

# PROGRAM DELA S ČASOVNICO

pri izvajanju projekta Ciljnega raziskovalnega programa »CRP 2017«

## V3-1718 – Ocena zdravstvenih tveganj zaradi izpostavljenosti otrok virom nizkofrekvenčnih električnih in magnetnih (EM) polj v Sloveniji

### 1. Program dela

Delo na projektu bo razdeljeno v pet delovnih sklopov (DS):

#### **DS 1: STRATEGIJA KOMUNICIRANJA IN OZAVEŠČANJE JAVNOSTI O ZDRAVSTVENIH TVEGANJIH ZARADI EM POLJ S POSEBNIM POUČENJEM NA OTROCIH TER IZHODIŠČA ZA OBLIKOVANJE POLITIK GLEDE VARSTVA PRED SEVANJI**

V zadnjem času smo priča ostrim nasprotovanjem javnosti glede umestitev novih daljnovodov v prostor, še posebno v bližino stanovanj in vzgojno izobraževalnih ustanov, kjer se dalj časa zadržujejo otroci. Glavni razlog tem nasprotovanjem je v pomanjkanju ustreznih pristopov v informiranju javnosti in komuniciranju z javnostmi s strani pristojnih institucij, ki bi določena vprašanja obravnavala na poljuden način ob upoštevanju smernic Svetovne zdravstvene organizacije (SZO) in drugih relevantnih mednarodnih organizacij (ICNIRP, EU).

Na podlagi jasnih pristopov, ki temeljijo na strokovnih podlagah omenjenih organizacij, bomo pripravili predloge za oblikovalce politik javnega zdravja kot pomoč pri odločanju na področju zdravstvenih tveganj zaradi različnih virov EMS v Sloveniji ter ukrepe za zmanjševanje tveganj za zdravje otrok in mladostnikov.

DS1 bo sestavljen iz naslednjih delovnih nalog (DN) in bo privedel do naslednjih rezultatov (R):

#### **DN 1.1: Priprava programa strategije komuniciranja in ozaveščanje javnosti o problematiki EM polj (INIS)**

V sklopu te naloge se pripravi se program strategije komuniciranja in ozaveščanje javnosti o problematiki EM polj in zdravstvenih tveganjih s posebnim poudarkom na otrocih. Poleg samega programa komuniciranja tveganj povezanih z EM polj se pripravijo tudi podporni materiali, ki so zloženska o zdravstvenih tveganjih zaradi izpostavljenosti otrok in mladostnikov elektromagnetnim sevanjem, Vse s tem povezane vsebine se objavijo na spletni strani projekta, UL FE, IO in INIS.

R 1.1.1: Program komuniciranja tveganj povezanih z EM polj

R 1.1.2: Zloženske o zdravstvenih tveganjih zaradi izpostavljenosti otrok in mladostnikov elektromagnetnim sevanjem v pdf obliki in obliki za objavo na spletnih straneh

R 1.1.3: Priprava interaktivnih povezanih vsebin glede zdravstvenih tveganj zaradi nizkofrekvenčnih EM polj, ki se objavijo na spletni strani UL FE, IO in INIS.

#### **DN 1.2: Priprava predlogov za oblikovalce politik javnega zdravja za pomoč pri odločanju na področju zdravstvenih tveganj zaradi različnih virov EM polj (INIS)**

V tej delovni nalogi bodo na podlagi smernic Svetovne zdravstvene organizacije (SZO) pripravljene predloge za oblikovalce politik javnega zdravja za pomoč pri odločanju na področju zdravstvenih tveganj zaradi različnih virov EM polj v Sloveniji ter ukrepe za zmanjševanje tveganj za zdravje otrok in mladostnikov. Na podlagi analize smernic SZO se pripravijo jasna izhodišča za ukrepe varstva pred sevanji kot preventivno zmanjševanje tveganj za otroke in mladostnike v otrok.

R 1.2.1: Jasna izhodišča za ukrepe varstva pred sevanji kot preventivno zmanjševanje tveganj za otroke in mladostnike v otrok.

