

---

# Információs társadalmunk környezetterhelése

---

Készítette:

Kiri Dorottya

Regionális és környezetgazdaságtan  
MSc.

Konzulens: Kiss Károly

---

Budapesti Corvinus Egyetem

Gazdálkodástudományi Kar

Környezetgazdaságtani és Technológiai Tanszék

2011

---

# Tartalomjegyzék

<b>BEVEZETÉS</b> .....	<b>3</b>
<b>AZ INFORMATIKA FEJLŐDÉSE</b> .....	<b>6</b>
AZ INFORMÁCIÓS ÉS KOMMUNIKÁCIÓS TECHNOLÓGIA IPARÁGRA JELLEMZŐ TRENDEK .....	8
AZ INFORMÁCIÓS ÉS KOMMUNIKÁCIÓS TECHNOLÓGIÁK FOGYASZTÁSÁNAK NÖVEKEDÉSE.....	11
AZ INFORMÁCIÓS ÉS KOMMUNIKÁCIÓS TECHNOLÓGIAI ESZKÖZÖK ENERGIAFELHASZNÁLÁSÁBÓL SZÁRMAZÓ KÖRNYEZETTERHELÉS .....	15
<b>AZ INFORMÁCIÓS ÉS KOMMUNIKÁCIÓS TECHNOLÓGIÁK ENERGIAIGÉNYE A TELJES TERMÉK-ÉLETCIKLUS ALATT</b> .....	<b>19</b>
AZ IKT-K GYÁRTÁSÁNAK ENERGIA SZÜKSÉGLETE .....	19
<i>Az IKT-k előállításával kapcsolatba hozható környezetterhelés csökkentésének lehetőségei .....</i>	<i>24</i>
<i>Az Öko-design.....</i>	<i>25</i>
AZ IKT ESZKÖZÖK HASZNÁLATÁNAK ENERGIAIGÉNYE .....	27
<i>A kisebb, hordozható IKT készülékek töltésből származó villamos energia fogyasztása.....</i>	<i>29</i>
<i>Az IKT használatából származó környezetterhelés csökkentésének lehetőségei.....</i>	<i>31</i>
AZ EEE HULLADÉK KEZELÉSÉNEK PROBLÉMÁI ÉS LEHETŐSÉGEI .....	36
<i>Az EEE hulladékkezelésére vonatkozó legfontosabb szabályozási mechanizmusok.....</i>	<i>40</i>
<b>AZ IKT ÁRNYOLDALAI- A JEVONS- PARADOXON</b> .....	<b>44</b>
<b>KONKLÚZIÓ</b> .....	<b>51</b>
<b>ÁBRÁK JEGYZÉKE</b> .....	<b>54</b>
<b>TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE</b> .....	<b>55</b>
<b>FORRÁSOK:</b> .....	<b>56</b>

## Bevezetés

Témaválasztásom során fontos szempont volt számomra, hogy olyan problémakört válasszak vizsgálatom tárgyának, mely napjainkban aktuális. Tanulmányaim során széles spektrumú ismeretanyagra tettem szert a Földünket érintő környezeti problémákról és dilemmákról, melyekre a társadalom bár egyre nagyobb figyelmet szentel, megoldásokról még nem beszélhetünk. Véleményem szerint a technológia vívmányai és innovációi napjaink legeredményesebb 'fegyverei' a bolygónk pusztulása elleni harcban. Természetesen nem gondolom, hogy a technológiai fejlődés önmagában megoldást jelenthet a fenntarthatóságra,- az emberek szemléletmódbeli változása nélkül semmiféleképpen sem- de mindenképp érdekes azt látni mekkora hatást fejtenek ki mind társadalmi, mind pedig gazdasági berendezkedésünkre.

A modern társadalmat melyben ma élünk, nem túlzás állítani, hogy az információ uralja. Meghatározó fontosságú, hogy mikor, hol, milyen mennyiségben és milyen sebességgel jutunk a szükséges információk birtokába. A globalizáció és az internet terjedése kapcsán még nagyobb hangsúlyt kap azon technológiák és eszközök fejlődése, melyek 'eltüntetik' a távolságokat, megkönnyítve ezzel a kommunikációt, és lehetővé téve az információ szabad áramlását.

A fentiek tükrében kutatásom témája az információs társadalom környezetterhelése. Nem csak aktuálisnak, de kiváltképp érdekesnek találok az információs és kommunikációs eszközök, és technológiák hihetetlen gyorsaságú fejlődését, és az iparágra jellemző magas fokú innovációt, valamint az ennek kapcsán kialakuló társadalmi berendezkedést, a virtuális közösségek kialakulását és bővülését, a felhasználás átalakulását és sokrétűségét. Dolgozatomban e változások környezetre gyakorolt hatásait kívánom összefoglalni globális szinten, a szakirodalom áttekintésével és feldolgozásával. A modern társadalmon iszonyú sebességgel söpör végig az informatika, melynek következménye egyrészt a korszerű technológiák alkalmazásával csökkenthető energia- és nyersanyag felhasználás, másrészt az információs és kommunikációs eszközök fogyasztásának és az ebből származó energiafelhasználásnak és hulladékkeletkezésnek a növekedése. A technológia nagyon gyors fejlődése magával vonzza az elektronikai eszközök relatív gyors elavulását. Ezt

alátámasztja az informatika jövőjére és fejlődésének ütemére vonatkozó néhány heurisztikus alaptörvény is. Gilder-törvénye szerint a kommunikációs rendszerek teljes sávzélessége évente megháromszorozódik. A Ruetters-törvény kimondja, hogy a felhasználható tárolási kapacitás is évente megháromszorozódik. Alan Field Shugart 2006-ban elhunyt mérnök, a floppy feltalálója szerint az adattárolók ára, 1,5 évente a felére csökken, és nem utolsósorban Moore-törvénye kimondja, hogy a számítási kapacitás évente megduplázódik ([www.nhit-it3.hu](http://www.nhit-it3.hu)). E gyors ütemű fejlődés és a felhasználók számának, valamint magának a használatnak a radikális növekedése komoly környezeti hatásokkal jár együtt. Ezekre hajlamosak vagyunk nem túl nagy figyelmet fordítani, hisz a modern társadalomban az informatikai eszközök használata olyan természetessé vált, mint az alapvető fiziológiai szükségleteink kielégítése. Óhatatlanul felmerül az emberben az a kérdés, hogy vajon hová vezet az információs és kommunikációs technológia ilyen mértékű terjedése, milyen mellékhatásokkal jár, és e mellékhatások hogyan hatnak környezetünkre, mennyiben járulnak hozzá természetes erőforrásaink feléléséhez vagy éppen megőrzéséhez. Sokan sokféleképpen gondolkoznak a témáról. Vannak, akik az információs és kommunikációs technológiákban látják a megoldást a világ energiafelhasználásának csökkentésére, a nyersanyagokkal való takarékosabb gazdálkodás lehetőségére, a klímaváltozást felerősítő folyamatok enyhítésére. Ugyanakkor pesszimistább véleményekkel is lehet találkozni. Azok, akik nem annyira derű látóak, a Jevons-paradoxonra hivatkozva, az információs technológiákkal elért energiahatékonyság következtében generálódó kereslet és fogyasztás növekedésétől tartanak.

Ahhoz, hogy teljes képet kapjunk az elektronikai eszközök környezetterheléséről, meg kell vizsgálnunk a teljes termék-életciklust. Ez a gyártással, ennek kapcsán a nyersanyag kitermelésével, szállításával, feldolgozásával és felhasználásával kezdődik, majd a használatba vétellel folytatódik, mely során felmerül a fogyasztás növekedésének és ennek következtében a megnövekedett energiaigénynek a vizsgálata, és végül a hulladékkeletkezéssel és ennek kezelésével, szabályozásával zárul. Ez egy óriási témakör, mely igényes, szakértői feldolgozása sok esetben komoly mérnöki szemléletet és hozzáértést követel, így túlnő szakdolgozatom határain. Éppen ezért, vizsgálódásomat az információs és kommunikációs technológiák fogyasztásának és felhasználásának növekedésére, a gyártás, használatba vétel és hulladékká válás kapcsán felmerülő környezeti hatásokra szűkítem.

A dolgozat első részében röviden bemutatom az informatika fejlődési pályáját, az információs és kommunikációs eszközök iparágának növekedési trendjeit. Ennek kapcsán az elektronikai eszközök fogyasztásának növekedésével, az ezzel kéz a kézben járó energiafogyasztás növekedésének és a környezetre gyakorolt hatásának vizsgálatával folytatom munkámat. Külön fejezetben tárgyalom az energiafogyasztás mértékének növekedését és az ebből származó negatív környezeti hatásokat, valamint az információs technológiákkal elérhető hatékonyabb energiafelhasználás lehetőségeit, a teljes termék-életciklus egyes szakaszaiban. Kitérek az Európai Unió szabályozási mechanizmusaira, az elektronikai eszközök hulladékfeldolgozásának lehetőségeire és korlátaira. Végezetül megvizsgálom, melyek azok a területek, ahol a Jevons-paradoxon érvényesül, így az információs technológiák alkalmazásából származó pozitív hatásokat elnyomják a fogyasztásnövekedés negatív hatásai.

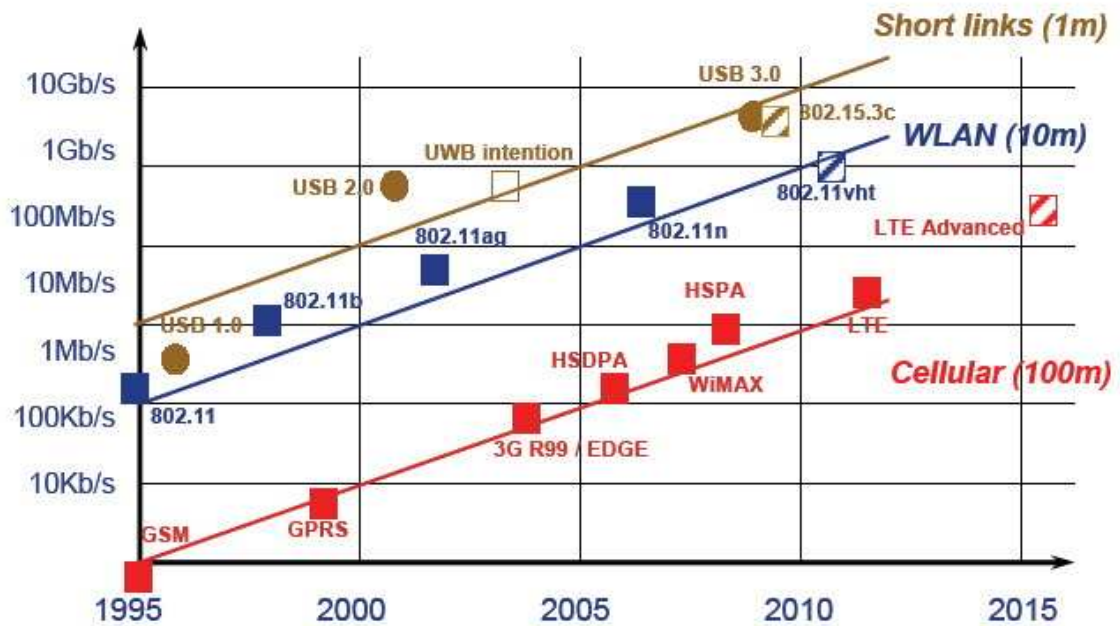
## Az informatika fejlődése

Manapság a számítógép bekapcsolása szinonimája az Internet használatnak, az emberek úgy használják az Információs és Kommunikációs Technológiákat (továbbiakban IKT), mint ahogy lélegeznek, teljesen természetesnek véve azokat a hasznokat, amiket ezek a rendszerek nyújtanak. Az IKT-k nélkül a modern társadalom megszűnne létezni. A telekommunikáció és az Internet fontos tényezőjévé vált az interperszonális kapcsolatok építésének. Túlmutat időn és téren, valamint elengedhetetlen része számos tranzakciónak, mint jegyfoglalás, termékvásárlás, zene és video letöltés (Takafumi et al. 2009). Az élet egyre több területén tapasztalhatjuk az elektronizálás lehetőségeinek megteremtésére tett törekvéseket, melynek szembetűnő példája a mobiltelefonok funkcionalitásának növekedése. Ma már elég egy készülék, hogy az ember csatlakozzon a világhálóra, befizesse számláit, vásároljon, ápolja kapcsolatait, navigáljon, vagy épp szórakoztassa magát.

Az elektronizálódás dinamikus terjedését igazolja az informatika jövőjére és fejlődésének ütemére vonatkozó néhány heurisztikus alaptörvény is. Gilder-törvénye szerint a kommunikációs rendszerek teljes sávszélessége évente megháromszorozódik. A Ruetters-törvény kimondja, hogy a felhasználható tárolási kapacitás is évente megháromszorozódik. Alan Field Shugart 2006-ban elhunyt mérnök, a floppy feltalálója szerint az adattárolók ára, 1,5 évente a felére csökken, és nem utolsósorban Moore-törvénye kimondja, hogy a számítási kapacitás évente megduplázódik ([www.nhit-it3.hu](http://www.nhit-it3.hu)).

A fenti trendeknek megfelelően egyre nagyobb teljesítményű IKT berendezéseket és rendszereket alkalmaznak világszerte. Ennek megfelelően növekszik a felhasználók által elérhető, exponenciálisan növekvő adatmennyiség adatátviteli aránya is. Ugyanannyi idő alatt nagyobb mennyiségű adathoz férhetünk hozzá. Ezt demonstrálja a következő diagram.

## 1. ábra: Az adatátviteli sebesség növekedése a wireless hálózatokban



**Forrás: Fettweis és Zimmermann 2008, ICT Energy Consumption- Trends and Challenges**

Az ábrán jól látható a vezeték nélküli hálózatok sávszélességének fejlődési üteme. Moore törvényének megfelelően, ötévente megtízszereződik az adatátviteli sebesség. (Fettweis és Zimmermann 2008)

Ennek kapcsán a következő fejezetben az IKT-k térhódítását, az iparágra jellemző trendeket, a gyártás és szolgáltatás szektor szétválását mutatom be.

