



Demkó Csaba

Környezetvédelmi mérés technika II: zaj és sugárvédelmi mérések

NSZFI
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:

Általános környezetvédelmi feladatok

A követelménymodul száma: 1214-06 A tartalomlelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-032-50

A HULLADÉKGAZDÁLKODÁS ALAPJAI, RADIOAKTIVITÁSSAL KAPCSOLATOS ALAPFOGALMAK, KÖRNYEZETVÉDELMI MÉRÉSEK

ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

A környezetgazdálkodási tevékenység egyik kiemelt feladatkörének tekinthető a hulladékgazdálkodás. A keletkezett hulladékok jelentős részét értékes alapanyagként, illetve másodnyersanyagként és másodlagos energiaforrásként hasznosítható. A hulladékok előkészítése, a hasznos összetevők (fémek, műanyagok, üveg, papír, illetve szerves anyagok) elkülönítetten történő kinyerése nemcsak az elhelyezés gondjait enyhíti, illetve oldja meg, hanem hasznos nyersanyagokat szolgáltat a gazdaságnak. A hulladékokban találhatóak veszélyes radioaktív hulladékok is.

A hulladékgazdálkodással kapcsolatban az alábbi kérdések vetődnek fel, melyek megtárgyalása nagyon fontos. Milyen alapelvek szerint történik a hulladékgazdálkodás? Hogyan csoportosítjuk a hulladékokat? Mitől veszélyes a radioaktív hulladék? Hogyan vizsgáljuk meg a hulladékok egyes jellemzőit?

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

A HULLADÉKGAZDÁLKODÁS ÁLTALÁNOS ALAPELVEI:

A hulladékok az anyagi rendszereknek egy sajátos csoportját alkotják. Amíg az anyagi rendszereknek egyes csoportjai szerkezeti – mechanikai, fizikai, kémiai stb. – anyagi jellemzőkkel egyértelműen meghatározhatók, addig abban, hogy egy adott anyag hulladéknak minősül-e vagy sem, az anyagi jellemzőkkel azonos súlyú szerepet játszanak a társadalmi, gazdasági tényezők is. Tehát az, hogy egy adott anyagot, tárgyat stb. a társadalom hulladéknak tart-e vagy sem, függ az egyének anyagi helyzetétől, a társadalmi, a műszaki és a gazdasági fejlettség szintjétől. A hulladékok osztályozása nem egységes, az egyes osztályozási szempontok lényegében átfedik egymást, illetve a hulladék megjelölése gyakran több egymással párhuzamos megnevezés alkalmazásával történik. A hulladékok tételes jegyzékét a hulladékok jegyzékéről szóló 16/2001. (VII.18.) KöM rendelet tartalmazza. Ez az érvényes EU lista alapján készült hulladékkatalógus. A jegyzék alapvetően a hulladék eredete és anyagi tulajdonságai szerinti osztályozást tartalmaz a gyakorlati nyilvántartás és szabályozás egységesítésének érdekében. Külön jelzi a veszélyesnek minősülő hulladékokat, így a radioaktív hulladékokat is. Radioaktív hulladéknak azokat a radioaktivitást tartalmazó anyagokat tekintjük, amelyek további felhasználásra már nem alkalmasak, illetve amelyek felhasználójának, birtokosának nincs szándékában azokat a távolabbi jövőben sem újrahasznosítani. A későbbiekben tárgyalásra kerülő témák megértése érdekében szükséges a radioaktivitással kapcsolatos alapfogalmak előzetes tisztázása.

A radioaktivitással kapcsolatos alapfogalmak:

Radioaktív hulladékok csoportosítása:
halmazállapot szerint: szilárd, biológiai eredetű, folyékony és nem tűzveszélyes, folyékony és tűzveszélyes, valamint légnemű radioaktív hulladékok;

hőfejlődés szerint: kis és közepes aktivitású radioaktív hulladéknak minősül az a hulladék, amelyben a hőfejlődés az elhelyezés (és tárolás) során elhanyagolható, míg nagy aktivitású az a hulladék, melynek hőtermelését figyelembe kell venni;

aktivitáskoncentráció szerint: kis-, közepes- és nagy aktivitású radioaktív hulladékok;

a hulladékban jelenlévő radionuklidok felezési ideje szerint: rövid, közepes és hosszú élettartamú radioaktív hulladékok.

A kémiai elemek kémiai módszerekkel tovább már nem bontható, önmagukban még önálló kémiai reakcióra képes részecskéi, az atomok. Az atomok központi részei az atommagok, amelyek nukleonokból (protonok és neutronok) állnak, térfogatuk az atom térfogatához képest kicsi (sugara az atom sugará-nak 10^{-5} -szerese), ugyanakkor tömegük az atom teljes tömegével majdnem megegyező. A protonok az atommagban lévő pozitív töltésű részecskék, amelyek meghatározzák az elem tulajdonságait. Számuk azonos az elektronok számával, ezért az atommag elektromosan semleges. A neutronok az atommag elektromosan semleges részecskéi, melyek száma egy adott elem atomjaiban változhat. Az elektronok a mag körüli elektronhéjakon lévő kis tömegű negatív töltésű részecskék. Az elektronhéjak, vagy energiaszintek az atommag körül elhelyezkedő térfokok, amelyeken belül található az elektronok. Egy atomnak maximum hét elektronhéja lehet (elnevezésük belülről kiindulva: K, L, M, N, O, P, és Q héj)

A kötési energia az az energia, amely az atom vagy az atommag alkotó részeire bontásához szükséges. Minél nagyobb az atom, vagy az atommag kötési energiája, annál stabilabb. Az atom potenciális energiája kisebb, mint az egyes alkotórészek potenciális energiájának az összege. Természeti törvény az energia minimumra való törekvés, ill. a legnagyobb stabilitású ún. alapállapot elérése. Ez alkotóelemek leadásával vagy felvételével jár, amely energia felszabadulást eredményez.

A nukleáris erő az atommagban a nukleonokat összetartó és ugyanakkor a protonok közötti elektromos taszítóerőt legyőző erő. Minél nagyobb a nukleáris vonzóerő, annál nagyobb a kötési energia.

Az atomi energia egysége egyenlő azzal a kinetikus energiaváltozással, amelyet 1 V gyorsítófeszültség hatására egy elektron szerez, ez az elektronvolt (eV)

$$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

A nukleáris energia egysége a megaelektronvolt (MeV)

$$1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

A tömegszám az atommagban lévő nukleonok (protonok és neutronok) száma, az atom relatív atomtömegéhez legközelebb álló egész szám.