#### **DS 2: ANALIZA IZPOSTAVLJENOSTI OTROK NF-MP V SLOVENIJI**

V delovnem sklopu 2 bo izvedena analiza izpostavljenosti otrok v starosti do 18 let (n = 50) v različnih mikrookoljih v bližini transformatorskih postaj, VN daljnovodov in različnih električnih in elektronskih naprav doma. Posnetek stanja bo vključeval tako časovne kot tudi osebne izpostavljenosti NF-MP (50 Hz in harmonske komponente do 800 Hz).

DS2 bo sestavljen iz naslednjih delovnih nalog (DN) in bo privedel do naslednjih rezultatov (R):

#### **DN 2.1: Izbor prostovoljcev (INIS)**

Za potrebe te raziskave bodo s pomočjo javnega povabila (mediji, spletne strani...) in neposrednega kontakta rekrutirani otroci (n=50) starosti med 5-18 let v različnih okoljih na

območju Slovenije na podlagi odobritve Komisije RS za medicinsko etiko. Pisna privolitev bo pridobljena s strani vseh sodelujočih otrok oziroma njihovih staršev. V sklopu vsake družine lahko sodeluje več otrok.

Izbor prostovoljcev ne bo naključen, ampak bo delež potencialno bolj izpostavljenih otrok bistveno višji kot v splošni populaciji. Prostovoljci bodo razdeljeni v tri študijske skupine:

- otroci živijo v stavbi ali obiskujejo šolo, ki je znotraj pasu 150 m od VN daljnovoda (> 110 kV) ali 40 m od VN kablovoda (*»h\_ex« skupina*);
- otroci živijo v stavbi, kjer je vgrajena transformatorska postaja znotraj 30 m (*»trafo« skupina*);
- otroci, ki ne pripadajo nobeni od zgodnjih skupin in služi kot kontrolna skupina (*»control« skupina*).

Ta način vzorčenja bo povečal obseg situacij izpostavljenosti v naši študijski populaciji. Po prvi analizi bomo *»h\_ex« skupino* dodatno razdelili v več podskupin glede na oddaljenost od pomembnega vira NF-MP:

- otroci živijo ali obiskujejo šolo znotraj pasu 70 m od VN daljnovoda vsaj 220 kV,
- otroci živijo znotraj pasu 30 m od 110 kV daljnovoda ali 10 m od 110 kV kablovoda,
- otroci živijo znotraj pasu med 70 m in 150 m od VN daljnovoda vsaj 220 kV,
- otroci živijo znotraj pasu 30 m in 80 m od VN 110 kV daljnovoda do 40 m od 110 kV kablovoda.

## **DN 2.2: Obisk prostovoljcev in izvedba meritev (INIS)**

Meritve NF-MP bodo izvedene z merilno postajo Narda Area Monitor 2600 ter osebni dozimetri Enertech EMDEX II (frekvenčnem območju 40-800 Hz, razpon občutljivosti od 0,01 do 300  $\mu$ T). Vse naprave merijo magnetno polje in shranjujejo izmerjene vrednosti v določenih intervalih v vgrajeni pomnilnik. Sočasno bomo beležili tudi GPS podatke glede dnevni aktivnosti otrok. Frekvenca vzorčenja bo nastavljena na 30 sekund, saj številne študije kažejo, da stopnja vzorčenja ne vpliva na 99. percentil. Vsi instrumenti bodo ustrezno predhodno kalibrirani.

Otroci bodo osebne dozimetre nosili 2 dni. Skupaj s starši bodo izpolnjevali dnevnik dejavnosti, ki dopolnjuje meritve s podatki o lokaciji in vedenju. Dnevnik aktivnosti bomo vpisovali prek posebne aplikacije (App). Dodatno bo tako otrokom kot staršem v izpolnjevanje dan vprašalnik o vseh morebitnih dejavnikih, ki vplivajo na izpostavljenost otrok.

