letalom v Kijev, kjer smo si popoldne ogledali katedralo svete Sofije, hram iz zlate dobe Kijevske Rusije, ki je posvečen sveti modrosti. Zgraditi sta jo dala kijevska kneza Vladimir in Jaroslav med letoma 1017 in 1037. Celoten kompleks je del Unescove dediščine z značilno arhitekturo iz obdobja med 11. in 18. stoletjem ter v notranjosti s številnimi freskami in mozaiki. Vzpon na vrh zvonika je ponujal lep razgled po vsem mestu.

Drugi in tretji dan smo imeli ogled znotraj izključitvene cone Černobil. Černobil leži 100 kilometrov severno od Kijeva in 20 kilometrov južno od beloruske meje, kot naselbina pa je obstajal že v 12. stoletju. Bližje prvim štirim blokom je mesto Pripjat, ki je bilo ustanovljeno leta 1970 z gradnjo elektrarn za njihove uslužbenke in posredno povezane storitve. Do leta



Zunanost jedrske elektrarne v Černobilu.



Pogled v kontrolno sobo bloka 2.



Grafit v hladilnem stolpu nedokončane 5. enote je delo avstralskega umetnika Guida van Heltna, ki ga je naredil ob 30-letnici nesreče po fotografiji novinarja Igorja Kostina.

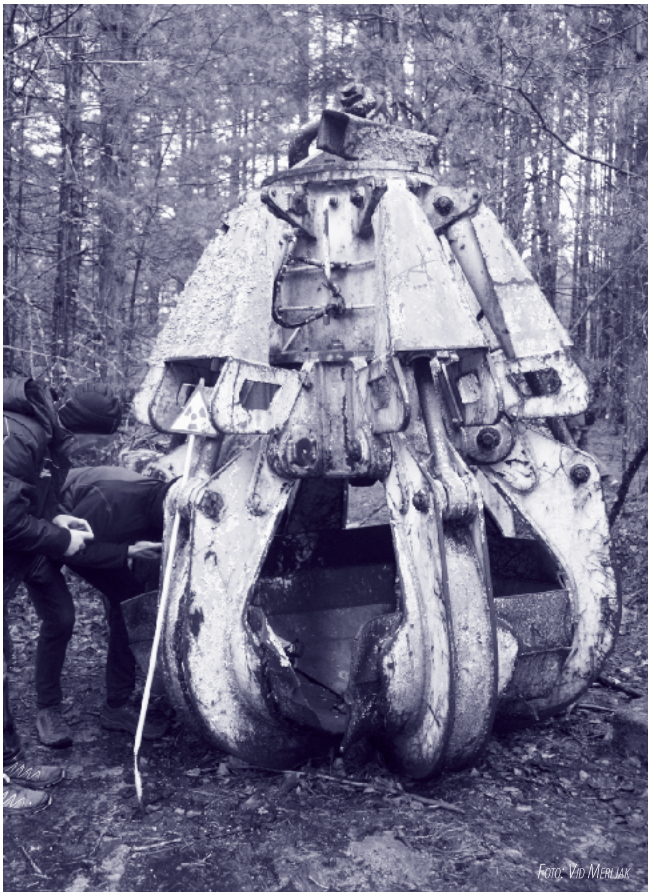




Oznake, ki opozarjajo na nevarnost sevanja.



Med ogledom smo zaznali nekaj vročih točk, sicer pa je hitrost doze v okolju na sprejemljivi ravni (od naravnega ozadja 0,15  $\mu\text{Sv/h}$  do nekje 3  $\mu\text{Sv/h}$ ).



Najvišjo hitrost doze smo izmerili v čeljustih orodja, s katerimi so pospravljali raztřešeni reaktor in so bila v neposrednem stiku z obsevanim jedrskim materialom.

1986 je imel Pripjat 50.000 prebivalcev, Černobil pa 12.500, medtem ko je na celotnem območju današnje izključitvene cone, velikem 30 kilometrov, živelo več kot 100.000 prebivalcev. Velik del je bil po nesreči evakuiran v novoustanovljeno mesto Slavutič, ki leži na levem bregu reke Pripjat. Tam še danes živijo mnogi, ki sodelujejo pri razgradnji černobilskih elektrarn. V 70. letih so na tem območju načrtovali 12 jedrskih blokov tipa RVMK (reaktor velike moči s kanali), s termično močjo 3000 MW in električno močjo 1000 MW. Bloki 1–4 so fizično povezani prek »zlatega hodnika«, obdanega z rumeno ploščevino. 1. in 2. blok sta bila zgrajena med letoma 1970 in 1977, 3. in 4. pa do leta 1983. 1. blok je obratoval do leta 1996, 2. blok je bil zaustavljen leta 1991 po požaru v turbinski stavbi, 3. blok je obratoval do leta 2000, najbolj znan pa je 4. blok. Približno en kilometer stran so že skoraj dokončali 5. blok, kjer so novembra 1986 nameravali začeti testirati obratovanja, in 6. blok, ki naj bi bil zgrajen nekoliko pozneje. Na levem bregu reke Pripjat pa je bila že izbrana lokacija za 7. in 8. blok.

Za 4. blok je bila 25. aprila 1986 načrtovana zaustavitev, pred tem so želeli opraviti test, ki bi moral biti narejen že pred vključitvijo v omrežje. Cilj je bil uporabiti vrtilno količino turbine kot vir napajanja za hladilne sisteme in varnostno opremo do zagona dizelskih generatorjev, ki so za to potrebovali več kot 60 sekund.

Tovrsten test so neuspešno opravili na 3. bloku leta 1982, podobna testiranja z izboljšanim vzbujanjem turbogeneratorja pa so opravili še leta 1984, 1985 in 1986. V teh so vsakič izklopili sistem za zasilno hlajenje sredice (ECCS). Čeprav je izklop ECCS sporna akcija in pomeni pomanjkanje varnostne kulture, je bilo po sovjetskih pravilih to dovoljeno z odobritvijo vodje izmene.

Test so začeli z znižanjem moči reaktorja na polovično moč in izklopom ECCS ob 14. uri. Dovoljenja za nadaljnje nižanje moči niso dobili zaradi potreb omrežja, nadaljevala je lahko šele nočna izmena od 23. ure dalje. Med nižanjem moči je prišlo do nepredvidenega padca moči na 30 MW. Operaterji so nadaljevali z dvigom moči do 200 MW, iz zvekom kontrolnih palic, tako so kompenzirali kopičenje ksenona, ki je kot absorber nižal moč. V nadaljevanju so se operaterji trudili kompenzirati nestabilen pretok hladila v primarnem in sekundarnem krogu ter stabilizirati moč. Padec pretoka hladila je pomenil povečanje moči reaktorja in v tem območju sta bila tako koeficient reaktivnosti praznin kot moči pozitivna. Spust palic ni bil dovolj učinkovit in reaktivnost je naprej rastla. Razvoj dogodka je potekal hitreje, kot so ga takratni aparati zapisovali, in ni znano, kaj točno je povzročilo eksplozijo.

Prvi gasilci so prišli na kraj nesreče ob 1.28, z okrepitevami jim je uspelo pogasiti največje požare na strehi reaktorske in turbinske stavbe do 5. ure zjutraj. Do takrat se je že vžgal grafit v sredici, ki so ga gasili s spuščanjem različnih materialov s helikopterjev (pesek, svinec, borove spojine ...). Pogasili so ga do 9. maja. Nato so začeli kopati jarek pod 3. blokom, ki bi hladil staljeno sredico, da ta ne bi prišla do podtalnice in jo kontaminirala. Betonski sarkofag so začeli graditi nekaj tednov po nesreči. Ob najbolj zunanji steni, ki je skoraj odstopila od preostale strukture, so zgradili dva stolpa na vsaki strani, ki jo podpirata in preprečujeta njegov padec, ter zakrili 90 % špranj na strehi.

Danes je 4. blok prekrit z zaščitnim lokom — New Safety Confinementom (NSC), ki je visok 108 metrov, dolg 162 metrov, z opremo pa tehta 36.000 ton in je največja gibljiva kovinska struktura na svetu. Njegov

glavni namen je preprečiti širjenje prahu z elektrarne v okolje (na primer v primeru padcev) in zagotoviti prostor za daljinsko vodeno razgradnjo elektrarne v notranjosti. Projekt se je začel leta 2007 v vodstvu podjetja Novarka, konzorcija dveh francoskih podjetij (Vinci in Bouygues), pri katerih so sodelovali strokovnjaki iz

30 držav. Teren zahodno od poškodovanega bloka so utrdili s kovinskimi temelji za žerjave in dvigala ter betonirali delovno območje. Posamezne elemente kovinskega okvirja so medsebojno pritrdili izključno z vijaki. Začeli so z vrhnjim delom strukture in ga postopoma dvigovali in sestavljali od spodaj. Okvir je na notranji in zunanji strani prekrit z manj kot milimeter debelo plastjo nerjavečega jekla. Na notranjo stran loka so pritrdili žerjav ter drugo potrebno mehansko in električno opremo. Sestavljen lok so na koncu po tirih potisnili prek 4. bloka.

