
Inge Røpke

Az innováció fenntarthatatlan iránya – a szélessávú átmenet példája

1. Bevezetés

Az információs és kommunikációs technológiák (IKT) hosszú történeti fejlődésre tekinthetnek vissza, melynek során olyan változatos, önálló ágazatok alapjait fektették le, mint a távközlés, a hanglemezgyártás, a film, a rádió, a televízió és a modern irodatechnikai berendezések gyártása. Az IKT mint gyűjtőfogalom használata azonban – e hosszú történet dacára – újabb keletű, és elsősorban a kommunikációs, műsorközlési és adatfeldolgozási technológiák összeolvadására utal. Ennek az összeolvadásnak az alapját a tranzisztorok, majd később a mikrochipek megjelenése vetette meg, amikor lehetővé vált egyre növekvő számú tranzisztor elhelyezése igen kicsiny helyen. A miniatürizáció a termékek sokaságának gyártásánál lehetővé tette fejlett adatfeldolgozási eljárások alkalmazását a monitoring és a menedzsment terén egyaránt, valamint az általános célú személyi számítógépek kifejlesztését. A digitalizáció növekvő összefonódáshoz vezetett a távközléssel, a szórakoztatással és az irodai berendezések gyártásával foglalkozó iparágak között, és ezt a folyamatot jelentősen felerősítette az internet megjelenése. Az IKT körébe tartozó technológiák igen nagy társadalmi és gazdasági fontosságú klaszterre fejlődtek, és noha a médiatechnológiák történeti fejlődésének Winston-féle elmélete azt hangsúlyozza, hogy a jelenlegi változások távolról sem olyan „forradalmiak”, mint amennyire azt a körülöttük zajló hírverés sugallja, valószínűleg biztonsággal állíthatjuk, hogy az IKT jövőbeli továbbfejlődésében óriási lehetőségek rejlenek. Az IKT terén jelenleg folyamatban levő változások középpontjában az internet áll, és gyakran a nagy sebességű hálózatok létrehozását, illetve az ezekben rejlő hatalmas potenciál kiaknázását tekintik az IKT alkalmazása kapcsán bekövetkező társadalmi és gazdasági változások alapjának. Melody megfogalmazásával élve: a 21. századi gazdaságban a szélessávú hálózat mint új információs infrastruktúra lesz a legfontosabb közmű (Melody 2007).

Vajon hogyan használjuk fel ma ezt a potenciált annak érdekében, hogy meg tudjunk felelni a nagy kihívásnak, és a társadalom átalakulása fenntarthatóbb irányba forduljon? Az IKT számos különböző módon használható fel, és a jelentkező környezeti hatások szempontjából meghatározó fontosságú a kiválasztott út. A mikroelektronikai eszközök és a digitális adatfeldolgozás tömeges elterjedésének már korai szakaszában nagy reményeket fűztek az IKT révén elérhető környezetvédelmi eredményekhez (Freeman 1992), és az IKT valóban többféle módon is hozzájárult az ilyen irányú fejlődéshez, a környezeti információs rendszerektől a termelési eljárások jobb szervezé-

ség. Az IKT alkalmazása azonban sajnos ugyanakkor jelentős környezeti terheléssel is együtt jár, nem utolsósorban az IKT-eszközöknek a mindennapi életbe való integrálódása következtében. Egyes kutatók megkísérelték felmérni az IKT „nettó” környezeti hatásait, ez a feladat azonban annyira komplex, hogy igen nehéz elfogadható és gyakorlatilag is hasznavehető eredményekre jutni (egy újabb felmérésről lásd Erdmann és Hilty 2010). Az IKT területén bekövetkező különböző fejlemények környezeti hatásait vizsgálva hasznosabb lehet, ha figyelmünket azokra a feltételekre fordítjuk, amelyek a fenntartható fejlődést segítik elő, és amelyek gátolják a fenntarthatatlan irányba mutató újítások bevezetését.

E tanulmány célja az IKT-val kapcsolatos újítások környezeti vonatkozásaival foglalkozó diskurzushoz való hozzájárulás. Az innovációs tanulmányok gyakran hallgatólagosan feltételezik, hogy az újítások társadalmilag jótékony hatásúak, és csak arra koncentrálnak, hogy a gazdaságilag sikeres újításokat hogyan lehet ösztönözni. A környezeti szempontok növekvő fontossága azonban arra hívja fel a figyelmet, hogy nagyobb gondot kell fordítani az újítások révén bekövetkező fejlődés irányára is, ideértve mind a „zöld” innovációk ösztönzését, mind pedig a környezeti hatások szempontjából problematikus fejlemények kialakulásának megakadályozását. Ennek megfelelően a következő kérdéseket vizsgáljuk: milyen környezeti következményekkel jár az IKT-újítások és a szélessávú átmenet megvalósítása? Hogyan befolyásolja a környezeti hatásokat az állami szabályozás? Miért nem érvényesülnek határozottabban a környezeti megfontolások? És hogyan lehet az IKT fejlődésének irányát befolyásolni a fenntarthatóság nagyobb esélyét ígérő lehetőségek kiaknázása érdekében? Az IKT-eszközök alkalmazása számos különböző környezeti hatással jár, itt azonban figyelmünket elsősorban az energiagazdálkodás területén jelentkező hatásokra összpontosítjuk, amelyek ma a klímaváltozással összefüggő problémák miatt aktuálisabbak, mint valaha. Az energiafelhasználásra gyakorolt hatások tekintetében igen sok tapasztalat gyűlt össze a szabályozással kapcsolatban is, és az adatok hozzáférhetősége is megfelelő.

Megállapításainkat részben egy korábbi empirikus vizsgálatra alapozzuk, amelyet az IKT-eszközök otthoni felhasználásáról és ennek az energiafogyasztásra kifejtett hatásairól végeztünk Dániában (részletesebben lásd Røpke et al. 2010a, b). A felmérés eredményeit összevetjük releváns kormányzati és gazdasági jelentésekkel, továbbá a szélessávú fejlődésről tartott szakmai konferenciák résztvevőinek megállapításaival, valamint három, egymástól lényegében függetlenül fejlődő területen, az IKT gazdasági szerepével, az IKT és a környezet kölcsönhatásaival, illetve a fenntartható átmennetekkel foglalkozó szakirodalomban közzétett adatokkal.

Kiindulásul az IKT-nak a gazdasági tevékenységbe és a mindennapi életbe való integrálódását mutatjuk be, különböző nézőpontokból. Elsősorban a makro- és a mikroszint között elhelyezkedő középső szinten megfigyelhető jelenségekre helyezük a hangsúlyt, az IKT mint különféle technológiák és iparágak összefüggő rendszerként vizsgálható klaszter egészét tekintve. Ezt követően a harmadik részben körvonalazzuk az IKT fejlődésének energiavonzatait, a negyedik részben pedig rávilágítunk arra, hogy az állami beavatkozás hogyan képes kezelni ezeket a hatásokat. Mivel az energiafogyasztás szabályozására irányuló próbálkozások mindmáig nem voltak sikeresek sem az IKT-eszközökhöz köthető energiafogyasztás növekedésének megfékezésében, sem pedig az IKT fenntarthatósági potenciáljának kiaknázásában, az ötödik

részben azt vizsgáljuk, hogy a környezeti megfontolások miért nem érvényesülnek határozottabban a fejlesztési folyamatokban. Ebben a részben az átmenetelmélet elemzési módszereit alkalmazzuk a releváns kérdések áttekintéséhez. A befejező részben összegezzük az eredményeket, és azokat a feltételeket tárgyaljuk, amelyeknek a biztosítása mellett az újítások fenntarthatóbb irányba terelhetők.

2. Az IKT integrálódása a gazdasági és a mindennapi életbe

Az IKT integrálódása a gazdaságba és a technológiák ezzel kapcsolatos innovációs potenciálja háromféle szempontból tanulmányozható, amelyek egyúttal három különböző „szintnek” tekinthetők: a makrogazdasági szint és az iparági mikroszint között húzódó középső szinten az érintett iparágak klaszterét vizsgálhatjuk. Először is le kell szögezni, hogy az IKT körébe generikus, vagy más szóval általános célú technológiák tartoznak, amelyek széles körben alkalmazhatók, és befolyásolják a gazdaság egészét. Az IKT-eszközök felhasználhatók mindenfajta tevékenységhez, amelyek az információ megszerzésével, tárolásával, feldolgozásával és terjesztésével függnek össze (Bresnahan és Trajtenberg 1995; Steinmüller 2007), és fejlődésük egyre jobban felgyorsítja ezeket a folyamatokat (Hilty 2008). Az IKT generikus jellege és az egész gazdaságra kiterjedő hatásai miatt a problémákat integrált műszaki-gazdasági szemlélettel kell megközelíteni, például a Freeman és Perez (1988) által javasolt paradigma szellemében, és a gazdasági növekedésre gyakorolt szerteágazó hatások vizsgálatát minden ágazatra kiterjedően célszerű elvégezni (Jorgenson 2001).

Másodszor, az IKT különösen nagy szerepet játszik azokban az iparágakban, amelyekből az adott technológiák – például a különböző média- és kommunikációs iparágak – eredetileg kibontakoztak, és mindezeknek az ágazatoknak az átalakulási külön-külön átmeneti folyamatokként vizsgálhatók (Winston 1998).

Harmadszor, az IKT ernyőfogalma a középső szinten (Freeman és Perez 1988-as innovációs tipológiájában a rendszerszintnek megfelelően) az idesorolt technológiák és iparágak klasztereként vagy rendszereként értelmezhető. Az internet megjelenése és a szélessávú infrastruktúra kifejlődése megerősítette a kapcsolatokat ezen a klaszteren belül, és úgy tűnik, hogy az IKT-szektor egésze egyre inkább ki van téve a politikai célzatú beavatkozásoknak. Fransman (2010) az innovációs folyamatokat tekintve a versenyképesség növelését célzó kormányzati beavatkozások alapján, és a schumpeteri evolúciós gazdaságtan elvei alapján, rendszerszintű megközelítéssel kezeli az IKT kérdéskörét. A környezetbiológiai rendszerek metaforáját alkalmazva az IKT ökoszisztémáját egy adott környezetben egymással kölcsönhatásba lépő organizmusok halmazaként írja le. Ilyen „organizmusok” a vállalatok, a végfogyasztóként megjelenő felhasználók és olyan különféle, nem vállalati jellegű szervezetek, mint például az egyetemek, állami kutatóintézetek és normaképző funkciót betöltő mértékadó testületek, valamint a politikai döntéshozók is, s mindezek sokrétű kölcsönhatásban állnak, versengenek vagy együttműködő, szimbiotikus kapcsolatokat létesítenek egymással, meghatározó szerepet játszva a tanulási és újítási folyamatokban. Az egyes szereplők a megfelelő intézményekbe beágyazódva, bizonyos játékszabályok keretei között fejtik ki tevékenységüket mind országos, mind nemzetközi szinten, miközben az IKT-

ökoszisztéma kölcsönhatásba lép más ágazati ökoszisztémákkal, például a pénzügyi szolgáltatások rendszerével.

Fransman szerint az IKT-ökoszisztéma körülbelül 1995 óta, az internet széles körű elterjedésével párhuzamosan radikális változásokon megy át. Az internet átalakította saját szülőinek, a távközlésnek és a számítógépeknek a világát, és még tovább növelte az ágazat komplexitását azáltal, hogy beolvasztotta az IKT-szektorba és átalakította a média korábban jól elkülönülő birodalmát is. Kulcsszereplők új csoportjai jöttek létre, ilyenek például az internetes alkalmazások fejlesztői és a tartalomszolgáltatók, és a fogyasztói interakciók új formái alakultak ki. Az új IKT-ökoszisztéma felfogható olyan többretegű rendszerként is, amelyet műszaki architektúrája és gazdasági-intézményi kapcsolatai együttesen határoznak meg. Fransman egyszerűsített modellje négy rétegből épül fel, amelyek tárgyi eszközöket és szereplőket egyaránt magukban foglalnak:

1. Hálózati elemek és a következő dolgok szolgáltatói: távközlési berendezések, számítógépek, fogyasztói elektronikai eszközök, közbülső termékek, és az ezek működtetéséhez szükséges szoftver.

2. Kommunikációs és tartalomelosztási hálózatok, és a hálózatok üzemeltetői: az 1990-es évek óta egyre inkább összefonódó mobil-, száloptikai, rézkábeles és műholdas hálózatok létrehozása és működtetése.

3. Tartalmi elemek és alkalmazások, valamint ezeknek a szolgáltatói: a végfelhasználóknak szánt tartalmak és alkalmazások közé tartoznak például a szöveges információk, a zenei és videóanyagok terjesztése, az elektronikus kereskedelem, az e-mail és az IP alapú, valós idejű élő kapcsolatot biztosító kommunikációs szolgáltatások. Az egyszerűsített modellben ez a réteg magában foglalja a tartalmi elemek eléréséhez szükséges keresési és navigációs szoftvereket is.

4. Végző felhasználás és végfogyasztók.

Fransman hangsúlyozza, hogy az ökoszisztéma állandó mozgásban van, az egyes rétegek közötti határok az újítások, a piaci fejlemények és a szabályozás hatására folyamatosan változnak.

Fogyasztói nézőpontból tekintve az IKT és a média szoros összekapcsolódása tükröződik a berendezések különböző fajtái közötti hagyományos megkülönböztetés részleges feloldódásában is: a szórakoztatóipari (televíziós, rádiós, zene- és játékipari) fogyasztói elektronika, a kommunikációs célú telefónia, valamint az adminisztrációs feladatok ellátását segítő adatfeldolgozás, szövegszerkesztés és kalkuláció eszköztára egyre inkább összefonódik, és ezeket az eszközöket felhasználóik gyakran ugyanazokból a forrásokból szerzik be. Az IKT-eszközöket egyre inkább a fogyasztói javak kategóriájába sorolják, s ezek különösen kiemelkedő szerephez jutnak a szórakoztatóipari gyakorlatban és mindazokban a tevékenységekben, amelyeknek fontos eleme a kommunikáció (pl. a családdal és barátokkal való kapcsolattartás). Ugyanakkor az „új IKT” fogalma igen rugalmasan értelmezhető, és a központi magját alkotó internet, a számítógépek és a mobiltelefonok használata spontán áthatja a társadalmi gyakorlat legváltozatosabb aspektusait. A számítógépek és az internet fokozódó integrálódását a mindennapi életbe jól jellemzi egy kvalitatív vizsgálat, amit az IKT-eszközök használatáról végeztünk a dán háztartásokban. Összesen 48 tevékenységfajtát vizsgáltunk, a következő 10 csoportba osztva: kommunikáció, szórakozás, információ, vásárlás és eladás,

otthoni munka, oktatás, hobbi és önkéntes munka, adminisztráció és pénzügyek intézése, háztartási munka és lakásfenntartás-üzemeltetés, és végül egészségügyi teendők (Røpke et al. 2010a). Ez a vizsgálat a gyakorlattól az elmélet felé irányuló megközelítéssel (Røpke 2009; Christensen és Røpke 2010) alkalmasnak bizonyult annak kimutatására, hogy a generikus funkciók hogyan integrálódnak mindenfajta gyakorlatba, és hányféle gyakorlat alakul át ebben a folyamatban, beleértve olyan tevékenységeket is, amelyek nem állnak semmiféle nyilvánvaló kapcsolatban az IKT-eszközök klasszikus felhasználásával (ilyenek például a különböző sportok és „csináld magad” típusú hobbitevékenységek). Az IKT integrálódása a gyakorlati életbe gyakran együtt jár az adott gyakorlat változatosabbá válásával, több változatot és új vonásokat adva hozzá.