Vsi različni tipi podatkov se zapišejo v enotno podatkovno bazo. Trajanje aktivnosti in različne meritve (aritmetična sredina, geometrijska sredina, mediana in največja vrednost) se izračuna za vnaprej določene vrste aktivnosti:

- na poti (peš, vlakom, avtobusom, avto, kolesom);
- doma (hišo, stanovanje, vrt, balkon, terasa);
- na prostem / zunaj;
- v šoli (učilnica, menza, drugo);
- razno (restavracija, športni center, fitnes, pri prijatelju, sorodniki, nakupovanje, kino, gledališče, koncert);
- v postelji/spalnica.

Trajne meritve v spalnici otrok bodo izvedene pred, med ali po začetku meritev osebne izpostavljenosti. V nekaterih primerih bo dodatno v bližini postelje otroka za celoten čas izvajanja meritev osebne izpostavljenosti nameščena merilna postaja Narda Area Monitor 2600. V teh primerih bodo za trajne meritve uporabljeni rezultati meritev merilne postaje, sicer bodo v ta namen izvedene dodatne 24-urne meritve v spalnici pred in/ali po meritvah osebne izpostavljenosti. Za oceno ponovljivosti meritev izpostavljenosti zaradi variabilnosti obnašanje otrok bomo v nekaterih primerih meritve pri istem otroku ponovili.

R 2.2.1: Obiski na domu ter zbiranje podatkov o izpostavljenosti otrok.

## **DN 2.3: Obdelava podatkov in statistična analiza (UL FE-LUCAMI)**

Pred statistično analizo bodo vsi podatki preverjeni in po potrebi korigirani. Vpisi v dnevnik aktivnosti nudijo informacije o posameznih aktivnostih otrok. Pri vnosu so možne določene napake, saj lahko otroci pozabijo vnesti novo aktivnost, vnesejo napačno aktivnost ali aktivnost vnesejo ob napačnem času. Da bi odkrili in popravili takšne napake, bomo razvili posebno orodje v Google Earth, ki nudi vizualni pregledu rezultatov meritev v povezavi s podatki GPS (lokacija in hitrost) in omogoča popraviljanje vnosov v dnevnik. Poleg tega bomo za odkrivanje uporabili metodo osamelcev (angl. outlier analysis) in glede na znane porazdelitve nekatere od teh korigirali.

Za vsakega prostovoljca in vsako 24 urno meritev osebne izpostavljenosti ali 24 urno meritev v spalnici bodo določene različne značilne vrednosti, kot so aritmetična in geometrijska povprečna vrednost, srednja vrednost in percentili. Raziskali bomo povezave in odnose med osebnimi in časovnimi faktorji. Osnova za eksperimentalni načrt bo Latinski kvadrat (angl. Latin square), zgrajen glede na postavljene hipoteze in faktorje vpliva. Povezave med osebnimi in časovnimi faktorji bomo najprej analizirali s posplošenim linearnim mešanim modelom (GLMM). Če bomo odkrili bistvene nelinearnosti, bomo uporabili tudi nelinearne modele, kot je MIC koeficient. Na podlagi testiranja tipov in normalnosti spremenljivk bomo izbrali najprimernejše modele za posamezne analize. Uporabili bomo korelacijske koeficiente (Pearson, Spearman, Kendal Tau) glede na tip in porazdelitve spremenljivk. Z apriori statistično analizo moči na podlagi obstoječih študij bomo ocenili potrebno število sodelujočih in druge zahteve zajema podatkov (število meritev ipd). Za osnovno statistiko, modeliranje in oceno parametrov bomo uporabili Python in R, za statistično analizo moči pa orodje GPower.

R 2.3.1: Zbiranje in upravljanje s podatki

R 2.3.2: Statistična obdelava osebnih in časovno variabilnih faktorjev

### **DS 3: DOLOČITEV PROSTORSKE PORAZDELITVE NF-MP IN IZDELAVA KARTE OBREMENJENOSTI OKOLJA Z NF-MP V SLOVENIJI**

V DS 3 se na podlagi razpoložljivih podatkov izdela karta obremenjenosti okolja z NF-MP na območju celotne Slovenije. Za pripravo karte obremenjenosti je potrebno razviti algoritme, ki bodo pri določanju obremenjenosti okolja upoštevali prispevke zaradi obratovanja vseh relevantnih virov v okolju, to je VN daljnovodov in transformatorskih postaj. Razviti algoritmi bodo na podlagi podatkov o obremenjenosti posameznih virov omogočali določanje obremenjenosti okolja z NF-MP za različne režime delovanja elektroenergetskega omrežja ter za dnevne, tedenske, mesečne in letne povprečne obremenjenosti okolja za sedanje obdobje in pretekla letna obdobja. Karte obremenjenosti okolja s povprečnimi letnimi vrednostmi za zadnjih 10 let bodo služile za izračun razlik v tveganjih za raka pri otrocih glede na stopnjo izpostavljenosti EM poljem v DN 5.3.

