

# A megújuló energiafogyasztás és a nettó energiainport, az üvegházhatású gázok kibocsátása, valamint a humán tőke közötti kapcsolat vizsgálata

## The relationship between renewable energy consumption, net energy import, greenhouse gas emission and human capital

J. T. KISS; I. KOCSIS

Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Műszaki Menedzsment és Vállalkozási Tanszék, tkiss@eng.unideb.hu

Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Műszaki Alaptárgyi Tanszék, kocsisi@eng.unideb.hu

### Absztrakt

*A fenntartható fejlődés érdekében ösztönözni szükséges az energiahatékonyság javítására és a megújuló energiák termelésének és felhasználásának növelésére irányuló intézkedéseket. Számos tényező befolyásolhatja a megújuló energia felhasználását, mint többek között a gazdasági fejlettség szintje, a gazdasági szereplők környezettudatossága, az energiainport-függőség mértéke, a városi lakosság aránya és a kormányzati támogatás jellege. Jelen tanulmányban fő célunk, hogy megvizsgáljuk milyen kapcsolat tárható fel a megújuló energiafelhasználás teljes energiafogyasztáshoz viszonyított aránya és az energiafelhasználás százalékában kifejezett nettó energiainport között, valamint a megújuló energia említett mutatója és az egy főre jutó üvegházhatású gázok, valamint a humán tőke nagysága között az OECD országok adatait tekintve, 1990-től és 2014-ig. Az eredmények azt mutatják, hogy negatív kapcsolat áll fenn a nettó energiainport és a megújuló energiafogyasztás között, valamint az egy főre jutó üvegházhatású gázkibocsátás és a megújuló energiafogyasztás között. Ugyanakkor pozitív kapcsolatot találtunk a humán tőke meghatározott szintjét elérő energiainportőr országok tekintetében a humán tőke mértéke és a megújuló energiafogyasztás között.*

### Abstract

*The measures to improve energy efficiency and increase of renewable energy production and consumption should be encouraged in the interest of sustainable development. Many factors can influence the use of renewable energy such as the level of economic development of an economy, nationals' and the main economic actors' environmental awareness, energy import dependency, ratio of the urban population, and government subsidization intensity among the others. The main purpose of this study is to examine the relationship between the share of renewable energy in the total energy consumption and net energy import as a percentage of energy use less production, greenhouse gas emission per capita and human capital using by OECD countries data from 1990 to 2014. The*

*results indicate that there is a negative relationship between net energy import and renewable energy consumption, and also negative relationship can be shown between the amount of greenhouse gas emission per capita and renewable energy consumption. However, we identified a positive relationship between human capital and renewable energy consumption for energy importer countries above a certain level of human capital.*

## Bevezetés

Az energiahatékonyság javítása, valamint a megújuló energiaforrások részarányának növelése a teljes energiatermelésben nagyon fontos kihívást jelent a nemzetgazdaságok számára. Számos kutató elemezte az energiafogyasztás mértéke és a GDP, valamint a megújuló energiafogyasztás és a GDP közötti kapcsolatot [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]. Az energia-gazdaságtan szakirodalmán belül négy különböző, egymással versengő hipotézist fogalmaztak meg a kutatók a GDP és az energiafogyasztás közötti kapcsolat tekintetében [2]. A növekedési hipotézis szerint egyirányú oksági kapcsolat adható meg az energiafogyasztás és a GDP között, amely szerint az energiafogyasztás mértéke befolyásolja a GDP nagyságát. Ez azt jelenti, hogy az energia megtakarításából eredő energiafogyasztás csökkenése negatívan hathat a GDP-re nézve. A takarékosági hipotézis szerint a GDP befolyásolja az energiafogyasztás mértékét, míg a visszacsatolás hipotézis kétirányú okságot azonosít az energiafogyasztás és a GDP között. Végül, a semlegességi hipotézis alapján nem adható meg oksági kapcsolat az energiafogyasztás és a GDP között. Sürgető kihívást jelent a világ minden részében a megújuló energiafogyasztás és az energiahatékonyság előmozdítását célzó politikák bevezetése, és azok megfelelő alkalmazása. Az energiafogyasztás mértéke és a GDP közötti kapcsolat vizsgálata mellett, több elemzés található, amelyek során a kutatók a megújuló energiafogyasztás és a GDP közötti kapcsolat vizsgálatára, valamint a megújuló energiafogyasztás főbb befolyásoló tényezőire összpontosítottak [5, 11, 12, 13].

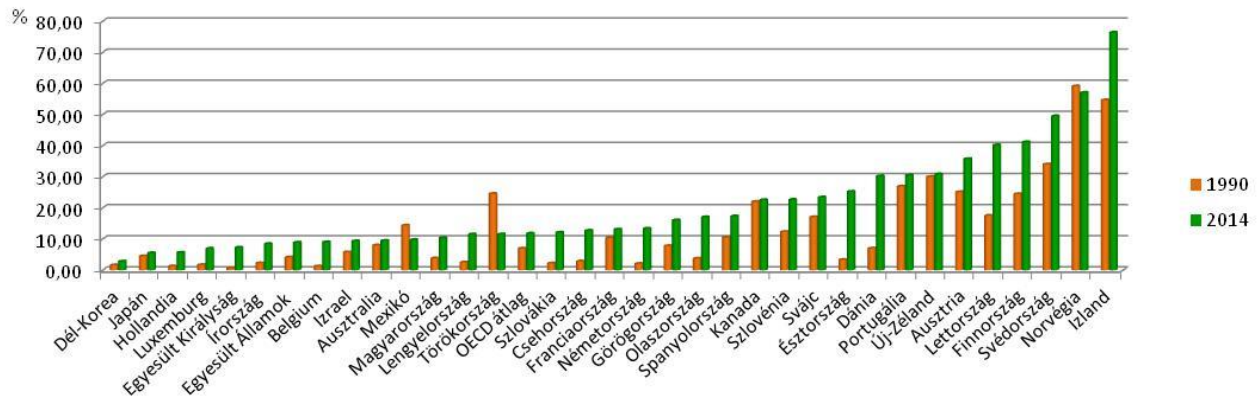
## 1. A főbb energia indikátorok időbeli alakulása, 1990 és 2014 között

Több tényező is befolyással lehet a megújuló energiafogyasztás mértékére és az energiahatékonyságot, az energiamegtakarítást célzó intézkedések megtételére, mint többek között a gazdasági fejlettség szintje, az állampolgárok és a fő gazdasági szereplők környezettudatosságának jellege, az energiainport-függőség mértéke, a városi lakosság aránya, a humán tőke szintje, az üvegházhatást okozó gázkibocsátás és a kormányzati támogatás nagysága. A következőkben a megújuló energiafelhasználásával kapcsolatba hozható két indikátor, a nettó energiainport és az üvegházhatású gázok kibocsátásának időbeli alakulását tekintjük át az OECD országok tekintetében.

