

IZPOSTAVLJENOST PREBIVALSTVA NF MAGNETNIM POLJEM

BLAŽ VALIČ, PETER GAJŠEK
INŠTITUT ZA NEIONIZIRNA SEVANJA
blaz.valic@inis.si

Povzetek – Leta 2002 je Mednarodna agencija za raziskave raka (IARC) razvrstila magnetna polja ekstremno nizkih frekvenc med »možne kancerogene snovi za ljudi« (skupina 2B). To je temeljilo na epidemioloških študijah, ki so pokazale, da je pri otrocih, ki so izpostavljeni magnetnim poljem višjim od 0,3-0,4 μT (24-urno povprečje), 2-krat večja verjetnost za razvoj levkemije. Kljub kasnejšim številnim raziskavam povezava med otroško levkemijo in NF magnetnimi polji ni bila nikoli nedvoumno dokazana ali ovržena.

V študiji smo ugotavljali, kakšne so sevalne obremenitve prebivalstva zaradi NF magnetnih polj v življenjskem okolju. Ker je pomembna povprečna izpostavljenost posameznika, smo meritve osebne izpostavljenosti prostovoljcev izvedli s pomočjo osebnega dozimetra ali merile postaje. Meritve s z vzorčenjem od nekaj sekund do ene minute so pri vsakem prostovoljcu potekale več dni zaporedoma.

Rezultati meritev kažejo, da so najvišje trenutne izmerjene vrednosti magnetnega polja omrežne frekvence sicer relativno visoke, a povprečne vrednosti izpostavljenosti tipičnega prebivalca Slovenije so nizke. Za nekaj posameznikov, med njimi so bili predvsem tisti, ki so bivali v neposredni bližini visokonapetostnih daljnovodov, so bile ugotovljene bistveno višje povprečne vrednosti NF magnetnih polj, saj je znašala v nekaterih primerih povprečna vrednost magnetnega polja tudi 2 μT in več. To pa je znatno več od praga 0,3 do 0,4 μT , nad katerim naj bi se tveganje za otroško levkemijo povečalo za dva krat.

Ključne besede: nizkofrekvenčna magnetna polja, izpostavljenost prebivalstva, osebni dozimeter

PUBLIC EXPOSURE TO ELF MAGNETIC FIELD EXPOSURE

BLAŽ VALIČ, PETER GAJŠEK
INSTITUTE OF NON-IONIZING RADIATION
blaz.valic@inis.si

Abstract – In 2002 extreme low frequency magnetic fields were classified in the 2B group as possibly cancerogenous. This classification is based on the results of epidemiologic studies in which an increase of the risk for childhood leukemia was identified among those children who have been exposed to elevated values of extremely low (ELF) magnetic fields. Numerous later studies did not adequately confirm neither deny this correlation.

In the study we analyzed public exposure in Slovenia to ELF magnetic fields. As possible long term health effect are correlated with average and not maximal exposure, continuous measurements have been done with either personal dosimeter or measurement station. For each of few tenths of volunteers that participated, measurements in the interval of one minute or less have been done for a period of at least few days.

Results show that the maximum values of the magnetic flux density are high, but average exposures of the participants are low. For some participants, predominantly those who lived in close proximity to high voltage power lines, significantly higher average values of the magnetic fields were measured. In some cases, the average value of the magnetic flux density was as high as 2 μT or more, far above the threshold of 0.3 to 0.4 μT for possible increase of the risk for childhood leukemia.