DS3 bo sestavljen iz naslednjih delovnih nalog (DN) in bo privedel do naslednjih rezultatov (R):

#### **DN 3.1: Priprava/izbor tehničnih podatkov za register virov NF-MP v okolju v Sloveniji (INIS)**

Viri nizkofrekvenčnih polj v okolju so daljnovodi, kablovodi, razdelilno transformatorske postaje (RTP), razdelilne postaje (RP), transformatorske postaje (TP) in elektrarne. Glede na vrednosti magnetnih polj, ki jih posamezen vir lahko povzroča v okolju in dejansko dolgotrajno izpostavljenost prebivalstva tem poljem so bistveni predvsem visokonapetostni (VN) daljnovodi in kablovodi z nazivno napetostjo 110 kV in več ter TP. Za določitev obremenitev okolja z NF-MP so potrebni številni tehnični podatki o teh virih. Poleg tehničnih podatkov o virih so za določanje dolgotrajnih izpostavljenosti pomembni tudi podatki o obremenjenosti posameznega vira. Zato se za vsak vir pridobijo podatki o tipu vira, geometriji daljnovodnih stebrov za daljnovode oziroma postavitvi vodnikov za kablovode, prostorskemu poteku (koordinatah in višini ali globini) vodnikov, številu polj za TP, nazivni napetosti in nazivnem toku, datumu pričetka in konca obratovanja in obremenjenosti za obdobje 10 let.

S tehničnimi podatki in podatki o preteklih obremenitvah virov razpolagajo lastniki/upravljalci virov, ki so za veliko večino virov sistemski operater prenosnega omrežja (ELES) ali distribucijska podjetja, vendar dostop do teh podatkov ni javen. Javno so dostopni podatki katastra gospodarske javne infrastrukture, ki pa je nepopoln, predvsem pa zelo pomanjkljiv: vsebuje le lokacijo objekta in tip objekta, ne pa nobenih drugih tehničnih podatkov. Dogovor o dostopu podatkov je že sklenjen s sistemskim operaterjem prenosnega omrežja (ELES), ki je lastnik vseh 220 in 400 kV daljnovodov ter 70 odstotkov 110 kV daljnovodov in kablovodov. Za dostop do tehničnih podatkov o preostalih virih bodo v začetku izvajanja projekta pozvana tudi vsa distribucijska podjetja. V primeru, da distribucijska podjetja ne bodo omogočila dostopa do teh podatkov, bodo uporabljeni javno dostopni podatki iz katastra javne gospodarske infrastrukture.

Podatki iz registra virov bodo služili kot vhodni podatki za numerični izračun vrednosti magnetnega polja v okolju v DN 3.3.

R 3.1.1: Register vseh virov NF-MP v okolju.

