Zöld ellátási lánc az autóiparban: szisztematikus szakirodalmi áttekintés

HÁMOS MÁRIA DALMA[1] – PAKURÁR MIKLÓS[2]

Napjainkban a piaci verseny már nem annyira a vállalkozások között, hanem inkább az ellátási láncok között zajlik. Ahhoz, hogy a vállalatok versenyképesek legyenek, figyelembe kell venniük azokat a tényezőket, amelyek elősegítik vagy gátolják a fenntartható fejlődésüket. A fenntarthatóságnak három alappillérét különböztetjük meg: a gazdaságit, a társadalmit és a környezetit. Jelen tanulmányban a környezeti fenntarthatóságot fogjuk vizsgálni az autóipar szempontjából, amely iparág a legkomplexebb, a piaci versenynek legkiszolgáltatottabb, és egyúttal ellátási láncával együtt a legnagyobb hatást fejti ki a környezetre.

Szisztematikus szakirodalmi áttekintés módszerével azonosított, nemzetközi folyóiratokban ebben a témában megjelent tudományos cikkek alapján elemezzük az autóipar hatását a zöld ellátási láncokra, valamint azokat az indítékokat, gyakorlatokat és akadályokat, melyek befolyással vannak ezen ellátási láncokra. Az indítékok a következők lehetnek: a kormányzati szabályozások szigorítása, a vevői elvárások, a kormányzati ösztönző programok bevezetése és a versenyképesség növelése. A legelterjedtebb gyakorlatokhoz tartoznak a felső vezetés elköteleződése, az ISO 14001 tanúsítvány megszerzése és a visszutas logisztika alkalmazása. A legfontosabb akadályok a következők: az ellátási lánc tagjai közötti nem megfelelő együttműködés, a magas költségvonzatok, a felső vezetőség elköteleződésének a hiánya, a hiányzó infrastruktúra, a nem megfelelő szabályozások, illetve a túl széles földrajzi eloszlás.

Kulcsszavak: autóipar, zöld ellátási lánc, fenntarthatóság, környezet.

JEL kódok: L62, L69, L90.

Bevezető

Napjaink egyik legfontosabb gazdasági kérdése a fenntartható fejlődés figyelembevétele a gazdasági döntéshozatalban. A világgazdaság fejlődésével és a globalizáció térnyerésével a fosszilis energia használata túlzott üvegház-kibocsátást eredményez (Zhu et al. 2019), az iparban a felhasznált nyersanyag és energia mennyisége magas (Sim–Sim 2017), és a gyártás során, valamint a termék elfogyasztását követően a keletkezett hulladék mennyisége egyre csak nő, az elhasználódott termékek ártalmatlanítása vagy újrahasznosítása pedig még nem bevett gyakorlat a vállalatok gazdálkodásában. Ez különösen igaz az au-

[1] Tanársegéd, Partiumi Keresztény Egyetem, e-mail: hamosdalma@partium.ro.

[2] PhD, egyetemi docens, tanszékvezető, Debreceni Egyetem, e-mail: pakurar.miklos@econ.unideb.hu.

tószektorra, amely az ellátási láncával együtt a világ legnagyobb iparágát teszi ki (Zailani et al. 2014), és sürgős intézkedéseket kell bevezetni ebben az ágazatban annak érdekében, hogy a környezeti és társadalmi problémák hatékony módon legyenek kezelve (Luthra–Mangla 2018). A kutatás leszűkítése egy ipari ágazatra azzal magyarázható, hogy ezáltal a keresés pontosabbá és célzottabbá válik, ugyanis a különböző iparágak ellátási láncai különböző megközelítést alkalmaznak, emiatt sokszor nagyon eltérő eredményeket mutatnak fel. Egy tipikus autóipari ellátási lánc négy szakaszból áll (Sim–Sim 2017): 1. nyersanyagok beszerzése; 2. autógyártás; 3. késztermékek elosztása; 4. gépkocsik ártalmatlanítása és újrahasznosítása; ezekhez hozzátartoznak még az alapanyagok és késztermékek szállítmányozási tevékenységei is. A nyersanyagellátók olyan alapanyagokat biztosítanak, mint vas, alumínium, vegyszerek és műanyagok; az autógyártók a különböző alkatrészek összeszerelésével hoznak létre gépjárműveket, amelyeket kereskedői hálózatokon keresztül értékesítenek, majd a gépjárművek élettartamának végén roncstelepeken szétszerelik őket, ahol az újrahasznosítható alkatrészek visszakerülnek az értéklláncba, míg a nem újrahasznosítható elemeket ártalmatlanítják (Kannegiesser et al. 2013). Az autóiparral szemben jelentős fenntarthatósági elvárások vannak, tekintettel a végtermékük környezetre gyakorolt hatására (Thun–Müller 2010), az ellátási lánc szempontjából történő megközelítés pedig különösen fontos egy olyan iparág esetén, ahol nagyon nagy számú alkatrésszel dolgoznak (Caniëls et al. 2013), vagy ahol az ellátási lánc folyamataiban több mint 100 különböző tevékenységet különböztetünk meg egymástól, kezdve a nyersanyagbeszerzéstől egészen a visszutas gyakorlatokig (Günther et al. 2014).

A fenntarthatóságnak Elkington (1997) szerint három alappillérét különböztetjük meg: a gazdaságit, a társadalmit, valamint a környezetit, a fenntartható ellátási láncok pedig nemcsak a hagyományos gazdasági kérdésekkel foglalkoznak, mint a profit vagy a veszteség, hanem a társadalmi és környezeti hatásokkal is (Malviya–Kant 2016). A gazdasági fenntarthatóság értelemszerűen a gazdasági növekedést és a tőkefenntartást tűzi ki célul, a társadalmi fenntarthatóság pedig a társadalomra és annak tagjaira gyakorolt hatásokat elemzi.

Jelen tanulmány a környezeti pillér szempontjából vizsgálja a fenntarthatóság kérdéskörét, arra keresve a választ, hogy az autóipar környezetre gyakorolt negatív hatását milyen gyakorlatokkal lehetne csökkenteni, mely tényezők akadályozzák ezen gyakorlatok hatékonyságát, és várhatóan milyen következményei

lesznek ezen gyakorlatok alkalmazásának. Az emberek által veszélyeztetett természetes ökoszisztémák erőforrásai és kapacitásai korlátozottak, ezért a környezeti fenntarthatóság célja az erőforrások hatékony felhasználása és megőrzése olyan módon, hogy a jövő generációi számára is elérhetők legyenek (Wang et al. 2015).

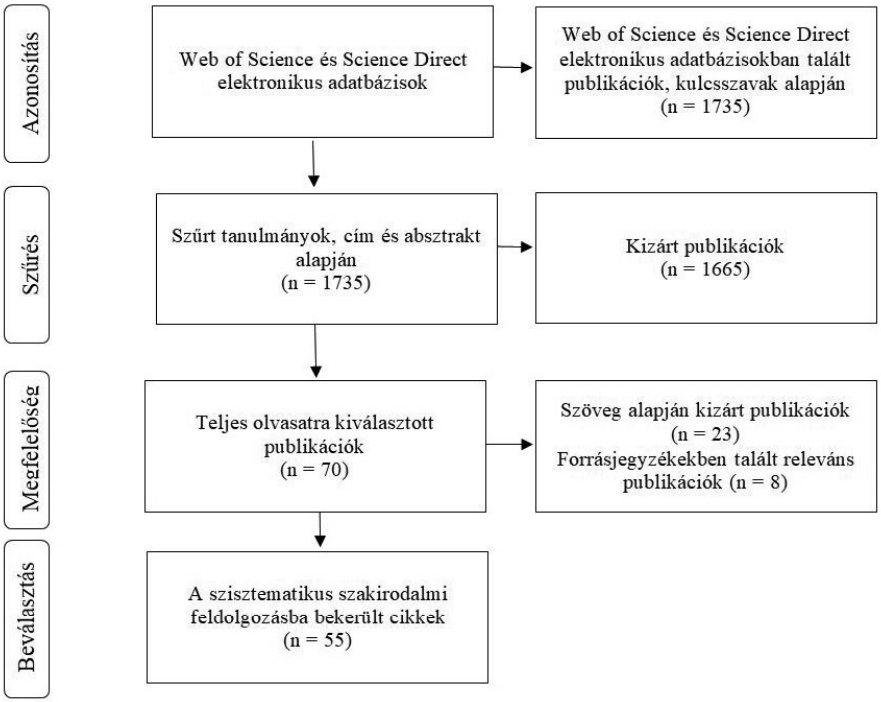
Mind a szakirodalomban, mind a gyakorlatban jelentős eltérések lehetnek a zöld megközelítést illetően. Jelen tanulmányban célként fogalmaztuk meg, hogy áttekintsük az autóipar környezeti fenntarthatóságát elősegítő, avagy azt akadályozó tényezőket a 2000 után publikált szakirodalom alapján.

