



PROJEKT:

Dugoročni pogon Nuklearne elektrane Krško (2023. – 2043.)



NASLOV: **PROJEKT: DUGOROČNI POGON NUKLEARNE
ELEKTRANE KRŠKO (2023. – 2043.)**

DATUM: **Listopad 2021.**

BROJ: **NEK ESD – RP-205**

NARUČITELJ: **Nuklearna elektrarna Krško d.o.o.
Vrbina 12, 8270 Krško**

SASTAVLJAČ: **Nuklearna elektrarna Krško d.o.o.
Vrbina 12, 8270 Krško**

NOSITELJ ZAHVATA: **Nuklearna elektrarna Krško d.o.o.
Vrbina 12, 8270 Krško**

Stanislav Rožman, predsjednik Uprave NEK-a

Saša Medaković, član Uprave NEK-a

SUDIONICI U IZRADI STUDIJE

Autori:

Stanko Manojlović,
vodeći inženjer za potporu dugoročnom pogonu

mag. Ilijana Iveković,
inženjerka za dozvole

Pregledali:

Aleksandra Antolovič,
voditeljica Odjela za analize i dozvole

Janko Cerjak,
stručni suradnik inženjeringa

mag. Božidar Krajnc,
direktor OE Inženjeringa

Odobrili:

Saša Medaković,
član Uprave NEK-a

Stanislav Rožman,
predsjednik Uprave NEK-a

Povijest izmjena

Rev.	Datum izdavanja	Promjene
Rev. 0	4. veljače 2021.	N/A
Rev. 1	22. veljače 2021.	<ul style="list-style-type: none">- promjena naziva projekta (usklađivanje terminologije s praksom i terminologijom IAEA-e i EU-a),- manje izmjene editorijalne prirode (u poglavljima 3.1.2., 3.3., 5.1., 5.2.5., slika 9 i 10 u poglavlju 5.3.2.); ujedinenje s projektom prevedenim na engleski jezik.
Rev. 2	20. rujna 2021.	<ul style="list-style-type: none">- promjene uključuju stvarno stanje postrojenja. Godine 2021. dovršen je niz promjena objekta koje su proizašle iz akcija nakon Fukushimae.
Rev. 3	23. studenog 2021.	<ul style="list-style-type: none">- manji ispravci teksta, usklađivanje terminologije i značenja kratica, ažuriranje referenci,- navedene količine radioaktivnog otpada i istrošenog goriva za istu godinu, kraj 2020. godine.

Kazalo sadržaja

Povijest izmjena.....	4
Kratice.....	6
1. Sažetak.....	9
2. Uvod	10
2.1. Općenito o NEK-u	10
2.2. Dugoročni rad NEK-a u vezi s energetsom budućnošću Slovenije	12
3. Opis postojećeg stanja 2021. godine.....	14
3.1. Lokacija NEK-a, postavljanje u prostor, pregled parcele	14
3.2. Tehnologija NEK-a	19
3.3. Program nadogradnje sigurnosti (PNV).....	34
3.4. Periodični sigurnosni pregled (PSR).....	35
3.5. Neovisni međunarodni stručni pregledi rada elektrane	36
3.6. Program upravljanja starenjem opreme – Aging management program (AMP)	37
3.7. Sustavi vođenja.....	38
3.8. Ključne sigurnosne karakteristike elektrane u 2021. godini	39
4. Opis predviđenih stanja 2043. godine.....	48
4.1. Polazišta.....	48
4.2. Projektne osnove dugoročnog pogona NEK-a.....	52
5. Polazišne točke za procjenu utjecaja dugoročnog pogona NEK-a na okoliš	53
5.1. Polazišna objašnjenja o zahvatu.....	53
5.2. Mogući učinci planiranog zahvata na okoliš.....	53
5.3. Početno stanje i nacrt daljnjeg razvoja za slučaj bez provedbe zahvata (bez produljenja pogonskog vijeka NEK-a, nulta varijanta).....	59
6. Program razgradnje objekta.....	64
7. Grafički prikazi	66
8. Zaključna saznanja	68
9. Reference	69
10. Prilozi:.....	74
10.1. Prilog 1: Popis izdanih građevinskih dozvola.....	74

Kratice

AAF	Alternative Auxiliary Feedwater (eng.), alternativni sistem za polnjenje uparjalnikov (sl.), alternativni sustav za punjenje parogeneratorske opreme
AMP	Aging management program (eng.), Program staranja opreme (sl.), Program upravljanja starenjem opreme
ARRS	Agencije za raziskovalno dejavnost RS (sl.), Agencije za istraživačke aktivnosti Republike Slovenije
ARSO	Agencija Republike Slovenije za okolje (sl.), Agencija za okolje Republike Slovenije
ASI	Alternative Safety Injection (eng.), alternativno varnostno vbrizgavanje (sl.), alternativno sigurnosno ubrizgavanje
BB1,2	Bunkered building 1 or 2 (eng.), utrjena zgradba 1 in 2 (sl.), utvrđeni bunker 1 i 2
BS OHSAS 18001:2007	sistem vodenja varnosti in zdravja pri delu po standardu (sl.), sustav upravljanja zaštitom na radu po standardu
CAMP	Code Applications and Maintenance Program (eng.)
CDF	Core Damage Frequency (eng.), pogostost poškodbe sredice (sl.), učestalost oštećenja jezgre
CSARP	Cooperative Severe Accident Research Program (eng.)
CT3	Cooling Towers (eng.), Hladilni stolp, hladilne celice (sl.), rashladni toranj, rashladne ćelije
CW	Circulating Water System (eng.), sistem obtočne hladilne vode (sl.), sustav protočne rashladne vode
DB	Design Basis Accident (eng.), projektna nesreča (nezgoda) (sl.), projektna nesreća (nezgoda)
DBF	Design Basis Flood (eng.), projektna poplava (sl.), projektna nesreća
DEC TS	Design Extension Conditions Technical Specification (eng.), Tehnične specifikacije za razširjene projektne osnove (sl.), Tehničke specifikacije za proširene projektne osnove
DEH	Digital Electro Hydraulic (eng.)
DG3	Diesel Generator 3 (eng.), sistem dizelskega generatorja 3 (sl.), sustav dizelskog generatora 3
EES	Elektroenergetski sistem (sl.), elektroenergetski sustav
ENSREG	The European Nuclear Safety Regulators Group (eng.)
EPRI	Electric Power Research Institute (eng.)
ETS	Emissions Trading System (eng.), Sistem trgovanja s pravicami do emisij toplogrednih plinov v Evropski uniji (sl.), Sustav trgovanja emisijama stakleničkih plinova u Europskoj uniji
EU	Evropska unija (sl.), Evropska unija
FHB	Fuel Handling Building (eng.), zgradba za ravnanje z gorivom (sl.), zgrada za upravljanje gorivom
GALL	Generic Aging Lessons Learned (eng.)
HTS	High Temperature Seals (eng.), visokotemperaturna tesnila (sl.), visokotemperaturne brtve
IAEA	International Atomic Energy Agency (eng.), vidi MAAE
IEA	International Energy Agency (eng.)
IG	Izrabljeno gorivo (sl.), istošeno gorivo
INPO	Institute of Nuclear Power Operations (eng.)
IPCC	The Intergovernmental Panel on Climate Change (eng.), Medvladni odbor za podnebne spremembe (sl.), Međuvladin panel o klimatskim promjenama
ISEG	Independent Safety Engineering Group (eng.), Skupina za neodvisno oceno varnosti (sl.), grupa za neovisnu procjenu sigurnosti
ISO 14001:2015	Sistem ravnanja z okoljem (sl.), sustav upravljanja okolišem
ISO 45001:2018	Standard za sisteme vodenja varnosti in zdravja pri delu (sl.), Standard za sustave upravljanja zaštitom na radu
JV5	Pravilnik o dejavnihih sevalne in jedrske varnosti (sl.), Pravilnik o čimbenicima radiološke i nuklearne sigurnosti
JV9	Pravilnik o zagotavljanju varnosti po začetku obratovanja sevalnih ali jedrskih objektov (sl.), Pravilnik o osiguravanju sigurnosti nakon početka rada radioloških ili nuklearnih objekata
LOCA	Loss of Coolant Accident (eng.), nesreča z izgubo hladila (sl.), nesreća s gubitkom hladila
LTO	Long Term Operation (eng.), dolgoročno obratovanje (sl.), dugoročni pogon
MAAE	Mednarodna agencija za atomsko energijo, glej IAEA (sl.), Međunarodna agencija za atomsku energiju, vidi IAEA
MD1	Varnostne zbiralke 1 (sl.), sigurnosne sabirnice 1

MD2	Varnostne zbiranke 2 (sl.), sigurnosne sabirnice 2
MOP	Ministrstvo za okolje in prostor (sl.), Ministarstvo okoliša i prostornog uređenja
NEA	Nuclear Energy Agency (eng.)
NEK	Nuklearna elektrarna Krško (sl.), Nuklearna elektrana Krško
NEK MD-2	Sistem vodenja – procesna organizacija (sl.), sustav upravljanja – procesna organizacija
NEPN	Celoviti nacionalni energetske in podnebni načrt Republike Slovenije (sl.), Integrirani nacionalni energetske i klimatski plan Republike Slovenije
NOMIS	Nuclear Operation and Maintenance Information System (eng.)
NSRAO	Nizko- in srednjeradioaktivni odpadki (sl.), nisko- i srednjeradioaktivni otpad
NUMEX	Nuclear Maintenance Experience Information System (eng.)
NZIR	Načrt zaščite in reševanja (sl.), Plan zaštite i rješavanja
OSART	Operational Safety Review Team (eng.)
OE	Operating experience (eng.), obratovalne izkušnje (sl.), pogonska iskustva
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development (eng.), Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj (sl.), Organizacija za gospodarsko sodelovanje i razvoj
OPC	Operativni podporni center (sl.), Centar za operativnu podršku
OSART	Operational Safety Review Team (eng.), Revizijska skupina za operativno varnost pri MAAE (sl.), Revizijska grupa za operativnu sigurnost pri MAAE-u
OVD	Okoljevarstveno dovoljenje (sl.), okolišna dozvola
OVE	Obnovljivi viri energije (sl.), obnovljivi izvori energije
OVS	Okoljevarstveno soglasje (sl.), okolišna suglasnost
PAR	Passive Autocatalytic Recombiners (eng.), pasivne avtokatalitske peči (sl.), pasivne autokatalitičke peči
PB	Pretreatment building(eng.); zgradba sistema filtrirane vode (sl.), zgrada sustava filtrirane vode
PCFVS	Passive Containment Filtering Vent System (eng.), pasivni filtrski sistem (sl.), pasivni filtarski sustav
PDEH	Programmable Digital Electro Hydraulic (eng.)
PGA	Peak Ground Acceleration (eng.), maksimalni pospešek tal na površju (sl.), maksimalno ubrzanje tla na površini
PMF	Probable Maximum Flood (eng.), največja verjetna poplava (sl.), največja vjerojatna poplava
PNV	Program nadgradnje varnosti (sl.), Program nadogradnje sigurnosti
POD	Podaljšanje obratovalne dobe NEK s 40 na 60 let do leta 2043 (sl.), Produljenje pogonskog vijeka NEK-a s 40 na 60 godina do 2043. godine
PP	Predhodni postopek (sl.), prethodni postupak
PSA	Probabilistic Safety Assessment (eng.); vidi VVA
PSR	Periodic Safety Review (eng.), občasni varnostni pregled (sl.), periodični sigurnosni pregledi
PVO	Presoja vplivov na okolje (sl.), procjena utjecaja na okoliš
PW	Pretreatment Water system (eng.); sistem filtrirane vode (sl.), sustav filtrirane vode
PWROG	Pressurized Water Reactor Owners Group (eng.), skupina lastnikov jedrskega reaktorja tlačnovodnega tipa (sl.), grupa vlasnika nuklearnog reaktora tlačnovodnog tipa
RAO	Radioaktivni otpad (sl.), radioaktivni otpad
RETS	Radiological Effluent Technical Specifications (eng.), Radiološke tehnične specifikacije (sl.), Radiološke tehničke specifikacije
RH	Republika Hrvatska (sl.), Republika Hrvatska
RNO	(radiološko) nadzorovano območje v skladu z ZVISJV-1 (sl.), (radiološko) nadzirano područje u skladu sa ZVISJV-1
RS	Republika Slovenija (sl.), Republika Slovenija
RTP	Razdelilna transformatorska postaja (sl.), razdjelna transformatorska stanica
RWSB	Radioactive Waste Storage Building (eng.), zgradba za hranjenje RAO (sl.), zgrada za skladištenje RAO-a
SAMG	Severe Accident Management Guidelines (eng.), smernice za obvladovanje težkih nesreč (sl.), smjernice za upravljanje teškim nesrećama
SBO	Station Blackout (eng.), izguba celotnega izmeničnega napajanja (sl.), prekid cijelog izmjeničnog napajanja
SFDS	Spent Fuel Dry Storage (eng.), suho skladiščenje izrabljenega goriva (IG) (sl.), suho skladištenje istrošenog goriva

SFP	Spent fuel pool system (eng.), bazen za izrabljeno gorivo (sl.), bazen za istrošeno gorivo
SK	Superkompaktiranje (sl.), superkompaktiranje
SOER	Significant Operating Experience Report (eng.)
SSK	Structures, systems and components (SSC, eng.), skupek konstrukcij, sistemov in komponent (sl.), skup konstrukcija, sustava i komponenata
SV	Sanitary Drain System (eng.)
SW	Essential service water system (eng.), sistem bistvene oskrbne vode (sl.), sustav bitne opskrbne vode
TGP	Toplogredni plini (sl.), staklenički plinovi
TPC	Tehnički podporni center (sl.), Centar za tehničku podršku
TS	NEK Technical Specifications (eng.), Tehnične specifikacije NEK (sl.), Tehničke specifikacije NEK-a
Uredba PVO	Uredba o posegih v okolje, za katere je treba izvesti presojo vplivov na okolje (sl.), Uredba o zahvatima na okoliš za koje se mora izvršiti procjena utjecaja na okoliš
USAR	Updated Safety Analysis Report (eng.), posodobljeno varnostno poročilo NEK (sl.), ažurirani sigurnosni izveštaj NEK-a
U.S. NRC	United States Nuclear Regulatory Commission, Upravni organ Združenih držav Amerike (sl.), Regulatorna komisija Sjedinjenih Američkih Država
URSJV	Uprava RS za jedrsko varnost (sl.), Uprava za nuklearno sigurnost Republike Slovenije
VVA	Verjetnostne varnostne analize (sl.), Vjerojatnosne analize sigurnosti, vidi PSA
VZD	Varnost in zdravje pri delu (sl.), zaščita i zdravlje na radu
ZVISJV-1	Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (sl.), Zakon o zaščiti od ionizirajočeg zračenja i nuklearne sigurnosti
ZVO-1	Zakon o varstvu okolja (sl.), Zakon o zaščiti okoliša
WANO	World association of Nuclear Operators (eng.), Svetovno združenje operaterjev jedrskih elektrarn (sl.), Svjetska udruga operatera nuklearnih elektrana
WENRA	Western European Nuclear Regulators Association (eng.), Zveze zahodnoevropskih uprav za jedrsko varnost (sl.), Udruga zapadnoevropskih nuklearnih regulatora
WMB	Waste Manipulation Building (eng.), zgradba za ravnanje z odpadki (sl.), zgrada za upravljanje odpadom
WOG	Westinghouse Owners Group (eng.), Westinghouse skupina jedrskih lastnikov (sl.), Westinghouse grupa nuklearnih vlasnika

1. Sažetak

Nuklearna elektrana Krško d.o.o. (u daljnjem tekstu NEK) s izlaznom snagom od 696 MWe proizvodi oko 38 % ukupne slovenske električne energije, što je oko polovice sve niskougljične električne energije u državi.

Godine 1983. NEK je počeo s komercijalnim radom. U vrijeme izgradnje predviđeni minimalni pogonski vijek objekta bio je četrdeset godina, no u tom razdoblju izvršene su brojne sigurnosne i druge nadogradnje te brojne analize koje pokazuju da je, sa stajališta zaštite klime, smanjenja emisije stakleničkih plinova i napuštanja korištenja fosilnih goriva, u sigurnosnom i ekonomičnom smislu produljenje pogonskog vijeka NEK-a razumno rješenje koje je priznato i drugdje na svijetu. Tako su stvoreni tehnički uvjeti da NEK radi još najmanje dvadeset godina, tj. do kraja 2043.

NEK radi na temelju radne dozvole [3] koja je izravno povezana sa sigurnosnim izvještajem NEK-a [2] koji sadržava sve uvjete i ograničenja za siguran rad. Elektrana trenutno posjeduje valjanu i vremenski neograničenu radnu dozvolu i tehnički je sposobna za rad do 2043. godine, pod uvjetom da se u skladu sa zakonskom regulativom svakih deset godina provede periodični sigurnosni pregled (engl. PSR – Periodic Safety Review) koji potvrđuje upravno tijelo, Uprava Republike Slovenije za nuklearnu sigurnost (u daljnjem tekstu URSJV). Obveza NEK-a je osigurati sve preduvjete za siguran rad elektrane.

NEK radi u skladu sa svim propisima u Republici Sloveniji i pod radnim ograničenjima i uvjetima koji su određeni u ZVISJV-1 i podzakonskim aktima, radnoj dozvoli [3], tehničkim specifikacijama NEK-a (TS [9], RETS-u [11] i DECTS-u [10]), vodopravnim dozvolama ([5], [6] i [7]), okolišnim dozvolama [4] itd. Produženjem pogonskog vijeka NEK će moći raditi daljnjih dvadeset godina, do 2043., unutar istih granica i neće premašiti postojeće zakonske zahtjeve ili ograničenja.

Stalne nadogradnje i promjene koje su realizirane, osiguravaju razinu sigurnosti koja je znatno viša od one u trenutku same izgradnje elektrane. Uz utvrđene sigurnosne standarde i zahtjeve koji su u nuklearnoj industriji mnogo viši nego u bilo kojoj drugoj postojećoj tehnologiji, danas je nuklearna tehnologija najsigurniji način proizvodnje električne energije poznat čovječanstvu [57].

NEK mora u skladu s rješenjem br. 35405-286/2016-42 od 2. listopada 2020. [1], koje je izdala Agencija za okoliš Republike Slovenije (ARSO), dobiti okolišnu suglasnost (OVS) za produljeni pogon od 2023. do 2043. Postupak dobivanja OVS-a provodi se u skladu sa Zakonom o zaštiti okoliša (ZVO-1) [40].

U postupak dobivanja OVS-a potrebno je uzeti u obzir odluke Aarhuške [43] i konvencije Espoo [42], što znači da će biti proveden i postupak prekogranične procjene.

2. Uvod

2.1. Općenito o NEK-u

Nuklearna elektrana Krško d.o.o. (NEK) s izlaznom snagom od 696 MWe proizvodi oko 38 % ukupne slovenske električne energije, što je svrstava u sam vrh slovenskih proizvođača te energije. NEK polovicu proizvedene električne energije izvozi u Republiku Hrvatsku (RH) sukladno međudržavnom ugovoru [30]. Proizvodnja električne energije trajektorija je u području pojasa (tj. konstantni pogon na punoj snazi) i osigurava stabilnost elektroenergetskog sustava. U proizvodnji električne energije NEK ne ispušta stakleničke plinove, što elektranu svrstava među niskouglične proizvodne jedinice. Slovenski dio proizvedene električne energije u NEK-u približno iznosi polovicu sve niskouglične električne energije u državi.

Odluke u skladu s kojima NEK radi su: Suglasnost za početak rada NEK-a, Odluka Republičkog energetskeg inspektorata br. 31-04/83-5 od 6. veljače 1984. godine, Izmjena dozvole za rad NEK-a, Odluka Uprave Republike Slovenije za nuklearnu sigurnost (URSJV) br. 3570-8/2012/5 od 22. travnja 2013. [3] i NPP Krško Updated Safety Analyses Report (u daljnjem tekstu USAR) [2].

2.1.1. Sigurna, pouzdana i konkurentna proizvodnja el. energije

NEK je počeo s komercijalnim pogonom 1983. godine. U vrijeme izgradnje predviđeni minimalni pogonski vijek objekta bio je četrdeset godina, no u tom razdoblju izvršene su mnoge sigurnosne i druge nadogradnje te brojne analize koje pokazuju da je u sigurnosnom i ekonomičnom smislu produljenje pogonskog vijeka razumno rješenje koje je priznato i drugdje na svijetu. Nadogradnjom i provedenim analizama stvoreni su tehnički uvjeti da NEK radi još najmanje dvadeset godina, tj. do kraja 2043.

Pouzdan i siguran rad u svim uvjetima najvažniji je prioritet NEK-a. NEK je od izgradnje proveo niz poboljšanja koja su povećala sigurnost i učinkovitost objekta. Nadogradnjama se održava ili osigurava i ekološka usklađenost proizvodnje. Proizvodni učinci višegodišnjih ulaganja odražavaju se u većoj učinkovitosti proizvodnih procesa, što utječe na povećanje proizvodnje električne energije. Ona se godišnje povećala s 4,5 na 5,45 TWh. Rast povećane proizvodnje može se zahvaliti produženju gorivnog ciklusa na 18 mjeseci, skraćivanju redovitih remonta, preventivnoj zamjeni opreme i modernizaciji radnih procesa. Spomenuti rast proizvodnje, koji u prosjeku iznosi dodatnih 1000 GWh godišnje proizvedene električne energije bez izravne emisije CO₂, jednak je optimalnoj godišnjoj proizvodnji svih osam hidroelektrana na donjoj Savi.

NEK radi sigurno uz najviše ekološke i industrijske standarde.

2.1.2. Nuklearna sigurnost na prvom mjestu

U nuklearnim elektranama sigurnost je uvijek na prvom mjestu. Postojeći međunarodni sigurnosni standardi i zahtjevi u nuklearnoj industriji puno su viši nego u bilo kojoj drugoj tehnologiji proizvodnje električne energije. Kako bi ispunile sve te zahtjeve, nuklearne elektrane imaju ugrađene brojne i raznolike sustave za nuklearnu sigurnost, koji su postigli vrlo visok stupanj pouzdanosti i učinkovitosti tijekom tri generacije razvoja nuklearnih elektrana. Pridržavajući se suvremenih međunarodnih sigurnosnih standarda, nuklearna tehnologija danas je najsigurniji način proizvodnje električne energije za koje čovječanstvo zna [57].

Poštovanje i postizanje sigurnosnih zahtjeva u nuklearnoj industriji podliježe uspostavljenom međunarodnom i domaćem nadzoru u obliku različitih inspekcijskih i ocjenjivačkih međunarodnih misija.

Brojne međunarodne misije, koje se fokusiraju na sve aspekte pogona s najvećim naglaskom na osiguravanje nuklearne sigurnosti, redovito ocjenjuju NEK. Preglede provode: Međunarodna agencija za atomsku energiju (IAEA), Svjetska udruga operatera nuklearnih elektrana (WANO odnosno INPO) i drugi. Nakon WANO-ova sigurnosnog pregleda NEK je izborio mjesto u prvom razredu uspješnosti i tako u svjetskim mjerilima pripada najboljim nuklearnim elektranama.

U posljednjih 10 godina u NEK-u su izvedene sljedeće misije:

Izvanredni pregled sigurnosti (stres-testovi Europske unije) u 2012., IAEA – Topical Peer Review Ageing Management u 2018. godini, OSART – Operational Safety Review Team, koji je provela IAEA u 2017. godini te stručni pregled WANO-a 2014. i 2018. godine.

Izvanredni sigurnosni pregled (stres-testovi Europske unije)

U sklopu stres-testova Europske unije koje je provela Europska komisija nakon nesreće u Fukushima u ožujku 2011. NEK je kao jedina nuklearna elektrana u Europi ostao bez preporuka, što ga je svrstalo u sam vrh europskih elektrana. Rezultati izvještaja pokazali su da je NEK dobro planiran i izgrađen te da zajedno s dodatnom raspoloživom opremom pokazuje visoku razinu pripremljenosti za teške nesreće. NEK je temeljito analizirao izvanprojektnu nesreću i izradio Program nadogradnje sigurnosti (PNV) [25]. PNV je odobrila Uprava za nuklearnu sigurnost Republike Slovenije [26] i uključuje niz poboljšanja i dodatnih sustava za upravljanje izvanprojektnim nesrećama. Prema programu nadogradnje sigurnosti, NEK će biti sigurnosno usporediv s novijim tipovima nuklearnih elektrana koje se danas grade diljem svijeta.

Među najvažnijim sigurnosnim nadogradnjama trenutačno je projekt izgradnje suhog skladišta za istrošeno gorivo. Sustav suhog skladištenja omogućuje prijenos istrošenog goriva u posebne spremnike odnosno kontejnere koji će osigurati pasivno hlađenje i zaštitu od ionizirajućeg zračenja.

Sigurnosni pregled Međunarodne agencije za nuklearnu energiju (OSART)

U 2017. godini Međunarodna agencija za atomsku energiju (IAEA) provela je svoju četvrtu misiju Operational Safety Review Team (OSART). Slovenija je članica IAEA-e, pa Vlada Republike Slovenije mora odobriti formalne procedure, poput pozivanja takve misije. Uprava za nuklearnu sigurnost Republike Slovenije (SNSA) izvještava Vladu o nalazima i podnosi izvještaj misije OSART. U NEK-u su prije toga bile već tri takve misije: 1984., 1993. i 2003. godine.

Članovi misije OSART u izvještaju su naglasili da je NEK nakon njihove misije 2017. godine sustavno analizirao sve dane preporuke i prijedloge te izradio plan korektivnih mjera. Misija OSART zaključila je da poduzete mjere i one koje se provode potpuno slijede preporuke i prijedloge prvotne misije OSART. URSJV dodatnim sastancima i inspekcijama redovito provjerava status provedbe OSART-ovih mjera. Sve su mjere provedene do sredine 2019. godine.

Stručni pregled WANO-a 2014. i 2018. godine

Godine 2014. Svjetska udruga operatera nuklearnih elektrana (WANO) opsežno je pregledala pogon. NEK je dobio najvišu ukupnu ocjenu za nuklearnu sigurnost i pogonsku spremnost. To je bila četvrta takva provjera (prethodne su provedene 1995., 1999. i 2007.).

U posljednjem pregledu 2018. članovi misije istaknuli su pri ocjenjivanju natprosječno visoku realizaciju preporuka iz međunarodnog operativnog iskustva i dostignuća u području sigurnosne kulture, što je skup načela koja usmjeravaju način rada nuklearnih objekata i temelj su njihova sigurnog i stabilnog rada.

Među dobrim praksama koje su primjer ostalim nuklearnim elektranama istaknuli su performanse i kvalitetu cjelovitog simulatora za osposobljavanje operativnog osoblja.

Najviša ukupna ocjena nuklearne sigurnosti i operativne učinkovitosti dodatna je obveza NEK-a da se unaprijedi na području upravljanja, komunikacije, interne politike, radnih očekivanja i suradnje te da tako ispuni sva očekivanja.

2.2. Dugoročni rad NEK-a u vezi s energetsom budućnošću Slovenije

Kako bi se osigurala pouzdana opskrba električnom energijom, u Sloveniji će biti potrebna kombinacija različitih izvora struje koji će po svojoj učinkovitosti i poštovanju prostornih utjecaja na slovenski teritorij biti dovoljni da pokriju predviđenu buduću potrošnju električne energije. Zbog planiranog povećanja elektrifikacije prometa (korištenje električnih vozila), elektrifikacije grijanja (uporaba toplinskih pumpi) te elektrifikacije i ukidanja fosilnih goriva u drugim sektorima, Sloveniji će biti potreban sve veći udio stabilne električne energije. Prema procjenama [14], [15], deficit električne energije u Sloveniji će se povećati (već je nekoliko godina uvoznik električne energije u opsegu približno 20 % potrošnje). Do 2030. u Sloveniji će i uz predviđeni rad NEK-a nedostajati minimalno 1 TWh/god. električne energije, unatoč uzimanju u obzir razvoja tehnologije, znatno učinkovitijeg iskorištavanja električne energije i intenzivnog uvođenja novih obnovljivih izvora energije (OIE). Posljedično tomu Republika Slovenija će morati nedostatak električne energije uvoziti ili osigurati izgradnjom novih elektrana koje se u tako kratkom vremenu ne mogu postaviti u prostor, izgraditi niti pustiti u pogon.

U skladu s Pariškim sporazumom i Okvirnom konvencijom Ujedinjenih naroda o klimatskim promjenama EU je postavio cilj smanjenja emisija stakleničkih plinova za 40 % do 2030. u odnosu na 1990., što je smanjenje emisija stakleničkih plinova za 36 % u odnosu na 2005. godinu. U skladu s Uredbom o obvezujućem godišnjem smanjenju emisija stakleničkih plinova u državama članicama EU-a, Slovenija je do 2030. dužna smanjiti svoje emisije stakleničkih plinova u sektorima koji nisu uključeni u sustav trgovanja emisijama za najmanje 15 % u odnosu na razinu iz 2005. godine. Uz cilj do 2030. uredbom je određena i linearna putanja koja se, s obzirom na fleksibilnost propisanu uredbom, ne smije prekoračiti. Integrirani nacionalni energetski i klimatski plan Republike Slovenije (NEPN) [14] postavlja više ciljeve za smanjenje emisija stakleničkih plinova (ne-ETS) do 2030., tj. za najmanje 20 % u odnosu na 2005. godinu.

Termoelektrane i toplane su u ETS sustavu trgovanja. Cilj smanjenja emisija na razini EU-a do 2030. za ETS je 43 % u odnosu na 2005. godinu. U skladu s ciljevima trebalo bi smanjiti i proizvodnju električne energije iz elektrana na fosilna goriva jer će porast cijene emisije CO₂ diktirati ekonomsku računicu rada tih elektrana. U budućnosti očekujemo zatvaranje elektrana na fosilna goriva koje neće biti konkurentne niskouglijčnim tehnologijama.

U prosincu 2019. Europsko vijeće podržalo je cilj EU-a o klimatskoj neutralnosti za 2050. Sveukupni cilj za smanjenje emisija stakleničkih plinova na razini EU-a se pooštrava, s 40 na 55 % smanjenja emisija u odnosu na 1990. do 2030. godine. Uredba o podjeli tereta postavlja ciljeve država članica za sektor koji nije ETS, rasprava je u tijeku.

U tom je svjetlu od još veće važnosti rad NEK-a koji za pogon ne treba fosilne izvore energije i tijekom pogona ne ispušta stakleničke plinove.

U procesu pripreme NEPN-a, koji postavlja ciljeve, politike i mjere za dekarbonizaciju, energetske učinkovitost, energetske sigurnost, unutarnje energetske tržište i istraživanje, inovacije i konkurentnost za razdoblje do 2030. (s vizijom do 2040.), prihvaćena je odluka da se provede strateška procjena utjecaja na okoliš (CPVO), uključujući procjenu prihvatljivosti za zaštićena područja prirode te OP o okolišu i Dodatak za procjenu prihvatljivosti za zaštićena područja prirode.

U postupku CPVO-a, izvedenom za NEPN, izrađena je studija o okolišu [16] u kojoj su definirani, opisani i ocijenjeni utjecaji na okoliš provedbe plana i moguće alternative, uzimajući u obzir ciljeve i zemljopisna obilježja područja na koja se plan odnosi. Također je procijenjena prihvatljivost utjecaja plana na zaštićena područja. Utvrđeno je da su utjecaji prihvatljivi s obzirom na mjere ublažavanja navedene u planu (NEPN).

Slovenska vlada je 28. veljače 2020. godine, odobrenjem Integriranog nacionalnog energetske-klimatskog plana Republike Slovenije, predvidjela produljenje pogonskog vijeka NEK-a nakon 2023. godine. U oba scenarija (scenarij s postojećim mjerama i scenarij NEPN) predviđena je daljnja proizvodnja električne energije iz NEK-a.

Rezolucijom o Dugoročnoj klimatskoj strategiji Slovenije 2050. (Službeni list Republike Slovenije, br. 119/21) Slovenija si postavlja cilj da do 2050. godine postigne neto nulte emisije odnosno klimatsku neutralnost. Rezolucija kao strateški sektorski cilj za smanjenje emisija stakleničkih plinova i povećanje ponora za energetiku određuje smanjenje emisije stakleničkih plinova do 2050. za 90 do 99 % u usporedbi s 2005. godinom. Među prihvaćenim smjernicama i mjerama do 2030. rezolucija sažima NEPN. U glavnim smjernicama do 2050. određena su područja djelovanja koja će uz mjere učinkovite uporabe energije, kružnog gospodarstva i drugih mjera za smanjenje energetske potrebe Slovenije biti ključna za postizanje cilja klimatske neutralnosti. Među njima je i područje nuklearne energije gdje Slovenija planira dugoročno korištenje te energije.

3. Opis postojećeg stanja 2021. godine

3.1. Lokacija NEK-a, postavljanje u prostor, pregled parcele

NEK se nalazi u općini Krško, jugoistočno od mjesta Krško, u katastarskoj općini Leskovec, na adresi Vrbina 12, Krško, na području dugogodišnje uporabe energije na lijevoj obali rijeke Save. NEK je na zemljopisnoj širini: 45,938210 (sjever) i zemljopisnoj dužini: 15,515288 (istok), odnosno 455617,556 (sjever) i 153055,037 (istok) po WGS-84 koordinatama i po Gauss-Krugerovim koordinatama $x = 88353,76$ m i $y = 540326,67$ m.

Kada je Krško polje postalo moguća lokacija za nuklearnu elektranu, prva istraživanja provela je radna skupina Poslovne udruge energetike Slovenije od 1964. do 1969. Investitori prve nuklearne elektrane bili su Savska elektrarna Ljubljana i Elektroprivreda Zagreb, koje su s investicijskom grupom obavile pripreme radove, natječaj i odabrale najpovoljnijeg ponuđača.