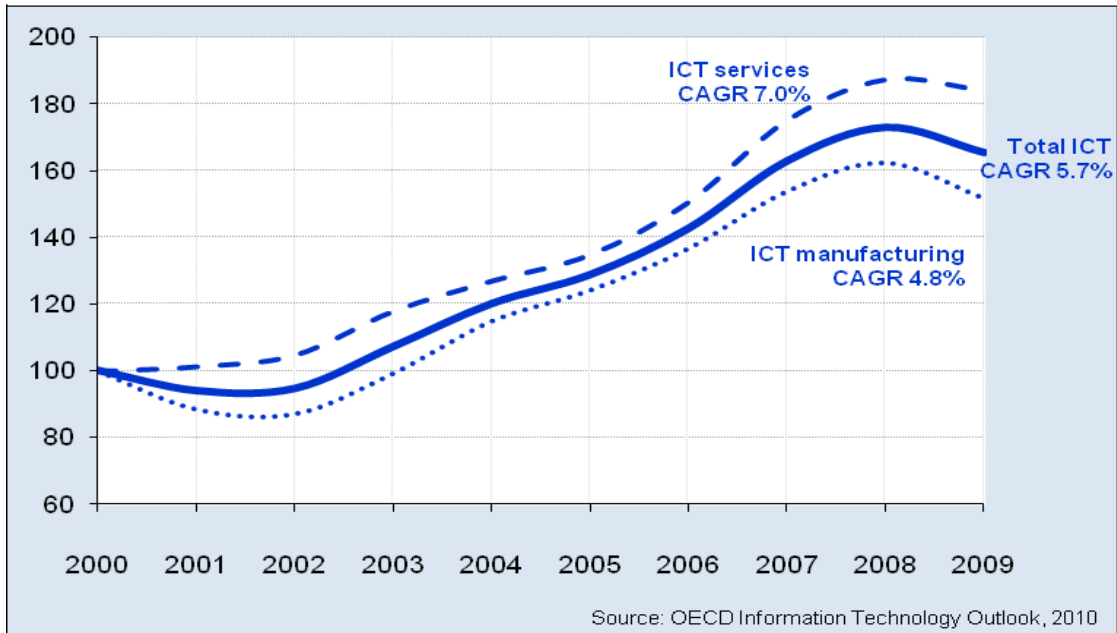
## **Az Információs és Kommunikációs Technológia iparágra jellemző trendek**

Az elektronikai eszközök iparága a legnagyobb és leggyorsabban növekedő terület a gyártástechnológiában. Az elektromos és elektronikai eszközök (továbbiakban EEE) szektor szignifikáns környezeti hatást gyakorol a termék-életciklus minden egyes szakaszán, a nyersanyag kitermeléstől a felhasználásáig, az energiafogyasztáson, a termékhasználaton át a hulladékképződésig (Gurauskienė és Varžinskas, 2006). Az elektronikai ipar állandó változással, dinamizmussal és e változás nagy sebességével jellemezhető, mely nem csak a technológiai fejlődésben, a magas szintű innovációban, de a szolgáltatók átszerveződésében is nyomon követhető. Moore törvénye az elektronikai eszközökre vonatkozóan kimondja, hogy minden 18 hónapban az ilyen termékek egy új generációja tűnik fel a piacon. (Jenkin et al. 2010)

Ez az iparág a világon 1 billió amerikai dollárt ér és az éves átlagos növekedése 7-8% körül mozog. Hozzávetőlegesen 21 millió t EEE hulladékot gyártunk a világban minden nap. 1988-hoz képest az EEE hulladék napjainkra megduplázódott, ami azt jelenti, hogy ma az összes keletkezett hulladék 20%-a hozható összefüggésbe az elektronikai eszközökkel. Az elektronikai cikkek legjelentősebb környezetre gyakorolt hatása a használatuk során bekövetkező energiafogyasztásuk. (Gurauskienė és Varžinskas, 2006)



2. ábra: A 10 legnagyobb IKT vállalat bevételei világszinten, 2000-2008 között

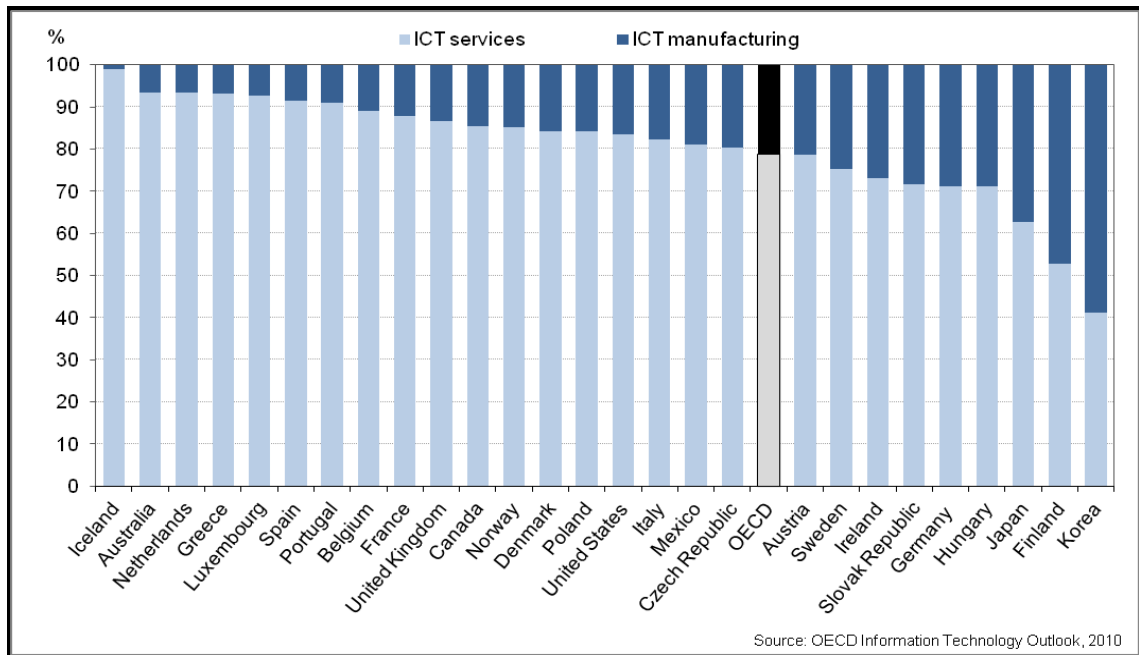


**Forrás: OECD Information Technology Outlook, 2010 ([www.oecd.org](http://www.oecd.org))**

A diagramról leolvasható a világ 10 legnagyobb IKT vállalatának árbevétel alakulása 2000 és 2008 között. Az IKT iparág növekedésében némi lassulás, 2008-2009 között pedig enyhe visszaesés volt tapasztalható. 2010-ben azonban már 3-4%-os növekedést produkált, ami várhatóan tovább növekszik 2011-ben is (OECD, 2010). Láthatjuk, hogy az IT szolgáltató cégek árbevételére a válság kisebb hatással volt, mint a gyártásra. Ennek előnyeit azok a cégek élvezték, melyek egy évtizede még hardver eszközök gyártásában jeleskedtek, ám napjainkra profiljuk átalakult és elsősorban szolgáltatásokat kínálnak ügyfeleiknek, ilyenek az IBM és Fujitsu. A világ 10 legnagyobb internetes cége 10%-os növekedést produkált a válság évében, 2009-ben. Sokat elárul az iparágról, hogy ebben a szektorban a foglalkoztatottak aránya folyamatosan növekszik. Az OECD országok teljes foglalkoztatásának több mint 20%-át az IKT iparágban alkalmazottak teszik ki (OECD, 2010).

A világvezető, 20 legnagyobb elektronikai vállalat állítja elő elektronikai eszközeink felét. Megközelítőleg 2 millió embert foglalkoztatnak világszerte és összesen 700 milliárd amerikai dollár árbevétellel számoltak 2007-ben. (CEA Riport, 2008)

**3. ábra: Az IKT szektor megoszlása gyártás és szolgáltatás szerint az OECD országokban**



**Forrás: OECD Information Technology Outlook, 2010 ([www.oecd.org](http://www.oecd.org))**

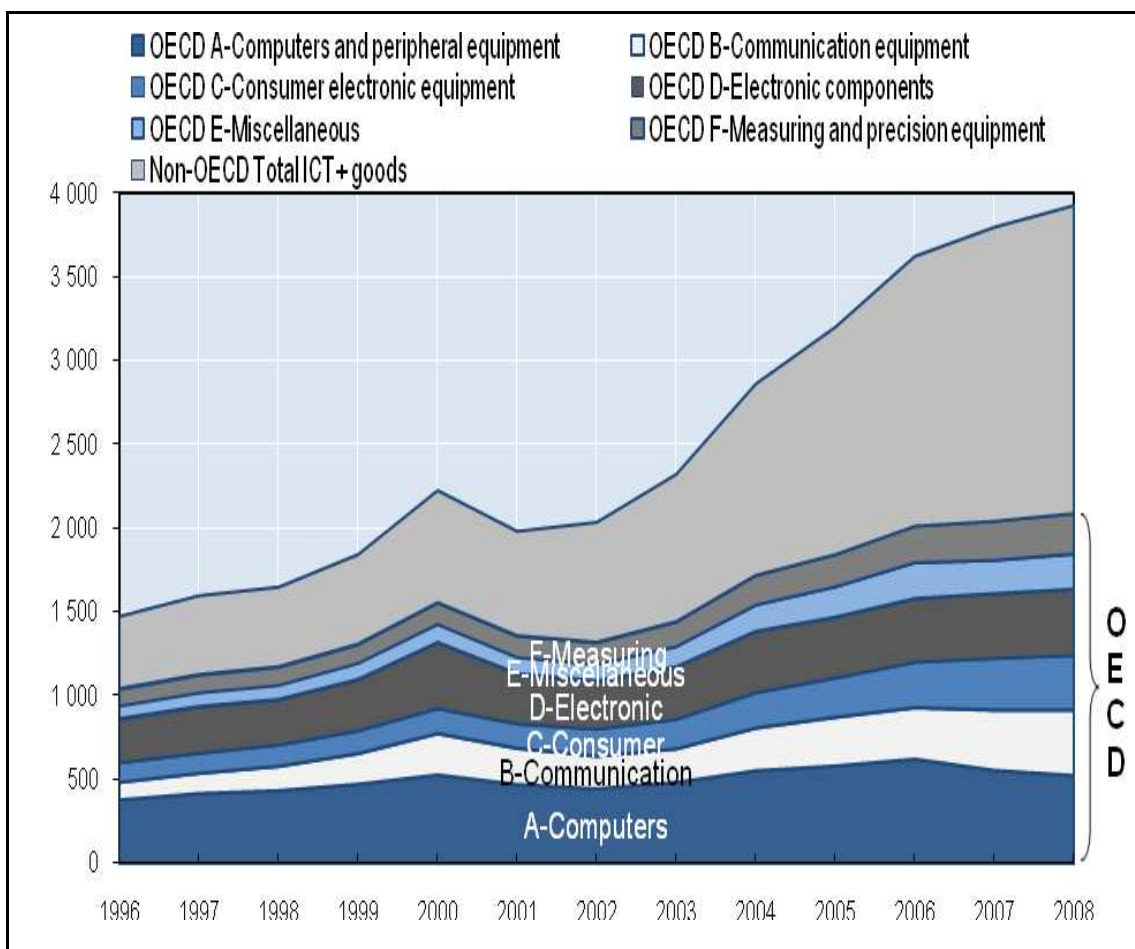
A diagramon látható, hogy az egyes országokban eltérő mértékben van jelen az IKT iparág, mint szolgáltató és gyártó szektor. Izland például kifejezetten a szolgáltatásra specializálódott (99%), míg a gyártás mindössze egy százalékot ér el. Ebben nagy szerepe van, hogy Izland természeti adottságai vonzóak az adatközpontok kialakítására. A hideg éghajlat lehetővé teszi az ilyen központok hatalmas energiaigényű szervereinek költséghatékonyabb és környezettudatosabb hűtését. Az OECD országokban átlagosan 21,2%-ban van jelen a gyártás, míg 78,8%-ban a szolgáltatásra koncentrálnak. Ennek oka nem más, mint a gyártás, az elmúlt évtizedben történő egyre gyakoribb kihelyezése a fejlődő, de főként az ázsiai országokba. A világkereskedelem IKT termékeinek 50%-át az OECD országokon kívül gyártják (OECD, 2010).

A következő fejezetben bemutatom az IKT fogyasztásának trendjeit, az IKT-ból származó világkereskedelem trendjeit napjainkig.

## Az Információs és Kommunikációs Technológiák fogyasztásának növekedése

Az alábbi fejezetben az IKT-k fogyasztási trendjeit, a fogyasztás ütemének növekedését, az internet használat terjedését mutatom be, táblázatok és diagramok segítségével.

4. ábra: Az IKT szektor globalizálódása



Forrás: OECD Communication Outlook 2009 ([www.oecd.org](http://www.oecd.org))

2008-ban folyó áron az IKT termékek világkereskedelme 3927 milliárd US \$-t tett ki összesen. Ennek fele az ázsiai országokból, főként Kínából származott. Az OECD országokon belül, folyó áron a computer és perifériák kereskedelme 525 milliárd, a

kommunikációs eszközöké 387 milliárd, a fogyasztási elektronikai cikkeké 326 milliárd, az elektronikai alkatrészeké 395 milliárd, a mérő- és precíziós berendezéseké 241 milliárd és az egyéb elektronikai cikkeké 210 milliárd US \$-nak felelt meg. Mindeközben az OECD-n kívüli országok úgy, mint Kína, India, Oroszország és az arab országok válnak az iparág legnagyobb befektetőivé (OECD, 2009).

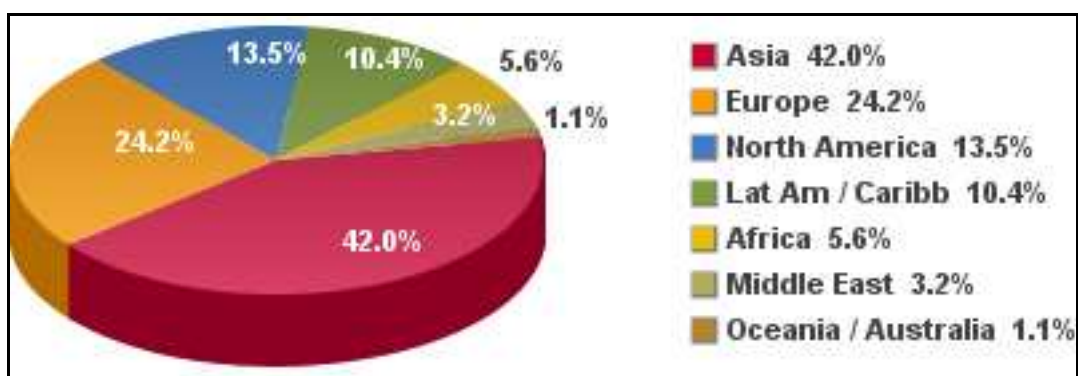
**1. táblázat: A világ internet felhasználóinak növekedése 2000 és 2010 között**

<b>World Regions</b>	<b>Population ( 2010 Est.)</b>	<b>Internet Users Dec. 31, 2000</b>	<b>Internet Users Latest Data</b>	<b>Penetration (% Population)</b>	<b>Growth 2000- 2010</b>	<b>Users % of Table</b>
<a href="#"><u>Africa</u></a>	1,013,779,050	4,514,400	<b>110,931,700</b>	10.9 %	2,357.3 %	5.6 %
<a href="#"><u>Asia</u></a>	3,834,792,852	114,304,000	<b>825,094,396</b>	21.5 %	621.8 %	42.0 %
<a href="#"><u>Europe</u></a>	813,319,511	105,096,093	<b>475,069,448</b>	58.4 %	352.0 %	24.2 %
<a href="#"><u>Middle East</u></a>	212,336,924	3,284,800	<b>63,240,946</b>	29.8 %	1,825.3 %	3.2 %
<a href="#"><u>North America</u></a>	344,124,450	108,096,800	<b>266,224,500</b>	77.4 %	146.3 %	13.5 %
<a href="#"><u>Latin America/Caribbl n</u></a>	592,556,972	18,068,919	<b>204,689,836</b>	34.5 %	1,032.8 %	10.4 %
<a href="#"><u>Oceania / Australia</u></a>	34,700,201	7,620,480	<b>21,263,990</b>	61.3 %	179.0 %	1.1 %
<b>WORLD TOTAL</b>	6,845,609,960	360,985,492	<b>1,966,514,816</b>	<b>28.7 %</b>	<b>444.8 %</b>	<b>100.0 %</b>

