



B

# Nizkofrekvenčna elektromagnetna polja in človeško okolje





## UVOD

Elektromagnetna polja so v naravi nekaj običajnega. Naravna električna in magnetna polja prevevajo zemljo, ozračje in neposredno vesolje okoli zemlje. Celo ljudje smo vir elektromagnetnih polj različnih frekvenc. Poleg naravnih so tudi umetni viri, ki morda ljudem niso neškodljivi. V tem razdelku se učenci spoznajo s temi polji v našem okolju.

*Pomni: Najnovejše raziskave so pokazale, da je nizkoenergijsko elektromagnetno sevanje ljudem neškodljivo v primerjavi z visokoenergijskim sevanjem pri rentgenu ali magnetni resonanci. Tako imenovani elektromagnetni smog, ki ga oddajajo na primer mobilni telefoni, pa je vendarle zelo vroča tema v javnih razpravah.*

### Ključni pojmi:

Fizika (magneti in elektromagneti; generator; Faradayev zakon; Maxwellov zakon; elektromagnetno polje; spekter sevanja); matematika (diagrame enačb); okolje (onesnaževanje).

### Starost:

Ta razdelek je namenjen učencem, starim od 12 do 19 let:

- Od 12 do 14 let: anketa, meritve indukcije magnetnega polja in kvalitativna analiza.
- Od 15 do 19 let: anketa, meritve indukcije magnetnega polja, kvantitativna analiza, priprava diagramov.

## SREDSTVA

Grafične elemente in vprašalnike lahko pripravite s preglednicami, na primer v Microsoftovem Excelu ali Open Officeu.

V spletu najdemo brezplačna orodja za pripravo vprašalnikov, na primer Google Docs (za dokumente in preglednice).

Meritve lahko opravite s pametnimi telefoni, če zmorejo meriti elektromagnetno polje. Na voljo je več brezplačnih programčkov zanje.

## JEDRO

Naslednje diagnostične in terapevtske naprave, ki se uporabljajo v zdravstvu, so lahko vir elektromagnetnih polj: rentgenski aparat, računalniški tomograf, magnetni resonator, naprave za magnetno terapijo in magnetno stimulacijo ter naprave za diatermijo.

Nadaljnji umetni viri so: elektrovi, radijske in televizijske postaje, naprave za radionavigacijo in radiolokacijo, mobilni telefoni, vsakdanje električne naprave. Gostejšo prisotnost teh virov imenujemo elektromagnetni smog.

Na anketo, ki naj bi pokazala, kakšno je povprečno poznavanje elektromagnetnih polj z nizko frekvenco v teh napravah, je odgovorilo 1000 učencev. Rezultati so bili zaskrbljujoči. Le 14 % vprašanih je sploh kaj vedelo o elektromagnetnem smogu, izmed teh pa jih je le 5 % znalo pojem pravilno definirati. Na vprašanje »Prosim, navedite elektromagnetne vire, ki jih poznate«, jih kar 36 % ni znalo navesti niti enega. Drugi so izpostavili naprave, navedene v vprašalniku.

Na osnovi vprašalnikov lahko razvrstimo naprave po njihovi potencialni škodljivosti. Da bi preverili veljavnost razvrstitve, lahko izmerimo magnetno polje, ki obdaja naprave. V ta namen smo uporabili merilnik polja v pametnem telefonu. Rezultati meritev so pokazali, da razvrstitev, ki so jo napravili učenci, ni bila pravilna.

### Vhod

Splošni cilj je, analizirati elektromagnetna polja v našem okolju in izboljšati razumevanje te tematike.

Učenci izpolnijo računalniški vprašalnik. Zbiranje podatkov lahko poenostavite z brezplačnim spletnim orodjem. S tem lahko oblikujete formular. Učenci lahko sledijo internetni povezavi in tako pridejo do formularja. Vse zbrane podatke lahko vnesejo v preglednico, ki jo lahko prenesete k sebi v zaželeni obliki. Takoj lahko rezultate iz ankete preoblikujete v odstotke in diagrame na preglednici. Lahko tudi izdelate nove diagrame v preglednicah.

Zatem lahko učenci izmerijo spremembo magnetnega polja pri različnih vsakdanjih napravah (linearno in tridimenzionalno). To storijo z magnetometrom v pametnem telefonu.



Magnetno indukcijo izmerijo na razdaljah z intervali po 10 cm ① in rezultate vnesejo v diagram.

Porazdelitev magnetnega polja, izmerjena v ravnini (izolinije). ② ③

#### Analiza

Učenci iz podatkov, zbranih v anketi, in meritev izdelajo diagrame. Te potem analizirajo in o njih razpravljajo.

Na vprašanje, ki ga na primer dobijo učenci, »prosim, navedite zglede elektromagnetnih polj, ki jih poznate«, sta možna odgovora »Poznam ...« in »Ne poznam ...«. Rezultati so lahko prikazano na okroglem diagramu.

Na vprašanje »Ste že kdaj slišali za 'elektromagnetni smog'?« je možnih več odgovorov, zato lahko uporabite palični diagram.

Odgovore na vprašanje »Katere naprave po vašem mnenju negativno vplivajo na vaše zdravje?« je mogoče prikazati na diagramu  $y(x)$  ( $x$  – ime naprave;  $y$  – število ljudi).

