

Protokol

# Stanovenie vplyvu neionizujúcich elektromagnetických vln na tehotenstvo a teratogenitu u ľudí: Protokol pre systematický prehľad a metaanalýzu

Desy Armalina<sup>1,2\*</sup>, MD; Neni Susilaningih<sup>2\*</sup>, Dr. MSi; Heri Sutanto<sup>3\*</sup>, Prof. Dr.; Sunarno Sunarno<sup>4\*</sup>, Dr. MSi SSi

<sup>1</sup>Doktorandský študijný program medicína a zdravotníctvo, Universitas Diponegoro, Semarang, Stredná Jáva, Indonézia

<sup>2</sup>Anatomicko-histologické oddelenie, Lekárska fakulta, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonézia

<sup>3</sup>Katedra fyziky, Prírodovedecká a matematická fakulta, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonézia

<sup>4</sup>Katedra biológie, Prírodovedecká a matematická fakulta, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonézia

\* všetci autori prispeli rovnakou mierou

## Zodpovedajúci autor:

Desy Armalina, MD

Doktorandský študijný program Lekárska a zdravotnícka univerzita

Universitas Diponegoro

Jl. Soedarto, Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah

Semarang, Stredná Jáva 50275

Indonézia

Telefón: 62 08112741612

Fax: 62 2476928010

E-mail: [desyarmalina@lecturer.undip.ac.id](mailto:desyarmalina@lecturer.undip.ac.id)

## Abstrakt

**Pozadie:** Rozšírené používanie mobilných zariadení výrazne zvýšilo globálne vystavenie neionizujúcim elektromagnetickým vlnám (EMW). Nové dôkazy naznačujú potenciálne biologické účinky vystavenia EMW u citlivých skupín obyvateľstva, najmä u tehotných žien; zistenia však zostávajú nekonzistentné.

**Ciel:** Tento protokol načrtáva systematický prehľad zameraný na syntézu a kritické zhodnotenie teratogénnych a s tehotenstvom súvisiacich účinkov vystavenia tehotným ženám neionizujúcemu elektromagnetickému žiareniu.

**Metódy:** Tento protokol je v súlade s usmerneniami PRISMA-P (Preferované položky hlásenia pre protokoly systematických prehľadov a metaanalýz) z roku 2020 a bol zaregistrovaný v Medzinárodnom prospektívnom registri systematických prehľadov (PROSPERO; CRD42023475665). Vykoná sa komplexná rešerš literatúry v databázach PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Embase, ScienceDirect, SpringerLink, Wiley Online Library a Google Scholar s doplnkovým vyhľadávaním v platforme Medzinárodného registra klinických skúšok Svetovej zdravotníckej organizácie a na stránke ClinicalTrials.gov. Oprávnené štúdie budú zahŕňať tehotné ženy vystavené neionizujúcemu elektromagnetickému žiareniu z mobilných telefónov a súvisiacich bezdrôtových zariadení. Primárnymi výsledkami budú komplikácie tehotenstva a anomálie plodu, pričom sekundárne výsledky budú hodnotené podľa predtým hlásených postupov. Výber štúdií, extrakciu údajov a posúdenie rizika skreslenia vykonajú nezávisle dvaja hodnotitelia. V prípade potreby sa vykoná metaanalýza s náhodnými efektmi.

**Výsledky:** Financovanie tejto štúdie bolo zabezpečené v marci 2026. Vyhľadávanie literatúry a skríning štúdií sú naplánované na obdobie od apríla do júla 2026, pričom extrakcia údajov, posúdenie rizika skreslenia a syntéza by mali byť dokončené do septembra 2026. Konečné výsledky by mali byť predložené na publikovanie koncom roka 2026.

**Záver:** Očakáva sa, že tento systematický prehľad poskytne konsolidované dôkazy o potenciálnych teratogénnych a tehotenských účinkoch vystavenia sa neionizujúcemu elektromagnetickému žiareniu, a tým podporí budúci výskum a odporúčania založené na dôkazoch pre verejné zdravie.

**Registrácia na skúšobnú verziu:** PROSPERO CRD42023475665; <https://www.crd.york.ac.uk/PROSPERO/view/CRD42023475665>

**Medzinárodný registrovaný identifikátor správy (IRRID):** PRR1-10.2196/86479

**JMIR Res Protoc 2026;15:e86479**;doi:[10.2196/86479](https://doi.org/10.2196/86479)

**Kľúčové slová:** elektromagnetické vlny; neionizujúce žiarenie; tehotenstvo; teratogenita; systematický prehľad; mobilný telefón

## Úvod

Globálna digitálna transformácia zásadne zmenila ľudské interakcie s elektromagnetickou energiou. Moderný životný štýl je teraz neoddeliteľný od mobilných telefónov, Wi-Fi routerov, základňových staníc a bezdrôtových zariadení, ktoré všetky vyžarujú neionizujúce elektromagnetické vlny (EMW) v rádiových frekvenciách (RF) a mikrovlnnom spektre. Svetová zdravotnícka organizácia poznamenala, že elektromagnetické polia (EMF) patria medzi najbežnejšie a najrýchlejšie rastúce environmentálne expozície na celom svete, pričom expozícia na úrovni populácie sa s rozširovaním bezdrôtových technológií neustále zvyšuje. Hoci neionizujúce žiarenie chýba kvantová energia potrebná na prerušenie chemických väzieb alebo ionizáciu atómov, experimentálne a dozimetrické štúdie naznačujú, že expozícia môže vyvolať biologické účinky prostredníctvom tepelných mechanizmov súvisiacich s ohrevom tkanív a netepelnými interakciami pozorovanými za špecifických expozičných podmienok, vrátane reakcií na oxidačný stres a zmien v bunkových signálnych dráhach [1,2].

Neionizujúce EMW sú typicky definované ako vlny s frekvenciami v rozsahu od 300 Hz do 300 GHz. Pri týchto frekvenciách môže absorbovaná energia viesť k lokalizovanému ohrevu tkaniva, čo predstavuje najznámejší biologický účinok vystavenia EMW. V experimentálnych modeloch boli zaznamenané aj netermálne biologické interakcie vrátane porúch redoxnej rovnováhy, bunkovej signalizácie a génovej expresie; tieto zistenia však zostávajú nekonzistentné a ich význam pre výsledky tehotenstva u ľudí nebol definitívne stanovený [1,2].

