

Nova faktorja pomembnosti v elektroenergetskih sistemih

Marko Čepin, Andrija Volkanovski

Institut Jožef Stefan, Ljubljana, Slovenija
E-pošta: marko.cepin@ijs.si, andrija.volkanovski@ijs.si

Povzetek. Elektroenergetski sistemi so veliki in kompleksni sistemi, v katere so vključene tudi jedrske elektrarne. Glavni namen prispevka je predstaviti nova faktorja pomembnosti, ki sta bila razvita za identifikacijo najpomembnejših elementov elektroenergetskega sistema s stališča izboljšanja njegove zanesljivosti. Uporaba novih faktorjev pomembnosti je prikazana na dveh realnih primerih elektroenergetskih sistemov: standardnega testnega sistema in poenostavljenega slovenskega elektroenergetskega sistema. Rezultati identificirajo tiste elemente sistema, ki jih je treba skrbno vzdrževati, in tiste elemente, katerim je najsmotrneje izboljšati zanesljivost, ker bo to učinkovito izboljšalo zanesljivost sistema. Izboljšanje zanesljivosti elektroenergetskega sistema pozitivno vpliva tudi na posledično izboljšanje varnosti jedrskih elektrarn, ki so vključene v sistem.

Ključne besede: zanesljivost, varnost, faktor pomembnosti, tveganje, omrežje

New Importance Factors in Electric Power Systems

Extended abstract. Electric power systems are large and complex systems which include also nuclear power plants. The objective of the paper is to present two new importance factors developed for identification of the most important elements of the electric power systems based on risk achievement and risk decrease. The risk decrease is connected with the decrease in unreliability and thus with an improved reliability and safety. Application of the new importance factors is shown on two real examples of the electric power systems: the standard reliability test system (IEEE-RTS) and the simplified Slovenian electric power system. Results identify elements which should be carefully maintained. Those are elements with a high network risk achievement worth (NRAW), which is mathematically presented in Equation 5 (derived from Equations 1, 3 and 4). Results identify elements which are candidates for redundancy, because this may significantly reduce the risk of the system. Those are elements with a high network risk reduction worth (NRRW), which is mathematically presented in Equation 6 (derived from Equations 2, 3 and 4). Tables 1, 2, 3 and 4 identify the most important elements for reliability of the test system. Tables 5, 6, 7 and 8 identify the most important elements for the simplified Slovenian electric power system. Improved reliability of the most important elements notably improves reliability of the electric power system and consequently increases safety of nuclear power plants.

Keywords: reliability, safety, importance factor, risk, network

1 Uvod

Elektroenergetski sistemi so veliki in kompleksni sistemi, v katere so vključene tudi jedrske elektrarne. Varnost jedrskih elektrarn je neposredno povezana z zanesljivostjo elektroenergetskih sistemov. Bolj zanesljivi elektroenergetski sistemi pomenijo tudi

izboljšanje varnosti jedrskih elektrarn.

Glavni namen prispevka je predstaviti nova faktorja pomembnosti, ki sta namenjena identifikaciji tistih elementov elektroenergetskega sistema, ki so najpomembnejši s stališča njegove zanesljivosti. S tem so hkrati identificirani tudi tisti elementi elektroenergetskega sistema, ki so pomembni za varnost vanj vključenih jedrskih elektrarn.

1.1 Kratek pregled dosedanjega dela-zanesljivost elektroenergetskih sistemov

Elektroenergetski sistem je izredno dinamičen in kompleksen sistem, kjer se razmere nelinearno spreminjajo. Odgovor na vprašanje o njegovi zanesljivosti je izjemno težka naloga, ker nas pri ugotavljanju zanesljivosti zanima vsaj dvoje: odpornost proti motnjam in sposobnost pokrivanja porabe.

V okviru ugotavljanja zanesljivosti elektroenergetskega sistema je bilo razvitih več metod in več kazalcev zanesljivosti, ki vsak iz svojega zornega kota dajejo pomembne informacije o sistemu.

Metoda verjetnosti izgube bremena je usmerjena predvsem na zagotovitev zadostnih kapacitet za pokrivanje porabe [1, 2].

Standardni kazalci zanesljivosti, kot so: indeks povprečne razpoložljivosti napajanja (ASAI), indeks nedobavljene električne energije (ENS), indeks povprečne nedobavljene električne energije (AENS), indeks povprečne frekvence izpada sistema (SAIFI), indeks povprečnega trajanja izpada sistema (SAIDI), zajemajo pogostost izpadov, trajanje izpadov in nedobavljeno električno energijo porabnikom [2, 3, 4].