U kolovozu 1974. investitori su sklopili ugovor s američkim poduzećem Westinghouse Electric Corporation za nabavu opreme i izgradnju nuklearne elektrane snage 632 MW. Projektant je bilo poduzeće Gilbert Associates Inc., izvođači radova na gradilištu su domaća poduzeća Gradis i Hidroelektra, a montažu su izveli Hidromontaža i Đuro Đaković.

Prvog prosinca 1974. godine položen je kamen temeljac za Nuklearnu elektranu Krško. U veljači 1984. NEK je dobio dozvolu za redoviti rad [3].

Područje ima dobru cestovnu i željezničku povezanost jer je u blizini križanja regionalnih cesta i u neposrednoj blizini željezničke pruge. Najbliža stambena naselja nalaze se sjeveroistočno (objekti u Spodnjem Starom Gradu), na udaljenosti od cca 700 m, sjeverno (objekti u Spodnji Libni) na udaljenosti od cca 850 m i cca 1,4 km jugozapadno (Žadovinek) od lokacije planiranog zahvata.

Najbliži dječji vrtići (Vrtec Dolenja Krško, Vrtec Krško) više su od 2 km sjeveroistočno i sjeverozapadno, najbliža osnovna škola (Osnovna škola Leskovec pri Krškem) cca 2,6 km zapadno i najbliža srednja škola (Školski centar Krško-Sevnica) 2,2 km sjeverozapadno od lokacije NEK-a. Dom za starije osobe Krško udaljen je više od 2 km od lokacije.

Teren je ravan i na lokaciji zahvata je na nadmorskoj visini od cca 155 m.

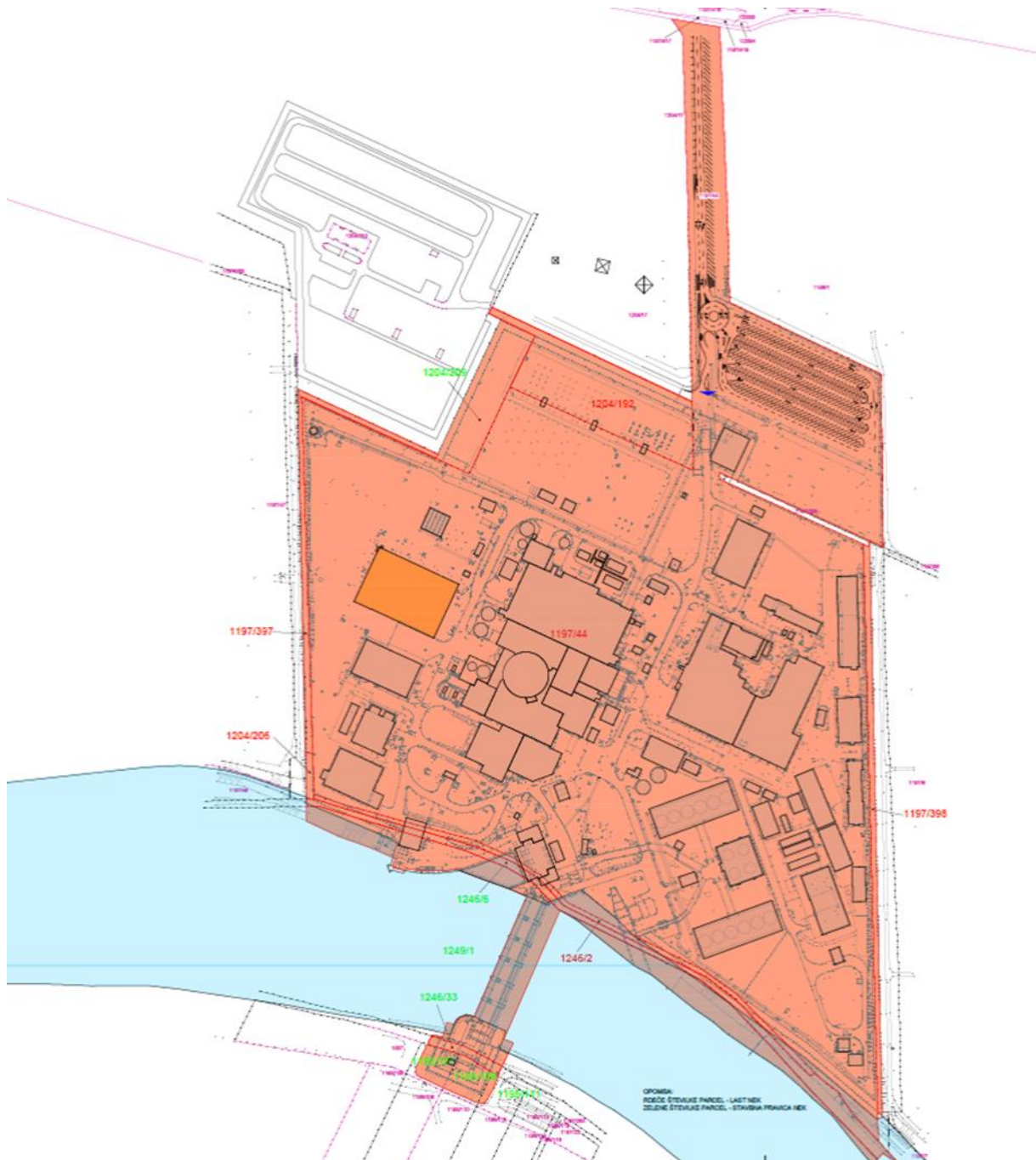
Sjeverno od predmetne lokacije djeluju sljedeće proizvodne tvrtke:

- SECOM d.o.o., glavna djelatnost: 22.230 (Proizvodnja proizvoda od plastičnih masa za graditeljstvo);
- GEN energija d.o.o., glavna djelatnost: 64.200 (Djelatnosti holding društava);
- GEN-I d.o.o., glavna djelatnost: 35.140 (Trgovanje električnom energijom);
- Saramati Adem, d.o.o., glavna djelatnost: 41.200 (Gradnja stambenih i nestambenih zgrada).

Istočno od predmetne lokacije djeluju:

- KOSTAK d.d., centar za upravljanje otpadom (IED Naprava), glavna djelatnost: 36.000 (Skupljanje, pročišćavanje i distribucija vode).

Na udaljenosti 800 – 2000 m od predmetne lokacije nalaze se tri IED naprave VIPAP VIDEM KRŠKO d.d., KRKA d.d. i KOSTAK d.d. (IED naprava je naprava koja može uzrokovati zagađenje većeg opsega). Na području Krškog trenutno nema većih ili manje rizičnih postrojenja (Seveso).



Slika 1: Područje procijenjenih objekata

OPOMBA	NAPOMENA
RDEČE ŠTEVILKE PARCEL – VLASNIK NEK	CRVENE BROJKE PARCELA – VLASNIK NEK
ZELENE ŠTEVILKE PARCEL – STAVBNA PRAVICA NEK	ZELENE BROJKE PARCELA – PRAVO GRAĐENJA NEK

Područje procjene utjecaja obuhvaća sljedeće brojeve parcela u katastarskoj općini 1321 Leskovec:

- parcele u vlasništvu NEK-a: 1197/44, 1204/192, 1197/397, 1246/2, 1197/398 (djelomično) i 1204/206 (djelomično)
- dijelovi parcela na kojima NEK ima stambeno pravo: 1204/209, 1246/6, 1249/1, 1246/33, 1195/107, 1195/109, 1195/111

Prostorno NEK uređuje Plan prostornog uređenja Nuklearne elektrane Krško (Službeni list SRS-a, br. 48/87, Službeni list Republike Slovenije, br. 59/97, i Službeni list Republike Slovenije 21/2020.).

3.1.1. Seizmička sigurnost

Projektna načela 10 CFR 100 App. A, koja su korištena tijekom projektiranja i izgradnje NEK-a, zahtijevaju da se zgrade, komponente i sustavi važni za nuklearnu sigurnost projektiraju i grade tako da budu otporni na potres, što je također u skladu sa slovenskim zakonodavstvom (Pravilnik JV5, [69]). Zgrade i sustavi NEK-a projektirani su tako da budu otporni na potres u skladu s RG 1.60. Prvobitno je razmatran projektni potres za sigurno zaustavljanje elektrane (SSE) s maksimalnim ubrzanjem tla („peak ground acceleration“ odnosno PGA) na razini temelja od 0,3 g, pri čemu su sve zgrade projektirane uz pretpostavku da je temelj na površini, što se pokazalo kao vrlo konzervativna pretpostavka. To je jedna od ključnih pretpostavki koja omogućava visoku seizmičku sigurnost NEK-a, što je već dokazano u sklopu seizmičke vjerojatnosne analize sigurnosti [75].

Nakon završetka opsežne seizmičke vjerojatnosne analize sigurnosti [75], koja je uključivala i analizu seizmičke opasnosti lokacije NEK-a, u neposrednoj blizini elektrane provedena su opsežna dodatna geološka, geotehnička i seizmološka istraživanja u sklopu lokacije NSRAO-a i JEK2. Ta istraživanja usmjerena su na pojedine geološke strukture (seizmičke izvore i rasjede) radi boljeg razumijevanja seizmičko-tektonske strukture Krške kotline i smanjenja nesigurnosti u ulaznim podacima za određivanje seizmičke opasnosti lokacije i pružanje temelja za procjenu mogućih rasjeda (tzv. capable fault). U sklopu preliminarnih zaključaka ovih multidisciplinarnih istraživanja koja su provedena na širem području lokacije za postavljanje JEK2 od 2008. [76], [77] nije dana osnova koja bi upućivala na sposobnost rasjeda ili geoloških struktura koji bi mogli trajno deformirati površinu lokacije tijekom potresa (tzv. capable faults), odnosno nije bilo novih saznanja koja bi bitno promijenila postojeću procjenu seizmičke opasnosti lokacije NEK-a koja je napravljena 2002. – 2004. nakon prethodnih 10-godišnjih istraživanja [78].

Stres-testovima Nuklearne elektrane Krško [20] dokazano je da su ubrzanja tijekom potresa, za koja se može očekivati da će utjecati na objekte i sustave elektrane, znatno veća od projektnih ubrzanja, što potvrđuje visoku nuklearnu i seizmičku sigurnost nuklearnih objekata NEK-a. Dodatno je poslije povećana seizmička i nuklearna sigurnost osiguravanjem mobilne opreme i priključaka za nju, izgradnjom trećeg dizelskog generatora DG3 i provedbom programa nadogradnje sigurnosti elektrane. Sve nove zgrade i sustavi koji se uvode u sklopu programa sigurnosne nadogradnje na glavnom nuklearnom otoku projektirani su za maksimalno ubrzanje tla na površini, što je dvostruko veće od projektnog ubrzanja na temelju postojećih objekata i sustava NEK-a (tj. 0,6 g). Nove zgrade i sustavi izgrađeni izvan glavnog otoka (posebno utvrđena sigurnosna zgrada, novi centar tehničke podrške) kao i suho skladište istrošenog nuklearnog goriva, u izgradnji, projektirani su tako da su seizmički otporni već za 30-postotno povećanje ubrzanja projekta na površini (0,78 g), čime se osigurava uzimanje u obzir mogućih nesigurnosti u analizi seizmičke opasnosti. Prema analizi seizmičke opasnosti lokacije NEK-a [76], očekuju se potresi s ubrzanjem (PGA) od 0,56 g s povratnim razdobljem od 10 000 godina.

Izveštaj o stres-testovima daje procjenu seizmičke granice na kojoj bi se dogodilo oštećenje jezgre, zaštitne zgrade i tzv. cliff edge efekta. Maksimalna ubrzanja tla pri kojima bi se mogla oštetiti jezgra reaktora procijenjena su u rasponu od 0,8 g peak ground acceleration (PGA). Ubrzanja tla pri kojima bi moglo doći do ranih velikih ispusta trebala bi biti veća od 1 g PGA. Naknadni filtrirani ispusti mogu se pojaviti u rasponu ubrzanja tla između 0,8 i 0,9 g. Integritet bazena istrošenog goriva ne bi bio ugrožen do ubrzanja tla većih od 0,9 g [20]. Seizmičke analize pokazale su da su potresi s PGA većim od 0,8 g na lokaciji nuklearne elektrane vrlo rijetki i da imaju očekivano vrijeme povratka procijenjeno na više od 50.000 godina [20].

Sukladno američkim regulatornim smjericama, NEK ima ugrađenu seizmičku instrumentaciju (11 senzora) za detekciju seizmike koja omogućuje usporedbu spektra odgovora (izračunatih iz izmjerenih akcelerograma) s projektnim spektrima odgovora za pojedinačne lokacije senzora. U slučaju da maksimalno ubrzanje tla na otvorenoj površini prijeđe vrijednost od 0,01 g, senzori bilježe seizmičko kretanje tla. U tom slučaju se nakon potresa pregledavaju svi vitalni dijelovi elektrane. U slučaju da intenzitet potresa, izražen maksimalnim ubrzanjem tla na slobodnoj površini, prijeđe polovicu maksimalnog projektnog ubrzanja, elektrana se zaustavlja i ponovno pokreće tek nakon potvrde da nema oštećenja na zgradama, sustavima ili opremi kao posljedice potresa.

3.1.2. Poplave

Zaštita od poplava provedena je već tijekom planiranja elektrane i izgradnje nasipa rijeke Save uzvodno i nizvodno od elektrane. Ulazi i otvori zgrada izgrađeni su iznad nadmorske visine predviđenih poplava u razdoblju od deset tisuća godina. Elektrana je sigurna u slučaju projektom predviđene poplave, čak i bez zaštitnog nasipa.

Osim od projektom predviđene poplave (DBF), elektrana je također zaštićena od najvećih vjerojatnih poplava (PMF) s odgovarajućim projektom međustruktura između rijeke Save i vanjskih uređaja te sa zaštitnim nasipom za zaštitu od prodora vode u područje.

U slučaju izrazito jake lokalne kiše i nevremena prostor je zaštićen osnovnim dizajnom i ugrađenim sustavom odvodnje. Više informacija možete pronaći u stres-testovima [20]. Poplavna sigurnost objekata NEK-a također je osigurana u slučaju kvara brana na uzvodnim hidroelektranama.

Projektna poplava (DBF)

NEK je projektiran protiv poplava s učestalošću od 0,01 % godišnje (poplave s povratnim razdobljem od 10.000 godina određene su na temelju hidroloških podataka za razdoblje od 1926. do 2000.). Procijenjeni maksimalni protok rijeke Save u slučaju ove poplave iznosi 4790 m³/s, što odgovara visini od 155,35 metara iznad Jadranskog mora (m n. v.). Visina ploče na kojoj se nalazi NEK iznosi 155,20 m n. v. Zgrade u NEK-u, smještene u središtu područja, vidljive na slici (Slika 2), imaju ulaze i otvore iznad visine od 155,50 m n. v. Time se osigurava da u slučaju propadanja nasipa uz rijeku Savu voda ne prodre u zgrade.

Najveće vjerojatne poplave (PMF)

Osim od projektnih poplava (10.000-godišnje povratno razdoblje), NEK je zaštićen od najvećih vjerojatnih poplava (PMF) u kojima maksimalni protok rijeke Save doseže 7081 m³/s. PMF predstavlja hipotetičku poplavu koja se smatra najgorom razumno mogućom na temelju korištenja vjerojatnih najvećih oborina i drugih hidroloških čimbenika koji uzrokuju najveće izlivanje vode, kao što su uzastopne oluje i istovremeno otapanje snijega. Visina PMF-a s protokom od 7081 m³/s na brani NEK-a iznosi 155,61 m n. v. [2]. NEK je od PMF-a zaštićen protupoplavnim nasipima.

„Cliff edge efekt“ za poplave procjenjuje se na protocima rijeke Save koji su 2,3 puta veći od projektne 10.000-godišnje poplave i 1,7 puta veći od PMF-a. Godišnja vjerojatnost za protoke tih veličina procijenjena je na manje od 10⁻⁶ [20].

Kronologija poboljšanja zaštite od poplave NEK-a od 2010. godine nadalje

U 2010. godini u studiji „Preparation of new revision of PMF study and Conceptual design package for flood protection“ (FGG, 2010.) [79], na temelju većeg broja nepovoljnih scenarija oborina, postavljen je PMF na visini od 7081 m³/s u skladu sa standardom ANSI/ANS-2,8-1992 (ANS, 1992).

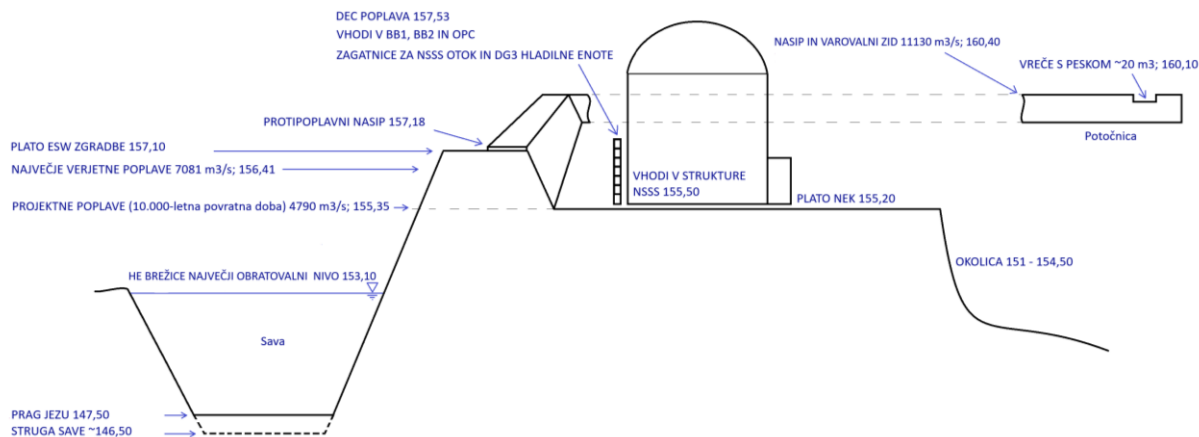
Na temelju te procjene PMF-a, NEK je 2012. godine podigao protupoplavne nasipe uz Savu u dužini od 1430 m i na Potočnici u dužini od 460 m, čime je omogućena dodatna sigurnosna visina od najmanje 75 cm glede studije A. Kota nasipa kod Potočnice podignuta je na 159,90 m nadmorske visine uz Savu, razina nasipa pala je između 158,82 m nadmorske visine na novom cestovnom kružnom toku do 157,18 kod brane NEK-a.

Prema rezultatima studije NEKSIS-A200/081D: „NEK – Mjere održavanja poplavne sigurnosti NEK-a, Studija varijanti, revizija B (IBE, kolovoz 2015.)“, [80] zbog nesigurnosti hidrauličnog modela kojim su provjereni utjecaji izgradnje HE Brežice i drugih infrastrukturnih uređenja na rijeci Savi i uz nju na sigurnost NEK-a pri iznimno velikim protocima, bilo je potrebno poduzeti dodatne mjere za poboljšanje poplavne sigurnosti NEK-a.

U 2018. godini, na temelju analize studije NEKSIS-A200/081D [80], drugi su put rekonstruirani protupoplavni nasipi uz Savu i Potočnicu. Kota obrane od poplave uz Potočnicu podignuta je za 0,5 m izgradnjom parapetnog zida na nasipu, na sadašnju razinu zaštite od 160,10 m n. v. Na nasipu uz Savu izvršena je samo mala korekcija visine od 10 cm u dužini od 100 m.

Za tako povišene nasipe izračunat je protok Save pri kojem razina doseže krunu obrane od poplava. Taj protok je 11.130 m³/s.

Prije izgradnje akumulacije HE Brežice tok pri kojem bi se Sava prelijevala iznosio je 10.600 m³/s.



Slika 2: Zaštita od poplava

DEC POPLAVA 157,53	DEC POPLAVA 157,53
VHODI V BB1, BB2 IN OPC	ULAZI U BB1, BB2 I OPC
ZAGATNICE ZA NSSS OTOK IN DG3 HLADILNE ENOTE	TALPE ZA NSSS OTOK I DG3 RASHLADNE JEDINICE
NASIP IN VAROVALNI ZID 11130 m ³ /s; 160,40	NASIP I ZAŠTITNI ZID 11130 m ³ /s; 160,40
VREČE S PESKOM ~20 m ³ ; 160,10	VREČE S PIJESKOM ~20 m ³ ; 160,10
Potočnica	Potok Potočnica
PROTIPOPLAVNI NASIP 157,18	PROTIPOPLAVNI NASIP 157,18
PLATO ESW ZGRADBE 157,10	PLATO ESW ZGRADE 157,10
NAJVEĆJE VERJETNE POPLAVE 7081 m ³ /s; 156,41	NAJVEĆJE VJEROJATNE POPLAVE 7081 m ³ /s; 156,41
PROJEKTNE POPLAVE (10.000-letna povratna doba) 4790 m ³ /s; 155,35	PROJEKTNE POPLAVE (povratni period 10.000 godina) 4790 m ³ /s; 155,35
VHODI V STRUKTURE NSSS 155-50	ULAZI U STRUKTURE NSSS 155-50
PLATO NEK 155,20	PLATO NEK 155,20
OKOLICA 151 - 154,50	OKOLICA 151 - 154,50
HE BREŽICE NAJVEĆJI OBRATOVALNI NIVO 153,10	HE BREŽICE NAJVEĆI POGONSKI NIVO 153,10
Sava	Sava
PRAG JEZU 147,50	PRAG BRANE 147,50
STRUGA SAVE ~146,50	KORITO SAVE ~146,50

3.1.3. Ostali ekstremni vremenski uvjeti

NEK je pripremio tehnički izvještaj Screening of External Hazards [58] u kojem je dokumentiran pregled vanjskih opasnosti, odnosno svih vanjskih opasnosti osim potresa i svih ostalih opasnosti koje nisu obuhvaćene unutarnjim događajima, unutarnjim poplavama, unutarnjim požarima i pucanjem visokoenergetskih cijevi.

Vanjske opasnosti uključene u ispitivanje preuzete su iz izvještaja EPRI – Identification of External Hazards for Analysis in WENRA Issue T: Natural Hazards, Guidance Document [59].

Pregledom vanjskih opasnosti utvrđeno je da su u analizama i postupcima NEK-a sve vanjske opasnosti propisno uzete u obzir, stoga izmjene postojećeg modela vjerojatnosnih analiza sigurnosti (eng. PSA) nisu potrebne.

Sve vanjske opasnosti (osim zrakoplovnih nesreća, vanjskih poplava, jakih vjetrova, leda i ekstremnih suša koje su kvantitativno procijenjene) pregledane su i analizirane prema određenim kriterijima i zato nisu zahtijevale posebnu daljnju procjenu njihova kvantitativnog utjecaja na učestalost oštećenja jezgre (CDF). U NEK-u ESD-TR-18/16, Screening of External Hazards [58], definirana su 104 vanjska događaja. Projektne vrijednosti, odnosno zaštita od važnih ekstremnih vremenskih uvjeta opisana je u sljedećoj tablici.

Tablica 1: Ekstremni vremenski uvjeti

Ekstremni vremenski uvjeti	Projektne vrijednosti
Snažan vjetar	Zaštitne zgrade su projektirane za vjetrove do 140 km/h. Prošireni projektni uvjeti zahtijevaju otpornost novog DEC SSK na jake vjetrove s maksimalnom brzinom do 240 km/h.
Ekstremne temperature (niske, visoke)	Projektna zaštitna oprema i zgrade dizajnirane su za temperature od -28 do 40 °C. Novonadograđena DEC sigurnosna oprema i zgrade dizajnirane su za niže/više vanjske temperature (-35,1 / +46 °C).
Udar groma	NEK-ova zaštita od udara groma predviđena je za povratno razdoblje od 10.000 godina (amplituda struje do 400 kA; specifična gustoća udara 1,4 km ² /god.).
Snijeg i susnježica	NEK-ovi konstrukcije i sustavi građeni su na visokim opterećenjima (od 120 do 375 kg/m ²).

3.2. Tehnologija NEK-a

NEK proizvodi toplinu fisijom jezgri uranija u reaktoru. Reaktor se sastoji od reaktorske posude s gorivnim elementima koji čine jezgru. U primarnom krugu kroz reaktor kruži pročišćena voda s dodatkom borove kiseline. Voda pod tlakom odvaja oslobođenu toplinu u parogenerator. U parogeneratorima na sekundarnoj strani nastaje para koja pokreće turbinu, koja zatim pokreće električni generator. Nakon što para izađe iz turbine, kondenzira se u kondenzatoru hlađenom vodom iz Save. Kondenzat se zatim pumpa natrag u parogenerator gdje ponovno isparava. Voda iz Save teče kroz kondenzator (tj. tercijarni krug) gdje se kondenzira para i ispušta višak energije u rijeku Savu. Sva oprema reaktora i pripadajućeg primarnog rashladnog kruga je u zgradi reaktora, koja se zbog svoje funkcije naziva i zaštitna zgrada.

Reaktorska je posuda, u kojoj su gorivni elementi, tijekom rada čvrsto zatvorena i pod visokim tlakom. Za planiranu izmjenu goriva elektrana se mora zaustaviti i ohladiti. Razdoblje između dvije izmjene goriva naziva se gorivni ciklus koji u NEK-u traje 18 mjeseci. Na kraju svakog gorivnog ciklusa istrošeni gorivni elementi se zamjenjuju novima. Gorivni element u principu ostaje u jezgri najmanje dva gorivna ciklusa.

3.2.1. Primarni krug

Primarni krug se sastoji od: reaktora, parogeneratora, reaktorskih pumpi, tlačnika i cjevovoda.

Toplina koja se otpušta u jezgri reaktora zagrijava vodu koja kruži u primarnom krugu. Toplina vode se preko stijenka cijevi u parogeneratorima prenosi na vodu sekundarnog kruga. Kruženje vode u primarnom krugu osiguravaju reaktorske pumpe. Tlačnik zadržava tlak u primarnom krugu i tako sprječava vrenje vode u jezgri. Sve komponente primarnog kruga smještene su u zaštitnoj zgradi koja ima zadatak i u slučaju nesreće izolirati primarni sustav od okoliša.

3.2.2. Sekundarni krug

Sekundarni krug sastoji se od: parogeneratora, turbina, generatora, kondenzatora, napojne pumpe i cjevovoda. Parogeneratori su u principu parni kotlovi u kojima se iz vode sekundarnog kruga stvara para koja se tjera u turbinu. U turbini se energija pare pretvara u mehaničku energiju. Tu energiju generator pretvara u električnu energiju i preko transformatora je prenosi u elektroenergetsku mrežu.

Istrošena para iz turbine teče u kondenzator gdje se pretvara u vodu ili kondenzira u dodiru s rashladnim cijevima kondenzatora. Napojne pumpe potiskuju vodu iz kondenzatora natrag u parogenerator gdje se ponovno stvara para.

3.2.3. Tercijarni krug

Tercijarni krug sastoji se od: kondenzatora, rashladne pumpe, rashladnih tornjeva i cjevovoda. Tercijarni krug namijenjen je hlađenju kondenzatora i odvajanju neiskorištene (prekomjerne) topline u Savu. Rashladne pumpe potiskuju vodu iz Save u kondenzator i vraćaju je u rijeku. Pri protjecanju kroz kondenzator voda iz Save se zagrijava jer upija toplinu istrošene pare. Zagrijavanje vode iz Save najvažniji je utjecaj nuklearne elektrane na okoliš jer može utjecati na biološka svojstva te rijeke. Zagrijavanje Save ograničeno je upravnim odlukama koje određuju dopušteni porast temperature [4] i količinu vode koja se uzima [5], [6], [7]. U slučaju nepovoljnih vremenskih uvjeta rabe se rashladni tornjevi. U izrazito nepovoljnim vremenskim uvjetima potrebno je smanjiti i snagu elektrane kako bi se poštovala ograničenja.

3.2.4. Osnovni tehnički podaci o objektu

Osnovni tehnički podaci navedeni su u sljedećim tablicama: Tablica 2 – Tablica 8.

Tablica 2: Osnovni podaci o elektrani

Vrsta reaktora:	Lakovodni tlačni reaktor
Toplinska snaga reaktora:	1994 MW
Električna snaga na terminalima generatora:	727 MW
Snaga na pragu elektrane:	696 MW
Toplinska učinkovitost:	36,6 %

Tablica 3 Osnovni podaci o gorivu

Broj gorivnih elemenata:	121
Broj gorivnih šipki u gorivnom elementu:	235
Raspoređivanje gorivnih šipki:	16 x 16
Dužina gorivnih šipki:	3,658 m
Materijal košuljice:	Zircaloy-4, ZIRLO
Kemijski sastav goriva:	UO ₂
Ukupna količina uranija:	48,7 t

Tablica 4: Osnovni podaci o reaktorskoj rashladnoj tekućini

Tvar:	H ₂ O
Dodaci:	H ₃ BO ₃
Broj rashladnih petlja:	2
Tlak:	15,41 MPa (157 ata)
Temperatura na ulazu u reaktor:	287 °C
Temperatura na izlazu iz reaktora:	324 °C

Tablica 5: Osnovni podaci o regulacijskim šipkama

Broj svežnjeva:	33
Apsorber neutrona:	Ag-In-Cd
Postotni sastav:	80-15-5 %

Tablica 6: Osnovni podaci o parogeneratorima

Materijal:	INCONEL 690 TT
Broj parogeneratora:	2
Tlak pare pri izlazu:	6,5 MPa (63,5 ata)
Maseni protok pare iz oba parogeneratora:	1088 kg/s

Tablica 7: Osnovni podaci o turbini i generatoru

Maksimalna snaga:	730 MW
Ulazni tlak svježe pare:	6,4 MPa (63 ata)
Temperatura svježe pare:	280,7 °C
Brzina rotacije turbine:	157 rad/s (1500 okr./min)
Vlažnost pare pri ulazu:	0,10 %
Kondenzacijski tlak (vakuum):	5,1 kPa (0,052 ata)
Prosječna temperatura kondenzata:	33 °C
Nazivna snaga generatora:	850 MVA
Nazivna napetost:	21 kV
Nazivna frekvencija generatora:	50 Hz
Nazivni cos ϕ :	0,876

Tablica 8: Osnovni podaci o transformatorima

Blok transformatori	
Nazivna snaga:	2 x 500 MVA
Prijenosni omjer:	21/400 kV
Transformator za vlastite namjene	
Maksimalno dopuštena trajna snaga:	2 x 30 MVA
Prijenosni omjer:	21/6,3 kV
Pomoćni transformator	
Maksimalno dopuštena trajna snaga:	60 MVA
Prijenosni omjer:	105/6,3/6,3 kV

3.2.5. Sigurnosni sustavi

Sigurnosni sustavi sprječavaju oštećenje nuklearnog goriva i nekontrolirano ispuštanje radioaktivnih tvari u okoliš u slučaju nesreće. Velika je pozornost posvećena nuklearnoj sigurnosti već u fazi planiranja reaktora i projektiranja elektrane. Sigurnosni sustavi su projektirani tako da u svim pogonskim stanjima, i u slučaju kvara određene opreme, osiguravaju sigurnosne funkcije.

Nuklearna elektrana je u sigurnom stanju ako su u svakom trenutku ispunjena **tri osnovna sigurnosna uvjeta**:

- učinkovita kontrola reaktivnosti jezgre (kontrola snage reaktora),
- hlađenje nuklearnog goriva u reaktoru, bazenu istrošenog goriva i u suhom skladištu istrošenog goriva,
- zadržavanje radioaktivnih tvari (onemogućeno ispuštanje radioaktivnih tvari u okoliš).

Ispuštanje radioaktivnih tvari u okoliš sprječavaju **4 uzastopne sigurnosne barijere**:

- **Prva barijera** je nuklearno gorivo (odnosno tablete nuklearnog goriva) koje zadržava radioaktivne tvari u sebi.
- **Druga barijera** je vodootporna košuljica koja okružuje gorivne tablete i sprječava izlazak radioaktivnih plinova iz goriva.
- **Treća barijera** je granica primarnog sustava (stijenke cijevi, reaktorske posude i druge primarne komponente) koja zadržava radioaktivnu vodu za hlađenje reaktora.
- **Četvrta barijera** je zaštitna zgrada koja hermetički odvaja primarni sustav od okoliša.

Osnovni cilj prvih triju barijera je spriječiti prolazak radioaktivnih tvari do sljedeće barijere, a četvrta sprječava izravno ispuštanje radioaktivnih tvari u okoliš nuklearne elektrane.

Kako je rad sigurnosnih sustava u slučaju kvara i otkazivanja ili vrlo malo vjerojatne nesreće u nuklearnoj elektrani od najveće važnosti, svi sigurnosni sustavi su duplicirani (nuklearna elektrana ima dvije linije sigurnosnih sustava). Kako bi se ispunili sigurnosni uvjeti i održale sigurnosne barijere, uvijek

je dovoljno upravljati samo jednom linijom sigurnosnih sustava. Osim toga, svi sigurnosni sustavi odnosno njihovi pojedinačni uređaji sustavno se ispituju tijekom rada elektrane i redovitih remonta.

3.2.6. Osiguravanje zaštitnih funkcija

Tijekom pogonskih uvjeta projektne nesreće i proširene projektne nesreće NEK mora osigurati tzv. kritične sigurnosne funkcije:

- Praćenje reaktivnosti nuklearnog goriva (i istrošenog goriva u bazenu odnosno skladištu istrošenog goriva).
- Odvođenje topline iz jezgre i bazena istrošenog goriva putem sustava osnovne opskrbne vode (sustav SW), koji uzimanjem vode iz Save iz bazena ispred praga brane preko toplinskih izmjenjivača hladi sustav za hlađenje komponenata (sustav CC). Na taj se način preostala toplina odvaja iz bazena istrošenog goriva kao preostala toplina kada se reaktor zaustavi. Sustav je dupliciran i ima fizički i električni neovisnu petlju s ugrađenim toplinskim izmjenjivačem, jednu pumpu s pripadajućim filtrima i ventilima. Treća pumpa je također spojena na sustav preko priključne linije, koji se može spojiti na bilo koju od dvije rashladne petlje. Sustav omogućuje uklanjanje preostale topline kako u stanjima normalne zaustave tako i u stanjima nesreće.
- Zadržavanje radioaktivnih tvari i sprječavanje njihova nekontroliranog ispuštanja u okoliš.