**Forrás:** <http://internetworldstats.com/stats.htm>

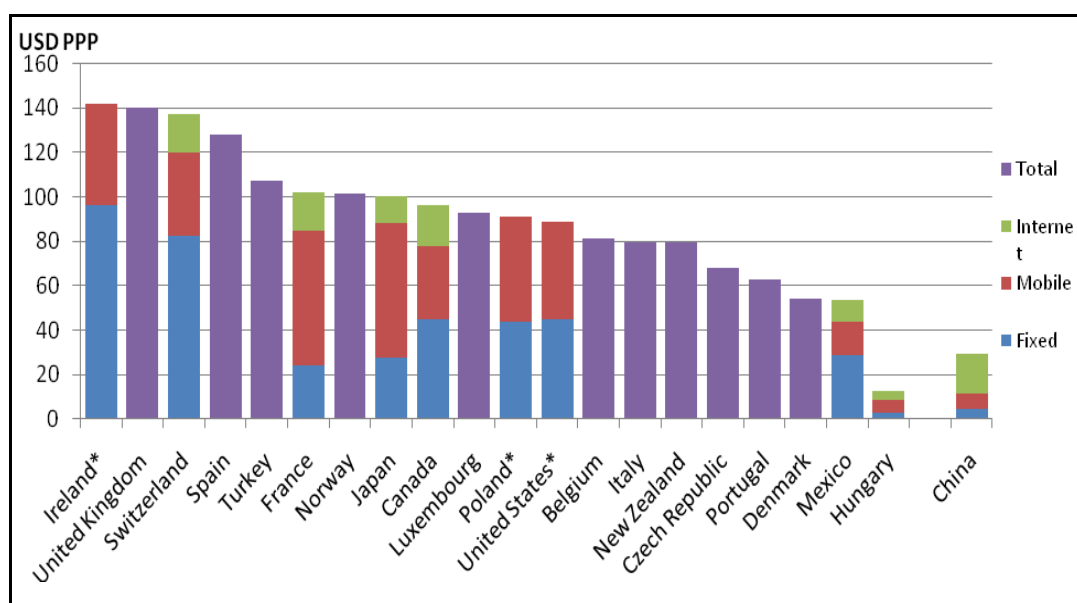
A fenti táblázatban látható az internet felhasználók körének bővülése 2000 és 2010 között. A második oszlopban találjuk a világ régióinak becsült népességét 2010-ben. A harmadik oszlop a 2000 év végi adatok alapján tárja elénk az internethasználók lélekszámát az élen Ázsiával, amit Észak-Amerika és Európa követett. A negyedik oszlopban láthatjuk azt a népességszámot, akik 2010-ben internet felhasználók voltak. Itt Ázsia megtartotta első helyét, de a rangsorban második helyre ugrott Európa, és csak ez után következik Észak- Amerika. A fentiekből kalkulálható a penetráció, az ötödik oszlop elemei, melyek a lakosság százalékos arányában mutatják be, hogy hányan váltak internethasználóvá a vizsgált periódus alatt. Az adatokból látható, hogy Észak- Amerika és Óceánia lakosai körében terjedt leginkább az internet hozzáférés. A hatodik oszlop adatai az internet felhasználók számának növekedését fejezi ki százalékos arányban. A növekedés üteme Afrikában volt a legnagyobb, itt meghuszonnégyesereződött az internethasználók száma, míg világviszonylatban ötszörösére nőtt ez az arány. Végül a hetedik oszlop az internethasználók százalékos megoszlását mutatja, 2010-ben. A felhasználók száma Ázsiában a legmagasabb, ami könnyen belátható, hisz ott élnek a legtöbben. Azonban Európa a második helyen áll, míg népességét tekintve csak a harmadik. Valamint Afrika csak az ötödik helyen áll, népességét tekintve hiába a második. Ezt az eloszlást szemlélteti az alábbi kördiagram is.

**5. ábra: A világ internet felhasználóinak eloszlása**



**Forrás:** <http://internetworldstats.com/stats.htm>

**6. ábra: A háztartások havi kiadásai IKT-ra**



**Forrás: OECD Communications Outlook 2009 ([www.oecd.org](http://www.oecd.org))**

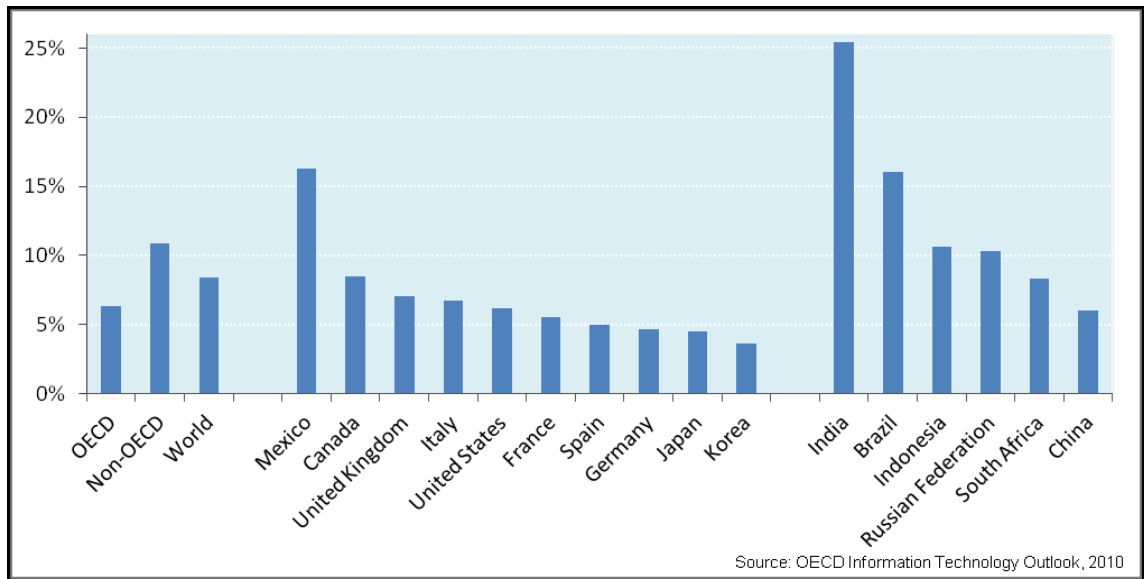
A diagramon a háztartások IKT-ra fordított átlagos, havi kiadásai láthatók US \$-ban, 2009-ben. A legtöbbet a fix kiadások után, a mobiltelefonokra fizetnek, amit az internet követ. Franciaországban és Japánban átlagosan 60,5 \$-t költenek havonta mobilra, őket követi az Egyesült-Államok, Lengyelország és Izland 43-47 \$ közötti összegekkel. A vizsgált országok között, a legkevesebbet hazánkban fordítanak ilyen célra, 5,69 \$-t. Az internetre ennél jóval kevesebbet, 17,6 és 3,71 \$ között összegeket fordítanak világszerte (OECD, 2009).

## **Az Információs és Kommunikációs Technológiai eszközök energiafelhasználásából származó környezetterhelés**

Az előzőkben némi bepillantást nyertünk az IKT-k dinamikus terjedésének trendjeibe. A következőkben az IKT-kal direkt vagy indirekt módon kapcsolatba hozható felhasznált energia növekedéséről szeretnék képet adni, valamint az ebből származó CO<sup>2</sup> emisszióról bemutatni néhány adatot.

Az IKT rendszerek használatából származó CO<sup>2</sup> emisszió nem kevesebb, mint a világ légközlekedéséből. Ha ez a tendencia megmarad, úgy az IKT-ba vetett hit-miszerint megoldás lehet az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésére és a klímaváltozás elleni harcban-, szertefoszlik. Ennek okán a kutatás fejlesztés legnagyobb kihívása ma, az IKT-k 'zöldítése'. Csak a mobiltelefonok használatát lehetővé tévő hálózati rendszerek és adatközpontok 60 milliárd KWh áramot fogyasztanak évente mely 130 millió tonna CO<sup>2</sup> emisszióval ekvivalens. 2008-ban a világ elektromos áram fogyasztásának 3%-a származott az IKT-k használatából, mely a világ CO<sup>2</sup> kibocsátásának 2%-áért felelős. A növekedési trendeket figyelembe véve ez az arány már 2030-ra megduplázódhat. (Fettweis és Zimmermann, 2008)

**7. ábra: Villamos energia veszteség az adatátvitel és elosztás során világszerte (2007)**

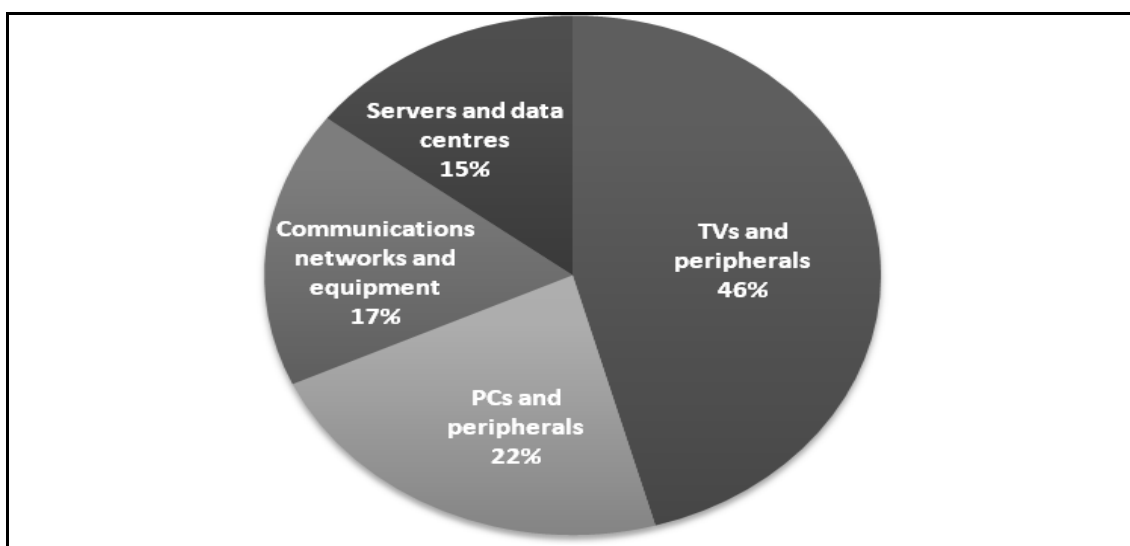


**Forrás: OECD Communication Outlook 2010 ([www.oecd.org](http://www.oecd.org))**

A fenti ábrán az egyes országok energia vesztesége látható a hazai villamosenergia-termelés százalékában. Az eredmények a Nemzetközi Energia Hivatal adatai alapján születtek. A világon előállított összes villamos energia megközelítőleg 8%-a kárba vész. Az OECD országokban ez az arány 6%. A nem OECD országokban 11%. A vizsgált országok közül Indiában a legkevésbé hatékony az energia felhasználás, 25%-os veszteséggel, míg az energiát leghatékonyabban felhasználó országok Japán és Korea, 4% veszteséggel.



**8. ábra: Az IKT-k kategóriák szerinti globális CO<sub>2</sub> emissziója %-ban**

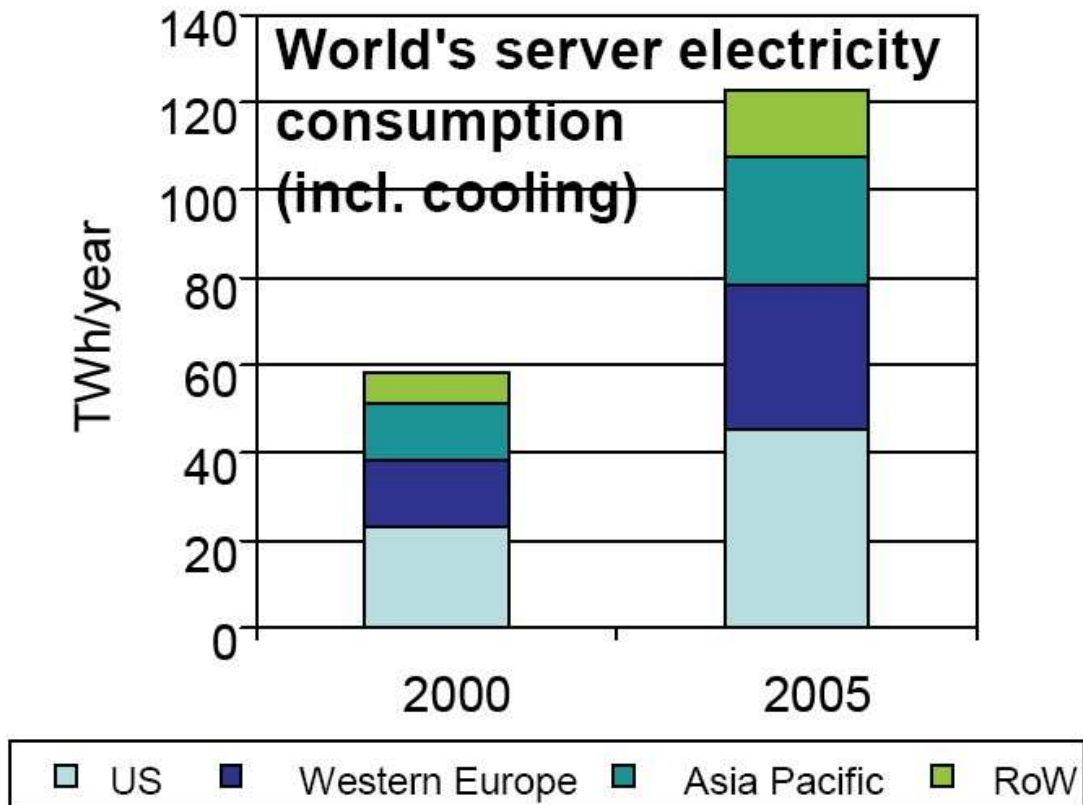


**Forrás: OECD Communications Outlook 2009 ([www.oecd.org](http://www.oecd.org))**

A diagram az IKT-k gyártásából és használatából származó CO<sup>2</sup> emisszió, termék kategóriák szerinti megoszlását tárja elénk százalékos arányban, a termék-életciklus alatt. Az IKT-k gyártásából és felhasználásából származó összes CO<sup>2</sup> kibocsátás mintegy 1160 millió tonnára tehető. Ebből a televíziók és perifériák 530, a személyi számítógépek és perifériák 260, a kommunikációs eszközök és hálózatok 200, míg a szerverek és adatközpontok 170 millió tonna CO<sup>2</sup> emissziót generálnak (OECD, 2009).

A következő ábrán az adatközpontok éves energiafogyasztásának növekedését láthatjuk TWh-ban, 2000 és 2005 között, Amerikában, Nyugat-Európában, az ázsiai és óceániai térségben és a világ fennmaradó részein. Az adatok a hűtés energiafogyasztását is tartalmazzák.

9. ábra: Az adatközpontok energiafogyasztásának növekedése 200 és 2005 között



Forrás: Fettweis és Zimmermann 2008, ICT Energy Consumption- Trends and Challenges

2008-as jóslatok szerint 2010-re az adatközpontok (Data Centers) 80%-a teljes működési és hűtési kapacitáson operálnak. A teljesítmény és a hűtés, azóta is központi téma, hisz az ebből származó szén-dioxid kibocsátás, az úgynevezett szénlábnyom (carbon footprint) hamar megelőzi majd a légitözeledését (Jenkin et al.2010).

## **Az Információs és Kommunikációs Technológiák energiaigénye a teljes termék-életciklus alatt**

Ahhoz, hogy teljesebb képet kapjunk az IKT energiafogyasztásáról és az ebből származó környezetterhelésről, valamint CO<sup>2</sup> emisszióról, meg kell vizsgálni a teljes termék életciklust.

A továbbiakban külön fejezetekben tárgyalom az életciklus egyes szakaszait, a gyártástól a használaton át, a hulladékká válásig. Vizsgálatomat mindössze néhány, a leggyakrabban emlegetett IKT eszközre fókuszálom, mint monitorok, laptopok, asztali gépek, PDA-k és mobiltelefonok.