Az IKT-eszközök széles körű használatba vétele a mindennapi életben fontos részét alkotja annak a folyamatnak, amire gyakran a „szélessávú társadalom” kialakulásaként hivatkozunk – egy olyan társadalomra utalva, „ahol az emberek hozzáférése az információhoz potenciálisan bárhol és bármikor mindennapos gyakorlattá, és így – bizonyos mértékig, bizonyos kontextusokban – a mindennapi élet nélkülözhetetlen tartozékává válik” (Gebhardt et al. 2010, 9). Amikor Haddon 2004-ben felmérést végzett az IKT és a mindennapi élet kapcsolatával foglalkozó kutatásokról (Haddon 2004), a szélessávú hálózat még nem tartozott a szakirodalom központi témái közé. 2005-től azonban az európai *COST (Cooperation in Science and Technology)* program keretében 298-as sorszámmal két korábbi hasonló kezdeményezés folytatásaként indított, az IKT felhasználását és felhasználóit érintő akciótervnek már a címében is megjelent ez a kifejezés („Részvétel a szélessávú társadalomban”), és ettől kezdve széles körben használják.

Noha az IKT integrálódása a mindennapi életbe jelentős környezeti hatásokkal jár együtt, ezeknek a feltárására az emberek IKT használatát vizsgáló kutatói közösség mindeddig igen csekély energiát fordított. Oly sok más téma verseng a figyelemért: a digitális megosztottság, a gyermekek IKT-használata, a családi konfliktusok, a társadalmi hálózatok, a távmunka, az időtakarékoság és a felhasználóra orientált újítások kérdései – hogy csak néhányat említsünk. A mi hozzájárulásunk, amikor 2007-ben a *COST 298* konferencián ismertettük a dán háztartások IKT használatának vizsgálata során az energiafelhasználásra vonatkozóan nyert első eredményeket, meglehetősen szokatlan volt (lásd egy későbbi publikációban: Røpke et al. 2010b).

3. Az IKT környezeti hatásai

Míg az IKT szerepét különféle társadalmi kérdésekkel összefüggésben már az 1970-es évek óta sokan vizsgálták, az IKT környezeti hatásainak rendszeres tanulmányozása csak az 1990-es évek vége felé kezdődött meg, ami azután a 2000-es évek elején számos közlemény megjelenéséhez vezetett ebben a tárgyban (Berkhout és Hertin 2001; Erdmann et al. 2004; Kuehr és Williams 2003; Hilty et al. 2005). Az IKT környezeti hatásait több tanulmány szerzői is az alábbi három csoportra osztják, kismértékben eltérő terminológiát használva (lásd pl. Hilty 2008; OECD 2010):

Elsőrendű hatások: az IKT életciklusával közvetlenül összefüggő környezeti hatások, beleértve az IKT-eszközök előállítását, használatát, újrafelhasználását és megsemmisítését. Ezeket a hatásokat néha közvetlen hatásoknak is nevezik (meg kell

jegyeznünk, hogy ezek közé tartoznak például az erőművekből származó széndioxid-kibocsátás vagy a bányászat hatásai is).

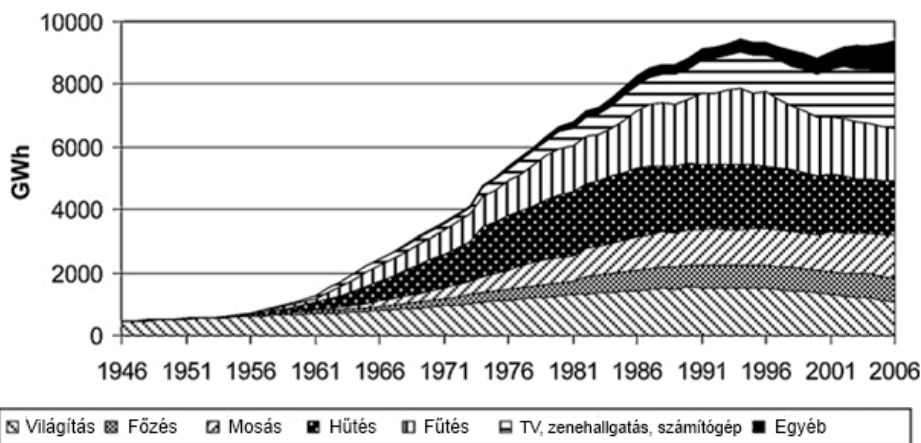
Másodrendű hatások: az IKT alkalmazásának olyan környezeti hatásai, amelyek képesek befolyásolni a termelés, a közlekedés és szállítás, valamint a fogyasztás folyamatait. Ezeket néha közvetett hatásként említik.

Harmadrendű hatások: az olyan viselkedésmódok és gazdasági struktúrák közép- vagy hosszú távú adaptációjából fakadó környezeti hatások, amelyek az IKT körébe tartozó technológiák felhasználásával nyújtott szolgáltatások elérhetőségéből fakadnak. Ezeket néha szisztemikus hatásoknak nevezik.

Az elsőrendű hatások összege általában negatív, míg a másodrendű és harmadrendű hatások nettó eredménye lehet pozitív és negatív is.

Az elsőrendű hatások tekintetében igen alapos vizsgálatokra került sor. Elsősorban az IKT-eszközök használatának a háztartások áramfogyasztására gyakorolt óriási hatását emelték ki (IEA 2001, 2009; Crosbie 2008). A televízió digitalizálása, a különféle jelátalakító készülékek beállítása, a növekvő képernyőméret, a készenléti üzemmód és az egyre több személyi számítógép, valamint igen sok más kisebb készülék használata azt vonja maga után, hogy az IKT-eszközök üzemeltetése egyre nagyobb részt tesz ki a háztartási áramfogyasztásban. „A felhasználás hatékonysága növekedett ugyan, ám a megtakarításokat ellensúlyozza az olyan berendezések iránti kereslet, amelyek több funkciót töltenek be, nagyobbak vagy nagyobb teljesítményűek, és ennél fogva több elektromos áramot fogyasztanak” (IEA 2009, 21). A háztartási IKT berendezések áramfogyasztása 1990 és 2008 között globális szinten évente majdnem 7 százalékkal növekedett, és a háztartási elektronika használatából eredő fogyasztás tekintetében 2030-ig még az energiahatékonyság előrelátható javulása mellett is 250 százalékos növekedés prognosztizálható (IEA 2009, 237).

A mi saját vizsgálatunk (Røpke et al. 2010a) rávilágított, hogy az IKT integrálása a mindennapi gyakorlatba új szakasznak tekinthető a háztartások villamosításában, és összevethető olyan korábbi szakaszokkal, amelyek szintén magasabb áramfogyasztáshoz vezettek. Ma az elektromos áramot használjuk fel olyan szerteágazó, alapvető fontosságú funkciók biztosítására, mint a világítás, a hangátvitel, a fűtés, különféle mechanikus készülékek energiaellátása és az adatfeldolgozás. Történeti perspektívában az elektromosság egyre újabb, alapvető funkciókra való felhasználása az otthonokban a villamosítás három nagy egymást követő szakaszán keresztül valósult meg, először a világítás, majd a fűtés és az energiaellátás, legújabban pedig az adatfeldolgozás lehetővé válásával. Az áramfogyasztás összetételében az idők során Dániában bekövetkezett változásokat az 1. ábra mutatja be. Az ábráról leolvasható, hogy a háztartási áramfogyasztás az utóbbi években az IKT-eszközök szaporodása nélkül csökkent volna. Miközben az otthonok nem IKT-vonzatú áramfogyasztása 2000-től 2007-ig majdnem 10 százalékkal visszaesett, az IKT-eszközök áramfogyasztása 135 százalékkal nőtt (Gran-Hanssen et al. 2009). A Nemzetközi Energiaügynökség (*International Energy Agency, IEA*) által készített forgatókönyvek azt vetítik elénk, hogy ez a trend várhatóan világszerte folytatódik, bár gazdasági válságoktól megszakítva.



1. ábra

A dán háztartások elektromosáram-fogyasztása végfelhasználási célok szerinti megoszlásban (GWh), 1946–2006. *Forrás:* ELMODEL-Bolig. Lásd Røpke et al. (2010a). Jelmagyarázat (balról jobbra, sorrendben): világítás, főzés, mosás, hűtés, fűtés, tévzés – zenehallgatás – számítógép-használat, egyéb

Más elsőrendű hatások az IKT-eszközök élelciklusának más fázisaiban befolyásolják az energiafogyasztást: ezek közé sorolható például a ritka fémek és más nyersanyagok bányászata, továbbá egyes mérgező anyagok, például a brómtartalmú égésgátló adalékok használata és az elektronikus hulladék kezelése (OECD 2009a). Az IKT-berendezések gyártása éppen olyan mértékben energiaigényes lehet, mint a felhasználási fázis, és az olyan nélkülözhetetlen infrastrukturális elemek üzemeltetése, mint a jeltovábbító antennatornyok és szerverparkok, ugyancsak sok energiát igényel (Willum 2008; Hilty 2008; The Climate Group 2008). A vegyi anyagok használata szintén számos problémát okoz, és a nyersanyagok kitermelése a környezet leromlása mellett súlyos társadalmi konfliktusokat is szül (Nordbrand és Bolme 2007; Steinweg és Haan 2007, Pöyhönen 2009). Az e-hulladék mennyisége gyorsan növekszik, és az újrafelhasználási eljárások között jó néhány akad, amelyeknek a gyakorlati megvalósítása kívánni valókat hagy maga után (Hilty 2008, 127; Nordbrand 2009). Az újrafelhasználási kihívások várhatóan tovább fognak növekedni bizonyos, az IKT körébe tartozó alkotóelemeknek olyan termékek egész sorába való beépülése következtében is, amelyeket nem szokás IKT-eszközöknek tekinteni (az ebben az irányban ható trend érvényesülését jelzi a rádiófrekvenciás azonosításhoz és adatközléshez használt *RFID* címkék terjedése is, ami a számítástechnika mindenbe való behatolásának előfutáraként értékelhető) (Hilty 2008, 132). Egyes stratégiai anyagok esetében az újrafelhasználás javítása meghatározó szerepet játszhat jelenlegi szétszóródásuk csökkentésében és jövőbeli komoly hiányuk bekövetkezésének megelőzésében (Reller et al. 2009). Általában véve az IKT-eszközök előállításához sokkal nagyobb mennyiségű anyag felhasználására van szükség, mint amennyi a készülékek kis méretére való tekintettel várható lenne: a funkcionalitás növekedésével arányosan a gyártási eljárás is egyre komplexebbé válik, és a közvetett anyagfelhasználás aránya a termékbe ténylegesen

beépített anyagok mennyiségéhez viszonyítva rendkívül magas lehet (Ayres et al. 2004, 88; Williams et al. 2003).

A másodrendű hatások összesített mérlegét tekintve gyakran pozitív eredményeket várunk. Először is azért, mert az IKT alkalmazása hozzájárulhat a termelés eljárások és a szállítási rendszerek optimalizálásához, másodsor pedig azért, mert az IKT-eszközök csatasorba állításával kiválthatók más folyamatok, például amikor egy szolgáltatás lép valamilyen fizikai termék helyébe (ahogyan az e-mail üzenetek küldése helyettesítheti a levelezést, vagy a telekocsi megoldások felváltják az egyéni tulajdonban levő autók használatát) (The Climate Group 2008; Tomlinson 2010). Meg kell azonban jegyeznünk, hogy ezek az optimalizációs és szubsztitúciós funkciók az ellenkező irányú hatásokkal is járhatnak, például amikor a cél nem a forrásokkal való takarékoskodás, hanem a termelésnek az „éppen a megfelelő időben” rendszerre való áttéréssel történő optimalizálása, vagy amikor energiafálgó megoldások helyettesítenek egyszerűbb termékeket (például a hagyományos papírképek digitális fényképkeretekkel való kiszorítása esetében). Az efféle lehetőségeken kívül elsősorban az olyan indukciós effektusokhoz kapcsolódhatnak negatív eredmények, amelyeknél valamely IKT-alkalmazás ösztönzőleg hat egy-egy termék vagy szolgáltatás növekvő igénybevételére. Hilty (2008, 37f) ezt a jelenséget a papírfogyasztás példájával illusztrálja: kétségtelen, hogy papír-megtakarítás érhető el, ha a hibákat kinyomtatás előtt már a számítógépen kijavítják (optimalizálás), és akkor is, ha az információhoz való hozzáférés közvetlenül a képernyőről történik (helyettesítés). Ezeket a megtakarításokat azonban bőségesen ellentételezik az indukciós effektusok, mivel a személyi számítógépek és a nyomtatók annyira megkönnyítik a nyomtatott oldalak előállítását, hogy az emberek a kényelem kedvéért és a jobb minőség érdekében élnek is ezzel a lehetőséggel, a papírral való takarékoskodás helyett. Az indukciós hatás hasonló ahhoz a visszacsapási effektushoz, ami akkor lép fel, amikor a növekvő hatékonyság révén történő megtakarítás szándékát ellensúlyozza vagy éppen túlkompenzálja a hatékonyság növekedése által ösztönzött mennyiségi növekedés (Binswanger 2001). Mivel azonban az indukciós hatás nem korlátozódik az olyan helyzetekre, ahol fennáll a forrásokkal való takarékoskodás szándéka, ez általánosabbnak tekinthető, mint a visszacsapási effektus. Az IKT fejlődése számos jó példát nyújt a visszacsapási effektus működésére, mint például a miniaturizációs paradoxon esetében: az IKT-eszközök tömegüket tekintve folyamatosan egyre kisebbé válnak, de ezzel egyidejűleg az árak is esnek, és mivel „a feldolgozási teljesítmény gyorsabban olcsóbbodik, mint ahogyan a méretek csökkennek” (Hilty 2008, 95), összesített tömegük [az árukhoz képest] mégis növekszik. A számítástechnika behatolása mindenhova várhatóan csak fokozza az eszköztömeg felhalmozódását (Hilty 2008, 96).