Keywords: ELF magnetic field, general public exposure, personal dosimeter

I. UVOD

Že vse od leta 2002, ko je Mednarodna agencija za raziskave raka (IARC) razvrstila magnetna polja ekstremno nizkih frekvenc med »možne kancerogene snovi za ljudi« (skupina 2B) [IARC, 2002], se pojavljajo številna vprašanja o tem, ali to tveganje dejansko obstaja, kakšni so biološki mehanizmi ter kakšne bi bile dolgoročne posledice za javno zdravje [IARC, 2002, Kheifets et. al., 2005, Swanson and Kheifets, 2006, Schuz, 2007]. Ker razvrstitev temelji na rezultatih epidemioloških študij [Ahlbom et. al., 2000, Greenland et. al., 2000], ki so pokazale na povečano tveganje za nastanek otroške levkemije pri otrocih, za katere znašajo povprečne vrednosti gostote magnetnega pretoka 0,3 do 0,4 μT , so še posebej pomembne izpostavljenosti otrok. Tudi zaradi drugih dejavnikov, kot npr. celoživljenjska izpostavljenost, izpostavljenost EMS v obdobju rasti in razvoja ter tudi intenzivna raba sodobnih tehnologij, sodijo otroci v rizično skupino posameznikov.

Izpostavljenost NF magnetnim poljem se časovno spreminja, saj je odvisna od električnega toka v napravah, zato trenutne vrednosti brez poznavanja razmer obremenitev ne podajajo ne najneugodnejših ne dejanskih povprečnih vrednosti. Zato je za ocenjevanje izpostavljenosti potrebno opraviti trajne meritve, s katerimi se vrednosti gostote magnetnega pretoka meri daljši čas. V ta namen se lahko uporabita osebni dozimeter ter merilna postaja. Prvega posameznik nosi pri sebi, s čemer se pridobijo vrednosti, katerim je bil posameznik izpostavljen v celotnem obdobju nošnje dozimetra, merilna postaja pa je namenjena predvsem trajnemu spremljanju obremenjenosti določene lokacije z NF magnetnimi polji.

Na Inštitutu za neionizirna sevanja smo opravili številne trajne meritve NF magnetnih polj z dozimetrom in merilno postajo. Predstavljene so sevalne obremenitve, ki smo jih izmerili, in sicer tako rezultati meritev z osebnim dozimetrom kot tudi analiza nekaterih situacij izpostavljenosti, kjer so bile meritve opravljene z merilno postajo.

V raziskavah so sodelovali posamezniki – prostovoljci. Ker je večja verjetnost, da so se za sodelovanje odločili tisti posamezniki, ki so se zaradi izpostavljenosti čutili bolj ogrožene ali so imeli določene druge vzroke, skupne izpostavljenosti, pridobljene v študiji z dokajšnjo verjetnostjo ne odražajo tipičnih sevalnih obremenitev, katerim so izpostavljeni prebivalci Slovenije. V raziskavi so namreč z večjo verjetnostjo sodelovali tisti, ki jih je ta problematika zanimala in so ocenjevali, da so bolj izpostavljeni. So pa bili zato posamezniki pozvani, da podajo svoje mnenje o tem, ali se v njihovi bližini nahaja vir NF magnetnih polj, in ta podatek smo v analizi rezultatov tudi upoštevali.

II. MATERIALI IN METODE

Za določanje izpostavljenosti so bile uporabljene trajne meritve gostote magnetnega pretoka z osebnim dozimetrom ter merilno postajo.

II.I. Meritve z osebnim dozimetrom

Za meritve je bil uporabljen osebni dozimeter Enertech Emdex II (Enertech Consultants, Campbell, ZDA), ki meri gostoto magnetnega pretoka v vseh treh oseh v frekvenčnem območju med 40 in 800 Hz. Interval vzorčenja je mogoče nastaviti v območju od 1,5 do 300 s.

Skupno je v obdobju zadnjih treh let dozimeter nosilo 52 prostovoljcev, od tega 19 otrok. Meritve so skupno trajale 115 dni in vsebujejo 600.000 meritev, povprečno je ena oseba dozimeter nosila 2 dni in 5 ur, povprečen interval vzorčenja je bil 17 s, tipično 30 s. Postopek meritev je potekal v skladu s protokolom, objavljenim v [Rööslä et. al., 2010]. Med nošnjo dozimetra so posamezniki izpolnjevali poseben dnevnik aktivnosti, v katerem so označevali tip lokacije/aktivnost, kjer se nahajajo, kar omogoča kasnejšo klasifikacijo izpostavljenosti.