### 1.1. A megújuló energiafogyasztás, a nettó energiainport és az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának időbeli alakulása

A teljes energiafogyasztás százalékában kifejezett megújuló energiafogyasztás növekedése figyelhető meg az OECD-országok többségében, amelyekre az adatok rendelkezésre álltak, az 1990. év és a 2014. év között (1. ábra). A legnagyobb növekedés (20 százalékpont fölötti értékkel) Izlandon,

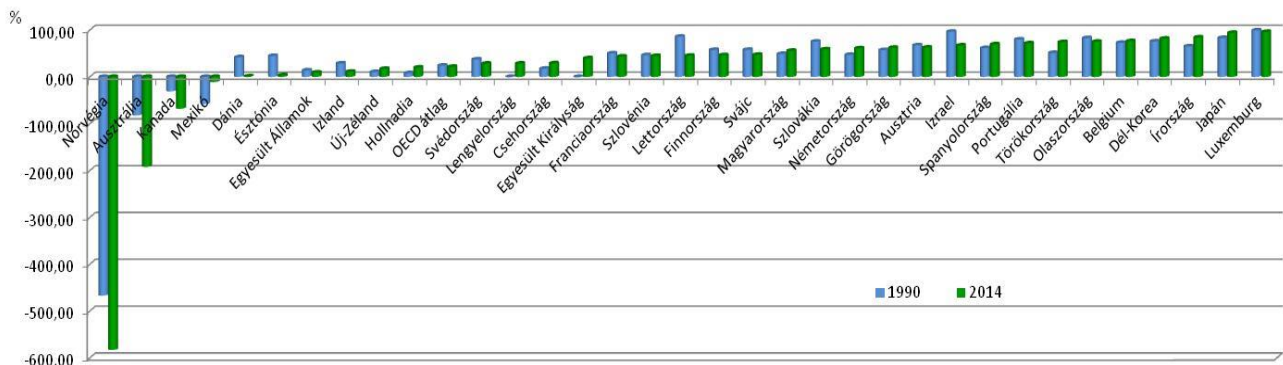
Észtországban, Lettországban és Dániában található rendre 21,75; 21,89; 22,67; és 23,18 százalékponttal (1. ábra). A megújuló energiafogyasztás említett arányának legnagyobb értékei meghaladták a 40%-ot 2014-ben, (Lettország (40,24%), Finnország (41,19%), Svédország (49,54%), Norvégia (57,09%) és Izland (76,42%)), azonban az OECD átlag csak 11,84% volt. Az OECD tagországok körében a vizsgált mutató mindössze csak három országban csökkent (Norvégia, Mexikó és Törökország rendre 2,09; 4,61 és 13 százalékponttal) (1. ábra).



1. ábra. A megújuló energiafogyasztás a teljes energiafogyasztás százalékában (1990 és 2014 között)

Forrás: [14]

Korábban utaltunk rá, hogy a megújuló energiafogyasztást számos tényező befolyásolhatja, mint például egy nemzetgazdaság energiafüggőségének a mértéke, a politikai stabilitás jellege, az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának a nagysága, a humán tőke szintje, valamint a városi lakosság aránya. Az alábbiakban áttekintjük a felhasznált energia százalékában kifejezett energiainport nagyságának és az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának az időbeli alakulását.



2. ábra. A nettó energiainport aránya az energiafelhasználás százalékában (korrigálva az energiatermeléssel) (1990 és 2014 között)

Forrás: [15]

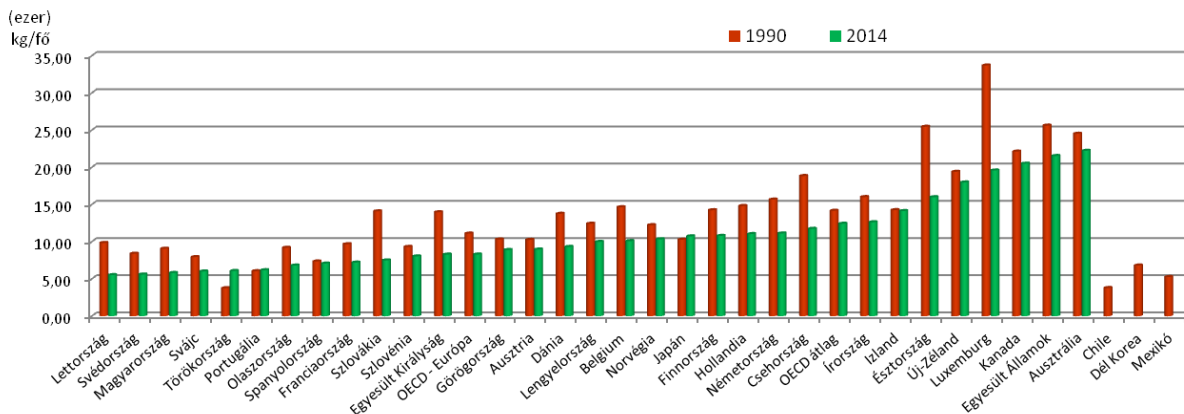
A nettó energiainport nagyságát a teljes energiafelhasználás arányában vizsgáljuk, ennek értéke negatív és pozitív is lehet. A mutató negatív értéke arra utal, hogy az adott ország nettó energiaexportőr. Az energiafelhasználás százalékában kifejezett nettó energiainport csökkent az OECD tagországok többségében, amelyekre az adatok elérhetőek voltak, 1990 és 2014 között. Négy

