

---

# Tartalom

.....	1
1. Bevezetés .....	2
1. A témakör rövid áttekintése .....	2
2. A települések hatása a geoszférákra .....	5
1. Az emberi tevékenység és a természet kapcsolata .....	5
1.1. Tájtipusok .....	5
2. A városiasodás problematikája .....	8
2.1. Település típusok .....	8
2.2. Urbánus tájak jellemzői: .....	9
2.3. A mikroklíma hatásai .....	9
2.4. A környezeti stressz index és a Green Cities Index .....	12
3. Összefoglalás .....	14
3.1. Kérdések: .....	14
3. A települési infrastruktúra elemeinek illeszkedése a földrajzi környezethez .....	16
1. Környezeti hatások szintjei .....	16
2. Az urbanizáció környezeti következményei .....	16
3. Hőszigetek .....	17
4. Folyamatos levegőcsere szerepe .....	18
5. Inverziós légrétegzés .....	18
6. A települési infrastruktúra fejlődését befolyásoló egyéb természeti adottságok, jelenségek .....	19
7. Zöld infrastruktúra .....	23
8. Összefoglalás .....	23
8.1. Kérdések .....	24
4. A városklíma .....	25
1. A városklíma általános jellemzői .....	25
2. Milyen problémák okozója lehet a klímaváltozás a városokban és az azokat körülvevő vonzástérségekben? .....	27
3. A városi hősziget és a városklíma problémaköre .....	27
4. A klímaváltozás következményei a városokra nézve .....	29
5. Védekezés a városklíma negatív hatásaival szemben .....	30
6. Összefoglalás .....	31
6.1. Kérdések .....	31
5. A települési légszennyezés kérdésköre .....	32
1. A levegőt szennyező anyagok .....	32
1.1. Legfontosabb levegőszennyezők, forrásaik és hatásuk .....	32
2. Közlekedés, mint környezeti tényező .....	34
3. Városi beépítési módok .....	35
4. A háztartások környezetszennyezése .....	36
5. Alternatív fűtés megoldások .....	37
6. Biomassza .....	37
7. Alternatív üzemanyagok .....	38
6. Veszélyes gyáripari egységek, felhagyott művelésű bányaterületek hatásai .....	41
1. Levegőminőség .....	41
2. A szennyező részecskék hatása az emberi szervezetre .....	41
3. London-típusú szmog .....	42
4. Los Angeles-típusú szmog .....	42
5. Savas eső .....	43
6. Vízhőminőség .....	43
7. A bányászati tevékenység környezeti hatása .....	46
8. Összefoglalás .....	49
8.1. Kérdések: .....	50
7. A szakszerűtlen települési hulladékgazdálkodás hatásai a településekre .....	51
1. Tartalom .....	51
2. A hulladék .....	51
2.1. Hulladékok csoportosítása .....	52

2.2. A hulladékok környezeti hatásai .....	53
2.3. Hulladékgyűjtés .....	55
2.4. A hulladék keletkezésének megelőzése .....	56
2.5. A hulladék mennyiségének a csökkentése .....	56
2.6. Újrahasznosítás .....	56
2.7. Ártalmatlanítás .....	56
2.8. Alternatív hulladékgyűjtés .....	57
3. Összefoglalás .....	57
3.1. Kérdések .....	57
8. Zaj és rezgésvédelem .....	59
1. A városi zajok és vibrációk .....	59
2. A kommunikáció zavarása .....	61
3. Halláskárosodás .....	61
4. A zaj mérése .....	61
5. A zaj- és rezgés elleni védelem szabályozása .....	62
6. Települési önkormányzatok zaj- és rezgésvédelmi feladatai .....	63
7. Zajtérkép .....	64
8. Konfliktustérkép .....	65
9. A településrendezés,- és fejlesztés és a zajmérés kérdésköre .....	66
10. Összegzés .....	67
10.1. Kérdések .....	67
9. A természetes háttérsugárzás kérdésköre .....	68
1. Célkitűzés .....	68
2. A háttérsugárzás fogalma .....	68
3. A természetes háttérsugárzás .....	68
4. A mesterséges háttérsugárzás .....	69
5. A háttérsugárzás hatása az élő szervezetekre .....	69
6. A környezeti háttérsugárzás mérése .....	71
7. Adatok a Magyarországon mért háttérsugárzásról .....	73
8. A megelőzése .....	74
9. Sugárvédelmi szabályozás Magyarországon .....	75
10. Összefoglalás .....	75
10.1. Ellenőrző kérdések .....	76
10. Az elektroszmog és annak veszélyei .....	77
1. Az elektroszmog kialakulása .....	77
2. A kis és nagyfrekvenciás sugárzás .....	78
2.1. Mobiltelefon rendszerek .....	80
2.2. A rádiótelefon bázisállomások .....	80
3. Az elektroszmog biológiai hatása .....	80
3.1. Az elektromos mezők hatása az emberi szervezetre .....	81
3.2. Rövid távú hatások .....	81
3.3. Lehetséges hosszú távú hatások .....	81
4. Káros-e a mobiltelefon? .....	82
4.1. Javaslatok az elektroszmog hatással szembeni védekezésre .....	82
5. Összefoglalás .....	83
6. Kérdések .....	83
11. Irodalomjegyzék .....	84

---

## Az ábrák listája

2.1. Erdőgazdasági és a kertgazdálkodási táj határa (Eger, Bükk hegység – saját kép) .....	6
2.2. Ipari táj (Borsodi-iparvidék, Mályi- saját kép) .....	6
2.3. A városi hősziget kialakulásának az okai (saját szerkesztés) .....	10
2.4. Kalcium-klorid szükséges mennyisége (saját szerkesztés) .....	11
2.5. Erős beépítettség (Bécs) (saját kép) .....	11
2.6. GreenCities Index (CUTTER 1992) .....	13
2.7. European Green City Index (Siemens) (Forrás: Cutter (1992) nyomán saját szerkesztés) .....	13
2.8. European Green City Index városok rangsora (forrás: Cutter (1992) nyomán saját szerkesztés) 13	
3.1. A települési szennyező források összefoglaló táblázata (saját szerkesztés) .....	16
3.2. A Berentén uralkodó szélirány miatt a BorsodChem szennyezése a falu felé terjed (saját szerkesztés) (forrás: GoogleEarth) .....	18
3.3. Villámárvíz a Tardona-patakon Kazincbarcikánál 2010 tavaszán (saját kép) .....	19
3.4. Az ország harmadik legnagyobb erejű földrengése Kecskeméten 1911-ben (www.kecskemet.hu) 21	
3.5. A radon épületbe való bejutásának lehetőségei (saját szerkesztés) .....	21
3.6. A Bükklába bányászati tevékenységeinek felszínüllyedési mértéke (Forrás: SÜTŐ L. 2007) 22	
4.1. A városklíma áttekintő modellje (forrás: The National Center for Atmospheric Research & the UCAR Office of Programs) .....	25
4.2. A városi határreteg kiterjedése és hőmérsékleti viszonyai (saját szerkesztés) .....	26
4.3. A városi hő és szennyező aeroszol környezeti terhelése és kiterjedése (forrás: Lexikon geographie infothek alapján saját szerkesztés) .....	27
4.4. Az áramlási viszonyok megváltozása a beépítettség függvényében (forrás: ARNFIELD(2003) nyomán saját szerkesztés) .....	27
4.5. A hideg levegő áramlási viszonyai a Dél-koreai Daegu város példáján (forrás: ARNFIELD(2003) nyomán saját szerkesztés) .....	28
4.6. A városklíma okozta levegő és vízszennyezés kialakulása (forrás: urbaner metabolismus alapján saját szerkesztés) .....	29
4.7. Bezöldített ház (Forrás: saját kép) .....	30
5.1. A szálló por koncentrációt növelő cementgyár Miskolcon (fotó: Zelei Zoltán) .....	33
5.2. A közlekedés által keletkezett füstköd San Franciscóban (fotó: <a href="http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=download&amp;id=709616">http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=download&amp;id=709616</a> ) .....	34
5.3. Szén-dioxid kibocsátás az Európai Unióban 2009 Forrás: EUROSTAT (saját szerkesztés) ....	35
5.4. A városi beépítési stílusok (1-2. keretes beépítés; 3. hézagos-keretes; 4. Sávos beépítés) (Forrás: HARTL 2009) .....	36
5.5. Üzemanyagok tulajdonságainak az összehasonlítása (Forrás: Forrás: BAI 2011) .....	38
6.1. Az egészségi állapotot meghatározó tényezők (saját szerkesztés) Forrás: VARGA-HATOS – KARNER, 2008 .....	41
6.2. London-típusú szmog Budapesten 2011. január (fotó: Zelei Zoltán) .....	42
6.3. Az ózon-koncentráció változásának hatásai (KNOWLTON 2004) .....	43
6.4. A közetek olajvisszatartó képessége (Saját szerkesztés) .....	44
6.5. Az ivóvíz forrásának megoszlása (Forrás: saját szerkesztés) .....	44
6.6. Vezetékes ivóvizek arzéntartalma Magyarországon (Forrás: Országos Környezetegészségügyi Intézet 2007) .....	45
6.7. Berente település felhagyott barnaköszén-fejtése (saját kép) .....	46
6.8. A bányászat környezeti hatásai (Forrás: saját szerkesztés) .....	48
6.9. A külszíni fejtés típusai (saját szerkesztés) .....	48
6.10. Rekultiválatlan külszíni bauxitfejtés (Gánt) (fotó: Zelei Zoltán) .....	48
7.1. A hulladékkategóriák törvény általi megnevezése (Forrás: 2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról alapján saját szerkesztés) .....	51
7.2. A hulladékok csoportosítása (Forrás: PÁNTYA R. (2002) alapján saját szerkesztés) .....	52
7.3. A települési hulladékok csoportosítása (Forrás: saját szerkesztés) .....	53
7.4. Hulladék a Shkodra-tó felszínén (fotó: Zelei Zoltán) .....	53
7.5. Illegális hulladéklerakás (fotó: Zelei Zoltán) .....	54
7.6. Hulladéklerakó Gyöngyösön (fotó: Zelei Zoltán) .....	56
7.7. A hulladékkezelés hierarchiája (www.kvvm.hu) .....	57
8.1. A zajhoz kapcsolódó ártalmak összefoglaló táblázata (WALZ 2008) .....	59

---

8.2. 27/2008. (XII. 3.) KvVM-EüM együttes rendelet zajnyomási határértékei az épített környezetben	
62	
8.3. Zajvédő fal Kecskeméten (fotó: Zelei Zoltán) .....	63
8.4. Kecskemét város stratégiai zajtérképe (egész napos ipari zajterhelés) .....	64
8.5. Kecskemét város stratégiai zajtérképe (egész napos ipari zajterhelés – konfliktustérkép) .....	65
8.6. Hessen tartomány WEB-GIS alapú zajtérképe (Forrás: geoportal.hessen.de) .....	66
9.1. A mesterséges radioaktív sugárzás egyes eemei és azok terhelési foka (Forrás: www.haea.gov.hu)	
70	
9.2. A természetes radioaktív forrásból eredő sugárterhelés összetevőinek egy évre jutó effektív dózisegyenértéke (Forrás: www.szie.hu) .....	72
10.1. Az elektroszmog forrásai (saját szerkesztés) .....	77
10.2. Nagyfeszültségű vezeték (fotó: Zelei Zoltán) .....	77
10.3. Az emberre ható elektromos sugárzás fajtái (saját szerkesztés) .....	79
10.4. Antennák egy magasház tetején (fotó Zelei Zoltán) .....	79

---

Ruszkai Csaba

Települési stresszforrások

Eszterházy Károly Főiskola

Készült a TÁMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0038 támogatásával.



A projekt az Európai Unió  
támogatásával valósul meg.

EKF Földrajz Tanszék

2014

---

# 1. fejezet - Bevezetés

A települési stressz források című jegyzet az emberi egészségre ténylegesen ható, a geográfiai tér által befolyásolt, különféle zavaró és szennyező tényezők leírásával, rendszerezésével, és hatásukat mérséklő gyakorlati példákkal foglalkozik, amely hatások elsősorban a földrajzi térben történő emberi tevékenységek eredményei. A földrajzi tér az ember és a természet (változó intenzitású és súlypontú) interakciói révén jön létre, alakul és fejlődik, annak minden hasznos és káros következményével együtt. (PIRISI-TRÓCSÁNYI, 2011)

Az emberi beavatkozások zöme természetszerűleg az antropogén térben legfőképpen a településeken és az azokat összekötő infrastruktúrák mentén történik. Az épített környezet funkcionális hátrányai sok esetben olyan környezeti adottságoktól függenek, amelyek erőteljesen meghatározzák az emberi tevékenységek korlátait. Természetesen maga az ember is felelős azért, ha e korlátokat tudatosan megközelíti, sőt sok esetben át is lépi (pl. túlzott beépítettség és annak kedvezőtlen hatásai a környezetre, az adott földrajzi tér geológiai, vízföldrajzi feltételeinek tudatos módon történő figyelmen kívül hagyása stb.).

A jegyzet alapvetően a geográfiai adottságok jelentette korlátokat kívánja érzékeltetni, amelyek bizonyos fajta válaszreakciót hoznak létre a településeken és annak közvetlen közelében élő emberekben, sőt állatokban, növényekben egyaránt. Ez a válaszreakció, vagyis a stressz különféle élettani folyamatok a befolyásolója lehet, és sajnos számos esetben, negatív értelemben is. A stressz Bagdy Emőke (2008) szerint „*az angol nyelvben feszültséget, megterhelést jelent. Selye János értelmezése szerint a stresszreakció beépített funkció, és akkor lép működésbe, amikor a megváltozott környezethez kell alkalmazkodni. A stressz a szervezet nem specifikus válasza a megszokottnál nagyobb igénybevételre, a szervezet állandóságát fenyegetőveszélyre. A nem specifikus válasz azt jelenti, hogy bár az események különböznek, a szervezetben a hatás azonos. Selye megkülönböztetett jó és rossz stresszt, mindkettő igénybe veszi a szervezet alkalmazkodási képességét, természetesen a negatív stressz jelenti a nagyobb valódi egészségkockázatot.*” Még mielőtt túlságosan belemennék a pszichológia tudományába, le kell szögezni azt, hogy a jegyzet alapvetően az élettelen folyamatok által előidézett válaszreakciók létrejöttének valószínűségét „érti” stresszhelyzet alatt. Vagyis melyek azok a külső környezeti hatások, - ahol a környezeti jelző alapvetően a városi, épített földrajzi térre utal – amelyek bizonyítottan káros hatással vannak az emberi egészségre, és közvetett vagy közvetlen módon az adott település fejlesztésének/fejlődésének potenciális akadályát is képezhetik.

A cél tehát a települések fejlesztésének és irányításának az egészséges emberi életteret biztosító feltételeinek a meghatározása, annak jó és rossz példáinak bemutatásával együtt. A fejezetek külön-külön foglalkoznak a földrajzi környezet egyes elemei és az emberi települések közti kölcsönhatások leírásával, illusztrálásával. Bízom benne, hogy a mesterszakos szakgeográfus hallgatók hasznos és új ötleteket ébresztő gondolatokkal lesznek gazdagabbak az elektronikus jegyzet áttanulmányozásával.

## 1. A témakör rövid áttekintése

A települési környezet elemeit feldolgozó tudományos és szakmai irodalom garmadájával találkozhatott a geográfus hallgatóközönség az eddigiek során, ellenben ezen elemek jellegzetességei és az egészséges emberi létfeltételek közötti viszonyrendszer tekintetében mindezidáig legfeljebb a településökológiai tanulmányok során ismerkedhetett. A téma ez utóbbihoz meglehetősen közel áll bár azzal a jelentős különbséggel, hogy nem elsősorban a fenntartható fejlődés elérésére, és annak számszerűsített regionális feltételeire koncentrálok, – persze finoman megjegyzem, hogy kiváló kutatási téma lehet egy-egy település ökológiai lábnyomának meghatározása szubregionális szinten – hanem a települések megváltozott környezeti elemeinek hatását elemzi a települési épített struktúra és az élhető település viszonylatában.

A települési stresszforrások bár erősen interdiszciplináris tantárgynak tűnhet, célzottan a témakör számára elérhető irodalma mégis meglehetősen szegényes, éppen ezért a településökológia, a természeti kockázatok szakirodalma és természeti földrajz (beleértve a meteorológiát és a geológiát is) adhatja a tantárgy lényegi alapjait. Ezen irodalmak java része környezetvédelmi problémákat, az ökológiai városépítés kérdéseit és a geoszférák elemeit tárgyalják. Ez utóbbi áll legközelebb a földrajztudományok alapjaihoz.

A települési stresszforrások földrajzi vonatkozásának tekintetében a külföldi szakirodalom kiváló szerzői a Robert D. Bornstein (1968), aki a városi hősziget hatását vizsgálta New York példáján. Helmut E. Landsberg (1981) egy átfogó képet ad a városklíma értelmezéséhez és elemeinek könnyebb megértéséhez, mint pl. a makro és mikroszinoptikus légköri helyzetek összehasonlítása, a városklíma hatásának mérési lehetőségei. Részletes leírást nyújt a városi levegő tulajdonságairól, a sugárzást befolyásoló tényezőkről, és azok relatív és abszolút

mértékéről, tárgyalja a hősziget kialakulásának körülményeit, kitér a városi levegő cirkulációjának törvényszerűségeire, a felhőképződésre és a városi hidrológiára is. Lutz Katzschner (1984) ugyancsak a városklíma nemzetközi szakértője, de jelenkori munkássága legfőképpen a megújuló energiaforrások tervezése és a klímaváltozás összefüggéseire koncentrált. Települési és regionális szintű klímaterképekkel segíti a területi tervezés műszaki oldalát, de kutatásai a városi lakosság és a turisták számára is hasznosak lehetnek. Térinformatikai modellszámításai a szuburbánus és a falusias jellegű térszínre ugyancsak kiterjeszhető. A.J. Arnfield (2003) kutatásainak célterülete a mikro és mezoklimatikus jelenségek törvényszerűségei azzal a kiegészítéssel, hogy olyan kérdésekkel is foglalkozik, amelyek közvetetten bár, de nagymértékben érintik az emberi egészséget. A városi épületek albedója közvetlenül hatással van a város levegőjének elsősorban fizikai tulajdonságaira, de erősen befolyásolja a lakások hőforgalmát, sőt az utcák fényellátását is. Ez utóbbi különösen fontos lehet akkor, ha az infrastruktúra elemei magas albedóval rendelkeznek, vagyis a beérkezett fény nagy részét visszaverik, károsítva ezzel az érzékeny emberi szem egészségét. A fizikai tulajdonságok egyéb a szerkezet működésében nehézséget előidéző tényezők a levegő hőmérséklete, és nedvességtartalma, valamint cirkulációs tulajdonságai, amelyek a légszennyezettség miatt érdemelnek említést.

A jegyzet következő jelentős irodalmi forrásai az alkalmazott geográfia tudományágából ismertek, amelyek valamennyi geoszféra emberi életre gyakorolt hatását felölelik. Természetesen ezek a források alapvetően nem az emberi lét és az adott geoszféra egészségügyi szempontú kapcsolatának vizsgálatát helyezték előtérbe, hanem az egyes földrajzi övezetek egyéni jellegzetességeit, működési törvényszerűségeit írják le. A geoszféra logikájának megfelelően a felszín alatti jelenségek ismertetésével tárgyalom a tantárgy tematikájához illeszkedő szerzők és kapcsolódó irodalmaik rövid ismertetését. A geológiához köthető „stresszforrások” első sorban a szerkezeti mozgásokból és a természetes háttérsugárzás mértékéből származnak, persze nem szabad elfelejtenünk a hazánkban a sajnos még mindig aktualitását élvező arzénal terhelte vízbázis veszélyt sem, de az ásványkincsek bányászatával és a vele járó környezeti terheléssel az antropogén hatások szerepe is felértékelődik.

A földtan legfontosabb ide vonatkozó tudományága a szerkezeti földtan. Egy adott település bővítésénél számolni kell a mélyföldtani elemek és a felszíni képződmények változásainak hatásaira. *„A szerkezetföldtani kutatások célja felderíteni, hogy mikor, milyen erőhatások következtében, milyen alakváltozás, elmozdulás történt egy adott területen. A tektonika tudományát a gyakorlati igény keltette életre: a nyersanyagkutatás és –termelés. A bányászat elképzelhetetlen szerkezetföldtani ismeretek nélkül, amelyek az újabban kiteljesedő környezetföldtani kutatásokban is nélkülözhetetlenek”* (KONRÁD-BUDAI 2010). Egy adott térség mélyföldtani jellemzői sok esetben földrengés, vagy utóvulkáni működés (CO<sub>2</sub> kigőzölgés, vagy Rn feláramlás) formájában kellemetlen meglepetéseket tartogathatnak. Magyarország ilyen szempont alapján a szerencsés országok közé tartozik, mivel pusztítót földrengés mondhatni nem volt még az 1000 éves történelem során. *„Az eddigi tapasztalatok szerint a Magyarországon előforduló, a lakosság által érzékelhető rengések a kicsi (4-4,9M) és nagyon ritkán a közepes (5-5,9M) tartományba esnek. Utoljára 1763-ban írtak le 6-os magnitúdónál erősebb pusztítást művelő földrengést hazánk területén.”* (ANTAL 2011). A települések és a szerkezeti földtan viszonyrendszerével foglalkozó legjelentősebb kutatók elsősorban az angolszász irodalomból ismertek. Ebben a megközelítésben közel sem csak a mélyszerkezeti viszonyokról esik szó, hanem az építésföldtan alapján jelentős felszín közeli rétegek kémiai és fizikai tulajdonságai állnak a vizsgálatok középpontjában. (BOON KONG et.al. 1990, BLAIR et.al 1979). A fizikai tulajdonságok legfőképpen magának a teherviselő talaj és kőzetrétegek települési viszonyainak meghatározásánál fontosak, mivel ezek a felső rétegek alapvetően határozzák meg építésföldtani korlátait. Mocsaras vagy felszínmozgásos térszínnek beazonosítása és megfelelő kezelése elengedhetetlen a személy és vagyónbiztonság megteremtése érdekében. (SZABÓ et.al. 2007) Sajnos számos esetben csak a sokadik beépítés után jelentkeznek a felső kőzetréteg fizikai korlátai, amelyek a nem megfelelő alapozás, és a helytelen méretű objektumok kiválasztásában keresendő. A globális klímaváltozás, és a szélsőséges időjárási események tovább fokozzák a felszínmozgásos folyamatok létrejöttének valószínűségét elsősorban a dombsági és hegyvidéki területeken, ill. a magas partfallal rendelkező folyó menti térszíneken (JONES 1998).

Az emberi tevékenységek által kiváltott felszínmozgások komoly veszélyt jelentenek az emberi élettér számára, viszont jórésztük előre jelezhető, így a védekezés módját a katasztrófahelyzet beállta előtt meg lehet kezdeni. A domborzati adottságok és a felszín alatti bányászati tevékenységek dokumentálása egyelőre nem emelkedett törvényerőre, pedig ezek hazánkban jócskán alulbecsült veszélyt jelentenek számos településen. A 2010-es extrém csapadékmennyiségű év is látványos folyó,- és löszpartfal, valamint út menti rézsűszakadásokat hozott létre. Egyéb csuszamlásos jelenségek szerencsére nem okoztak személyi és vagyoni károkat, viszont egy Richter-skála szerinti 3-4-es földrengéssel minden bizonnyal súlyos havária-helyzetek alakultak volna ki. A helyzetet súlyosbította volna a mélyművelési bányaterületek vájatainak felharapódzásos beomlási jelenségei, vagy a történelmi települések földalatti járatrendszerek beroskadása. A szondázásos felszínalatti üregfeltárás



ezért minden településrendezést és fejlesztést szolgáló tervek alapját kellene, hogy képezze, a szerkezetföldtani és morfológiai szakvéleményekkel együtt.

A településeket érintő következő jelentős veszélytényező az emberi tevékenységek okozta zaj, rezgés és fényártalom, bár ez utóbbi a zajforrástól legtávolabbi pontba tervezett nyílászárókkal és sötétítéssel kivédhető. Számos esetben sajnos nem ennyire szerencsés a helyzet. A zaj és a rezgések okozta negatív hatások kizárólag komoly műszaki beruházásokkal csökkenthetőek a kívánt mértékűre, ennek hiányában jelentős egészségügyi kockázatokat jelentenek a terhelt környezetben. (BAROS 2012)

A településekre leselkedő egyéb veszélyforrások közé sorolhatjuk azokat az érzékszervekkel nem fogható jelenségeket, amelyek alattomos okai lehetnek az egyes karcinogén eredetű megbetegedéseknek. Hazánk területén a kiterjedéséhez viszonyítva átlagon felüli számú tektonikai egységgel rendelkezik, amelyek sűrű töréshálózattal kapcsolódnak egymáshoz, illetve maguk a mikrolemezek is igen csekély vastagsággal rendelkeznek. Legfőképpen a törésvonalak mentén és a posztvulkáni működés következtében fokozódó gázfeláramlás jelentkezik, amelynek jelentős mértékű radon tartalma lehet, ill. egyes formáció típusok is megnövekedett radioaktivitással bírhatnak (GOFMAN, FISHER 1982). A lokális háttérsugárzás kimutatására egyelőre korlátozott mértékben állnak rendelkezésre terepi mérések. A háttérsugárzáshoz hasonlatos „égi” veszély a magasfeszültségű távkábelek bizonyítottan káros sugárzási tulajdonságai, amelyek csökkentésében az elektromosan szigetelt, földalatti vezetékezéssel lehet eredményeket elérni. Ebből a szempontból a nagyobb települések, városok jelentősen kedvezőbb helyzetben vannak, hiszen a magas feszültségű és távközlő szállítóinfrastruktúra – a magas beépítettség miatt - túlnyomórészt a földfelszín alatt fut, ezzel szemben a kertvárosi részek, és a kisebb települések kénytelenek elviselni e vonalas térelemek kedvezőtlen egészségügyi hatásait.

A jegyzet célja tehát az emberi élettér fizikai és egészségi korlátait elemző, a településtervezés és irányítás szempontjából fontos veszélyelemek bemutatása, a tervezői figyelem felhívása a védekezés és az elhárítás szükségére. Egyelőre a települési tervezési dokumentumok, célzott stratégiák nem kezelik kellő alaposággal a földrajzi tér természeti és ember alkotta korlátait. Öröndetes, de egyben a szükség szülte tény, hogy napjainkban egyre nő az igény a veszélyforrások feltárására, amelyet a szűkebb vagy a tágabb környezet különböző jelenségei okoznak, és jelentős befolyással lehetnek a gazdasági szektorok teljesítményére (élelmiszer,- és energiaellátás, közlekedés, hírközlés, megbetegedések).



---

## 2. fejezet - A települések hatása a geoszférákra

Ebben a fejezetben az egyes geoszférákra gyakorolt emberi tevékenységek által létrejött negatív hatások általános bemutatása történik. A fejezet külön kitér arra, hogy egy adott település szerkezete és nagysága milyen arányban áll a különféle szennyezési források koncentrációjával, ill. mekkora az a földrajzi távolság, amely egy-egy falusias jellegű tájat stresszforrások szempontjából elkülönít egy urbánus térségtől. Természetesen ezek a szennyezési források nem csak a fizikailag érzékelhető tartományban léteznek, hanem amolyan „csendes gyilkosként” veszélyeztetik életminőségünket és hatásuk bármely geoszférából származhat. Általánosan említésre kerülnek a különféle geoszférákból származó természetes szennyező hatások is.

### 1. Az emberi tevékenység és a természet kapcsolata

A fejlett társadalmak egyik legfontosabb feladatuknak tekintik az emberiség számára pótolhatatlan és megismételhetetlen értékek megőrzését. Ezen feladattal ekvivalens a természet védelme. A nyolcvanas években bukkant fel a fenntartható fejlődés fogalma:

*„Olyan fejlődés, amely kielégíti a jelen szükségleteit, anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő nemzedékek esélyét arra, hogy ők is kielégíthessék szükségleteiket.”* (ENSZ Környezet és Fejlődés Világbizottsága 1987)

A természet nem csak eszmei értékű, hanem gazdasági eltartó képességgel is rendelkezik. Az emberi tevékenység élővilágra gyakorolt hatása évszázadok óta növekszik. A Föld földrajzi burkán három külső szférát értünk, az élettelen természeti elemeket magában foglaló geoszférát, az élővilágot felölelő bioszférát és az ember által létrehozott és fenntartott nooszférát. A szférák állandó mozgásban és kicserélődésben, illetve bonyolult és igen gazdaságos energiaátviteli kapcsolatban állnak egymással. A geoszféra az élettelen természet elemei szerint épül fel, melynek három része a litoszféra (szilárd kéreg), a hidroszféra (vízburok) és az atmoszféra (léggör). A geoszféra és a bioszféra határán alakult ki a pedoszféra, a talajtakaró változatos rendszere. A bioszféra az élő természetet képviseli, a nooszféra pedig az emberi szellem, illetve a társadalom által létrehozott művi alkotásokat foglalja magában. A bioszféra és a természet kapcsolatát Ángyán József vizsgálta, aki a következőképpen írja le: *„A természetmegőrzés része a természetvédelem, mely a bioszféra emberi használatának olyan módja, amely a jelenlegi nemzedéknek szánt fenntartható mértékű haszon szolgáltatása mellett megőrzi a természeti erőforrások és rendszerek potenciálját arra, hogy a jövő nemzedékek szükségleteit és törekvéseit kielégítsék. Olyan intézményesített társadalmi tevékenység, amelynek célja a természet élettelen és élő értékeinek feltárása, megőrzése, tudományos alapokon nyugvó fenntartása. Tevékenységi köre kiterjed a fenntartható hasznosítás, a kezelés, a környezet természet közeli állapotának, szerkezeti és működési sajátosságainak megőrzésére, helyreállítására, és a természeti környezet jobbítására is.”* (ÁNGYÁN et al. 2003)

#### 1.1. Tájtipusok

Antropogén (emberi) tevékenységek alapján:

- **Mezőgazdasági táj**

Mezőgazdasági tevékenységre jellemző, főként a szántóföldi növénytermesztésre. Megművelt táblák, parcellák geometrikus elrendeződése jellemzi, ezek ún. mátrixot alkotnak (legnagyobb összefüggő tájalkotó elem, amely magába foglalja, körülveszi a többi tájalkotót). Emellett erdőfoltok, legelők, vonalas létesítmények és vidéki kis települések teszik változatosabbá a tájat. Magyarországon az alföldi középtájak tartoznak ebbe a tájtypusba.

- **Kertgazdálkodási táj**

Tulajdonságaiban hasonlóságot mutat a mezőgazdasági tájjal, de ennek karakterét a kertészeti növények termesztése határozza meg, mint a gyümölcsök vagy zöldségek.

- **Erdőgazdasági táj**

A területen különböző célú erdőgazdálkodás folyik. A tájban irtásrétek, utak, völgytalpi rétek és kisebb települések jelennek meg. A mátrixot az erdők alkotják. Magyarországon a Bükk hegység, Zempléni-hegység tartozik ide (2.1. ábra).

**2.1. ábra - Erdőgazdasági és a kertgazdálkodási táj határa (Eger, Bükk hegység – saját kép)**



• **Ipari táj**

Az ipari létesítmények mind tájképi szempontból, mind a környezeti hatások szempontjából meghatározóak. Mesterséges létesítmények esetleg csak 10-15 %-os területi részesedésben vannak jelen, de a gyárak szennyezőanyag kibocsátása az egész tájra hatást gyakorol. A tájképet az ipari jellegű épületek mellett gyakran meddőhányók, bányagödrök és az ipari tevékenységhez kapcsolódó infrastruktúra teszi mesterséges jellegűvé. A Borsodi-iparvidék egy tipikus ipari tájat tükröz (2.2. ábra).

**2.2. ábra - Ipari táj (Borsodi-iparvidék, Mályi- saját kép)**



A természeti és az épített környezet sajátos kapcsolata jellemzi. A természeti táji adottságok jelentik azt a vonzerőt, amelyek hatására az ember általában ideiglenesen hasznosított, vendéglátásra, felüdülésre létesített épületeket hoz létre. Az épített környezet többé-kevésbé igazodik a táj természeti adottságaihoz, és a tájhasználat csak egyes időszakokban intenzív. Hazánk legkedveltebb üdülőhelyei tartoznak ide, mint a Balaton, a Velencei-tó környéke és a Mátra egyes részei.

- **Települési táj**

Abban különbözik az üdülő tájtól, hogy a természeti táj szépsége, üdülésre való alkalmassága nem játszik szerepet kialakulásában. A települési tájban az építmények alapvetően a munkahely és az állandó lakhely

funkcióját töltik be. Általában csak azokat a beépített területeket tartjuk települési tájaknak, amelyekre a felsorolt tulajdonságokon kívül nagy kiterjedésű beépített területek dominanciája jellemző. Budapest és agglomerációja jól szemlélteti az ilyen jellegű tájat.

## 2. A városiasodás problematikája

Napjainkban a modernizáció óriási méreteket öltött. Ennek következményei a társadalmi változások, átalakulások. A tudományos felfedezések, valamint a technika rohamos fejlődése megváltoztatja a mindennapi életünket. A civilizációs és a globalizációs hatásoknak köszönhetően pozitív fejlődés figyelhető meg. Az életszínvonal emelkedése és az ember várható életkorának növekedése a Föld lakosságának rohamos népesedését jelenti. A népességnövekedés többek között a városok számának és nagyságának növekedésével is jár. Mára már a Föld lakóinak több mint a fele városokban lakik. A világ népességének növekedéséért a városi népesség növekedési üteme felelős. A településhálózat sűrűsége helyenként összefüggő városrendszerek kialakulásához vezetett és a növekvő területigény mind erőteljesebben jelentkezik. Napjainkban az emberi települések és környezetük természeti egyensúlya megbomlott. Az agglomerációs települések már nem tudják kielégíteni azokat a feltételeket, amelyeket a mai modern társadalmi igények támasztanak. A város egyre inkább elveszíti hagyományos kinézetét, gyakran határai elmosódnak. Helyenként a város szinte teljesen egybeolvad a tájjal, kialakul az urbanizált táj. Az a furcsa jelenség figyelhető meg, hogy a természeti területek nagysága drasztikusan lecsökken az urbanizációs területek javára. Napjaink települései azonban minden tekintetben meghaladják a történelmi méreteket. A mai igények kielégítése olyan korlátokat rejt magában, amelyet már csak komplex várostervezéssel lehet abszolválni.

### 2.1. Település típusok

Települések több funkcionális típusa ismert, amelyet a VÁTI különféle szempontok alapján osztályoz. Az osztályozás alapja lehet a hasznosítás módja, a földrajzi fekvés, alaprajz, gazdasági hasznosítás, népességszám stb. A település az ember, az emberi társadalom létformája, a természeti feltételek és adottságok, a társadalmi-gazdasági jelenségek és egymásra kölcsönösen ható tényezőinek térbeli koncentrációja. Minden település sajátos, egyedi jellegzetességeket hordoz, ugyanakkor egy-egy nagyobb térség közös sajátosságokkal is rendelkezik. A települések a népesség koncentrálásának olyan sajátos pontjai, melyeket a termelés, az elosztás, ellátás és az közigazgatás hármasa tart össze. (BELUSZKY 1999)

**Szórvány települések:** a lakó- és a munkahely funkció térbeni egységet alkot.

- Tanya: sortanya, bokortanya
- Major: gazdasági központ, lakó és szálláshely
- Farm: gépesített, mezőgazdaságra specializálódott lakóhely
- Ranch: külterjes állattenyésztésre specializálódott lakóhely

**Falvak:** általában az alapanyag-termeléshez kapcsolódó, a természethez közvetlenül kötődő gazdasági funkcióval rendelkeznek.

- Mezőgazdasági falvak
- Halászfalvak
- Idegenforgalmi/üdülő települések
- Bányász és ipari falvak

**Városok:** központi, más településekre is kiható funkcióval rendelkeznek.

- Világvárosok
- Országos jelentőségű városok
- Kereskedelmi és forgalmi központok

- Ipari központok
- Mezővárosok
- Egyéb nem termelő funkciót betöltő városok

## 2.2. Urbánus tájak jellemzői:

- **hatalmas beépített, leburkolt területek:** a lakóházak sokasága és a hozzátartozó aszfaltozott részek megváltoztatják a környezeti képet és helyi adottságokat. A beépítettség miatt csökken a zöld terület.
- **ipari területek:** az emberi termeléssel kapcsolatos tevékenységekre létrehozott munkahelyek tömege, a városi léttel kapcsolatos közüzemek sora.
- **közlekedési infrastruktúra:** úthálózatok, logisztikai központok.
- **távvezetékek térfoglalása:** a kommunikációval kapcsolatos infrastruktúra.

Az emberi tevékenység miatt igénybe vett szolgáltatások, szennyező anyagok keletkezésével és kezelésével jár együtt. A városi vízgazdálkodás is hatással van a környezetre, legfőképpen a vizek minőségére. A felszín alatti vizekből és felszíni vizekből nyerjük az ivóvízkészlet döntő hányadát, amely közüzemi kutak segítségével történik. A városi életnek köszönhetően nagy mennyiségű szennyvíz keletkezik. A nem megfelelően kezelt kommunális és ipari vizek folyókba történő visszaengedése, valamint a szennyvíztisztítók hiánya a felszíni vizek elszennyeződését okozza. Kommunális szilárd és folyékony hulladéklerakók használatával csökkenthető a környezet terhelése, hiszen ellenőrzöttek és megfelelően izolálva lerakott hulladék kis kockázatot jelent a felszín alatti vizekre. Korábban a nem szakszerűen lerakott hulladékokból a megbontott felületen keresztül beszivárogtak a talajba a veszélyes anyagok. Komoly problémát jelentenek az illegális hulladék lerakók, amelyek általában közvetlenül természetben keletkeznek emberi tevékenység következtében.

A város szennyezettebb levegője folytán nő a borultság mértéke, a ködgyakoriság, és csökken a napfénytartam. A sokemeletes házak jelentős mértékben befolyásolják a szélviszonyokat. A szélirányba eső utcák miatt a csatornahatás felerősítheti a légmozgást. Összességében azonban csökken a szélsébség, ami lassítja a város levegőjének a cserélődését. Az ilyen környezeti adottságok megnövelik a szmog képződés valószínűségét. A lehulló csapadék a nagy lefedett felszíneken gyorsan lefolyik, így lecsökken a párologtató képesség. A nem borított részek intenzívebb beszivárgás valószínű. Az esővíz a csatornahálózaton keresztül a felszíni vizeket terheli, és nem jut el a felszín alatti vizekbe. A felszín borítottsága megváltoztatja az alatta lévő talajvíz- és levegő viszonyait, ezen keresztül módosíthatja a víz felszín alatti útját és minőségét.

A népességnövekedésből fakadó településnövekedések, az urbanizáció fokozódása, az energiaszektor területigénye, és a közlekedés fejlődése mind-mind hozzájárulnak ahhoz, hogy az emberiség közvetlen földhasználata egyre nagyobb. Mindez azt jelenti, hogy nagyobb földterületek vesznek el a természetből, biológia élőhelyek károsulnak, életterek darabolódnak fel, vagy vesznek el teljesen. Az emberi földterületigény messzemenő következményekkel jár. A hatalmas földterületigény leginkább az erdők pusztulásában figyelhető meg. Az erdő, mint a legösszetettebb életközösségi forma, kiemelt fontosságú terület a környezetvédelemben. Az erdők kiirtásával fajok tűnhetnek el, megnő az erózió, megváltoznak a hő- és fényviszonyok. A fakitermelés és ültetés összehangolásával ma már valamelyest arányban tartható az erdőterületek szintje, a ritka fafajok kihalása és betegsége komoly gondot jelent az erdők állapotában.

