

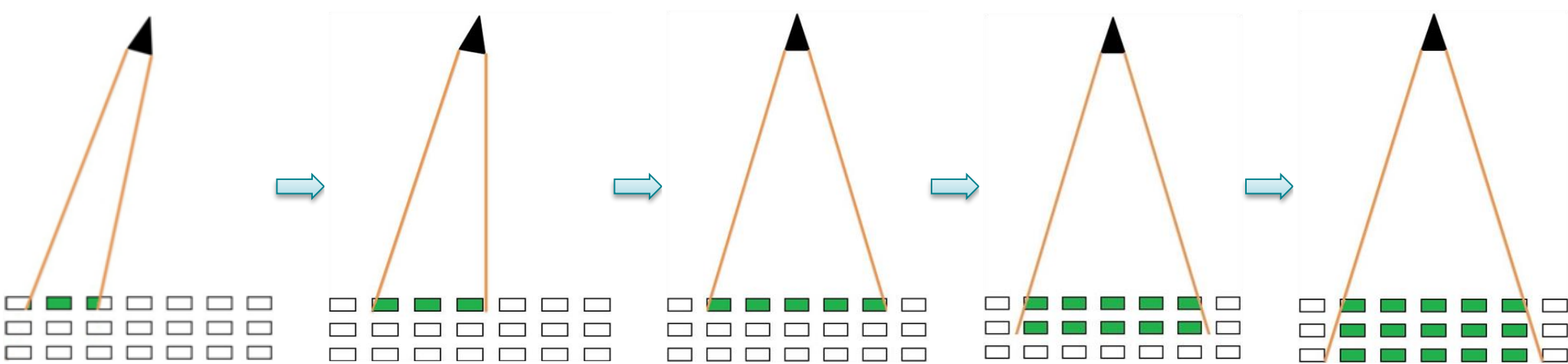
Komplex energetikai rendszermodellezés

Lipcsei Gábor, energetikai mérnök hallgató (MSc), lipcsei.gabor@eszk.org

A modell

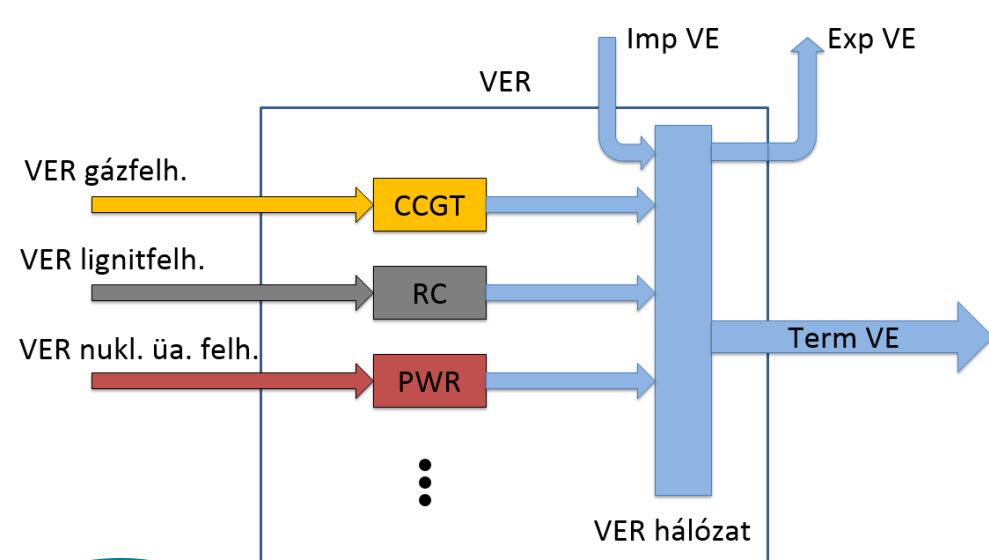
A modellem építésénél kitűzött cél, hogy egy fizikailag jól körülhatárolható energetikai rendszer (pl. egy ország) forrás oldali energiamixét számolható legyen a megadott korlátozó feltételek mellett (pl. földrajzi adottságok), több szempont szerinti objektív optimalizálás során.