ország tekinthető nettó energiaexportőrnek, tekintettel arra, hogy 2014-ben a vizsgált mutató értékei negatívak voltak ezeken az országokban (Norvégia (-582,9%), Ausztrália (-192,02%), Kanada (-67,93%), Mexikó (-10,79%)) 2014-ben (2. ábra). Az említett négy ország közül háromban az arány 1990 és 2014 között abszolút értékben nem csökkent, ez azt jelenti, hogy energiapozíciójuk erősebbé vált. A vizsgált mutató értéke két országban, Japánban (93,8%) és Luxemburgban (96%) 90% fölött alakult, ami arra utal, hogy a két ország (szinte teljesen) függött az elsődleges energiainporttól (2. ábra). Az OECD átlaga 2014-ben 21,44% volt, azonban az érték nem teljesen tükrözi a legtöbb tagállamra jellemző adatok alakulását, mivel az átlagot csökkentik a nettó energiaexportőr országok adatai (2. ábra).

A világ teljes energiafelhasználásának igen magas arányát képviseli az épületek energiafogyasztása. A lakó- és kereskedelmi épületek energiaszükséglete a világon elfogyasztott teljes energiafelhasználásnak körülbelül a 20,1%-át teszi ki [16]. A Nemzetközi Energiaügynökség (International Energy Agency – IEA) számításai szerint az épületek energiafogyasztása 2012 és 2040 között évente átlagosan 1,5%-kal fog növekedni. Hasonlóan az Energiaügynökség elemzése alapján az épületek energiafelhasználása átlagosan 2,1%-kal fog emelkedni évente 2012 és 2040 között a nem OECD tagországokban, míg az OECD-tagállamok esetén a növekedési ütem ennek körülbelül a háromszorosa lesz [16].

Többek között az ipari termelés, az urbanizáció, a földhasználat jellegének a megváltozása, az épületek energiafelhasználásának a mértéke jelentősen befolyásolja az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának a nagyságát. Egyrészt a népesség növekedése és az urbanizáció kiterjedésével emelkedik az energiafogyasztás mértéke. Másrészt a városi életforma, a többcsaládos lakóépületek alkalmazása, a több gazdasági egységet magában foglaló nagyobb irodaházak, kereskedelmi épületek építése mellett csökkenhet az energiafelhasználás mértéke, hiszen csökken az egy főre eső alapterület, csökken az épületfelület-térfogat arány, lehetővé válik korszerűbb távfűtési és hűtési rendszerek alkalmazása [17, 18].

Az egy főre eső üvegházhatást okozó gázok kibocsátása minden, a vizsgálat körébe bevont országban, amelyekre az adatok elérhetőek voltak csökkent 1990 és 2014 között, kivéve Portugáliát, Japánt és Törökországot. A legmagasabb 40% feletti csökkenést Szlovákiában (46,8%), Lettországon (43,8%), Luxemburgban (41,9%) és az Egyesült Államokban (40,7%) figyelhetjük meg (3. ábra). Az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának mértéke – a figyelemre méltó csökkenése ellenére – több országban továbbra is viszonylag magas maradt 2014-ben, mint például Ausztráliában, az Egyesült Államokban, Kanadában, Luxemburgban, Új-Zélandon és Észtországban (3. ábra).



3. ábra. Az egy főre jutó üvegházhatású gázok kibocsátása, ezer (1990 és 2014)

Forrás: [19]

## 2. A nettó energiaimport, a GDP, az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának és a megújuló energiafogyasztás kapcsolatának a vizsgálata regressziós modell segítségével

Vizsgálatainkban a tartó vektor regresszió (Support Vector Regression, SVR) nem-paraméteres modellt alkalmaztuk a nettó energiaimport, az egy főre jutó GDP, az üvegházhatású gázkibocsátás (három független változó) és a megújuló energiafelhasználása (függő változó) közötti nem-lineáris kapcsolat feltárására. A rugalmassága miatt a tartó vektor gép (Support Vector Machine, SVM) módszert gyakran használják összetett műszaki és gazdasági rendszerek, folyamatok elemzésében osztályozási és regressziós feladatok megoldására.

A bemutatott eredmények egy háromváltozós és egy kétváltozós SVR modellben végzett számolásokon alapulnak, melyeket az R szoftverrel végeztünk (E1071 package) [20, 21]. A modellben a

$$K(x, y) = e^{-\gamma \cdot \|x-y\|^2},$$

ún. Gauss-féle kernel függvényt használtuk, amely a radiális bázis függvények (Radial Basis Function, RBF) osztályába tartozik, ahol  $\gamma$  a  $K$  függvény alakját meghatározó paraméter.

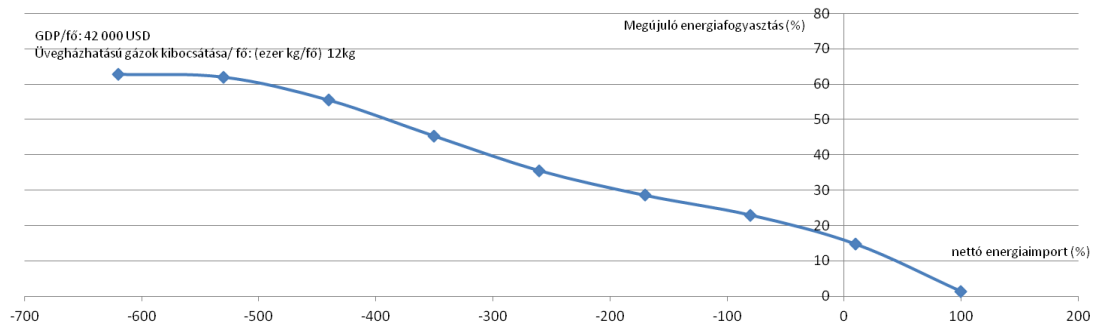
A modellben két további paramétert (ún. hiper-paramétert) használunk. Az  $\varepsilon$  paraméter az ún.  $\varepsilon$  érzéketlenségi sávval rendelkező hibafüggvényt határozza meg [22]. A  $C$  („büntető”) paraméter alkalmazásával szabályozható a hibás osztályozás (a regressziós függvénytől  $\varepsilon$ -nál nagyobb mértékű eltérés) elfogadásának mértéke [23]. Az optimális hiper-paramétereket az R best.svm eljárása szolgáltatta. A háromváltozós SVR (nettó energiaimport, az egy főre jutó GDP, az üvegházhatású gázkibocsátás mértéke és a megújuló energiafogyasztás) esetén a  $C = 34$ ,  $\gamma = 0,1$ ,  $\varepsilon = 0,09$  optimális hiper-paraméter értékek adódtak. A számolásban 194 tanítópontot használtunk, a tartóvektorok száma 150 volt.

