

TECHNOLÓGIÁK FENNTARTHATÓSÁGI ELEMZÉSE ÉLETCIKLUS-KÖZELÍTÉSSEN

A PROSUITE EU FP7 PROJEKT EREDMÉNYEI A TÁRSADALMI INDIKÁTOROK AGGREGÁLT RENDSZERÉNEK
KIDOLGOZÁSA TERÜLETÉN

DOI: 10.18030/SOCIO.HU.2014.1.18

ABSTRACT

Sustainability assessment of technologies by taking a life-cycle approach: results of the prosuite eu fp7 project in developing an aggregated system of social-sustainability indicators

The PROSUITE EU FP7 project was aimed at developing and applying a coherent, life-cycle oriented methodology for the sustainability assessment of technologies. First, a set of indicators were elaborated for the estimation of the anticipated environmental, economic and social impacts of the future implementation of technologies. This was followed by the development of a multi-criteria evaluation methodology integrating the various impacts, which was tested for four technologies over the full scale of their life-cycles. Finally, a decision support system was worked out to aid R&D policy decisions. The paper presents the most important results of the PROSUITE project, with special attention paid to the development of an aggregated system of social sustainability indicators.

Keywords

impact assessment; indicators; life-cycle approach; sustainability; decision-support system, R&D decision; PROSUITE

ABSZTRAKT

A cikkben ismertetett PROSUITE EU FP7 projekt egy koherens módszertan kidolgozását célozta meg technológiák fenntarthatósági értékeléséhez, azok teljes életrajza során. Először egy olyan indikátorrendszer kidolgozására került sor, amely a környezeti, gazdasági és társadalmi fenntarthatóság dimenziói mentén történő hatásvizsgálatot tesz lehetővé. Ezt követően esettanulmányok készültek négy technológiára, amelyek kapcsán integrált értékelések születtek az egyes technológiák teljes életrajza során. Végül elkészült egy döntéstámogató rendszer, amely a K+F szféra döntéshozóit segíti a technológiai fejlesztésekkel kapcsolatos döntések meghozatalában. Cikkünkben bemutatjuk a projekt főbb eredményeit, különös tekintettel a társadalmi fenntarthatósági indikátorok aggregált rendszerének kidolgozására.

Kulcsszavak

indikátor; hatáselemzés; életrajz közelítés; fenntarthatóság; döntéstámogató rendszer; K+F döntés; PROSUITE

¹ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

² MTA TK SZI

BEVEZETÉS

A fejlett ipari társadalmakban az elmúlt évtizedekben a technikai fejlődésre vonatkozóan jelentős szemléletváltás következett be. A technikai vívmányok közül jó néhány jelentősen megváltoztatta az emberek életét, ugyanakkor a társadalom azt is megtapasztalta, hogy számos technológia az előnyök mellett nagyfokú bizonytalanságot és jelentős kockázatokat is hordoz. Sokan a technikai fejlődést nem tekintik már a társadalmi fejlődés kulcsfontosságú mozzanatának, és nem tartják elégségesnek azt sem, hogy egy szűk politikai vagy technokrata „elit” döntsön az egész társadalmat érintő kockázatok tárgyában.

A jövőbeli kockázatokat és bizonytalanságokat rejtő technológiák társadalmi kezelésével, az ilyen kontextusban felhasznált, illetve létrehozott tudással a társadalomtudományi kutatások ún. „Tudomány, Technológia és Társadalom (*Science, Technology, Society, STS*)” vonulata foglalkozik. E kutatások (pl. Stirling 2003/a, 2003/b, 2005, 2006; Renn és tsai. 2003) abból indulnak ki, hogy a nagyobb tudás csökkenti a bizonytalanságokat, de csak egy bizonyos határig. A döntésekkel kapcsolatos kockázatoknak két alapvető komponensük van: a döntések lehetséges kimenetelei és következményei, illetve a kimenetek, következmények valószínűségei. Az ezekkel kapcsolatos bizonytalanságok mértéke szerint a kutatók a döntési helyzeteknek négy kategóriáját különböztetik meg. Jól definiált kimenetek esetében, amennyiben a hozzájuk tartozó valószínűségek meghatározásához megfelelő alapokkal rendelkezünk, *számítható kockázatról* beszélünk, ha azonban a valószínűségek meghatározásához hiányoznak az alapvető információk, *bizonytalan valószínűségű helyzettel* állunk szemben. Ha a döntések kimenetelei bizonytalanok – azaz nem tudjuk, milyen jellegű következményekkel számolhatunk, – *többértelműségről*, illetve ha ehhez még a valószínűségek bizonytalanságai is társulnak, *tudatlanságról* beszélünk.

A bizonytalanságok, s elsősorban a *többértelműség, illetve tudatlanság helyzetének* kezelésére javasolt módszerek a *pluralizmus* témaköréhez kapcsolódnak. Először is *interdiszciplináris közelítés és szélesebb participáció* szükségesek annak érdekében, hogy a technológiák értékeléséhez elengedhetetlen különféle tudást és tapasztalatot „hordozó” személyek, csoportok, intézmények bevonhatóak legyenek. Másodsorban, mivel *többféle értelmezési keret* lehetséges, amelyek a különféle társadalmi-politikai értékekkel és érdekekkel függenek össze, szisztematikusan figyelembe kell venni mindezeket az értelmezési kereteket ahhoz, hogy az értékelés lényegi szubjektivitása és feltételes jellege érvényesüljön. Végül pedig fontos szerepe van a *vitának, a vélemények ütköztetésének* a minőségbiztosításban és a versengő perspektívák artikulálásában (pl. Chilvers 2007; Renn és tsai. 2003; Renn 2008; Stern és Fineberg 1996; Stirling és Mayer 2001).

Bár a technológia értékelés területén számos módszer született, ezek elsősorban azokat a technológiákat célozzák meg, amelyeknél legalább a kimenetek dimenziói ismertek. A „többértelműséggel” vagy „tudatlansággal” jellemezhető technológiák (pl. biotechnológia, információs és kommunikációs technológiák, nanotechnológia stb.) értékelésére hiányzik egy olyan egységes módszertan, amelynek segítségével különféle technológiai fejlesztések, illetve ezek alkalmazásának forgatókönyvei teljes élettartamukra vonatkozóan átfogóan vizsgálhatóak és egymással összehasonlíthatóak lennének. Az „Egységes módszertan kidolgozása és alkalmazása technológiák előzetes fenntarthatósági értékeléséhez” (*Development and application of a standardized methodology for the PROspective SUsustainability assessment of TEchnologies, PROSUITE*) című, 2009-2013 között zajló EU FP7 projekt a fenti hiányt igyekezett pótolni. Kísérletet tett egy koherens, tudományosan megalapozott és széleskörűen

elfogadott módszertan kidolgozására új technológiák környezeti, gazdasági és társadalmi hatásainak értékeléséhez³ (Prosuite 2009). A kutatás egyik kiindulópontja, hogy a különféle hatások értékelésének alapvető szempontja a *fenntarthatóság*. A másik kiindulópont, hogy az értékelésnek a technológiák *teljes életciklusára* ki kell terjednie. A harmadik követelmény, hogy a módszertan tegye lehetővé a *bizonytalanság különféle típusainak* kezelését, a projekt a következő fő fázisokból állt: (1) Először egy olyan modell kidolgozására került sor, amely a környezeti, gazdasági és társadalmi fenntarthatóság dimenziói mentén életciklus szemléletű hatásvizsgálatot tesz lehetővé. E modell változókból – ún. indikátorokból – és a közöttük definiált ok-okozati kapcsolatokból állt. (2) Ezt követően esettanulmányok készültek négy konkrét technológia értékelésére,⁴ amelyek kapcsán tesztelték a modellt. (3) Végül mindezek tapasztalatai alapján kifejlesztettek egy nyilvánosan elérhető, felhasználóbarát döntéstámogató szoftvert, amely a K&F szféra döntéshozóit segíti a technológiai fejlesztésekkel kapcsolatos döntések meghozatalában.

Az MTA Társadalomtudományi Kutatóközpont Szociológiai Intézete (MTA TK SZI) elsősorban a társadalmi fenntarthatóság indikátorainak fejlesztésében vett részt. Cikkünk e munka háttérének, lépéseinek és főbb eredményeinek bemutatására fókuszál. Az indikátorokkal kapcsolatos alapfogalmakat (1. fejezet) követően a 2. fejezetben ismertetünk néhány fontos közelítést a fenntarthatósági indikátorrendszerek kialakítására. A 3. fejezetet az ún. életciklus elemzés különféle módozatainak szenteljük. A 4. fejezetben a PROSUITE projekt által javasolt technológia-értékelési modellt, az 5. fejezetben pedig a modellben szereplő társadalmi fenntarthatósági indikátorok fejlesztési folyamatát mutatjuk be. A 6. fejezet összefoglalja a projekt fő eredményeit, amelyet a tanulságok összegzése követ.

INDIKÁTOROK

A tervezett döntéstámogató rendszerben szereplő fő értékelési szempontokat (indikátorokat) a projekt team határozta meg. Ezeket úgy kellett kialakítani, hogy magukba foglalják a fenntarthatóság legfontosabb környezeti, gazdasági és társadalmi dimenzióit; figyelembe vegyék a technológiák teljes életciklusa során érvényesülő hatásokat; integrálják a fontosabb szakértői és érdekcsoportok jelenlegi tudását, ugyanakkor lehetővé tegyék a különféle technológiák specifikumaihoz, a különféle fejlesztői-felhasználói kontextusokhoz, illetve a jövőbeli változásokhoz való adaptációt is.

Indikátorok – azaz mutatók – alkalmazása a természetben végbemenő (pl. időjárás, vízjárás, csillagászati) folyamatok leírására igen hosszú múltra tekint vissza. A társadalmi folyamatok első jelentős modernkori számbavételi kísérlete az Egyesült Államokban Hoover elnökhöz fűződik, aki a '20-as években kutatócsoportot állított fel a társadalmi trendek követésére. Moldan és Dahl (2007) definíciója szerint az indikátorok szimbolikus reprezentációk (pl. számok, szimbólumok, ábrák), amelyeket abból a célból terveznek, hogy segítségükkel komplex rendszerek jellemzőit, illetve azok változásait kommunikálni tudják. Az indikátorok leegyszerűsítik a komplex problémákat, így érthetővé teszik ezeket a szélesebb körű, nem-szakértő közönség számára is (pl. egy társadalmi csoport egészségi jellemzőit a „születéskor várható élettartam” indikátorba sűrítik). Ha indikátorokkal mérik adott problémák vonatkozásában a fontosabb elmozdulásokat, ezzel hatékonyan informálhatják a döntéshozókat és a laikusokat, illetve segíthetik a döntéshozatalt (Stanners és tsai. 2007).

³ A projektben különféle természet- és társadalomtudományi műhelyek (egyetemek, kutatóintézetek), valamint az érintett iparágak vezető cégei (pl. Nokia, SONY Eriksson) vesznek részt (12 országból összesen 24 szervezet).

⁴ Ezek: (i) a nanotechnológia textilipari és élelmiszeripari alkalmazásai, (ii) a biomassza különféle felhasználásai, (iii) az információ technológia (okostelefonok) alkalmazásai, valamint (iv) a szén-dioxid leválasztás és tárolás alkalmazása.

A társadalmi indikátorok normatív jellegűek, azaz jelezniük kell, hogy a változások „jó” vagy „rossz” irányba mutatnak-e. Így például az orvosok vagy a börtönőrök száma nem társadalmi indikátor, viszont a lakosság egészségi állapotával és a bűnözési aránnyal kapcsolatos statisztikai mérőszámok már igen. Az indikátorokat mérő skálák egyik irányának pozitív, a másikkal negatív értéket tulajdonítunk (pl. a hosszabb várható élettartamot pozitívnak, a rövidebbet negatívnak értékeljük). Ehhez valamilyen értelmezési keretre van szükség, amelyet az adott társadalom által elfogadott célokból vezetnek le. A PROSUITE projekt esetében e keret a *fenntarthatóság*.