## 2.3. A mikroklíma hatásai

A napsugárzás a Föld és az épített környezet felszínét melegíti fel először. A felszín csak egy részét nyeli el az energiának, a másik részét visszaveri (reflektáció), majd hősugárzás hatására a levegő is fokozatosan felmelegszik. Településeken, legfőképpen városokban kicsit módosul ez a folyamat.

A városok beépített területei és a környező természetes felszínek között jelentős hőmérsékleti különbség alakulhat ki, a különbséget a települések nagysága befolyásolja. A városok építésénél betont, aszfaltot, téglát és köveket használnak fel, ami alkalmas a nap energiájának a tárolására. A levegő hőmérséklete függ a felszín tulajdonságaitól (szín, anyag). A hőmérséklet a városokban magasabb, mint a külterületeken. A zöld és a vízzel borított területek felcserélése mesterséges felszínekkel, hősziget kialakulását teszi lehetővé. A vízfelszín és a növények párolgása eltér környezetüktől. Nedvesség hiányában a napenergia teljes egészében a mesterséges felszínek felmelegítésére fordítódik, így azok sokkal több hőt nyelnek el, mint a természetes környezet. A meleg



levegő felszállásával, egyfajta meleg hóburok jön létre a város felett. A jelenség éjszaka beálltával sem szűnik meg, ekkor ugyanis a felhalmozott energia kisugárzódik, mérsékelve a lehűlést. Ezt a hőmérsékleti többletet nevezzük a városi hőszigetnek (urban heat island). A hősziget kialakulásának okai lehetnek például a növekvő lakosságszám, a levegőszennyezettség mértéke vagy a városszerkezet (2.3. ábra). A jelenség következménye, hogy a belvárosban pár fokkal szinte mindig melegebb van, mint a külterületeken, de a különbség esténként a 10-12 fokot is elérheti. A legmelegebb pontok a városközpont, nagy gyárak, erőművek területei.

### 2.3. ábra - A városi hősziget kialakulásának az okai (saját szerkesztés)



A nyári hőterhelés mérséklésére szélcsatornák építése, és dús vegetáció telepítése lehet a megoldás. Körülbelül 150-200 négyzetméter zöldterülettel akár 3-4 °C-kal is csökkenthetjük a lokális maximumhőmérsékletet. A magas növényzet leárnyékolja az épületeket és a talajt, így azok nem képesek felmelegedni. Emellett a növényzet a fotoszintézis során vizet bocsát ki és ennek párolgása során környezetét hűti. A zöld területek megkötik a port, ezáltal csökken a helyben kialakuló üvegházhatás. Összességében elmondható, hogy lokális szinten akár 6-8°C-al is csökkenhet hőmérséklet (OKE 1973).

A városi légszennyezés problematikája, mint a korszerűtlen fűtés, a közlekedés és az ipar által kibocsátott szennyezőanyagok, a város fölött a helyi hőmérsékletet és páráviszonyokat megváltoztató burkot hoz létre. Ennek következménye, hogy a városi hőmérséklet nappal akár 6°C-kal is magasabb lehet a környező természeti területhez képest. A városok mikroklíma hatással vannak a sugárzási egyensúlyra, valamint a csapadék és a párolgás mennyiségére, így a hidrológiai ciklusra is. Ennek következtében a nagyvárosok éves csapadékmennyisége 5-10 százalékkal is magasabb lehet a környező területekénél, és az egyes csapadékesemények során a különbség elérheti a 30 %-ot is (GEIGER et al. 1987). Városok felett elhelyezkedő levegő hőmérséklete akár 4-7 Co-kal emelkedhet és a párolgási érték 5-20 %-kal lehet magasabb.

A városokat energia-szigetként értelmezhetjük, hiszen hőt termelnek, azaz megemelik a levegő hőmérsékletét és megváltoztatják a párolgási viszonyokat. Télen a városokra lehulló hó hamarabb elolvad. A folyamatot még jobban gyorsítja a különböző vegyszerek használata, mint például a jégoldó anyag (nátrium-klorid, magnézium-klorid).

A nátrium-klorid környezetre gyakorolt negatív hatása:

- Korrózió
- Növények pusztulása
- Talajok elszennyeződése, ami a talaj termőképességének csökkenését okozza
- A vizek – és különösen az ivóvizeket adó felszín alatti vizek – szennyeződése

A jégmentesítő anyagok a vízzel oldatot képeznek, amely oldatnak az anyagtól függően alacsonyabb a fagyáspontja, mint a víznek, így a fagyáspontig folyékony állapotban maradnak. A leggyakrabban használt útszóró só által képzett oldat például  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$  körül kezd el megfagyni, míg a kalcium-klorid még  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál is folyékony állapotban marad. A feloldódás közben intenzíven hőt termel, és saját tömegénél sokszorta több nedvességet képes megkötni, ezért a téli jégmentesítésre a leghatékonyabb megoldás. Kevesebb idő alatt, nagyobb mennyiségű havat alacsonyabb hőmérsékleten képes megolvasztani, mint az egyéb anyagok (2.4. ábra).

#### 2.4. ábra - Kalcium-klorid szükséges mennyisége (saját szerkesztés)

Hőmérséklet	Havazás intenzitása			
	Nincs	Gyenge	Közepes	Erős
$0\text{ }^{\circ}\text{C}$ felett	12 g/m <sup>2</sup>	14 g/m <sup>2</sup>	16 g/m <sup>2</sup>	17 g/m <sup>2</sup>
$0\text{ }^{\circ}\text{C}$	14 g/m <sup>2</sup>	16 g/m <sup>2</sup>	18 g/m <sup>2</sup>	17 g/m <sup>2</sup>
$0 - (-3)\text{ }^{\circ}\text{C}$ között	16 g/m <sup>2</sup>	18 g/m <sup>2</sup>	20 g/m <sup>2</sup>	20 g/m <sup>2</sup>
$(-3) - (-10)\text{ }^{\circ}\text{C}$ között	18 g/m <sup>2</sup>	20 g/m <sup>2</sup>	22 g/m <sup>2</sup>	25 g/m <sup>2</sup>
$-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatt	20 g/m <sup>2</sup>	22 g/m <sup>2</sup>	25 g/m <sup>2</sup>	28 g/m <sup>2</sup>

Az utakra, járdákra szórva hatékonyan felolvasztja a jégpáncélt és oldott állapotban kevésbé káros a növényekre, valamint tartósabban hat, mint a nátrium-klorid, valamint lényegesen alacsonyabb hőmérsékleten is használható. A kalcium-klorid műtrágyaként is használatos, ezért a növényzetre nincs káros hatással, és a szükséges kijuttatási mennyiség is töredéke az útszóró sóhoz képest.

Az urbanizációnak, a népsűrűség emelkedésének és a közlekedés fejlődésének a következménye az aszfaltozott vagy betonozott útpályák, a járdák, illetve az épületek elterjedése, amelyek gátolják a beszivárgást. A beépített területek hidrológiai jellemzői a külterületekhez képes jelentős eltéréseket mutatnak (2.5. ábra). A burkolt felületek befolyásolják a víz beszivárgását a talajba, a párolgás és lefolyás sebességét. A vízvezető képesség növekedése miatt a csapadékvíz a beépített területeken gyorsan lefolyik, amely a mikroklimát kedvezően befolyásoló zöld területek vízellátását korlátozza. A csatornahálózat terhelése mellett a vízminőség romlásával is számolhatunk, ami a környezet és az ökoszisztéma változásával jár, beleértve a biodiverzitás csökkenését is. Ráadásul ezek a hatások nem érnek véget a városok határaival, hanem messze túlnyúlnak azokon és a természetet is érintik.

#### 2.5. ábra - Erős beépítettség (Bécs) (saját kép)





## 2.4. A környezeti stressz index és a Green Cities Index

A természetes és a mesterséges (ember által alkotott) környezet egymással kölcsönös kapcsolatban áll. Amerikai kutatók ezt vizsgálva kidolgozták a **környezeti stressz indexet**<sup>1</sup>, amely városok környezetre gyakorolt hatását méri. A városokat az öt szempont alapján 1-5-ig osztályozzák és rangsorolják:

1. a népesség változása

2. a levegő minősége

3. a vízminőség

4. szennyvízkezelés

5. az állandó mérgező emisszió

1. népesség változása: az elmúlt 10 év népesség változását pontozzák. A stagnáló és az alig változó népességű városokat alacsony osztályba, míg a növekvő lakosságúakat, az ütemétől függően magasabb osztályba sorolják.

2. a levegő minősége: az USA Környezetvédelmi Hivatalának határértékeihez viszonyítva állapítják meg.

3. vízminőség: az ivóvíz minőségét az USA-szabályozás szerint értékelik. A vízfelhasználásnál a megújuló vízkészlet és a ténylegesen felhasznált víz arányát vizsgálják.

4. szennyvízkezelés: a tényleges szennyvízkezelésnek és a tisztítandó szennyvíz térfogatának egymáshoz viszonyított aránya alapján.

5. állandó mérgező emisszió: az egy lakosra jutó toxikus anyagok mennyisége szerint történik az osztályozás. A vegyületeket az USA Környezetvédelmi Hivatala által kiadott katalógus határozza meg.

A **Green Cities Index** (CUTTER 1992) módszer 24 tényezőt 8 csoportra osztva rangsorolja az amerikai városokat (2.6. ábra). A módszer a környezeti stressz index tényezőit is magába foglalja. A módszerrel 64 amerikai várost vizsgáltak meg.

---

<sup>1</sup>Environmental Stress Index (ESI)

**2.6. ábra - GreenCities Index (CUTTER 1992)**

hulladék	víznyerés és vízhasználat
energiahasználat és energiaköltség	levegőminőség
közlekedéssel kapcsolatos adatok	mérgező vegyszerek által okozott balesetek kockázata
környezeti harmónia	környezeti stressz

Az **European Green Cities Index** néven a Siemens és az Economist Intelligence Unit is végzett kutatást. Harminc európai főváros adatait elemezték 30 egyedi indikátor segítségével, amit 8 kategóriába soroltak (2.7. ábra). A kutatás nagy jelentőséggel bír, hiszen a Föld népességének több mint a fele városokban él. Annak a tudatában fontos ez a tény, hogy az üvegházhatású gázok kibocsátásának 80%-ért a városi tevékenység felelős. Az ipari tevékenység, az energiaellátás, a közlekedés mind-mind a településeken vagy annak a közvetlen környezetében történik. Az egyre növekvő urbanizáció negatív hatással van a környezet állapotára, bár a tanulmány felhívja a figyelmet arra, hogy a koncentrált népességnek köszönhetően a városok életébe történő pozitív beavatkozás jelentősen kedvező hatással járhat. Emiatt fontos a városok környezettudatos fejlesztése a fenntartható fejlődés szemléletében.

**2.7. ábra - European Green City Index (Siemens) (Forrás: Cutter (1992) nyomán saját szerkesztés)**

szén-dioxid-kibocsátás	hulladékhasznosítás
energia	levegőminőség
épületek	környezetvédelmi irányítás
közlekedés	víz- és területfelhasználás

A harminc országban elvégzett kutatás más-más képet mutatott a városokról, de trendek megfigyelhetők. A vizsgált városokban a szén-dioxid kibocsátás az Európai Unió által meghatározott átlag alatt van, de a lakosság harmada autót használ a munkába járáshoz. A megújuló energiák használatának aránya is alacsony, továbbá a vízfelhasználás és a szelektív hulladékgyűjtés arányán is van javítani való (2.8. ábra). A tanulmány megjegyzi, hogy a környezettudatos életvitelhez kapcsolódó felvilágosítás és segítségnyújtás sokszor alacsony színvonalú.

**2.8. ábra - European Green City Index városok rangsora (forrás: Cutter (1992) nyomán saját szerkesztés)**

1. Koppenhága	16. Varsó
2. Stockholm	<b>17. Budapest</b>
3. Oslo	18. Lisszabon
4. Bécs	19. Ljubljana
5. Amszterdam	20. Pozsony
6. Zürich	21. Dublin
7. Helsink	22. Athén
8. Berlin	23. Tallin
9. Brüsszel	24. Prága
10. Párizs	25. Isztambul
11. London	26. Zágráb
12. Madrid	27. Belgrád
13. Vilnius	28. Bukarest
14. Róma	29. Szófia
15. Riga	30. Kijev

### 3. Összefoglalás

Ebben a fejezetben a település környezetre gyakorolt hatását vizsgáltuk. Az emberi tevékenység kihat a minket körülvevő természetre. A legnagyobb problémát a fosszilis energiahordozók használata jelenti, mely az egyre növekvő energiaéhséget hivatottak csillapítani. A szén-dioxid, szén-monoxid, metán, nitrogén-oxid, kén-dioxid és a freonok, levegőbe jutva megbontják a Föld üvegházhatását.

Az energiaigényes gépekre alapozott ipar, az elektromos áramot fosszilis energiából termelő rendszerek elterjedése, a közlekedés motorizálása, fűtés, hűtés, feldolgozás, átalakítás mind-mind óriási energiafelhasználást jelentett. A növénytermelés, az emberi vagy állati munkára alapozva a terményben hasznosítható energiát kötött meg az elmúlt századok folyamán. Ma a modern gazdálkodás több energiát emészt fel, mint amennyit a termék ad. Mindehhez fosszilis energiaforrásokat használunk fel. Ennek eredményeképpen magas terméshozam érhető el. Az így bekövetkezett népességnövekedés egyre nagyobb terhet ró a természeti környezetre. Települési típusonként változik az emberi tevékenység által okozott hatás mértéke. A települések lakosság száma és az okozott természeti változás összefüggésben áll egymással. A városi léttel járó energiaigényes élet a bioszférában megtermelt és elraktározott készletek rovására történik, amely környezeti szennyezéssel jár együtt. Az ember szén-dioxidot, szén-monoxidot, metánt, freonokat, nitrogén-oxidot, kén-dioxidot bocsát a légkörbe. A levegőszennyezés mellett a talaj és a vízszennyezés is jelentős. Az országok és a különböző nemzetközi szervezetek (ENSZ, Kiotói Egyezmény) szabályozzák és ellenőrzik az emissziót. Társadalmi szervezetek is, mint a Greenpeace elkötelezett híve a klímaváltozás elleni harcnak és a hatékony fenntartható energiagazdálkodásnak.

#### 3.1. Kérdések:

1. Milyen tájtypusokat különböztetünk meg?
2. Milyen települési típusokat ismerünk?
3. Mik az urbánus tájak jellemzői?
4. Mi a hősziget?
5. Melyik jégoldó anyag alkalmazása jár kevesebb környezeti ártalommal? (nátrium-klorid és a kalcium-klorid)
6. A környezeti stressz index milyen szempontok alapján rangsorol?

---

# 3. fejezet - A települési infrastruktúra elemeinek illeszkedése a földrajzi környezethez

Számos település esetében megfigyelhető a természeti adottságokhoz történő hibás alkalmazkodás (csuszamlásos, mocsaras, belvizes térszín nem megfelelő rendezése). Másodlagos formában pedig a szakszerűtlenül kivitelezett infrastruktúrafejlesztés, a bányászat és a természetföldrajzi adottságok közötti konfliktushelyzetek kialakulása is komoly veszélyként leselkedhet a lakosságra (alapinfrastruktúra építésföldtani problémái, agresszív kémhatású talajvizek, felszínmozgásra hajlamos területek beépítése stb.). A fejezet kitér minden fontosabb veszélyforrás fajtájának meghatározására, valamint számos értékelhető és rossz példáját említi meg a jelenségek megértéséhez.

## 1. Környezeti hatások szintjei

Az infrastruktúra kifejezés leginkább műszaki tartalmat hordoz, mégis a modern gazdaságfejlesztés egyik leggyakrabban használt és egyben leginkább vitatott fogalma. Latin eredetű szó, magyar fordításban alapszerkezetet, alapépítményt, alapot jelent. Logikai jelentése: valami kialakulásának, létrejöttének, fejlődésének alapja, előzménye, előfeltétele. A konfliktushelyzetek legfőképpen az ember által létrehozott infrastruktúra és a természeti környezet „kölcsonhatása” okozza. A káros környezeti hatások eltérő nagyságrendekben jelentkeznek, és ennek megfelelően eltérő területi szinteken kezelhetők. Globális szinten a Föld egészét veszélyeztető hatásokról van szó, mint pl. a világóceánok szennyeződése, az oxigént adó és a széndioxidot elnyelő esőerdők kivágása, az üvegházhatást okozó széndioxid még mindig erőteljes, bár egy főre vetítve csökkenő kibocsátása, valamint a fosszilis energiaforrások felhasználása. Mivel ezek a problémák csak a földi ökológiai rendszer egészében értelmezhetők, kezelésük is világméretű beavatkozásokkal, nemzetközi szintű megállapodásokkal képzelhető el.

Regionális szinten jelentkezik a környezeti károsodások jelentős többsége, jöllehet hatásuk nagyobb térségben is érzékelhető. Idetartoznak pl. a savas esők, a folyók, tavak, a talajvíz szennyeződése, amik jelentős térségek fejlődését korlátozhatják. A lokális vagy települési szint a környezeti hatások kezelésének szintje, hiszen valamennyi szennyező forrás valamely település területére esik. Ma is aktuális a jelszó, miszerint gondolkozz globálisan, cselekedj lokálisan. A környezet károsodásának azonban a természeti környezetállapotán kívül számos más, lokális oka is lehet, mint pl. a helyi közlekedés, a sűrű beépítés miatti problémák, a korszerűtlen fűtési rendszerek levegő károsítása, a szakszerűtlen szeméttárolás, a zöldterületek beépítése. A problémák kezelése sokszor településközi, vagy állami szerepvállalást is igényel. (MEGGYESI 2006)

## 2. Az urbanizáció környezeti következményei

A városodás egyik jellemzője a nagy létszámú népesség viszonylag kisterületen való összezsúfolódása. A természeti erőforrások igénybevétele során történő termelés, szolgáltatás, fogyasztás szennyező anyagok keletkezésével és kezelésével jár. A Föld népességének több mint a fele városokban él. Annak a tudatában fontos ez a tény, hogy az üvegházhatású gázok kibocsátásának 80%-ért a városi tevékenység felelős. Az ipari tevékenység, az energiaellátás, a közlekedés mind-mind a településeken vagy annak a közvetlen környezetében történik.

A felszín borítottság jellemzői alapvető fontosságúak egy település környezeti viszonyainak elemzésekor. A város talajának nagy része szilárd burkolattal borított, ami megváltoztatja a vizek lefolyását és beszivárgását. A nem borított részeken intenzívebb beszivárgás valószínű. Az esővíz a csatornahálózaton keresztül a felszíni vizeket terheli, és nem jut el a felszín alatti vizekbe. A felszín borítottsága megváltoztatja az alatta lévő talajvíz- és levegő viszonyait, ezen keresztül módosíthatja a víz felszín alatti útját és minőségét. (FŐRIÁN 2007) Az egyre növekvő urbanizáció negatív hatással van a környezet állapotára (3.1. ábra).

### 3.1. ábra - A települési szennyező források összefoglaló táblázata (saját szerkesztés)



<b>Víz kivétel</b>	Közüemi kutakkal nagy mennyiségű ivóvízkivétel a felszíni vizekből és a felszín alatti vizekből.
<b>Szennyvíz</b>	Nagy mennyiségű szennyvíz keletkezése, a kommunális és az ipari szennyvizek kevert gyűjtése, szennyvíztisztítók hiánya.
<b>Szennyvízszikkasztók és derítők</b>	A települések csatornázatlansága miatt nagy mennyiségű szennyvíz elszikkasztása, azaz direkt a talajba (talajvízbe) szivárogtatása, magas szerves anyag és nitrát tartalommal, magas higiénés kockázattal.
<b>Közüemi szennyvíztisztító</b>	A tisztított szennyvíz a felszíni vizeket terheli, a szennyvíziszap a talajt, illetve azon keresztül a talajvizet.
<b>Kommunális szilárd és folyékony hulladéklerakó</b>	Megfelelően megválasztott és előkészített helyszínre, ellenőrzöten és megfelelően izolálva lerakott hulladék kis kockázatot jelent a felszín alatti vizekre, a régebbi és nem szakszerűen lerakott hulladékokból a megbontott felületen keresztül beszivároghatnak a veszélyes anyagok.
<b>Egyéb hulladéklerakók</b>	Építési törmelék, salak, ipari hulladékok. Illegális hulladéklerakók esetén hiányzik a terület alkalmasságának vizsgálata, a lerakó szigetelése, melyhez hozzájárul a lerakott anyagok ismeretének hiánya.
<b>Közlekedés:</b>	Autóutak, úthálózat, hajtóanyagok szállítása, raktározása, üzemanyag-töltőállomások, kipufogógázok, fűadt olajok, autógumi, akkumulátor, az utak sózása stb.

### 3. Hőszigetek

A városok beépített területei és a környező természetes felszínek között jelentős hőmérsékleti különbség alakulhat ki, a különbséget a települések nagysága befolyásolja. A városok építésénél betont, aszfaltot, téglát és köveket használnak fel, ami alkalmas a nap sugárzásából származó, hosszú hullámú energia tárolására. A levegő hőmérséklete függ a felszín tulajdonságaitól (szín, anyag), a domborzati fekvéstől és a besugárzás időtartamától. A hőmérséklet a városok belterületén általában magasabb, mint a külső részeken. A zöld,- és a vízzel borított területek felcserélése mesterséges felszínekkel, hősziget kialakulásának legfőbb okozója lehet, mivel a vízfelszínek és a növények párolgása jelentős klímamódosító hatást eredményez, amely a városokban erőteljesen csökken. Nedvesség hiányában a napenergia teljes egészében a mesterséges felszín felmelegítésére fordítódik, így azok sokkal több hőt nyelnek el, mint a természetes környezet. A meleg levegő felszállásával, egyfajta meleg hóburok jön létre a város felett. A jelenség az éjszaka beálltával sem szűnik meg, ekkor ugyanis a felhalmozott energia kisugárzódik, mérsékelve az átszellőzést. Ezt a hőmérsékleti többletet nevezzük a városi hőszigetnek (urban heat island). A hősziget kialakulásának okai lehetnek például a növekvő beépítettség, a levegőszennyezettség mértéke vagy az előnytelen városszerkezet. A jelenség következménye, hogy a belvárosban pár fokkal szinte mindig melegebb van, mint a külterületeken, de a különbség esténként a 10-12 fokot is elérheti. A legmelegebb pontok a városközpont, nagy gyárak, erőművek területei. Kedvezőtlen időjárási viszonyok között ez a hősziget mintegy csapdába ejti a szennyezőanyagokat, elsősorban az aeroszoloikat, és ezzel a város felett füstkupola alakul ki, amelyben a lebegő anyagok koncentrációja sokszorosa lehet a külső területek felettinek. A szél hatására kialakuló óriási „fűstköd-csóva” akár 100 km-re is elmozdulhat, mezőgazdasági területeket, vagy más településeket szennyezve. Hazánkban Pécs fekvése kedvez a fűstkupola kialakulásának. A medencében elterülő város felett viszonylag könnyen létrejön a stabil légállapot, amely szélsőséges esetben 200-300 méter magasan kezdődő, 2800-3000 méter magas fűstkupola kialakulásához vezet. A légszennyezés következményei lehetnek légúti és a karcinogén betegségek megnövekedett aránya. A városokban a talajszennyezés kétszer nagyobb mértékű, mint a rurális településeken, hiszen általában itt

találhatóak azok gyáripari egységek, melyek különféle nehézfémekkel és vegyipari alapanyagokkal szennyezhetik a talajt.

## 4. Folyamatos levegőcsere szerepe

Egy város levegőminőségének kialakulásában nagy szerepe van a város átszellőzésének is. Javításához hozzájárul a város klímastratégia alapú fejlesztése, rekonstrukciója. Az átszellőzés mértékét és annak éves gyakoriságát a regionális léptékű szélviszonyok, a hegyek, dombok, a beépítettség foka és típusa, az utak iránya és szélessége határozza meg. A város átszellőzésében fontos szerepe van az ún. friss levegőt hozó szellőnek. Ez olyan termikusan indukált helyi szélrendszer, amit a város és környéke energiaháztartásbeli eltérése által keltett nyomás gradiens hoz létre. Fontossága abban rejlik, hogy egyébként szélcsendes időben is biztosítja a város feletti levegő cseréjét. Becslések szerint függőleges kiterjedése néhányszor tíz méter, évi gyakorisága pedig 10 - 20%. Pozitív hatásának létrejöttéhez szükséges, hogy legyenek ventilációs folyosók, és hogy a friss levegő keletkezési területén az emisszió sűrűség kismértékű legyen. A ventilációs csatornák lehetnek *zöld folyosók*, városi parkok, folyómedrek, utak, vasúti pályák, stb.

A hegyek szerepe megnyilvánul az ún. hegy-völgyi szél létrejöttében is. A hegy-völgyi szelek napszakos szélrendszert alkotnak. A lejtő és a völgyek tengelye mentén felfelé fúj nappal (völgyi szél) és lefelé fúj éjjel (hegyi szél). Nyugodt, derült időjárásban alakul ki. A völgyi szelet az a hőmérsékletkülönbség hozza létre, amely a lejtő mentén felmelegedett levegő és az ugyanazon magasságban lévő szabadlégköri levegő között keletkezik. Legjelentősebb déli lejtőkön nagy besugárzás esetén. A hegyi szelet a talaj éjszakai lehűlése hozza létre, erőssége kisebb, mint a völgyi szél.

A város topográfiájának áramlámódosító hatása van. Beépített területen a szélesebbesség függ a szélirány, valamint az utcák és épületek irányítottsága közötti kapcsolattól. Ha a városi blokkokban az épületek hosszú sorai merőlegesen a szélirányra, akkor az épületek között szélárnyékolt zónák alakulnak ki. Itt a szélesebbesség a tetőszint feletti szélesebbességnek csak töredéke. Ha az épületblokkok a széliránnyal párhuzamosak, akkor a szél az épületek közti hézagokon és az utcák mentén fúj, a szélesebbeséget csak az épületekkel történő súrlódás miatti kisebb sebességcsökkentő hatás csökkenti. A magasépületek hatása kétféle lehet. Ha a magas épületek sora a város szélfelőli végén helyezkedik el, akkor blokkolja a szelet. Ellenben ha a város különböző pontjain vannak szétszórva, akkor jelentősen növelhetik a légáramlást. (SZEPESI-TITKOS 1996; REICHHOLF 1999)

Természetesen a széljárásnak, átszellőzésnek is vannak kedvezőtlen hátulütői, mint ami például a Kazincbarcika melletti Berentén is tapasztalható. A falu, a BorsodChem ZRt és pár évvel ezelőtt AES Borsodi Energetikai Kft. környezetterhelési emissziójának javát „élvezte” (3.2. ábra).

### 3.2. ábra - A Berentén uralkodó szélirány miatt a BorsodChem szennyezése a falu felé terjed (saját szerkesztés) (forrás: GoogleEarth)



## 5. Inverziós légrétegzés



Hasonlóan a szélcsendes időszakokhoz, az inverzió is kedvezőtlen a légszennyező anyagok terjedése és hígulása szempontjából. Inverziós rétegnek nevezzük azt a réteget, amely melegebb az alatta fekvő rétegnél. Az inverziós réteg megakadályozza a természetes levegő cirkulációt, a talaj közeli levegőrészek felemelkedését.

A jelenség elnevezése onnan ered, hogy a légrétegek hőmérsékleti gradiense fordítottja (inverze) a normálisnak, normális esetben a hidegebb légrétegek vannak felül. Ha az inverziós réteg 700 m alatt helyezkedik el hatása veszélyes, 300 m alatt pedig kritikus helyzetet eredményez. A domborzat és a beépítettség csökkenti a szélsőséget. A káros turbulens hatások következtében a magas kéményen kibocsátott anyagok visszakerülnek a földfelszíni levegőrészekbe mielőtt felhígultak volna.

Az inverzió kialakulásában jelentős szerepet játszik a felhőzet, a köd, mivel megakadályozza a talajfelszíni levegőrészek felmelegedését, illetve felemelkedését (HEVESI 2006).

## 6. A települési infrastruktúra fejlődését befolyásoló egyéb természeti adottságok, jelenségek

A településeken karakteresen jelentkeznek a természeti környezet kézzel fogható gazdálkodást, építkezéseket befolyásoló jelenségei, úgy mint a domborzat, a vízrajz, vagy a klíma. Ezek hatása lehet direkt és indirekt, amelyeket figyelembe kell venni a településtervezésnél. A különböző alakú és kiterjedésű felszínformák hatása legtöbbször indirekt, azaz csak az általuk befolyásolt klimatikus, illetve hidrológiai folyamatokon keresztül érvényesülnek (LOVÁSZ 1982).

A domborzathoz köthető direkt hatások egyik csoportja a városesztétikai, lélektani, illetve egészségügyi jellegű. A domb-, vagy hegyhátak, gerincek, hegylábtelepek lejtőinek és tetőfelszíneinek, illetve az ide épített létesítményeknek nagy szerepük van a településképzés kialakításában. A pozitív formakincs részét képezik a környezetük fölé emelkedő és kis lejtésű fennsíkok is. Általában a települések terjeszkedésük során viszonylag későn „kebelezik be” így a forgalmas, zajos városcentrumoktól többnyire távol esnek. Sajátos egészségügyi funkciójuk is van ezeknek a pozitív morfológiai formáknak. Nagyvárosainkban a szélcsendes őszi, téli napokon gyakori a kellemetlen szmog és a felszín felett alig néhány tíz méter vastagságú köd (Pécs). A völgytalpak fölé emelkedő hátakon és gerinceken a szmog és a köd lényegesen ritkábban fordul elő. A helyzet annál kedvezőbb, minél nagyobb a relatív magasságkülönbség. Ebből a szempontból tehát ezek a formák olyan létesítmények, intézmények elhelyezésekor részesíthetők előnyben, amelyeknél különös fontossága van a szmog-, illetve ködmentességnek és az őszi-téli időszakban is jelentősebb napfénygazdagságnak.

A hátakat övező meredekebb lejtők azonban negatív hatással is bírhatnak, ugyanis speciális geológiai felépítés esetén mozognak, enyhébb esetben csuszamlás-veszélyesek (pl. Miskolc- Avas, Dunaszekcső magaspart). Ez a természeti folyamat sok esetben műszaki szempontból behatároló, illetve költségnövelő tényező. Az utóbbi években a részben hegyoldalra épült városaikban szinte divattá vált, hogy sűrűn beépítik a városra néző oldalakat vállalva ezzel a többletköltségeket és a kockázatokat is. A negatív domborzati formákat a különböző szélességű és keresztmetszetű völgyek képviselik. A bennük kialakuló komplex természeti környezeti adottságok sok tekintetben kedvezőbbek, mint a meredekebb hegy-, vagy domboldalak lehetőségei, azonban sok esetben eléggé behatárolják a városépítési lehetőségeket. A már többször említett szmog- és ködképződés jellemző területeit képviselik a széles tál alakú völgyek. Ezek a kellemetlen hatások csak akkor mérséklődnek, ha közelben hegység van, ahonnan kiinduló hegyi szél kisöpri a „megfáradt” légtömegeket. Továbbá a környező magasabb területek vízgyűjtői ezek, így a völgytalp gyakran vizenyős, mocsaras, sőt bizonyos esetekben még árvíz-, villámárvíz-veszélyes is lehet (pl. Miskolc, Eger, Pécs vagy a síkvidéken Szeged) (3.3. ábra). A probléma felismerését sajnos a mai napig nem követi megfelelő védelmi beavatkozás, így megfelelő védőmű hiányában árvízveszélyes területekre építkeznek (pl. Miskolc, Ipolytarnóc).

### 3.3. ábra - Villámárvíz a Tardona-patakon Kazinbarcikánál 2010 tavaszán (saját kép)



Villámárvíz (saját videó)

A legalacsonyabb pontokon nagy veszélyt jelent az épületek felvizesedése, ami csak jelentős többletköltséggel szüntethető meg. Egyes településeken a mocsaras területek feltöltését követően cölöpöket vertek a földbe és arra építkeztek (pl. Eger-Líceum). A magas talajvízzel (belvízzel) rendelkező területeken álló épületek mikroklímája is sokszor egészségtelen, lakófunkciójuk korlátozott, ezek a térszínek általában csak ipari létesítmények kialakítására alkalmasak. A széles völgyek esetében azonban gyakran megfigyelhető egy jelentősebb völgyperemi sáv, amely építkezésre a legalkalmasabb terület, mivel mind a völgytalp, mind a meredek lejtő negatív hatásaitól mentes.

A síksági területeken a fent jellemzett pozitív és negatív makrodomborzati formák természetesen nem érvényesítik hatásait. Ezzel szemben rendkívül fölerősödik a néhány méter tszf. magasság-különbségekkel jellemezhető mikrodomborzat, valamint a vízrajzi adottságok hatása. A folyók mentén élő emberek a történelem során pontosan ismerték a mocsaras, csak legeltetésre; a magasabb, már szántóföldi művelésre; és a mindig ármentes, állandó letelepedésre is alkalmas felszíneket. A természetben minden domborzati forma lejtőkkel különül el egymástól. Ezek hajlásának, tájolásának, hosszának és alakjának vizsgálata a településfejlesztés szempontjából elengedhetetlen. Ez a völgyhálózattal és a geológiai adottságokkal együtt jelentős mértékben figyelembe veendő a beépítésre, vagy rekonstrukcióra váró területek úthálózatának tervezésekor is. A szintvonal futását minél jobban megközelítő úthálózat-vezetés nagymértékben csökkentheti a gépkocsik, buszok stb. menet közbeni megterhelését, és ezzel együtt a településkörnyezet zaj-, rezgés-, és levegőszennyezettségét (TÓTH 1981).

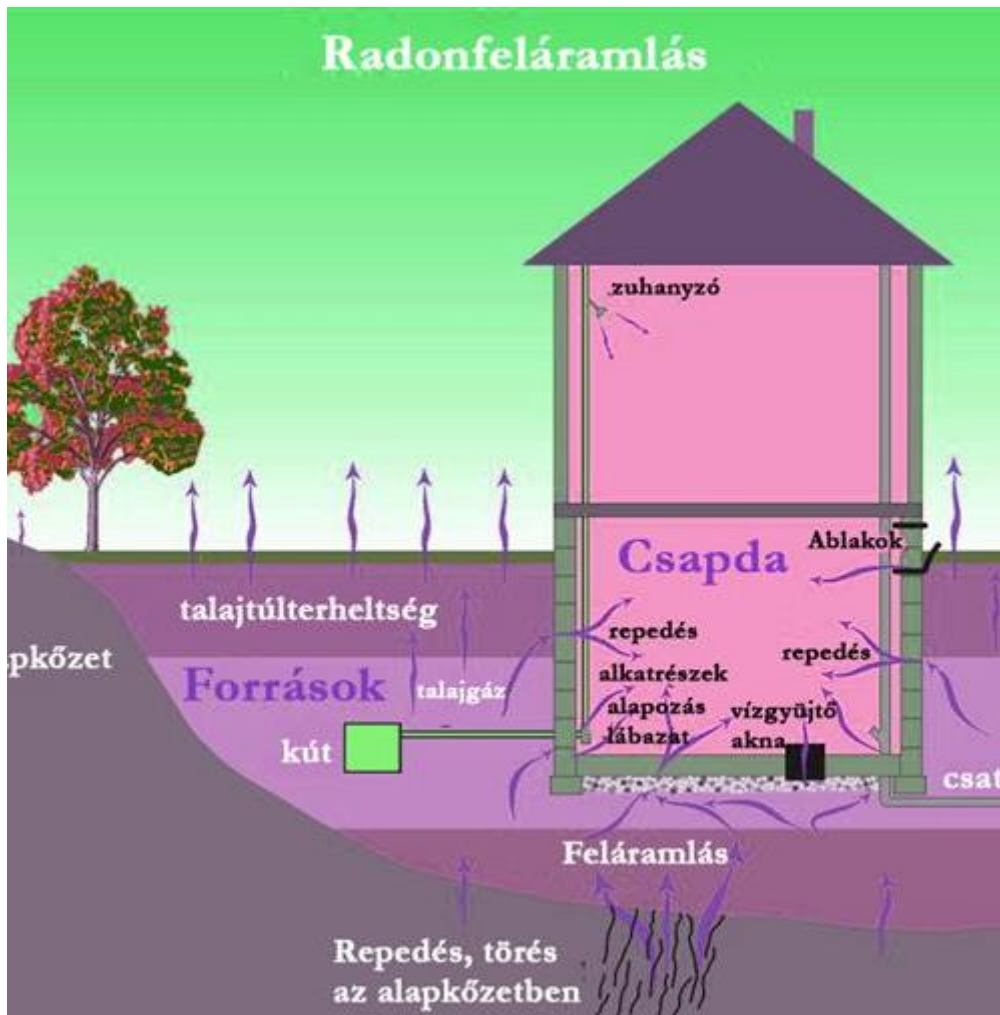
A szemmel látható természeti környezet negatív hatásai mellett meg kell említeni, hogy a társadalom sebezhetősége – a kedvezőtlen adottságú területek beépítésével, az infrastruktúra fejlődésével – fokozatosan nő a földrengésekkel szemben is. Különösen igaz ez a nagyvárosokra, így például Budapestre, Egerre, Kecskemétre is (3.4. ábra). A földrengéseknek ellenálló épületek tervezésével, a megfelelő felkészüléssel a kockázat csökkenthető. Magyarország szeizmicitása közepes, kisebb károkat okozó földrengések megközelítőleg 20 évente, jelentősebb károkat okozó, 5–6 magnitúdójú rengések kb. 50 évente előfordulnak. Az utolsó nagyobb ( $M=4,9$ ) földrengés 25 éve, 1985-ben, Berhidán keletkezett.

**3.4. ábra - Az ország harmadik legnagyobb erejű földrengése Kecskeméten 1911-ben  
([www.kecskemet.hu](http://www.kecskemet.hu))**



Csak az utóbbi időben kezdtek el felfigyelni a természetes eredetű radon izotópok több 10 ezerszeres dóziskorlátot meghaladó egészségre káros mennyiségére. Kézzel nem fogható, szemmel nem látható, de igen nagy veszélyt jelentő földrajzi jelenség a radon gáz felszivárgása. Az épületekben kialakuló magas radon-koncentráció elsődleges forrása a talaj. A pórusterbe kijutott radon - homogén talaj esetén - a felső 0,8-3 m-ből áramlik fel, attól függően, hogy milyen a talaj permeabilitása. Extrém esetekben pl. törésvonalak mentén azonban igen mélyről is feláramolhat (pl. Eger). Ha a kőzetnek magas a Ra-226 tartalma, várható a magas radonszint is. Több országban ezért építkezés előtt előzetesen minősítik a talajokat, s ezek függvényében írják elő az építkezésnél betartandó védekezési módszereket (pl. radongát). De a legalapvetőbb védelem, mely minden épületben, szinte minden földrajzi körülmények között külön beruházás nélkül, bármilyen időpontban használható, a természetes szellőztetés (MOSER-PÁLMAI 1992, FÖRSTNER 1993).