### **DN 3.2: Razvoj algoritmov za določanje skupnih obremenitev okolja z NF-MP (INIS)**

Skupne obremenitve okolja z NF-MP zaradi delovanja daljnovodov, kablovodov in TP so posledica prispevkov vseh virov v danem trenutku. Če v enem modelu sočasno izračunamo vrednosti MP zaradi prispevkov vseh virov, izračun podaja magnetno polje samo za uporabljene obremenitve virov in ne omogoča preračuna za drugačne obremenitve. Da bi lahko določili vrednosti MP in s tem karto obremenjenosti okolja za različne pogoje obremenjenosti elektroenergetskega sistema, kot na primer za nazivne obremenitve, dejanske najvišje obremenitve, povprečne dneve ali letne obremenitve, posebne razmere kot je izpad posameznega daljnovoda..., bo izračun izveden za vsak vir posebej, in sicer za nazivne obremenitve. Na tak način se lahko na podlagi enega izračuna določajo vrednosti MP posameznega vira za poljubne pogoje obremenjenosti ob upoštevanju ustreznega korekcijskega faktorja oziroma skaliranja izračunanih vrednosti pri nazivnih obremenitvah. Za določanje skupnih obremenitev okolja z nizkofrekvenčnim magnetnim poljem je potrebno razviti algoritme, ki bodo na podlagi izračunov MP posameznih virov in podatkov o obremenjenosti virov izračunali skupno MP zaradi vseh virov za željene obratovalne pogoje. Za značilne primere, kjer je potrebo upoštevati prispevke več virov (križanje dveh daljnovodov, vzporedni potek dveh in treh daljnovodov ter vzporedni potek dveh in treh kablovodov), bodo izvedeni numerični izračuni magnetnega polja za različne pogoje obremenjenosti, te vrednosti pa bodo primerjane z rezultati izračunov posameznega vira, ki bodo »sešteti« z različnimi algoritmi za določanje skupnih obremenitev okolja. Na podlagi te primerjave bo izbran in validiran najbolj optimalen validirani.

R 3.2.1: Validirani algoritmi za določanje skupnih obremenitev okolja z NF-MP zaradi daljnovodov, kablovodov in TP.

### **DN 3.3: Izračun vrednosti magnetnega polja in izdelava karte (INIS)**

Na vrednosti NF-MP v okolju poleg tehničnih lastnosti virov vplivajo tudi geografski dejavniki, predvsem relief. Pri numeričnih izračunih bo uporabljen Digitalni model višin oziroma posneti Lidar, ki podajajo relief Slovenije. Stavbe v model ne bodo vključene, ker imajo minimalen vpliv na magnetno polje v prostoru.

Za numerični izračun obremenjenosti okolja z NF-MP bo uporabljen verificiran programski paket NARDA EFC 400. Na podlagi podatkov, pridobljenih v DN 3.1 (R 3.1.1) se pripravi model posameznega vira, ki vsebuje vse potrebne tehnične podatke za izračun. Ker je tako obsežne izračune nemogoče izvajati v enem koraku, bodo pripravljene posebni algoritmi za razdelitev modela v več manjših podomodelov.

Izvede se numerične izračune vrednosti NF-MP obratovanja posameznega vira pri nazivnih obremenitvah ob upoštevanju podatkov o virih in geografskih podatkov. Izračun se izvede na relevantni višini za izpostavljenost ljudi (predvidoma 1 m nad tlemi) v razločljivosti 10 m za območje cele Slovenije. Podatke se shranjuje v ustrezno strukturo, ki omogoča določanje skupnih obremenitev okolja z NF-MP s pomočjo algoritmov, razvitih v DN 3.2 (R 3.2.1).

Iz rezultatov izračunov magnetnega polja posameznega vira se s pomočjo algoritmov, razvitih v DN 3.2 (R 3.2-1) izračunajo skupne sevalne obremenitve okolja za izbrane obratovalne razmere, izbrano povprečje in izbrano časovno obdobje.

R 3.3.1: Algoritmi za avtomatizirano pripravo modelov iz podatkov v registru virov in geografskih podatkov.

R 3.3.2: Izračunane vrednosti NF-MP za posamezen vir pri nazivni obremenitvi za območje Slovenije.

R 3.3.3: Skupna obremenjenost okolja z NF-MP za območje Slovenije za izbrane obratovalne razmere, izbrano povprečje in izbrano časovno obdobje.

## **DS 4: DOLOČITEV INDUCIRANIH ELEKTRIČNIH POLJ V TKIVIH V PRENATALNEM IN POSTNATALNEM OBDOBJU S POMOČJO NUMERIČNE DOZIMETRIJE IN IZDELAVA MATRIKE IZPOSTAVLJENOSTI OTROK NIZKOFREKVENČNIM POLJEM**

Dozimetrični izračuni izpostavljenosti otrok in nosečnic bodo izvedeni v programskem okolju Sim4Life, ki omogoča izračune električnih polj v telesu pri nizkih in visokih frekvencah z uporabo metode končnih elementov in metode končnih diferenc v časovnem prostoru. Podatke o prevodnosti in dielektričnosti različnih tkiv bomo pridobili iz literature, kjer obstaja več baz z lastnostmi tkiv in podatkov iz meritev na posameznih tkivih.