Danes v mestu Černobil živi okoli 400 prebivalcev. V celoti pri razgradnji vseh štirih blokov sodeluje 2300 zaposlenih, od tega jih okoli 1800 dela znotraj izključitvene cone.

Pred obiskom elektrarne so nam razdelili dozimetre, oblekli pa smo si zaščitne halje in kapice, čeprav se po informacijah osebja še noben obiskovalec ni kontaminiral med ogledom. Po zlatega hodniku smo nadaljevali pot do kontrolne sobe 2. bloka, ki je sestavljen iz treh glavnih panelov, levi del je kontrola sredice, sredinski kontrola hladilnih in pomožnih sistemov, desni pa kontrola turbine, generatorja in električnih sistemov. V eni izmeni so bile štiri osebe, trije operaterji in vodja izmene.

Ob vstopu v 3. blok so nam naročili, naj si nadenemo rokavice in damo respiratorske maske čez usta in nos. Čisto v skrajnem delu 3. bloka, ob skupni steni s 4. blokom, je hitrost doze narasla na 5 mikroSv/h. V tem prostoru je tudi spomenik Valeriju Hodemčuku, ki je med testom odšel preverit, od kod izvirajo vibracije v glavnih črpalkah. Od takrat ga pogrešajo in velja za prvo žrtev nesreče.

V hali glavnih črpalk tretjega bloka smo videli, da je imel vsak od dveh krakov štiri črpalke hladila, tri v stalnem obratovanju in eno v pripravljenosti. Opazili smo tudi, da je stavba elektrarne zelo visoko nad tlemi. Pojasnili so, da je tako zaradi menjave goriva, ki so ga pripeljali z vlakom in menjali od spodaj ter spet odpeljali po tirih.



Skupno potovanje je bila tudi priložnost za mednarodno in medkulturno spoznavanje in druženje ter za izmenjavo znanj in izkušenj med člani DJS iz Ljubljane in Krškega iz različnih ustanov in podjetij.

Edini še polno operabilen prostor je kontrolna soba stikališča blokov 1 in 2, saj prek tega prenašajo energijo z zahoda države proti Kijevu. Napetosti omrežja so 110 kV, 330 kV in 750 kV.

V posebni stavbi neposredno pred NSC je razstava projekta gradnje tega zaščitnega loka in razgradnje 4. bloka. Najbolj zanimiv eksponat je tridimenzionalni model stanja reaktorske stavbe po eksploziji, ki kaže, da se je vrhnji del sredice odtrgal in pravokotno padel nazaj na mesto.

Po kosilu v menzi za zaposlene v elektrarni smo se ustavili v vasi Kopači, ki so jo kot del dekontaminacije v celoti zakopali, saj je bilo 70 % stavb lesenih, od nekaj zidanih, ki so ostale, smo vstopili v vrtec.

Sledil je ogled radarskega kompleksa Duga, ki ga imenujejo tudi ruski detelj, saj so njegov 10 Hz signal občasno slišali v radijski komunikaciji tudi zunaj Sovjetske zveze.

Radarski sistem Duga-1, ki je obratoval od leta 1976, je bil čezhorizontski radarski sistem, katerega namen je bil zaznati raketni napad iz Amerike znotraj štirih minut od izstrelitve.

Oddajnik je v kraju Ljubeč, severovzhodno od Černobila, medtem ko je bila černobilska struktura, visoka 150 metrov in dolga 750 metrov, sprejemnik. Lokacija naj bil bila izbrana tudi zaradi bližine elektrarn, saj so za napajanje potrebovali do 10 MW moči. Vojaška baza Černobil-2 v neposredni bližini je



Glavno mesto Kijev, ki ima tri milijone prebivalcev, je industrijsko, znanstveno in kulturno središče vzhodne Evrope.

imela ogromen računalniški center – očitno za obdelovanje podatkov, elektronska oprema še zdaj leži povsod okoli, zunaj in znotraj stavb. Imeli so je toliko, da so si morali hlajenje zagotoviti s pravim hladilnim stolpom.

Po večerji smo se ustavili v černobilski trgovini, kjer še vedno stranke strežejo izza pulta, kot smo bili navajeni v časih Jugoslavije. Del trgovine je pregrajen z zaveso, ki deluje kot bife, kjer lahko današnji prebivalci in uslužbenci popijejo kavo.

Prenočili smo v Černobilu, ob prihodu na zajtrk sta nas na mizi čakala kruh in maslo. Ko smo že jedli, so nam na naše presenečenje prinesli dejanski zajtrk – pire krompir in meso.

Znotraj cone je na več krajih razstavljena oprema, ki so jo uporabili pri sanaciji posledic nezgode. Eden od teh je v neposredni bližini černobilskega gasilskega doma. Ta je še danes zelo pomemben, saj gozdni požari niso redki in veliko tveganje teh je, da se radionuklidi v dimu razširijo drugam po državi.

Skozi rdeči gozd smo se pripeljali do mesta

Pripjat. Na glavnem trgu so določene točke, kjer smo namerili večje hitrosti doze, saj so tam izpirali kontaminirane helikopterje, ki so pomagali pri gašenju požara po nesreči, največ pri vrtiljaku. Mestni nogometni stadion Avantgard, ki je bil domače igrišče ekipama Strojitel (gradbinec) 1 in Strojitel 2, je danes gozd. Mnoge stavbe se že rušijo zaradi nevdrževanja in iz varnostnih razlogov vstop vanje ni dovoljen. Najbolj očiten primer je šola.

V tovarno Jupiter na robu Pripjata, kjer so izdelovali elektronsko opremo, so se vrnili po nesreči in je obratovala še vse do leta 1996, predvsem kot raziskovalni laboratorij. Tam so leta 2014 posneli videostop za Pink Floydovo skladbo Marooned.

Med ogledom smo srečali mnogo potepuških psov, ki so opremljeni z dozimetrom. Konjev pasme przewalski, ki so jih v izključitveno cono naselili leta 1998, nismo videli.

Na koncu smo obiskali nekdanjo ribogojnico, ki je po nesreči postala okoljski laboratorij, od koder so do leta 1996 spremljali vplive na ekosistem in merili kontaminacijo tam ujetih rib in glodavcev. Radiološki nadzor okolja še vedno nadaljujejo, vendar na drugi lokaciji. Nedaleč stran sta hladilna stolpa 5. in 6. bloka. Pri sprehodu znotraj višjega (stolp 5. bloka) je poleg njegovih dimenzij še bolj fascinanta akustika. Po obveznem fotografiranju pred krajevno tablo Černobil smo se vrnili v Kijev.

Četrty dan, v soboto dopoldne, smo si ogledali stari del Kijeva in obiskali černobilski muzej. Tam je poudarek v interpretaciji vplivov dogodka na družbo in varnostno kulturo. Prek predmetov približa delo likvidatorjev, ki so k nalogi pristopili s pogledom, »kdo bo saniral posledice, če ne mi sami«, potek evakuacije, ki so jo ukazali več kot en dan po nesreči in je bila najprej predvidena le za tri dni. Prebivalce so v smeri Kijeva odpeljali s 1200 avtobusi in jim priporočili, naj s seboj vzamejo le dokumente, najnujnejše osebne predmete in za vsak primer malico. Vse domače živali so morale ostati tam, saj so se bali, da bi njihovi kožuhi iznesli kontaminacijo. Prikazano je tudi, kako je k nesreči med drugim prispevalo pomanjkanje informacij o operativnih izkušnjah tega tipa reaktorja v drugih elektrarnah in slepo sledenje navodilom, ki je bilo običajno v Sovjetski zvezi. Ta muzej je obiskala tudi produkcijska ekipa mreže HBO kot del priprav na snemanje miniserije

## Vtisi s strokovno-izobraževalne ekskurzije Preteklost in prihodnost JE v Ukrajini

Vtisi s strokovne ekskurzije v černobilski izključitveni coni so mešani. Po eni strani se potrjuje, kako nepričakovana je bila nesreča in kako »vojaško« (odločno, brezkompromisno, hrabro, usodno) so se v tedanji Sovjetski zvezi spopadli z njenimi posledicami. Dekontaminacija območja elektrarne je bila izvedena odlično. Z izjemo tako imenovanega rdečega gozda in nekaj vročih točk ter reaktorja je hitrost doze v okolju na sprejemljivi ravni (od naravnega ozadja 0,15  $\mu\text{Sv/h}$  do nekje 3  $\mu\text{Sv/h}$ ). Za primerjavo: med našim letalskim letom na višini med 8 in 10 kilometri je bila hitrost doze zaradi kozmičnega sevanja okoli 2,7  $\mu\text{Sv/h}$ . Najvišjo hitrost doze, 400  $\mu\text{Sv/h}$ , smo izmerili točkovno: v čeljustih orodja, s katerimi so pospravljali raztreščeni reaktor in so bila torej v neposrednem stiku z obsevanim jedrskim materialom. Naši elektronski dozimetri so v poldrugem dnevu ogledov nabrali za 2  $\mu\text{Sv}$  več od naravnega ozadja – pa še to ob bližnjem stiku z vročimi točkami. Moja pasivna dozimetra OSL, od katerih je referenčni ostal v hotelu v Kijevu, sta pokazala enako dozo; torej sem od obiska izključitvene cone Černobil prejel dodatno dozo – nič.