A harmadrendű hatások pozitív potenciálja a környezeti információs rendszerekkel és az IKT-eszközök strukturális dematerializálódásával áll kapcsolatban. A környezeti információs rendszerek meghatározó szerepet játszanak a környezeti folyamatok figyelemmel követésében és megértésében, valamint a környezetvédelmi stratégiák és a környezetgondozás megvalósításában (Hilty 2008, 25–33). A strukturális dematerializálódás az olyan szubsztitúciós hatások hosszú távú potenciálján alapul, amelyek például a közlekedés energiafelhasználását csökkentő távmunka-lehetőségekhez és videokonferenciákhoz társíthatók, és még általánosabb szinten kapcsolódnak a ritka források megújuló energiával fenntartott zárt ciklusban való kezeléséhez

is (153–156). Másrészt az IKT hozzájárul a piacok globalizálódásához és a termelés megosztott formáinak kialakulásához is, amelyek a termékek és az emberek növekvő mértékű szállítását vonják magukkal, s emellett felgyorsítja azokat a fejlesztési folyamatokat, amelyek a régi eszközök újakkal való felváltása során a meglévő eszközpark egyre gyorsabb leértékelődéséhez vezetnek (38 és 24). A fogyasztással összefüggésben az IKT felhasználható a fogyasztók környezeti információkkal való ellátásában, a környezeti oktatásban és a legjobb gyakorlatok közkinccsé tételében is (Tomlinson 2010), párhuzamosan a növekvő anyagfelhasználás ösztönzésével.

Az IKT környezeti szempontból történő vizsgálatát a legutóbbi időkig viszonylag kicsiny kutatói közösség érezte feladatának, és az IEA munkáját leszámítva az állami szervek és a politikai erők hozzájárulása korlátozott maradt. Az utóbbi néhány év során azonban új, felkapott jelszóként megjelent a „zöld IKT”, amit a zöld nem-kormányzati szervezetek (lásd WWF kiadványok: Buttazoni 2008; Pamlin és Pahlman 2008) és nonprofit gazdasági formációk (The Climate Group 2008) mellett olyan államközi szervezetek is támogatnak, mint az OECD, amely két nemzetközi konferenciát is szervezett a témában. Míg az IEA vállalta a negatív energiavonlatú hatásokra való figyelmeztetés feladatát, a „zöld IKT” apostolai inkább az IKT-ban rejlő lehetőségekre összpontosítanak. A *SMART 2020* című jelentés például, amelyet a *The Climate Group* és a *McKinsey* csoport készített a Globális e-Fenntarthatósági Kezdeményezés (*Global eSustainability Initiative*) megbízásából (The Climate Group 2008), azt körvonalazza, hogy az IKT hogyan segítheti elő az alacsony szénkibocsátású gazdasággá való átalakulást. A távmunka és a videokonferenciák révén elérhető dematerializálódás előnyei mellett a jelentés rámutat négy további lehetőségre, amelyek az IKT alkalmazásával valósíthatók meg, a jobb energiahatékonyság útján elérhető jelentős megtakarítások biztosítása érdekében: ide tartoznak az okos motorkonstrukciós rendszerek, az intelligens logisztikai megoldások, az intelligens épületek és az okos áramelosztó hálózatok. Úgy becsülik, hogy az IKT alkalmazása révén elérhető hatékonyságnövelés a széndioxid-kibocsátás olyan mértékű csökkenését eredményezheti, ami ötszörösen meghaladja az egész IKT szektor 2020-ban várható teljes kibocsátását. Hozzá kell tennünk azonban, hogy ebben a számításban a fogyasztói elektronikát nem vették figyelembe az IKT szektor részeként, és nem vették tekintetbe azt sem, hogy az IKT alkalmazása az energiatakarékosságon kívül számos más cél (például a jobb minőségű szórakoztatás és a nagyobb kényelem) elérését is képes lehetővé tenni, amelyek gyakran az energiafogyasztás növekedését vonják magukkal.

A *SMART 2020* jelentés mellett több más kiadvány (pl. OECD 2010) is foglalkozik az IKT „nettó” környezeti hatásainak felmérésével. Ez a feladat azonban annyira komplex, hogy még a legkifinomultabb eszközökkel végzett vizsgálatok is csak ritkán vezetnek elfogadható és hasznos következtetésekre. A „nettó” hatásokra való összpontosítás helyett fontosabbnak látszik, hogy módot találjunk a negatív hatások csökkentésére és a pozitívak ösztönzésére, s ebben a tekintetben az állami beavatkozás meghatározó jelentőségű lehet.

4. Az IKT és az energiafelhasználás állami szabályozása

Az IKT alkalmazásának környezetvédelmi célú szabályozására mindenképp az elsőrendű hatások esetében van szükség, különösen az elektromos áramfogyasztás és a hulladékok tekintetében (OECD 2009b). Az IKT-eszközök áramfogyasztása az 1980-as évek végén jelent meg a szabályozandó kérdések napirendjén, amikor láthatóvá vált, hogy az irodák az IKT-eszközök üzembe állításával sokkal nagyobb energiafogyasztású helyekké válnak. Az energiatakarékosságot mind gazdasági, mind környezeti okokból erőteljesen ösztönözték, és például az amerikai Környezetvédelmi Ügynökség (*Environment Protection Agency, EPA*) 1992-ben az irodai berendezéseknél is bevezette az energiatakarékossági besorolás csillagokkal való jelzését az egyes készülékeken. A háztartásokban a digitalizáció első következményei a készenléti áramfogyasztással kapcsolatban váltak láthatóvá. Az 1970-es évek második felében a teletext szolgáltatások megjelenésével egyre több vezeték nélküli távkapcsoló készüléket fejlesztettek ki a televíziókhoz, és később sok más készülékhez is. Mivel a távkapcsolók csak akkor működnek, amikor a berendezések (részlegesen) bekapcsolt állapotban vannak, ez a fejlemény a készenléti áramfogyasztás jelentős növekedését vonta magával, amit csak tovább erősített a nem távkapcsolóval működtetett berendezések növekvő készenléti fogyasztása is. Az utóbbi 15 év során különös figyelmet szenteltek a készenléti áramfogyasztás csökkentésének, részben azért, mert a készenléti fogyasztás már jelentős hányadát teszi ki a teljes áramfogyasztásnak (számos OECD országban a háztartási áramfogyasztás kb. 10%-ára tehető, IEA 2009, 346), részben pedig azért, mert ennek a fogyasztásnak nagy része semmiféle hasznos célt nem szolgál. Az egyes készülékek hozzájárulása a készenléti fogyasztáshoz rendszerint csekély, de több mint százféle készüléknél kell számolnunk a fogyasztás készenléti összetevőjével, és ezeknek a száma csak növekszik. Mivel az eddigi intézkedések legfeljebb 15 készülékfajtát érintenek, amelyek a háztartások készenléti fogyasztásának csupán körülbelül 25%-át teszik ki, a készenléti fogyasztás szintje még mindig magas (IEA 2009, 345–350). A készenléti fogyasztásra fordított figyelem bizonyos mértékig háttérbe szorította a készülékek bekapcsolt állapotban mérhető áramfogyasztását, bár ez is jelentősen növekedett, különösen a televíziók és a számítógépek esetében.

Az IEA aktív szerepet játszik az IKT energiatakarékossági szabályozásának ösztönzésében, elsősorban monitorozás, stratégiák kifejlesztése, valamint a „másoktól kölcsönzött” intézkedések és a nemzetközi együttműködés szorgalmazásával. Az ügynökség hangsúlyozza, hogy számottevő energiamegtakarítás a legtöbb esetben nem érhető el állami szabályozás nélkül. A mobilkészülékek esetében a minél kisebb méretekhez és súlyhoz, továbbá az akkumulátorok hosszabb élettartamához fűződő érdekeknek köszönhetően egyértelmű piaci erők hatnak az energiahatékonyság megvalósítása irányában, de az itt elért eredmények nem tevődnek át az alkalmazott technológiai megoldások többségére, ha csak az állami szabályozás ezt ki nem kényszeríti (243). Az energiahatékonysági szempontok elhanyagolása számos okra vezethető vissza. Minden készülék (a televíziók és számítógépek kivételével) viszonylag kevés energiát fogyaszt; a készülékek funkciói és jellemző tulajdonságai gyakran változnak, és maguk a készülékek is gyakran cserélődnek. Az energiahatékonyság kérdése figyelmen kívül marad akkor is, ha szem előtt tartásával több időre lenne szükség valamely termék piacra ke-

rüléséhez. Költségesnek bizonyulhat, ha egy termék előnyös energiahatékonysági paramétereiket eredményező tulajdonságai (például az optimális teljesítményszabályozás lehetőségei) nehezen érthetőek a fogyasztók számára, és ez növeli a műszaki tájékoztatás iránti igényeket, vagy ha a fogyasztók tájékoztatása az üzemeltetési költségekről nem megfelelő, és csekély piaci érték kötődik a termék életciklusa során felmerülő költségekhez. Jellegzetes „megbízó-ügynök” típusú problémák merülnek fel olyankor, amikor valamely készülék vagy főalkatrész kiválasztását olyan szereplők végzik, akiknek nem kell állniuk az üzemeltetési költségeket, mint például a set-top boxok esetében: ezeket a televíziós műsorszolgáltató bocsátja az igénylők rendelkezésére, a végfelhasználóknak nincs beleszólásuk a készüléktípus kiválasztásába (IEA 2009, 237–243, 309, 336).

A legtöbb szabályozás olyan eszközök alkalmazásán alapul, mint például az adott berendezés üzemeltetésének hatósági jóváhagyását tanúsító vagy az energiafogyasztásra utaló besorolási címkék, a minimális energiahatékonysági követelmények, a közbeszerzési rendelkezések, és a fogyasztók tájékoztatása a készenléti áramfogyasztás mértékéről. Néhány országban sikerült eredményeket elérni például a címkézési és a közbeszerzési előírások kombinált alkalmazása révén, főként a számítógépek esetében (298), ezeket az eszközöket azonban ritkán használják fel elég hatékonyan. Sok szabályozás inkább önkéntes egyezményeken, mintsem kötelező erejű intézkedéseken alapul, és az eredmények távolról sem felelnek meg a kihívások mértékének. A szabályozás hiánya sokféle IKT berendezésre nézve fakadhat a politikai figyelem hiányából, de tulajdonítható valós nehézségeknek is. Ilyenek lehetnek például a piaci igények nagy mennyiségű importtal való tartós kielégítésének nehézségei, a megbízható tesztelési módszerek hiánya, védjegyes technológiák domináns jelenléte, vagy egyszerűen csak a hagyományok hiánya az energiagazdálkodást érintő szabályozás terén (270f). Akadályozza a szabályozást az új termékek gyors bevezetése és a meglévő termékek funkcióinak gyors változása is, ami megnehezíti az egyedi készülékek besorolását valamilyen kategóriába és megfelelő energiahatékonysági normák felállítását. Ez utóbbi kérdés kezelésére és a digitális termékek teljes választékának szabályozására az IEA horizontális stratégiai intézkedések meghozatalát javasolja, amelyek inkább a berendezések funkcióit, mintsem az egyes készüléktípusokat érintik. Ebben az irányban már megtörtént egy fontos lépés, nevezetesen a maximális készenléti energiafogyasztás készülékenként (néhány kivételtől eltekintve) 1 wattban való megállapítása. Ezt az Európai Unió Öko-tervezési Irányelve (*EU Ecodesign Directive*) már 2008-tól – hatályba lépve 2010-től – előírja, és ez a megközelítés bizonyos energiafelhasználási kritériumok megszabásával kiterjeszthető lenne az IKT-berendezések számos funkciójára (például vizuális megjelenítés, számítási műveletek végzése, audio- és videofelvételek készítése és lejátszása, nyomtatás és másolás, televíziós műsorrévétel stb.) (246). Az IEA javasolja továbbá annak a hagyományos, méretfüggő besorolási gyakorlatnak a módosítását, ami bizonyos termékek esetében a méretükkel, teljesítményükkel vagy kapacitásukkal arányosan elfogadhatóvá teszi a nagyobb energiafelhasználást: álláspontjuk szerint ehelyett a nagyobb berendezéseknél magasabb energiahatékonysági szintet kell megkövetelni. A már említett megbízó-ügynök probléma kezelésére az IEA azt javasolja, hogy a szolgáltatókat kötelezzék a működtetési költségek javarészának fedezésére, vagy legyen belefoglalva a számukra kiadott engedélyekbe (amelyekre például televí-

ziós szolgáltatásoknál szükség van), hogy fogyasztóik részére energiahatékony szolgáltatásokat kell nyújtaniuk (318–321).

További bonyodalmak adódnak elő, amikor a készülékek hálózatokhoz vannak csatlakoztatva, ami egyre inkább általános gyakorlattá válik. Egyes hálózati alkalmazások már ma is elsődleges szempontnak tekintik az energiahatékonyságot, de a legtöbb otthoni alkalmazást elsősorban a kényelem, a kontroll, a biztonság vagy a szórakoztatás igényeitől vezérelve tervezik meg. A kifejezetten hálózati célú termékek, mint például a routerek és kapcsolók, valamint a hálózati interfész-komponensek a hálózatba bekapcsolt egyes készülékekben viszonylag kevés energiát fogyasztanak, de a hálózatot alkotó készülékek milliárdjait véve tekintetbe ez a hálózati hatás is jelentős áramfogyasztást generál. Ezen túlmenően a hálózati kapcsolódás egyes alkalmazásoknál befolyásolhatja az áramtakarékossági funkciók igénybevételének lehetőségét, s éppen ezért nagy szükség van állami beavatkozásra is olyan, az ágazat egészében érvényesítendő követelmények felállítására érdekében, amelyek alkalmasak az interoperabilitás és az energiatakarékosság összeegyeztetésére (356–359).

Noha az IEA koncepciója messze túlmutat a már megvalósult intézkedéseken, javaslatának köre mégis korlátozott marad. Az IEA elsősorban a felhasználási fázisra és a háztartások közvetlen energiafogyasztására összpontosítja a figyelmét. Szakemberei tisztában vannak az IKT-infrastruktúra (hálózatok, szerverek stb.) működtetésével összefüggő energiafogyasztás fontosságával is, de nem dolgoztak ki javaslatokat konkrét intézkedésekre, és az IKT-berendezések gyártásával kapcsolatos energiafogyasztás kérdéseit meg sem említik. Hilty (2008, 124–126) szerint a környezeti megfontolások a legtöbb IKT-termék élettartamának meghosszabbítását kívánják meg (az állandóan üzemben tartott berendezések kivételével), még akkor is, ha az új termékek energiahatékonysága felülmúlja a régebbiekét, az IEA azonban azzal foglalkozik, hogyan lehet korlátozni az IKT-berendezések használatának a működését (302). Ugyanebben a szellemben, az IEA nem veszi figyelembe a hardverrel szemben egyre nagyobb követelményeket támasztó szoftverek rövid innovációs ciklusának negatív hatásait, a hardver szoftverindukált elavulását, ami a hardverforrások hatékony kihasználása érdekében ellensúlyozható lenne a szoftvertermékek megfelelő címkézésével (Hilty 2008, 170–173). Azt a megállapítást, hogy az IEA nem fordít elegendő figyelmet a termékek élettartamának növelésére, alátámasztja az a körülmény is, hogy szakemberei kizárólag az energiára koncentrálnak, figyelmen kívül hagyva a ritka nyersanyagforrásokkal, a bányászattal, a hulladékokkal és a mérgező anyagokkal kapcsolatos problémákat.