Uporabili bomo natančne človeške modele otrok starosti 5, 8 in 11 let, ter model nosečnice v 26. tednu. Modeli otrok iz skupine modelov Virtual Population so sestavljeni iz več kot 70 različnih tkiv / organov, kar omogoča natančno določanje induciranih električnih polj v celotnem telesu. Model nosečnice vsebuje manj tkiv, vendar omogoča določanje izpostavljenosti v telesu fetusa.

DS4 bo sestavljen iz naslednjih delovnih nalog (DN) in bo privedel do naslednjih rezultatov (R):

#### **DN 4.1: Inducirano električno polje v telesu zaradi izpostavljenosti električnim napravam (UL FE-LBK)**

V DS 2 in DS 3 bomo določili najpogostejše in najmočnejše vire magnetnega in električnega polja med gospodinjskimi napravami. Dva primera tovrstnega vira, ki smo ju identificirali v raziskavi literature sta radio budilke in električno gretje. Za 3 dodatne najpogostejše in najmočnejše vire bomo izračunali določili natančno izpostavljenost in dozimetrične količine v telesu. Najprej bomo z merilno opremo določili prostorsko porazdelitev jakosti magnetnega in električnega polja, ki jo bomo uporabili za validacijo numeričnega modela naprave v programskem paketu Sim4Life. Numerični model bomo zgradili na podlagi podatkov iz literature, kjer bodo na voljo, oz. z modeliranjem vira glede na dostopne podatke o njihovi električni zgradbi. Validacijo numeričnih modelov virov bomo izvedli s primerjavo izračunanih jakosti magnetnega in električnega polja v praznem prostoru z izmerjenimi vrednostmi, pri čemer bomo posebno pozornost posvetili, da bodo numerično izračunana polja upoštevala enako prostorsko povprečenje kot meritve, saj imajo merilni sistemi za določanje gostote magnetnega pretoka tipično merilne tuljave s presekom 100 cm<sup>2</sup>. Z validiranim modelom vira bomo določili jakosti inducirane električnega polja v telesu in različnih organih povezanih z nastankom bolezni. Rezultate bomo v skladu s smernicami ICNIRP 2010 volumno povprečili v kockah 2×2×2 mm in določili 99. percentilno vrednost električnega polja v vseh tkivih v modelu. Poleg 99. percentilne vrednosti električnega polja bomo določili tudi srednjo vrednost, mediano in standardni odklon električnega polj v vseh tkivih, kar bo uporabljeno v delovni nalogi DN 4.3.

R 4.1.1:  $E_{in situ}$  za tri najpogostejše vire v gospodinjstvih

#### **DN 4.2: Inducirano električno polje v telesu zaradi izpostavljenosti virom v okolju (UL FE-LBK)**

Določili bomo inducirana električna polja v telesu zaradi izpostavljenosti magnetnim in električnim poljem daljnovodov, podzemnih kablovodov in transformatorskih postaj. Pri tem bomo upoštevali možnost sočasne izpostavljenosti in posledičnemu seštevanju vplivov električnega in magnetnega polja. Poleg osnovne omrežne frekvence bomo določili tudi vplive višjih harmonskih komponent do 800 Hz. Raziskali bomo vpliv položaja telesa relativno na orientacijo magnetnega in električnega polja ter določili najpogostejše primere in najslabše primere izpostavljenosti.

Rezultate bomo v skladu s smernicami ICNIRP 2010 volumno povprečili v kockah 2×2×2 mm in določili 99. percentilno vrednost električnega polja v vseh tkivih v modelu. Poleg 99. percentilne vrednosti električnega polja bomo določili tudi srednjo vrednost, mediano in standardni odklon električnega polj v vseh tkivih, kar bo uporabljeno v delovni nalogi DN 4.3.