A szisztematikus szakirodalmi áttekintés módszertana

Ebben a fejezetben az autóipar zöld ellátási láncokra gyakorolt hatásának szisztematikus szakirodalmi áttekintését (Staples–Niazi 2006) végezzük el. A szisztematikus szakirodalmi áttekintés a következő módon történt (1. ábra):

- A Web of Science és a Science Direct elektronikus adatbázisokban jegyzett, a kutatási témához kapcsolódó publikációkat azonosítottuk kulcsszavas kereséssel.
- Tekintettel arra, hogy a közgazdaság-tudomány nyelve az angol, valamint hogy a legtöbb tanulmányt és az aktuális kutatási eredményeket főként angol nyelven találhatjuk meg, ezért a kulcsszavakra angol nyelven kerestünk rá. A következő kulcsszavak segítségével történt a keresés: 'automotive', 'automobile', 'green', 'supply chain', 'supply chain management'; ezeknek a magyar megfelelői a következők: 'autó', 'autóipar', 'zöld', 'ellátási láncok', 'ellátási lánc menedzsment'. A használt keresőszavak a kutatás tárgyának mindhárom részét, tehát az ellátási láncok és azok irányítását, a környezeti fenntarthatóságot és az autóipart is lefedik. Nagyon sok tanulmány a 'green' és a 'sustainable' kifejezéseket felcserélhető módon használja (lásd Caniëls et al. 2013), ezért a 'sustainable' azaz 'fenntartható' kulcsszót is használtuk.
- Az elektronikus adatbázisokban a kulcsszavak segítségével végzett keresés során 1735 publikációt azonosítottunk.
- A címek és absztraktok alapján elvégzett szűrést követően kizártunk 1665 tanulmányt: az ismétlődőket, a szisztematikus szakirodalmi feldolgozásokat, a metaanalíziseket, a gépjárművek ellátási láncán kívül eső tanulmányokat, a fenntarthatóság kérdéskörén belül a gazdasági és társadalmi fenntarthatóságot megcélzó tanulmányokat.

- Az utolsó lépésben a 70 kiválasztott tanulmányt elolvastuk, majd a szöveg alapján további 23 tanulmányt kizártunk, mivel a fenntarthatóságot nem környezeti szempontból vizsgálták.
- Az elolvasott és relevánsnak bizonyult tanulmányok forrásjegyzeteiből további nyolc publikációval egészítettük ki a vizsgált tanulmányok körét.
- Jelen tanulmány 55, tudományos folyóiratban megjelent publikáció átfogó elemzésével készült el.



Forrás: Saját szerkesztés a PRISMA diagram (Moher et al. 2009) alapján

1. ábra: A kutatás során alkalmazott szisztematikus szakirodalmi áttekintés folyamatábrája

A szisztematikus szakirodalmi áttekintés módszerével kiválasztott tanulmányok jellemzése

Az előző fejezetben bemutatott módszertan segítségével 55 tanulmányt választottunk ki (1. táblázat).

1. táblázat: Az elemzett szakirodalom összefoglaló táblázata

Szerzők	*Tanulmány címe*	*Év*	*Ország*	*Adatforrás*	*Minta*
Geffen, C. A.–Rothenberg, S.	Suppliers and environmental innovation The automotive paint process	2000	USA	Saját	3
Koplin, J.–Seuring, S.–Mesterharm, M.	Incorporating sustainability into supply management in the automotive industry e the case of the Volkswagen AG	2006	Németország	Saját	111
Simpson, D.–Power, D.–Samson, D.	Greening the automotive supply chain: a relationship perspective	2007	Ausztrália	Saját	56
Zhu, Q.–Sarkis, J.–Lai, K.	Green supply chain management: pressures, practices and performance within the Chinese automobile industry	2007	Kína	Saját	89
Olugu, E. U.–Wong, K. Y.–Shaharoun, A. M.	Development of key performance measures for the automobile green supply chain	2010	Ázsia, Óceánia	Saját	33
Thun, J.-H.–Müller, A.	An Empirical Analysis of Green Supply Chain Management in the German Automotive Industry	2010	Németország	Saját	35
Azevedo, S. G.–Carvalho, H.–Cruz-Machado, V.	The influence of green practices on supply chain performance: A case study approach	2011	Portugália	Saját	5
Lina, R. J.–Chen, R. H.–Nguyen, T. H.	Green supply chain management performance in automobile manufacturing industry under uncertainty	2011	–	–	–
Luthra, S.–Kumar, V.–Kumar, S.–Haleem, A.	Barriers to implement green supply chain management in automobile industry using interpretive structural modeling technique-An Indian perspective	2011	India	Saját	11
Bergenwall, A. L.–Chen, C.–White, R. E.	TPS's process design in American automotive plants and its effects on the triple bottom line and sustainability	2012	USA, Japán	Saját	2

Szerzők	*Tanulmány címe*	*Év*	*Ország*	*Adatforrás*	*Minta*
Lee, K. H.	Carbon accounting for supply chain management in the automobile industry	2012	Dél-Korea	Saját	3
Olugu, E. U.–Wong, K. Y.	An expert fuzzy rule-based system for closed-loop supply chain performance assessment in the automotive industry	2012	Malajzia	Saját	1
Azevedo, S. G.–Govindan, K.–Carvalho, H.–Cruz-Machado, V.	Ecosilient Index to assess the greenness and resilience of the upstream automotive supply chain	2013	Portugália	Saját	4
Blume, T.–Walther, M.	The End-of-life Vehicle Ordinance in the German automotive industry e corporate sense making illustrated	2013	Németország	Saját	15
Caniëls, M. C. J.–Gehrsitz, M. H.–Semeijn, J.	Participation of suppliers in greening supply chains: An empirical analysis of German automotive suppliers	2013	Németország	Saját	54
Diabat, A.–Khodaverdi, R.–Olfat, L.	An exploration of green supply chain practices and performances in an automotive industry	2013	–	Saját	50
Kannegiesser, M.–Günther, H. O.–Gylfason, Ó.	Sustainable development of global supply chains—part 2: investigation of the European automotive industry	2013	EU	*1*	–
Abduaziz, O.–Cheng, J. K.–Tahar, R. M.–Varma, R.	A hybrid Simulation model for Green Logistics Assessment in Automotive Industry	2014	Malajzia	Saját	1
Böttcher, C. F.–Müller, M.	Insights on the impact of energy management systems on carbon and corporate performance. An empirical analysis with data from German automotive suppliers	2014	Németország	Saját	108

[1] European Commission, World Resource Institute, Industry Associations, Cologne Institute for Economic Research, European Automobile Manufacturers' Association

Szerzők	*Tanulmány címe*	*Év*	*Ország*	*Adatforrás*	*Minta*
Govindan, K.–Azevedo, S. G.–Carvalho, H.–Cruz-Machado, V.	Impact of supply chain management practices on sustainability	2014	Portugália	Saját	5
Günther, H. O.–Kannegiesser, M.–Autenrieb, N.	The role of electric vehicles for supply chain sustainability in the automotive industry	2014	Németország és Kína	*2*	–
Martín-Peña, M. L.–Díaz-Garrido, E.–Sánchez-López, J. M.	Analysis of benefits and difficulties associated with firms' Environmental Management Systems: the case of the Spanish automotive industry	2014	Spanyol-ország	Saját	228
Kastensson, Å.	Developing lightweight concepts in the automotive industry: taking on the environmental challenge with the SåNätt project	2014	Svédország	Saját	2
Zailani, S.–Govindan, K.–Iranmanesh, M.–Shaharudin, M. R.–Sia Chong, Y.	Green Innovation Adoption in Automotive Supply Chain: The Malaysian case	2014	Malajzia	Saját	153
Alves, J. L. S.–Dumke, M. D.	Eco-efficiency in micro-enterprises and small firms: A case study in the automotive services sector	2015	Brazília	Saját	1
Böttcher, C. F.–Müller, M.	Drivers, Practices and Outcomes of Low-carbon Operations: Approaches of German Automotive Suppliers to Cutting Carbon Emissions	2015	Németország	Saját	159
Gopal, P. R. C.–Thakkar, J.	Sustainable supply chain practices: an empirical investigation on Indian automobile industry	2015	India	Saját	98
Govindan, K.–Khodaverdi, R.–Vafadarnikjoo, A.	Intuitionistic fuzzy based DEMATEL method for developing green practices and performances in a green supply chain	2015	Irán	Saját	1

[2] Bureau of Labor Statistics 2012, European Environment Agency 2009, European Commission 2012, ACEA 2011, Volkswagen Group 2012