FENNTARTHATÓSÁGI INDIKÁTOROK

A fenntartható fejlődés fogalma a 20. század '80-as éveinek első felében jelent meg először a szakirodalomban, majd az ENSZ 1987. évi ún. *Brundtland Jelentése*⁵ vitte be a köztudatba. A Jelentés szerint a fenntartható fejlődés olyan folyamat, amely „*kielégíti a jelen generáció szükségleteit anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő generációk esélyeit arra, hogy ők is kielégíthessék szükségleteiket*” (ENSZ Környezet és Fejlődés Világbizottsága 1988). A fenntarthatóság tehát a természeti, gazdasági, humán, és társadalmi erőforrások hosszú távú megőrzését jelenti, a fenntarthatósági indikátorok pedig ezen erőforrások alakulását jellemzik. Mérésük segítheti a lokális, regionális vagy globális ökoszisztémában, gazdaságban, illetve közösségben megjelenő nemkívánatos jelenségek felismerését, a változások nyomon követését (pl. rövid- és hosszú távú hatások, reverzibilis-irreverzibilis folyamatok feltérképezését), és a társadalmi beavatkozások, intézkedések hatásainak vizsgálatát a hosszú távú folyamatokra. Megjegyzendő, hogy a PROSUITE projekt ez utóbbi kérdéskörre, ezen belül pedig a *technológiai fejlesztések hatásainak vizsgálatára* fókuszált.

A fenntartható fejlődéshez vezető út értékelésére nem létezik egy, kizárólagosnak mondható mutatóhalmaz, amelyet mindenki elfogadna. Számos kísérlet létezik arra vonatkozóan, hogyan is kellene kifejleszteni és használni ezeket a mérési eszközöket és indikátorokat. A teljesség és a részletezés igénye nélkül vázolunk néhány elterjedt közelítést.

Közgazdaságtani modellek

A közgazdaságtani modellek, melyek alapvetően input-output modellek, több szakaszban fejlődtek (Bodorkós és tsai. 2004). A hagyományos körforgás modell a javak és szolgáltatások (plusz bérek és kamatok) áramát párosítja össze a háztartások fogyasztásával (plusz megtakarításokkal). A *Genuine Progress Indicator* (GPI – Valódi Fejlődés Mutatója) például ezt a modellt követi, de a jövedelemből kivonja a termelés és fogyasztás káros mellékhatásaiból (pl. erőforrások csökkenése, környezeti és társadalmi károk) eredő veszteségeket (Lawn 2003).

A '70-es évek anyag- és energiamérlegei, amelyek figyelembe vették a termékek előállításához és fogyasztásához szükséges anyag- és energiainputok áramát, beleértve a hulladék környezetbe történő kibocsátását is. E modellre példa a Wuppertal Intézet által kifejlesztett *Materials Intensity Per Service* mutató (MIPS – Szolgáltatási egységre jutó anyaginput) (Ritthoff és tsai. 2002).

A jelenleg dominánsnak mondható szennyezés-modellek a cégek termék előállítását és a háztartások fogyasztását a természeti-környezeti rendszerekhez kapcsolják (levegő, víz, természet, energia, nyersanyagok), az erőforrások egyirányú

⁵ Az ENSZ Közgyűlése 1984-ben határozatot hozott, hogy független szakértőkből alakuljon meg a Környezet és Fejlődés Világbizottsága (ún. Brundtland Bizottság), és alapozza meg a második környezetvédelmi világkonferencia koncepcióját. A Bizottság 1987-ben tette közzé a „Közös Jövők” című, ún. Brundtland Jelentést.

kivonásával az egyik, és a „felesleg” (hulladékok) kibocsátásával a másik oldalon. Például az ökológiai lábnyom számításai is hasonló logika alapján készülnek (Wackernagel és Rees 1996).

A háromkomponens modellek

A '80-as években kezdték a kutatók hangsúlyozni annak fontosságát, hogy a fenntarthatósági értékelésekbe vonják be a gazdasági és társadalmi dimenziókat is (pl. Projektgruppe Ökologische Wirtschaft 1987). A fenntartható fejlődés szakirodalmában az ún. háromkomponens modellek lettek a leggyakoribb, legközvetlenebb közelítések.

Az első ENSZ Környezet és Fejlődés Konferencián, az Agenda 21 keretében, a következőkben egyeztek meg a résztvevők (UNCED 1992): A környezeti fenntarthatóság a természeti környezet megőrzését célozza. Eszerint az emberi tevékenységeknek nem szabad túllépniük a fontosabb ökoszisztémák maximális terhelhetőségét. A környezeti fenntarthatóság a biodiverzitás megőrzését, valamint az emberek, állatok és növények biztonságának és egészségének megóvását is magában foglalja. A gazdasági fenntarthatóság olyan gazdasági fejlődés megvalósítását célozza, amely fedezi a jelenlegi és jövő generációk szükségleteit és törekszik a források minél egyenletesebb szétosztására. Ugyanakkor figyelemmel van a gazdaság versenyképességére és az ellátás biztonságára, valamint az erőforrások hatékony felhasználására is. A technikai innovációt, csakúgy, mint a gazdasági és technikai rendszerek sebezhetőségét és rugalmasságát ugyancsak figyelembe veszi. A társadalmi fenntarthatóság az emberek szociális jól-létére fókuszál. Fontos elemei a társadalmi kohézió javítása és a kulturális identitás fejlesztése. Ugyancsak lényeges összetevője, hogy az erőforrások a különféle társadalmi csoportok számára egyaránt elérhetőek legyenek a társadalmi igazságosság érvényesülése érdekében. Emellett a jelen és jövő generációk egészségét és biztonságát is garantálni kell. Mindez természetesen jelentős követelményeket támaszt a technológiák alkalmazásával szemben.

Megjegyezzük, hogy máig sincs egyetértés abban, hogy pontosan mi is értendő bele a fenti három komponensbe, azaz a társadalmi, gazdasági és környezeti dimenziókba. A legtöbb vita a társadalmi fenntarthatóság komponenseivel kapcsolatos. Általában e körbe sorolják a kulturális, közösségi, egészségügyi, igazságossági kérdéseket. A viták elsősorban olyan területeket érintenek, mint például a megőrzés kulturális és történelmi kérdései, a kulturális és közösségi struktúrák és értékek fenntartása (pl. hagyományos tudás, spirituális egyensúly). A társadalmi indikátorok gyakran ellentmondásosak, különösen politikai és etikai szempontokból.

A legtöbb közösségi alapú fenntarthatósági helyzetértékelésre irányuló kezdeményezés a háromkomponens modellt követi, mint pl. az Alberta Fenntarthatósági Index (Alberta Round Table on the Environment and Economy 1994) vagy a Fenntartható Seattle (<http://www.sustainableseattle.org>). Ezek a modellek általában nem egy koherens elméleti keret alapján jönnek létre; az egyes témakörök és indikátorok sokkal inkább az adott közösségek prioritásait tükrözik.

A „stressz és válasz” (DSIR) modellek

E modell a stressz-generáló emberi tevékenységek és a természeti és társadalmi környezetben bekövetkezett változások között ok-okozati kapcsolatot állít fel. Négy fő kategóriát tartalmaz: stresszt okozó tevékenységek, (természeti és társadalmi) környezeti stressz, a (természeti és társadalmi) környezetben kialakuló hatások, és a közösségi és egyéni emberi válaszok, és azt feltételezi, hogy megfelelő válaszokkal a hatásokat mérsékelni lehet, vagy akár meg is lehet előzni. Több modellnek (pl. ENSZ, OECD, Eurostat) is ez a megközelítés az egyik alapja.

Az ENSZ Fenntartható Fejlődés Bizottsága 1995 és 2000 között egy fenntarthatósági indikátorhalmazt fejlesztett ki. (UN CSD 1995). Ezt a fenntarthatóság három pilléréből (társadalmi, gazdasági, ökológiai) kiindulva, majd egy negyedikkel, az intézményi dimenzióval kibővítvé, a DSIR-modell alkalmazásával dolgozták ki. E munka azért volt különösen fontos, mert számos nemzeti és nemzetközi indikátorfejlesztésre volt hatással (Burgherr és Scherer 2006).

Az OECD több mint 30 éve méri a fenntarthatóságot. Indikátorait – az ENSZ-hez hasonlóan – a három komponens és a DSIR modell figyelembe vételével fejlesztették ki, itt a hangsúly azonban a társadalmi és gazdasági dimenziókon van, az ökológiai dimenziót jóval kevesebb indikátor képviseli (OECD 2009).

Az Eurostat által alkalmazott indikátorrendszer más hasonló rendszereken (pl. ENSZ, OECD) és az EU egyéb javaslatain alapul. Ez az indikátorrendszer hierarchikusan épül fel, három szinten. A hierarchia csúcsán lévő indikátorok különféle szakpolitikákhoz kapcsolódnak és a szakpolitikusok döntéseit segítik. A második szinten olyan indikátorok találhatóak, amelyek egy-egy részterületet fednek le, ezek elsősorban a lakosság tájékoztatását szolgálják az őket leginkább érdeklő folyamatokról. A harmadik szinten definiált indikátorok főképpen az egyes részterületek szakértőinek tájékoztatására szolgálnak (Eurostat 2005:VIII-XII). Itt is megkülönböztethetők a három pillérhez tartozó indikátorok, az ENSZ indikátorokhoz képest azonban az Eurostat indikátorrendszere jóval részletesebb és sokkal több indikátort tartalmaz.

Többfajta tőke (multiple capitals) modellek

A *multiple capitals* típusú modellek különválasztják – noha egymással nyilvánvalóan összefüggenek – az életminőség négy dimenzióját, a négyféle tőkét: a természeti tőkét, az ember alkotta tőkét, az emberi (humán) tőkét, és a társadalmi tőkét.

A természeti környezetünk állapotát jellemző mutatók fontos meghatározói emberi életminőségünknek. A természeti környezet *stock* (készlet) típusú erőforrásai, (talaj, atmoszféra, erdők, vizek, vizes területek stb.), valamint a *flow* (áramlás) típusú természeti erőforrások és szolgáltatások lehetnek megújulóak vagy nem megújulóak, illetve a gazdaság számára felhasználhatóak vagy nem felhasználhatóak. Az ún. „erős fenntarthatóság” koncepciója szerint a minimális elvárás az, hogy a környezeti elemeket, a természeti tőkét meg kell őrizni, mindez pedig azt jelenti, hogy a természeti tőke pusztítását okozó fogyasztást nem lehet jövedelemnek számítani, hiszen az a természeti tőke csökkenését okozza.⁶

Az ember alkotta tőke alatt értendő például az infrastruktúra, a különböző termelt javak, a pénzügyi eszközök, valamint az egészségügybe, oktatásba történő beruházás is. Az ember alkotta tőke nagyon fontos, de önmagában nem elégséges, nem fest teljes képet egy közösség életminőségéről. Fentiek miatt szükség van a humán és a társadalmi tőke önálló kezelésére, nyomon követésére is.

A humán tőke kategóriájába tartoznak például az egészségi állapot különböző indikátorai vagy a várható élettartam alakulása (ami nyilván szorosan kapcsolódik az előbbiekhöz), de idetartoznak a különféle iskolázottsági, műveltségi és kulturális aktivitást jellemző mutatók is, és még hosszan lehetne folytatni a sort.

⁶ Ezzel szemben az ún. „gyenge fenntarthatóság” koncepciója szerint a különféle tőkeformák egymásba átválthatók, azaz akár korlátlanul is megengedhető például a természeti tőke pusztítása a gazdasági tőke növelése érdekében.

A társadalmi tőke a kisebb és nagyobb közösségekkel, a kormányzás különféle formáival, a társadalmi viselkedéssel, és a kulturális kifejezéssel⁷ történő – valamilyen mértékű – azonosulást jelenti, amely által a társadalom több mint egyének összessége. A társadalmi tőke a bevonásra, a részvételre és az élhető környezetre épít. Az egyik legambiciózusabb feladat a társadalmi tőke terén a jó kormányzás empirikus értelmezése.

A *multiple capitals* típusú modellek alkalmazása elsősorban a Világbank kezdeményezésére indult el (Serageldin 1995; Grootaert 1998). Jól látható, hogy a háromkomponens modell, valamint a *multiple capitals* modellek nem különböznek egymástól jelentősen: ugyanúgy az ökológiai, gazdasági és társadalmi dimenziók komplexitását kívánják megragadni, némileg más perspektívából, más mérési egységekkel, és más hangsúlyt adva a társadalmi dimenzióknak.