A feladat kellően összetett volta miatt részfeladatokra és lépésekre osztottam az építés folyamatát. Ennek megfelelően egyesítve az analitikus és szintetikus szemléletmódokat először egy részére fókuszálok a kérdéskörnek. Amikor sikeresen felírtam az alapvető, még lineáris működését az alrendszernek, akkor horizontálisan bővíttem a rendszeremet addig, amíg el nem értem a kívánt terjedelmét. Végül pedig a felállított alapokból kiindulva mélyíttem az egyes részrendszerek közötti kapcsolatokat és összefüggésemet, amíg a szimulációk el nem érik a kívánt pontosságot. Jelen munkában a modell alapjait rakom le, illetve bemutatom a bővítési módszertanát.

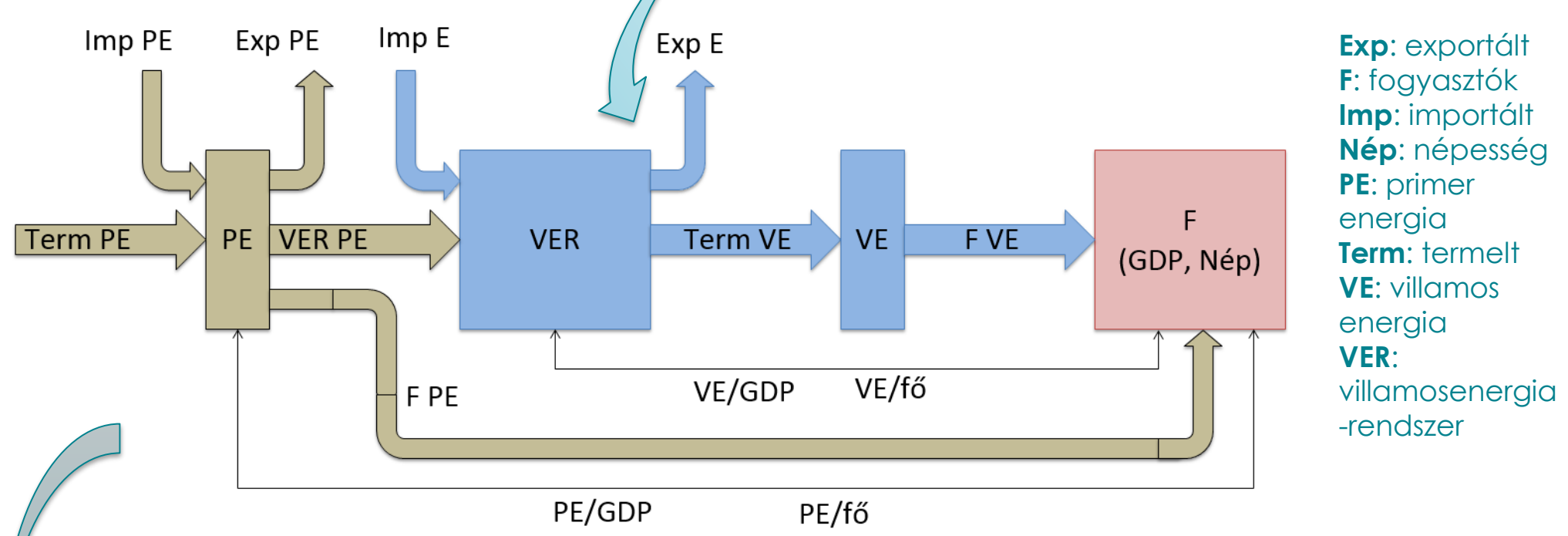


Modellépítés lépései

Első lépésként a villamosenergia-rendszert vettem górcső alá. Vizsgáltam a rendszerkapcsolatokat a primer energiafelhasználás és villamosenergia-termelés szempontjából. Magyarország erőműparkjából kiindulva arra az egyszerűsítésre jutottam, hogy minden primer energiaáramhoz egy technológiai részrendszer rendelése a modellépítés első fázisban elegendő. Ennek megfelelően technológiai részrendszereket vettem fel a rájuk jellemző paraméterekkel.