### **Az IKT-k gyártásának energia szükséglete**

Az IKT fejlődésével olyan hardver termékek születtek, melyek gyorsan növekednek funkcionalitásukat és kapacitásukat tekintve. Ezzel egy sor új alkalmazást téve elérhetővé a felhasználók számára. A fejlődés következtében az energiafogyasztás funkcionális egységenként csökkent, habár ezek az egységek termékenként egyre növekvő kapacitásukkal újabb és újabb alkalmazásokat tesznek lehetővé, elérhetővé.

Míg 15-20 éve egy számítógép nem volt sokkal több egy írógép és számológép kombinációjánál, ma egy átlagos asztali számítógép videokamera, hi-fi, rádió, TV kommunikációs eszköz, ide értve az e-mailt, faxot, (video-) beszélgetést és még sorolhatnánk. Ez az irányú fejlődés egy új felhasználási módhoz vezetett, ami elkerülhetetlenül megnövelte az energiaigényt. (Ole Willum,2008)

Az IKT eszközök otthoni használatának energiafogyasztása leolvasható a villanyóráról. Azonban ez nem a teljes energiaigény, ugyanis a gyártás, a teljes életciklus alatt történő szállítás és a hulladékká vált termék is energiafogyasztással jár. Egy másik aspektusból közelítve maga a használat is több energiafogyasztással jár, mint amit a villanyóránkon látunk. Az internet használatát lehetővé tevő adatközpontok operálása, a rengeteg szerver és hálózat, az ezek működéséhez elengedhetetlen hűtés mind energiafogyasztással jár.

Ahhoz, hogy a termék energiafogyasztása összehasonlítható legyen az életciklus különböző szakaszain- gyártás és szállítás, felhasználás, hulladékká válás- egységes mértékegységre van szükség. A következőkben használt egységes mértékegység a primerenergia felhasználás MJ-ban. Ez a primer energia bruttóban értendő, hisz a felhasználás hatékonysága nem 100%-os. Ennek következtében 2,5 MJ primer energia szükséges 1 MJ villamos áram előállításához. Összehasonlításképpen egy átlagos, 4 fős Dán háztartás megközelítőleg 5000 KWh áramot fogyaszt évente, ami 45000 MJ primerenergia fogyasztással ekvivalens. (1KWh=3,6 MJ →5000 KWh=18000 MJ →18000 MJ villamos energia előállításához 18000x2,5= 45000 MJ primer energia szükséges) (Ole Willum,2008)

Egy IKT termék-életciklus alatti energiafogyasztása, a felhasználás szakaszát nem beleértve, a gyártás szakaszában a legintenzívebb.

A következő táblázatban a PC monitorok gyártásának primer energiafogyasztását láthatjuk.

**2. táblázat: A gyártás energiaigénye a PC monitorok esetében**

<b>Equipment</b>	<b>Primary Energy Consumption (MJ/Unit)</b>	<b>Year data</b>
<b>CRT Screen, Size not specified</b>	1445	2001
<b>LCD Screen, Size not specified</b>	653	2001
<b>CRT Screen 17"</b>	1410	2005
<b>LCD Screen 17"</b>	1225	2005
<b>CRT Screen 15"</b>	979	2000
<b>TFT Screen 15"</b>	5940	2000
<b>TFT Screen 17"</b>	7850	2000
<b>CRT Screen 17"</b>	18538	2001
<b>TFT Screen 15"</b>	1989	2001

**Forrás: Ole Willum, (2008) Residential ICT related energy consumption which is not registered at the electric meters in the residences**

Az eredmények LCA tanulmányokból származnak. A CRT monitorok gyártásának energiaigénye láthatóan magasabb, mint az LCD vagy TFT monitoroké. Az előbbiek gyártása mára már meg is szűnt, az utóbbi két típus, a mára már elterjedt síkképernyős monitorok. (Ole Willum,2008)

A következő táblázat a laptopok gyártásának primer energiafogyasztását tárja elénk.

### 3. táblázat: Laptopok gyártásának energiaigénye

<b>Equipment</b>	<b>Primary Energy Consumption (MJ/Unit)</b>	<b>Year data</b>
<b>Laptop</b>	3710	2001
<b>Chips and Microchips</b>	2300	2001
<b>PWB</b>	408	2001
<b>Bulk Materials</b>	1002	2001
<b>Laptop with 15" LCD</b>	1368	2005
<b>Laptop with 14" TFT LCD</b>	1868	Publ. 2005

**Forrás: Ole Willum, (2008) Residential ICT related energy consumption which is not registered at the electric meters in the residences**

A személyi számítógépekhez képest, a laptopok gyártásának energiaigénye alacsonyabb. Ez egy kicsit meglepő, főleg ha tisztában vagyunk azzal, hogy a mikrocsipek és félvezetők gyártása a legenergia intenzívebb az alkatrészek között. Továbbá, mivel a laptopok komplexebbek és összetettebbek, mint egy asztali gép, így nagyobb energiaigényt feltételezhetnénk. (Ole Willum,2008)

A következő táblázat a nyomtatók és multi-funkcionális eszközök gyártásából és szállításából származó energiaigényt mutatja be.

**4. táblázat: Nyomtatók és Multifunkcionális készülékek gyártásának energiaigénye**

Equipment	Primary Energy Consumption (MJ/Unit)	Year data
<b>Printer, average weight 20 kg</b>	11540	2001
<b>EP-copier MFD, monochrome, Basic workgroup</b>	877369	2005
<b>EP-copier MFD, colour, Advanced workgroup</b>	14639	2005
<b>EP-Printer SFD, monochrome, Standard Laser Printer</b>	2861	2005
<b>EP-Printer SFD, colour, Advanced Laser Printer</b>	4973	2005
<b>IJ-Printer, MFD, personal</b>	1528	2005

**Forrás: Ole Willum, (2008) Residential ICT related energy consumption which is not registered at the electric meters in the residences**

Összehasonlítva a bemutatott táblázatokat, arra a következtetésre juthatunk, hogy a ma már nem gyártott CRT monitorok után a nyomtatók és multifunkcionális eszközök gyártása jár a legnagyobb energiafogyasztással, őket követik a síkképernyős monitorok, majd az asztali gépek és laptopok. Nem feledkezhetünk meg azonban a kisebb IKT eszközökről sem, melyek gyártása szintén jelentős mennyiségű energia felhasználásával jár. Egy PDA gyártása 499 MJ, egy mobiltelefon 111 MJ primer energiát igényel. (Ole Willum,2008)

A következő alfejezetben a gyártás energiafelhasználásából származó környezetterhelést, valamint az ennek csökkentésére tett törekvéseket mutatom be. Külön alfejezetben említem az Öko-design fogalmát, mely a termék tervezésénél hivatott megelőzni illetve csökkenteni a környezetterhelést.

## **Az IKT-k előállításával kapcsolatba hozható környezetterhelés csökkentésének lehetőségei**

Az IKT-nak meghatározó hatásuk van egy szervezet ökológiai lábnyomára. (Jenkin et al. 2010). Az információs technológiák életgörbéje relatív rövid, például egy laptopé 3-4 év, míg egy kiépített hálózaté 5-7 év, így a gyártásból és ártalmatlanításból származó környezetterhelés, illetve a használatból származó energiafogyasztás és az ezzel párhuzamba hozható szén-dioxid kibocsátás is jelentős hatást gyakorolhat adott szervezet ökológiai lábnyomára (Jenkin et al. 2010). Ugyanakkor a világvezető elektronikai vállalatok különös figyelmet fordítanak a fenntarthatóságra és környezettudatos megoldások alkalmazására nem csak környezeti, de üzleti megfontolások miatt is. Erre néhány példa, hogy minden egy millió dollár bevételre vetített elektromos áramfogyasztás 5-25%-kal csökkent az elmúlt néhány év alatt (CEA Riport, 2008). Radikálisan csökkentették a nyersanyag felhasználásukat, valamint visszaveszik termékeiket és lerakás helyett újrahasznosítják, illetve eladják a számukra használhatatlanná vált anyagokat más cégeknek, akik azt nyersanyagként használják fel.

- Az egyik vállalat 2003 és 2007 között az egy alkalmazottra eső villamos energia felhasználását 58%-kal csökkentette, miközben alkalmazottainak száma 60%-kal nőtt.
- Egy másik, az egy millió dollár bevételre eső villamos energia fogyasztását 46%-kal csökkentette, miközben teljes árbevétele 43%-kal nőtt.

Ez a két cég összesen 223000 tonna CO<sup>2</sup> légtérbe kerülését akadályozta meg, ami nem kevesebb, mint ha 51000 autó egy évre eltűnne az utakról. (CEA Riport, 2008)

A környezetterhelés csökkentésében az irodaépületek kialakításának is jelentőségteljes szerep jut. A LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)



épületek átlagosan 25-30% energiát képesek megtakarítani négyzetméterenként. (CEA Riport, 2008)

## Az Öko-design

A termékfejlesztésben, környezetvédelemmel kapcsolatos követelmények meghatározása nem csak környezeti, de üzleti szempontból is nagyon fontos. A legfontosabb cél a káros környezeti hatások csökkentése a folyamatos fogyasztásnövekedés mellett. Az Öko-design egy környezettudatos szemlélet beépítése a termékfejlesztésbe. Az Öko-design fő célja a termékek és szolgáltatások fejlesztése úgy, hogy azok fenntarthatóak legyenek, csökkentve a termékek környezetterhelését az egész életciklus alatt. Figyelmet fordít a fogyasztói követelményekre, mind funkcionalitás, minőség, biztonság, költségek, gyártás, ergonómia és esztétikum szempontjából (Gurauskienė és Varžinskas, 2006).

Néhány gyakorlatban alkalmazott eljárásnál már mérhető a termék környezetterhelésének csökkenése. Erre a legjobb példa a miniatürizálás.



**Forrás: Mario Tobias, 2008**

Ahogy a telefonok, úgy egyre több elektronikai eszköz, computer, kamera esetében figyelhető meg, hogy méretük egyre kisebb, egyre könnyebben hordozhatóak és ökológiai lábnyomuk is zsugorodik. Ennek oka könnyen belátható, hisz a kisebb termékek kevesebb nyersanyagot igényelnek, kisebb a szállítási költségük, és az ehhez szükséges energiaigényük, a gyártáshoz szükséges tér igényük. Gyakran kevesebb energia felhasználásával jár maga a késztermék használata, újrafelhasználása és

újrahasznosítása is. Az Öko-designhoz hozzátartozik a termék csomagolásának optimalizálása is, mely tovább csökkenti a nyersanyag igényt. Ezek a lépések mind hozzájárulnak az alacsonyabb CO<sup>2</sup> emisszióhoz.

Az Öko-design kapcsán többféle tanúsítvány is igyekszik elejét venni a környezetterhelésnek és informálni a fogyasztót az adott termék környezetbarát jellemzőiről, a termék megvásárlása esetén megtakarítható energia nagyságáról. Néhány példa az ilyen törekvésekre:

1. A 'Green Electronics Council' (GEC) felállított egy értékelési rendszert, az úgynevezett EPEAT-ot (Electronic Product Environmental Assessment Tool), mely 8 kategóriában, 51 környezeti kritérium mentén értékeli a termékeket nyersanyag felhasználás, hosszú élettartam és csomagolás tekintetében. 2007-ben, ezzel a tanúsítvánnyal ellátott termékek 75,5 millió tonnával csökkentették az elsődleges nyersanyag-, és 3220 tonnával a toxikus anyagfelhasználást. Míg a villamos energia megtakarítás elérte a 42,2 millió KWh-t, ami 3,7 millió amerikai háztartás egy évi áramellátásával ekvivalens. (CEA Riport, 2008)
2. Az ENERGY STAR egy olyan tanúsítvány, mely az energiahatékonyságra fókuszál. 2006-ban megközelítőleg 35 millió ezzel a címkével megjelölt televíziót, monitort, audió és videó berendezést adtak el az USA-ban. A fogyasztók ezekkel a termékekkel megközelítőleg 100 millió amerikai dollárt takarítottak meg, míg közel 1,4 milliárd font CO<sup>2</sup>-vel kevesebb került az atmoszférába. (CEA Riport, 2008)

A gyártás során a vállalatok igyekeznek növelni az anyaghatékonyságot, kevesebb energiát, vizet, kemikáliákat használni, ezzel is csökkenteni a hulladékképződést. 11 fő elektronikai eszközt gyártó cég 2004 és 2007 között 12,3%-kal csökkentette az egy millió dollár bevételre vetített energiafogyasztását. Ugyanebben a periódusban a 10 legnagyobb vállalat közül 7, 2-33%-kal csökkentette, míg 3, 2-28%-kal növelte az üvegházhatású gázok kibocsátását. (CEA Riport, 2008)

Ebből is látható, hogy még komoly kihívások előtt áll az iparág, mely nagy erőfeszítéseket kíván.

## Az IKT eszközök használatának energiaigénye

A következőkben a már korábban vizsgált termékek gyártásának energiaigényét, a használatuk során elfogyasztott energiával összehasonlításban mutatom be.

**5. táblázat: IKT eszközök használatának energiaigénye a gyártás energiaigényének arányában**

Compared item	Use/Manufacturing	Year
Desktop computer	0,3	1998-2001
Refrigerator	8,0	1998-2001
Most appliances	>1	1998-2001
CRT Screen 17"	0,1	2001
LCd Screen 15"	0,4	2001
Desktop computer ( Control Unit & 15" CRT	2,9	1998 or earlier
Home Desktop PC	3,8	2005
Laptop at home	2,7	2005
LCD at home	2,7	2005
CRT at home	5,0	2005
ICT equipment	1-6	2004
Printer excl. paper	0,5-6	2005
Printer incl. paper	1-62	2005
PDA	0,42	2004
Cellular phone, UMTS	0,07	Publ. 2006

**Forrás: Ole Willum, (2008) Residential ICT related energy consumption which is not registered at the electric meters in the residences**

Mivel a használat során bekövetkező energiafogyasztás nagymértékben függ az IKT eszközök használóinak magatartásától, így a fent látható használatból eredő energiafogyasztás átlagra vetített becsléseken alapszik.

Látható, hogy az újabb tanulmányok szerint a számítógépeknél, laptopoknál, illetve a monitorok otthoni használatánál a használat energiafogyasztása többszöröse a gyártásénak. Az IKT eszközök használat során bekövetkező energiafogyasztása 1-6-szorosa a gyártásénak. Ez nem igaz a PDA-k és mobiltelefonok esetében, aminek egyik magyarázata, hogy e termékek átlagos élettartama meglehetősen rövid. Egy mobiltelefoné átlagosan egy év, míg egy PDA-é három. Így a használat energiafogyasztása nem számottevő a gyártáséhoz képest a termékélettartam alatt, hisz a fogyasztók igen sűrűn lecserélik ezeket a készülékeket, általában nem meghibásodás miatt, hanem egyszerűen megunják a régit és újra cserélik, ami többet tud vagy csak divatosabb. A másik magyarázat a legújabb ilyen kicsi, hordozható készülékek hatékony teljesítmény menedzsmentjében rejlik, mivel az energiafogyasztás szorosan összefügg az akkumulátorok élettartamával és hatékonyságával. (Ole Willum,2008)

A General Electric megállapította, hogy egy termék környezetbarát jellemzőinek 90%-a a tervezésből fakad. A tervezés egyik legspecifikusabb része, a termék használatából származó energiafelhasználás csökkentése, mely minden elektronikai vállalat célja. Erre néhány gyakorlati példa (CEA Riport, 2008):

- A Panasonic például 2000 óta, 96%-kal csökkentette a plazma televíziói standby üzemmód alatti energiafogyasztását, ezzel hozzájárulva mintegy 3,6 millió KWh áram megtakarításához a fogyasztói oldalon.
- A Seiko Epson nyomtatói négyszer kevesebb áramot fogyasztottak 2006-ban, mint 2000-ben. A CRT-eket felváltó LCD monitorok 30%-kal kevesebb energiát használnak monitoronként.
- A Lenovo cég még ezen is túlmutat, és monitorai 33%-kal energiahatékonyabbak, mint más LCD képernyők. Az Intel Core 2 Duo processzora közel tízszer kevesebb energiát használ, 40%-os teljesítménynövekedés mellett, mint a 18 hónappal korábbi modellek. A vállalat erőfeszítéseinek köszönhetően ma egy processzor előállításához kevesebb, mint 10 gallon, azaz 44-45 liter víz szükséges, míg összehasonlításképpen egy farmer nadrágéhoz 1800 gallon.
- A mobiltelefon gyártók között a Nokia élen jár az energiatakarékos töltők terén. 2007 májusában az első cég volt mely beépítette a telefonjaiba azt az alkalmazást, mely figyelmezteti a használót, hogy vegye le a töltésről a készüléket. Ha világszerte minden Nokia felhasználó ennek megfelelően

időben levenné a készülékét a töltőről, annyi energiát takarítanak meg, mely elegendő lenne 100.000 átlagos méretű európai háztartásnak.