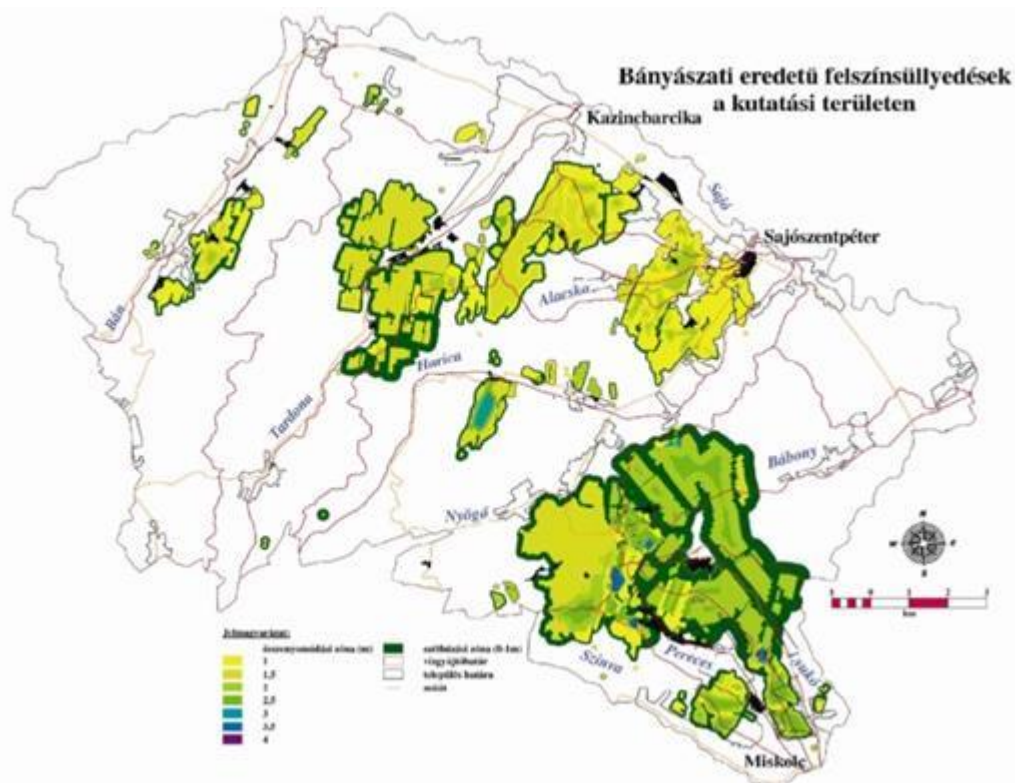
**3.5. ábra - A radon épületbe való bejutásának lehetőségei (saját szerkesztés)**



Az urbanus területekre veszélyt jelenthet az alábányászottság. A felszín alatti bányászat a felhagyott járatok elégtelen tömedékelése, illetőleg a tömedékelés műszaki korlátai miatt évszázados késéssel is alakíthatja a felszínt, egyenlőtlen süllyedéseket okozva. A problémát bonyolítja, hogy a XIX. század sok bányájáról pontos térképek se állnak rendelkezésre, hogy a vízbetörések és a sújtólég-robbanások által átrendezett föld alatti világról nincsenek pontos ismereteink, s az sem zárható ki, hogy egyes magántulajdonosok rejtve nem kalandoztak-e túl a részükre engedélyezett bányatelken a nagyobb jövedelmezőség érdekében (pl. Tatabánya, Egercsehi.). Például: a tatabányai VI-os telepi templom az alábányászottság miatt, 1,7 m-t süllyedt. A bányászat utóhatásaként jellemző süllyedések mintapéldája a Borsodi bányavidék, a Bükkklába térsége. A mélyművelésű bányászati tevékenységek jelentős, akár a 4m-t is elér süllyedéseket hoztak létre a felszínen, kockázatosá téve mindenfajta felszíni beruházást, infrastruktúrafejlesztést (3.6. ábra).

**3.6. ábra - A Bükkklába bányászati tevékenységeinek felszínsüllyedési mértéke (Forrás: SÜTŐ L. 2007)**





## 7. Zöld infrastruktúra

Az Európai Unió programot hirdetett meg a környezet védelmére, mivel Európa egész területére jellemző a nagymértékű élőhely szűkülés és az élőhelyek szétdarabolódása. Ez a biológiai sokféleség megőrzése szempontjából komoly problémákat jelent. Az Európai Bizottság 2010 utáni biodiverzitást elősegítő politikája részeként foglalkozik az uniós zöld infrastruktúra kérdésével. A zöld infrastruktúra összeköttetést teremtené a meglévő természeti területek között, és általában véve javítaná a tájak ökológiai értékét. Az európai zöld infrastruktúrát többféleképpen is meg lehet teremteni az Európai Bizottság véleménye alapján. Javítani kell a meglévő természet közeli élőhelyek folytonosságát, fellépve a szétdarabolódás ellen, fokozva az ökológiai egyveretűséget. Ezzel az ökológiai folyosók, vagyis többek között a NATURA 2000 program által lehatárolt védett tájrészletek szerepe tovább erősödik. Törekedni kell a tájak átjárhatóságának megteremtésében a fajok terjedése, vándorlása, mozgása szempontjából. Az élőlények mobilitását elsősorban kímélő földhasználati módszerekkel vagy extenzív gazdálkodást támogató agrár-környezetvédelmi és erdészeti programokkal segíthetik elő.

Az Európai Bizottság szerint területfejlesztés hozzájárul a zöld infrastruktúra megteremtéséhez: „a zöld infrastruktúra létrehozásának legjobb gyakorlati módja az integrált területrendezés. Ez leginkább stratégiai területfejlesztéssel érhető el, amikor a különböző földhasználati módok kölcsönhatásait nagyobb földrajzi területen (regionális vagy települési szinten) tekintik át. A stratégiai tervezés lehetőséget biztosít arra is, hogy a különböző ágazatok közösen, átlátható módon és együttműködve döntsenek a helyi földhasználati prioritásokról. A területhasználattal tervezésével megelőzhetőek az érzékeny területeken végrehajtott infrastrukturális beruházások, és ezáltal csökkenthető az élőhelyek további szétdarabolódásának veszélye. Felderíthetőek a megmaradt természeti területek összekapcsolására kínálkozó lehetőségek, pl. a stratégiai jelentőségű helyeken élőhely-helyreállítás végezhető, vagy az új fejlesztési tervekbe beépíthetőek az ökológiai folytonosságot biztosító elemek (ökológiai átjárók, ökoszigetek).”(NATURA 2000)

## 8. Összefoglalás

A települési infrastruktúra fejlődését alapvetően meghatározzák az adott földrajzi tér sajátosságai, vagyis a városfejlesztést befolyásoló legmarkánsabb természetföldrajzi tényezők. A települések és környezetük folyamatos kölcsönhatásban állnak egymással, amelyek jelenségeit a helytelenül tervezett településszerkezet sok esetben tovább fokozhat olyannyira, hogy főként a nagyobb városok alapvető mértékben változtathatják meg a beépített kultúrtáj természetföldrajzi adottságait. Elfedik annak veszélyeit és egy bizonyos mértékű komfortos

teret eredményeznek, mindaddig, amíg a városnövekedéssel párhuzamosan nem jelentkeznek az egyre jelentősebbé váló, megváltozott környezeti hatások, úgy, mint a füstköd, hősziget, felszínüllyedések, villámárvizek, felszínmozgások.

## 8.1. Kérdések

1. Mit nevezünk hőszigetnek?
2. Mi az inverziós hatás?
3. Soroljon fel települési infrastruktúrára ható földrajzi adottságot, jelenséget!
4. Mondjon árvíz-veszélyeztetett területeket, településeket!
5. Mi a célja a zöld infrastruktúrának?

---

## 4. fejezet - A városklíma

Lakóhelyünk biztonságának, komfortérzetének, és stressz mentességének következő fontos tényezője a városklímához kapcsolódó meteorológiai jelenségek bemutatása. A városklíma-hatás a kritikus méretű települések esetén erőteljesen befolyásolja a város és közvetlen környezetének meteorológiai viszonyait. Legfőbb szerepe az időjárási szélsőségek felerősödésében rejlik, amelyek a város műszaki kivitelezésének környezeti korlátait hangsúlyozzák ki. A globális felmelegedés okozta városökológiai kihívások leküzdése paradox módon a helyi gazdaság fejlődését szolgálják, mivel a várostervezési megoldások jelentős K+F+I+O igényt fogalmazznak meg, nem beszélve az infrastruktúra átalakítás állandó jellegű építőipari megrendeléseiről.

### 1. A városklíma általános jellemzői

A települések környezetükhöz viszonyítva módosítják a felszín anyagát, szerkezetét és energiaegyenlegét, illetve a légkör összetételét. A mesterséges tényezők együttesen egy speciális helyi klímát (városklímát) határoznak meg. A települések által okozott hőmérsékleti eltérést városi hőszigetnek nevezzük. A városokban fellelhető mikroklímákat mozaikszerűség jellemzi. Az utcák, terek, parkok és udvarok mind sajátos éghajlattal rendelkeznek, amelyekben azonban közös vonások is vannak. Ezek a közös vonások éppen a lokális (helyi) éghajlat, a városklíma keretében jutnak kifejezésre (SÜMEGHY, 2004).

A klíma állandó változás alatt áll. A 2010-es év az időjárási feljegyzések óta világszerte a legmelegebb évnék számított. A rekordhőmérsékletek mellett ugyanilyen fontosságú a 2000-es évek első évtizedében előforduló, pusztító árvizek számának növekedése, amely jelentős károkat okozott az alapinfrastruktúrákban, és a településeken, nagyobb városokban egyaránt.

Az utóbbi évtizedek városklíma kutató vizsgálataiból számos általánosítás vonható le, bár mindenképpen ki kell hangsúlyozni, hogy a nagyobb városok azonos éghajlati környezetben, sajátos klímával rendelkeznek. A város földrajzi elhelyezkedése az adott éghajlati zónában, mérete (lakosság, terület), szerkezete, gazdaságának milyensége jelentős hatással van a kialakult éghajlati különbségek mértékére. A természetföldrajzi adottságok (pl. domborzati fekvés, vízföldrajzi viszonyok, növényzet, talajtípusok stb.) erősíthetik vagy gyengíthetik az antropogén okok hatására bekövetkező klímavizonyokat. Az emberi tényezők az alábbi felsorolás szerint tipizálhatók:

- A természetes felszín épületek és impermeábilis<sup>1</sup> utak, járdák helyettesítik, amelyek vízlevezető csatornarendszerekkel kombinálódnak.
- A városi felszín geometriája rendkívül összetett, a térbeli egyenetlensége horizontálisan és vertikálisan – az utcák és a parkok felületétől a különböző tetőmagasságokig – is igen változatosak.
- A járdák, utak és az épületek anyagai általában kisebb visszaverődési képességgel (albedóval), nagyobb hővezetési tulajdonsággal rendelkeznek.
- A helyi energiaegyenleg lényeges része lehet az emberi tevékenység által (ipar, közlekedés, fűtés) kibocsátott hő is.
- Fontos tényező a fűtés, közlekedés és az ipari folyamatok során keletkező idegenanyagok, így a vízgőz, gázok, füst és egyéb szilárd szennyezőanyagok mennyisége. Ezek a várost leperszerűen vonják be (SÜMEGHY, 2004).

A városklíma legelemibb része, a városok felett kialakuló ún. városi határréteg (urban boundary layer – UBL) magassága jelentős mértékben függ az felszínérdeességi viszonyoktól (4.1. ábra). A városi határréteg tetőszint alatti és feletti rétegekre különíthető el. A városi határréteg nagyobbik része, amelynek alapja a tetőszint közelében van, lokális jelenség és kialakulása alapvetően a városi térszerkezet és azok jellemzőitől.

#### 4.1. ábra - A városklíma áttekintő modellje (forrás: The National Center for Atmospheric Research & the UCAR Office of Programs)

---

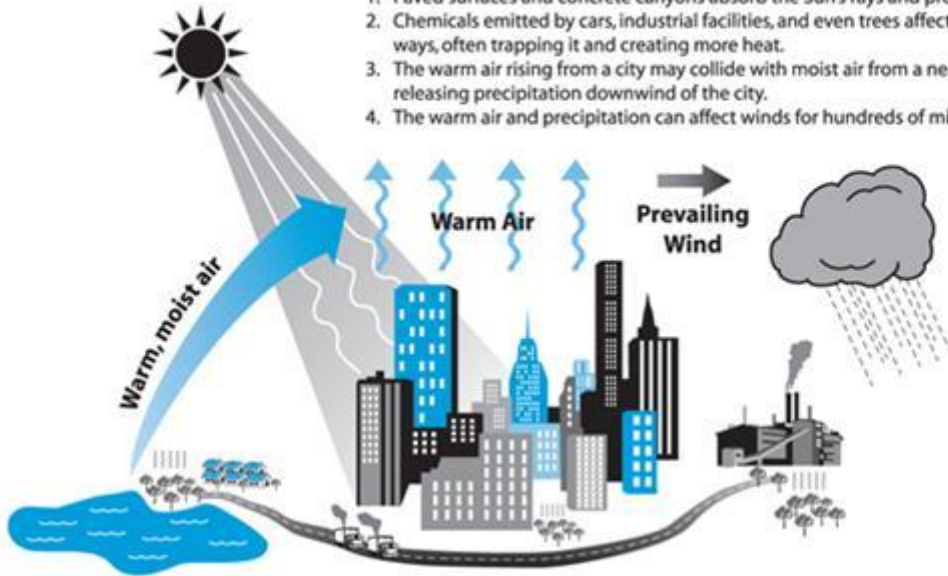
<sup>1</sup>Víz nem áteresztő



### Urban Heat Island Effect

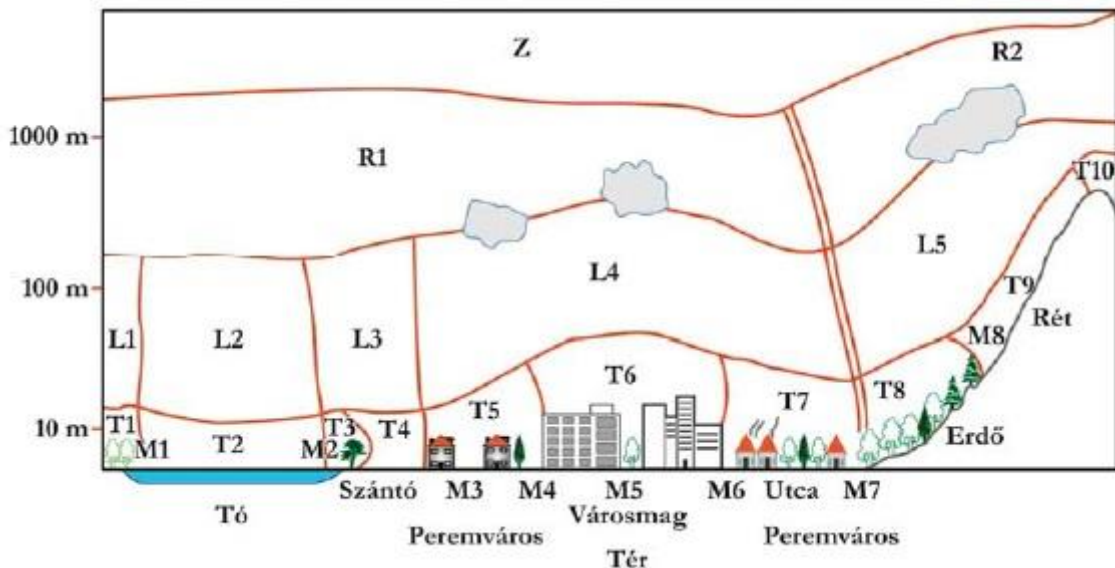
Urban areas influence the atmosphere through a number of processes:

1. Paved surfaces and concrete canyons absorb the Sun's rays and produce heat.
2. Chemicals emitted by cars, industrial facilities, and even trees affect sunshine in different ways, often trapping it and creating more heat.
3. The warm air rising from a city may collide with moist air from a nearby body of water, releasing precipitation downwind of the city.
4. The warm air and precipitation can affect winds for hundreds of miles.



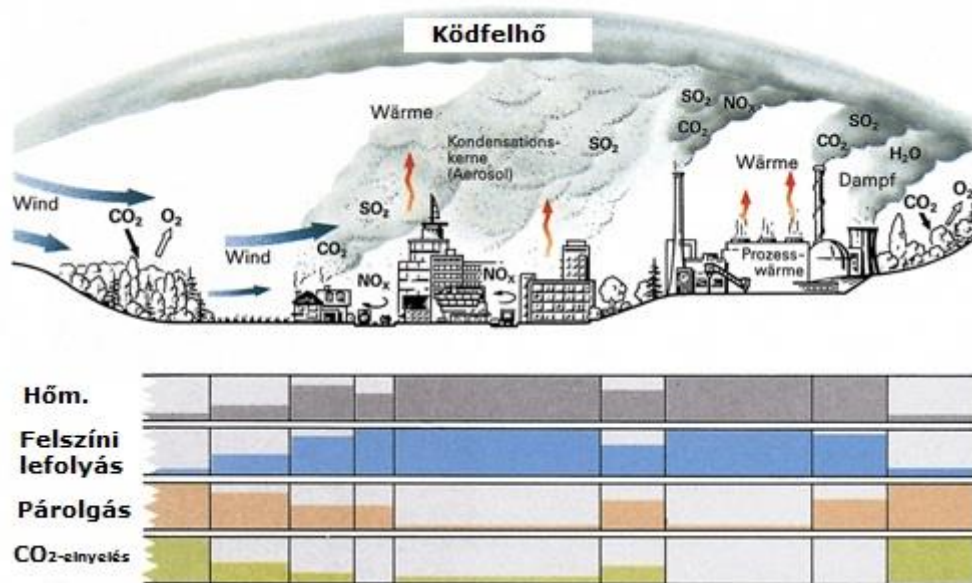
A nappali UBL szerkezete és dinamikája hasonló a vidéki határretegéhez (rural boundary layer – RBL), attól eltekintve, hogy annál valamivel turbulensebb, melegebb, szárazabb és szennyezettebb általában. A 4.2. ábrán látható, hogy a városi határreteg burokként veszi körül a települést és függőleges kiterjedése meghaladja az RBL magasságát. Enyhe és közepes erősségű szél esetén a városi határreteg egy „toll” vagy „zászló” formájában elnyúlik a vidéki (természetes) légköri határreteg felett a széliránynak megfelelően. Így, a városon túl a természetes felszíneknek megfelelően kifejlődött RBL felett helyezkedik el – a városi levegő tulajdonságait sokszor 10-100 km-re is kiterjedően hordozó – réteg (4.2. ábra).

4.2. ábra - A városi határreteg kiterjedése és hőmérsékleti viszonyai (saját szerkesztés)



Az éjszakai UBL gyökeresen más, mint vidéki megfelelője. Zavartalan viszonyok között gyakran a 300m-es magasságig is kiterjed és továbbra is jellemző rá a viszonylag erős keveredés, míg az RBL-ben a kisugárzás hatására erőteljes inverziós rétegzettség alakul ki. A városi határreteken belül, az átlagos tetőszint magasságában kialakuló ún. városi tetőréteg (urban canopy layer – UCL) tulajdonságait mikroskálájú (pl. épületekhez, terekhez, parkokhoz kapcsolódó) folyamatok határozzák meg (4.3. ábra).

**4.3. ábra - A városi hő és szennyező aeroszol környezeti terhelése és kiterjedése (forrás: Lexikon geographie infothek alapján saját szerkesztés)**



**2. Milyen problémák okozója lehet a klímaváltozás a városokban és az azokat körülvevő vonzástérsekben?**

A városi klíma sajátosságai különböző problémákat vetnek fel, amelyeket a klímaváltozás csak tovább mélyít. Mindenképpen szükséges meghatározni azt, hogy vajon ezek a klímaterhelők milyen mértékben érintik magukat a városi magterületeket, valamint a köréjük szerveződő vonzásoköveket. Hiszen ez a kettős földrajzi térszín a valós okozója és egyben az elszívődője is a városklíma-jelenségeknek. A városklíma számos tulajdonsága képes megkeseríteni az abban élő emberek, állatok, sőt növények életét, sőt a városi infrastruktúra elemeit is nagyobb igénybevételnek teszik ki. A probléma legnagyobb kérdése abban rejlik, hogy milyen problémákat okoz a várostervezés számára ez a speciális klimatikus helyzet.

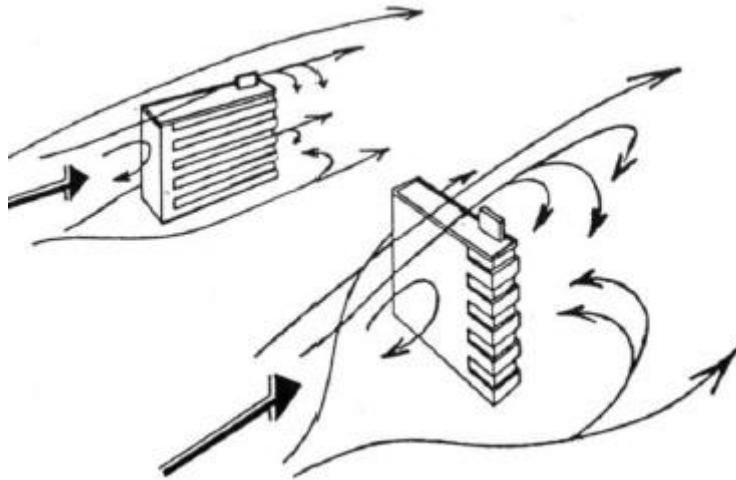
**3. A városi hősziget és a városklíma problémaköre**

A városi hősziget legfőképpen a mérsékelt klímazónban bontakozik ki és terheli jelentős mértékben az emberi szervezetet. Forró nyári napokon az épületek, utcák, parkok által elnyelt energia sugárzódik vissza a légkörbe, amelyből természetesen az emberi szervezet is jócskán részesül. Ez a hő nemcsak a szabad városi környezetben és a nappali órákban érinthet minket, hanem az épített infrastruktúrán belül is érezteti hatását (KUTTLER 2004).

A városi hősziget legfőképpen a mérsékelt klímazónban bontakozik ki és terheli jelentős mértékben az emberi szervezetet. Forró nyári napokon az épületek, utcák, parkok által elnyelt energia sugárzódik vissza a légkörbe, amelyből természetesen az emberi szervezet is jócskán részesül. Ez a hő nemcsak a szabad városi környezetben és a nappali órákban érinthet minket, hanem az épített infrastruktúrán belül is érezteti hatását (KUTTLER 2004).

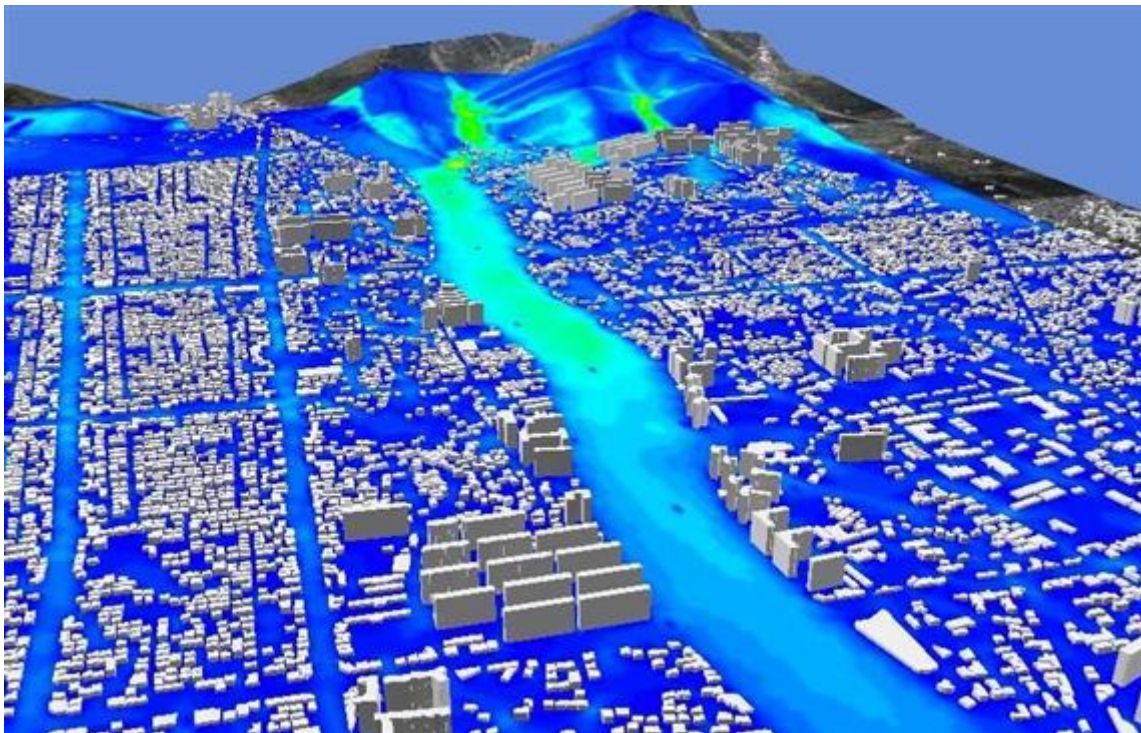
A másik hasonlóan nagyjelentőségű időjárási képződmény a városi légkörszűrés, amely mind hőmérsékleti, mind légszennyezési szempontból ugyancsak megterhelő mértékű lehet a városi lakosság számára, mivel a túlmelegedett levegő és velük együtt a káros anyagok megrekednek a városban. Mindenekelőtt a sűrűn beépített belvárosi negyedek mutatják ezt a jelenséget (4.4. ábra).

**4.4. ábra - Az áramlási viszonyok megváltozása a beépítettség függvényében (forrás: ARNFIELD(2003) nyomán saját szerkesztés)**



A várostervezés, ill. az egyes területek szanálása során ügyelni kell arra, hogy a városi magterület nyitott legyen a hideg levegő beáramlása számára, vagyis az általános légköri irányára párhuzamos építésmód az irányadó. A zöld övezetek, utak és a légáramlást elősegítő területek (ventillációs pályák) mentén a túl sűrű vegetáció is akadályozója lehet a légáramlásnak, tehát a parkosításnak is tekintettel kell lennie a mindenkori helyi légköri sajátosságaira (4.5. ábra).

**4.5. ábra - A hideg levegő áramlási viszonyai a Dél-koreai Daegu város példáján (forrás: ARNFIELD(2003) nyomán saját szerkesztés)**



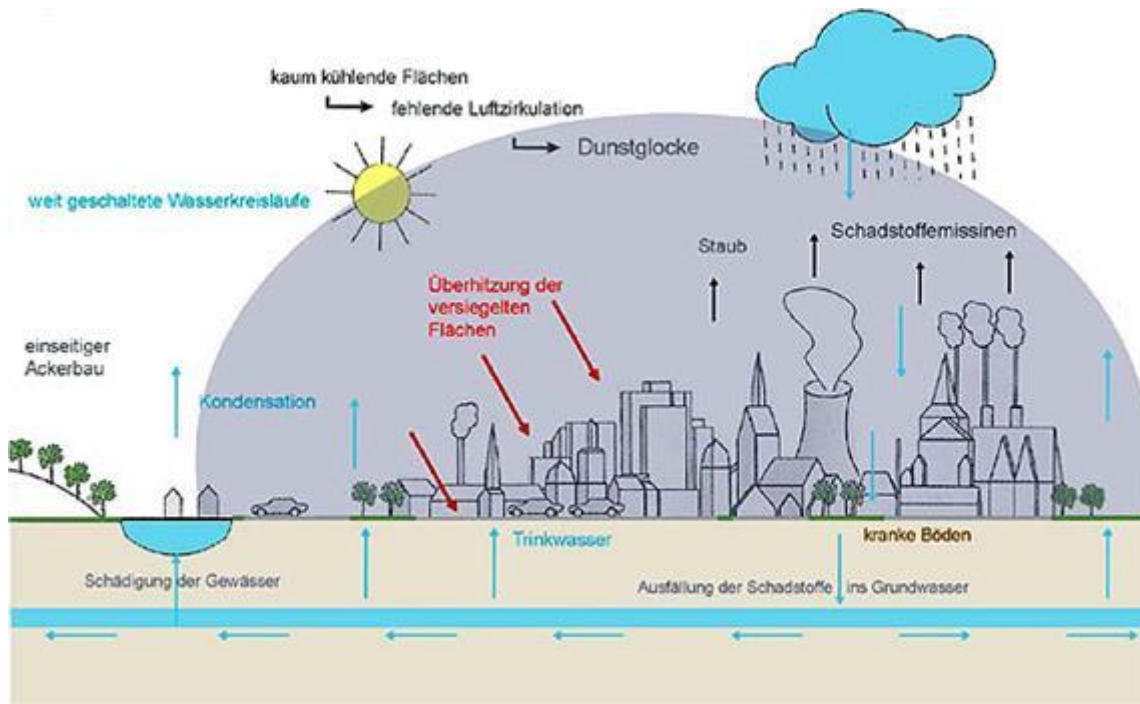
Igen fontos kérdésköre még a városi klímának a hirtelen jött nagy mennyiségű csapadék (egy négyzetméteren, 5 perc leforgása alatt, 5 liter vízmennyiség), és a hozzá kapcsolódó jégesőre való hajlam. A víz összegyülekezési ideje a magas beépítettség miatt igen rövid ideig tart és hamar túlterheli az elvezető infrastruktúrát, mi több óriási károkat okozhat a város és a lakosok vagyonában (HELBIG 1999). A kérdéskör másik oldala a hosszantartó szárazság, amelyet a magas impermeábilis infrastruktúraelemek tovább súlyosbítanak. Ez komoly gondokat okozhat a vízháztartásban és a város ökoszisztémájában. Hozzákapcsolódik még - tovább nehezítve a helyzetet - a szárazság nyomán és a gye nge átszellőzés miatt a szennyező anyagok nagyarányú leülepedése, amelyet az első esős nap során lehulló csapadék magas koncentrációban mos be a városi, városkörnyéki talajba.



A városi levegő páratartalma is egy érdekes témája a városklíma-jelenségeknek. Tény, hogy a városban alacsonyabb a levegő nedvességtartalma, mint a külső területeken, amely a kevesebb arányú zöldfelületnek és vízfelszínnek köszönhető, ahol az evaporáció és a transpiráció is jóval alacsonyabb a peremterületeken megszokottnál. A kisebb páratartalom éjjel alacsonyabb mértékű lehűléssel jár, mivel párolgásnál energiafelhasználás történik (hőelvonás), amely így már nem képes csökkenteni a levegő hőmérsékletét. Ezért az erősen beépített területeken a harmatképződés jóval lassabban jön létre, amelynek egyenes következménye a magasabb hőmérsékleti és kiváltképp a magasabb légnedvességi értékek kialakulása. Tehát a harmatképződés a melegebb városi levegő miatt jóval kisebb mértékű, mint a külterületeken.

A rossz levegőminőség komoly gondot jelent a városok számára, mivel koncentráltan vannak jelen a különféle gázokat és egyéb szennyező anyagokat kibocsátó pontforrások. Ezekért a legnagyobb felelős természetesen a közlekedés, de a házi tüzelés és az ipari szennyezés is jelentős tényezők (4.6. ábra). Inverziós légrétegzés<sup>2</sup> kialakulásakor, és legfőképpen völgyi kiterjedésű településeknél az egészségügyi határértéket jócskán meghaladhatják ilyenkor az emissziós értékek. Nagy segítség lehet az ilyen helyzetek csökkentésében a részecskeszűrős dízeljárművek és az E85-tel (70-85% bioetanol – 15-30% 95-ös oktánszámú benzin keveréke<sup>3</sup>) üzemelő Otto-motoros gépjárművek előnybe részesítése, valamint a megújuló energiaforrások (kivéve biomassza) használata.

**4.6. ábra - A városklíma okozta levegő és vízszennyezés kialakulása (forrás: urbaner metabolismus alapján saját szerkesztés)**



**4. A klímaváltozás következményei a városokra nézve**

A klímaváltozás becsült, előre jelzett hatásai az előző alfejezetben felsorolt városkörnyezeti problémákat még inkább felerősítik. Az évszázad közepére a referenciaértéknek tekintett 1961-1990-es állapothoz viszonyítva átlagosan 2°C-kal növekszik az átlaghőmérséklet, de ezzel együtt az időjárási szélsőségek gyakorisága is nő. A nyári és a hőségnapok előfordulása átlagosan megháromszorozódik! Az éghajlatváltozás okozta többletterhelés megnöveli a halálozások és a megbetegedések számát, ha az infrastrukturális körülmények nem változnak meg kellő mértékben. A legnagyobb rizikócsoportot az idősek és a legfiatalabbak képviselik, utánuk a nők következnek. A kis ideig fennálló hőségnapok sokkal jobban elviselhetők, mint a nagyobb időintervallumban felépülő hőségnapok, viszont éppen a hosszabb ideig tartó forróperiódusok előfordulásának növekedése várható. A drasztikus hőmérsékletemelkedések előfordulása már az évnek a kezdeti hónapjaiban is komoly egészségügyi

<sup>2</sup>Általában a téli hónapokban alakul ki egy olyan makroszinoptikus helyzet, amikor a magassággal felfelé haladva a levegő hőmérséklete növekszik, és nem csökken, mint általános időjárási körülmények között

<sup>3</sup>A téli hónapokban növekszik a benzin aránya a keverékben gépjármű-technikai és időjárási okok miatt

kockázatot jelenthetnek. A fagyos napok után beálló +15-20°C-os nappali hőmérséklet nagymértékben megterheli a keringési rendszerünket. Erre az emberi szervezet képtelen felkészülni. További bajlós előrejelzés a hőségnapok előre tolódása április elejére!

Az éjszakai hőmérséklet jelentősebb szerepet tölt be bármely nappali maximumtól, hiszen a pihenéshez, a regenerálódáshoz megfelelő éjszakai hőmérséklet szükséges a testünk számára, éppen ezért a városi klíma komoly fejtörést okozhat a várostervezés és a kutatók számára. Az extrém hőség ráadásul kihatással van az ivóvízellátás rendszerére is. A hosszabb ideig tartó hőségperiódusok hatással vannak a felső talajréteg szintjeire is, ezért a vízvezetékrendszert talajviszonyoktól függően ajánlott 120cm-nél mélyebben vezetni a földfelszín alatt, mivel ez a réteg már kevésbé van kitéve a felmelegedés veszélyének, mint a 80-120cm-es átlagos vezetékéleési szint. Alacsony szintű vízbekötési pontoknál, ritkán használt vezeték szakaszokon a felmelegedő víz minősége jelentősen romolhat. A megfelelő talajmélység tehát nem csak kellemesebb hőmérsékletű ivóvízről gondoskodik, hanem a víz tisztaságára is jótékony hatással van.

## 5. Védekezés a városklíma negatív hatásaival szemben

Vegyük tehát sorjában a városklíma kedvezőtlen, egészségügyi kockázatokat jelentő veszélyeire való védekezési módokat:

- A hőmérséklet esetében a legfontosabb tényező a légáramlás útjának akadálymentessé tétele, amelyek akár városnegyedek szanálását is szükségessé tehetik. Második lehetőség a zöldfelületek és - ha lehetséges - mesterséges vízfelszín kiterjedésének növelése. A zöldfelület növelésének egy különleges példája a háztetők és oldalfalak bezöldítése (4.7. ábra).
- A megfelelő beltéri hőmérséklet kialakításához kiváló alternatívát nyújt a hőszivattyús oldalfal-hűtési rendszer kialakítása, vagy a napelemmel működtetett, penészsmentesítő funkcióval ellátott légkondicionáló berendezés használata
- Nagyon fontos a városi veszélyjelző rendszer kiépítése, amelyen szerepel a hűsülésre alkalmas épületek helye, és az ivóvíznyerő állomások megjelölése, valamint további praktikus tanácsok a rosszullétek elkerülésére
- A zöldfelületek, parkok arányának ésszerű növelése is erősen ajánlott intézkedés a várostervezés számára
- A már említett vízvezetékrendszer felszín alatti mélységének a növelése kulcsproblémává válhat az előtünk álló évtizedekben, ahol a fészekmélység nem eléggé nagy.

### 4.7. ábra - Bezöldített ház (Forrás: saját kép)



## 6. Összefoglalás

Ma a klímaváltozás és az energiaforradalom korát éljük, amelyben a klímaváltozás egyáltalán nem új keletű dolog. A fejezetben megtudhattuk, hogy milyen módon lehet alkalmazkodni városi környezetben az egyre megszorodó új időjárási helyzetekhez. A települések környezetükhöz viszonyítva módosítják a felszín minőségét, szerkezetét és energiaegyenlegét, illetve a légkör összetételét. E mesterséges tényezők együttesen egy speciális helyi klímát határoznak meg. A városklíma számos tulajdonsága képes hátrányosan érinteni az abban élő emberek, állatok, sőt növénytársulások létét, valamint magát a városi infrastruktúra elemeit is fokozott igénybevételnek teszik ki. Természetesen a rossz levegőminőség komoly megoldandó problémát jelent a városok számára, mivel koncentráltan vannak jelen a különféle gázokat és egyéb szennyező anyagokat kibocsátó pontforrások. Beépítettség tervezése, utcák, terek, parkok kialakítása esetleg városi területek szanálása fontos a levegő beáramlása számára. Az időjárás szélsőségeinek globálisan tapasztalható növekedését a városok részben képesek ellensúlyozni, és alapvetően csak felerősítik azok hatásait. A klímavédelmi stratégia elkészítése és végrehajtása éppen ezért kulcsfontosságú tényező lesz az elkövetkezendő időszakban, nemcsak a városklíma jelenséggel szembesülő települések számára. Ez természetesen túlmutat a városklíma hatásaival sújtott települések körén, de valamennyi település az ökoszisztéma része, éppen ezért a fejlesztéseikben egyéni érdekük klímavédelmi feltételek figyelembe vétele, és klímabarát települések létrehozása.

### 6.1. Kérdések

1. Mi az a városklíma-jelenség?
2. Milyen védekezési módokat ismer a városklíma hatásai ellen?
3. Mekkora kockázatot jelent a globális klímaváltozás a városklíma alakulásában?
4. Mit nevezünk városi hőszigetnek?
5. Mi az inverziós légrétegzés?

---

# 5. fejezet - A települési légszennyezés kérdésköre

A települési légszennyezés közvetlen formában sok esetben nem érzékelhető az ember számára, hatásai csak megkésve jelentkeznek, és egy-egy településrész is igen eltérő emissziós értékeket mutathat. A légszennyezés ennek ellenére nagyon komoly probléma, és a helytelen beépítés csak fokozhatja annak káros hatásait. A fejezet sorba veszi a legjelentősebb légszennyező anyagokat, a kedvezőtlen beépítési típusokat és a jó példákat. Megemlítsre kerülnek a közlekedés emissziójának csökkentésére tett erőfeszítések, mint pl. a bioetanolos üzem, vagy a villamos árammal működő járművek, továbbá a fűtési időszak kedvezőtlen hazai állapota is és annak lehetséges megoldásai.

**A levegőt szennyező anyagok:** A lecke első részében a legfontosabb légszennyező anyagok felsorolására és egészségre ható káros hatásuk taglalására kerül sor. A levegőszennyező anyagok forrásainak a bővebb bemutatása.

**Közlekedés, mint környezeti tényező:** A közlekedés okozta környezetkárosodás hatalmas méreteket ölt napjainkban. Ebben a részben a közlekedés által okozott környezeti problémák kerülnek kifejtésre.

**Városi beépítési módok:** A magyarországi városokra jellemző beépítési módokat veszi sorra a fejezet.

**Háztartások környezetszennyezése:** A lecke ezen része a háztartások környezetterheléséről szól. A kisebb mértékű fűtési időszakban bekövetkező légszennyezés elérése érdekében kifejlesztett alternatív fűtési megoldásokat veszi sorra a fejezet.

**Alternatív üzemanyagok:** Megemlítsre kerülnek a közlekedés emissziójának csökkentésére tett erőfeszítések, ilyenek a bioetanolos, biodízel autók vagy a villamos árammal működő járművek, hibrid autók.