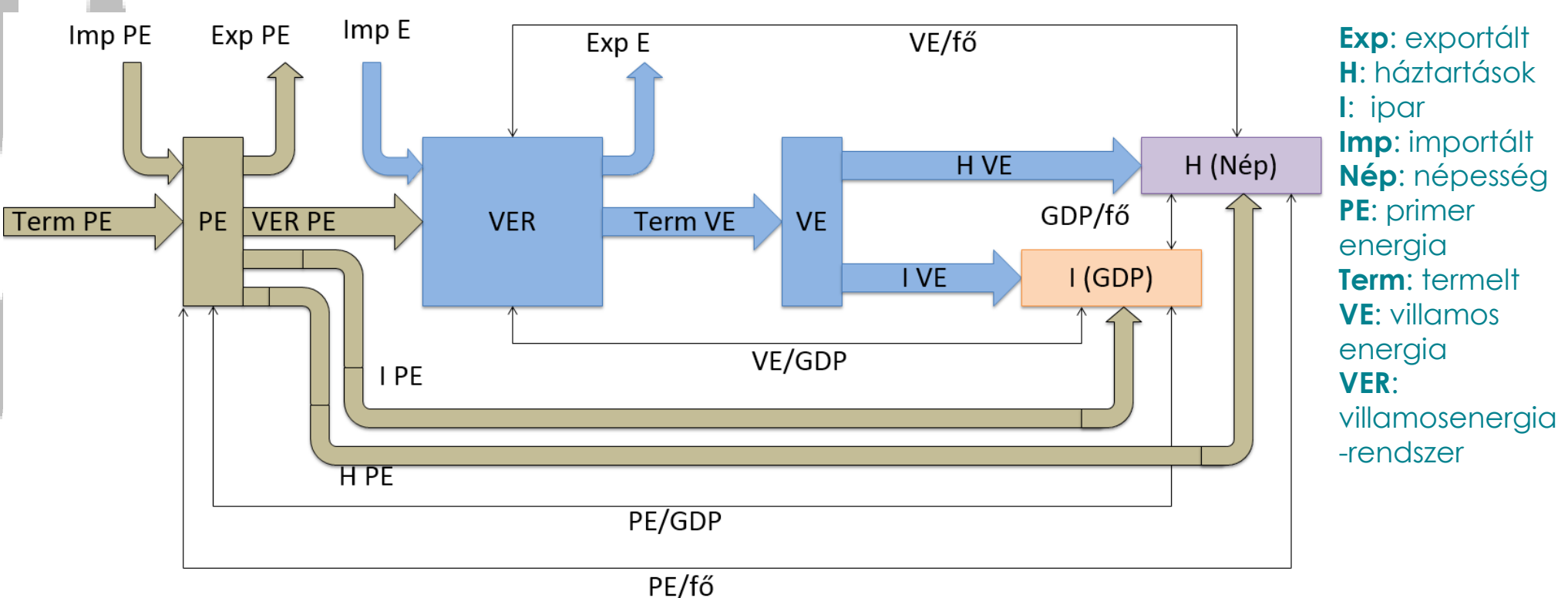
Horizontális bővítés



Exp: exportált
F: fogyasztók
Imp: importált
Nép: népesség
PE: primer energia
Term: termelt
VE: villamos energia
VER: villamosenergia-rendszer

Vertikális bővítés

Magyarország és Portugália területe, népessége, összenenergia felhasználása közel azonos, azonban GDP-je és villamosenergia-felhasználása eltér. A fogyasztói alrendszer szétbontása termelői és háztartási alrendszerre pontosabb leírást ad az energiahatékonysági mutatókon keresztül a valóságról.