Feltételezve, hogy a fenntarthatóságnak a fenti pillérekkel kell nyugodnia, a kérdés az, hogy hogyan lehet a különféle dimenziókat aggregálni. Említettük, hogy ezzel kapcsolatban két álláspont ismeretes, az ún. „gyenge fenntarthatóság”, illetve az „erős fenntarthatóság” követelménye. A gyenge fenntarthatósági álláspont szerint a jövő generációk számára csupán a különféle tőkeformák aggregátuma számít, nem önmagában a természeti tőke. Ezzel ellentétben az erős fenntarthatóság álláspontja, azaz a természeti tőke más tőkeformákkal nem helyettesíthető. Az erős fenntarthatóságnak is többféle interpretációja lehetséges, az egyik szerint a természeti tőke értékét kell megőrizni, egy másik szerint fizikai értelemben is meg kell őrizni azt. Ezeknek a vitáknak a legfőbb tanulsága az, hogy nincs egyetlen olyan, általánosan elfogadott szabály, amely előírná, hogy a fenntarthatóság különféle dimenzióit hogyan kell aggregálni. A PROSUITE projekt egyik kiindulási pontja volt, hogy a technológiaértékelési módszertannak meg kell engednie, hogy a fenntarthatósági indikátorokat különféle módon lehessen összesíteni.

Az összekapcsolt, emberi jól-lét/ökoszisztéma jól-lét modell

Ezt a modellt azzal a céllal fejlesztették ki, hogy az emberi „jól-lét” (*well-being*) és az ökoszisztéma „jól-léte” együttes megőrzésének a céljához járuljon hozzá. Az ilyen típusú modellekben alapvetően négyféle indikátort azonosítanak: ökológiai indikátorok (az ökoszisztéma jól-létét bemutató indikátorok); kölcsönhatások (az ember által az ökoszisztémára gyakorolt hatás értékelése); emberek (az emberi jól-lét értékelése); szintézis (az előbb említett 3 komponens szintézise, a komponensek közötti kapcsolatok bemutatása integrált szemléletben, a jelenlegi helyzetre, valamint előrejelzések a jövőre vonatkozóan). Ezt a modellt követi például a Fenntarthatósági Barométer (Prescott-Allan 2001).

A normatív-funkcionális modell

Ez a modell ugyancsak integrálni igyekszik a fenntarthatóság három komponensét, és nem határolja el mereven egymástól az ökológiai, gazdasági és társadalmi pilléreket (Renn és tsai. 2009). Három normatív dimenzióból indul ki, amelyek a mindenkori társadalmak fő céljait jelölik ki. Ezek a következők: az ökológiai és társadalmi rendszerek integritása, az igazságosság, és az életminőség. Az első cél, a rendszer integritás az ökológiai és társadalmi rendszerek kontinuitását jelenti és azokra a funkcionális elemekre fókuszál, amelyek ennek létfeltételeit alkotják. A második fő cél, az igazságosság kiterjed mind a generációkon belüli, mind a generációk közötti igazságosság érvényesülésére, funkcionális elemei pl. az egyenlő jogok és esélyek

⁷ Van olyan felosztás, amelyik a kulturális tőkét külön kategóriaként kezeli.

biztosítása, a társadalmi részvétel, a költségek és hasznok méltányos elosztása stb. A harmadik cél az életminőség optimális szintjének fenntartása a lehető legtöbb ember számára, amelynek környezeti, gazdasági és társadalmi feltételei egyaránt vannak.

A normatív célokból (dimenziókból) kiindulva Renn és tsai. (2009) a funkcionális indikátorok széles körét dolgozták ki. A normatív-funkcionális modell második alapfeltevése, hogy a technológiai-társadalmi változásoknak alkalmazkodniuk kell a társadalmi és kulturális rendszerek legfontosabb funkcióihoz (pl. termelés és újratemelés, társadalmi kohézió, társadalmi rend, kulturális identitás stb). Míg a normativitás a társadalom számára kívánatos jövőre, – a stabilitásra, az etikai dimenziókra, valamint a „jó élet”-re – helyezi a hangsúlyt, a funkcionalitás azokra az eszközökre, intézményekre, folyamatokra, amelyek segítségével e célok elérhetők.

A normatív-funkcionális modell egyik fő erénye, hogy képes a rendszerek dinamikájának megragadására, azaz mind a múlttra vonatkozóan feltárt összefüggések, mind a jövőbeli előrejelzések beépítésére. Másrészt alkalmas a társadalmi jól-lét anyagi és nem-anyagi összetevőinek figyelembe vételére, illetve objektív statisztikák és szubjektív emberi tapasztalatok integrálására. E modell rugalmassága lehetővé teszi, hogy a technológiai fejlesztések egymást követő időszakainak folyamatait, valamint a technológiák különféle érintettjeinek (*stakeholderek*) szempontjait is integráltan tudja kezelni.

A PROSUITE projekt során kidolgozott módszertan az előzőekben vázolt fenntarthatósági modellek közül többnek az elemeit is felhasználta, de elsősorban a többfajta tőke, és a normatív-funkcionális modellekre épített.

1. táblázat. A fenntarthatósági indikátorok kialakításához használt modellek összefoglalása

Modell neve	A modellben használt kategóriák
DSIR – „stressz és válasz”	Stresszt okozó tevékenység Környezeti stressz Környezetben kialakuló hatások Közösségi és egyéni válaszok
Három komponens modellek	Környezeti fenntarthatóság – biodiverzitás Gazdasági fenntarthatóság – szükséglet-kielégítés, ellátásbiztonság, versenyképesség Társadalmi fenntarthatóság – szociális jól-lét
Többfajta tőke modellek	Természeti környezet <i>stock</i> és <i>flow</i> erőforrásai Ember alkotta tőke – széles értelemben vett infrastruktúra Humán tőke – egészségi, képzettségi mutatók Társadalmi tőke – közösségi lét és cselekvés mechanizmusai
Emberi jól-lét + ökoszisztéma jól-lét	Ökológiai indikátorok Kölcsönhatások Emberek Szintézis
Normatív-funkcionális modell	Ökológiai és társadalmi rendszerek integritása Ígazságosság Életminőség

3. ÉLETCIKLUS SZEMLÉLETŰ ELEMZÉSEK

A környezeti menedzsment területén az életciklus értékelés (LCA) évtizedek óta alapvető közelítésnek számít. A módszer már a '70-es években megjelent, bár különféle elnevezésekkel illették, mint például az Erőforrás és Környezeti Profil Elemzés (*Resource and Environmental Profile Analysis*, REPA, ld. Cross és tsai. 1974), az Energiaelemzés (Boustead és Hancock 1979), illetve a Termék Ökomérleg (Rubik és Baumgartner 1992). Az LCA első átfogó módszertanát Müller-Wenk (1980), majd Steen és Ryding (1990) fejlesztették ki.

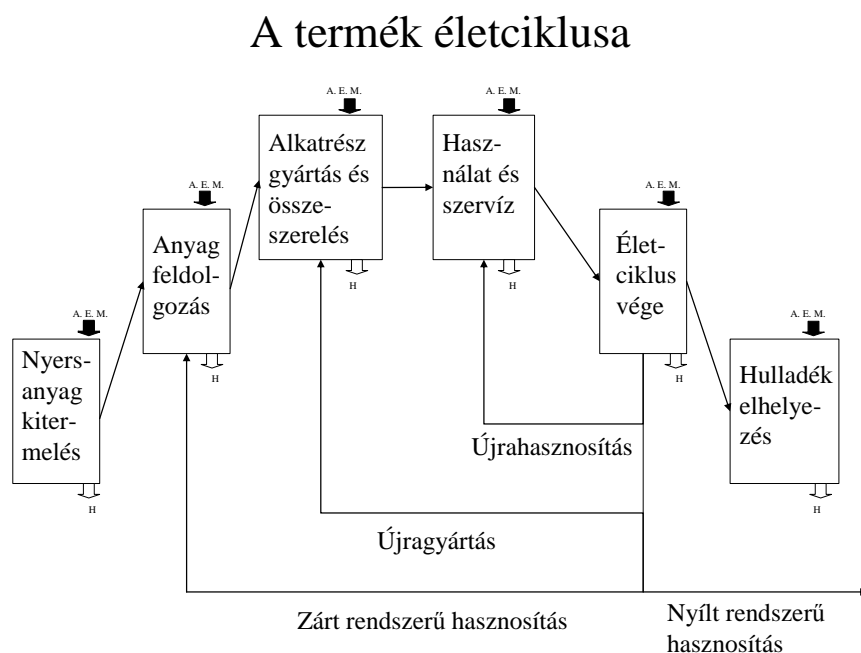
Az LCA közelítés gyors elterjedését és fejlődését világszerte jelzi, hogy 1996-ban a SETAC (*Society of Environmental Toxicology and Chemistry*) által hivatalos megállapítást nyert, miszerint „az életciklus elemzés a környezeti terhelések olyan objektív értékelési folyamata, amely termékhez, technológiához vagy bármely tevékenységhez kapcsolódhat” (idézi: Tóthné Szita 2009). A Nemzetközi Szabványosítási Szervezet (*International Organisation for Standardisation*, ISO) 1994-ben kezdett szabványokat fejleszteni az LCA témakörében, s az első szabványok már 1997-ben megjelentek. Azóta az LCA módszertant az ISO szabványok sorozata specifikálja, úgymint az ISO 14001, az ISO 14040 és az ISO 14044.

A következőkben az LCA közelítés legismertebb módszertanait vázoljuk.

(Termék) környezeti életciklus hatáselemzés

Az életciklus hatáselemzés (*Life Cycle Impact Assessment*, LCIA) a környezeti hatásvizsgálatokból kifejlődött módszertan, melynek lényege, hogy a környezetbe való beavatkozások közvetlen és közvetett hatásait igyekszik minél pontosabban kiszámítani egy termék vagy szolgáltatás teljes életciklusa során. Az elemzés a nyersanyag-kitermeléstől az újrahasznosításig az összes termelői és használói fázisra kiterjed, e fázisok és hatásmechanizmusaik átfedéseit és akkumulációját is vizsgálja (1. ábra).

1. ábra. A termék életciklusa. (Az ábrában használt rövidítések: A = Anyag, E = Energia, M = Munkaerő, H = Hulladék)



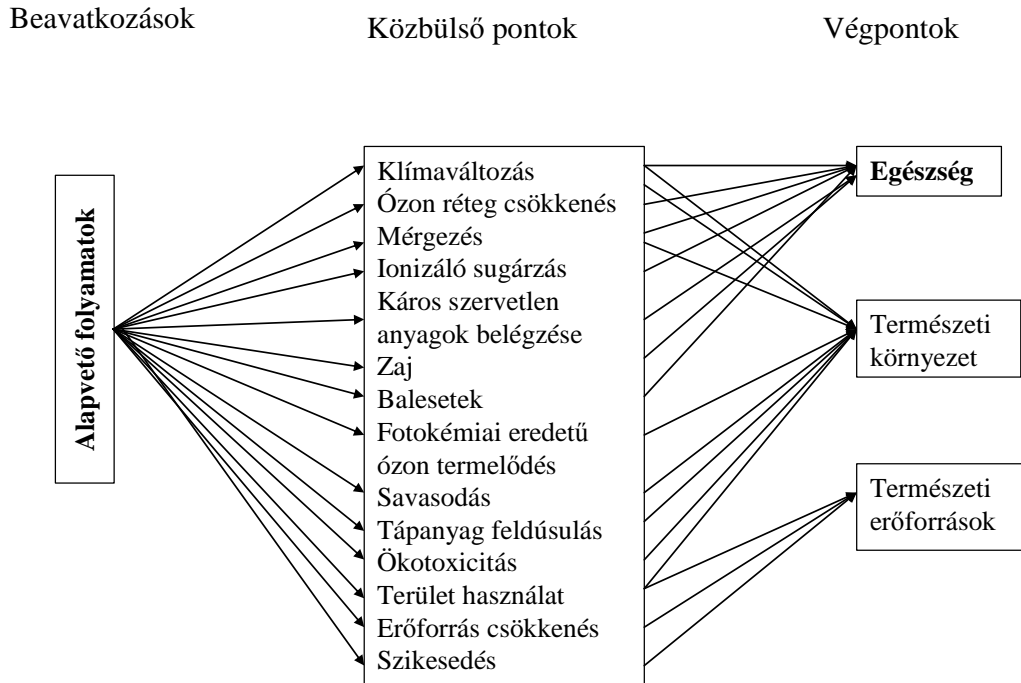
Az életciklus hatáselemzés definíciója szerint a beavatkozások jelenthetik nyersanyagok kivonását a természetből, illetve a talajba, vizekbe, illetve levegőbe történő kibocsátásokat. A beavatkozások egy-egy adott termék vagy szolgáltatás teljes életciklusa során végrehajtott műveletek eredményei. A beavatkozások lényegében „elemi áramlások” a termelési rendszerek és a környezet között, amelyek kvantifikálhatók. Ahhoz, hogy a környezeti hatásokat (pl. klímaváltozás, savasodás) a termék/szolgáltatás életciklusa kapcsán összegezni lehessen, az elemi áramlásokat a módszertan által rögzített egységekre kell átkonvertálni. Például az üvegház hatású gázok kibocsátását azok CO₂ ekvivalensében fejezik ki: pl. 1 kg metán kibocsátása hatásában 21 kg CO₂ kibocsátásának felel meg. Hasonlóan a savasodás kifejezhető az 1 kg SO₂ kibocsátás egyenértékéeként stb.