Szerzők	*Tanulmány címe*	*Év*	*Ország*	*Adatforrás*	*Minta*
Kushwaha, G. S.–Sharma, N. K.	Green initiatives: A step towards sustainable development and firm's performance in the automobile industry	2015	Globális	Saját	100
Pallaroa, E.–Subramanian, N.–Abdulrahman, M. D.–Liu, C.	Sustainable production and consumption in the automotive sector: Integrated review framework and research directions	2015	Globális (kivéve Brazília és Oroszország)	*3*	42
Salvado, M.–Azevedo, S.–Matias, J.–Ferreira, L.	Proposal of a Sustainability Index for the Automotive Industry	2015	Portugália	Saját	46
Wang, Z.–Subramanian, N.–Gunasekaran, A.–Abdulrahman, M. D.–Liu, C.	Composite sustainable manufacturing practice and performance framework: Chinese auto-parts suppliers' perspective	2015	Kína	Saját	2
Azevedo, S. G.–Carvalho, H.–Cruz-Machado, V.	LARG index: A benchmarking tool for improving the leanness, agility, resilience and greenness of the automotive supply chain	2016	Portugália	Saját	6
Kumar, D.–Rahman, Z.	Buyer supplier relationship and supply chain sustainability: empirical study of Indian automobile industry	2016	India	Saját	141
Luthra, S.–Garg, D.–Haleem, A.	The impacts of critical success factors for implementing green supply chain management towards sustainability: An empirical investigation of Indian automobile industry	2016	India	Saját	123
Malviya, R. K.–Kant, R.	Hybrid decision making approach to predict and measure the success possibility of green supply chain management implementation	2016	India	Saját	106

[3] Association of Business Schools Academic Journal Quality Guide

Szerzők	*Tanulmány címe*	*Év*	*Ország*	*Adatforrás*	*Minta*
Seles, B. M. R. P.–Jabbour, A. B. L.S.–Jabbour, C. J. C.–Dangelico, R. M.	The green bullwhip effect, the diffusion of green supply chain practices, and institutional pressures: evidence from the automotive sector	2016	Brazília	Saját	4
Borgstedt, P.–Neyer, B.–Schewe, G.	Paving the Road to Electric Vehicles – A Patent Analysis of the Automotive Supply Industry	2017	Globális	*4*	100
Chhabra, D.–Garg, S. K.–Singh, R. K.	Analyzing alternatives for green logistics in an Indian automotive organization: A case study	2017	India	Saját	1
Li, Y.–Mathiyazhagan, K.	Application of DEMATEL approach to identify the influential indicators towards sustainable supply chain adoption in the auto components manufacturing sector	2017	India	Saját	35
Mathivathanan, D.–Kannan, D.–Haq, A. N.	Sustainable supply chain management practices in Indian automotive industry: A multi-stakeholder view	2017	India	Saját	65
Sim, J.–Sim, J.	Air emission and environmental impact assessment of Korean automotive logistics	2017	Dél-Korea	Saját	1
Umpfenbach, E. L.–Dalkiran, E.–Chinnam, R. B.–Murat, A. E.	Promoting sustainability of automotive products through strategic assortment planning	2017	USA, Kína	Ford Motor Company	1
Vanalle, R. M.–Ganga, G. M. D.–Godinho, F. M.–Lucato, W. C.	Green supply chain management: An investigation of pressures, practices, and performance within the Brazilian automotive supply chain	2017	Brazília	Saját	41
Zailani, S.–Govindan, K.–Shaharudin, M. R.–Kuan, E. E. L.	Barriers to product return management in automotive manufacturing firms in Malaysia	2017	Malajzia	Saját	62

[4] Thomson Reuters' Derwent Innovations Index

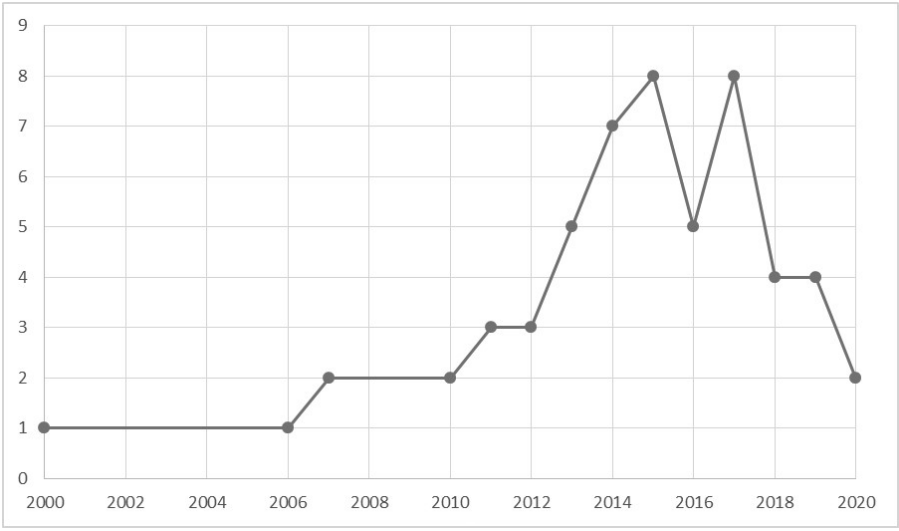
Szerzők	*Tanulmány címe*	*Év*	*Ország*	*Adatforrás*	*Minta*
Chavez, R.–Sharma, M.	Profitability and environmental friendliness of a closed-loop supply chain for PET components: A case study of the Mexican automobile market	2018	Mexikó	Saját	1
Dou, Y.–Zhu, Q.–Sarkis, J.	Green multi-tier supply chain management: An enabler investigation	2018	Kína	Saját	3
Luthra, S.–Mangla, S. K.	When strategies matter: Adoption of sustainable supply chain management practices in an emerging economy's context	2018	India	Saját	5
Mathiyazhagan, K.–Sengupta, S.–Poovazhagan, L.	A decision making trial and evaluation laboratory approach to analyse the challenges to environmentally sustainable manufacturing in Indian automobile industry	2018	–	Saját	29
Olatunji, O. O.–Akinlabi, S. A.–Ayo, O. O.–Madushele, N.–Adedeji, P. A.–Fatoba, S. O.	Drivers and barriers to competitive carbon footprint reduction in manufacturing supply chain: a brief review	2019	UK, Európa	Saját	1
Potter, A.–Graham, S.	Supplier involvement in eco-innovation: The co-development of electric, hybrid and fuel cell technologies within the Japanese automotive industry	2019	Japán	Toyota	143
Singh, P. K.–Sarkar, P.	A framework based on fuzzy Delphi and DEMATEL for sustainable product development: A case of Indian automotive industry	2019	India	Saját	15
Zhu, X.–Ren, M.–Wu, G.–Pei, J.–Pardalos, P. M.	Promoting new energy vehicles consumption: The effect of implementing carbon regulation on automobile industry in China	2019	Kína	–	–

Szerzők	*Tanulmány címe*	*Év*	*Ország*	*Adatforrás*	*Minta*
Yadav, G.–Luthra, S.–Jakhar, S.–Mangla, S. K.–Rai, D. P.	A framework to overcome sustainable supply chain challenges through solution measures of industry 4.0 and circular economy: An automotive case	2020	India	Saját	1
Yang, Z.–Lin, Y.	The effects of supply chain collaboration on green innovation performance: An interpretive structural modeling analysis	2020	Kína	Saját	1

Forrás: Saját szerkesztés

A vizsgált tanulmányok kronológiai megoszlása

A 2. ábrán, mely a cikkek kronológiai megoszlását prezentálja, megfigyelhető, hogy a téma a 2000-es évektől kezdett fokozatosan egyre meghatározóbbá válni, a publikációk jelentős többségét (60%-át) az utóbbi öt évben publikálták, ezáltal is bizonyítva a téma aktualitását és növekvő fontosságát.