Slabši vtis pusti pogled na starajoče se in propadajoče objekte. Očitno v vzdrževanje elektrarne in sistemov, ki morajo še obratovati, ne vlagajo tako rekoč nič. Minimalno. Kar je res, res nujno. Barva, ki se lušči z zidov, utripajoče neonske sijalke, hlad v hodnikih, manjkajoče ploščice . . . Očitno je, da upravljalci komaj čakajo na suho skladiščenje zgorelega jedrskega goriva in dokončno razgradnjo celotnega kompleksa štirih reaktorjev.

Vodenemu ogledu po notranjosti elektrarne je sledila predstavitev makete 4. reaktorja, pokritega z znamenitim sarkofagom. Sarkofag so zgradili v sedmih mesecih po nesreči z namenom preprečevanja širjenja radioaktivnih snovi, do današnjega dne pa je že dočakal konec svoje projektirane življenjske dobe. Maketa je postavljena v novem poslopju, ob vhodu na območje zgradbe New Safe Confinement (NSC). NSC je največja premična zgradba na svetu, ki so jo novembra 2016 po tirnicah potisnili tako čez uničeni reaktor kot čez sarkofag, katerega vlogo je prevzela. NSC omogoča, da bodo reaktor in druge ostanke 4. bloka elektrarne lahko razgradili nadzorovano in izolirano od okolja.

Nazadnje še beseda o izpraznjenih vaseh in mestih. Ta niso bila samo evakuirana, temveč tudi izropana in zasmetena s tem, kar ni bilo vredno izropati. Tu se mi zdi pomembno postaviti ločnico med posledicami jedrske nesreče in poznejšim ravnanjem ljudi. Morda so pobiralci starih kovin, predvsem bakra, res imeli dovoljenje oblasti. A tu so še posledice vandalizma, nedavno dodani grafiti in – kozmetični popravki. S tem zadnjim merim na predmete, ki so namenoma nastavljeni za ustvarjanje pretresljivih fotografij. Na svežo žagovino drevesa, ki je bilo požagano, da ni v napoto fotografiranju pred panoramskim kolesom v zabaviščnem parku. Na knjigo, ki edina povsem nedotaknjena ždi v jetniški celici policijske postaje. In na dozimetre, z alarmnim nivojem, nastavljenim tako nizko (0,3  $\mu\text{Sv/h}$ ), da nenehno piskajo in umetno ustvarjajo ozračje katastrofe. Da, tudi to je Černobil: turistična atrakcija. Izključitvena cona je za turiste odprta od leta 2011 in lani jo je obiskalo več kot 70.000 obiskovalcev. Ti Ukrajincem prinašajo nekaj zaslužka, morda pa tudi razvedrila v to duhumorno območje.

Nesreča na jedrski elektrarni Černobil je in ostaja močan opomin, naj jedrsko tehnologijo uporabljamo odgovorno. Njena vloga pri proizvodnji velikih količin (električne) energije je preveč pomembna, da bi dolgoročno varno obratovanje smeli zapostavljati zaradi kratkoročnih ekonomskih koristi. To se ne izplača. **◀◀**

dr. Vid Merljak, IJS

Chernobyl, ki je na sporedu od 6. maja 2019. Pregledali so zapise v muzejskem arhivu ter kroje in materiale takratnih uniform. Pripoved bo izhajala iz stališča Valerija Legasova, ki je sodeloval pri raziskovanju vzrokov nesreče in pripravi poročila za IAEA.

Popoldne je sledil drugi kulturni ogled, odšli smo do samostanskega kompleksa Pečersk-Lavra oziroma jamskega samostana. Ustanovljen je bil v istem obdobju kot katedrala sv. Sofije in z njo soobjekt kijevske Unescove dediščine. To je pravo mesto v malem, v katerem še danes živi več kot sto menihov in do danes velja za najpomembnejši pravoslavni samostan. Ker so nas navdušile čokolade Roshen, smo se z njimi ponovno opremili po ogledu.

Dan smo končali z ukrajinsko večerjo skupaj s predstavniki finskega nuklearnega društva in ukrajinskega jedrskega tovarištva, skupaj nas je bilo več kot sto.

V nedeljo smo se utrujeni, veseli ter polni vtisov in novih znanj vrnili domov.

Nesreča v Černobilu je dogodek, ki je bistveno zaznamoval jedrsko industrijo. Zgodila se je zaradi kombinacije več faktorjev, eden od pglavitnih je bil pomanjkanje varnostne kulture. Vse naučene izkušnje so pripeljale do zavedanja, da koncept varnostne kulture ni ključnega pomena samo med obratovanjem, ampak je odločilen na vseh področjih dela skozi celotno življenjsko dobo elektrarne, od zasnove, gradnje, izdelave in vgradnje opreme do regulatornih organov. Vsak od nas je o Černobilu že veliko prebral, kljub temu so šele ogledi elektrarne in krajev znotraj izključitvene cone Černobil pripomogli, da smo dobili dejansko sliko o območju in predvsem o trenutni situaciji tam.

Skupno potovanje je bila tudi priložnost za mednarodno in medkulturno spoznavanje in druženje ter za izmenjavo znanj in izkušenj med člani DJS iz Ljubljane in Krškega iz različnih ustanov in podjetij.

Za podporo se zahvaljujemo podjetjem ZEL-EN, NEK in GEN Energija. <<

Tadeja Polach, GEN Energija

Viri:

<sup>1</sup> CHERNOBYL Assessment of Radiological and Health Impacts, NUCLEAR ENERGY AGENCY, 2002

<sup>2</sup> INSAG-7, A report by the International Nuclear Safety Advisory Group, IAEA 1992

## POMEMBNA VLOGA JEDRSKE ENERGIJE PRI RAZOGLIČENJU ENERGETIKE

ENERGIJA PODPIRA IN OMOGOČA RAZVOJ DRUŽBE, ZATO NE PRESENEČA, DA OB RASTI PREBIVALSTVA IN GOSPODARSTVA V SVETU V ZADNJIH LETIH OPAŽAMO VISOKO RAST RABE ENERGIJE. IZZIV, S KATERIM SE OBENEM SPOPRIJEMAMO, JE, KAKO ENERGETIKO RAZOGLIČITI IN S TEM DOSEČI TUDI RAZOGLIČENJE DRUŽBE. STROKA JE PRI TEM ENOTNA: ZA USPEŠEN PREHOD V NIZKOOGLIČNO DRUŽBO JE NUJNO POTREBNO RAZOGLIČENJE ENERGETIKE. ENERGETIKA SI JE ZADALA, DA DO LETA 2050 DOSEŽE POPOLNO RAZOGLIČENJE (DEEP DECARBONISATION), A S TRENUTNIMI UKREPI SO PREMIKI PREMAJHNI, DA BI POSTAVLJENI CILJ LAHKO DOSEGLI.

Popolno razogljčenje energetike pomeni, da morajo biti izpusti CO<sub>2</sub> povezani s proizvodnjo elektrike, pod 50 g CO<sub>2</sub>/kWh. Iz tega izhaja, da v energetski mešanici prihodnosti ne bo prostora za fosilna goriva, saj so izpusti pri proizvodnji elektrike iz premoga med 700 in 900 g CO<sub>2</sub>/kWh, pri proizvodnji iz zemeljskega plina pa med 400 in 600 g CO<sub>2</sub>/kWh.

V Sloveniji s proizvodnimi enotami pokrivamo skoraj 80 % potreb po električni energiji, preostalih 20 % uvažamo. Največji delež proizvedene električne energije zagotovi jedrska elektrarna, sledijo pa termoelektrarne in hidroelektrarne. Vendar pa električna energija pomeni le manjši del (26 %) končne porabe energije v državi, preostalo energijo porabimo v prometu ter za ogrevanje in hlajenje. To pomeni, da bo poleg ukrepov učinkovite rabe z energijo treba zamenjati tudi energente v prometu, kjer možno rešitev predstavlja električna energija, in pri ogrevanju, kjer so se kot učinkovita rešitev pokazale na primer toplotne črpalke. Manjši premiki v tej smeri se že dogajajo, pri čemer Slovenija sledi trendom v drugih državah. Na primer v Švici električna energija že predstavlja okoli 40 % končne porabe energije, Norveška pa je bila lani prva država, kjer

je električna energija predstavljala več kot 50 % končne porabe energije. Kljub nekaterim dobrim praksam pa se v Evropi spremembe ne dogajajo dovolj hitro, da bi do leta 2050 izpusti CO<sub>2</sub> padli pod 50 g/kWh. Danes približno tako dobre rezultate dosegajo le tiste države, pri katerih v energetski mešanici prevladujeta hidroenergija in jedrska energija (Švedska, Francija in Norveška).