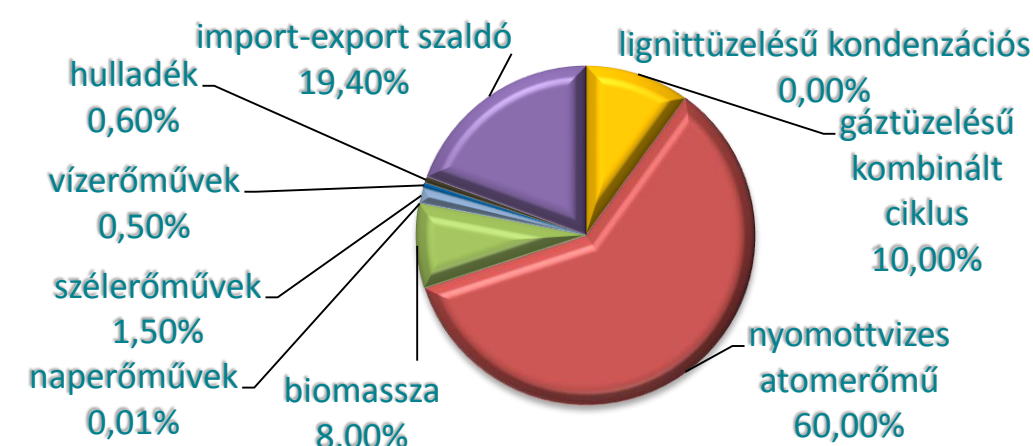


Végző soron az a célunk, hogy a modell magától számolja az egyes mennyiségeket, ehhez pedig szükség van az egyes alrendszerek közötti összefüggések feltárására. Első lépésként visszamenőleg lehetőség van arra, hogy a rendszert feltöltsük éves statisztikai adataival és ezek alapján definiáljuk az összefüggéseket az egyes alrendszerek és mennyiségek között. Ezek az energetikai mutatók lesznek később a modell működésének alapjai.

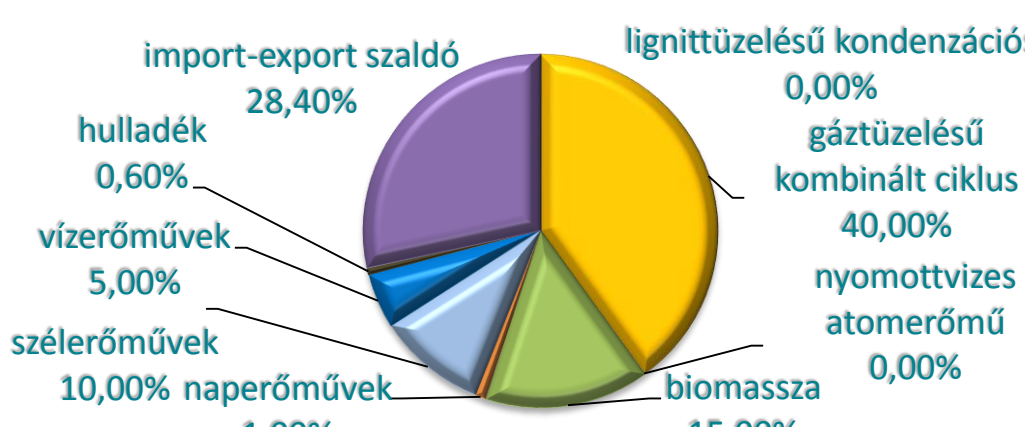
Forgatókönyvek és értékelés

A forgatókönyveket 2030-as kitekintéssel vizsgálom, a jövőbeli villamosenergia-igényt 20 év adatainak a lineáris extrapolációjából kaptam, ami így 50 878 GWh volt. Az egyes forgatókönyvek kialakítását étkezési szokások példáján keresztül mutatom be, mivel ahogy az ételleink megválasztása elhatározás kérdése, úgy az energiamix fejlődési tendenciája is kollektív elhatározáson múlik, és persze ne feledjük, hogy „az vagy, amit megeszel”.