Forrás: Saját szerkesztés

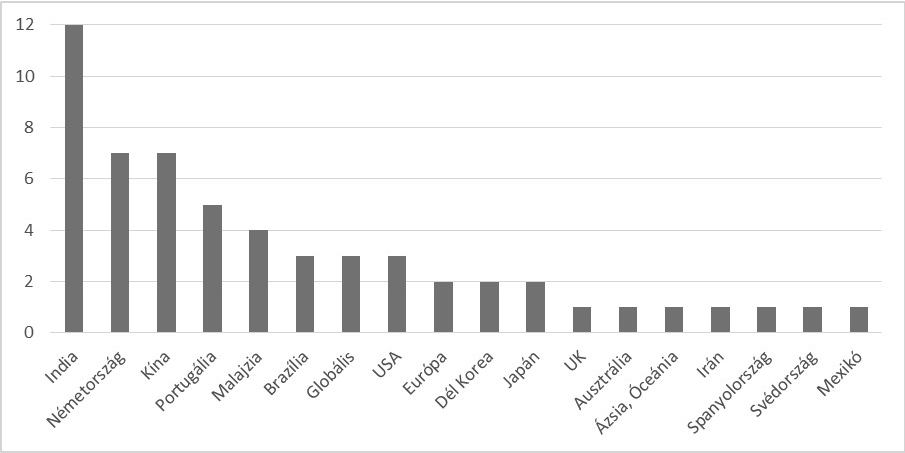
2. ábra: A vizsgált tanulmányok kronológiai megoszlása

A vizsgált tanulmányok földrajzi megoszlása

A témában a legtöbb közölt cikk (12) az indiai autóipar ellátási láncát kutatta. Az indiai autóipar az egyik legnagyobb autóalkatrész-gyártó a világon, köszönhetően az olcsó munkaerőnek, az alacsony ellátási láncnak és a logisztikai költségeknek, illetve a jelentős külföldi tőkebefektetéseknek (Yadav et al. 2020). Míg 2014-ben India autóipara a világon a hetedik volt, a gyors növekedésnek köszönhetően mára már globálisan a negyedik legnagyobb autóiparral rendelkező ország lett (Singh–Sarkar 2019).

Ezt követi Németország és Kína, mindkét ország esetében hét-hét tanulmánnyal. Kína esetében nem meglepő a publikációk száma: napjainkban Kína a világ legnagyobb autóiparával rendelkezik, ami a jövőben várhatóan így is marad, és Kína a legnagyobb üvegházhatású gáz kibocsátó a világon (Günther et al. 2014). Kína, mint fejlődő nemzet, igyekszik növelni a gazdasági fejlődés hangsúlyát, és ezzel egy időben fenntartani az egyensúlyt a környezetvédelemmel (Zhu et al. 2007).

Azevedo és szerzőtársai jelentős kutatásokat végeztek Portugáliára vonatkozóan: az említett szerzők a témában öt cikket közöltek (Azevedo et al. 2011; Azevedo et al. 2013; Govindan et al. 2014; Salvado et al. 2015; Azevedo et al. 2016), melyek mind az autóiparra koncentrálnak, tekintettel arra, hogy ez az ipar a legelőrehaladottabb a környezetvédelmi és fenntarthatósággal kapcsolatos problémákat illetően, valamint nagyon kiszolgáltatott az ellátási láncokban fellépő szakadásokkal szemben.



Forrás: Saját szerkesztés

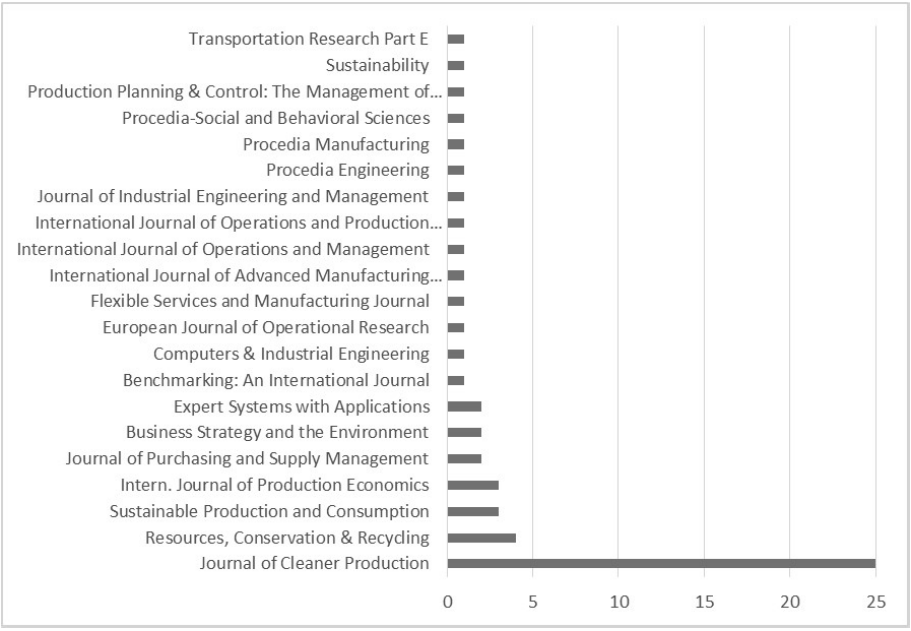
3. ábra: A vizsgált tanulmányok földrajzi megoszlása

Malajziát is érdemes megemlíteni, ugyanis az ország esetében négy releváns tanulmányt találtunk (Olugu–Wong 2012; Abduaziz et al. 2014; Zailani et al. 2014; Zailani et al. 2017), amelyekből kiderül, hogy Malajziában a környezetvédelmi szabályozások, a piac elvárásai és a vállalkozások belső kezdeményezései pozitívan hatnak a zöld innováció adoptálására az autóipari ellátási láncokban.

A 3. ábra rávilágít arra, hogy míg az ázsiai fejlődő országokban, valamint Európa nyugati országaiban jelentős számú tanulmány született, addig a világ többi részében alig jelentek meg a témában tanulmányok. Különösen igaz ez Kelet-Európára, ahonnan egyetlen tanulmány sem került publikálásra a fent említett adatbázisokban jegyzett tudományos folyóiratokban.

A vizsgált tanulmányok megoszlása a tudományos folyóiratokban

A 4. ábrán látható a vizsgált tanulmányok megoszlása tudományos folyóiratok szerint. Az elemzett 55 publikáció 11 különböző folyóiratban jelent meg. Érdemes megjegyezni, hogy a *Journal of Cleaner Production* magasan a legkiemelkedőbb ebben a témában, a publikációk majdnem fele (45%) ebben a folyóiratban



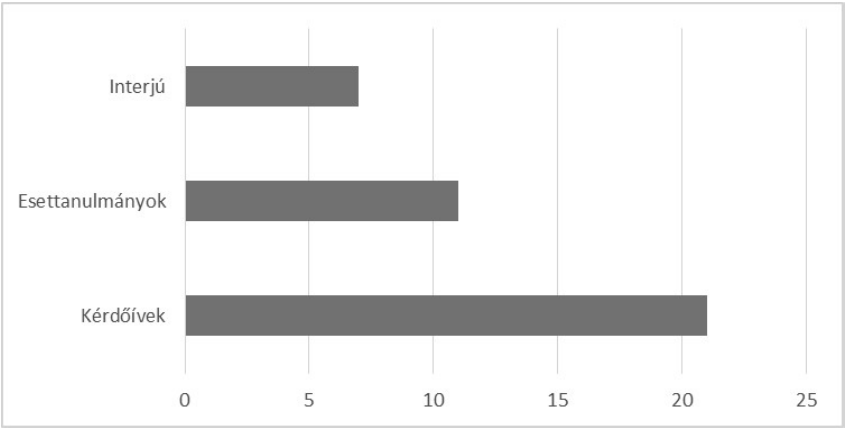
Forrás: Saját szerkesztés

4. ábra: A vizsgált tanulmányok tudományos folyóiratok szerinti megoszlása

jelent meg. Ezt követi a *Resources, Conservation & Recycling* négy, a *Sustainable Production and Consumption,* illetve az *International Journal of Production Economics* három-három közleménnyel. Ezen négy folyóiratban jelent meg a cikkek 63%-a.

A vizsgált tanulmányok az alkalmazott kutatási módszertan szerint

Az alkalmazott kutatási módszertan szerint vizsgáltuk az empirikus adatgyűjtési módszereket (5. ábra) és a kvantitatív adatelemzési módszereket (6. ábra). Az adatgyűjtés során a leggyakrabban alkalmazott módszer a kérdőíves felmérés (21) volt, ezt követi az esettanulmány (11), majd az interjú (7).



Forrás: Saját szerkesztés

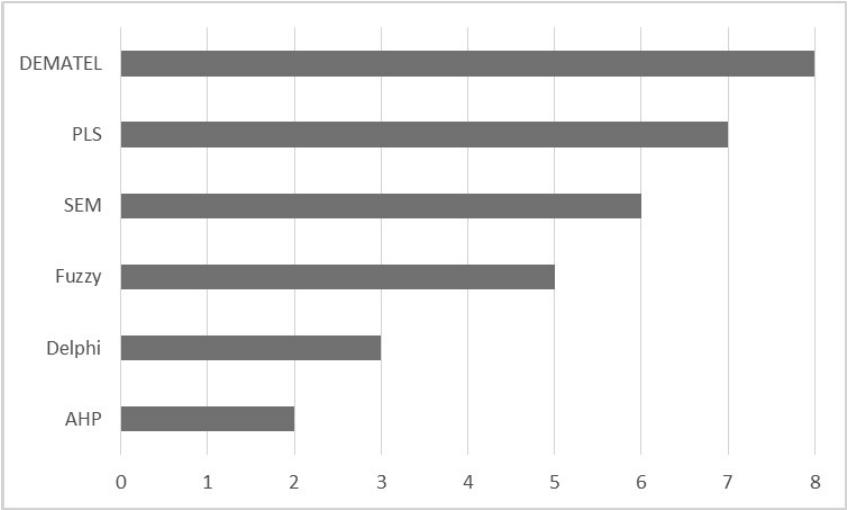
5. ábra: A tanulmányok megoszlása az alkalmazott empirikus adatgyűjtési módszerek szerint

Az adatelemzési módszereket tekintve, a legszélesebb körben alkalmazott módszerek a DEMATEL (8), a PLS (7), a SEM (6) és a Fuzzy (5).