1.2 Kratak pregled dosedanjega dela-varnost jedrskih elektrarn

Verjetnostne varnostne analize so standardno orodje za proučevanje zanesljivosti sistemov in varnosti objektov [5, 6, 7]. V največji meri se uporabljajo za ocenjevanje in izboljševanje varnosti jedrskih elektrarn in vesoljskih poletov.

V okviru verjetnostnih varnostnih analiz se ugotavlja, kateri dogodki se lahko zgodijo, kako verjetno je, da se zgodijo, in kako hude so lahko njihove posledice.

Rezultati verjetnostnih varnostnih analiz so kvalitativni in kvantitativni.

Kvantitativni rezultati so merila zanesljivosti in razpoložljivosti sistemov, merila tveganja, ki dajejo ocene verjetnosti nezgod, in merila pomembnosti, ki pomenijo prispevek komponent in njihovih skupin k zanesljivosti sistemov, k njihovem povečanju in k njihovem zmanjšanju.

Na osnovi faktorjev pomembnosti analize varnostnih sistemov jedrske elektrarne z metodo drevesa odpovedi smo razvili analogna faktorja pomembnosti za elektroenergetske sisteme [8].

2 Razvoj novih faktorjev pomembnosti

Faktor ohranitve tveganja (RAW – Risk Achievement Worth) in faktor zmanjšanja tveganja (RRW - risk reduction worth) sta merili tveganja, ki identificirata najpomembnejše komponente varnostnih sistemov jedrske elektrarne s pomočjo verjetnostnih varnostnih analiz.

Faktor ohranitve tveganja identificira komponente, ki jih je treba skrbno vzdrževati, da se raven tveganja v sistemu bistveno ne poslabša, kar pomeni, da se raven tveganja bistveno ne poveča.

Faktor zmanjšanja tveganja identificira komponente, ki jih je smotrno izboljšati, da se raven tveganja v sistemu izboljša, kar pomeni, da se raven tveganja bistveno zmanjša.

Pri analizi na ravni posameznega varnostnega sistema faktorja temeljita na nerazpoložljivosti sistema kot merilu tveganja (enačbi 1 in 2). Pri analizi na ravni celotne jedrske elektrarne faktorja temeljita na frekvenci poškodbe sredice reaktorja kot merilu tveganja, kar pomeni, da se v enačbah 1 in 2 nerazpoložljivost sistema nadomesti s frekvenco poškodbe sredice.

$$RAW_i = \frac{Q_s(Q_i = 1)}{Q_s} \quad (1)$$

$$RRW_i = \frac{Q_s}{Q_s(Q_i = 0)}, \quad (2)$$

kjer je:

RAW_i ... faktor ohranitve tveganja za komponento i

RRW_i ... faktor zmanjšanja tveganja za komponento i

Q_s ... nerazpoložljivost sistema

$Q_s(Q_i=1)$... nerazpoložljivost sistema pri nerazpoložljivosti komponente i postavljeni na 1
 $Q_s(Q_i=0)$... nerazpoložljivost sistema pri nerazpoložljivosti komponente i postavljeni na 0

Če zanesljivost elektroenergetskega sistema ocenjujemo s podobnimi metodami, ki so uporabne za ocenjevanje varnosti jedrskih elektrarn, je treba za posamezna bremena v elektroenergetskem sistemu narediti ustrezne modele sistema. Pri tem je zanimivo, da vsakemu bremenu istega sistema ustreza drugačen model. To je logično, saj porabnik sistema sistem vidi iz točno določene točke in vanj prihaja električna energija na način, ki je specifičen za tega porabnika. Za vsakega porabnika posebej lahko identificiramo najpomembnejše elemente sistema, da izračunamo faktor ohranitve tveganja in faktor zmanjšanja tveganja na podlagi ocene nezanesljivosti dobave električne energije posameznemu porabniku kot merila tveganja.

Če pa nas zanima celotni sistem s stališča vseh porabnikov, je potrebno modele po posameznih porabnikih na ustrezen način združiti.