A relatív atomtömeg az elem egyetlen atomjának a tömege, egy meghatározott atomtömeg egységben. Ez a szám megmutatja, hogy az adott elem atomjának tömege, hány-szorosa a 12-es tömegszámú szénatom (^{12}C -izotóp) tömege $1/12$ részének. Tekintettel arra, hogy figyelembe veszik az adott elem izotópjait is, ezek nem egész számok.

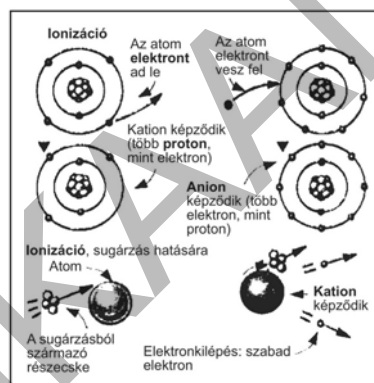
A rendszám az atommagban lévő protonok száma.

Az adott elem tömegszámát a felső, a rendszámát az alsó indexben adjuk meg az elem vegyjele előtt, pl. ^{238}U , ill. ^{92}U .

Az ugyanazon rendszámú, de eltérő tömegszámú (eltérő neutron számú) elem atomjai az izotópok. Így pl. a szénnek három izotópja létezik; ^{12}C (neutronok száma 6), ^{13}C (neutronok száma 7), ^{14}C (neutronok száma 8). Minden elemnek van természetes vagy mesterségesen előállított (monoizotópikus elemek) izotópja.

A radioaktivitás az instabil atommagok tulajdonsága, melynek során az atom sugárzás formájában energiát bocsát ki és e közben más elem atomjai jönnek létre. Ez a folyamat a radioaktív bomlás, melynek azaz oka, hogy az adott nuklidok igyekeznek minimális energiaállapotba kerülni, ill. az energia minimumnak megfelelő proton: neutron arányt kialakítani. Így pl. ha az atommagban neutron felesleg van, akkor ettől β -sugárzással képes megszabadulni.

A radioaktív atommag spontán hasadása során ionizáló α -részecs-kék (α -sugárzás), β -részecskék (β -sugárzás) kibocsátására és γ -sugárzásra kerül sor. Az ionizáció az a folyamat, melynek során az elektromosan semleges atomok elektronok leadásával vagy felvételével pozitív töltésű kationokká, vagy negatív töltésű anionokká alakulnak. (1. ábra) A sugárzáskor az alfa-, ill. a béta-részecskék ionizálják azon közeg atomjait, amelyen keresztül haladnak, tekintettel arra, hogy ezek a nagy energiájú részecskék képesek egy vagy több elektront kilökní az atomból. Ugyancsak ionizálásra képes a gamma sugárzás is.

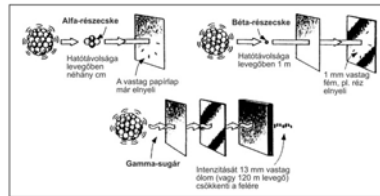


1. ábra az ionizáció folyamata

Az α sugarak keskeny nyaláb formájában a mágneses térben elhajlanak. A nagy sebesség és mozgási energia következtében a sugarak áthatoló képessége viszonylag nagy. Normál nyomású levegőben a részecskék a molekulákkal való ütközés következtében hamar lefékeződnek, így hatótávolságuk csak néhány cm. Nagy az ionizáló hatásuk, de kis hatótávolságuk miatt csak akkor veszélyesek, ha az emberi szervezetbe kerülnek

A β részecskék ionizáló képességük kisebb, mint az α -részecskéké. A részecskék tömege az α -részecskéknél kisebb, de a nagy sebesség miatt hatótávolságuk levegőben néhány méter. Ionizáló képességük gyengébb, mint az alfa részecskéké.

γ -sugárzás általában az α -vagy a β -sugárzás kísérője, amely egy diszkrét energiájú, igen kis hullámhosszú elektromágneses sugárzás. A gerjesztett magból ered, nem következik be sem a rendszám, sem a tömegszám megváltozása. A gamma sugárzás azonban gyakran lehet az elektronbefogás (a mag protonja befog egy héj elektront és neutronná egyesül) kísérője. Ilyen esetben a rendszám eggyel csökken és így új elem keletkezik.



2. ábra Az α - β - és γ -sugárzás hatótávolsága és áthatoló képessége

A radioaktív anyagok származhatnak mind természetes, mind antropogén forrásokból. A származástól függetlenül előfordulhatnak valamennyi környezeti elemben.

Az összes Radioaktív hulladéknak azokat a radioaktivitást tartalmazó anyagokat tekintjük, amelyek további felhasználásra már nem alkalmasak, illetve amelyek felhasználójának, birtokosának nincs szándékában azokat a távolabbi jövőben sem újrahasznosítani.

Az összes β aktivitás mérése

Az összes β aktivitás mérés előkészítése folyadék mintákból:

Minta előkészítés: A felrázással homogenizált minta pH-ját 2-re állítjuk, majd infralámpa, vagy vízfürdő alatt szárazra pároljuk. A bepárlási maradékot 105 °C-on súlyállandóságig kiszárítjuk, exsikkátorban szobahőmérsékletűre hűtjük. Feldolgozásig itt tároljuk. Erőművi eredetű vízminták vizsgálata esetén minden felhasználásra kerülő tálon előzetesen háttérmérést hajtunk végre.

összes β aktivitás mérése előtt a minta és a mérőtál együttes tömegét analitikai mérlegen lemérjük és a mérési határfok meghatározása céljából kiszámítjuk a mérendő minta szárazanyag tömegét. γ -spektrometriai méréshez eldobható alumínium tálban fejezzük be a vízminta bepárlását. A γ -spektrum felvétele után a minta ^{90}Sr mérésre kerülhet. A vízminták lebegőanyag tartalmának aktivitáskoncentrációját a lebegőanyagot tartalmazó szűrőpapír aktivitáskoncentrációjának meghatározásával végezhető el.

Az összes β aktivitás mérés előkészítése szilárd halmazállapotú mintákból:

A módszer különböző eredetű szilár halmazállapotú minták összes β , γ -spektrometriai és ^{90}Sr mérésre történő előkészítésre alkalmas. A minta aprítása, homogenizálása után szárítószekrényben 105°C -on súlyállandóságig szárítjuk. Az 1 mm-nél nagyobb átmérőjű szemcséket szitálással eltávolítjuk. A mintát mérésig műanyag dobozban tároljuk. Összes β -méréshez 0,5–1,5 g mintát mérünk be négy tizedes pontossággal acél mérőtálba. A γ -spektrometriai méréshez kb 250 ml-t töltünk műanyag mérődobozba és mérjük a tömegét egy tizedes pontossággal. ^{90}Sr méréshez 5–10 g mintát mérünk be porcelán tálba.