II.II. Meritve z merilno postajo

Trajne meritve gostote magnetnega pretoka so bile izvedene z avtomatsko merilno postajo PMM 8055 (PMM, Milano, Italija). Merilo postajo sestavlja merilna sonda za merjenje gostote magnetnega pretoka HP-051, nadzorno vezje s sistemom za prenos podatkov na strežnik, ohišje s sončnimi celicami in akumulator. S spletno aplikacijo ali SMS sporočili se nastavijo želeni parametri meritev, kot so intervalih meritev, interval prenosa podatkov na strežnik in interval povprečenja. Posebna programska oprema na strežniku omogoča prikaz 24-urnega ter tedenskega poteka nivojev sevalnih obremenitev na posamezni lokaciji.

Predstavljeni so rezultati 12 meritev na 10 lokacijah (dve lokaciji se ponovita), kjer se je pojavila želja po izvedbi takšnih meritev. Posledično je večina lokacij (9) takšnih, da se v bližini nahaja vir NF magnetnih polj, saj je prav to lokalno skupnost spodbudilo k izvedbi trajnih meritev. V 5 primerih je bil v neposredni bližini VN daljnovod ter v 4 primerih SN transformatorska postaja. Merilna postaja je bila v času meritev običajno nameščena v ali na objektih, namenjenih bivanju. Skupno je zajetih več kot 140.000 meritev, kar ob intervalu vzorčenja 1 minute predstavlja skoraj 100 dni meritev.

Iz izmerjenih rezultatov so bile določene povprečne in najvišje vrednosti, določen pa je bil tudi delež časa, ko vrednost gostote magnetnega pretoka presega vrednost 0,3 μT , ko naj bi se povečalo tveganje za nastanek otroške levkemije.

III. REZULTATI

Povzetek rezultatov meritev z dozimetrom ter merilno postajo je predstavljen v Tabeli I. Rezultati so razvrščeni v kronološkem zaporedju, poleg celotnega trajanja meritev pa so predstavljene še povprečne ter najvišje vrednosti in delež časa, ko izmerjene vrednosti gostote magnetnega pretoka presega vrednost $0,3 \mu\text{T}$, ko naj bi se povečalo tveganje za nastanek otroške levkemije.

Povprečna vrednost se je med posameznimi meritvami precej razlikovala in je znašala med $0,02$ in $6,06 \mu\text{T}$, povprečna vrednost v času vseh meritev pa je znašala $1,01 \mu\text{T}$. Temu sta v znatni meri prispevali meritvi pod zaporedno številko 1 in 2, ki se nanašata na isto lokacijo, in sicer stanovanje nad transformatorsko postajo. Če pri povprečni vrednosti ne upoštevamo teh vrednosti, znaša $0,7 \mu\text{T}$.

Zanimiva je primerjava povprečnih vrednosti vseh primerov, kjer so posamezniki identificirali vire NF magnetnih polj v bližini ter ostalih primerov. Povprečna vrednost primerov brez identificiranega vira v bližini je znašala $0,13 \mu\text{T}$, v primeru identificiranega vira v bližini pa $1,79 \mu\text{T}$, kar je 14 krat več. Je pa iz rezultatov meritev opaziti tudi, da imajo nekateri posamezniki, ki niso identificirali vira NF magnetnih polj v bližini, visoke povprečne vrednosti: primer 12 $1,1 \mu\text{T}$ ter primer 58 $1,38 \mu\text{T}$, obenem pa so nekateri posamezniki, ki so navedli, da je v bližini vir NF magnetnih polj, izpostavljeni nizkim vrednostim: za primere 6, 25, 38, 42 je povprečna gostota magnetnega pretoka nižja od $0,2 \mu\text{T}$.