Az IKT másodrendű és harmadrendű környezeti hatásai szoros kapcsolatban állnak az adott technológiák tényleges felhasználásával: attól függően jutnak érvényre, hogy milyen mértékig alkalmazzák ezeket egyrészt szórakozásra, a nagyobb kényelem és biztonság megteremtésére a mindennapi életben, másrészt a forráskihasználás optimalizálására, és milyen erős a visszacsapási effektus. Kevés döntéshozó merné kétségbe vonni az egyre több IKT-berendezés és az egyre magasabb szintű normák (egyre nagyobb képernyők, 3D televízió stb.) társadalmi kívánatosságát, s így nincsenek megfelelő stratégiák a növekedés problémáinak kezelésére. Politikailag inkább elfogadható az IKT segítségével elérhető energiamegtakarítás pozitív lehetőségeit kutatni, és kétségkívül lehet példákat találni ennek a potenciálnak a kiaknázását ösztönző intézkedésekre, például az intelligens fogyasztásmérő eszközök tekintetében. Több ország

támogatja vagy meg is követeli az intelligens mérőórák beállítását, amelyek visszacsatolást nyújtanak a háztartások számára az energiafelhasználásukról, és így ösztönzik a takarékoskodást – legalábbis akkor, ha ez a tájékoztatás elég gyakori, egyedi jellegű, és kellőképpen magára vonja a figyelmet (Darby 2006; Fischer 2008). Arra is lehet számítani, hogy az intelligens mérőórák hozzájárulnak a szélenergia és más megújuló energiaforrások integrálódásához az energiaellátási rendszerekbe, arra ösztönözve a fogyasztókat, hogy akkor használják fel az energiát, amikor a megújuló források elérhetőek, és tartalékolják későbbi felhasználásra is (például az elektromos autókban használható akkumulátorokban) (OECD 2010). Mindazonáltal ez legnagyobbbrészt még csupán vízió, és más példák kevésbé lelkesítőek. Az IKT-eszközök egyik sokat reklámozott ígérete a távmunkához kapcsolódik, ami alkalmas lehet a közlekedéshez felhasznált energia megtakarítására, de a visszacsapási effektusok kiegyenlítik a nyereségeket (Rietveld 2011), és az állami intézkedések nem mindig segítik ennek a lehetőségnek a kiaknázását: a munkába járás költségeinek csökkentését célzó adókedvezmények például a távmunka mellett arra is motiválhatják az embereket, hogy távolabbra költözzenek a munkahelyüktől (Jørgensen et al. 2006).

A *SMART 2020* jelentésben a közlekedés, a logisztika, az építészet és az elektromos elosztó hálózatok területéről vett példák az IKT alkalmazása révén lehetővé vált energia-megtakarításra (The Climate Group 2008) egyszerűen azt is illusztrálják, hogy ezeknek a megtakarítási lehetőségeknek a kihasználása gyakran meglehetősen nagy igényeket támasztó intézkedésekkel jár együtt más szektorokban, például a közlekedésben, vagy az energia- és a lakáspolitikában. Egyes szabályozási igények például a nyílt szabványok, minimális követelmények, mérési szabványok, tájékoztatási projektek és jobb szakmai képzési programok tekintetében több ágazatot is érintenek, de a szektorspecifikus javaslatok dominálnak. A jelentés óvatosan érinti ugyan az egész gazdaságot átfogó szabályozási keretek megváltoztatásának szükségességét is, például a visszacsapási effektusok megelőzését szolgáló piaci ösztönzők és a kibocsátási kvóták kapcsán, de ezek a kérdések igen csekély súlyt kapnak. Az OECD (2010) még óvatosabb, amikor politikai javaslatokra kerül sor: felvetési többnyire a tudatosságot növelő intézkedésekre, a forráshatékony IKT-eszközök és intelligens alkalmazások kutatásának és fejlesztésének ösztönzésére vonatkoznak, és nem térnek ki a visszacsapási effektusok kezelésére.

5. A szélessávú átmenet

Összefoglalóan annyit mondhatunk, hogy a szélessávú társadalomhoz vezető átmenet jelenlegi szakaszában lezajló folyamatoknak jelentős környezeti hatásai vannak, amelyeket csupán részlegesen módosítanak a szabályozások, és a másodrendű és harmadrendű pozitív hatásokban rejlő hatalmas lehetőségeket csak korlátozott mértékben sikerül kihasználni. Bizonyos, hogy amikor a termelés oldaláról vizsgáljuk a környezeti hatásokat, a mikroszinten elért jobb hatékonyság tekintetében nyilvánvalóak az eredmények, a makroszinten pedig az IKT valószínűleg eddig is hozzájárult az energiafogyasztás részleges elválasztásához a gazdasági növekedéstől, bár a fejlesztési lehetőségek nagy része még nem valósult meg (Ayres és Warr 2005). Amikor azonban

a fogyasztási oldalra fordítjuk figyelmünket, a problematikus aspektusok kerülnek előtérbe, s éppen ezért közelebről is meg kell vizsgálnunk, hogy ténylegesen hogyan alakul, milyen formát ölt a szélessávú társadalom, és a környezeti kérdések miért nem kapnak nagyobb figyelmet az átmenet során.

A következőkben elemzésünk rendszeres kifejtéséhez az átmenetelmélet módszereit alkalmazzuk, részben azért, mert az elmélet módot ad a felmerülő kérdések rendszerszemléletű tárgyalásához, részben pedig azért, mert bizonyos részterületeken itt az újítások fenntarthatósága a legfontosabb kérdés. Előljáróban röviden bemutatjuk az átmenetelmélet alap gondolatait, az IKT-eszközök példájára vonatkoztatva.

5.1. Átmenetelmélet

Az átmenetelmélet és a változásmenedzsment tudáshozadékát a társadalmi és technológiai változások rendszerszintű megértése (a középszintű rendszerek tekintetében), valamint a folyamatokba való politikai beavatkozás szilárd megalapozása jelenti. A rendszerszintű fejlesztések legtöbbször nem csupán egy ágazatot érintenek, kiterjedésük azonban korlátozottabb a gazdaság egészét megváltoztató műszaki-gazdasági paradigmák hatókörénél (Perez 1985; Freeman és Perez 1988; Geels és Schot 2007). A rendszerszintet egyes szerzők olyan „társadalmi funkciókkal” kapcsolatban definiálják, mint a közlekedés-szállítás, a kommunikáció vagy a lakásellátás (Geels 2002): ez a megközelítés Hughes-nak a funkcionális működés érdekében varratmentesen összekapcsolt elemek hálózatával kapcsolatos elgondolásaira támaszkodik. Mások a rendszerszintet szervezési területként határozzák meg, az intézményi élet valamely elismert tereként, ahol egymással interakcióban álló csoportok közössége működik (Geels és Schot 2007). A funkcionalitással szemben a szerveződési területek hangsúlyozása nyitottabb megközelítést jelent, és választ adhat az átmenetelmélet Smith és munkatársai (2005) által megfogalmazott kritikájára, miszerint az „túlzottan funkcióközpontú”. E két megközelítés azonban átfedésbe is kerül egymással, amikor a szervezeti területek a társadalmi funkciók köré rendeződnek.

Rendszerszinten azonosíthatunk bizonyos „szociotechnikai rezsimeket”. Egy szociotechnikai rezsim olyan, félig koherens szabálykészletként definiálható, amely egy interaktív csoportokból összetevődő közösségben koordinálja a tevékenységeket (Geels és Schot 2007), vagy – más szavakkal kifejezve – heterogén elemek hálózatát konfigurálja és rendezi. A szabályok fogalma itt azonos jelentésű a szabályozó funkciót betöltő normatív és kognitív intézményekkel, amelyek egyrészt lehetővé teszik, másrészt korlátozzák is a szereplők tevékenységeit (Schot 2001). A szabályok csupán azért léteznek, hogy a társadalmi csoportok életbe léptetik őket, s ezek reprodukcióján keresztül valósul meg a tevékenységek koordinációja és oly módon történő összehangolása, ami stabilitást és felismerhető formát ad az adott rezsimnek. A fogalom értelmezési tartománya kiterjed a Nelson- és Winter-féle technológiai rezsimek fogalmára is, ami a cégek és műszaki szakemberek olyan közösségét jelenti, akik egy új technológia kifejlesztésével kapcsolatban közös rutinokat követnek. Ezekkel összevetve a szociotechnikai rezsim több társadalmi csoportot és a tevékenységek szélesebb körét foglalja magában, mint a műszaki fejlesztés. A korai publikációkban (lásd pl. Geels 2002) úgy tekintették, hogy egy szociotechnikai rezsim hét elkülönülő dimenzióból áll

össze (technológia, infrastruktúra, iparági hálózat, felhasználói gyakorlat és piacok, kultúra és szimbolikus műszaki tartalom, szektorális politika, műszaki tudományos tudás). Ma a rezsim összetevőit legtöbbször a következő három csoportra osztják: (a) anyagi és technikai elemek, (b) az egyedi szereplők és a társadalmi csoportok hálózata, és (c) formális, normatív és kognitív szabályok (Verbong és Geels 2010).

Mint tanulmányunk 2. fejezetében már említettük, a rendszerszemlélet alkalmazható az IKT-ra mint különböző technológiák és iparágak sajátos klaszterére, különösen az internet megjelenése óta, és amióta a szélessávú infrastruktúrák kifejlődése is megerősítette a klaszteren belül szintén koncentrált politikai figyelem tárgyává vált kapcsolatokat. Kézenfekvőnek tűnik a Fransman által leírt IKT ökoszisztémát olyan szerveződési területnek tekinteni, ahol interaktív csoportok közösségén belül bizonyos szabályok vagy intézmények koordinálják a tevékenységeket, és biztosítják az alkotóelemek bizonyos mértékű koherenciáját. Ez a fajta koherencia tükröződik például az olyan eseményekben, mint a dániai Szélessávú Napok rendezvénysorozata (hasonló eseményekre sor kerül más országokban is). Állíthatjuk továbbá azt is, hogy az adott terület valamilyen társadalmi funkció betöltése körül szerveződik, mivel az egymáshoz konvergáló IKT-hálózatok olyan infrastruktúrát alkotnak, amely az információ feldolgozása, elosztása és tárolása, valamint a kommunikáció elősegítése révén kétségtelenül társadalmi funkciót tölt be. Rendszerszinten azonban a lényeges pont az, hogy ez az infrastruktúra jelenleg párhuzamosan fejlődik a médiához és a szórakoztatáshoz kapcsolódó iparágak egy bizonyos körével, és ez meghatározó szerepet játszik az adott szociotechnikai rezsim alakításában.

Idővel a szociotechnikai rendszerek megváltoznak. A szabálykészlet által biztosított viszonylagos stabilitás dacára a rezsimben feszültségek alakulnak ki és a fokozatos változás irányába mutató erőhatások jutnak érvényre. Az átmenetelmélet érdeklődésének középpontjában azonban a minőségi változás áll: az átrendeződés folyamata, melynek során valamely szociotechnikai konfigurációt egy másik vált fel. Az ilyen átmeneteket több szinten egyidejűleg végbemenő, úgynevezett többszintű folyamatokon keresztül megvalósuló fejlemények összhangba rendeződésének eredményeként foghatjuk fel. A rendszer megváltozása eredhet például olyan radikális élőhelyi újítások kiépüléséből, amelyek kihívás elé állítják az érvényben levő aktuális rezsimet, és ha az adott rezsim a külső környezetében, az úgynevezett tájképszinten zajló változások következtében destabilizálódik, képesek áttörés megvalósítására is.

A rendszer megújítását – a rezsimváltást – a kereslet és a kínálat párhuzamos fejlődése, a termelési kompetenciákban és a piacokon végbemenő radikális változások, sok szereplő részvétele, valamint hosszú időhorizont jellemzi (Elzen et al. 2004). Az átmenetelméleti megközelítés nem az evolúciós metaforát alkalmazza a változásra, miszerint a sokféleség létrejötte megelőzi a kiválasztódási folyamatot, hanem az újítások és a szelekciós környezetek párhuzamos fejlődését hangsúlyozza. Az újítók – csakúgy, mint más szereplők is – aktívan befolyásolják a szelekciós környezetet annak érdekében, hogy a technológiák, a piacok, a felhasználók, az intézmények, a stratégiák és a diskurzusok együttesen fejlődjenek. A rendszer változásai emergens jellegűek, a jövőképek és a tevékenységek hosszabb idő alatt rendeződnek összhangba. A kormányzati beavatkozás részét alkotja ennek a folyamatnak, de a kormányzat az egyik szereplőként sok másik között csak befolyásolhatja, de nem irányíthatja magát a folyamatot.

Az átmenetelmélet egyik fontos részterülete a fenntarthatóságot szolgáló átmenetekkel foglalkozik, és azt vizsgálja, hogy a változásmenedzsment hogyan irányíthatja az ilyen átmeneteket. A fenntartható irányba vezető átmenetekkel foglalkozó tanulmányok a szociotechnikai rendszerek változatos körét fogják át, például az energia, a közlekedés-szállítás, a közegészségügy és a mezőgazdaság területén, és hajlamosak a most felbukkanó „zöld” újításokra koncentrálni, amelyek megváltoztathatják vagy felválthatják a ma érvényben levő fenntarthatatlan rezsimeket (Elzen et al. 2004). A változásmenedzsment módokat keres a zöld élőhelyek megteremtését célzó innovációk gondozására, és igyekszik nyomást kifejteni a fenntarthatatlan meglévő rezsimek destabilizálása céljából.

Az IKT-eszközök többnyire azért jelennek meg a fenntartható átmenettel foglalkozó tanulmányokban, mert számos, környezeti szempontoktól motivált élőhelyi innováció az energiával, a közlekedéssel és más rendszerekkel kapcsolatban felhasználja az IKT-eszközöket – ez alól a trend alól kivételt jelent Lauridsen és Jørgensen (2010) munkája, akik az elektronikus hulladékok kérdéseit vizsgálták az átmenet nézőpontjából. Mindez természetszerűleg következik az IKT-eszközök széles körű alkalmazhatóságából és a termelési eljárások optimalizálása terén bennük rejlő lehetőségekből. A rendszerszinten azonban az IKT-klaszter és a fogyasztási gyakorlat hozzá kapcsolódó fejlődése olyan szociotechnikai rezsimeket hoz létre, amely nem tekinthető fenntarthatónak. Az ilyen fenntarthatatlan rezsimek kialakulása is vizsgálható az átmenet nézőpontjából, de a kutatók hajlamosak átsiklani e fölött a jelenség fölött, mivel a környezetvédelmi szempontokat szem előtt tartó újításokra és a fenntarthatatlan meglévő rezsimekre összpontosítják figyelmüket. Az átmenetekkel foglalkozó vizsgálatok továbbá rendszerint részrehajlóak a termelési oldal irányában, és hajlamosak a felhasználói oldal vizsgálatára kevesebb energiát fordítani (Shove és Walker 2010), ami arra utal, hogy a környezethatékonyság tekintetében inkább a termelésben tett előrelépésekre helyezik a hangsúlyt, mint arra a fenntarthatatlan fogyasztásra, ami a technológiai újítások következtében keletkezhet.