A szakirodalmi elemzés alapján beazonosított tényezők csoportosítása

A tényezők csoportosításának szempontjai

A zöld ellátási lánc menedzsment jelentős szervezeti szemléletté vált, mely hozzájárul a szervezet eredményességéhez és piaci részesedéséhez, egyúttal csökkenti a környezetre gyakorolt kockázatokat és hatásokat, mindeközben hozzájárul az ökológiai hatékonyság növeléséhez (Diabat et al. 2013). Srivastava (2007) meghatározása szerint a zöld ellátási lánc menedzsment a környezeti tudatosságot



Forrás: Saját szerkesztés

6. ábra: A tanulmányok megoszlása az alkalmazott adatelemzési módszerek szerint

integrálja az ellátási láncokba, beleértve a terméktervezést, a nyersanyagbeszerzést, a gyártási tevékenységeket, a késztermékek kiszállítását a fogyasztókhoz és az elhasználódott termékek ártalmatlanítását.

Az autóipar ellátási láncának környezettudatossá tétele kimagaslóan fontos, ugyanis a gazdaság más szektoraihoz képest ez egy különösen komplex és egyedi ellátási lánc (Olugu et al. 2010), tekintettel a kiterjedtségére, az integrálásra való törekvéseire és a külső érintettek által velük szemben felállított elvárásokra. Az autóipar ellátási láncaiban jelentkező ökológiai problémák ellensúlyozására nyújt megoldást a zöld ellátási lánc menedzsment megjelenése és térnyerése. Az autóiparban jelentkezik a legerősebb nyomás, és itt a legjelentősebbek az indítékok a zöld ellátási lánc menedzsment alkalmazására (Diabat et al. 2013). Gyorsabban növekszik, ezért szorosabb együttműködésre van szükség a beszállítók és a gyártók között (Malviya–Kant 2016), és jelentős változásokon megy keresztül, köszönhetően az újonnan bevezetett technológiáknak, amelyek célja a gázkibocsátás csökkentése és az üzemanyag hatékony felhasználása (Umpfenbach et al. 2017).

Fontos azonban megjegyezni, hogy a termelővállalatok nem tudnak önmagukban érdemben változásokat elérni. A hatékony zöld gyakorlatok bevezetésé-

ben jelentős szerepet játszanak az ellátási láncban jelen levő partnerek is. Az autóipari ellátási láncra jellemző, hogy vezető vállalatok dominálják azt, amelyek erős pozíciójuk miatt jelentős hatást gyakorolnak üzleti partnereikre (Blume–Walther 2013).

A környezeti nyomás az ellátási láncon belül a végső fogyasztónál jelenik meg, aki szétteríti azt, ezért fontos az ellátási láncon belül való elhelyezkedés, ugyanis minél messzebb helyezkedik el a végső fogyasztótól, annál később érzékeli majd a környezeti nyomást (Seles et al. 2016).

A szakirodalmi elemzés alapján meghatározott tényezőket három fő csoportban fogjuk ismertetni a következők szerint: a zöld ellátási lánc menedzsment terjedésének indítékaival kezdünk, mint legfőbb motiváció, ösztönző, ezt követik az alkalmazásához szükséges és felismerhető vagy már tapasztalt gyakorlatok, és végül az ennek a terjedését akadályozó tényezők.

A zöld ellátási lánc menedzsment terjedésének indítékai

Thun és Müller (2010) szerint fontos indítékként az ökológiai kezdeményezésekre megjelenhet a vevők magatartása és a piaci verseny, ezzel együtt a szerzők mérsékelt fontosságúnak tartották a kormány befolyását és a felső vezetés elköteleződését.

Újabban egyre több vállalat működésében meghatározó a környezetre gyakorolt hatás kérdése. Az ebbe fektetett figyelemnek és erőfeszítéseknek több oka lehet: a szabályok szigorítása, vállalati imázs károk, a versenyképesség növelése a környezetvédelmi intézkedések segítségével (Olatunji et al. 2019).

Manapság sok kormány elismeri a környezetre gyakorolt hatás káros következményeit és jogszabályok révén igyekszik ellensúlyozni azokat, ilyen például az 1994-ben az Európai Unióban bevezetett, a csomagolásról és a csomagolási hulladékról szóló irányelv, vagy az 1996-ban Németországban bevezetett zárt anyagciklus hulladékgazdálkodási törvény (Thun–Müller 2010). Megfigyelhető, hogy a fejlett országok nagy hangsúlyt fektetnek a környezeti teljesítményre, ezt bizonyítja az ugyancsak európai uniós irányelv az elhasználódott járművekről, amely kimondja, hogy a gyártók kötelesek terveket készíteni a káros anyagok csökkentése érdekében, és a járművek tervezése és gyártása során figyelembe venni az elhasználódást követő szétszerelés, újrafelhasználás, újragyártás, újrahasznosítás és újrafeldolgozás gyakorlatát (Lina et al. 2011). Dél-Koreában hasonló intézkedéseket vezettek be: 2009-ben a kormány megalkotta a Szén-dioxid Zöld Növekedési Irányelvet, és ezzel párhuzamosan, más eszközökkel

is rendszeresen ösztönzi a vállalkozásokat a környezet védelmére (Lee 2012). Kínában az autóiparban működő vállalkozásokon mind a kormány, mind a piac részéről nagy a nyomás, hogy zöld ellátási lánc menedzsment gyakorlatokat alkalmazzanak (Zhu et al. 2007). Állami támogatások segítségével Yang és Lin (2020) szerint csökkenthetők a vállalatok költségei, és ezáltal ösztönözni lehet őket a zöld termékek fejlesztésére, elősegítve a vásárlási szándékot és kibővítve a zöld termékek iránti piaci igényt. Kushwaha és Sharma (2015) a szigorú szabályozások helyett a kormányzati beavatkozás és támogatás fontosságára hívja fel a figyelmet. Indiában ezzel szemben főleg a külföldi kormányok szabályozása a meghatározó. Mathiyazhagan és szerzőtársai (2018) úgy találták, hogy Indiában az ellátási láncok szereplőinek a támogatottsága a kormány részéről elenyésző, ezt bizonyítja a megfelelő infrastruktúra hiánya is, és ez az elsődleges oka annak, hogy a vállalkozások nem alkalmaznak zöld és fenntartható gyakorlatokat, ugyanakkor ez ellensúlyozható az állampolgárok és civilszervezetek révén, akik nyomást gyakorolhatnak az indiai kormányra. Az Indiában található és az autóiparban tevékenykedő vállalkozások többsége a multinacionális cégek beszállítója, termékeiket külföldre exportálják, ezért több intézkedést is bevezettek, ami segítette őket a nemzetközi szabályozások betartásában (Luthra et al. 2016). Ugyancsak Luthra és szerzőtársai 2015-ben megjelent tanulmányukban a szabályozást mint legfontosabb zöld gyakorlat ösztönző tényezőt említik, amit a belső vezetés és a versenyképesség követ, majd a 2018-ban megjelent tanulmányukban beszélnek a fenntartható gyakorlatok összehangolt alkalmazásáról az ellátási láncon belül és minden érintett hozzájárulásáról, beleértve a kormányt is.

A szabályozásokon kívül egyéb tényezők is befolyásolják a környezettudatos magatartást, mint a gazdaságok növekvő teljesítménye, a fejlődő országok és feltörekvő piacok gyors fejlődése, a Föld népességének növekedése és a bővülő termelőipar is, ugyanis ezen tényezők nyersanyaghiányhoz vezethetnek (Thun–Müller 2010).