Az IKT eszközök energiafogyasztásának meghatározása azonban nem olyan egyszerű, mint amilyenek első pillantásra tűnik. A telekommunikációt lehetővé tevő adatközpontok és infrastruktúrák kiépítése és üzemeltetése is jelentős energiafogyasztással jár. Egy átlagos fogyasztó, aki 1Mbit/s sáv szélességű internet hozzáféréssel rendelkezik, évente átlagosan 47 GB adatforgalmat bonyolít le és 66 KWh áramot, azaz 595 MJ primer energiát fogyaszt évente. Az UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) infrastruktúrája a hardver eszközök gyártását is beleértve, 5397 MJ primerenergiát fogyaszt GB-onként. 10 MB adat létesítése, tárolása és átvitele 1 kg szén elégetéséből származó energiamennyiségnek felel meg. A kommunikációs infrastruktúra hardver eszközeinek gyártásához felhasznált energia csekély mértékű a rendszer működtetéséhez szükséges energiamennyiséghez képest. Ezeket a megfontolásokat is számba vetve, az IKT használatából eredő energiafogyasztás legalább 12-szerese a gyártás energiafelhasználásának. (Ole Willum, 2008)

## **A kisebb, hordozható IKT készülékek töltésből származó villamos energia fogyasztása<sup>1</sup>**

A fogyasztási elektronikai eszközök felelősek a háztartások elektromos áram fogyasztásának kb. 10%-áért, az Egyesült Államokban. Megközelítőleg 2 milliárd elektronikai eszköz van használatban csak az USA-ban. A fogyasztási elektronikai eszközök energiaigényének állandó növekedésével számolhatunk az elkövetkező évtizedekben, ami könnyen belátható, ha körbetekintünk az IKT felhasználásának területein. Egyre többen, egyre nagyobb számban használnak ilyen jellegű eszközöket.

---

1. <sup>1</sup> McAllister, J. A., Farrell, A. E., (2007) *Electricity consumption by battery-powered consumer electronics: A household-level survey*, Energy & Resources Group, Vol.32, pp.1177-1184

Az elektronikán belül a legdinamikusabban növekvő, ugyanakkor legkevésbé tanulmányozott terület a hordozható, feltölthető elektronikai cikkek területe, melyeket energiafelhasználás szempontjából az energiatakarékos kategóriába sorolhatunk. A gyártók leginkább a mobil telefonok, PDA-k és notebookok energiaigényének optimalizálására fordítanak sok energiát, hogy minél több alkalmazás elérhető legyen rajtuk. Ugyanakkor kevesebb energiát fordítanak a töltők fejlesztésébe, javításába. Az olcsó, egyszerű töltők használata során rengeteg energia megy kárba azzal, hogy ha bedugva hagyjuk készülékeinket, azok áramot fogyasztanak, függetlenül az elektronikai eszköz feltöltöttségének szintjétől. A hordozható, feltölthető eszközeinket, mint mobiltelefon, PDA, MP3 lejátszók és még sorolhatnám, rengeteget használjuk. Ezt belátva könnyen eljuthatunk addig a következtetésig, hogy kis hatékonyságnövelés a töltők terén, egész jó megtérüléshez vezet a villamos áramfogyasztásban

Több mint 350 millió akkumulátor kerül forgalomba évente az USA-ban, ebből kb. 43 millió az eladott vezeték nélküli telefonok mellé jár vásárláskor. Három különböző állapotot különböztethetünk meg a töltés kapcsán. Ezek a következők:

- Töltés nélküli üzemmód: A töltő maga be van dugva, de a feltölteni kívánt készülék nincs rácsatlakoztatva. Ez a szóban forgó energiafogyasztásnak (háztartások elektromos áram fogyasztásának kb. 10%-a) a 10%-át emészti fel.
- Töltés üzemmód: Az adott készülék töltődik. Ez relatív rövid idő. A szóban forgó energiafogyasztás mindössze 15%-a adódik a tényleges töltésből. Ebből logikusan következik, hogy amennyiben figyelmet fordítanánk az elektronikai eszközeink használatának mikéntjére, az ebből származó energiafogyasztást 15%-ra tudnánk csökkenteni. Vagyis 85%-ot spórolhatnánk.
- Töltés feltöltődés után (standby): Ez az a sokunk számára ismert szituáció, amikor feltöltés után rajta hagyjuk a készüléket a töltőn. Ez a mód használja a tényleges töltés után a legtöbb energiát, ami lényegében pazarlás. A szóban forgó energiafogyasztás 75%-át teszi ki. A legtöbb energiát akkor fogyasztjuk, amikor a készülékünk már fel van töltve. Korábbi kutatások kimutatták, hogy az évi elektromos áram felhasználás 9%-a tudható be standby üzemmódnak.

2006-ban, az USA-ban hozzávetőlegesen több mint 106 millió kis méretű, elektronikai eszköz volt jelen, csak a háztartásokban. Ezekből minden adott időpontban legalább öt található a fent felsorolt üzemmódok egyikében, vagyis áram alatt, energiát fogyasztva.

A jobb minőségű akkumulátortöltők képesek energia megtakarításra a töltés bármely szakaszában. Az erre vonatkozó stratégiák az időzítés alapú megközelítések, a több lépcsős töltők és az úgynevezett intelligens töltők, mind kifinomult algoritmusokat használnak a túltöltődés ellen valamint az akkumulátor élettartamát is növelhetik. Ez utóbbi azért is fontos, mert a hulladékká vált akkumulátorok veszélyes hulladéknak számítanak és ártalmatlanításuk nem megoldott.

## **Az IKT használatából származó környezetterhelés csökkentésének lehetőségei**

A mai hatalmas szervezetek és vállalatok termelékenységük biztosítása érdekében növekvő számban használnak Információs és Kommunikációs Technológiákat, melyek könnyebben átláthatóvá, nyomon követhetővé és irányíthatóvá teszik működésüket, ezzel hozzájárulva versenyképességükhöz. Az IKT-k használata robbanásszerűen növekszik, kétszer olyan ütemben, mint a világ bruttó összterméke. A legtöbb esetben a felhasznált energiának több mint a fele kárba vész, a rosszul megtervezett, alacsony hatékonyságú IKT-k miatt (Jenkin et al. 2010). A következőkben egy japán példán keresztül mutatom be, hogyan fordíthatók az IKT-k a környezetvédelem javára a Fujitsu által felállított környezettudatos tanúsítási rendszert alkalmazva.

## A környezettudatos megoldások tanúsítási rendszere – Japán<sup>2</sup>

A Kyotói Egyezmény első periódusa szerint Japán kötelezettséget vállalt arra, hogy szén-dioxid (CO<sup>2</sup>) kibocsátását 6%-kal csökkenti az 1990-es évhez képest. Azonban előzetes kalkulációk 1371 millió tonna teljes CO<sup>2</sup> emissziót feltételeztek 2007-re, ami az 1990-es évhez képest 8,7%-os növekedést jelent. Ennek következtében Japánnak 2012-ig 15%-os CO<sup>2</sup> emisszió csökkentést kell kiviteleznie.

Az általánosságban vett kereskedelmi, szolgáltatói szektorból és az irodai tevékenységekből származó szén-dioxid kibocsátás a viszonyítási évhez képest 41,7%-kal nőtt, így elérte a 233 millió tonnát. Ezt számos indokkal magyarázták. Ilyen volt az iroda helységek számának növekedése, ami egyenes arányosan vezet a légkondicionáló berendezések, a világító eszközök, az elektromos áram és nem utolsósorban a különböző információs technológiai berendezések számának növekedéséhez, mely mind megnövekedett energiafogyasztást és CO<sup>2</sup> kibocsátást eredményeznek. A kereskedelmi szektorban, ahogy a vállalatok profilja egyre inkább átalakulóban van és szolgáltatói arculatot ölt (ASPs- application service providers, SaaS- software as a service), egyre nagyobb teret hódítanak az internetes adat központok (Internet data centers), melyek a cégek operatív működésének alap feltételei. Az ilyen irányú fejlődés, különös tekintettel az adatközpontokra, jelentősen növelik az energiafogyasztást.

A japán gazdasági minisztérium kalkulációkat végzett arra vonatkozólag, hogy az információs technológiai eszközök és az adatközpontok energiafogyasztása, míg 2006-ban a teljes elfogyasztott energia 5%-át tette ki, addig 2025-re ez megötszöröződhet és 2050-re meg tizenkét szereződhet a 2006-os évhez viszonyítva. Annak érdekében, hogy csökkentsék az adatközpontokból származó CO<sup>2</sup> kibocsátást, a szerverekre és egyéb IKT-i eszközökre vonatkozó energia megtakarítási intézkedések elkerülhetetlenek. Ugyanakkor azok a részlegek vagy vállalatok, melyek IKT eszközökkel dolgoznak, nagymértékben javítják az üzlet operatív működésének hatékonyságát, így közvetett módon járulnak hozzá a CO<sup>2</sup> emisszió csökkentéséhez. A

---

1. <sup>2</sup> Takafumi H., Kenichi I., Hidefumi U., Michinori K., (2009), *Environmental Load Reduction by ICT*, Fujitsu Science. Technology. Journal., Vol.45, No.1, pp.95-106

2.



japán belügyi és kommunikációs minisztérium jóslatai szerint, az IKT alapú szolgáltatások 2010-re elérhetik a 26,5 millió tonna CO<sup>2</sup> kibocsátás csökkenést.

2004-ben a Fujitsu bemutatott egy környezettudatos tanúsítási rendszert, mellyel felderíthetők azok a megoldási lehetőségek, amik több mint 15%-os CO<sup>2</sup> kibocsátás csökkenést eredményezhetnek a papír felhasználásának, az emberek és tárgyak mozgásának, illetve magának az irodai helység méretének csökkentésével. Érdekes mód, ezzel a tanúsítvánnyal ellátott szolgáltatási csomagok felkeltették a fogyasztók érdeklődését is, és kedvező reakciókat váltottak ki a vevői körökben.

Ez a környezettudatos tanúsítási rendszer a potenciális nyersanyag és energia megtakarításhoz, valamint a hatékonyságnöveléshez való hozzájárulás tükrében értékeli az egyes IKT-i megoldás környezetterhelés csökkentését. Egy IKT-i megoldás lényegében egy folyamat, mely magában foglalja a tervezést, fejlesztést, működést és az egyes tételek ártalmatlanítását. Így kezelhetjük úgy, mint egy életciklust. A rendszer akkor tanúsít egy megoldást "környezettudatosnak", ha az legalább 15%-os CO<sup>2</sup> kibocsátás csökkenést idéz elő. A tanúsítvány alap gondolja, hogy egy információs technológiai rendszer bevezetésének hatásait, környezeti szempontból is vizsgálják és ennek megfelelően környezeti szabályozást alkalmaznak. A tanúsítvány képes számszerűsíteni az IKT bevezetése által elérhető papír használat csökkenését, a munka hatékonyság növekedését, ezáltal vizualizálni a tényleges környezetterhelést.

A tanúsítási folyamat első része egy kvalitatív értékelés, mely feltárja a vevői értéket, a kiemelkedő jellemzőket és technológiai erősségeket. Ebben a szakaszban olyan, mint egy "Környezetbarát Megoldás"-ként regisztrált alkalmazás.

Majd ezt követi a kvantitatív értékelés, mely során a "Software/Service" környezeti hatáselemzéssel számszerűsítik és összehasonlítják a CO<sup>2</sup> kibocsátást a bevezetés előtt és után. Ebben a szakaszban 7 faktort vizsgálnak, beleértve a nyersanyagfogyasztást, az emberi mozgást és az irodai teret. Ezeknek a tényezőknek direkt vagy rejtett hatásuk van a CO<sup>2</sup> emisszióra. Amikor a papír használat, vagy autó használat csökkenéséről beszélünk akkor egy az egyben, direkt CO<sup>2</sup> kibocsátást érünk el. Habár amennyiben a tömegközlekedést vesszük példaként, ott nincs ez a hatás, csak abban az esetben, ha az emberek száma és utazási gyakorisága radikálisan csökken, és így újra kell tervezni a menetrendet, ritkítva a járatokat. Hasonlóképp egy irodában a munkaórák csökkenése sem lesz azonnal kézzelfogható az IKT bevezetését követően. Ebben az esetben rejtett hatásokról beszélhetünk. Mindezen túl egy software megoldás

bevezetése nagy változásokat idéz elő a munkafolyamatokban és a vállalati struktúrában.

Az utolsó szakasz nem más, mint kiadni a tanúsítványt, amennyiben a CO<sup>2</sup> emisszió csökkenés legalább 15%.

## **A környezeti hatásvizsgálat módszere**

A következőkben leírt folyamat az IKT-k környezetterhelésének vizsgálatát mutatja be.

### **1. A funkcionális egységek meghatározása.**

Az első lépésben az IKT fő funkciói képzik a vizsgálat tárgyát. Ehhez pontosan meg kell határozni mi az, amit vizsgálni akarunk az adott megoldásban, és meg kell határozni azt a periódust, amelyben értékelni kívánjuk a rendszert. Azért, hogy a fogyasztók számára kézzelfogható legyen az IKT bevezetésének pozitív hatása, vagyis mérhető legyen a környezetterhelésben bekövetkezett változás, legalább egy évnek el kell telnie.

### **2. A második lépésben le kell határolni a vizsgáldás hatáskörét és tényeket kell felsorakoztatni, melyek alátámasztják az értékelést.**

Ebben a szakaszban meg kell vizsgálni, hogy a bevezetésre került rendszer az üzleti folyamatok összes korábbi tevékenységét helyettesíti-e, vagy csak azok egy részét. A folyamat egyik legnehezebb része, a kézzelfogható tények összegyűjtése, ezért a végső döntést tapasztalt, környezetterhelést értékelő szakemberek hozzák meg, egymással szorosan együttműködve és állandó konzultáció útján. A vizsgálat hatáskörének megállapítása és az eredmények alátámasztása a legfontosabb szakasz a környezetterhelés értékelésében, így biztosítani kell rá a szükséges időt és embert.

### **3. A környezetterhelés számítása és az eredmények diagramon való megjelenítése.**

Ebben a lépésben Kiszámolják a teljes CO<sup>2</sup> kibocsátást az összes környezeti hatás faktorra az ICT bevezetése előtti periódusra és utánra. Ebben a folyamatban egy belső adatbázis kezelő szoftvert használnak, mely a faktorokat inputként kezeli és automatikusan megjeleníti a diagramot a bevezetés előtti és utáni eredményekkel.