Mobilné telefóny ako všadeprítomné zdroje vystavenia sa elektromagnetickému poľu sa stali neoddeliteľnou súčasťou nášho každodenného života. Globálne používanie smartfónov sa zvýšilo z niekoľkých stoviek miliónov používateľov v roku 2008 na viac ako 6,5 miliardy aktívnych používateľov do roku 2023. Súbežne sa podstatne zvýšil priemerný denný čas používania, najmä počas pandémie COVID-19 a po nej [3].

Nedávne epidemiologické štúdie skúmali potenciálne súvislosti medzi používaním mobilných telefónov matkami a nepriaznivými výsledkami tehotenstva vrátane potratu, predčasného pôrodu a abnormálnej pôrodnej hmotnosti; výsledky však zostávajú rôznorodé v rôznych populáciách a študijných metodikách [4].

V dôsledku toho sa intenzita, blízkosť a trvanie expozície EMW v bežnej populácii, najmä u tehotných žien, časom zvyšovali. Tehotenstvo predstavuje kritické okno biologickej zraniteľnosti kvôli komplexným endokrinným, imunologickým a cievnym adaptáciám potrebným na udržanie rastu plodu. Vyvíjajúce sa embryo a plod môžu byť obzvlášť citlivé na vystavenie environmentálnym vplyvom kvôli rýchlej bunkovej proliferácii, nezrelým antioxidantným obranným systémom a obmedzenej detoxikačnej kapacite. V dôsledku toho sa skúmali potenciálne účinky expozície EMW počas tehotenstva na funkciu placenty, uteroplacentárny prietok krvi, embryonálny vývoj a morfogénu plodu [5-7].

Dôležité je, že prítomnosť potenciálneho biologického mechanizmu neznamená klinicky relevantné riziko. Súčasný medzinárodný konsenzus naznačuje, že nepriaznivé účinky na zdravie z vystavenia sa neionizujúceho elektromagnetického žiarenia silne závisia od intenzity expozície, trvania a blízkosti zdroja. Pri vysokých hustotách výkonu, ako napríklad v pracovnom alebo náhodnom prostredí v blízkosti silných rádiových frekvenciách žiaričov, môže dôjsť k tepelnému poškodeniu tkaniva; avšak za typických environmentálnych podmienok a podmienok používania spotrebiteľmi sú úrovne expozície podstatne nižšie a vo všeobecnosti zostávajú pod stanovenými bezpečnostnými limitmi [8, 9]. V dôsledku toho, zatiaľ čo EMW predstavujú za špecifických podmienok potenciálne nebezpečenstvo, skutočné zdravotné riziko počas bežného denného používania je určené dávkou a trvaním expozície, ktoré sú zvyčajne hlboko pod prahovými hodnotami, o ktorých je známe, že spôsobujú ujmu. Toto rozlíšenie medzi nebezpečenstvom a rizikom je kľúčové pre interpretáciu existujúcich dôkazov.

Epidemiologické výskumy priniesli zmiešané zistenia týkajúce sa súvislosti medzi vystavením EMF a nepriaznivými výsledkami tehotenstva. Metaanalýza Ghazanfarpoura a kol. [3] uviedli zvýšené riziko potratu spojené s vyššími úrovňami vystavenia sa extrémne nízkofrekvenčnému elektromagnetickému žiareniu. Podobne Li a kol. [10] pozorovali súvislosť medzi vystavením magnetickému poľu a spontánnym potratom v prospektívnej kohortovej štúdii. Okrem toho výpočtové dozimetrické modelovanie od Takei a kol. [11] preukázali, že žiarenie z mobilných telefónov môže zvýšiť lokalizované teploty placenty a plodu za špecifických expozičných scenárov, čo naznačuje potenciálnu tepelnú dráhu vyžadujúcu si ďalšie skúmanie.

Naproti tomu iné rozsiahle epidemiologické štúdie nezistili významné súvislosti medzi expozíciou EMW a nepriaznivými výsledkami tehotenstva alebo pôrodu, čo zdôrazňuje značnú heterogenitu v hodnotení expozície, dizajne štúdie a kontrole matúcich faktorov [5,12]. Mnohé skoršie štúdie boli tiež obmedzené malou veľkosťou vzorky, nepriamymi metrikami expozície a neúplným prispôbením sa potenciálnym matúricim faktorom vrátane stresu matky a koexpozície vplyvom prostredia.

Z mechanistického hľadiska experimentálne štúdie ukázali, že vystavenie EMW môže vyvolať reakcie na oxidačný stres, zmeniť aktivitu antioxidantných enzýmov a ovplyvniť signálne dráhy vápnika a apoptotické dráhy u zvieracích a in vitro modelov [13 – 16]. Rozsah, v akom sa tieto experimentálne zistenia premietajú do klinicky významných účinkov počas tehotenstva u ľudí, však zostáva nejasný.

Vzhľadom na komplexné a často protichodné zistenia v existujúcej literatúre je potrebný dôkladný systematický prehľad. Cieľom tohto protokolu systematického prehľadu je systematicky syntetizovať a kriticky vyhodnotiť dostupné dôkazy o teratogénnych a s tehotenstvom súvisiacich účinkoch vystavenia sa neionizujúceho elektromagnetického žiarenia, najmä z používania mobilných telefónov, u tehotných žien.

## Metódy

### Protokol a registrácia

Táto recenzia je v súlade so štandardmi PRISMA-P (Preferované položky hlásenia pre protokoly systematického prehľadu a metaanalýzy) z roku 2020 [17] a je registrovaný v Medzinárodnom registri prospektívnych systematických prehľadov (PROSPERO; ID: CRD42023475665), čo zabezpečuje transparentnosť a reprodukovateľnosť. Vyplnený kontrolný zoznam PRISMA 2020 je uvedený v [Kontrolný zoznam 1](#) Všetky zmeny protokolu budú zdokumentované v systéme PROSPERO.

### Kritériá oprávnenosti

Štúdie budú vybrané podľa rámca dizajnu porovnávacích štúdií výsledkov populačnej intervencie (alebo expozície v prípade observačných štúdií) (PICOS) nasledovne.

Počet obyvateľov

Zahrnuté boli tehotné ženy (akéhokoľvek veku matky) a ich potomstvo.

Časové okno výsledku: Výsledky budú oprávnené, ak sa merajú počas tehotenstva (in utero) a/alebo pri pôrode (perinatálne/neonatálne obdobie). Ak štúdie uvádzajú výsledky po pôrode, výsledky budú zahrnuté do 28 dní po pôrode (neonatálne obdobie) a analyzované samostatne ako postnatálne výsledky. Výsledky merané po 28 dňoch nebudú zahrnuté do primárnej syntézy, ale môžu byť opísané naratívne, ak sú priamo relevantné.