Kod osiguravanja sigurnosnih funkcija potrebno je uzeti u obzir sljedeće:

- načelo obrane po dubini;
- načelo jednokratnog otkazivanja;
- načelo neovisnosti;
- načelo raznolikosti;
- načelo redundancije;
- načelo sigurnog otkazivanja;
- načelo provjerenih komponenti;
- načelo slojevitog pristupa.

NEK mora redovito provjeravati projektne osnove koje omogućuju sigurnost objekta. Projektne osnove također treba pregledati kod svakog periodičnog sigurnosnog pregleda i nakon pogonskih događaja koji utječu na radiološku ili nuklearnu sigurnost, kao i nove relevantne informacije o radiološkoj ili nuklearnoj sigurnosti (npr. procjena svojstava lokacije, sigurnosne analize i razvoj sigurnosnih standarda ili prakse).

Determinističke i probabilističke sigurnosne analize ili inženjerska procjena koriste se za prepoznavanje potreba i mogućnosti poboljšanja pri pregledu projektnih osnova, a rješenja u projektu uspoređuju se s propisanim zahtjevima i dobrom praksom. Nalaz tih analiza NEK iskorištava na način da logično modernizira sustave i strukture ili provede druge mjere potrebne za radiološku ili nuklearnu sigurnost.

Isto tako analizama proširenih projektnih događaja NEK osigurava da postoje dovoljne rezerve za sprječavanje slučajeva u kojima bi mala promjena pojedinog parametra prouzročila teške i neprihvatljive posljedice (eng. „cliff edge effect“).

U sklopu izmjena i moderniziranja projekta (proces modifikacije), NEK provjerava i utjecaj na postojeće projektne osnove objekta ili sustava/komponente. Pregled izmjena projektnih osnova također je predmet pregleda u sklopu PSR-a koji se provodi periodično svakih deset godina. U slučaju otkrivenog mogućeg utjecaja, s pomoću analiza, utvrđuje se vrsta i način utjecaja te potrebne modernizacije projektnih osnova. Pregledi se provode u skladu s člankom 19. Pravilnika JV5 [69].

Vanjski i unutrašnji početni događaji

U radu elektrane početni događaj je svaki onaj koji može pokrenuti slijed događaja (scenarij) i izazvati neželjene posljedice. Detaljni podaci mogu se pronaći u godišnjem izvještaju o vjerojatnosnim analizama sigurnosti [60].

Opći pregled početnih događaja:

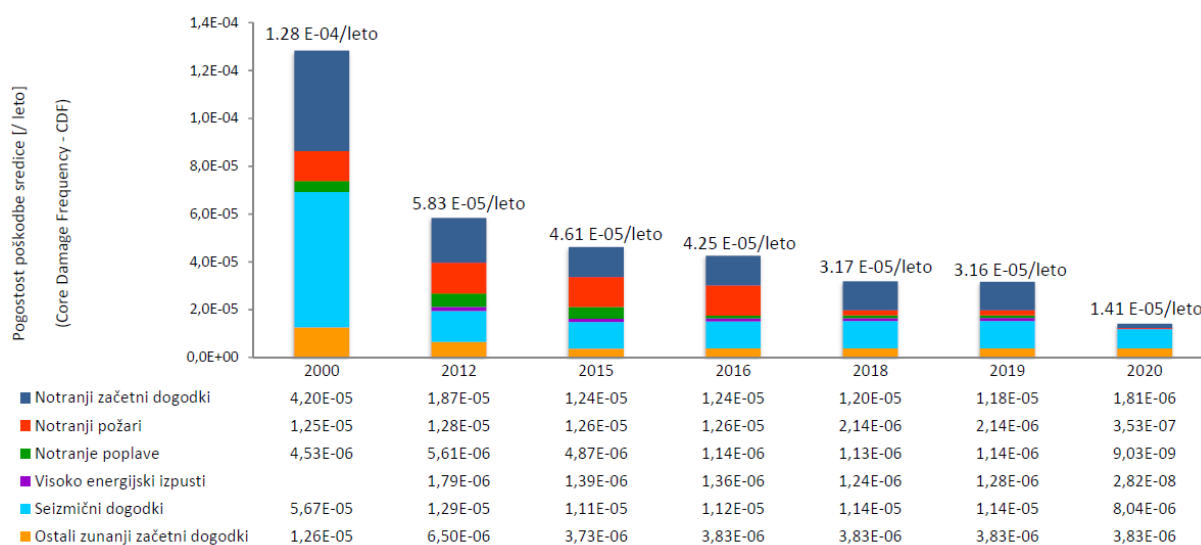
a. Unutrašnji početni događaji („Internal Initiating Events“, IIE)

Unutrašnji početni događaji podijeljeni su u sljedeće kategorije:

- Kategorija „LOCA“, odnosno lom cijevi sustava primarne rashladne tekućine („Loss od Coolant Accident“);
- Kategorija „Non LOCA“ koja uključuje: lom cijevi na sekundarnoj strani, prijelazne pojave („Tranzijent“), gubitke potpornih sustava, događaje s gubitkom vanjskog napajanja i prijelazne pojave bez automatskog zaustavljanja reaktora.

b. Vanjski početni događaji iz elektrane ili unutrašnji rizici, kao što su unutrašnje poplave, unutrašnji požari i lomovi visokoenergetskih cijevi (HELB).

c. Vanjski početni događaji iz okoliša odnosno vanjski rizici („external hazards/external initiating events outside of plant“), kao što su seizmički događaji, jaki vjetrovi, vanjske poplave, događaji povezani s ljudskom aktivnošću (pad zrakoplova, transportni i industrijski događaji) i drugi vanjski događaji.



Slika 3: Povijest učestalosti oštećenja jezgre zbog unutrašnjih početnih događaja, vanjskih početnih događaja iz elektrane i vanjskih početnih događaja iz okoline

Pogostost poškodbe sredice (/leto)	Učestalost oštećenja jezgre (/god.)
Notarnji začetni dogodki	Unutarnji početni događaji
Notarnji požari	Unutarnji požari
Notarnje poplave	Unutarnje poplave
Visoko energijski izpusti	Visoko energijska ispuštanja
Seizmični dogodki	Seizmički događaji
Ostali zunanji začetni dogodki	Ostali vanjski početni događaji

Iz grafikona je u 2012. godini vidljivo smanjenje učestalosti oštećenja jezgre zbog seizmičkih događaja i unutrašnjih događaja, što je posljedica ugradnje dodatnog sigurnosnog dizelskog generatora (DG3).

DG3 je projektiran za veća seizmička opterećenja, što pridonosi nižem CDF-u. Isto tako se izgradnjom pomoćne komandne sobe 2018. godine smanjila vjerojatnost učestalosti oštećenja jezgre zbog unutrašnjih požara.

3.2.7. Pripravnost za hitne slučajeve i stanja nesreća elektrane

Plan zaštite i spašavanja (NZIR)

NEK je izradio poseban plan za izvanredne situacije. Plan zaštite i spašavanja u izvanrednim slučajevima NEK-a (NZIR [81]) bavi se nuklearnom i radiološkom nesrećom u elektrani.

Osnovna svrha planiranja i održavanja pripravnosti u slučaju izvanrednih situacija jest osigurati zaštitu, zdravlje i sigurnost okoliša i osoblja u elektrani u slučaju izvanrednog događaja, i to sprječavanjem pogoršanja razvoja izvanredne situacije odnosno otklanjanjem ili ublažavanjem posljedica izvanredne situacije i osiguravanjem uvjeta za ponovno uspostavljanje normalnog stanja.

NEK je zadužen i odgovoran za održavanje pripravnosti i djelovanje u slučaju izvanredne situacije na području elektrane, a također daje informacije mjerodavnim institucijama o izvanrednom stanju u elektrani zbog zaštitnih djelovanja u okolišu.

Svrha NZIR NEK-a je utvrditi:

1. opseg planiranja, pretpostavke plana i koncept odaziva;
2. snagu i organiziranost NEK-a u slučaju izvanrednog događaja s unaprijed određenim odgovornostima i zadacima za upravljanje, koordinaciju i provedbu mjera za upravljanje izvanrednom situacijom;
3. dodatnu potporu NEK-a za upravljanje izvanrednim situacijama;
4. mjere upravljanja izvanrednom situacijom koje uključuju:
 - utvrđivanje nastanka izvanredne situacije, klasifikaciju stupnja opasnosti i aktiviranje interventnih snaga;
 - operativne i korektivne mjere u elektrani u slučaju izvanredne situacije;
 - mjere u elektrani u slučaju proširenih projektnih stanja i strategije upravljanja izvanprojektnim nesrećama;
 - procjenu nuklearne sigurnosti i posljedica izvanrednog događaja; predlaganje hitnih mjera zaštite stanovništva;
 - obavještavanje zapovjednika i stožera CZ-a i drugih mjerodavnih tijela u okolini o nastanku i stanju izvanredne situacije te o predloženim mjerama zaštite stanovništva u ugroženim područjima;
 - obavještavanje javnosti o izvanrednoj situaciji;
 - zaštitne mjere zadatka zaštite, spašavanja i pomoći u elektrani;
5. sredstva, centre, opremu i povezanost NEK-a za upravljanje izvanrednim situacijama;
6. stručno osposobljavanje osoblja u organizaciji NEK-a u slučaju izvanredne situacije i vanjskog pomoćnog osoblja za obavljanje zadataka upravljanja izvanrednim situacijama navedenima u NZIR-u;
7. informiranje osoblja u NEK-u o zaštitnim i drugim mjerama u slučaju izvanredne situacije;
8. održavanje pripravnosti, koordinaciju aktivnosti NEK-a s mjerodavnim tijelima na lokalnoj, regionalnoj i nacionalnoj razini u osiguravanju pripravnosti i poduzimanju mjera u slučaju izvanredne situacije;
9. uspostavljanje uvjeta za vraćanje elektrane u normalno stanje.

Uzimajući u obzir rezultate sigurnosnih analiza NEK-a, procjenjuje se da su izvor opasnosti za okoliš uglavnom radioaktivne tvari koje se nakupljaju u jezgri reaktora i istrošenom gorivu.

Projektne i proširene projektne (DEC) nesreće

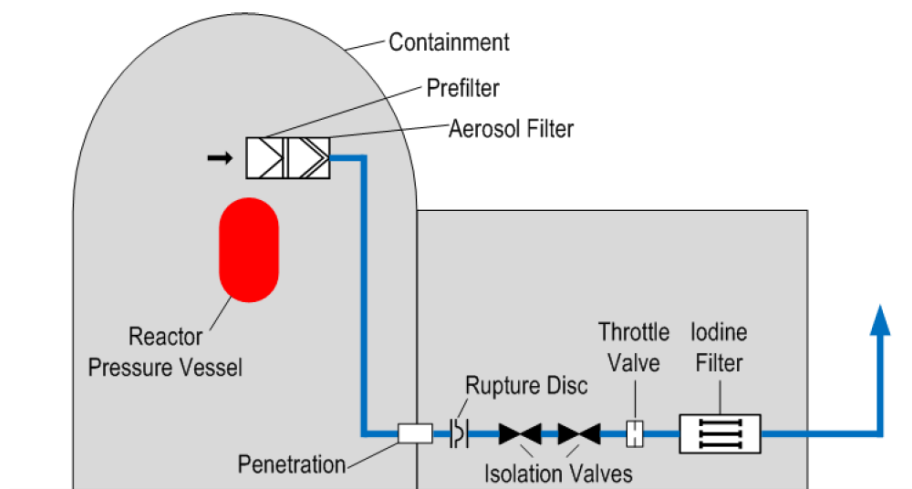
NEK planira i održava pripravnost za niz izvanrednih situacija koje su mogle ili su rezultirale smanjenjem nuklearne sigurnosti elektrane i ispuštanjem radioaktivnih tvari u okoliš. To uključuje radiološke nesreće, događaje ili stanja u elektrani koji mogu neizravno utjecati na nuklearnu sigurnost elektrane, nuklearne nesreće s minimalnim radiološkim posljedicama u okolišu i vrlo malo vjerojatne projektne i izvanprojektne nuklearne nesreće s radiološkim posljedicama u elektrani i okolišu.

NEK je projektiran tako da može izdržati tzv. projektne nesreće i upravljati njima svojim sigurnosnim sustavima. U 15. poglavlju ACCIDENT ANALYSIS i 20. poglavlju DESIGN EXTENSION CONDITIONS ažuriranog sigurnosnog izvještaja USAR [2] opisane su projektne nesreće i DEC nesreće. Dodatno je u 19. poglavlju opisan način upravljanja izvanprojektnim teškim nesrećama (accident management). Svrha analize postuliranih projektnih nesreća je postavljanje zahtjeva i prihvatljivih kriterija za sustave, strukture i komponente (SSK). S tim zahtjevima SSK-ovi su u mogućnosti osigurati svoju sigurnosnu funkciju i utvrđuju se kriteriji za sposobnost rada tijekom i nakon događaja. Svi sigurnosni sustavi dizajnirani su za zaštitu ljudi od emisija i zračenja. NEK je projektiran u skladu s ograničenjima 10 CFR 50, Appendix A, General Design Criterion 19 exposure limits. NEK kontinuirano prati svjetsku praksu u području nadogradnje i razvoja modela za poboljšanje analiza u brojnim tehničkim izvještajima. Izvještaj FER-MEIS-a „Izračun doza na određenim udaljenostima u slučaju projektne nesreće (DB) ili proširene projektne nesreće (BDB) u Nuklearnoj elektrani Krško“ [56] odražava procijenjenu dozu za projektne nesreće na određenim udaljenostima od NEK-a.

Nakon nesreće u Fukushima NEK je izradio niz analiza proširenih projektnih nesreća. Te nesreće nisu obrađene u osnovnom projektu elektrane odnosno kao dio projektnih nesreća. Analize su se bavile kombinacijama nesreća i zahtijevale dodatne nadogradnje elektrane (Design Extension Conditions – DEC nesreće). Nadogradnja se obavljala u sklopu PNV programa opisanog u poglavlju 3.3. Novi dodatni sustavi ugrađeni unutar PNV-a osiguravaju da će NEK upravljati nesrećama izvan projekta s proširenom opremom i ažuriranjima. Oprema je podijeljena na DEC-A i DEC-B.

Opremu DEC-A NEK može rabiti za sprječavanje taljenja jezgre reaktora. Oprema DEC-B je, međutim, osigurana za rješavanje događaja tijekom kojih bi moglo doći do vrlo malo vjerojatnog taljenja jezgre, a usmjerena je na zaštitu stražnje barijere od ispuštanja, tj. integriteta zaštitne zgrade. Pasivni filtarski sustav (PCFVS) služi za rasterećenje tlaka zaštitne zgrade, pritom štetne tvari za okoliš ostaju zarobljene u filtrima. Međutim, malo je vjerojatno da bi u slučaju taljenja jezgre bili izravno ispušteni u okoliš.

Procijenjene doze na različitim udaljenostima od NEK-a u slučaju nesreće gdje bi bila predviđena uporaba PCFV sustava navedene su u izvještaju FER-MEIS „Izračun doza na određenim udaljenostima u slučaju projektne nesreće (DB) ili proširene projektne nesreće (BDB) u Nuklearnoj elektrani Krško“ [56].



Slika 4: Shematski prikaz pasivnog filtarskog sustava za rasterećenje zaštitne zgrade

Navedeni pristupi projektnim i izvanprojektnim nesrećama nadogradnja su američke regulative i u skladu su sa slovenskim Zakonom o zaštiti od ionizirajućeg zračenja i nuklearnoj sigurnosti ZVISJV-1 [45].

3.2.8. Nadzor starenja

NEK je uveo program starenja opreme (AMP) koji je namijenjen praćenju sustava, konstrukcija i komponenti (SSK) tijekom rada elektrane kroz osnovni (40 godina) i produljeni pogonski vijek. Program AMP sveobuhvatno definira odgovornosti, aktivnosti i metodologiju praćenja starenja opreme. Taj program također predviđa mjere za smanjenje odnosno uklanjanje učinaka starenja.

AMP se sastoji od različitih programa, postupaka i aktivnosti NEK-a koji osiguravaju da se sve predviđene funkcije sustava, struktura i komponenti (SSK) kojima upravlja AMP identificiraju i propisno revidiraju s obzirom na učinke starenja. Pomno se promatraju učinci starenja. Na temelju njih utvrđene su određene radnje koje omogućavaju SSK-u da ispuni svoju predviđenu funkciju do kraja pogonskog vijeka NEK-a te u slučaju produljenja pogonskog vijeka elektrane. NEK AMP je temeljen i u skladu s NUREG-1801 – Generic Aging Lessons Learned (GALL) Report. Program AMP tako sveobuhvatno pokriva nadzor starenja elektrane, što uključuje mehaničke, električne i građevinske SSK-ove, koji sustavno identificiraju mehanizme starenja i njihove učinke za SSK važne za sigurnost, utvrđuju se moguće posljedice starenja i potrebne mjere za održavanje operativnosti i pouzdanosti SSK-a.

Stvarna kontrola SSK-a zbog starenja i druge aktivnosti vezane uz kontrolu opreme dane u postupcima provode se preko sustava radnih naloga i programa preventivnog održavanja.

NEK-ov program starenja stoga se temelji na 10 CFR 54 – „Requirements for Renewal of Operating Licenses for Nuclear Power Plants“. Ostale aktivnosti kontroliraju se putem tzv. Pravila održavanja – Maintenance rule (10 CFR 50.56) i Programa kvalifikacije zaštite okoliša – Environmental Qualification programs (10 CFR 50.49). Aktivnosti vezane uz zamjenu opreme uključene su u dugoročni plan ulaganja i aktivnosti održavanja.

3.2.9. Zaštita od požara

NEK ima izrađen Program zaštite od požara u NEK-u – Protupožarni red [62], kojim se utvrđuje: organizacija zaštite od požara, mjere zaštite od požara i nadzor nad njihovim provođenjem, daju se upute za postupanje u slučaju požara i propisuje se program osposobljavanja koji podupire uspješnu zaštitu od požara.

NEK je podijeljen na pojedinačne zgrade koje su protupožarno odvojene. Zgrade su podijeljene na protupožarne sektore čija je svrha ograničavanje potencijalnog požara na manje područje i protupožarno odvajanje redundantnih linija sigurnosnih sustava. Uvođenjem sigurnosnih sustava u zasebne požarne sektore, dodatnom zaštitom od širenja požara, sustavima samostalnog gašenja i javljanjem požara smanjuje se utjecaj potencijalnog požara na osiguravanje sigurnosnih funkcija (USAR [2], poglavlje 9.5.1.).

U NEK-u se provodi kako pasivna tako i aktivna zaštita od požara. Pasivna zaštita od požara osigurava se građevinskim i drugim mjerama kojima se smanjuje vjerojatnost nastanka požara i sprječava njegovo širenje među požarnim sektorima. Elementi pasivne zaštite od požara su požarni zidovi, zapečaćeni prodori, protupožarna vrata i automatske protupožarne zaklopke.

Mjere aktivne zaštite od požara namijenjene su gašenju mogućeg požara. U NEK-u su ugrađeni sustavi za aktivnu zaštitu od požara: sustav detekcije i dojave, zaštitna rasvjeta, sustav za osiguravanje vodoopskrbe požara, automatski sustavi za gašenje požara (sprinkler), sustavi za odvođenje dima i topline.

U provedbi zaštite od požara u NEK-u poštuje se načelo obrane po dubini. Pri tome je potrebno osigurati da se sukladno Pravilniku JV5 [69] provode:

- mjere za sprječavanje nastanka požara,
- brzo otkrivanje, nadzor i gašenje svakog požara te
- smanjenje utjecaja potencijalnog požara na bitne sigurnosne funkcije elektrane tako da ne utječe na sposobnost sigurnog zaustavljanja.

Mjere zaštite od požara su sve aktivnosti koje osiguravaju minimalnu vjerojatnost požara. To su: održavanje reda i čistoće, kontrola dijelova s toplinskim učincima, kontrola gorivnih tvari, protupožarna dozvola, protupožarna zaštita i protupožarne barijere. Ostale preventivne i aktivne mjere zaštite od požara uključuju protupožarne postupke i aktivnosti za rad, održavanje, ispitivanje i tehničke upute protupožarnih sustava.

Dodatno su u NEK-u utvrđene mjere za sprječavanje opasnosti od eksplozije i sigurnost zapaljivog otpada, električnih, plinskih uređaja i drugih izvora paljenja, koji su definirani u Elaboratu opasnosti od eksplozije.

U slučaju razvoja neželjenih događaja također se definiraju mjere za sigurnu evakuaciju i brzu intervenciju. To uključuje aktivnosti kao što su: uvijek prohodni i uređeni evakuacijski putovi, poznavanje zvučnog alarma za evakuaciju, obuka, poznavanje objekta i razumijevanje svojeg zadatka tijekom evakuacije, odgovarajuća rasvjeta evakuacijskih putova itd.

Ostale preventivne i aktivne mjere zaštite od požara uključuju protupožarne postupke i aktivnosti za rad, održavanje, ispitivanje i tehničke upute protupožarnih sustava.

3.2.10. Radioaktivni otpad

Od početka uporabe nuklearne energije u Sloveniji struka je svjesna njezinih prednosti i rizika. Stoga međunarodna i slovenska nuklearna energija podliježu vrlo visokim ekološkim, sigurnosnim i etičkim standardima za gospodarenje radioaktivnim otpadom. Sve radioaktivne tvari odnosno svi predmeti koji sadržavaju radioaktivne tvari pod stalnom su kontrolom od nastanka do zbrinjavanja.

NEK vodi točnu evidenciju o korištenju radioaktivnih tvari. Uvijek postoji netko odgovoran za radioaktivni otpad od trenutka kada je nastao do konačnog odlaganja. Sve ove mjere osiguravaju sigurnu upotrebu nuklearne energije danas i ubuduće. Već danas u Sloveniji vladamo tehnologijama sigurnog gospodarenja svim vrstama radioaktivnog otpada. Zato je nuklearna energija primjer održivog izvora energije.

Plinoviti radioaktivni otpad

Smjesa plinova koja potječe iz primarnog rashladnog sustava i koja sadržava radionuklide plemenitih plinova ili druge elemente u obliku para i aerosola smatra se plinovitim RAO-om. Čuvamo ga u spremnicima za razgradnju plina gdje se njegova aktivnost smanjuje zbog prirodnog radioaktivnog raspadanja.

Plinovi se filtriraju prije kontroliranog ispusta s pomoću ugljenih filtara i visokoučinkovitih filtara za čestice u ventilacijskom sustavu.

Istrošeni ugljeni filtri postaju otpad. Ako su filtri kontaminirani, tretiraju se kao RAO. Ako nisu kontaminirani, predaju se ovlaštenoj organizaciji za skupljanje takvog otpada (sukladno zakonskim propisima).

Tekući radioaktivni otpad

Tekućim RAO-om smatraju se tekućine kontaminirane radionuklidima čija koncentracija prelazi vrijednost za otpuštanje iz radiološkog nadzora.

Taj otpad čini važan udio u odnosu na ukupnu količinu RAO-a nastalog u nuklearnoj elektrani, zato se posebno obrađuje i priprema kako bi se smanjio njegov volumen. Rabi se nekoliko postupaka i metoda obrade tekućeg RAO-a, a njihov izbor ovisi o količini i fizikalno-kemijskim svojstvima. Nakon tretmana odvojeno se dobivaju dva proizvoda, i to koncentrat u kojem je povišena koncentracija radionuklida i dekontaminirana tekućina. Koncentrat se zatim dalje prerađuje u kruti stabilni oblik koji je prihvatljiv za transport i skladištenje. Dekontaminirana tekućina odnosno voda ponovno se rabi ili ispušta na temelju radiokemijskih analiza i pod posebnom kontrolom i odobrenjem. Postupci koji se rabe za obradu tekućeg RAO-a u NEK-u navedeni su u sljedećoj tablici (Tablica 9).

Tablica 9: Postupci koji se koriste za obradu tekućeg RAO-a u NEK-u

POSTUPAK	Medij	OBLIK OTPADA
Isparavanje u isparivaču	Tekućine	Talog nakon isparavanja (koncentrat)
Ionska izmjena	Voda s ionskim kontaminatima	Potrošeni ionski izmjenjivači (osušeni)
Filtriranje	Sve tekućine s česticama	Filterski ulošci

Kruti radioaktivni otpad

Kruti RAO su otpadne tvari čija je specifična aktivnost veća od vrijednosti za otpuštanje iz nadzora u skladu s propisom kojim se uređuju djelatnosti povezane s izvorima ionizirajućeg zračenja.

Ovisno o stupnju i vrsti radioaktivnosti, kruti RAO razvrstava se u kategorije: prolazno radioaktivni, vrlo niskoradioaktivni, nisko- i srednjoradioaktivni (oni se dalje razvrstavaju u potkategoriju kratkoživući i dugoživući), visokoradioaktivni i radioaktivni otpad s prirodnim radionuklidima. Kategorija koja je količinski najzastupljenija i posljedično zauzima najviše prostora u skladištu NEK-a jest kratkoživući nisko- i srednjoradioaktivni otpad.

Kruti RAO uključuje solidificirani i kapsulirani RAO (ostaci isparavanja u silikatnom betonu), filtre i kontaminirane krute otpadne tvari kao što su plastika, papir, krpe, osobna zaštitna oprema, alati i dijelovi strojeva.

Sukladno Uredbi o djelatnostima s izvorima ionizirajućeg zračenja [72] utvrđeni su kriteriji na temelju kojih se veća količina otpada čije su aktivnosti ispod regulatornih granica može isključiti iz daljnjeg regulatornog nadzora. Različitim mjerama (razvrstavanje, zaštita, dekontaminacija, pravilna uporaba...) možemo spriječiti odnosno smanjiti mogućnost kontaminacije ili aktivacije materijala i time smanjujemo nastajanje radioaktivnog otpada. Ako specifična aktivnost i površinska kontaminacija materijala koji može biti namijenjen ponovnoj upotrebi, preradi, uobičajenom odlaganju ili spaljivanju ne prelaze vrijednosti navedene u Uredbi o djelatnostima s izvorima ionizirajućeg zračenja [72] i preuzete su iz europskih, IAEA-inih i međunarodnih standarda, takav materijal može dobiti dozvolu za otpuštanje iz nadzora radioaktivnog materijala koju je izdao URSJV u skladu s člankom 24. ZVISJV-1, pod uvjetom da su ispunjeni svi potrebni kriteriji za planirano otpuštanje iz nadzora.

S tvarima i predmetima koji nisu kontaminirani tijekom njihove uporabe u radiološkom nadzornom području ili koji se nakon radiološke kontrole mogu iznositi u malim količinama postupa se u skladu s postupkom Iznošenje opreme, alata, čistih tvari i uzoraka iz radiološki kontroliranog područja NEK-a. Postupkom je propisana radiološka kontrola čiste opreme, alata i čistih tvari koje korisnik ili odgovorna osoba želi bezuvjetno iznijeti iz radiološki kontroliranog prostora. Za daljnju analizu uključene su i manje količine tvari u obliku uzoraka.

Prije iznošenja opreme i alata provjerava se površinska kontaminacija vanjskih i unutarnjih površina. Prije iznošenja čistih tvari koje nisu korištene i nisu kontaminirane provjerava se njihova specifična aktivnost i površinska kontaminacija ambalaže. To se čini prijenosnim detektorom ili u monitoru za male objekte na izlazu iz RNO-a koji mjeri aktivnost. Ambalaža uzorka ne smije biti kontaminirana i mora biti otporna na udarce i prikladna za transport. Bezuvjetno iznošenje dopušteno je samo kada je razina površinske kontaminacije i specifičnih aktivnosti ispod propisane granice u skladu s Uredbom o djelatnostima s izvorima ionizirajućeg zračenja [72].

Sukladno Uredbi o djelatnostima s izvorima ionizirajućeg zračenja [72] utvrđeni su kriteriji za otpad na temelju kojih se veća količina otpada čije su aktivnosti ispod regulatornih granica može isključiti iz daljnjeg regulatornog nadzora. To se radi u skladu s postupkom Zahtjev za otpuštanje iz radiološkog nadzora otpada.

Smanjenje volumena krutog nesolidificiranog RAO-a postiže se mehaničkim i kemijskim procesima čiji izbor ovisi o svojstvima otpada. U tablici (Tablica 10) su prikazani postupci koji se rabe za smanjenje volumena nesolidificiranog krutog RAO-a.

Tablica 10: Postupci za smanjenje volumena nesolidificiranog krutog RAO-a

POSTUPAK	TVARI ZA KOJE SE UPOTREBLJAVA PROCES	REDUKCIJSKI FAKTOR
Kompresija niskotlačnom prešom u bačvi	Tkanina, plastika, lim, kabeli, sitna oprema...	≤ 4
Superkompaktiranje bačvi	Tkanina, plastika, papir, lim, sitni metalni dijelovi...	≤ 10
Spaljivanje	Sve zapaljive tvari	≤ 30
Piroliza	Zapaljive tvari, ionski izmjenjivači	≤ 60
Taljenje	Metali	≤ 10
Rezanje, drobljenje	Sve tvari	≤ 2

Otpad se skladišti unutar ograde NEK-a u RWSB-u (Radioactive Waste Storage Building) i opisan je u poglavlju 11 USAR [2] pod naslovom RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT. Pohranjeni otpad ispunjava posebne kriterije skladištenja koji su u skladu s Pravilnikom o gospodarenju radioaktivnim otpadom i istrošenim gorivom [71]. Tim se pravilnikom uređuje razvrstavanje radioaktivnog otpada prema stupnju i vrsti radioaktivnosti, postupanje s radioaktivnim otpadom i istrošenim gorivom, opseg izvještavanja o nastanku radioaktivnog otpada i istrošenog goriva, način i opseg vođenja središnje evidencije nastajanja radioaktivnog otpada i istrošenog goriva te vođenje evidencija skladištenog i odloženog radioaktivnog otpada i istrošenog goriva.

3.2.11. Istrošeno gorivo

NEK do početka pogona skladišti sve istrošeno gorivo (IG) unutar ograde tehnološkog dijela elektrane. U osnovnom projektu elektrane predviđeno je skladištenje IG-a u bazenu za istrošeno gorivo (SFP, Spent Fuel Pit) u zgradi za upravljanje gorivom (FHB, Fuel Handling Building). Preostala toplina se uklanja iz IG-a preko aktivnog rashladnog sustava bazena za IG. U sklopu sigurnosne nadogradnje poboljšano je alternativno hlađenje bazena za istrošeno gorivo.

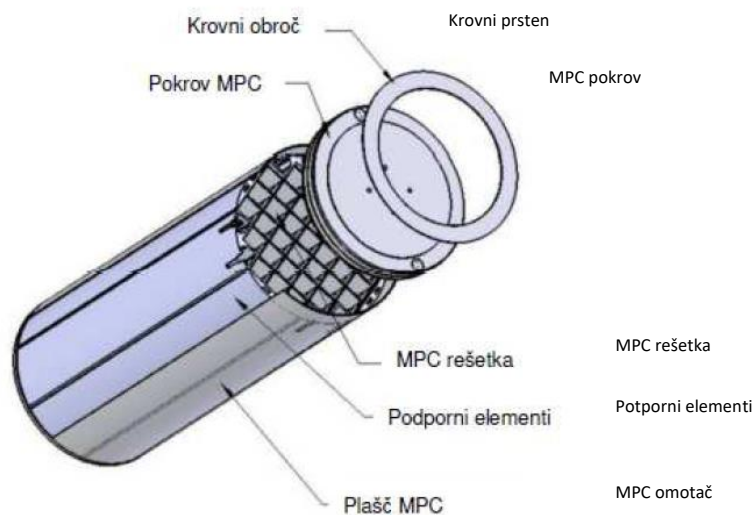
Analiza mogućih poboljšanja skladištenja nuklearnog goriva bila je dio odgovora nuklearne industrije i regulatornih tijela nakon nesreće u Fukushimi. Iz zaključaka analiza NEK-a i odluka Uprave za nuklearnu sigurnost Republike Slovenije proizlazi da je zbog novih sigurnosnih zahtjeva uvođenje suhog skladištenja IG-a važna sigurnosna nadogradnja. Kod skladištenja takve vrste za hlađenje i rad nisu potrebni nikakvi uređaji, sustavi ili energenti jer djeluje pasivno.

Osnovna namjena zgrade za suho skladištenje istrošenog goriva (IG) jest modernizacija tehnologije privremenog skladištenja IG-a. Uvođenje tehnologije suhog skladištenja IG-a sigurniji je način skladištenja jer je sustav hlađenja pasivan. Osim toga, poboljšana je zaštita od izvora ionizirajućeg zračenja i robusnost sustava. Zgrada i spremnici s istrošenim gorivom bit će smješteni na lokaciji NEK-a, unutar ograde tehnološkog dijela elektrane.