Összes β -aktivitás meghatározása:

A pontosan ismert tömegű mintát tartalmazó mérőtálkát a mérőrendszerbe helyezük, és meghatározzuk a mintán és a háttéren mért beütésszámot, valamint az aktivitás mérés idejét. A mintákon mért beütésszám meghatározását minden esetben háttérmérés végrehajtása előzi meg. A mérőhelyek mérési hatásfokának meghatározásához nem higroszkópos tanúsított kálium sókat használunk. Mérőtálba bemérünk 0,1, 0,2, 0,3, 0,5, 0,6, 0,8, 1,0, 1,5, 2,0 g kálium sókat négy tizedes pontossággal (m), majd egyenletesen elosztatjuk. A tálát a detektor alá helyezve mérjük a számlálási sebességet. 1 g természetes kálium másodpercenként 28 β -részecskét emitál. $\eta_m = n_m/28f$ ahol: η_m = a mérőhely hatásfoka m tömegű kálium só esetén, n_m = nettó számlálási sebesség m tömegű kálium sóra (cps), M_K = a kálium moltömege, M_{s_0} = a kálium só moltömege

Milliméter papíron ábrázoljuk a $\eta = f(m)$ -t és az adott m tömegű mintához minden mérésnél leolvassuk a β -mérés hatásfokát. Erőművi minták esetében a mérőhelyek hatásfokának meghatározásához tanúsított ^{90}Sr sugárforrást használunk. Minden mérés alkalmával ellenőrizni kell a mérőhelyek hatásfokát.

Az eredmények kiszámítása: $A = \frac{N_M - N_H}{\eta t} V, m_{sz}, m_{ny}$ ahol: A = A minta aktivitás

koncentrációja (Bq/l, Bq/kg), N_M = a mintán mért beütésszám átlaga, N_H = a háttéren mért beütésszám átlaga, η = a béta mérés hatásfoka, t = a minta és a háttér mérési ideje, V = a kiindulási térfogat, m_{sz} = a minta légszár ηt az tömege, m_{ny} = a minta nedves tömege



3. ábra β -aktivitást mérő készülék, ólom torony detektorral.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

A hulladékok viselkedésével, gazdálkodással, veszélyes hulladékok elhelyezésével (különösen a radioaktív hulladékok esetében) kapcsolatos ismerethalmaz megértése, egymásra épülése, nagyon komoly ismereti alapokat igényel. Ahhoz, hogy biztonsággal tájékozódjunk a témában meg kell értenie a hulladékgazdálkodással és a köré épülő jogi és szakmai elvek alapjait. Ezután jöhet az ismeretek alkalmazása a helyzetelemzés, mérés, értékelés. Olvassa el az információ tartalmát! A szöveg elolvasása után foglalja össze saját szavaival a lényegét.

Oldja meg az alábbi feladatokat:

1. Mitől függ, hogy egy anyagot a társadalom hulladéknak tart, vagy sem?
2. Mit nevezünk radiológiai hulladéknak?
3. Hogyan csoportosítjuk a radioaktív hulladékokat?
4. Mi az atommag, izotópok fogalma?
5. A radioaktív atommag ionizációja során milyen részecskéket bocsát ki?
6. Mik az összes β -aktivitás meghatározásának lépései?

Megoldások

1. feladat

Függ az egyének anyagi helyzetétől, a társadalmi, a műszaki és a gazdasági fejlettség szintjétől.

2. feladat

Radioaktív hulladéknak azokat a radioaktivitást tartalmazó anyagokat tekintjük, amelyek további felhasználásra már nem alkalmasak, illetve amelyek felhasználójának, birtokosának nincs szándékában azokat a távolabbi jövőben sem újrahasznosítani.

3. feladat

Halmazállapot szerint: Szilárd, biológiai eredetű, folyékony és nem tűzveszélyes, folyékony és tűzveszélyes, valamint légnemű radioaktív hulladékok.
Hőfejlődés szerint: Kis és közepes aktivitású radioaktív hulladéknak minősül az a hulladék, amelyben a hőfejlődés az elhelyezés (és tárolás) során elhanyagolható, míg nagy aktivitású.
Az a hulladék, melynek hőtermelését figyelembe kell venni; aktivitáskoncentráció szerint: Kis-, közepes- és nagy aktivitású radioaktív hulladékok; a hulladékban jelenlévő radionuklidok felezési ideje szerint: rövid, közepes és hosszú élettartamú radioaktív hulladékok.

4. feladat

Atommagok, amelyek nukleonokból (protonok és neutronok) állnak, térfogatuk az atom térfogatához képest kicsi (sugara az atom sugará-nak 10^{-5} -szerese), ugyanakkor tömegük az atom teljes tömegével majdnem megegyező.

Az ugyanazon rendszámú, de eltérő tömegszámú (eltérő neutron számú) elem atomjai az izotópok. Így pl. a szénnek három izotópja létezik; ^{12}C (neutronok száma 6), ^{13}C (neutronok száma 7), ^{14}C (neutronok száma 8). Minden elemnek van természetes vagy mesterségesen előállított (monoizotópikus elemek) izotópja.

5. feladat

A radioaktív atommag spontán hasadása során ionizáló α -részecs-kék (α -sugárzás), β -részecskek (β -sugárzás) kibocsátására és γ -sugárzásra kerül sor.

6. feladat

Minta előkészítés: A felrázással homogenizált minta pH-ját 2-re állítjuk, majd infralámpa, vagy vízfürdő alatt szárazra pároljuk. A bepárlási maradékot 105 °C-on súlyállandóságig kiszárítjuk, exsikkátorban szobahőmérsékletűre hűtjük. Feldolgozásig itt tároljuk. Erőművi eredetű vízminták vizsgálata esetén minden felhasználásra kerülő tálon előzetesen háttérmérést hajtunk végre. összes β aktivitás mérése előtt a minta és a mérőtál együttes tömegét analitikai mérlegen lemérjük és a mérési határfok meghatározása céljából kiszámítjuk a mérendő minta szárazanyag tömegét. γ -spektrometriai méréshez eldobható alumínium tálban fejezzük be a vízminta bepárlását. A γ -spektrum felvétele után a minta ^{90}Sr mérésre kerülhet. A vízminták lebegőanyag tartalmának aktivitáskoncentrációját a lebegőanyagot tartalmazó szűrőpapír aktivitáskoncentrációjának meghatározásával végezhető el

A pontosan ismert tömegű mintát tartalmazó mérőtálkát a mérőrendszerbe helyezzük, és meghatározzuk a mintán és a háttéren mért beütésszámot, valamint az aktivitás mérés idejét. A mintákon mért beütésszám meghatározását minden esetben háttérmérés végrehajtása előzi meg. A mérőhelyek mérési határfokának meghatározásához nem higroszkópos tanúsított kálium sókat használunk. Minden mérés alkalmával ellenőrizni kell a mérőhelyek határfokát.