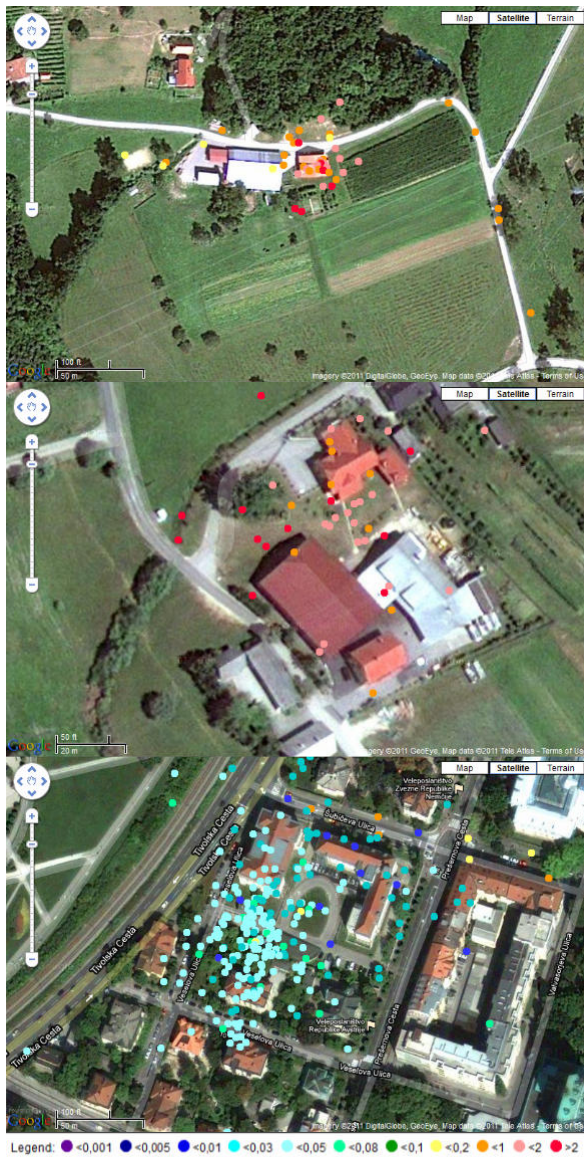
Največje vrednosti se gibljejo med $0,05$ in $139 \mu\text{T}$, a so z vidika izpostavljenosti prebivalstva manj pomembne, saj so lahko posledica uporabe katere od električnih naprav v neposredni bližini merilne postaje ali osebnega dozimetra. Ker so takšne izpostavljenosti običajno zelo kratke, mogočih škodljivih učinkov kratkotrajnih izpostavljenosti, nižjih od mejnih vrednosti ($100 \mu\text{T}$), pa ni, so najvišje vrednosti manj pomembne.

Pomembnejši kazalec je delež časa, ko gostota magnetnega pretoka znaša več kot $0,3 \mu\text{T}$. Ta delež znaša od 0 pa vse do 100 odstotkov, skupno pa je v času vseh meritev bila gostota magnetnega pretoka višja kot $0,3 \mu\text{T}$ 41 odstotkov časa, kar je zelo visok delež. Podobno kot je za povprečno vrednost izpostavljenosti obstajala znatna razlika med skupino, ki je identificirala vire NF magnetnih polj v bližini in skupino, ki jih ni, se ta razlika odraža tudi pri deležu časa, ko gostota magnetnega pretoka presega $0,3 \mu\text{T}$. Za skupino, ki je identificirala vire NF magnetnih polj v bližini, znaša delež časa, ko je gostota magnetnega pretoka višja od $0,3 \mu\text{T}$, 72 odstotkov, za preostale posameznike pa znaša ta delež le 6 odstotkov časa.

TABELA I

IZMERJENE VREDNOSTI GOSTOTE MAGNETNEGA PRETOKA Z OSEBNIM DOZIMETROM IN MERILNO POSTAJO. Z ZNAKOM * SO OZNAČENE MERITVE, KJER SO BILI V BLIŽINI NAMESTITIVE MERILNE POSTAJE ALI BIVALIŠČA PROSTOVOLJCEV VIRI NF MAGNETNEGA POLJA