### Intervencia: Expozícia (EMW/EMF)

Zahrnuté zdroje zahŕňali vystavenie neionizujúceho elektromagnetickému žiareniu súvisiacemu s používaním mobilných telefónov a súvisiacich bezdrôtových zariadení spotrebiteľov (napr. smartfóny a zariadenia s podporou Wi-Fi) a/alebo zdroje okolitého rádiovýkvenčného žiarenia, kde bola expozícia kvantifikovaná alebo primerane kategorizovaná.

Metriky expozície: Štúdie budú oprávnené, ak sa expozícia nahlási pomocou aspoň jednej z nasledujúcich možností: špecifická miera absorpcie (SAR), hustota výkonu ( $W/m^2$  alebo  $mW/cm^2$ ), intenzita poľa (V/m), hustota magnetického toku ( $\mu T/mG$ ) alebo validovaná metóda klasifikácie expozície (napr. matica expozície na pracovisku alebo osobná dozimetria).

Limity rozsahu dávok: Nebudeme a priori stanovovať jednu univerzálnu dolnú alebo hornú medznú hodnotu pre hustotu výkonu, pretože spotrebiteľské a environmentálne štúdie používajú heterogénne metriky a prahy expozície. Namiesto toho extrahujeme intenzitu expozície a kategorizujeme ju na nízke alebo typické spotrebiteľské použitie verus vyššie úrovne expozície pri práci alebo pri náhodnom použití, ako je definované v každej štúdií, a zistenia budeme interpretovať vo vzťahu k zavedeným bezpečnostným pokynom (napr. ICNIRP/WHO) v diskusii. Tam, kde to údaje dovoľia, sa analýzy dávky a reakcie vykonajú podľa expozičných vrstiev.

Porovnávacie skupiny: Skupina s nižšou expozíciou alebo neexponovaná skupina v závislosti od dizajnu štúdie.

## Výsledky

Primárnymi výsledkami tejto analýzy budú predčasný pôrod a závažné vrodené anomálie, posúdené pri narodení. Tieto výsledky boli vybrané a priori na základe ich klinickej relevantnosti a biologickej vierohodnosti vo vzťahu k vystaveniu neionizujúceho elektromagnetickému žiareniu. Sekundárne výsledky budú zahŕňať potrat, mŕtvo narodené dieťa, nízku pôrodnú hmotnosť, malú hmotnosť vzhľadom na gestačný vek, výsledky týkajúce sa placenty (ako boli hlásené) a neonatálne výsledky do 28 dní po pôrode. Výsledky hlásené po neonatálnom období budú v prípade potreby opísané naratívne, ale nebudú zahrnuté do primárnej kvantitatívnej syntézy.

Načasovanie

Načasovanie bude potrebné zvážiť.

- Minimálna expozícia alebo trvanie pozorovania: Štúdie musia uvádzať expozíciu počas tehotenstva s identifikovateľným expozičným oknom (napr. expozícia špecifická pre daný trimester alebo na úrovni tehotenstva).
- Časové kategórie: Čas expozície extrahujeme a kategorizujeme podľa trimestra (ak je k dispozícii) a trvania expozície (napr. denné trvanie užívania alebo kumulatívna expozícia).
- Okno sledovania: In utero, pri narodení a až 28 dní po narodení.

## Návrh štúdie

Zahrnuté: Iba primárny výskum na ľuďoch – randomizované štúdie (ak nejaké existujú), kohortové štúdie, prípadovo-kontrolné štúdie, priezovové štúdie a prípadovo-krížové štúdie, ktoré hlásili výsledky tehotenstva.

Z kvantitatívnej syntézy (metaanalýzy) sú vylúčené: Systematické prehľady, naratívne prehľady, úvodníky, listy, kazuistiky a všetky štúdie na zvieratách alebo in vivo.

Použitie systematických prehľadov: Systematické prehľady sa použijú iba na sledovanie citácií s cieľom identifikovať ďalšie vhodné primárne štúdie na ľuďoch, ale nebudú zahrnuté ako štúdie do metaanalýzy.

## Porovnávač

Porovnávacie skupiny budú zahŕňať tehotné ženy bez hlásenej expozície neionizujúcim elektromagnetickým vlnám, iba s expozíciou v pozadí alebo s najnižšou kategóriou expozície definovanou v rámci každej jednotlivéj štúdie. Definície porovnávacích skupín budú extrahované tak, ako boli hlásené, a budú posúdené z hľadiska porovnateľnosti medzi štúdiami.

## Kritériá vylúčenia

### Nedostatočné informácie o expozícii

Štúdie budú vylúčené, ak expozícia elektromagnetickému žiareniu nebude definovaná dostatočne podrobne na to, aby umožnila zmysluplnú interpretáciu alebo porovnanie. Konkrétne sa štúdie budú považovať za štúdie s nedostatočnými údajmi o expozícii, ak sa nevedie ani nevyvodí žiadny z nasledujúcich faktorov:

- Frekvenčné pásmo expozície (napr. extrémne nízke frekvencie, rádiovýkvenčné, mikrovlnné alebo frekvenčné pásmo špecifické pre dané zariadenie)

- Načasovanie alebo trvanie expozície počas tehotenstva (napr. expozícia špecifická pre daný trimester, trvanie denného užívania, kumulatívna expozícia alebo obdobie expozície v práci)

Štúdie, ktoré uvádzajú kvalitatívne alebo zástupné miery expozície (napr. kategorizované používanie telefónov a matice expozície v práci), nebudú vylúčené výlučne na tomto základe za predpokladu, že klasifikácia expozície je jasne opísaná a dôsledne uplatňovaná.

## Jazyk

Počas fázy skríningu neboli uplatnené žiadne jazykové obmedzenia. Štúdie publikované v akomkoľvek jazyku budú posudzované. Štúdie v inom ako anglickom jazyku budú skrínené s použitím anglických abstraktov, ak sú k dispozícii, a v prípade potreby sa použije strojovo asistovaný preklad (napr. Google Translate alebo ekvivalentné nástroje). V prípade štúdií, ktoré budú po skríningu celého textu považované za potenciálne vhodné, sa na extrakciu relevantných údajov použijú preklady s dôrazom na metodologickú jasnosť a definíciu výsledku.

## Stratégia vyhľadávania a informačné zdroje

Stratégia vyhľadávania bude vyvinutá a spresňovaná v konzultácii so skúseným univerzitným knihovníkom pre zdravotnícke vedy, aby sa zabezpečila metodologická dôslednosť a komplexné pokrytie literatúry. Konečná stratégia vyhľadávania bude kombinovať kontrolovanú slovnú zásobu (napr. termíny z predmetových hesiel medicíny) a kľúčové slová vo voľnom texte súvisiace s EMW.

tehotenstvo a reprodukčné výsledky a budú prispôsobené pre každú databázu.