### **4. A tanúsítvány kiadása.**

Az utolsó lépés a tanúsítvány kiadása. Egy ellenőrzőlista alapján, az egyes vállalati osztályok illetékesei ellenőrzik az emisszió csökkenés mértékét, s végezetül a felső

vezetés jóváhagyásával az IKT megoldást környezettudatosnak nyilvánítják, majd közzé teszik a Fujitsu honlapján.

## **IPKNOWLEDGE – Egy környezettudatosnak minősített IKT bevezetése és hatásai**

Az IPKNOWLEDGE egy, az önkormányzatoknál használt IKT megoldás, mely integrálja a dokumentumkezelést, pénzügyi számvitelt, általános ügyvitelt, elektronikus számlázást és bérezést. A rendszer bevezetése és használata jelentősen növelte az adminisztráció hatékonyságát. Japánban a bevezetés előtt egy általános szerver alapú rendszert használtak, a dokumentáció papíron történt, melynek vezetése nagy emberi munkabefektetést igényelt. Hatalmas területet igényelt a rengeteg dokumentum tárolása. Az IPKNOWLEDGE bevezetése által áttértek egy szerver alapú Webes rendszerre, mely lehetővé tette az elektronikus ügyvitelt, ami nem csak a munkahatékonyságot növelte, de papírmentesítette a folyamatokat. Az elektronikus dokumentum tárolás pedig radikálisan csökkentette a tároló helyek méretét.

CO<sup>2</sup> emisszió összehasonlítása a bevezetés előtt és után:

A következőkben bemutatott eredmények egy körülbelül 2500 alkalmazottat foglalkoztató önkormányzat belső információiból erednek, ahol az elektronikus formában történő ügyvitel elérte a 90%-os szintet az IKT bevezetésének köszönhetően. A bevezetés előtt az irodahelység volt felelős a teljes környezetterhelés 87,2%-áért, ami főleg a munkaórák számából származott. Ez az arány 39,9%-ra csökkent a bevezetés után. A papírhasználatból származó környezetterhelés 6,5-ről 2,8%-ra esett vissza. Ellenben az IT-ből származó energiafogyasztás 4,9-ről 11%-ra ugrott. A teljes környezetterhelés összehasonlítása során a bevezetés előtthöz képest, a bevezetés után 45,4%-os csökkenés volt kimutatható. Ebből is látható, hogy egy megfelelő 'zöld' IKT bevezetése környezetbarát, ugyanakkor költséghatékony és munka hatékonyság növelő is egyben.

A kézzelfogható, összehasonlításra és döntéshozatalra alkalmas eredmények érdekében fontos a környezetterhelés vizsgálati módszereinek szabványosítása az IKT-val kapcsolatban. Ehhez kooperációra van szükség a cégek, a kormányhivatalok és

oktatási intézmények között. Ez azért elengedhetetlen, mert a különböző módszerek használata, akaratlanul is kételkedésre adnak okot az eredmények tekintetében.

A következő fejezetben a termék-életciklus utolsó szakaszához érve, a hulladékká válással kapcsolatos problémákat fejtem ki.

## **Az EEE hulladék kezelésének problémái és lehetőségei**

Az elektromos és elektronikai eszközök (továbbiakban EEE) hulladékká válása csak minimálisan járul hozzá az IKT-k energia mérlegéhez (Ole Willum,2008), így az IKT-ból származó hulladék környezetterhelése a fentiekől eltérően, nem az energiafogyasztás növekedésén keresztül ragadható meg leginkább, hanem a tonnában mérhető szemét és veszélyes hulladékkeletkezésén, valamint ezek kezelésének problematikáján keresztül.

A legnagyobb problémát a hulladék mennyiségének exponenciális növekedése jelenti, a lerövidült élet-ciklus következtében. Évente mintegy 20-50 millió tonna elektronikus hulladék keletkezik világszerte. A települési szilárd hulladék mintegy 5%-a elektronikai hulladék. Míg a települési szilárd hulladék mennyisége 2007 és 2008 között összességében csökkent, addig az elektronikai hulladék mennyisége folyamatosan növekszik. Az Európai Unióban az elektronikai hulladékok évi 3-5%-os növekedésével számolnak (Electronics TakeBack Coalition, 2010). A technológia olyan gyors ütemben fejlődik, hogy hamarabb dobjuk ki elektronikai eszközeinket, minthogy megoldás lenne a kezünkben a hulladék kezelésére. (Eric Webb, 2008)

A következő táblázat néhány elektronikai eszköz várható élettartamáról ad képet.

**6. táblázat: Egyes elektronikai eszközök várható élettartama**

PRODUCT	DURATION OF INITIAL SERVICE LIFE (YEARS)
Desktop Computers <sup>a</sup>	1978-1998: 2 to 4
	1999-2004: 3.3 to 4
Laptop Computers <sup>b</sup>	2 to 3
CRT Monitors <sup>c</sup>	4
LCD Monitors <sup>d</sup>	3 to 8
Keyboards	Same as Desktop Computers
Computer Mice <sup>e</sup>	1 to 5
Desktop Computer Printers <sup>f</sup>	3 to 6
Projection Televisions <sup>g</sup>	7 to 13
CRT Televisions <sup>g</sup>	7 to 13
Cell Phones <sup>h</sup>	1.5 to 2.5

**Forrás: Management of electronic waste in the United States: Approach two (2007), EPA Riport**

Egy asztali gép élettartama 2 és 4 év közé tehető, hasonlóan egy laptopé 2-3 év közé. Ennél kicsit jobb a helyzet a monitorok és nyomtatók esetében, melyek 3-8 és 3-6 évig is használatban maradnak, mielőtt kicserélnék őket. A mobiltelefonok rendelkeznek a legrövidebb életgörbével, ami mindössze 1,5-2,5 év. A relatív gyors elavulás a hulladékkeletkezés mértékének növekedését idézi elő.

Az e-hulladékból származó leginkább szennyező anyagok a nehéz fémek, az ólom, melynek égetése során ólomfüst kerülhet a levegőbe, a kadmium, mely égetés során fém-oxid formájában vízzel érintkezve lúg képződéséhez vezet, a lítium, mely erősen tűzveszélyes, a higany, a klór, bárium-oxid és még számos egyéb vegyület (Fehér et al.2003). A következő táblázat egy mobiltelefon anyagösszetételét tárja elénk grammban kifejezve. Látható, hogy a korábban tárgyalt anyagok nagy része megtalálható benne.

7. táblázat: Egy mobiltelefon anyagösszetétele

MATERIAL	AMOUNT CONTAINED (GRAMS) <sup>*</sup>	PERCENT OF TOTAL MASS
<b>Metals</b>	58	43.8%
Lead	1	0.9%
Aluminum	12	9%
Iron	11	8%
Tin	1	1%
Copper	26	19%
Nickel	1	1%
Zinc	4	3%
Silver	1	0.9%
Mercury	1	1%
<b>Plastics</b>	63	46%
<i>Silica</i>	5	4%

**Forrás: Management of electronic waste in the United States: Approach two 2007, EPA Riport**

A hulladékkezelés problémájára különböző lehetőségek állnak rendelkezésre. A legcélravezetőbb megoldás a termék élettartamának kitolása (**'rethink'**), mely már a tervezés szakaszában fontos szempont kell, hogy legyen. A hosszabb használat direkt következménye, hogy ritkábban kell lecserélni a készüléket, így csökkentve a hulladékképződést. A hulladékkeletkezés megelőzése (**'reduce'**), a nyersanyag felhasználás csökkentése, tisztább nyersanyagok használata, valamint az újrahasználat és újrahasznosítás koncepcióját foglalja magában. Az újrafelhasználás (**'reuse'**) nem más, mint a termék eredeti célra történő ismételt felhasználása. Ennek lehetőségei a következők (Fehér et al.2003):

- Direkt újrafelhasználás: A készülék minden változtatás nélkül kerül újrafelhasználásra, lényegében tulajdonost cserél. A fejlett világ leselejtezett elektronikai eszközei, gyakran kerülnek újra használatra a fejlődő országokban (UNEP, 2005). Ezzel növelve a termék-életciklusát, ugyanakkor a felhasználók számát is.
- Felújítás, javítás: A készülék néhány alkatrésze kerül kicserélésre, ezzel növelve a termék élettartamát, esetenként értékét is. Ebben az esetben bár

hulladék keletkezik, a hulladékhatás alacsonyabb, mint a teljes kiselejtezés esetén (Fehér et al.2003).

- Alkatrészként való felhasználás: Ha már a felújítás túl magas költségekkel jár, nem éri meg. Ilyenkor még mindig lehetőség van az ép alkatrészek újra használatára.

Azok az alkatrészek melyek már semmilyen formában nem használhatók újra, szétszerelésre kerülhetnek. (Fehér et al.2003).

**8. táblázat: Elektronikai hulladékok az USA-ban, 2007**

Products	Total disposed** (million of units)	Trashed (million of units)	Recycled (million of units)	Recycling Rate (by weight)
Televisions	26.9	20.6	6.3	18%
Computer Products*	205.5	157.3	48.2	18%
Cell Phones	140.3	126.3	14	10%

**Forrás: Electronics TakeBack Coalition - Facts and Figures on E-Waste and Recycling, Updated: June 4, 2010**

A fenti táblázat első oszlopában láthatjuk az USA-ban, 2007-ben kiselejtezett televíziók, számítógépek és kapcsolódó eszközök, mint processzor, monitor, notebook, billentyűzet, egér és egyéb perifériák, nyomtatók, másolók, multifunkcionális eszközök faxok, valamint mobiltelefonok számát milliós nagyságrendben. Ez az oszlop nem tartalmazza azokat az eszközöket, melyeket leselejtezték ugyan, de raktáron tartanak. Mintegy 205,5 millió leselejtezett számítógép és azzal kapcsolatos termékből 157,3 millió került a kukába és mindössze 48,2%-át hasznosították újra. Az újrahasznosítási arány mindössze 18%. Ennél is rosszabb a helyzet a mobiltelefonok esetében, ahol 140,3 millió leselejtezett mobilból 126,3 millió végzi kukában és mindössze 14 milliót hasznosítanak újra. Itt az újrahasznosítás aránya 10% csupán.

További adatok szerint, 2007-ben az USA-ban 29,9 millió asztali gépet és 12 millió laptopot selejtezték le, ami több mint 112000 kidobásra ítélt computer naponta. Hasonló

sorsra jutott 31,9 millió monitor is. Összesen mintegy 400 millió egységnyi elektronikus hulladék keletkezik évente, és 2008-ban 3,16 millió tonna elektronikai hulladékot selejtezték ki melynek, mindössze 13,6 %-a lett újrahasznosítva, a fennmaradó mennyiség lerakóba került vagy elégették (Electronics TakeBack Coalition, 2010).

A fentiekén túl mintegy 235 millió egységnyi elektronikai hulladékot selejtezték ki 2007-ben, ami a fogyasztóknál maradt készleten vagy otthonaikban tárolják. Ez a mennyiség nem tartalmazza a kiselejtezett mobiltelefonokat, ugyanakkor hozzávetőlegesen 99,1 millió TV-t, 65,7 millió asztali számítógépet, 42,4 millió monitort, 2,1 millió laptopot és 52,2 millió nyomtatót, faxot, másolót és multifunkcionális eszközt foglal magában (Electronics TakeBack Coalition, 2010).

Az elektronikai eszközök alkotórészei tartalmaznak olyan veszélyes anyagokat, melyek újrahasznosítása nem lehetséges. Ezeket ártalmatlanítani, vagy megfelelő körülmények között tárolni kell ('disposal'). Egyes összetevőket a gépi aprítást követően elégetik ('incineration'). Azonban a veszélyes hulladéknak számító alkatrészek esetében erre nincs lehetőség, mert az aprítás és égetés során erősen mérgező anyagok kerülnek a környezetbe. Ebben az esetben a kézi szétszerelés vagy a veszélyes hulladéklerakókban való tárolás alkalmazható. A kézi szétszerelés alkalmával bizonyos anyagok visszanyerhetők az elektronikai hulladékokból ('recovery'). Egy tonna computer hulladékból több arany nyerhető ki, mint 17 tonna arany ércből. Vagy 10 kg alumínium visszanyerése, a gyártás energiaszükségletének mindössze 10%-át igényli, 13 kg bauxit melléktermék létrejöttét, 20 kg CO<sup>2</sup> levegőbe kerülését, 0,11 kg kén-dioxid emisszióját előzi meg (Electronics TakeBack Coalition, 2010).

A következőkben bemutatom az IKT-k hulladékkezelésére vonatkozó legfontosabb szabályozásokat.

## **Az EEE hulladékkezelésére vonatkozó legfontosabb szabályozási mechanizmusok**

A világ számos országában felismerték, hogy szükség van az elektronikai hulladék kezelésének valamilyen formában történő szabályozására. Azokban az



országokban a legstrukturáltabb a szabályozási mechanizmus, ahol az elektronizáltság szintje relatív magas, az informatikai eszközök használata mindennapos, így az ebből származó hulladék mennyisége is jelentős. Több tényező is hathat a jogi szabályozás iránti igény megjelenésére (Fehér et al.2003):

- Az informatikai eszközök használatának gyakorisága és egy adott ország fejlettsége között látni lehet némi összefüggést. A fejlett országokra jellemző, hogy az elektronizáltság az élet szinte minden területén jelen van, a termelésben, az államigazgatásban, a lakossági felhasználásban. A fejletlen országokat azonban főleg a multinacionális cégeken keresztül éri el az elektronizálódás, bizonyos esetekben az államigazgatásban is felüti a fejét, de nem jellemző olyan nagymértékben, mint a fejlett országok esetén.
- A felhalmozódott hulladékká vált elektronikai eszközök mennyiségétől függően nyomást gyakorolhat, vagy kényszerítheti a kormányzatokat, hogy megoldást találjanak a hulladékkezelésre.
- Egyre nő azon vállalatok száma, melyek nagy hangsúlyt fektetnek a környezettudatosságra. A társadalmilag felelős vállalat elfogadottsága pozitívan hat a vállalat imására és szerepet játszik a fogyasztók megnyerésében.

A legismertebb szabályozási mechanizmus az Európai Unió **'Directive on Waste from Electrical and Electronic Equipment (WEEE)**, 2002/96/EC direktívája, mely az EEE hulladék begyűjtésére, kezelésére, hasznosítására és újrafeldolgozására vonatkozik. Ez az irányelv azt a célt hivatott elérni, hogy csökkentse a keletkező EEE hulladék mennyiségét és növelje annak újrafelhasználását és újrahasznosítását. Az Európai Bizottság 2003-ban fogadta el az irányelvet, mely az egyes tagállamok elé kötelező érvényű elvárásokat állít, ezzel igyekszik javítani minden, az EEE életciklus során szerepet játszó érintett környezeti teljesítményét. Beleértve a gyártókat, termelőket, forgalmazókat és fogyasztókat. Az eredmények nem érhetők el hatékonyan csak akkor, ha a tagállamok közösségi szinten cselekszenek és egységesítik a korábban sok esetben ellentmondásos nemzeti szabályozásukat. Az irányelv lefed minden EEE berendezést, melyeket tételesen fel is sorol, továbbá meghatározza a szelektíven gyűjtendő és

kezelendő alkatrészeket és alkotóelemeket (Fehér et al.2003). Előírja a gyártói felelősségvállalást, mely a következő kötelezettségeket foglalja magában:

- kötelezettség a szóban forgó eszközök lehető legnagyobb mértékű újrahasznosítására a szeméttelpeken való elhelyezés helyett,
- valamint a hulladékkezelés költségeit a gyártóknak és forgalmazóknak kell finanszírozni, és ezt ki is kell kényszeríteni,
- az Európai Unió területén értékesítő cégek, kötelesek címkékkel ellátni termékeiket, melyek felhívják a fogyasztó figyelmét a termék-életciklus végén az eszköz szelektív begyűjtésére, fel kell tüntetni a veszélyes anyagokat is tartalmazó EEE hulladék hatását a környezetre, természetre és az emberi egészségre, valamint meg kell határozni mely tevékenységek végezhetők el az egyének által az újrahasznosítás, újrafelhasználás és ártalmatlanítás során,

**10. ábra: Az EU WEEE direktívájának jelölési címkéje**



**Forrás:** <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/6253250.stm>

- a cégeknek készen kell állni a termék visszavételére és újrahasznosítására, törekedniük kell olyan eszközök gyártására, melyeknek hosszabb az élettartamuk, és az életciklus lejártával könnyebb a szétszerelhetőségük, nagyobb arányban és hatékonyabban hasznosíthatók újra.