Az átmenetelmélet alkalmazásával ebben a tanulmányban arra szeretnénk rámutatni, hogy ennek a szemléletnek nemcsak akkor van létjogosultsága, amikor az aktuálisan megjelenő újítások zöldek, hanem a felbukkanó fenntarthatatlan fejlemények vizsgálatánál is – ahogyan erre Cohen (2010) is figyelmeztet. Következésképpen a változásmenedzsmentnek törődnie kell a frissen megjelenő fenntarthatatlan átmenetek elkerülésével is. A továbbiakban nem a szélessávú átmenet teljes körű átmenetelméleti elemzésére vállalkozunk, hanem csupán az eseményeket alakító folyamatokat vizsgáljuk, különös tekintettel arra a kérdésre, hogy a környezeti szempontok mindmáig miért nem jelennek meg markánsabban. Csak a „tájkép-szintet” és a rezsimek szintjét tárgyaljuk.

5.2. A tájkép-szint

Az elemzés során vizsgálható tájképi elemek száma elvileg bármennyi lehet, mivel az IKT fejlődését és felhasználását számos – a rezsím szempontjából külsőnek tekinthető – szociális, gazdasági, kulturális és technológiai feltétel befolyásolja. Itt csupán néhány, az IKT-szolgáltatásokat és az irántuk megnyilvánuló keresletet nagymértékben befolyásoló alapfeltételt emelünk ki ezek közül.

Először is érdemes megvizsgálni azokat a körülményeket, amelyek az árak csökkenésén keresztül lehetővé tették az IKT-alkalmazások drámai mértékű gyarapodását. Ezt a növekedést rendszerint a félvezető technológiák fejlődésének tulajdonítják (Jorgenson 2001), ami valóban fontos, de más, a kínálati oldalt befolyásoló tájképi elemeknek tekinthető alapfeltételek is kulcsszerepet játszanak benne. A növekedéshez a termelés anyagi feltételeinek alacsony áron elérhetőnek kell lenniük, ideértve az energiát, valamint a szükséges fémeket és ásványi anyagokat is. Ezeknek az elérhetősége azonban gyakran nagy volumenű, nem kompenzált környezeti és társadalmi externáliákon alapul. Egyes fontos ásványi nyersanyagok kibányászása jelentős társadalmi költségek árán folyik, az adott árucikkek piacának határvidékein. Továbbá az alapvető elektronikai komponenseket össze is kell szerelni végtermékeké, és sok elektronikus berendezés készül a szegény országok gyatra munkafeltételeket nyújtó műhelyeiben, ahol a munkabérek rendkívül alacsonyak (Schor 2005; Chan et al. 2008). Egy másik kulcsfeltétel az alacsony energiaárakon alapuló olcsó szállítás, ami nélkül a globális ellátási láncok megszervezése jóval kevésbé vonzó lehetőséget jelentene. A termékek életciklusának végén súlyos társadalmi és környezeti externáliák keletkeznek a hulladékkezeléssel kapcsolatban is. Ily módon az elektronikai termékek alacsony ára szintén hozzájárul a jövedelmek és a lehetőségek terén globális szinten mutatkozó kirívó egyenlőtlenségekhez.

A „tájképi elemek” a keresleti oldalt is befolyásolják. Az alacsony energiaárak meghatározó fontosságúak az IKT-alkalmazások szempontjából egyrészt abban a tekintetben, hogy a berendezések energiahatékonyságára a végfelhasználók általában csekély figyelmet fordítanak, másrészt pedig a kifejlesztett készülékek és megoldások jellegét tekintve is. Az energiaárak tényleges növelése – a további növekedést az idő függvényében biztosító mechanizmusokkal együtt – megváltoztatná a keresleti mintákat és a K+F erőfeszítések irányát. A kereslet nyilvánvalóan függ attól is, hogy mekkora és hol található a fizetőképes vásárlóerő. A jelenlegi gazdasági válság bekövetkezéséig a jómódú és középosztálybeli fogyasztók jövedelmének növekedése és tőkenyereségei hosszú időn át biztosították egy olyan termékekre és szolgáltatásokra orientált piac működését, amelyek a vásárlók életét kényelmesebbé, érdekesebbé, stimulálóvá és szociális értelemben is biztonságossá és kellemessé tehetik, javítva (vagy legalábbis megváltoztatva) mindazoknak az értelmes mindennapi tevékenységeknek az alakulását is, amelyekbe az IKT-eszközök integrálhatók (Røpke et al. 2010a). A legtöbb végterméket és szolgáltatást az északi féltekén élő fogyasztók számára fejlesztik ki, fontos azonban rámutatni, hogy nyereséges piacok találhatóak a szegények körében is: világszerte igen sok ember költ kisebb összegeket erre a célra, amelyek összedóvva szintén jelentős keresletet képviselnek. Az IKT eszközrendszerén belül például többféle mobil szolgáltatás működik rendkívül sikeresen szegény afrikai országokban, bár ezek általános hatása a K+F tevékenység alakulására viszonylag csekély.

A keresletet máris, és a jövőben várhatóan továbbra is befolyásoló fontos tájképi elemek közé tartoznak az OECD országokban az idősebbek növekvő részaránya felé mutató demográfiai változások. A jóléti állam finanszírozásának növekvő problémáival együtt ezek főként az egészségügyi ellátásban felhasználható, munkaerő-megtakarításra alkalmas technológiákra teremt piacot. Emellett az állami szektor példát mutat a technológia és a kereslet együttes fejlődésére az új közigazgatási eljárások bevezetése

terén is: az IKT nélkül lehetetlen volna megvalósítani az irányítás ideológiai forradalmát, ami egyszersmind növekvő keresletet teremt az IKT iránt.

Mind a kínálatot, mind a keresletet befolyásolják továbbá a szintén tájképi elemeknek tekinthető domináns társadalmi diskurzusok is. A klímaváltozás által kiváltott növekvő közfigyelem kétségkívül táplálja az érdeklődést a „zöld IKT” iránt, és ösztönzi a felelősségvállalást a termelők és a felhasználók körében egyaránt. Sokan a máris környezettudatos viselkedés demonstrálásával igyekeznek alátámasztani az állami szabályozás megakadályozására irányuló törekvéseket. A vállalatok kezdeményezési mellett több civil szervezet is aktívan szorgalmazza az energiahatékonysági szempontok figyelembevételét: például a „Zöld Energia-closztó Hálózat” (*Green Grid*), az Éghajlatmentők (*Climate Savers*)¹ és a *Greenpeace* erőfeszítései nyomást fejtenek ki a „zöldebb elektronikához” vezető megoldások kidolgozása érdekében, rangsorolva ebből a szempontból a számítógépek és mobiltelefonok legnagyobb gyártóit.² Miközben az ilyen kezdeményezések már eddig is feltétlenül hasznosnak bizonyultak, egy egészen másféle „tájképi esemény”, egy izlandi vulkán hamufelhője is ékesszólóan demonstrálta, hogy valójában milyen hasznos lehet a videokonferenciák alkalmazásának szorgalmazása, ami tükröződött az ilyen irányú hirdetések fellendülésében is az üzleti lapokban és magazinokban.

5.3. A rezsimek szintje

A rezsimek szintjére térve azokat a kérdéseket kell érintenünk, amelyekkel a rezsिम szereplői foglalkoznak, és azt a kérdést vetjük fel, hogy milyen hatást fejt ki mindez a környezeti gondok megoldására. Tanulmányunknak ebben a részében a szakirodalmi forrásokon kívül a dániai Szélessávú Napok rendezvényein való részvétel adataira támaszkodunk, a 2007 és 2009 közötti időszakot tekintve: ez az évente sorra kerülő rendezvény a szereplők népes csoportját hozza össze a távközlési és más IT-eszközök gyártói és forgalmazói, valamint a szolgáltatók köréből. A konferenciák és a hozzájuk kapcsolódó kiállítások sok technikai újítást mutatnak be, de emellett igen jól tájékoztatnak a kereskedelmi és szabályozási kérdésekről is.

Az átmenetelmélet heurisztikus keretei között az egy-egy rezsimen belül lezajló folyamatokról – vagy a több rezsिम közötti interakciókról – háromféle rezsимdimenzió, nevezetesen a technológia, a társadalmi hálózatok és az intézmények (a formális, normatív és kognitív szabályok) mentén adhatunk számot (Raven 2007). A következőkben e dimenziók mentén fejtjük ki mondanivalónkat, ám ezek olyan mértékig összefonódnak, hogy nem választhatók szét külön alfejezetekbe. Kiindulópontként a szélessávú technológiákat választjuk, majd rátérünk a társadalmi hálózatok és az intézmények különböző aspektusaira, s végül visszatérünk a technológiai kérdésekhez, az innovációk irányára összpontosítva figyelmünket a rezsimen belül.

Mivel az új IKT ökoszisztémájának dinamikáját az internet és a szélessávú kapcsolatok új infrastruktúrája határozza meg, nyilvánvalóan ez az infrastruktúra áll az érdeklődés középpontjában. Az 1990-es évek közepe óta az internet világméretű elterjedésével párhuz-

¹ Lásd <http://www.thegreengrid.org/>, <http://www.climatesaverscomputing.org/>

² Lásd <http://www.greenpeace.org/international/en/campaigns/toxics/electronics/Guide-to-Greener-Electronics/>

zamosan a hozzáférési technológiák is gyors ütemben fejlődnek. Jelenleg a felhasználók különféle technológiák révén férhetnek hozzá a világhálózathoz, ideértve a régi telefonrendszer rézhuzal-hálózatát, a kábeltelevíziós hálózatot, az optikai kábelhálózatot és a különféle vezeték nélküli átviteli rendszereket. Élénk diskurzus folyik a különböző módszerek és az azoknak megfelelő szolgáltatásokat nyújtó cégek viszonylagos versenypozíciójáról. Vajon milyen mértékig cserélhetők fel egymással az egyes technológiák, illetve szolgáltatók? Biztosíthatnak-e a technikai fejlesztések hosszú élettartamot a régebbi technológiák számára? Képesek lesznek-e a mobil technológiák hosszú távon is kielégíteni az igényeket? Különös érdeklődés nyilvánul meg az optikai szál technológiák iránt, amelyek a legnagyobb átviteli sebességet biztosítják, de installációjuk költséges. Feltétlenül szüksége van-e szál-optikai hálózatra egy országnak ahhoz, hogy hosszú távon versenyképes lehessen? És az milyen gyorsan teremthető meg? Elegendő lehet-e egy szál-optikai alapú gerinchálózat kiépítése, amely azután más hozzáférési technológiákkal kombinálható? Ha a szál-optikai hálózat valóban fontos, szükséges-e állami pénzeszközöket fordítani a kiépítésére? Az ezekre a kérdésekre adott válaszok az egyes országokban számos tényezőtől, köztük nem utolsósorban az adott térségben már konszolidálódott távközlési vállalatok lobbijétől és a politikai hagyományoktól függően alakulnak.

Az internet általános elterjedése egy liberalizációs korszakban ment végbe. Ez tekinthető a tájkép egyfajta változásának is, ami a szabályozások és a szélessávú fejlődéssel érintett társadalmi hálózatok viszonylatában sajátos utat követ. A társadalmi infrastruktúrák gyakran monopolisztikusan szerveződnek, akár állami tulajdonban, akár magántulajdonosoktól kapott felhatalmazások alapján jönnek létre, mivel párhuzamos infrastruktúrák kiépítése a forrásvesztések miatt jelentős társadalmi költséggel járna, és mivel a nagy méretek gazdaságossága és a hálózati externáliák a monopóliumot teszik a leghatékonyabb megoldássá. Ezt a felfogást, a „természetes monopóliumok” létjogosultságát mindazonáltal már az 1980-as évek közepén megkérdőjelezték, amikor az USA, Japán és az Egyesült Királyság – különböző okokból – megtette az első lépéseket a távközlési szektor liberalizálása irányában (Fransman 2010, 117f). Ez a trend azután átterjedt más OECD országokra is. A liberalizálás azonban létrehoz egy problémát: nem elegendő a nyitás az új belépők számára, mivel a verseny szabadságát folyamatosan fenyegetik a magas fix és alacsony marginális költségek, valamint a nagy méretek gazdaságosságának törvénye és a hálózati externáliák sokasága is, továbbá a már konszolidált helyzetben levő szolgáltatók rendszerint jelentős piaci erő birtokában vannak. A piaci erőket szabályozni kell, és a domináns szabályozási paradigma a távközlés területén azon az elven alapul, hogy az új belépőknek fizetniük kell a már bent levőknek a hálózataikhoz való hozzáférésért, mégpedig egy olyan optimális árszinten, ami a zavartalan verseny eredményeként jön létre. E szerint a gondolatmenet szerint a verseny a lehető legnagyobb mértékben csökkenteni fogja az árakat a fogyasztók számára, de az elgondolást nehéz átültetni a gyakorlatba. A szabályozók ennek megvalósítása érdekében a verseny ösztönzésére összpontosítják a figyelmüket, igyekezve minél több választási lehetőséget biztosítani a felhasználók számára.

Fransman a szabályozási paradigma szempontjából bírálja, hogy a második szinten bevezetett szabályozások magas szintű prioritást élveznek az IKT-ökoszisztémában, mindenekelőtt azért, mert a paradigma szerinte nem megfelelően kezeli az újítások és a változás dinamikáját, és nem nyújt elegendő ösztönzést a már birtokon belül levő sze-

replők számára az adott ország távközlési infrastruktúrájába való befektetésekhez (77–79). Úgy véli, hogy nem elegendő csupán a versenyre mint a fejlődés fő mozgatóerejére összpontosítani, mert az újítások nagyrészt az új IKT-ökoszisztéma négy főbb szereplői csoportja között fennálló hatféle szimbiotikus kapcsolatból, valamint az aggregátum alacsonyabb szintjein kiépülő együttélési kapcsolatokból erednek (37–41). Ezek a kapcsolatok generálják a fejlődés szempontjából meghatározó fontosságú információáramlásokat, például a specifikációs folyamatokon vagy a végfelhasználóknak a tartalom-előállításba való közvetlen bevonásán keresztül. Hozzájárulnak továbbá a változatosság megteremtéséhez, és beépülnek a szelekciós folyamatokba is (48). Az európai szabályozókat és döntéshozókat sok bírálat éri, amiért inkább csak a rövidtávon elérhető árral törődnek, mintsem a modern infrastruktúrához vezető átmenet elősegítésével, ami pedig fontos lenne a hosszú távú versenyképesség biztosításához (94f). Fransman szerint a 2000-es évek közepétől kezdve bukkannak fel az első jelek arra, hogy a szabályozási paradigma ismét meg fog változni, és a beruházás és fejlesztés fontosabb helyre kerül az érintettek terveiben (81–85). Ezt a megállapítást erősíti meg Dániában a nagysebességű átvitelrel foglalkozó bizottság (*High Speed Commission*) újabb jelentése is, amire később térünk ki. A liberalizmus gyakorlatával szemben fellépő kognitív és normatív kihívások ily módon bizonyos szektorokban visszacsatolódnak a tájkép-szintre, és megváltoztatják az infrastruktúra jövőbeli átalakulásainak a feltételeit (hasonló bírálatok vonatkoznak az energia-rendszerre is, lásd például Bolton és Foxon 2011).