## JEDRSKA ENERGIJA – KLJUČNA ZA RAZOGLIČENJE DRUŽBE

Podatki o poteku razogljčenja energetskih sistemov v preteklosti kažejo, da je imela jedrska energija pomembno vlogo in največje učinke razogljčenja. Za primerjavo, rezultati razogljčenja v Nemčiji so boljši med letoma 1975 in 1985, ko je država dodala več kapacitet jedrskih elektrarn kot pa med letoma 2004 in 2014, ko je dodala vetrne in sončne kapacitete. Zato je pomembno zavedanje, da bo imela jedrska energija v prihodnjih letih, skupaj z OVE, ključno vlogo pri razogljčenju energetskega sistema. Za doseganje ciljev Pariškega sporazuma in omenjenih ciljev glede izpustov CO<sub>2</sub> bosta morali jedrska in hidroenergija leta 2050 predstavljati tretjino celotne proizvedene električne energije v svetu. To pomeni, da do leta 2050 globalno potrebujemo okoli 1.000 GW novih jedrskih kapacitet. Za doseg tega cilja bo treba gradnjo novih jedrskih elektrarn pospešiti, saj je bilo leta 2018 na svetu v omrežje priključenih 9 novih jedrskih elektrarn s skupno močjo 10,4 GW.

Izzivi razogljčenja energetike je bila tema uvodnega predavanja na letošnjem svetovnem gradbenem forumu, ki je potekal v Ljubljani med 8. in 11. aprilom, v skupni organizaciji Svetovne zveze inženirskih organizacij (WFEO), Inženirske zbornice Slovenije (IZS) in Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani (UL FGG). Poudarek letošnje konference je bil na prispevku gradbeništva za doseganje ciljev trajnostnega razvoja, ena od osrednjih tem pa je bila Energija v 21. stoletju, saj je gradnja elektrarn za proizvodnjo nizkoogljčne energije pomemben del na poti k trajnostni družbi. <<

doc. dr. Tomaž Žagar, GEN Energija

## iENERGIJA: SPLETNO RAZISKOVANJE ELEKTRO- ENERGETSKE KRAJINE

V DRUŠTVU ZA KREPITEV ENERGETSKE PISMENOSTI EN-LITE SO LETA 2018 ZAGNALI DIGITALNO, INTERAKTIVNO IZOBRAŽEVALNO-OZAVEŠČEVALNO PLATFORMO iENERGIJA ([www.i-energija.si](http://www.i-energija.si)), KI SPLETNIM OBISKOVALCEM OMOGOČA RAZISKOVANJE STANJA IN TRENDOV, POVEZANIH Z ZANESLJIVOSTJO IN PROŽNOSTJO OSKRBE Z ELEKTRIKO. VKLJUČENA JE TUDI TEMA, POVEZANA Z JEDRSKO ENERGIJO, PRI PRIPRAVI KATERE JE SODELOVAL MATJAŽ ŽVAR IZ NEK.

Kot poudarjajo uredniki iEnergije, izr. prof. dr. Andrej Gubina s Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani, prof. dr. Marko Marhl s Pedagoške fakultete Univerze v Ljubljani in mag. Mojca Drevenšek iz družbe Consensus, je poslanstvo iEnergije pomagati raziskati, kaj pomenita zanesljivost in prožnost pri oskrbi z elektriko in kdo vse ju lahko zagotavlja. Vsebine so obdelane poljudno; z besedilnimi, (info)grafičnimi in videovsebinami na poljuden način prikažejo stanje ter prihodnje izzive. Gre za prvo digitalno izobraževalno-ozaveščevalno orodje v Sloveniji, ki zagotavlja sistemski pogled na stanje in prihodnost oskrbe z elektriko ter vključuje kritična stališča, poglede in ambicije številnih slovenskih strokovnjakov iz celotne elektroenergetske verige (energetskih gospodarskih družb, izobraževalnih, strokovnih, regulatornih, odločevalskih in drugih organizacij).

### ŠIROK NABOR ELEKTROENERGETSKIH TEM

Teme in pripadajoči intervjuji s strokovnjaki, ki so trenutno vključeni v iEnergijo, so (po abecednem vrstnem redu):

- aktivni odjemalci (intervju z dr. Dejanom Paravanom, GEN-I),
- energetika v Sloveniji in svetu:



statistika (Mojca Suvorov, SURS),

- Electricity Map: elektrika in ogljična intenzivnost (predstavitev interaktivnega orodja [www.ElectricityMap.org](http://www.ElectricityMap.org)),
- hidroelektrarne in prožnost (Samo Fekonja, Dravske elektrarne Maribor),
- jedrska energija in zanesljivost obratovanja (Matjaž Žvar, NEK),
- napovedovanje proizvodnje iz OVE (mag. Borut Rajer, Borzen),
- napredni sistemski hranilniki energije (mag. Uroš Salobir, ELES),
- regulator in prožnost (mag. Duška Godina in mag. David Batič, Agencija za energijo) ter
- zanesljivost in obratovanje prenosnega omrežja (Jurij Klančnik in mag. Darko Kramar, ELES).

### iENERGIJA PREDSTAVLJA TUDI VLOGO JEDRSKE ENERGIJE

Jedrska energija je v elektroenergetski krajini iEnergije izpostavljena s svojo zanesljivostjo, ki jo zagotavlja na področju oskrbe z elektriko. Matjaž Žvar, vodja strokovnega usposabljanja v NEK, v intervjuju poudari, da je jedrska energija nizkoogljični vir, ki je skupaj z OVE idealna rešitev v boju proti podnebnim spremembam.

Njegovo glavno sporočilo je, da jedrske elektrarne zagotavljajo stabilnost sistema in zanesljivo oskrbujejo s cenovno ugodno in okolju prijazno elektriko. Predstavljen je tudi pomen NEK v slovenskem elektroenergetskem sistemu.



### PRIHODNJI NAČRTI iENERGIJE

iEnergija je projekt v nenehnem vsebinskem dopolnjevanju, funkcionalni nadgradnji in dodajanju interaktivnosti. Njeni snovalci jo v prihodnje načrtujejo obogatiti s številnimi novimi, aktualnimi vsebinami, predvsem pa so v letošnjem letu pod okriljem Unescovega mednarodnega projekta razvoja OER (Open Educational Resources) osredotočeni na razvoj iEnergije v odprto izobraževalno orodje (OER) na področju energetike.

Več informacij in predstavitev jedrske energije (skupaj z intervjujem z Matjažem Žvarom iz NEK) najdete na digitalni iEnergiji na naslovu: [www.i-energija.si/proizvodnja/jedrska-energija-in-zanesljivost-obratovanja/intervju/jedrske-elektrarne-lahko-zagotavljajo-tako-zanesljivost-kot-tudi-proznost](http://www.i-energija.si/proizvodnja/jedrska-energija-in-zanesljivost-obratovanja/intervju/jedrske-elektrarne-lahko-zagotavljajo-tako-zanesljivost-kot-tudi-proznost)

Simona Sučić, urednica

## VODENJE UPRAVE RS ZA JEDRSKO VARNOST PREVZEL IGOR SIRČ

VLADA REPUBLIKE SLOVENIJE JE 18. 4. 2019 IMENOVALA IGORJA SIRČA ZA DIREKTORJA UPRAVE RS ZA JEDRSKO VARNOST (URSVJ). SVOJ PETLETNI MANDAT JE ZAČEL 1. MAJA 2019.

30. 4. 2019 se je dosednji direktor dr. Andrej Stritar upokojil in s tem končal vodenje URSJV, ki ga je opravljal od 2. 9. 2002. Začetek tega obdobja je bil zaznamovan z uveljavljanjem novega Zakona o varstvu pred ionizirajočim sevanjem in jedrski varnosti (ZVISJV), ki je začel veljati jeseni 2002. Vzporedno je potekalo intenzivno prilagajanje evropskemu pravnemu redu do vstopa Slovenije v EU leta 2004. Veljati je začela tudi meddržavna pogodba med Republiko Slovenijo in Republiko Hrvaško, ki je uredila lastniška razmerja glede Nuklearne elektrarne Krško. Do leta 2010 je URSJV spremljala proces iskanja lokacije odlagališča nizko- in srednjeradioaktivnih odpadkov, od izbire lokacije Vrbine naprej pa je glasno opozarjala na nesmiselne zamude z umeščanjem tega odlagališča v prostor.

URSVJ je skrbno spremljala obratovanje in posodabljanja v Nuklearni elektrarni Krško. Že pred letom 2010 je bila bistveno izboljšana njena protipoplavna zaščita. Leta 2011 med nesrečo v Fukušimi je NEK že vgrajevala tretji dizelski agregat, potreben za povečanje varnosti v primeru jedrske nesreče. Nesreča na Japonskem pa je bila povod najprej za več hitrih izboljšav pripravljenosti na izredne dogodke v NEK, pozneje pa še za zelo obsežne in zahtevne izboljšave, ki bodo bistveno zmanjšale možnost negativnih posledic za okolje v primeru jedrske nesreče.