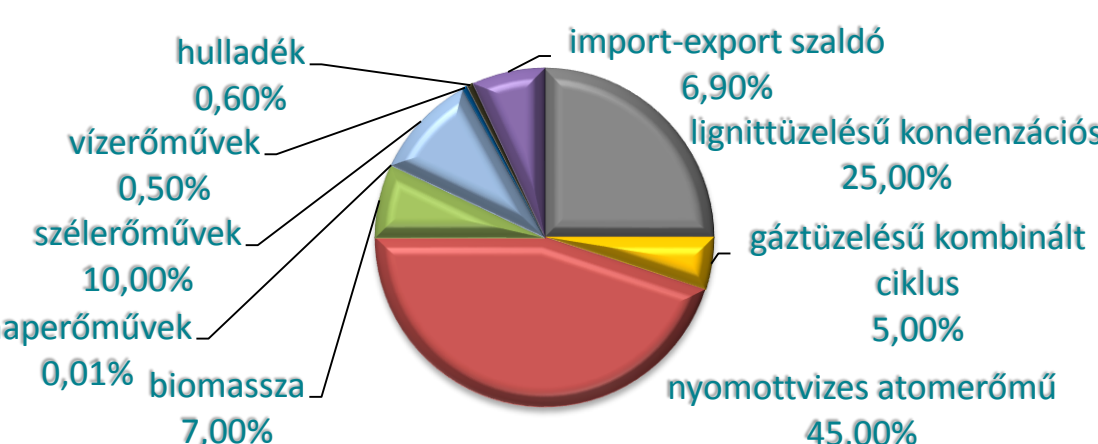
Atomjövő - „a paleolit táplálkozás”



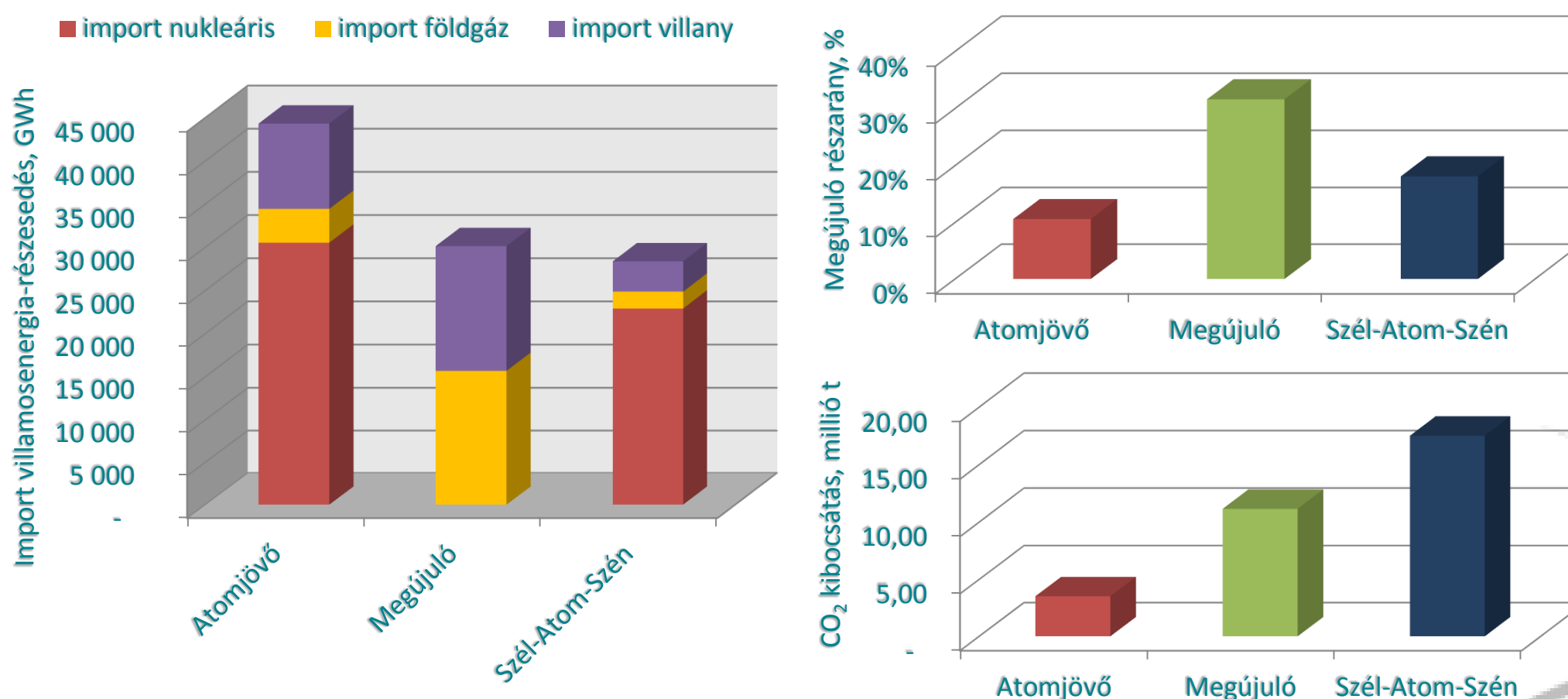
Megújuló - „vegetáriánusként is lehet”