Uvođenje tehnologije suhog skladištenja istrošenog goriva znači sigurniji način skladištenja IG-a pod istim okolišnim uvjetima i uvjetima zaštite od izvora ionizirajućeg zračenja kao što je navedeno u postojećoj radnoj dozvoli. Suho skladištenje je u svijetu prepoznato kao najsigurnije i najraširenije tehnološko rješenje za skladištenje IG-a. Suho skladištenje, naime, djeluje potpuno pasivno. Osim

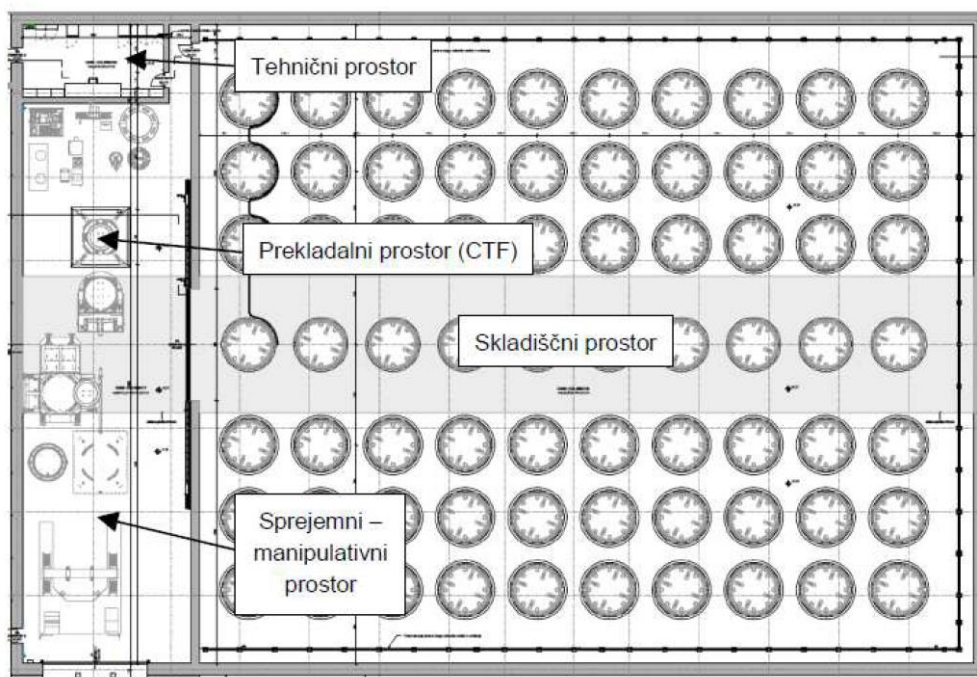
pasivnog načina hlađenja, bolje radiološke sigurnosti i robusnosti, suho skladištenje IG-a ima i druge prednosti, prije svega zbog bolje zaštite od namjernih i nenamjernih negativnih utjecaja odnosno ljudskih djelovanja. Predloženo rješenje tehnologije suhog skladištenja IG-a uvršteno je u Rezoluciju o Nacionalnom programu gospodarenja radioaktivnim otpadom i istrošenim gorivom za razdoblje 2016. – 2025. (ReNPRRO16-25); [32].

Nakon višegodišnjeg hlađenja u bazenu za istrošeno gorivo (SFP, Spent Fuel) IG se prenosi u posebne spremnike (Slika 5) koji su hermetički zatvoreni i postavljeni u odgovarajući omotač (za prijenos/transfer, skladištenje ili transport) [35].



Slika 5: Prikaz spremnika za istrošeno gorivo

Ti spremnici se zatim stavljaju u posebne skladišne omotače u zgradu za suho skladištenje IG-a (Slika 6). Zgrada se sastoji od nekoliko dijelova: manipulativnog, tehničkog i skladišnog prostora. IG će biti smješten u zgradi do donošenja odluke o izboru nacionalne strategije zbrinjavanja ili njegove ponovne obrade.



Slika 6: Tlocrt zgrade za suho skladištenje IG-a

Tehnički prostor	Tehnički prostor
Prekladalni prostor (CTF)	Prostor za prijenos (CTF)
Skladišni prostor	Skladišni prostor
Sprejemni - manipulativni prostor	Prihvatni – manipulativni prostor

Suho skladište osigurat će skladištenje istrošenog goriva u 70 spremnika, u kojima se (u svakom) može pohraniti 37 gorivnih elemenata, pri čemu su 62 spremnika predviđena za skladištenje goriva u predviđenom vijeku trajanja elektrane, a njih 8 rezervni su skladišni kapaciteti. IG će biti smješten u zgradi do donošenja odluke o izboru nacionalne strategije zbrinjavanja ili ponovne obrade IG-a.

Krajem 2020. godine u bazenu za istrošeno gorivo pohranjena su ukupno 1323 gorivna elementa, uključujući dva posebna spremnika s gorivnim šipkama i fisijskom ćelijom iz 2017. Ako bi NEK bio u pogonu do kraja 2023. godine, u elektrani bi bila ukupno 1553 gorivna elementa, a u slučaju pogona do kraja 2043. bilo bi ih ukupno 2281 (procjena). Godine 2023. bit će dovršena prva faza suhog skladištenja, kada će biti premještena prva 592 istrošena gorivna elementa. Zatim će se u drugoj fazi premjestiti sljedeća 592 istrošena gorivna elementa (više u poglavlju 5.2.8.).

3.3. Program nadogradnje sigurnosti (PNV)

U skladu sa slovenskim zakonodavstvom iz područja nuklearne sigurnosti (Pravilnik JV5, [69]), NEK je analizirao sustave, strukture i komponente sa stajališta teških nesreća. Na temelju analiza NEK je dužan poduzeti sve razumne mjere za sprječavanje i ublažavanje posljedica teških nesreća u zadanim rokovima. Nakon nesreće u japanskoj elektrani Fukushima Daiichi u ožujku 2011. taj je proces dobio visoki prioritet. S odlukom URSJV-a br. 3570-11/2011-7 od 1. rujna 2011. godine bila je potrebna analiza teških nesreća i izrada programa nadogradnje sigurnosti. Navedena odluka u svom obrazloženju ističe dobru praksu u Europi, koju NEK treba uzeti u obzir u svojoj analizi.

Zbog nuklearne nesreće u elektrani Fukushima cijela je nuklearna industrija shvatila da su velike nesreće moguće i da je potrebna tehnološka spremnost za sprječavanje teških nesreća i upravljanje njima. Nesreća je izazvala brze reakcije u svim zemljama s nuklearnom tehnologijom. Na temelju metodologije koju su zajednički razvile sve zemlje Europske unije, također je URSJV 30. svibnja 2011. godine odlukom br. 3570-9/2011/2 NEK-u naložio izvanredni sigurnosni pregled. Izvještaj je pripremljen do 31. listopada 2011. i uglavnom je odražavao procjenu tadašnjih mjera za osiguranje nuklearne sigurnosti u slučaju vanjskih izvanrednih situacija i pripremu prijedloga kratkoročnih poboljšanja. U sklopu toga, napravljene su dodatne modifikacije za mogućnost povezivanja mobilne opreme. Dana 23. prosinca 2011. URSJV je predao ENSREG-u Nacionalni izvještaj o stres-testovima [20] i objavio ga na svojim internetskim stranicama. Program nadgradnje sigurnosti NEK-a (PNV) [25] izveden je kao odgovor slovenske nuklearne industrije na temelju nacionalnog plana nakon Fukushime prema stres-testovima Europske unije, a ne kao predmet dugoročnog pogona NEK-a.

NEK je oduvijek djelovao preventivno i reagirao na važne događaje u nuklearnoj industriji, osiguravajući na taj način odgovarajuću nuklearnu sigurnost. Prije događaja u Japanu NEK je već bio u procesu moderniziranja, poput ugradnje trećeg dizelskog generatora za napajanje sigurnosnih sustava, što pridonosi podizanju sigurnosti, a ujedno podržava inicijative za modernizaciju nakon nesreće u Fukushimi. Reagirao je brzo i učinkovito čak i nakon nesreće u Fukushimi. Program koji je NEK predložio kao odgovor na odluku URSJV-a u skladu je sa zahtjevima WENRA-e i usporediv je s industrijskom praksom drugih europskih zemalja.

U kolovozu 2013. Europska komisija objavila je konačni izvještaj s rezultatima izvanrednih sigurnosnih pregleda svih elektrana [21]. Njime se potvrđuje da NEK ima izuzetno dobre rezultate i da je adekvatno pripremljen za ekstremne događaje. Izvještaj uključuje i tablicu preporuka za poboljšanje sigurnosti u pojedinačnim nuklearnim elektranama. Prema toj tablici, NEK je jedina nuklearna elektrana koja nije dobila niti jednu preporuku – također zato što je već provela radnje B.5.b (iz napada na WTC 11. rujna

2001.), imala je nacrt PNV-a i uspjela je dokazati velike ugrađene sigurnosne rezerve u seizmičkoj sigurnosti i poplavnoj sigurnosti.

Modernizacija sigurnosnih rješenja uključuje najbolja dostupna tehnološka rješenja i prati međunarodnu praksu (npr. Švicarska, Belgija, Švedska, Francuska). To se posebno odnosi na pouzdano hlađenje jezgre, osiguravanje integriteta zaštitne zgrade, kontrolu teških nesreća i hlađenje istrošenog goriva.

Uz jezgru reaktora, bazen s istrošenim gorivom u NEK-u glavni je potencijalni izvor radiološkog ugrožavanja okoliša u slučaju nuklearne nesreće. Strategija skladištenja istrošenog goriva izmijenjena je zbog najnovijih događaja i saznanja iz nesreće u Fukushimi te zbog revizije dokumenta Rezolucije o nacionalnom programu gospodarenja radioaktivnim otpadom i istrošenim gorivom za razdoblje 2016. – 2025. [32]. U 2023. godini bit će dovršen projekt izgradnje suhog skladišta za istrošeno gorivo [35]. Na taj način dodatno će se poboljšati nuklearna sigurnost i smanjiti rizik od potencijalnih nesreća u bazenu s istrošenim gorivom.

Na temelju vlastitih analiza te preporuka međunarodnih organizacija i upravnih tijela poduzete su određene kratkoročne i dugoročne akcije u NEK-u. U sklopu kratkoročnih akcija nabavljena je određena mobilna oprema (npr.: dizelski generatori raznih snaga, zračni kompresori, pumpe za vodu, vučna vozila). Na pojedinim sustavima u elektrani postavljene su odgovarajuće priključne točke za priključivanje mobilne opreme. U sklopu dugoročnih akcija i na temelju Odluke URSJV-a [65] izvršena je sveobuhvatna analiza [64] i izrađen cjeloviti program modernizacije za sprječavanje teških nesreća i ublažavanje njihovih posljedica – Program nadogradnje sigurnosti NEK-a [21]. U programu su i prijedlozi koje elektrana nije uvrstila u akcijski plan koji je proizašao iz [48]. S dodatnim zahtjevima WENRA-e ([50] i [51]) i određenim tehničkim rješenjima, koja su se oblikovala u usporedivim europskim i svjetskim industrijama, NEK je pripremio dodatne analize ([52], [53], [54], [63] i [64]) koje dokazuju prikladnost i potpunost tehničkih rješenja za prihvatljivu razinu prevencije i ublažavanja teških nesreća. Program nadogradnje sigurnosti NEK-a završen je 2021., s iznimkom izgradnje suhog skladišta i preseljenja IG-a (prva kampanja) koja će se provesti u prvoj polovici 2023.

3.4. Periodični sigurnosni pregled (PSR)

Članak 112. Zakona o zaštiti od ionizirajućeg zračenja i nuklearnoj sigurnosti (ZVISJV-1, Službeni list Republike Slovenije, br. 76/17 i 26/19) [45] zahtijeva od operatera radiološkog ili nuklearnog objekta da „osigura redovitu, sveobuhvatnu i sustavnu procjenu i provjeru radiološke ili nuklearne sigurnosti objekta s periodičnim sigurnosnim pregledima”.

Detaljnije o učestalosti, sadržaju i opsegu, trajanju i načinu obavljanja povremenih sigurnosnih pregleda te načinu izvještavanja o tim pregledima utvrđeno je Pravilnikom JV9 [70]. Uspješno proveden PSR uvjet je za produljenje pogonskog vijeka na deset godina.

Svrha je periodičnog sigurnosnog pregleda da operater radiološkog ili nuklearnog objekta:

- provjeri ukupne učinke starenja objekta, učinke promjena na objektu, pogonsko iskustvo, tehnički razvoj, utjecaje promjena na lokaciji i sve druge moguće utjecaje na radiološku ili nuklearnu sigurnost te utvrdi usklađenost s projektnim osnovama, na temelju kojih je izdana radna dozvola, s valjanim međunarodnim sigurnosnim standardima i međunarodnom praksom, čime će potvrditi da je objekt siguran barem onoliko koliko je predviđeno tijekom projektiranja te da i dalje može sigurno raditi;
- koristi najnoviju, primjerenu, sustavnu i dokumentiranu metodologiju koja se temelji na determinističkom i vjerojatnosnom pristupu analizama i procjenama radiološke i nuklearne sigurnosti;

- što je prije moguće otkloni sva odstupanja od projekta objekta utvrđena tijekom periodičnog sigurnosnog pregleda, uzimajući u obzir njihovu važnost za nuklearnu sigurnost;
- provjerava i uređuje saznanja o objektu i procesima te svu tehničku dokumentaciju;
- identificira i procijeni sigurnosni značaj odstupanja od valjanih standarda i najbolje međunarodne prakse;
- izvrši sve prikladne i razumne promjene koje proizlaze iz povremenih sigurnosnih provjera;
- promjene provede tako da izradi pisanu procjenu stanja za svaki sadržaj koja je dokumentirana i potkrijepljena odgovarajućim analizama.

U skladu sa zahtjevima NEK je uspješno proveo dva periodična sigurnosna pregleda, prvi 2003. [23] i drugi 2013. [24] godine, koje je odobrio URSJV odlukama. Sveobuhvatne sigurnosne procjene unutar PSR-a potvrdile su da je elektrana sigurna i da može sigurno raditi do sljedećeg PSR-a. Treći periodični sigurnosni pregled [73] je u tijeku i bit će dovršen 2023. godine.

3.5. Neovisni međunarodni stručni pregledi rada elektrane

NEK sudjeluje u brojnim neovisnim međunarodnim stručnim pregledima (misijama) koje temeljito ispituju sve aspekte sigurnog i pouzdanog rada elektrane. Preglede provode različite organizacije: IAEA – Međunarodna agencija za atomsku energiju, WANO – Svjetska udruga operatera nuklearnih elektrana i druge.

Svrha misija je promicanje poboljšanja u području nuklearne sigurnosti i pouzdanosti nuklearnih elektrana razmjenom informacija između inozemnih stručnjaka i NEK-a te promicanje komunikacije i usporedbe među članicama WANO-a. Uspoređujući vlastitu praksu sa svjetskim iskustvima i objektivno ocjenjujući stanje rada, cilj je postizanje najviših standarda nuklearne sigurnosti, dostupnosti i izvrsnosti u radu nuklearnih elektrana.

Revizori su NEK usporedili s visokim operativnim standardima nuklearne industrije u područjima sigurnosne kulture i ljudskog ponašanja, organizacije i administracije, poboljšanja učinkovitosti i operativnog iskustva, pogona, održavanja, kemije, upravljanja radnim procesima, inženjeringa, kontrole konfiguracije, učinkovitosti nuklearnog goriva, pouzdanosti opreme, radiološke zaštite, osposobljenosti i kvalifikacija, zaštite od požara, zdravlja i sigurnosti na radu, organizacije i mjera u slučaju izvanrednog događaja te primjene međunarodnih preporuka. Promatrači također prate provedbu scenarija operativnih izmjena kako bi procijenili reakciju operativnog osoblja na neplanirane događaje.

Sredinom 1990-ih, u sklopu vjerojatnosnih sigurnosnih analiza razine 2 za elektranu, provedene su, među ostalim, analize odabranih scenarija nesreća koji nadilaze projektne nesreće. Analize su uključivale stanja s oštećenjem jezgre reaktora i kvarom zaštitne zgrade, poznate kao analize teških nesreća. Takve su analize također služile kao osnova za razvoj Smjernica za upravljanje teškim nesrećama (tzv. SAMG – Severe Accident Management Guidelines). Istodobno su obavljani pregledi opreme i izvršene neke izmjene koje omogućavaju primjereniji odgovor opreme i osoblja u slučaju takvih nesreća. Primjeri su: strategija poplavlivanja prostora ispod reaktorske posude („wet cavity“) u slučaju taljenja reaktorske posude, zamjena rešetke kolektora zaštitne zgrade i toplinske izolacije cjevovoda u zaštitnoj zgradi. Nakon nabave simulatora za obuku operatera i pripremu SAMG-ova, NEK može izvoditi i vježbe pripravnosti za izvanredne slučajeve nesreća koje nadilaze projektne nesreće. Tijekom vježbi funkcionalno su ispitani i SAMG postupci.

Na poziv URSJV-a, 2001. godine u NEK-u je održana misija RAMP u organizaciji IAEA-e u kojoj je ispitan opseg i primjerenost navedenih analiza i smjernica za postupanje u teškim nesrećama. Dio preporuka misije RAMP proveden je u razdoblju poslije inspekcijske misije, ostale preporuke zahtijevale su dodatne, dublje analize, a proveo ih je NEK kao dio prvog akcijskog plana periodičnih sigurnosnih

pregleda (npr. proizvodnja, raspodjela vodika te svladavanje opasnosti eksplozije vodika u zaštitnoj zgradi u slučaju teške nesreće). U sklopu akcijskog plana periodičnih sigurnosnih pregleda, NEK je pripremio i posebne podloge za upute za postupanje u izvanrednim situacijama (EOP) te na temelju analiza revidirao kriterije („setpoint“) za te upute. Sve radnje iz ovog akcijskog plana su dovršene (pregledao ih je i odobrio URSJV unutar različitih upravnih postupaka).

U sklopu provedbe stres-testova pregledano je i upravljanje teškim nesrećama (oprema, postupci, organizacija...). Dodatno je, u sklopu pregleda IAEA-e i WANO-a 2017. i 2019. godine, ispitana prikladnost organizacije za upravljanje nesrećama. Također, u 2018. uspješno je obavljena validacija novih SAMG-ova na simulatoru NEK-a.

3.6. Program upravljanja starenjem opreme – Aging management program (AMP)

Program upravljanja starenjem opreme (Aging management program, AMP) razvijen je kao dio periodičnog pregleda sigurnosti (PSR1) i s radnjama koje proizlaze iz završnog izvještaja PSR1.

NEK je u cijelosti dovršio radnje iz periodičnog sigurnosnog pregleda koje su se odnosile na produljenje pogonskog vijeka NEK-a. U sklopu regulatornog postupka, URSJV je odobrio one dijelove izmjena Izvještaja o sigurnosti NEK-a (USAR) i Tehničkih specifikacija NEK-a (TS – NEK Technical Specifications) koji se odnose na produljenje pogonskog vijeka NEK-a (Odluka URSJV broj 3570-6/2009/28 od 20. travnja 2012. godine i Odluka URSJV br. 3570-6/2009/32 od 20. lipnja 2012.) te odobrio cjelokupni program starenja (eng. AMP – Aging Management Program).

NEK-ov program starenja temelji se na američkom zakonodavstvu NUREG-1801, Generic Aging Lessons Learned, Revision 2. Program AMP tako pokriva sve pasivne i „dugoživuće“ sustave, strukture i komponente. Europski program AMP koji je osmislila IAEA (International Generic Aging Lessons Learned (IGALL) for Nuclear Power Plants) predviđa da se program starenja također bavi aktivnim komponentama. NEK ima pregled nad aktivnim komponentama izveden u skladu s takozvanim Pravilom održavanja – Maintenance Rule (10 CFR 50.65) i programom „Environmental Qualification“ (10 CFR 50.49).

Pregled starenja aktivnih komponenti kao samo održavanje napravljen je na temelju:

- 10 CFR 50.65 – „Requirements for monitoring the effectiveness of maintenance at nuclear power plants“, Regulatory Guide 1.160,
- "Monitoring the Effectiveness of Maintenance Rule at Nuclear Power Plants", Rev. 3 i NUMARC 93-01,
- "Industry Guideline for Monitoring the Effectiveness of Maintenance at Nuclear Power Plants", Rev. 4A.

Važan dio programa AMP bile su i vremenski ograničene sigurnosne analize (analize TLAA), među kojima treba istaknuti AMP-TA-10 „Update of USAR Chapters 11 and 15, koja je pokazala da produljenje pogonskog vijeka NEK-a ne mijenja postojeće stanje koje bi donijelo nove opasnosti i opterećenja okolišu.

Dosljednost i cjelovitost programa starenja provjerene su nizom misija:

- 2014. godine misija WANO Peer Review u NEK-u (AMP),
- 2017. godine misija IAEA OSART + LTO + PSA,
- 2017. godine NEK je aktivno sudjelovao u pripremi nacionalnog izvještaja ENSREG Topical Peer Review (TPR) on Aging Management,
- 2019. godine pregled WANO Peer Review NEK AMP.

Za projekt suhog skladištenja razvijen je poseban program upravljanja starenjem.

Sve misije (uključujući misiju OSART iz 2017.) i pregled URSJV-a te odluka donesena u prethodno opisanom upravnom postupku pokazali su usklađenost programa starenja s međunarodnim preporukama i Pravilnikom JV9 [70].

Osim toga, 2021. godine program NEK AMP bit će revidiran i ocijenjen u sklopu misije IAEA-e pre-SALTO (Safety Aspects of Long Term Operation). Misija pre-SALTO temeljito će revidirati programe kontrole starenja i njihovu provedbu na temelju standarda IAEA-e i najbolje međunarodne prakse. Program starenja će se sveobuhvatno i sustavno vrednovati u sklopu trećeg periodičnog sigurnosnog pregleda (PSR3), u skladu s programom koji je odobrio URSJV odlukom br. 3570-7/2020/22 od 23. prosinca 2020. [73].

3.7. Sustavi vođenja

Vanjski okvir za rad i poslovanje NEK-a određen je zakonodavstvom, međudržavnim ugovorom, standardima nuklearne industrije i standardima za učinkovito upravljanje gospodarskim društvima.

Unutarnja organizacija društva osmišljena je tako da uključuje sve funkcije koje su potrebne za kvalitetno provođenje radnih procesa u skladu sa standardima nuklearne industrije i propisima. Pritom se uzima u obzir specifična uloga društva, koja osim operativne obuhvaća i inženjerske i korporativne funkcije, uključujući neovisni nadzor nad nuklearnom sigurnošću. NEK-ov sustav upravljanja MD-2, kao jedan od ključnih dokumenata, sustavno prikazuje osnovne organizacijske karakteristike, definira odgovornosti za upravljanje, ključne i potporne procese te neovisni nadzor nad nuklearnom sigurnošću.

Integrirani sustav vođenja, opisan u NEK-ovu MD-2 – Sustav vođenja – Procesna organizacija, u skladu je sa zahtjevima koje određuje Zakon o zaštiti od ionizirajućeg zračenja i nuklearne sigurnosti ZVISJV-1, Službeni list Republike Slovenije 76/17, 26/19 [45] i detaljnije Pravilnik o čimbenicima radiološke i nuklearne sigurnosti (Pravilnik JV5, [69]), Službeni list Republike Slovenije 74/16, u 5. poglavlju (Sustav vođenja). Program je također usklađen s General Safety Requirements No. GSR Part 2, Leadership and Management for Safety, 2016.

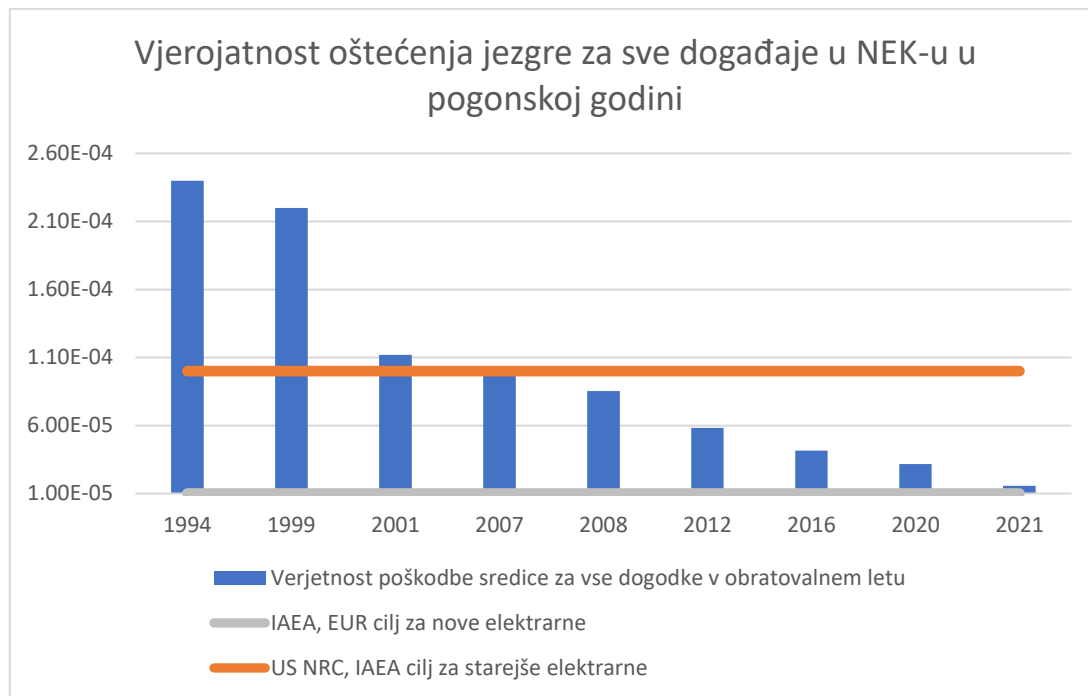
Sastavni dio integriranog sustava upravljanja je Program osiguranja kvalitete kao dio neovisnog nadzora nad nuklearnom sigurnošću, koji je u skladu sa zahtjevima slovenskog zakonodavstva i američkog zakonika 10 CFR 50 Appendix B Quality Assurance Criteria for Nuclear Power Plants and Fuel Reprocessing Plants. Programom je propisana kontrola onih aktivnosti koje utječu na nuklearnu sigurnost i spremnost nuklearnog goriva, konstrukcije, sustava i komponenti (SSK) te na kvalitetu povezanih usluga.

Sastavni dio sustava upravljanja je i sustav upravljanja okolišem koji je u NEK-u uveden 2008. godine u skladu s normom ISO 14001:2004. U studenom 2017. izvršen je recertifikacijski audit sustava upravljanja okolišem i uspješan prelazak na novo izdanje norme ISO 14001:2015. Certifikat br. SL22114E prema standardu ISO 14001:2015 izdan je 14. prosinca 2017. i vrijedio je do 18. prosinca 2020. Certifikati se izdaju na razdoblje od tri godine, tako da je nakon dva kontrolna audita u listopadu 2020. proveden uspješan recertifikacijski audit. NEK je dobio novi certifikat ISO 14001:2015 br. SI008072 [17] za sljedeće trogodišnje razdoblje (do kraja 2023.).

Sustav sigurnosti i zdravlja na radu prema standardu BS OHSAS 18001:2007 uveden je 2011. godine. Nakon izdavanja nove norme za područje sigurnosti i zdravlja na radu u 2018. godini, postupno su uvedene izmjene i dopune sustava upravljanja sigurnošću i zdravljem na radu potrebne za prelazak s norme BS OHSAS 18001:2007 na normu ISO 45001:2018. U listopadu 2020. prelazak na novu normu temeljito je pregledan i potvrđen na recertifikacijskom auditu vanjske certifikacijske kuće Bureau Veritas. NEK-u je izdan certifikat ISO 45001:2018 na razdoblje od tri godine [18].

3.8. Ključne sigurnosne karakteristike elektrane u 2021. godini

Promišljene i usmjerene nadogradnje sigurnosti posljednjih desetljeća u NEK-u, posebice provedbom Programa nadogradnje sigurnosti (PNV), neprestano poboljšavaju razinu sigurnosti, kao što je vidljivo na sljedećoj slici (Slika 7) koja prikazuje vjerojatnost oštećenja jezgre zbog svih mogućih unutarnjih i vanjskih događaja (otkazivanje opreme, lomovi cjevovoda, požari, potresi, poplave...).



Slika 7: Prikaz razine sigurnosti mjerene vjerojatnošću oštećenja jezgre po godini rada (CDF/ry)

Verjetnost poškodbe sredice za vse dogodke v NEK v obratovalnem letu	Vjerojatnost oštećenja jezgre za sve događaje u NEK-u u pogonskoj godini
Verjetnost poškodbe sredice za vse dogodke v obratovalnem letu	Vjerojatnost oštećenja za sve događaje u pogonskoj godini
IAEA, EUR cilj za nove elektrarne	IAEA, EUR cilj za nove elektrarne
US NRC, IAEA cilj za starije elektrarne	US NRC, IAEA cilj za starije elektrarne

Slika 7 prikazuje vjerojatnost oštećenja jezgre za sve događaje u NEK-u u pogonskoj godini tijekom povijesti rada u usporedbi s ciljanim vrijednostima američkog US NRC-a i IAEA-e za nuklearne elektrane 2. generacije prikazane narančastom bojom i ciljanim vrijednostima IAEA-e i EUR-a za nove elektrane treće generacije, siva crta, izvedeno iz NEA/CSNI/R (2009.) 16. Oštećenje jezgre u NEK-u u skladu je s definicijom US NRC 10 CFR 50.46, odjeljak 1b. Iz slike se vidi da je u posljednjih 20 godina znatnije smanjena vjerojatnost oštećenja jezgre, što je rezultat velikih ulaganja u sigurnosnu nadogradnju elektrane. Učinjena su važna ažuriranja u vezi s rizikom od potresa, zaštitom od poplava, mjerama za ublažavanje posljedica požara, osiguravanjem dodatnih izvora električne energije u slučaju nesreća ili nestanka električne energije i još mnogo toga. Kao primjer možemo spomenuti alternativnu mogućnost odvođenja topline novim sustavima DEC (spremnik ASI, spremnik AAF i bunar [7]), koji osiguravaju dugotrajno hlađenje elektrane. Smanjenje rizika u posljednjih nekoliko godina i planirana smanjenja u 2021. rezultat su Programa nadogradnje sigurnosti NEK-a [25].

3.8.1. Najvažnije projektne promjene primarnog kruga

Zamjena parogeneratora

Parogeneratori su zamijenjeni u sklopu modernizacije elektrane. Modernizacija se sastojala od niza potprojekata. Prvi je uključivao projektiranje, proizvodnju, doradu, sastavljanje, ispitivanje i transport novih parogeneratora. Drugi potprojekt uključivao je sigurnosne analize i dobivanje dozvola za zamjenu. Treći, koji je završen početkom remonta, bio je izgradnja kompletnog simulatora za obuku

osoblja i analizu ponašanja elektrane u slučaju različitih događaja. Zamjena parogeneratorskog i izgradnja simulatora provodile su se 2000. godine.

Uvođenje novog sustava za mjerenje temperature primarnog kruga

Sustav za mjerenje temperature primarne rashladne tekućine imao je prenosnicu ugrađenu na rashladne petlje A i B, koja je bila pričvršćena na toplu, hladnu i međugranu i imala je ukupno 30 ventila. Zbog otežanog održavanja i mogućih propuštanja, tijekom remonta 2013. godine uklonjeni su svi ventili i obilazni vodovi, a senzori za mjerenje temperature ugrađeni su izravno u primarnu cijev rashladne tekućine. Takvo rješenje smanjuje zahvate u radu i održavanju te rizik od curenja primarne rashladne tekućine.

Modernizacija motora reaktorskih pumpi

Obnovljena i ažurirana bila su oba prvotna elektromotora pumpi hlađenja reaktora i istovremeno je dodan novi rezervni. Isto tako su modernizirani kontrolni instrumenti i vizualni zasloni za praćenje temperature ležajeva, razine ulja u ležajevima i vibracija motora. Modernizacije su provedene 2007. i 2010. godine.

Zamjena reaktorske glave

Na temelju operativnih iskustava industrije zamijenjena je reaktorska glava. Materijali otporniji na koroziju i bolji proizvodni procesi osiguravaju sigurniji i pouzdaniji rad elektrane. Reaktorska glava zamijenjena je 2012. godine.

3.8.2. Najvažnije projektne promjene sekundarnog kruga i električnih sustava

Zamjena niskotlačnih turbina

NEK je zbog dotrajalih turbina i potrebe za optimizacijom proizvodnje električne energije zamijenio obje niskotlačne turbine. Nove niskotlačne turbine imaju veću unutarnju učinkovitost u usporedbi sa starim turbinama. Zamjena je provedena 2006. godine.

Zamjena statora i rotora glavnog generatora

Modifikacija je uključivala zamjenu statorskog dijela generatora (vanjsko i unutarnje kućište, jezgra, namot, glavni priključci s čahurama, vodikovi hladnjaci), sustava rashladne vode statora, ventila za kontrolu temperature vodika, lokalne alarmne ploče, ugradnju nove sušilice vodika i modernizaciju kontrolnih instrumenata prijenosom podataka u glavnu komandnu sobu.

NEK je odlučio zamijeniti rotor glavnog generatora na temelju procjene da je projektiran i pri izradi poštovan pogonski vijek svih potkomponenti generatora od 30 godina, uzimajući u obzir normalne uvjete i pogonsku pouzdanost. Rotor generatora zamijenjen je novim koji pokazuje bolje karakteristike pouzdanosti i učinkovitosti.

Stator i rotor glavnog generatora zamijenjeni su 2010. i 2012. godine.

Zamjena kontrolnog i zaštitnog sustava turbine (sustav upravljanja turbinom i njezina nadzora)

Stari digitalni elektrohidraulični sustav DEH (Digital Electro Hydraulic), sustav upravljanja turbinom, zamijenjen je novim digitalnim elektrohidrauličnim sustavom s mogućnošću programiranja PDEH-a (Programmable Digital Electro Hydraulic) koji je izradio originalni dobavljač.

Ugradnja novog sustava upravljanja turbinom i njezina nadzora PDEH uključivala je i zamjenu sustava zaštite turbine (Emergency Trip System) i sustava za regulaciju pregrijavanja pare i odvlaživača te

prebacivanje upravljačkih i ispitnih naredbi dvanaest ventila sustava za separaciju pare s neovisne ploče na novi sustav PDEH. Zamjena je provedena 2012. godine.