Amikor a termék vagy szolgáltatás életciklusa során keletkező valamennyi elemi áramlást átkonvertáltuk különféle környezeti hatásokká, ezek hatásonként összegezhetőek (European Commission 2011). Az ilyen környezeti hatásokat „közbülső” hatásoknak nevezik, amelyeket ún. közbülső (*mid-point*) indikátorokkal mérnek.

A közbülső indikátorok azonban csak az egyes környezeti problémákat jelzik, de nem mérik azt, hogy a környezeti terhelések hogyan hatnak az ökoszisztémákra, illetve az emberi egészségre. Ezért szükség van egy következő lépésre is, amelynek során a közbülső hatásoktól eljutunk a végpont (*end-point*) hatásokig. Az LCIA a végponti hatásokat az „emberi egészség”-re, a „természeti környezet”-re, valamint a „természeti erőforrások”-ra gyakorolt hatásokként definiálja (European Commission 2011).

A 2. ábra áttekinti az ok-okozati láncot a közbülső és végső hatások között. Nyilvánvaló, hogy adott beavatkozásnak több közbülső hatása lehet, pl. a NO_x kibocsátások hozzájárulnak a savasodáshoz, az eutrofizációhoz, a fotokémiai eredetű ózonzérvődéshez, a humán mérgezésekhez és az ökotoxicitáshoz. Ugyanakkor egy közbülső hatás is több végponti hatást befolyásolhat, pl. a klímaváltozás kihat mind az emberi egészségre, mind a természeti környezetre.

2. ábra. A beavatkozásoktól (elemi áramlásoktól) a közbülső- és végpontokig a környezeti életciklus hatáselemzésekben (LCIA) (European Commission 2010).



Az LCIA módszertan erőssége, hogy az ok-okozati láncban szereplő kapcsolatok tudományos elemzésén alapul. Az Európai Bizottság 2011-ben ajánlásokat tett közzé olyan módszertanra vonatkozóan, amelyek különféle környezeti beavatkozások, a közbülső hatások és a végponti hatások közötti összefüggéseket tartalmazzák (European Commission 2011).

Az életciklus hatásvizsgálat elemzései irányulhatnak a meglévő technikák vagy termékek korszerűsítésére vagy kicserélésére. E kettő ki is egészítheti egymást, amikor például a meglévő termék előállításának költségeit és menedzsmentjét elemezzük (*Life Cycle Costing* és *Life Cycle Management*) és az eredmények alapján jutunk arra a következtetésre, hogy új eljárást kell terveznünk, és pedig a termék teljes életciklusát figyelembe véve (*Life Cycle Design*). Más megfogalmazásban „az életciklus hatásvizsgálat értelmét és célját éppen az adja, hogy megkeressük azokat a termékeket, technológiákat és szervezeteket, amelyek egy adott szükséglet kielégítésére az adott feltételek között egységnyi időtartam alatt (általában 1 évre számítva) a legkedvezőbb, optimális környezeti összehatást, tehát a legkisebb környezetterhelést adják” (Tóthné Szita 2009).

Az alkalmazások során nyilvánvalóvá vált az a követelmény is, hogy a teljes életciklusba a termelői és irányítói magatartás, a munkaerő minősége, a termelőüzem belső társadalmi viszonyai, a termék előállításában résztvevők kapcsolatrendszere, a termék társadalmi hasznosulása, a fogyasztás módjai, a környezet védelme, a termelőhely külső szociológiai meghatározottságai stb., egyszóval a társadalmi hatásrendszer elemzése szervesen beletartozzék. Ennek nyomán fejlesztették ki az ún. társadalmi életciklus elemzést (*Social Life Cycle Assessment – SLCA*).

(Termék) társadalmi életciklus elemzés

A termékek, szolgáltatások társadalmi életciklusának elemzését a szakirodalom olyan komplex módszernek tekinti, amelynek segítségével a termékkalkulációs folyamat valóságos és lehetséges társadalmi hatásrendszere kvantitatív és/vagy kvalitatív eszközökkel teljes körűen és elemeire bontva (holisztikusan és analitikusan) egyaránt leírható és elemezhető, így teljesebb képet kapunk a nagyobb horderejű döntések előkészítéséhez és hatásainak utólagos elemzéséhez. Bár az életciklus-megközelítés eredetileg a termékek és szolgáltatások környezeti hatásait vizsgálta, az elmúlt évtizedben – elsősorban a környezeti és gazdasági válságjelenségek hatására – egyre inkább felismerték a humán erőforrások védelmének fontosságát a társadalom működőképességének fenntartásában. Ezért fontossá vált azoknak az értékhozó indikátoroknak, indikátorcsoportoknak a meghatározása, amelyek a kulturálisan eltérő társadalmakban a termékek keletkezését és hasznosulását legjobban jellemzik, a megőrzve-megújulás (fenntarthatóság és innováció) szempontjából lényegesek, és mintegy súlyponti rendezőelvként működnek a gazdaság, környezet és társadalom összefüggésrendszerének hosszú távra kiható újragondolásában.

Ennek a perspektivikus célnak az eléréséhez fejleszteni kellett azt az eszköz-rendszert, amely időben jelzi a termelésben és felhasználásban érintettek (*stakeholders*) számára, hogy hol van szükség beavatkozásra, a lehetséges és valóságos káros hatások elhárítására. A termelés és a fogyasztás összes fázisára és résztvevőjére kiterjedő társadalmi életciklus elemzés tehát olyan menedzsment eszköznek is felfogható, amely a „*think globally, act locally*” elve alapján segít újragondolni a társadalmi felelősségek időben változó rendszerét, az érintettek (termelők és fogyasztók, egyén és közösségek) szerepét a társadalom működőképességének fenntartásában.

Az általánosan elfogadott szakirodalmi felfogás szerint a társadalmi életciklus elemzés mutatói a technikai fejlődés társadalmi kockázatait és hatásait mérik. Ezeknek a mutatóknak a kidolgozása során többféle megközelítést alkalmaznak, attól függően, hogy mit helyeznek súlypontba. Az egyik megközelítés termék-központú, amely a terméket funkcionális egységekben méri, azaz azt kérdezi, hogy mi a funkciója az emberi (társadalmi) használat szempontjából. A használati funkció megőrzése mellett többféle termék, ennél fogva többféle technológia is elképzelhető, eltérő társadalmi hatásokkal. A cél tehát azoknak a termelési-technológiai eljárásoknak a kiválasztása, amelyek a társadalmi használat és a környezet szempontjából egyaránt a legkedvezőbbek. Gyakori példa az, hogy a közlekedési funkcióra többféle terméket lehet használni (gépkocsi helyett más eszközöket lehet igénybe venni a környezet védelme érdekében), viszont azt is figyelembe kell venni, hogy a szokásos használat milyen társadalmi meghatározottságú. A termék életfolyamatának társadalmi szempontú megközelítésében olyan kutatások is folynak, amelyek a termelői szervezetekhez kapcsolódnak, mint pl. a „vállalati magatartás” körébe tartozó tényezők elemzése: üzemi balesetek, a biztosítások formái és mértéke, gyermekmunka alkalmazása, ledolgozott munkaórák száma stb. Más elemzésekben a hangsúly azon van, hogy miképpen lehet számba venni azokat a tényezőket, amelyek a termék keletkezése és társadalmi használata során kockázatként jelennek meg a különféle érintett (*stakeholder*) csoportok számára.

A termelés és felhasználás érintettjeire gyakorolt hatások elemzését és integrálását „*a bölcsőtől a sírig*” célozza az a módszer, amelyet Schmidt és tsai. (2004) dolgoztak ki, s amely *SEE-balance* néven vált ismertté (*Socio-Eco-Efficiency Analysis*). Az érintettek szerint csoportosított, termék életciklust átfogó indikátorokat a 2. táblázatban mutatjuk be.

2. táblázat. Termék életciklus-szemléletű, stakeholder-specifikus társadalmi indikátorok (Schmidt és tsai., 2004)

Érintettek (Stakeholderek)	Indikátorok	
A) Foglalkoztatottak	Munkahelyi és ingázási balesetek	
	Végzetes balesetek	
	Foglalkozási megbetegedések	
	Bérek és fizetések	
	Vállalati juttatások (lakástámogatás, kedvezmények, természetbeni juttatások, kafetéria)	
	A folyamatos szakmai képzés és iskoláztatás költségei	
	Sztrájkok és elbocsájtások	
B) Beszállítók, üzleti partnerek	Szabad társulás joga	
	Diszkrimináció jellege és mértéke	
	Kényszermunkáltatás	
C) Fogyasztók és felhasználók	Gyermekmunka	
	A toxicitás lehetősége	
	Egyéb megbetegedési kockázatok (balesetveszély, addikció)	
	A felhasználót szolgáló külön kedvezmények, előnyök (szolgáltatás, szabadidő növelése, zajhatások stb. kiküszöbölése)	
	A termékinformációk minősége és teljessége (eredet, összetevők, használati kockázatok, mellékhatások stb.)	
D) Társadalmi környezet (szomszédság, régió, ország)	Fogyasztói védjegyek (megbízhatóság)	
	A foglalkoztatottak száma	
	Szakképzetlenek száma/aránya (a foglalkoztatottak képzettsége)	
	Női menedzserek száma/aránya	
	A fogyatékos foglalkoztatottak száma/aránya	
	Rész-munkaidősök száma/aránya	
	Családtámogatásra fordított vállalati költségek	
	Hátrányos helyzetűek (pl. fogyatékosok, betegek, szegények) terméktámogatása	
	Etikai normák megsértése a termék használata és hirdetése során	
	A termék emberre való veszélyessége (pl. fegyverek)	
	A társadalmi és politikai konfliktusok kockázatának lehetősége (pl. a hagyományos életforma megváltozása)	
	E) Jövő generációk	Képzésben részt vevők száma/aránya
		K+F kiadások
Tőkeberuházás		
Vállalati kiadások társadalombiztosításra		
F) Nemzetközi közösség	Import a fejlődő országokból	
	Import-export vámok támogatása	
	Fair trade védjegyek	

