



CACTUS

STRENGTHENING CENTRAL AND EASTERN
EUROPEAN CLIMATE TARGETS THROUGH
ENERGY SUFFICIENCY

Az elégséges
energiafelhasználás
(*energy sufficiency*)
szerepe a hazai épület és
közlekedési szektorok
dekarbonizációjában

Politikai összefoglaló

2022. május



Supported by:



Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation
and Nuclear Safety



European
Climate Initiative
EUKI

based on a decision of the German Bundestag



CACTUS

STRENGTHENING CENTRAL AND EASTERN
EUROPEAN CLIMATE TARGETS THROUGH
ENERGY SUFFICIENCY

Az elégséges energiafelhasználás szerepe a hazai épület és közlekedési szektorok dekarbonizációjában

A politikai összefoglaló a “Consolidating Ambitious Climate
Targets with End-Use Sufficiency” (CACTUS) kutatási project
keretében készült

2022 május



Szerzők: Bartek-Lesi Mária, Dézsi Bettina, Rácz Viktor (REKK), Inga Konstantinaviciute, Viktorija Bobinaite, Ausra Pazeraite, (LEI)

A CACTUS project az elégséges energiafelhasználást (energy sufficiency) célzó intézkedések közép- és kelet-európai éghajlat- és energiasztratégiákba való integrálását vizsgálja, az European Climate Initiative (EUKI) támogatásával.

Supported by:



Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation
and Nuclear Safety



European
Climate Initiative
EUKI

based on a decision of the German Bundestag

Tartalom

Bevezetés	3
1. Az elégséges energiafelhasználás és a hazai klímapolitika	4
2. Üvegházhatású gáz kibocsátás és energiafelhasználás a háztartási és közlekedési szektorokban	5
3. Elégséges energiafelhasználási szintek és szabályozási lehetőségek.....	7
3.1. Elégséges energiafelhasználásra vonatkozó feltevések: lakóépületek	8
3.2. Elégséges energiafelhasználásra vonatkozó feltevések: személyi közlekedés.....	11
4. Mit mutatnak az első modellezési eredmények?	16
5. Az elégséges energiafogyasztás további hatásai	19
Források.....	20

Bevezetés

Az EU-s országok nettó zero üvegházhatású gáz (ÜHG) kibocsátási céljának elérésében az energiatermelés zöldítése mellett az energiakereslet alakulása is döntő szerepet játszik. Az energia- és klímastratégiai dokumentumok jelenleg az energiahatékonyságot tekintik a keresletcsökkentés fő eszközének. A gazdasági fejlődés és a magasabb jólét viszont általában együtt jár az energiaszolgáltatások iránti kereslet növekedésével; a háztartások egynél több autót használnak, gyakrabban repülnek távoli országokba nyaralni, nagyobb lakásokba költöznek. Ezek a változások nemzetgazdasági szinten csökkentik vagy akár semmissé is tehetik a költséges energiahatékonysági intézkedések révén elért energiamegtakarítást. Az EU közlekedésből származó ÜHG kibocsátása 2019-ben az egyre szigorodó járműkibocsátási normák ellenére 25%-kal haladta meg az 1990-es szintet, főként a növekvő közúti és légi közlekedés eredményeként (EEA, 2021). Az EEB (2021) számításai szerint a 1990-2018 közötti időszakban az EU épület szektorában energiahatékonyság révén realizált emisszió-csökkenést gyakorlatilag ellensúlyozta a lakások alapterületének növekedése miatti többletfűtésből származó ÜHG kibocsátás. A COVID-19 pandémia hatására megfigyelhető bizonyos mértékű visszaesés pl. a közlekedés emissziójában, és a jövőbeni energiaárak is szerepet játszanak a kereslet alakulásában, de feltehető, hogy csak átmeneti javulásról beszélhetünk.

A karbonsemlegesség elérési lehetőségeit felvázoló stratégiai útvonal-elemzések kiemelt szerepet szánnak a kereslet oldali csökkentési lehetőségeknek. Többek között a Nemzetközi Energiaügynökség Nettó zero útiterve IEA (2021) és az IPPC (2019) 1,5 °C-os hőmérséklet emelkedéssel kompatibilis scenáriói is jelentős csökkentési potenciált tulajdonít azoknak a fogyasztó oldali intézkedéseknek, amelyek révén befolyásolni lehet az energiafogyasztás abszolút mértékét. Az energiakereslet gyors és hatékony csökkentésének szükségessége a közelmúltban talán még hangsúlyosabbá vált az EU azon törekvése fényében, hogy függetlenedjen az orosz energiaforrásoktól.

A kereslet csökkentésének lehetséges módjai között az energiahatékonyság (energy efficiency) mellett az "elégleges energiafogyasztást" (energy sufficiency) ösztönző szakpolitikai intézkedések is fókuszba kerültek. Az "energy sufficiency" kifejezésnek még nem létezik általánosan elfogadott magyar megfelelője, „elégleges/elegendő/ mértékletes energiafelhasználás,-ként (vagy kevésbé szép kifejezéssel élve "energiaelegendőség"-ként) fordíthatjuk. Szakirodalmi meghatározása alapján olyan mértékű energiafogyasztást értünk ezalatt, amely megfelelő életminőséget biztosít a társadalom tagjai számára anélkül, hogy veszélyeztetné a Föld eltartóképességét (Samadi et al. 2016, Förster et al. 2019, Lorek és Spangenberg, 2019).