Szél-atom-szén - „nincs jobb a hazainál”



Az importfüggőség értelmezésénél az Eurostat definícióját vettem, miszerint az importfüggőség megmutatja, hogy egy gazdaság mekkora mértékben támaszkodik importra, hogy kielégítse az energiaigényét. Ez alapján az esetünkben a technológiai részrendszer primerenergia-ellátásának import arányával szoroztam be annak villamosenergia-termelését, így adódott az import részarányt az egyes technológiai alrendszerekre. Ezt az elvet követve import szempontjából 0%-nak, vettem fel a lignittüzelésű erőmű által igényelt tüzelőanyagot és az összes megújuló energiaforrást hasznosító technológiát (a hulladékot is beleértve), 2011-es [13] adatok alapján a földgáz import részesedésének 77%, míg nukleáris fűtőanyagát 100% importnak tételeztem fel, amely nem változik a különböző forgatókönyvek során.



Kitekintés

A modell könnyedén skálázható, hiszen alapvetően az anyag-, energia- és információ áramok általános érvényűek. Más környezetbe ültetve az eszközparkját kell módosítani, például kisebb térségek esetén más technológiai alrendszerek jelennek meg a decentralizált energiatermelés révén. A modell további bővítése során szem előtt kell tartani, hogy ezek a részek könnyen „cserélhetők” legyenek, sőt a szimuláció során a modell maga tudja elvégezni az egyes technológiai alrendszerek be- és kikapcsolását, ezzel kizárva a modellkészítő elfoglaltságait. A modell végső célja, hogy kiszervezze a szubjektivitást az energetikából.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- ANDREW ARNETTE, CHRISTOPHER W. ZÖBEL (2012): An optimization model for regional renewable energy development. Renewable and Sustainable Energy Reviews 16, pp. 4606-4615.
- R. BANCOS, F. MANJANES-ADJULIAR, F. G. MONROYA, C. GIL, A. ALCAIDE, J. GOMEZ (2011): Optimization methods applied to renewable and sustainable energy: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 15, pp. 1753-1766.
- NINO BOCCARA (2004): Modeling Complex Systems. Springer, New York.
- ENDRE BÖRCÖK, JÁNOS OSAN, SÁNDOR BOZÓI, SZABINA TÖRÖK (2011): Több szempontú döntési modell alkalmazása a hazai villamosenergia-termelési rendszer fejlesztésében Magyar Energetika, 18, 2011/3, pp. 28-32.
- FATEKAS ANDRÁS ISTVÁN (2005): Villamosenergia-termelés technológiák összehasonlítása. A komplex összehasonlítás szempontrendszere. Magyar Atomfűtő Egység, Budapest.
- GÁCS IVÁN (2012): Villamosenergia-termelés gazdasági értékelése. BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék, H. n.
- GÁRBAI LÁSZLÓ, MÉHES SZABOLCS (2007): Hőszivattyús energetikai rendszerek komplex rendszerméleli modellje. Magyar Építésgépészet, 56, 2007/11, pp. 35-40.
- IEA (2012): World Energy Model Documentation, I. E. H. n.