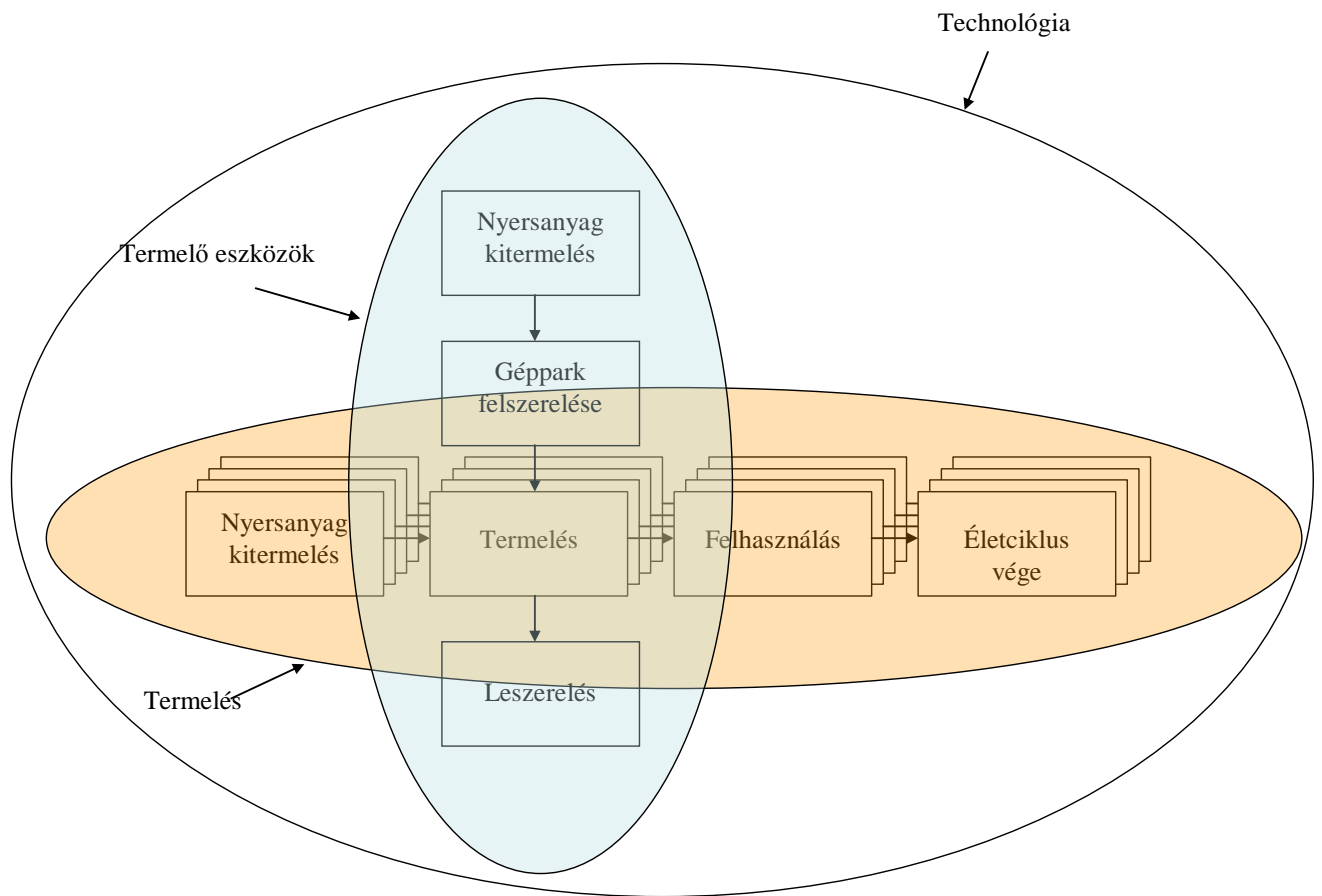
Az SLCA területén is vannak törekvések az elemzések egységesítésére. Ennek eredményei a UNEP-SETAC keretében kifejlesztett stakeholder-szemponútú irányelvek (Benoit és tsai. 2009), amely az alábbi indikátorcsoportokat tartalmazza:

- Dolgozók: a társulás szabadsága és kollektív szerződés, gyermekmunka, méltányos bérek és munkaidő, kényszermunka, egyenlő esélyek/diszkrimináció, egészség és biztonság, társadalmi juttatások/társadalombiztosítás;
- Fogyasztók: egészség és biztonság, visszacsatolás lehetősége, személyes adatok védelme, átláthatóság, felelőségek megosztása a termék életciklusának végén;
- Helyi közösség: hozzájutás anyagi forrásokhoz, hozzájutás nem-anyagi forrásokhoz, delokalizáció és migráció, kulturális örökség védelme, biztonságos és egészséges életkörülmények, őshonos jogok tisztelete, közösségi részvétel, helyi foglalkoztatás, biztos megélhetés;
- Társadalom: nyílt elkötelezettség a fenntarthatóság iránt, hozzájárulás a gazdasági fejlődéshez, fegyveres konfliktusok megelőzése, technikai fejlődés, korrupció.

Az SLCA közelítések által fejlesztett társadalmi indikátorok elsősorban – a termékek életciklusa során közvetlenül vagy közvetett módon érintett – vállalatok működésének, viselkedésének jellemzésére szolgálnak. A normákat lényegében az említett UNEP-SETAC irányelvek határozzák meg (Benoit és tsai. 2009). A technológiák fenntarthatósági értékelése során viszont hosszabb időtávra kellene előre jelezni a társadalmi hatásokat, azonban nehéz megjósolni, hogy egy-egy technológia mely országok mely (illetve milyen típusú) szervezeteiben fog kibontakozni. Ezért inkább azokra a társadalmi hatásokra kellene fókuszálni, amelyek a szervezetek helyett az adott technológiához kapcsolódnak. Az értékelést pedig nem egy előre rögzített termelési láncra kell elvégezni, hanem inkább fejlődési scenáriókban célszerű gondolkodni.

Ide kapcsolódik az a probléma is, hogy a technológiák életciklus szemléletű értékelése során nem elég a termékek életciklusát figyelembe venni, hiszen ez csak a technológia alkalmazásának fázisát fedi le. Lényeges magának a technológiának a fejlesztésével, bevezetésével és megszüntetésével („kivezetésével”) kapcsolatos hatásokat is vizsgálni. Ez azt jelenti, hogy a termelő berendezések és a kapcsolódó infrastruktúra életciklusát is figyelembe kell venni (3. ábra), azaz olyan indikátorokat kell kialakítani, amelyek mind a termékek, mind a termelő berendezések életciklusának időtartamára kiterjednek.

Technológiai életciklusok



3. ábra. Technológiák értékelésében figyelembe vett életciklusok (Sellke és tsai. 2010)

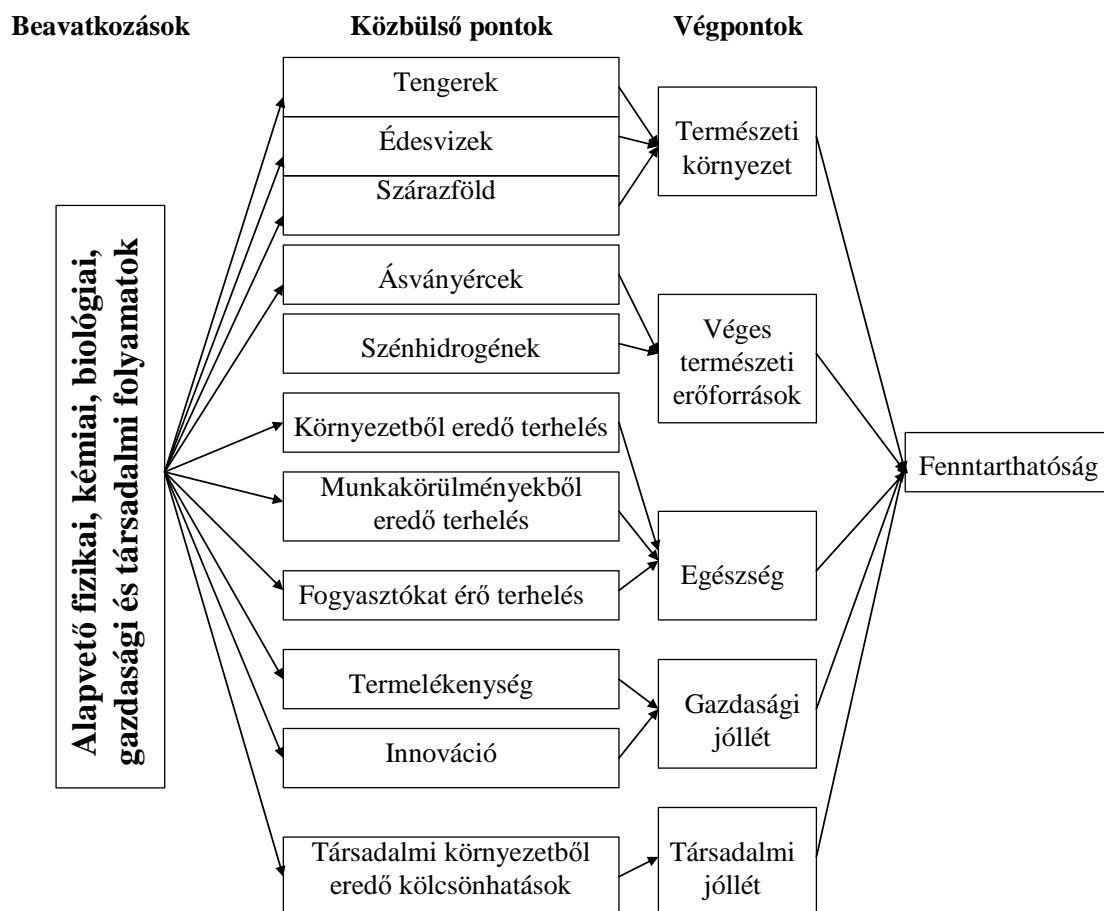
Összefoglalóan megállapítható, hogy bár az SLCA keretében alkalmazott indikátorok többsége csak korlátozottan volt alkalmazható a PROSUITE projekt számára, ugyanakkor az SLCA közelítésmódja, kutatási tapasztalatai igen hasznos és fontos kiindulópontot jelentettek.

4. JAVASLAT EGY ÚJ FENNTARTHATÓSÁGI ÉRTÉKELÉSI MODELLRE

A PROSUITE projekt keretében olyan értékelési eszközt kellett fejleszteni, amely a technológiák széles körére alkalmazható, lefedi a legfontosabb környezeti, gazdasági és társadalmi hatásokat, és az ok-okozati láncok mentén lehetővé teszi a technológiák konzisztens értékelését a végponti hatásokig annak érdekében, hogy adott technológiák más technológiákkal, vagy az adott technológia módosított változataival viszonylag egyszerűen összehasonlíthatóak legyenek. A projekt azzal a megoldandó kérdéssel került szembe, hogy hogyan lehet kombinálni a technológiai előrejelzési módszereket az életciklus megközelítéssel, méghozzá úgy, hogy ez a társadalmi fenntarthatóság követelményeinek minél szélesebb körű kielégítését jelentse a technológia társadalmi életciklus-folyamatában részt vevő szereplők számára.

A javasolt módszertan az életciklus közelítésen alapul, annak érdekében, hogy mind a termelő berendezések, mind a termékek teljes életciklusa során keletkező hatások minél szélesebb körét figyelembe tudja venni. Az LCA közelítés előnye, hogy explicitté teszi a technológia elemi folyamatait, hatásait, valamint az ezek között fennálló ok-okozati láncok elemzését. Itt elsősorban az LCIA kutatások eredményeire lehetett elsősorban építeni, amelyek kvantifikálják a technológiákkal összefüggő fizikai-kémiai-biológiai folyamatok egészségi és ökológiai hatásmechanizmusait. Ugyancsak hasznos forrást jelentettek a jelenleg rendelkezésre álló társadalmi életciklus-megközelítésű (SLCA) módszertanok, amelyek – a korábban említett hiányosságaik ellenére – számos fontos szempontot és hatásmechanizmust feltártak. Az életciklus szemléletű közelítések mellett a javasolt módszertan másik fő komponensét a 2. fejezetben tárgyalt fenntarthatósági modellek jelentették.

A javasolt modell végpont indikátorait a PROSUITE team úgy határozta meg, hogy az LCIA módszertanban szereplő három végpont hatást – *emberi egészség, természeti környezet, véges természeti erőforrások* – a többféle töke modelleknek megfelelően kiegészítette két további végponti hatással, a *gazdasági jól-léttel és a társadalmi jól-léttel* (Blok és tsai. 2013). A 4. ábra bemutatja a technológia fejlesztése, bevezetése, alkalmazása és megszűnése által kiváltott elemi fizikai, kémiai, biológiai, gazdasági, társadalmi folyamatok, az 5 végponti hatás, a főbb közbülső indikátorok, valamint a közöttük fennálló ok-okozati láncok szerkezetét (4. ábra). Az alábbiakban az egyes végponti hatások definícióit, tényezőit, és a mérésükre javasolt mértékegységeket vázoljuk.



4. ábra. A javasolt fenntarthatósági modell (Blok és tsai. 2013)

Az emberi egészségre gyakorolt hatások

Ezek közé a hatások közé tartoznak az érintettek morbiditásában és mortalitásában bekövetkező mindazon változások, amelyek az adott technológia bevezetésének következményei. Ezek magukban foglalják a környezetterhelésből eredő egészségi hatásokat, a dolgozók egészségét érő hatásokat, valamint a termékek/szolgáltatások fogyasztásából adódó egészségi hatásokat. Megjegyezzük, hogy ez a definíció az EC által kiadott ILCD irányelvek (European Commission 2010b) kibővítése, mivel az előbbiek csak a környezetterhelésből eredő egészségi hatásokat tartalmazzák.