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

Húzza alá a felsorolt állítások közül, amelyet helyesnek gondol.

A környezetgazdálkodási tevékenység egyik kiemelt feladatköre a hulladékgazdálkodás. _____

A keletkezett hulladékok jelentős része másodnyersanyagként és másodlagos energiaforrásként már nem hasznosítható. _____

A hulladékok osztályozása egységes alapelvek szerint történik. _____

Radioaktív hulladékokat halmazállapot, hőfejlődés, aktivitáskoncentráció, és felezési idő szerint csoportosítjuk

Az atomok központi részei az atommagok, amelyek protonokból és elektronokból állnak, térfogatuk az atom térfogatához képest kicsi _____

A kötési energia az az energia, amely az atom vagy az atommag alkotó részeire bontásához szükséges. _____

A tömegszám az atommagban lévő nukleonok (protonok és neutronok) száma, az atom relatív atomtömegéhez legközelebb álló egész szám. _____

Minden elemnek van természetes vagy mesterségesen előállított izotópja _____

A β részecskék ionizáló képességük nagyobb, mint az α -részecskéké _____

A radioaktív anyagok származhatnak mind természetes, mind antropogén forrásokból. Előfordulhatnak valamennyi környezeti elemekben. _____

2. feladat

Hogyan készítjük elő összes β -aktivitás mérésre a folyadék és szilárd halmazállapotú mintákat

3. feladat

Számítsa ki a folyadékmintának az összes β -aktivitás koncentrációját, ahol a vizsgálat során az alábbi paraméterek lettek meghatározva: a mintán mért beütésszám átlaga 183, a háttéren mért beütésszám átlaga 77, a béta mérés hatásfoka 83 %, a minta és a háttér mérési ideje 1800 s, a kiindulási térfogat 1000 ml

MEGOLDÁSOK

1. feladat

A környezetgazdálkodási tevékenység egyik kiemelt feladatköre a hulladékgazdálkodás.

A keletkezett hulladékok jelentős része másodnyersanyagként és másodlagos energiaforrásként már nem hasznosítható.

A hulladékok osztályozása egységes alapelvek szerint történik.

Radioaktív hulladékokat halmazállapot, hőfejlődés, aktivitáskoncentráció, és felezési idő szerint csoportosítjuk

Az atomok központi részei az atommagok, amelyek protonokból és elektronokból állnak, térfogatuk az atom térfogatához képest kicsi

A kötési energia az az energia, amely az atom vagy az atommag alkotó részeire bontásához szükséges.

A tömegszám az atommagban lévő nukleonok (protonok és neutronok) száma, az atom relatív atomtömegéhez legközelebb álló egész szám.

Minden elemnek van természetes vagy mesterségesen előállított izotópja

A β részecskék ionizáló képességük nagyobb, mint az α -részecskéké

A radioaktív anyagok származhatnak mind természetes, mind antropogén forrásokból. Előfordulhatnak valamennyi környezeti elemben.

2. feladat

Folyadék minta előkészítés: A felrázással homogenizált minta pH-ját 2-re állítjuk, majd infralámpa, vagy vízfürdő alatt szárazra pároljuk. A bepárlási maradékot 105 °C-on súlyállandóságig kiszárítjuk, exsikkátorban szobahőmérsékletűre hűtjük. Feldolgozásig itt tároljuk. Erőművi eredetű vízminták vizsgálata esetén minden felhasználásra kerülő tálon előzetesen háttérmérést hajtunk végre.

Összes β aktivitás mérése előtt a minta és a mérőtál együttes tömegét analitikai mérlegen lemérjük és a mérési határfok meghatározása céljából kiszámítjuk a mérendő minta szárazanyag tömegét. Γ -spektrometriai méréshez eldobható alumínium tálban fejezzük be a vízminta bepárlását. A γ -spektrum felvétele után a minta ^{90}Sr mérésre kerülhet. A vízminták lebegőanyag tartalmának aktivitáskoncentrációját a lebegőanyagot tartalmazó szűrőpapír aktivitáskoncentrációjának meghatározásával végezhető el.

A szilárd minta aprítása, homogenizálása után szárítószekrényben 105 °C-on súlyállandóságig szárítjuk. Az 1 mm-nél nagyobb átmérőjű szemcséket szitálással eltávolítjuk. A mintát mérésig műanyag dobozban tároljuk. Összes β -méréshez 0,5–1,5 g mintát mérünk be négy tizedes pontossággal acél mérőtálba. A γ -spektrometriai méréshez kb 250 ml-t töltünk műanyag mérődobozba és mérjük a tömegét egy tizedes pontossággal. ^{90}Sr méréshez 5–10 g mintát mérünk be porcelán tálba.

3. feladat

$$A = (N_M - N_H) / \eta t (V, m_{sz}, m_{ny}) \quad N_M = 183, \quad N_H = 77, \quad \eta = 83 \%, \quad t = 1800 \text{ s}, \quad V = 1000 \text{ ml}$$

$$A = (N_M - N_H) / \eta t (V, m_{sz}, m_{ny}) = (183 - 77) / 0,83 \times 1800 \times 1000 = 0,070 \text{ Bq/l}$$

MUNKANYAG

ZAJ, ZAJJAL KAPCSOLATOS ALAPISMERETEK, A ZAJMÉRÉS

ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

Zajszennyezés, települési egészségügy

A zajszennyezés a környezetvédelem mostohagyereke, miközben Földünkön évente egy decibellel nő a háttérzaj mértéke.

A folyamatos és erős lárma ártalmi – alapos kutatások híján – felmérhetetlenek, de abban minden szakértő egyetért, hogy a halláskárosodás csupán egyike a következményeknek. Hosszabb időn át 85 decibel feletti zajban tartózkodva időszakos vagy akár maradandó halláskárosodás léphet fel. Magyarország lakosságának tizede, azaz egymillió ember nagyothalló. Ebből legalább kétszázezer embernek lenne szüksége hallókészülékre, ezzel szemben évente csupán harmincezer ember jut hozzá társadalombiztosítási támogatással.