A kétváltozós SVR (humán tőke, nettó energiainport és a megújuló energiafogyasztás) esetén a  $C = 1,5$ ,  $\gamma = 1,5$ ,  $\varepsilon = 0,01$  optimális hiper-paraméter értékek adódtak. A számolásban 128 tanítópontot használtunk, a tartóvektorok száma 9 volt.

## 2.1. A megújuló energiafogyasztás és a nettó energiainport közötti kapcsolat vizsgálata az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának és az egy főre jutó GDP állandó értéke mellett

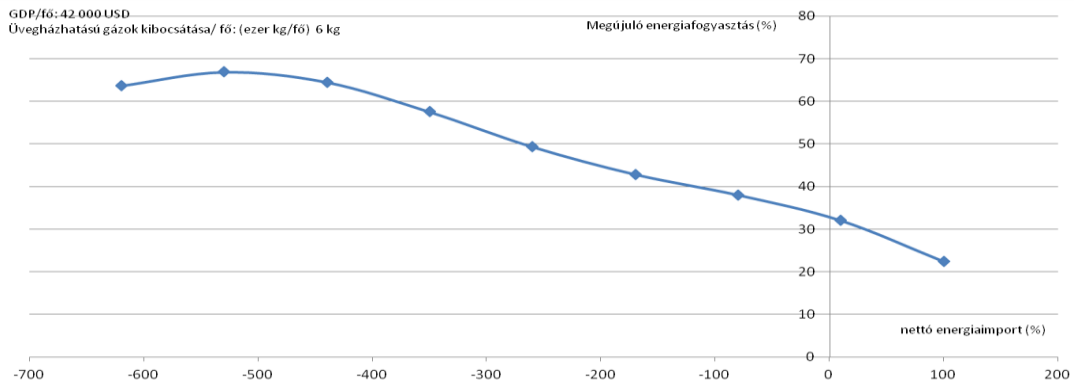
A megújuló energiafogyasztást befolyásolhatja az adott nemzetgazdaság energiafüggőségének mértéke, az energiainport és energiaexport aránya a teljes energiafogyasztáshoz viszonyítva. Egyrészt, a megújuló energiafelhasználása és beruházás a megújuló energiába növekedhet az energiaexportáló országokban, mivel nincs hiány bizonyos típusú energia kínálatában, és nincs bizonytalanság az energiaellátásban. A hatást jelen írásunkban exporthatásnak nevezzük. Másrészt, ha az energiainport aránya nagyon magas bizonyos országokban, akkor az energiaellátás biztonságának biztosítása érdekében nagyobb ösztönző erő lehet a megújuló energiaforrásokba történő beruházások végrehajtására, azaz a megújuló energiatermelés és fogyasztás emelkedhet ezekben az országokban, a hatást importhatásnak nevezzük.

A 4., 5. és a 6. ábra a becsült megújuló energiafogyasztás teljes energiafogyasztáshoz viszonyított arányát mutatja a nettó energiainport függvényeként. A 4. és 5. ábrán az egy főre jutó GDP értéke rögzített (42.000 USD), azonban az üvegházhatást okozó gázok egy főre jutó kibocsátása eltérő (12 és 6 kilogramm). Ugyanakkor a becsült megújuló energiafogyasztásnak a teljes energiafogyasztás százalékában kifejezett arányát láthatjuk a nettó energiainport függvényében a GDP két különböző mértéke mellett a 4. és az 6. ábrán, miközben az üvegházhatást okozó gázkibocsátás mértéke rögzített. Az egy főre jutó GDP adott szintje mellett a megújuló energiaforrások nagyobb aránya a nettó energiainport alacsonyabb szintjéhez tartozik. Amennyiben nagyobb mértékű egy ország energiaexportja, akkor egyben nagyobb mértékű az energiaexportáló ország megújuló energiafelhasználása is. Ebben az esetben negatív összefüggés adható meg a nettó energiainport aránya és a megújuló energiafogyasztás a teljes energiafogyasztás százalékában kifejezett mértéke között. Ugyanez a kapcsolat adható meg a két változó között a GDP alacsonyabb szintjén is (7. ábra). Megvizsgáltuk a megújuló energiafelhasználásnak a teljes energiafogyasztás százalékában kifejezett mértéke és nettó energiainport közötti kapcsolatot az energiainportőr országokra nézve, és azt találtuk, hogy a megújuló energiafogyasztás említett aránya csökken, ha a nettó energiainportnak a teljes energiafelhasználáshoz viszonyított aránya emelkedik (8. ábra).