Zamjena uzбудnika i regulatora napona te glavnog prekidača generatora

Treći projekt modernizacije generatorskog sustava uključivao je zamjenu uzbudnika i regulatora napona glavnog generatora.

Zamjena glavne sklopke generatora jedna je od izvršenih modernizacija generatorskog sustava, čime se povećava pouzdanost rada elektrane. Projekt uključuje zamjenu glavne sklopke generatora sa svom pripadajućom opremom i zamjenu zaštite od prenapona. Budući da nova sklopka generatora ne zahtijeva vodno hlađenje i komprimirani zrak za pogon, uklonjeni su i postojeća kompresorska stanica i rashladni sustav stare sklopke generatora. Sustav je zamijenjen 2016. godine.

Obnova rasklopnog postrojenja i zamjena sabirnica 400-kilovoltnog sustava

U skladu s Ugovorom o tehničkim aspektima ulaganja, NEK i operator sustava ELES temeljito su obnovili rasklopno postrojenje. Obnova je počela već u remontu 2010. godine, a nastavljena je u remontima 2012. i 2013. zamjenom sve primarne opreme, kao što su prekidači, izolatori i sabirnice, te zamjenom mjernih i kontrolnih sustava.

Od mjesta dvostruke ograde između NEK-a i RTP-a Krško do transformatorskog polja NEK-a zamijenjen je dio 400-kilovoltnih sabirnica s potpornim izolatorima i portalima. Zamjena sabirnica prva je faza zajedničkog projekta NEK-a i ELES-a na području rekonstrukcije 400-kilovoltnog rasklopnog postrojenja.

Ugradnja i priključivanje energetskeg transformatora

NEK je zamijenio glavni transformator nazivne snage 400 MVA novim transformatorom snage 500 MVA. Novi transformator otklanja usko grlo u distribuciji električne energije u elektroenergetski sustav i vraća elektranu u osnovnu konfiguraciju s dva transformatora jednake snage. Zamjena je provedena 2013. godine.

3.8.3. Najvažnije projektne promjene tercijarnog kruga i podsustava

Proširenje sustava rashladnih tornjeva

Projekt je promijenjen zbog promjena u elektrani i okolišu. Odabranim tehničkim rješenjima poboljšali smo rashladni sustav tercijarnog kruga NEK-a. Ugrađene su četiri nove rashladne ćelije (novi rashladni toranj – CT3) te potpuno zamijenjena električna oprema sustava rashladnih tornjeva. Proširenje je provedeno 2008. godine.

Rekonstrukcije zbog izgradnje HE Brežice

Zbog HE Brežice razina rijeke Save na području NEK-a porasla je za 3 m na razinu od 153,20 m nadmorske visine. Zbog promijenjenih hidrauličnih uvjeta, na području NEK-a bilo je potrebno rekonstruirati određene sustave kako bi se nakon porasta razine rijeke Save omogućio rad sustava unutar postojećih projektnih baza te normalno održavanje zahvaćenih sustava i struktura.

Modifikacija na hidrauličnom sustavu zgrade brane

Modifikacija je sadržavala sve potrebne mehaničke, građevinske, električne i I&C aktivnosti potrebne na zgradi brane NEK-a zbog izgradnje HE Brežice. Zbog hidrauličnih promjena na rijeci Savi uzvodno i nizvodno od brane NEK-a bilo je potrebno izvesti sljedeće zahvate:

Građevinski dio:

- uređenje prilaza i okoline brane;
- proširenje odlagališta remontnih protuprovalnih pregrada;
- nadvisivanje stupova preljevnih polja i izgradnja novog mosta za kransku dizalicu;
- rekonstrukcija temelja slapišta s dodatnim čeličnim pragom;
- ugradnja dodatnih vodilica na krilne zidove brane;
- proširenje temelja kranske staze i
- dodatni nasip za uređenje platoa proširenog odlagališta.

Strojni dio:

- nabava i montaža nizvodnih remontnih segmentnih protuprovalnih pregrada (6 novih elemenata);
- isporuka i montaža ulaznih remontnih protuprovalnih pregrada (2 nova valjkasta segmenta);
- isporuka i montaža nove mosne dizalice 2 x 100 kN za manipulaciju nizvodnim remontnim protuprovalnim pregradama na protočnim poljima s kranskom stazom;
- nabava i montaža kliješta za podizanje, hvatanje i spuštanje elemenata nizvodnih remontnih protuprovalnih pregrada koje su obješene na mosnu dizalicu;
- nabava i montaža pretovarnog mobilnog hidrauličnog uređaja za transport nizvodnih remontnih protuprovalnih pregrada od mosne dizalice do odlagališta protuprovalnih pregrada s kranskom stazom;
- nabava i montaža opreme odlagališta nizvodnih remontnih protuprovalnih pregrada, što uključuje komplet baza za postavljanje protuprovalnih pregrada;
- rekonstrukcija hidraulične opreme za dizanje radijalnih protuprovalnih pregrada koja uključuje hidraulične agregate na električni, motorni i ručni pogon, hidraulične cilindre i crijeva s fleksibilnim cijevima za fleksibilne priključke.

Električni dio i upravljanje:

Dosadašnji sustav upravljanja i kontrole opreme na brani NEK-a, koji uključuje regulaciju razine rijeke Save snimanjem protoka i mjerenjem razine, zamijenjen je novim sustavom. Provedene su i dvosmjerne podatkovne veze na kontrolnu opremu brana HE Brežice i HE Krško koje omogućuju zajedničko upravljanje ovim branama s branom NEK-a.

[Rekonstrukcija na sustavu CW](#)

Kako bi se osigurao normalan i siguran rad elektrane pri povišenoj razini rijeke Save tijekom izgradnje HE Brežice, na terciarnom rashladnom sustavu (CW Circulating Water System) bile su potrebne određene rekonstrukcije koje su uključivale:

- uvođenje dodatnih protuprovalnih pregrada (stop logs) za izolaciju dotičnih objekata CW, što omogućuje održavanje na grubim rešetkama, putujućim sitima i pumpama CW;
- rekonstrukciju i modernizaciju CW sustava za pročišćavanje;
- novi uređaj za čišćenje rešetki (dva nova stroja veće učinkovitosti);
- putujuća sita CW 105TSC-001, -006 modernizacija (povećana brzina pomicanja sita, modifikacija sigurnosnih zaklopki);
- ugradnju dodatne pumpe za ispiranje sita i dodatnih mlaznica za svako sito;
- zamjenu električnih ormara i modernizaciju upravljanja, modernizaciju mjerenja razlike razina vode na grubim rešetkama i putujućim sitima;
- rekonstrukciju cjevovoda za odleđivanje CW-a za sprječavanje stvaranja leda u CW-u;
- ugradnju nove pumpe kako bi se zadovoljili operativni zahtjevi sustava za odleđivanje;
- modifikaciju mlaznica za odleđivanje cijevi (uvođenje dodatnih mlaznica na cjevovod za odleđivanje CW-a);
- obnovu manipulacijskih ploča (platformi).

Rekonstrukcija na sustavu SW

Zbog izgradnje HE Brežice bilo je potrebno i rekonstruirati tercijarni sigurnosni rashladni sustav (sustav SW). Rekonstrukcija je uključivala:

- ugradnju dodatnih talpi i prekvalifikaciju postojećih,
- prethodno projektiranje sustava sabirnica pumpe SW,
- ugradnju novih radnih platformi,
- nadogradnju odnosno zamjenu postojećeg sustava odmuljivanja,
- modernizaciju sustava mjerenja razine mulja u usisnom bazenu,
- adaptaciju sustava katodne zaštite podvodnih struktura i cjevovoda.

Rekonstrukcija na sustavima PW i SV

Zbog izgradnje HE Brežice bila je potrebna rekonstrukcija sustava podzemnih bunara, meteorske i fekalne kanalizacije:

- Podzemni bunari:
Kako bi se razina podzemne vode održala na istoj onoj kao i prije izgradnje, unutar injekcijske zavjese ugrađuju se tri podzemna bunara [6] s pripadajućim spojnim cjevovodima na postojeću zgradu PB.
- Meteorska kanalizacija:
Rušenje postojećeg crpilišta meteorske kanalizacije i izgradnja nove na istoj lokaciji.
- Fekalna kanalizacija:
 - izgradnja novog gravitacijskog ispusta iznad buduće visine brane HE Brežice, na visini od 153,50 m n. v.
 - zamjena dviju postojećih potopnih pumpi.

3.8.4. Ostale projektne promjene za poboljšanje sigurnosti

Poboljšanje izmjeničnog zaštitnog napajanja (DG3)

Aktivnost znači poboljšanje izmjeničnog sigurnosnog napajanja elektrane osiguravanjem alternativnog izvora u slučaju eventualnog gubitka cjelokupnog izmjeničnog napajanja (Station blackout – SBO). Nadogradnja sigurnosnog napajanja uključivala je ugradnju dodatnog dizelskog generatora (DG3) snage 4 megavata (6,3 kV, 50 Hz, vrijeme pokretanja manje od 10 sekundi) koji je preko nove sabirnice od 6,3 kV (MD3) spojen na sigurnosne sabirnice MD1 ili MD2. Poboljšanja su provedena 2006. i 2013. godine.

3.8.5. Projekti nadogradnje sigurnosti NEK-a

NEK je provedenim Programom nadogradnje sigurnosti (PNV) [25] pripremljen za teške nesreće u skladu sa ZVISJV-1, Službeni list Republike Slovenije, br. 76/17, 26/19) [45], i Pravilnikom o čimbenicima radiološke i nuklearne sigurnosti [69]. PNV je pregledao i odobrio URSJV u veljači 2012. odlukom br. 3570-11/2011/09. NEK je 2012. godine počeo izradu projektne dokumentacije PNV i 2013. podnio prijavu za prve dvije sigurnosne nadogradnje (ugradnja pasivnog autokatalitičkog sustava za vezanje vodika i ugradnja pasivnog filtarskog ventilacijskog sustava zaštitne zgrade). Te dvije izmjene, koje su ključna rješenja za uvjete teških nesreća, odobrio je URSJV u listopadu 2013. godine.

Faza 1

Ugradnja pasivnih autokatalitičkih peći za regulaciju vodika u zaštitnoj zgradi

Ugradnjom pasivnih autokatalitičkih peći za vodik ograničena je koncentracija eksplozivnih plinova (vodika i ugljičnog monoksida) u zaštitnoj zgradi u slučaju najgore moguće nesreće. Ugrađena oprema ne zahtijeva nikakvo električno napajanje za svoj rad i zato radi čak i uz kompletan nestanak izmjeničnog napajanja elektrane. Sigurnosnom modernizacijom osigurava se integritet zaštitne zgrade u slučaju najgore moguće nesreće. Autokatalitičke peći ugrađene su 2013. godine.

Izgradnja sustava za filtrirano rasterećenje zaštitne zgrade

Ugradnjom pasivnog ventilacijskog sustava (rasterećenja) zaštitne zgrade osigurava se minimalno ispuštanje (manje od 0,1 %) radioaktivnih fizijskih produkata jezgre (osim plemenitih plinova) koji se ispuštaju u zaštitnu zgradu u slučaju najgore nesreće, koja uključuje porast tlaka u zaštitnoj zgradi koji je veći od projektnog tlaka. Na taj se način čuva integritet zaštitne zgrade kao barijere, čime se sprječava nekontrolirano ispuštanje radioaktivnog materijala u okoliš. Sustav se sastoji od pet aerosolnih filtara u zaštitnoj zgradi, filtra joda u pomoćnoj zgradi, cjevovoda s rasterećenom pločom, ventila, prigušnice, dušikove postaje, radiološkog monitora i potrebne instrumentacije. Primarni cilj modifikacije je održati cjelovitost zaštitne zgrade sprječavajući njezino urušavanje u slučaju najgore nesreće koja bi mogla rezultirati nekontroliranim povećanjem tlaka. Sustav je ugrađen 2013. godine.

Faza 2

Poplavna sigurnost objekata NEK-a

U 2012. godini izrađena su projektna rješenja za osiguranje zaštite od poplave objekata NEK-a do visine od 157,530 m nadmorske visine, što uključuje i slučaj rušenja nizvodnih i uzvodnih nasipa rijeke Save. Projektna rješenja uključivala su pasivne i aktivne elemente protupoplavne zaštite. Pasivni elementi uključuju vodonepropusne vanjske zidove objekata, zamjenu vanjskih vrata vodonepropusnima i zamjenu brtvi na prodorima u vanjskim zidovima vodonepropusnima. Aktivna protupoplavna zaštita osigurava se postavljanjem vodenih barijera i ugradnjom nepovratnih ventila na sustave odvodnje. Nova zaštita od poplava NEK-a projektirana je i dimenzionirana tako da pruža funkcionalnu zaštitu i u slučaju potresa s ubrzanjem tla od 0,6 g. Projekt je završen 2017. godine.

Izgradnja pomoćne komandne sobe

Glavna svrha izgradnje pomoćne komandne sobe je uspostaviti alternativnu kontrolnu lokaciju koja omogućuje sigurno zaustavljanje i hlađenje elektrane u slučaju evakuacije glavne komandne sobe te osigurava kontrolu situacije u zaštitnoj zgradi u slučaju teške nesreće s oštećenjem jezgre. Izgradnja komandne sobe završena je 2019. godine.

Nova pomoćna komandna soba osigurava dostupnost alternativne lokacije za zaustavljanje i hlađenje elektrane (u slučaju gubitka glavne komandne sobe), čime se NEK izjednačava s usporedivim nuklearnim elektranama u sjevernoj Europi koje su izgradile slične „bunkerske“ pomoćne komandne sobe 90-ih godina. Novije elektrane takvo rješenje imaju već uključeno u osnovnom projektu.

U pomoćnu komandnu sobu ugrađena je dodatna i glavnoj komandnoj sobi neovisna instrumentacija za nadzor elektrane u slučaju teške nesreće.

Nadogradnja centra tehničke i operativne podrške

Uz izgradnju pomoćne komandne sobe, dograđen je i novi centar za tehničku podršku (TPC). Kapacitet postojećeg podzemnog skloništa je povećan, a nova zgrada OPC pruža uvjete za dugotrajan rad i smještaj tima do 200 ljudi čak i u slučaju ekstremnih potresa, poplava i drugih malo vjerojatnih izvanrednih događaja. Osim dodatnih zračnih filtara, zgrada ima novi dizelski generator koji će samostalno električno napajati centar. Nadogradnja je završena 2021. godine.

Alternativno hlađenje bazena za istrošeno gorivo

Projekt je uključivao: novi sustav prskanja (fiksni razvod vodnih tuševa za ispiranje bazena s istrošenim gorivom), sustav hlađenja bazena s mobilnim izmjenjivačem topline (novi prijenosni izmjenjivač topline za alternativno hlađenje bazena istrošenog goriva) i zaklopku za tlačno rasterećenje zgrade za istrošeno gorivo (FHB). Modernizacija sustava završena je 2020. godine.

Ugradnja prenosnih motornih ventila za rasterećenje tlaka primarnog sustava

Projektnom promjenom osigurao se put protoka koji omogućuje kontrolirano rasterećenje primarnog sustava u proširenim projektnim uvjetima ako postojeći ventili za rasterećenje nisu dostupni. Provedbom strategije usklađenog rasterećenja i nadopune primarnog sustava osigurava se hlađenje jezgre i sprječava njezino oštećenje. Promjena projekta završena je 2018. godine.

Alternativno hlađenje rashladnog sustava reaktora i zaštitne zgrade

Glavna svrha promjene projekta bila je ugradnja alternativnog sustava za dugotrajno odvajanje zaostale topline. Primarna funkcija novog sustava odvajati će zaostalu toplinu iz rashladnog sustava reaktora u uvjetima proširenih projektnih osnova uklanjanjem rashladne tekućine iz vruće grane rashladnog sustava reaktora, hlađenjem preko izmjenjivača topline i vraćanjem rashladne tekućine u hladnu granu reaktorskog rashladnog sustava te odvajanje zaostale topline iz rashladnog sustava reaktora s recirkulacijom vode kolektora zaštitne zgrade natrag u rashladni sustav reaktora. Dodatno je moguće provesti hlađenje zaštitne zgrade tuširanjem. Promjena projekta završena je 2021. godine.

Faza 3

Izgradnja dodatne utvrđene zgrade (BB2) s dodatnim spremnicima vode za uklanjanje zaostale topline reaktora

Modernizacija uključuje izgradnju nove utvrđene zgrade 2 (Bunkered Building 2 – BB2) s pomoćnim sustavima te provedbu spajanja različitih novih sustava unutar nove zgrade na postojeće sustave, zgrade i komponente NEK-a. Zgrada BB2 dizajnirana je za smještaj alternativnih sustava sigurnosnog ubrizgavanja (ASI), alternativnog sustava pomoćne napojne vode (AAF) i sigurnosnog električnog napajanja zgrade BB2. Za izgradnju tog objekta zajedno sa svim ugrađenim sustavima (AAF, ASI...) ishodištena je posebna građevinska dozvola (br. 35105-68-68/2018/8 1093 i 35105-29/2018/6 1093-04 od 24. srpnja 2018.). Izgradnja je završena 2021. godine.

Alternativni sustav za punjenje parogeneratora (AAF)

Ažuriranje je dio treće faze Programa nadogradnje sigurnosti i uključuje ugradnju dodatne pumpe za punjenje parogeneratora sa svim cjevovodima i ventilima koji će omogućiti spajanje novog sustava na postojeći sustav pomoćne napojne vode parogeneratora. Novi alternativni sustav za punjenje parogeneratora osigurat će alternativni izvor rashladne vode za jedan ili oba parogeneratora u proširenim projektnim uvjetima u slučaju kvara postojećeg sustava pomoćne napojne vode parogeneratora, čime će se omogućiti odvođenje topline iz primarnog kruga i hlađenje reaktora. Promjena projekta završena je 2021. godine.

Alternativno sigurnosno ubrizgavanje (ASI)

Nadogradnja, koja je također dio treće faze PNV-a, uključuje ugradnju alternativnog sigurnosnog sustava za ubrizgavanje borirane vode u primarni krug rashladne tekućine reaktora. Sustav, instaliran u novoj utvrđenoj sigurnosnoj zgradi BB2 sastoji se od spremnika za 1600 m³ borirane vode, visokotlačne pumpe i glavnog motornog ventila, iz pripadajućeg cjevovoda spojenog na postojeći sustav NEK-a te opreme za podršku upravljanja i kontrole sustava. Projekt je dovršen 2021. godine.

Suho skladištenje istrošenog goriva (SFDS)

Suho skladište istrošenog goriva (IG) tehnološka je modernizacija i sigurnosna nadogradnja unutar postojećeg energetskega kompleksa NEK-a. Osim pasivnog načina hlađenja, bolje radiološke sigurnosti

i robusnosti, suho skladištenje istrošenog goriva ima i druge prednosti, prije svega bolju zaštitu od namjernih i nenamjernih negativnih čovječjih utjecaja odnosno djelovanja. Suho skladištenje IG-a je privremeno, sigurnije skladištenje tijekom rada NEK-a, kao i nakon njegova zaustavljanja, ali nije predviđeno kao trajno, konačno skladištenje tog goriva.

Suho skladište istrošenog goriva nalazi se u tehnološkom dijelu NEK-a, zapadno od lokacije bazena u kojem se istrošeno gorivo danas skladišti. Vanjski izgled suhog skladišta istrošenog goriva prilagodit će se postojećim objektima u kompleksu NEK-a, koji je već integriran u prostor i prostorna je prepoznatljivost šireg područja grada Krškog. Suho skladište je u izgradnji, predviđeni rok je prva polovica 2023. godine.

Ugradnja visokotemperaturnih brtva u pumpu rashladne tekućine reaktora

Ugradnja novog brtvenog umetka pumpe rashladne tekućine reaktora s visokotemperaturnim brtvama (HTS). Brtve HTS namijenjene su boljem odazivu elektrane na potencijalni gubitak cjelokupnog napajanja izmjeničnom strujom kada bi se prekinula opskrba brtvenom i rashladnom vodom za brtve pumpe rashladne tekućine reaktora i posljedično istekla primarna rashladna tekućina. U tom slučaju ugradnja HTS-a sprječava gubitak primarne rashladne tekućine. Projekt je dovršen 2021. godine.

3.8.6. Praćenje iskustva, istraživanja i razvoja znanosti i tehnologije

Operativno iskustvo (OE) iz drugih nuklearnih elektrana vrijedan je izvor informacija za učenje i poboljšanje sigurnosti i pouzdanosti nuklearnog objekta. U NEK-u se sustavno preispituju i proučavaju iskustva iz drugih nuklearnih elektrana u smislu važnosti za NEK, moguće primjene preporuka i vjerojatnosti da će se sličan događaj dogoditi u NEK-u. Korektivne mjere za utvrđivanje nedostataka utvrđuju se i provode u programu korektivnih mjera NEK-a. S time povezani procesi dobro su definirani i dokumentirani.

Postoje različiti programi za proširenje radnih iskustava od organizacija kao što su IAEA, WANO, Institute of Nuclear Power Operations (INPO), raznih grupa nuklearnih vlasnika (PWROG, WOG), publikacija regulatornih tijela, korespondencija s dobavljačima i arhitektima/inženjerima, EPRI-ja i Agencije za nuklearnu energiju OECD. Program OE u NEK-u određuje da se s industrijom dijele analize i događaji u elektrani. Osoblje NEK-a sudjeluje u raznim aktivnostima, kao što su delegacija OSART (INPO), delegacija WANO i mnoge aktivnosti EPRI-ja. Ove informacije su vrijedan izvor radnog iskustva. Mnoge aktivnosti također su obuhvaćene u programima informiranja WANO/INPO, Nuclear Operation and Maintenance Information System (NOMIS) i Nuclear Maintenance Experience Information System (NUMEX).

Skupina za neovisnu ocjenu sigurnosti (ISEG) provodi neovisne procjene regulatornih pitanja, upozorenja industrije, izvještaja o događajima licencije i drugih izvora projektnih i radnih informacija elektrane, uključujući elektrane slične konstrukcije koje bi mogle upozoriti na područja za poboljšanje sigurnosti.

Sve preporuke WANO SOER-a pregledala je i odobrila elektrana te su poduzete odgovarajuće korektivne mjere predviđene za pravodobnu provedbu i praćenje do zaključka.

NEK sudjeluje u brojnim istraživanjima i na mnogim međunarodnim konferencijama iz različitih područja. Tu se ubrajaju:

- sudjelovanje u projektima grupe PWROG (istraživanja u području ispitivanja PAR autokatalitičkih ploča),
- razvoj modela disperzije – Lagrangeov model širenja nuklida u okolišu,
- sufinanciranje primijenjenih istraživačkih projekata iz natječaja Agencije za istraživačku djelatnost RS-a (ARRS) svake godine,

- sudjelovanje u programima U.S. NRC CAMP i CSARP,
- sudjelovanje u međunarodnim projektima Međunarodne agencije za atomsku energiju (IAEA) itd.

NEK u skladu sa zahtjevima ZVISJV-1 i Pravilnika JV9 svakih 10 godina provodi periodični sigurnosni pregled (PSR), u sklopu kojeg se provjerava i ocjenjuje usklađenost s valjanim međunarodnim standardima i najboljom međunarodnom praksom. U PSR-u se također procjenjuje uzimanje u obzir vlastitog i inozemnog radnog iskustva, novih spoznaja stečenih u tehničkim istraživanjima i napretku te upravljanje drugim radiološkim odnosno nuklearnim objektima.

4. Opis predviđenih stanja 2043. godine

4.1. Polazišta

4.1.1. Osnove i tehničke karakteristike procjene

U Prilogu 1. Uredbe o PVO-u [41] definirane su pod šifrom D.II (Nuklearna energija) vrste zahvata na okolišu za koje je obvezna procjena utjecaja na okoliš (PVO) i prethodni postupak (PP). Mogući zahvati navedeni su pod šiframa od D.II.1 do D.II.7 obuhvaćajući:

- nuklearne elektrane i druge nuklearne reaktore, uključujući njihovo rastavljanje ili uklanjanje;
- nuklearna postrojenja za ispitivanje proizvodnje i pretvorbe fisijfskih i obogaćenih materijala s maksimalnom snagom većom od 1 kW kontinuiranog toplinskog opterećenja;
- druga nuklearna postrojenja za istraživanje proizvodnje i pretvorbe fisijfskih i obogaćenih materijala;
- uređaje za proizvodnju ili obogaćivanje nuklearnog goriva;
- postrojenja za preradu radioaktivnog nuklearnog goriva ili visokoradioaktivnog otpada ili ponovnu preradu radioaktivnog nuklearnog goriva;
- duboko bušenje za skladištenje nuklearnog otpada;
- trajna odlagališta istrošenog goriva ili isključivo radioaktivnog otpada;
- skladišta za dugotrajno skladištenje (planirani za više od 10 godina) isključivo istrošenog goriva ili radioaktivnog otpada na lokaciji koja nije mjesto proizvodnje.

Produženjem pogonskog vijeka NEK-a:

- ne mijenja se položaj ili lokacija NEK-a prostorno;
- ne mijenjaju se dimenzije nuklearne elektrane i plan nuklearne elektrane s tehnologijom;
- ne mijenjaju se proizvodni kapacitet nuklearnih elektrana i način rada;
- mijenja se razdoblje pogona elektrane, tako da se razdoblje pogona produlji za 20 godina, tj. s 40 na 60 godina;
- nije predviđena izgradnja novih objekata ili uređaja koji bi promijenili fizička svojstva NEK-a.

NEK će do kraja produljenog pogonskog vijeka (do 2043. godine) raditi kao i do sada, a to znači pouzdano i u skladu s ograničenjima emisija u okoliš. Sigurnosna kultura, osposobljenost zaposlenika i njihova odgovornost i dalje će biti vodeći princip i glavni dio organizacijske i poslovne strukture NEK-a koji će nastaviti sa sigurnim i za okoliš što manje opterećujućim radom. Kao i do sada, redovito ćemo procijeniti i pravovremeno uvoditi sva potrebna sigurnosna i ostala poboljšanja. NEK će redovito održavati sve tehnološke sustave s posebnim naglaskom na sigurnosne sustave te ih redovito nadograđivati u skladu s radnim iskustvima iz zemlje i svijeta.

NEK će održavati sve sustave vođenja koji su nabrojani u poglavlju 3.8. te ih redovito modernizirati. Upoznat ćemo sve fizičke i pravne osobe koje rade u NEK-u s politikom zaštite okoliša i omogućiti zainteresiranoj javnosti uvid u politiku upravljanja okolišem. Sveobuhvatnom nadogradnjom sigurnosnih sustava [25], u skladu s nuklearnim zakonodavstvom Republike Slovenije znatno su smanjeni svi rizici vezani uz rad NEK-a.

Produljenje pogonskog vijeka NEK-a s 40 na 60 godina, do 2043. godine, ne utječe niti mijenja postojeću okolišnu dozvolu NEK-a [4]. Postojeće vodopravne dozvole NEK-a također se ne mijenjaju [5], [6], [7].

Potrebno je izraditi studiju utjecaja na okoliš (PVO) za zahvat: produljenje pogonskog vijeka NEK-a s 40 na 60 godina, do 2043. godine. Procjena utjecaja na okoliš obuhvaća utjecaje na okoliš objekata prema Uredbi o studiji utjecaja na okoliš na brojevima parcela koji su prikazani na slici (Slika 1).

4.1.2. Prethodna informacija – ZVO-1

U skladu s člankom 52. Zakona ZVO-1 [40], NEK je u studenom 2020. godine podnio zahtjev za izdavanje preliminarnih informacija o opsegu i sadržaju studije utjecaja izvedbe planiranog zahvata na okoliš. Sukladno odredbi članka 52. stavka 3. ZVO-1, Ministarstvo okoliša i prostornog uređenja zatražilo je od ministarstava i drugih organizacija mjerodavnih za pojedinačna pitanja zaštite okoliša ili zaštite ili korištenja prirodnih dobara ili zaštite kulturne baštine ili zaštite zdravlja ljudi da se izjasne o tome koje podatke treba sadržavati studija utjecaja na okoliš kako bi mogle dati mišljenje o utjecaju planiranog zahvata na okoliš sa stajališta svoje mjerodavnosti.

ARSO je dopisom [68] krajem 2020. godine dao mišljenja o podacima koje treba sadržavati studija utjecaja na okoliš prema članku 52. stavku 3. ZVO-1 za planirani zahvat na temelju nacрта PROJEKTA. Podaci su dijelom uključeni u ovaj dokument i potpuno će biti uključeni u studiju utjecaja na okoliš.

4.1.3. Postojeće valjane dozvole; pogon i okoliš

NEK radi u skladu s vremenski neograničenom radnom dozvolom (Odluka URSJV-a br. 3570-8/2012/5, izmjena Dozvole za rad NEK-a od 22. ožujka 2013.) [3] koja je izravno povezana sa Sigurnosnim izvještajem NEK-a (engl. USAR– Safety Analyses Report – rev. 26) [2] i sadržava sve uvjete i ograničenja za siguran rad elektrane. NEK je tehnički je sposoban za rad dodatnih 20 godina, pod uvjetom da se u skladu sa zakonskom regulativom svakih 10 godina provede periodični sigurnosni pregled (engl. PSR – Periodic Safety Review; po ZVISJV-1 periodični sigurnosni pregled).

Izgradnja NEK-a počela je 1974. godine, a dobavljač elektrane je poduzeće Westinghouse iz Sjedinjenih Američkih Država. NEK je postavljen u prostor u skladu s lokacijskom dozvolom [8] i tadašnjim zakonskim propisima. Uporabna dozvola za rad NEK-a izdana je 17. srpnja 1989. odlukom Republičkog komiteta za industriju i graditeljstvo Ljubljana br. 351-02/89-15.

4.1.4. Radna dozvola

Gorivo je prvi put stavljeno u reaktor u svibnju 1981., nakon dobivanja posebne dozvole. Elektrana je sinkronizirana na elektroenergetsku mrežu u listopadu te godine. Tijekom probnog rada puna snaga postignuta je u kolovozu 1982. godine. S odlukom br. 31-04/83-5 od 6. veljače 1984., koju je izdao Republički energetske inspektorat u Ljubljani [3], NEK je dobio posebnu suglasnost za početak rada (dozvolu za rad). Upravni postupak proveden je na temelju preliminarnog i konačnog sigurnosnog izvještaja NEK-a u skladu s propisima zemlje dobavljača i uz pomoć misija Međunarodne agencije za atomsku energiju. NEK je zatim 17. srpnja 1989. dobio od Republičkog komiteta za industriju i graditeljstvo SRS-a uporabnu dozvolu br. 351-02/89-15 od 17. srpnja 1989. Sva sigurnosna oprema u NEK-u projektirana je u skladu sa zahtjevima regulatornog tijela Sjedinjenih Američkih Država (US Nuclear Regulatory Commission) iz 1973. godine. Poduzeće Westinghouse, kao glavni ugovorni partner, bio je odgovoran za primjenu tih zahtjeva u fazama projektiranja, izgradnje i ispitivanja. Tijekom rada već su napravljene mnoge izmjene opreme kako bi se poboljšala sigurnost. NEK je u skladu s odlukom URSJV-a br. 390-2/2004/1-13 od 8. srpnja 2004. bio uvršten među nuklearne objekte. NEK je upisan u registar radioloških i nuklearnih objekata pod rednim br. 1.

4.1.5. Okolišna dozvola

NEK je 2006. godine podnio zahtjev Ministarstvu okoliša i prostornog uređenja (MOP), Agenciji za okoliš Republike Slovenije (ARSO) za izdavanje okolišne dozvole za rad postrojenja Nuklearna elektrana Krško. MOP je 30. lipnja 2010. godine donio odluku br. 35441-103/2006-24, Okolišna dozvola za rad Nuklearne elektrane Krško u pogledu emisija u vode [4], u kojoj su postavljeni posebni uvjeti za rad postrojenja. Poslije su bile 4. lipnja 2012. i 10. listopada 2013. godine izdane odluke br. 3544-103/2006-

33 i 35444-11/2013-3 kojima su uvedene promjene u točkama koje određuju uvjete za rad postrojenja [4]. NEK radi u skladu s valjanom okolišnom dozvolom [4].

4.1.6. Vodopravna dozvola

NEK radi u skladu s valjanom vodopravnom dozvolom za uzimanje vode za tehnološke svrhe. Prva djelomična vodopravna dozvola izdana je 15. listopada 2009. godine br. 35536-31/2006-16 [5], koja je zbog promjene količine uzimanja vode iz Save izmijenjena Odlukom br. 35536-54/2011-4 od 8. studenog 2011. godine te Odlukom br. 35530-7/2018/2 od 22. lipnja 2018. [5]. U posljednje dvije godine izdane su vodopravne dozvole za nove bunare: vodopravna dozvola br. 35530-100/2020-4 od 14. studenog 2020. [6] i vodopravna dozvola br. 35530-48/2020-3 od 9. rujna 2021. [7]

4.1.7. Izmjena radne dozvole – neograničen vremenski rad

Uprava Republike Slovenije za nuklearnu sigurnost (URSJV) 2012. godine rješenjima br. 3570-6/2009/28 i br. 3570-6/2009/32 potvrdila je i odobrila izmjene Sigurnosnog izvještaja NEK-a (USAR) [2] i pripadajuće dokumentacije koji su do tada ograničavali pogonski vijek na 40 godina. Odobrene izmjene sada daju mogućnost pogona NEK-a još 20 godina, tj. ukupno 60. Time je pogon NEK-a produljen s planirane 2023. na 2043. godinu, pod uvjetom da će biti uspješno provedeni periodični sigurnosni pregledi 2023. i 2033. godine. Na temelju navedenih odluka URSJV-a, Republika Slovenija i Republika Hrvatska, kao vlasnici NEK-a na temelju Međudržavnog ugovora [30], podržale su odluku o produljenju pogonskog vijeka NEK-a do 2043. godine [31].