E-tények alapján milyen visszafordíthatatlan károsodások következnek be?
Milyen zajszennyezésben vagyunk kénytelenek élni?
Milyen zajpolitikája van az egyes kormányoknak?
Hogyan mérjük a zajt?

SZAKMAI INFORMÁCIÓ TARTALOM**Bántalmak**

A zajártalom okozta süketülés visszafordíthatatlan folyamat, és sem gyógyszerrel, sem műtéti úton nem gyógyítható. A nagyothallás sokat ront az életminőségen: nehezíti a kommunikációt, a rádióhallgatást, a filmek élvezetét, balesetveszélyes a közlekedésben, végső soron az egyén elszigetelődéséhez vezethet. A tapasztalatok szerint a lassú hallásvesztés öngerjesztő folyamat: aki rosszabbul hall, hangosabbra állítja a rádiót, magnót, televíziót, amitől a helyzete nem javul, esetleg a szomszédja is megsüketül. A zajártalomnak nincsenek azonnal látható, kézzelfogható jelei, és a valóban extrém eseteket (125 dB) leszámítva, nem fáj, nem vérzik. Pedig a lármát egész szervezetünk megsínyli, és a hanggal együtt járó rezgések miatt a füldugó sem segít. A magas zajszint mellett, így nem kellőképpen pihentető alvás önmagában is negatív egészségügyi változások egész sorához elegendő: idegrendszeri bántalmakat okozhat, csökken miatta a koncentrációképesség, megnőhet a reakcióidő, állandó fáradtságot, alvási zavarokat idéz elő, ezen kívül elősegíti a magas vérnyomás, emésztési zavarok és még megannyi baj kialakulását. Egyes tanulmányok szerint a tartós zajártalom akár nyolc-tíz évvel rövidítheti meg az ember életét.



4. ábra hallásvizsgálat

Egy ENSZ-felmérésben az áll, hogy a nagyvárosok vannak a legsúlyosabb helyzetben: ma átlagosan harmincszor zajosabbak, mint a II. világháború előtt. Napvilágot láttak olyan vélekedések is, hogy az időskori halláskárosodás háttérében nem a meghosszabbodott átlagéletkor, hanem az egész életen át elviselt zajszenny áll. Ezt támasztják alá azok az adatok is, melyek szerint a Budapesten élő vagy ott dolgozó emberek 30 éves korukra már nem hallanak tökéletesen, ami nem meglepő, miután fővárosunk Szófia és Barcelona mellett a leglármasabb Európában. Az Európai Unió környezetvédelmi szabályozása című kiadvány úgy tudja, hogy az EU polgárainak 20 százaléka (kb. 80 millió ember) szenved olyan elviselhetetlen zajszinttől, amely minden határértéken túl rombolja a környezetet, és további 170 millióan élnek és dolgoznak az úgynevezett szűrkezőzónában, ahol nem az állandó, csak a napközbeni zajszint jelent komoly gondot. Becslések szerint a budapestiek fele kénytelen állandó erős zajban élni, de az ország más részein sem jobb a helyzet.

Övezeti bontás

A Közlekedéstudományi Intézet az elmúlt években több alkalommal végzett részleges méréseket a fő- és másodrendű utakon: a főbb útvonalakon száz esetből csupán kétszer mértek a nappali (65 dB) határérték alatti zajszintet, és egyszer sem az éjszakai (55 dB) alatt, a mellékutak lakott területen átvezető szakaszain 61 mérésből 59 haladta meg a határértéket. A budapesti vizsgálatok is a közlekedési zaj bemérését szolgálták, itt száz helyszínből 92 bizonyult zajosabbnak a határértéknél, és alig volt különbség a nappali és az éjszakai eredmények között. Ugyanez a vizsgálat mutatta ki, hogy a fővárosiak negyede folyamatosan 70 decibel fölötti zajban él, amihez érdemes hozzátenni, hogy nyugodalmas alvás nem képzelhető el 20 decibeles zajszint fölött. A zajhatárértékeket a környezetvédelmi és az egészségügyi tárca közös rendelete írja elő övezeti bontásban, így más a megengedett zajszint lakóövezetben, mint ipari zónában, és persze a napszakok határértékei is eltérnek egymástól. A problémával foglalkozó szakemberek szerint azonban sürgősen változtatni kellene a "határérték-szemléleten", mert gyakran előfordul, hogy egy újonnan létesített építmény, út hanghatása még belefér ugyan az előírt kategóriába, mégis nagyságrendekkel rontja az érintett környék minőségét. Emiatt szorgalmazzák, hogy inkább az – egyelőre még az unióban is újdonságnak számító – küszöbérték legyen a mérvadó egy-egy beruházás engedélyezésekor. Ez röviden annyit tesz, hogy az eredeti állapothoz képest vizsgálnák a hangerő várható növekedését, és hiába férne bele az adott területre előírt maximális határértékbe, mégis az alacsonyabb zajszintet tekintenék irányadónak. A hazai önkormányzatok mindenesetre nem élnek a jogszabályok adta lehetőséggel, sokuknak egyáltalán nincs zajrendelete, ha pedig van, képtelenek betartatni. Az is a legritkább esetben fordul elő, hogy a zajteher miatt utasítsanak el egy kecsegtető ingatlanfejlesztést. Arra akad példa, hogy a beruházótól megkövetelik a zajszint csökkentését szolgáló passzív eszközök használatát (zajvédő falak, hangszigetelés), de ezek általában hosszabb huzavona után készülnek csak el, és szinte soha nem lesz olyan csend, mint eredetileg.

Zajtérkép, zöld könyv, bírság

A zajszennyezés kérdése igen elhanyagolt területe a hivatalos környezetvédelem és a zöldek tevékenységének egyaránt, pedig mind közül ez a legsúlyosabb probléma. Tény, hogy Magyarországon – egy vidéki város kivételével – még csak zajtérkép sem készült 1995 óta. A környezetvédelmi minisztérium a rendszerváltás után kezdte meg az országos zajállapot felmérését, hat évvel később pedig lefektette egy mindenre kiterjedő terv alapjait, csak hogy a programot végül soha nem kezdték el.