Az elégleges energiafogyasztás feltételezi a fogyasztói szokások, fogyasztói rutin megváltozását, aminek eléréséhez az ösztönző szakpolitikák mellett elengedhetetlen a megfelelő infrastruktúra biztosítása is (pl. kerékpárutak építése, közösségi közlekedési fejlesztése, stb.). Fontos megjegyezni, hogy a "sufficiency" célok elérése jó esetben nem jár jólét-csökkenéssel. Ennek egyrészt az lehet az oka, hogy bizonyos szinten felül a többletfogyasztásból származó hasznosság már nem nő számottevő mértékben, másrészt a

fogyasztáscsökkenésből adódó járulékos előnyök (pl. levegőminőség változása, kisebb forgalom és zaj, közösségi terek bővülése) jólétnövelő hatású lehet.

Efficiency (energiahatékonyság) és sufficiency (elégséges energiafelhasználás) - mi a különbség?

Az energia felhasználásakor tulajdonképpen „energiaszolgáltatásokat” veszünk igénybe, pl. télen a fűtési, nyáron a hűtési energia segítségével biztosítjuk a kellemes közérzetet otthonainkban, az jármű üzemanyagok fogyasztása pedig közlekedési igényeinket szolgálja. Az energiahatékonyság javulása révén az adott energiaszolgáltatás alacsonyabb fajlagos energiáfordítással vehető igénybe, ami azonban nem feltétlenül jár abszolút energiafogyasztás-csökkenéssel, amennyiben a szolgáltatás iránti igény nő. Az elégséges energiafelhasználás ezzel szemben az energiaszolgáltatás iránti kereslet csökkentését vagy más módon történő kielégítését célozza. Feltételezi, hogy beavatkozások révén lehetőség van a fogyasztói szokások megváltozására. Például az otthoni munkavégzés és az online ügyintézés térnyerése csökkenti a közlekedési keresletet, a módváltás (bizonyos mennyiségű autót kerékpározással vagy tömegközlekedéssel való kiváltása) pedig a jármű kilométerekben és így a felhasznált energiában is megtakarítást eredményez.

Politikai összefoglalónk a CACTUS kutatási projekt legfőbb eredményeit mutatja be. A projekt azt a kérdést vizsgálta, hogy milyen szerepe lehet az elégséges energiafelhasználásnak a magyar és litván klímacélok elérésében, és milyen módon lehet az erre irányuló szakpolitikai intézkedéseket figyelembe venni a nemzeti dekarbonizációs útvonalak tervezésében.

Az első fejezet megvizsgálja, hogy megjelennek-e a hazai klímaszabályozásban elégséges energiafogyasztást ösztönző elemek. A második fejezet elégséges energiafelhasználásra vonatkozó mutatószámok 2050-re vonatkozó becslését mutatja be a hazai lakossági épület és személyi közlekedés szektorokban. A harmadik fejezet a kezdeti modellszámítások eredményeibe nyújt betekintést. Az utolsó szakasz összefoglalja a legfontosabb megállapításokat és ajánlásokat, figyelembe véve a projektbe bevont szakemberek és döntéshozók visszajelzéseit is.

1

1. Az elégséges energiafelhasználás és a hazai klímapolitika

Az **épületszektoral** kapcsolatos klímacélokat és intézkedéseket meghatározó aktuális stratégiai dokumentumok a Nemzeti Energia- és Klímaterv (NEKT), a Nemzeti Energiastratégia (NES), a Nemzeti Tiszta Fejlődési Stratégia (NTFS) és Magyarország hosszú távú felújítási stratégiája (HTFS) (Innovációs és Technológiai Minisztérium, 2020b, 2020c, 2020a és 2020d). Ezek mindegyike a lakóépületek és fűtési rendszerek korszerűsítésében látja a legnagyobb energiamegtakarítási potenciált, mely segítségével a NEKT szerint 2030-ig a földgázimport negyede váltható ki. A NES azzal számol, hogy a közel nulla energiafelhasználású

lakóépületek aránya 2030-ra eléri a 33%-ot. Az NTFS szerint a legnagyobb energiamegtakarítási potenciál a lakossági szektorban rejlik, ami 2050-re a 70 PJ-t is elérheti. A HTFS 2050 zéró kibocsátású lakóépület állományt vizionál mélyfelújítás, megújuló energia használat és intelligens épületüzemeltetés révén, ami elősegíti a primerenergia-fogyasztás és az energiainport csökkentésére irányuló stratégiai célkitűzéseket is. 2030-ra 20%-os energiamegtakarítást vár a háztartási szektorban, 2040-re az üvegházhatású gázok kibocsátásának 60%-os csökkentését (a 2018-2020-as átlaghoz képest), 2050-re pedig 90%-os közel nulla energiafelhasználású épületállományt tűzi ki célul. Mint látható, a stratégiai dokumentumok abszolút fogyasztás-csökkentési célokat fogalmaznak meg, de az elégséges energiafogyasztás fogalma és azt ösztönző intézkedések nem jelennek meg bennük. A HTFS megemlíti a fogyasztói tudatosságot formáló kampányok és a viselkedési tényezők jelentőségét, de csupán az energiahatékonysági technológiákba való beruházási hajlandóság növelésével kapcsolatosan. A stratégiák kiemelik ugyanakkor a rezsicsökkentés fenntartásának célját, ami csökkenti a háztartások energiamegtakarítási hajlandóságát.