Dr. Andreja Stritarja so evropski kolegi leta 2007 izbrali za predsedujočega novoustanovljeni skupini visokih predstavnikov za jedrsko varnost držav članic EU, ki se je pozneje preimenovala v ENSREG. Skupino je vodil štiri leta in pol v obdobju, ko so sprejeli novi evropski direktivi o jedrski varnosti in o ravnanju z radioaktivnimi odpadki. Takoj po nesreči v Fukušimi je vodil pripravo evropskih stresnih testov vseh nukleark.

S svojimi dejavnostmi se je URSJV doma in v svetu postopoma uveljavljala kot zgleden



Igor Sirč je na URSJV zaposlen že okoli 20 let, tako da zelo dobro pozna njeno delovanje.

upravni organ, jedrski regulator. Na začetku tega tisočletja smo bili predvsem prejemniki pomoči in nasvetov kolegov z Zahoda, danes pa je vedno več sodelavcev URSJV mednarodno priznanih in nas vabijo po svetu poučevati kolege v drugih državah. V tem obdobju je URSJV tudi vpeljala sistem vodenja, skladen s standardom ISO 9001 in s podobnimi standardi na jedrskem področju.

Prebrodili smo tudi nekaj neprijetnih izzivov. Tako je puščanje hladila iz primarnega kroga NEK junija 2008 sprožilo burno medijsko reakcijo, ko so novinarji iz vse Evrope pridrveli poročati o jedrski nesreči v Sloveniji, ki pa je sploh ni bilo, saj je bila elektrarna varno ustavljena in ni bilo sproščanja radioaktivnosti v okolje. Naslednji velik izziv je bila nesreča na Japonskem, kjer je URSJV predvsem skrbela za korektno obveščanje javnosti. Podobno je bilo med transporti izrabljenega jedrskega goriva iz drugih držav skozi luko Koper v ZDA ali v Rusijo.

URSVJ je v tem obdobju tudi v celoti prevzela upravni nadzor nad uporabo virov ionizirajočih sevanj v industriji in znanosti, uvedla in vodila ustrezne registre in skrbela za posodabljanje zakonodaje v skladu z najnovejšimi evropskimi in svetovnimi standardi.

Igor Sirč je na URSJV zaposlen že okoli 20 let, tako da zelo dobro pozna njeno delovanje in je seznanjen z vsemi njenimi glavnimi izzivi. Kot pravnik je bil glavni nosilec priprave večine zakonov, resolucij, uredb in pravilnikov, ki



Dr. Andrej Stritar je vodenje URSJV opravljal od 2. 9. 2002.

smo jih pripravljali v minulih letih. Zadnja leta je bil vodja Sektorja za pripravljenost na izredne dogodke, kjer je moral izkazati svoje vodstvene sposobnosti in sposobnosti komuniciranja s številnimi zunanjimi deležniki. Tako je pričakovati, da bo URSJV v naslednjem obdobju lahko nadaljevala svoje delo in poslanstvo na podoben način kot do zdaj. Novo vodstvo pa bo zagotovo prineslo tudi nove ideje, ki bodo vodile v nove izboljšave. <<

(objavljeno na [www.ursjv.gov.si/si/info/novica/6075/](http://www.ursjv.gov.si/si/info/novica/6075/))

## DELOVNO SREČANJE O IZZIVIH JEDRSKE IN SEVALNE VARNOSTI

UPRAVA RS ZA JEDRSKO VARNOST (URSVJ) JE V ČETRTEK, 6. DECEMBRA 2018, V IZOBRAŽEVALNEM CENTRU ZA JEDRSKO TEHNOLOGIJO V BRINJU PRI LJUBLJANI ORGANIZIRALA DELOVNO SREČANJE O IZZIVIH JEDRSKE IN SEVALNE VARNOSTI NA TEMO: RAZISKAVE IN RAZVOJ.

URSVJ je želela s srečanjem spodbuditi pripravo strategije raziskav in razvoja na področju jedrske in sevalne varnosti v Sloveniji, s katero bi ugotovili, kje smo z raziskavami in katera raziskovalna področja v Sloveniji je v prihodnje treba razvijati. URSJV si želi podpirati dejavnosti za ohranjanje znanja, kompetenc in tehnološko-znanstvenega vodenja pooblaščenih organizacij za sevalno in



Okrogla miza z naslovom: »Katere raziskave potrebujemo za razvoj jedrske in sevalne varnosti? Kakšna je naša strategija?«

jedrsko varnost. Pred nami so predvsem izzivi, ki jih imamo pri zagotavljanju znanstvene in strokovne podpore pri odločanju v jedrski in sevalni varnosti. Za varno obratovanje posameznega jedrskega objekta je primarno odgovoren njegov upravljavec, za varnost pri izvajanju sevalne dejavnosti pa njen izvajalec. Država mora zagotoviti splošne razmere za varno obratovanje vseh jedrskih objektov in varno uporabo virov sevanja, kot so nadzor, ki ga opravljajo državni organi (npr. URSJV ali Uprava Republike Slovenije za varstvo pred sevanji (URSVS)), in možnosti strokovne presoje o strokovnih vprašanjih o jedrski in sevalni varnosti, ki jih zagotavljajo neodvisni pooblaščenici izvedenci (organizacije). V širšem pomenu je država odgovorna tudi za vzdrževanje in razvijanje splošne ravni stroke na tem področju in za načrtovanje miroljubne uporabe jedrske energije, kamor spadata predvsem raziskovalno delo in izobraževanje na akademski ravni.

Srečanja se je udeležilo 48 udeležencev iz 18 organizacij iz Slovenije. Udeleženci so predstavili svoje raziskovalno delo in težave, ki jih vidijo predvsem pri financiranju pri projektih s področja jedrske in sevalne varnosti. Med predavatelji so bili tudi predstavnik Jedrske elektrarne Krško, Agencije za radioaktivne odpadke ter Ministrstva za izobraževanje, znanost in šport (MIZŠ).

Na koncu delovnega srečanja je bila organizirana tudi okrogla miza z naslovom: »Katere raziskave potrebujemo za razvoj jedrske in sevalne varnosti? Kakšna je naša strategija?« Govorniki na okrogli mizi so bili dr. Andrej Stritar (URSVS), doc. dr. Damijan Škrk (URSVS), dr. Ivan Skubic (MIZŠ),

doc. dr. Tomaž Žagar (GEN Energija, d. o. o.) in prof. dr. Leon Cizelj (Institut Jožef Stefan). Okroglo mizo je vodila dr. Nadja Železnik (Elektroinštitut Milan Vidmar).

Udeleženci smo se strinjali, da je za državo z aktivnim jedrskim programom ključnega pomena vzdrževati ustrezno število strokovnjakov in strokovnih organizacij, ki so sposobne prepoznati vse težave pri zagotavljanju jedrske in sevalne varnosti ter poiskati ustrezne rešitve. Najboljši način za zagotavljanje in vzdrževanje takih znanj sta raziskovalno in razvojno delo. Skupna strategija tovrstnih raziskav in razvoja bi pripomogla k zmanjšanju razpršenosti področij in pripomogla k zagotavljanju ustreznega financiranja. Dogovorili smo se, da si bomo še naprej prizadevali za pripravo skupne strategije. URSJV je začela aktivnosti za pripravo take skupne strategije.

(Podrobnosti o srečanju najdete na spletni strani URSJV). <<

(objavljeno na [www.ursjv.gov.si/si/info/posamezne\\_zadeve/delovna\\_srecanja/delovno\\_srecanje\\_o\\_izzivih\\_jedrske\\_in\\_sevalne\\_varnosti\\_raziskave\\_in\\_razvoj/](http://www.ursjv.gov.si/si/info/posamezne_zadeve/delovna_srecanja/delovno_srecanje_o_izzivih_jedrske_in_sevalne_varnosti_raziskave_in_razvoj/))

## PRVA DRŽAVNA VAJA KIBERNETSKE VARNOSTI V JEDRSKIH OBJEKTIH

JANUARJA JE NA URSJV POTEKALA PRVA DRŽAVNA VAJA KIBERNETSKE VARNOSTI V JEDRSKIH OBJEKTIH KIVA2019. PRI VAJI SO SODELOVALI KLJUČNI DELEŽNIKI V JEDRSKEM SEKTORJU: UPRAVLJAVEC JEDRSKEGA OBJEKTA, UPRAVNI ORGAN ZA JEDRSKO VARNOST, TEHNIČNO-PODPORNE ORGANIZACIJE IN DOBAVITELJI RAČUNALNIŠKE OPREME. POLEG OMENJENIH SO BILI NA VAJI PRISOTNI ŠE ZUNANJI OPAZOVALCI: PREDSTAVNIK VODSTVA FAKULTETE ZA VARNOSTNE VEDE, PREDSTAVNICA MINISTRSTVA ZA NOTRANJE ZADEVE IN PREDSTAVNIK MINISTRSTVA ZA JAVNO UPRAVO – DIREKTORATA ZA INFORMATIKO. VAJA JE NASTALA NA PODLAGI DOLGOLETNIH IZKUŠENJ URSJV NA OMENJENEM PODROČJU IN RAZISKAVE DOKTORSKEGA ŠTUDENTA FAKULTETE ZA VARNOSTNE VEDE SAMA TOMAŽIČA.

