

# zaštita okoliša

Uređuje: Vjeročka Vojvodić

## Programi upravljanja radioaktivnim otpadom članica OECD-a/NEA-e

NEA (Nuclear Energy Agency) je specijalizirana agencija Organizacije za ekonomsku suradnju i razvoj (OECD), međuvladine organizacije industrijaliziranih zemalja sa sjedištem u Parizu.

Misija NEA-e je pomoć zemljama članicama u održavanju i daljnjem razvoju, kroz međunarodnu suradnju, znanstvene, tehnološke i zakonske osnove potrebne za sigurnu, za okoliš povoljnu i ekonomičnu uporabu nuklearne energije u miroljubive svrhe. Da bi to postigla, NEA radi putem foruma za razmjenu informacija i iskustava te promicanjem međunarodne suradnje; putem centra izvrsnosti, koji pomaže zemljama članicama ujediniti i unaprijediti svoju tehničku stručnost. Članstvo NEA-e trenutačno čini 29 zemalja u Europi, Sjevernoj Americi i azijsko-pacifičkoj regiji:

Australija	Finska	Irsk	Nizozemska	Švedska
Austrija	Francuska	Italija	Norveška	Švicarska
Belgija	Njemačka	Japan	Poljska	Turska
Kanada	Grčka	Koreja	Portugal	Velika Britanija
Češka	Mađarska	Luksemburg	Slovačka	SAD
Danska	Island	Meksiko	Španjolska	

U tim se zemljama nalazi približno 85 % ukupno instaliranih svjetskih nuklearnih kapaciteta. Nuklearne elektrane u zemljama NEA-e proizvode gotovo četvrtinu električne energije. NEA blisko surađuje s Međunarodnom agencijom za atomsku energiju (IAEA) u Beču, specijaliziranom agencijom Ujedinjenih naroda, kao i s Europskom komisijom. U okviru OECD-a odvija se bliska suradnja s Međunarodnom agencijom za energiju i Upravom za okoliš kao i s drugim institucijama.

## Vrste radioaktivnog otpada

Visokoradioaktivni otpad (*high level waste*, HLW): otpad kod kojeg temperatura može značajno porasti kao rezultat radioaktivnosti, pa se ta činjenica mora uzeti u obzir pri dizajniranju skladišta ili odlagališta.

Sredneradioaktivni otpad (*intermediate level waste*, ILW): otpad čija radioaktivnost prelazi gornju granicu niskoradioaktivnog otpada, ali porast temperature ne mora se uzeti u obzir pri dizajniranju skladišta ili odlagališta.

Niskoradioaktivni otpad (*low level waste*, LLW): radioaktivnost ne prelazi 4 GBq (gigabekerel) od alfa-raspada ili 12 GBq od beta- ili gama-raspada po toni otpada.

Vrlo niskoradioaktivni otpad (*very low level waste*, VLLW): potkategorija LLW-a. Male količine otpada VLLW se mogu odložiti na nespecifična mjesta zajedno s komunalnim, komercijalnim ili industrijskim otpadom u kante za smeće. Pri tome je ukupna aktivnost otpadnog materijala volumena 0,1 m<sup>3</sup> manja od 400 kBq (kilobekerel) ili svakog zasebnog paketa tog otpada manja od 40 kBq. Dodatni je limit propisan za otpad koji sadrži radionuklide <sup>14</sup>C ili tricij.

Veliki volumeni otpada VLLW (masivno odlaganje) s najvećom ukupnom aktivnošću od 4 MBq po toni, se zakopavaju na po-

sebnim mjestima. Dodatni je limit propisan za tricij u otpadu koji sadrži taj radionuklid.

Glavna razlika između tih dviju kategorija otpada je u ukupnom volumenu otpada VLLW. Veliki se volumeni odlažu u zemlju na nekom određenom mjestu.

## Kako Norveška upravlja radioaktivnim otpadom: situacija 2005. (izvještaj za OECD/NEA-u)

Nuklearni program u Norveškoj započeo je 1948. osnivanjem instituta za atomsku energiju (Institut for Atomenergi) i od 1980. poznat je pod nazivom Institutt for energiteknikk (IFE). Glavni je cilj bio započeti s programom nuklearnih elektrana, ali je te iste godine vlada odlučila da nuklearna energija u doglednoj budućnosti nema veći značaj za Norvešku. Ta je odluka donesena u svjetlu vlastitog tehnološkog razvitka kao i ocjene stranih nuklearnih tehnologija. Sukladno tome, nuklearne aktivnosti ostale su u Norveškoj u okviru programa istraživačkih reaktora koji se sastoje od reaktora JEEP II od 2 MW u Kjelleru\* te od reaktora tipa BWR od 25 MW u Haldenu\*\* (HBWR). Prvi je započeo s radom 1967., a drugi 1959.