Kumar és szerzőtársai (2016) a következő tényezőket jelölték meg a fenntartható ellátási lánc létrehozásának indítékaként: külső nyomás és támogatás, a fenntartható intézkedésekből eredő előnyök kiaknázása, a felső vezetés elköteleződése és a beszállító-vevő kapcsolat. A felső vezetés elköteleződése és támogatása megjelenik Mathivathanan (2017) tanulmányában is, aki a fenntarthatóság szempontjából ezt kulcstényezőnek nevezi. Malviya és Kant (2016) is kihangsú-

lyozzák a felső vezetés elköteleződését; emellett a zöld ellátási lánc menedzsment alkalmazásában a legfontosabb kritériumok szerintük a környezetvédelmi irányelvek, a zöld szervezeti kultúra, a szervezeti struktúra, a befektetési hajlandóság, a stratégiai tervezés és a zöld ellátási lánc metodológiák. Govindan és szerzőtársai (2015) a felső vezetés elköteleződésének fontosságára és a zöld vásárlásra hívják fel a figyelmet; ugyanezek, kiegészítve a vevői együttműködéssel jelennek meg Vanalle és szerzőtársai (2017) publikációjában. Végül Potter és Graham (2019) is a felső vezetés szerepét hangsúlyozza, akik a beszállítók innovációs képességeit hasonlítják össze, majd ebből eredően stratégiai szövetségeket alakítanak ki ezen ellátási lánc partnerekkel.

Az energiahatékonyság növelése és a szén-dioxid-kibocsátás csökkentése is fontos eleme a zöld ellátási lánc menedzsmentnek, és itt a fókusz nemcsak az autók használatakor történő fogyasztáson és szén-dioxid-kibocsátáson van, hanem a gyártási folyamatokon is (Böttcher–Müller 2014).

Zöld ellátási lánc gyakorlatok

A feldolgozott tanulmányok eltérő eredményeket mutattak fel azzal kapcsolatban, hogy mely gyakorlatok segítik elő a legnagyobb mértékben a zöld ellátási láncok működtetését. A zöld ellátási láncokban az ellátók integrálását elősegítő gyakorlatok a visszutas logisztika és az ISO tanúsítványok segítségével történnek (Borgstedt et al. 2017). Más szerzők a szállítók hozzájárulását a hulladék csökkentésében, az ISO 14001 tanúsítvány megszerzésében és a mérgező és veszélyes anyagok fogyasztásának csökkentésében látják (Azevedo et al. 2011). Az ISO 14001 tanúsítvány fontossága világszerte fokozatosan növekedett az utóbbi évtizedben, ami ugyan nem garantálja a jogszabályok betartását, de abba az irányba tereli a vállalatokat (Martín-Peña et al. 2014). A tanúsítvány biztosítja, hogy a vállalatok rendszeresen kivizsgálják a beszállítóikat, és ez a gyakorlat ösztönzi a zöld vásárlást is (Vanalle et al. 2017).

Gopal és Thakkar (2015) szerint a környezeti teljesítmény növelése szoros összefüggésben van a gazdasági pillérrel, ugyanis ez a fajta gyakorlat költségcsökkentéshez vezethet. Böttcher és Müller (2015) viszont nem talált semmilyen összefüggést az alacsony szén-dioxid-kibocsátású műveletek mint alkalmazott zöld gyakorlat és a gazdasági teljesítmény között (vagy azért, mert nincs ilyen hatás, vagy azért, mert több időre van szükség, míg ez a hatás szembetűnő lesz), ettől függetlenül jelentős a gyakorlat hatása, ugyanis nagymértékben hozzájárul a vállalat versenyképességének a növeléséhez.

Egyéb, a szerzők által említett gyakorlatokhoz tartozik az ökohatékonyság, amely egy versenyképes szervezeti eszköz a vállalatok számára (Alves–de Medeiros 2015), az ellátási lánc átláthatósága és a rugalmas beszállítói bázis (Azevedo et al. 2013), a hulladék minimalizálása és a környezetre gyakorolt kockázatok csökkentése (Azevedo et al. 2016), az elosztó központok széles körű használata (Bergenwall et al. 2012), a végső fogyasztók környezettudatossága és hajlandósága a zöld költségek megosztására (Chavez–Sharma 2018) és a fenntartható gyártási infrastruktúrákba való nagyobb beruházások (Kastensson 2014).

A gyakorlatok meghatározásában az országok között jelentős eltérések lehetnek. Egy Indiában végzett tanulmány (Singh–Sarkar 2019) szerint a legfontosabb gyakorlatok a következők: nem mérgező anyagok választása, alacsony energiafelhasználású anyagok használata, újrahasznosított anyagok használata, az anyagok sokféleségének a leredukálása, olyan anyagok használata, amelyek semmilyen vagy minimális előzetes feldolgozást igényelnek, alternatív gyártási technológia használata, egyszerűbb karbantartási és javítási folyamatok alkalmazása, tartósság és megbízhatóság növelése, illetve az anyagok újrahasznosításának az ösztönzése. Ezeket egészíti ki ugyancsak Indiára vonatkozóan Chhabra, Garg és Singh (2017), akik a zöld logisztika jelentőségét emelik ki, ami a vállalat arra vonatkozó képessége, hogy termékeket és szolgáltatásokat nyújtson környezetbarát módon, a gazdasági hatékonyságot is szem előtt tartva. A zöld logisztika feladata Abduaziz és szerzőtársai (2014) szerint az autóiparban az üvegházhatású gázok kibocsátásának a csökkentése, az anyagok újbóli felhasználása és újrahasznosítása, a hulladékok kezelése és az energiafelhasználás optimalizálása. Ezzel szemben Portugáliában Azevedo és szerzőtársai (2011) a legfontosabb gyakorlatnak a visszutas logisztikát tartották, az általuk végzett felmérésben minden megkérdezett egyértelműen ezt emelte ki mint a legmeghatározóbb gyakorlatot, amely elősegíti az ellátási láncok zölddé válását; emellett megemlítik a hulladék csökkentését és az ISO 14001 tanúsítványt is. A visszutas logisztika megjelenik Diabat és szerzőtársai tanulmányában is (2013), mellette említve még a zöld tervezést és a vevőkkel való szoros együttműködést.

A beszállítóknak kiemelkedő szerepük van a környezeti gyakorlatok bevezetésében, és a velük való kapcsolat elősegíti és megkönnyíti a radikális környezeti innovációk bevezetését (Geffen–Rothenberg 2000). A beszállító-vevő kapcsolat fontosságára hívja fel a figyelmet szerzőtársaival együtt Simpson (2007) is, akik szerint a beszállítók stratégiai környezeti elköteleződésének növelése pozitívan

fog hatni a beszállító környezeti teljesítményére. A beszállítóknak jelentős szerepük van a következő gyakorlatokban is, melyeket a környezetre gyakorolt negatív hatás érdekében valósítanak meg: 1. a normatív előírások betartása, 2. a problémák korai észlelése, 3. a beszállítói tevékenységek meghatározása és 4. a beszállítók ellenőrzése és fejlesztése (Koplin et al. 2006).

A zöld ellátási lánc menedzsment terjedését gátló tényezők

Pallaroa és szerzőtársai (2015) szerint a legnagyobb kihívások a zöld ellátási lánc kialakításában három fő csoportban határozhatók meg: gazdasági, technológiai és magatartásbeli.

Annak ellenére, hogy a szerzők többsége egyértelműen összefüggést lát a környezetvédelmi intézkedések és a gazdasági teljesítmény között, nagyon sok olyan akadályozó tényező is megjelenik, amely késlelteti a zöld gyakorlatok bevezetését és alkalmazását. Ilyen tényezők Olatunji és szerzőtársai (2019) szerint a következők: az ellátási lánc partnerei közötti együttműködés hiánya, pontatlan adatok, valamint az erőforrások és a pénz hiánya. Az erőforrások hiányát Zailani és munkatársai (2017) is megemlítik: jelentős pénzügyi befektetésre, emberi erőforrásra és időre lenne szükség ahhoz, hogy az általuk leírt zöld gyakorlat, a termék-visszatérítés megvalósuljon. Luthra és szerzőtársai (2011) is említik a magas költségvonzatokat mint akadályozó tényezőket, valamint Olugu és Wong (2012) is a költségekre és azok nem megfelelő kalkulációjára helyezte a hangsúlyt.

A nagy távolságok jelentősen befolyásolják az ellátási láncok működését és a zöld gyakorlatok alkalmazásának hatékonyságát, ugyanis a gyártási helyszínek kiválasztása általában gazdasági megfontolások alapján történik (Dou et al. 2018). Kannegiesser és szerzőtársai (2013) szerint három földrajzi helyszínt különböztetünk meg: a nyersanyagbeszerzés helyszínét, a gyártás helyszínét és az értékesítés helyszínét. A földrajzi elhelyezkedésből kiindulva nem csak a nagy távolságok miatt jelentkezhetnek akadályok: a globálisan működő vállalatok különböző szabályozásokkal és környezeti irányelvekkel találják szembe magukat (Thun–Müller 2010).