## 1. A levegőt szennyező anyagok

A levegőszennyezés a környezetszennyezés egyik típusa. Levegőszennyező minden olyan anyag, amely (származásától és állapotától függetlenül) olyan mértékben jut a levegőbe, hogy az embert és környezetét károsítja, vagy anyagi kárt okoz. A tiszta levegő 78 százalék nitrogént, 21 százalék oxigént és tizenegy fajta egyéb gázt és vegyületet tartalmaz. A levegő szennyezői anyagai lehetnek természetesek és mesterséges (antropogén) forrásból származók. Az antropogén szennyezők három fő területről származnak: közlekedés, energiatermelés és ipar. A fosszilis energiahordozók elégetése a legjelentősebb forrás ezekben a szektorokban. Természetes levegőszennyezők lehetnek a vulkánok (kén-oxidokkal és porokkal), az erdőtüzek (szén-monoxid, szén-dioxid, nitrogén-oxidok és porok), a szélviharok (por), az élő növények (szénhidrogének, pollen), a pusztuló növények (metán, hidrogén-szulfid), a talaj (vírusok, por) valamint a tenger (só) (MOSER 1997).

### 1.1. Legfontosabb levegőszennyezők, forrásaik és hatásuk

Az emisszió fajtája és mennyisége több tényezőtől függ. Ilyenek: az energiatermeléshez, fűtéshez használt tüzelőanyagok, ipari termelés korszerűsége, a légszennyező anyagok leválasztásának foka, a gépjárművek száma és műszaki állapota, a lakosság száma, és az éghajlat. A levegőszennyezés az egyik tünete a nem fenntartható szállító- és energiaiparnak. Az egészséget károsító hatás függ az expozíciós időtől és a szennyező anyag koncentrációjától.

A szén-monoxid, mely főleg a szállítóiparból (közlekedésből) kerül a levegőbe (emellett bányászatból, tüzelésből), csökkent koncentrálóképességet és halált okozhat. A vér oxi-hemoglobinjából karboxi-hemoglobint képez. A krónikus kitétség szív- és érrendszeri megbetegedésekhez, szívinfarktushoz vezet.

A kén-dioxid mely a fosszilis energiahordozók elégetéséből és az iparból (kénsavgyártás, bányászat, ércelőkészítés, cellulózyártás) kerülnek a levegőbe, elsősorban légzőszervi megbetegedéseket okoznak. A krónikus kitétség krónikus bronchitiszhez vezet. A levegőben vízzel kénessavat majd oxigénnel kénsavat alkot, mely savas ülepedéshez vezet.

Nitrogén-oxidok keletkeznek nitrogénműtrágya gyártásnál, salétromsav-gyártásnál, közlekedésben, energiatermelésnél. Elsősorban a szem nyálkahártyáját izgatják. A nitrogén-oxidok oxidatív stressz révén



károsíthatják az élő szervezetet, míg vízzel kölcsönhatásba lépve salétromsavat hozhatnak létre - ez a savas esők egyik fő tényezője. A nitrogén-dioxid a Los Angeles típusú szmog fő komponense.

A különböző részecskeméretű porok (az iparból, elsősorban a bányászatból, cementiparból, tüzelőanyagok égetései stb.) légzőszervi és rákos megbetegedések okozói. Különösen veszélyesek a 0,25-10 µm átmérőjű részecskék, a tüdőhólyagocskáiban való megtapadásuk miatt. A belélegzett porok minőségétől függően, az emberekben különböző betegségeket okoznak (pl. szilikózis, asbesztózis, kenderláz, pamutláz). A növényekre gyakorolt káros hatásuk az, hogy a gázcsere nyílásokat eltömik, így akadályozzák a növény vízfelvételét (5.1. ábra).

### 5.1. ábra - A szálló por koncentrációt növelő cementgyár Miskolcon (fotó: Zelei Zoltán)



A benzinüzemanyagok korábban jelentős mennyiségű tetraetil-ólmot is tartalmaztak adalékanyagként kopásgátló, kenőanyag- és oktánszámnövelő szerep miatt. Az oktánszám növelésével kevésbé válik robbanékonyra az üzemanyag nagy nyomás hatására, ami fokozza a motor teljesítményét. Ma már a benzin egyáltalán nem, vagy csak elenyésző mennyiségben tartalmaz ólmot. Az ólom az emberi szervezetből alig ürül, felhalmozódása hosszú távon súlyos idegrendszeri és májkárosodáshoz vezethet (KÁDÁR 1995).

A mezőgazdaságból a levegőbe kerül a természetes szennyezők mellett a műtrágyák és a növényvédő szerek (peszticidok) pora.

A szolgáltatásokból és háztartásokból levegőbe kerül elsősorban az égési folyamatok során keletkező füstgáz. Ez tartalmaz szén-monoxidot, szén-dioxidot, vízgőzt, kormot, kén-dioxidot, nitrogén-oxidokat, metánt, szénhidrogéneket.

Beltéri levegőszennyezők:

- cigarettafüst, melyben szén-monoxid, porok, kén-dioxid, nitrogén-dioxid van (cigarettekből, pipákból és szivarokból)
- radon: természetesen előforduló radioaktív anyag a talajban (tüdőrákot okoz)

- formaldehid (új bútorokból, fűrészlapból): szem- és légzőszervi irritációt okoz
- azbeszt (szigetelésekből kerül a lakásba): légzőszervi megbetegedéseket okoz

A légszennyező anyagok az emberi növényi és állati egészségre káros hatásai mellett jelentős gazdasági károkat is okoznak. Ilyenek a megbetegedések miatti termelés kiesés és megnövekedett gyógyszerfogyasztás, valamint a műemlékek károsodása.

Levegőszennyezés hatása különféle anyagokra:

- fémekre: korrózió (kén-dioxid, hidrogén-szulfid, porok)
- márvány és mészkő: felületi erózió, elszíneződés, mállás (kén-dioxid, porok)
- festékek: elszíneződés, fénytelené válás, lepattogzás (kén-dioxid, nitrogén-oxidok, hidrogén-szulfid, porok, ózon)
- gumi és bőr: törékennyé válik (elsősorban az ózon és egyéb fotokémiai oxidánsok miatt)

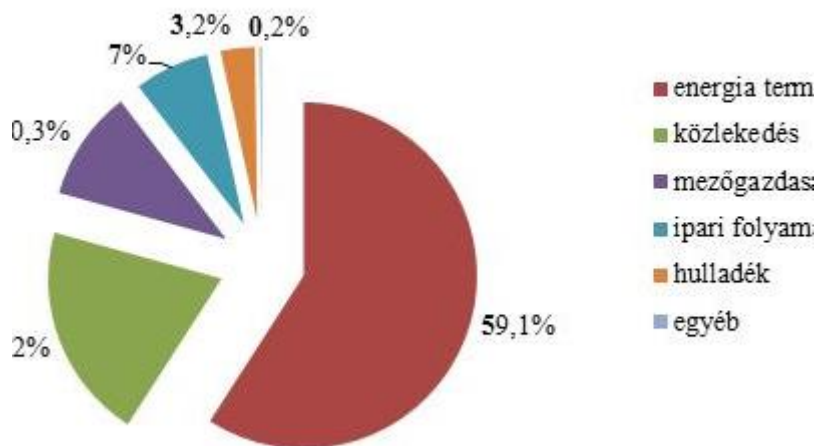
## 2. Közlekedés, mint környezeti tényező

A közlekedés az egyik legnagyobb környezetvédelmi probléma az egész világon. A járművek motorjai arról ismertek, hogy számos légszennyező anyagot bocsátanak ki, ami bizonyítottan rossz hatással van az egészségre. Autók, buszok, tehergépjárművek és motorizált járművek a légszennyezés legnagyobb forrásai, ami nyilvánvalóan összefügg az egészségkárosodással (5.2. ábra). Tudományos kutatások az Amerikai Egyesült Államokban, Európában azt mutatják, hogy azoknál a gyerekeknél, akik nagy forgalmú övezetekben laknak azoknál több légúti tünet merül fel, mint más gyerekeknél. Jelentős számú kutatás arra a következtetésre jutott, hogy a közlekedés okozta szennyezés a gyerekeknél asztmát válthat ki (MUDRI 1997). Amikor a motor elégeti az üzemanyagot, ami lehet benzin vagy dízel, olyan apró szemcséjű vegyi anyagok szabadulnak fel, mint a szén-dioxid, nitrogén-oxid. Az üvegházhatást ezek a gázok okozzák, tehát ez egy globális probléma. A közlekedésből származó levegőszennyezést a kibocsátott károsanyag mennyiségével szokták megadni. Az Európai Unió tagállamaiban a közlekedés felelős a szén-dioxid kibocsátás ötödéért. A 5.3. ábrán látható az Európai Unió szén-dioxid kibocsátása ágazatonként. A 2009-es adatokat figyelembe véve a legtöbb szén-dioxidot a levegőbe juttató szektor az energiaszektor. Meglepő módon a második helyezést éri el a közlekedés. Az ipari folyamatok és a mezőgazdaság még összeadva sem érik el a közlekedés okozta kibocsátást a huszonhét országban.

**5.2. ábra - A közlekedés által keletkezett füstköd San Franciscóban (fotó: <http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=download&id=709616>)**



5.3. ábra - Szén-dioxid kibocsátás az Európai Unióban 2009 Forrás: EUROSTAT (saját szerkesztés)



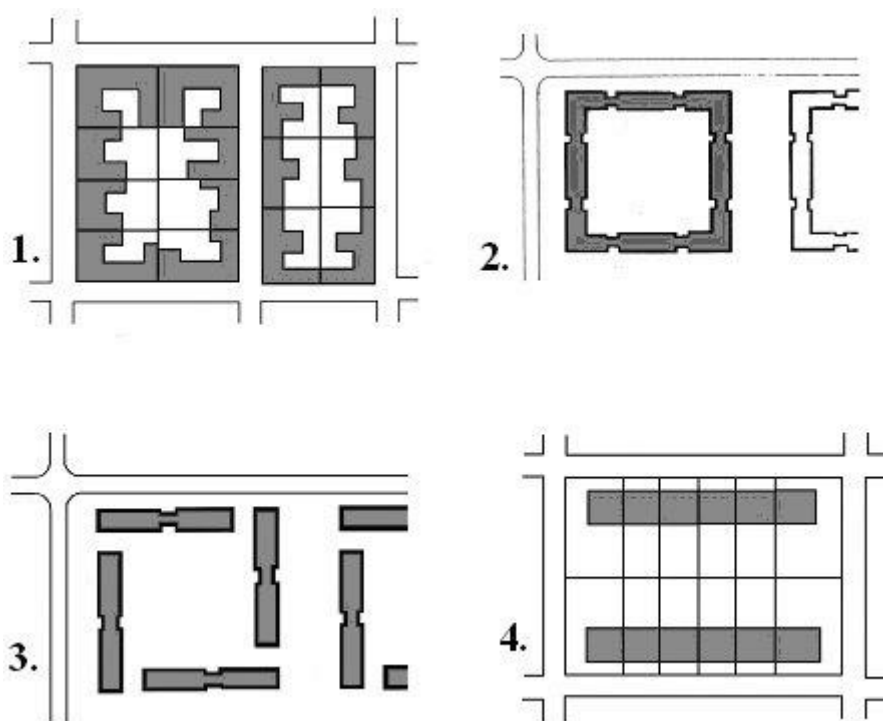
### 3. Városi beépítési módok

Az épületek telken belüli elhelyezése, azaz a beépítés módja az utca- és telekszerkezet léptéke után a városszövetet ugyancsak meghatározó tényező környezetvédelmi szempontból. Jelentősége leginkább a harmadik, függőleges dimenzió meghatározásában áll, hiszen a beépítés módja határozza meg a városi terek karakterét, legyenek azok közösségi, vagy magántulajdonú terek. Az azonos nagyságrendű, formájú és funkciójú telkeken hagyomány vagy törvény által megszabott beépítési mód szabja meg az épített tömegek – és terek –

sorolását, ritmusát, felismerhetőségét adja a városlakó számára. Avárostervezésnél figyelembe kell venni a mindenkorai tűzvédelmi, egészségügyi, rendészeti, építészeti rendelkezéseket.

Építészeti szempontból a város és a falu eltérő. A legszembeütőbb különbség a beépítés sűrűségében rejlik: általában a városiaság jellegét viszonylag szoros összefüggés kapcsolja ahhoz, hogy mennyire intenzíven használják lakosai a városi teret. Ez részben a funkcionális különbségekből is adódik (hiszen a hagyományos falusi tevékenységek általában térigényesek), voltaképpen azonban abból, hogy a városokban a terület értéke, ára mindig magasabb, így magasabb megtérülést eredményező, magasabb hozzáadott értéket képviselő funkciók kialakítására ösztönzi a beruházókat. Így jön létre a nagyvárosokra általában jellemző horizontális zártság és vertikális tagoltság, vagy a szabadon álló, tömbös, de sokszintű beépítés – mindkettő a terület intenzív használatának jele. Természetesen, a városokon belül is előfordulhatnak falusias beépítési típusok, sőt, akár fordítva is (CSAPÓ 2005, KOVÁCS 2002). A házak elhelyezkedése nagyban befolyásolja egy épület energiafelhasználását és környezetterhelését. A passzív házakra jellemző déli tájolású ház rengeteg energiát tud megspórolni a tulajdonosának. Hiszen a napfény optimális kihasználása a világítás és fűtés költség megtakarítást eredményez.

#### 5.4. ábra - A városi beépítési stílusok (1-2. keretes beépítés; 3. hézagok-keretes; 4. Sávos beépítés) (Forrás: HARTL 2009)



**A pesti bérház:** A jellegzetes pesti bérház a telek négy oldalán körbe épített, négy-öt, néha még több emelettel.

**Csatlakozó udvaros beépítés:** A telek kihasználtságának javítására az utcavonaltól számítva mélyebb – 14-16 méteres – sávban engedtek építeni, illetve az épület udvari homlokzatának középpontjától megadott szög alatt lehetett oldalszárnyakkal az udvar felé toldani.

**Telepszerű beépítési módok:** A két világháború közötti telepszerű lakásépítés városias formája a keretes, később a megnyitott keretes beépítésű tömb volt. Telekösszevonásokkal nagyobb területen lehet építkezni.

**Kertvárosias beépítési módok:** A kertvárosias beépítések közé sok mindent besorolhatunk, a villanegyedektől a nagy telepített munkáskolóniákon át a szociális lakásépítés kiskertes telepéig. A mi szóhasználatunkban a beépítés jellemzője, hogy a közel négyzetes telkeken egy lakóegységet tartalmazó épület elő-, hátsó és oldalkertekkel, szabad építészeti formálással jelenik meg.

## 4. A háztartások környezetszennyezése

Az energiatermelés bocsátja ki a legtöbb szén-dioxidot, a háztartások energia fogyasztása, fosszilis tüzelőanyagok elégetése is bele tartozik ebbe a csoportba. A nem megújuló energiahordozókkal való fűtés, mint a fa, vagy gáz mellett a kazánok technológiai fejlettsége is befolyásolja a légszennyezést. A hóleadó közeg fajtája és mérete is jelentős hatással van a fűtés hatékonyságára. Manapság elterjedt padlófűtés mellett a fal és mennyezetfűtés váltja fel a radiátoros fűtést, hiszen a falban keringetett víz hőfoka alacsonyabb, mint a radiátorban így kevesebb energia kell a ház ellátására. Nemcsak a fűtés, hanem a korszerűtlen üszigetelés is jelentős környezetszennyezést okoz. A falakon, a tetőn és a padlón keresztül távozó hő együtt a hővesztés, több mint 50 százalékáért felel. A nem megfelelő szigetelésű ablakokon keresztül a meleg könnyen kijut a szabadba. A háztartásokban felhasznált energia több mint felét a fűtés viszi el. Gyakori jelenség a szobák túlfűtése. Ha csak 1°C-kal csökkentjük az otthonban a hőmérsékletet, azzal 5–10százalékos megtakarítást realizálhatunk a fűtésszámlán, és így évente akár negyed tonnával kevesebb szén-dioxidot bocsáthat ki a háztartásunk. Az ideális szobahőmérséklet 21 fok, ha fázunk, inkább öltözzünk fel jobban.

## 5. Alternatív fűtés megoldások

A hőszivattyú a környezet energiájának hasznosítására szolgáló berendezés, amellyel lehet fűteni, hűteni és meleg vizet előállítani. A berendezés működtetéséhez szükséges energiát nem közvetlenül alakítja át hővé, hanem külső energia segítségével a hőt alacsonyabb hőfokszintről egy magasabb hőfok szintre emeli. A felhasznált energiaforrások a föld, a levegő és a víz által tárolt napenergia.

*Hőszivattyú előnyei:*

- egész évben közvetlenül a nap- és földenergiát használja, nem függ a napsugárzás erőségétől
- nincs káros anyag kibocsájtás
- alacsonyabb hőmérséklet szintű hőforrásból is kinyerhető a hő

Hőszivattyú csoportosítása működési elv szerint: A talaj hőenergiája kimeríthetetlen, mindenütt rendelkezésre áll, széleskörű felhasználást tesz lehetővé, amelyet hőszivattyúval ki lehet használni. A hőszivattyúk döntő többsége kompressziós elven működik, elektromos vagy gázmotoros meghajtással, vagy a kettőt kombináló berendezés révén.

**Napkollektoros hő hasznosítása** A napkollektor a Nap energiáját alakítja át hőenergiává, amely energiát a kollektorban keringő „hőcserélő” folyadék veszi át. Egy szivattyú ezen folyadékot egy bojlerbe keringteti, amiben a folyadék átadja hőjét a bojlerben lévő víznek.

A felmelegített vizet több célra is fel lehet használni:

- Használati meleg víz előállítás
- Használati meleg víz + medencemelegítés
- Használati meleg víz + medencemelegítés + fűtés rásegítés

A napkollektoros hő hasznosítás előnyei:

- energia és költség takarékoság
- környezetkímélő

## 6. Biomassza

Biológiai eredetű szerves anyagokból áll. Növények, állatok maradványa, az ipar biológiai eredetű terméke, hulladéka, mellékterméke a biomassza. A biomassza energetikai hasznosítási módja eltüzelés, brikettálás, gázosítás, biogáz előállítás.

A biomassza energia forrása:

- mezőgazdasági termények melléktermékei (szalma, kukoricaszár/csutka stb.)



- erdőgazdasági és fafeldolgozás melléktermékei és hulladékai (fa nyesedék, forgács, fűrészpor, háncs stb.)

A biomassa felhasználása:

- közvetlenül: tüzeléssel, előkészítéssel, vagy a nélkül
- közvetve: kémia átalakítás után (cseppfolyósítás, elgázosítás) folyékony üzemanyagként vagy éghető gázként

## 7. Alternatív üzemanyagok

Az Európai Unió rendeletben szabályozza a gépjárműtípusok üvegházhatást okozó gázok kibocsátását. Ennek érdekében a műszaki technológiát harmonizálni kell. A rendeletek érintik a benzin és a gázolaj meghajtású 2610 kg-ot nem meghaladó járműveket. A kibocsátási értékeket egy bizonyos időponttól kell teljesíteniük az újonnan forgalomba helyezett autóknak. Ezeket a rendelkezéseket úgy határozzák meg, hogy tekintettel legyenek a gyártók versenyképességére, ugyanakkor ösztönzőleg hasson a meglévő technológiák továbbfejlesztésére, alternatív üzemanyagokkal hajtott járművek bevezetésére és a keresletet a hatékonyabb energia-felhasználású gépjárművek felé tereljék. A gyártók kötelezettsége, hogy olyan személygépjárműveket gyártsanak, amik teljesítik a kibocsátási határértékeket normál használat mellett. Ez a karbantartás szempontjából azt jelenti, hogy az alacsony emisszióért felelős alkatrészeknek az élettartama legalább 160 000 kilométerig kell, hogy tartson.

Mai állás szerint a legfontosabb üzemanyagoknak a következők tekinthetők: a benzin, a gázolaj, a sűrített gáz, a folyékony gáz, az etil-alkohol (etanol), a metil-alkohol (metanol), a hidrogén és a biológiai eredetű olajok (biodízel). A növekvő energiaigény és az ezzel járó kőolaj áremelkedés miatt szükség van új gazdaságos és környezetbarát üzemanyagok használatára. Bioüzemanyagoknak nevezzük az olyan hajtóanyagokat, amelyek környezetbarát módon növényekből készülnek (5.5. ábra). Több kritériumnak is meg kell felelniük. Ilyen például a kőolaj helyettesítése a közlekedésben és az eddig alkalmazott infrastruktúra használata. Azonban rengeteg kérdést vett fel az új bioüzemanyagok termelése és használata. A legfőbb aggályok az élelmiszerek árának a növekedése és a gyenge energiahatékonyságuk. Az előállítás hatékonyságának a növelésével ezek a problémák könnyen orvosolhatók (LACZÓ 2008)

### 5.5. ábra - Üzemanyagok tulajdonságainak az összehasonlítása (Forrás: Forrás: BAI 2011)

Üzemanyag	Összetétel	Fűtőérték MJ/l	Sűrűség kg/l	Oktánszám	Cetánszám
Benzin	C4-C12	31–32	0,72–0,77	90–95	
Gázolaj	C15-C20	35–36	0,82–0,84		45–53
Biodízel (RME)	C16-C18	34	0,885		51
Bioetanol	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	21	0,79	101	
Biometanol	CH <sub>3</sub> OH	15,5	0,79	110–112	
Biogázolaj	C12-C20	33–34	0,77–0,78		70–90
Dimetil-éter	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O	18–19	0,66–0,67		55–60
Hidrogén	H <sub>2</sub>	8,9	0,074	106	

- **Biodízel** A gázolajok helyettesítésére szolgáló növényi olajok két csoportba sorolhatók: a tiszta növényi olajok és ezek észterezett származékai. A kialakult álláspont szerint széles körű alkalmazás tekintetében az utóbbiak vehetők számításba. A biodízelt tiszta növényi olajból állítják elő, de alapanyaga lehet még állati zsiradék és használt napraforgóolaj is. Ma repceből, napraforgóból, szójaból és egyes pálmafajtákból állítanak elő biodízelt. A növényekből és magvakból nyert biodízel egy-két motorikus átalakítás után alkalmazható a hagyományos dízel üzemű járműveknél is. Erre azért van szükség, mert magas az üzemanyag viszkozitása, ezért a motor fogyasztása megnő. A tökéletesebb működés érdekében a növényi olajokat metanollal vagy etanollal észtereztik, melynek során a repceolaj-metilészter, vagyis a kereskedelmi forgalomban lévő biodízelt állítanak elő. Ezzel a megújuló üzemanyaggal csökkenthető az el nem égett szénhidrogének, szénmonoxid és a szilárd részecskék, a kéntartalmú vegyületek, de akár a széndioxid emissziója is. Magokból, így a repceből, napraforgóból és szójababból jelenleg nagyrészt Európában és az Egyesült

Államokban állítanak elő korlátozott mennyiségben biodízel-üzemanyagot. Ennek piaci térhódítása kicsi és a termelés költségei viszonylag magasak, azonban a részesedése növekszik. A repce a termesztéshez komoly mezőgazdasági beruházást igényel, mint minden más nagy területen termesztett növény. Az sem hanyagolható el, hogy a repcetermesztés komoly műtrágya használattal jár, ami rendkívül szennyezi a környezetet (BAI 2007).

- **Bioetanol** Az alkohol, legyen az etanol vagy metanol elsősorban a benzinüzemű személygépkocsik alternatív tüzelőanyagaként vehető számításba. A bioetanol alapanyaga kontinensenként változik, Európában cukorrépa, búza vagy kukorica, Észak-Amerikában kukorica és búza, Dél-Amerikában pedig a cukornád. Azonban már a mezőgazdasági melléktermékekből, kukoricaszárból vagy más cellulóztartalmú hulladékból is állítanak elő etil-alkoholt. Az etanol kiválóan helyettesítheti a benzint. Körül-belül 50%-os etanol tartalomig a motor nem igényel átalakítást. A jármű ilyen üzemeltetése többletfogyasztást okoz, hiszen az etanol fűtőértéke kevesebb, mint a benziné. Ráadásul az etanol előállítási költsége is magasabb, mint a benziné. Az etanol legnagyobb előnye, hogy elégetve jóval kevesebb káros anyagot termel, mint a gázolaj vagy a benzin. Kéntartalma nincs, ezért elégetésével nem keletkeznek a savas esőért felelős kén-dioxidok. Az etanol elégetéséből is keletkezik szén-dioxid, de az előállításakor a mezőgazdasági növények megkötik azt a légkörből. Az gabona alapú előállítás során a növényben található szén durván egyharmada kerül az etilalkoholba, egyharmada a melléktermék takarmányba jut, és egyharmadát kieresztik a légkörbe szén-dioxid formájában. A cukornád alapú az etanol gyártás 60-80%-kal kevesebb szén-dioxidot termeléssel jár (LACZÓ 2008).
- **Elektromos hajtás** A kiszámíthatatlan olajárak és az egyre fogyó készletek arra ösztönzik a kutatókat, hogy új megoldásokat találjanak a közlekedés tisztább és gazdaságosabb működtetésére. Az elektromos motorral működő autó erre tökéletes megoldás, mivel károsanyag kibocsátása gyakorlatilag nulla, leszámítva a gyártás ökológiai lábnyomát. Az áram előállítása viszont terheli a környezetet, mivel ma a leg gazdaságosabb áram előállítás a hőerőművekben történik. Ezek fa-, szén, földgáz- és kőolaj tüzelésű erőművek. A technológia lényege az, hogy a tüzelőanyag elégetésével vizsgózt állítanak elő, mely meghajtja a gőzturbinát. A turbina mozgásával meghajtja a generátort, ami áramot állít elő. Ezek az erőművek a fosszilis tüzelőanyag elégetése miatt környezetszennyezőek. Léteznek környezetkímélő erőművek is melyek megújuló energiát használnak fel elektromos áram előállítására. Ilyenek például a vízerőművek, szélenergiaerőművek, ár-árpályerőművek és a geotermikus erőművek. Ezeknek a létesítményeknek nincs károsanyag kibocsátása, de alkalmazásukhoz megfelelő földrajzi adottság szükséges, továbbá problémát jelent még az elhasznált akkumulátorok helyzete, amelyek veszélyes hulladéknak minősülnek és nagy számban jelentős környezeti terhelést okozhatnak. Az elektromos árammal üzemelő járművek hatótávolsága egyre nagyobb, a legújabb típusok egy feltöltéssel 400 kilométert is képesek megtenni. Az elektromos autók legnagyobb hátránya a kis hatótávolság mellett az, hogy a töltést elektromos hálózatra kapcsolva kell végezni, a töltési idő akár egy nap is lehet (NAGY 2005). A városi közlekedésben van értelme az elektromos autóknak, de csak ha megfelelően kialakított töltőhálózat áll rendelkezésre.
- **Hibridhajtás** A hibridhajtású járművekben az elektromos és a belsőégésű motorokból álló rendszert használnak. Az ötlet abból származott, hogy a hagyományos motor csak akkor üzemel, amikor már elérte az optimális fordulatszámot, ekkor a legalacsonyabb az autó károsanyag kibocsátása. Ezzel a megoldással jelentősen csökkenthető az üzemanyag-fogyasztás, de ezek az autók nem teljesen tiszta üzeműek és vételáruk magasabb a hétköznapi autókhoz képest (NAGY 2005).

## Összefoglalás

A települési légszennyezés manapság egyre jobban előtérbe helyeződik az ember számára, ám a probléma megoldása összetett és gyakran nem elég hatásos. A légszennyezés miatt kialakuló városi szmogok egyre jobban megfigyelhetők Magyarországon, főleg a fűtési időszak alatt. A fejezet bemutatta a legjelentősebb légszennyező anyagokat és az emberi szervezetre káros hatásukat. A városi környezetszennyezés egyik fő okozója, a közlekedés. A közlekedés mértékének robbanásszerű növekedése a károsanyag-kibocsátást is sokszorosára növelte, legfőképpen azért, mert a mai napig javarészt fosszilis energiahordozók alkotják a gépjárművek hajtóanyagát, amelyek a következő szennyező vegyületekkel, mint a szén-monoxid, az elégetlen szénhidrogének, a részecskék és a nitrogén-oxidok, erőteljesen károsítják a globális klímát és az emberi egészséget. Szigorú kibocsátási szabályzással és a technológia folyamatos fejlesztésével, mint az alternatív üzemanyagok és villamos árammal működő járművek, sikeresen csökkentik a járművek által kibocsátott károsanyagokat. A háztartások környezetterhelésének a redukálása egyre fontosabb feladat, amelyben egyre fontosabb szerepet kapnak az alternatív megoldások.

## Kérdések

1. Melyek a legismertebb légszennyező anyagok?
2. Milyen egészségügyi kockázatot jelent a levegőben lévő radon?
3. Milyen a telepszerű beépítési mód?
4. Sorolja fel a városi beépítési típusokat!
5. Írjon alternatív fűtési megoldásokat, és egyet jellemezzen!
6. Milyen alternatív üzemanyagokat ismer?
7. Mely alkoholfajták hasznosíthatók üzemanyagként?

## 6. fejezet - Veszélyes gyáripari egységek, felhagyott művelésű bányaterületek hatásai

Számos kockázati tényező befolyásolja a helyi lakosság egészségi állapotát. Az egészség megőrzésének érdekében szükség van e tényezők hatásának a csökkentésére. A gyakran előforduló betegségek kialakulásában fontos szerepe van az életmódnak, a szokásoknak, a munkakörnek, a káros szenvedélynek és a nem megfelelő higiénának. A prevenció, vagyis a megelőzés a leghatékonyabb módszer. Hiszen a több szempontot is figyelembe kell venni. Az embernek, mint a munkaesőnek, kötelezettségei vannak a munkáltatójával szemben, legyen az egy cég vagy éppen saját maga. A dolgozó hiánya szervezési és pénzügyi problémákat okozhat. A gyógykezelések szintén költséggel járnak. A betegségek kezelése és megelőzés tehát gazdasági és társadalmi kérdés is. Ebben a fejezetben az egészségügyi állapotot befolyásoló környezeti tényezőkről lesz szó (6.1. ábra).

**6.1. ábra - Az egészségi állapotot meghatározó tényezők (saját szerkesztés) Forrás: VARGA-HATOS – KARNER, 2008**



### 1. Levegőminőség

A levegőszennyezést legjobban befolyásoló vegyületei a szén-dioxid, a szén-monoxid, a kén-dioxid és a nitrogén-oxidok. A szennyezett levegő fő oka az ipari termelés, a közúti közlekedés és a hőerőművek emissziója, beleértve az egyéni fűtést is. Az ipari termelés visszaesése és a modern technológiák bevezetése következtében az ipar által okozott levegőszennyezés fokozatosan mérséklődik. A belső égésű motorok kipufogógázai elsősorban a nitrogén-oxid mennyiségének növekedéséért felelősek, amelynek mennyisége katalizátor használatával csökkenthető, bár a feltörekvő piacok határtalan autóséhsége nem tudta érdemben csökkenteni ezt a szennyező anyagot. A szennyező levegő és a kedvezőtlen meteorológiai körülmények szmog, vagyis füstköd képződéshez vezethetnek. Általában a sűrűn lakott szélcsendes városokban jellemző.

### 2. A szennyező részecskék hatása az emberi szervezetre

A levegőben megtalálható különböző méretű szennyező részecskéknek más-más a kibocsátója. A 0,1 mikrométer átmérőnél kisebb részecskék, a közlekedési járművek emissziójából, illetve a dohányfüstből származik. A 0,1-2,5 mikrométer közötti részecskék kibocsátói az erőművek, a háztartási fűtőkazánok és egyéb

fűtésrendszerek. Ha e részecskék koncentrációja emelkedik, az artériák elmeszesedését okozza, illetve már a meglévő meszesedés mértékét növeli. Hatására emelkedik az érrendszeri betegségek miatt bekövetkező halálesetek száma és gyakoribbá válik a tüdőrák előfordulása. A 2,5-10 mikrométer átmérőjű részecskék levegőbeli mennyiségének megnövekedése idején nő a tüdőgyulladás, a légzőszervi megbetegedések száma, valamint a kórházi kezelést igénylő érrendszeri megbetegedésben szenvedők aránya. A szennyező részecskék levegőbeli koncentrációjának megemelkedése miatt nő a magas vérnyomás általi szívbetegségek, ritmuszavarok és szívelégtelenség következtében bekövetkező halálesetek száma. A cukorbeteg és az érrendszeri betegségben szenvedők állapotát is veszélyezteti a magas légszennyezettség. Az eltérő nagyságú részecskék komoly hatással vannak a vérnyomás és a pulzusszám változására. Ha a kisebb részecskék koncentrációja nő, akkor a pulzusszám csökken, a nagyobb részecskék esetében viszont a pulzusszám emelkedik. Ugyanakkor a levegőszennyezettség emelkedésével csökken a szív alkalmazkodóképessége, vagyis beszűkül a pulzusszám variabilitása. Vizsgálatok kimutatták, hogy nő vér alvadékonysága, vagyis a vérrögképződés veszélye. Az erősen légszennyezett város miatt az emberi szervezetben a szabad gyökök szintje megemelkedik, amely a bőr előregedéséhez vezethet. (D.BROOK et al. 2004; POPE et al. 2004)

### 3. London-típusú szmog

A London-típusú szmog redukáló hatású, amely a fosszilis energiahordozók, legfőképpen a szén elégetésekor alakulhat ki. Magas légnyomás és páratartalom mellett -5 és + 5 fok közötti hőmérséklet esetén az ipari és a sűrűn lakott városi részeken fordulhat elő. A meghatározott hőmérséklet miatt téli szmognak is nevezik. Szennyezőanyagai: a kén-dioxid, szén-monoxid, a korom és a különböző szilárd szennyezőanyagok, szálló por, amelyek a szén elégetésekor keletkeznek.

Kialakulásának feltételei:

- szélcsendes időjárás
- magas páratartalom
- inverziós légrétegzés
- 0 °C körüli hőmérséklet

Magyarországon is jellemző a november és január közötti időszakban, mivel ekkor a legmagasabb a légszennyezőanyag kibocsátás és adottak a meteorológia körülmények. Általában reggel és este alakulhat ki, hiszen ekkor a legmagasabb a szennyezőanyagok koncentrációja a levegőben (6.2. ábra).

A London-típusú szmog elsősorban légzőszervi megbetegedéseket okoz, így sokszor köhögést, súlyos esetben tüdőödémát is okozhat. Az asztmás betegek állapota romlik. A szilárd szennyezőanyagok a keringési zavarokkal szenvedők tüneteit is súlyosbíthatják. Nagy koncentrációban jelenösen nő az idő előtti halálozások száma. A szmogra különösen érzékenyek a csecsemők, időskorúak és a légzőszervi, vagy keringési megbetegedésben szenvedők, az ő esetükben nem ajánlott a levegőn való tartózkodás.

#### 6.2. ábra - London-típusú szmog Budapesten 2011. január (fotó: Zelei Zoltán)



### 4. Los Angeles-típusú szmog

A Los Angeles-típusú szmog oxidáló hatású. Kialakulását erős ultraibolya sugárzás, a közlekedési járművek által kibocsátott szennyezőanyagok nagy mennyisége és a levegőmozgás hiánya okozza. Jellemző szennyezőanyagai a talajközeli ozon, a nitrogén-oxidok, a szén-monoxid és a különböző szénhidrogének.



Kialakulásának feltételei:

- szélcsendes időjárás
- 70 százalék alatti páratartalom
- felhőmentes időjárás
- magas napállás
- 25-34 °C körüli időjárás

A fotokémiai szmog során különböző anyagok keletkeznek, mint például hidrogén-peroxid, salétromsav, aldehidek. Azonban a legveszélyesebb összetevő az ózon, mely az emberi szervezetre különösen káros. A Los Angeles-típusú szmog erőteljes ingerli a nyálkahártyát, ami köhögést és könnyezést válthat ki. A megnövekedett ózonszint hatására csökken a tüdő vitálkapacitása és lecsökken az ellenálló-képessége a fertőzésekkel szemben. Légzési nehézségek, asztmás rohamok jelentkezhetnek. Az ózon nem szívódik fel, hanem azon szövetekben fejti ki a hatását, amellyel érintkezésbe lép. A szervezet véráramlásába kerülve negatív élettani hatásokat eredményez, csökken a koncentrálóképeség, romlik a látásélesség, fejfájást és torokfájást is eredményezhet. A talajközeli ózon-koncentráció emelkedése egyre károsabb hatással van az emberi szervezetre (6.3. ábra).

### 6.3. ábra - Az ózon-koncentráció változásának hatásai (KNOWLTON 2004)

Ózon(ppm)	Hatása az emberi szervezetre
0,01-0,03	Szaga van
0,1	Orrban és torokban jellegzetes szag
0,2-0,5	Látásromlás 3-6 óra elteltével
0,5	Érezhető légúti változás
1-2	Fejfájás és egykedvűség, amely krónikussá válhat
5-10	Gyors érvizenyőt és tüdővizenyőt okoz
15-20	Kisebb állatok 2 órán belül elpusztulnak

## 5. Savas eső

A savas eső problémája az ipar, a kohászat és az erőművek okozta szennyeződéssel kezdődik, de az autók, a légi utazás, a fűtés és az intenzív mezőgazdaság is hozzájárul a környezet savasodásához. Az emberi tevékenység eredményeként létrejövő SO<sub>2</sub> és NO<sub>x</sub> emisszió az atmoszféra kén- és nitrogénháztartását erősen befolyásolja. Átalakulásuk és a csapadékban való elnyelődésük révén az esővíz pH-ja az egyensúlyi 5,65 értékről 4,0-4,2-re, vagy ennél is kisebb értékre csökkenhet. A savas esőt nem csak az erdőpusztulással hozzák összefüggésbe, hanem a kulturális, műemléki értékek pusztulásával is, mivel a savas eső az ásványi anyagokat (homokkő) korrodálja. A savas gázokat a légköri áramlások nagy távolságokra elszállítják. Ezért savas csapadék előfordulhat a kibocsátástól messzire eső területeken is. (KERÉNYI 2001)

## 6. Vízhőminőség

Vízellátás szempontjából Magyarország veszélyeztetett helyzetben van, hiszen felszíni vízfolyásaink 95%-a határainkon túlról ered. Vízét három forrásból nyerhetünk, a folyóvizeinken kívül csapadékból és felszín alatti forrásokból. Az egy év alatt lehulló csapadékvíz meg sem közelíti a vízfolyások éves vízhozamának a felét, ráadásul jelentős részéhez a hozzáférés korlátozott, hiszen beszivárog a talajba vagy elpárolog. A felszín alatti vízkészleteink minősége és mennyisége alapján Európa élvonalába tartozunk, de újratermelődésük üteme a felhasználás üteme alatt van. A lakosság egészségét a rendelkezésre álló vízkészlet mennyisége és minősége is befolyásolja. A vízbázis szennyeződésének legjellemzőbb okozói a szerves anyagok, amelynek forrásai a kommunális szennyvíztisztítók, vegyipari, élelmiszeripari és mezőgazdasági feldolgozó egységek lehetnek.

**Vízszennyezés:** minden olyan külső hatás, amely a felszíni és a felszín alatti vizek minőségét negatívan befolyásolja. Antropogén tevékenység hatására bekövetkező folyamat.