Nem mintha az EU-ban aprólékosan kidolgozott tervek állnának készenlétben: a legfontosabb problémának ismerve el a zajszennyezést, jelenleg komoly viták folynak a zajártalom elleni teendők irányáról, kereteiről és eszközeiről. A zajcsökkentési program első lépéseként összeállították az Európai Bizottság zajra vonatkozó zöld könyvét, amelyben javaslatot tettek a zajkibocsátás felmérési módszereinek összehangolására és az információk kölcsönös cseréjére. A mérési technikák harmonizálására azért van szükség, mert jelenleg igen eltérő – akár egy országon belül is –, egymással sem kompatibilis módszerek vannak forgalomban, így pedig nehéz az összehasonlítás. Az EU számos, első pillantásra egymást kizáró elvárás között vergődik, ennek megfelelően zajpolitikája is szerteágazó képet mutat: egyrészt igyekeznek magát a zajkibocsátást csökkenteni, másrészt fikarcnyit sem csorbítani a szabadpiaci versenyt. Márpedig ha pontosan előírják, hogy egy vekker mekkora zajt csaphat, azzal hátrányos helyzetbe hozhatnak néhány gyártót – óvatosan kell tehát eljárniuk, ami lassú folyamat. A tervek szerint egyre több termék esetében követelik meg zajtanúsítvány kiállítását, de ennek elengedhetetlen feltétele az egységes termékjelzési és mérési rendszer kialakítása, ami szintén nem megy egyik napról a másikra. Az ipari technológiák fejlődésének ütemét figyelve joggal várhatnánk, hogy egyre halkabb, egyre csendesebb gépeket gyártsanak számunkra. A szakemberek úgy gondolják, elsősorban szemléletváltásra van szükség, addig hiába születnek jobbnál jobb műszaki megoldások. Példaként egy teljesen hangtalan porszívó esetét említik a közelmúltból: a termék csúfos kudarcot vallott a piaci bevezetéskor – nem bűgött, ezért senki nem hitte el, hogy működik. Az unió eddig leginkább a közlekedés okozta zajártalmat igyekezett kordában tartani, azon belül is a közúti és légi közlekedés szabályozásában jeleskedett: állítása szerint előírásainak köszönhetően a személygépkocsik által keltett zaj 85 százalékkal, a teherautóké 90 százalékkal csökkent az 1970-es állapotok óta, csak hogy ez az eredmény semmivé olvadt a forgalom gáttalan növekedése következtében.



5. ábra zajvédő fal

A hazai irányvonal szerint is a közlekedés a főbűnös, és zajvédő falakkal, különleges útburkolatokkal, ablakcserékkel igyekeznek csökkenteni a kárt – már ahol. Amikor a település központján zúdul át a forgalom, ott falakat emelni sincs hely, és elkerülő utakra, forgalomlassító szigetekre, körforgalomra lenne szükség, bár ez sem mindig megoldás. Az autópályák fel- és bevezető szakaszain, a fizetős pályák mellett fekvő településeken (például Dabason) félpályás útlezárásokkal, tüntetésekkel tiltakoztak a megnövekedett forgalom keltette zaj-, rezgés- és légszennyezés ellen, eddig csekély sikerrel. A központi környezetvédelmi alap, adott ugyan pénzt a passzív zajvédelmi beruházásokra, de időről időre kevesebbet: kezdetben évente közel 1 milliárd jutott a központi kalapból ilyen célra, 1999-ben már kevesebb mint 20 millió. Ha végleges megoldást nem is, de némi segítséget jelenthetne a zajvédelmi díj bevezetése, illetve a büntetési tételek szigorítása és behajtása.

A szabályozás bonyolult, káros vagy zavaró zaj esetében a települési önkormányzat jegyzője, az illetékes környezetvédelmi felügyelőség, de még a rendőrség is hatóság – ez utóbbi csendháborítás címén intézkedhet. "Laikusként nehéz eligazodni abban a kérdésben, hogy adott esetben kihez célszerű panaszt benyújtani a hatásköri megosztottság miatt, és sajnálatos tény az is, hogy a jogszabályban előírt határértékek, különösen lakott környezetben, jellemzően már nem tarthatók, s ez sok esetben "megbénítja" a hatóságot: a további túllépést sem szankcionálják, pedig a vonatkozó rendelet a zajvédelmi bírság kiszabását kötelezővé teszi. Ennek ellenére érdemes tudni, hogy nemcsak a határértéket meghaladó zaj jogellenes, de "veszélyes mértékűnek minősül az a zaj is, amelyre – jellegéből adódóan – határértéket nem lehet előírni, illetőleg a zajkeltés azonos körülmények között nem ismételtető, de érzékszervi észleléssel megállapíthatóan emberek nyugalmát jelentős mértékben zavarja" – s mint ilyen, szankcionálható lehet(ne).

A Zaj Munkacsoport éppen ezért tervezi egy független panasziroda és tanácsadó hálózat felállítását, ahol jogi és műszaki segítséget nyújtanának a hozzájuk fordulóknak. Gyűjteni, rendszerezni, koordinálni és delegálni szeretnék a problémákat. Bárki besétálhat majd tanácsért, hogy mit tegyen egy túl hangos szellőző, a zavaró kutyaugatás vagy egy zajos busz miatt. Egy ehhez hasonló tanácsadó szolgálat olyan hétköznapi kérdésekben is felvilágosítást adhat, hogy milyen mértékben szennyezzük környezetünket a cipőnk kopogásával, a gondatlanul kiválasztott mobilcsörgéssel, a bekapcsolva hagyott számítógéppel, a rosszul kiegyensúlyozott centrifugával, és hogy illik-e bömbölő rádió mellett kocsit mosni vasárnap reggel.

Az emberi fájdalomküszöb 140 decibelnél van, magasabb értékű zaj már halláskárosodást okozhat, ezen kívül agyi- és idegrendszeri károkat is. Nem csak egyszeri magas szintű behatás okozhat károkat, hanem a zajszennyezett környezetben való hosszú távú tartózkodás. Egyes vélemények szerint Budapest a harmadik legzajosabb város Európában, ahol több millió embert fenyeget a zajártalom. Kutatások erősítik meg a feltételezést miszerint a tartós zajártalom felelős az időskori halláskárosodásért, és 8–10 évvel rövidülő élettartamért.

A zajszennyezés egyre nagyobb méreteket ölt, egyre több a zaj káros hatásai miatt kialakuló betegség és nem csak a munkahelyeken. Mára mindennapossá vált a nagyvárosokban élő hétköznapi emberek nagyothallása és a zajhatások miatt kialakuló fizikai fájdalom. A zaj élettani hatásai:

Egy átlagos, egészséges fül a 20–16000 Hz tartományban érzékeli a hangokat. A hétköznapi társalgás 500–2000 Hz intervallum közé esik. A zaj hatása az átlagos emberi szervezetre: 30 dB-től pszichés, 65 dB-től vegetatív problémák, 90 dB-től károsodnak a hallószervek, 120 dB fizikai fájdalmat okoz, 160 dB-nél átszakad a dobhártya, 175 dB-t nem éljük túl.