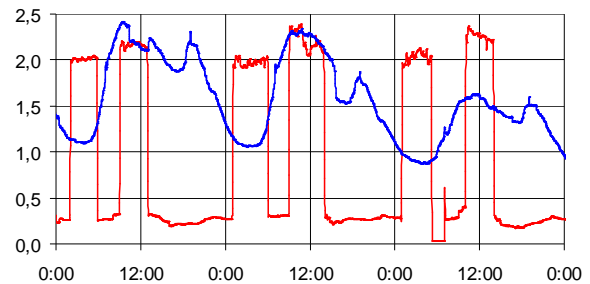
primer	čas trajanja [ur]	B_{povp} [μT]	B_{max} [μT]	% časa $B > 0,3 \mu\text{T}$
* 1	276	0.07	15.01	98
* 2	48	0.05	7.98	100
* 3	216	0.25	5.88	100
* 4	312	0.05	8.43	100
* 5	215	0.12	2.51	95
* 6	120	0.53	0.12	0
7	85	1.07	0.05	0
8	20	0.06	10.99	31
9	21	0.07	1.77	1
10	24	0.02	139.36	4
11	22	0.02	36.96	15
12	23	1.24	53.92	11
13	23	0.02	1.43	0
14	24	0.12	15.67	0
15	90	0.03	1.51	1
16	72	0.43	2.07	0
* 17	143	0.04	8.99	56
18	41	0.68	1.04	0
19	47	2.59	2.83	2
20	25	0.14	1.04	1
* 21	73	0.03	4.09	28
22	24	1.10	4.09	3
* 23	93	1.44	6.79	70
* 24	150	0.19	8.85	99
* 25	42	0.07	15.95	3
26	51	0.10	0.74	0
* 27	168	0.22	3.55	57
* 28	191	0.30	2.42	98
29	48	0.11	0.97	24
30	48	0.08	26.72	1
31	48	0.10	9.07	2
32	49	0.08	0.87	17
* 33	452	0.10	0.49	52
34	72	0.09	1.05	14
35	48	0.18	0.83	2
36	107	0.12	3.89	2
37	53	0.11	1.25	5
* 38	48	0.11	1.63	2
39	46	0.06	1.83	2
40	32	1.35	2.25	28
41	63	0.18	6.07	2
* 42	96	0.05	0.86	9
43	50	0.08	1.11	19
44	55	0.05	1.08	2
* 45	90	0.05	4.75	77
46	58	0.09	5.71	4
47	76	0.09	0.92	0
48	45	0.20	16.63	2
49	71	0.06	0.45	0
50	38	0.12	0.11	0
51	74	0.08	3.95	5
52	74	0.13	7.69	2
53	69	1.38	1.85	3
54	72	0.09	1.07	1
55	46	0.07	1.67	7
56	49	0.06	1.77	3
57	48	0.10	7.15	6
58	48	0.06	14.55	90
59	73	0.10	14.59	1
60	48	0.07	111.52	2
61	73	0.05	17.17	1
62	24	0.25	88.16	2
63	32	0.05	59.04	4
64	81	0.10	18.65	2



Slika 1: Prikaz izmerjenih vrednosti gostote magnetnega pretoka v prostoru. Od zgoraj navzdol: rezultati meritev v bližini 400 kV daljnovoda, v bližini 110 kV daljnovoda, v urbanem središču. Predstavljene vrednosti gostote magnetnega pretoka so podane v μT .

Na Sliki 1 so prikazane izmerjene vrednosti gostote magnetnega pretoka glede na lokacijo. Vrednosti gostote magnetnega pretoka so bile izmerjene z osebnim dozimetrom, koordinate pa z logirnim GPS modulom, ki ga je oseba nosila poleg dozimetra. Predstavljeni so rezultati meritev v bližini 400 (zgoraj) in 110 kV (sredina) daljnovoda ter rezultati meritev v urbanem središču (spodaj). Tako za 400 kot tudi za 110 kV daljnovod vrednosti gostote magnetnega pretoka presegajo $1 \mu\text{T}$ na širšem območju ob viru, medtem ko v primeru urbanega središča vrednosti večinoma nižje od $0,1 \mu\text{T}$, kar kaže, da so posamezniki v bližini NF virov znatno bolj izpostavljeni NF magnetnim poljem kot v urbanih središčih.