**A hazai vizek szennyezőanyagai:**

- biológiailag lebomló szerves anyagok
- a vizek oxigénhiányát okozó tápanyagok: nitrogén és a foszfor
- nehezen lebomló szerves anyagok: növényvédő szerek
- nehézfémek: higany, kadmium, ólom
- különféle sók
- olajok, zsírok

A szennyezés terjedése és az öntisztulási folyamat időtartama vonatkozásában lényeges különbségek tapasztalhatók a felszíni és a felszín alatti vizek között. A felszíni vizek esetében a szennyezés rövid időn belül, napok, hetek alatt megszűnik. A felszín alatti vizek szennyeződése azonban tartós, akár évtizedekre esetleg évszázadokra tehető. A talajvíz és a karsztvíz szennyezésekért leggyakrabban az olajszennyezés felelős. Kevés lehetőség van a szennyeződés megszüntetésére, így általában a problémát az öntisztulási folyamat oldja meg. Az olaj a felszínről a porózus kőzetbe szivárog be, majd a gravitációs és kapillaris erők hatására továbbterjed. Az olaj a laza kőzetekben, talajokban összefüggő olajtestet képez. Az olajtest szétterülésének sebessége függ a kőolaj viszkozitásától, a kőzet fajtájától és a talajvíz esésétől is. A talajok olajvisszatartó képessége a szemcseösszetételtől, a porozitástól, a pórusméret megoszlástól, a humusztartalomtól és az olaj tulajdonságaitól függ elsősorban, értékét azonban a talaj nedvességtartalma is módosítja (6.4. ábra). A finomszemcsés talajokban általában több olaj marad vissza, mint a durvább textúrájúakban. A könnyű, kis viszkozitású termékek, mint a benzin, kevésbé kötődnek meg, mint a nagyobb viszkozitású olajok. (JUHÁSZ 2002)

**6.4. ábra - A kőzetek olajvisszatartó képessége (Saját szerkesztés)**

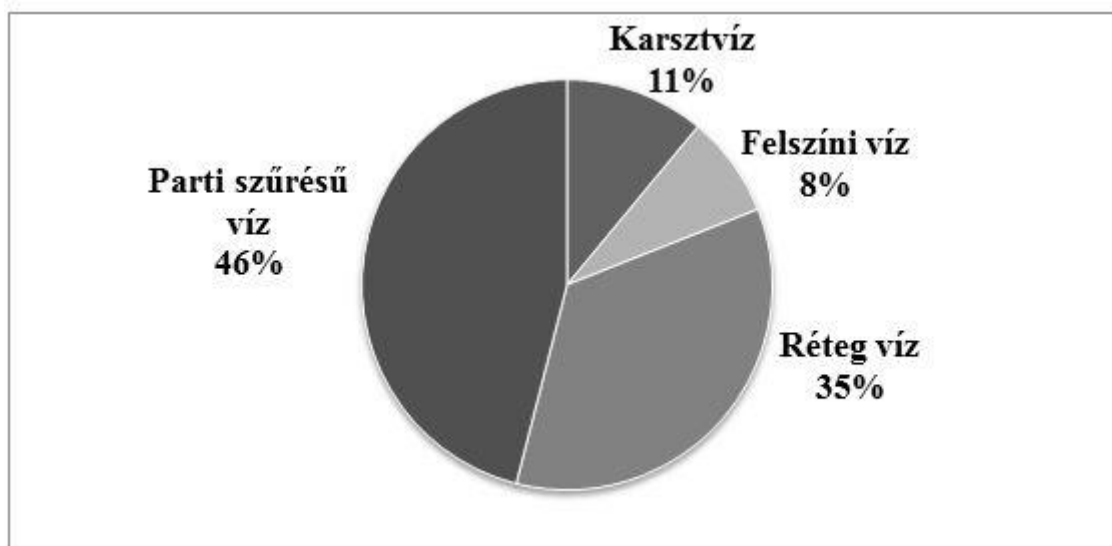
Kőzet	Olaj visszatartó képesség		Átlagos vastagság (mm)
	térfogat (%)	kőzet (l/m <sup>2</sup> )	
<b>Kavics</b>	2	5	5
<b>Homokos kavics</b>	3	8	8
<b>Durva homok</b>	3-4	15	12
<b>Közepes homok</b>	5-6	25	20
<b>Finom homok</b>	6-8	30	30
<b>Iszap</b>	10-15	40	40

**Az ivóvíz**

Az ivóvíztörvény általi definíciója: „*ivásra, főzésre, élelmiszer-készítésre vagy egyéb háztartási célra szolgál, tekintet nélkül az eredetére, valamint arra, hogy vízvezetékéből vagy tartályból származik. A víz akkor felel meg az ivóvíz minőségnek, hanem tartalmaz olyan mennyiségben vagy koncentrációban mikroorganizmust, parazitát, kémiai vagy fizikai anyagot, amely az emberi egészségre veszélyt jelenthet.*”

Magyarországon az ivóvízellátás megoldott, minőségi problémák azonban egyes országrészekeken komoly problémákat okoznak. Magyarországon az ivóvizet folyókból, tározókból, réteg-, illetve karsztvízből fedezik (6.5. ábra). A vízszennyezés elsősorban Békés, Jász-Nagykun-Szolnok, Csongrád, Baranya és Tolna megyét érinti leginkább. A leggyakoribb szennyezőanyagok az arzén, a nitrit, a nitrát, a bór, a fluorid, amelyek határértéket meghaladva egészségkárosító hatásúak. A nem megfelelő ivóvíz közegészségügyi problémaként mintegy 180 települést érint.

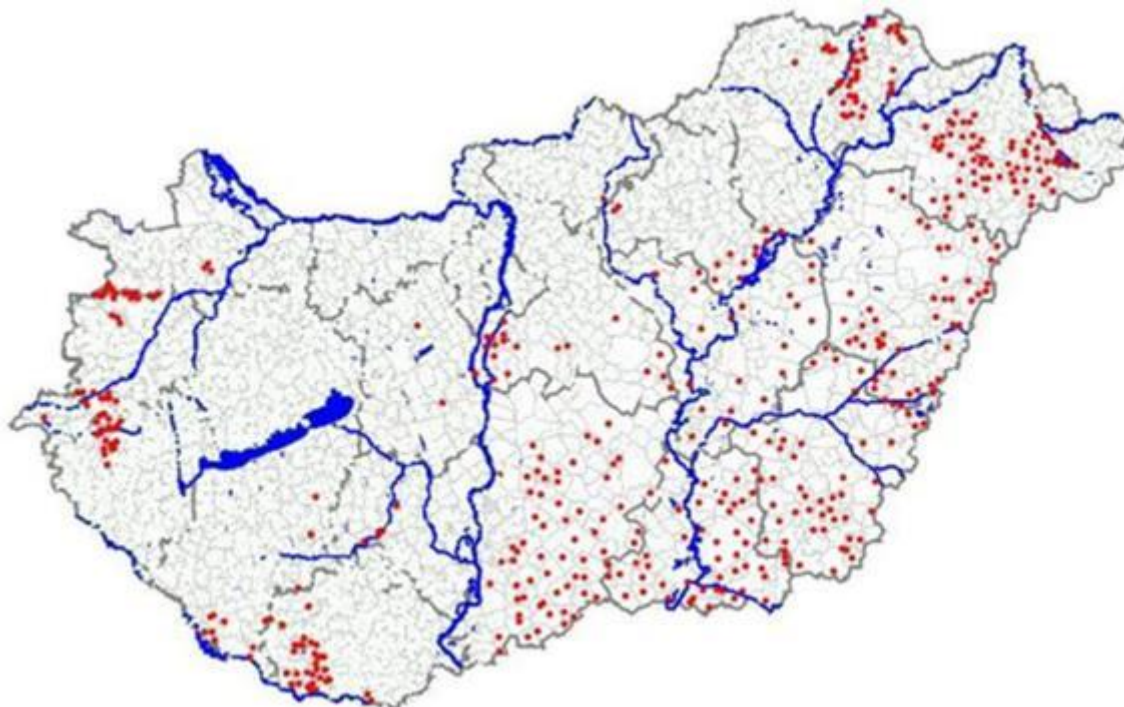
**6.5. ábra - Az ivóvíz forrásának megoszlása (Forrás: saját szerkesztés)**



### Arzén

A hazai ivóvíz minőségének a fő problémája a határérték feletti arzén tartalom (6.6. ábra). Az arzén az esetek túlnyomó többségében geológiai eredetű, de antropogén tevékenység következtében is szennyeződhet a vízbázis. A bányászat, fémolvasztás, hulladékok égetése során és növényvédő szerek használatával juthat a környezetbe. Magyarországon az arzénes ivóvíz által jelentett veszély a teljes népesség közel tíz százalékát érinti. Közülük 20 ezer ember van különösen veszélyeztetett helyzetben. Észak-, Dél-Alföld régió, valamint Borsod-Abaúj-Zemplén és Baranya megye lakosságának kell szembenéznie ezzel a problémával. A WHO szerinti 10 µg/l-nél nem lehet nagyobb az arzén koncentrációja az ivóvízben. A természetes vizekben ez az érték 1-2 µg literenként, a felszín alatti vizek esetében magasabb. Ennek az oka, hogy az arzén a földkéregben található meg. Azokon a területeken, ahol vulkanikus kőzetek és kéntartalmú ásványok találhatóak, gyakran 10-12 mg (10000-12000 µg) arzéntartalom is kimutatható literenként. Epidemiológiai vizsgálatok bebizonyították, hogy a hosszútávú magas arzéntartalmú ivóvíz fogyasztása összefüggésbe hozható rákos megbetegedések kockázatának növekedésével. A határérték feletti mennyiség növeli a bőr- és tüdőrák, a nagyobb koncentráció pedig még a hólyag- és veserák kockázatát. Alacsony arzén tartalmú vizet fogyasztó emberek szervezetében évek alatt halmozódik fel, és jelentős károsodást okoz.

### 6.6. ábra - Vezetékes ivóvizek arzéntartalma Magyarországon (Forrás: Országos Környezetegészségügyi Intézet 2007)



A nemzetközi együttműködéssel végzett hazai epidemiológiai kutatások eredményei alátámasztják, hogy a szennyezett területen élő nők terhességi és születési rendellenességekre való hajlamának gyakorisága megnő. A magzati és csecsemőkorban elszenvedett mérgezés még nagyobb károsodáshoz vezethet. Az Európai Bizottság megállapítása szerint a felnőtt lakosságnak 20, a várandós anyáknak és kisgyermekeknek 10 µg/l feletti arzénkoncentrációjú ivóvíz fogyasztása nem javasolt. A WHO szerint az élelmiszerekkel és az ivóvízzel az emberi szervezetbe bejutó arzént 20-300 µg közé teszi naponta. A nagy szórása táplálkozás sokfélességének köszönhető. A WHO becslése alapján az összes arzénbevitel negyede szerves eredetű forrásból származik. Ez a tény azért fontos, mivel a szerves arzén sokkal veszélyesebb, mint a szerves formája. Tehát a hétköznapi élelmiszerekben fellelhető arzén általában szerves kötésű, így többnyire nem jelent kockázatot. Fontos megjegyezni, hogy az ivóvízből forralással nem eltávolítható, így a nagy arzénkoncentrációjú vízzel készített ételekben is jelen van. (ÁNTSZ 2011)

## 7. A bányászati tevékenység környezeti hatása

A bányászat mindennapjaink kényelméhez tartozó földi kincseket – energiahordozókat, ipari nyersanyagokat – szolgáltató, hasznos tevékenység. Ugyanakkor, mint minden a természet rendjébe történő beavatkozás, a bányászat is számtalan környezeti problémát idéz elő. A Föld szilárd kérgének felső 5-6 km vastag rétege, amely magában foglalja a földfelszínt és az ásványkincseket rejtő földtani rétegeket. Az ipar működése a technológiai fejlődés jelen fokán fenntarthatatlan szénhidrogének, ércek, építőipari nyersanyagok nélkül. Az ásványi nyersanyagok kitermelése környezeti hatásokat eredményez. A külszíni tevékenység hatására megváltozik a tájkép, zaj és vibráció léphet fel, por és különféle szennyező anyagok juthatnak a levegőbe, illetve a földbe. A beavatkozás erősségétől függően károsodik a természeti és az épített környezet. A nyersanyagok kitermelésénél és feldolgozásánál törekedni kell a káros környezeti hatások minimalizálására, a bányászati tevékenység végeztével lehető legmagasabb szintű rekultivációra, az érintett területek revitalizációjának megteremtésére, a bányaterek új funkcióval történő ellátására.

Az európai és magyarországi bányászat is egyre nehezebb helyzetbe kerül. Ennek oka részben a készletek kimerülése, de még inkább a kedvezőtlen jogszabályi-gazdasági változások és a növekvő lakossági ellenállás, bár gazdaság energia és nyersanyag igénye nem csillapodik, az újrahasznosítás technológiája még nem minden esetben gazdaságos, bár erősen kívánatos igény. A bányászatnak viszont egyértelmű területfejlesztési hozzáadéka van. A térség fejlődése és a kitermeléssel kapcsolatos infrastruktúra kiépítése egybefonódik. Hátránya a jelentős mennyiségű bányameddő kialakulása. Ez a szám hazánkban megközelíti a hatezet! (BÖHM 2012)

### 6.7. ábra - Berente település felhagyott barnaköszén-fejtése (saját kép)





A bányászat szoros összefüggésben van a természet- és környezetvédelemmel. Természetesen a bányászat természeti környezetre gyakorolt hatásai alapvetően a működő bányák esetében vizsgálhatók, viszont a helytelenül rekultivált területek még hosszú évtizedekig szennyezhetnek (6.7. ábra). A főbb szempontok ebben az esetben a következők lehetnek:

1. **Vizuális hatás:** a munkagödör melletti meddő felhalmozása, amely megváltoztatja a táj összképét, sőt potenciális levegő és talajvízszennyező pontforrássá válik. A növényi vegetáció a kitermelt kőzetek alá kerül. A természetes növénytakaró nehezen alakul ki, a bolygatottság révén invazív gyomnövények uralják a tájszejt-együttest.
2. **Területhasználat:** a külszíni fejtés területének növelése a mezőgazdasági művelésre alkalmas földterületek kárára történik. Új fejtések kialakítása települések, vagy védett területek közvetlen közelében is végbe mehet. A Kazincbarcika melletti Berente település teljes felszámolás tervbe volt véve a hetvenes években, mivel az iparfejlesztés és a bányászat akadályát látták benne. Ez egy jogos igény volt az iparfejlesztők részéről, mivel a települést szinte megfojtotta az ipari üzemek felől érkező extrém szálló por és vegyipari szennyező anyagok. A rendszerváltás után az ipar hanyatlásával a település túlélési esélyei is növekedtek, amelyre a helyi politika makacs kitartása és Kazincbarcika sorozatos politikai alkuképtelensége is sokat előnyös hatással volt. Napjainkban a lignitbányászat útjában elhelyezkedő borsodi kistélepülés, Csincse kálváriája érdemel figyelmet.
3. **Levegőszennyezés:** Por és egyéb levegőben terjedő anyagok keletkezése, robbantásos feltárás, rakodás és a nehéz munkagépek általános használata során. A felhalmozott meddő porózussága révén keletkező szennyező anyagok növelik a levegő károsanyag-tartalmát, még abban az esetben is, ha komoly óvintézkedéseket tesznek a bányaművelők.
4. **Vízszennyezés:** a bányászat során a csapadék, mérgező vegyületeket (kénvegyületek, nehézfémek, szerves anyagok) vihet oldatba, amelyek a talajvízbe szivárognak. A nehézfémek már kis koncentrációban veszélyesek az élőlényekre. A felszíni lefolyás megnövekedett hordalék és oldott anyag terhelése miatt romlik a felszíni vizek minősége.
5. **Zaj- és vibrációs hatások:** a munkagépek és a robbantások által gerjesztett hang- és rezgőhatások zavarják a területen élők nyugalmát. A szállítás okozta megnövekedett forgalom is jelentősen rontja a lakosság komfortérzetét és a település légszennyezési határértékeit.
6. **Hidrogeológia:** a talajvíz mennyiségének és áramlási viszonyainak változása. A vízrendszer megváltoztatása jelenlegi vízfolyások/csatornák és vízkitermelések fizikai zavarása által. A bányászati területen ún. talajvíz-szint depresszió alakul, amely igen még kilométeres távolságokra is jelentősen negatívan befolyásolja a talajvíz-szint nivóját, gyengítve ezzel a mezőgazdasági termelés hatékonyságát, vagy akár a település ivóvízellátásában is komoly gondokat okozhat. A felhagyott bányagödörökben megjelenő talajvíz, szárazság idején gyorsítja a felszín alatti vízkészletek kimerülését.
7. **Bioszféra:** a szárazföldi élőhelyekhez, természetes ökológiai folyosókhoz, valamint a vízi élőhelyekhez kapcsolódó beavatkozás elszennvedése a bányászat által. Vízhőmérséklet változás (pl. pH, megemelkedett fém- és sótartalom) hatása. A növénytakaró elszigetelt károsodása, a ritka vagy veszélyeztetett fajok potenciális

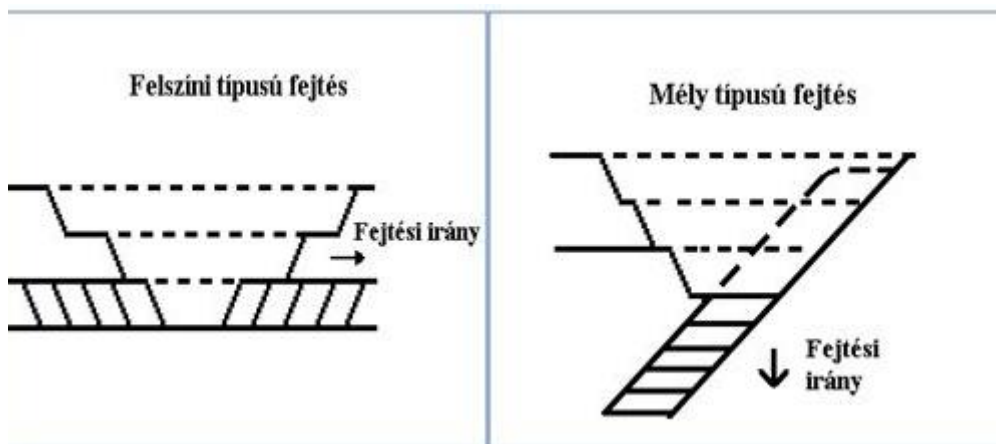
zavarása, a tisztítás és irtás során kitermelt fás területek helyében gyomfajok betelepítése. A bányatevékenységekhez közel fekvő területeken romlik az élőhely minősége a halmozott hatások következtében (zaj, por, stb.).

### 6.8. ábra - A bányászat környezeti hatásai (Forrás: saját szerkesztés)



A bányászat közvetlen és közvetett hatásai megváltoztatják az eredeti domborzatot, növénytakarót, módosítják a térség vízgazdálkodását, szennyezik a levegőt. Az akár több száz méteres mélységben folytatott mélyművelésű bányászatnak is lehetnek felszíni hatásai. A kibányászott anyag helyén visszamaradó, földalatti üregek beomolhatnak, ami a felszínen is berogyásokat, beszakadásokat hozhat létre, nem beszélve a vízföldtani bolygatásról. A felszínre hozott értékes bányakincsektől elkülönített meddő kőzetet mesterséges dombokba ún. meddőhányókba halmozzák fel. A meddőhányók megbontják a természetes tájképet, fedetlen felszínükről a szél kifújja a poranyagot, amely a környező mezőgazdasági területeken is kárt okoz. A meddőhányók talajjal való megkötése, lágú és fás szárú növényekkel történő betelepítése azonban nem csupán esztétikai kérdés. Így próbálják megelőzni a sokszor katasztrofális következményekkel járó omlásokat, csuszamlásokat. Ilyen tragédia történt 1966-ban a walesi Aberfanben, ahol a túl meredekre halmozott, átmedvesedett meddőhányó csuszamlása 10 méter magasságban maga alá temette a bányásztelepülés szélső házait, köztük egy iskolát is. A 180 méter magas meddőhányó csuszamlása 144 ember (116 gyermek) életét követelte (MADGEWICK 1996). A mészkőből felépült Dunántúli-középhegységben folytatott bauxit- és szénbányászat fenntartásához nagy mennyiségű felszín alatti karsztvizet kellett kiemelni, hogy a víz ne törhessen be a mélyen kialakított bányajáratokba. Emiatt viszont lecsökkent a környező falvak ivóvizét biztosító, valamint a híres Hévízi-tavat tápláló karsztforrások vízhozama. A Hévízi-tavat csak a bányák bezárásának árán lehetett megmenteni. Másféle környezeti gondokkal jár a külszíni fejtés. A felszín közelében, mindössze pár tíz méter mélyen lévő mezőket (többnyire lignit- és barnaszén vagy bauxitlelőhelyeket) a fedőrétegek eltakarítása után hatalmas markológépekkel fejtik le. A bányakincsek ellenében viszont így mezőgazdasági terület megy veszendőbe, sokszor fálvakat kell kitelepíteni, lebontani. A szántók, települések helyén hatalmas bányagödrök tátongnak, környezetükben meddőhányók emelkednek (6.9-6.10. ábra). Találunk ilyen külszíni lignitfejtéseket Magyarországon is (Visonta, Bükkábrány), ezeknél azonban jóval nagyobbak a német-cseh határ két oldalán sorakozó barnaszénfejtések sebhelyei.

### 6.9. ábra - A külszíni fejtés típusai (saját szerkesztés)



### 6.10. ábra - Rekultívalatlan külszíni bauxitfejtés (Gánt) (fotó: Zelei Zoltán)



Csak a volt NDK-ban több mint ötven települést kellett a bányászat miatt lebontani. A németországi külszíni fejtések összterülete kb. 2500 km<sup>2</sup>, ami megegyezik. Nógrád megye területével! Néhány szénmezőn 1 tonna barnaszén kinyeréséhez 10-17 tonna meddő kőzetet kellett eltávolítani! A sokszor 2-300 méter mély, több kilométer átmérőjű bányagödörökbe a fejtés befejezése után visszatöltötték a meddő anyagot, és felszínére talajt teregetve megpróbálták a területet ismét termőre fogni. Máshol viszont a fejtések gödreit vegyipari hulladéktárolóként hasznosították. A vegyszerek viszont sokfelé bemosódtak a talajvízbe, további környezeti károkat okozva.

A természetbe való beavatkozás lehet reverzibilis, azaz visszafordítható, vagy irreverzibilis azaz visszafordíthatatlan folyamat. A bányászati tevékenység mindkettőt kimeríti, hiszen a kitermelt ásvány in situ nem pótolható, ugyanakkor a tevékenység egyéb következményei visszafordíthatók, rekultiválhatók, és tudatos bányászati tevékenység mellett a legtöbb esetben az irreverzibilitás sem okoz jelentősebb problémát. A visszafordíthatatlan károkozás felvállalása a környezeti károk és a bányászati hasznos anyag társadalmi szükségleteinek komplex vizsgálata alapján dönthető el (konszenzus, gazdasági érdek). A kutatás és a külfejtéses tevékenység elsősorban a külszíni földtani és növényi környezetben jelent beavatkozást, termelési ág változást (flóra, fauna) fejlődése A mélyművelésű bányászat következményei lehetnek az akár külszínig ható földmozgások, valamint a vízvédelmi tevékenység velejárájaként a vízháztartás egyensúlyának megbontása, a vízrendszerekbe való beavatkozás. Mindezen következmények tervezhetők, kezelhetők, a természet és a környezet egyensúlyának, összhangjának megtartása mellett. A kutatás, a bányanyitás, termelés mellett azokkal egyenértékű feladat a környezetvédelem és az ásványvagyon kimerülését követően a helyreállítás, a rekultivációs tevékenység is (BULLA 2006, LÁNG 2002).

## 8. Összefoglalás

Környezetünk egyik legnagyobb problémáját a fosszilis energiahordozók használata jelenti, mely az egyre növekvő energiaéhséget hivatott csillapítani. A szén-dioxid, szén-monoxid, metán, nitrogén-oxid, kén-dioxid és a freonok levegőbe jutva jelentős mértékben károsítják az emberi szervezetet. Az egészség megőrzésének érdekében szükség van e tényezők hatásának a csökkentésére. A gyakran előforduló betegségek kialakulásában fontos szerepe van az életmódnak, a szokásoknak, a munkakörnek, a káros szenvedélynek és a nem megfelelő higiénianak. A városi lakosság egészségi állapotát nagymértékben befolyásolja az őket körülvevő környezet. A környezettudatos technológiák és termelési eljárások elterjedése hozzájárulhat az egészségkárosító hatások

Veszélyes gyáripari egységek,  
felhagyott művelésű bányaterületek  
hatásai

---

csökkentéséhez. Az alábbi káros környezeti hatásokat különböztetjük meg: levegőszennyezés (szmog, savas eső), vízszennyezés (felszíni és felszín alatti vizek, ivóvíz). Ezek nagyrészt köszönhetőek az ipari és a bányászati tevékenységnek és a közlekedésnek.

A bányászat és az ipar hatása a legjelentősebb a három gazdasági alrendszer közül, mivel a szolgáltatások energiaigényes és környezetpusztító alapanyagát adják. A konfliktus ilyen esetekben nem elkerülhető, de nagysága jelentősen mérsékelhető. Hazánkban, napjainkban inkább a felhagyott bányavidékek és a működés alól kivont gyáripari egységek helyreállítása okoz komoly gondokat. Hatásuk még közel sem tekinthető elhanyagolhatónak, sőt egy esetleges gazdasági fellendülés okozta ipar és bányafejlesztésnek jelentős környezeti kockázatai lehetnek. Mérlegelni kell az létrejövő haszon és a helyreállítás költségei közötti megtérülés mértékét, valamint az újrafeldolgozás fejlődő technológiai lehetőségeinek rendelkezésre állását. Alapvetően azon a véleményen vagyok, hogy a bányászat visszaszorítása bizonyos gazdasági-társadalmi állapotokban nem indokolható pusztán környezeti megfontolásokkal, pláne ha rendelkezésre álló bányavagyont a kor technikai színvonalán magas hatékonysággal lehet kitermelni, feldolgozni. Oláh György kémiai Nobel díjas világhírű kutató technológiája pl. a szenes erőművek elleni zöld ellenállást tudná érdemben kezelhető keretek közé terelni. A napjainkban ismét előtérbe kerülő recski rézércbánya újrainyitása magával hozhatná a hulladékfém-feldolgozás megtelepedését a térségben, amely szinergiahatást váltana ki a hatékonyságban és a környezetvédelemben is.

## 8.1. Kérdések:

1. Milyen egészségkárosító környezeti hatásokat ismer?
2. Mit nevezünk London-típusú szmognak?
3. A magyarországi ivóvízkészletet melyik kémiai elem szennyezése fenyegeti a legjobban?
4. Milyen bányászati típusokat ismer?
5. Mondjon külszíni fejtésre magyarországi példát!
6. A bányászatnak milyen környezeti hatásai vannak?



---

# 7. fejezet - A szakszerűtlen települési hulladékgazdálkodás hatásai a településekre

## 1. Tartalom

A 90-es évek elején a szocialista ipar hanyatlásával számos helyen felhalmozódtak a melléktermékként vagy selejtes végtermékként keletkezett, tovább nem hasznosítható anyagok. Ezek szakszerű tárolása és kezelése még napjainkban is problémát okoz a települések számára, hiszen potenciális levegő és talajszennyező anyagokról van szó. Példaként említésre kerül a Raisz Iván és Barta István alternatív hulladékkezelési eljárása.

## 2. A hulladék

Az emberi élet során nagymennyiségű hulladék keletkezik. A természeti folyamatokban nem keletkezik hulladék, többnyire lebomlanak vagy visszajut a természetes körforgásba. Az emberi tevékenység során képződik csak hulladék, ami az ipari termelés és az emberi fogyasztás velejárója. A mennyiségük évről évre növekszik, emiatt ezek szakszerű kezelése létfontosságú. A hulladékgazdálkodás a környezetvédelem egyik legfontosabb pillére. Óriási szerepe van a természet megóvásában, hiszen közvetlen hatása van a környezeti elemekre, mint a vízre, földre, levegőre, élővilágra és ember által épített környezetre.

A hulladék fogalmának többféle magyarázata is létezik. **Általános értelemben hulladéknak tekintendő az ember mindennapi tevékenysége során keletkező, különböző halmazállapotú és minőségű anyag, esetleg energia, vagy termék, ami eredhet termelésből, szolgáltatásból vagy fogyasztásból. A hulladék a keletkezés helyén feleslegessé váló és ott közvetlenül fel nem használható és értékesíthető, emiatt az ártalmatlanításról és a végleges tárolásról gondoskodni kell.** Társadalmi és gazdasági tényezők döntenek el, hogy milyen anyag, tárgy minősül hulladéknak. Magyarországon a hulladék fogalmának törvényi definiálása az Európai Unió hulladékokról szóló, módosított 75/442/EGK irányelv szerint történik, amely a hulladék mindenkor birtokosának szándékát és az emberi egészség, valamint a környezet érdekét veszi alapul. A hulladékgazdálkodásról szóló törvény szerint: a „hulladék: bármely, az 1. sz. melléklet szerinti kategóriák valamelyikébe tartozó tárgy vagy anyag, amelytől birtokosa megválnak, megválni szándékozik, vagy megválni köteles.”

A törvény 1. sz. melléklete az alábbi hulladékkategóriákat tartalmazza:

**7.1. ábra - A hulladékkategóriák törvény általi megnevezése (Forrás: 2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról alapján saját szerkesztés )**



Q1	A továbbiakban másként meg nem határozott termelési, szolgáltatási vagy fogyasztási maradékok
Q2	Előírásoknak meg nem felelő, selejt termékek
Q3	Lejárt felhasználhatóságú, szavatosságú termékek
Q4	Kiömlött, veszendőbe ment, vagy egyéb kárt szenvedett anyagok, beleértve a baleset következtében szennyeződött anyagokat, eszközöket stb. is
Q5	Tervezett tevékenység következtében szennyeződött anyagok (tisztítási műveletek maradékai, csomagolóanyagok, tartályok stb.)
Q6	Használhatatlanná vált alkatrészek, tartozékok (elhasznált szárazelemek, kimerült katalizátorok stb.)
Q7	A további használatra alkalmatlanná vált anyagok (szennyeződött savak, oldószerek, kimerült edzősók stb.)
Q8	Ipari folyamatok maradék anyagai (salakok, üstmaradékok stb.)
Q9	Szennyezés csökkentő eljárások maradékai (gázmosók iszapja, porleválasztók pora, elhasznált szűrők, szennyviziszapok stb.)
Q10	Gépi megmunkálás, felületkezelés maradék anyagai (esztergaforgács, <u>reve</u> stb.)
Q11	Ásványi nyersanyagok kitermelésének és feldolgozásának maradékai (pl. ércbányászati meddő, olajkitermelés hulladékai stb.)
Q12	Tiltott anyagokat tartalmazó termékek (PCB-tartalmú olajok stb.)
Q13	Bármely anyag vagy termék, amelynek használatát jogszabály tiltja
Q14	A birtokosa számára tovább nem használható anyagok (mezőgazdasági, háztartási, irodai, kereskedelmi és bolti hulladékok stb.)
Q15	Talajtisztításból származó szennyezett anyagok
Q16	Bármely más hulladékká vált anyag vagy termék, amely nem tartozik a fenti kategóriákba

## 2.1. Hulladékok csoportosítása

A hulladékok csoportosításának többféle módja lehet, azonban a leggyakoribb az eredet szerinti csoportosítás, amely szerint beszélhetünk kommunális (települési) és ipari (termelési) hulladékról. Ezeket általában további kategóriákba sorolják. Halmazállapot szerint is megkülönböztetjük, így beszélhetünk szilárd, folyékony, iszapszerű, gáznemű hulladékról. A halmazállapot szerinti csoportosítás nélkülözhetetlen a gyűjtés, a szállítás és a tárolás szempontjából.

## 7.2. ábra - A hulladékok csoportosítása (Forrás: PÁNTYA R. (2002) alapján saját szerkesztés)

Hulladéktípus	Eredete szerint	Környezetihatása szerint
Települési (kommunális)	Elosztási, szolgáltató és fogyasztási tevékenység	nem veszélyes
Termelési	Kitermelő, feldolgozó és szolgáltató tevékenység	veszélyes

Ebben a fejezetben a települési (kommunális) hulladékokkal foglalkozunk bővebben. A kommunális hulladék közvetlen emberi szükségletek kielégítése során keletkezik. Származástól függően lehet háztartási, intézményi, közterületi és kerti hulladék. Különlegesen kell kezelni a veszélyes kommunális hulladékot, mint a kórházi, egészségügyi intézmények fertőző és mérgező hulladékait, a természetre káros anyagokat, mint a fáradt olajokat, gyógyszereket és a különféle vegyi anyagokat. Az eddig említett hulladékok többnyire szilárd halmazállapotúak, de egy lakott településnél a folyékony hulladékról is szót kell ejteni. Települési folyékony hulladéknak nevezzük a szennyvízelvezető csatornarendszeren, illetve szennyvíztisztító telepen keresztül el nem vezetett szennyvizet. A környezet szempontjából fontos a hatékony szennyvízgyártás, ebből adódóan már

Magyarország is fejlett szennyvízhálózattal rendelkezik. A települési hulladék mennyisége és összetétele függ az életszínvontól és a lakosság fogyasztási szokásától.

### 7.3. ábra - A települési hulladékok csoportosítása (Forrás: saját szerkesztés)

Települési szilárd hulladékok	háztartási, közterületi, intézményi, kerti hulladék
Települési folyékony hulladékok	el nem vezetett szennyvíz
Inert hulladékok	építési és bontási hulladék, törmelék
Biohulladékok	állati és növényi eredetű szerves hulladék

## 2.2. A hulladékok környezeti hatásai

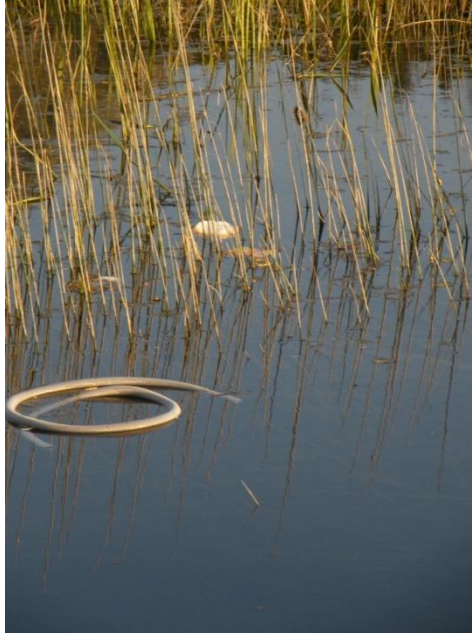
A hulladék az emberi tevékenység következménye. A természeti folyamatokban nem keletkezik feleslegesen, hiszen lebomlanak vagy nyersanyagként szolgálnak más élőlények számára, így kapcsolódva a természetes körforgásba. A víz, a levegő, és a talaj természetes öntisztulása során megszabadul az odakerülő hulladéktól. Az urbanizáció hatására a termelési-fogyasztási tevékenység következtében a természetes egyensúly megbomlott. A hulladék káros környezeti hatása természeti változásokat eredményezhet, mert például nem tud bekapcsolódni a természetes körfolyamatokba, károsíthatja az ökoszisztémát és ezáltal veszélyeztetheti az emberi életet is. A hulladék szennyezi a környezeti elemeket, amely közvetlenül, vagy közvetve a lakosságot is érinti. Egyes alkotórészei beépülnek a növényi és állati szervezetekbe, és a táplálkozási láncokon keresztül az ember szervezetét károsítja. Ezek a folyamatok sok esetben elhúzódnak. A kommunális és termelési hulladékok fertőző mikroorganizmusai különböző fertőző betegségek okozói lehetnek. A szennyezést általában a nem megfelelő elhelyezés és a helytelenül megválasztott hulladékkezelés okozza. A környezettel érintkező hulladékok különbözőképpen veszélyeztethetik a települést:

- **A talaj, talajvíz és felszíni vizek szennyeződése**

A hulladékok legtöbbször a talajjal érintkeznek, így a legtöbb probléma is innen eredeztethető.

A csapadékvíz a hulladékok bomlástermékeit a talaj felső rétegébe juttatja, emiatt a talajfelszín elszennyeződik. Ezt követően a csapadékvíz segítségével a keletkezett szennyezőanyagok a talaj mélyebb rétegeibe szivárognak. Az oldott káros anyagok, mint a különféle sók, nehézfémek, szénhidrogének és szerves vegyületek, bekerülnek a talajvízbe és az áramlás révén a vízbázisokat veszélyeztetheti. A szennyezés a vízminőség romlását eredményezheti. A felszíni vizek elszennyeződését okozza a nem megfelelően kezelt kommunális és ipari vizek folyókba történő visszaengedése.

### 7.4. ábra - Hulladék a Shkodra-tó felszínén (fotó: Zelei Zoltán)



- **A levegő szennyeződése**

A hulladéklerakók üvegházhatású gázai (CO<sub>2</sub> és CH<sub>4</sub>) a levegőbe jutva szennyezik a környezetet és légúti megbetegedéseket okozhatnak. Szél által papír hulladék és finom por juthat a levegőbe a nem megfelelően kezelt hulladéktárolókból. A biológiailag lebontható szervesanyag tartalmú hulladék bomlása során jellegzetes bűzanyagok keletkeznek, amelynek okozói általában az ammónia, a hidrogén-szulfid és a metán. A hulladék nyílt égésekor keletkező, levegőbe jutó füstgázoknak és koromnak, szintén egészség károsító hatása van.

- **Fertőzésveszély**

Az állati eredetű hulladékok külön veszélyforrást jelentenek a környezetre, különösképpen az emberre. Az állati maradványok mikroorganizmusai fertőző betegségek előidézői lehetnek. A kórokozók lehetnek baktériumok, vírusok, férgek és egyéb, az emberi szervezetre veszélyes fertőző anyagok. A legnagyobb veszélyt a fekáliatartalmú hulladék jelenti, hiszen járványos betegségeket okozhat úgy, mint kolerát, vérhast, tífuszt vagy fertőző májgyulladást. Szerencsére az ilyen jellegű hulladékok csak ritkán okoznak problémát, mivel a baktériumok többsége gyorsan elpusztul egy-két kivételtől eltekintve (*Mycobacterium tuberculosis*-tuberkulózis, *Salmonella paratyphi*-paratífusz).