Medzi elektronické databázy, v ktorých sa má vyhľadávať, patria PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Embase, ScienceDirect, SpringerLink, Wiley Online Library a Google Scholar.

Okrem toho sa budú vyhľadávať registre klinických skúšok vrátane Medzinárodnej platformy registrov klinických skúšok WHO. V prípade potreby sa budú preverovať aj iné registre, ako napríklad ClinicalTrials.gov, s cieľom identifikovať dokončené alebo prebiehajúce štúdie s nezverejnenými výsledkami.

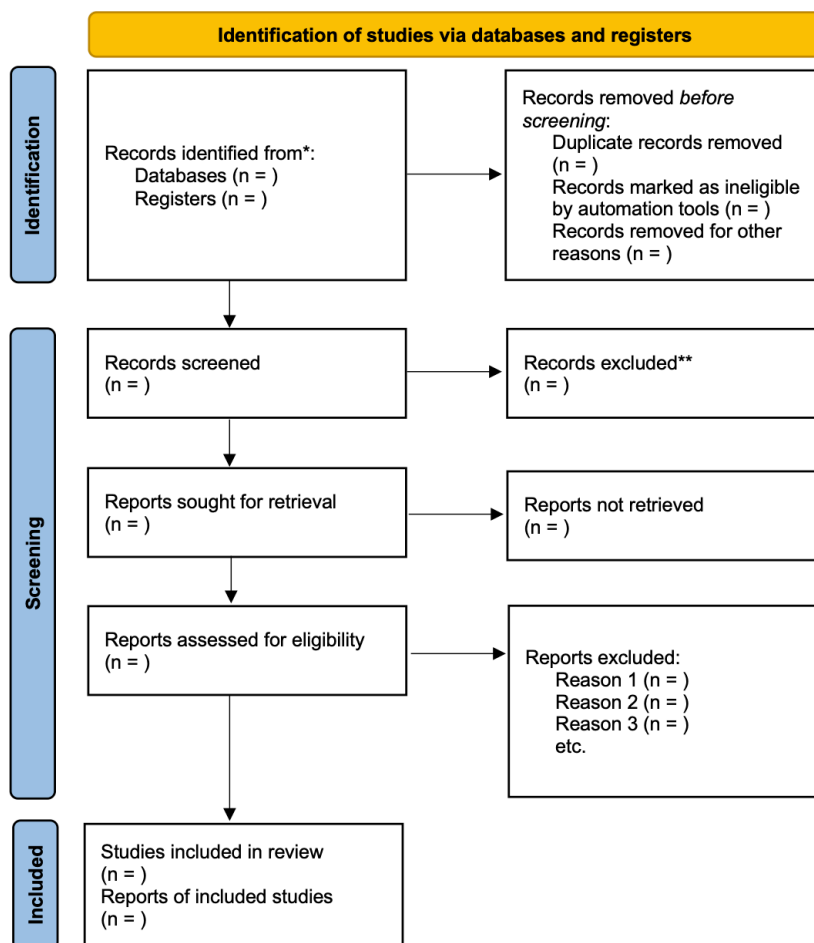
Okrem bibliografických databáz sa budú prehľadávať aj zdroje sivej literatúry, aby sa minimalizovalo publikačné skreslenie. Patria sem ClinicalTrials.gov a Medzinárodná platforma registra klinických skúšok WHO. Zahrnuté sú aj Embase a Cochrane Library, aby sa zabezpečilo komplexné pokrytie biomedicínskej, epidemiologickej a klinickej literatúry, ktorá nie je úplne indexovaná v databáze PubMed.

## Výber štúdie a extrakcia údajov

Dvaja recenzenti nezávisle posúdia relevantnosť názvov a abstraktov. Následne sa skontroluje, či sú plné texty vhodné. Nezrovnalosti sa vyriešia diskusiou alebo tretím recenzentom.

Výberový proces bude zdokumentovaný pomocou vývojového diagramu PRISMA 2020 ([Obrázok 1](#)).

**Obrázok 1.** Vývojový diagram PRISMA (Preferované položky hlásenia pre systematické prehľady a metaanalýzy) 2020 pre nové systematické prehľady, ktoré zahŕňali iba vyhľadávania v databázach a registroch. Hviezdička (\*) označuje záznamy identifikované prostredníctvom vyhľadávania v databázach (PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Embase, ScienceDirect, SpringerLink, Wiley Online Library a Google Scholar). Dvojitá hviezdička (\*\*) označuje záznamy vylúčené počas skríningu názvu/abstraktu.



Dáta sa extrahujú do programu Microsoft Excel a zachytia sa nasledujúce:

1. Charakteristika štúdie (autor, rok, krajina)
2. Návrh štúdie a veľkosť vzorky
3. Parametre expozície (frekvencia, intenzita, trvanie)
4. Údaje o účastníkovi (vek, týždeň tehotenstva)
5. Výsledky a kľúčové zistenia
6. Hlásené štatistické ukazovatele (pomer šancí, pomer rizika, CI)

Ak budú informácie neúplné, autori budú kontaktovaní so žiadosťou o objasnenie.

### Riziko skreslenia a hodnotenie kvality

Do hodnotenia rizika skreslenia a kvantitatívnej syntézy budú zahrnuté iba primárne štúdie na ľuďoch. Riziko skreslenia v nerandomizovaných observačných štúdiách bude hodnotené pomocou nástroja Riziko skreslenia v nerandomizovaných štúdiách intervencií, ktorý hodnotí skreslenie v oblastiach mäťúcich účinkov, výberu účastníkov, klasifikácie expozície, odchýlok od zamýšľanej expozície, chýbajúcich údajov, merania výsledkov a selektívneho hlásenia. V prípadoch, kde sa identifikujú randomizované kontrolované štúdie, použije sa nástroj Cochrane Risk of Bias 2. Každá štúdia bude kategorizovaná ako štúdia s nízkym, stredným, závažným alebo kritickým rizikom skreslenia podľa pokynov nástroja. Štúdie, u ktorých sa predpokladá kritické riziko skreslenia, budú z kvantitatívnej syntézy vylúčené.

ale opísaná naratívne. Kvalita podávania správ bude hodnotená popisne pomocou kontrolného zoznamu Posilnenie podávania správ o observačných štúdiách v epidemiológii (STROBE) bez ovplyvnenia rizika zaujatosti.