A fogyasztók bevonása fontos szereplőként a társadalmi hálózatokba rávilágít még egy központi kérdésre, nevezetesen a sávszélesség és a tartalom kapcsolatára, ami klaszszikus „tyúk vagy tojás” problémának tekinthető. Amíg a legtöbb embernek viszonylag kis sebességű hozzáférése van a hálózathoz, addig nem kifizetődő nagy sávszélességet igénylő szolgáltatások kifejlesztése – ám a fogyasztók nem hajlamosak fizetni a nagyobb sebességért, ha annak kevés hasznát vehetik. Az ágazat éveken keresztül reménykedett valamilyen „áttörő erejű alkalmazás” megjelenésében, amely mindenki számára szükségessé tenné a nagy sávszélességet, ám mindeddig hiába. A Szélessávú Napok során gyakran ismételt szöveg volt, hogy „a tartalom a király”: a technológia fanatikus hívei az IT szektorban csak technológiát akarnak eladni a fogyasztóiknak, ám azokat az érdekli, hogy mire használhatják azt fel. Sok reményt fűznek mindmáig a televízió és a különféle videósolgáltatások (HDTV, videóigény szerint, 3D, folyamatos tartalom sugárzás) fejlesztéséhez, amelyek nagy sávszélességet igényelnek, különösen akkor, ha a háztartás egyes tagjai más-más csatornát kívánnak nézni ugyanabban az időben. A sávszélesség iránti kereslet azonban továbbra is elmarad a száloptikai hálózatok fenntartóinak reményeitől, mivel a legtöbb alkalmazás csupán kisebb sebességű kapcsolatot kíván meg.

A fejlesztési tervekben előkelő helyen áll továbbá az új üzleti modellek kialakítása, tekintettel olyan kérdésekre is, mint a tulajdonosi szerkezetre vonatkozó előírások és a hálózatsemlegesség. Az internet teljesen megváltoztatta a pénzkeresés feltételeit olyan hatalmas ágazatokban, mint a zeneipar és a napi sajtó, és a jelenleg a televízióval kapcsolatban folyó küzdelmek igen kemények. A szolgáltatási rendszerek – a televízió, a telefónia és az internet – egyre inkább összekapcsolódnak, és a szolgáltatók azért küzdenek, hogy valamennyi szolgáltatást ugyanazon a csatornán keresztül biztosíthassák a fogyasztók számára. A televízió jelenti a fő küzdőpontonodot, és az új üzleti

modellek megtalálására való törekvések igen sok szálon futnak: a fogyasztók nem előre rögzített csomagokat, hanem szabad választást kívánnak valamennyi csatorna között, igény szerinti televíziót, de a jelenleg használatos üzleti modellek nem elégítik ki ezt a keresletet, és az ellátási láncban részt vevő szereplők különböző irányokban fejtenek ki húzóerőt. Az üzleti modellek kérdése igen fontos mindenféle hálózati alkalmazás fejlesztői és szolgáltatói számára is.

A szélessávú társadalom fejlődése során sok más kérdés is figyelmet kíván, és igényli az állami szektor aktív közreműködését, messze túlmenően a verseny szabályozásán. Az internet használatánál rendkívül fontosak például a biztonsági kérdések, és a lakosság ez irányú lehetőségeinek fejlesztését meghatározó jelentőségűnek tekintik egy-egy ország versenyképessége szempontjából. A dán kormányzat prioritásai az IKT tekintetében a következőkben foglalhatók össze: (1) Szélessávot mindenkinek, több választási lehetőséggel! (2) Új lehetőségek – monitorozás és e-tanulási programok biztosítása mellett. (3) E-biztonság – digitális aláírás, kampányok a biztonsági kérdések tudatosítására. (4) E-tartalmak – állami szolgáltatások, és növekvő hozzáférés az állami adatbázisokhoz a kereskedelmi szolgáltatások fejlesztésének alapjaként. (5) Zöld IKT – Dánia adott otthont két OECD-konferenciának ebben a témában, és megtette az első lépéseket az IKT környezeti hatásainak monitorozása felé. Dánia liberális kormánya 2001 óta általában véve a verseny mikromenedzselésére és az általános feltételek javítására, valamint a különféle közigazgatási adminisztrációs teendők és szolgáltatások digitalizálására koncentrált az állami szektorban (néha sikertelennek bizonyult módszerekkel). Az IKT alkalmazások fejlesztésének elősegítésére találunk jó példákat a játékok területén (az „élménygazdaság” előtérbe kerülésével), valamint az egészségügyi és az oktatási szektorban is, de a központi társadalmi problémák megoldásának céljával az ágazat fejlesztése terén viszonylag kevés erőfeszítés történt az állami szektor mint húzóerő bevetésére. A nagysebességű átvittel foglalkozó, már említett bizottság (*High Speed Commission*) hangsúlyozza a fokozott erőfeszítések szükségességét ebben az irányban, mind a potenciális társadalmi hasznok megvalósítása, mind az erős versenypozíciók alapjainak megteremtése érdekében – ahogy a jóléti állam a múltban is mindig fontos szerepet játszott a dán versenyelőnyök megteremtésében (Højhastighedskomiteen 2010).

Az IKT-ökoszisztémán belül végbemenő technológiai változások irányába fordítva figyelmünket azt látjuk, hogy az innovációs folyamatok egyes főbb irányvonalai különböző területeken a már kialakult technológiai paradigmákon alapuló pályagörbék gyanánt rajzolódnak ki, abban az értelemben, ahogy Dosi (1982) használja ezt a kifejezést. Ilyen irányzékot jelentenek például a még nagyobb felbontású, még laposabb képernyők, a még erősebben integrált áramkörök és a még hatékonyabb szenzorok. Elérendő cél továbbá a vezeték nélküli technológiák nagyobb hatótávolsága, a megnövelt tárolókapacitás és a még nagyobb sebesség minden átviteli technológiában, a hosszabb akkumulátor-élettartam, a jobb grafika, a nagyobb képernyőméret, a jobb hangvisszaadás, valamint a készülékek és szolgáltatások fokozott mobilitása is. Az energiahatékonyság közvetett módon benne foglaltatik egyes ilyen fejlődési irányokban (például az akkumulátorok hosszabb élettartamát tekintve), de a szabályozásoknak az energiafelhasználásra való összpontosítása mellett egyre több erőfeszítésre lenne szükség a független szereplők részéről is az energiahatékonyság javítása érdekében. Úgy tűnik

például, hogy a jelenlegi eredményeket a LED és OLED képernyő-technológiák fejlesztése terén nem csupán a jobb visszaadás és jobb kontraszt elérésére való törekvés, hanem az energiával kapcsolatos megfontolások is motiválják.

Az alkalmazásokat tekintve szembevetendő, hogy milyen sok forrást szentelnek a szórakoztatási funkciók fejlesztésére a televízió, a zeneipar és a játékok terén egyaránt. A nagysebességű átvitelrel foglalkozó bizottság vezetője, Erik Bonnerup bizonyos mértékű csalódottságát juttatta kifejezésre a prioritások tekintetében, amikor a bizottság jelentésének ismertetésekor (a 2009. évi Szélessávú Napokon) „a szórakozás és a játékok világa” jelölte meg a szélessávú társadalom kialakulásának fő hajtóerejeként, és a központi társadalmi problémák megoldását szolgáló technológiák alkalmazását szorgalmazta. Mások úgy érveltek, hogy „a szórakozás és a játékok világa” kitűnő exportlehetőségeket kínál, az emberek a játékokon keresztül mind számítógép-alkalmazási, mind társadalmi és kreatív készségekre is szert tesznek, és a játékok előállítása az igen komoly önálló iparággá válás küszöbén van az oktatással összefüggésben is (*edutainment*). A játékok világa alapjában véve új közvetítő közegnek tekinthető, és a számítógépes játékok a régebbi médiumokhoz hasonlóan felhasználhatók lesznek mindenféle célra, beleértve a központi társadalmi problémákkal kapcsolatos kommunikációt is. Az új médiumok kifejlesztésére és a régiek tökéletesítésére egyaránt szükség van, és mindegyiknek megvan a maga piaca is, a ritka természeti és emberi erőforrásokat azonban környezetvédelmi szempontból hasznosabb lenne más célokra felhasználni. Az IKT szoros összefüggésben fejlődik a fogyasztói elektronikai alkalmazásokkal, és ez a kölcsönös kötődés adott esetben több környezeti problémához vezethet, mint amennyit megold.

Milyen helyzetet idéz elő a rezsím fejlesztése a környezeti gondok tekintetében? A tájkép fejlesztése kapcsán a környezet és az energia problémái már megjelentek a kormányzati programokban, a rezsím szereplői számára azonban mindeddig csak másodrendű kérdésként. A televízió digitalizálása például úgy ment végbe, hogy kevés figyelmet fordítottak a környezetre, bár a következményei jelentősek. Ugyanez mondható el a szélessávú infrastruktúráról is, és kevesen vonják kétségbe a szórakozási célú berendezések óriási mértékű szaporodását. Fransman jó példákat mutat be könyvében a környezeti kérdések alacsonyabb szintű státusának illusztrálására. Bírálja a távközlés területén domináns szabályozási paradigmát és az ezzel kapcsolatos tudományos állásfoglalásokat is, amiért nagyrészt elhanyagolják az innovációs folyamat kulcsfontosságú aspektusait. Példaként megemlíti, hogy a témában közzétett egyik alapmű (Laffont és Tirole 2000) tárgymutatójában mindössze két utalás található az innovációkra (Fransman 2010, 79). Ugyanebből a szempontból vizsgálva Fransman könyve is csupán egyszer említi a környezetet (a bevezetésben, xii), és tárgymutatójában nem találunk hivatkozásokat sem az energiára, sem a fenntarthatóságra: az innovációt Fransman fontosnak tekinti, de az újítások irányát nem tárgyalja. A verseny szabályozásával, az üzleti modellekkel, a biztonsággal és a lehetőségekkel kapcsolatos gondok sokaságát, komplexitását és súlyosságát tekintve nem meglepő, hogy a környezeti problémákat sokan hajlamosak csupán mellékes jelentőségűként kezelni a legfőbb kérdés mellett, ami a vállalkozások szemében a nyereség, a kormányzat számára az ország versenyképessége és az adóalap, a fogyasztók számára pedig a mindennapi élet problémáinak megoldása. A környezeti gondok tekintetében csak akkor következnek be áttörés, amikor meghatározó szerephez jutnak a fő kérdések megválaszolásában.

6. Diskusszió és konklúzió

Míg az előzőekben azt igyekeztünk megvilágítani, hogy a környezeti megfontolások miért nem jelentkeznek hangsúlyosabban a szélessávú átmenet megvalósításakor, itt azt vizsgáljuk, hogy milyen tanulságok vonhatók le az újítások irányának alakulásával kapcsolatos tanulmányokból, és az IKT fejlődését hogyan lehetne fenntarthatóbb irányba terelni. Az innovációk irányulása szempontjából releváns körülmények és egyéb tényezők azonosítása mellett megpróbáljuk feltárni az innovációk célrendszerének az IKT-eszközökben rejlő pozitív fenntarthatósági potenciál jobb kiaknázása érdekében történő befolyásolására nyíló lehetőségeket. A felmerülő kérdések tárgyalásához az átmenetelmélet heurisztikus kereteit választottuk: noha a változások irányának alakítása ritkán kerül az átmeneti jelenségek vizsgálatának a középpontjába, ez a keret módot ad a szelektív környezet strukturális elemzésére, amely bizonyos fajta innovációkat ösztönöz, míg másokat gátol.

A *tájkép-szinten* az IKT-eszközök csökkenő árai alkotják az IKT használatában bekövetkezett drámai növekedés alapfeltételeit – az olcsó generikus technológia elérhetősége ösztönzi az újításokat a lehetséges alkalmazások terén. Ez az alapfeltétel a tájképhez tartozó jelenségnek tekintendő, mivel nem csupán a technológiai fejleményeken alapul, hanem jelentős környezeti és társadalmi externáliákra is támaszkodik, az erőviszonyok globális egyenlőtlenségeinek megfelelően. Az IKT körében az új alkalmazások kifejlesztését célzó kutatásokat, vagyis az újítások általános orientációját befolyásolta az energia alacsony ára, ami meghatározó szerepet játszott az energiatakarékos fejlesztésekre való törekvés elmaradásában. Ezzel egyidejűleg befolyásolta az innovációk irányát az új fogyasztói javak jelentős fizetőképes piacának elérhetősége is, amiben szintén a nagy globális egyenlőtlenségek tükröződnek. Az éghajlatváltozással kapcsolatos diskurzus újabbban nagyobb hangsúlyt helyezett az energiatakarékosságra, ez azonban eddig még csak elvétve eredményezett az innovációkra lényeges hatást kifejtő konkrét intézkedéseket.