Če identificiramo nezanesljivost sistema kot merilo tveganja, ki ga dobimo iz izračuna nezanesljivosti dobave električne energije posameznim porabnikom, lahko definiramo faktor ohranitve tveganja omrežja in faktor zmanjšanja tveganja omrežja.

Nezanesljivost sistema lahko izračunamo iz izračuna nezanesljivosti dobave električne energije posameznim porabnikom, da upoštevamo uteži sorazmerne velikosti porabnikov (enačba 3).

$$U_s = \sum_{i=1}^{NL} U_i \frac{K_i}{K} \quad (3)$$

kjer je

U_s ... nezanesljivost sistema

U_i ... nezanesljivost dobave električne energije porabniku i

NL ... število porabnikov

K_i ... velikost porabnika i

Pri tem je velikost vseh porabnikov njihova vsota.

$$K = \sum_{i=1}^{NL} K_i \quad (4)$$

Faktor ohranitve tveganja omrežja lahko izrazimo kot v enačbi 5.

$$NRAW^k = \frac{U_s(U_k = 1)}{U_s} = \frac{\sum_{i=1}^{NL} U_i(U_k = 1)K_i}{\sum_{i=1}^{NL} U_i K_i} = \quad (5)$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^{NL} U_i K_i RAW_i^k}{\sum_{i=1}^{NL} U_i K_i},$$

kjer je:

$NRAW^k$... faktor ohranitve tveganja omrežja za element k

$U_s(U_k=1)$... nezanesljivost sistema pri nezanesljivosti elementa k postavljeni na 1

$U_i(U_k=1)$... nezanesljivost dobave električne energije porabniku i pri nezanesljivosti elementa k postavljeni na 1

RAW_i^k ... faktor ohranitve tveganja omrežja za element k z upoštevanjem porabnika i

Faktor zmanjšanja tveganja omrežja lahko izrazimo kot v enačbi 6.

$$NRRW^k = \frac{U_s}{U_s(U_k=0)} = \frac{\sum_{i=1}^{NL} U_i K_i}{\sum_{i=1}^{NL} U_i (U_k=0) K_i} = \frac{\sum_{i=1}^{NL} U_i K_i}{\sum_{i=1}^{NL} \frac{U_i K_i}{RRW_i^k}} \quad (6)$$

kjer je:

$NRRW^k$... faktor zmanjšanja tveganja omrežja za element k

$U_s(U_k=0)$... nezanesljivost sistema pri nezanesljivosti elementa k postavljeni na 0

$U_i(U_k=0)$... nezanesljivost dobave električne energije porabniku i pri nezanesljivosti elementa k postavljeni na 0

RRW_i^k ... faktor zmanjšanja tveganja omrežja za element k z upoštevanjem porabnika i

K_i ... velikost porabnika i

3 Modeli

Razvita faktorja pomembnosti smo preizkusili na dveh realnih primerih elektroenergetskih sistemov.

Prvi primer je standardni testni sistem IEEE-RTS (Institute of Electrical and Electronics Engineers - Reliability Test System), ki je namenjen prav za primerjalne analize in študije metod [9].

Drugi primer je poenostavljen slovenski elektroenergetski sistem [2].

3.1 Standardni testni sistem IEEE-RTS

Standardni testni sistem IEEE-RTS zajema 24 stikališč, od katerih jih je 17 povezanih z bremenami [9]. Sedem stikališč je povezanih z elektrarnami, ki imajo skupaj 32 generatorjev. Dve jedrski elektrarni sta povezani v stikališči številka 18 in številka 21, kjer breme 20MW ustreza lastni rabi elektrarne. Stikališča so povezana z 38 povezavami (daljnovodi in transformatorji) daljnovodi, od katerih jih je 14 takih, da uporabljajo iste stebre oziroma, da delno ali v celoti vodijo po isti trasi, kar pomeni, da med seboj niso popolnoma neodvisni.

3.2 Poenostavljen slovenski sistem

Poenostavljen slovenski elektroenergetski sistem zajema 400kV in 220kV omrežje v celoti in del 110kV omrežja [2]. Upoštevanih je 19 stikališč, od katerih jih je 13 obremenjenih z bremenami in od katerih jih je 10 povezanih z elektrarnami. V sistemu je še 10 transformatorjev in 15 daljnovodov [2].

4 Rezultati

Celostna analiza zanesljivosti obeh izbranih elektroenergetskih sistemov skupaj z vplivom zanesljivosti elektroenergetskega sistema na varnost jedrskih elektrarn je predstavljena v referenci [9].