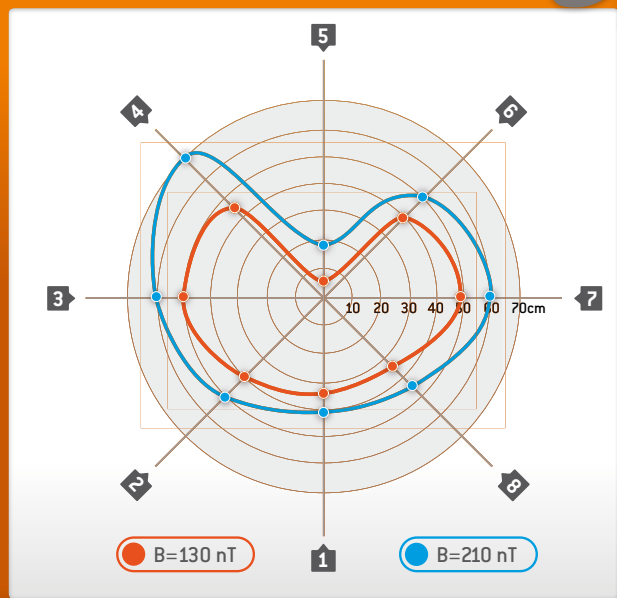
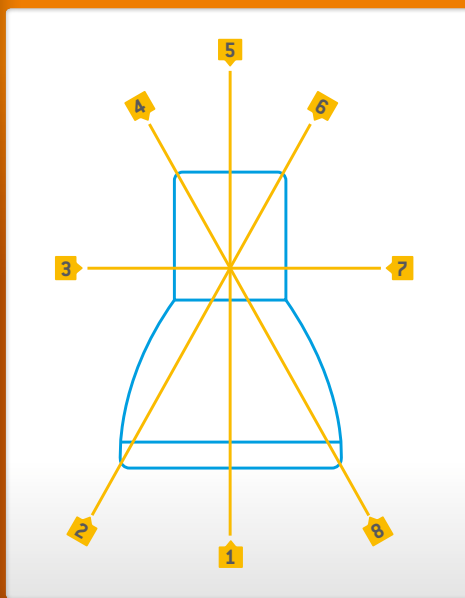
Učenci lahko potem matematično obdelajo meritve (zaradi nenatančnih merilnih naprav in človeških čutov lahko pri meritvah pride do nenatančnosti). Rezultate je mogoče zbrati v tabeli.

Zgled: »Velikost magnetne indukcije  $B$  (nT) določenega kosa električne opreme (z uporabo meritev učencev) v odvisnosti od barvno označene razdalje«. ④ ⑤

Na koncu analize lahko primerjajo jakost magnetnega polja opreme s časom izpostavljenosti (na primer diagram  $y(x)$ :  $x$  – indukcija magnetnega polja  $B$  (nT) in čas izpostavljenosti  $t$  (h) – tedenski odmerek;  $y$  – ime opreme).



#### ② ③ Porazdelitev magnetnega polja, izmerjena v ravnini (izolinije)



#### 4 Velikost magnetne indukcije določenega kosa električne opreme

razdalja do vira [cm] >	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
<b>sesalec »Philips«</b>	19,755	5,695	2,560	1,200	754	461	331	247	187	162	136	109	103
<b>računalniški monitor</b>	666	225	109	63	50	41	30						
<b>sušilec za lase »Braun«</b>	3,940	1,043	464	206	133	85	69	51					
<b>brivnik »Privileg«</b>	19,980	9,450	3,320	1,432	844	500	341	232	180	127	102	78	67

#### Izhod

Velikost indukcije magnetnega polja naprav (to ponavadi podajo proizvajalci) in čas izpostavljenosti sta zelo pomembna pri analiziranju vpliva magnetnega polja na ljudi. Tudi informacija o izpostavljenosti določenih delov telesa je zelo pomembna. Učenci lahko razpravljajo o rezultatih analize, izdelajo plakate za druge učence in izmenjujejo rezultate z drugimi razredi in okoliškimi šolami. To lahko storijo s skupnim vikijem ali z objavo spletnega vprašalnika.

Pri razumevanju vpliva močnih elektromagnetnih polj na človeško telo lahko pomaga tudi simulacija izpostavljenosti magnetni resonanci, ki jo najdemo na [phet.colorado.edu/en/simulation/mri](http://phet.colorado.edu/en/simulation/mri).

#### SKLEP

Elektromagnetna polja uravnavajo številne biološke in fiziološke procese v človeškem telesu. Vplivajo na primer na zgradbo beljakovinskih sestavin v membranskih kanalih in razporeditev ionov. Vplivajo na tekoče kristale v telesu, še posebej na tiste, ki sestavljajo biološke membrane.

Možnost vpliva nizkofrekvenčnih elektromagnetnih polj na človeško okolje je ključen problem, kot pa se je pokazalo z vprašalniki, ni dobro poznan. Informiranja povprečnega uporabnika električnih naprav glede te tematike se najprej lotimo z naslavljanjem tega nezavedanja. Ne gre za to, da bi se morali elektromagnetnih polj bati, temveč za to, da problema ne ignoriramo in da naprave pravilno uporabljamo, na primer tako, da jih ne uporabljamo več hkrati, ne sedimo predolgo pred računalniškim zaslonom, izklapljam brezžični internet itd.

#### 5 Velikost indukcije magnetnega polja B [nT] v odvisnosti od razdalje [cm] pri določenem kosu električne opreme