4. ábra: A megújuló energiafogyasztás a teljes energiafelhasználáshoz viszonyított aránya a nettó energiainport teljes energiafelhasználás százalékában kifejezett mértékének a függvényében, ha az egy főre jutó GDP 42.000 USD, az üvegházhatást okozó gázok pedig 12 kilogramm/fő (ezer) (1990 és 2014)

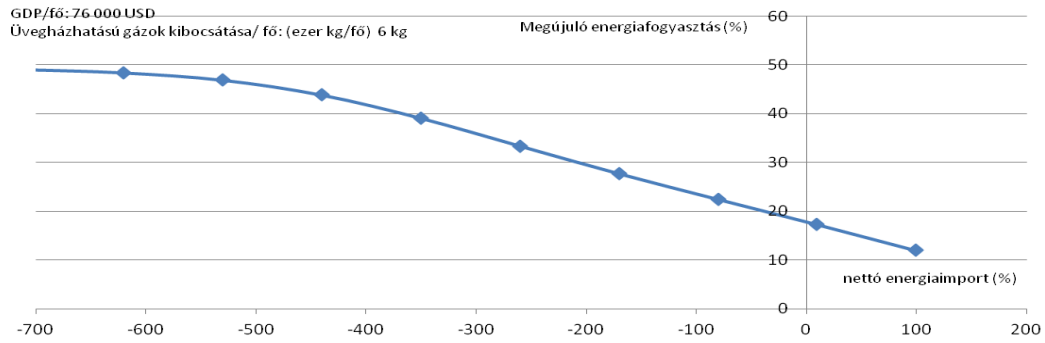
Forrás: Saját számítás



5. ábra: A megújuló energiafogyasztás a teljes energiafelhasználáshoz viszonyított aránya a nettó energiainport teljes energiafelhasználás százalékában kifejezett mértékének a függvényében, ha az egy főre jutó GDP 42.000 USD, az üvegházhatást okozó gázok pedig 6 kilogramm/fő (ezer) (1990 és 2014)

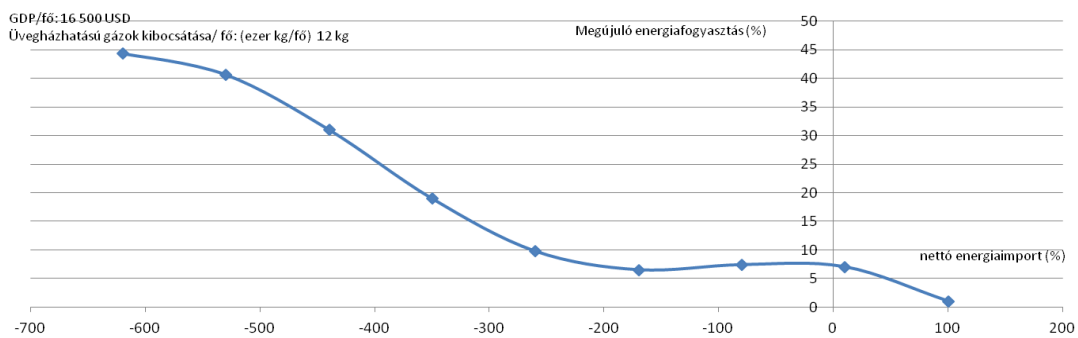
Forrás: Saját számítás

A vizsgált kapcsolat nem mutatja, hogy az importfüggőség nagyobb mértéke esetén az alternatív energia, mint megújuló energiatermelése is nagyobb lenne (8. ábra). Azokban az országokban, ahol az energiaexport aránya viszonylag magasabb, a teljes energiafogyasztás arányában nagyobb mértékű a megújuló energiaforrások fogyasztása, ami arra utal, hogy az exporthatás érvényesül.



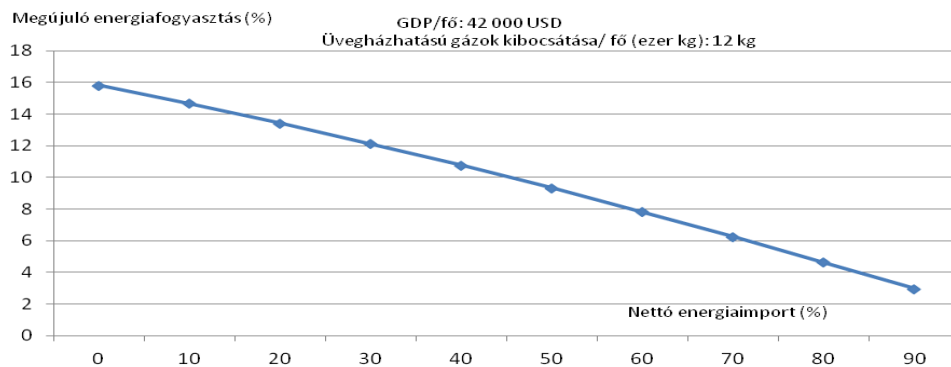
6. ábra: A megújuló energiafogyasztás a teljes energiafelhasználáshoz viszonyított aránya a nettó energiaimport teljes energiafelhasználás százalékában kifejezett mértékének a függvényében, ha az egy főre jutó GDP 76.000 USD, az üvegházhatást okozó gázok pedig 6 kilogramm/fő (ezer) (1990 és 2014)

Forrás: Saját számítás



7. ábra: A megújuló energiafogyasztás a teljes energiafelhasználáshoz viszonyított aránya a nettó energiaimport teljes energiafelhasználás százalékában kifejezett mértékének a függvényében, ha az egy főre jutó GDP 16.500 USD, az üvegházhatást okozó gázok pedig 12 kilogramm/fő (ezer) (1990 és 2014)

Forrás: Saját számítás



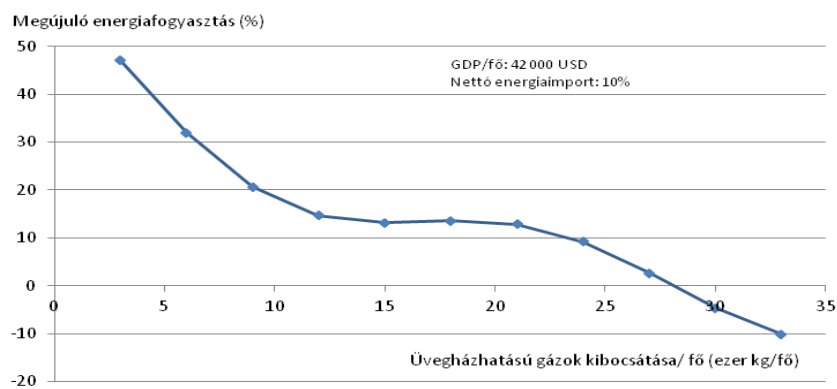
8. ábra: A megújuló energiafogyasztás a teljes energiafelhasználáshoz viszonyított aránya a nettó energiaimport teljes energiafelhasználás százalékában kifejezett mértékének a függvényében, csak energiaimportőr országok, ha az egy főre jutó GDP 42.000 USD, az üvegházhatást okozó gázok pedig 12 kilogramm/fő (ezer) (1990 és 2014)