### Syntéza údajov a hodnotenie heterogenity

Štatistická heterogenita bude posúdená pomocou  $I^2$  štatistický a chí-kvadrát test. V súlade s Cochrane Handbook,  $I^2$  hodnoty budú interpretované opatrne a v kontexte, pričom sa uznáva, že fixné prahové hodnoty môžu byť zavádzajúce a že dôležitosť heterogenity závisí od viacerých faktorov vrátane rozsahu a smeru účinkov a sily dôkazov o heterogenite (napr. intervaly spoľahlivosti okolo  $I^2$  a počet zahrnutých štúdií).

Metaanalýzy sa v prípade potreby vykonávajú s použitím modelov s náhodnými efektmi. Namiesto spoliehania sa na rigidné  $I^2$  hraničné hodnoty na definovanie „podstatnej“ heterogenity, heterogenita bude primárne riešená prostredníctvom klinických a metodologických hodnotení vrátane rozdielov v študijných populáciách, metrik expozície, definícií výsledkov a úpravy na mäťuce faktory.

Aby sa lepšie zohľadnila variabilita medzi štúdiami a očakávaný rozsah skutočných účinkov v rôznych prostrediach,

Predikčné intervaly budú vypočítané a uvedené pre metaanalýzu s náhodnými efektmi v súlade so súčasnými metodologickými pokynmi [18 rokov].

## Štatistická analýza

Ak je kvantitatívna syntéza uskutočniteľná, vykoná sa metaanalýza s náhodnými efektmi s použitím DerSimonianovho-Lairdovho prístupu alebo obmedzenej maximálnej pravdepodobnosti v závislosti od štruktúry údajov. Odhady účinkov budú uvedené s 95 % intervalmi spoľahlivosti a tam, kde je to relevantné, s predikčnými intervalmi. Analýzy citlivosti sa vykonajú na posúdenie robustnosti zistení pre definície kvality štúdie a expozície.

## Pozorovacie údaje a minimálne požiadavky na kontrolu matúcich faktorov

Vzhľadom na to, že dostupné dôkazy sú prevažne observačné, zahrnuté štúdie musia preukázať apriórnu úpravu o kľúčové matúce faktory, aby boli vhodné pre kvantitatívnu syntézu.

Štúdie musia minimálne upraviť nasledovné:

- vek matky
- gestačný vek
- socioekonomické postavenie alebo vzdelanie
- fajčenie a/alebo konzumácia alkoholu
- aspoň jeden ukazovateľ celkového zdravotného stavu alebo rizika tehotenstva (napr. plodnosť alebo komorbidity)

Štúdie, ktoré nezohľadňujú tieto minimálne matúce faktory, budú z metaanalýzy vylúčené a budú opísané iba naratívne. Táto minimálna sada úprav bude a priori použitá ako kritérium pre zahrnutie do kvantitatívnej syntézy. Zvyškové matúce faktory budú explicitne zohľadnené pri interpretácii zistení a kauzálnym súvislostiam sa bude vyhýbať v súlade s obmedzeniami observačných dôkazov.

## Istota dôkazov

Celková kvalita a istota dôkazov pre každý výsledok bude hodnotená pomocou systému GRADE (Gradovanie hodnotenia, vývoja a hodnotenia odporúčaní) ako vysoká, stredná, nízka alebo veľmi nízka [19].

## Etické úvahy

Táto štúdia je systematickým prehľadovým protokolom založeným výlučne na publikovanej literatúre a nezahŕňa zber primárnych údajov ani interakciu s ľudskými účastníkmi. Preto sa nevyžaduje etické schválenie inštitucionálnou etickou komisiou alebo etickou komisiou v súlade s inštitucionálnymi a medzinárodnými usmerneniami pre výskum zahŕňajúci verejne dostupné údaje.

## Výsledky

Tento protokol bol zaregistrovaný v PROSPERO v roku 2023 a dokončený v marci 2026 po schválení financovania. Vyhľadávanie literatúry a výber štúdií sú naplánované na obdobie od apríla do júla 2026, po ktorých bude do septembra 2026 nasledovať extrakcia údajov, posúdenie rizika skreslenia a syntéza údajov. Predloženie

Predpokladá sa, že finálny rukopis systematického prehľadu bude vydaný koncom roka 2026.

## Diskusia

### Očakávané zistenia

Tento protokol systematického preskúmania poskytuje transparentný metodologický rámec na hodnotenie potenciálnych účinkov neionizujúcich EMW na tehotenstvo a vývoj plodu u ľudí. Vzhľadom na rýchly nárast používania mobilných telefónov a bezdrôtových technológií sa pochopenie biologických dôsledkov dlhodobého vystavenia EMW stáva čoraz dôležitejším problémom verejného zdravia [1,2]. Napriek rozsiahlemu výskumu zostáva existujúca literatúra rôznorodá a zistenia siahajú od žiadnych pozorovateľných nepriaznivých účinkov až po možné reprodukčné alebo vývojové vplyvy [13, 17, 20]. Tento protokol je navrhnutý tak, aby systematicky posúdil a kontextualizoval tieto nezrovnalosti prostredníctvom dôkladného metodologického hodnotenia.

### Porovnanie s predchádzajúcou prácou

Biologické tkanivá môžu absorbovať elektromagnetické vlny, pričom tepelné účinky súvisiace s lokalizovaným ohrevom tkaniva predstavujú najznámejšiu interakciu [21]. Okrem toho boli netermálne biologické interakcie opísané predovšetkým v experimentálnych a in vitro modeloch, vrátane reakcií na oxidačný stres, modulácie vápnikových kanálov a zmien v génej expresii; tieto zistenia však zostávajú nekonzistentné a ich význam pre výsledky tehotenstva u ľudí nie je pevne stanovený [1,2].

Predchádzajúce štúdie na ľuďoch preukázali zmiešané súvislosti medzi vystavením elektromagnetickým lúčom a nepriaznivými výsledkami tehotenstva vrátane potratu a retardácie rastu plodu [3,12]. Systematický prehľad od Wdowiaka a kol. [14] uviedli potenciálne súvislosti medzi chronickým vystavením sa elektromagnetickým poliám a nižšou pôrodnou hmotnosťou, placentárnou dysfunkciou a oneskorením vývoja. Podobne výpočtové modelovanie od Takei a kol. [11] naznačilo, že žiarenie zo smartfónov môže zvýšiť lokalizovanú teplotu placenty, čo môže potenciálne ovplyvniť perfúziu placenty. Pokročilé modelové štúdie ďalej skúmali, ako môže rádiokvencné žiarenie z bežne používaných mobilných telefónov ovplyvniť profily elektromagnetickej expozície u tehotných žien, pričom zdôraznili potenciálne účinky rozloženia tepla, ktoré by mohli mať biologický význam; tieto zistenia si však vyžadujú empirické overenie v ľudských populáciách [22].