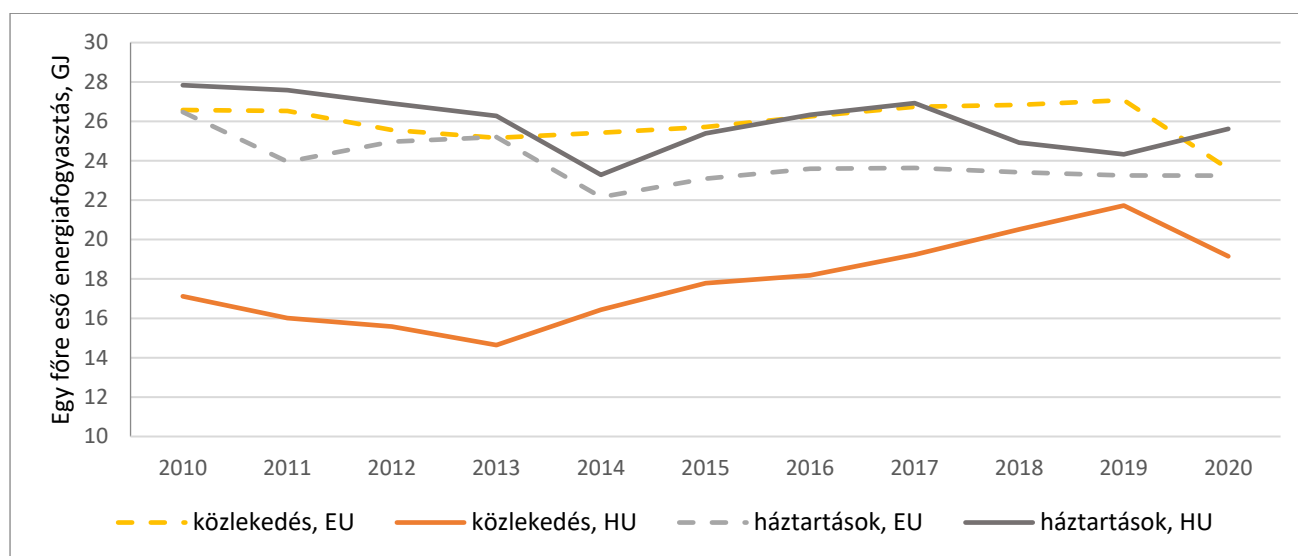
A hazai **közlekedési ágazat** emisszió-csökkentési lehetőségeit illetően a NEKT szintén a megújuló energiaforrásokra való áttérést és az energiahatékonyság növelését emeli ki fő eszközként. Bár fontosnak ítéli a gazdasági növekedés és az energiafogyasztás trendjeinek szétválását, a stratégia nem tűzi ki célul a közlekedési energiakereslet csökkentését, arra hivatkozva, hogy a gazdasági növekedést nem gátolhatja az energiafelhasználás korlátozása. A fosszilis energiaforrások felhasználására viszont meghatároz egy 10%-os növekedési korlátot, és 14%-os megújuló célt tűz ki 2030-ra. A NEKT-ben lefektetett konkrét intézkedések elsősorban a villamosításra irányulnak, de a dokumentum ösztönözni kívánja a közlekedési módok közötti váltást és az intermodális közlekedés fejlesztését is, adókedvezmények biztosításával. A korábban napvilágot látott magyar közlekedési infrastruktúra-fejlesztési stratégia (Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, 2014) tartalmaz olyan intézkedéseket is, amelyek az egyéni közlekedési kereslet csökkentését ösztönzik. Ezek közé tartozik például a tömegközlekedés szolgáltatási minőségének javítása (szélesebb elérhetőség, gyakoriság, kényelem, rövidebb menetidő, összehangolt csatlakozások, intelligens utastájékoztatói rendszerek), valamint a nem motorizált közlekedési módok fejlesztése új kerékpáros infrastruktúra építésével és alacsony forgalmú övezetek kialakításával. Ezeket a célokat a Budapesti Mobilitási Terv (BKK, 2015) is megfogalmazza, és emellett kiemeli az utazók környezettudatosságának fejlesztését célzó intézkedések fontosságát is. A NES is megfogalmaz olyan célokat, melyek mérsékelhetik a közlekedési keresletet, ilyen például az alternatív közlekedési módok (autómegosztás, telekocsi- és kerékpármegosztás, kerékpárhasználat) népszerűsítése, valamint a távmunka ösztönzése. A Nemzeti Tiszta Fejlődési Stratégia (NTFS) elismeri, hogy a közlekedési ágazatban az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése nagy kihívást jelent a mobilitási szolgáltatások iránti folyamatosan növekvő kereslet miatt, és 2050-re még a korai intézkedést feltételező klímasemlegességi forgatókönyv szerint is 8 PJ energiafogyasztás-növekedést prognosztizál. Kiemeli, hogy az ágazat számára kitűzött 90%-os kibocsátáscsökkentési cél elérése érdekében a tömegközlekedés, a kerékpározás és az autómegosztás ösztönzése kulcsfontosságú lesz. A közlekedéssel kapcsolatosan tehát - bár nem explicit módon - megfogalmazásra került a stratégiákban néhány olyan intézkedés, amely elégséges energiafogyasztási célokat is szolgál.

2

2. Üvegházhatású gázkibocsátás és energiafelhasználás a háztartási és

közlekedési szektorokban

Az 1. ábra az egy főre eső energiafogyasztás értékét mutatja a 2010-2020-as időszakban Magyarországon és az EU-ban. Az adatokat vizsgálva látható, hogy a háztartások energiafogyasztása csökkent mind Magyarországon mind az EU-ban, de a hazai fogyasztáscsökkenés alacsonyabb mértékű volt (9%, szemben az EU-s 14%-kal). A hazai háztartásokra vonatkozó értékek rendre meghaladják az EU-s átlagokat, és - bár az ábrán feltüntetett értékek a földrajzi elhelyezkedést és így a fűtési és hűtési energiaigényben mutatkozó különbségeket nem veszik figyelembe - ezt a trendet az Enerdata (2021) és a MEHI¹ klímakorrigált adatai is alátámasztják.