Az emberi egészségre gyakorolt hatások mérésére a PROSUITE team az ún. „DALY” (*Disability Adjusted Life Years*) mérőszám alkalmazását javasolja. A DALY az idő előtti elhalálozás következtében elveszített, valamint az idő előtti megbetegedésben (rokkantságban) leélt életek összege. A javasolt modellben azt kell tehát meghatározni, hogy a technológia az érintettek (a hatókörében élő lakosság, a foglalkoztatottak, és a fogyasztók) körében összességében az egészségben leélt életek mekkora csökkenését okozza (ahhoz képest, mintha a technológia bevezetésére, alkalmazására és „kivezetésére” nem került volna sor).

A természeti környezetre gyakorolt hatások

Ezek közé tartoznak a természetes ökoszisztémák funkcióiban és szerkezetében a technológia következtében történő változások (European Commission 2010b). Kedvezőtlen hatásai lehetnek például a vegyszereknek, a biológiai vagy a fizikai beavatkozásoknak. A EU ajánlásai szerint a kiválasztott indikátornak a biodiverzitás potenciális változásait célszerű mérnie (European Commission 2010a). A PROSUITE azoknak a fajoknak az arányát javasolja mérőszámként, amelyek a technológia által okozott kedvezőtlen életfeltételek következtében nagy valószínűséggel nem fognak többé előfordulni az érintett régiókban (*potentially disappeared fraction of species*, PDF) (European Commission 2010b).

A véges természeti erőforrásokra gyakorolt hatások

Ezek a hatások a környezetünkben megtalálható véges (meg-nem-újuló) erőforrások felhasználásával, azaz a készletek csökkenésével kapcsolatosak (European Commission 2010b), pontosabban a szénhidrogének és az ásványérczek készleteivel (Udo de Haes és tsai. 1999). A megújuló erőforrásokat nem ebbe a hatáskategóriába soroljuk, hanem a természeti környezetre gyakorolt hatások kategóriájába.

A PROSUITE team mind a szénhidrogén készletekre, mind az ásványérczek készleteire gyakorolt hatásokat a felhasznált anyagok pénzben kifejezett értékével kívánta mérni.

A gazdasági jól-létre gyakorolt hatások

A technológiai fejlesztések általában növelik az elfogyasztható javak és szolgáltatások mennyiségét, illetve javítják ezek minőségét. A végső fogyasztás két módon növelhető (Wood és Hertwich 2012): a termelési tényezők (tőke, munka, anyagi erőforrások) termelékenységének növelése révén, vagy új termékek/szolgáltatások előállításának révén, azaz új fogyasztói igények kielégítésével.

A végső fogyasztásra szánt termékek és szolgáltatások értékének – illetve ezek változásainak – mérésére a PROSUITE team a GDP mérőszámot javasolta. Bár a GDP változásai nem tükrözik egzakt módon a jól-lét változásait, a mérőszám mellett szól könnyű elérhetősége a statisztikai adatbázisokból, valamint egyszerű kezelhetősége. Egy új technológiának a GDP-re gyakorolt hatásai különféle közgazdasági modellek segítségével elvileg, megfelelő adatok birtokában kiszámíthatóak (Wood és Hertwich 2012).

A társadalmi jól-létre gyakorolt hatások

Ebbe a kategóriába tartoznak mindazok az emberi jól-létre gyakorolt hatások, amelyek az emberek közötti kapcsolatokkal függenek össze. A társadalmi jól-lét mérésére az eddigi kutatások alapján nem áll rendelkezésre általánosan elfogadott mutatószám. A PROSUITE team egyik feladata volt a társadalmi jól-lét legfontosabb komponenseinek, illetve az ezeket mérő indikátoroknak a meghatározása. Ezeket egy újszerű, alulról-felfelé építkező (*bottom-up*) eljárás segítségével fejlesztettük ki, amelybe a team társadalomkutatói mellett néhány új technológia gyakorlati szakembereit is bevontuk. Az indikátorfejlesztés folyamatát a következő fejezetben mutatjuk be.

5. A TÁRSADALMI FENNTARTHATÓSÁGI INDIKÁTOROK KIDOLGOZÁSA

Szakirodalmi áttekintés

A folyamat első lépése egy intenzív szakirodalmi kutatás volt, amelynek során a kutatócsoport a nemzetközi szakirodalomban (cikkek, tanulmányok, egyéb dokumentumok) javasolt társadalmi fenntarthatósági indikátorok közül – előzetes értelmezés, az átfedések kiszűrése alapján – közel 700 olyan mutatót választott ki, amelyek relevánsnak tekinthetők a különféle technológiák fenntarthatósági értékelése szempontjából. Ezek között jelentős eltérések voltak az értelmezési szintek tekintetében: voltak, amelyeket országok vagy régiók, másokat egyes technológiák, termékcsoportok, illetve szervezetek szintjén definiáltak, míg találtunk próbálkozásokat globális szintű indikátorok képzésére is.

Már ebben a fázisban szembesültünk azzal a problémával, hogy ha ország- és technológia független indikátorokat szeretnénk kidolgozni, akkor csak igen általános mutatókat képezhetünk. Minél nagyobbak a kulturális különbségek azok között az országok között, amelyeket le akarunk fedni, annál általánosabbaknak kell az indikátoroknak lenniük. A nyugati világ ipari országai nyilván mások a társadalmi szükségletek és elvárások, mint egy-egy fejlődő országban, például az előbbieken a munkaórák száma, míg az utóbbiakban az élelemhez való hozzáférés lehet fontos indikátor. Míg egyes technológiákat a fejlett országokban konfliktusok öveznek, ugyanezeket a technológiákat esetleg szívesen látják a fejlődő országokban. Hasonló nehézségek vetődnek fel akkor, amikor valamennyi technológiára alkalmas indikátorokat kívánunk kidolgozni. Ezeket az ellentmondásokat a projekt úgy oldotta fel, hogy három indikátor-csoport alkalmazását javasolta. Az első csoportba olyan indikátorok kerültek, amelyek bármely kontextusban érvényesek. A második csoportba olyanok, amelyek a fókuszban álló régió (EU) társadalmi elvárásait fedik le. A harmadik nézőpont a technológiák szintje, s mivel ezek specifikus indikátorokat is igényelhetnek, azt javasoljuk, hogy a társadalmi indikátorok végleges rendszerének előállításába a konkrét értékelések során célszerű az adott technológia szakértőit bevonni.

A PROSUITE projekt az első és második csoportba tartozó indikátorok fejlesztését tekintette feladatának. A szakirodalom áttekintésének fázisában ezért mind Európában, mind a világ más részein kidolgozott és alkalmazott társadalmi indikátorokat gyűjtöttünk össze (Sellke és tsai. 2010). Kiemelt figyelmet szenteltünk a Közép-Kelet-európai régióban fejlesztett indikátoroknak, valamint a társadalmi életciklus elemzéssel kapcsolatos kutatások során javasolt indikátorrendszereknek, s ezek közül a leginkább kidolgozott UNEP-SETAC indikátoroknak (Benoit és tsai. 2009).

Az indikátorhalmaz szűkítése

Az eljárás következő lépése a gyűjtött mintegy 700 indikátor rendszerezése volt. Erre a legalkalmasabbnak a normatív-funkcionális modellt találtuk, mivel ez a normatív dimenziók, aldimenziók, és társadalmi funkciók hierarchiájára épül, amelyet a főbb *stakeholder*-csoportok figyelembe vételével tovább lehetett tagolni. A szakirodalomból gyűjtött indikátoroknak e hierarchia alapján történő kategorizálása, összevonása révén kiszűrhetők voltak az átfedések, redundanciák. Ezt követően az indikátorhalmazt tovább szűkítettük a következő szempontok alkalmazásával: az indikátor által leírt probléma fontossága, az indikátor relevanciája, mérhetősége, érthetősége, és az adatok elérhetősége

Az így leszűkített indikátorrendszerbe 82 ún. *előzetes társadalmi fenntarthatósági indikátor* került (Sellke és tsai. 2011). Egy részük adatbázisokból kinyerhető (legalábbis az országok egy-egy nagyobb csoportjában, pl. EU vagy OECD országokban), más részüket egyedileg össze kell gyűjteni. Egy részük kvantitatív skálákon mérhető, jelentős részük azonban csak félig-kvantitatív, illetve kvalitatív módszerekkel (pl. vélemény-kutatások) gyűjthető össze. Mivel számos, jövőre vonatkozó előrejelzésre lesz szükség, a konkrét technológiákkal kapcsolatos értékelések során jelentős szerepet fognak játszani az egyéni vagy csoportos szakértői becslések.

Bár a technológiáknak az adott indikátorok mentén becsült értékeiből a szubjektivitás nem szűrhető ki, az indikátorok halmazának végső kialakításában igyekeztünk a szakmai tudást a lehető legnagyobb mértékben érvényesíteni. Ennek érdekében olyan módszereket alkalmaztunk, amelyek az indikátorok körének kérdésében a szakmai konszenzus megtalálását segítették.

A javasolt indikátorok kiválasztása

Az előző lépésekben a PROSUITE projekt team tagjai – elsősorban társadalomkutatók – vettek részt. Ebben a lépésben azonban a résztvevők körét kiterjesztettük két új technológiának – a nanotechnológiának, illetve a szén-dioxid befogásának és földalatti tárolásának (*carbon capture and storage, CCS*) – a szakértőire. Az előzetes indikátorok halmazából az ún. Csoport-Delphi eljárás⁸ segítségével választotta ki a szakértők egy-egy csoportja⁹ azokat az indikátorokat, amelyeket a nanotechnológia, illetve a CCS fenntarthatósági értékelésére leginkább alkalmasnak tartanak, a jelenlegi legjobb tudásuk szerint (Renn és tsai. 2012).

⁸ A Csoport-Delphi eljárás abban különbözik a hagyományos Delphi eljárástól, hogy a szakértőknek az aggregált csoport eredmények visszacsatolása nem írásban, hanem *face-to-face* módon történik. Ennek az a fő előnye, hogy az értékelések különbségeit a résztvevőknek módjuk van megvitatni, és egymás érveinek figyelembe vételével álláspontjukat megvédeni, illetve módosítani. Lehetőség van a vélemények konzisztenciájának azonnali ellenőrzésére is. További előny, hogy míg a hagyományos Delphi hetekig, hónapokig eltarthat, a Csoport-Delphi ülések szokásos időtartama 1-2 nap.

⁹ A nanotechnológiai Csoport-Delphi eljárásban 7 németországi szakértő (6 egyetemi kutató és 1 civil szervezeti szakember), míg a CCS Csoport-Delphi ülésen 9 németországi egyetemi kutató vett részt. Mindkét eljárás egy-egy egész napos munkaértekezletet foglalt magában, 2011. folyamán.

A két Csoport-Delphi alapján legtöbb pontszámot kapott indikátorokat a PROSUITE team további vizsgálatoknak vetette alá (ld. lejjebb). Megjegyzendő, hogy a két Delphi munkaülés keretében a szakértők javasoltak néhány nanotechnológia-specifikus, illetve CCS-specifikus indikátort is.

A nem-specifikus indikátorok közül a PROSUITE team kiszűrte azokat, amelyek átfedést mutattak a gazdasági jól-léttel, illetve az egészségre gyakorolt hatásokkal. A 3. táblázatban az így nyert 23 társadalmi indikátor nevét, tartalmát és mérési módját ismertetjük, jelezve azt a normatív dimenziót is, amelyhez a normatív-funkcionális modellben kapcsolódik.

3. táblázat.