R 4.2.1:  $E_{in situ}$  za izpostavljenost VN daljnovodom pri telesu v različnih orientacijah glede na daljnovode

R 4.2.2:  $E_{in situ}$  za izpostavljenost VN podzemnim kablovodom

R 4.2.3  $E_{in situ}$  za izpostavljenost NN transformatorskim postajam v stanovanjskih hišah za različne orientacije telesa.

#### **DN 4.3: Matrika izpostavljenosti za inducirano električno polje (UL FE-LBK)**

Numerična dozimetrija za določanje  $E_{in situ}$  je še vedno zahteven postopek, ki zahteva namensko programsko opremo, modele človeka in veliko znanja. Cilj te delovne naloge je razvoj matrike izpostavljenosti, ki bo omogočala določanje vrednosti  $E_{in situ}$  z uporabo rezultatov, ki bodo doseženi v DN 4.1 in DN 4.2, pri čemer bo možno določati arbitrarno konfiguracijo zunanjih virov magnetnega polja tako zaradi daljnih virov, kot so daljnovodi in transformatorske postaje, kot zaradi domačih naprav v gospodinjstvih.

Matrika izpostavljenosti bo omogočala javnosti in drugim raziskovalcem določanje vrednosti  $E_{in situ}$  otrok različnih starosti in nosečnic ter ploda pri realističnih kombinacijah vseh virov, ki bodo obravnavani v sklopu DN 4.1 in DN 4.2.

R 4.3.1: Matrika izpostavljenosti za določanje  $E_{in situ}$  v telesu otrok in nosečnic s poljubno kombinacijo realističnih virov EMS.

## **DS 5: GEOGRAFSKA ANALIZA BREMENA RAKA V SLOVENIJI S Poudarkom na bližini visokonapetostnih daljnovodov, kablovodov in transformatorskih postaj z oceno tveganja**

DS5 bo sestavljen iz naslednjih delovnih nalog (DN) in bo privedel do naslednjih rezultatov (R):

### **DN 5.1: Priprava podatkov o za rakom zboleli in zdravi populaciji otrok in mladostnikov (OI)**

V Sloveniji imamo na področju zbiranja podatkov o bolnikih z rakom dolgoletno tradicijo, saj je prijavljanje raka obvezno in zakonsko predpisano že od leta 1950, ko je bil ustanovljen Register raka Republike Slovenije (RRRS). RRRS, ki od vsega začetka deluje na OI, je eden izmed najstarejših populacijskih registrov raka v Evropi. Kakovost in popolnost zbranih podatkov v RRRS ustreza vsem mednarodno določenim standardom ter stroki, politikom in laikom zagotavlja podatke o incidenci, prevalenci in preživetju.

Osnovni vir podatkov o bolezni in zdravljenju so prijavnice rakave bolezni, ki jih v RRRS pošiljajo iz vseh bolnišnic in diagnostičnih centrov v Sloveniji. RRRS je prek enoličnega identifikatorja (EMŠO) neposredno povezan z državnim Centralnim registrom prebivalstva (CRP) in z Registrom prostorskih enot (RPE) Geodetske uprave RS. Povezava s CRP omogoča preverjanje osebnih podatkov ter spremljanje vitalnega stanja bolnikov, povezava z RPE pa natančno spremljanje stalnih naslovov bolnikov ob diagnozi. Stalno bivališče ob ugotovitvi bolezni lahko tako za vsakega bolnika prikažemo na zemljevidu točkovno z x in y geografsko koordinato, kar nam omogoča izvedbo različnih vrst epidemioloških geografskih analiz in pomeni v svetovnem merilu redkost za rutinsko zbrane podatke. V tej delovni nalogi bomo definirali nabor in pripravili protokol za izpis podatkov o vseh otrocih in mladostnikih, ki so v obdobju 1965 - 2014 v Sloveniji zboleli za rakom. Za vsakega zbolelega bomo pridobili podatke o spolu, starosti ob diagnozi, stalnem prebivališču ob diagnozi (na nivoju x in y koordinat za zbolele v obdobju 2005 - 2014 in na nivoju upravne enote za zbolele pred tem), datumu diagnoze, vrsti raka (v RRRS kodirani po deseti reviziji Mednarodne klasifikacije bolezni in sorodnih zdravstvenih problemov za statistične namene - MKB10).