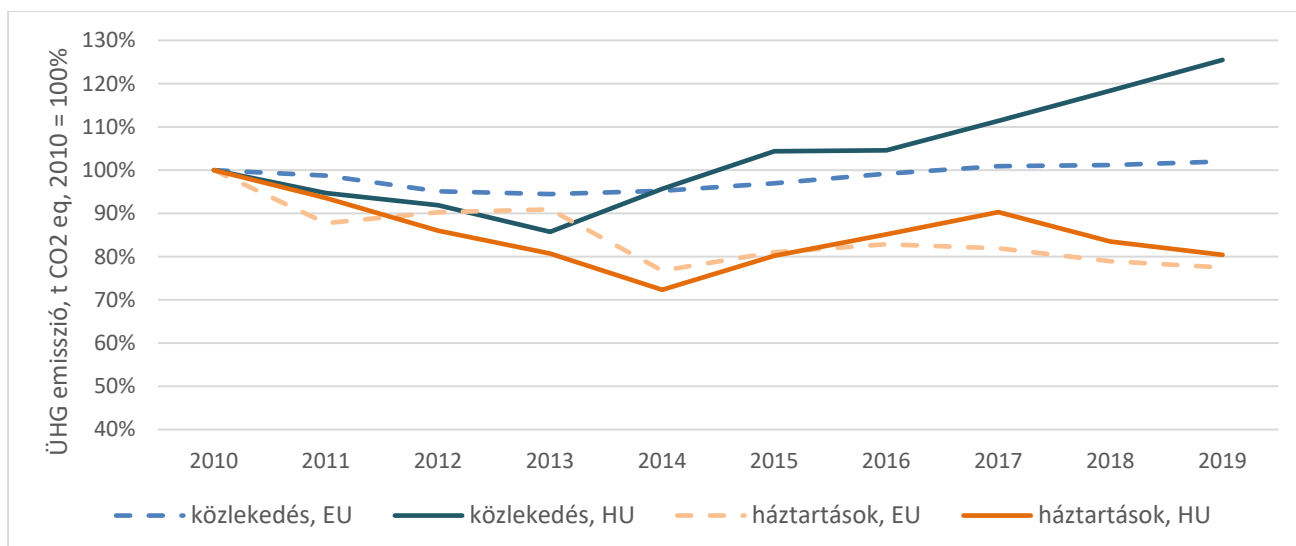
1. ábra: Egy főre eső energiafogyasztás a Magyarországon és az EU-ban, 2005 – 2020. Forrás: Eurostat (2022a)

A közlekedést tekintve más helyzet rajzolódik ki: az egy főre jutó közlekedési energiafelhasználás jóval alacsonyabb az uniós átlagnál. 2013-tól kezdődően viszont – a pandémia 2020-as hatásától eltekintve – erőteljes növekedésnek indult, és fokozatosan közelíti az uniós átlagot. (Eurostat, 2022a).

Az 2. ábrán a háztartási és a közlekedési szektorok ÜHG-kibocsátásának változása látható 2010 és 2019 között, 2010-hez képest². (Eurostat, 2021a). A hazai háztartások emissziója 20%-kal, az uniós átlagnál valamivel kisebb mértékben csökkent a vizsgált időszak alatt. A közlekedési emisszió pedig a 2013-ig tartó gazdasági visszaesést követően az uniós átlagnál jóval erősebben emelkedett.

¹ <https://mehi.hu/az-energiahatekonysagrol-magyarorszagon/>, letöltés: 2022-05-15

² Az ÜHG emisszióra vonatkozó adatok jelenleg még nem elérhetőek 2020-ra.



2. ábra: A háztartások és a közlekedési szektor ÜHG kibocsátásának alakulása az EU27-ben és Magyarországon, 2005 – 2019, 2005 = 100% Forrás: Eurostat (2021a)

Hogy a COVID-19 pandémia okozta sokk okoz-e hosszabb távú változást a közlekedési szektor energiafelhasználási és emissziós trendjében, az a jövő kérdése. Amennyiben a visszaesés átmenetinek bizonyul, a növekvő energiafelhasználás megnehezítheti a hazai kibocsátási célok elérését, ezért érdemes megfontolni a kereslet csökkentését célzó szakpolitikák alkalmazását.

3

3. Elégséges energiafelhasználási szintek becslése

Az elégséges energiafogyasztást célzó beavatkozások lehetséges hatásainak vizsgálatához olyan mutatószámokból indultunk ki, melyek az energiahatékonysági mutatókkal ellentétben kifejezetten az energiaszolgáltatások iránti keresletre fókuszálnak (Marignac et al. 2021). A mutatószámok 2050-re megcélzott számait a következőképpen becsültük meg:

1. megvizsgáltuk a mutatószámok historikus értékeit az EU-s átlagokkal összehasonlítva

- áttekintettük azokat a tényezőket, amelyek befolyásolják azok értékeit
- összegyűjtöttük a szakirodalomban található, maximum 1,5°-os globális átlaghőmérséklet-emelkedést célzó és természetes szén-dioxid nyelő technológiákra támaszkodó nettó zéró útervek elégséges energiafogyasztásra vonatkozó becsléseit
- ezekre támaszkodva, szakértői megbeszélések során meghatároztunk olyan elégséges értékeket, amelyek potenciálisan elérhetők lehetnek 2050-ig Magyarországon megfelelő szabályozói beavatkozások eredményeként.