A Csoport-Delphi eljárások eredményeképpen nyert társadalmi fenntarthatósági indikátorok (Renn és tsai. 2012)

	Tartalom	Technológiához kapcsolódó tartalom	Mérés	Fenntarthatósági dimenzió a normatív-funkcionális modellben
1	Innovációs potenciál	A technológia hatása a társadalom innovációs képességére	Beruházások a technológia fejlesztésébe/transzferjébe	Rendszer integritás
2	Környezeti tanúsítvány rendszerek megléte	A technológiában érintett szervezetek környezeti tanúsítvány rendszerének megléte	Van-e az érintett szervezeteknek környezeti tanúsítvány rendszerük?	Rendszer integritás
3	Az ENSZ Világegyezmény (<i>Global Compact</i>) elveinek való megfelelés	A technológia kapcsán a Világegyezmény elveinek való megfelelés	Az érintett szervezetek kötelezettséget vállaltak-e arra, hogy teljesítik a Világegyezmény elveit és évente beszámol-e az ezzel kapcsolatos előrehaladásról?	Rendszer integritás
4	Az érintettek megfelelése a társadalmi felelősségvállalás (CSR) elveinek	A technológia érintettjei (pl. beszállítók) megfelelése a CSR elveinek	Az érintettek mennyiben felelnek meg a CSR elveinek? (Az OECD CSR irányelvei alapján mért indikátor)	Rendszer integritás
5	Információk az életciklus végén lehetséges menedzsment opciókról	Információk a technológiához kapcsolódó, az életciklus végén lehetséges menedzsment opciókról	Mennyiben biztosítják-e a belső menedzsment rendszerek, hogy a felhasználók világos információkat kapjanak a termékek életciklusának végén lehetséges opciókról?	Rendszer integritás
6	A szervezeti hanyagság kezelése	A technológiához kapcsolódó szervezetekben a hanyagsággal összefüggő akciók	A technológia működése során fellépő hanyagsággal kapcsolatos akciók értékelése	Rendszer integritás
7	A jogi szabályozás változásai	A technológia várható hatásai a jogi szabályozásra	A technológia megköveteli-e a jogi szabályozás megváltoztatását?	Rendszer integritás
8	Bizalom a hosszú távú ellenőrző funkciókban	A technológia hosszú távú ellenőrzési lehetőségei	Lehetőség van-e technológia hosszú távú ellenőrzésére?	Rendszer integritás
9	Gini index	A technológia hatása a Gini-indexre	A jövedelmi egyenlőtlenségek mérésére kidolgozott Gini-index változásai	Igazságosság
10	Globális egyenlőtlenség	A technológia várható hatásai a globális egyenlőtlenségekre	A technológia növeli-e vagy csökkenti a globális egyenlőtlenségeket?	Igazságosság
11	Regionális különbségek	A technológia várható hatásai a regionális egyenlőtlenségekre A technológia várható hatásai a regionális egyenlőtlenségekre	A technológia növeli-e vagy csökkenti a regionális egyenlőtlenségeket?	Igazságosság

12	A jövő nemzedékekre gyakorolt hatások	A technológia várható intergenerációs hatásai	A technológia hasznainak és kockázatainak megoszlása a jelen és jövő generációk között	Igazságosság
13	A társadalmi részvételi folyamatok minősége és intenzitása	A technológiához kapcsolódó társadalmi részvételi folyamatok minősége és intenzitása	Az érintettek értékelése a technológiához kapcsolódó társadalmi részvételi folyamatok minőségéről és intenzitásáról	Igazságosság
14	Emberi jogok	A technológia várható hatásai az emberi jogokra	A technológia várhatóan javítja-e vagy rontja az emberi jogok érvényesülését?	Igazságosság
15	Elköltözési hajlandóság	Az adott technológia következményeképpen otthonukból elköltözők aránya	Azoknak az érintetteknek az aránya, akik <i>“igen”</i> -nel válaszolnak az alábbi kérdésre: <i>“Tervezi-e a közeljövőben, hogy elköltözik lakhelyéről (településről, régióból stb.) – a technológia hatásai miatt?”</i>	Életminőség
16	Informáltság/Bizalom	Azok aránya, akik jól informáltak érzik magukat az adott technológiáról	A technológia kockázataival kapcsolatosan elérhető információk forrásaiba vetett átlagos bizalom	Életminőség
17	Észlelt kockázat	A technológia alkalmazásának kockázatként való észlelése	A technológiával kapcsolatban észlelt átlagos kockázat	Életminőség
18	Veszély esetén az érintettek szervezett informálása	Veszély esetén a technológiához kapcsolódó információs protokoll	Azoknak az embereknek az aránya, akik helyes választ tudnak adni arra a kérdésre: <i>„Tudja-e Ön, hogy az adott technológiával kapcsolatos katasztrófa esetén ki fogja Önt tájékoztatni?”</i>	Életminőség
19	Nemzetközi munkaegészségi és munkabiztonsági szabályozások (OSHA szabályok) betartása	Az OSHA szabályok betartása a technológia kapcsán	Az OSHA szabályozások (súlyos/nem súlyos) megsértése az elmúlt 3 év során és ezen ügyek státusza	Életminőség
20	Gyermekmunka	A technológia várható hatásai a gyermekmunkára	A technológia várhatóan növeli-e vagy csökkenti gyermekmunka mennyiségét (pl. a beszállítóknál)?	Életminőség
21	Oktatás	A technológia várható hatásai az oktatásra	Mennyiben serkenti a technológia az oktatást?	Életminőség
22	Tudásintenzív munkahelyek teremtése, illetve megtartása	A technológia hatása a tudásintenzív munkahelyek teremtésére, illetve megtartására	Azoknak a kvalifikált dolgozóknak a száma, akikre egy funkcionális egység (FE) ¹⁰ előállításához van szükség az adott technológia esetében	Életminőség
23	Az érintettek szubjektív elégedettsége	A technológia hatása az érintettek szubjektív elégedettségére	Az érintettek (munkavállalók, felhasználók, közeli lakosság) elégedettségének a technológia által kiváltott változásai	Életminőség

¹⁰ FE: funkcionális egység: az adott funkcióra (pl. adatátvitel) meghatározott egység

6. A PROSUITE PROJEKT EREDMÉNYEI

Az értékelések aggregálása

Az 5. fejezetben kidolgozott indikátorrendszer alkalmas a technológiák sokszempontú társadalmi fenntarthatósági értékelésére. További kérdés, hogy hogyan lehetséges a környezeti, gazdasági és társadalmi vonatkozású értékeléseket aggregálni. Elméletileg három közelítés létezik:

- a. Nincs aggregálás, az összehasonlítható technológiák egyes közbülső pontok szerinti hatásait egymás mellett bemutatjuk, – a könnyebb áttekinthetőség érdekében általában diagramok, ábrák segítségével;
- b. Az egyes hatásokat az ok-okozati lánc valamennyi közbülső és végpontjára aggregáljuk valamilyen többkritériumú értékelő eljárás segítségével (ezek áttekintését ld. Antunes és tsai. 2012), de az 5 végponti hatást egymással nem összesítjük (az erős fenntarthatóság koncepcióját tükröző eljárás);
- c. Az egyes hatásokat az ok-okozati láncon végighaladva egyetlen értékékké aggregáljuk (a gyenge fenntarthatósági koncepciónak megfelelően).

A PROSUITE team a b. megoldást javasolta. A többkritériumú aggregálás megkönnyítése érdekében a társadalmi indikátorokat a következő csoportokba (közbülső pontok) vonták össze:

- Biztonság, társadalmi béke: tudásintenzív munkahelyek, kockázátészlelés, a technológiával való visszaélés lehetőségei
- Autonómia: kényszermunka, gyerekmunka
- Részvétel és befolyás: részvétel a döntésekben, bizalom az információkban, hosszú távú ellenőrzési lehetőségek
- Egyenlő esélyek: regionális, globális és intergenerációs egyenlőtlenségek

Valamennyi társadalmi közbülső és végponti indikátort Likert-skálán mértük.

Esettanulmányok

A kifejlesztett modell és indikátorrendszer alkalmazhatóságát a PROSUITE team négy esettanulmány segítségével tesztelte, amelyek a következő technológiák hatásait elemezték:¹¹ 1. Nanotechnológia: nanoezüst-szálból textíliák készítése, illetve kolbász töltése nanotechnológia segítségével előállított anyagba (Hellweg és Walser 2013)

2. Biomassza felhasználása: villamos energia előállítása biomasszából és szerves hulladékból; PVC előállítása biomasszából; festékgyanta gyártása biomasszából (Dewulf és DeMeester 2013)

3. Információ technológia: okostelefon fejlesztési változatok (Seppala és Mattila 2013)

4. Széndioxid-leválasztás és tárolás (CCS): szénerőművek ellátása CCS-sel (Ramirez és tsai. 2013)

¹¹ Az esettanulmányok az új technológiákat – az információtechnológia kivételével – ugyanezen funkciókat ellátó termékeket/szolgáltatásokat előállító hagyományos technológiákkal hasonlítják össze

A fenti esettanulmányokat környezetvédelmi, közgazdasági és szociológiai szakértők mellett számos ipari partner bevonásával végezték és a tapasztalatokat visszacsatolták a döntéstámogató rendszer fejlesztői számára. Bár cikkünk terjedelmi okokból nem teszi lehetővé az eredmények részletes ismertetését, a fő tanulságokat a következőkben foglaljuk össze.

Tanulságok

Az esettanulmányok azt jelzik, hogy a PROSUITE projekt keretében kifejlesztett módszer sikerrel ötvözi a fenntarthatósági elemzést és az életciklus-közelítést. Ugyanakkor a módszer alkalmazása során az egyik fő probléma a bizonytalanságok figyelembe vétele volt. E probléma kezelésére többen felvetették az érzékenységvizsgálatok (pl. Monte-Carlo szimuláció) alkalmazásának lehetőségét. A résztvevők a legnehezebbnek a társadalmi fenntarthatósági indikátorok szerinti értékelést találták, elsősorban azért, mert ezek a legérzékenyebbek az időre, a régióra és a kontextus egyéb tényezőire (például ugyanazokat a hatásokat másképp értékeli a fejlődő, illetve a fejlett országok szempontjából). Néhány esettanulmánynál az elemzés során kiderült, hogy új adatokra, sőt, új kutatásokra van szükség a pontosabb értékelés érdekében. Ugyanakkor, az esettanulmányok aláhúzzák, hogy nem a módszer alkalmazása során nyert értékek pontossága a legfontosabb, hanem sokkal inkább az értékelés folyamata. A különféle szakmai háttérű szakértők, illetve a különféle értékeket és érdekeket képviselő érintettek véleményének előhívása, ütköztetése, érzékenységvizsgálatok végzése, valamint a hiányzó adatok azonosítása és felkutatása segíthet abban, hogy az új technológiák fejlesztésével kapcsolatos bizonytalanságok csökkenjenek, s a társadalom és természet szempontjából kedvezőbb technológia-fejlesztési forgatókönyvek valósuljanak meg.

A módszer alkalmazása természetesen Magyarországon is igen hasznos lenne. Bár a többszemponú döntéstámogató modellek K+F döntések megalapozására történő alkalmazása hazánkban hosszú múltra tekint vissza (pl. Vári és Vecsenyi 1992), a különféle szakértők közötti, illetve a szakértők és érintettek közötti párbeszéd ösztönzése és módszertani támogatása továbbra is időszerű lenne.

HIVATKOZÁSOK

Alberta Round Table on the Environment and Economy (1994) *Creating Alberta's Sustainable Development Indicators*. Edmonton, Canada.

Antunes, P., Santos, R., Videira, N., Colaço, F., Szántó, R., Dobos, E.R., Kovács, S., Vári, A. (2012) *Approaches to integration in sustainability assessment of technologies. Report prepared within the EC 7th framework project Prosuite*. November 2011. Elérhető: http://www.prosuite.org/c/document_library/get_file?uuid=c378cd69-f785-40f2-b23e-ae676b939212&groupId=12772

Benoit, C., Mazijn, B., Andrews, E.S. (2009) *Guidelines for Social Life Cycle Assessment of Products: Social and Socio-economic LCA Guidelines Complementing Environmental LCA and Life Cycle Costing, Contributing to the Full Assessment of Goods and Services within the Context of Sustainable Development*. Paris, France: United Nations Environmental Programme.

Bertaux, D. (szerk.) (1981) *Biography and Society*. Sage.

Blok, K., Huijbregts, M., Roes, L., van Haaster, B., Patel, M., Hertwich, E., Wood, R., Hauschild, M.Z., Sellke, P., Antunes, P., Hellweg, S., Ciroth, A., Harmelink, M. (2013) *A Novel Methodology for the Sustainability Impact Assessment of New Technologies*. Elérhető: http://www.prosuite.org/c/document_library/get_file?uuid=6550fd44-541a-4027-be75-cf339a19c5bb&groupId=12772

Bodorkós, B., Pataki, Gy., Vári, A. (2004) *A társadalmi fenntarthatóság mérése – módszertani tanulmány*. Kézirat, Budapest.