Naopak, iné rozsiahle epidemiologické štúdie nepotvrdili významné teratogénne alebo nežiaduce tehotenské riziká, čo zdôrazňuje značnú heterogenitu metód hodnotenia expozície, dizajnu štúdie a kontroly matúcich faktorov [5,23]. V prehľadoch účinkov neionizujúceho žiarenia sa tiež uvádza, že hoci vystavenie EMW môže vyvolať bunkové stresové reakcie, ako je oxidačný stres alebo zmenené signálne dráhy, priamy klinický význam týchto mechanizmov pre výsledky tehotenstva zostáva nedostatočne preukázaný, čo zdôrazňuje potrebu dôslednej a vyváženej systematickej syntézy [24].

## Silné stránky a obmedzenia

Tieto nezrovnalosti zdôrazňujú potrebu komplexného a metodologicky dôsledného systematického prehľadu. Mnohé existujúce štúdie sa spoliehajú na subjektívne hlásené používanie zariadení alebo nepriame ukazovatele expozície, čo môže viesť k skresleniu v spomienke a nesprávnej klasifikácii expozície [25]. Okrem toho, obmedzené úpravy na matúce faktory, ako je stres matky, vystavenie žiareniu z povolania, látky znečisťujúce životné prostredie a tepelný stres, ďalej komplikujú interpretáciu dostupných dôkazov [26].

Medzi silné stránky tohto protokolu patrí dodržiavanie smerníc PRISMA-P, komplexná stratégia vyhľadávania a používanie moderných nástrojov na hodnotenie rizika skreslenia založených na doméne, vhodných pre observačné dôkazy, s explicitným zohľadnením matúcich faktorov a nesprávnej klasifikácie expozície. Napriek tomu môže heterogenita metrick expozície, definícií výsledkov a študovaných populácií obmedziť istotu akýchkoľvek záverov, ktoré možno vyvodit; zistenia sa preto budú interpretovať s primeranou opatrnosťou.

## Dôsledky a budúce smery

Syntézou dôkazov z observačných štúdií na ľuďoch sa tento systematický prehľad zameriava na zlepšenie pochopenia potenciálnych súvislostí medzi vystavením neionizujúcemu elektromagnetickému žiareniu a výsledkami tehotenstva. Dôkazy z experimentálnych a modelových štúdií budú v diskusii diskutované kontextovo na podporu biologickej vierohodnosti bez toho, aby boli zahrnuté do kvantitatívnej syntézy. Experimentálne štúdie naznačujú, že vystavenie rádiových frekvenciám žiareniu môže za špecifických experimentálnych podmienok ovplyvniť oxidačnú rovnováhu, mitochondriálnu integritu a vápnikovú signalizáciu v placentárnych a fetálnych tkanivách [20,27].

## Podakovania

Autori vyjadrujú úprimnú vďaku Lekárskej fakulte Univerzity Diponegoro za poskytnutie výskumných zariadení a akademického vedenia a Ministerstvu školstva, kultúry, výskumu a technológií (Kemdikbudristek) Indonézie za neustálu podporu pri rozvíjaní vedeckých publikácií. Autori tiež ďakujú Oddeleniu metodiky systematického prehľadu na Univerzite Diponegoro za konzultácie a pomoc s validáciou protokolu.

## Financovanie

Túto štúdiu podporil Nadačný fond pre vzdelávanie (LPDP) v Indonézii.

## Dostupnosť údajov

Táto štúdia je systematickým protokolom prehľadu a negeneruje ani neanalyzuje nové súbory údajov. Všetky údaje, ktoré sa majú analyzovať, budú odvodené z publikovaných štúdií identifikovaných prostredníctvom systematického vyhľadávania literatúry. Preto pre túto štúdiu nie sú k dispozícii žiadne pôvodné súbory údajov.

## Príspevky autorov

Konceptualizácia: DA, NS, HS, Sunarno

Metodika: DA, NS, HS, Sunarno

Návrh protokolu: DA (vedúci)

Návrh stratégie vyhľadávania a vzájomné hodnotenie PRESS:

NS (vedúci) Správa referencií a deduplikácia: NS

Skríning (názvy/abstrakty a plný text): DA, NS

Extrakcia dát: DA (hlavný príspevok), HS

Spracovanie údajov: DA

Formálna analýza: HS, Sunarno

Plán kvantitatívnej syntézy a metaanalýzy: HS (hlavný)

Očakávané príspevky tejto analýzy sú trojaké: (1) syntetizovať fragmentované dôkazy týkajúce sa možných súvislostí medzi expozíciou EMW a výsledkami tehotenstva, pričom sa starostlivo zohľadní kvalita štúdie a skreslenie; (2) kriticky zhodnotiť metodiky hodnotenia expozície a identifikovať medzery vo výskume, najmä pokiaľ ide o dozimetriu v reálnom čase a gestačné načasovanie expozície; a (3) podporiť diskusiu založenú na dôkazoch a budúce smery výskumu, a nie definitívne závery o riziku, v súlade s preventívnymi zásadami navrhnutými medzinárodnými organizáciami, ako sú WHO a ICNIRP.

## Plán šírenia

Zistenia tohto systematického prehľadu budú šírené prostredníctvom publikácií v recenzovaných časopisoch s otvoreným prístupom a prezentácií na relevantných vedeckých konferenciách. Okrem toho môžu byť výsledky oznámené akademickým a verejným zdravotníckym zainteresovaným stranám s cieľom uľahčiť transparentnú interpretáciu založenú na dôkazoch a informovať o budúcich výskumných prioritách.

## Záver

Tento protokol poskytuje štruktúrovaný a reprodukovateľný rámec pre systematickú syntézu dôkazov o expozícii neionizujúcemu elektromagnetickému žiareniu počas tehotenstva. Aplikáciu prísnych metodologických štandardov a transparentných hodnotení kvality sa pripravovaná analýza zameriava na objasnenie súčasného stavu dôkazov a zároveň na explicitné uznanie ich obmedzení. Závery budú formulované opatrne, budú odrážať silu a konzistentnosť dostupných údajov a ich cieľom je podporiť zodpovednú vedeckú interpretáciu a budúci výskum, a nie vyvodit definitívne klinické alebo kauzálne závery.