Iz rezultatov na Sliki 2 so vidni značilni dnevni poteki gostote magnetnega pretoka za dva 110 kV daljnovoda. Vrednosti gostote magnetnega pretoka se s časom zelo spreminjajo, saj se lahko na istem mestu vrednost ob različnih časih razlikuje tudi za faktor 10.



Slika 2: Časovni potek gostote magnetnega pretoka za dva 110 kV daljnovoda. Predstavljene vrednosti gostote magnetnega pretoka so podane v μT .

IV. ZAKLJUČKI

Na podlagi skupno 64 primerov trajnih meritev gostote magnetnega pretoka so bile določene povprečne vrednosti izpostavljenosti ter delež časa, ko so posamezniki izpostavljeni povišanim vrednostim NF magnetnih polj. Rezultati kažejo, da so se vrednosti med posameznimi sodelujočimi močno razlikovale, saj je razmerje med najvišjo in najnižjo povprečno izpostavljenostjo kar 300. Prav tako je opazna zelo velika razlika v deležu časa, ko so bile vrednosti gostote magnetnega pretoka višje od $0,3 \mu\text{T}$, se je delež gibal med 0 in 100 odstotki.

Značilne razlike so se pokazale tudi med skupino posameznikov, ki so identificirali vir NF magnetnih polj v bližini in tistimi, ki vira niso identificirali. Povprečne vrednosti gostote magnetnega pretoka v prvi skupini so $1,79$, v drugi pa $0,13 \mu\text{T}$, medtem ko je povprečni delež časa, ko gostota magnetnega pretoka znaša več kot $0,3 \mu\text{T}$, za prvo skupino 72 ter za drugo 6 odstotkov časa.

Za skupino, ki ni identificirala nobenega vira NF magnetnih polj v bližini in verodostojno predstavlja povprečnega slovenskega prebivalca, lahko zaključimo, da so tipične sevalne obremenitve majhne. Obenem pa velja, da so nekateri posamezniki, zlasti tisti, ki bivajo v neposredni bližini NF virov v času, ko so doma, v povprečju tudi več desetkrat bolj izpostavljeni NF magnetnim poljem od povprečja.

Pomembna je ugotovitev, da imajo nekateri posamezniki, ki niso identificirali virov NF magnetnih polj v bližini, visoke povprečne vrednosti, obenem pa so povprečne vrednosti nekaterih posameznikov, ki so navedli, da je v bližini vir NF magnetnih polj, nizke povprečne izpostavljenosti, kar pomeni, da samo podatek posameznikov, da je v bližini vir NF magnetnih polj v epidemioloških raziskavah ni zadosten kazalec za opredelitev posameznika kot izpostavljenega.

Rezultati iz Slike 2, kjer je predstavljen potek gostote magnetnega pretoka v bližini dveh daljnovodov, kažejo, da trenutne meritve brez poznavanja obremenitve daljnovoda niso zadosten vhodni podatek za oceno dejanske obremenitve ljudi in okolja z NF magnetnimi polji, saj so vrednosti izrazito časovno odvisne od obremenitve daljnovoda. Zato bi bilo potrebno v novi zakonodaji na področju varstva okolja pred elektromagnetnimi sevanji sistemsko omogočiti dostop pooblaščenecem za izvajanje meritev elektromagnetnih sevanj do teh podatkov za oziroma obveznost lastnikov virov do posredovanja teh podatkov pooblaščenecem.

V smislu zagotavljanja izvajanja določil 19. člena Uredbe o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju [1996] rezultati trajnih meritev ter klasifikacija nizkofrekvenčnega magnetnega polja v skupino 2B kot mogoče kancerogeni dejavnik [IARC, 2002] zahtevajo, da se pri izbiranju variant načrtovanja, gradnje in rekonstrukcije virov NF magnetnih polj ne upošteva samo izpolnjevanje mejnih vrednosti, določenih v uredbi, ampak se preuči in izbere tisto varianto, ki zagotavlja najmanjšo izpostavljenost prebivalstva brez znatnih dodatnih finančnih obveznosti. Uredba v 19. členu določa, da se pri načrtovanju, gradnji in rekonstrukciji virov sevanja izberejo tiste tehnične rešitve, ki zagotavljajo, da mejne vrednosti ne bodo presežene in hkrati omogočajo najnižjo tehnično dosegljivo obremenitev okolja zaradi sevanja.