Az így becsült elégséges energiafogyasztási értékek lehetőséget nyújtanak arra, hogy kiinduló inputként használjuk őket egy kezdeti scenárió-modellezéshez, ami alapján képet kaphatunk arról, hogy az abszolút keresletcsökkentést célzó szakpolitikák milyen mértékben járulhatnak hozzá a dekarbonizációs célok eléréséhez.

3.1. Elégséges energiafelhasználásra vonatkozó feltevések: lakóépületek

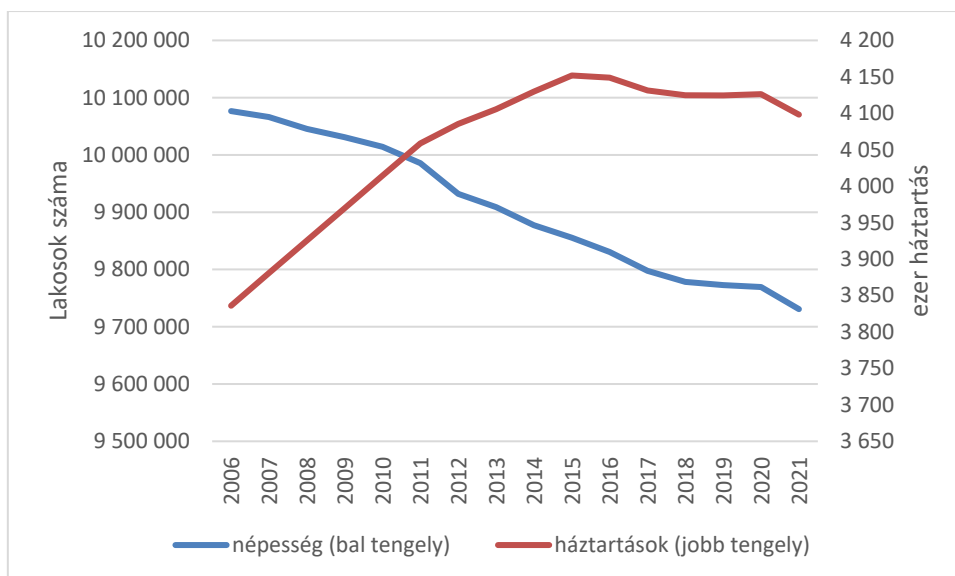
Az 1. táblázat a háztartási szektorra vonatkozóan mutatja be a legfontosabb mutatók bázisévi (2017) és a 2050-re feltételezett értékeit a szakirodalmi adatokkal összehasonlítva.

1. táblázat: Elégséges fogyasztásra vonatkozó mutatók, háztartási szektor

Indikátor	Elméleti fogyasztási szintek 2050-ben a szakirodalom alapján*	Magyarország	
		2017-es érték (alapév)	2050-re vonatkozó feltételezés
Háztartások száma ('000)	-	4134	4031
Átlagos háztartásméret (fő/háztartás)	2 - 4 ^a	2,37	2,3
Lakások száma ('000)	-	4651	4632
Egy főre eső lakás alapterület (m ² /fő)	30 ^b -35 ^c	37	35
Lakások teljes alapterülete (Mm ²)		381	324
Új lakások átlagos mérete (m ²)	N/A	100	80.5
Egy főre eső melegvízre fordított energia (kWh/fő)	294-371 ^d	893	520
Egy főre eső főzésre fordított energia (kWh/fő)	N/A	337	220

*Források: ^aMillward-Hopkins et al. (2020), ^bGrubler et al. (2018) ^cBierwirth and Thomas et al. (2019), ^dnégaWatt (2018)

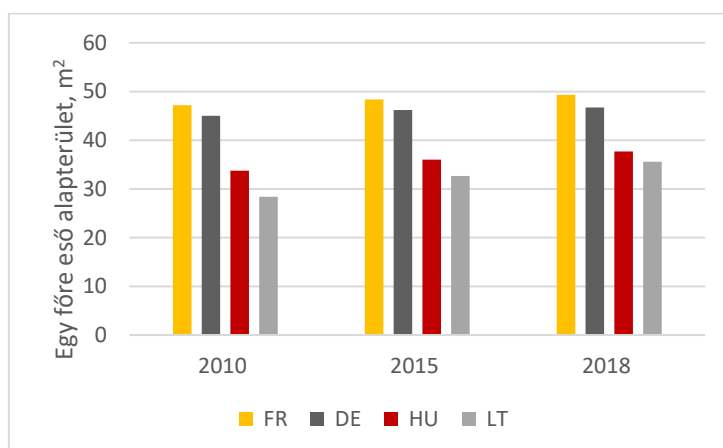
A magyar **háztartások száma** 3836 ezerről 4126 ezerre nőtt 2006 és 2020 között, bár 2015 után enyhén csökkenni kezdett, ahogy a 3. ábrán látható (Eurostat, 2021c). Ez a változás a fokozatosan csökkenő népességszám ellenére történt, és a háztartások átlagos méretének csökkenésével járt együtt (2,63-ról 2,37-re), az egyszemélyes, illetve gyermek nélküli háztartások számának emelkedése következtében. Hasonló tendencia figyelhető meg Európa szinte valamennyi országában (Eurostat, 2021d).