T a b l i c a 1 – Izvori električne energije u Norveškoj

Energent	Udjel u proizvodnji električne energije
	%
hidroenergija	99,4
plin	0,1
ugljen	0,1
ostali	0,3

Izvor: IEA, 2003

## Izvori, tipovi i količina radioaktivnog otpada

Radioaktivni otpad u Norveškoj nastaje radom istraživačkih reaktora te upotrebom radioaktivnih materijala u medicini, istraživanjima i industriji. Norveško zakonodavstvo nema propisane kriterije za klasifikaciju radioaktivnog otpada, nego se primjenjuju pravila međunarodne agencije IAEA-e opisana u dokumentu "Classification of Radioactive Waste" (SS-No 111-G.1.1).

Većina tog otpada sadrži samo tvari niske ili srednje aktivnosti i sastavljena je uglavnom od kratkoživućih radionuklida kategoriziranih kao radioaktivni otpad niske i srednje razine aktivnosti (LILW). Preostali, manji dio otpada čini dugoživući LILW.

Dodatni dio radioaktivnog otpada odnosi se na potrošeno nuklearno gorivo iz istraživačkih reaktora.

\* Kjeller je smješten oko 20 km sjeverno od Osla

\*\* Halden se nalazi na jugoistoku Norveške, blizu granice sa Švedskom

## Radioaktivni otpad niske i srednje razine aktivnosti

Godišnja stopa rasta radioaktivnog otpada LILW iznosi 120 kontejnera (volumen kontejnera je 210 l). Ukupna količina je krajem 2003. bila 3600 kontejnera ukupne aktivnosti 183 TBq uključujući tricij sa 158 TBq. Taj se otpad nalazi u državnom objektu za kombinirano odlaganje i pohranjivanje otpada LILW u Himdalen,\*\*\* a daljnjih 100 kontejnera smješteno je u objekt unutar IFE-a u Kjelleru.

### Potrošeno nuklearno gorivo

Ukupna količina potrošenog nuklearnog goriva krajem 2003. iznosila je 16,28 tona i čuva se u objektima IFE-a.

## Politika i programi upravljanja radioaktivnim otpadom

### Upravljanje otpadom

Politika Norveške u upravljanju potrošenim nuklearnim gorivom prošla je kroz različite faze razvoja. Tehnologija odvajanje korisnih i ponovno upotrebljivih sastojaka bila je u 1960. u nastajanju. Tada se dio tog otpada iz istraživačkog reaktora JEEP I, koji je bio u funkciji u razdoblju 1951. – 1967. upotrebljavao kao punjenje za eksperimentalni postupak reprocesiranja u Kjelleru. To je postrojenje radilo od 1961. do 1968., a sad je u cijelosti izvan pogona. Ostatak potrošenog goriva iz reaktora JEEP I pohranjen je u Kjelleru, zajedno s potrošenim gorivom iz reaktora NORA, koji je bio u funkciji 1961. – 1968., te iz reaktora JEEP II, koji je još uvijek u pogonu.

Prvi otpad iz HBWR-a pohranjen je u okviru samog objekta, a drugi je bio reprocesiran u Belgiji. Nakon toga potrošeno gorivo se pohranjuje u okviru objekta u Haldenu.

Otpad niske i srednje razine aktivnosti u Norveškoj se kondicionira i pohranjuje u Kjelleru od kada je osposobljen objekt u okviru IFE-a (1948.). Na istom mjestu pohranjuje se i otpad LILW HBWR-a, koji se rutinski prevozi u Kjeller.

Oko 1000 kontejnera otpada LILW je 1970. odloženo, također u Kjelleru, zakopavanjem u 4 m duboke jarke prekrivene glinom. Rasprava o konačnom odlaganju otpada LILW rezultirala je 1999. izgradnjom objekta za kombinirano odlaganje i pohranjivanje tog otpada u Himdalenu, smještenom oko 26 km jugoistočno od Kjellera.

Kondicionirani otpad LILW pohranjen u objektima IFE-a u Kjelleru premješten je u Himdalen, a također je otpad zakopan u Kjelleru ponovno kondicioniran i odložen ili pohranjen u novi objekt. U dokumentima iz 2005. ističe se odluka da se u Himdalenu ne odlaže otpad koji je radioaktivan jer sadrži tehnološki obogaćen prirodno radioaktivan materijal (*technologically enhanced naturally occurring radioactive materials*, TENORM). Dio otpada LILW, uglavnom otpad iz prijašnjih vremena, pohranit će se u dijelu objekta u Himdalenu i čekati konačnu odluku o tome hoće li biti premješten na neko drugo mjesto ili biti zatvoren u kućišta od betona i odložen. Objekt u Himdalenu osmišljen je tako da ima kapacitet dovoljan za otpad do 2030. godine. Prije isteka tog vremena donijet će se odluka o tome hoće li se to mjesto pretvoriti iz mjesta za pohranu u mjesto za odlaganje otpada LILW.