- RALUCA I. IORGULESCU, JONAS M. POUMBEU (2009): A multi-scale integrated analysis of the energy use in Romania, Bulgaria, Poland and Hungary. Energy, 34, pp. 341-347.
- PETER KADAR (2010): Multi Objective Power Mix Optimization H.n., I. k.
- ABDULLAH KONAK, DAVID W. COIT, ALICE E. SMITH (2006): Multi-objective optimization using genetic algorithms: A tutorial. Reliability Engineering and System Safety, 91, pp. 992-1007.
- J. LIU, Q. G. LIN, G. H. HUANG, Q. WU, H. P. LI (2013): Energy systems planning and GHG-emission control under uncertainty in the province of Liaoning-Ching - A dynamic inexact energy systems optimization model. Electrical Power and Energy Systems, 53, pp. 142-158.
- MAGYAR ENERGETIKAI ÉS KÖZMŰSZABÁLYOZÁSI HIVATAL, MAVIR (2012): A magyar villamosenergia-rendszer (VER) 2012. évi statisztikai adatai. MKEH, H. n.
- DAKI MIN, JAEWOO CHUNG (2013): Evaluation of the long-term power generation mix: The case study of South Korea's energy policy. Energy Policy, 62, pp. 1544-1552.
- H. MIZDASZKIEWICZ, A. ELKAMEL, P. L. DOUGLAS, E. CROSET, M. GUPTA (2010): A multi-period optimization model for energy planning with CO2 emission consideration. Journal of Environmental Management, 91, pp. 1063-1070.
- MOHAN MUNISINGHE, PETER MEIER (1993): Energy Policy analysis and modeling. Cambridge University Press, Cambridge.
- ILHAN ÖZTÜRK, ALI ACARAVCI (2010): The causal relationship between energy consumption and GDP in Albania, Bulgaria, Hungary and Romania: Evidence from ARDL bound testing approach. Applied Energy, 87, pp. 1938-1943.
- SZÜCS ERVIN (1972): Hasznosság és modell. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- SZÜCS ERVIN (2000): Modellezés elmélete és gyakorlata. Szolnoki Főiskola, Szolnok.
- SZÜCS ERVIN (2000): Modellezés matematikai alapjai. Szolnoki Főiskola, Szolnok.
- SZÜCS ERVIN (1994): Rendszer és modell I. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- SZÜCS ERVIN (1997): Rendszer és modell II. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- AUDIT CHIE TAHIR, RENÉ BANARES-ALCANTARA (2012): A knowledge representation model for the optimisation of electricity generation mixes. Applied Energy, 97, pp. 77-83.
- RUUD WEIJERKAMP, PETER TAYLOR, OLIVER BAHN, SUBIR RAJAN DAS, YI-MING WEI (2012): Review of models and actors in energy mix optimization e can leader visions and decisions align with optimum model strategies for our future energy systems? Energy Strategy Reviews, 1, pp. 5-18.
- ZHIBIN WU, JIURONG XU (2013): Predicting and optimization of energy consumption using system dynamics-fuzzy multiple objective programming in world heritage areas. Energy, 49, pp. 19-31.
- QI ZHANG, BENJAMIN C. MCLELLAN, TETSUO TEZUKA, KEIICHI N. ISHIHARA (2013): An integrated model for long-term power generation planning toward future smart electricity systems. Applied Energy, 112, pp. 1424-1437.