3. ábra: A hazai népesség és a háztartások számának alakulása, 2006-2021. Forrás: Eurostat, (2021c) és Eurostat, (2021d)

A háztartások száma befolyásolja a lakott **lakások mennyiségének** alakulását is. Historikus adatok alapján több új lakás épül évente, mint ahány megszűnik (KSH, 2021a), vagyis a lakások számának növekedésére lehet számítani. Ezt ellensúlyozhatja idővel azoknak az előregedő épületeknek a magasabb bontási aránya, amelyek felújítását rossz energetikai állapotuk és alacsony piaci értékük nem érdemes elvégezni (Erlt et al., 2021). Feltételezésünk szerint a csökkenő népességgel összhangban 2017-hez viszonyítva kb. húszezzerrel kevesebb lakás lesz használatban 2050-ben.

Az **egy főre jutó átlagos alapterület** az elmúlt 12 évben 15%-kal nőtt, részben a háztartások méretének csökkenése miatt (Odyssee-Mure, 2021). A 4. ábra a projektben részt vevő országok egy főre eső átlagos alapterületét hasonlítja össze. Látható, hogy a hazai és a litván értékek jóval alacsonyabbak, de erősebben nőnek, mint a német és francia átlagok. A szakirodalomban elégségesnek ítélt értékek tartományának maximumát feltételeztük Magyarországra, 2050-re.



4. ábra: Egy főre eső alapterület változása, Magyarország, Litvánia, Németország és Franciaország, Odyssee-Mure, 2021 alapján

A **lakások összterületének** növekedését (Odyssee-Mure, 2021 és KSH, 2021a) ellensúlyozhatja a beruházási potenciállal nem rendelkező házak magasabb bontási aránya és a használt lakások jobb kihasználtsága. 2050-re az összes alapterület 17%-os csökkenését feltételezzük a magas ingatlanárak és ösztönző szakpolitikák bevezetésének hatásaként. Az új lakások mérete az elmúlt években kissé csökkent (98 m² 2020-ban), ami részben annak köszönhető, hogy a négyzetméterárak 2021-ig a 2015-ös szint kétszeresére emelkedtek (KSH, 2021b). Feltételezésünk szerint az új lakások átlagos alapterülete 2050-ben 80,5 m² körül alakulhat.

2017-hez képest 2050-ig 35%-kal csökkenhet a **melegvíz** előállítására fordított energia, bár a szakirodalom szerint ennél nagyobb mértékű csökkentés is elképzelhető, ahogy az 1. táblázatban látható (négaWatt, 2019). A fogyasztói szokások változása mellett a mosogatógépek fokozott elterjedése és a vízmelegítő rendszerek alacsonyabb fogyasztása is hozzájárulhat az egy főre jutó energiafelhasználás csökkenéséhez, ami azonban nem az energiaszolgáltatás iránti kereslet csökkenésével, hanem az energiahatékonyság javulásával hozható összefüggésbe.

A **főzésre** fordított energiamennyiség az elmúlt öt évben viszonylag állandó volt Magyarországon (Eurostat, 2022b). A fogyasztási szokások változása - például az éttermekben való étkezés népszerűségének növekedése

és az ételek házhoz rendelésének növekvő aránya – energiahatékonysági fejlődéssel párosulva - csökkentheti az energiaszolgáltatás iránti keresletet, feltételezésünk szerint a 2017-es szint kb. egyharmadával.

Elégséges energiafelhasználás ösztönzése a lakóépület szektorban: jó gyakorlatok

Európában már számos, a lakóépületek elégséges energiafelhasználását célzó szakpolitikai eszközt alkalmaznak. Az egyik leggyakoribb intézkedés a lakások megosztásának és a közös használatú terek kialakításának ösztönzése.

Svédországban az idősek számára létesített épületek beruházói támogatásban részesülhetnek. Az igényelhető összeg odaítélésénél fontos szempont, hogy az egy négyzetméterre eső lakók száma ne lépjen túl egy előre meghatározott limitet. A közös használatú helyiségek kialakítása extra támogatással jár. (1)

A lakásmegosztás népszerűségének növekedése hatására a magánberuházók is üzleti lehetőségként tekintenek a közösségi épületekre. New York-ban és Berlinben például, ahol a lakásköltségek igen magasak, óriási a kereslet a rugalmas és független lakhatási lehetőségek iránt. A New York-i Ollie nevű közösségi platform a város első, 426 lakos számára tervezett co-living épületeként működik (2), a berlini Coconat pedig egy komplex, multifunkcionális munka- és lakóhely, ahol szabadidős és szabadtéri tevékenységekre is lehetőség van. (3)

A települések határaikon kívüli terjeszkedése révén korábban még nem lakott természeti területek kerülnek beépítésre, az egylakásos házak pedig arányaiban nagy helyet, sok építőanyagot és energiát igényelnek. Németországban a 42,5 millió lakóházból 16 millió az önálló családi ház, és a városok terjeszkedése egyre nagyobb ökológiai problémát jelent. Ebből az okból Hamburg-Nord városrészben nemrégiben megtiltották az új, egylakásos családi házak építését. (4)