Az EU 2004-es határidővel kötelezte tagállamait a direktíva nemzeti jogba való átültetésére, azonban ez Ciprus kivételével sehol sem történt meg. Pedig amennyiben az

IKT eszköz az európai WEEE direktívának megfelelően kerül hulladéklerakóba, a visszanyert energia még csökkentheti is egy kicsivel a teljes energiafogyasztását a terméknek (Ole Willum,2008). Az 1999/31/EC '**Landfill Directive**', hulladéklerakókra vonatkozó irányelv célja az EEE lerakásából származó negatív környezeti hatások megelőzése és csökkentése. A '**Restriction of the use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment Directive (RoHS)**', bizonyos veszélyes anyagok használatának tilalmára vonatkozik. (Forrás: [http://www.redemtech.com/ewaste\\_emea.aspx](http://www.redemtech.com/ewaste_emea.aspx))

## Az IKT árnyoldalai- A Jevons- paradoxon

„A Jevons-paradoxon azon a megfigyelésen alapszik, hogy egy természeti erőforrás kiaknázásában bekövetkező hatékonyságnövekedéssel gyakran jár együtt az erőforrás fogyasztásának növekedése. A paradoxon kétségbe vonja, hogy a technológiai előrelépések önmagukban minden körülmények között a természeti erőforrások megőrzését eredményezik.” (York, 2008)

Az IKT-k áthatják a gazdaság minden szektorát a fenntarthatóságra gyakorolt hatásuk a mai napig vita tárgyát képezi. Eredetileg azért kerültek a fejlesztés középpontjába, hogy a munka hatékonyságát növeljék. Ahogy idővel egyre több és több ember kezdett el számítógépet használni, megjelent az igény ezeknek az eszközöknek a felhasználó barát tovább fejlesztésére. Nem véletlen az elnevezés: személyi számítógép (PC). Az IKT-k egyre inkább felhasználó barátok, egyre több ember képes használni őket, minden nehézség nélkül. Használatuk jelentős mértékben képes csökkenteni a társadalom által elhasznált energiát. Ugyanakkor az IKT maga is energiafogyasztással jár. Egészen napjainkig sokan úgy vélekednek, hogy az IKT megoldás lehet a fenntarthatóság kérdésre. Lehetővé teszi a dematerializációt, magasabb hatékonyságot biztosít a gyártási folyamatoknak és az emberek viselkedését is egy fenntarthatóbb gondolkozás irányába mozdítja.

Azonban az IKT pozitív hatásai nem ilyen egyértelműek, ugyanis vannak olyan folyamatok, melyek ezt megkérdőjelezzik. Az első felismerés arra vonatkozóan, hogy az IKT iparág nem olyan „tisztá”, mint amilyennek hitték 2007-ben a Gartner Group elemzésének eredményeképp ütötte fel a fejét, amikor szembesültek a ténnyel, hogy az IKT felelős a világ energiafogyasztásának 2%-áért.

A szakirodalom két folyamatra is felhívja a figyelmet. Az egyik a „greening of ICT”, vagyis magának a technológiának a ’zöldítése’, a másik a „greening by ICT”, ami abból a felismerésből fakad, hogy míg az energiafogyasztás 2%-áért felelős maga az IKT, addig a fennmaradó 98%-ra is jelentős hatást gyakorol. Ez utóbbi kifejezés alatt értjük például a fizikai termék értékesítésétől való elmozdulást a szolgáltatásnyújtás felé, amit az IKT-k dematerializációs hatásának is nevezünk. Egy másik példa az információhoz való hozzáférés elektronikus úton, vagyis a papír használatának mellőzése. Azonban az erre vonatkozó elképzelések, a papírmentes irodákról még nem váltak valóra. Nem lehetünk biztosak benne, hogy az IKT-k rövidtávú előnyei,

hosszútávon is beváltják a hozzájuk fűzött reményeket. Ezért olyan környezetpolitikát kell tervezni, ami biztosítja, hogy az IKT-k pozitív hatással legyenek a környezetre és elnyomják a lehetséges visszapattanó hatásokat. Számos lehetőség ismert, mellyel az IKT-k hozzájárulhatnak a fenntarthatósághoz. Ugyanakkor számolnunk kell a megnövekedett energiaigény esetleges visszapattanó hatásaival. Ennek leghatározottabb példája, a fogyasztás. Ha az IKT lehetővé teszi a gyártás költségeinek csökkentését, a termék olcsóbbá válik, így növeli a keresletet. A megnövekedett fogyasztás pedig megnövekedett szennyezéshez vezet. Ezek azok a visszapattanó hatások, melyek megnehezítik az IKT-k fenntarthatósággal kapcsolatos hatásainak vizsgálatát és értékelését.

A kérdés, hogy az IKT hozzájárul-e a fenntarthatósághoz különbözőképpen van megválaszolva különböző emberek által. Az optimista szemlélet szerint az IKT leváltja majd a káros termékeket, a termelékenység nőni fog, de a termelés nem. A másik oldalon a pesszimistábbak, azt hangsúlyozzák, hogy az IKT maga nagyon környezetszennyező, lerövidíti a termékélettartamot, ezzel növeli a fogyasztást valamint rengeteg energiát fogyaszt (Bomhof & Hoorik, 2009).

A visszapattanó hatás a viselkedésbeli vagy más rendszerek változásaira vonatkozik, egy természeti erőforrások felhasználását csökkentő technológiai újítás, vagy intézkedés bevezetésének következményeként. A bekövetkező változások csökkentik az intézkedés pozitív hatásait. (Bomhof & Hoorik, 2009) Egy bizonyos területen alkalmazott IKT alkalmazása gyakran van hatással valamely más területre. Ezeket a hatásokat a következőképp csoportosíthatjuk (Hilty, 2006):

- Elsődleges hatások: Az IKT fizikai létezésének eredményei, mint az elektronikai eszközök gyártásának, használatának, újrahasznosításának és lerakásának környezeti hatásai.
- Másodlagos hatások: Közvetett környezeti hatások. Az IKT folyamatokra, - mint gyártás vagy szállítás - gyakorolt hatása, és azok környezeti hatásaiban bekövetkező (növekedés vagy csökkenés) változások.
- Harmadlagos hatások: Közép és hosszú távon, az IKT eszközök és szolgáltatások stabil elérhetőségéből származó gazdasági berendezkedés környezeti hatásai.

A fentiek tükrében az IKT-k következő környezeti hatásaival lehet számolni a jövőben (Bomhof & Hoorik, 2009):

- Az elsődleges hatások az IKT-k gyártásából és használatából származnak, mely energiafogyasztással jár. Az IKT-k direkt környezeti hatása negatív. Az elektronikai eszközök gyártása nyersanyag kitermeléssel kezdődik, ami nagyon anyag és energia intenzív (Plepys, 2002). Mindezen túl a gyártás számos káros hatását ismerjük: energiafogyasztás, víz, savas anyagok, fémek, szerves részecskék, kloridok, toxikus és más anyagok felhasználása és toxikus anyagok emissziója. Az IKT-k az energia felhasználás és hulladékképződés kapcsán jelentősen hozzájárulnak az üvegházhatású gázok emissziójához. Az összes felhasznált nyersanyag, mely így is szűkös erőforrás, mindössze 2%-a kerül ténylegesen a termékbe, 98%-a hulladék.

Továbbá az IKT-k használata rengeteg energiát igényel. Az USA teljes energiafogyasztásának 2-3%-a csak az irodákban használt IKT-nak tudható be, melynek növekedése az elkövetkező 20 évben elérheti az 5%-ot (Kawamoto et al. 2001). Mindemellett a háztartások IKT használatból származó energiafogyasztása is folyamatosan nő. Egy személyi számítógép ökológiai lábnyoma közel 1800 m<sup>2</sup>, míg a használatból fakadó energiafelhasználásának az ökológiai lábnyoma, ennek 1000-szerese. Jóval több, mint az élet-ciklus bármely egyéb szakaszán (Plepys, 2002). A nagyobb sebességű kommunikációs vonalak fejlődése hozzájárul a gyorsabb számítógépek iránti keresletnövekedéshez, ami tovább növeli az energiafogyasztást. Az internetforgalom minden hat hónapban megduplázódik, a szélessávú internetkapcsolat bátorítja az audio-vizuális tartalmak letöltését, melyek kapcsán számítógépek 24 órát operálnak naponta. Továbbá a számítógép hálózatok további nagy energiaigényű eszközök alkalmazását követelik, mint szerverek, erősítők, routerek, adattárolási eszközök. (Plepys, 2002).

- A másodlagos, indirekt hatások, az IKT-k használatából származó hatások az energiafelhasználásra, a hatékony gyártási folyamatok és üzleti modellek kialakulásának elősegítésével hozható kapcsolatba. A gazdasági berendezkedés egyre inkább elmozdul a szolgáltatások nyújtása felé, melyek nyersanyag felhasználás nélkül születnek. Erre példával szolgálnak azok a beszállítók, akik a termék helyett szolgáltatást kínálnak a fogyasztóknak. Egy másik példát képez az IKT-k ellátási láncra gyakorolt hatása, ahol a termék egyszerűbb áramlásának feltételeit biztosító IKT-nak köszönhetően, sokat lehet megtakarítani a tárolásra

kialakított helyek csökkentésével. Sok kutató állítja, hogy az elmúlt évek gazdasági növekedése az IKT-nak köszönhető.

- A harmadlagos hatások az IKT-k által bővített környezeti hatásokról való ismereteink kapcsán írhatók le. Például a környezetünkről való tudásunkhoz IKT és szenzor alkalmazások kapcsán jutottunk hozzá. Világszerte figyeljük a természetet és környezetünket IKT programokkal, mint például a Global Forest Watch, vagy számos egyéb GIS rendszer.

Visszapattanó hatás akkor következik be, amikor a hatékonyságnövekedés (*ceteris paribus*) új keresletet generál, ami ellensúlyozza vagy felülmúlja a nagyobb hatékonyságból származó környezeti előnyöket. Ezt nevezzük direkt árhatásnak (Plepys, 2002). Az IKT-k hatékony energiafelhasználásából származó pozitív hatásokat elnyomhatja a kereslet növekedéséből fakadó megnövekedett energiaigény. Az IKT használatának terjedése egy negatív folyamattal is együtt jár, ez a rematerializáció, azaz a virtuális információ CD-re írása vagy papírra nyomtatása (Erdmann et al.2004). Az IKT-k megnövekedett fogyasztásának negatív környezeti hatásai az életciklus utolsó szakaszában a leginkább láthatók. Évente mintegy 14-20 millió számítógépet selejteznek ki, melyeknek 10-15%-át újra használják, 15% végzi személtlerakókon és a maradék a felhasználóknál marad félre téve (Plepys, 2002).

A környezetpolitikának igen nagy szerepe van a visszapattanó hatások kivédésében. A következőkben olyan intézkedéseket mutatok be, melyek fontos szerepet játszanak, ha a cél a környezeti hatások tényleges csökkentése (Erdmann et al.2004):

1. Az IKT általi hatékonyságnövekedés a közlekedésben nem járhat a keresleti oldal szabályozása nélkül. Az Intelligens Közlekedési Rendszerek (továbbiakban IKR) által elért idő csökkenés vagy kapacitásnövekedés egyenes út a keresletnövekedéshez. Ezekben az esetekben a környezeti externáliák internalizálása, az energia és üzemanyag árának emelése visszafoghatja a kereslet növekedését. Továbbá az IKR a fejlesztés és források allokációjával, a zökkenőmentes utazást lehetővé tevő útvonalak és menetrendek kialakításával, vezeték nélküli internet hozzáféréssel a közlekedési járműveken, - például vonatokon - támogathatja és teheti vonzóvá a tömegközlekedést. A virtuális mobilitás sem vezet önmagában jelentős közlekedési megtakarításokhoz, ha nem élvez politikai támogatást. A virtuális találkozó valószínűleg a leghatékonyabb

e- alkalmazás a közlekedés környezeti hatásainak csökkentésére. Ugyanakkor a mobil munkavállalók számának növekedése potenciálisan növelheti a közlekedés iránti keresletet, ami enyhíthető megbízható és megfizethető sáv szélességű internet biztosításával, hatékony e-munkát lehetővé tevő intézkedések meghozatalával, e-találkozók népszerűsítésével, valamint az előzőekkel egy időben, a közlekedés költségeinek növelésével.

2. Az IKT-nak fontos szerepe lehet az energia hatékony felhasználásában is, amennyiben mind a keresleti, mind a kínálati oldalon alkalmaznak erre vonatkozó szabályozásokat.
3. Az IKT-k rövid élettartama nagyban hozzájárul a hulladékká vált elektronikai eszközök felhalmozódásához. Ezért a környezetpolitikának fontos szerepe van a gyártók ösztönzésében, hosszú élettartamú termékek gyártására, valamint az Európai Unió direktívák szigorú betartatásában, melyek kiterjesztik a gyártói felelősséget a teljes termék - életciklusra. Ezzel is ösztönözve a hulladék mennyiségének minimalizálását.

A fenntarthatóság szempontjából az IKT-k elé állított elvárásunk, hogy feloldja a szoros kapcsolatot a gazdasági növekedés és a környezet degradálása között. Azonban az IKT és környezet kapcsolatáról még nagyon keveset tudunk. Gordon Moore törvényének megfelelően az IKT-k exponenciális növekedésének lehetünk szemtanúi. Ez a növekedés kéz a kézben jár az elektronikai berendezések, hardver eszközök árának csökkenésével, melyek így elérhetővé váltak és válnak széles felhasználói körökben. A mai trendeknek megfelelő jelenség, hogy egyre nagyobb teljesítményt és szélesebb funkcionalitást kapunk ugyanazért az árért, aminek következménye a megnövekedett energia és nyersanyag felhasználás az IKT hardverek terén. Az IKT termékek és szolgáltatások növekvő fogyasztása és a gazdaságban betöltött szerepük a környezetre is komplex hatást gyakorol, mely hatások lehetnek pozitívak, negatívak vagy semlegesek (Plepys, 2002). Az új technológiák környezetre gyakorolt hatása nagyban függ attól, hogyan használják őket. Nagyon nehéz megjósolni, hogy milyen módon befolyásolják az IKT-k a fogyasztói szokásokat, az intézményi és szervezeti struktúrákat, hisz egyrészt a változások nagyon dinamikusak, másrészt a rendszer nagyon komplex.