Ennek fényében az 1995. évi XXXIII. Törvény a környezet védelmének általános szabályairól új helyzetet teremtett a környezeti zajvédelem területén. A törvény szellemében újrafogalmazott zajvédelmi szabályozás olyan műszaki előírást követel meg, amely tartalmazza mindazon technikai szabályokat, amelyek segítségével zajvédelmi szempontból is élhetőbb feltételeket teremt meg szűkebb és tágabb környezetünkben otthon, közlekedésben, munkahelyeken.

Vizsgáljuk meg a zajmérésnek mint környezetvédelmi mérések milyen célból történnek. A célok lehetnek a zajterhelési és a zajkibocsátási követelményértékek teljesítésének ellenőrzése, háttérterhelés meghatározása, vagy csak egy terület zajállapotának vizsgálata.

A zajvizsgálatok során előforduló fontosabb alapfogalmak:

- **alapzaj:** Olyan, a mérést zavaró zaj, melyet a mérés helyén a mérési idő alatt nem a vizsgált zajforrás okoz, és zavaró hatása mérés technikailag nem kiküszöbölhető.
- **háttérterhelés:** A környezeti zajforrás terhelési területén, a forrás működése nélkül, de a terhelési követelmény tekintetében vele azonos megítélés alá tartozó forrásoktól származó zajterhelés.

- **mérési idő:** T_m : Egy folyamatos mérés időtartama.

- **mérési pont:** A mikrofon helye a mérés idején

- **vizsgálati zaj:** Attól a zajforrástól származó zaj, amelyre a vizsgálat irányul.

Általános előírások:

- A mérőműszerek megválasztása: az épületek helyiségeiben végzett méréskor 1. pontossági osztályú az épületen kívül végzett mérés során 2. pontossági osztályú legyen a készülék
- A mérőműszereket illetve az összetett mérőrendszereket legalább a mérések megkezdése előtt és a mérés befejezése után a gyártó előírásainak megfelelően ellenőrizni kell
- A mérőmikrofont a mérési pontban a legnagyobb hangérzékelés irányába kell állítani, a szél hatásait ki kell küszöbölni, 5 m/s szélsébség felett nem szabad mérni.
- Kijelöljük az MSZ ISO 1996-1 szabvány alapján a mérési pontokat
- Kiválasztjuk a vonatkoztatási időt, mely nem lehet 24 óránál hosszabb
- Kiválasztjuk a mérési időt. A mérési időket és a mérések számát úgy kell megválasztani, hogy a mért zaj adatok a vonatkoztatási időre jellemzőek legyenek, egy-egy mérés időtartama ne legyen rövidebb mint 10 perc. A hosszúidejű vizsgálat során a mérést folyamatosan, vagy szakaszosan lehet elvégezni.
- A mérés idejére a vizsgált zajforrás üzemszerűen működjön, és a mérési eredményt befolyásoló egyéb helyszíni körülmények szokásosak legyenek.
- A mérési idő alatt a mérőmikrofon 0,5 m-es környezetében, illetve a vizsgált helységben a mérést végző személyen kívül mások lehetőleg ne tartózkodjanak.
- Nem kiküszöbölhető zajt, vagy természeti zajokat alapzajként kell figyelembe venni.
- A mérést nem szabad olyan meteorológiai körülmények között elvégezni, melynek a szokásos akusztikai környezetet számottevően megváltoztathatják. Ez alól kivételt jelent az, ha a mérés célja éppen az ilyen körülmények közötti zajterhelés meghatározása.
- A mérési pontokat azokon a védendő területeken kell kijelölni, ahol zajvédelmi körülménynek kell teljesülni.

A vizsgálati eredményekről jegyzőkönyv készül, melyben fel kell tüntetni a vizsgálatot végző szervezet nevét, a vizsgálat helyét, idejét, vizsgálat célját, megbízó nevét, a helyszín részletes leírását, zajforrások leírását, meteorológiai tényezőket, a zaj terjedését befolyásoló tényezőket, méréshez használt műszereket, műszerek hitelesítésének időpontját, mérési pontok, helyét, jelét, magasságát, a mérések elvégzésének módját, a helyszíni mérések eredményeit, mérési adatok feldolgozásának módszerét, számítási eljárásokat, részeredményeket, korrekciókat, mérést befolyásoló esetleges körülményeket, a vizsgálat eredményeit, a mérést végzők nevét, a vizsgálat felelősének aláírását.



6. ábra zajmérő készülék

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

Ahhoz, hogy biztonsággal tájékozódjunk a témában meg kell értenie a zaj, zajszenyezés-gazdasági tényezők és a köré épülő jogi és szakmai elveket. Ezután jöhet az ismeretek alkalmazása a helyzetelemzés, mérés, értékelés. Olvassa el az információ tartalmat! A szöveg elolvasása után foglalja össze saját szavaival a lényegét.

Oldja meg az alábbi feladatokat:

1. feladat

Hány dB felett okoznak fizikai fájdalmat a zajártalmak?

2. feladat

A határérték szemlélettel szemben miért a küszöbérték szemléletet szorgalmazzák a zaj határértékének megállapítása során?

3. feladat

A zavaró zaj kivizsgálása során mely hatóságok az illetékesek?

4. feladat

Mik lehetnek a zajmérés céljai?

5. feladat

Mi az alapzaj, háttérzaj, mérési pont, mérési idő fogalma?

6. feladat

Mikor nem szabad zajmérést lefolytatni?

7. feladat

Miket kell szerepeltetni egy mérési jegyzőkönyvben?

Megoldások

1. feladat

125 dB

2. feladat

A "határérték-szemplélen", gyakran előfordul, hogy egy újonnan létesített építmény, út hanghatása még belefér ugyan az előírt kategóriába, mégis nagyságrendekkel rontja az érintett környék minőségét. Emiatt szorgalmazzák, hogy inkább a küszöbérték legyen a mérvadó egy-egy beruházás engedélyezésekor.

3. feladat

Káros vagy zavaró zaj esetében a települési önkormányzat jegyzője, az illetékes környezetvédelmi felügyelőség, de még a rendőrség is hatóság – ez utóbbi csendháborítás címén intézkedhet.

4. feladat

A zajterhelési és a zajkibocsátási követelményértékek teljesítésének ellenőrzése, háttérterhelés meghatározása, vagy csak egy terület zajállapotának vizsgálata.