### Programi i projekti

Objekt u Himdalenu za kombinirano pohranjivanje i odlaganje otpada LILW u vlasništvu je Statsbygga, uprave za javno graditeljstvo i dobra, a upravljanje je ingerencija IFE-a. Sastoji se od 4 velike hale ukopane u brdo. Tri hale služe za odlaganje, a četvrta za pohranjivanje otpada. Ukupni kapacitet je 10 000 kontejnera vo-

lumena 210 l. Ukupno se u halama nalazi 3600 kontejnera s otpadom spremljenim od kraja 2003., kada su ispunjene jedna cijela i pola druge hale. Od početka svih aktivnosti pohranjivanja otpada nije bilo incidenata niti protesta javnosti.

### Potrošeno nuklearno gorivo iz istraživačkih reaktora IFE

U prosincu 1999. vlada Norveške je odobrila nastavak rada istraživačkih reaktora u Haldenu i Kjelleru za devet godina. Potrošeno gorivo iz tih reaktora sad je pohranjeno sigurno na odgovarajuće mjesto, ali nije donesena konačna odluka o njihovom dugoročnom pohranjivanju, pa su i javnost i politika fokusirani na taj problem. Sukladno tome, vlada je osnovala neovisnu ekspertnu grupu, koja je nakon rasprave o tim pitanjima izvjestila vladu (krajem 2001.) o strategiji i opcijama za buduću pohranu i odlaganje potrošenog nuklearnog goriva.

Stručnjaci su zaključili da postoji potreba za privremenom pohranom na najmanje 50 godina, ali nisu raspravljali o lokaciji skladišta. Međutim, istaknuli su da procedura određivanja lokacije mora biti transparentna te da mora uključiti sve zainteresirane. Također su rekli da se otpad koji se ne nalazi u kategoriji potrošenog nuklearnog goriva treba pohranjivati u za tu svrhu predviđene objekte kao i da se mora ispitati količina te vrste otpada.

Ekspertna skupina poslala je izvještaj na petomjesečnu javnu raspravu, a komentari su do kraja svibnja 2002. poslani u Ministarstvo trgovine i industrije.

### Istraživanje i razvoj

U vrijeme pripreme dokumenta (2005.) u Norveškoj nije bilo značajnijih istraživanja problematike upravljanja radioaktivnim otpadom. U kasnijoj se fazi ipak moraju poduzeti istraživanja za pronalaženje odlagališta za istrošeno nuklearno gorivo i dugoživiči otpad.

### Razvoj

Kontaminirani sedimenti rijeke Nitelve u blizini IFE-a u Kjelleru uklonjeni su u razdoblju 2000. – 2002. Najzagađeniji dio s povećanom koncentracijom plutonija (100 – 1000 Bq/g) stavljen je u odgovarajuću ambalažu za otpad i odložen u Himdalenu.

## Politika i programi razgradnje i demontaže

### Upravljanje radioaktivnim otpadom

Predviđeno je da se sav otpad LILW proizveden dekontaminacijom i demontažom nuklearnih uređaja IFE-a kondicionira u postrojenju za obradu radioaktivnog otpada u Kjelleru i nakon toga transportira u objekte u Homdalenu.

Potrošeno gorivo iz istraživačkih reaktora pohranjuje se u postojeći, posebno dizajniran objekt u IFE-u sve dok se ne primijene pravila o dugoročnom skladištenju, a IFE je do kraja 2004. izvjestio Norvešku upravu za zaštitu od zračenja (NRPA), o planovima dekomisije te o procjeni proizvedenog otpada.

### Financiranje

Troškovi dekomisije istraživačkih reaktora i drugih nuklearnih objekata financirat će se iz fondova Vlade.

### Prijevoz

Prijevoz radioaktivnog otpada odvija se cestama, a prevoze se:

- u Kjeller radioaktivni otpad iz bolnica, industrije i istraživačkog reaktora IFE-a u Haldenu,
- u Himdalen kondicionirani paketi iz IFE-ova postrojenja za obradu otpada,

\*\*\* Himdalen je smješten oko 40 km istočno od Osla

– ozračeno nuklearno gorivo i eksperimentalno gorivo između Haldena (IFE) i Kjellera.

Direkcija za civilnu zaštitu i planiranje u hitnim situacijama (*Direktoratet for samfunnsikkerhet og beredskap*, DSB) odgovorna je za kopneni prijevoz opasnih tvari. Sigurnosni standardi u nacionalnoj regulativi temelje se na pravilima IAEA o sigurnom transportu radioaktivnih materijala. Za provedbu te regulative odgovorna je uprava za zaštitu od zračenja.