Riziko hodnotenia skreslenia: HS (prívod), NS,  
Sunarno Validácia (overenie extrakcie údajov): NS  
Vizualizácia: DA  
Administrácia projektu: DA  
Dohľad: HS, Sunarno (vedúci)  
Arbitráž pre skrining nezhôd: Sunarno  
Garant: Sunarno  
Písanie – pôvodný návrh: DA (vedúci)  
Písanie – recenzia a úprava: DA, NS, HS, Sunarno

## Konflikty záujmov

Žiadne vyhlásené.

### Kontrolný zoznam 1

Kontrolný zoznam PRISMA 2020.

[\[Súbor PDF \(súbor Adobe\), 197 KB - Kontrolný zoznam 1 \]](#)

## Referencie

1. Pall ML. Elektromagnetické polia pôsobia podobne v rastlinách ako v živočíchoch: pravdepodobná aktivácia vápnikových kanálov prostredníctvom ich napätového senzora. *Curr Chem Biol.* 19. júla 2016;10(1):74-82. [doi:[10.2174/2212796810666160419160433](https://doi.org/10.2174/2212796810666160419160433) ]
2. Jakymenko I., Sidorik E., Kyrylenko S., Čechun V. Dlhodobé vystavenie mikrovlnnému žiareniu vyvoláva rast rakoviny: dôkazy z radarov a mobilných komunikačných systémov. *Exp Oncol.* jún 2011;33(2):62-70. [Medline: [21716201](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21716201/) ]
3. Ghazanfarpour M, Kashani ZA, Pakzad R a kol. Vplyv elektromagnetického poľa na potrat: systematický prehľad a metaanalýza. *Open Med.* 14. mája 2021;16(1):1628-1641. [doi:[10.1515/med-2021-0384](https://doi.org/10.1515/med-2021-0384) ]
4. Razavimoghadam M, Sefidkar R, Ehrampoush MH, Teimouri F, Hassanabadi MHZ, Nokhostin F. Súvislosť medzi vystavením široko používaným elektromagnetickým vlnám a výsledkami tehotenstva a pôrodu u žien v Yazde: kohortová štúdia. *BMC Pregnancy Childbirth.* 11. apríla 2025;25(1):427. [doi:[10.1186/s12884-025-07512-4](https://doi.org/10.1186/s12884-025-07512-4) ] [Medline:[40217134](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40217134/) ]
5. Zhou F, Ma C, Li Y, Zhang M, Liu W. Vplyv extrémne nízkofrekvenčného elektromagnetického žiarenia na výsledok tehotenstva: metaanalýza. *Afr J Reprod Health.* Máj 2023;27(5):95-104. [doi:[10.29063/ajrh2023/v27i5.9](https://doi.org/10.29063/ajrh2023/v27i5.9) ] [Medline: [37584934](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37584934/) ]
6. Irani M, Aradmehr M, Ghorbani M, Baghani R. Expozícia elektromagnetickému poľu a potrat u tehotných žien: systematický prehľad a metaanalýza. *Malays J Med Sci.* Okt 2023;30(5):70-80. [doi:[10.21315/mjms2023.30.5.6](https://doi.org/10.21315/mjms2023.30.5.6) ] [Medline:[37928787](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37928787/) ]
7. Cordelli E, Ardoino L, Benassi B a kol. Účinky vystavenia rádiofrekvenčnému elektromagnetickému poľu (RF-EMF) na výsledky tehotenstva a pôrodu: systematický prehľad experimentálnych štúdií na cicavcoch okrem človeka. *Environ Int.* október 2023;180:108178. [doi:[10.1016/j.envint.2023.108178](https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.108178) ] [Medline:[37729852](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37729852/) ]
8. Elektromagnetické polia. Svetová zdravotnícka organizácia. URL:[https://www.who.int/health-topics/electromagnetic-fields#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/electromagnetic-fields#tab=tab_1) [Prístup 2026-02-06]
9. Medzinárodná komisia pre ochranu pred neionizujúcim žiarením (ICNIRP). Usmernenia pre obmedzenie vystavenia elektromagnetickým poliam (100 kHz až 300 GHz). *Health Phys.* 2020;118(5):483-524. [doi:[10.1097/HP.0000000000001210](https://doi.org/10.1097/HP.0000000000001210) ]
10. Li DK, Chen H, Ferber JR, Odouli R, Quesenberry C. Vystavenie neionizujúcemu žiareniu z magnetického poľa a riziko potratu: prospektívna kohortová štúdia. *Sci Rep.* 13. decembra 2017;7(1):17541. [doi:[10.1038/s41598-017-16623-8](https://doi.org/10.1038/s41598-017-16623-8) ] [Medline:[29235463](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29235463/) ]
11. Takei R, Nagaoka T, Nishino K, Saito K, Watanabe S, Takahashi M. Špecifická miera absorpcie a zvýšenie teploty u tehotných žien v 13., 18. a 26. týždni tehotenstva v dôsledku elektromagnetického žiarenia zo smartfónu. *IEICE Commun Express.* 2018;7(6):212-217. [doi:[10.1587/comex.2018XBL0026](https://doi.org/10.1587/comex.2018XBL0026) ]
12. Liu D, Li C, Kang Y, Zhou Z, Xie Y, Wu T. Numerická analýza neúmyselného vystavenia dojčiat elektromagnetickým poliam s rovinnou vlnou 3,5 GHz pomocou poľného testu bezdrôtových technológií piatej generácie. *Radio Sci.* Sep 2017;52(9):1140-1148. [doi:[10.1002/2017RS006382](https://doi.org/10.1002/2017RS006382) ]
13. Davis D, Birnbaum L, Ben-Ishai P a kol. Bezdrôtové technológie, neionizujúce elektromagnetické polia a deti: identifikácia a znížovanie zdravotných rizík. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care.* Feb 2023;53(2):101374. [doi:[10.1016/j.cppeds.2023.101374](https://doi.org/10.1016/j.cppeds.2023.101374) ] [Medline:[36935315](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36935315/) ]
14. Wdowiak A, Mazurek PA, Wdowiak A, Bojar I. Vplyv elektromagnetických vln na ľudskú reprodukciu. *Ann Agric Environ Med.* 31. marca 2017;24(1):13-18. [doi:[10.5604/12321966.1228394](https://doi.org/10.5604/12321966.1228394) ] [Medline:[28378967](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28378967/) ]
15. Cervellati F, Franceschetti G, Lunghi L a kol. Vplyv vysokofrekvenčných elektromagnetických polí na trofoblastické konexíny. *Reprod Toxicol.* Júl 2009;28(1):59-65. [doi:[10.1016/j.reprotox.2009.03.010](https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2009.03.010) ] [Medline:[19490996](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19490996/) ]