Glavni cilj vaje je bil preveriti ustreznost v raziskavi izdelanega modela odziva na kibernetke napade v jedrskih objektih. Z vajo smo preverili obstoječe interne postopke deležnikov, medsebojno komunikacijo, poročanje, ponujanje pomoči in sodelovanje v primeru kibernetkega napada na jedrski objekt.

Vaja je pokazala, da je na tem področju še mnogo izzivov, s katerimi se moramo spoprijeti. Po koncu vaje je sledila podrobna analiza, kjer se je povzelo mnenja vseh udeležencev. Udeleženci so med vajo validirali in verificirali pripravljen model, izpostavili šibke točke in predlagali možne izboljšave. Soglasno je bila prepoznana potreba po harmonizaciji odziva ključnih deležnikov in določitvi ustreznih protokolov. Vsi sodelujoči so vajo pozdravili in si v prihodnje želeli še več tovrstnih dogodkov. Vaja KIVA2019 je dobra odskočna deska za nadaljevanje tovrstnih vaj, saj kibernetki napadi postajajo vedno bolj pogosti in sofisticirani, napadalci pa vedno bolj motivirani in usmerjeni tudi v jedrski sektor. <<

(objavljeno na [www.ursjv.gov.si/si/info/novica/6058/](http://www.ursjv.gov.si/si/info/novica/6058/))

## PODPIS MEMORANDUMA O SOGLASJU Z BELORUSKIM UPRAVNIM ORGANOM

8. NOVEMBRA 2018 JE BIL V SCHAFFHAUSNU V ŠVICI OB ROBU PLENARNEGA ZASEDANJA ZDRUŽENJA WENRA PODPISAN MEMORANDUM O SOGLASJU MED UPRAVO REPUBLIKE SLOVENIJE ZA JEDRSKO VARNOST IN MINISTRSTVOM ZA IZREDNE RAZMERE REPUBLIKE BELORUSIJE O IZMENJAVI INFORMACIJ O JEDRSKI IN SEVALNI VARNOSTI. MEMORANDUM STA PODPISALA DIREKTOR URSJV DR. ANDREJ STRITAR IN GA. OLGA LUGOVSKAYA, VODJA ODDELKA ZA JEDRSKO IN SEVALNO VARNOST (GOSATOMNADZOR) PRI BELORUSKEM MINISTRSTVU ZA IZREDNE RAZMERE.

Memorandum o soglasju je mednarodni akt, sklenjen na ravni upravnih organov obeh držav, ki nima statusa mednarodne pogodbe. Memorandum med slovenskim in beloruskim upravnim organom predvideva sodelovanje in izmenjavo informacij ter izkušenj na področju jedrske in sevalne varnosti vključno z nadzorom radioaktivnih snovi, merjenjem sevanja v okolju, nadzorom naravnih radioaktivnih snovi in ravnanjem z radioaktivnimi odpadki, varnostjo jedrskih naprav, pripravljenostjo in ukrepanjem ob izrednem dogodku, pri prevozu radioaktivnih snovi in odpadkov, izobraževanju ter informacijski in zakonodajni dejavnosti. <<

(objavljeno na [www.ursjv.gov.si/si/info/novica/6052/](http://www.ursjv.gov.si/si/info/novica/6052/))

## SPREJETA NOVA UREDBA O PREVERJANJU RADIOAKTIVNOSTI POŠILJK, KI BI LAHKO VSEBOVALE VIRE SEVANJA NEZNANEGA IZVORA (UV11)

NA UPRAVI REPUBLIKE SLOVENIJE ZA JEDRSKO VARNOST (URSJV) JE BILA PRIPRAVLJENA NOVA UREDBA O PREVERJANJU RADIOAKTIVNOSTI POŠILJK, KI BI LAHKO VSEBOVALE VIRE SEVANJA NEZNANEGA IZVORA, KI JE BILA PO SPREJEMU NA VLADI RS 15. FEBRUARJA 2019 OBJAVLJENA V URADNEM LISTU.

Z uredbo se ureja celovit pravni okvir, s katerim se poskuša preprečiti ali vsaj omiliti neželene posledice, ki jih lahko povzročijo radioaktivni viri, ki niso pod nadzorom. Hkrati pa se v pravni red Republike Slovenije prenašajo nekatera določila iz nove Direktive o osnovnih varnostnih standardih BSS, ki se nanašajo na iskanje virov neznanega izvora. Uredba v osnovi sledi uredbi iz leta 2007. Z novo uredbo pa se širi krog zavezancev, ki bodo morali izvajati meritve, in sicer na upravljalce večjih poštnih centrov, letališč in pristanišč, na izvajalce obdelave odpadne električne in elektronske opreme v obratih za obdelavo te opreme ter na upravljavce centrov za ravnanje s komunalnimi odpadki v teh centrih.

Nova uredba je začela veljati 2. marca 2019, pri čemer se obveznosti za nove izvajalce začnejo uporabljati dvanajst mesecev po uveljavitvi uredbe.

Uredba je na voljo na spletni strani Uradnega lista in na spletni strani URSJV. <<

(objavljeno na [www.ursjv.gov.si/si/info/novica/6065/](http://www.ursjv.gov.si/si/info/novica/6065/))

Novice Uprave RS za jedrsko varnost je zbrala in uredila Anja Grabner.

## PROF. DR. IZTOK TISELJ, SLOVENSKI JEDRSKI STROKOVNJAK, JE IMEL VABLJENO PREDAVANJE NA SREČANJU AMERICAN NUCLEAR SOCIETY, WINTER MEETING 2018, ORLANDO, ZDA

Prof. dr. Iztok Tiselj iz Odseka za reaktorsko tehniko Instituta "Jožef Stefan" in predstojnik katedre za jedrsko tehniko na Fakulteti za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani je 15. 11. 2018 na zimskem srečanju društva jedrskih strokovnjakov v ZDA (American Nuclear Society, Winter Meeting and Expo) predstavil vabljen predavanje z naslovom Direct Numerical Simulation and Wall-Resolved Large Eddy Simulation in Nuclear Thermal Hydraulics. Soavtorja sta dr. Cedric Flageul, sodelavec raziskovalne divizije francoskega energetskega velikana EDF (Electricite de France), ki je v Odseku za reaktorsko tehniko opravil podoktorsko usposabljanje, in doktorski študent Jure Oder. Tema predavanja so najnatančnejši fizikalni modeli in najnatančnejše numerične metode, ki jih danes uporabljamo za simulacije



Prof. dr. Iztok Tiselj, ki je v ZDA imel predavanje z naslovom *Direct Numerical Simulation and Wall-Resolved Large Eddy Simulation in Nuclear Thermal Hydraulics*.

turbulentnih tokov. Poudarek predavanja je bil na uporabi omenjenih modelov in metod v jedrski termohidravliki. Izjemna natančnost omenjenih modelov pa zahteva tudi veliko računsko moč, zato je njihova uporaba v industriji danes še zelo redka. Omenjene raziskave spadajo na področje letos začetega raziskovalnega projekta na Odseku za reaktorsko tehniko IJS, kjer bomo z omenjenimi računskimi metodami in eksperimenti natančno napovedali prenos toplote v obročasti geometriji. Tri četrtnine sredstev za projekt prispeva ARRS, četrtnino pa Nuklearna elektrarna Krško.

Vsem se za omenjeno podporo najlepše zahvaljujemo. Prof. Tiselj je tako prvi slovenski jedrski strokovnjak, ki je imel vabljen predavanje na srečanju American Nuclear Society. <<

(objavljeno na [http://r4.ijs.si/20181120#elf\\_l1\\_Lw](http://r4.ijs.si/20181120#elf_l1_Lw))





Podpisnika sporazuma William D. Magwood IV, generalni direktor NEA (na fotografiji levo), in prof. dr. Leon Cizelj, predsednik upravnega odbora združenja ENEN (na fotografiji desno).

## ENEN IN OECD/NEA STA PODPISALA SPORAZUM O SODELOVANJU PRI SPODBUJANJU IZOBRAŽEVANJA IN USPOSABLJANJA ZA JEDRSKE TEHNOLOGIJE

31. oktobra 2018 sta Evropska mreža za jedrsko izobraževanje (ENEN, [www.enen.eu](http://www.enen.eu)) in Agencija za jedrsko energijo (NEA, [www.oecd-nea.org](http://www.oecd-nea.org)) pri Organizaciji za sodelovanje in razvoj (OECD) podpisala sporazum o sodelovanju na področju izobraževanja, usposabljanja in prenosa znanj o jedrskih tehnologijah.

ENEN in NEA se zavedata, da varna raba jedrskih tehnologij zahteva odlično izobražene in usposobljene kadre. Skupna podpora jedrskemu izobraževanju in usposabljanju bo zato prispevala k zagotavljanju novih generacij strokovnjakov in raziskovalcev, ki bodo za varno rabo jedrskih tehnologij poskrbeli tudi v prihodnosti.