A technológiai nehézségekre hívták fel a figyelmet Luthra és szerzőtársai (2011), akik az indiai autóiparban a következő gátakat fedezték fel: az IT alkalmazásának a hiánya és a technológiai újításnak való ellenállás. Ugyanezt támasztja alá Yang és Lin 2020-ben megjelent tanulmánya, amely a technológiai képességeket mint kulcstényezőket határozza meg a zöld innováció megvalósításában, valamint Potter és Graham 2019-es tanulmánya, ahol a komplex ellátási láncok

kihívása az ellátási láncok tagjainak eltérő innovációs képességében is fellelhető, a rendelkezésükre álló, sokszor jelentősen eltérő technológiák miatt. Blume és Walther (2013) az újrahasznosítás megvalósíthatóságát a tervezésen túl a technológiai képességekhez kötik.

A harmadik nagy csoport az érintettek zöld gyakorlatokkal szembeni magatartása. A zöld gyakorlatok megvalósításában mind a belső (a felső vezetés nyilvános elköteleződése, a munkaerő hozzáállása, a beszállítók és ellátók hozzájárulása), mind a külső (a kormányok intézkedései, az ügyfelek részéről megfogalmazott elvárások) érintetteknek szerepe van. Ezeket Luthra és szerzőtársai is felismerték a 2011-es tanulmányukban, ahol a szervezeti bátorítás hiányát, a felső vezetés elköteleződésének a hiányát és az emberi erőforrás rossz minőségét határozták meg akadályként. Ezekhez szorosan kapcsolódnak Vanelle és szerzőtársainak az eredményei, akik a beszállítók vonakodásáról és az ügyfelek tudatlanságából eredő alacsony elvárásokról írtak. A felső vezetés nem megfelelő elköteleződésének fontosságát más szerzők is felismerték (Geffren–Rothenberg 2000; Olugu–Wong 2012; Kumar et al. 2016; Mathivathanan et al. 2017).

Következtetések

Jelen tanulmányban egy szisztematikus szakirodalmi feldolgozást mutattunk be, amelyet a PRISMA ajánlás (Moher et al. 2009) alapján végeztünk el. A Web of Science és a Science Direct elektronikus adatbázisokban jegyzett, tudományos folyóiratokban publikált, angol nyelvű tanulmányokat tekintettük át.

A vizsgált tanulmányok kronológiai megoszlásából kiderül, hogy a téma releváns, fontossága egyre nő (a tanulmányok 60%-a az utolsó öt évben jelent meg). A *Journal of Cleaner Production* című folyóirat messzemenően a legtöbb cikket közölte ebben a témában, a publikációk majdnem fele (45%) itt jelent meg. A leggyakrabban vizsgált terület India, Kína, Németország és Portugália volt, ezzel két fejlődő és két fejlett ország autóipara került a legátfogóbb bemutatásra. Itt fontos megemlíteni, hogy a vizsgált tanulmányok közül egy sem vonatkozott Kelet-Európára, ezért indokolt lenne vizsgálatokat végezni ebben a régióban is.

A tanulmány hozzáadott értéke, hogy a 2000 és 2020 között megjelent releváns szakirodalom alapján meghatározta az autóipari ellátási lánc környezeti fenntarthatóságának legfontosabb tényezőit: az autóipar zöld ellátási lánc menedzsmentjét elősegítő indítékokat, az alkalmazott gyakorlatokat, illetve a megvalósítását akadályozó tényezőket. A leggyakrabban említett indítékok a követke-

zők: a kormányzati szabályozások szigorítása, a vevői elvárások, a kormányzati ösztönző programok bevezetése és a versenyképesség növelése. A legelterjedtebb és az alkalmazásban leginkább felismerhető gyakorlatokhoz tartozik a felső vezetés elköteleződése, az ISO 14001 tanúsítvány megszerzése és a visszutas logisztika alkalmazása. A legfontosabb akadályok a következők szerint csoportosíthatók: gazdasági kihívások, technológiai nehézségek és magatartásbeli sajátosságok. Ezen csoportokon belül megkülönböztetjük az ellátási lánc tagjai közötti nem megfelelő együttműködést, a magas költségvonzatokat, a felső vezetőség elköteleződésének a hiányát, a hiányzó infrastruktúrát, a kormányok nem megfelelő hozzáállását (hiányos vagy nem világos szabályozások), a túl széles földrajzi eloszlást és az ügyfelek alacsony elvárásait.

Az elemzés korlátai közé tartozik, hogy a kutatott adatbázisokban talált tanulmányok száma alacsony, továbbá hogy jelentős autógyártók nem kerültek bele. Ezért a kutatást érdemes lenne a jövőben más adatbázisokból kiegészíteni, és annak a módját is meg kellene találni, hogy a globális autógyártást lefedjük. A későbbi erőfeszítéseink erre fognak irányulni. Az elemzés során alkalmazott kvalitatív módszert a jövőben érdemes lenne felváltani egy statisztikai módszerrel, amellyel számszerűsíteni lehetne az autóipari zöld ellátási láncokat befolyásoló tényezőket és ezek kölcsönhatását.

Irodalomjegyzék

Abduaziz, O.–Cheng, J. K.–Tahar, R. M.–Varma, R. 2014. A Hybrid Simulation Model for Green Logistics Assessment in Automotive Industry. *Procedia Engineering* 100, 960–969.

Alves, J. L. S.–Dumke, M. D. 2015. Eco-efficiency in micro-enterprises and small firms: a case study in the automotive services sector. *Journal of Cleaner Production* 108, 595–602.

Azevedo, S. G.–Carvalho, H.–Cruz-Machado, V. 2016. LARG index: A benchmarking tool for improving the leanness, agility, resilience and greenness of the automotive supply chain. *Benchmarking: An International Journal* 23(6), 1472–1499.

Azevedo, S. G.–Carvalho, H.–Cruz-Machado, V. 2011. The influence of green practices on supply chain performance: A case study approach. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 47(6), 850–871.

Azevedo, S. G.–Govindan, K.–Carvalho, H.–Cruz-Machado, V. 2013. Ecosilient Index to assess the greenness and resilience of the upstream automotive supply chain. *Journal of Cleaner Production* 56, 131–146.

Bergenwall, A. L.–Chen, C.–White, R. E. 2012. TPS's process design in American automotive plants and its effects on the triple bottom line and sustainability. *International Journal of Production Economics* 140(1), 374–384.

Blume, T.–Walther, M. 2013. The End-of-life Vehicle Ordinance in the German automotive industry – corporate sense making illustrated. *Journal of Cleaner Production* 56, 29–38.

Borgstedt, P.–Neyer, B.–Schewe, G. 2017. Paving the road to electric vehicles: A patent analysis of the automotive supply industry. *Journal of Cleaner Production* 167, 75–87.

Böttcher, C. F.–Müller, M. 2015. Drivers, Practices and Outcomes of Low-carbon Operations: Approaches of German Automotive Suppliers to Cutting Carbon Emissions. *Business Strategy and the Environment* 24(6), 477–498.

Böttcher, C.–Müller, M. 2014. Insights on the impact of energy management systems on carbon and corporate performance. An empirical analysis with data from German automotive suppliers. *Journal of Cleaner Production* 137, 1449–1457.

Caniëls, M. C. J.–Gehrsitz, M. H.–Semeijn, J. 2013. Participation of suppliers in greening supply chains: An empirical analysis of German automotive suppliers. *Journal of Purchasing and Supply Management* 19(3), 134–143.

Chavez, R.–Sharma, M. 2018. Profitability and environmental friendliness of a closed-loop supply chain for PET components: A case study of the Mexican automobile market. *Resources, Conservation and Recycling* 135, 172–189.

Chhabra, D.–Garg, S. K.–Singh, R. K. 2017. Analyzing alternatives for green logistics in an Indian automotive organization: A case study. *Journal of Cleaner Production* 167, 962–969.

Diabat, A.–Khodaverdi, R.–Olfat, L. 2013. An exploration of green supply chain practices and performances in an automotive industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 68(1–4), 949–961.

Dou, Y.–Zhu, Q.–Sarkis, J. 2018. Green multi-tier supply chain management: An enabler investigation. *Journal of Purchasing and Supply Management* 24(2), 95–107.

Elkington, J. 1997. *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business.* Oxford: Capstone.

Geffen, C. A.–Rothenberg, S. 2000. Suppliers and environmental innovation. *International Journal of Operations & Production Management* 20(2), 166–186.

Gopal, P. R. C.–Thakkar, J. 2015. Sustainable supply chain practices: an empirical investigation on Indian automobile industry. *Production Planning & Control* 27(1), 49–64.