4.1.8. Integrirani nacionalni energetske i klimatski plan Republike Slovenije – NEPN

NEPN je strateški dokument koji mora odrediti ciljeve, politike i mjere za pet dimenzija energetske unije za razdoblje do 2030. (i viziju do 2040. godine):

1. dekarbonizacija (emisije stakleničkih plinova (SP) i obnovljivi izvori energije (OIE)),
2. energetska učinkovitost,
3. energetska sigurnost,
4. unutarnje tržište energije i
5. istraživanje, inovativnost i konkurentnost.

Projekti i mjere utvrđeni NEPN-om od javnog su interesa sa stajališta energetske i klimatske politike sukladno Zakonu o energetici.

U sklopu pripreme NEPN-a razmatraju se i analiziraju sljedeći scenariji za buduću upotrebu i opskrbu energijom:

- scenarij s postojećim mjerama (OU) – daljnji razvoj temelji na nastavku provedbe svih mjera koje su već donesene do 1. listopada 2018.,
- scenarij NEPN.

Scenarij s postojećim mjerama je komparativne prirode i predviđa minimalna dodatna ulaganja u velike uređaje. Njime je predviđen završetak lanca hidroelektrana na donjoj Savi, a ne predviđaju se druga ulaganja u obnovljive izvore energije (OIE). Također je pretpostavljen rad postojećeg NEK-a do kraja produljenog pogonskog vijeka (2043. godine) uz dobivanje odgovarajuće okolišne dozvole.

Scenarij NEPN, koji je razvojno orijentiran, predviđa veću proizvodnju električne energije iz hidroenergije, kao i iz vjetrova i sunca koji pripadaju raspršenim izvorima, u kombinaciji sa skladištem električne energije. Scenarij NEPN razmatra dvije opcije, jednu temeljenu na korištenju sintetičkog

plina i drugu koja planira novu nuklearnu elektranu. Kako prvi tako i drugi sačuvat će postojeći NEK do 2043. godine, nakon dobivanja odgovarajuće okolišne suglasnosti.

Usporedno s izradom NEPN-a [14] tekla je i integrirana procjena utjecaja provedbe NEPN-a na okoliš. U sklopu pripreme NEPN-a i njegove integrirane procjene raspravljao se i o složenosti ciljeva i doprinosa do 2030. godine. Široka i utemeljena rasprava bila je stručna i ključna za postizanje konsenzusa najširih mogućih sudionika o zahtjevnim, ali izvedivim slovenskim ciljevima do 2030., koji uzimaju u obzir važne nacionalne okolnosti i odgovarajući su korak prema klimatski neutralnoj Sloveniji do 2050. godine.

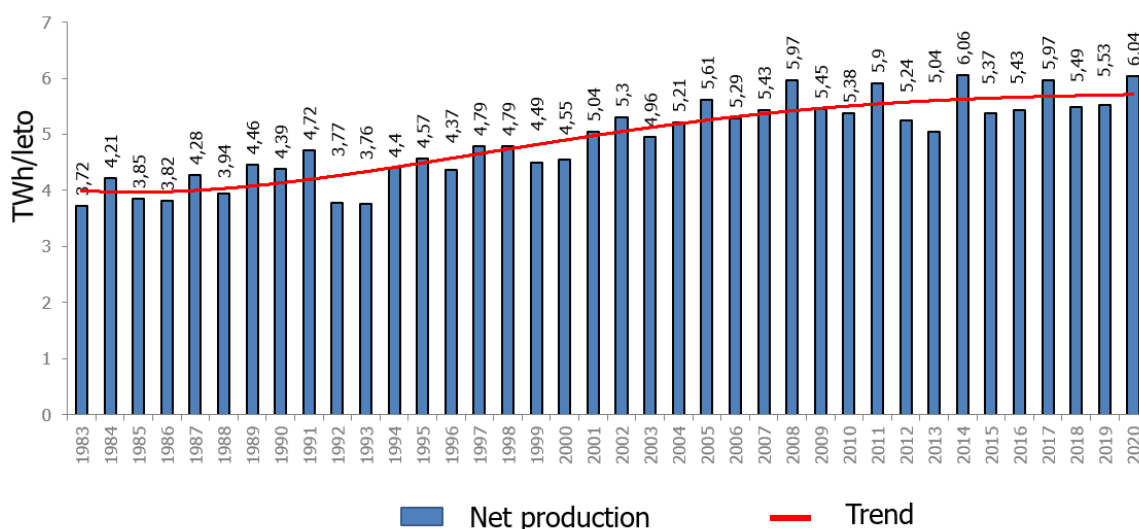
Među ciljevima Slovenije sa stajališta NEPN-a su:

- dekarbonizacija energetike,
- osiguravanje sigurne i konkurentne opskrbe energijom,
- održavanje visoke razine elektroenergetske povezanosti sa susjednim zemljama,
- najmanje 75 % opskrbe električnom energijom iz izvora u Sloveniji do 2030. i do 2040. godine i osiguravanje odgovarajuće sigurnosti opskrbe električnom energijom,
- nastavak korištenja nuklearne energije i održavanje izvrsnosti u radu nuklearnih objekata u Sloveniji,
- smanjenje uvozne ovisnosti o fosilnim gorivima,
- povećanje otpornosti elektrodistribucijske mreže na smetnje – povećati udio podzemne srednjonaponske mreže sa sadašnjih 35 na najmanje 50 %.

Iz gore navedenog vidljivo je da rad NEK-a igra bitnu ulogu u postizanju ostvarivanja ciljeva postavljenih u NEPN-u.

Modernizacija radnih procesa, tehnološke nadogradnje, 18-mjesečni gorivni ciklus i predanost zaposlenika osiguravaju stabilnu proizvodnju i povećanje proizvodnje električne energije. U vrijeme kada cijeli svijet, Europa posebno, razvijaju energetske strategije za borbu protiv klimatskih promjena, takvi rezultati također su dio potpore razumijevanju da je nuklearna energija od strateške važnosti za prelazak na niskouglično društvo; nuklearna energija će sačuvati energetska neovisnost zemalja, omogućiti konkurentnost gospodarstva i dostupnost električne energije državljanima.

Na slici (Slika 8) prikazuje se povećanje proizvodnje električne energije od početka rada NEK-a.



Slika 8: Neto proizvodnja električne energije tijekom godina

4.2. Projektne osnove dugoročnog pogona NEK-a

Na temelju niza studija i analiza Uprava Republike Slovenije za nuklearnu sigurnost (URSJV) donijela je odluku br. 3570-6/2009/32 od 20. lipnja 2012. godine kojom se potvrđuje da je stanje opreme u NEK-u zadovoljavajuće te da su pritom osigurane sve sigurnosne rezerve i funkcionalnost opreme.

Sposobnost za produljeni pogonski vijek NEK-a temelji se ponajprije na sljedećim činjenicama:

1. elektrana ima ugrađene materijale i opremu koji imaju dovoljno sigurnosnih rezervi;
2. zamijenjena je sva oprema koja utječe na pouzdanost rada;
3. elektrana radi stabilno;
4. izvršena je sigurnosna nadogradnja u skladu sa zahtjevom ZVISJV-1 i naučenim lekcijama iz svih većih nuklearnih nesreća do danas, što se odražava u ENSREG-u, slov. nacionalnom akcijskom planu nakon Fukushima [48], [28];
5. NEK ima temeljit program starenja opreme AMP koji prati starenje svih pasivnih konstrukcija i komponenti (reaktorske posude, betona, podzemnih cjevovoda, čeličnih konstrukcija, električnih kabela itd.).

Nabrojanim aktivnostima elektrana je dosegula moderne standarde zaštite.

4.2.1. Opis zahvata dugoročnog pogona NEK-a

Opseg planiranog zahvata je nastavak rada NEK-a s postojećim pogonskim karakteristikama nakon 2023. godine i ne predviđa se izgradnja novih objekata ili uređaja koji bi promijenili fizičke karakteristike NEK-a.

ARSO je 2. listopada 2020. donio rješenje br. 35405-286/2016-42 [1] kojim od nositelja planiranog zahvata Nuklearne elektrane Krško d.o.o (NEK) zahtijeva da za planirani zahvat „Produljenje pogonskog vijeka NEK-a s 40 na 60 godina do 2043. godine“ provede procjenu utjecaja na okoliš i pribavi okolišnu dozvolu.

Ministarstvo je po službenoj dužnosti, sukladno članku 8. stavku 1. Uredbe o procjeni utjecaja zahvata na okoliš, za koje se mora izvršiti procjena utjecaja na okoliš [41], provelo prethodni postupak. U procesu prethodnog postupka iz članka 51. stavka 1. ZVO-1 [40] uzeti su u obzir kriteriji koji se odnose na značajke planiranog zahvata na okoliš, njegovu lokaciju i obilježja mogućih utjecaja na okoliš.

Utvrđeno je da se kod planiranog zahvata radi o promjeni koja utječe na bitno obilježje postojećeg zahvata, jer se produljuje pogonski vijek NEK-a do 2043. godine, te da bi se utjecaji zbog promjene zahvata znatno povećali ili se može očekivati znatno povećanje utjecaja na okoliš zbog planirane promjene. Također je utvrđeno da je planirani zahvat funkcionalno i ekonomski povezan s najmanje jednim također planiranim zahvatom, odnosno izgradnjom suhog skladišta za istrošeno gorivo. Ministarstvo zaključuje da obveza provođenja procjene utjecaja na okoliš radi produljenja pogonskog vijeka nuklearne elektrane proizlazi i iz prakse suda Europske unije [46].

Na temelju utvrđenih činjenica Ministarstvo je zaključilo da je za planirani zahvat potrebna procjena utjecaja na okoliš i pribavljanje okolišne dozvole, što je također uvjet navedene odluke.

5. Polazišne točke za procjenu utjecaja dugoročnog pogona NEK-a na okoliš

5.1. Polazišna objašnjenja o zahvatu

Produljenje pogona NEK-a s 40 na 60 godina imat će određene utjecaje na okoliš.

- Veći broj istrošenih gorivnih elemenata;
- Veća količina nastalog NSRAO-a;
- Do 6 TWh proizvedene električne energije godišnje (ukupno do 120 TWh električne energije – slovenski udio 60 TWh);
- Do 4,8 milijuna tona manja ispuštanja CO₂ godišnje zbog pogona NEK-a (ukupno: 97 milijuna tona CO₂ manje);
- Redoviti servisi i zamjene sustava sigurnijima;
- Redovite zamjene sustava učinkovitijima i pouzdanijima;
- Čišćenje rijeke Save preko svih vrsta rešetki.

U sklopu produljenja pogonskog vijeka NEK-a **nije predviđena izgradnja** novih objekata ili uređaja koji bi promijenili fizička svojstva NEK-a.

5.2. Mogući učinci planiranog zahvata na okoliš

Utjecaji produljenja pogona NEK-a moraju biti procijenjeni u skladu s konvencijom Espoo, Aneks 1 i 2 [42].

U studiji utjecaja na okoliš je, prema Uredbi koja određuje sadržaj studije utjecaja na okoliš (Službeni list Republike Slovenije, br. 36/09 i 40/17), potrebno odrediti koji će se sadržaji obrađivati i koji su važni za procjenu. U daljnjem tekstu navodimo polazišta za takvu stručnu procjenu. Većina zahvata ostat će istog opsega, povećat će se broj istrošenih gorivnih elemenata i količina nisko- i srednjojradioaktivnog otpada. Svi utjecaji su definirani prema stanju u 2020. godini. Produljenjem pogonskog vijeka NEK-a s 40 na 60 godina nisu predviđena dodatna ispuštanja u zrak. Vrste i koncentracije/aktivnosti predviđenih emisija ostaju nepromijenjene. Predviđena količina godišnjih emisija ostat će nepromijenjena unutar dosadašnjih ograničenja koja su propisana u NEK TS-u [9] i RETS-u [11].

5.2.1. Emisije stakleničkih plinova

Zbog produljenja rada neće biti dodatnih emisija stakleničkih plinova u atmosferu.

5.2.2. Emisije tvari i topline u vodu

Produljenjem pogonskog vijeka NEK-a s 40 na 60 godina nisu predviđena nova ispuštanja u vode. Vrste i koncentracije/aktivnosti predviđenih emisija tvari u vodu ostaju nepromijenjene. Količina godišnjih emisija tvari i topline u vodu bit će NEPROMIJENJENA i u sklopu dopuštenih ograničenja iz OVD-a [4] i RETS-a [11].

5.2.3. Odlaganje/ispuštanje tvari u tlo

Zbog produljenja pogona nema predviđenog odlaganja odnosno ispuštanja tvari u tlo. Oborinske, tehnološke i komunalne otpadne vode odvajati će se u skladu s valjanom okolišnom dozvolom.

5.2.4. Buka

Zbog produljenja pogona nisu predviđeni novi izvori buke, zato se neće povećati razina buke u prirodnom i životnom okruženju. Emisije buke bit će jednake kao u postojećem stanju.

5.2.5. Ionizirajuće zračenje – normalan pogon

Produljenjem pogonskog vijeka NEK-a s 40 na 60 godina ostaju nepromijenjene vrste i godišnje procijenjene doze radioaktivnog zračenja. Procijenjene doze radioaktivnog zračenja ostaju NEPROMIJENJENE u okviru USAR-a [2] i RETS-a [11].

Godišnja doza na ogradi NEK-a zbog produljenja pogonskog vijeka neće premašiti ograničenje od 200 μSv [11]. Brzina doze neće prelaziti granicu od 3 $\mu\text{Sv/h}$ koja proizlazi iz članka 4. stavka 1. točke 4. Pravilnika o mjerama zaštite od zračenja u kontroliranim i nadziranim područjima [74] i utvrđuje graničnu prosječnu brzinu doze u osam sati za kontrolirana područja. Isto tako brzina doze neće prelaziti ograničenje iz članka 7. stavka 1. spomenutog Pravilnika [74] za nadzirana područja koja iznosi 0,5 $\mu\text{Sv/h}$.

Osim u NEK-u, sva ispuštanja u vode i zrak mjere se uz neovisni radiološki monitoring. To provode ovlaštene institucije iz Republike Slovenije (Institut Jožef Stefan, Zavod za zaštitu na radu ZVD, poduzeće MEIS Storitve za okolje) i Republike Hrvatske (Institut Ruđer Bošković). Svrha radiološkog monitoringa je praćenje pogona elektrane i procjena utjecaja na okoliš ili stanovništvo te poštovanje propisanih ograničenja. Vanjske ovlaštene institucije mjere uzorke iz okoliša, posebno na području od 12 kilometara oko NEK-a.

U blizini elektrane je i 13 automatskih mjernih postaja za mjerenje zračenja koje mogu detektirati promjene prirodne razine zračenja zbog oborina te moguće promjene zbog nuklearnog objekta.

Monitoring rijeke Save provodi se u smjeru toka do udaljenosti od 30 kilometara od elektrane, a to čine i neovisne ovlaštene institucije.

Utjecaj radioaktivnog zračenja NEK-a na okolinu toliko je nizak da se zapravo ne može izmjeriti. Međutim, moguće je s pomoću modela izračunati za najizloženiju skupinu stanovništva i usporediti godišnju dozu s dozom zbog prirodnih i drugih izvora zračenja.

Rezultati mjerenja u okolišu detaljnije su obrađeni u posebnim izvještajima koji su dostupni na internetskoj stranici NEK-a (<https://www.nek.si/sl/novinarsko-sredisce/porocila/letno-porocilo-o-meritvah-radioaktivnosti-v-okolju>). Rezultati potvrđuju da su svi utjecaji na okoliš daleko ispod regulatornih ograničenja.

Produljenjem pogonskog vijeka NEK-a ne očekuju se povećanja utjecaja na okoliš. Svi okolišni i radiološki uvjeti i ograničenja navedeni u postojećoj radnoj dozvoli NEK-a [3] produljenjem pogonskog vijeka elektrane s 40 na 60 godina ostaju nepromijenjeni.

5.2.6. Ionizirajuće zračenje – stanje nesreće

Kao što je navedeno u poglavlju 3.2.7., u NEK-u su obrađene projektne i proširene projektne nesreće. Projektne nesreće su opisane u sigurnosnom izvještaju NEK-a [2]. Posljedice u okolišu odnosno na granici kontroliranog područja (500 m) unutar su regulatornih granica (limit) koje su navedene u američkoj regulativi 10 CFR 100. Za vrstu predviđenih projektne nesreća navedene su izračunate doze na udaljenostima od 0,5 km i 1,5 km u sigurnosnom izvještaju NEK-a [2]. Procijenjene doze opterećenja zbog ispuštanja radioaktivnih tvari u atmosferu u slučaju nesreće za veće udaljenosti navedene su u izvještaju FER-MEIS: „Izračun doza na određenim udaljenostima u slučaju projektne nesreće (DB) ili proširene projektne nesreće (BDB) u Nuklearnoj elektrani Krško“ [56].

Analizirane izvanprojektne nesreće također uključuju veća, ali znatno manje vjerojatna oštećenja jezgre. Za njih se u većini slučajeva pretpostavlja očuvanje cjelovitosti zaštitne zgrade. Za određeni manji udio događaja predviđeno je ispuštanje kroz pasivni filtarski sustav (PCFVS), koji je prikazan na slici (Slika 4). Procijenjene doze na različitim udaljenostima od NEK-a u slučaju izvanprojektne nesreće također su navedene u izvještaju FER-MEIS „Izračun doza na određenim udaljenostima u slučaju projektne nesreće (DB) ili proširene projektne nesreće (BDB) u Nuklearnoj elektrani Krško“ [56].

5.2.7. Nastajanje otpada

Produljenjem pogonskog vijeka NEK-a s 40 na 60 godina ostaju nepromijenjene vrste i dinamika predviđenog nastajanja otpada. Ukupna količina otpada će se povećati (za dodatnih 20 godina pogona).

Dinamika stvaranja otpada ostaje NEPROMIJENJENA i bit će unutar odredbi USAR [2] i RETS [11]. Količina otpada na dan 31. prosinca 2020. je navedena u tablici (Tablica 11).

Tablica 11: Popis otpada NSRAO nakon obrade koji se nalazi u Zgradi za skladištenje – stanje na dan 31. prosinca 2020.

Izvor otpada	Vrsta otpada	Broj paketa	Ukupni obujam paketa [m ³]	Bruto masa paketa [t]
Isparivač	Ostaci isparivanja	14	10,8	15,8
	Ostaci isparivanja u silikatnom betonu	1465	1261,9	3172
	Isušeni koncentrat	125	102,6	124,1
	Isušeni talog/koncentrat	11	8,9	10
Istrošeni ionski izmjenjivači	Primarni ionski izmjenjivači u silikatnom betonu	795	234,9	439,7
	Ionski izmjenjivači iz primarnih sustava	71	61	127,9
	Ionski izmjenjivači iz sustava BD	15 ¹	12,4	11,2
Potrošeni filtri	Filtri u betonu	140	44,2	147,4
Stlačivi otpad	Stlačivi zapaljivi otpad	7 ²	1,5	0,7
	Kompresibilni otpad	759	375,7	431,4
	Pepeo, prah	83 ³	25,9	34,9
Nestlačivi otpad	Ostali nestlačivi otpad	7 ⁴	1,5	1
	SK nestlačivi otpad	234	151,2	222,4
Specifični otpad	SK aktivni ugljen	12	10,4	9,9
Ukupno	-	3738	2302	4748⁵

Na 13. sjednici Međudržavnog povjerenstva za praćenje provedbe Ugovora između Vlade Republike Hrvatske i Vlade Republike Slovenije o uređenju statusnih i drugih pravnih odnosa vezanih uz ulaganje, iskorištavanje i razgradnju Nuklearne elektrane Krško (MDP), koja je provedena 30. rujna 2019.,

¹ Dodatna 53 paketa su u dekontaminacijskoj zgradi, pripremljena za spaljivanje (10,6 m³; 11,7 t)

² Dodatna 393 paketa su u WMB-u i DB-u, spremna za spaljivanje (82,0 m³; 40 t)

³ Dodatnih 19 paketa je u dekontaminacijskoj zgradi (4,0 m³; 6,2 t)

⁴ Dodatnih 28 paketa je ostalog otpada (4,0 m³; 6,2 t)

⁵ Dodatnih 80 ingota je u dekontaminacijskoj zgradi (8,8 m³; 49,5 t)

odlučeno je na temelju izvještaja Koordinacijskog odbora da ne postoji zajedničko rješenje za skladištenje NSRAO-a.

Ukupne količine NSRAO-a koje će se morati podijeliti između slovenske i hrvatske strane, određene na temelju inventara otpada u skladištu NEK-a i procjena budućeg stvaranja NSRAO-a tijekom rada i razgradnje NEK-a, prikazane su u tablici (Tablica 12).

Tablica 12: Ukupne količine NSRAO-a koje će morati podijeliti slovenska i hrvatska strana

Razdoblje nastajanja NSRAO-a	Izvor podataka	Masa (t)	Obujam (m ³)	Aktivnost (Bq) ⁶
1983. – 2018. ⁷	inventar	4877,4	2294,9	5,98 E13
2018. – 2023.	ocjena	264	163,4	1,44 E13
Do 2023. godine	ocjena	5141,4	2458,3	7,42 E13
2024. – 2043.	ocjena	883,7	546,6	4,83 E13

Svaka strana će upravljati svojom polovicom NSRAO-a u skladu s nacionalnim strategijama u programima upravljanja RAO-om [55].

Prema osnovnom scenariju, zbrinjavanje slovenske polovice otpada u Vrbini planirano je u dvije faze: u prvoj, od 2023. do 2025. godine, odlagat će se sada skladišteni NSRAO iz pogona i drugih izvora, u drugoj, od 2050. do 2061. godine, ostatak NSRAO-a iz rada NEK-a zajedno s NSRAO-om iz razgradnje, a tada će početi postupci za konačno zatvaranje odlagališta. NSRAO iz ostalih izvora je onaj koji zadovoljava kriterije prihvatljivosti otpada za odlaganje i potječe iz Središnjeg skladišta nuklearnih otpada.

Hrvatski scenarij pretpostavlja da će se hrvatski dio operativnog NSRAO-a transportirati u Hrvatsku, u Centar za gospodarenje radioaktivnim otpadom (CRAO) koji će se graditi u skladu sa Strategijom. Preferirana lokacija CRAO-a je Čerkezovac, lokacija vojnog logističkog kompleksa koji vojska u budućnosti ne namjerava koristiti. Čerkezovac se nalazi u općini Dvor na južnim obroncima masiva Trgovske gore.

5.2.8. Istrošeno gorivo

Sve istrošeno gorivo u NEK-u trenutačno je pohranjeno u bazenu za istrošeno gorivo, gdje su u rešetkama za skladištenje dostupne 1694 ćelije. Krajem 2020. godine u bazenu za istrošeno gorivo pohranjena su ukupno 1323 gorivna elementa, uključujući dva posebna spremnika s gorivnim šipkama i fisijskom ćelijom iz 2017. Ako bi NEK bio u pogonu do kraja 2023. godine, u NEK-u bi bila ukupno 1553 gorivna elementa, a u slučaju pogona do kraja 2043. bilo bi ih ukupno 2281 (procjena). Zbog produljenja pogonskog vijeka s 2023. na 2043. godinu očekuje se da će u NEK-u biti dodatnih 728 gorivnih elemenata.

Istrošeni gorivni elementi iz bazena za istrošeno gorivo bit će prebačeni u skladište u četiri kampanje navedene u tablici (Tablica 13) [35].

Tablica 13: Kampanje za premještanje IG-a iz bazena u suho skladište

Kampanje premještanja:	Realizacija	Okvirni broj gorivnih elemenata
Kampanja I	2023	592 gorivna elementa
Kampanja II	2028	592 gorivna elementa

⁶ Vrijednost bez uzimanja u obzir radioaktivnog raspada

⁷ U vremenu do 2020. godine dio otpada je dodatno prerađen

Kampanja III	2038	444 gorivna elementa
Kampanja IV	2048	ostali gorivni elementi

5.2.9. Elektromagnetsko zračenje

Elektromagnetsko zračenje ograničeno je samo na lokaciju NEK-a. Produljenjem pogonskog vijeka NEK-a s 40 na 60 godina intenzitet elektromagnetskog zračenja ostaje nepromijenjen i ograničen je na lokaciju NEK-a.

5.2.10. Svjetlosno zračenje u okolinu

Svjetlosno zračenje ograničeno je samo na lokaciju NEK-a. Produljenjem pogonskog vijeka NEK-a s 40 na 60 godina intenzitet svjetlosnog zračenja u okolinu ostaje nepromijenjen i ograničen je na lokaciju NEK-a.

5.2.11. Zagrijavanje atmosfere/vode

Produljenjem pogonskog vijeka NEK-a s 40 na 60 godina ne planira se zagrijavanje atmosfere niti dodatno zagrijavanje vode. Veličina parametra porast temperature rijeke Save (delta T) ostaje nepromijenjena. Opseg grijanja vode bit će NEPROMIJENJEN i u okviru OVD-a [4].

Utjecaj zagrijavanja na atmosferu minimalno je povećan zbog suhog skladištenja istrošenog goriva. Taj je utjecaj analiziran u PVO-u kako bi se dobio OVS za projekt suhog skladištenja istrošenog goriva [35].

5.2.12. Smrad

U svom radu NEK nije izvor smrada odnosno neugodnih mirisa.

5.2.13. Vidljiva izloženost

Vidljiva izloženost se fizički ne mijenja produljenjem pogonskog vijeka NEK-a s 40 na 60 godina, ovisno o postojećem stanju.

5.2.14. Vibracije

NEK je neznatan izvor širenja vibracija u okoliš. Sva strojna oprema u objektima koja bi mogla biti izvor vibracija namještena je tako da je spriječeno širenje vibracija unutar i izvan objekata. Neće biti utjecaja vibracija tijekom rada.

5.2.15. Promjena upotrebe tla

Namjenska i stvarna svrha tla ostaje ista s planiranim produljenjem pogonskog vijeka.

5.2.16. Promjena vegetacije

Zbog produljenja pogonskog vijeka NEK-a neće biti promjena u vegetaciji u okolici.

5.2.17. Eksplozije

NEK u svom radu ne upotrebljava eksplozivna sredstva. Tako će biti i ubuduće.

5.2.18. Fizička promjena/preoblikovanje površine

Zbog produljenja pogonskog vijeka NEK neće vršiti fizičke promjene odnosno preoblikovati površine.

5.2.19. Upotreba vode

Stanje voda

Produljenjem pogonskog vijeka NEK-a s 40 na 60 godina nije predviđena promjena namjene vode. Upotreba vode ostat će NEPROMIJENJENA i u sklopu vodopravnih dozvola [5], [6] i [7].

Upotreba vode

Produljenjem pogonskog vijeka NEK-a s 40 na 60 godina nije predviđena promjena namjene vode. Upotreba vode ostat će NEPROMIJENJENA i u sklopu vodopravnih dozvola [5], [6] i [7].

5.2.20. Drugo

Produljenjem pogonskog vijeka NEK-a s 40 na 60 godina ne mijenjamo niti proturječimo nijednom od trenutačno zakonski definiranih zaštićenih područja, kao što su Natura 2000, zaštita voda ili druga zakonom definirana područja zaštite i kulturne baštine.

5.3. Početno stanje i nacrt daljnjeg razvoja za slučaj bez provedbe zahvata (bez produljenja pogonskog vijeka NEK-a, nulta varijanta)

Istraživanja na području proizvodnje električne energije, sustava, utjecaja na okoliš, društvena i ekonomska, pokazala su da je produljenje pogonskog vijeka NEK-a najpovoljnija alternativa svim drugim tehnologijama za proizvodnju električne energije u pojasu i za koje se očekuje da će biti spremne za komercijalnu upotrebu do 2020.

Prednosti nuklearne elektrane osobito su velike u smislu:

- preuzimanja uloge potporne točke 400-kilovoltne mreže u normalnom radu i u radu sa smetnjama,
- pozitivnog utjecaja na upravljanje međunarodnim obvezama Republike Slovenije glede emisije CO₂, jer sama ne uzrokuje te emisije, a alternativne tehnologije na fosilna goriva udaljile bi Sloveniju od ispunjavanja zahtjeva Pariškog sporazuma, europskog zelenog sporazuma, rezolucije o Dugoročnoj klimatskoj strategiji Slovenije do 2050. godine itd.,
- uporabe prostora, jer ne zahtijeva nove zahvate u prostor i
- ekonomičnosti poslovanja, jer ima puno niže troškove rada od bilo koje od alternativnih tehnologija, kao i od nabave alternativne energije na tržištu.

U slučaju da se ne produlji pogonski vijek NEK-a, ugrozila bi se energetska neovisnost Republike Slovenije. Nedostatak energije morat će se proizvoditi iz drugih izvora ili kupiti el. energiju od drugih zemalja. Posljedice će biti ekonomske, političke i ekološke.

Posljedice nulte varijante dodatno su opisane u studiji Produljenje pogonskog vijeka (POD) NEK-a iz energetske, sustavne, ekonomske i ekološke perspektive, EIMV, Ljubljana, 2021. [15]

5.3.1. Ekonomske posljedice nulte varijante

Osim izravnog negativnog utjecaja nulte varijante na vlasnika, nulta varijanta ima još veće negativne makroekonomske učinke na Sloveniju [63]. Rad NEK-a, kao i rad svih ostalih energetskih industrija, zbog povezanosti utječe ne samo izravno nego i neizravno na slovensko društvo. Negativni makroekonomski učinci prikazani u Tablica 14 izračunati su za 2019. na temelju nalaza analiza rezultata Ekonomskog instituta Pravnog fakulteta iz 2008. godine [63].

Gašenje NEK-a dovelo bi do gubitka proizvodnje električne energije u iznosu od 5526 TWh (podaci za 2019.), od čega 2763 TWh električne energije za slovenske potrebe. Ovaj gubitak potrebne električne energije za domaće tržište srednjoročno bi uvelike nadoknadio povećani uvoz. Izravan učinak gašenja NEK-a bio bi gubitak od 267 milijuna eura prihoda godišnje. NEK svojim radom i nabavom materijala i usluga stvara potražnju kod dobavljača i na taj način potiče povećanje njihovih prihoda i dodane vrijednosti. U slučaju gašenja NEK-a slovenski bi se BDP odmah smanjio za 125 milijuna eura godišnje (0,3 % BDP-a). U slučaju zatvaranja NEK-a izravno bi se odrazio gubitak fiskalnih prihoda proračuna i javne blagajne NEK-a u ukupnom iznosu od 91 milijun eura godišnje.

U slučaju nulte varijante u Sloveniji bi izgubili gotovo 2200 kvalitetnih i pouzdanih radnih mjesta. Svako radno mjesto, ostvareno neposredno u NEK-u, održava još jedno i pol radno mjesto u ostatku gospodarstva, a ukupno dva i pol radna mjesta.

Tablica 14: Negativni makroekonomski učinci nulte varijante izračunati u 2019. Procijenjena vrijednost u slučaju prestanka rada NEK-a i proizvodnje električne energije (nisu uzeti u obzir makroekonomski učinci razgradnje)

Ekonomski i društveni učinci nulte varijante	Neposredan učinak	Posredan učinak	Ukupno
Smanjenje proizvodnje	161 mil. € godišnje	107 mil. € godišnje	267 mil. € godišnje
Manji BDP	600 mil. € godišnje	1600 mil. € godišnje	2,2 milijarde € godišnje
Negativan utjecaj na visinu prihoda za javne financije	200 mil. € godišnje	400 mil. € godišnje	600 mil. € godišnje
Broj izgubljenih radnih mjesta	2000	3500	5500

Oba vlasnika NEK-a (Republika Slovenija i Republika Hrvatska) uložila su u modernizaciju i zamjenu opreme te u sigurnosnu nadogradnju. Uz izgubljena ulaganja, oba vlasnika trebala bi osigurati nedostatna financijska sredstva za razgradnju NEK-a i zbrinjavanje radioaktivnog otpada u sljedećih 10 godina. Ako NEK bude u pogonu dodatnih 20 godina, ta će se sredstva prikupljati kao davanja u oba fonda za razgradnju NEK-a.

Dodatna ekonomska analiza pokazala je da je opravdanost daljnjeg pogona utemeljena [31].

5.3.2. Ekološke posljedice nulte varijante

Glavni negativni utjecaj nulte varijante na okoliš odstupanje je od dekarbonizacije, što je i glavni cilj dokumenta NEPN [14] prihvaćenog 2020. godine.

NEPN na više mjesta definira razvoj nuklearne energije kao temeljnu tehnologiju za postizanje niskougličnog društva ili za postizanje ciljeva smanjenja emisije stakleničkih plinova. S time slijedi i usmjerenje SRS-u 2030 i Viziji Slovenije.

Strateški dokumenti, kako na međunarodnoj razini tako i u Sloveniji, upućuju na to da će biti potrebni znatniji napor da se bitno smanji emisija CO₂, ukine uporaba fosilnih goriva i za zaštitu naše klime u najvećoj mogućoj mjeri.

Projekt produljenja radne dozvole NEK-a može biti od velike pomoći kao siguran i pouzdan izvor opskrbe električnom energijom. Za energiju iz NEK-a vrijedi:

- u skladu je s međunarodnom metodologijom, to je domaći izvor energije koji smanjuje ovisnost o uvozu energije,
- konkurentan je izvor energije koji predstavlja prihvatljivu, predvidljivu i stabilnu cijenu električne energije,
- da je optimalno rješenje za ekološke zahtjeve i standarde, smanjenje emisije CO₂ na nacionalnoj razini – nuklearna energija ima vrlo niska ispuštanja CO₂ tijekom cijelog pogonskog vijeka, a također ne proizvodi emisije CO₂ tijekom pogona,
- da ispunjava najviše međunarodne sigurnosne zahtjeve i standarde,
- da podržava pozitivne učinke na gospodarski razvoj i životni standard, a time i na visokokvalificirana radna mjesta.