Forrás: Saját számítás



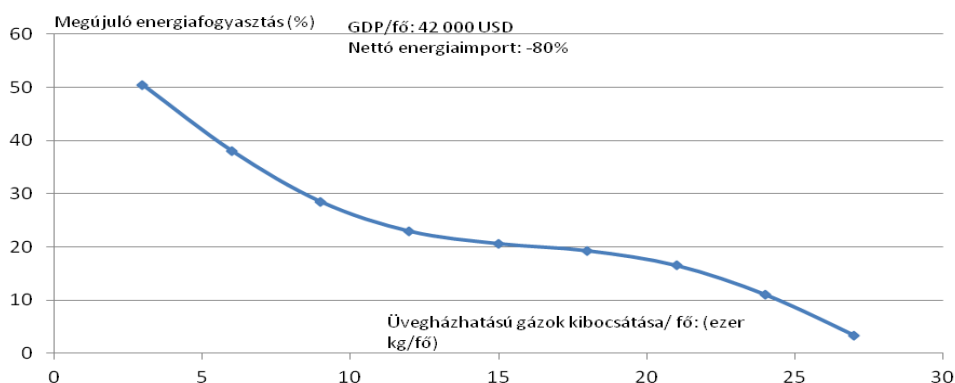
## 2.2. A megújuló energiafogyasztás és az egy főre jutó üvegházhatású gázok (GHG) kibocsátása közötti kapcsolat vizsgálata

Ebben a fejezetben megvizsgáljuk a megújuló energiafogyasztás és az egy főre eső üvegházhatású gázkibocsátás mennyisége közötti összefüggést. Ha a megújuló energiafogyasztás aránya a teljes energiafelhasználáshoz viszonyítva nő egy országban, akkor az egy főre jutó üvegházhatású gázok kibocsátása csökkenhet. A 9. és 10. ábrán látható a megújuló energiafogyasztás teljes energiafogyasztáshoz viszonyított aránya az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának a függvényében, a GDP és a nettó energiainport rögzített szintje mellett. Amint az a 9. és 10. ábra alapján látható, negatív összefüggés van a két vizsgált mutató között. A megújuló energiafelhasználás magasabb szintje mellett az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának mértéke alacsonyabb, azonban az adatok nem tükrözik a tényezők közvetlen az oksági kapcsolatát.



9. ábra: A megújuló energiafelhasználás teljes energiafelhasználáshoz viszonyított aránya az üvegházhatású gázok kibocsátásának a függvényében, ha az egy főre jutó GDP 42.000 USD és a nettó energiainport a teljes energiafelhasználás százalékában kifejezve 10% (1990 és 2014)

Forrás: Saját számítás



10. ábra: A megújuló energiafelhasználás teljes energiafelhasználáshoz viszonyított aránya az üvegházhatású gázok kibocsátásának a függvényében, ha az egy főre jutó GDP 42.000 USD és a nettó energiainport a teljes energiafelhasználás százalékában kifejezve -80% (1990 és 2014)

Forrás: Saját számítás

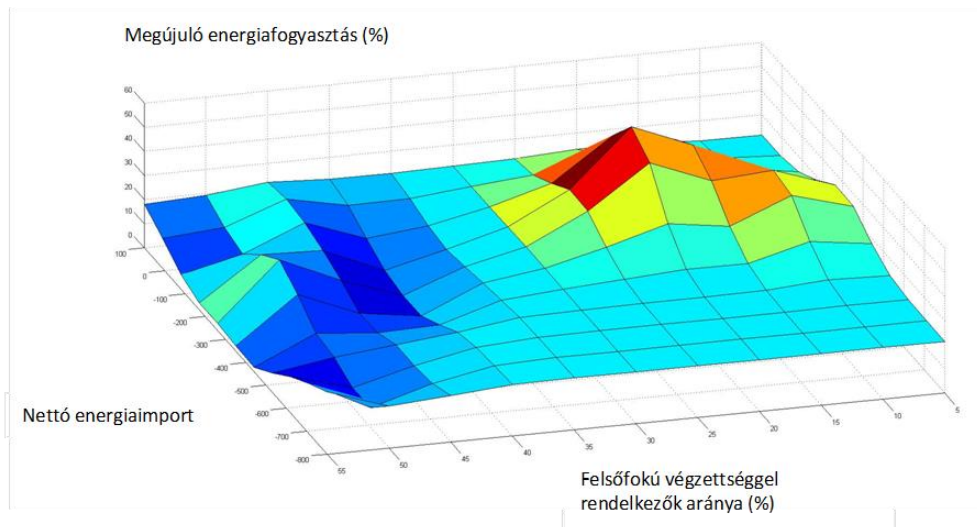
A 9. és a 10. ábrán bemutatott eredmények alapján láthatjuk, hogy a megújuló energiafogyasztás és az egy főre jutó üvegházhatású gázok kibocsátása közötti negatív kapcsolat nem függ a nettó energiainport mértékétől. Ez azt jelenti, hogy mind az energiaexportőr, mind az energiainportőr országok esetében kimutatható a negatív kapcsolat. Az elemzett kapcsolat megerősítése azonban további vizsgálatot igényel, mivel az említett összefüggés csak a magasabb GDP-vel rendelkező országokra érvényes.