16. Abtin S, Seyedaghamiri F, Aalidaeijavadi Z a kol. Prehľad dôsledkov molekulárnych a genomických zmien po vystavení elektromagnetickým poliám: remodelácia neurónovej siete a kognitívne zmeny. *Brain Res Bull.* 15. októbra 2024;217:111090. [doi:[10.1016/j.brainresbull.2024.111090](https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2024.111090)] [Medline:[39349259](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39349259/)]
17. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM a kol. Vyhlásenie PRISMA 2020: aktualizované usmernenie pre podávanie správ o systematických prehľadoch. *BMJ.* 29. marca 2021;372:n71. [doi:[10.1136/bmj.n71](https://doi.org/10.1136/bmj.n71)] [Medline:[33782057](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33782057/)]
18. Borenstein M, Higgins JPT, Hedges LV, Rothstein HR. Základy metaanalýzy: Iznie je absolútnou mierou heterogenity. *Res Synth Methods.* Marec 2017;8(1):5-18. [doi:[10.1002/jrsm.1230](https://doi.org/10.1002/jrsm.1230)] [Medline:[28058794](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28058794/)]
19. Guyatt G, Oxman AD, Akl EA a kol. Pokyny GRADE: 1. Úvod – profily dôkazov GRADE a tabuľky so súhrnom zistení. *J Clin Epidemiol.* Apríl 2011;64(4):383-394. [doi:[10.1016/j.jclinepi.2010.04.026](https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2010.04.026)] [Medline:[21195583](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21195583/)]
20. Amandokht Saghezchi S, Azad N, Heidari R a kol. Vplyv prenatálnej expozície rádiových frekvencií 2,4 GHz na histológiu a expresiu osteokalcínu a génu RUNX2 prednej končatiny u myši NMRI. *J Lasers Med Sci.* 2019;10(4):283-289. [doi:[10.15171/jlms.2019.46](https://doi.org/10.15171/jlms.2019.46)] [Medline:[31875120](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31875120/)]
21. Medzinárodná komisia pre ochranu pred neionizujúcim žiarením (ICNIRP). Usmernenia pre obmedzenie vystavenia časovo premenlivým elektrickým, magnetickým a elektromagnetickým poliám. *Health Phys.* 1998;74:494-522. [Medline:[9525427](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9525427/)]
22. Karatsi I, Bakogianni S, Koulouridis S. Posúdenie elektromagnetickej expozície dieťaťa a tehotnej ženy vo výťahu v oblasti mobilných frekvencií. *Telecom.* 2025;6(3):52. [doi:[10.3390/telecom6030052](https://doi.org/10.3390/telecom6030052)]
23. Tsarna E, Reedijk M, Birks LE a kol. Súvislosti medzi používaním mobilného telefónu matkou počas tehotenstva, trvaním tehotenstva a rastom plodu v 4 kohortách pôrodov. *Am J Epidemiol.* 1. júla 2019;188(7):1270-1280. [doi:[10.1093/aje/kwz092](https://doi.org/10.1093/aje/kwz092)] [Medline:[30995291](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30995291/)]
24. Wang H, Tong J, Cao Y. Bunková senescencia a choroby súvisiace s vekom vyvolané neionizujúcim žiarením. *Radiat Med Prot.* jún 2024;5(2):68-74. [doi:[10.1016/j.radmp.2024.04.002](https://doi.org/10.1016/j.radmp.2024.04.002)]
25. Kömürcü Karuserci Ö, Çöl N, Demirel C. Môže mať vystavenie elektromagnetickému poľu počas tehotenstva negatívny vplyv na antropometrické miery novorodenca? *Cukurova Med J.* 2019;44:290-295. [doi:[10.17826/cumj.568315](https://doi.org/10.17826/cumj.568315)]
26. Ahlbom IC, Cardis E, Green A a kol. Prehľad epidemiologickej literatúry o EMF a zdraví. *Environ Health Perspect.* December 2001;109(Dodatok 6):911-933. [doi:[10.1289/ehp.109-1240626](https://doi.org/10.1289/ehp.109-1240626)] [Medline:[11744509](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11744509/)]
27. Kivrak EG, Yurt KK, Kaplan AA, Alkan I, Altun G. Účinky vystavenia elektromagnetickým poliám na antioxidačný obranný systém. *J Microsc Ultrastruct.* 2017;5(4):167-176. [doi:[10.1016/j.jmau.2017.07.003](https://doi.org/10.1016/j.jmau.2017.07.003)] [Medline:[30023251](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30023251/)]

## Skratky

**Elektromagnetické pole:**elektromagnetické

pole **EMT:**elektromagnetická vlna

**STUPŇA:**Hodnotenie odporúčaní, hodnotenie, vývoj a hodnotenie

**PICOS:**Intervencia v populácii (alebo expozícia v prípade observačných štúdií) Porovnávacie výsledky Návrh štúdie

**PRISMA-P:**Preferované položky hlásenia pre protokoly systematického prehľadu a metaanalýzy **PROSPERO:**

Medzinárodný prospektívny register systematických prehľadov **RF:**rádiová frekvencia

**STROBOSKÓP:**Posilnenie podávania správ o observačných štúdiách v epidemiológii

*Editoval Javad Sarvestan; recenzovali Alessandra A. Vireque, Kerry EE Mills; odoslané 31. októbra 2025; finálna revidovaná verzia doručená 8. januára 2026; prijaté 9. januára 2026; publikované 30. marca 2026*

*Prosím, citujte ako:*

*Armalina D, Susilaningsih N, Sutanto H, Sunarno S*

*Stanovenie vplyvu neionizujúcich elektromagnetických vln na tehotenstvo a teratogenitu u ľudí: Protokol pre systematický prehľad a metaanalýzu*

*JMIR Res Protoc 2026;15:e86479*

*URL:<https://www.researchprotocols.org/2026/1/e86479>*

*doi:[10.2196/86479](https://doi.org/10.2196/86479)*

© Desy Armalina, Neni Susilaningsih, Heri Sutanto, Sunarno Sunarno. Pôvodne publikované v JMIR Research Protocols (<https://www.researchprotocols.org>), 30. marca 2026. Toto je článok s otvoreným prístupom distribuovaný podľa podmienok licencie Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), čo umožňuje neobmedzené používanie, distribúciu a

reprodukcia v akomkoľvek médiu za predpokladu, že pôvodné dielo, prvýkrát publikované v JMIR Research Protocols, je riadne citované. Úplné bibliografické informácie, odkaz na pôvodnú publikáciu na <https://www.researchprotocols.org>, ako aj tieto informácie o autorských právach a licencií musia byť zahrnuté.