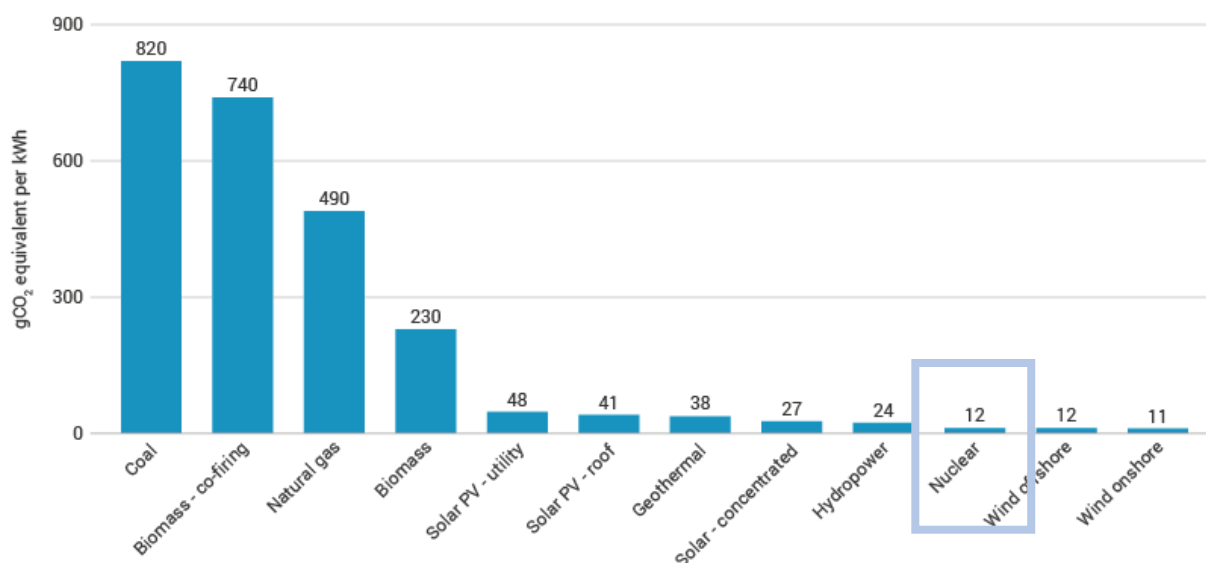
Klima

Uzimajući u obzir utjecaj pojedine tehnologije na klimu, važan je podatak emisija stakleničkih plinova tijekom cijelog životnog ciklusa (tj. od izgradnje elektrane, proizvodnje goriva, pogona, razgradnje i zbrinjavanja otpada). Prema Međunarodnom panelu za klimatske promjene Ujedinjenih naroda IPCC-u [IPCC referenca 2014], termoelektrane imaju najveći utjecaj na okoliš tijekom svog životnog ciklusa, ispuštajući najviše emisija u atmosferu tijekom proizvodnje električne energije. Međunarodno priznata vrijednost emisija pri izgaranju crnog ugljena iznosi 0,82 kg CO₂ eq/kWh, a prema Statističkom zavodu Republike Slovenije za slovenski lignit te vrijednosti iznose 1,2 kg CO₂ eq/kWh (jer se radio o nižoj ogrjevnoj vrijednosti i manjoj iskoristivosti elektrane).

NEK proizvodi neto 696 MW električne energije. U slučaju gašenja NEK-a energiju je potrebno zamijeniti drugim izvorima.

Podaci o ispuštanjima pojedinih tehnologija sažeti su prema IPCC-u, koji djeluje kao tijelo Ujedinjenih naroda [referenca IPCC 2014]. IPCC-ove vrijednosti također koriste u svim analizama i druge relevantne međunarodne agencije (kao što je IEA pri OECD-u), kao i tijela i institucije EU-a. Tijekom cijelog životnog ciklusa (izgradnja, pogon, razgradnja i iskopavanje rude uranija te prerade) nuklearna elektrana ispušta u atmosferu 0,012 kg CO₂ za svaki kWh električne energije.

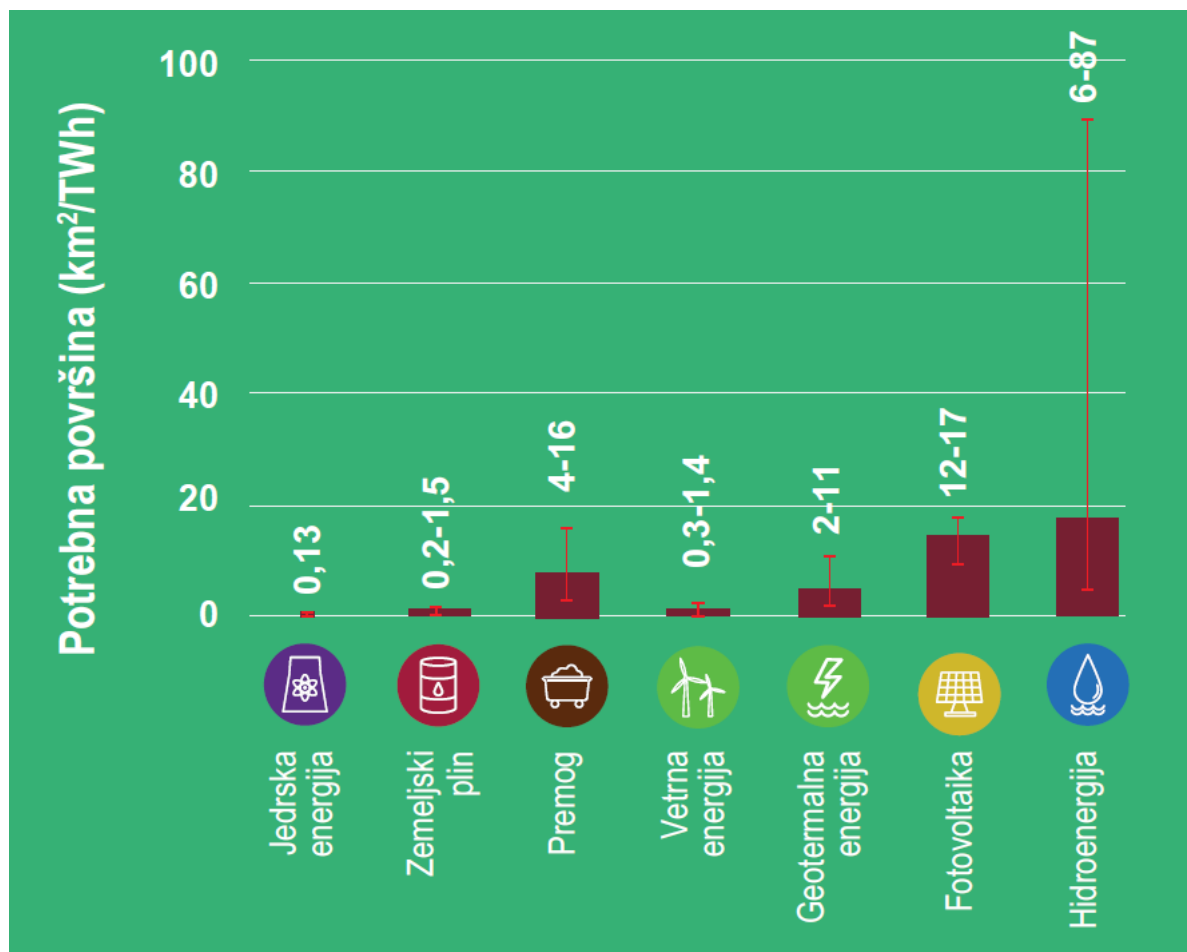
Prema međunarodno priznatim podacima, termoelektrana na ugljen proizvede 0,82 kg CO₂ za svaki kWh proizvedene električne energije (to se odnosi na termoelektrane na crni ugljen; termoelektrane na smeđi ugljen ili lignit imaju još veće emisije CO₂ za svaki kWh). Plinske elektrane proizvode otprilike upola manje emisije CO₂.



Slika 9: Prosječna emisija ekvivalenta ugljičnog dioksida u životnom ciklusu za različite proizvođače električne energije (izvor: IPCC)

Utjecaj na okoliš će u slučaju prekida rada NEK-a biti najveći u smislu stakleničkih plinova, jer ne postoje drugi izvori koji bi u takvom kapacitetu, pouzdanosti i ekonomičnosti mogli pokriti manjak električne energije.

Uporaba zemljišta



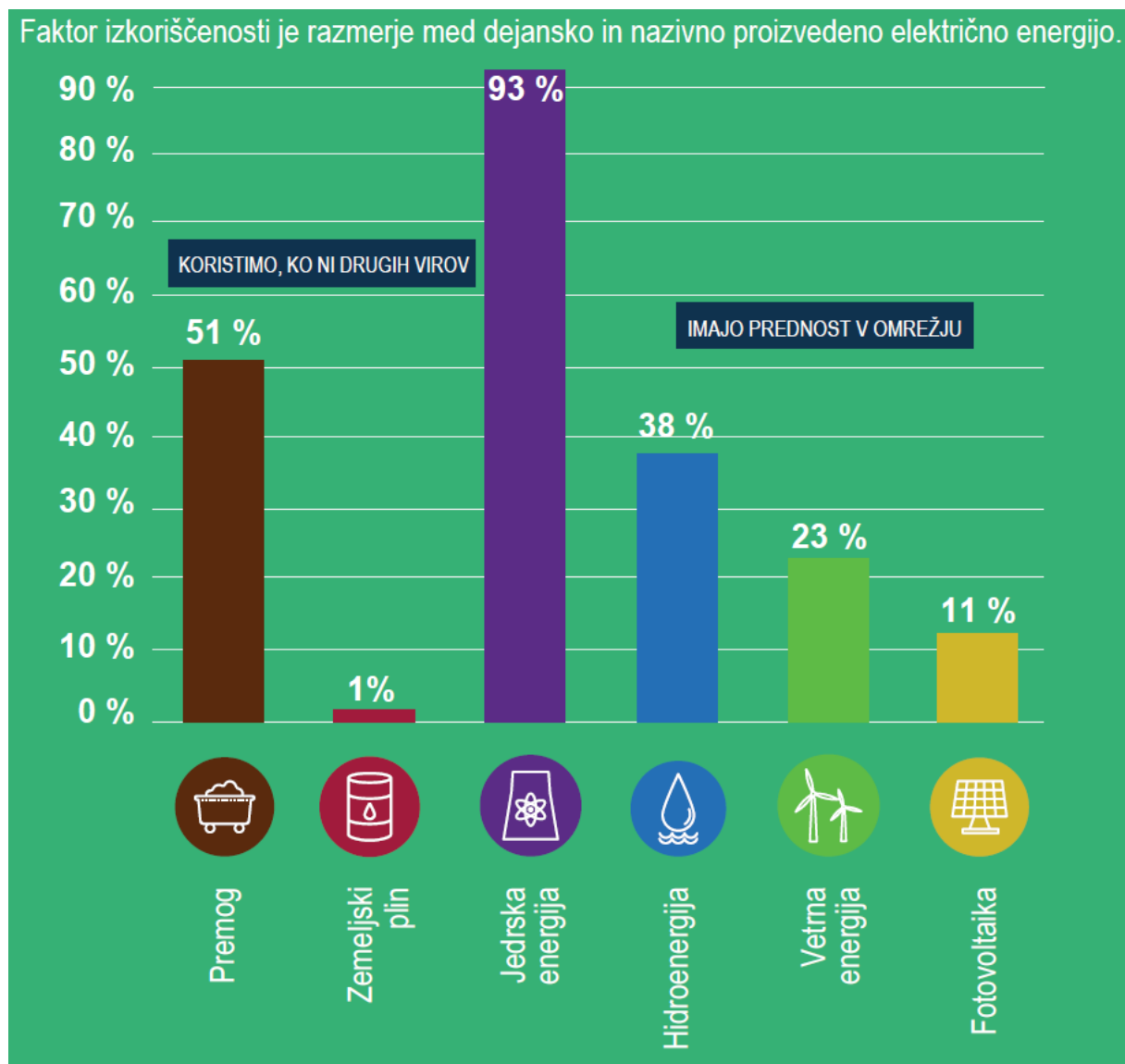
Slika 10: Uporaba zemljišta prema proizvodnom izvoru električne energije izvor: „Energy Sprawl Is the Largest Driver of Land Use Change in United States“, A. M. Trainor PLOS ONE | DOI:10.1371/journal.pone.0162269 September 8, 2016

Potrebna površina (km²/TWh)	Potrebna površina (km²/TWh)
Jedrska energija	Nuklearna energija
Zemeljski plin	Zemni plin
Premog	Ugljen
Vetрна energija	Energija vjetra
Geotermalna energija	Geotermalna energija
Fotovoltaika	Fotovoltaika
Hidroenergija	Hidroenergija

Pod pretpostavkom da Slovenija želi zamijeniti postojeće proizvodne kapacitete, grafikon (Slika 10) evidentno pokazuje da nuklearna energija ima najmanji mogući otisak na uporabu zemljišta u usporedbi s drugim proizvodnim izvorima. Kod novih energetske objekata, osim uporabe prostora za same objekte, mora se uzeti u obzir i potreba izgradnje nove prijenosne dalekovodne infrastrukture koja ove objekte povezuje u EES.

Uz to, treba naglasiti da ista instalirana snaga elektrane ne znači istu godišnju proizvodnju; npr. solarne elektrane ne rade noću ili rade u smanjenom obujmu po oblačnom vremenu, obujam proizvodnje vjetroelektrana mijenja se tijekom vremena, ne rade bez vjetra ili pri prevelikim brzinama vjetra, čak i hidroelektrane rijetko proizvode električnu energiju nazivne snage. Važno je stoga kako je elektrana iskorištena. Iskorištenost elektrane izračunava se kao omjer između energije koju bi proizvela da radi cijelo vrijeme na pola svoje snage i stvarno proizvedene energije. Pritom je potrebno uzeti u obzir da OVE izvori imaju prednost u mreži i svu svoju proizvedenu energiju predaju u mrežu, dok se ostale

elektrane moraju prilagođavati korištenju i ne predaju električnu energiju cijelo vrijeme, već samo kada je mreži potrebna. Na sljedećoj slici prikazana je iskorištenost svih slovenskih elektrana u 2019. godini. (Izvor podataka: Stanje na području energetike u Sloveniji za 2019. godinu, Agencija za energiju Republike Slovenije, Maribor, 2020.).



Slika 11: Godišnja proizvodnja električne energije prema instaliranoj snazi. Izvor: „Stanje na području energetike u Sloveniji za 2019. godinu, Agencija za energiju Republike Slovenije, Maribor, 2020.“

Faktor iskorištenosti je razmerje med dejansko in nazivno proizvedeno električno energijo	Faktor iskorištenosti je omjer između stvarno i nazivno proizvedene električne energije
Koristimo, ko ni drugih virov	Rabimo kada nema drugih izvora
Imajo prednost v omrežju	Imaju prednost u mreži
Premog	Ugljen
Zemeljski plin	Zemni plin
Jedrska energija	Nuklearna energija
Hidroenergija	Hidroenergija
Vetna energija	Energija vjetra
Fotovoltaika	Fotovoltaika

6. Program razgradnje objekta

Međunarodni standardi i slovensko zakonodavstvo (ZVISJV-1 [45]) postavljaju stroge zahtjeve u pogledu pristupa razgradnji i gospodarenju otpadom za sve nuklearne objekte, na prvom mjestu za NEK.

Budući da je iskustava s razgradnjom starijih nuklearnih elektrana pod tlakom već dovoljno, dostupni su zbirni generički podaci o količinama radioaktivnog otpada iz razgradnje i o troškovima razgradnje. Za sve zemlje članice OECD-a te podatke prikuplja OECD NEA više od 20 godina i periodički ih javno objavljuje u izvještajima o pristupima, strategijama i troškovima razgradnje [27]. Izvještaji o troškovima i metodama razgradnje periodički se ažuriraju. U međunarodnom okruženju razgradnja nuklearnih postrojenja je zrela i razvijena industrija s raznim ponuđačima koji nastupaju i na međunarodnim tržištima.

Razgradnja NEK-a te zbrinjavanje radioaktivnog otpada i istrošenog goriva zajednička je obveza ugovornih strana, Republike Slovenije i Republike Hrvatske, kako je definirano u Zajedničkoj konvenciji u preambuli Međudržavnog ugovora [30].

Dvije zemlje su suglasne osigurati učinkovito zajedničko rješenje za razgradnju i zbrinjavanje radioaktivnog otpada i istrošenog goriva s ekonomskog i ekološkog stajališta.

Zbrinjavanje radioaktivnog otpada i istrošenog goriva iz pogona i razgradnje provodit će se u skladu s programom zbrinjavanja radioaktivnog otpada (RAO) i istrošenog goriva (IG). Program zbrinjavanja RAO-a i IG-a u skladu s međunarodnim standardima uz sudjelovanje poduzeća NEK d. o. o. pripremit će stručna organizacija koju će strane odrediti.

U skladu s međunarodnim ugovorom [30] prvo pražnjenje skladišta NSRAO-a u NEK-u bit će od 2023. do 2025. godine. Kako se strane nisu dogovorile o zajedničkom rješenju, sukladno reviziji 3. programa [33] zbrinjavanja RAO-a, 50 % NSRAO-a odlazi na odlagalište Vrbina, a 50 % u dugotrajno skladište i poslije odlagalište u Republici Hrvatskoj.

Program razgradnje uključuje i gospodarenje svim radioaktivnim i drugim otpadom nastalim tijekom razgradnje do njihova uklanjanja s lokacije NEK-a, procjenu potrebnih financijskih sredstava i rokova za provedbu.

Program razgradnje objekta prvi je put opisan u dokumentu „Development of the site specific decommissioning plan for Krško NPP, NIS Ingenierungesellschaft mbH“, travanj 1996. godine [22].

Sukladno članku 10. Međudržavnog ugovora [30] svakih pet godina mora se izrađivati revizija programa razgradnje, što uključuje razvoj novih saznanja na području razgradnje nuklearnih objekata.

U 2019. izrađeni su, a 2020. su ih potvrdile obje ugovorne strane, Program razgradnje NEK-a, rev. 3 [33], i Program zbrinjavanja RAO-a, rev. 3 [34]. U skladu s međudržavnim ugovorom [30] koji su odobrile Vlada Republike Slovenije i Vlada Republike Hrvatske, sredstva za Program razgradnje NEK-a i Program zbrinjavanja RAO-a prikupljaju se u posebne fondove. Izvještaji obaju javno su dostupni na internetskim stranicama: <https://www.sklad-nek.si/porocila-o-poslovanju> [38] i <http://www.fond-nek.hr/en/financial-assets/annual-reports/17> [39].

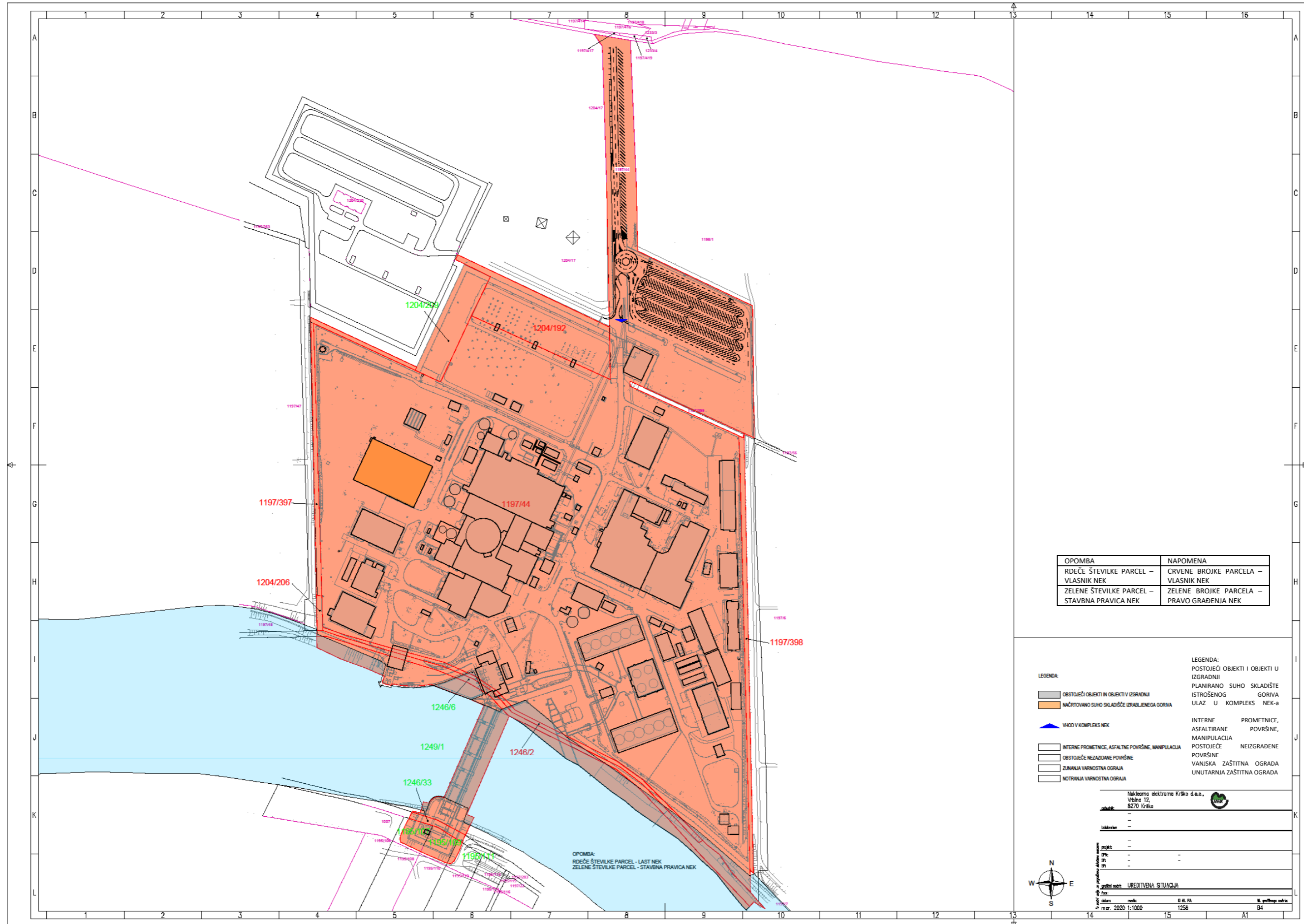
Cilj periodičnih revizija Programa razgradnje NEK-a i Dekomisijskog plana jest redovito revidirati i smisleno uključiti nove međunarodne standarde te primijeniti najbolje prakse tijekom pogona elektrane. Te revizije su potrebne za procjenu troškova buduće razgradnje, gospodarenja radioaktivnim otpadom i istrošenim gorivom te su osnova za fond za razgradnju u Sloveniji i Hrvatskoj. Sve dosadašnje studije primjenjivale su granične uvjete pogona NEK-a do 2023. godine. NEK je 2013.

godine dobio odluku URSJV-a o promjeni radne dozvole [3], što znači da su daljnje studije uzele u obzir produljeni pogonski vijek do 2043. godine.

Utjecaji razgradnje objekta bit će detaljnije opisani i procijenjeni u posebnom upravnom postupku sukladno Programu razgradnje [33] i ZVO-1, Uredbi o zahvatima na okoliš, za koje se mora provesti procjena utjecaja na okoliš [40]; Prilog 1, poglavlje D.II i ZVISJV-1 [45], članak 109.

7. Grafički prikazi

1. Nacrt područja objekta (eng. Site Layout)



OPOMBA	NAPOMENA
RDEČE ŠTEVILKE PARCEL – VLASNIK NEK	CRVENE BROJKE PARCELA – VLASNIK NEK
ZELENE ŠTEVILKE PARCEL – STAVBNA PRAVICA NEK	ZELENE BROJKE PARCELA – PRAVO GRADENJA NEK

- LEGENDA:**
- ▭ OBSTOJEČI OBJEKTI I OBJEKTI V IZGRADNJI
 - ▭ NAČRTOVANO SUHO SKLADIŠČE IZRABLJENEGA GORIVA
 - ▲ VHOD V KOMPLEKS NEK
 - ▭ INTERNE PROMETNICE, ASFALTNE POVRŠINE, MANIPULACIJA
 - ▭ OBSTOJEČE NEZAZIDANE POVRŠINE
 - ▭ ZUNANJA VARNOSTNA OGRAJA
 - ▭ NOTRANJA VARNOSTNA OGRAJA
- LEGENDA:**
- ▭ POSTOJEČI OBJEKTI I OBJEKTI U IZGRADNJI
 - ▭ PLANIRANO SUHO SKLADIŠČE IZROŠENOG GORIVA
 - ▭ ULAZ U KOMPLEKS NEK-a
 - ▭ INTERNE PROMETNICE, ASFALTIRANE POVRŠINE, MANIPULACIJA
 - ▭ POSTOJEČE NEIZGRADENE POVRŠINE
 - ▭ VANJSKA ZAŠTITNA OGRADA
 - ▭ UNUTARNJA ZAŠTITNA OGRADA

OPOMBA:
 RDEČE ŠTEVILKE PARCEL - LAST NEK
 ZELENE ŠTEVILKE PARCEL - STAVBNA PRAVICA NEK

Niklarna elektrarna Krško d.o.o.	
Vabina 12	
8270 Krško	
skupščina	
izbrani	
projekt	
opis	
opis	
opis	
UREĐIVENA SITUACIJA	
izdelal	B. B. B.
skupščina	1256
skupščina	1:1000
skupščina	B4



8. Zaključna saznanja

Opseg planiranog zahvata je nastavak pogona NEK-a s postojećim pogonskim karakteristikama nakon 2023. godine i ne predviđa izgradnju novih objekata ili uređaja koji bi promijenili fizička svojstva elektrane.

U 40 godina rada NEK je proveo sve potrebne modernizacije kako bi elektrana bila u skladu sa suvremenim sigurnosnim standardima. Do kraja prve polovice 2023. bit će realiziran projekt izgradnje suhog skladišta istrošenog goriva, čime će se dodatno poboljšati nuklearna i radiološka sigurnost elektrane.

Produženjem pogonskog vijeka NEK-a za 20 godina vrste i dinamika predviđene proizvodnje radioaktivnog otpada ostaju nepromijenjene, povećat će se samo ukupna količina istrošenog goriva koja je već uzeta u obzir u projektu izgradnje suhog skladišta istrošenog goriva i količina nisko- i srednjoradioaktivnog otpada.

NEK ima za pogon neograničenu dozvolu za rad [3] kao i sve ostale potrebne dozvole ([2], [9], [10], [11], [4], [5], [6], [7]), kao što su dozvola za emisije u okoliš i dozvola za uzimanje vode iz okoliša. Produženjem pogonskog vijeka NEK-a svi okolišni i radiološki uvjeti i ograničenja navedeni u valjanim dozvolama ostaju isti.

U procesu proizvodnje električne energije NEK ne ispušta stakleničke plinove u okoliš, zbog čega je svrstan u niskouglične proizvođače energije. Ta je činjenica posebno važna jer je NEK ključna karika u osiguravanju energetske budućnosti Slovenije.

U trenutku izgradnje predviđen je minimalni pogonski vijek objekta od 40 godina, ali je u tom razdoblju proveden niz sigurnosnih i drugih modernizacija te brojne analize. Zbog svih sigurnosnih nadogradnji, zamjene ključne opreme i drugih modernizacija u prošlosti, te analiza sigurnosti i vjerojatnosti, sa stajališta sigurnosti i ekonomičnosti, produljenje pogonskog vijeka jedino je razumno i svjetski priznato rješenje.

9. Reference

- [1] Odluka ARSO-a za planirani zahvat: Produljenje pogonskog vijeka Nuklearne elektrane Krško s 40 na 60 godina do 2043., br. 35405-286/2016-42 od 2. listopada 2020.
- [2] Ažurirani sigurnosni izvještaj (USAR), rev. 27
- [3] Radna dozvola: Odluka – Suglasnost za početak rada NEK-a; Odluka Republičkog energetskeg inspektorata br. 31-04/83-5 od 6. veljače 1984. godine i Odluka URSJV-a br. 3570-8/2012/5, Promjena dozvole za rad NEK-a od 22. travnja 2013.
- [4] Okolišna dozvola ARSO-a: Okolišna dozvola za pogon postrojenja Nuklearna elektrana Krško s obzirom na emisije u vode br. 35441-103/2006-24 od 30. lipnja 2010., koja je izmijenjena i u tri točke izreke ponovno donesena s odlukom br. 35441-103/2006-33 od 4. lipnja 2012. te izmijenjena odlukom br. 35441-11/2013/3 od 10. listopada 2013. (skraćeno OVD)
- [5] Vodopravna dozvola ARSO-a: Djelomična vodopravna dozvola br. 35536-31/2006-16 od 15. listopada 2009., Odluka o promjeni vodopravne dozvole br. 35536-54/2011-4 od 8. studenog 2011. godine i Odluka o promjeni vodopravne dozvole br. 35530-7/2018/2 od 22. lipnja 2018. (skraćeno: VD)
- [6] MOP, DRSV (2020): Vodopravna dozvola društvu Nuklearna elektrana Krško d.o.o., br. 35530-100/2020-4 od 14. studenog 2020., Ljubljana
- [7] MOP, DRSV (2021): Vodopravna dozvola društvu Nuklearna elektrana Krško d.o.o., br. 35530-48/2020-3 od 9. rujna 2021., Ljubljana
- [8] Lokacijska dozvola: Odluka Republičkog ureda za urbanizam br. 350/F-15/69 od 8. kolovoza 1974. i Odluka o planu prostornog uređenja Nuklearne elektrane Krško UN 55/87; Službeni list SRS-a br. 48/87; Odluka o izmjenama i dopunama odluka i planu prostornog uređenja NEK-a; Službeni list SRS-a br. 59/97, te Odluka o izmjenama i dopunama Odluke o planu prostornog uređenja Nuklearne elektrane Krško, Službeni list Republike Slovenije br. 21/20
- [9] NEK-ove Tehničke specifikacije (NEK TS), rev. 183
- [10] Design Extension Conditions – Tehničke specifikacije (DECTS), rev. 8
- [11] Radiological Effluents Technical Specifications (RETS), rev. 10
- [12] Monitoring radioaktivnosti u okolini Nuklearne elektrane Krško, Izvještaj za 2020. godinu
- [13] Nuklearna elektrana Krško, Godišnji izvještaj o radu NEK-a za 2020. godinu, veljača 2021.
- [14] Integrirani nacionalni energetske i klimatske plan Republike Slovenije (NEPN – koji je prihvatila Vlada Republike Slovenije (verzija 5.0)), br. 35400-18/2019/22 od 28. veljače 2020.
- [15] Produljenje pogonskog vijeka (POD) NEK-a s energetskeg, sustavnog, ekonomskog i ekološkog aspekta, studija 2511, EIMV, Ljubljana, srpanj 2021.
- [16] Izvještaj o okolišu nakon javne objave: Tehnička podrška za stratešku procjenu utjecaja na okoliš za Integrirani nacionalni energetske i klimatske plan Republike Slovenije, Poziv SRSS/C2019/048; EIMV, ZaVita, i STRITIH; studija 219240-3-4-S, Ljubljana, veljača 2020.
- [17] Bureau Veritas: Certifikat ISO 14001:2015 od 20. studenog 2020.
- [18] Bureau Veritas: Certifikat ISO 45001:2018 od 20. studenog 2020.
- [19] Bureau Veritas: Certifikat OHSAS 18001:2007 od 17. prosinca 2014.