A következőkben Plepys 2002-es publikációja alapján, bemutatok néhány területet, ahol az IKT térhódításától pozitív környezeti hatásokat vártak, ám ez vagy nem teljesült, vagy nem az elvártaknak megfelelően:



1. Az első ilyen terület az irodai papír használat problémaköre: Míg néhányan azt várták az IKT-től, hogy lehetővé teszi a papír teljes mellőzését az irodákban, az elmúlt évtized tapasztalatai azt mutatják, hogy nemhogy csökkent volna, de egyes esetekben még növekedett is a papírhasználat. Az USA-ban 1960 és 1997 között megötszöröződött a felhasznált papír mennyisége. A becslések szerint a világ papír iránti kereslete 2010-re 30%-kal növekedett elérve a 420 millió tonnát.
2. A digitális média környezeti szempontból pozitív, helyettesítési hatása a használat intenzitásától függ. Egy svájci tanulmány összehasonlította az információáramlás három különböző módját, TV-n, interneten és újságon keresztül. Az eredmények szerint ugyanazt a mennyiségű információt, amit egy újság elolvasásával nyerünk, 20 perc internetezéssel vagy 85 perc tévénézéssel gyűjthetünk be.
3. Az e-kereskedelem az a terület, ahol az IKT radikális változásokat okozott a termékek és szolgáltatások vásárlásának mikéntjében. Az interneten történő vásárlás esetén a tranzakciós költségek a nullához közelítenek. Végtelen mennyiségű információt szerezhetünk a megvásárolni kívánt termékekről, összehasonlíthatjuk azokat más termékekkel és maga a vásárlás is nagyon egyszerű, gyakran egy gombnyomás. Az erősebb verseny következménye azonban az árak csökkenése, mely a kereslet növekedéséhez vezet. 2001-ben a világ e-kereskedelemből származó eladások érték az 1 billió amerikai \$-t. Az interneten történő kereskedelemnek számos környezeti szempontból pozitív hatása létezik. Optimalizálja a szállítást, csökkenti a túltermelést, és a gyártásból származó hulladék mennyiségét, valamint a raktárhelyek méretét. Ugyanakkor az on-line megrendelések a futár és csomagküldő szolgáltatások iránti keresletet lényegesen növelik, valamint igényre szabott jellegükből kifolyólag nem jellemző rájuk a szabványosított csomagolás, így csökkenthetik a jármű karakterének kihasználtságát.

Az internetes könyvvásárlások környezetterhelése egyenlő vagy akár kisebb is lehet a tradicionális kereskedésénél. Egy amerikai nagyvárosban 1 millió \$ értékű bestseller hagyományos értékesítése 28 - 33 TJ energiát igényel, míg

internetes kereskedelemmel 30 TJ-t. Hasonló tanulmányok arra a következtetésre jutottak, hogy a sűrűn lakott területek azok, ahol a hagyományos kereskedelem kisebb környezetterheléssel jár. A ritkábban lakott területeken a futárszolgálatok energiahatékonysága növekszik, különösképpen nagyobb megrendelések esetén, így az on-line kereskedelem válik energiahatékonyabbá a hagyományossal szemben.

4. A virtuális mobilitással kapcsolatban felmerül a kérdés, hogy valóban virtuális e. Az internet terjedésének következtében számos cég és személy választja a távmunkát legalább a munkahét néhány napján. Ez lehetővé teszi az irodahelység méretének csökkentését, a napi ingázás mellőzését és a forgalmi dugók kialakulásának esélyét is csökkentheti. Más szemszögből azonban a virtuális munkahelyi megbeszélések lehetővé teszik a nagy távolságú üzleti kapcsolatok kialakulását, ami a személyes interakciók számának növekedéséhez is vezethet. Tanulmányok rámutattak, hogy az otthoni munka akár 30%-kal is növelheti a háztartás energiafogyasztását.

## Konklúzió

Napjaink modern társadalmában egy hétköznapi ember is érzékeli az információs és kommunikációs technológiák robbanásszerű fejlődését az újabb és újabb, egyre nagyobb teljesítményű, szélesebb funkcionalitással rendelkező elektronikai eszközök megjelenését a piacon. Azonban a konkrét számok és adatok még ezen is felülkerekednek. Számomra is megdöbbentőek voltak azok a trendek, melyek szerint az internetet használó népesség 2000 és 2010 között a bázis évhez képest 445%-ra duzzadt, az internet adatforgalma félévente megduplázódik vagy, hogy a mobiltelefonok súlya a miniatürizálás következtében mindössze 22 év alatt az eredeti 2,5%-ára csökkent. Nehéz elképzelni a következményeit, a hulladékkeletkezésre gyakorolt hatását annak, hogy egy mobiltelefon átlagos élettartama mindössze 1,5-2,5 év közé, míg egy laptopé 3-4 év közé tehető. Az IKT felelős a világ összes energiafogyasztásának 2%-ért és óriási hatással van a fennmaradó 98%-ra. Amennyiben ezekhez a számokhoz hozzárendeljük a belőlük származó CO<sup>2</sup> emissziót, vagy belegondolunk abba, hogy egy számítógép ökológiai lábnyoma 1800m<sup>2</sup>, a teljes élettartamra vetítve pedig ennek 1000-szerese, vagy csak megpróbáljuk magunk elé képzelni azt az 50 millió tonna elektronikai hulladékot, amit világszerte évente termelünk elég elszomorító képet kapunk.

Az IKT környezetre gyakorolt hatásának vizsgálata nagyon komplex. A dolgozatomban három alapvető megközelítés az, amit véleményem szerint mérlegre kell helyezni a probléma áttekintéséhez.

1. Az első az IKT, mint elektronikai eszközök fogyasztásának növekedése, az ebből származó nyersanyag és energiafelhasználás.
2. A második az IKT terjedésének, a felhasználók számának és a használat gyakoriságának növekedése következtében megjelenő energiaigény és felhasználás exponenciális növekedése.
3. A harmadik az IKT alkalmazásával elérhető energiahatékonyság növekedés.

A fentiekén kívül egy 4. megközelítés az IKT, mint elektronikai eszköz hulladékká válása. Ezt az utolsó pontot, azért említem külön, mert bár a környezetre gyakorolt hatása erősen negatív, nem tehető egy mérlegre az energiafogyasztásból származó negatív vagy pozitív irányú környezetterheléssel.

Az 1.) és 2.) pont negatív, míg a 3.) pont pozitív direkt hatással van az energiamérlegre. Fontosnak tartom hangsúlyozni a direkt hatást, hisz a Jevons paradoxon értelmében az IKT által elért energiahatékonyság növekedése sajnos kéz a kézben jár az energia iránti kereslet és fogyasztás növekedésével, így közvetve a 3.) pont, gerjesztő hatással van az 1.) és 2.) pontra. Ezt igazolja az elektronikai eszközök fogyasztásának és energiafelhasználásának növekedése kapcsán a készülékek gyors elavulása, az árak csökkenése, a használat intenzitása, az internetes adatforgalom növekedése.

A releváns szakirodalom áttekintése során a növekedési trendek mértéke aggodalomra ad okot azzal kapcsolatban, hogy az IKT-k rövidtávú előnyei, hosszútávon is beváltják-e a hozzájuk fűzött reményeket. Napjainkra már megszületett a felismerés, hogy szükség van bizonyos szabályozási mechanizmusok alkalmazására, annak érdekében, hogy a visszapattanó hatások ne nyomják el az IKT-ban rejlő lehetőségek pozitív hatásait.

Ennek kapcsán a gyártásban megjelent az Öko-design fogalma, mely egy környezettudatos szemlélet beépítése a termékfejlesztésbe, fő célja a termékek és szolgáltatások fejlesztése úgy, hogy azok fenntarthatóak legyenek, csökkentve a termékek környezetterhelését az egész életciklus alatt.

A felhasználás kapcsán egyre több cég használ környezettudatos tanúsítási rendszereket, melyek standardizálással, a folyamatok okos elektronizálásával csökkentik az energiafogyasztást. (Itt fontos megjegyezni, hogy az IKT megoldások önmagukban nem feltétlenül energia hatékonyak, csak abban az esetben, ha a bevezetésüket átgondolt, következetes tervezés előzi meg.)

A hulladékkezelés kapcsán, nemzetközi összefogásban születtek a hulladékkezeléssel szemben állított követelmények. Erre példa az Európai Unió WEEE direktívája -'Directive on Waste from Electrical and Electronic Equipment' 2002/96/EC, vagy a 'Landfill Directive' 1999/31/EC, és nem utolsósorban az RoHS - 'Restriction of the use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment Directive' direktíva, melyeket az egyes tagállamoknak át kell ültetni saját jogrendszerükbe.

Továbbra is kitartok azon véleményem mellett, miszerint a technológia vívmányaiban, így az egyre korszerűbb IKT-ban is megvan a potenciál, hogy csökkentse környezetterhelésünket és eszközt adjon a kezünkbe, hogy fenntarthatóbb módon használjuk természeti erőforrásaink. Ugyanakkor úgy gondolom, hogy a

visszapattanó hatásoknak mi fogyasztók tudjuk csak elejét venni, szemléletmódunk környezettudatos irányba való elmozdításával és a környezet iránti felelősségünk belátásával.

## Ábrák jegyzéke

1. ábra: Az adatátviteli sebesség növekedése a wireless hálózatokban .....	7
2. ábra: A 10 legnagyobb IKT vállalat bevételei világszinten, 2000-2008 között.....	9
3. ábra: Az IKT szektor megoszlása gyártás és szolgáltatás szerint az OECD országokban.....	10
4. ábra: Az IKT szektor globalizálódása.....	11
5. ábra: A világ internet felhasználóinak eloszlása .....	13
6. ábra: A háztartások havi kiadásai IKT-ra .....	14
7. ábra: Villamos energia veszteség az adatátvitel és elosztás során világszerte (2007).....	16
8. ábra: Az IKT-k kategóriák szerinti globális CO2 emissziója %-ban .....	17
9. ábra: Az adatközpontok energiafogyasztásának növekedése 200 és 2005 között	18
10. ábra: Az EU WEEE direktívájának jelölési címkéje.....	42

## **Táblázatok jegyzéke**

<b>1. táblázat: A világ internet felhasználóinak növekedése 2000 és 2010 között .....</b>	<b>12</b>
<b>2. táblázat: A gyártás energiaigénye a PC monitorok esetében.....</b>	<b>21</b>
<b>3. táblázat: Laptopok gyártásának energiaigénye .....</b>	<b>22</b>
<b>4. táblázat: Nyomtatók és Multifunkcionális készülékek gyártásának energiaigénye .....</b>	<b>23</b>
<b>5. táblázat: IKT eszközök használatának energiaigénye a gyártás energiaigényének arányában .....</b>	<b>27</b>
<b>6. táblázat: Egyes elektronikai eszközök várható élettartama.....</b>	<b>37</b>
<b>7. táblázat: Egy mobiltelefon anyagösszetétele.....</b>	<b>38</b>
<b>8. táblázat: Elektronikai hulladékok az USA-ban, 2007 .....</b>	<b>39</b>

## Források:

1. BBC News: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/6253250.stm>  
Letöltés ideje: 2011-05-01
2. Bomhof, F., van Hoorik, P., (2009) *Systematic Analysis of Rebound Effects for "Greening by ICT" Initiatives*, Information and Communication Technology, Communication & Strategies 4th quarter, no.76, pp. 77-96.
3. Consumer Electronics Association (CEA), (2008) *Environmental Sustainability and Innovation in the Consumer Electronics Industry*, [http://www.ce.org/PDF/Sustainability\\_Final.pdf](http://www.ce.org/PDF/Sustainability_Final.pdf)
4. Electronics TakeBack Coalition (2010), *Facts and Figures on E-Waste and Recycling*, [www.electronicstakeback.com](http://www.electronicstakeback.com)  
Letöltés dátuma: 2011-05-01
5. EPA tanulmány, (2007), *Management of electronic waste in the United States: Approach two*, [www.epa.gov/osw/conserves/materials/ecycling/docs/app-2.pdf](http://www.epa.gov/osw/conserves/materials/ecycling/docs/app-2.pdf)
6. Erdmann, L., Hilty, L., Goodmann, J., Arnfalk, P., (2004) *The Future Impact of ICTs on Environmental Sustainability*, European Commission Joint Research Center, Technical Report Series, EUR 21384 EN, <ftp://ftp.jrc.es/pub/EURdoc/eur21384en.pdf>
7. Fehér, P., Móricz P., Német P.,(2003) *Számítástechnikai hulladékok megelőzése és kezelése*, A Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem Környezettudományi Intézetének tanulmányai, 23.szám
8. Fettweis, G., Zimmermann; E., (2008) *ICT Energy Consumption- Trends and Challenges*; The 11th International Symposium on Wireless Personal



Multimedia Communications (WPMC), Vodafone Chair Mobile Communications Systems, TU Dresden, Germany

<http://mns.ifn.et.tu-dresden.de/Research/Pages/Publications.aspx?allPubs=true>

9. Gurauskienė, I., Varžinskas, V., (2006), *Eco-design Methodology for Electrical and Electronic Equipment Industry*, Environmental Research, Engineering and Management, Vol.37, No.3, pp.43-51
10. Hilty M. L., Arnfalk, P., Erdmann, L., Goodman, J., Lehmann, M., Wager, P. A., (2006) *The Relevance of ICTs for Environmental Sustainability – A Prospective Simulation Study*, Environmental Modeling & Software Vol.21, pp.1618-1629.
11. Internet World Stats: <http://internetworldstats.com/stats.htm>  
Letöltés ideje: 2011-05-01
12. IT3: [http://www.nhit-it3.hu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=6424%3Ait3-1-2-1&catid=6%3Aalapok&Itemid=887&lang=hu](http://www.nhit-it3.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=6424%3Ait3-1-2-1&catid=6%3Aalapok&Itemid=887&lang=hu)  
Letöltés ideje: 2011-05-01
13. Jenkin, T. A., Webster, J., McShane, L., (2010) *An agenda for 'Green' information technology and systems research*, Information and Organization, (2011) Vol.21, No.1, pp.17-40;
14. Kawamoto, K., Koomey, J. G., Nordman, B., Brown, R. E., Piette, M. A., Ting, M., Meier, A. K., (2001) *Electricity Used by Office Equipment and Network Equipment in the US: Detailed Report and Appendices*, LBNL-45917, <http://enduse.lbl.gov/Info/LBNL-45917b.pdf>
15. McAllister, J. A., Farrell, A. E., (2007) *Electricity consumption by battery-powered consumer electronics: A household-level survey*, Energy & Resources Group, Vol.32, pp.1177-1184

16. OECD Communication Outlook (2009) [www.oecd.org](http://www.oecd.org)
17. OECD Information Technology Outlook (2010) [www.oecd.org](http://www.oecd.org)
18. Plepys, A., (2002) *The grey side of ICT*, Environmental Impact Assessment Review, Vol.22, No 5, pp. 509-523
19. Redemtech: *E-waste Regulations* [http://www.redemtech.com/ewaste\\_emea.aspx](http://www.redemtech.com/ewaste_emea.aspx)
20. Takafumi H., Kenichi I., Hidefumi U., Michinori K., (2009), *Environmental Load Reduction by ICT*, Fujitsu Science. Technology. Journal., Vol.45, No.1, pp.95-106
21. Tobias, M., (2008), *ICTs resource management and energy efficiency*, German Association for Information Technology, Telecommunications and New Media (BITKOM), OECD-workshop on ICTs and Environmental Challenges <http://www.oecd.org/dataoecd/42/12/40833397.pdf>
22. UNEP (2005), *E-waste, the hidden side of IT equipment's manufacturing and use*, [http://www.grid.unep.ch/product/publication/download/ew\\_ewaste.en.pdf](http://www.grid.unep.ch/product/publication/download/ew_ewaste.en.pdf)
23. Webb E.,(2008), *Evaluating the environmental impact of e-waste* <http://www.helium.com/items/874917-evaluating-the-environmental-impact-of-e-waste>  
Letöltés ideje: 2011-04-30
24. Willum; O., (2008) *Residential ICT related energy consumption which is not registered at the electric meters in the residences*, Tanulmány, ORBIT The DTU Research Database; orbit.dtu.dk

25. York, R., (2008) *Ökológiai Paradoxonok-William Stanley Jevons és a papírműhelyek irodája*, <http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/108/1/2008york.pdf>