Rezultati, ki kažejo oba faktorja pomembnosti: faktor ohranitve tveganja omrežja in faktor zmanjšanja tveganja omrežja, so za standardni testni primer in za poenostavljen slovenski elektroenergetski sistem prikazani v naslednjih dveh podglavjih.

Kratica CCF (Common Cause Failure) v rezultatih pomeni odpoved s skupnim vzrokom. Pomeni dodatno povečanje nezanesljivosti dveh ali več komponent zaradi skupnega vzroka odpovedi, ker odpovedi določenih komponent med seboj niso neodvisne. Primer: vzemimo, da je verjetnost odpovedi enega od dveh vzporednih daljnovodov, po katerih prenašamo električno energijo, 10^{-3} . Za neuspeh prenosa morata odpovedati oba daljnovoda. Verjetnost odpovedi obeh je njun produkt (10^{-6}), če govorimo o med seboj neodvisnih in izključujočih se dogodkih. Padec drevesa, ki je vključen v verjetnost odpovedi posameznega daljnovoda (10^{-3}), pa lahko onesposobi oba hkrati, torej je realnejša verjetnost odpovedi sistema dveh daljnovodov bistveno večja kot produkt neodvisnih verjetnosti njunih odpovedi.

4.1 Standardni testni sistem IEEE-RTS

Tabela 1 kaže elemente z največjimi faktorji ohranitve tveganja omrežja za standardni testni sistem IEEE-RTS. Rezultati kažejo, da za ohranitev tveganja izstopajo 3 stikališča, kjer je pomembno dobro vzdrževati njihove elemente.

Tabela 1: Elementi z največjimi faktorji ohranitve tveganja omrežja za IEEE-RTS

Table 1: Elements with the highest network risk achievement worth for IEEE-RTS

Oznaka	Opis	NRAW
B1-118	Stikališče 118	220
B1-115	Stikališče 115	205
B1-113	Stikališče 113	172
L1-107-108	Daljnovod 107 - 108	10,7
G2 118- 1	Generator 118-1	8,26

Tabela 2 kaže elemente z največjimi faktorji zmanjšanja tveganja omrežja za standardni testni sistem

IEEE-RTS. Rezultati kažejo, da sta za zmanjšanje tveganja sistema najpomembnejša velika generatorja priključena v stikališči 118 in 121 (to sta generatorja v sistem vključenih jedrskih elektrarn). Zmanjšanje tveganja oz. povečanje zanesljivosti sistema bi se najopazneje zgodilo z izboljšanjem zanesljivosti teh generatorjev.

Tabela 2: Elementi z največjimi faktorji zmanjšanja tveganja omrežja za IEEE-RTS

Table 2: Elements with the highest network risk reduction worth for IEEE-RTS

Oznaka	Opis	NRRW
G2 118- 1	Generator 118- 1	104
G2 121- 1	Generator 121- 1	104
G2 123- 3	Generator 123- 3	1,98
G2 123- 1	Generator 123- 1	1,33
G2 123- 2	Generator 123- 2	1,33

Tabela 3 kaže elemente z največjimi faktorji ohranitve tveganja s stališča le enega porabnika, ki je priključen v sistem v stikališču 118, ki je identificirano kot najpomembnejši element v tabeli 1.

Tabela 3: Elementi z največjimi faktorji ohranitve tveganja za porabnika v stikališču 118

Table 3: Elements with the highest risk achievement worth for load in substation 118

Oznaka	Opis	RAW
B1-118	Stikališče 118	433
G2 118- 1	Generator 118-1	8,33
G2 121- 1	Generator 121-1	8,33
G2 123- 1	Generator 123-1	7
G2 123- 2	Generator 123-2	7

Tabela 4 kaže elemente z največjimi faktorji zmanjšanja tveganja s stališča le enega porabnika, ki je priključen v sistem v stikališču 118, ki je identificirano kot najpomembnejši element v tabeli 1.