- **A rovarok és rágcsálók elterjedése**

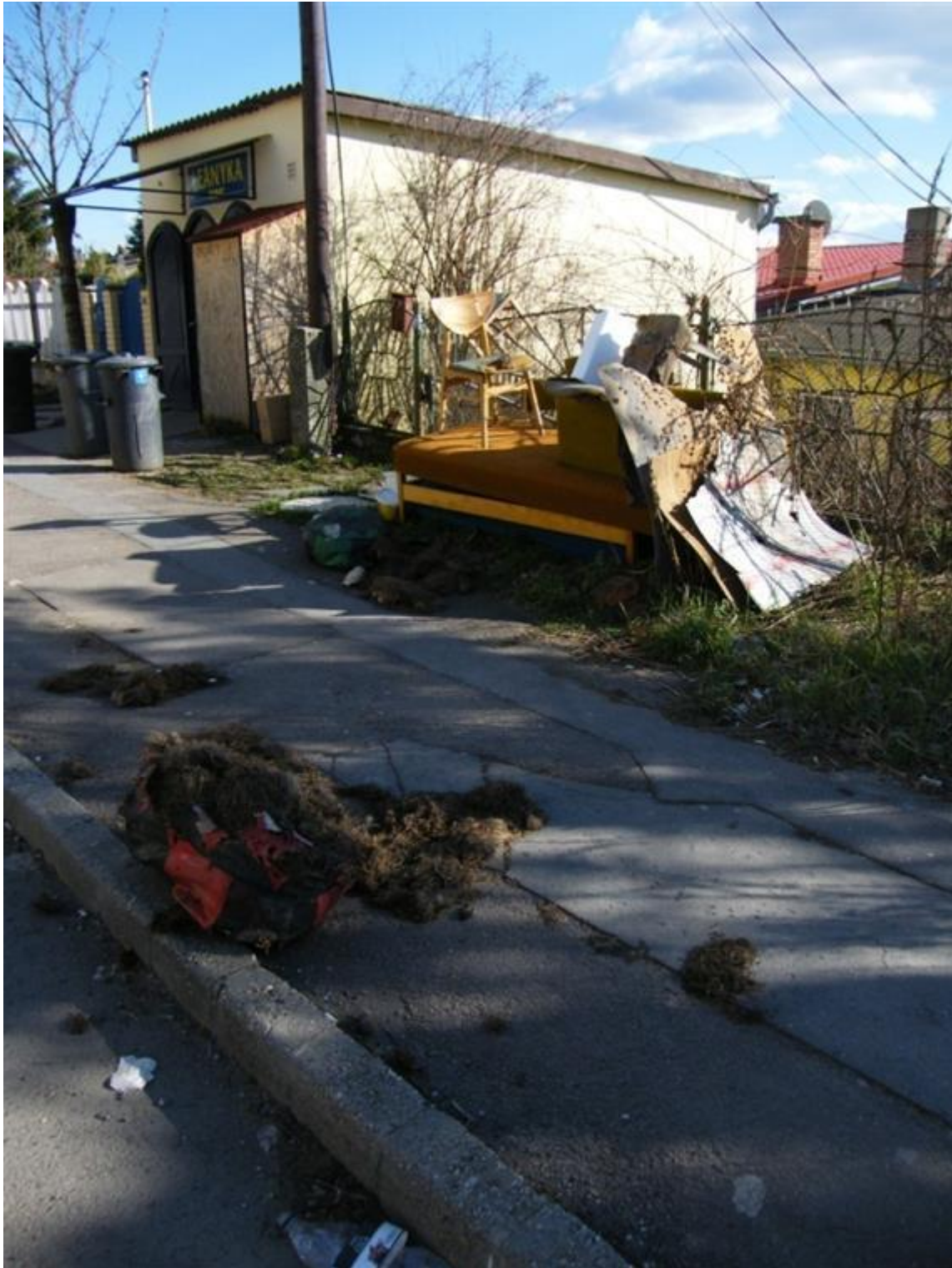
A nem megfelelő települési hulladékkezelés következtében különféle rovarok és rágcsálók szaporodhatnak el. Ezek az élőlények betegségek terjesztői lehetnek, ezért a megelőzés érdekében a kommunális hulladéktárolók elzárása és a gyakori elszállítás javasolt.

- **A természet esztétikai szennyeződése**

Egyre többször hallani illegális hulladéklerakókról, amelyek a szennyezés mellett a környezet esztétikájának romlását okozzák. A nem megfelelően elzárt hulladékot a szél szétszórhatja, így tönkreteszi a táj eredeti környezetét, amely elriaszthatja a kapcsolódásra vágyó túrázókat.

## **7.5. ábra - Illegális hulladéklerakás (fotó: Zelei Zoltán)**





### 2.3. Hulladékgazdálkodás

Az emberi tevékenység egyre nagyobb terhet jelent a környezetnek, ezért szükség van a hatékony hulladékgazdálkodásra természet megóvása érdekében. A hulladékgazdálkodás célja:

1. a hulladék keletkezésének megelőzése
2. a hulladék mennyiségének csökkentése
3. a keletkező hulladékok újrahasznosítása

#### 4. a nem hasznosítható hulladékok ártalmatlanítása

### 2.4. A hulladék keletkezésének megelőzése

A hulladékgazdálkodás elsődleges lépése a hulladék keletkezésének a megelőzése a természet megóvása érdekében. A hatékony technológiák bevezetése kulcsfontosságú, az anyag- és energiatakarékos, hulladékszegény, környezetkímélő, környezetbarát technológiák alkalmazása jelenti a megoldást, hiszen a termelési, feldolgozási és szolgáltatási tevékenységek során kevesebb felesleges anyagot állítanak elő. A veszélyes anyagok keletkezésének a megelőzése is rendkívül fontos. Keletkezésük a toxikus alapanyag használatának kiváltásával csökkenthető. Az emberi fogyasztást vizsgálva megállapítható, hogy szükség van a lakosság szemléletmód váltására. Az öko- és újrahasznosított termékek vásárlása a legjobb módszer a hulladék keletkezésének a megelőzésére.

### 2.5. A hulladék mennyiségének a csökkentése

Évről évre egyre nagyobb mennyiségben termelünk települési hulladékot. A hulladékok mennyisége a hatékony termelési eljárások bevezetésével csökkenthető. A hatásfok növelése a technológiai fegyelem, a természetes alapanyagok és az újrahasznosítás alkalmazásával érhető el.

#### 7.6. ábra - Hulladéklerakó Gyöngyösön (fotó: Zelei Zoltán)



### 2.6. Újrahasznosítás

A hulladékok újrahasznosításának kétféle módja van. Az egyik az újrahasználat, amikor is a terméket az eredeti funkciót megőrizve újra felhasználjuk, mint például az üvegek, palackok és dobozok esetében. A másik az újrahasznosítás, amikor a felhasznált termék visszakerül a gyártóhoz és az előkészítést követően alapanyagként vagy másodnyersanyagként újra feldolgozzák. Az újrahasznosítás a hulladékgazdálkodás teljes szakaszát magába foglalja. Az egyik legfontosabb eleme a szelektív hulladékgyűjtés.

### 2.7. Ártalmatlanítás

A különböző kémiai, termikus és biológiai hulladékkezelési eljárások segítségével már nem hasznosítható hulladék, ártalmatlanításra kerül. Kivételesen, abban az esetben, ha a hasznosítás költségei aránytalanul magasak az



ártalmatlanításhoz képest. Az ártalmatlanításra a környezetszennyezés, környezetkárosítás megakadályozása miatt van szükség.

### 7.7. ábra - A hulladékkezelés hierarchiája (www.kvvm.hu)



## 2.8. Alternatív hulladékgazdálkodás

Raisz Iván és Barta István egy olyan hulladékkezelési eljárást dolgoztak ki, amellyel kommunális hulladékból állítanak elő a metil-alkoholt. Ezzel az eljárással elnyerték a feltalálók világszervezetének a díját, a Green Oscar Nürnbergben. A találmányuk 2008-ban az év találmánya címet is megkapta Magyarországon. Az eljárás lényege, hogy a szerves anyagot tartalmazó kommunális hulladékot tömörítik, majd elgázosítják, vízbontással nyert oxigént adnak hozzá és az így keletkezett szintézisgázból hidrogén segítségével állítják elő a metil-alkoholt. A folyamat során sósav és folyékony szén-dioxid keletkezik melléktermékként, ami többféleképpen is felhasználható, értékesíthető. Ezzel az eljárással 30 forintba kerül egy kilogramm metanol, ami megegyezik 1 liter benzin energiataralmával. Az eljárás teljesen környezetbarát, a folyamat során nem keletkezik szén-dioxid, mérgező dioxin gáz és kátrány, ellentétben egy hagyományos szemétegetőnél. Ráadásul a nem hasznosuló szemét csak töredéke az eddig tárolásra szánt hulladéknak. Az első hulladékból metanolt előállító üzem Miskolcon valósult meg az AVE Miskolc Kft. telephelyén, mintegy 578 750 000 Ft-ból, amelyben 247 millió forintnyi Európai Unió támogatás volt.

## 3. Összefoglalás

Az emberi tevékenység során évről évre egyre több szemét keletkezik, ami a környezetet és az ember egészséget is veszélyezteti. Mára a környezetvédelem egyik alappillére lett a hulladékgazdálkodás. Helyi szinten a problémát elsősorban kommunális hulladék jelenti, amely az emberi fogyasztás terméke és a háztartásokból kerül ki. A települési hulladék négy csoportba sorolható: települési szilárd hulladék, települési folyékony hulladék, inert hulladékok és biohulladék. A nem megfelelően kezelt kommunális hulladéknak káros környezeti hatásai lehetnek. Általában a hulladékok felelősek a talajvíz, a felszíni és a felszín alatti vizek elszennyeződésért. Az emberi egészségre közvetlenül veszélyesek lehetnek a hulladéklerakókból felszabaduló üvegházhatású gázok és az állati eredetű hulladékok, amelyek különböző fertőzést terjesztenek. Rovarok és rágcsálók terjedhetnek el a nem megfelelően elzárt hulladéktárolók miatt. Ezek a problémák a hatékony hulladékgazdálkodással orvosolhatók. A legfontosabb a hulladékok keletkezésének a megakadályozása és a mennyiségük csökkentése. A szelektív hulladékgyűjtés alkalmazásával a termékek jelentős hányada újrahasznosítható. Az újrahasznosítás következtében a lerakásra szánt hulladék mennyisége csökkenthető.

### 3.1. Kérdések

1. Mit nevezünk hulladéknak?
2. Hányféleképpen csoportosítjuk a hulladékokat?
3. Hogyan csoportosítjuk a települési hulladékokat?
4. Milyen szerepe van a hulladékgazdálkodásnak a környezetvédelemben?
5. Milyen környezeti hatásai vannak a kommunális hulladéknak?
6. Milyen lépései vannak a hulladékgazdálkodásnak?
7. Mi a lényege a Raisz-féle hulladékkezelési eljárásnak?

---

## 8. fejezet - Zaj és rezgésvédelem

A zaj napjaink felgyorsult, civilizációs ártalmaktól szenvedő világában az egyik legelterjedtebb és a lakosság legjelentősebb részét érintő környezetszennyezéssé vált. Fogalmának megértéséhez tisztában kell lennünk a hang definíciójával, sajátosságaival is. A hang olyan mechanikus rezgés, mely rugalmas közegben terjedve az emberben hangérzetet kelt. Természetesen vannak az emberi fül számára érzékelhetetlen hangok is, ezek az infra- és ultrahangok. A hallható hangot hallószerveinken keresztül érzékeljük. A dobhártyánkat érő légnyomásváltozás a hallóidegek közvetítésével az agyban hangérzetet kelt. A hallott hang hordozhat információt (beszéd, jelzések) és jelenthet élményt. Az élmény lehet kellemes, vagy kellemetlen. A kellemetlen, vagy zavaró hangot nevezzük zajnak. A zaj egyik legfontosabb jellemzője, hogy megítélése erősen szubjektív. Ennek jó példája, hogy amíg egy motoros számára a motorja minél erősebb hangja a sebesség, a száguldás, a szabadság élettérzésének örömet jelenti, addig az utcán közlekedő, vagy lakó emberek számára a motor „bömbölő” hangja elviselhetetlen zajként jelentkezik. Ugyanez elmondható a lakásukban nagy hangerővel zenét hallgató fiatalok esetében, vagy a hétvégén barkácsgépen dolgozóról, aki talán bele sem gondol, hogy a neki örömet és hasznot jelentő tevékenység a szomszédságot milyen erősen zavarhatja a kikapcsolódásban, pihenésben. (FAZEKAS 2008)

A hangforrás által keltett rezgési energia a rugalmas közegben nyomásváltozást okozva hullámformában terjed. A levegőben ez a nyomásingadozás a hallható hang. A hang erőssége a közeg nyomásingadozásától, tehát a hangnyomástól függ. Az emberi füllel érzékelhető legkisebb hangnyomás a hallásküszöb. A hallható hangok felső határa az a hangnyomás, amely már fájdalmat okoz, ez a fájdalomküszöb. A két küszöbérték közötti hangerősség tartomány 12 nagyságrend, ami azt jelenti, hogy a fájdalmat okozó hang 10 billiószor erősebb, mint amit még éppen meghallunk. A hangok észlelése folyamán az inger és az érzet között exponenciális kapcsolat van, azaz nagy hangnyomás növekedés aránylag kis hangérzet növekedést okoz. A fentiekben ismertetett sajátosságok miatt vezették be a hangtanban a szinteket. A hangerősség pillanatértékét jellemző mennyiség és egy alapérték hányadosának 10-szeres logaritmusát decibelnek (dB) nevezzük. Alapértéknek ( $p_0$ ) a normál hallású ember hallásküszöbéhez tartozó hangnyomást választották ( $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Pa). A hallásküszöbhez 0 dB hangnyomásszint tartozik, míg a nagyon erős hang miatti fájdalomérzés 110 – 120 dB között jelentkezik.

### 1. A városi zajok és vibrációk

A zaj különböző intenzitású és frekvenciájú hangok zavaró keveréke, míg egy másik meghatározás szerint jellegzetes, többnyire nem kívánatos urbanizációs ártalom, amelyet a szakirodalom akaratunktól függetlenül jelentkező hangterhelésként határoz meg.

Fizikai értelemben a hang rugalmas közegek, gázok, folyadékok vagy szilárd testek mechanikai rezgése, amelyek során a hangforrásból tovaterjedő hullámok formájában energia távozik el. Élettani szempontból ez hangérzetet jelent, lélektani vonatkozásban pedig hangélményként éljük meg. A kellemetlen hangélményt zajnak nevezzük.

A zaj, amely egyre több embert érint, legtöbb esetben a közlekedés velejárója. Elsősorban a közúti, kisebb mértékben a vasúti és légi forgalom következtében jelentkező terhelő tényező, de számolni kell az építkezési területek, szórakozóhelyek, sportpályák közelében lévő, vagy az ipari tevékenységből származó zajjal (gázturbinák, szellőztető berendezések, kompresszorok), sőt még a fűnyíró gépek zajával is.

A zajra az emberek különféleképpen reagálnak (8.1. ábra). Ez az ember szubjektív beállítottságától és a zajszinthez való alkalmazkodásától, ill. annak megszokásától függ. Ha a zaj 60 dB (A) 19-nél nagyobb, ingerültséget okoz. A magas frekvenciájú és lökészerű zajok nagyobb ingerlékenységet váltanak ki, mint a széles skálájú, alacsony frekvenciájú és állandósult zajok.

#### 8.1. ábra - A zajhoz kapcsolódó ártalmak összefoglaló táblázata (WALZ 2008)

A zaj forrása	A hangnyomás mértéke dB (A)	Okozat
A falevelek rezdülése	10	Ártalmatlan
Halk suttogás	20	
Órakettyegés 1m távolságból	30	
Csendes környezet	40	Pszichés
Halk társalgás, halk zene	60	
Forgalmas utca, autóbusz, átlagos személygépkocsi autópálya tempónál, porszívó	70	
Hangos éneklés, zajos utca, villamos, motorkerékpár, kétütemű fűnyíró	80	Vegetatív
Kiabálás, vonatkürt, fojtás nélküli sportkocsi	90	
Autóduda, légkalapács 1m távolságból	100	Halláskárosodás
Ordítás közletről	110	
Mennydörgés, repülőgép közletről	120	
Lövés zaja közletről	130	Azonnali, maradandó halláskárosodás potenciálisan mértékű
Szirena, sugárhajtású repülőgép közletről	140	

Minden erősebb hanghatás izgalmi állapotot vált ki, felkészítve a szervezetet a védekezésre vagy a menekülésre. A zajra létrejövő életfontosságú magatartás-reakcióról van itt szó, amely a törzsfjlődés során alakult ki. Ide tartoznak többek között a hirtelen, váratlan zajok, amikor a zajszint a másodperc töredéke alatt 40 vagy ennél is több dB (A)-lel emelkedik. Az ilyen fokú zaj ijedtséget okoz, amelyet az ekvivalens tartós hangszinttel nem lehet mérni, így természetesen immissziós irányértéke meghatározására sem szolgálhat.

Az egészségre ártalmas zajhatások megítéléséhez külön skála szolgál. Ennek alapján a 90 dB (A) mértékű zaj süketiséget okozhat, ha az ember huzamosabb ideig ilyen hatásnak van kitéve. A 93 dB (A) erősségű zajt csupán 4 óra hosszat szabad „hallgatni”, a 99 dB (A) erősségű zajt pedig csak egy órán keresztül.

Irodalmi adatok szerint a migrének előfordulását 80%-ban, az emlékezet-kiesésnek 52%-ban a zaj az okozója. Nagy Britanniában minden második férfi és minden harmadik nő krónikus neurózisban szenved a zaj tartós hatásának következtében. A francia elmeegógyintézetekben minden ötödik beteg zajártalom miatt került kezelésre. New York zajos negyedeiben a gyermekek növekedésben és fejlődésben is lemaradtak. Ausztráliai kutatók szerint a zaj az esetek 30%-ában játszik szerepet az átlagos életkor csökkenésében, az erőszak, az öngyilkosság és a gyilkosságra való hajlam kialakulásában.

A zaj megzavarhatja az alvást, a kommunikációt és a feladatok végrehajtását, csökkentheti a munkabírást. Hatásának megítélése szubjektív. Általában 30–65 dB (A) pszichikai terhelést, 65-90 dB (A) a pszichikai igénybevétel mellett vegetatív károsodást okoz, ami a koncentráció és a munkabírást csökkentésében, vérkeringési és anyagcserezavarokban nyilvánul meg. Emellett az egyéni zajérzékenység széles sávja ismeretes: a lakosság mintegy 10 %-a rendkívül zajérzékeny, és már a kis zajt is terhelőnek érzi. Mivel az emberek bizonyos százalékának neurotikus panaszai vannak, nyilvánvaló, hogy a könnyen észlelhető zajterhelések egészségtelenek. Az embereknek mintegy 1/3–1/4 része viszont relatíve érzéketlen a zajokra.

A városi környezetben főleg az éjszakai zajok okoznak problémát, mivel az kumulatív efféktust vált ki. Az éjjeli 55 dB (A) zaj egyenértékű a nappali 65 dB (A) zajszinttel. Az egyenletes zaj kevésbé zavarja az alvást, mint az erősen ingadozó hangszintű zaj, amely az elalvási időt meghosszabbíthatja. Legalább 10 dB (A) az a zajszint-emelkedés, amely az alvó embert felébreszti. A mély alvási periódusból azonban különösen nehéz az ébredés. Idős korban az alvási idő – ezen belül a mély alvási periódus – rövidebb, az idősök érzékenyebbek a zajra, mint a többi korosztály. Személyenként ez az érték 40–70 év között változó. A gyerekek 50dB-es zaj esetén, a felnőttek már a 30dB-es zajszintnél felébrednek. Hasonló fokú zajnál a 70 évesek 72%-a ébred fel, míg a 8 éves

gyermeknek csupán 1%-a. A zaj azonban olyan reakciót válthat ki, ami EEG-vel kimutatható akkor is, ha az ember nem is ébred fel. EEG-vel kimutatták azt is, hogy az ötször megismételt 65–67dB-es éjjeli zaj árt az egészségnek. Az egészséges alváshoz még elviselhető zajszint értékei nyitott ablaknál való alvásnál 25–35 dB (A) az átlagszint, ez az érték akkor adódik, ha a külső zajszint (Leq) 35–45 dB (A)-t tesz ki.

## 2. A kommunikáció zavarása

A beszéd teljes érthetősége akkor szavatolt, ha az mintegy 10 dB (A)-lel hangosabb, mint a környező zajok. A zaj csökkenti a beszéd érthetőségét, a szociális kapcsolatokat megzavarja vagy lehetetlenné teszi. A zajártalom beszédre gyakorolt kellemetlen hatásai a következő skála alapján értékelhetők:

- a kellemetlen érzés 25 dB-ig gyakorlatilag nem létezik, halkan is lehet beszélni;
- 25–40 dB (A)-ig terjedő zajban már sugdolózni nem lehet;
- 40–55 dB (A)-ig terjedő zajban egyszerű megszokott hangerővel már nem lehet beszélgetni;
- 55–70 dB (A) zajszintnél a hangos beszéd sem érthető;
- 70–90 dB (A) zaj esetében a beszéd csak akkor érthető, ha a beszélőpartner hangosan beszél vagy kiabál;
- 90 dB (A)-es zajtól kezdve kiabálás mellett sem érthető a beszéd.

Egy Szolnokon végzett felmérés szerint a forgalmas Baross utcai Konstantin Iskolában kb. 15 perces tanórai (munka) kiesés van a beszűrődő forgalmi zaj miatt, és ugyanakkor jelentkezik a zaj túlkiabálásának szindrómája, amikor a tanár vagy a diák megpróbálja a kintről beszűrődő háttérzajt is túlkiabálni (SZÉL 1994).

## 3. Halláskárosodás

Magas hangenergia tartós hatásakor az anyagcsere túlterhelése, hirtelen magas hangcsúcsnál (robbanás) a belső fül hallócsigájában az érzékelő sejtek mechanikai változása következik be. Ezáltal tartós hallásküszöb-eltolódás alakulhat ki, amely a frekvenciatartományban 4000 Hz-nél kezdődik.

A halláskárosodás 90 dB (A)-tól kezdve következik be, különösen a munkahelyi ártalmak miatt. A halláskárosodás a leggyakoribb, kártérítési kötelezettségű szakmai betegség. Bár az egyéb környezeti zajok, mint amilyen a közlekedési zaj, nem okoznak halláskárosodást, az öregkori halláskárosodást mégis a környezetből származó napi hangingerek összhatásának tulajdonítják.

A zajártalmak előbb-utóbb stressz reakciót váltanak ki az ember szervezetében, ami a szomatikus megbetegedésekhez funkcionális vagy degeneratív és morfológiailag is jelentkező változásokhoz vezetnek. A negatív hatások annál valószínűbbek, minél erősebb a zaj, és minél tovább tart a zajhatás. Az ártalom foka természetesen az idegrendszer állapotától és az individuális érzékenységtől is függ.

## 4. A zaj mérése

Nemzetközi és hazai zajmérési előírások (szabványok) rögzítik azokat a szabályokat, amelyek alapján a zajterhelés mértéke egyértelműen meghatározható, és értékelhető. Természetesen más szabályok vonatkoznak a zajkibocsátás (emisszió) vizsgálatára, és a zajterhelés (immisszió) mérésére. A közlekedési zajforrások (közút, vasút) zaját is a forrás sajátosságainak megfelelő eljárással szükséges mérni. A mérés céljának ismeretében először a mérendő mennyiséget kell meghatározni. Közvetlenül mindig a hangnyomásszintet mérjük, amely a további számítások alapjául szolgál. A számítások már alapos szakirányú ismereteket igényelnek, melynek elvégzése megfelelő képzettségű és felkészültségű szakember feladata.

A mérés időpontját szintén a vizsgálat célja szerint kell megválasztani. Legfontosabb szabály, hogy akkor végezzük a mérést, amikor a zajforrás a megszokott körülmények (üzemszerű állapot) között működik. A mérendő zaj szintjét mérőrendszer segítségével határozzák meg, amelyet a következő műszeregyeségek alkotnak: mikrofon, hangnyomásszint-mérő, jelrögzítő, kijelző. Korábban ezek mindegyike tárgyi valójában is külön műszer volt, manapság azonban digitális, a szükséges számításokat is elvégző, az adatokat is tároló korszerű műszerekkel dolgozhatnak a szakemberek.



## 5. A zaj- és rezgés elleni védelem szabályozása

Hazánkban a zaj- és rezgés elleni védelem keretszabályait a zaj- és rezgésvédelemről szóló 12/1983. (V. 12.) Minisztertanácsi rendelet (továbbiakban: MT rendelet) rögzíti. A jogszabály számából látható, hogy nem a „legfrissebb” rendeletünk, de megalkotásának idejében korszerűnek számított, és az EU által megkövetelt előírásoknak is megfelel. Ennek, és a megalkotása óta végrehajtott számos módosítás ellenére eljárt felette az idő, ezért jelenleg folyamatban van az új rendeletcsomag megalkotása a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztériumban.

A zaj- és rezgés elleni védelem, a szabályozás alapvető lépése. Olyan határértékek megalkotása, amelyek a legtöbb ember számára elfogadhatóak, és amelyek túllépése esetén a zaj okozóját szankcionálni lehet, ill. kötelezni lehet a annak csökkentésére. Mivel a zaj megítélése szubjektív, ezeket a határértékeket is szubjektív kísérletekkel kellett előállítani. Az elmúlt évtizedekben világszerte számos felmérést végeztek a zavaró mértékű zaj meghatározására, így alakultak ki a nemzetközileg elfogadott határértékek. A zaj szubjektív megítélése miatt ez a zavarási szint természetesen nem egyetlen jól definiált számértéket jelent. A határértékeket a 85–90 %-os zavarási értéknél húzták meg, ami azt jelenti, hogy az így kialakult zajszintek betartása nem biztosítja mindenki számára a zavarmentes környezetet, a lakosság 10–15 %-át az ez alatti zajszintek is zavarhatják. Természetesen lesznek olyanok is, akiket az ennél nagyobb zaj sem zavar. A zajvédelemben kétféle határértéket különböztetünk meg. A zajkibocsátási határértékek a zajforrásra vonatkoznak (gépekre, berendezésekre, üzemi zajforrásra, építkezésre), míg a zajterhelési határértékek az embert vagy annak tartózkodási helyét érő zaj megengedett értékeit írják elő.

Magyarországon jelenleg a megengedett zaj- és rezgésterhelési határértékeket a 8/2002. (III. 22.) KöM-EüM együttes rendelet (továbbiakban: Együttes rendelet) írja elő. Nemzetközi felmérések során egyértelművé vált, hogy az emberek a különböző forrásokból származó zajt eltérő módon ítélik zavarónak. Közlekedési zajból „többet viselnek el”, mint az üzemi forrásokból származókból, és más az igény a lakáson belül, mint a külső térben. A nappali és az éjszakai időszakokra vonatkozó igények között is jelentős, 10 dB körüli eltérés adódott.

Befolyásolja a megítélést a környezet beépítettsége is, iparterületen lévő lakás környezetében nagyobb zajszintet tartunk elfogadhatónak, mint egy csendes kertvárosban vagy egy üdülőhelyen. A fentiek figyelembe vételével az Együttes rendelet 4 mellékletben szabályozza a környezeti zaj megengedett terhelési határértékeit, és egy külön mellékletben a rezgésre vonatkozóan megengedett értékeket. A zajra vonatkozó mellékletek elkülönítésének alapja a zajforrás jellege, így külön mellékletet képeznek az üzemi, az építési, a közlekedési forrásokból származó és az épületek belső helyiségeiben megengedett zajterhelési értékek (1. Számú melléklet). A mellékleteken belül a határértékek a zajforrás működési idejétől és a zajtól védendő objektum területi besorolásától függenek. A zajforrás működési ideje szempontjából eltérően kell kezelni a nappali, 06:00-22:00-ig terjedő és az éjszakai, 22:00-06:00-ig terjedő időszakot. Az éjszakai határértékek 10 dB (A)-val alacsonyabb értékek.

A zajtól védendő terület szempontjából a településrendezési tervekben rögzített övezeti besorolást kell figyelembe venni a határértékek megállapításánál. Így pl. az üzemi zajforrások esetében nagyvárosias beépítésű területen 5 dB (A)-val magasabb határértékeket rögzít a rendelet, mint kertvárosias besorolású területeken. A zajkibocsátási és a zajterhelési határérték viszonyát úgy lehetne röviden leírni, hogy a zajforrásokra kiadandó zajkibocsátási határértékek megállapításával kell biztosítani a zajterhelési határértékek betartását. Ezt tükrözi a MT rendelet alaprendelkezése, amely kimondja, hogy üzemi és építkezési zajforrást csak olyan módon szabad létesíteni és üzemeltetni, hogy az általa keltett zaj a megengedett zaj- és rezgésterhelési határértékeket ne haladja meg. Előírja továbbá, hogy vonalas zajforrás (közút, vasút) tervezésekor zajvédelmi-terv fejezetet is kell készíteni, amelyben a hosszú távú forgalmat kell figyelembe venni. Amennyiben a tervfejezet számításai a határértékek várható túllépését igazolják, zaj- és rezgésvédelmi létesítmények, berendezések alkalmazását kell előírni, melyek megvalósítását a környezetvédelmi, természetvédelmi és vízügyi felügyelőség (továbbiakban: felügyelőség) is előírhatja (8.2. ábra).

### 8.2. ábra - 27/2008. (XII. 3.) KvVM-EüM együttes rendelet zajnyomási határértékei az épített környezetben

Sorszám	Zajtól védendő terület	Határérték nappal (06-22h-ig)	Határérték éjjel (22-06h-ig)
1.	Üdülőterület, különleges területek közül az egészségügyi területek	45dB	35dB
2.	Lakóterület (kisvárosias, kertvárosias, falusias, telepszerű beépítésű), különleges területek közül az oktatási létesítmények területe, a temetők, a zöldterület	50dB	40dB
3.	Lakóterület (nagyvárosias beépítésű), a vegyes terület	55dB	45dB
4.	Gazdasági terület	60dB	50dB

A MT rendelet előírása szerint, üzemi zajforrás létesítésekor az építetőnek, jelentős építési munka megkezdése előtt a kivitelezőnek zajkibocsátási határérték megállapítását kell kérnie a felügyelőségtől. A zajkibocsátási határértéket a felügyelőség a kérdéses üzemre az üzem környezetében lévő egyéb zajforrásokat figyelembe véve, úgy állapítja meg, hogy a védendő objektumoknál teljesüljenek a zajterhelési határértékek. Ennek érdekében a felügyelőség korrekciókat alkalmazhat. Ha pl. az engedélyezni kívánt üzem kisvárosias lakóövezet mellett létesül, ahol a zajterhelési határérték nappali időszakban 50 dB (A), azonban a védendő objektumokra már hatással van egy meglévő zajos üzem, akkor a felügyelőség a zajvédelmi számítások figyelembe vételével (szabványban rögzített módon) 3 dB (A)-val alacsonyabb zajkibocsátási határértéket állapít meg a tervezett üzemnek. (Természetesen a meglévő üzem zajkibocsátási határértékét is ugyanennyivel csökkenteni kell.)

## 6. Települési önkormányzatok zaj- és rezgésvédelmi feladatai

A zaj- és rezgésvédelemben a helyi viszonyoknak megfelelő szabályozás megalkotásán keresztül a települési önkormányzatok jelentős szerepet játszanak. A helyi önkormányzatok és szerveik, a köztársasági megbízottak, valamint egyes centrális alárendeltségű szervek feladat- és hatásköréről szóló 1991. évi XX. Törvény felhatalmazást tartalmaz a települési önkormányzatok képviselő testülete számára több olyan rendelet megalkotására, ami a zaj- és rezgésvédelmet szolgálja. A Törvény és a MT rendelet részletszabályai alapján a települési önkormányzat képviselőtestületének feladata és lehetősége a zajvédelmi szempontból különlegesen kezelt területek: a fokozottan védett területek, a csendes övezetek és a zajgátló védőterületek kijelölése.

Zajvédelmi szempontból fokozottan védett terület a lakó-, és üdülőterület, gyógyhely, természetvédelmi terület olyan részén jelölhető ki, amelynek funkciója szükségessé, jelenlegi zajhelyzete pedig lehetővé teszi, szigorúbb zajterhelési határértékek előírását és teljesítését. Az így kijelölt területen az Együttes rendelet mellékleteiben megállapítottaknál 5 dB (A)-val szigorúbb határértékeknek kell megfelelni. Csendes övezetek kijelölésével a zaj ellen fokozott védelmet igénylő létesítmények (kórházak, szanatóriumok, kulturális és oktatási központok) kaphatnak kiemelt védelmet. Ennek keretében a csendes övezetben a zajforrások működését a helyi rendelet térben, időben és gyakoriságban korlátozhatja, tilthatja.

### 8.3. ábra - Zajvédő fal Kecskeméten (fotó: Zelei Zoltán)

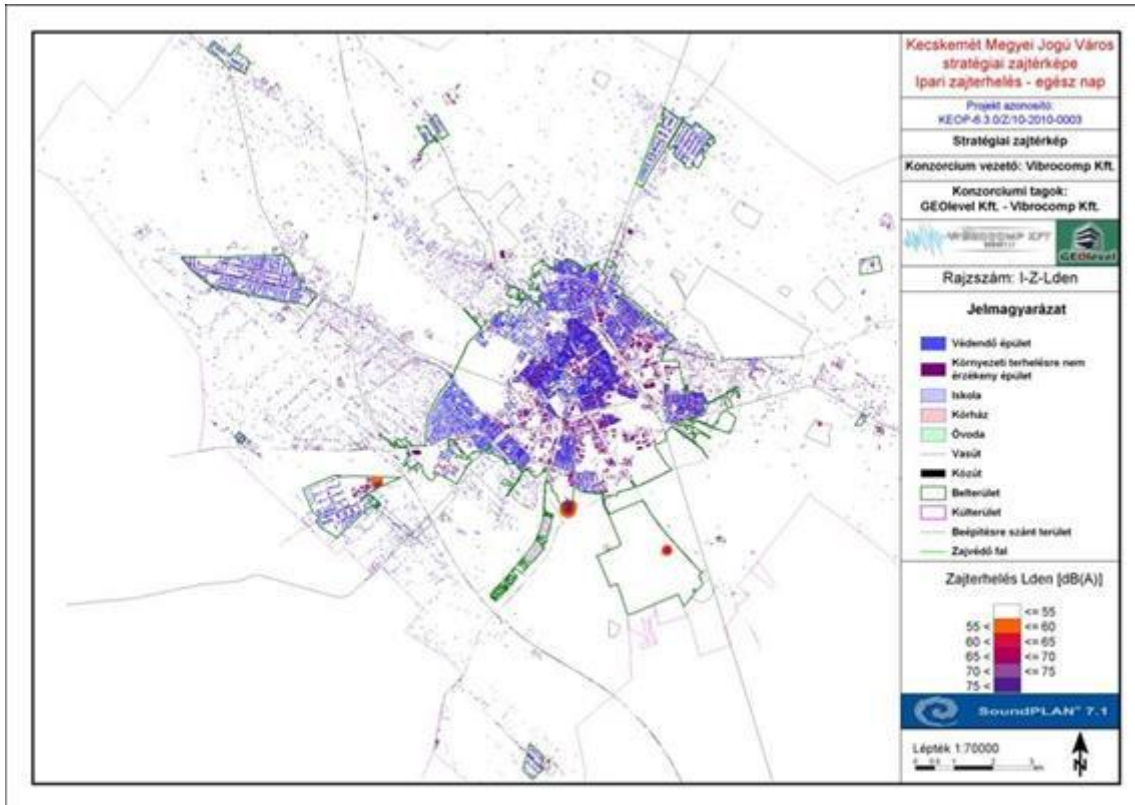


Nagymértékű és objektív okok miatt műszaki eszközökkel a zajterhelési határérték alá nem csökkenthető zajkibocsátást eredményező létesítmények környékén zajgátló védőterület jelölhető ki. Tipikusan ilyen jellegű létesítmény a repülőtér. A védőterületen belül a zajerőssége szerinti fokozatoknak megfelelően zajgátló övezeteket kell kijelölni. Az egyes védőövezetekben építési korlátozások, tilalmak rendelhetők el, amely tilthatja pl. lakóházak, egészségügyi létesítmények építését. A zajgátló védőterületet a településrendezési tervben kell kijelölni, ennek hiányában az építési hatóság jelöli ki. Zajgátló védőterület került kijelölésre pl. a Ferihegyi repülőtér környezetében, ahol a repülőtér által okozott zajhatás a határértékeket meghaladja. A területi védelmen kívül a települési önkormányzat rendeletet hozhat a helyi zaj- és rezgésvédelmi szabályokról. Az önkormányzati rendeletekben mód nyílik a határértékkel meg nem ítéhető, zavaró zajok szabályozására is. A rendelet megtilthatja, vagy korlátozhatja a települések egyes részein zajos tevékenységek éjszakai folytatását, korlátozhatja a zajt okozó szórakozóhelyek nyitva tartását, az állattartást, parkok, kórházak környékén a zajos reklámtevékenységet, intézkedhet a csendháborítás büntetéséről, stb.

## 7. Zajtérkép

A zajtérképek a zajforrások és a zajterjedés modellezésén alapulnak. Mérést egyedül az ipari létesítmények esetén végeznek, azonban a lakott területeket érő zajterhelés mértékét ebben az esetben is számítással állapítják meg. A stratégiai zajtérképek alapvető célja olyan állapotfelmérés készítése, amely alapot adhat a legjelentősebb zajforrás-csoportok kezelésére, vonatkozó intézkedési tervek készítésére, stratégiai jellegű döntések megalapozására, ezért mind a terjedést befolyásoló tényezők, mind pedig a forgalmi adatok az adott területre jellemző éves átlagos értékek. A zajtérképek alapjaként olyan digitális térképek szolgálnak, amelyek ábrázolják a zajforrásokat (közutak, vasutak, repülőterek, ipari létesítmények), a hangterjedés útjában álló akadályokat (pl.: zajvédő falak, töltések, magasabb építmények) és a zajtól védendő épületeket (pl.: lakóépületek, egészségügyi intézetek, oktatási intézetek). A zajforrásokhoz, azok jellegétől függően hozzá kell rendelni a forgalmi adatokat, vagy a zajmérési eredményeket, továbbá egyéb a terjedést és zajkeltést befolyásoló jellemzőket, a zajtól védendő épületekhez pedig hozzá kell társítani az érintettek számát. Mindezeknek az adatoknak a felhasználásával erre a célra készített számítógépes térinformatikai programok megrajzolják az adott terület stratégiai zajtérképét. A zajhelyzet értékelésére felhasznált mutatók:  $L_{den}$  és  $L_{éjjel}$ . A stratégiai zajtérképeken a zajhelyzetet kétféle zajmutatóval kell ábrázolni. Az  $L_{den}$  egy olyan „átlagos” zajsztint, ami egy nap teljes 24 órájának jellemzésére szolgál. Az átlagképzéskor az esti és éjszakai időszakban fellépő zajok (5 ill. 10 dB-lel) nagyobb súlyt kapnak. Az  $L_{éjjel}$  az éjszakai (22:00 és 6:00 óra közötti) időszak átlagos zajsztintje. A zajtérképek egy része, az ún. „zajterhelési térképek” az egyes térképi pontokban észlelhető zaj mértékét ábrázolják.