Sporazum sta podpisala William D. Magwood IV, generalni direktor NEA, in prof. dr. Leon Cizelj, predsednik upravnega odbora združenja ENEN (na fotografiji). <<

(objavljeno na [http://r4.ijs.si/?u=20181106-2&m=0#elf\\_11\\_Lw](http://r4.ijs.si/?u=20181106-2&m=0#elf_11_Lw))

## SLOVENSKI FINALE TEKMOVANJA POWERUP!

NA SLOVENSKEM FINALU TEKMOVANJA POWERUP!, KI JE V SKLOPU NAJVEČJEGA TEKMOVANJA ZA INOVATIVNE STARTUPE S PODROČJA ČISTIH TEHNOLOGIJ POTEKAL NA LJUBLJANSKEM GRADU V ČETRTEK, 4. APRILA, JE BIL MED SEMIMI FINALISTI ZA ZMAGOVALCA RAZGLAŠEN SISTEM 2GG (SECOND GENERATION GRID) ZA CELOVITO ZBIRANJE, PRENOS IN OBDELAVO PODATKOV O PORABI ENERGENTOV IN VODE, KI SO GA RAZVILI V PODJETJU DS MERITVE. NA DRUGO MESTO SE JE UVRSTILO PODJETJE SILEO S SVOJIM FOTOVOLTAIČNIM STREŠNIKOM, NA TRETJE PA PODJETJE RIVERTUM S SVOJO TURBINO RIVERTUM.

Zmagovalec slovenskega finala tekmovanja PowerUp! se bo udeležil velikega finala v Krakovu, ki bo 21. maja, in se tam potegoval za denarne nagrade ter za možnost vključitve v InnoEnergyjev prestižni podjetniški pospeševalnik Highway®, ki ponuja dostop do mednarodne mreže potencialnih poslovnih partnerjev in bogatega InnoEnergyjevega znanja ter finančno investicijo v vrednosti do 150.000 evrov. V letošnji peti izdaji tekmovanja PowerUp! bo sicer sodelovalo skoraj 300 start-upov iz 24 držav iz srednje in vzhodne Evrope.

Dogodek, ki ga je moderirala Alenka Žumber Klopčič, direktorica in urednica Energetike.NET, se je začel z energetskim klepetom z dr. Romano Jordan, pomočnico

direktorja Instituta "Jožef Stefan" (IJS) in članico upravnega odbora Evropskega inštituta za inovacije in tehnologijo (EIT) ter nekdanjo evropsko poslanko in še prej jedrsko raziskovalko na IJS, in Francem Bogovičem, častnim pokroviteljem dogodka PowerUp!, evropskim poslancem, nekdanjim ministrom za kmetijstvo in okolje ter nekdanjim županom (jedrske) občine Krško. Poleg Franca Bogoviča je častni pokrovitelj dogodka tudi predsednik RS Borut Pahor.

Za jedrske strokovnjake so morda zanimive besede direktorja direktorata za energijo na ministrstvu za infrastrukturo Hinka Šolinca, ki je na dogodku dejal »*Nemogoče si je predstavljati prihodnost Slovenije brez jedrske energije – najprej pa se bomo morali posvetiti nekaterim vprašanjem, med drugim tudi: ali naj se zgradi ena velika enota ali več manjših.*«

Prispevek je povzet po člankih, objavljenih na portalu Energetika.NET, kjer je na voljo tudi več informacij o dogodku in inovacijah:

Viri:

<sup>1</sup> [www.energetika.net/novice/startup/zmagovalec-slovenskega-finala-tekmovanja-powerup-je-sistem](http://www.energetika.net/novice/startup/zmagovalec-slovenskega-finala-tekmovanja-powerup-je-sistem)

<sup>2</sup> [www.energetika.net/novice/startup/powerup-2019-evropska-unija-dobrim-idejam-namenja-stevilne](http://www.energetika.net/novice/startup/powerup-2019-evropska-unija-dobrim-idejam-namenja-stevilne) <<

Simona Sučić, urednica

## PRIDOBIVANJE DOVOLJENJ ZA ODLAGALIŠČE NSRAO

Z umeščanjem in načrtovanjem odlagališča nizko- in srednjeradioaktivnih odpadkov (NSRAO) se je začelo leta 2004. Leta 2009 pa je Vlada Republike Slovenije potrdila lokacijo Vrbina, Krško kot lokacijo, na kateri bo zgrajeno odlagališče NSRAO, ravno tako je v Državnem prostorskem načrtu potrdila koncept odlaganja. Nato se je nadaljevalo s pripravo vseh potrebnih dokumentov in študij za pridobitev okoljevarstvenega soglasja in gradbenega dovoljenja.

Za načrtovano odlagališče NSRAO pa je bil letos dosežen pomemben napredek v postopku pridobivanja okoljevarstvenega soglasja. V začetku aprila 2019 je ARAO od Uprave Republike Slovenije za jedrsko in sevalno varnost pridobil osnutek predhodnega soglasja o sevalni in jedrski varnosti.

Odlagališče je jedrski objekt in poleg okoljske in gradbene zakonodaje je treba upoštevati tudi jedrsko zakonodajo, zato so postopki za pridobitev dovoljenj zahtevnejši in navadno tudi daljši. Pridobivanje omenjenega soglasja v postopku presoje vplivov na okolje se je začelo leta 2018, ko je Agencija Republike Slovenije za okolje podala vlogo Upravi Republike Slovenije za jedrsko varnost. Predhodno je bilo k obsežni dokumentaciji za izdajo okoljevarstvenega soglasja pridobljeno tudi mnenje pooblaščenca za jedrsko in sevalno varnost. V času izdaje mnenja in osnutka predhodnega soglasja je bila pregledana dokumentacija za pridobitev okoljevarstvenega soglasja, ki obsega Poročilo o vplivih na okolje z oceno obremenjenosti okolja s hrupom, osnutek varnostnega poročila kot del Poročila o vplivih na okolje, projektne osnove in idejne zasnove. Mnenje in osnutek prehodnega soglasja o jedrski in sevalni varnosti predstavljajo potrditev ustreznega načrtovanja jedrskega objekta in pogoj za javno razgrnitev ter nadaljevanje postopka pridobitve okoljevarstvenega soglasja. Del presoje vplivov na okolje je tudi čezmejna presoja. Za ARAO, ki po pooblastilu Republike Slovenije vodi investicijo in državo Slovenijo, so vse to majhni, a hkrati veliki koraki, ki vodijo k pridobitvi vseh dovoljenj za gradnjo in obratovanje odlagališča NSRAO. <<

mag. Sandi Viršek, ARAO

## STROKOVNO IZOBRAŽEVANJE NA MADŽARSKEM

MARCA SO SE SKUPINA ZAPOSLENIH NA ARAO IN DVA PREDSTAVNIKA URSJV UDELEŽILI STROKOVNEGA OBISKA NA MADŽARSKEM. GOSTITELJICA JE BILA MADŽARSKA NACIONALNA AGENCIJA ZA RADIOAKTIVNE ODPADKE PURAM, S KATERO ARAO SODELUJE ŽE VRSTO LET. OBISKALI SMO DVE POVRŠINSKI ODLAGALIŠČI RADIOAKTIVNIH ODPADKOV (RAO), JEDRSKO ELEKTRARNO IN SUHO SKLADIŠČE IZRABLJENEGA GORIVA.

Prvi dan smo obiskali odlagališče RAO v vasi Püspökszilágy, ki je bilo zgrajeno v 70. letih, obratuje pa od leta 1976. Odlagališče je načrtovano za odlaganje institucionalnih radioaktivnih odpadkov, ki ne izhajajo iz proizvodnje jedrske energije (industrija, medicina, raziskave), za celotno državo. Je površinsko odlagališče, ki ga velikokrat



Odlagališče Püspökszilágy je namenjeno odlaganju institucionalnih radioaktivnih odpadkov. Je najstarejše odlagališče na Madžarskem.



Prehodno skladišče sodov z radioaktivnimi odpadki v Bataapáti.

imenujemo tudi radon koncept. Te vrste odlagališče so v preteklosti uporabljale skoraj vse države, ki so bile pod vplivom nekdanje Sovjetske zveze. V površinskih celicah je prostora za 5040 m<sup>3</sup> nizko- in srednjeradioaktivnih odpadkov (NSRAO), na leto jih sprejmejo približno 5–10 m<sup>3</sup>. Poleg odlaganja PURAM zagotavlja tudi druge storitve ravnanja z RAO, kot so prevoz, obdelava in priprava odpadkov ter dolgoročno skladiščenje obdelanih odpadkov, ki ne morejo biti odloženi v to odlagališče. Najpogostejši radionuklidi, ki jih odpadki vsebujejo, so Co-60, Cs-137, Sr-90 in H-3.

Na obisku objekta so nam predstavili koncept odlaganja, dolgoročno skladiščenje nekaterih vrst odpadkov, ki ne bodo odloženi v tem odlagališču, in projekt sanacije že odloženih RAO v odlagališču. Sanacija je potrebna v najstarejših odlagalnih celicah, kjer so pred nekaj desetletji odlagali odpadke. Podobne

težave imajo tudi druge države, ki imajo odlagališča te vrste. Odpadke so namreč v te odlagalne celice odlagali brez predhodne obdelave in priprave, predvsem brez embalaže. Danes ta odlagališča ne dosegajo več zahtev mednarodnih standardov, saj imajo težave s pronicanjem radionuklidov v okolje. Sanacija bo potekala s pomočjo mobilne enote na odlagališču. Trenutno je projekt v fazi postavitve zelo modernega in dragega tehnološkega sklopa opreme. Pred tem so v eni odlagalni celici že opravili testno »vračanje« odloženih RAO. Rezultati so pokazali, da je to izvedljivo, seveda pa jih pri projektu čaka še veliko izzivov.

Razkazali so nam tudi tehnološki objekt za obdelavo in pripravo RAO, kjer smo lahko videli visokotlačno stiskalnico, »vročo celico« ter skladišče RAO in naprav, ki vsebujejo zaprte vire sevanja in so zunaj uporabe.

## PREHODNO SKLADIŠČE SODOV Z RAO V BÁTAAPÁTI

Drugi dan smo obiskali odlagališče Bátaapáti, ki po definiciji IAEA še vedno spada med površinska odlagališča. Načrtovano je za odlaganje NSRAO iz jedrske elektrarne Pakš.

Najprej so nam s predavanji predstavili lokacijo in njen izbor, tehnologijo odlaganja, spremembo koncepta odlaganja in vzpostavljenega monitoringa. Razkazali so nam prehodno skladiščenje sodov z RAO, odlagališče (podzemne galerije) in tehnološki objekt za pripravo končnih odlagalnih enot.

Lokacija za odlagališče v Bátaapátiju je bila izbrana leta 1997, leta 2003 so z geološko študijo potrdili primernost lokacije. Dve leti pozneje so izvedli lokalni referendum, kjer so prebivalci večinsko podprli gradnjo odlagališča. Začel se je postopek pridobivanja okoljskega soglasja in leta 2007 so pridobili Poročilo o vplivih na okolje in gradbeno dovoljenje. Leto dni pozneje so dobili dovoljenje za obratovanje prehodnega skladišča RAO. Leta 2012 so začeli graditi podzemne galerije. Trenutno sta zagrajeni dve, ena je že zapolnjena z odpadki, ena je pripravljena na sprejem odpadkov, v izgradnji sta še dve. Zapolnjena galerija v dolžino meri 90 metrov, leži pa 250 metrov pod površjem. Druga galerija je bila zgrajena že po novem konceptu. Izkazalo se je namreč, da je bilo v prvem konceptu preveč izgub v zmogljivosti prostornine odlaganja, zato so šli v optimizacijo koncepta. Nov koncept je v fazi pridobivanja obratovalnega dovoljenja, zato je odlaganje novih odpadkov trenutno v mirovanju. Optimizacija obsega predvsem zmanjšanje odlagalne enote in drugačno predpripravo galerije. Namesto devetih sodov v betonskem vsebniku bodo po sekcijah odlagali štiri sode v jeklenem vsebniku. Galerija je v novem konceptu pripravljena na način, da je že predpripravljena betonska »celica«, ki je na sprednji strani odprta za dovoz odlagalnih enot. Napolnjeno celico se potem pregradi s steno in vse skupaj zalije z betonom. Zgornji del galerije (rova) bodo zapolnili s posameznimi sodi brez vsebnika in prav tako zalili z betonom. Pri predhodnem konceptu galerija ni imela betonske »celice«. Za pripravo betona za polnjenje vmesnih prostorov bodo uporabljali kontaminirane tekočine iz elektrarne in s tem precej povečali zmogljivosti odlaganja. Priprava odlagalnih enot (štirih sodov v vsebniku) se bo preselila iz odlagališča v elektrarno.

Tretji dan smo obiskali nuklearno elektrarno v



Udeleženci strokovnega obiska pred betonskimi bloki v zapolnjeni galeriji odlagališča Bátaapáti.



Udeleženci strokovnega obiska v prazni galeriji odlagališča Bátaapáti.



Suho skladišče za izrabljeno gorivo. Zaradi potreb po prostoru so ga dogradili in razširili že petkrat.

VIR: WWW.BHK.HU/EN/PHOTO-GALLERY/

# NENE 2019

September 9–12  
PORTOROŽ  
SLOVENIA

## 28th International Conference Nuclear Energy for New Europe

Društvo jedrskih strokovnjakov Slovenije, Institut "Jožef Stefan" in Reaktorski infrastrukturni center vas vabimo na tradicionalno, **28. mednarodno konferenco Nuclear Energy for New Europe – NENE 2019**, vsakoletno srečanje strokovnjakov iz raziskovalnih organizacij, izobraževalnih ustanov, dobaviteljev na področju jedrske energije, javnih služb in regulatorjev.

Konferenca bo od **9. do 12. septembra 2019 v Grand Hotelu Bernardin v Portorožu**.

Na konferenci bodo obravnavane naslednje teme:

- reaktorska fizika, gorivni cikel in raziskovalni reaktorji,
- varstvo pred ionizirajočimi sevanji,
- termohidravlika, računska dinamika tekočin,
- varnostne analize,
- težke nesreče,
- verjetnostne varnostne ocene,
- upravljanje jedrskih elektrarn,
- materiali v jedrski tehnologiji,
- nadzor staranja jedrskih elektrarn,
- novosti v jedrski tehnologiji,
- jedrske elektrarne v nastajanju,
- fuzija,
- izobraževanje in usposabljanje,
- odnosi z javnostmi,
- ravnanje z radioaktivnimi odpadki in razgradnja,
- regulativa – vprašanja in zakonodaja,
- trajnost jedrske energije in
- druge sorodne teme.

Vabimo vas, da nam prek konferenčne spletne strani [www.nss.si/nene2019/](http://www.nss.si/nene2019/) pošljete vaše prispevke z omenjenih področij.

Preliminarni program bo objavljen julija 2019.

Do zdaj imamo potrjeni dve vabljeni predavanji in eno delavnico, in sicer bomo na konferenci NENE2019 gostili:

- **prof. dr. Alireza Haghghata, Virginia Tech**, z delavnico v ponedeljek, **9. septembra 2019**, in z vabljenim predavanjem v torek, **10. septembra 2019**, ter
- **dr. Alastaira C. Lairda, predsednika ENS**, ki nam bo namenil **vabljeno predavanje** v sredo, **11. septembra 2019**.

Aktualne informacije o konferenci:

- [www.nss.si/nene2019/](http://www.nss.si/nene2019/)
- [nene2019@ijs.si](mailto:nene2019@ijs.si)



Paksu in suho skladišče za izrabljeno gorivo. Predstavljen nam je bil koncept sodelovanja in odnosov med agencijo PURAM, ki obratuje oba opisana odlagališča in suho skladiščenje, ter elektrarno, ki je povzročitelj RAO.

Jedrska elektrarna je začela obratovati leta 1982. Ogledali smo si prehodno skladišče NSRAO, prostore, kjer potekata predelava in karakterizacija odpadkov, ter visokotlačno stiskalnico. Pokazali so nam tudi obdelavo tekočih odpadkov in postopek zmanjšanja prostornine koncentrata po stopnjah: izločanje Co-60, ultrafiltracija, izločitev Cs-137 ...

Suho skladišče za izrabljeno gorivo je bilo zgrajeno med letoma 1955 in 1997. Zaradi potreb po prostoru so ga dogradili in razširili že petkrat, trenutno ima suho skladišče 24 modulov. V modulih poteka nenehni radiološki in obratovalni monitoring (pritisk plina, poraba dušika).

Obisk je bil strokovno zelo intenziven, tako rekoč smo si ogledali vse madžarske objekte za ravnanje z RAO. Imeli smo priložnost videti več različnih konceptov odlaganja – radon koncept odlagališča, ki se je z leti pokazal kot neprimeren koncept, in zelo napredno odlagališče v galerijah pod zemljo, ki še vedno velja za vrsto površinskega odlagališča. Impresiven je koncept suhega skladiščenja izrabljenega goriva, ki je tik ob elektrarni in so ga Madžari razvili sami. <<

dr. Špela Mechora, ARAO

JEDRCE Društva jedrskih strokovnjakov Slovenije  
ISSN 1855-2500  
JUNIJ 2019

Izdaja:

Društvo jedrskih strokovnjakov Slovenije  
Jamova 39, 1001 Ljubljana  
Tel: +386 1 5885 450  
Fax: +386 1 5885 377  
Spletni naslov: [www.djs.si](http://www.djs.si)  
E-naslov: [nss@ijs.si](mailto:nss@ijs.si)

Glavna in odgovorna urednica:

Simona Sučić  
e-naslov: [simona.sucic@arao.si](mailto:simona.sucic@arao.si)

Lekotiranje:

Špela Vidmar

Prelom:

Simona Sučić

Fotografija na naslovnici:

avtorica Simona Sučić

Tisk:

Present, d.o.o.

Naklada:

380 izvodov

Brezplačen izvod