- Boustead, I. és Hancock, G.F. (1979) *Handbook of Industrial Energy Analysis*. ISBN 0-85312-064-1. Ellis Horwood, Chichester/John Wiley, New York, USA.
- Burgherr, P. és Scherer, P. (2006) *Survey of Criteria and Indicators*. (Deliverable no. D.1.1- RS 2b) Elérhető: <http://www.needs-project.org/docs/2bReportExperience.pdf>. Letöltve: 2009-01-08.
- Chilvers, J. (2007) "Towards Analytic-deliberative Forms of Risk Governance in the UK? Reflecting on Learning in Radioactive Waste." *Journal of Risk Research*, (10) 1-2. 197-222.
- Cross, J., Welch, R., Hunt, R., Park, W.(1974) *Plastics: Resource and Environmental Profile Analysis*, Manufacturing Chemists Association, Washington D.C.
- Dewulf, J. és DeMeester, S. (2013) *Biorefineries and Organic Waste Management – Final Sustainability Assessment*. Deliverable 1, WP 6, Prosuite EU FP7 Project Elérhető: http://www.prosuite.org/c/document_library/get_file?uuid=5b77acb5-93d5-466f-9a67-3dd136a0a388&groupId=12772
- Dreyer, L. és tsai. (2010) Characterisation of Social Impacts in LCA – Development of Indicators for Labour Rights. *The International Journal of Life Cycle Assessment*,15. 385-402.
- ENSZ Környezet és Fejlődés Világbizottsága (1988) *Közös jövőnk*. Budapest: Mezőgazdasági.
- EC (2010a) European Commission - Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability: International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - Framework and Requirements for Life Cycle Impact Assessment Models and Indicators. First edition March 2010. EUR 24586 EN. Luxembourg. Publications Office of the European Union
- EC (2010b) European Commission - Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability: International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance. First edition March 2010. EUR 24708 EN. Luxembourg. Publications Office of the European Union
- EC (2011) European Commission - Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability. International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook – Recommendations for Life Cycle Impact Assessment in the European Context. First edition November 2011. EUR 24571 EN. Luxemburg. Publications Office of the European Union
- Eurostat/ Europäische Kommission (2005) Messung der Fortschritte auf dem Weg zu einem Indikatoren für nachhaltige Entwicklung für die Europäische Union DATEN 1990-2005. Elérhető: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-68-05-551/DE/KS-68-05-551-DE.PDF.
- Grootaert, Ch. (1998) *Social Capital: The Missing Link? The World Bank Social Capital Initiative*. Working Paper No. 3.
- Harremoes, P. (2003) Ethical Aspects of Scientific Incertitude in Environmental Analysis and Decision Making. *Journal of Cleaner Production*. 705-712.
- Hellweg, S. és Walser, T. (2013) *Nanotechnology: Final Sustainability Assessment*. Deliverable 2, WP 6, Prosuite EU FP7 Project. Elérhető: http://www.prosuite.org/c/document_library/get_file?uuid=13d10bd8-170f-4504-8d1e-5f2facdfdb63&groupId=12772
- ISO 14001 (2004). International Organisation for Standardisation. Environmental management systems - specification with guidance for use. Report.
- ISO 14040 (2006a). International Organisation for Standardisation. Environmental management - life cycle assessment - principles and framework. Report
- ISO 14044 (2006b). International Organisation for Standardisation. Environmental management systems - life cycle assessment – requirements and guidelines. Report.
- Lawn, P.A. (2003) A Theoretical Foundation to Support the Index of Sustainable Economic Welfare (ISEW), Genuine Progress Indicator (GPI), and Other Related Indexes. *Ecological Economics* 44. 105-118.

- Merton, K. R. (1968) *Social Theory and Social Structure*. Free Press.
- Moldan, B. és Dahl, A.L. (2007) Challenges to Sustainability Indicators. In: Hak,T., Moldan, B., Dahl,A.L. (szerk.) *Sustainability Indicators: A Scientific Assessment*. SCOPE Vol. 67. Washington D.C.: Island Press.
- Müller-Wenk, R. (1980) Ökologische Buchhaltung, In: Udo Ernst Simonis, *Ökonomie und Ökologie, Auswege aus einem Konflikt*, Karlsruhe. 13-30.
- OECD (2009) Society at a Glance 2009. OECD Social Indicators. Elérhető: [http:// www.sourceoecd.org/socialissues/9789264049383](http://www.sourceoecd.org/socialissues/9789264049383).
- Prescott-Allen, R. (2001) *The Wellbeing of Nations: A Country-by-Country Index of Quality of Life and the Environment*. Washington D.C.: Island Press.
- Projektgruppe Ökologische Wirtschaft (1987) *Bedürfnisse, Produkte und ihre Folgen*. Kölner Volksblattverlag. Wege aus der Krise, Bd. 4, Köln
- PROSUITE (2013) Report of a Workshop for SMI, Big Industry and Decision Makers on the PROSUITE New Sustainability Framework, the DSS Software and Case Study Applications held in Glasgow, 15th May 2013 (in conjunction with the 23rd SETAC Europe Annual Meeting)
- Ramirez, A. és tsai. (2013) *Coal Power Plant with Carbon Capture and Storage: A Sustainability Assessment* Deliverable 4, WP 6, Prosuite EU FP7 Project Elérhető: http://www.prosuite.org/c/document_library/get_file?uuid=f842b01d-b4e8-4069-ac42-69c0d892d5da&groupId=12772
- Renn, O. (2008) *Risk Governance: Coping with Uncertainty in a Complex World*. Earthscan, London
- Renn, O., Jäger, A., Deuschle, J., Weimer-Jehle, W. (2009) 'A Normative-functional Concept of Sustainability and its Indicators', *Int. J. Global Environmental Issues*, 9(4). 291-317.
- Renn, O., Kuhn, R., Sellke (2012) *Final Selection of Social Indicators*. Deliverable 3, WP 4, Prosuite FP7 Project. Elérhető: http://www.prosuite.org/c/document_library/get_file?uuid=72e8105e-c4e7-4c95-a32e-9375acbe988f&groupId=12772
- Renn, O., Stirling, A., Müller-Harold, U. (2003) *The Precautionary Principle: A New Paradigm for Risk Management and Participation*. Report to the EU Commission. Centre of Technology Assessment, Stuttgart, Germany.
- Ritthoff, M., Rohn, H., Liedtke, Ch. (2002) *Calculating MIPS: Resource Productivity of Products and Services*. Wuppertal Spezial no. 27e. Wuppertal: Wuppertal Institute.
- Rubik, F. és Baumgartner, T. (1992) Evaluation of Eco-balances, Strategic Analysis in Science and Technology (SAST) report CD-NA- 14737-EN-C, Commission of the European Communities, Brussels-Luxembourg.
- Schmidt, I., Meurer, M., Saling, P., Kicherer, A., Reuter, W., Gensch, C. (2004) SEEBalance – Managing Sustainability of Products and Processes with the Socio-EcoEfficiency Analysis by BASF. *Greener Management International*, 45. 79-94
- Sellke, P. és tsai. (2010) *Literature Review on Social Indicators and Integrated Model of Indicator Selection*. Deliverable 1, WP 4, Prosuite EU FP7 Project. Elérhető: http://www.prosuite.org/c/document_library/get_file?uuid=d1b91384-d89b-4988-8f87-5806020b8874&groupId=12772
- Sellke, P. és tsai. (2011) Preliminary Selection of Social Indicators. Deliverable 2, WP 4, Prosuite EU FP7 Project. Elérhető: http://www.prosuite.org/c/document_library/get_file?uuid=aca44f60-4c78-46b1-aa31-8284dad79a77&groupId=12772
- Sellke, P. és tsai. (2013) *Analysis of Uncertainty, Complexity and Ambiguity in Social Indicators*. Deliverable 4, WP 4, Prosuite EU FP7 Project. Elérhető: http://www.prosuite.org/c/document_library/get_file?uuid=b98f20c9-2dd9-4c14-aad9-7dbf7666a534&groupId=12772
- Seppala, J. és Mattila, T. (2013) *Information Technology (MUltifunctional Mobile Devices): Final Sustainability Assessment*. Deliverable 3, WP 6, Prosuite EU FP7 Project. Elérhető: http://www.prosuite.org/c/document_library/get_file?uuid=9102d135-b389-4bed-9a07-a456e0db2214&groupId=12772

- Serageldin, I. (1995) *Sustainability and the Wealth of Nations: First Steps in an Ongoing Journey*. Third Annual World Bank Conference on Environmentally Sustainable Development. Washington, DC.: World Bank
- Stanners, D., Bosch, P., Dom, A. (2007) Frameworks for Environmental Assessment and Indicators at the EEA. In: Hak, T., Moldan, B., Dahl, A.L. (szerk.) *Sustainability Indicators: A Scientific Assessment*. SCOPE Vol. 67. Washington D.C.: Island Press. 127-144.
- Steen, B. és Ryding, S.O. (1990) The EPS Enviro-Accounting Method. An Application of Environmental Accounting Principle for Evaluating and Valuation of Environmental Impact in Product Design, AFR-REPORT Nr. 11. Swedish Environmental Research Institute (IVL), Stockholm, Sweden.
- Stern, P. és Fineberg, H. (szerk.) (1996) *Understanding Risk: Informing Decisions in a Democratic Society, Report of the US National Research Council Committee on Risk Characterisation*, National Academy Press, Washington, DC.
- Stirling, A. (2003a) „Risk, Uncertainty and Precaution: Some Instrumental Implications from the Social Sciences”, In: Berkhout, F., Leach, M., és Scoones, I. (szerk.) *Negotiating Environmental Change*, Edward Elgar, Cheltenham. 33-76.
- Stirling, A. (2003b) *The Precautionary Approach to Risk Appraisal*. NWMO Background Papers. Nuclear Waste Management Organisation, Ottawa, Canada
- Stirling, A. (2005) „Opening Up or Closing Down? Analysis, Participation and Power in the Social Appraisal of Technology.” In: Leach, M., Scoones, I., és Wynne, B. (szerk.) *Science and Citizens – Globalisation and the Challenge of Engagement*. Zed, London, pp. 218-231
- Stirling, A. (2006) From Science and Society to Science in Society. Towards a Framework for Co-operative Research. Report to the European Commission Workshop Governance and Scientific Advice. Brussels.
- Stirling, A. és Mayer, S. (2001) A Novel Approach to the Appraisal of Technological Risk: a Multicriteria Mapping Study of a Genetically Modified Crop. *Environment and Planning C*. Vol. 19. 529-555.
- Tóthné Szita K. (2009) Az életciklus-elemzés kialakulása, fejlődése, értelmezése dióhéjban. *ECO-Matrix* (elektronikus folyóirat). LCA Center I. évf.1. sz. 5-8.
- Udo de Haes, H.A., Jolliet, O., Finnveden, G., Hauschild, M.Z., Krewitt, W., Müller-Wenk, R. (1999). Best Available Practice Regarding Impact Categories and Category Indicators in Life Cycle Impact Assessment. *International Journal of Life Cycle Assessment* 4(2), 66-74.
- UNCED (1992) United Nations Conference on Environment and Development. Earth Summit: Agenda 21 - The United Nations Programme of Action from Rio. United Nations Department of Public Information, New York, 1992. Elérhető: www.un.org/esa/dsd/agenda21
- UN CSD (1995) United Nations Committee for Sustainable Development. Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies. Elérhető: http://www.cic-wildlife.org/uploads/media/GUIDELINES_indicators_of_sustainable_development_1995_eng.doc.
- UNEP (2012) United Nations Environment Program. Application of the sustainability assessment of technologies. Methodology: Guidance manual. United Nations Environment Program. Division of Technology, Industry and Economics, International Environmental Technology Centre, Osaka.
- Vári, A. és Vecsenyi, J. (1992) Experiences with Decision Conferencing in Hungary. *Interfaces, Special Issue: Risk and Decision Analysis*, No. 6: 72-83.
- Wood, R. és Hertwich, E.G. (2012). Economic Modelling and Indicators in Life Cycle Sustainability Assessment, *International Journal of Life Cycle Assessment*. Elérhető: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11367-012-0463-2/fulltext.html>
- Wackernagel, M. és Rees, W. (1996) *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. Gabriola Island, BC: New Society Publishers.