Upoštevanje načela previdnosti pri varovanju okolja spodbuja tudi Evropska komisija, ki je sprejela pomemben dokument glede načela previdnosti [EC, 2000]. Načelo previdnosti se izvaja v primerih visoke stopnje znanstvene negotovosti o mogočem tveganju in spodbuja k ukrepanju, ne da bi pri tem čakali na izsledke znanstvenih raziskav. Ukrepi, ki temeljijo na načelu previdnosti, morajo biti:

- prilagojeni izbrani ravni zaščite;
- nediskriminacijski v uporabi, to pomeni, da je treba podobne okoliščine reševati na podoben način;
- združljivi s podobnimi že izvedenimi ukrepi, torej morajo biti primerljivi, kar zadeva cilj in naravo, z ukrepi, ki so bili že izvedeni v podobnih okoljih, ko so bili na voljo vsi znanstveni podatki;
- temeljiti morajo na raziskavi morebitnih koristi in stroškov za ukrepanje oziroma neukrepanje (vključno z analizo ekonomskih stroškov/koristi, ko je to primerno in izvedljivo);
- začasni po naravi, to pomeni, da so v luči novih znanstvenih izsledkov lahko ponovno pregledani;
- sposobni določiti odgovornost za pridobitev znanstvenih dokazov, potrebnih za podrobnejšo oceno tveganja.

V tej definiciji je načelo previdnosti usmerjeno k tveganju, saj zahteva oceno tveganja vključno s pregledom stroškov in koristi. Namenjeno je uporabi pri sestavljanju predpisov o morebitnih resnih zdravstvenih tveganjih, dokler ni na voljo znanstveno bolj utemeljenih odgovorov. V praksi bi to pomenilo, da investitorji skladno z načelom previdnosti in v okviru tehničnih zmogljivosti čim bolj zmanjšajo obremenjevanje okolja in ljudi.

REFERENCE

- [1] IARC, 2002. Non-ionizing radiation, Part 1: Static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields. IARC Monogr. Eval. Carcinog. Risks Hum. 80, 1–395. Lyon, France.
- [2] Ahlbom, A., Day, N., Feychting, M., Roman, E., Skinner, J., Dockerty, J., Linet, M., McBride, M., Michaelis, J., Olsen, J., H., Tynes, T., Verkasalo, P., K., 2000. A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia. *Br. J. Cancer* 83, 692–698.
- [3] Greenland, S., Sheppard, A., R., Kaune, W., T., Poole, C., Kelsh, M., A., 2000. A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukemia. *Childhood Leukemia-EMF Study Group. Epidemiology* 11, 624–634.
- [4] Kheifets, L., Repacholi, M., Saunders, R., van Deventer, E., 2005. The sensitivity of children to electromagnetic fields. *Pediatrics* 116, e303–e313.
- [5] Swanson, J., Kheifets, L., 2006. Biophysical mechanisms and the weight of evidence for EMF. *Radiat. Res.* 165, 470–478.
- [6] Schuz, J., 2007. Implications on protection guidelines from epidemiologic studies on magnetic fields and the risk of childhood leukemia. *Health Phys.* 92, 642–648.
- [7] Rössli, M., Frei, P., Bolte, J., Neubauer, G., Cardis, E., Feychting, M., Gajšek, P., Heinrich, S., Joseph, W., Mann, S., Martens, L., Mohler, E., Parslow, R., C., Poulsen, A., H., Radon, K., Schüz, J., Thuroczy, G., Viel, J., F., Vrijheid, M., 2010. Conduct of a personal radiofrequency electromagnetic field measurement study: proposed study protocol. *Environmental Health* 9, 1–23.
- [8] Uredba o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju, UL RS 70/1996.
- [9] EC, 2000. Communication from the Commission on the precautionary principle. Dostopno na: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52000DC0001:EN:NOT>