Ez a példa is kiemeli a tájkép-szint fontosságát a fejlődés irányának meghatározásában. Hasonló tájképi jelenségek játszanak meghatározó szerepet fenntarthatatlan helyzetek kialakulásában más területeken, például a ruházatkódás terén is (Schor 2005). Amikor a környezeti externáliák, az alacsony bérek és a rossz munkafeltételek lehetővé teszik az olcsó fogyasztói javak előállítását és a nagy mennyiségű fogyasztást ösztönzik, akkor ez jelentős környezeti hatásokkal jár, és a tartós minőségi áruk előállítását szolgáló innovációk iránti kereslet gyenge. Ez a kilátás a tájképi feltételeket érintő stratégiai intézkedéseket kíván meg, és felhívja a figyelmet arra, hogy a fenntartható átmenettel kapcsolatos vizsgálatoknál szem előtt kell tartani ezeket a megfontolásokat. Érzékelhető tendencia érvényesül ugyanis az olyan jellegű tájképi elemek figyelmen kívül hagyására, mint amilyenek a jövedelmek és az erőviszonyok terén fennálló kirívó egyenlőtlenségek, talán éppen azért, mert az ilyen feltételeket annyira nehéz befolyásolni a változásmentes szokásos stratégiáival. Mivel azonban a vizsgált átmenetek hosszú távú folyamatokat jelentenek, fontos lenne még inkább kiterjeszteni ezt a perspektívát és számba venni a kereslet és kínálat alapvető feltételeinek befolyásolására nyíló lehetőségeket, többek között a forrásokhoz való hozzáférés és a nyersanyagárak, valamint a jövedelmek és a lehetőségek terén mutatkozó egyenlőtlenségek tekintetében. Ez magával von-

hatja például a szakszervezetek támogatását és hatékonyabb környezeti szabályozások bevezetését a fejlődő országokban. A természeti erőforrásokhoz való olesó hozzáférést eredményező korrupció elleni harc, valamint a transznacionális vállalatok működésének hatékonyabb nemzetközi monitorozása és szabályozása szintén konstruktív eleme lehet ennek az agendának. Mint ahogyan a hosszú távú fenntarthatósági stratégiák a visszacsapási effektusok és a velük szemben alkalmazható proaktív intézkedési lehetőségek fokozott tudatosításán alapulnak (van den Bergh 2011), ugyanúgy a változásmenedzselési stratégiák is az olyan nagyobb, rendszerszintű összefonódások fokozott tudatosodására támaszkodhatnak, amelyek aláássák a fenntarthatóságot, és amelyeknek a kezeléséhez konkrét intézkedésekre van szükség.

A *rezsimék szintjére* fordítva figyelmünket, a következőkben előbb a fejlődés jelenlegi irányaival, majd az irányok befolyásolásának lehetőségeivel foglalkozunk. Először néhány szót kell ejtenünk a rezsim fizikailag létező gerincéről, amit az internethez való szélessávú hozzáférés infrastruktúrája alkot. Itt az újítások irányát az a tény befolyásolja, hogy ez az infrastruktúra különböző szereplők által fejlesztett, egymással versengő technológiákat foglal magába. Ennélfogva sok forrást használnak fel a különféle hozzáférési technológiák adatátviteli sebességének növelésére, és a régi rézhuzal-hálózat élettartamának meghosszabbítására. Az IKT-ökoszisztéma sok más anyagi elemére nézve is már jól kialakult pályagörbék jelölik ki a fejlődés útját, és ezek csupán korlátozott mértékig teszik lehetővé az energiával való takarékoskodást.

Az *alkalmazási oldalon* nyilvánvalóan meghatározó fontosságú, hogy az új infrastruktúra szolgáltatói létrehozzák az új szolgáltatások piacát. Amikor az elektromos rendszert kiépítették, az áramszolgáltató vállalatok nagy erőfeszítéseket fejtettek ki a fogyasztás ösztönzésére és az elektromos áram új alkalmazási lehetőségeit igyekeztek megteremteni, újabb és újabb készülékek megtervezését és hatékony értékesítését szorgalmazva (Forty 1986). Hasonlóképpen a szélessávú hálózatok üzemeltetői is elsősorban olyan szolgáltatások előmozdítására törekednek, amelyek képesek nyereségesse tenni a jelentős befektetéseket, biztosítva a lehetőséget az infrastruktúra és a sikeres alkalmazások együttes fejlődésére. Az átmenetelmélet nézőpontjából ez a párhuzamos fejlődés a *több rezsim közötti interakciók* jellegzetes példájának tekinthető, amelyben jól tanulmányozható az átmeneti folyamatok dinamikája (Geels 2007; Raven 2007; Raven és Verbong 2007). Ezek a tanulmányok két rezsim kölcsönhatásaira koncentrálnak: Raven és Verbong (2007) tipológiája szerint az ilyenfajta interakciók a versengés, a szimbiózis, az integráció és az úgynevezett „átömlés” (*spill-over*) csoportjaira oszthatók fel. Az egyes rezsimekben lejátszódó változási és szelektív folyamatok kölcsönhatásba lépnek egymással és befolyásolják a létrejövő újítások fajtáit. Idővel a két rezsim kapcsolata továbbfejlődhet, például versengőből szimbiotikussá válhat (Raven 2007; Geels 2007). Az internet és a szélessávú hálózatok esetében kettőnél több rezsimről van szó: mind a rezsim kialakulása, mind folyamatos fejlődése több rezsim kölcsönhatásának eredőjeként valósul meg, elsősorban a telekommunikáció, a különféle szórakozási célú rezsimék (televízió, zene, játékok), és az irodai munka összefüggésrendszerében. További kölcsönhatások lépnek fel más rezsimekhez kapcsolódva is, például az egészségügyi ellátás és az oktatás területén, de ezek jóval gyengébbek.

A rezsimék közötti kölcsönhatások az IKT-ökoszisztémák esetében Fransman leírása szerint a *társadalmi hálózatokon* keresztül valósulhatnak meg, és kiterjednek

a hálózatba kötött elemek (a hardver és a szoftver) rendelkezésre bocsátóira, a hálózat működtetőire, a tartalom és az alkalmazások szolgáltatóira, valamint a végfelhasználókra egyaránt. Az adott rezsím ilyen tágan meghatározott konfigurációjában több „alrezsímet” lehet azonosítani, amelyek vagy teljes mértékben a „fő” rezsím keretein belül helyezkednek el, vagy csak részben integrálódnak abba. E tanulmány keretei között nem célunk ezeknek a kérdéseknek a részletesebben tárgyalása, de az innovációk irányultsága szempontjából fontos, hogy a televíziózás, a mobiltelefon vagy általában „a szórakozás és a játék” világában használatos eszközöket és szolgáltatásokat értékesítő vállalatok kulcsszereplővé válnak az érintett társadalmi hálózatokban. A mennyiség tekintetében a fogyasztók részéről az új típusú kommunikációs és szórakoztató szolgáltatások iránt mutatkozó igények meghatározó erejűek az innovációs források allokációjára szempontjából. A fogyasztók érdeklődése ezek iránt a szolgáltatások iránt egyébként jól megfelel a média története során megfigyelt tapasztalatoknak: annak idején mind a rádió, mind a televízió példátlan sebességgel terjedt el más háztartási eszközökhöz viszonyítva (Wistoft et al. 1992, 134), és a társadalmi érintkezésben a telefon sikerei is messze meghaladtak minden várakozást.

A fogyasztóra orientált újítások előtérbe helyezését a kommunikáció és a szórakoztatás terén különféle *intézmények*³ támogatják. Fontos *kognitív és normatív szempontok* jelennek meg abban az általános felfogásban, hogy a bevezetendő újítások irányát a „szabad” piacoknak kell meghatározniuk. Mint már korábban is említettük, az internet és a szélessávú hozzáférés technológiai egy olyan korszakban fejlődtek ki, amikor erős hangsúly került a liberalizálásra, és kevés figyelmet fordítottak olyan ágazati stratégiák megvalósítására, amelyek az innovációt a legfontosabb társadalmi célok irányába terelhetnék. Úgy tekintették, hogy az egyes országok versenyképességét legjobban az általános versenypárti politika szolgálja, és amikor ez a felfogás egyidejűleg érvényesült viszonylag kedvező gazdasági feltételek kialakulásával és a lakosság gazdagodásával, a fogyasztói kereslet vált meghatározóvá a fejlődésben. Ezen túlmenően a kormányok és a fogyasztók egyaránt erősen ragaszkodtak ahhoz a felfogáshoz, hogy az IKT felhasználása és a hozzá kapcsolódó lehetőségek meghatározóak lehetnek mind az országok jövőbeli versenyképessége, mind az egyének boldogulása szempontjából a modern társadalomban.

Az IKT fejlődésében érintett *szabályozó intézmények* elsősorban a piac liberalizálására és a versenyre koncentráltak, de az eszközök terjedése, valamint a felhasználói kompetenciák és a biztonság kérdései szintén szabályozási kezdeményezések után kiáltott. Az IKT energia-kihatásaival kapcsolatos megfontolások azonban alapvetően egy másik társadalmi tartományhoz tartoznak, amelyben más szabályozó hatóságok, nemzetközi szervezetek és kutatói közösségek működnek. Ez a helyzet azokra a nehézségekre emlékeztet, amelyekkel a környezetvédelmi és energiaügyi hatóságoknak kell szembenézniük, amikor a közlekedési és a mezőgazdasági ágazati minisztériumok intézkedéseit kell befolyásolniuk. Ilyen értelemben például az IEA működése is csupán „kívülálló” munkáját jelenti, és az IKT-rezsím szereplőinek legfőbb érdekei szempontjából zavaró körülménynek tekinthető. Mivel az IKT-termékek és -szolgál-

³ Az átmenetelmélet terminológiájában az „intézmények” (*institutions*) kifejezés rokon értelmű a *konvenciók* köznyelvi jelentésével. – A ford.

tatások energiafogyasztását ugyancsak nehéz szabályozni, az energiatakarékos újítások szabályozás útján történő ösztönzése sem tud lépést tartani a kívánalmakkal.

Hogyan lehet tehát a szélessávú átmenetet fenntarthatóbb irányba terelni a rezsim szintjén? Az infrastruktúra fejlesztése két kérdést vet fel: társadalmi szempontból valóban hasznos-e olyan nagy figyelmet fordítani a nagysebességű szélessávú hozzáférésre, és vajon csakugyan a liberalizálás jelenti-e a helyes utat az infrastruktúra javításának eléréséhez? A széleskörű, nagysebességű hálózati kapcsolatok többféle társadalmi szempontból (pl. az egészség nézőpontjából) tekintve nem tartoznak a fontosabbak közé, és a versengésből adódó fejlesztések az infrastruktúrában többnyire a nagyfelbontású televíziós programok és hasonlók növekvő fogyasztásával összefüggő dinamikus kölcsönhatásokon alapulnak. Az infrastruktúra lassúbb fejlesztése és a fogyasztás növekedésétől független finanszírozás környezeti szempontból fenntarthatóbb lehetne, de ehhez más társadalmi prioritásokra lenne szükség. A domináns (a versenyre és a rövidtávon elérhető árakra koncentráló) szabályozási paradigmát érő bírálatok elvileg nyitást is eredményezhetnek a környezeti megfontolások beillesztésére egy új szabályozási paradigma rendszerébe, de a társadalmi érdeklődés középpontjában még mindig az általános és hosszú távú versenyképességet biztosító újítások állnak.

Egyre több jel mutat ugyanakkor arra, hogy az IKT felhasználásával járó elsőrendű hatások tekintetében a szabályozási politika hatékonyabbá fog válni a közeljövőben. A klímaváltozás gondjai megerősítik az energiatakarékosságot szorgalmazó hatóságok pozícióját a más szektorokhoz fűződő kapcsolataikban, s az IEA és mások kezdeményezései – pl. Hilty (2008) javaslatai a szabályozás körének kiterjesztésére – az erősebb szabályozás igényét vetik fel. Ezzel egyidejűleg egyes messzebbre tekintő gazdasági szereplők máris demonstrálják, hogy valóban el lehet elérni jelentős megtakarításokat. A visszacsapási effektus azonban itt is, mint mindig, az eredmények lerombolásával fenyeget, ha csak nem nyújtanak ellene hatékony védelmet olyan stratégiai intézkedések, amelyek fékezik a fogyasztás növekedését.

Az IKT-alkalmazások tekintetében döntő fontosságúnak tűnik a több rezsimre kiterjedő interakciók ösztönzése. Mivel az IKT körébe olyan általános célú technológiák tartoznak, amelyek támogatják a monitorozás, a menedzsment és a kommunikáció hasznos funkcióit, nagy lehetőségek rejlenek a környezetileg jótékony hatású alkalmazásokban, bár ezeknek a megvalósítása a fogyasztói elektronikai és szórakoztatóipari ágazaton kívül más szektorokkal is fokozott interakciót tételez fel. Általános, makroökonómiai perspektívából egy ilyen átmenet jól illeszkedik ahhoz az ökológiai szemléletű gazdasági felfogáshoz, miszerint a fenntarthatóbb fejlődéshez vezető széles körű társadalmi átalakulásnak magában kell foglalnia a fogyasztás-központú világtéptől a befektetésre orientált alapálláshoz vezető átmenetet is (Jackson 2009). A fenntarthatóbb fejlődés megkívánja az energiaszolgáltatással, a közlekedéssel, az élelmezéssel és a lakáshellyel kapcsolatos szociotechnikai rendszerek mélyreható átalakítását, az ilyen átalakításokhoz pedig befektetésekre van szükség. Ökológiai gazdasági szempontból kijelenthető, hogy mivel a szennyezések lekötésére szolgáló lehetőségek és a természeti erőforrások korlátozottak, és mivel a szegény országokban erkölcsi kötelességünk teret nyitni a növekvő fogyasztásnak, az ilyen befektetésekhöz szükséges feltételek (a gazdagabb régiókban) csak stabil, sőt akár csökkentett fogyasztás mellett teremthetők meg. Pontosabban, ilyen átalakítások inkább a szénkibocsátás szigorú

szektorspecifikus szabályozásán, mintsem a liberalizálást és a versenyt szorgalmazó és az újításokat általában ösztönző intézkedéseken alapulhatnak. Az IKT fejlesztése és a fenntarthatóságot szolgáló átalakulások közötti kölcsönhatások gyarapodására már vannak követendő minták – ilyenek az intelligens közlekedési rendszerek esetében például a „telekocsi” rendszerek vagy az energiaszektorban az okos elosztó hálózat jelenleg heves viták közepette zajló fejlesztése. Idővel ezek a kapcsolatok erősíthetik a velük összefüggő társadalmi hálózatokat, és több innovációs forrást irányíthatnak az IKT-szektorból fenntarthatóbb csatornáiba.

Ismételten meg kell azonban jegyeznünk, hogy az ilyen IKT-alkalmazások látványos fenntarthatósága is ki van téve a visszacsapási effektusoknak, és a rezsim- és tájkép-szintű folyamatok még a „zöld IKT” élőhelyeit is befolyásolják. Az intelligens közlekedési rendszerek például nagyobb forgalmat is generálhatnak, és az okos áramelosztó hálózat kifejlesztését „eladhatják” a fogyasztóknak „szórakoztatóra mosva” is, a kereslet kielégítését kombinálva más, az energiafogyasztást növelő IKT szolgáltatásokkal (Nyborg és Røpke 2011). A tájkép-szintű feltételek – például az energiaárak – ugyanakkor befolyásolhatják a rezsimok változékony interakcióitól várható eredményeket, mint ahogyan a visszacsapási effektusok érvényesülését gátló intézkedések bevezetésére irányuló politikai akarat is (van den Bergh 2011). Mivel azonban még mindig széles körben tartja magát az a vélekedés, hogy a fogyasztás további növekedése összeegyeztethető a klímaváltozás enyhítésével, ilyen intézkedések meghozatala nem valószínű a közeljövőben, ami megnehezíti az IKT-ban rejlő fenntarthatósági lehetőségek kiaknázását.