Tabela 4: Elementi z največjimi faktorji zmanjšanja tveganja za porabnika v stikališču 118

Table 4: Elements with the highest risk reduction worth for load in substation 118

Oznaka	Opis	RRW
G2 118- 1	Generator 118-1	117000
G2 121- 1	Generator 121-1	55600
G2 123- 3	Generator 123-3	2
G2 123- 1	Generator 123-1	1,33
G2 123- 2	Generator 123-2	1,33

4.2 Poenostavljen slovenski sistem

Tabela 5 kaže elemente z največjimi faktorji ohranitve tveganja omrežja za poenostavljen slovenski sistem. Rezultati kažejo, da so za ohranitev tveganja sistema najpomembnejši: stikališče v Krškem (stikališče 101),

povezava proti Brestanici (stikališče 102, daljnovod 101-102) in stikališče Beričevo (stikališče 111).

Tabela 5: Elementi z največjimi faktorji ohranitve tveganja omrežja za poenostavljen slovenski sistem

Table 5: Elements with the highest network risk achievement worth for simplified Slovenian power system

Oznaka	Opis	NRAW
B1-101	Stikališče 101	20,6
B1-111	Stikališče 111	19,6
B1-102	Stikališče 102	18,1
L1-101 102	Transformator 101-102	18,1
B1-112	Stikališče 112	17,8
G2 101- 1	Generator 101-1	14,6
B1-105	Stikališče 105	11,8
B1-115	Stikališče 115	9,54
L1-112 115	Daljnovod 112-115	9,52
B1-118	Stikališče 118	9,43

Tabela 6 kaže elemente z največjimi faktorji zmanjšanja tveganja omrežja za poenostavljen slovenski sistem. Rezultati kažejo, da je za zmanjšanje tveganja sistema najpomembnejši generator v jedrski elektrarni Krško (generator 101-1). Zmanjšanje tveganja sistema oz. povečanje zanesljivosti sistema bi se najopazneje zgodilo z dodatnim generatorjem NEK2. Preproste parametrične analize z dodatno jedrsko elektrarno v Krškem so bile tudi že narejene [2]. Predpogoj za novo jedrsko elektrarno je tudi zgraditev daljnovođa Krško Beričevo.

Tabela 6: Elementi z največjimi faktorji zmanjšanja tveganja omrežja za poenostavljen slovenski sistem

Table 6: Elements with the highest network risk reduction worth for simplified Slovenian power system

Oznaka	Opis	NRRW
G2 101- 1	Generator 101-1	4,64
L2-111 118	CCF Daljnovod 111-118	1,08
L1-101 102	Daljnovod 101-102	1,06
G2 106- 1	Generator 106-1	1,06
G2 107- 1	Generator 107-1	1,06
L1-111 116	Daljnovod 111-116	1,03
L1-112 115	Daljnovod 112-115	1,02
L1-105 110	Daljnovod 105-110	1,01
L2-102 119	CCF Daljnovod 102-119	1,01
L1-115 117	Daljnovod 115-117	1,01

Tabela 7 kaže elemente z največjimi faktorji ohranitve tveganja s stališča le enega porabnika, ki je priključen v sistem v stikališču 101 (oznaka stikališča NPP Krško), ki je identificirano kot najpomembnejši element v tabeli 5. Podrobnejša analiza stikališča 101 kaže, kateri odklopnik in kateri ločilnik sta najpomembnejša v tem stikališču [2]. To sta odklopnik in ločilnik najbližje transformatorjema jedrske elektrarne v Krškem na 400kV strani.

Tabela 7: Elementi z največjimi faktorji ohranitve tveganja za porabnika v stikališču NPP Krško

Table 7: Elements with the highest risk achievement worth for load in substation NPP Krško

Oznaka	Opis	RAW
B1-101	Stikališče 101	6440
B1-104	Stikališče 104	69,5
B1-103	Stikališče 103	66,4
L1-103 104	Daljnovid 103-104	63,1
L1-101 103	Daljnovid 101-103	62,8
G2 101- 1	Generator 101-1	18,3

Tabela 8 kaže elemente z največjimi faktorji zmanjšanja tveganja s stališča le enega porabnika, ki je priključen v sistem v stikališču 101 (oznaka stikališča NPP Krško), ki je identificirano kot najpomembnejši element v tabeli 5. Rezultati kažejo, da sta jedrska elektrarna v Krškem (generator 101-1) in plinska elektrarna Brestanica (generator 119-1) tisti, katerih podvajanje bi najočitneje pripomoglo k zmanjšanju tveganja sistema.