### Kompetentna ministarstva

**Ministarstvo zdravstva** odgovorno je za licenciranje aplikacija. Na temelju preporuke NRPE-a licencije odobrava kralj u državnom vijeću, a legislativu uređuje Ministarstvo.

**Ministarstvo trgovine i industrije** osigurava izvore financiranja za rad istraživačkih reaktora, zaštitu od zračenja, kontrolu okoliša i obradu radioaktivnog otpada u IFE-u kao i za rad objekata u Himdalenu.

**Institut za energetske tehnologije (IFE)**, s objektima u Haldenu i Kjelleru drugi je najveći tehnološki istraživački institut u Norveškoj te je jedini koji upravlja nacionalnim postrojenjem za obradu radioaktivnog otpada u Kjelleru, pogonom za kombinirano odlaganje i pohranjivanje u Himdalenu kao i objektom za skladištenje potrošenog goriva iz istraživačkih reaktora.

**Norveška uprava za zaštitu od zračenja (NRPA)** nalazi se u okviru Ministarstva zdravstva. Predstavlja regulativno tijelo za zaštitu od zračenja, nuklearnu sigurnost i zaštitu kao i za stanje pripravnosti u izvanrednoj situaciji. Također nadzire, radi s aplikacijskim licencijama, dodjeljuje dozvole i izdaje smjernice.

**Uprava za javno graditeljstvo i dobra (Stasbygg)** nalazi se u okviru Ministarstva rada i državne uprave te je vlasnik i graditelj objekta u Himdalenu.

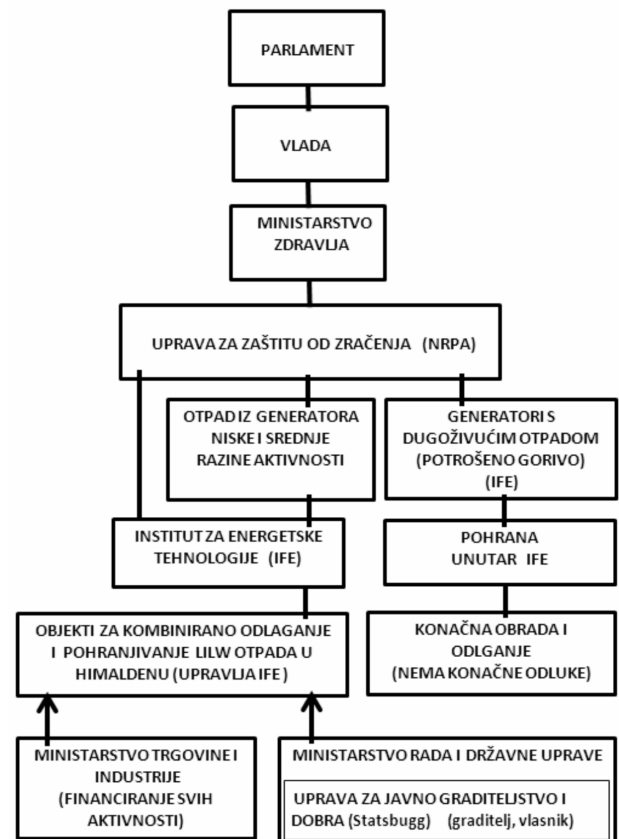
### Financiranje

Ministarstvo trgovine i industrije odgovorno je za financiranje svih aspekata upravljanja radioaktivnim otpadom, a zakonske odredbe za to uređene su putem odluke parlamenta koji se bavi problematikom nuklearne energije i zaštitom od zračenja. Godišnji iznos (2003.) za uobičajene aktivnosti u Kjelleru iznosio je 410 000 €, a za aktivnosti u Himdalenu oko 590 000 €.

### Informiranje javnosti

Norveško zakonodavstvo zahtijeva otvorenost kao i mogućnost aktivnog uključivanja javnosti u cijeli proces upravljanja radioak-

#### TIJELA UKLJUČENA U UPRAVLJANJE RADIOAKTIVNIM OTPADOM U NORVEŠKOJ



ktivnim otpadom. Operator mora osigurati informacije za javnost o procedurama, sigurnosti i svim aspektima okoliša. NRPA osigurava informacije o pravnim aspektima kao i o rezultatima evaluacija i inspekcija.

Dodatne informacije dostupne su na adresama:

NRPA (Norveška uprava za zaštitu od zračenja): <http://www.nrpa.no>

IFE (Institut za energetske tehnologije): <http://www.ife.no>

(Izvor: Radioactive Waste Management Programmes In OECD/NEA Member Countries (Norway) URL: [http://www.oecd-nea.org/rwm/profiles/Norway\\_profile\\_web.pdf](http://www.oecd-nea.org/rwm/profiles/Norway_profile_web.pdf))