5. feladat

Alapzaj: Olyan, a mérést zavaró zaj, melyet a mérés helyén a mérési idő alatt nem a

Mérési idő: T_m : Egy folyamatos mérés időtartama.

Háttérterhelés: A környezeti zajforrás terhelési területén, a forrás működése nélkül, de a

Mérési pont: A mikrofon helye a mérés idején

6. feladat

A mérést nem szabad olyan meteorológiai körülmények között elvégezni, melynek a szokásos akusztikai környezetet számottevően megváltoztathatják

7. feladat

A vizsgálati eredményekről jegyzőkönyv készül, melyben fel kell tüntetni a vizsgálatot végző szervezet nevét, a vizsgálat helyét, idejét, vizsgálat célját, megbízó nevét, a helyszín részletes leírását, zajforrások leírását, meteorológiai tényezőket, a zaj terjedését befolyásoló tényezőket. Méréshez használt műszereket, műszerek hitelesítésének időpontját, mérési pontok, helyét, jelét, magasságát, a mérések elvégzésének módját, a helyszíni mérések eredményeit, mérési adatok feldolgozásának módszerét, számítási eljárásokat, részeredményeket, korrekciókat, mérést befolyásoló esetleges körülményeket, a vizsgálat eredményeit, a mérést végzők nevét, a vizsgálat felelősének aláírását.

MUNKANYELV

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

A felsorolt fogalmakhoz írja oda a megfelelő számokat.

1. Attól a zajforrástól származó zaj, amelyre a vizsgálat irányul.

2. A környezeti zajforrás terhelési területén, a forrás működése nélkül, de a terhelési követelmény tekintetében vele azonos megítélés alá tartozó forrásoktól származó zajterhelés.

3. A mikrofon helye a mérés idején.

4. Olyan, a mérést zavaró zaj, melyet a mérés helyén a mérési idő alatt nem a vizsgált zajforrás okoz, és zavaró hatása mérés technikailag nem kiküszöbölhető.

5. Egy folyamatos mérés időtartama.

-alapzaj _____

-háttérterhelés _____

-mérési idő _____

-mérési pont _____

-vizsgálati zaj _____

2. feladat

Alkalmazható-e 2. pontossági osztályú készülék épületen kívül történő méréskor?

3. feladat**Húzza alá a felsorolt állítások közül, amelyet helyesnek gondol**

A zajártalom okozta süketülés visszafordíthatatlan folyamat, és sem gyógyszerrel, sem műtéti úton nem gyógyítható _____

A magas zajszint idegrendszeri bántalmakat okozhat, csökken miatta a koncentrációképesség, megnőhet a reakcióidő, állandó fáradtságot, alvási zavarokat idéz elő, ezen kívül elősegíti a magas vérnyomás, emésztési zavarok kialakulását _____

Alapzaj: A környezeti zajforrás terhelési területén, a forrás működése nélkül, de a terhelési követelmény tekintetében vele azonos megítélés alá tartozó forrásoktól származó zajterhelés. _____

Az épületek helyiségeiben végzett méréskor 2. pontossági osztályú legyen a készülék _____

A mérési idő alatt a mérőmikrofon 0,5 m-es környezetében, illetve a vizsgált helyiségben a mérést végző személyen kívül mások lehetőleg ne tartózkodjanak _____

Nem kiküszöbölhető zajt, vagy természeti zajokat alapzajként nem kell figyelembe venni _____

A mérési pontokat azokon a védendő területeken kell kijelölni, ahol zajvédelmi körülménynek kell teljesülni _____

A vizsgálati eredményekről jegyzőkönyv készül. _____

MEGOLDÁSOK

1. feladat

- alapzaj 4
- háttérterhelés 2
- mérési idő 5
- mérési pont 3
- vizsgálati zaj 1

2. feladat

1. pontossági osztályú készülék alkalmazható

3. feladat

A zajártalom okozta süketülés visszafordíthatatlan folyamat, és sem gyógyszerrel, sem műtéti úton nem gyógyítható

A magas zajszint idegrendszeri bántalmakat okozhat, csökken miatta a koncentrációképesség, megnőhet a reakcióidő, állandó fáradtságot, alvási zavarokat idéz elő, ezen kívül elősegíti a magas vérnyomás, emésztési zavarok kialakulását

alapzaj:A környezeti zajforrás terhelési területén, a forrás működése nélkül, de a terhelési követelmény tekintetében vele azonos megítélés alá tartozó forrásoktól származó zajterhelés.

Az épületek helyiségeiben végzett méréskor 2. pontossági osztályú legyen a készülék

A mérési idő alatt a mérőmikrofon 0,5 m-es környezetében, illetve a vizsgált helyiségben a mérést végző személyen kívül mások lehetőleg ne tartózkodjanak

Nem kiküszöbölhető zajt, vagy természeti zajokat alapzajként nem kell figyelembe venni

A mérési pontokat azokon a védendő területeken kell kijelölni, ahol zajvédelmi körülménynek kell teljesülni

A vizsgálati eredményekről jegyzőkönyv készül.

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

A HULLADÉKGAZDÁLKODÁS ÁLTALÁNOS KÉRDÉSEI, ALAPELVEI
<http://www.kvvm.hu/szakmai/hulladegazd/oktatas/szakmaifuzetek/1.PDF> 2010.08.05.

Radioaktív hulladékok és besorolásuk
<http://www.atomeromu.hu/download/700/Radioakt%3%ADv%20hullad%3%A9kok%20%3%A9s%20besorol%3%A1suk.pdf> 2010.08.05.

Zajszennyezés, <http://hu.wikipedia.org/wiki/Zajszennyez%C3%A9s> 2010.08.05.

A környezeti zaj –és rezgésterhelési határértékek megállapítása 27/2008. (XII.3.) KvVM–EüM együttes rendelete

Zajártalmak, <http://index.hu/tudomany/kornyezet/mancs1203/> 2010.08.05.

A(z) 1214-06 modul 032-es szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
54 850 01 0010 54 01	Energetikai környezetvédő
54 850 01 0010 54 02	Hulladékgazdálkodó
54 850 01 0010 54 03	Környezetvédelmi berendezés üzemeltetője
54 850 01 0010 54 04	Környezetvédelmi mérés technikus
54 850 01 0010 54 05	Nukleáris energetikus
54 850 01 0010 54 06	Vízgazdálkodó
54 850 02 0000 00 00	Természet- és környezetvédelmi technikus
54 851 01 0000 00 00	Települési környezetvédelmi technikus

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:

30 óra

MUNKANYELV

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1-2008-0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.
Telefon: (1) 210-1065, Fax: (1) 210-1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató