

# A PARETO-HATÉKONY KLÍMAVÉDELEM ÉS A SZÉN-DIOXID-KIBOCSÁTÁS CSÖKKENTÉSI LEHETŐSÉGEINEK HATÁRA

## PARETO-EFFECTIVE CLIMATE PROTECTION AND THE CO<sub>2</sub> ABATEMENT POSSIBILITIES FRONTIER

Koppány Krisztián

egyetemi docens, Széchenyi István Egyetem Kautz Gyula Gazdaságtudományi Kar Nemzetközi és Elméleti Gazdaságtan Tanszék, Győr  
tudományos főmunkatárs, Budapesti Gazdasági Egyetem Pénzügyi és Számviteli Kar, Budapest  
koppanyak@sze.hu

### ÖSSZEFOGLALÁS

A tanulmány két egyszerű, tankönyvi példa segítségével mutatja be, hogy miként vezet jövedelmi és klímavédelmi lehetőségeink beszűküléséhez, ha a rendelkezésünkre álló termelési és szén-dioxid-csökkentési alternatíváinkat nem a megfelelő, a legalapvetőbb közgazdasági elméletek által javasolt sorrendben valósítjuk meg.

### ABSTRACT

This study shows two simple textbook examples to illustrate how our opportunities for income and climate protection can be narrowed if production and carbon reduction alternatives are not implemented in the proper order suggested by the most fundamental economic theories.

**Kulcsszavak:** alternatív költség, Pareto-hatékonyság, CO<sub>2</sub>-kibocsátás csökkentési lehetőségeinek határa

**Keywords:** opportunity cost, Pareto efficiency, CO<sub>2</sub> abatement possibilities frontier

### BEVEZETÉS

Az előző tanulmányunk (Koppány–Hanula, 2021) 3. ábráján bemutatott kibocsátáscsökkentési költséggörbék (McKinsey, 2009) kapcsán több észrevételt is tettünk. Az egyik az volt, hogy bár a McKinsey-féle diagramok készítői hangsúlyozzák, hogy nem próbálnak meg előrejelzést adni arra, hogy a különféle kibocsátáscsökkentési alternatívák milyen szerepet játszanak majd a tényleges klímavédelmi döntések során, az ábrák mégis kiválóan sugalmazzák a lépések helyes sorrendjét.

Közgazdasági szempontból az intézkedések végrehajtását az adott időben rendelkezésre álló, legkisebb alternatív költségű megoldással, vagyis az ábrák bal alsó sarkában jelletteknél kell kezdeni, majd a következő legkisebb áldozattal járóval kell folytatni. Ha nem így teszünk, jelentősen beszűkíthetjük lehetőségeink határát. Ezzel olyan pályára sodorhatjuk magunkat, ahonnan egyre nehezebb, sőt talán már nem is lehet visszahozni mindazt, amit korábban elvesztegettünk.

Hangsúlyoztuk, hogy ezt a módszert és az alkalmazásához szükséges fogalmi apparátust a közgazdászok a legelső mikroökonómia órájukon megtanulják. A klímavédelmi intézkedésekkel kapcsolatos döntéseink során azonban mintha mindez feledésbe merülne. Vagy más szempontok szorítják háttérbe a gazdasági racionalitást. Pedig a szigorúan üzleti szempontok szerint meghozott vállalati döntések során számos esetben találkozunk ezeknek az elveknek a szintiszta érvényesülésével. Sokszor még úgy is, hogy a döntéshozó nem is ismeri a mögöttes közgazdasági elméletet.

#### EGY EGYSZERŰ PÉLDA AZ ÜZLETI ÉLETBŐL ÉS A KÖZGAZDASÁGTAN ÓRÁRÓL

A következő példa egy ilyen esetet mutat be.<sup>1</sup> Történetünk egy fonodában játszódik, ahol három gép áll rendelkezésre, s mindegyiken kétféle fonalat (x és y) lehet gyártani az 1. táblázat bal oldali részén látható kapacitások szerint. Ha a gépóra-kapacitásokat összeadjuk, akkor látható, hogy x fonalból egy óra alatt összesen 102 kg-ot, y-ból pedig 157 kilogrammot tudunk termelni, ha csak az egyik vagy csak a másik terméket gyártjuk.

**1. táblázat.** A három gép és az üzem kapacitása (kg/óra) (balra) és az egyes termékek gyártásának másik termékben kifejezett alternatív költségei az egyes gépeken (jobbra) (saját számítás, saját szerkesztés)

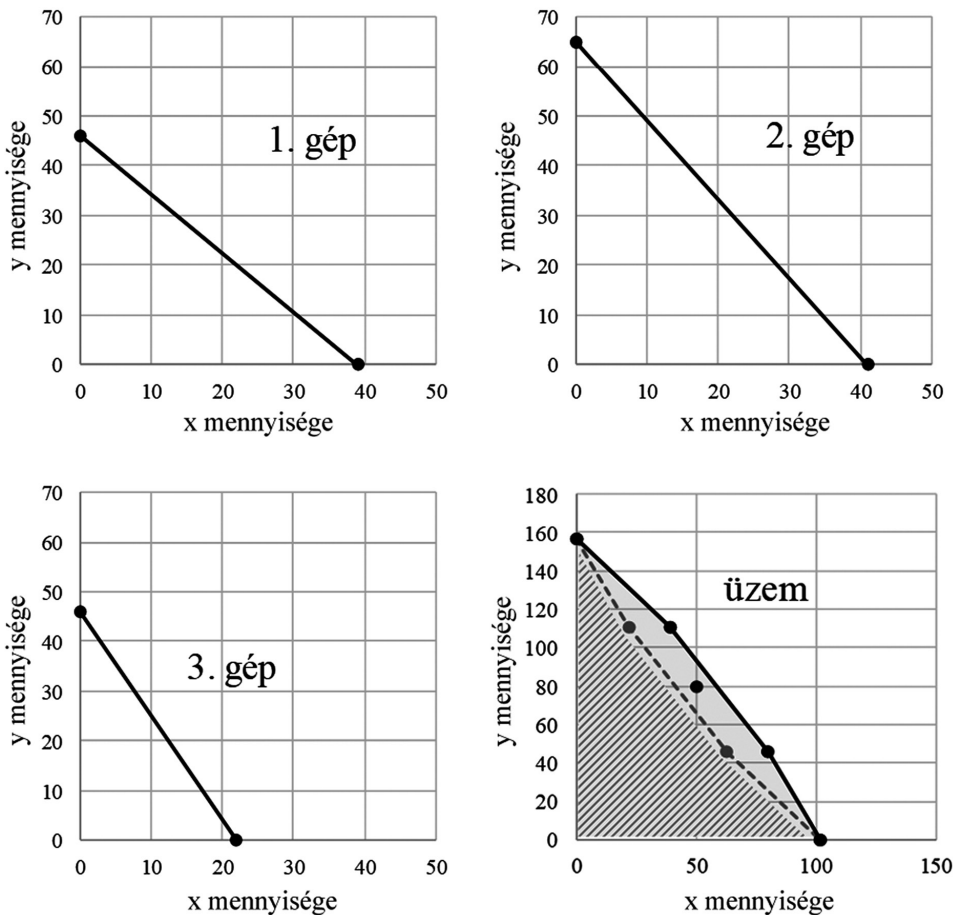
Gép	Kapacitás (kg/óra)	
	X	Y
1. gép	39	46
2. gép	41	65
3. gép	22	46
<b>Összesen</b>	<b>102</b>	<b>157</b>

Gép	Alternatív költségek	
	$ \Delta y/\Delta x $	$ \Delta x/\Delta y $
1. gép	1,18	0,85
2. gép	1,59	0,63
3. gép	2,09	0,48

<sup>1</sup> A példa teljes terjedelmében megtalálható elektronikus mikroökonómia feladatgyűjteményben (Koppány, 2012, 3. feladat). Itt most ennek egy egyszerűsített változatával dolgozunk.

Ha gépenként ábrázoljuk az egy gépora alatti termelési lehetőségeinket, pontosabban azok határát, akkor az 1. ábrán felül, illetve alul balra látható diagramokat kapjuk. Az ábrák azokat az  $x$ - $y$  termelési kombinációkat mutatják, amelyek az egyes gépeken egy gépora ráfordítással megvalósíthatók.

Vegyük például az 1. gép ábráját! Jól látható, hogy ha csak  $x$ -et gyártunk, akkor ebből 39 kg-ot, ha csak  $y$ -t, akkor 46 kg-ot tudunk előállítani. Ha egyik termék előállított mennyiségét növelni szeretnénk, akkor – teljes kapacitáskihasználtság esetén, s persze amíg az előbbi felső korlátokba bele nem ütközünk – a másik termelését csökkentenünk kell. Erőforrást (géporát) kell átcsoportosítanunk egyik termék termeléséből a másikéba. A közgazdaságtanban ezeket a termelési lehetőséghatárokat éppen ezért transzformációs görbéknek is nevezzük.



1. ábra. Termelési lehetőségek határa gépenként és a három gépen együtt (saját számítás, saját szerkesztés)

Míg a teljes kapacitáskihasználtsághoz tartozó, gépenkénti transzformációs görbék meglehetősen egyértelműen adódnak, más a helyzet a teljes üzemre, vagyis a három gépre együttesen vonatkozó lehetőséghatárral. Ahhoz, hogy lehetőségeinkből üzemi szinten is kihozzuk a maximumot, megfelelő gyártásszervezésre van szükség. Végig kell gondolnunk, hogy melyik gépet elsősorban melyik termék előállítására fogjuk használni.

Az alkalmazott termelészervezési elvek elméleti hátteréhez az angol klasszikus közgazdaságtan két szülőatyjához, a specializáción alapuló hatékonyságnövelés szószólóihoz, Adam Smithhez és David Ricardóhoz kell visszanyúlnunk. Smith ugyancsak valós, üzleti életből vett példákkal illusztrálta, hogy miként vezet az ún. abszolút előnyökön alapuló munkamegosztás a termelési lehetőségek látványos bővüléséhez.

Az abszolút előnyök elmélete alapján az egyes termékek előállítását ahhoz a termelési egységhez rendeljük, amely a legkisebb erőforrás-felhasználással képes a termék egy egységének előállítására, vagy másképpen, ugyanannyi erőforrás felhasználásával képes többet termelni. Ez azonban nem mindig vezet eredményre. Mint ahogyan esetünkben sem. Példánkban a 2. gépnek mindkét termék előállításában abszolút előnye van. Egy gépóra alatt az  $x$  és az  $y$  termékből is ez tud a legtöbbet termelni.

Ezt Ricardo is látta, s az ilyen hiányosságok kiküszöbölésére vezette be az ún. komparatív előny fogalmát, amely nemcsak a termelőegységeken belüli, hanem az országok közötti munkamegosztásnak és cserének, a külkereskedelmi kapcsolatoknak is fontos elmélete lett.

Komparatív előnye valamely termék előállításában annak a termelőegységnek van, amely az adott terméket alacsonyabb alternatív költséggel képes előállítani, mint egy másik termelőegység.

És ezzel el is érkeztünk a közgazdaságtan egyik legfontosabb, központi kategóriájához, az alternatív költséghez. Az alternatív költség valamely döntés miatt feláldozott, meg nem valósított (meg nem valósítható) alternatívák feláldozott haszna, hozadéka. Éppen ezért hívják haszonáldozati költségnek (angolul opportunity costnak) is.

Ha példánkban úgy döntünk, hogy ha egy gépóra alatt az 1. gépen csak  $x$  terméket gyártunk, akkor ezzel a döntésünkkel lemondunk arról a 46 kg  $y$  termékről, amelyet ugyanezzel az erőforrással (egy gépórával) előállíthattunk volna. Ha csak  $y$ -t gyártunk, akkor pedig 39 kg  $x$ -ről mondunk le.

Persze nem feltétlenül kell mindjárt a végletekben gondolkodunk. Azt is megvizsgálhatjuk, s számszerűen ki is fejezhetjük, hogy mennyi  $y$ -ba „kerülne”, ha  $x$  termelését egy egységgel, illetve mennyi  $x$ -be, ha  $y$ -ét egy egységgel szeretnénk növelni (ehhez valójában a gépenkénti ábrák tengelymetszeteit, vagyis az 1. táblázat bal oldalán található kapacitáspárokat kell osztanunk egymással: az 1. gép esetén  $46/39 = 1,18$ , illetve  $39/46 = 0,85$ ). Ezeket és a

másik két gépre vonatkozó alternatív költségeket láthatjuk az *1. táblázat* jobb oldali részén.

Ha az üzemi szinten maximálisan előállítható 157 kg y termékből indulunk ki (amely mellett x-et már nem tudunk gyártani), s innen kezdjük el növelni x mennyiségét, akkor ehhez célszerű először azt a gépet használni, amelyen az x növekményért „fizetett”, y-ban mért áldozat, vagyis az x növekményének y-ban kifejezett alternatív költsége ( $|\Delta y/\Delta x|$ ) a lehető legalacsonyabb, majd haladni tovább a soron következő legalacsonyabb alternatív költséggel termelő géppel. Ebben az esetben tehát az *1. táblázat* jobb oldali részének első oszlopa alapján az 1., 2., majd 3. gép a helyes sorrend. Ha jelentkezik igény az x termék iránt, akkor annak gyártását először az 1., majd a 2., végül a 3. gépre kell beosztanunk.

Ha a maximálisan előállítható 102 kg x termékből indulunk ki (amely mellett y-t nem tudunk gyártani), s ebből a pontból kezdjük el növelni az y termék mennyiségét, akkor az *1. táblázat* jobb oldali részének második oszlopa alapján pont fordított sorrendben kell az y gyártását az egyes gépekre beosztani. Először az y-t az x-ben mért legalacsonyabb alternatív költséggel termelő 3., majd 2., s végül az 1. gépet kell használnunk.

A fentiek szerint kialakuló üzemszintű lehetőséghatárt mutatja az *1. ábra* utolsó, jobb alsó diagramja. Látható, hogy valójában az 1., 2. és 3. gép egyedi transzformációs görbéit illesztettük egymáshoz, mégpedig oly módon, hogy a görbe alatti terület, a lehetőséghalmazunk a lehető legnagyobb legyen. Ehhez a (0, 157) függőleges tengelymetszetből kiindulva, majd balról jobbra haladva mindig a következő leglaposabb szakaszt (vagyis a legalacsonyabb alternatív költségű gépet) választva tudtuk a kikanyarítani a legnagyobb területet lehatároló konkáv görbét.

Üzemi szintű termelési lehetőségeink határát a fekete folytonos vonal, lehetőséghalmazunkat pedig az ez alatt fekvő szürke terület jelzi. Ha érkezik egy 50 kg x és 80 kg y termékre vonatkozó megrendelés, s van egy szabad üzemóránk, akkor ezt a fentiek szerint bátran vállalhatjuk. Ez a termelési kombináció a lehetőséghalmazunkon belül van, így le fogjuk tudni gyártani.

Nézzük most meg, hogyan festene az üzem transzformációs görbéje, ha a gépi kapacitások lekötése teljesen elhibázott módon, a fentiekkel éppen ellentétesen, csökkenő alternatív költségek szerint történné! Ha az x termék gyártását elsődlegesen a 3., majd a 2., s végül az 1. gépen végeznénk, akkor a lehetőséghatár a szürke szaggatott vonalnak, a lehetőséghalmaz pedig a sraffozott területnek megfelelően alakulna. Ez egy jóval szűkebb mozgástér, amely ráadásul a korábbi 50 kg x, 80 kg y megrendelés kielégítését lehetővé sem tenné.

Jól látható tehát, hogyan szűkül be az üzem termelési lehetőségeinek halmaza, ha nem a kisebb alternatív költségű megoldásoktól haladunk a nagyobb alternatív költségűek felé. Példabeli vállalatunk termelési igazgatója ilyen hibát sosem vétett. Elméleti gazdaságtant ugyan nem tanult, viszont arányokkal kiválóan tudott dolgozni (az előzőekben valójában mi is csupán ezt tettük). Egyik tanárát idézve

gyakran emlegette, hogy neki még azt tanították, hogy „aki aránypárokkal tud számolni, abból már lehet textilmérnök”. A kiváló menedzser a vállalat lehetőségeinek határát igyekezett mindig a lehető legjobban kitolni. Anélkül, hogy Ricardo elméletét ismerte volna, valójában éppen a szerint optimalizálta cége helyzetét.

### A SZÉN-DIOXID-KIBOCSÁTÁS CSÖKKENTÉSI LEHETŐSÉGEINEK HATÁRA

Az előzőekben láthattuk, hogy a legnagyobb döntési mozgástér elérésének kulcsa a lépések megfelelő, növekvő alternatív költség szerinti sorrendje. De vegyük észre azt is, hogy az *opportunity cost* fogalma valójában kizárólag a lehetőségeink határán értelmezhető. Egyik termék másikra való átváltásának, vagyis a szűkös erőforrásokkal való gazdálkodásnak az igazi kényszere csakis a transzformációs görbén merül fel, a lehetőség-halmaz határain belül nem. Az egyik termék mennyiségének növelése érdekében a másik termék mennyiségének csökkentésére csak akkor kényszerülünk, ha a rendelkezésünkre álló erőforrásokat a lehető legjobban, leghatékonyabban kihasználva eljutottunk lehetőségeink valódi határára.

Itt ismét felemlégethetjük az előző írásunkból is jól ismert Vilfredo Paretót, hiszen ez a róla elnevezett hatékonysági kritérium, amely nemcsak a termelés, hanem az elosztás területére is vonatkoztatható: amíg egy társadalom egyik tagjának jóléte növelhető anélkül, hogy egy másiké csökkenne, akkor az elosztás nem hatékony. Amíg nem jutunk el a Pareto-hatékonyság állapotába, addig lehetőségeinket, a rendelkezésünkre álló erőforrásainkat nem használtuk ki maradéktalanul.

Az előző, fonalgyári példa hibás termelés-szervezéshez tartozó, szürke szagatott vonallal jelzett görbéje tehát nem Pareto-hatékony, ha aszerint gyártunk, elpazaroljuk a rendelkezésre álló erőforrásainkat. Klímavédelmi küzdelmünk során ilyen pazarlást nem engedhetnénk meg magunknak, pedig több eddig bevezetett intézkedés sajnos éppen erre utal.

Mindezek szemléltetésére a következő fiktív példát konstruáltuk. Tétélezzük fel, hogy pillanatnyilag a 2. táblázatban szereplő öt (A, B, C, D és E) emissziócsökkentési megoldás áll rendelkezésünkre. A táblázat mutatja ezek éves emissziócsökkentési potenciálját, nettó teljes, valamint átlagos (fajlagos) költségét. Léteznek olyan megoldások, példánkban is szerepel egy ilyen, amelyek nettó költsége negatív. Értelmszerűen ezek is jár(hat)nak kiadással, de a jelentkező megtakarítás ellensúlyozza, vagy akár meg is haladja ezeket a ráfordításokat.

A táblázatban szereplő alternatívák közül a legnagyobb hatást a D-vel lehet elérni, ugyanakkor a nettó költsége is ennek a legnagyobb. Célszerűnek tűnik az elérhető emissziócsökkenés egy egységére vetíteni a ráfordításokat. Ezek láthatók a 2. táblázat utolsó oszlopában. Az öt megoldás a fajlagos költségek

tekintetében növekvő sorrendben szerepel a táblázatban, éppen úgy, ahogyan a McKinsey-féle *abatement cost curve* ábrán is megjelenének. El is készítettük a 2. táblázathoz tartozó költséggörbét (vö. Koppány–Hanula, 2021, 3. ábra). Ezt mutatja a 2. ábra.

**2. táblázat.** Emissziócsökkentési megoldások hatásai és költségei (fiktív példa)  
(saját számítás, saját szerkesztés)

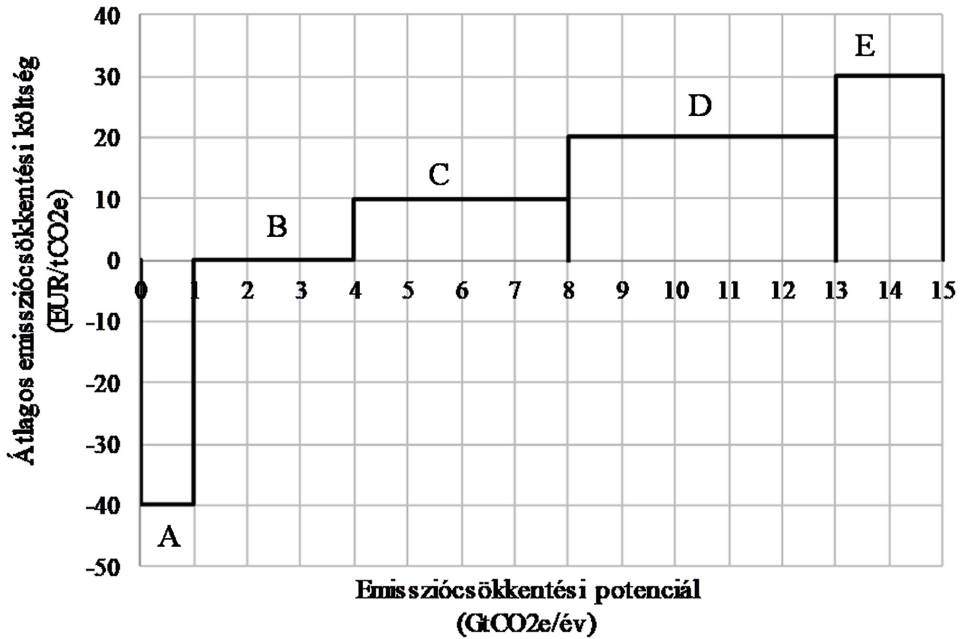
Emissziócsökkentési megoldás	Emissziócsökkentési potenciál (GtCO <sub>2</sub> e/év)	Nettó emissziócsökkentési költség (Mrd EUR/év)	Átlagos emissziócsökkentési költség (EUR/tCO <sub>2</sub> e)
A	1	–40	–40
B	3	0	0
C	4	40	10
D	5	100	20
E	2	60	30
<b>Összesen</b>	<b>15</b>	<b>160</b>	

Tegyük fel, hogy az öt megoldás teljes körű megvalósításához szükséges 160 milliárd eurós éves költségkeret a rendelkezésünkre áll. Arról kell csupán döntenünk, hogy milyen sorrendben valósítjuk meg az egyes alternatívákat. Ha követjük az előzőekben Smithtől, Ricardótól és Paretótól tanultakat, akkor pont a 2. táblázatban közölt és a 2. ábrán látható sorrendben kell haladnunk.

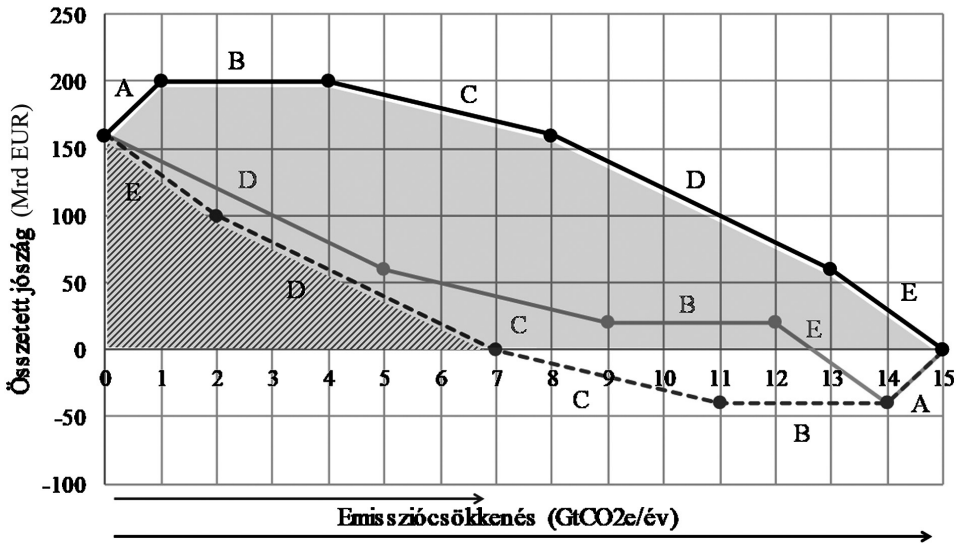
A 2. táblázat utolsó oszlopa az egyes megoldások alternatív költségét mutatja. Egységnyi emissziócsökkentésért ennyi pénzről kell lemondanunk, s a pénzzel együtt mindazokról a termékekről és szolgáltatásokról, amelyekre ezt költhettük volna. A közgazdaságtanban ezt összetett jószágnak hívjuk.

Ha a helyes, növekvő alternatív költség szerinti sorrendben haladunk, akkor a 160 milliárdos függőleges tengelymetszetből kiindulva (amikor nem költünk semmit klímavédelemre, így az összetett jószágra megmarad a teljes 160 milliárdunk) a 3. ábrán fekete vonallal jelzett emissziócsökkentési lehetőséghatár mentén elérhetjük az öt megoldás együttes, 15 egységnyi hatását is (hosszabb vízszintes nyíl a 3. ábra alatt).

Ha a Pareto-hatékonyság szempontjából legrosszabb, fordított sorrendet követjük, rendelkezésre álló forrásaink már az első két (ez a 2. táblázatban most az utolsó két, E és D) megoldás megvalósítása (szürke szaggatott szakaszok), s az ezzel elért 7 egységnyi kibocsátáscsökkenés (szürke vízszintes nyíl az ábra alatt) után elfogynak.



2. ábra. A McKinsey-féle abatement cost curve illusztratív példánkban (saját számítás, saját szerkesztés)



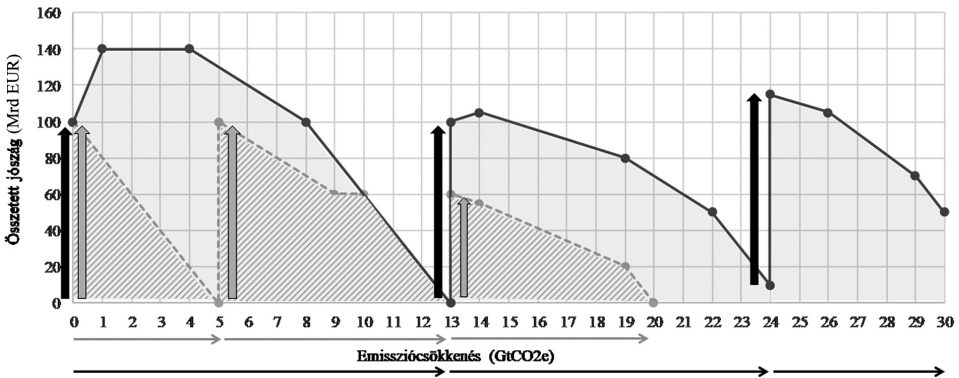
3. ábra. Emissziócsökkentési lehetőségek határa éves szinten (saját számítás, saját szerkesztés)



Látható, hogy az emissziós hatás és a jólét (az összetett jószágra fennmaradó jövedelem) szempontjából is legjobb, Pareto-hatékony kombinációkat tartalmazó transzformációs görbéhez és az ehhez tartozó szürke háttérű lehetőség-halmazhoz képest milyen mértékben korlátozott mozgásteret biztosít a hibás sorrendhez tartozó sraffozott terület.

Ha legalább nem pont ellenkezőleg csinálunk mindent, hanem a potenciális hatás szerint csökkenő sorrendben megyünk végig a lehetséges megoldásokon (D, C, B, lásd folytonos szürke szakaszok), a 15 egységnyi emissziócsökkentést ekkor sem tudjuk elérni, a lehetőség-halmaz tekintetében pedig még ennyit sem javul a helyzet. Ez a megoldás is meglehetősen távol van a Pareto-hatékonytól.