### 8.4. ábra - Kecskemét város stratégiai zajtérképe (egész napos ipari zajterhelés)



## 8. Konfliktustérkép

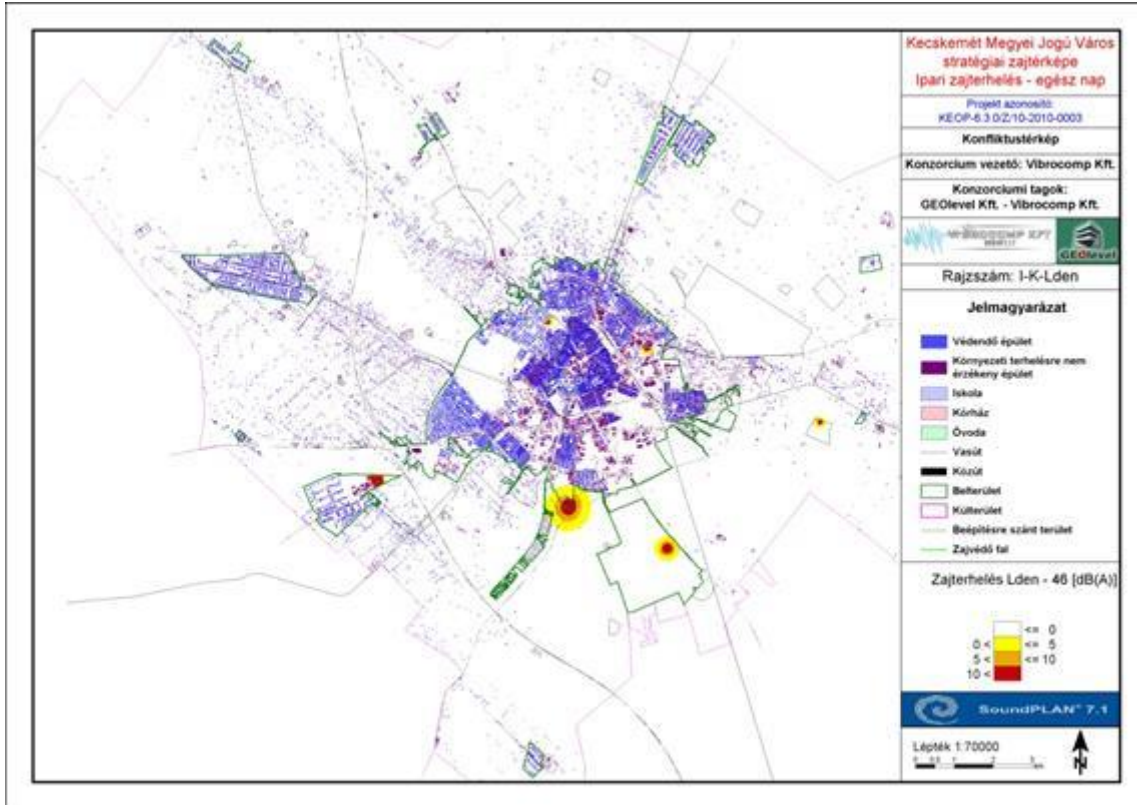
Azokra a területekre, amelyekre elkészült a zajterhelési térkép, konfliktustérképet is kell készíteni. Ez a térkép azt mutatja meg, hogy a zajterhelés az egyes pontokban mennyivel magasabb, mint a szabályozási küszöbérték. Az előbb említett küszöbérték alatt nem határértéket, csupán elérendő célértékeket kell érteni. A konfliktus térkép világít rá arra, hogy mely területeken lehet kritikus a zajhelyzet, hol kell az intézkedési tervben foglalkozni a meglévő kedvezőtlen zajhelyzet részletesebb vizsgálatával.

Forrástípusonként (ipari létesítmények, közutak, vasutak és repülőterek) az éjszakai és az a nappalra jellemző állapotra külön készül zajterhelési térkép és ugyancsak forrástípusonként külön készül konfliktus térkép az éjszakai és a teljes nappali időszak jellemzésére. A nagyvárosi agglomerációkra tehát (ha a területükön mind a négy forrástípus fellelhető) összesen 16 darab, a nagy forgalmú közlekedési zajtérképekre pedig 4 darab különböző zajtérkép készül.

Kecskemét területén első sorban a közúti zajterhelés csökkentésére szükséges erőfeszítéseket tenni. Különös figyelemmel kell lenni az éjszakai időszakban történő zajcsökkentésre, ekkor nagyobb a küszöbérték feletti terheléssel érintett területek aránya. A vasúti közlekedés esetén kiemelten kell kezelni az éjszakai időszakban történő zajcsökkentést. A zajcsökkentés kivitelezésénél a legfőbb célkitűzés a legnagyobb terhelések mértékének csökkentése. Az ipari zajtérkép alapján megállapítható, hogy a stratégiai zajtérkép készítés szabályai szerint 75 dB feletti, illetve 70-75 dB közötti zajterhelés védendő épületek közelében nem áll fenn. 65-70 dB közötti zajterhelés található a Kecskeméti Konzerv Kft. telephelye mellett. 60-65 dB közötti zajterhelés nem tapasztalható védendő épületek közelében. 55-60 dB közötti zajterhelés található a Kecskeméti Konzerv Kft. telephelye mellett és az 54. sz. főút mentén egyetlen védendő épületnél, a Nordenia Hungary Kft. telephelye mellett. A konfliktustérkép segítségével megállapítható, hogy mind a Kecskeméti Konzerv Kft., mind a Nordenia Hungary Kft telephelyének környezetében található védendő épületek és lakóik a 45 dB-nyi zajterhelési küszöbértékhez képest 10 dB-nél nagyobb zajterhelést kapnak.

### 8.5. ábra - Kecskemét város stratégiai zajtérképe (egész napos ipari zajterhelés – konfliktustérkép)





## 9. A településrendezés,- és fejlesztés és a zajmérés kérdésköre

Hazánkban a városi rangú települések csak viszonylag kis százalékában készültek el mindeztáig a település zajtérképei, a kisközép és kisvárosok egyelőre nem kedvezményezettjei a kapcsolódó pályázati kiírásoknak. A közép és nagyvárosok zajtérképei általában külön fájlokban tölthetők le a település internetes oldaláról, de Budapest esetében üdítő példa a WEB-GIS tartalomszolgáltatás. Ellenben valamennyi zajmérési eredményeket közzétevő oldalon általános hiányosság az idegen nyelv alkalmazásának kerülése, amely egy külföldi befektető/környezettudatos turista esetében napjainkban szükséges tartalomszolgáltatás. Németországban a tartományok külön GIS alapú zajmérési tartalmakkal rendelkeznek, mint ahogyan a hesseni példa is jól mutatja (8.6. ábra)

8.6. ábra - Hessen tartomány WEB-GIS alapú zajtérképe (Forrás: [geoportal.hessen.de](http://geoportal.hessen.de))





A WEB-GIS alapú adatbázisban tetszés szerint lehet választani a felszín részletességén, és a jelentős zajkibocsátó objektumok megjelenítésén. A témaválasztó segítségével jelölhetjük ki azokat a szükséges adatokat, amelyekre szükségünk van. A leképezés nagyjából 1:5000-es léptékben válik használhatóvá és kezelhetővé utca és objektumszinten, e felbontás fölött csak tájékoztató jellegű, durva megközelítéseket kapunk. A modern területrendezés szakmai és nyilvánossági része már nem nélkülözheti a web-alapú térinformatikai megjelenítést.

## 10. Összegzés

A zaj okozta környezeti terhelés napjaink egyik legfontosabb egészségügyi tényezője, amelyet a törvényi szabályozás jól meghatározott keretek között ír le. A terület és településfejlesztés komplexitásából kiindulva a zajnak elsődleges szerepe van a különféle funkciót kiszolgáló fejlesztések tervezésénél. A zaj, mint stressz forrás szerepe éppen ezért meghatározó eleme a tervezési tevékenységeknek, amelyek már WEB-GIS alapú formában is rendelkezésre állnak a szakemberek számára.

### 10.1. Kérdések

1. Melyek a legveszélyesebb egészségügyi kockázatai a zajártalomnak?
2. Milyen védekezési módszereket ismer a zaj és vibrációterhelés mérséklésére?
3. Melyek a legfontosabb zajterhelési határértékek a települési környezetben?

---

# 9. fejezet - A természetes háttérsugárzás kérdésköre

## 1. Célkitűzés

Magyarországon csak igen korlátozott mértékben foglalkoznak a természetes háttérsugárzás problémakörével. Hatása ellenben igen jelentősnek mondható, mivel egy település életében markáns módon jelentkezhet anélkül, hogy a helyi lakosság tisztában lenne annak veszélyeivel. Azokon a földrajzi helyeken, ahol a daganatos megbetegedések előfordulási aránya nagyobb az átlagosnál, ott a különféle ipari tevékenységek és az elektroszmog mellett a természetes radioaktív földsugárzásra is gondolni kell. Magyarország egy törésvonalakkal erősen felszabdalt geológiai régióban fekszik, amelyek mentén jelentős radioaktív sugárzás éri el a földfelszínt. Ezek egy része az emberi egészségre nem jelent veszélyt (lásd. Egri termálfürdő), de rejtett fenyegetésként mindenhol számolhatunk a jelenlétével. A földrajz, geofizika tudománya itthon egyelőre célzottan nem kutatja ezt a kérdéskört.

## 2. A háttérsugárzás fogalma

Az ionizáló sugárzások mindenütt jelen vannak környezetünkben; szerves részét képezve mindennapjainknak, így testünk folyamatos sugárzásnak van kitéve. Ennek a természetes háttérsugárzásnak az intenzitása viszonylag alacsony és földrajzi helyenként változó az értéke, de sok más tényező befolyásolhatja a sugárzás mértékét. A földi bioszféra az évmilliárdok során alkalmazkodott ehhez a háttérsugárzáshoz, következtetésképpen a sugárzási környezet összetevőinek vizsgálata, illetve azok hatásai az élő szervezetekre csak precíz mérőeszközökkel vizsgálható. A természetes radioaktivitást, az úgynevezett a környezeti sugárzást a szakirodalom eredet alapján megkülönbözteti; természetes, illetve mesterséges eredetű sugárzások kategóriájába sorolja a sugárzási környezet egyes elemeit.

## 3. A természetes háttérsugárzás

Az világot felépítő atomok folyamatos mozgásban, állandó kölcsönhatásban, változásnak vannak kitéve. Az atomok bomlása, átalakulása következtében felszabaduló energiát radioaktív sugárzásnak nevezzük. A testünket érő sugárzás származhat a világűrben, a földkéregben, növényekben, élelmiszerekben, környezetünk tárgyaiból, de saját testünkben is érkezik sugárzás. A természetes sugárzás mértékegysége a Sievert. A kozmikus sugárzás elsődlegesen a Napból, illetve galaktikus forrásból származó nagyenergiájú részecskékből tevődik össze. A kozmikus eredetű részecskék töredéke jut a földi légkörbe, legnagyobb hányadát ugyanis a Föld mágneses tere eltéríti.

A felszínre jutó kozmikus sugarak a légköri molekulákkal interakcióba lépve másodlagos sugárzást hoznak létre, ionizálják a molekulákat. A kozmikus sugárzás a tengerszint feletti magassággal, továbbá a földrajzi szélességgel párhuzamosan növekszik. A testünk által abszorbeált sugárzási energia tehát különféle anomáliákat mutat más-más pontján a Földnek. A kozmikus sugárzás a légkörben magreakciót vált ki, s kisebb-nagyobb mértékben radioaktív nuklidok keletkeznek. A legjelentősebb kozmogén radioizotópok a  $^3\text{H}$  és a  $^{14}\text{C}$ . Ezek a magreakció során nagy mennyiségben keletkeznek, kémiai tulajdonságaik és nagy felezési idejük következményeként az élő szervezetekbe épülve sugárterhelést okoznak. Az emberi testbe épülő  $^{14}\text{C}$  évi dózisa  $12\ \mu\text{Sv}$ . A földkéregi eredetű háttérsugárzás elemeit idegen kifejezéssel teresztriális radionuklidoknak nevezi a szakirodalom. Döntő mértékben az  $^{238}\text{U}$ , a  $^{232}\text{Th}$  és a  $^{40}\text{K}$  alkotja földkéregből, az élőlényekből és a környezetünk tárgyaiból származó sugárzást. Ide soroljuk továbbá az  $^{235}\text{U}$  radionuklidot és a radioaktív bomlási sorok nuklidjait is. Ez előbbi három teresztriális nuklidot rendkívül hosszú felezési idő jellemzi, a Föld kialakulása során épültek be a környezetbe. Eloszlásuk, kémiai tulajdonságaik és élettani hatásuk alapján különböző módon befolyásolják a háttérsugárzás mértékét.

A  $^{40}\text{K}$  bétabomlását gammasugárzás jellemzi. A béta-sugárzás negatív elektronokból (az úgynevezett  $\beta^-$  esetén elektronok pozitív antirészecskéiből, pozitronokból) áll. Az alfa-sugárzásnál kevésbé ionizáló hatású, áthatoló képessége nagyobb. Béta-sugárzás elleni védelemre alacsony rendszámú atomokat tartalmazó anyagokat (grafit, víz, üveg, plexiüveg stb.) alkalmaznak. A gamma-sugárzás nagy energiájú elektromágneses sugárzás, áthatoló képessége a legnagyobb. Gamma-sugárzás által okozott dózisintenzitás ólom, vas, barit, beton és víz alkalmazásával csökkenthető (a sugárzás intenzitása exponenciálisan csökken az abszorbens

vastagságával). (GÉMESI, 2008). A  $^{40}\text{K}$  egyaránt tekinthető külső és belső forrásként a háttérsugárzás részeként. Belső forrásként való megjelenése nagyon gyakori a környezetben. Sok ásvány és kőzet tartalmaz káliumot, a tengervíz sótartalmának nem elhanyagolható hányadát teszi ki a KCL. A kálium élettani szerepe miatt létfontosságú elem, nagy dózisban járul hozzá a természetes háttérsugárzáshoz.

Az ásványok, kőzetek kis mennyiségben tartalmazhatnak uránt, tóriumot, mint például az anyag, illetve a vulkanikus eredetű kőzetek. A bazalt és andezit felépítésében nagyobb dózisban fordulnak elő, a háttérsugárzás intenzitását is megnövelve.

A  $^{40}\text{K}$ mal ellentétben az urán $^{238}$  és a tórium $^{232}$  nem önmagukban növelik a háttérsugárzást. Mindkét nuklid meglehetősen hosszú bomlási sor anyaeleme, így velük együtt a bomlási sor összes tagja is megtalálható. A bomlási sorok egyes tagjai különbözőképpen bomlanak, így az urán és a tórium sor tagjai az alfa, a béta és a gammaháttérhez is hozzájárulnak.

Fontos megemlíteni a radon szerepét is. A radon izotópjai elegendő hosszú felezési idővel rendelkeznek ahhoz, hogy képesek legyenek a kőzetekből a környezetbe diffundálni. Zárt térben a radon feldúsulhat, tehát az embert érő háttérsugárzást nagymértékben befolyásolhatja.

Előfordulnak a környezetünkben olyan helyek, helyzetek, ahol az egyébként természetes eredetű sugárzások a szokásosnál lényegesen nagyobb intenzitással jelentkeznek, amit rendszerint olyan anyagok okoznak, amelyekben a természetes, terasztriális eredetű radioaktív nuklidok valamilyen természetes hatásra feldúsulnak. Ezeket nevezi a szakirodalom NORM anyagoknak, az (angol Naturally Occurring Radioactive Materials kifejezés alapján). Például ilyen helyek, ahol természetes kálium, urán vagy tórium feldúsulások jelentkeznek a felszíni kőzetekben, talajokban; itt a gamma-sugárzás dózisteljesítménye a szokásos (50–100 nGy/h) érték többszöröse lehet. Magyarországi példa ilyen feldúsulásokra Kővágószőlős térsége, ahol a felsőtriász homokkőben uránfeldúsulások (érclelencsék) kibúvásai jelennek meg a felszínen, vagy a Nagykovácsai melletti Th feldúsulások. Földalatti térségekben pedig a radioaktív radon ( $^{222}\text{Rn}$ , a  $^{238}\text{U}$  bomlási sorozat közbülső eleme) gáz feldúsulásai tipikusnak mondhatók: a normál, kültéri radonkoncentrációt (1–10 Bq/m<sup>3</sup>) több nagyságrenddel meghaladó értékeket (több 10 ezer Bq/m<sup>3</sup>-ig) mérhetünk pl. egyes barlangokban. (VÁRHEGYI, 2011)

## 4. A mesterséges háttérsugárzás

A természetes eredetű háttérsugárzások mellett az emberi beavatkozások következtében szintén intenzívebb az emberi szervezet radioaktív sugárzásnak való kitettsége. A háttérsugárzás antropogén hatás eredményeként történő koncentrálódását mesterséges háttérsugárzásnak, a nemzetközi szakirodalomba bevezetett TENORM (Technically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Materials anyagokként jelölik. A mesterséges sugárterhelés töredék része származik a fegyverkísérletekből, nukleáris balesetektől. A kísérleti és baleseti eredetű sugárterhelésnél hatványozottan nagyobb dózist jelent a radioaktív izotópok széleskörű felhasználása az orvosi diagnosztikában és terápiában, az ipari szektorokban, kiemelve a tudományos kutatásokban alkalmazott nukleotidok jelenlétét a K+F szektorban.

TENORM anyagokat kibocsátó ipari tevékenységek:

- Szénhidrogénipar (szénbányászat és égetésük)
- Olaj-és gázkitermelés
- Ércbányászat és kohósítás
- Nehézfémásványokban gazdag homok, ipari homok (kvarchomokban ritka földpátok, cirkónium, titánium)
- Műtrágyázás, foszfátipar
- Építőipar
- Szelektív újrahasznosítás

## 5. A háttérsugárzás hatása az élő szervezetekre

A belső sugárterhelést az emberi szervezetbe jutott radioizotópok okozzák. A légző utakon, tápcsatornán és bőrünkön át a szervezetbe kerülő sugárzó anyagok károsító tulajdonságát, veszélyességét a radionuklidok

magfizikai állandói és az élő szervezet anyagcseréjében való részvétel szabja meg (Köteles és Tóth, 1999; Kanyár et al., 2004). A belső sugárterhelés főként az építőanyagokból, talajból, ivóvízből, földgázból emanált  $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{220}\text{Rn}$ , valamint rövid felezési idejű bomlástermékeikből származik. Az emberi egészség tekintetében az épületek levegőjével belélegzett radon leányelemek által okozott tüdőterhelés a legkiemelkedőbb. A tüdőterhelés mértékét befolyásolja az épület telepítési helye, szerkezete, az építőanyag típusa és a szellőzési viszonyok is hatással lehetnek a sugárzás értékére. A tüdő sugárterhelése egyértelműen megnöveli a halálos kimenetelű tüdőrák kialakulásának rizikófaktorát. Az adatokból megállapítható, hogy a természetes eredetű sugárterhelésben döntő tényező az építőanyag, hiszen mind a külső, mind a belső sugárterhelésnek több mint a felét az építőanyag gamma-sugárzása, illetve az általa kibocsátott radon és toron (és leányelemeik) alfa-sugárzása teszi ki (Tóth et al., 1997). Másrészt, a felsorolt komponensek közül az építőanyag az egyedüli, ami az emberi tevékenység által befolyásolható. Itt említem meg, hogy az energiahordozókkal történő takarékoskodás (a lakások hőszigetelésének javítása, kevesebb szellőztetés) növeli a lakások levegőjében a radon- és toron radioizotópok rövid életű bomlástermékeinek koncentrációját, így az általuk okozott belső sugárterhelést (Tóth, 1983; Germán, 2002).

A természetes forrásokból eredő sugárterheléshez adódnak hozzá a mesterséges források járulécai. A mesterséges források között vannak olyanok, amelyek korábbi műveletek, események következményei, ezekkel a továbbiakban is kényszerűen együtt kell élni a sugárzó izotópok lebomlásáig. Közülük a legnagyobb hatást ma is a korábbi felszíni és légköri atomfegyverkísérletek gyakorolják. A fegyverkísérletek során elsősorban C-14, Cs-137, Sr-90 és Kr-85 radioizotópok szóródtak szét. Ebbe a kategóriába tartoznak az atomipari balesetek tartós járulécai is (Vakulovski et al., 1996, Slavik et al., 1997; Vajda, 1998; Sombré és Lambotte, 2004).

Érdemes megjegyezni, hogy a közepes és nagy dózisu sugárterhelés élettani hatásairól viszonylag sok információ áll a rendelkezésünkre, ezzel ellentétben az alacsony dózisu természetes háttérsugárzás következményeiről jelenleg még kevés megbízható adat áll a rendelkezésünkre. Determinisztikus, előre megjósolható hatásai biztos nincsenek, azonban az esetleges hasznos vagy káros véletlenszerű hatásokat a tudomány még képtelen kimutatni jelenlegi ismereteink szerint.

### **9.1. ábra - A mesterséges radioktív sugárzás egyes eemei és azok terhelési foka (Forrás: [www.haea.gov.hu](http://www.haea.gov.hu))**



1 évig élni 80 km-re egy normálisan működő atomreakortól	0,00009 mSv
<b>1 db banán elfogyasztása</b>	<b>0,0001 mSv</b>
1 évig élni 80 km-re egy széntüzelésű erőműtől	0,0003 mSv
<b>Egy kéz-röntgen felvétel</b>	<b>0,001 mSv</b>
Képcsöves monitor használata 1 évig	0,001 mSv
<b>Egy napi külső forrásból eredő természetes sugárterhelés Magyarországon</b>	<b>0,002 mSv</b>
Egy napi természetes eredetű sugárterhelés Magyarországon	0,008 mSv
<b>Egy napi külső forrásból eredő dózis Mitoban (a sérült Fukushima-I erőműtől délre 130 km-re), március 21-én 0 órától 24 óráig</b>	<b>0,008 mSv</b>
Egy mellkas-átvilágítás	0,02 mSv
<b>Egy tengerentúli repülőút</b>	<b>0,05 mSv</b>
Egy napi külső forrásból eredő dózis a Fukushima-II erőműnél (a sérült Fukushima-I erőműtől délre kb. 10 km-re), március 21-én 4 órától 22-én 4 óráig	0,67 mSv
<b>Egy mammográfiás felvétel</b>	<b>3 mSv</b>
Egy évi természetes eredetű sugárterhelés Magyarországon	3 mSv
<b>Egy mellkasi tomográf (CT) felvétel</b>	<b>5,8 mSv</b>
Az évi dóziskorlát a sugárveszélyes helyen dolgozókra	20 mSv
<b>A legkisebb dózis, amely már egyértelmű rák-kockázat növekedéssel jár</b>	<b>100 mSv</b>
A baleseti mentésben résztvevők számára megengedett legnagyobb dózis	250 mSv
<b>A legkisebb dózis, amely már közvetlen egészségügyi hatások megjelenéséhez vezethet</b>	<b>400 mSv</b>
A legkisebb dózis, amely már halálos lehet	2000 mSv
<b>Az a dózis, amely már gondos kezelés mellett is nagy valószínűséggel halálos</b>	<b>8000 mSv</b>

## 6. A környezeti háttérsugárzás mérése

A radioaktív sugárforrások sajátossága, hogy többféle sugárzást kibocsátanak. A radioaktív sugárforrások aktivitásának mérése a másodpercenkénti bomlások számának figyelembevételén alapszik, ez az úgynevezett hozam, más néven fluxus. A sugárzás a távolsággal hozható összefüggésbe, mert a sugárzás erőssége a távolság négyzetével csökken, feltételezve, hogy a sugárzás útja akadálymentes. Következésképpen nem szabad elhanyagolni a sugár anyagon áthaladó gyengülését sem.

A természetben csak azok a radioaktív elemek fordulnak elő, amelyek hosszú felezési idejűek és összemérhetőek a Föld korával, vagy azok, amelyek valamilyen radioaktív elem bomlása, vagy a természetben állandóan bekövetkező magreakciók révén folyamatosan keletkeznek (Lengyel és Jász, 1966).

A radioaktív sugárzás mérése a sugárzás és a detektoranyag közötti energia kölcsönhatáson alapul. A radioaktív sugárforrásból érkező részecske a detektor anyagában elnyelődik, a radioaktív sugárzás energiájának egy része vagy a teljes energia a detektorban átalakul más energia-formává. A töltött részecskék energiájukat a detektor atomjaival történő direkt ütközésekben ionizációra, vagy gerjesztésre fordítják. Másrészt a semleges részecskék először valamilyen magreakciót váltanak ki a detektorban és így hoznak létre töltött részecskéket, melyek aztán ionpárokat vagy gerjesztett atomokat keltenek. A detektorhoz kapcsolódó elektronika ezt az energiát elektromos jellé transzformálja. A keletkezett impulzusok nagysága arányos a sugár részecskék energiájával és időegységre eső száma a sugárzás intenzitásával (Marx, 1996). A feszültségimpulzust erősítővel felnagyítjuk, szükség esetén formáljuk, hogy a jelfeldolgozó könnyebben kezelhető elektromos impulzust kapjon. Az analizátor feladata a jelek nagyság szerinti osztályozása, a számláló pedig a megadott időtartam alatt mért impulzusok számát adja meg. A ratemeter (nukleáris mérőműszer a radioaktivitás nagyságának folyamatos jelzésére) átlagos impulzusszámot mutat, analóg formában. (Bódizs, 2006)

A radioaktív sugárzás mérésére alkalmazott detektorok típusai:

- Gáztöltésű detektorok
- Szcintillációs detektorok
- Félvezető detektorok
- Szilárdtest nyomdetektorok
- Termolumineszcens detektorok
- Gamma-spektrometria
- Szcintillációs gamma-spektrumok
- Félvezető detektorok gamma-spektrumok
- Kis radioaktivitások speciális mérése

**9.2. ábra - A természetes radioaktív forrásból eredő sugárterhelés összetevőinek egy évre jutó effektív dózisegyenértéke (Forrás: [www.szie.hu](http://www.szie.hu))**

Komponens	Évi effektív dózisegyenérték (mSv)
Kozmikus sugárzás	0,38
Földkéregből külső	0,48
Földkéregből belső (K-40 stb. kivéve a radont)	0,29
Földkéregből belső radontól és leányelemeitől (belégzés)	1,26
Kozmogén radioizotópok	0,01
<b>Összes természetes</b>	<b>2,42</b>
<b>Külső sugárzás:</b>	
Kozmikus, ionizáló	0,28
Kozmikus, neutron	0,0228
Külső levegő $^{222}\text{Rn}$ -termék	0,0017
Talaj gamma-sugárzása	0,0607
Épület gamma-sugárzása	0,381
<b>Összesen</b>	<b>0,7462</b>
<b>Belső sugárzás:</b>	
$^3\text{H}$ , $^7\text{Be}$ , $^{14}\text{C}$ , $^{22}\text{Na}$	0,0054
$^{40}\text{K}$	0,1806
$^{87}\text{Rb}$	0,004
$^{238}\text{U}$ , $^{234}\text{Th}$ , $^{234\text{m}}\text{Pa}$	0,009
$^{232}\text{Th}$ , $^{230}\text{Th}$	0,0142
$^{226}\text{Ra}$ - $^{214}\text{Po}$ (táplálék)	0,0115
$^{228}\text{Ra}$ - $^{208}\text{Tl}$ (táplálék)	0,021
Szabad levegő $^{222}\text{Rn}$ – $^{214}\text{Po}$	0,027
Szabad levegő $^{220}\text{Rn}$ – $^{208}\text{Tl}$	0,0018
Lakáslevegő $^{222}\text{Rn}$ – $^{214}\text{Po}$	0,55
Lakáslevegő $^{220}\text{Rn}$ – $^{208}\text{Tl}$	0,078
$^{210}\text{Pb}$ , $^{210}\text{Bi}$ , $^{210}\text{Po}$	0,1635
<b>Összesen</b>	<b>1,066</b>
<b>Mindösszesen</b>	<b>1,8122</b>

## 7. Adatok a Magyarországon mért háttérsugárzásról

Magyarországon egy embert átlagosan 2,4 mSv/év effektív dózissal terhel a természetes háttérsugárzás. A háttérsugárzás mértékét döntően befolyásolja a földrajzi hely és az idő. Ez azt jelenti, hogy Magyarországon belül is kétháromszoros különbségeket mutathat a környezeti sugárzás az egyes területeken. A sugárzás függ a geológiai viszonyoktól, az időjárástól és a táplálkozási szokások egyaránt befolyásolják. Meteorológiai bizonyított példa, a háttérsugárzás koncentrációja esős időben. Ennek okát a légkörben magasan lebegő aeroszol radioaktív részecskéinek vízcseppek által történő földfelszínre mosódásával magyarázzák 2-2,5 szeresére növelve ezáltal a háttérsugárzás rendszerinti a szokásos értékét.

A légköri radioaktív anyagok folyamatos monitoring tevékenységét az országos sugárzásfigyelő rendszer végzi Magyarországon. A rendszer 130 szabadtéri mérőállomásából álló hálózata óránkénti méri a környezeti sugárzás dózismennyiségét, tehát folyamatosan nyomon követi a dózisteljesítmény értékét.

A dózisteljesítmény mértékegysége a nanoSievert/óra (nSv/h).

Konkrét, hivatalos adatok szerint a természetes háttérsugárzás mértéke Magyarországon 50-180 nSv/óra körül ingadozik. Az érték függvénye a magasság és a talaj típusának is. További befolyásoló tényezők a vizsgálatok során a természeti hatások, időjárási körülmények, meteorológiai elemek (légnyomás, csapadék mennyiség) változásai.

A mért értékek egy központi adatgyűjtőbe kerülnek, ahol folyamatosan figyelik az állomásokról beérkező jeleket. Ha valamely esemény hatására a dózisteljesítmény jelentősen megnő, akkor azonnal megkezdik a kivizsgálást, vagy - ha szükséges - a megfelelő óvintézkedések elrendelését. A figyelmeztető szint 250 nSv/óra. (Ez a szint - a valós veszélyt jelentő szint töredéke - nem jelenti azt, hogy az állomás közelében lévőek veszélyben lennének, csupán a szakembereket figyelmezteti a kivizsgálás megkezdésére.)

A TENORM anyagok által okozott sugárterhelések jelentkeznek az átlagosnál magasabb természetes radioaktivitású anyagok bányászatánál és a bányatermékek feldolgozásához, felhasználásához kapcsolódóan. Az uránbányászat és -ércfeldolgozás tipikus példája a bányászattal kapcsolatos többlet sugárterhelésnek, mind munkavállalói, mind lakossági oldalról. Többlet sugárterhelést okozhat a szénbányászat és az ezt hasznosító energiatermelés (hőerőművek) is abban az esetben, ha a kitermelt szén anomális (a földkérgi átlagot meghaladó) radioaktivitású. Hazai viszonylatban az ajkai és egyes tatabányai (eocén) szenek (erősen urános karakterű) illetve a pécsi szén (közepesen urán-tóriumos, vegyes karakterű) tekinthetők radioaktivitás szempontjából anomálisnak; a nógrádi és borsodi szénfélések normál (alacsony) radioaktivitásúak. A szén felhasználása (elégetése) során a keletkező pernyében és salakban a szén eleve anomális radioaktivitása tovább dúsul: a környezetbe kihelyezve meddőhányók (pernye- és salakhányók) formájában növelik a természetes háttérsugárzás szintjét. Pl. az ajkai (fedetlen) hányókon 600-800 nGy/h, a lerakott pécsi pernye nyílt felületein 300-400 nGy/h gamma dózisteljesítmény mérhető (vö. az OSSKI reprezentatív felmérése szerint gamma dózisteljesítmény országos átlagértéke nyílt téren 86 nGy/h). A probléma fokozottan jelentkezik, ha ezek az anyagokat építőanyagként hasznosítják. Az ipari léptékű felhasználás ma már kizárható (korábban ez is előfordult), de a magánfelhasználás nehezen korlátozható. Tipikus eset, mikor a radioaktív salakot hőszigetelő réteggént beépítik a lakóház födémjébe/aljzatába, aminek gamma sugárzása, illetve a belőle származó radon gáz folyamatosan terheli a bent lakókat.

## 8. A megelőzése

A sugárkitettségnek való veszély csökkentése érdekében nemzetközi dóziskorlátok, sugárvédelmi szabályozások keretében megvalósuló törvények léptek hatályba. Kiemelkedő fontosságú az ALARA elv, NAÜ és Atomtörvény.

A Nemzeti Atomenergia Ügynökség (NAÜ) ajánlásai szorosan illeszkednek az ICRP (International Commission on Radiological Protection) ajánlásaihoz. Az ICRP által kidolgozott sugárvédelmi politika elsődleges célja biztosítani az egyének megfelelő védelmét anélkül, hogy indokolatlanul korlátoznák a sugárterhelésükhöz vezető tevékenységüket.

Részletesen megvizsgálják a sugárzással járó tevékenység indokoltságát; abban az esetben indokolt a sugárzással járó tevékenység bevezetése, ha a társadalom számára nettó pozitív haszonnal jár. Alapkövetelménynek tekinti a védelem optimalizálását, feltételként szabja meg a sugárterhelést ésszerűen elérhető legalacsonyabb szinten tartását, gazdasági és szociális tényezőket is figyelembe véve (ALARA elv).

Az atomtörvény biztosítja a lakosság egészségének, biztonságának és a környezetének a védelmét. Alapelve szerint az atomenergia alkalmazása kizárólag a jogszabályban meghatározott 18 módon és rendszeres hatósági ellenőrzés mellett történhet, továbbá „az atomenergia alkalmazása során a biztonságnak minden más szemponttal szemben elsőbbsége van.

Az egyéni dózisek korlátozása érdekében a sugárterhelés mértékét valamennyi sugárzással járó tevékenységet figyelembe véve egy, a hatóságok által meghatározott határérték alatt kell tartani (lakossági sugárterhelés, veszélyes munkakörben dolgozók sugárterhelése).



## 9. Sugárvédelmi szabályozás Magyarországon

Magyarországon a sugárvédelmi kérdéseket alapvetően az egészségügyi miniszter 16/2000 (VI. 8) számú rendelete szabályozza, amely a 1996 CXVI számú Magyar Atomtörvény egyik végrehajtási utasítása. A rendelet összhangban van az ICRP legújabb ajánlásaival (ICRP-60 és ICRP-65 a radon vonatkozásában), és az EU országok (beleértve Németországot is) szabályozási gyakorlatával.

A legfontosabb szabály a népesség két különböző csoportjára vonatkozó dózishatárérték: A népesség kritikus csoportjára a mesterséges sugárforrásoktól származó effektív dózis nem haladhatja meg az 5 mSv-et 5 egymás után következő évben, és ezen belül egyetlen évben sem lépheti túl a 2 mSv-et. Az ionizáló sugárzásokkal dolgozóakra a foglalkozási effektív dózishatárérték 100 mSv 5 egymás utáni év alatt, és egyetlen évben sem lépheti túl az 50 mSv-et. Következésképpen, hosszabb időszakokra vonatkozóan a követelmények: 1 mSv/év a "normál" lakosságra és 20 mSv/év a sugárveszélyes munkahelyen foglalkoztatottakra. Ezeket az értékeket kell alapul venni a hosszú távú tervezésnél (beleértve az uránbányászati rekultivációt is). Fontos hangsúlyozni, hogy ezek a dózishatárértékek a természetes sugárzási háttér fölött értendők. A sugárvédelmi kérdések felsőbb hatósága az Országos "Frédéric Joliot-Curie" Sugáregészségügyi és Sugárbiológiai Kutató Intézet (OSSKI). Az OSSKI által végzett legújabb (2002) felmérés szerint Magyarországon a népesség átlagos effektív dózisterhelése a háttérsugárzástól 3,1 mSv/év. E felmérést megelőzően a "hivatalos" háttérrel 2,4 mSv/évnek tekintették; a növekményt pedig az épületek javuló szigeteléséből adódó magasabb beltéri radonkoncentrációnak tulajdonítják.

A legtöbb ország gyakorlatához hasonlóan, a radonnal kapcsolatos kérdéseket ettől eltérően szabályozzák. A munkahelyi radonkoncentrációra 1000 Bq/m<sup>3</sup> (éves átlagban) beavatkozási határértéket írtak elő. Ebben a tekintetben nincsen megkülönböztetés a "normál" és "sugárveszélyes" munkahelyek között (2000 óra éves munkaidőt feltételezve ez a koncentráció kb. 6 mSv/év dolgozói sugárterhelésnek felel meg).

## 10. Összefoglalás

A természetes háttérsugárzás állandó tényezője környezetünknek. A környezeti sugárzás mindenhol jelen van a Föld felszínén és kisebb-nagyobb mértékben hatást gyakorolva szerves részét képezi életünknek.

Háttérsugárzásnak nevezzük azt a természetes radioaktivitást, ami a környezetünkben előforduló ionizáló sugárzások következményeként hozta létre a sugárzási környezetet. A szakirodalom természetes és mesterséges eredetű sugárzásokat különböztet meg ezen belül.

A természetes háttérsugárzás egy része már az évmilliók során kialakult, továbbá származhat a világűrbeli (kozmosz sugárzások), a földkéregből (terresztriális sugárzások), növényekből, élelmiszerekből, környezetünk tárgyaiból, de saját testünkben is. A sugárzás mértékét befolyásolják különféle környezeti tényezők egyaránt. Ilyenek például a földrajzi helyzet, az időjárás egyes elemei, a kőzetek minősége, a táplálkozási szokások. Ezeket a természetes sugárzásokat nevezzük NORM anyagokban.

Mindenképp meg kell említeni az antropogén hatás következtében létrejövő radioaktív sugárterhelést is. Az emberi beavatkozások eredményeként koncentrálódhat az ionizáló sugárzásoknak való kitettség, ennek oka a radioaktív izotópok széles körű orvosi diagnosztikai, tudományos kutatásokban történő felhasználása. Megbízható mérési adatok igazolják, hogy az ipari tevékenységek (például szén-ércbányászat, kőolaj-és földgázkitermelés, építőipar) során keletkező mesterséges sugárzások, az úgynevezett TENORM anyagok csupán töredék részben járulnak hozzá az állandó háttérsugárzás jelenségének kialakulásához, tehát elsősorban természetes eredetű sugárzások alkotják a sugárzási környezet elemeit.

A nagy, illetve közepes dózisu radioaktív nuklidok élettani hatásairól viszonylag sokat tudunk, azonban a kismértékű természetes háttérsugárzás pozitív vagy negatív hatásai determinisztikusan nem meghatározhatóak, következményeiről jelenleg még kevés információval rendelkezik a tudomány.

A háttérsugárzás mérésére célzott kutatások útján történik, a sugárzás és a detektoranyag közötti energia kölcsönhatáson alapszik. Ilyen vizsgálati módszer gázdetektoros, szcintillációs, félvezető, szilárdtest nyomdetektorok alkalmazásával történik, megbízható mérési eredményeket ad a gamma-spektrometria, esetenként a speciális kis radioaktivitások mérése is. A légköri radioaktív anyagok folyamatos nyomon követését nemzetközi sugárfigyelő rendszer végzi; szigorú mérésekkel és az adatok figyelésével a szakemberek teljes körű ellenőrzéseket és intézkedéseket tesznek a dózismennyiség minimális változása esetén is.

A sugárkitettségnek való veszély csökkentése érdekében nemzetközi dóziskorlátok, sugárvédelmi szabályozások keretében megvalósuló törvények léptek hatályba. Kiemelkedő fontosságú az ALARA elv, NAÜ és Atomtörvény. A Nemzeti Atomenergia Ügynökség rendelkezései szorosan illeszkednek az International Commission on Radiological Protection ajánlásaihoz, kidolgozott sugárvédelmi politika keretén belül biztosítva a megfelelő védelmet.

A természetes háttérsugárzás effektív hatásainak következményeként fontos, hogy tudatában legyünk ezen sugárzási tényezők hasznos és káros, rövid- és hosszútávú élő és élettelen környezetre gyakorolt hatásainak, a releváns kutatások úttörő jellegűek a tudományos eredmények tekintetében.

## 10.1. Ellenőrző kérdések

1. Mit nevezünk sugárzási környezetnek?
2. Részletezze a természetes háttérsugárzás forrásait!
3. Milyen tevékenységekből származhatnak TENORM anyagok?
4. Hogyan befolyásolja az emberi szervezetet elsődlegesen a sugárterhelés, milyen veszélye van?
5. Magyarázza el a radioaktív sugárzás mérési elvét röviden!
6. Milyen tényezőket kell figyelembe venni a hazai sugárdózis változása esetén, mitől függ a változás?
7. Említsen meg néhány Magyarországon előforduló TENORM szituációt!
8. Miért fontos a háttérsugárzás folyamatos nyomon követése?
9. Soroljon fel nemzetközi szervezeteket, intézkedéseket a sugárvédelmi politika jegyében!
10. Döntse el, igazak-e az állítások!

A mesterséges eredetű radioaktív sugárzások döntő mértékben vannak jelen a háttérsugárzás kialakulásában.

A sugárveszélyes munkahelyen foglalkoztatottakra vonatkozó effektív dózishatárérték 20 mSv/év.

A szelektív hulladékhasznosítás nem jár TENORM anyagok képződésével.