- [20] Slovenian National Report on Nuclear Stress Tests, Final Report, SNSA, December 2011
- [21] Technical Summary on the Implementation of Comprehensive Risk and Safety Assessments of Nuclear Power Plants in the European Union, Brussels, 22. kolovoza 2013.
- [22] Development of the Site Specific Decommissioning Plan for Krško NPP, NIS Ingenieurgesellschaft mbH, April 1996
- [23] Odluka URSJV-a o potvrdi prvog periodičnog sigurnosnog pregleda (PSR1), br. 39000-17/2005/5/16 od 16. kolovoza 2005.
- [24] Odluka URSJV-a o potvrdi drugog periodičnog sigurnosnog pregleda (PSR2), br. 3570-2/2011/97 od 30. svibnja 2014.
- [25] Program nadogradnje sigurnosti NEK-a (PNV), rev. 3, siječanj 2017.
- [26] Odluka URSJV-a u upravnom predmetu „Odobrenje programa nadogradnje sigurnosti NEK-a, rev. 3. i produljenje roka za provedbu“, br. 3570-11/2015/25 od 20. siječnja 2017. godine i Odluka URSJV-a br. 3570-11/2015/32 od 24. rujna 2021.
- [27] Decommissioning Nuclear Power Plants, Policies, Strategies and Costs, OECD NEA 2003
- [28] Update of the Slovenian Post-Fukushima Action Plan (NAcP), SNSA, December 2019
- [29] Odluka URSJV-a o provođenju izvanrednog sigurnosnog pregleda Nuklearne elektrane Krško, br. 3570-9/2011/2 od 30. svibnja 2011.
- [30] Zakon o potvrđivanju Ugovora između Vlade Republike Hrvatske i Vlade Republike Slovenije o uređenju statusnih i drugih pravnih odnosa vezanih uz ulaganje, iskorištavanje i razgradnju Nuklearne elektrane Krško i zajedničke izjave povodom potpisivanja Ugovora između Vlade Republike Hrvatske i Vlade Republike Slovenije o uređenju statusnih i drugih pravnih odnosa vezanih uz ulaganje, iskorištavanje i razgradnju Nuklearne elektrane Krško (Službeni list Republike Slovenije – Međudržavni ugovori br. 5/03)
- [31] Zapisnik i odluke Međunarodne komisije za produljenje pogonskog vijeka NEK-a (PŽD NEK) od 20. srpnja 2015.
- [32] Rezolucija o Nacionalnom programu gospodarenja radioaktivnim otpadom i istrošenim gorivom za razdoblje 2016. – 2025. (ReNPRRO16-25); Službeni list Republike Slovenije, br. 31/2016 od 29. travnja 2016.
- [33] 3rd Revision of the NPP Krško Decommissioning Program, Siempelkamp NIS for NPP Krško, Document No. 4520 / CA / F 010640 5 / 01, June 2019
- [34] Third Revision of the Krško NPP Radioactive Waste and Spent Fuel Disposal Program, ARAO – Agency for Radwaste Management, Ljubljana, Fund for financing the decommissioning of the Krško NPP, Zagreb, version 1.3, September 2019
- [35] Studija utjecaja na okoliš za modernizaciju tehnologije skladištenja istrošenog goriva (IG) s uvođenjem suhog skladištenja – NEK, br. 101118-dn, ožujak 2020., dopuna lipanj 2020.
- [36] Studija utjecaja na okoliš NEK – PVO Proširenje rashladnog sustava (dodatni stup četiri rashladne ćelije), Ljubljana, prosinac 2006.
- [37] PVO NEK (dekontaminacijska zgrada), br. IJS DP-8190, Institut Jožef Stefan, veljača 2000.
- [38] Godišnji izvještaji zaklade za razgradnju NEK-a: <https://www.sklad-nek.si/porocila-o-poslovanju>

- [39] Godišnji izvještaji Fonda za razgradnju NEK-a: <http://www.fond-nek.hr/en/financijska-imbovina/godisnja-izvjesca/>
- [40] Zakon o zaštiti okoliša /ZVO-1/ (Službeni list Republike Slovenije, br. 39/06-ZVO-1-UPB1, 49/06-ZMetD, 66/06-Odl.US, 112/06-Odl.US, 33/07-ZPNačrt, 57/08-ZFO-1A, 70/08-ZVO-1B, 108/09-ZVO-1C, 48/12-ZVO-1D, 57/12-ZVO-1E, 92/13-ZVO-1F, 56/15-ZVO-1G, 102/15-ZVO-1H, 30/16-ZVO-1I, 61/17-GZ, 21/18 – ZNOrg, 84/18 – ZIURKOE, 49/20-ZIUZEOP, 61/20-ZIUZEOP-A, 158/20)
- [41] Uredba o zahvatima na okoliš za koje se mora izvršiti procjena utjecaja na okoliš, Službeni list Republike Slovenije, br. 51/14, 57/15, 26/17 i 105/20
- [42] Konvencija o procjeni utjecaja na okoliš u prekograničnom kontekstu – konvencija Espoo, Službeni list Slovenije – MP, br. 11/98; Protokol o strateškoj procjeni utjecaja na okoliš uz Konvenciju o procjeni utjecaja na okoliš u prekograničnom kontekstu, Službeni list Slovenije – MP, br. 1/10, Izmjene i Ostale izmjene Konvencije o procjeni utjecaja na okoliš u prekograničnom kontekstu (MPCVO-A), Službeni list Republike Slovenije, br. 105/13
- [43] Konvencija o pristupu informacijama, sudjelovanju javnosti u donošenju odluka i pristupu pravne zaštite u pitanjima zaštite okoliša – Aarhuška konvencija (Službeni list Republike Slovenije – Međunarodni ugovori, br. 17/04, 1/10)
- [44] Zakon o očuvanju prirode (ZON); Službeni list Republike Slovenije, br. 96/04 – službeni pročišćeni tekst, 61/06 – ZDru-1, 8/10 – ZSKZ-B, 46/14, 21/18 – ZNOrg, 31/18 i 82/20
- [45] Zakon o zaštiti od ionizirajućeg zračenja i nuklearne sigurnosti; Službeni list Republike Slovenije, br. 76/17 i 26/19 (skraćeno: ZVISJV-1)
- [46] Presuda Suda Europske unije od 29. srpnja 2019. u predmetu C411-17, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:62017CJ0411&from=EN>
- [47] Energetski, sistemski, ekonomski i ekološki aspekti produljenja vijeka trajanja NEK-a, rev. 1, EIMV, Ljubljana, 2007.
- [48] Slovenian National Post Fukushima Action Plan, ENSREG
- [49] Special Safety Review Final Report – NPP Krško, Rev. 0, October 2011
- [50] WENRA Reference Levels, revision 2, September 2014
- [51] NEK Compliance with WENRA Safety Reference Levels, NEK ESD-TR-23/15, Rev. 0
- [52] RELAP5/MOD3.3 Analyses to Determine Pressure and Flow Requirements for Alternative Safety Injection Pump for DEC-A LOCA Conditions, NEK ESD-TR-17/15, Rev. 1
- [53] Analysis of Containment Cooling During and After DEC-B Accidents, NEK ESD-TR-18/15, Rev. 2
- [54] Water Inventory Requirements/Management for DEC-A and DEC-B Accidents, NEK ESD-TR-05/15, Rev. 1
- [55] Analysis of Potential Division and Takeover of Operational and Decommissioning RW from Krško NPP, Extended Contents, Enconet and Ekonerg, 2018
- [56] Izračun doza na određenim udaljenostima u slučaju projektne nesreće (DB) ili proširene projektne nesreće (BDB) u Nuklearnoj elektrani Krško / Calculation of doses at certain

- distances for Design Basis (DB) and Beyond Design Basis (BDB) accidents at NPP Krško (No. FER-ZVNE/SA/DA-TR03/21-0), FER-MEIS, 2021
- [57] „POSSIBLE ROLE OF NUCLEAR IN THE DUTCH ENERGY MIX IN THE FUTURE“, izvještaj commissioned by Ministry of Economic Affairs and Climate Policy of the Netherlands (izvještaj nizozemske vlade za raspravu u njihovu parlamentu), rujan 2020.
- [58] Screening of External Hazards, NEK ESD-TR-18/16, Rev. 1
- [59] WENRA Report – Guidance Document Issue T: Natural Hazards Head Document; 21 April 2015
- [60] Godišnji izvještaj vjerojatnosnih analiza sigurnosti (PSA) za godinu 2020./2021., srpanj 2021.
- [61] MD-5 – NEK Aging Management Program, rev. 5, 6. srpnja 2020.
- [62] TD-6 – Program zaštite od požara – Zakon o vatrogastvu, rev. 3
- [63] Makroekonomski učinci gradnje i rada NEK-a 2, EIPF, Ljubljana, svibanj 2008.
- [64] NPP KRŠKO Analyses of Potential Safety Improvements, NEK ESD-TR-09/11, Rev. 0, Januar 2011
- [65] Odluka URSJV-a o provedbi modernizacije sigurnosnih rješenja za sprječavanje teških nesreća i ublažavanje njihovih posljedica, br. 3570-11/2011/7 od 1. rujna 2011.
- [66] RELAP5/MOD3.3 Analyses of Bleed & Feed Method in DEC-A Conditions using Pressurizer PORV Bypass Motor Operated Valves and ASI pump, NEK ESD-TR-03/16, Rev. 1, February 2018
- [67] Evaluation of different options regarding DECTS requirements for ASI and AAF system, NEK ESD-TR-10/19, Rev. 1, May 2020
- [68] Dopis ARSO-a br. 35403-33/2020-16 od 24. prosinca 2020., prethodna informacija u skladu s člankom 52. Zakona o zaštiti okoliša
- [69] Pravilnik o čimbenicima radiološke i nuklearne sigurnosti, Službeni list Republike Slovenije, (br. 74/16 i 76/17 – ZVISJV-1); Pravilnik JV5
- [70] Pravilnik o osiguravanju sigurnosti nakon početka rada radioloških i nuklearnih objekata, (Službeni list Republike Slovenije, br. 81/16 i 76/17 – ZVISJV-1), Pravilnik JV9
- [71] Pravilnik o gospodarenju radioaktivnim otpadom i istrošenim gorivom (Službeni list Republike Slovenije, br. 125/21); Pravilnik JV7
- [72] Uredba o djelatnostima s izvorima ionizirajućeg zračenja (Službeni list Republike Slovenije, br. 19/18); UV1
- [73] Odluka URSJV-a o provođenju programa trećeg periodičnog sigurnosnog pregleda NEK-a (program PSR3), br. 3570-7/2020/22 od 23. prosinca 2020.
- [74] Pravilnik o mjerama zaštite od ionizirajućeg zračenja u kontroliranim i nadziranim područjima (Službeni list Republike Slovenije, br. 47/18); Pravilnik SV8A
- [75] Seismic Probabilistic Safety Assessment of Krško Nuclear Power Plant, Level 1 and Level 2, Revision 2, ABS Consulting, November 2004, Proprietary Document

- [76] Assessment of capacity of the NEK to resist permanent ground deformations due to potential surface faulting, NEK ESD-TR-10/13, Revision 2, Nuclear Power Plant Krško, July 2014, Proprietary Document
- [77] Probabilistic fault displacement hazard analysis, Krško East and West sites, Proposed Krško 2 Nuclear Power Plant, Krško, Slovenia, Revision 1, Paul C. Rizzo Associates, Inc., May, 2013, Proprietary Document
- [78] Revised PSHA for NPP Krško site, PSR – NEK – 2.7.2, Revision 1, University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Institute of Structural Engineering, Earthquake Engineering and Construction IT, January 2004, Proprietary Document
- [79] Preparation of new revision of PMF study and Conceptual design package for flood protection, FGG, 2010
- [80] NEKSIS-A200/081D: NEK – Mjere održavanja poplavne sigurnosti NEK-a, Studija varijanti, revizija B, IBE, kolovoz 2015.
- [81] Plan zaštite i spašavanja u izvanrednom događaju (NZIR), rev. 38

10. Prilozi:

10.1. Prilog 1: Popis izdanih građevinskih dozvola

1. Dozvola Republičkog ureda za gospodarstvo Ljubljana br. 352-265/73-VI/ST, 12. 5. 1973., za polaganje zemaljskih kabela za telefonsku vezu NEK-a
2. Dozvola Republičkog ureda za industriju Ljubljana br. 351/B-16/75, 17. 2. 1975., za izvođenje pripremnih radova za izgradnju NEK-a u Vrbini kod Krškog
3. Dozvola Republičkog ureda za industriju Ljubljana br. 351/B-16/75-ind/SE, 26. 3. 1975., za građevinske radove za duboke iskope građevinskih jama
4. Građevinska dozvola Skupštine općine Krško br. 3-351-765/74, 12. 4. 1975., za još 12 stambenih kućica u sklopu privremenog radničkog naselja
5. Građevinska dozvola Skupštine općine Krško br. 3-351-353/75, 27. 5. 1975., za provedbu pripremnih radova za izgradnju novog stambenog naselja kod ribnjaka u Krškom
6. Dozvola Republičkog ureda za industriju Ljubljana br. 351/B-16/75-ind/SE, 16. 6. 1975., za izgradnju II. faze pomoćne zgrade & RHR-M kote 82,25
7. Građevinska dozvola Skupštine općine Krško br. 3-351-353/75, 20. lipnja 1975., za izgradnju objekata: montažnog stambenog objekta, privremenog restorana, vodovoda, kanalizacije, razvoda energije i vanjske rasvjete, postrojenja za pročišćavanje, razvoda tople vode
8. Građevinska dozvola Skupštine općine Krško br. 3-351-353/75, 7. listopada 1975., za izgradnju montažnih stambenih kuća na kompleksu „Zazidava ob Zdolskoj cesti“
9. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-16-6/75-KO, 27. listopada 1975., za izgradnju faze 4A-temelji pomoćnog objekta na kotama 94,21 i 97,26, faza 4B temelji međuzgrade, faza 11-pomoćna zgrada od kote 82,85 do kote 89,64
10. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-16/75-ind/SE, 7. studenog 1975., za izgradnju III. faze temelja zgrade reaktora
11. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-16-7/75-KO, 13. studenog 1975., za izgradnju faza 29B, faze 44, faze 5A, faze 5C i faze 12A
12. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-16-8/75-KO, 25. studenog 1975., za izgradnju zaštitne zgrade od kote 100,3 do 106,3 m i čeličnog plašta zaštitne zgrade prema tehničkoj dokumentaciji
13. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-16-9/75-KO, 27. studenog 1975., za izgradnju meteorološkog tornja H 70 m
14. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-16-10/75-KO, 16. prosinca 1975., za izgradnju pomoćne zgrade od kote 94,21 do 100,3 m i temeljnih ploča za zgrade za gospodarenje gorivom
15. Građevinska dozvola Skupštine općine Krško br. 351-694/75, 25. prosinca 1975., za izgradnju centralnog odlagališta u carinskom skladištu
16. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-16-11/75, 16. siječnja 1976., za izgradnju meteorološke stanice
17. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-16-12/76-KO, 21. siječnja 1976., za izgradnju faze 8, 13 i dodatak NP-u 13, 17A, 34, 35, 36 i dodatak NP-u 34, 35, 36
18. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-16-14/76-KO, 20. veljače 1976., za izgradnju zgrade za gospodarenje gorivom i temeljne ploče zgrade turbine
19. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-16/13/76-KO, 2. ožujka 1976., za izgradnju pristupne ceste C III (I. faza) i propusta Potočnica

-
20. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-16-20/76-KO, 7. ožujka 1976., za izgradnju komandne zgrade (faza 20) i zgrade za sustave hlađenja komponenti (faza 23)
 21. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-16-30/75-KO, 11. travnja 1976., za izgradnju međuzgrade (faza 19), zgrade za upravljanje gorivom (faza 28), zgrade turbine, servisnog nivoa (faza 32), zgrade reaktora (faza 37 i 38)
 22. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-16-15/75-KO, 14. travnja 1976., za izgradnju zgrade za gospodarenje gorivom (faza 25)
 23. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-16-17/76-KO, 27. svibnja 1976., za izgradnju neutralizacijskog bazena za otpadne regeneracijske vode
 24. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-16/19/76-KO, 18. lipnja 1976., za izgradnju industrijskog kolosijeka
 25. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-16-21/76-KO, 7. srpnja 1976., za izgradnju zgrade turbine (faza 31)
 26. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-16-22/76-KO, 28. srpnja 1976., za izgradnju pomoćne zgrade (faza 14)
 27. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-16-18/76-KO, 6. kolovoza 1976., za izgradnju (faza 27 i 17B)
 28. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-16/23-76-MA, 16. kolovoza 1976., za rekonstrukciju prolaza cjevovoda za gorivo ispod pristupne ceste C III u Krško
 29. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-16-26/76-KO, 23. kolovoza 1976., za izgradnju zgrade sustava za hlađenje komponenata (faza 24)
 30. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-16-25/76-KO, 23. kolovoza 1976., za izgradnju međuzgrade (faza 18)
 31. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-16-24/76-KO, 23. kolovoza 1976., za izgradnju pristupne ceste III
 32. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-16-27/75-KO, 27. kolovoza 1976., za izgradnju pomoćne zgrade (faza 15) i komandne zgrade (faza 21)
 33. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-16-28/76-KO, 9. rujna 1976., za izgradnju zaštitne zgrade (faza 9) i zgrade turbine (faza 32)
 34. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-16-16/75, 5. studenog 1976., za izgradnju i ograđivanje građevinske jame za branu na Savi
 35. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-16-31/76-KO, 22. studenog 1976., za izgradnju kontrolne zgrade (faza 22)
 36. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-16-29/76, 10. prosinca 1976., za gradnju – iskop za crpilište bitne vode (faza 48)
 37. Građevinska dozvola Skupštine općine Krško br. 5-351-583/76, 13. prosinca 1976., za skladištenje plinova, boja i montažnih dijelova unutar centralnog odlagališta
 38. Odluka Republičkog komiteta za promet i veze br. 340/F-31/76-I/MA, 23. studenog 1976, ŽG je dužan obnoviti i prema valjanim tehničkim propisima urediti kolnik cestovnog prijelaza na 466 + 409 km željezničke pruge Zagreb – Sežana (lokalna cesta Stara vas – Krško)
 39. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-62/77, 31. ožujka 1977., za izgradnju i ojačanje mosta preko Save kod Brežica

-
40. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-16-32/75, 1. travnja 1977., za izgradnju zgrade turbine i krovišta dijela za grijanje (faza 33)
 41. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56-2/77-KO, 13. travnja 1977., za izgradnju zgrade turbine – stubišta (faza 33A) i zgrade za dizelske generatore u slučaju nužde (faza 6)
 42. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56-5/77-KO, 14. travnja 1977., za izgradnju brane preko Save, crpilišta rashladne vode, objekta ispusta rashladne vode, pumpi bitne opskrbe vode
 43. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56-4/77-KO, 14. travnja 1977., za izgradnju tunela rashladne vode izvan zgrade turbine (faza 44 ADD) i kupole zaštitne zgrade (faza 10)
 44. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56/8-77-KO, 23. svibnja 1977., za izgradnju zgrade za dizelske generatore u slučaju nužde od kote 100,30 do 107,62 m
 45. Građevinska dozvola Skupštine općine Krško br. 5-351-460/75, 23. svibnja 1977., za izgradnju vodovoda od glavnog voda FI 250 kod stambene kuće Pirc preko vojnog mosta do NEK-a
 46. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56-6/77-KO, 17. lipnja 1977., za izgradnju rasklopnog postrojenja od 380 i 110 kV (faza 55)
 47. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56-9/77-KO, 28. lipnja 1977., za izgradnju visokovodnih nasipa na lijevoj obali Save u sklopu hidrotehničkih objekata
 48. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56-1/77, 4. srpnja 1977., za izgradnju zgrade reaktora (faza 39)
 49. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56-11/77-KO, 19. srpnja 1977., za izgradnju raznih temelja i zgrade turbine (faza 33/Rev.)
 50. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56/10-77-KO, 19. srpnja 1977., za izgradnju zgrade reaktora – unutarnja armiranobetonska konstrukcija od kote 96,04 do 115,55 m (faza 40)
 51. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56-3/77-KO, 24. kolovoza 1977., za ugradnju tehnoloških, pomoćnih i električnih sustava u pomoćnoj zgradi, zgradi za gospodarenje gorivom i zgradi za hlađenje komponenti
 52. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56-12/77-KO, 29. kolovoza 1977., za izgradnju unutarnje armiranobetonske konstrukcije zgrade reaktora iznad kote od 115,55 m (faza 44)
 53. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-16-30/75-KO, 6. rujna 1977., za izgradnju zgrade reaktora + faza 37 i faza 38
 54. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56-15/77-KO, 10. listopada 1977., za izgradnju kabelskih kanala na platou (faza 55A)
 55. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56-14/77-KO, 21. listopada 1977., za izgradnju sustava kako je navedeno u dozvoli
 56. Građevinska dozvola Skupštine općine Krško br. 5-351-628/77, 25. listopada 1977., za montažu DV 2 x 20 kV Brestanica – Roto Krško na dionici Tov. Đuro Salaj Krško
 57. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56-6/77-KO, 5. studenog 1977., za izgradnju rasklopnog postrojenja od 380 i 110 kV
 58. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56-16/77-KO, 10. studenog 1977., za izgradnju faze 53 – arhitektonski i zanatski građevinski radovi pomoćnih objekata

-
59. Građevinska dozvola Skupštine općine Krško br. 5-351-461/77, 9. prosinca 1977., za utvrđivanje i ograđivanje raširenog privremenog skladišta za cijevni materijal
 60. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56-19/77-KO, 2. siječnja 1978., za izgradnju raznih temelja transformatora na platou NEK-a
 61. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56-17/77-KO, 18. siječnja 1978., za ugradnju tehnoloških sustava u zgradi turbine u ulazno-izlaznom objektu
 62. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56-18/78, 27. siječnja 1978., za izgradnju objekta za dekarbonizaciju vode
 63. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56-20/78-KO, 28. veljače 1978., za izgradnju pomoćne kotlovnice
 64. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56/21-78-KV, 31. svibnja 1978., za izgradnju upravne zgrade i servisne radionice i sigurnosnih ograda u sklopu izgradnje NEK-a
 65. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56-22/77-IND/KV, 26. lipnja 1978., za izgradnju industrijskog kolosijeka na platou NEK-a
 66. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56-23/78-MA, 8. rujna 1978., za izgradnju parkirališta (I. faza) i portirnice s ulazom u NEK
 67. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56/24/78-KO, 18. rujna 1978., za izgradnju petogodišnjeg skladišta radioaktivnog otpada
 68. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56-18/78-KO, 25. rujna 1978., za izgradnju objekta za dekarbonizaciju vode prema dopunjenoj tehničkoj dokumentaciji
 69. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56-25/78-KO, 10. studenog 1978., za izgradnju elektroenergetskih povezivanja objekata NEK-a
 70. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56/23-78-KO, 12. studenog 1978., za izgradnju vanjske rasvjete platoa i električnog dijela portirnice
 71. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56-26/78-KO, 22. studenog 1978., za izgradnju skladišta goriva za pomoćnu kotlovnicu i dizelskog agregata za slučaj nužde
 72. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 16/79-KO, 19. veljače 1979., za izgradnju zaštite NEK-a
 73. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56-27/79, 20. veljače 1979., za izgradnju mreže pitke vode i razvoda dekarbonizirane tehnološke vode na platou u NEK-u
 74. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56/28-77/KO, 27. veljače 1979., za izgradnju razvoda rashladne vode između rashladnih tornjeva i Save
 75. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56/31-77-KO, 4. ožujka 1979., za izgradnju kanalizacije platoa
 76. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56/30-77-KO, 27. ožujka 1979., za izgradnju instalacija u upravnoj zgradi i servisne radionice
 77. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56-33/79-KO, 20. travnja 1979., za izgradnju glavnog uzemljenja elektrane
 78. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56-32/78-KO, 20. travnja 1979., za izgradnju rashladnih tornjeva
 79. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56/34-77, 17. svibnja 1979., za izgradnju transformatorskih postaja TP 1 i TP 3

-
80. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56/35/77-8, 26. lipnja 1979., za izgradnju vanjske hidrantske mreže NEK-a
 81. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56/38-77-8, 9. srpnja 1979., za izgradnju visokovodnog nasipa uz Potočnicu
 82. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56/31-77-82, 11. kolovoza 1979., za izgradnju oborinske kanalizacije s crpilištem
 83. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56/29-78-KO, 3. prosinca 1979., za izgradnju vanjske regulacije s komunikacijama na platou NEK-a
 84. Dozvola Republičkog sekretarijata za industriju Ljubljana br. 351/B-56/40-79-8, 28. siječnja 1980., za izgradnju temelja za skladište boca vodika, kisika i dušika, ploča za pranje bačvi i vagona i ploča za prijenosne zračne kompresore
 85. Dozvola Republičkog komiteta za energetiku, industriju i graditeljstvo br. 351/B-48/4-80-8, 7. veljače 1980., za izgradnju osobnog dizala za 13 osoba nosivosti 1000 kg
 86. Dozvola Republičkog komiteta za energetiku, industriju i graditeljstvo br. 351/B-48/8-80-8, 12. veljače 1980., za izgradnju sustava točnog vremena
 87. Dozvola Republičkog komiteta za energetiku, industriju i graditeljstvo br. 351/B-48/5-80-8, 9. ožujka 1980., za izgradnju razvoda vode 110/70 °C od toplinske postaje TS 100 do 1 m izvan rada turbine
 88. Dozvola Republičkog komiteta za energetiku, industriju i graditeljstvo br. 351/B-48/7-80-8, 11. svibnja 1980., za izgradnju postrojenja za čišćenje kondenzata
 89. Dozvola Republičkog komiteta za energetiku, industriju i graditeljstvo br. 351/B-48/2-80-8, 6. lipnja 1980., za izgradnju bunara na desnoj obali Save
 90. Dozvola Republičkog komiteta za energetiku, industriju i graditeljstvo br. 351/B-48/1-80-8, 6. lipnja 1980., za izgradnju transformatorske postaje TP 2/1000 kVA 6,3/0,4 kV
 91. Dozvola Republičkog komiteta za energetiku, industriju i graditeljstvo br. 351/B-48/3-80-8, 18. lipnja 1980., za izgradnju toplinske postaje TS 100
 92. Građevinska dozvola Skupštine općine Krško br. 5-351-526/79, 4. kolovoza 1980., za postavljanje lokalnog telefonskog kabela od hladnjače Agrokombinata Krško do objekta NEK-a
 93. Dozvola Republičkog komiteta za energetiku, industriju i graditeljstvo br. 351/B-48/3-80-8, 28. kolovoza 1980., za izgradnju toplovodne mreže na platou NEK-a
 94. Dozvola Republičkog komiteta za energetiku, industriju i graditeljstvo br. 351/B-48/6-80-8, 19. rujna 1980., za izgradnju rasklopnog postrojenja od 380 i 110 kV prema promijenjenoj tehničkoj dokumentaciji
 95. Dozvola Republičkog komiteta za energetiku, industriju i graditeljstvo br. 351/B-48/11-8, 17. ožujka 1981., za izgradnju sustava razglasa na platou NEK-a
 96. Dozvola Republičkog komiteta za energetiku, industriju i graditeljstvo br. 351/B-48/13-80-8, 25. svibnja 1981., za izgradnju skladišta zapaljivih tekućina i plinova te kompresorske stanice
 97. Dozvola Republičkog komiteta za energetiku, industriju i graditeljstvo br. 351/B-48/15-80-8, 10. srpnja 1981., za izgradnju upravnog kompleksa (II. faza) te skladišta prema navedenim projektima iz odluke
 98. Odluka Skupštine općine Krško br. 5-351-460/75, 10. srpnja 1981., za izgradnju vodovoda od glavnog voda FI 250 do NEK-a s poštovanjem dopuna
 99. Dozvola Republičkog komiteta za energetiku, industriju i graditeljstvo br. 351/B-7/81-8, 23. srpnja 1981., za izgradnju mikrovalnog baraža FTR 200

-
100. Dozvola Republičkog komiteta za energetiku, industriju i graditeljstvo br. 351/B-48/14-80-8, 23. srpnja 1981., za izgradnju bazena karbonatnog mulja
 101. Građevinska dozvola Skupštine općine Krško br. 5-351-43/75, 10. kolovoza 1981., za rekonstrukciju pristupne ceste II.
 102. Dozvola Republičkog komiteta za industriju i graditeljstvo br. 351-05/82-5-8, 17. svibnja 1982., za izgradnju upravnog kompleksa (II. faza) prema navedenim projektima iz odluke
 103. Dozvola Republičkog komiteta za industriju i graditeljstvo br. 351-05/82-57/8, 30. lipnja 1982., za izgradnju upravnog kompleksa (II. faza) prema navedenim projektima iz odluke
 104. Dozvola Republičkog komiteta za industriju i graditeljstvo br. 351-05/82-192, 1. prosinca 1983., za izgradnju agregatskog postrojenja
 105. Dozvola Republičkog komiteta za industriju i graditeljstvo br. 351-05/83-425, 16. prosinca 1983., za izgradnju stanice za butan
 106. Dozvola Republičkog komiteta za industriju i graditeljstvo br. 351-05/84-654, 7. prosinca 1984., za adaptaciju sustava CW-a (crpilišta rashladne vode)
 107. Dozvola Republičkog komiteta za industriju i graditeljstvo br. 351-05/85-80, 30. srpnja 1985., za izgradnju garaže intervencijskih vozila, mehaničarske radionice i prostora za zaštitne službe
 108. Dozvola Republičkog komiteta za industriju i graditeljstvo br. 351-05/84-654, 10. listopada 1985., za ugradnju instalacija za jaki i slabi tok u objektu sustava CW-a (crpilišta rashladne vode)
 109. Dozvola Republičkog komiteta za industriju i graditeljstvo br. 351-05/85-270, 26. studenog 1985., za izgradnju objekta za radiološku zaštitu
 110. Dozvola Republičkog komiteta za industriju i graditeljstvo br. 351-05/85-259, 2. lipnja 1986., za izgradnju dvaju nadstrešnica kod skladišta zapaljivih tekućina
 111. Dozvola Republičkog komiteta za industriju i graditeljstvo br. 351-01/89-83, 5. listopada 1989., za izgradnju skladišta rezervnih dijelova i opreme
 112. Dozvola Republičkog komiteta za industriju i graditeljstvo br. 351-01/90-390, 4. lipnja 1990., za izgradnju skladišta otpadnih ulja
 113. Dozvola Republičkog komiteta za industriju i graditeljstvo br. 351-01/89-83, 5. srpnja 1991., za montažu dizala u objektu skladišta rezervnih dijelova i opreme
 114. Dozvola Republičkog komiteta za industriju i graditeljstvo br. 351-01/92-1008, 19. svibnja 1992., za dogradnju postojeće portirnice
 115. Obavijest Ministarstva gospodarstva br. 351-01/159-93/DR, 10. travnja 1993., za postavljanje seizmološkog opservatorija uzima se u obzir
 116. Građevinska dozvola MOP br. 351-01-23/95, 28. ožujka 1995., za izgradnju kabelskog voda 2xKB 20 kV + Pe02-2x50 RTP 110/20 kV TS Krško Carinarnica – RTP 400/110 kV Krško
 117. Građevinska dozvola MOP br. 351-01-36/97, 21. srpnja 1997., za rekonstrukciju radionica u prizemlju, kuhinje, restorana s popratnim programom i ambulante u sklopu objekta NEK-a
 118. Jedinствена dozvola MOP br. 350-03-63/97-MD/TŠ, 14. listopada 1998., za izgradnju zgrade za simulator
 119. Jedinствена dozvola MOP br. 350-03-63/97-MD/TŠ, 4. siječnja 1999., za izgradnju objekta za dekontaminaciju
 120. Jedinствена dozvola, Upravna jedinica Brežice br. 35102-254/99-152, 11. svibnja 1999., za izgradnju stanice za kontinuirano uzorkovanje
 121. Jedinствена dozvola MOP br. 350-03-63/97-TŠ/JK, 13. svibnja 1999., za izgradnju parkirališta i pristupne ceste

-
122. Jedinstvena dozvola MOP br. 350-03-64/99-TŠ, 18. veljače 2000., za izvedbu unutrašnjeg uređenja objekta za dekontaminaciju
 123. Građevinska dozvola MOP br. 351-01-97/99, 20. ožujka 2000., za rekonstrukciju – zamjena parogeneratora u NEK-u
 124. Građevinska dozvola MOP br. 35105-41/2010-TŠ/HČ, 11. kolovoza 2010., za izgradnju objekta DG3
 125. Građevinska dozvola MOP br. 35105-110/2011/4-TŠ, HČ, 1. prosinca 2011., za rekonstrukciju hangara 07 za uređenje ureda i radionica
 126. Građevinska dozvola MOP br. 35105-3-2012/2-TŠ/HČ, 23. siječnja 2012., za rekonstrukciju objekta za mobilnu opremu
 127. Građevinska dozvola MZP br. 35105-11/2012/TŠ, HČ, 28. ožujka 2012., za rekonstrukciju rasklopnog postrojenja RTP Krško 400/110 kV
 128. Građevinska dozvola MZP br. 35105-25/2014/5-01031383 TŠ, GB, 16. lipnja 2014., za izgradnju objekta WMB (1. i 2. faza)
 129. Građevinska dozvola MOP br. 35105-10/2015/6 1093-08 VC, HČ, 18. lipnja 2015., za izgradnju centra za operativnu podršku OPC
 130. Građevinska dozvola Upravne jedinice Krško br. 351-290/2015/17, 4. rujna 2015., za izgradnju remontnog kontejnerskog kompleksa
 131. Djelomična građevinska dozvola MOP br. 35105-13-2016-14 1093-04 TŠ, 30. svibnja 2016., za rekonstrukciju zgrade brane NEK-a
 132. Građevinska dozvola MOP br. 35105-52/2016/5 1093-04 TŠ, 3. kolovoza 2016., za izgradnju kablskih veza između objekata AB-MHE30 i BB1 u NEK-u
 133. Građevinska dozvola Upravne jedinice Krško br. 351-329-2016/10, 26. rujna 2016., za rekonstrukciju crpilišta meteorske i fekalne kanalizacije NEK-a
 134. Djelomična građevinska dozvola MOP br. 35105-13/2016/17 1093-04 TŠ, VML, 3. veljače 2017., za rekonstrukciju zgrade brane NEK-a
 135. Djelomična građevinska dozvola MOP br. 35105-70/2017/5 1093-04 TŠ, 8. rujna 2017., za rekonstrukciju i dogradnju BB1 te provedbu kablskih veza između objekata BB1 i zgrade AB u NEK-u
 136. Djelomična građevinska dozvola Upravne jedinice Krško br. 351-254/2017/30, 8. studenog 2017., za rekonstrukciju odnosno nadogradnju zaštitnog zida kod Potočnice
 137. Građevinska dozvola Upravne jedinice Krško br. 351-129/2018/14, 21. svibnja 2018., za uklanjanje dijela hangara 71, izgradnju skladišta za opremu, faza II, i vanjsko uređenje
 138. Građevinska dozvola MOP br. 35105-68/2018/8 1093-04, 24. srpnja 2018., za izgradnju objekta BB2
 139. Građevinska dozvola MOP br. 35105-29/2018/6 1093-04 TŠ, HČ, 24. srpnja 2018., za 1. fazu izgradnje objekta BB2 – građevinska jama
 140. Građevinska dozvola MOP br. 35105-63/2018/6 1093-04 TŠ, HČ, 9. kolovoza 2018., za zamjenu nadzemnog spremnika goriva za sustav pomoćne pare, 1. i 2. faza
 141. Građevinska dozvola MOP br. 35105-11/2019/9 1096-05, 14. svibnja 2019., za novogradnju temeljnog objekta sa sabirnim spremnikom i jamom za transformator T3 u NEK-u
 142. Građevinska dozvola MOP br. 35105-25/2020/57, 23. prosinca 2020., za objekt za suho skladištenje istrošenog goriva na području NEK-a