Végül a 4. ábrán egy olyan szituációt ábrázoltunk, amely több egymást követő (többéves vagy akár több évtizedes) időszakon keresztül illusztrálja, hogy mire számíthatunk a helyes (Pareto-hatékony) és az elhibázott lépéssorozat esetén hosszú távon.



4. ábra. Emissziócsökkentési lehetőségek határa hosszú távon  
(saját számítás, saját szerkesztés)

A rendelkezésre álló keretet megkurtítottuk, most csupán 100 milliárdos jövedelem/büdzsé áll a döntéshozók rendelkezésére. A folytonos fekete szakaszok mutatják a szürke háttérű lehetőség-halmazok határát, amelyek a növekvő alternatív költség szerinti sorrendben végrehajtott lépések esetén adódnak. Az ábra alatti három vízszintes fekete nyíl mutatja, hogy a harmadik időszak végére 30 egységnyi emissziócsökkenés érhető el, a felfelé mutató függőleges fekete nyilak pedig azt, hogy a jövedelemtermelés fenntartása nem kerül veszélybe, sőt a harmadik időszak elején a korábbiaknál még magasabb jövedelemmel is kalkulálhatunk.

A szaggatott vonalakkal jelzett szakaszok által határolt, sraffozott lehetőség-halmazok az első időszakban követett, nem Pareto-hatékony stratégia következményeit sejtetik. Az első elhibázott lépéssel óriási hátrányba kerülünk. A második időszak elején ugyan még rendelkezésre áll ugyanaz a jövedelem, értsd

ugyanaz a klímavédelemre fordítható összeg (felfelé mutató szürke nyíl), de a tévedés okozta hátrányokat már nem tudjuk ledolgozni, hiába térünk jobb belátásra, s térünk rá a helyes sorrendre. Emissziócsökkentés terén a második időszak végére csupán addig jutunk, mint ameddig a kezdetektől Pareto-hatékony utat követve már az első időszak végén elérhettünk volna. S ha nem sikerül megfelelően alkalmazkodnunk a romló, megváltozó környezeti viszonyokhoz, könnyen elképzelhető az is, hogy jövedelemtermelési lehetőségeink a harmadik időszaktól kezdve jelentősen beszűkülnek.

## ÖSSZEĞZÉS

Tanulmányunkban a klímavédelemre fordított források Pareto-hatékony felhasználásának, az intézkedések növekvő alternatív költség szerinti sorrendjének fontosságára igyekeztünk rámutatni illusztratív példánk segítségével. Bízunk benne, hogy ez még szemléletesebben támasztja alá az előző írásunkban is megfogalmazott következtetéseinket, melyek szerint a szűkös erőforrások adta lehetőségek legteljesebb, s legkevésbé pazarló kiaknázása; az első lépések meghatározó jelentősége; s a helytelen stratégiák alkalmazásából fakadó rövid és hosszú távú negatív következmények elkerülése klímavédelmi törekvéseink fontos szempontjai kell hogy legyenek! Példánk vészjósló forgatókönyve ellenére bízunk benne, hogy még mindig nem késő szempontrendszer és szemléletet váltanunk!

## IRODALOM

- Koppány K. – Hanula B. (2021): Mennyi szén-dioxid van egy euróban? A sikeres emissziócsökkentéshez globális gondolkodás, elemzés és tervezés szükséges. *Magyar Tudomány*, 182, 3, 307–321.
- Koppány K. (2012): *Elektronikus példatár a mikroökonómia című tárgyhoz*. Győr: Széchenyi István Egyetem
- McKinsey&Company (2009): *Pathways to a Low-Carbon Economy. Version 2 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve*. <https://mck.co/3gpcNbZ>
- McKinsey&Company (2010): *Impact of the Financial Crisis on Carbon Economics. Version 2.1 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve*. <https://mck.co/36V79LD>