### 2.3. A humán tőke és a megújuló energiafelhasználása közötti kapcsolat vizsgálata

Az UNESCO „Fenntartható fejlődés az oktatással kezdődik” című tanulmánya alapján, az oktatás javíthatja az egyének környezettudatosságát. A képzetlenebb emberek nem csak jobban aggódnak a környezetért, hanem be is kapcsolódnak a környezetvédelmet elősegítő és támogató tevékenységekbe, és egyben támogatják is a környezetvédelemhez társuló politikai döntéseket [24]. Következésképpen felvetődik a kérdés, hogy mindez azt is jelenti-e, hogy a humán tőke magasabb szintje mellett a környezettudatosság is nagyobb egy-egy nemzetgazdaságban, és ezért a megújuló energiaforrásokba történő beruházás is magasabb. Megpróbáltuk elemezni a humán tőke és a megújuló energiafogyasztás közötti kapcsolatot, mind a nettó energiainport állandóságának feltételezése mellett, mind a nettó energiainport változása mellett.

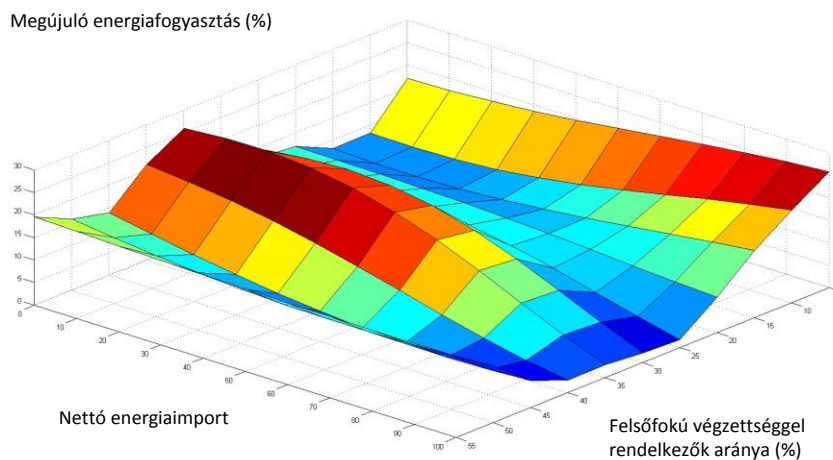
Egy nemzetgazdaság humán tőke szintjének és mértékének a meghatározásához különböző megközelítések léteznek, mint például az eredményalapú, a jövedelemalapú módszer, a költségalapú módszer és a beruházás alapú megközelítés. A humántőke-állomány változásának, vagy a humán tőke adott szintjének a meghatározására az előbb említett megközelítések különböző mérési eljárásokat, mutatókat alkalmaznak, mint többek között az átlagos iskolai végzettség egy nemzetgazdaságban, a beiskolázási arány, a GDP százalékában az oktatásra fordított kiadások mértéke, a 25-64 éves népesség iskolai végzettsége és a foglalkoztatottak aránya a kutatás és fejlesztés területén. Vizsgálatunkban a humán tőke mértékének a közelítésére a felsőfokú végzettséggel rendelkezők arányát tekintettük a teljes népességhez viszonyítva. A 11. és 12. ábrán látható a megújuló energiafogyasztás teljes energiafogyasztáshoz viszonyított aránya, mint függő változó, a nettó energiainport és a felsőfokú végzettségűek arányának, mint független változók függvényében. A 11. ábrán látható az energiaexportáló országokra a megújuló energiafogyasztás és az említett két változó közötti kapcsolat, míg a 12. ábrán a felület az energiainportőr országok esetében mutatja be a kapcsolatot, azaz ha a nettó energiainport értéke 0% és 100% között változik. A becslések során kapott eredmények alapján nem tudtunk egyértelműen pozitív vagy negatív kapcsolatot megállapítani a humán tőke és a megújuló energiafelhasználás között (11. és 12. ábra). Azonban ha a humán tőke mérésére alkalmazott mutató, azaz a felsőfokú végzettséggel rendelkezőknek a teljes népességhez viszonyított arányait intervallumokra bontjuk, akkor pozitív kapcsolatot lehet kimutatni a humán tőke és a megújuló energiafelhasználása között, az energiainportőr országok közül azokra, amelyeknél a felsőfokú végzettséggel rendelkezők említett aránya 45% fölött található (12. ábra). Ez azt jelenti, hogy

pozitív kapcsolat adható meg az emberi tőke és a megújuló energiafelhasználása között a humán tőke egy bizonyos szintje felett.



11. ábra: A megújuló energiafelhasználás teljes energiafelhasználáshoz viszonyított aránya, a nettó energiainport teljes energiafelhasználás százalékában kifejezett mértéke (100%–(-800%)) és a felsőfokú végzettséggel rendelkezők népességbeli aránya közötti kapcsolat (1990 és 2014 között)

Forrás: Saját számítás



12. ábra: A megújuló energiafelhasználás teljes energiafelhasználáshoz viszonyított aránya, a nettó energiainport teljes energiafelhasználás százalékában kifejezett mértéke (0%–100%) és a felsőfokú végzettséggel rendelkezők népességbeli aránya közötti kapcsolat (1990 és 2014 között)

Forrás: Saját számítás

### 3. Következtetések

Tanulmányunk megírása során fő célunk az volt, hogy megvizsgáljuk a megújuló energiafogyasztásnak a teljes energiafogyasztáshoz viszonyított aránya, és az energiafelhasználás százalékában kifejezett

nettó energiainport, az egy főre jutó üvegházhatású gáz-kibocsátás, valamint az emberi tőke mértéke közötti kapcsolatot, az OECD országok körében, 1990 és 2014 között. Elemzésünk során a Tartó vektor regresszió nem-paraméteres (és nem lineáris) modellt alkalmaztuk. Vizsgálataink során negatív kapcsolatot kaptunk a nettó energiainport és a megújuló energiafelhasználás között. Ez azt jelenti, hogy ha a nettó energiainport mértéke nagyobb, akkor, a teljes energiafogyasztás százalékában kifejezett megújuló energiafogyasztás mértéke alacsonyabb, következésképpen az exporthatás érvényesül. Hasonlóan negatív kapcsolatot kaptunk az egy főre jutó üvegházhatású gázok kibocsátása és a megújuló energiafelhasználása között. Ugyanakkor az emberi tőke megújuló energiafogyasztásra gyakorolt hatásának elemzése során szignifikáns kapcsolatot nem sikerült kimutatni. A humán tőke és a megújuló energiafogyasztás közötti kapcsolat elemzése, további vizsgálatokat igényel, tekintettel arra, hogy a humán tőke mérésére jobb közelítés szükséges a népesség százalékában kifejezett felsőfokú végzettséggel rendelkezők általunk alkalmazott aránya helyett, valamint fontos elkülöníteni és megvizsgálni, hogy a humán tőke elért szintje vagy a humántőke állományváltozása lehet-e hatással a megújuló energiafogyasztásra nézve. A humán tőke mérésére alkalmazott felsőfokú végzettséggel rendelkezők arányának egyenlő intervallumokba való felosztása során pozitív kapcsolatot sikerült feltárni a humán tőke és a megújuló energiafelhasználás között a humán tőke magasabb értékei mellett az energiainportőr országokra nézve.

## Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

## Hivatkozások

- [1] Akkemik, K.A. - K. Göksal, (2012): *Energy consumption-GDP nexus: Heterogeneous panel causality analysis*, Energy Economics, 34, 2012, pp. 865-873.
- [2] Fallahi, F. (2011): *Causal relationship between energy consumption (EC) and GDP: A Markov switching (MS) causality*, Energy, 36, 2011, pp. 4165-4170.
- [3] Guillet, R. (2010): *Energy and economical growth: overview and global challenges*, Environmental Engineering and Management Journal, 9, 2010, pp. 1357-1362.
- [4] Kum, H. - Ocal, O. - Aslan, A. (2012): *The relationship between among natural gas energy consumption, capital and economic growth: Bootstrap-corrected Causality tests from G-7 countries*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16, 2012, pp. 2361-2365.
- [5] Ohler, A. - Fetters, I. (2014): *The causal relationship between renewable electricity generation and GDP growth: A study of energy sources*, Energy Economics, 43, 2014, pp. 125-139.
- [6] Payne, J. E. (2010): *Survey of the international evidence on the casual relationship between energy consumption and growth*, Journal of Economic Studies, 37, 2010, pp.53-95.
- [7] Payne, J. E. (2011): *On Biomass Energy Consumption and Real Output in the US*, Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy, 6, 2011, pp. 47-52.
- [8] Soytaş, U. - Sari, R. (2003): *Energy consumption and GDP: causality relationship in G-7 countries and emerging markets*, Energy Economics, 25, 2003, pp. 33-37.

- [9] Wang, Y. - Wang, Y. - Zhou, J. - Zhu, X. - Lu, G. (2011): *Energy consumption and economic growth in China: A multivariate causality test*, Energy Policy, 39, 2011, pp. 4399-4406.
- [10] Wong, S. L. - Chang, Y. - Chia, W. M. (2013): *Energy consumption, energy R&D and real GDP in OECD countries with and without oil reserves*, Energy Economics, 40, 2013, pp. 51-61.
- [11] Mohsen, M.- Sadeq, R. - Razi, D. H. (2015): *Determinants of renewable energy consumption among ECO countries; Based on Bayesian model averaging and weighted-average least square*, International letters of Social and Humanistic Sciences, Vol. 54, 2015, pp. 96-109.
- [12] Fethi, A. (2017): *The relationship amongst energy consumption and GDP in Algeria*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 76, 2017, pp. 62-71.
- [13] Marques, A. C. - Fuinhas, A. J. - Pires Manso, J. R. (2010): *Motivations driving renewable energy in European countries: A panel data approach*, Energy Policy, vol. 38. 2010, pp. 6877-6885.
- [14] World Bank (2017a): *World development indicators Renewable energy consumption as a percentage of total energy consumption*, The World Bank database, 2017. <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=2&series=EG.FEC.RNEW.ZS&country=>. Accessed on 18.05.2017.
- [15] World Bank (2017b): *World development indicators Energy import as a percentage energy use*, The World Bank database, 2017. <http://data.worldbank.org/indicator/EG.IMP.CON.S.ZS>. Accessed on 12.05.2017.
- [16] IEA (2017): *Buildings sector energy consumption Chapter 6.* International Energy Outlook, 2016, <https://www.eia.gov/outlooks/ieo/buildings.cfm> . Accessed on 23.05.2017.
- [17] Üрге-Vorsatz, D. et al., (2012): *Energy End-Use: Buildings Chapter 10.* in. Global Energy Assessment, Toward a Sustainable Future. Toward a Sustainable Future, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA and the International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria, 2012.
- [18] Lucon, O. - Üрге-Vorsatz, D. - A. Zain Ahmed - H. Akbari - P. Bertoldi - L. F. Cabeza - N. Eyre - A. Gadgil - L. D. D. Harvey - Y. Jiang - E. Liphoto - S. Mirasgedis - S. Murakami - J. Parikh - C. Pyke - M. V. Vilariño (2014): *Buildings chapter 9. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* o. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- [19] OECD (2017): *World development indicators, Greenhouse gas emissions*, OECD Stat, Environment/Air and Climate, 2017. [http://stats.oecd.org/index.aspx?DatasetCode=AIR\\_GHG](http://stats.oecd.org/index.aspx?DatasetCode=AIR_GHG). Accessed on 22.05.2017.
- [20] R Core Team (2013): *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria URL: <http://www.R-project.org/>. Download time: 05.03.2013.
- [21] Meyer D. - Dimitriadou E. - Hornik K. - Weingessel A. - Leisch F. (2017): *"e1071: Misc Functions of the Department of Statistics (e1071), TU Wien. R package version 1.6-2"*, <http://CRAN.R-project.org/package=e1071>. Download time: 05.03.2017.

- [22] Cortes C. - Vapnik V. (1995): *Support vector networks*, Machine Learning, 20, 1995, pp. 273-297.
- [23] Haykin S. (2009): *Neural Networks and Learning Machine*", Prentice Hall, 2009.
- [24] UNESCO (2017): *Sustainable development begins with education How education can contribute to the proposed post-2015 goals*, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2014. <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002305/230508e.pdf>.  
Download time: 21.06.2017.