Tabela 8: Elementi z največjimi faktorji zmanjšanja tveganja za porabnika v stikališču NPP Krško

Table 8: Elements with the highest risk reduction worth for load in substation NPP Krško

Oznaka	Opis	RRW
G2 101- 1	Generator 101-1	113000
G2 119- 1	Generator 119-1	31,6
L1-101 103	Daljnovid 101-103	3,02
L1-103 104	Daljnovid 103-104	1,49
L1-101 102	Daljnovid 101-102	1,02
L2-102 119	CCF Daljnovid 102-119	1,01

5 Sklepi

Razvita sta nova faktorja pomembnosti: faktor ohranitve tveganja omrežja in faktor zmanjšanja tveganja omrežja, ki sta namenjena identifikaciji tistih elementov elektroenergetskega sistema, ki so najpomembnejše s stališča povečanja oz. ohranitve njegove zanesljivosti. Predstavljena sta skozi primerjavo parametrov tveganja, kar pomeni, da zmanjšanje tveganja pomeni tudi izboljšanje zanesljivosti oz. zmanjšanje nezanesljivosti.

Uporaba novih faktorjev pomembnosti je prikazana na dveh realnih primerih elektroenergetskih sistemov: standardnega testnega sistema in poenostavljenega slovenskega elektroenergetskega sistema.

Rezultati identificirajo tiste elemente sistema, ki jih je treba skrbno vzdrževati. To so elementi z visokim faktorjem ohranitve tveganja omrežja.

Rezultati identificirajo tiste elemente sistema, katerim je najsmotrnejše izboljšati zanesljivost (oz. zmanjšati njihovo nezanesljivost), ker bo to najbolj opazno zmanjšalo tveganje sistema. To so elementi z visokim faktorjem zmanjšanja tveganja omrežja.

Izboljšanje zanesljivosti elektroenergetskega sistema pozitivno vpliva tudi na posledično izboljšanje varnosti jedrskih elektrarn, ki so vključene v sistem.

6 Literatura

- [1] R. N. Allan, R. Billinton, Probabilistic methods applied to electric power systems - are they worth it?, *Power Engineering Journal*, 1992, Vol. 6 (3), pp. 121-129.
- [2] A. Volkanovski, Impact of offsite power system reliability on nuclear power plant safety, *Disertacija*, Univerza v Ljubljani, 2008.
- [3] IEEE Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices, *IEEE Std 1366™-2003*.
- [4] D. Bokal, J. Hostnik, Analiza zanesljivosti delovanja DEES, *Sloko-Cigre*, 1999, pp. 31/56-73
- [5] ASME RA-S-2002, Standard for Probabilistic Risk Assessment for Nuclear Power Plant Applications, 2002.
- [6] M. Čepin, B. Mavko, A Dynamic Fault Tree, *Reliability Engineering and System Safety*, 2002, Vol. 75, pp. 83-91.
- [7] M. Čepin, B. Mavko, Optimizacija intervalov nadzornega preizkušanja v jedrski elektrarni na osnovi verjetnostnih varnostnih analiz, *Elektrotehniški vestnik*, Ljubljana, 1996, Vol. 63 (3), str. 179-185.
- [8] A. Volkanovski, M. Čepin, B. Mavko, Application of the fault tree analysis for assessment of the power system reliability, *Proceedings of ESREL 2008*, Valencia, September 22-25, 2008, Vol. 3, pp. 1771-1778.
- [9] A report prepared by the Reliability Test System Task Force of the Application of Probability Methods Subcommittee, *The IEEE Reliability Test System - 1996*, *IEEE Transactions on Power Systems*, 1999, 14(3), pp. 1010-1020.

Marko Čepin je diplomiral leta 1992 na Fakulteti za elektrotehniko in računalništvo ter magistriral leta 1995 in doktoriral leta 1999 na Fakulteti za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani. Zaposlen je na Institutu "Jožef Stefan", Odsek za reaktorsko tehniko. Leta 2002 je bil izvoljen za docenta na Fakulteti za elektrotehniko. Njegovo glavno področje raziskav sta razvijanje in analiza metod za izboljševanje zanesljivosti in varnosti sistemov.

Andrija Volkanovski je diplomiral leta 1999 in magistriral leta 2005 na Fakulteti za elektrotehniko in računalništvo na Univerzi v Skopju. Leta 2008 je doktoriral na Fakulteti za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani. Zaposlen je na Institutu "Jožef Stefan", Odsek za reaktorsko tehniko. Njegovo glavno področje raziskav obsega razvijanje metod za izboljševanje zanesljivosti sistemov.