Za izračun tveganj za nastanek raka bomo poleg podatkov o bolnikih pridobili tudi podatke o velikosti in starostni strukturi zdravega prebivalstva, torej populacije iz katere bolniki prihajajo. Podatke o prebivalstvu v Republiki Sloveniji zbira, obdeluje in hrani CRP. CRP letno posreduje v RRRS za vse žive osebe s prijavljenim stalnim prebivališčem v Republiki Sloveniji EMŠO in koordinate x in y centroida stavbe, kjer ima oseba prijavljeno stalno prebivališča. V tej delovni nalogi bomo na podlagi EMŠO, ki nam ga je CRP poslal za posamezno leto analize, določili spol in starost osebam iz nabora ter omogočili prikaz vseh oseb na zemljevidu. Podatke o prebivalstvu po starosti, spolu in upravni enoti za obdobje, ko v CRP prebivalstva še niso vodili po geografskih koordinatah, bomo pridobili iz Statističnega urada Republike Slovenije.

R 5.1.1: Zbirka podatkov otrok in mladostnikov, ki so v zadnjih petdesetih letih v Sloveniji zboleli za rakom, s podatkom o spolu, starosti, vrsti raka in x-y koordinatama bivališča ob diagnozi za obdobje 2005-2014 oziroma upravno enoto za obdobje 1965-2004.

R 5.1.2: Zbirka podatkov zdravih otrok in mladostnikov v Republiki Sloveniji za posamezno leto analize s podatkom o spolu, starosti in x-y koordinatama bivališča za obdobje 2005-2014 oziroma upravno enoto za obdobje 1965-2004.

### **DN 5.2: Geografska analiza bremena vseh otroških rakov v Sloveniji za zadnjih 50 let (OI)**

V delovni nalogi bomo pripravili geografske analize za posamezen nabor rakov, ki se v literaturi omenjajo v povezavi z izpostavljenostjo nizkofrekvenčnim magnetnim poljem. Vse analize bodo opravljene za 50-letno obdobje 1965-2014. Časovne spremembe bomo ocenjevali v petih zaporednih 10-letnih obdobjih. Osnovna uporabljena prostorska enota bo upravna enota. S pomočjo zbirk podatkov pripravljenih v DN 5.1, bomo za posamezen nabor rakov, obdobje in prostorsko enoto izračunali starostno standardizirane količnike incidence (SKI), ki jih bomo interpretirali kot približek relativnemu tveganju bolezni v tej enoti v primerjavi s populacijskim povprečjem. Predvidevamo, da se bo zaradi majhnih števil (v izbranem 10-letnem obdobju ponekod sploh ni zbolelih, ali pa se je pojavil le posamičen primer) ponekod pojavil problem statistične nezanesljivosti in posledično pristranske interpretacije rezultatov. Vpliv naključja na izračunane vrednosti SKI bomo v tem primeru zmanjšali z metodami prostorskega glajenja – skladno z metodologijo uporabljeno v naših dosedanjih raziskavah prostorske razporeditve raka v Sloveniji bomo SKI gladili s pomočjo geografskih Bayesovih hierarhičnih modelov.

Grafično bodo grobi in glajeni SKI predstavljeni v obliki zemljevidov, ki jih danes javnozdravstvena stroka in odločevalci smatrajo za najbolj dragoceno orodje v procesih razumevanja vzrokov presežkov bolezni in odločanja o najbolj učinkovitih preventivnih ukrepih.

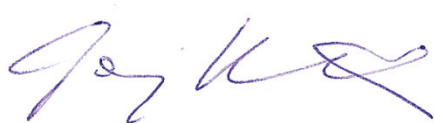


**Vodja projekta:**

prof. dr. Tadej Kotnik

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko

Podpis:



Kraj in datum: Ljubljana, 12. marca 2018

**Vsebinski spremljevalec:**

dr. Marjeta Recek

Ministrstvo za zdravje

Podpis:



Kraj in datum: Ljubljana, 12.3.2018