11. Keressen összefüggést, kapcsolatot az alábbi kulcsszavak, kifejezések között!

kozmozgón radioizotópok	fluxus
szcintillációs gamma-spektrumok	csapadék
ALARA-elv	$^{238}\text{U}$ , $^{232}\text{Th}$ , $^{40}\text{K}$
terresztriális nuklidok	légtöri molekulák
hatványozódik a sugárdózis értéke	sugárvédelmi politika

12. Az alábbi radioizotópok közül melyik lehet terresztriális eredetű?

- $^{137}\text{Cs}$
- $^{235}\text{U}$
- $^{90}\text{Sr}$
- $^{85}\text{Kr}$

# 10. fejezet - Az elektroszmog és annak veszélyei

Ahol a daganatos megbetegedések előfordulási aránya nagyobb az átlagosnál, ott a különféle ipari tevékenységek és a megnövekedett természetes háttérsugárzás mellett az elektromosság által gerjesztett elektromos mezőre, az elektroszmogra is gondolni kell. A fejezet kitér az elektroszmog általános problémakörére és meghatározza annak káros hatásait és a védekezés módszereit. Külön említésre kerülnek az egyre terjedő rádiófrekvenciás adattovábbító rendszerek okozta kérdések is.

Az elektromos áram felhasználása a mindennapi életünk részévé vált. Napjainkban egyre többet találkozik az egészségével törődő ember az elektroszmog kifejezéssel. Az elektroszmog egy természetes, vagy mesterséges forrásból származó elektromos és mágneses tér, valamint rádiófrekvenciás sugárzások okozta terhelések, amik az emberi és más élő szervezeteket érik a hétköznapi életben. Jellemző rá, hogy az elektromos tér a kibocsátó környezetében jön létre. Az elektromosság egész nap körülvesz minket. Környezetünkben természetes körülmények között létrejövő, valamint mesterségesen létrehozott elektromos és mágneses tereket különböztetünk meg.

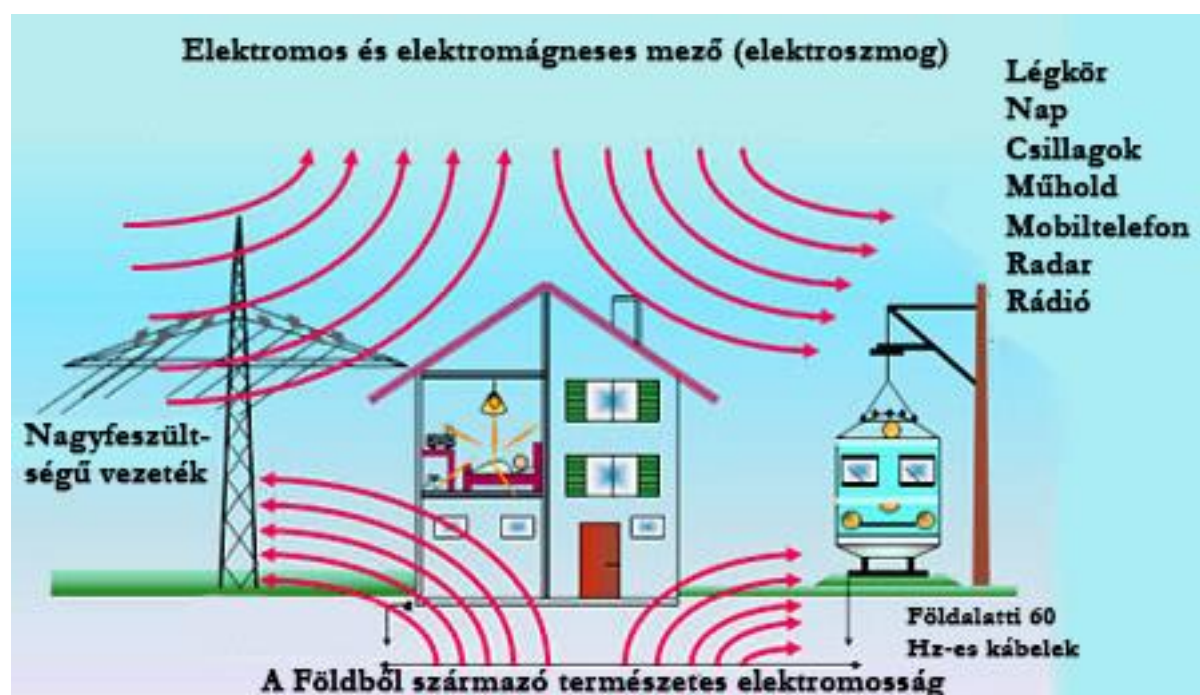
## 1. Az elektroszmog kialakulása

**Természetes források:** a légkör, a Föld, a Nap és a csillagok.

**Mesterséges források:** Az elektromos áram termelésének, disztribúciójának és felhasználásának berendezései, a hírközlés, távközlés, adattátvitel berendezései.

Minden egyes épületben és minden munkahelyen megtalálható a bennünket körülvevő elektroszmog, amit elektromos berendezések és szerelvények idéznek elő. Viszont kívülről is behatolhat házainkba, tartózkodási helyünkre, például a környezetben kiépített nagyfeszültségű vezetékek, a tetőkre szerelt áramvezetékek, a közelünkben található rádió- és televízió, illetve rádiótelefon antennák, elektromos kábelek, liftek, elektromos üzemeltetésű közlekedési eszközök forrásaiból (10.1-10.2. ábra). Ilyen forrás lehet például a villamos, a trolis, a vasút, az elektromos vagy hibrid autó.

### 10.1. ábra - Az elektroszmog forrásai (saját szerkesztés)



### 10.2. ábra - Nagyfeszültségű vezeték (fotó: Zelei Zoltán)



Az elektroszmog egyértelmű jellemzője, hogy az alacsony energiájú, úgynevezett nem ionizáló tartományba esik. Ezeket a sugárzásokat régóta használja az ember, azonban intenzív használatát ugyanakkor csak a jelen technikai fejlődés igényelte. Felismert egyes pozitív hatásai alapján ezt a sugárzási tartományt az orvosi és kozmetikai gyakorlatban is használják (például képalkotó diagnosztikai eljárások, MRI, stb.). Ugyanakkor ennek a sugárzási fajtának egyre kiterjedtebb és intenzívebb jelenléte felveti a kérdést, hogy milyen környezeti kockázata, vagy milyen egészségkárosító hatása lehet ennek az újfajta környezeti tehernek.

## 2. A kis és nagyfrekvenciás sugárzás

A mesterséges elektromágneses sugárzásokon belül az elektroszmogot létrehozó sugárzásokat két fő csoportra oszthatjuk: kis frekvenciás sugárzásokra (0Hz- 30kHz) és nagy frekvenciás sugárzásokra (30kHz- 300GHz). Az elektromágneses hullámok természetes forrásokból is eredhetnek. A biológiai egyedek egy jelentős frekvencia-tartományt maguk is előállítanak szervezetükben, amit különböző diagnosztikai (pl. EKG, EEG) célokra is használunk. A környezeti elektromágneses hullámok egy jelentős részét az ember állítja elő, amikor az információkat magas frekvenciával (100 kHz-től 300 GHz-ig) vezeték nélkül a levegőn keresztül továbbítja. Az ilyen nagy frekvenciáknál az elektromos- és mágneses tér gyakorlatilag összeolvad. Ilyenkor beszélünk elektromágneses hullámokról.

A kis frekvenciás sugárzások forrásai pl.: háztartási fogyasztók, háztartási gépek, irodai eszközök, távvezetékek, liftek és motorok, közlekedési eszközök, transzformátorok és átalakítók, stb. Ezeket a tereket térerősséggel (elektromos V/m és mágneses T (Tesla) egységekben) mérjük. Az elektromos változó tér a váltakozó feszültség hatására keletkezik. Minden feszültség alatt álló berendezésnél, kábelnél, csatlakozónál megtalálható, még akkor is, ha nem folyik rajtuk áram. Az elektromos térerősség függ a jelenlevő feszültség nagyságától, amit V/m-ben fejezzük ki. Könnyen árnyékolható, ereje a távolsággal egyenes arányban csökken.<sup>1</sup>

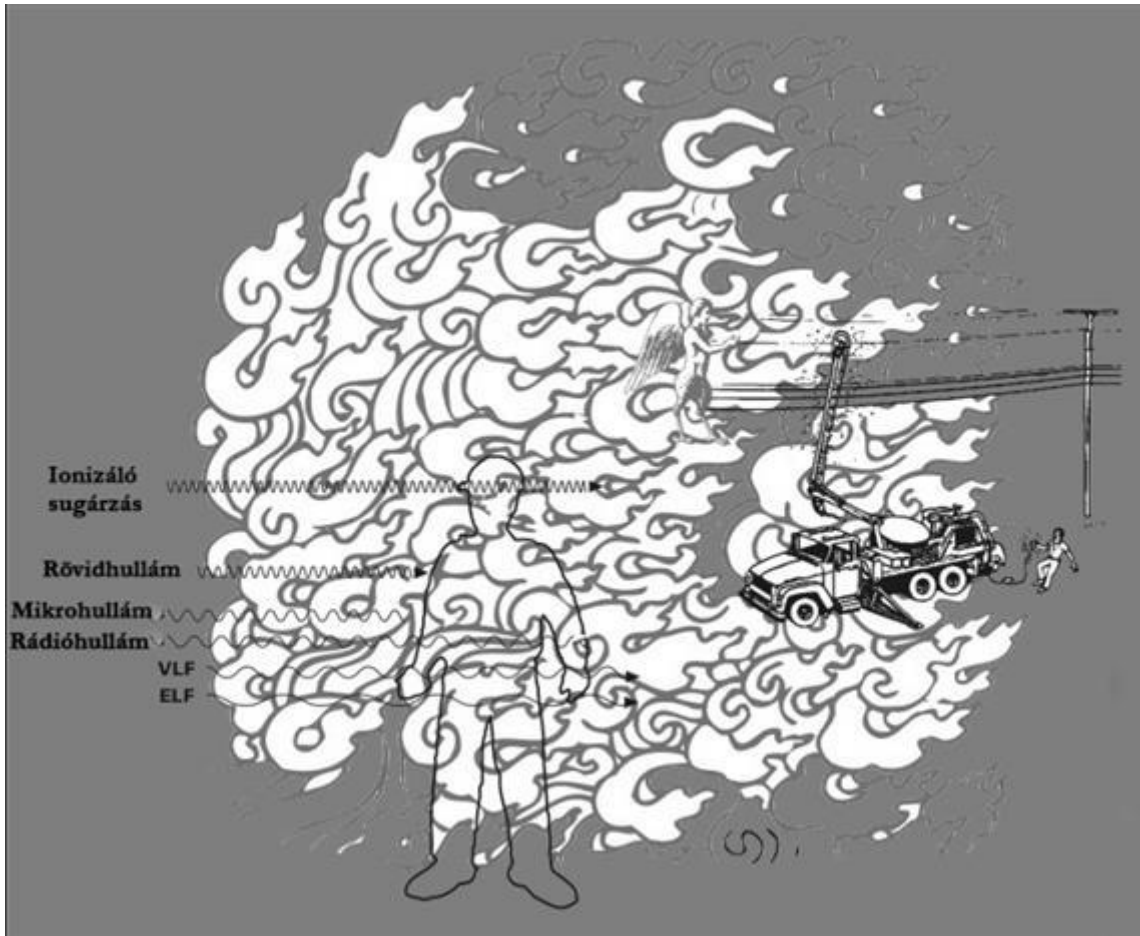
Alacsonyfrekvenciás mágneses tér akkor keletkezik, ha áram folyik a bekapcsolt elektromos fogyasztókon és a vezetékeken. A mágneses térerősség függ az áram nagyságától, de függ az oda és visszavezető kábelek távolságától is. Nehezen árnyékolható, hatása a távolsággal csökken, egyben ez a legjobb védekezés ellene. Hétköznapi forrásai a bekapcsolt elektromos berendezések, beépített, illetve különálló transzformátorok, tápegységek, nagyfeszültségű vezetékek.

A nagy frekvencia forrásai: rádió- és televízióadók, radar állomások, mobil telefonok, DECT telefonok, bázisállomások, mikrohullámú sütők, monitorok stb. Ezek sugárzó források, itt a tér mérésének nincs jelentősége. A sugárzási teljesítményt leggyakrabban teljesítmény sűrűséggel mérjük (VIZI 2012) (10.3. ábra).

<sup>1</sup>FIFE, B. (2009): N.D Health Hazards of Elecromagnetic Radiation, Piccadilly Books, Colorado Springs, pp. 16-22



10.3. ábra - Az emberre ható elektromos sugárzás fajtái (saját szerkesztés)



10.4. ábra - Antennák egy magasház tetején (fotó Zelei Zoltán)



## 2.1. Mobiltelefon rendszerek

Az egyik legnagyobb elektroszmogot kibocsátó eszköz a mobiltelefon. Napjaink korszerű, mozgékony telefonösszeköttetését a rádiófrekvenciás jelek közvetítésével működő rádiótelefon berendezések teszik lehetővé. A rádiótelefon rendszerek két részből állnak: bázisállomásokból és a felhasználói kézi készülékekből (mobiltelefon). A bázisállomások szabadban telepített kisteljesítményű rádióadók, amelyek egy adott körzetet látnak el rádiótelefon összeköttetéssel. A hazai rádiótelefon szolgáltatás fejlődésének eredményeképpen a bázisállomások által ellátott körzetek mára szinte az egész országot lefedik. A rádiótelefon szolgáltatáshoz a bázisállomásokat utak mentén vagy lakott területek közelében kell elhelyezni. A bázisállomások különösen a nagyvárosokban jelentős elektroszmog források, ahol a felhasználók száma és a beépítettség is nagyobb, viszont az emeletes házak között a függőleges szintkülönbség kicsi.

## 2.2. A rádiótelefon bázisállomások

A bázisállomások a rádiófrekvenciás jeleket antennákon keresztül sugározzák ki. Az antennákat a földfelszíntől 15-70 m magasságban helyezik el, hogy a rádiófrekvenciás jelek szabadon tudják elérni a kívánt körzetet. Az antennákat az erre a célra épített toronyra, épület tetejére, esetenként épület oldalára telepítik. A bázisállomásoknál használt antennák a sugárzást irányítottan bocsátják ki. A környezetben függőleges, téglalapszerű alakú sugárzókból jut ki a rádiófrekvenciás jel. Fő sugárnyalábja általában vízszintesen 60-120°-os, függőlegesen 6-15°-os nyílásszöggel, általában 5-10°-os dőlésszögben lefelé hagyja el a sugárzót. Ebből adódik, hogy közvetlenül az antenna alatti területeken az elektromágneses tér nagysága kisebb, mint távolabb. A legnagyobb elektroszmog terhelés a sugárzási kúpban elhelyezkedő szomszédos házakban mérhető. Az elektromágneses sugárzás intenzitása levegőben a távolsággal négyzetesen csökken.

## 3. Az elektroszmog biológiai hatása

Az elektromágneses sugárzásnak a legismertebb hatása a hőhatás. A sugárzás rezgésbe hozza a test vízmolekuláit és ezáltal súrlódási hő keletkezik. Ezt használjuk a mikrohullámú (2,45 GHz) sütőknél, de megkülönböztetünk nem termikus hatást is. A nem termikus hatásokról egyre több elgondolkodtató tanulmány jelenik meg, amelyek figyelmeztetnek a kialakuló veszélyekre. Az elektroszmog tulajdonképpen egy civilizációs

stresszhatás. Az állandó feszültség egészségügyi panaszokat okozhat. Leggyakrabban alvászavart, kimerültséget, fejfájást, ingerültséget, magas vérnyomást okozhat.

A mobiltelefonok modulált impulzuscsomagokat adnak és vesznek. Ez azt jelenti, hogy az adók nem egyenletesen sugároznak. Az információk csomagokban, rövid ideig tartó rendkívül intenzív elektromos hullámokkal (pulzáló sugárzás) jutnak el a vevőhöz. A viták és a kutatások középpontjában a pulzáló elektromágneses sugárzás áll. Ezt használják a mobiltelefonok. Több kutatás rámutat, hogy a pulzáló hullámok behatolnak az agy mélyen levő területeire és a természetes agyáramokat megváltoztatják, hatással vannak a sejtek anyagcsere folyamataira. A pulzáló hullámokat sokan úgy írják le, mint egy villámcsapást az agyban. Elektromágneses sugárzás megzavarja a melatonin nevű hormon termelődését. A melatonin a sötétség hatására termelődik az élő szervezetekben. A melatoninszint jelentős napszaki ingadozást mutat, emberekben éjjel tízszer magasabb, mint nappal. Felfedezték azt is, hogy ha az embereknek melatonint adnak, akkor elálmosodnak akár nappal is. Ezek szerint fontos szerepet játszik az alvás-ébrenlét szabályozásában.

### 3.1. Az elektromos mezők hatása az emberi szervezetre

A gyermekkori leukémia vizsgálatára alapozva a WHO rákkutatásra specializált ügynöksége, az IARC (International Agency for Research on Cancer) 2001 júniusában a szabványos IARC besorolást alkalmazta. A besorolás súlyozza az emberre, az állatokra vonatkozó laboratóriumi bizonyítékokat. Eszerint az extrém alacsony frekvenciájú (ELF) elektromos és mágneses teret, lehetséges humán rákkeltőként osztályozta (Factsheet N°263 October 2001). A lehetséges emberi rákkeltő minősítés általában az emberben történő daganatképződés bizonyítékán alapul, amelyet hihetőnek tekintenek, de más magyarázat sem zárható ki.

2005 októberében a WHO összehívott egy tudományos szakértőkből álló csoportot, hogy értékelje azokat az egészségügyi kockázatokat, amelyek az ELF elektromos és mágneses mezők között eredhetnek. Ez a vizsgálat bizonyítékokat és számos egészségügyi hatást fedezett fel a rák kialakulásával kapcsolatban. A kutatócsoport következtetéseit és javaslatait bemutatta a WHO Environmental Health Criteria tanulmányában (WHO).

### 3.2. Rövid távú hatások

Vannak megállapított biológiai hatások akut expozíciónak kitéve magas frekvencián (100 feletti  $\mu\text{T}$ ), ezt elismert biofizikai mechanizmusok magyarázzák. Külső ELF mágneses terek indukálnak elektromos tereket és áramlásokat a szervezetben, amelyek nagyon erős mező esetében ideg és izom stimulációt okoznak és megváltoztatják az idegsejtek ingerlékenységét a központi idegrendszerben.

### 3.3. Lehetséges hosszú távú hatások

Számos tudományos kutatás az ELF mágneses tér expozíciójának hosszú távú kockázatait vizsgálta főként a gyermekkori leukémia tekintetében. A rákkeltő besorolás epidemiológiai vizsgálatok összegzett analízise alapján, a gyermekkori leukémia kétszeres növekedést mutatott a lakossági energia-frekvenciájú mágneses tér felett 0,3-0,4  $\mu\text{T}$ , mint az alacsonyabb expozíciójú lakosságban. Fontos itt megjegyezni, hogy a lakásokban és lakóházakban az elektromos és mágneses terek átlagos értékei jóval ezen kritikus érték alatt vannak. Ez az érték 0,07  $\mu\text{T}$  Európában. A gyermekkori leukémiára vonatkozó megfigyeléseket az utóbbi két évtizedben számos, országban, például Japánban, Kínában, Iránban, nagyszámú, nagyfeszültségű föld feletti szabadvezeték közelében élő populáción végzett elemzések is megerősítették. Továbbá, érdemes még megfigyelni a hétköznapi életünkben a magasfeszültségű távvezetékek közelében lévő környezetet. Régről ismert tény, hogy a magasfeszültségű távvezetékek alatt az állatok nem legelik le a fűvet, a birkák nem szaporodnak, és nagy számban találhatók elhullott madarak tetemei is. A gyermekkori leukémia egy viszonylag ritka betegség, a teljes éves új esetek száma 2000-ben, becslések szerint 49.000 világszerte. Szerencsére az átlagos meghaladó mágneses tér expozíció 0,3  $\mu\text{T}$  ritka a lakásokban. Becslések szerint a gyermekek mindössze 1-4 százaléka él ilyen körülmények között. A mágneses mezők és a gyermekkori leukémia közötti kapcsolat mellékes, az esetek száma világszerte a becslések szerint évente 100 a 2400-hoz.

Számos egyéb egészségre káros hatást is vizsgáltak. Ezek közé tartozik egyéb gyermekkori rákos, daganatos megbetegedés; felnőttek esetében, depresszió, öngyilkosság, szív-és érrendszeri rendellenességek, reprodukció diszfunkció, fejlődési rendellenességek, immunológiai, idegrendszeri módosulások és neurodegeneratív betegségek. A WHO kutató csoportja megállapította, hogy a tudományos bizonyítékok sokkal gyengébbek az ELF mágneses tér expozíció és az összes egészségügyi hatás között, mint az ELF mágneses tér expozíció és a gyermekkori leukémia között. Bizonyos esetekben (pl. szív-és érrendszeri betegség vagy emlőrák), a bizonyítékok arra utalnak, hogy nem az ELF mágneses tér expozíciója okozza (WHO).

## 4. Káros-e a mobiltelefon?

Hogy káros-e a mobiltelefon használata? Napjainkban ez egy örök dilemma. Egyrészt nagyon fontos, másrészt pedig - bizonyos gyakorlati szempontból - majdnem mindegy. Rendkívül fontos, mert 5 milliárdnál is több ember használja őket, de ha elrugaszkodunk az eszmei értékektől, akkor éppen ugyanezért mindegy is.

Izraeli kutatás szerint például a rendszeres mobilhasználat legalább tíz éven keresztül 200 százalékkal növeli az agydaganat- és a fültőmirigy-rák kialakulásának az esélyét. Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) különböző országokban végzett kutatásaiból viszont az derül ki, hogy nincs összefüggés a rák és a mobilok között, de azt a WHO is elismeri, hogy ezen a téren további vizsgálatokra van szükség (TECHNET). Egy új brit tanulmány arra a meglepő következtetésre jutott, hogy a mobiltelefon készülékek nem növelik az agyi daganatos megbetegedések kialakulásának esélyét. Brit tudósok az 1998 és 2007 közti, az Egyesült Királyságban diagnosztizált agyrákos eseteket vizsgálták. Azért ezt az időintervallumot választották, mert ezalatt a 9 év alatt vált mindennapi használati eszközzé a mobiltelefon. University of Manchester kutatói vizsgálódásának eredményéből kiderül, hogy semmiféle statisztikailag jelentős változás nem tapasztalható az adott időszakban. Mindössze 31 esettel emelkedett az agydaganatos betegek száma, ami egy közel 52 milliós országban nem jelentős. Ezáltal nem is köthető közvetlenül a telefonokhoz, hiszen a mobil készülékek robbanásszerű elterjedése a tudósok szerint egész más nagyságrendű növekedést kellene, hogy okozzon, ha valóban hatásuk lenne az agyrák kialakulására (FRANK DE VOCHT et al. 2011).

### 4.1. Javaslatok az elektroszmog hatással szembeni védekezésre

1. A nem állandóan üzemelő elektromos berendezéseket (például televízió, kávéfőző gép, mikrohullámú sütő, irodai gépek) teljes áramtalanítsa, amikor nincs szükség a használatukra, így nem keletkezik szükségtelen elektromágneses mező. Praktikus ebből a célból a kikapcsolható, több dugaszolóaljzattal ellátott csatlakozók alkalmazása, illetőleg a csatlakozódugó kihúzása.
2. Az ágyakat minimum két méter távolságban kell elhelyezni az alábbi berendezésektől: forróvíz-tárolók, hűtőszekrények, elektromos tűzhelyek, mosógépek, fűtőszivattyúk, televíziók, Hifi-berendezések, biztosítószekrények, áram-hozzávezetések tetőtérbe és valamennyi hasonló sugárforrások. Nem szabad elfelejteni, hogy az elektromágneses sugárzás keresztülhatol a falakon, mennyezetten és padlózatton, és a hatáscsökkentés csak nagyobb távolság alkalmazásával, vagy árnyékoló anyagokkal (például fémfólia vagy árnyékoló bevonat) érhető el. Az árnyékolást szakemberrel végeztesse, mert a rosszul elvégzett munka növelheti az elektroszmog értékeit.
3. Ajánlott, hogy az ágyak minimum egy méter távolságban legyenek a fűtő- és vízvezetésektől. Az ilyen csöveken keresztül ugyanis tranziens áramok haladnak keresztül, amelyek a cső környezetében váltakozó mágneses mezőt hoznak létre.
4. Kihangosító nélkül a lehető legkevesebbet és csak rövid időn keresztül használja a mobil és a házi vezeték nélküli telefonokat. Ne használja a gépkocsiban lévő telefonját külső antenna nélkül.
5. A tető felett állandó áramvezetékek igen erős váltakozó mágneses teret okozhatnak a házban. Az általános előírások szerint a háztulajdonosok kérhetik az ilyen berendezések (például a ház feletti vezetékek) áthelyezését. Az áthelyezés költségeit az áramszolgáltató társaságnak kell viselnie.
6. A babatelefon vagy más a lakásban vezeték nélkül használt információs eszköz (ez nem vonatkozik az infratávírányítókra) környezetében erős mágneses mező jöhet létre, így ajánlott, hogy az ágytól számítva minimálisan egy méter távolságban helyezték el az ilyen készülékeket.
7. Az információs eszközök mérésénél legyünk tekintettel arra, hogy azok nem állandóan sugároznak, csak akkor, ha információt közvetítenek, vagy a központi nyilvántartónak az aktuális helyzetüket megadják (mobil telefonok, mobil kommunikációs eszközök).
8. A villanypárnákat és -takarókat csak az ágy felmelegítésére ajánlott használni akkor, mikor ember nem tartózkodik benne. A kikapcsolt, de a hálózatra még csatlakoztatott villanypárnák és villanymelegítő-takarók is erős elektromágneses mezőt tudnak létrehozni.
9. A hálószobákba és gyerekszobákba ajánlott hálózati kapcsolók beépítése: így az áramvezetékek, valamint lámpák és elektromos berendezések az alvóhelyen csak akkor idéznek elő elektromos mezőket, ha azok ténylegesen áramot fogyasztanak.



10. Lehetőleg ne használjon hálózatról működtetett rádiós ébresztőórákat közvetlenül a feje mellett. Azt a fejtől számítva minimum egy méter távolságban helyezze el.
11. A bekapcsolt mikrohullámú készülékek környezetében minimum két méter távolságban ajánlott tartózkodni.

## 5. Összefoglalás

A fejezetből kiderül, hogy elektromosság elterjedésével nő az elektromos mezők okozta betegségek száma. Nap, mint nap elektromágneses sugárzásnak vagyunk kitéve, a számítógéptől a mobiltelefonon keresztül mikrosütőig. Az egyre súlyosbodó elektromágneses veszélyt már az Európai Unió is felismerte.

Az EU TANÁCS 1999. július 12-i 1999/519/EK ajánlásában a lakosságot érő elektromágneses sugárterhelést (0 Hz – 300 GHz) korlátozta. 1999 óta először 2001-ben, majd 2007-ben ismét, az IARC besorolást alkalmazva, az extrém alacsony frekvenciájú elektromos és mágneses teret lehetséges humán rákkeltőként osztályozta.

„Az elektromágneses terekkel kapcsolatos intézkedéseknek a Közösség minden polgára számára magas szintű védelmet kell biztosítaniuk”

„A közösségi keretnek, amely a már meglévő hatalmas mennyiségű tudományos dokumentációra támaszkodik, az ezen a területen elérhető lehető legjobb adatokon és szaktanácsokon kell alapulnia, és tartalmaznia kell az elektromágneses tereknek való kitettségre vonatkozó alapvető korlátozásokat és viszonyítási szinteket; emlékeztetve arra, hogy a terhelés korlátozásának ajánlott szintjeit kizárólag a kimutatott hatásokra alapozva határozták meg; ezzel a kérdéssel kapcsolatosan a Nem Ionizáló Sugárzások Nemzetközi Bizottsága (ICNIRP) adott szaktanácsot, és azt a Bizottság Tudományos Irányító Bizottsága jóváhagyta; a kereteket rendszeres felülvizsgálatnak kell alávetni, és át kell értékelni azokat az új technológiai ismeretek és fejlemények, valamint az elektromágneses tér okozta sugárterhelés létrejöttéért felelős források és gyakorlati megoldások alkalmazására vonatkozó információ fényében.”

„A tagállamoknak mind a kockázatokat, mind az előnyöket megfontolás tárgyává kell tenniük, amikor döntést hoznak arról, hogy szükség van-e az ennek az ajánlásnak megfelelő lépések megtételére vagy sem, amikor döntenek a követendő politikáról, illetve amikor a lakosság elektromágneses tereknek való kitettségével kapcsolatos intézkedéseket fogadnak el.” (1999/519/EK)

## 6. Kérdések

1. Mít jelent az elektroszmog?
2. Sorolja fel az elektroszmog természetes forrásait!
3. Mire használhatjuk az elektromos mezőket?
4. Milyen panaszokat okozhat az elektroszmog?

---

# 11. fejezet - Irodalomjegyzék

- BAROS, Z. (2012): Települési környezeti minőség, fenntarthatóság és városmarketing – különös tekintettel a zajterhelésre és az önkormányzatok szerepére, *Tér és Társadalom* XXVI/3, pp. 48-68.
- BOON KONG, T. - KOMOO, I. (1990): Urban geology: Case study of Kuala Lumpur, Malaysia, *Engineering Geology*, Volume 28, Issues 1–2, February 1990, Pages 71-94, ISSN 0013-7952
- ARNFIELD A.J. (2003): Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. *International Journal of Climatology* 23 pp. 1-26.
- BORNSTEIN R. D. (1968) Observations of the urban heat island effect in New York City. *J. Appl. Meteorol.* 7, pp. 575-582.
- JONES, K. H., (1998): A comparison of algorithms used to compute hill slope as a property of the DEM. *Computers and Geosciences*, 24 (4), 315-323.
- LANDSBERG, E. H. (1981): *International Geophysics*, Academic Press, Volume 28, ISSN 0074-6142, p.275
- BLAIR, M.L. and SPANGLE, W.E. (1979): Seismic safety and land use planning – Selected examples from California: United States Geological Survey Professional Paper 941-B, 62 p., Washington
- SZABÓ, J. ( ): Gondolatok a csuszamlásos folyamatok általános jellemzéséhez különös tekintettel az osztályozás kérdéseire. (Thoughts on the general characterization of landslide processes with special respect to the problems of classification). *Acta Geogr. Debr.* 1981. Debrecen 1983. pp. 83-114.
- SZABÓ, J; LÓKI, J; TÓTH, CS; SZABÓ, G. (2007): Természeti veszélyek Magyarországon, *Földrajzi Értesítő*
- ÁNGYÁN, J. – TARDY, J. – VAJNÁNÉ, M. A. (2003): Védett és érzékeny természeti területek mezőgazdálkodásának alapjai, *Mezőgazda Kiadó*, Budapest.
- BELUSZKY, P. (1999): Magyarország településföldrajza, Általános rész, *Dialóg Campus Kiadó*, Budapest-Pécs.
- OKE, T.R. (1973): City size and the urban heat island, *Atmospheric Environment*, 7, pp. 769-779.
- GEIGER, W.F., MARSALEK, J., RAWLS, W.J., ZUIDEMA F.C. (szerk.) (1987): *Manual on Drainage in Urbanized Areas. Volume I: Planning and Design of Drainage Systems*. UNESCO, Paris
- CUTTER, S.L., 1992: GreenCities. Ranking major cities by environmental quality reveals some surprises. In: HAMMOND, A. (ed.): *Environmental Almanac*.
- FÓRIÁN S. 2007: Urbanizációs folyamat és annak néhány hatása a környezetre
- FÖRSTNER, U. 1993: *Környezetvédelmi technika*. Springer Hungarica, Budapest 446 p.
- HEVESI A. 2006: *Természetföldrajzi Kislexikon*, Műszaki Könyvkiadó, 194 p.
- LOVÁSZ, GY. 1982. A természeti környezet szerepe a városépítésben, *Településfejlesztés*, 3-4. füzet, pp. 17-26.
- MEGGYESI T. 2006: *Településfejlesztés Budapest*, 64 p.
- MOSER M. - PÁLMAI GY. 1992: *A környezetvédelem alapjai*, Tankönyvkiadó, Budapest 494 p.
- SZEPESI D.-TITKOS E.1996: A főváros átszellőzési viszonyai, *Levegőkörnyezeti kézikönyv*, *Levegőkörnyezet-gazdálkodási Szaktanácsadó Bt.*
- REICHHOLF, J.1999: *A települések ökológiája*, Magyar Könyvklub, 223 p.
- SÜTŐ, L.-HOMOKI, E.-NÉMETH, G. (2007): Felszínülledési és bolygatottsági térkép készítése a Kelet-borsodi szénmedencében, *Geoinformatika és domborzatmodellezés 2009*, pp. 1-7.
- TÓTH, J. 1981: A településhálózat és a környezet kölcsönhatásának néhány elméleti és gyakorlati kérdése. *Földrajzi Értesítő*, XXX. évf., 2-3. füzet, pp. 267-291.
- EURÓPAI BIZOTTSÁG, [www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu)
- AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS TANÁCSRENDELETE 715/2007/EK rendelete 4.cikk
- BAI A. (2007): A biodízel-előállítás helyzete hazánkban és Németországban, *AVA Nemzetközi Konferencia*, Debrecen, 9 p.
- BAI A. (2011): Újabb generációs bioüzemanyagok perspektívái, *Magyar Tudomány*, 2011/7, Budapest, pp. 861-871
- CSAPÓ T. (2005): *A magyar városok településmorfológiája*. Savaria University Press, Szombathely, 204 p.
- HARTL J. (2009): Moduláris korszerű szakmai gyakorlatok környezetvédelmi területre, *Települési ismeretek* II/14. évfolyam, 54 p.
- KÁDÁR I. (1995): A talaj-növény-állat-ember tápláléklánc szennyeződése kémiai elemekkel Magyarországon, *Környezet- és természetvédelmi kutatások*, *Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete*, Budapest, 371 p.
- KOVÁCS Z. (2002): *Népesség- és településföldrajz. Egyetemi jegyzet*, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest. 239 p.
- LACZÓ F. (2008): *Bioüzemanyagok előállításának lehetőségei Magyarországon*, *Környezettudományi Központ*, Budapest, 45 p.
- MOSER M. (1997): *Körforgások a természetben és a társadalomban*, KTM, Budapest, 239 p.
- MUDRI K (1997): *Település- és környezetegészségtan I-II.*, HIETE Egészségügyi Főiskolai Kar, Dabas, 678 p.

- NAGY G. (2005): A közlekedési szektor, mint környezeti tényező és alternatív környezeti felhasználás a közlekedésben, BGF Külkereskedelmi Főiskolai Kar, Budapest, 74 p.
- Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat (2011): Magyarország ivóvízminőségi helyzete
- D.BROOK, R. et al. (2004): Air Pollution and Cardiovascular Disease, A Statement for Healthcare Professionals From the ExpertPanel on Population and Prevention Science of the American Heart Association, *Circulation*/109 pp.55-71
- BŐHM J. - GOMBKÖTŐ I. (2012): Lehetőségek a bányászati hulladékok hasznosítására Magyarországon.
- BULLA, M. (szerk.) (2006): Környezetvédelem, HEFOP 3.3.1-P.-2004-09-0102/1. pályázat támogatásával
- MADGEWICK, G. (1996): Aberfan: Struggling out of the darkness, Blaengarw, Valley and Vale, p. 23
- JUHÁSZ, J. (2002): Hidrogeológia, Akadémiai Kiadó, Budapest 2002. pp. 119-122 ISBN: 963 05 78913
- KERÉNYI, A. (2001): Általános környezetvédelem, Mozaik Kiadó, p.384 ISBN 9789636971885
- KNOWLTON, K et al. (2004): Assessing Ozone-Related Health Impacts under a Changing Climate, *Environ Health Perspect*/115, pp.57-63
- LÁNG I. (szerk.) (2002): Környezet- és természetvédelmi lexikon I-II., Akadémia Kiadó, Budapest, p. 1252
- VARGA-HATOS, K.-KARNER, C. (2008): A lakosság egészségi állapotot befolyásoló tényezők, *Egészségügyi Gazdasági Szemle* 2008/2, pp. 25-33
- WHO (2011): Arsenic in Drinking-water, Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality p. 11.
- POPE, C. A. et al. (2004): Cardiovascular Mortality and Long-Term Exposure to Particulate Air Pollution - Epidemiological Evidence of General Pathophysiological Pathways of Disease, *Circulation*/109. pp.71-77
1995. évi LVII. törvény
- PÁNTYA R.: Hulladékgazdálkodás – Szent István Egyetem, Gyöngyös, 2002.
- NAGY G., KOVÁCS B., BURUZS A., DR. TORMA A., VAGDALT L., HORVÁTH L.: Hulladékgazdálkodás, Pannon Egyetem - Környezetmérnöki Intézet, 2011.
- ÁGOSTHÁZI L., BARÓTFI I., BORIÁN Gy., CS. FELLEK Á., PODA J.: Környezetvédelmi alapismeretek II; 2001; Budapest; KvVM; 162. Ágostházi et al. 2001
- A hulladékgazdálkodásról szóló 2000. évi XLIII. törvény 1. számú melléklete
- FAZEKAS, s. (2008): Épített környezet és védelme III.: zaj és zajvédelem, Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, p.40
- DOMONKOS, E. – HORVÁTH, B. (2006): Zaj- és rezgésvédelem, HEFOP Tananyagfejlesztés, p. 294
- WALZ, G. (2008): Zaj és rezgésvédelem, Complex Kiadó Kft, ISBN: 9789632249544, p. 242
- GOFMAN, J.W; FISHER, J. C. (1982): Radiation and Human Health, *Plastic and Reconstructive Surgery*: August 1983 - Volume 72 - Issue 2, pp. 262-264
- VÁRHEGYI, A. (2011): A környezeti sugárzás anomáliái, elektronikus jegyzet  
[http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021\\_A\\_kornyezeti\\_sugarzas\\_anomaliai/index.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_A_kornyezeti_sugarzas_anomaliai/index.html)  
[http://www.chem.elte.hu/foundations/magkem/hun/oktatas/mka/leirasok\\_pdf/meres-1.pdf](http://www.chem.elte.hu/foundations/magkem/hun/oktatas/mka/leirasok_pdf/meres-1.pdf)  
[http://szie.hu/file/tti/disszertacio/gemesi\\_z\\_ert.pdf](http://szie.hu/file/tti/disszertacio/gemesi_z_ert.pdf)  
[www.jovo\\_techNIKaja.abbcenter.com](http://www.jovo_techNIKaja.abbcenter.com)  
<http://www.world-nuclear.org/info/inf30.html>
- FIFE, B. (2009): N.D Health Hazards of Elecromagnetic Radiation, Piccadilly Books, Colorado Springs, 2009, 16-22 oldal
- Factsheet N°263 October 2001, WHO
- FRANK DE VOCHT, F., BURSTYN, I., CHERRIE, J.W. (2011): Time trends (1998-2007) in brain cancer incidence rates in relation to mobile phone use in England. *Bioelectromagnetics*.
- VIZI G. N. (2012): Eelektroszmog az építészetben, F fiatal műszakiak tudományos ülészsaka XVII. Kolozsvár, 2012. március 22–23.
- 1999/519/EK Európai Unió Tanács Határozat  
[www.who.int/mediacentre/factsheets/fs322/en/index.html](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs322/en/index.html)  
[www.technet.hu/telefon/20110318/karos\\_a\\_mobil\\_vagy\\_nem](http://www.technet.hu/telefon/20110318/karos_a_mobil_vagy_nem)