Összegezve az elmondottakat: tanulmányunk a fenntarthatatlan átmenetek elkerülésének lehetőségeire igyekszik felhívni a figyelmet. Az átmenetelmélet művelőinek többsége szívesebben foglalkozik a „zöld” élőhelyeken bevezethető újításokkal és a jelenlegi fenntarthatatlan rezsimektől fenntarthatóbbakig vezető átmenetekkel – részben talán azért is, mert politikailag kívánatosabb lehet az olyan, optimistább ki-csengésű jelenségek kutatása, amelyek alapjában véve nem kérdőjelezik meg a gazdasági fejlődést az OECD országokban. Ám egyre nehezebbé válik az ilyen kérdések megkerülése. A fenntarthatatlan trendek láthatóvá tétele érdekében fontos ráirányítani a figyelmet a fogyasztási kérdésekre, amikor pedig általános célú technológiákról van szó, a rezsimok közötti kölcsönhatások határozzák meg a fejlesztések és a környezeti következmények irányát. Természetesen állítható, hogy az eredetileg „játék és szórakozás” céljára bevezetett technológiák később fontos szerephez jutnak komoly társadalmi problémák megoldásában is, de hasznosabbnak látszik az újítási forrásokat és az újító tehetségeket a szorító problémák felé terelni. Az újításokat csak általánosságban szorgalmazó politika helyett „zöld” fejlesztési programokra és szektorspecifikus alacsony szénkibocsátási stratégiákra van szükség, amelyek a hasznos alkalmazások támogatásával és az IKT fejlesztését a fogyasztói elektronikán kívül más szektorokkal is összekötő kapcsolatok erősítésével fontos előrelépést jelenthetnek a jó irányban.

Mivel az ilyen stratégiák nem változtatják meg az ellátás alapvető feltételeit, a hosszú távú fenntarthatósági stratégiák kidolgozása érdekében feltétlenül nagy figyelmet kell fordítani a változó tájképi elemekre, a forrásokhoz való hozzáférésre és azok árára, valamint a nagy jövedelmi és hatalmi egyenlőtlenségekre is. Az átmenetelmélet eszközeivel dolgozó kutatók általában igyekeznek elkerülni az ilyen politikailag érzé-

keny tájképi elemek bevonását vizsgálataikba, hosszú távon azonban ezeknek az alapvető feltételeknek a mélyreható átalakulása nélkül nem érhető el számottevő mértékű fenntartható fejlődés. A folyamatban levő szélessávú átmenet jól illusztrálja, hogy a „zöld” innovációkhoz és a fenntarthatatlan rezsimek leszereléséhez fűződő érdekeink felismerése mellett ugyanilyen fontos feladat az újabb fenntarthatatlan helyzetek kialakulásának elkerülése, és a változásmenedzsment programjába be kell illeszteni a legfontosabb tájképi elemek gondozását.

Rohonyi András fordítása

Irodalom

- Ayres, R. U., Ayres, L. W., Warr, B. (2004): Is the U.S. economy dematerializing? Main indicators and drivers. In Van den Bergh, J. C. J. M., Janssen, M. (Eds.): *Economics of Industrial Ecology: Materials, Structural Change, and Spatial Scales*. MIT Press, Cambridge, MA, 57–93.
- Ayres, R. U., Warr, B. (2005): Accounting for growth: the role of physical work. *Structural Change and Economic Dynamics* 16, 181–209.
- Berkhout, F., Hertin, J. (2001): *Impacts of information and communication technologies on environmental sustainability: speculations and evidence*. A report to the OECD. Science Policy Research Unit, University of Sussex. Brighton, UK.
- Binswanger, M. (2001): Technological progress and sustainable development: what about the rebound effect? *Ecological Economics* 36, 119–132.
- Bolton, R., Foxon, T. J. (2011): Governing infrastructure networks for a low carbon economy: co-evolution of technologies and institutions in UK electricity distribution networks. *Competition and Regulation in Network Industries* 12, 2–26.
- Bresnahan, T.F., Trajtenberg, M., 1995. General purpose technologies Engines of growth? *Journal of Econometrics* 65, 83–108.
- Buttazoni, M. (2008): *The Potential Global CO2 Reductions from ICT Use: Identifying and Assessing the Opportunities to Reduce the First Billion Tonnes of CO2*. WWF, Sweden.
- Chan, J., Haan, E.d., Nordbrand, S., Torstensson, A. (2008): *Silenced to Deliver: Mobile Phone Manufacturing in China and the Philippines*. SOMO/SwedWatch.
- Christensen, T. H., Røpke, I. (2010): Can practice theory inspire studies of ICTs in everyday life? In Postill, J., Braeuchler, B. (Eds.): *Theorising Media and Practice*. Berghahn, Oxford.
- Cohen, M. J. (2010): Destination unknown: pursuing sustainable mobility in the face of rival societal aspirations. *Research Policy* 39, 459–470.
- Crosbie, T. (2008): Household energy consumption and consumer electronics: the case of television. *Energy Policy* 36, 2191–2199.
- Darby, S. (2006): The effectiveness of feedback on energy consumption. A review for DEFRA of the literature on metering, billing and direct displays. Retrieved November 15th, 2009, from <http://www.eci.ox.ac.uk/research/energy/downloads/smart-metering-report.pdf>.
- Dosi, G. (1982): Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy* 11, 147–162.

-
- Elzen, B., Geels, F. W., Green, K. (Eds.) (2004): *System Innovation and the Transition to Sustainability. Theory, Evidence and Policy*. Edward Elgar, Cheltenham, UK.
- Erdmann, L., Hilty, L.M., Goodman, J., Arnfalk, P. (2004): *The Future Impact of ICTs on Environmental Sustainability*. European Commission, Joint Research Centre IPTS.
- Erdmann, L., Hilty, L. M. (2010): Scenario analysis. Exploring the macroeconomic impacts of information and communication technologies on greenhouse gas emissions. *Journal of Industrial Ecology* 14, 826–843.
- Fischer, C. (2008): Feedback on household electricity consumption: a tool for saving energy? *Energy Efficiency* 1, 79–104.
- Forty, A. (1986): *Objects of Desire. Design and Society 1750–1980*. Cameron Books, London.
- Fransman, M. (2010): *The new ICT Ecosystem. Implications for Policy and Regulation*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Freeman, C. (1992): *The Economics of Hope. Essays on Technical Change, Economic Growth and the Environment*. Pinter Publishers, London.
- Freeman, C., Perez, C. (1988): Structural crises of adjustment, business cycles and investment behaviour. In Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R. R., Silverberg, G., Soete, L. (Eds.): *Technical Change and Economic Theory*. Pinter, London, 38–66.
- Gebhardt, J., Greif, H., Raycheva, L., Lasen, A., Lobet-Maris, C. (Eds.): 2010. *Experiencing Broadband Society*. Peter Lang, Frankfurt am Main.
- Geels, F. W. (2002): Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy* 31, 1257–1274.
- Geels, F. W. (2007): Analysing the breakthrough of rock ‘n’ roll (1930–1970). Multi-regime interaction and reconfiguration in the multi-level perspective. *Technological Forecasting & Social Change* 74, 1411–1431.
- Geels, F. W., Schot, J. (2007): Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy* 36, 399–417.
- Gram-Hanssen, K., Larsen, T. F., Christensen, T. H. (2009): *Elforbrug til IKT. To scenarier for elforbrug til informations-og kommunikationsteknologi i danske boliger 2015*. Danish Building Research Institute, Hørsholm.
- Haddon, L. (2004): *Information and Communication Technologies in Everyday Life: A Concise Introduction and Research Guide*. Berg, Oxford.
- Hilty, L. M., Behrendt, S., Binswanger, M. (2005): *The Precautionary Principle in the Information Society*. Effects of Pervasive Computing on Health and Environment, TA 46c/2005 ed. TA-SWISS, Center for Technology Assessment, Berne.
- Hilty, L. M. (2008): *Information Technology and Sustainability. Essays on the Relationship between ICT and Sustainable Development*. Books on Demand GmbH, Norderstedt.
- Højhastighedskomiteen, 2010. *Danmark som højhastighedsamfund*. IT-og Telestyrelsen, København.
- IEA, 2001. *Things that Go Blip in the Night*. International Energy Agency, Paris.
- IEA, 2009. *Gadgets and Gigawatts. Policies for Energy Efficient Electronics*. International Energy Agency, Paris.
- Jackson, T. (2009): *Prosperity without Growth. Economics for a Finite Planet*. Earth-scan, London.
- Jørgensen, M. S., Andersen, M. M., Hansen, A. et al. (2006): *Green Technology Foresight about Environmentally Friendly Products and Materials – the Challenges from Nanotechnology, Biotechnology and ICT*. Danish Ministry of the Environment, Copenhagen.

- Jorgenson, D. W. (2001): Information Technology and the U. S. Economy. *American Economic Review* 91, 1–32.
- Kuehr, R., Williams, E. (Eds.) (2003): *Computers and the Environment: Understanding and Managing Their Impacts*. Kluwer Academic Publishers/United Nations University, Dordrecht.
- Laffont, J.-J., Tirole, J. (2000): *Competition in Telecommunications*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Lauridsen, E. H., Jørgensen, U. (2010): Sustainable transition of electronic products through waste policy. *Research Policy* 39, 486–494.
- Melody, W. H. (2007): Markets and policies in new knowledge economies. In Mansell, R., Avgerou, C., Quah, D., Silverstone, R. (Eds.): *The Oxford Handbook of Information and Communication Technologies*. Oxford University Press, Oxford, 55–74.
- Nordbrand, S. (2009): *Out of Control: E-Waste Trade Flows from the EU to Developing Countries*. SwedWatch.
- Nordbrand, S., Bolme, P. (2007): *Powering the Mobile World. Cobalt Production for Batteries in the DR Congo and Zambia*. SwedWatch.
- Nyborg, S., Røpke, I. (2011): Energy Impacts of the smart home – conflicting visions. In *ECEEE 2011 Summer Study*. Energy Efficiency First: The Foundation of a Low-Carbon Society, 1849–1860.
- OECD (2009a): *Measuring the Relationship between ICT and the Environment*. OECD, Paris.
- OECD (2009b): *Towards Green ICT Strategies: Assessing Policies and Programmes on ICT and the Environment*. OECD, Paris.
- OECD (2010): *Greener and Smarter. ICTs, the Environment and Climate Change*. OECD, Paris.
- Pamlin, D., Pahlman, S. (2008): *Outline for the First Global IT Strategy for CO2 Reductions. A Billion Tonnes of CO2 Reductions and Beyond through Transformative Change*. WWF, Sweden.
- Perez, C. (1985): Microelectronics, long waves and world structural change: new perspectives for developing countries. *World Development* 13, 441–463.
- Pöyhönen, P. (2009): *Legal and Illegal Blurred – Update on Tin Production for Consumer Electronics in Indonesia*. FinnWatch.
- Raven, R. (2007): Co-evolution of waste and electricity regimes: multi-regime dynamics in the Netherlands (1969–2003). *Energy Policy* 35, 2197–2208.
- Raven, R., Verbong, G. (2007): Multi-regime interactions in the Dutch energy sector: the case of combined heat and power technologies in the Netherlands 1970–2000. *Technology Analysis & Strategic Management* 19, 491–507.
- Reller, A., Bublies, T., Staudinger, T., Oswald, I., Meissner, S., Allen, M. (2009): The mobile phone: powerful communicator and potential metal dissipator. *Gaia* 18, 127–135.
- Rietveld, P. (2011): Telework and the transition to lower energy use in transport: on the relevance of rebound effects. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 1, 146–151.
- Røpke, I. (2009): Theories of practice – new inspiration for ecological economic studies on consumption. *Ecological Economics* 68, 2490–2497.
- Røpke, I., Christensen, T. H., Jensen, J. O. (2010a): Information and communication technologies – a new round of household electrification. *Energy Policy* 38, 1764–1773.
- Røpke, I., Gram-Hanssen, K., Jensen, J. O. (2010b): Households' ICT use in an energy perspective. In Gebhardt, J., Greif, H., Raycheva, L., Lasen, A., Lobet-Maris, C. (Eds.): *Experiencing Broadband Society*. Peter Lang, Berlin, 121–141.
- Schor, J. (2005): Prices and quantities: unsustainable consumption and the global economy. *Ecological Economics* 55, 309–320.

-
- Scott, W. R. (2001): *Institutions and Organizations* second ed. Sage Publications, Thousand Oaks.
- Shove, E., Walker, G. (2010): Governing transitions in the sustainability of everyday life. *Research Policy* 39, 471–476.
- Smith, A., Stirling, A., Berkhout, F. (2005): The governance of sustainable socio-technical transitions. *Research Policy* 34, 1491–1510.
- Steinmueller, W. E. (2007): The economics of ICTs: building blocks and implications. In Mansell, R., Avgerou, C., Quah, D., Silverstone, R. (Eds.): *The Oxford Hand-book of Information and Communication Technologies*. Oxford University Press, Oxford, 196–219.
- Steinweg, T., Haan, E. D. (2007): *Capacitating Electronics. The Corrosive Effects of Plat-inum and Palladium mining on Labour Rights and Communities*. SOMO – Centre for Research on Multinational Corporations.
- The Climate Group (2008): *SMART 2020: Enabling the Low Carbon Economy in the Information Age*. Global eSustainability Initiative (GeSI).
- Tomlinson, B. (2010):. *Greening through IT. Information Technology for Environmental Sustainability*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Van den Bergh, J. C. J. M. (2011): Energy conservation more effective with rebound policy. *Environmental and Resource Economics* 48, 43–58.
- Verborg, G. P. J., Geels, F. W. (2010): Exploring sustainability transitions in the electricity sector with socio-technical pathways. *Technological Forecasting & Social Change* 77, 1214–1221.
- Williams, E., Heller, M., Ayres, R. U. (2003): The 1.7 kg microchip: energy and material use in the production of semi-conductor devices. *Environmental Science and Technology* 36, 5504–5510.
- Willum, O. (2008): *Residential ICT Related Energy Consumption which is not Registered at the Electric Meters in the Residences*. Willum Consult and DTU Management Engineering, Copenhagen.
- Winston, B. (1998): *Media Technology and Society. A History: from the Telegraph to the Internet*. Routledge, London.
- Wistoft, B., Thorndahl, J., Petersen, F. (1992): *Elektricitetens aarhundrede. Dansk elforsynings historie*. Bind 2. 1940–1991. Danske Elværkers Forening, København.

Inge Røpke az Aalborg Egyetem tanára (Department of Development and Planning), közgazdász, a társadalomtudományok doktora (2006). Érdeklődési területe kezdetben az innovációk ökonómiája, majd az ökológiai ökonómia, valamint a társadalmi változások, ezen belül kiemelten a fogyasztás és a környezet kölcsönhatásai, valamint az IKT szerepe a társadalmi változásokban. Több folyóirat szerkesztőbizottságának tagja (Journal of Consumer Policy, Environmental Policy and Governance, Ecological Economics).
E-mail:ir@plan.aau.dk