A szakirodalom szerint a fogyasztói szokások megváltoztatásának egyik fő ösztönzője az energiafogyasztás mennyiségéről adott visszajelzés nyújtása, akár közvetett módon, pl. az energia számlákon szereplő múltbeli és/vagy összehasonlító fogyasztási adatok közzétételével, akár közvetlenül, az energiafelhasználást mérő és megjelenítő intelligens mérőeszközök segítségével. A szakirodalom szerint ez az energiafogyasztás 5-10%-os csökkenését is eredményezheti (EEA, 2013, Bertoldi et al. 2016, Parker et al. 2016). Az intelligens termosztátok telepítésére több európai országban támogatási programok állnak rendelkezésre beruházási támogatás, adókedvezmények, utalványok és adminisztratív támogatás formájában (pl. Egyesült Királyság, Hollandia, Belgium, Franciaország, Németország, Franciaország és Olaszország). Néhol a telepítést a fűtési rendszer cseréje vagy a kazánok korszerűsítése esetén kötelezővé is teszik (Hollandia, Egyesült Királyság). Franciaországban és Olaszországban az intelligens termosztátoknak magas minőségi követelményeknek kell megfelelnie ahhoz, hogy jogosult legyen a támogatásra. (5)

Források:

(1) <https://www.treehugger.com/should-single-family-houses-be-banned-5113017>

(2) <https://ny.curbed.com/2017/5/8/15578746/long-island-city-co-living-ollie>

(3) <https://coconat-space.com/>

(4) <https://www.boverket.se/en/start/building-in-sweden/swedish-market/financing/support/>

(5) <https://www.showhouse.co.uk/news/uk-leads-the-way-in-europe-for-supporting-smart-thermostats/>

3.2. Elégséges energiafelhasználásra vonatkozó feltevések: személyi közlekedés

A magyar közlekedési ágazat szén-dioxid-kibocsátása 1990-hez képest 65%-kal nőtt³, főként a közúti közlekedés erősödésének következtében. (Eurostat, 2021a). A 2. táblázat összefoglalja a személyi közlekedésre számított mutatók szakirodalmi, bázisévi és 2050-re feltételezett értékeit.

2. táblázat: Elégséges fogyasztásra vonatkozó mutatók, személyi közlekedés

Indikátor	Elméleti fogyasztási szintek 2050-ben a szakirodalom alapján*	Magyarország	
		2017-es érték (alapév)	2050-re vonatkozó feltételezés
Utazó/autó	2 – 3 ^{a, b, d}	1,5	1,7
Autók száma/fő	0,34 ^b	0,22	0,3
Összes ukm/fő	17 935 ^a	9 341	14 499
Autó - ukm/fő	1 077 ^{1, b} – 7 526 ^{1, c} ,	1 415 ¹	988 ¹
	1 710 ^{2, b} – 23 878 ^{2, c}	4 774 ²	5 181 ²
Busz - ukm/fő	2,154 ^{1, a} , 3,420 ^{2, a}	477 ¹	706 ¹
		1,392 ²	2,897 ²
Vonat – ukm/fő	2,154 ^{1, a} , 3,420 ^{2, a}	311 ³	951 ³
		789 ⁴	2,521 ⁴
Repülő – ukm/fő	581 ^c – 1,841 ^b	N.A.	1,000
Aktív módok – ukm/fő	N.A.	N.A.	564

¹helyi, ²helyközi, ³villamos/metro, ⁴vasút. Források: ^aMillward-Hopkins et al. (2020), ^bGrubler et al. (2018), ^cKuhnenn et al. (2020) ^dAssociation négaWatt (2017)

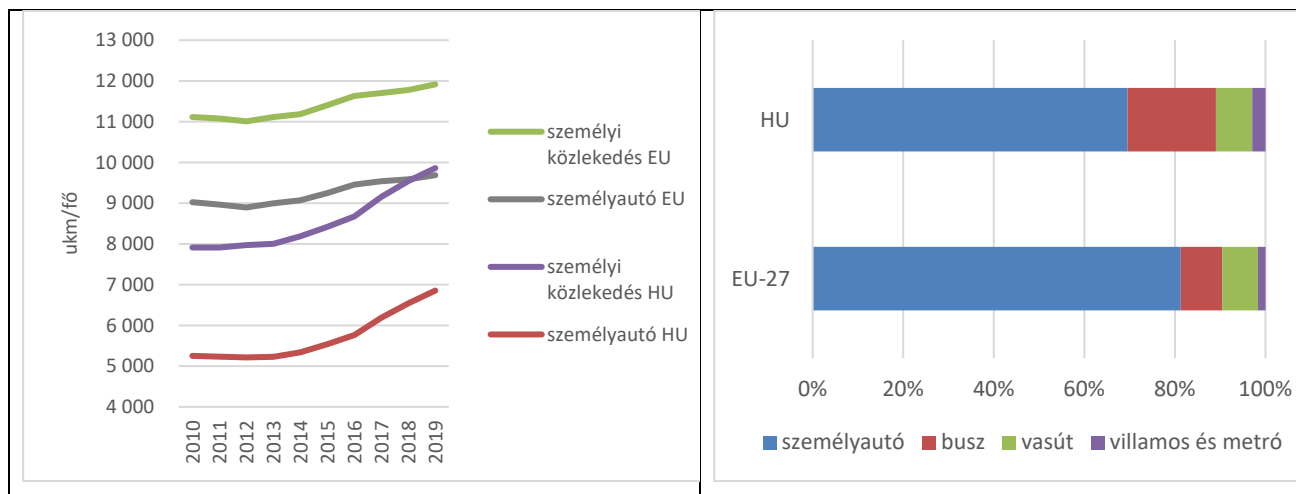
A járművek kihasználtsága - így az egy autóban utazó személyek száma is - jelentősen befolyásolja az összesen megtett járműkilométerek alakulását (jkm), és ezáltal a közlekedési energiafogyasztást. A mutató hazai átlagértékére vonatkozóan sajnos nem áll rendelkezésre közvetlen statisztika. A személyautók száma és az éves autó utaskilométer (ukm) adataiból becsülve 1,5 utas/autó körül mozog a **személygépkocsik kihasználtsága**. Mivel az egyéni mobilitás iránti igény és az egy főre eső autók száma egyelőre alacsonyabb az EU-s átlagnál, viszont emelkedő tendenciát mutat, feltételezésünk szerint a fogyasztói szokások lehetséges változásának köszönhetően (pl. telekocsi szolgáltatás népszerűségének erősödése) a mutató némi javulást mutat majd, de az elméleti intervallum alatt marad (1,7 fő/autó).