Govindan, K.–Azevedo, S. G.–Carvalho, H.–Cruz-Machado, V. 2014. Impact of supply chain management practices on sustainability. *Journal of Cleaner Production* 85, 212–225.

Govindan, K.–Khodaverdi, R.–Vafadarnikjoo, A. 2015. Intuitionistic fuzzy based DEMATEL method for developing green practices and performances in a green supply chain. *Expert Systems with Applications* 42(20), 7207–7220.

Günther, H. O.–Kannegiesser, M.–Autenrieb, N. 2014. The role of electric vehicles for supply chain sustainability in the automotive industry. *Journal of Cleaner Production* 90, 220–233.

Kannegiesser, M.–Günther, H. O.–Gylfason, Ó. 2013. Sustainable development of global supply chains, part 2: investigation of the European automotive industry. *Flexible Services and Manufacturing Journal* 26(1–2), 48–68.

Kastensson, Å. 2014. Developing lightweight concepts in the automotive industry: taking on the environmental challenge with the SåNätt project. *Journal of Cleaner Production* 66, 337–346.

Koplin, J.–Seuring, S.–Mesterharm, M. 2006. Incorporating sustainability into supply management in the automotive industry: the case of the Volkswagen AG. *Journal of Cleaner Production* 15(11–12), 1053–1062.

Kumar, D.–Rahman, Z. 2016. Buyer supplier relationship and supply chain sustainability: empirical study of Indian automobile industry. *Journal of Cleaner Production* 131, 836–848.

Kushwaha, G. S.–Sharma, N. K. 2016. Green initiatives: a step towards sustainable development and firm's performance in the automobile industry. *Journal of Cleaner Production* 121, 116–129.

Lee, K. H. 2012. Carbon accounting for supply chain management in the automobile industry. *Journal of Cleaner Production* 36, 83–93.

Li, Y.–Mathiyazhagan, K. 2018. Application of DEMATEL approach to identify the influential indicators towards sustainable supply chain adoption in the auto components manufacturing sector. *Journal of Cleaner Production* 172, 2931–2941.

Lina, R. J.–Chen, R. H.–Nguyen, T. H. 2011. Green supply chain management performance in automobile manufacturing industry under uncertainty. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 25, 233–245.

Luthra, S.–Garg, D.–Haleem, A. 2016. The impacts of critical success factors for implementing green supply chain management towards sustainability: an empirical investigation of Indian automobile industry. *Journal of Cleaner Production* 121, 142–158.

Luthra, S.–Kumar, V.–Kumar, S.–Haleem, A. 2011. Barriers to implement green supply chain management in automobile industry using interpretive structural modeling technique – An Indian perspective. *Journal of Industrial Engineering and Management* 4(2), 231–257.

Luthra, S.–Mangla, S. K. 2018. When strategies matter: Adoption of sustainable supply chain management practices in an emerging economy's context. *Resources, Conservation and Recycling* 138, 194–206.

Malviya, R. K.–Kant, R. 2016. Hybrid decision making approach to predict and measure the success possibility of green supply chain management implementation. *Journal of Cleaner Production* 135, 387–409.

Martín-Peña, M. L.–Díaz-Garrido, E.–Sánchez-López, J. M. 2014. Analysis of benefits and difficulties associated with firms' Environmental Management Systems: the case of the Spanish automotive industry. *Journal of Cleaner Production* 70, 220–230.

Mathivathanan, D.–Kannan, D.–Haq, A. N. 2017. Sustainable supply chain management practices in Indian automotive industry: A multi-stakeholder view. *Resources, Conservation and Recycling* 128, 284–305.

Mathiyazhagan, K.–Sengupta, S.–Poovazhagan, L. 2018. A decision making trial and evaluation laboratory approach to analyse the challenges to environmentally sustainable manufacturing in Indian automobile industry. *Sustainable Production and Consumption* 16, 58–67.

Moher, D.–Liberati, A.–Tetzlaff, J.–Altman, D. G.–The Prisma Group. 2009. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLOS Med* 6(7), 336–341.

Olatunji, O. O.–Akinlabi, S. A.–Ayo, O. O.–Madushele, N.–Adedeji, P. A.–Fatoba, S. O. 2019. Drivers and barriers to competitive carbon footprint reduction in manufacturing supply chain: a brief review. *Procedia Manufacturing* 35, 992–1000.

Olugu, E. U.–Wong, K. Y. 2012. An expert fuzzy rule-based system for closed-loop supply chain performance assessment in the automotive industry. *Expert Systems with Applications* 39(1), 375–384.

Olugu, E. U.–Wong, K. Y.–Shaharoun, A. M. 2010. Development of key performance measures for the automobile green supply chain. *Resources, Conservation and Recycling* 55(6), 567–579.

Pallaroa, E.–Subramanian, N.–Abdulrahman, M. D.–Liu, C. 2015. Sustainable production and consumption in the automotive sector: Integrated review framework and research directions. *Sustainable Production and Consumption* 4, 47–61.

Potter, A.–Graham, S. 2019. Supplier involvement in eco-innovation: The co-development of electric, hybrid and fuel cell technologies within the Japanese automotive industry. *Journal of Cleaner Production* 210, 1216–1228.

Salvado, M.–Azevedo, S.–Matias, J.–Ferreira, L. 2015. Proposal of a Sustainability Index for the Automotive Industry. *Sustainability* 7(2), 2113–2144.

Seles, B. M. R. P.–Jabbour, A. B. L. S.–Jabbour, C. J. C.–Dangelico, R. M. 2016. The green bullwhip effect, the diffusion of green supply chain practices, and institutional pressures: Evidence from the automotive sector. *International Journal of Production Economics* 182, 342–355.

Sim, J.–Sim, J. 2017. Air emission and environmental impact assessment of Korean automotive logistics. *Journal of Cleaner Production* 159, 130–140.

Simpson, D.–Power, D.–Samson, D. 2007. Greening the automotive supply chain: a relationship perspective. *International Journal of Operations & Production Management* 27(1), 28–48.

Singh, P. K.–Sarkar, P. 2019. A framework based on fuzzy Delphi and DEMATEL for sustainable product development: A case of Indian automotive industry. *Journal of Cleaner Production* 246*,* 118991.

Srivastava, S. K. 2007. Green supply-chain management: a state-of-the-art literature review. *International Journal of Management Reviews* 9(1), 53–80.

Staples, M.–Niazi, M. 2006. Experiences using systematic review guidelines. *Journal of Systems and Software* 80, 1425-1437.

Thun, J.-H.–Müller, A. 2010. An empirical analysis of green supply chain management in the German automotive industry. *Business Strategy and the Environment* 19, 119–132.

Umpfenbach, E. L.–Dalkiran, E.–Chinnam, R. B.–Murat, A. E. 2018. Promoting sustainability of automotive products through strategic assortment planning. *European Journal of Operational Research* 269(1), 272–285.

Vanalle, R. M.–Ganga, G. M. D.–Godinho, F. M.–Lucato, W. C. 2017. Green supply chain management: An investigation of pressures, practices, and performance within the Brazilian automotive supply chain. *Journal of Cleaner* Production 151, 250–259.

Wang, Z.–Subramanian, N.–Gunasekaran, A.–Abdulrahman, M. D.–Liu, C. 2015. Composite sustainable manufacturing practice and performance framework: Chinese auto-parts suppliers′ perspective. *International Journal of Production Economics* 170, 219–233.

Yadav, G.–Luthra, S.–Jakhar, S.–Mangla, S. K.–Rai, D. P. 2020. A framework to overcome sustainable supply chain challenges through solution measures of industry 4.0 and circular economy: An automotive case. *Journal of Cleaner Production* 254*,* 120112.

Yang, Z.–Lin, Y. 2020. The effects of supply chain collaboration on green innovation performance: An interpretive structural modeling analysis. *Sustainable Production and Consumption* 23, 1–10.

Zailani, S.–Govindan, K.–Shaharudin, M. R.–Kuan, E. E. L. 2017. Barriers to product return management in automotive manufacturing firms in Malaysia. *Journal of Cleaner Production* 141, 22–40.

Zailani, S.–Govindan, K.–Iranmanesh, M.–Shaharudin, M. R.–Sia Chong, Y. 2014. Green innovation adoption in automotive supply chain: the Malaysian case. *Journal of Cleaner Production* 108, 1115–1122.

Zhu, X.–Ren, M.–Wu, G.–Pei, J.–Pardalos, P. M. 2019. Promoting new energy vehicles consumption: The effect of implementing carbon regulation on automobile industry in China. *Computers & Industrial Engineering* 135, 211–226.

Zhu, Q.–Sarkis, J.–Lai, K. 2007. Green supply chain management: pressures, practices and performance within the Chinese automobile industry. *Journal of Cleaner Production* 15(11–12), 1041–1052.