A **személyszállítás iránti kereslet** (ukm/fő) növekvő tendenciát mutat, de még mindig jóval a szakirodalomban javasolt elégséges értékek alatt van (körülbelül annak fele), ahogy a fenti táblázatból is látszik (DG MOVE, 2021). A 2050-re feltételezett értéket a különböző közlekedési módokra vonatkozó becsléseink összegeként határoztuk meg.

Magyarországon 2010 és 2019 között több mint 27%-kal nőtt az **autóközlekedés** iránti kereslet (DG Move, 2021), ugyanakkor a módok szerinti megoszlást tekintve az autózás részaránya kisebb, mint az EU legtöbb országában (ld. 5. ábra). Mivel a hazai kereslet a dinamikus növekedés ellenére még jóval az európai átlag alatt van, ezért a jövőre nézve az egy főre jutó ukm bizonyos mértékű növekedését várjuk, de ezzel egyidőben a helyi és távolsági autóhasználat arányának átrendeződésére is számítunk, azt feltételezve, hogy a városokban

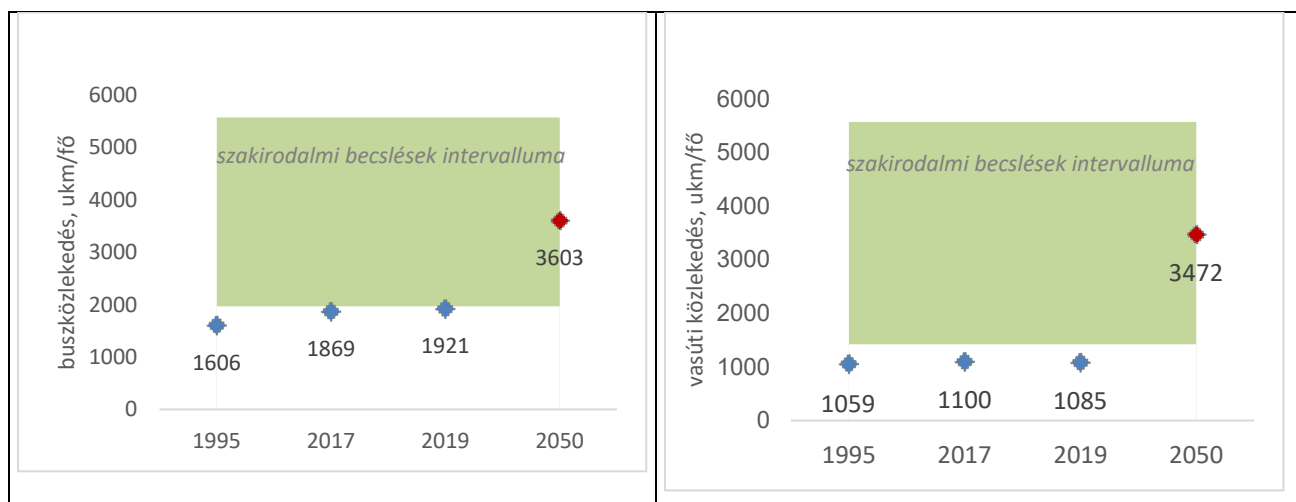
³ A nemzetközi repülés figyelembevételével, a "memo item"-ek nélkül.

és a kisebb településeken a tömegközlekedést és az aktív mobilitást ösztönző beavatkozásokkal mérsékelni lehet a személygépkocsi-forgalmat.



5. ábra: A személyi közlekedés és autózás iránti kereslet és a közlekedési módok szerinti megoszlás az EU-ban és Magyarországon, forrás: DG Move, 2021

Az **autóbuszos közlekedés** modális részesedése 2019-ben 19,5% volt, ami a legmagasabb érték az EU-ban (az EU-s átlag 9,1%) (DG Move, 2021). Feltételezéseink szerint a buszközlekedés iránti kereslet a helyi közlekedésben nőni fog, a távolsági közlekedésben azonban a kibővített vasúthálózattal szemben némi csökkenésre lehet számítani. A **vasúti személyszállítás** volumene 2005 óta 26%-kal esett vissza. Modális részesedése 8% körüli, ami közel áll az uniós átlaghoz (DG Move, 2021). A vasút vonzóbbá tehető a szolgáltatás minőségének javításával (az elérhetőség, megbízhatóság, kényelem, megfelelő csatlakozások) és a versenyképességét biztosító árszínvonalal. Bár az infrastruktúra fontos akadálya lehet a fejlődésnek, az elkövetkező években tervezett beruházások a várakozások szerint hozzájárulnak majd a szolgáltatás bővítéséhez (Hungarian Insider, 2021).



6. ábra: A busz- és vasúti közlekedés elégséges fogyasztási szintjének becslése. Historikus adatok forrása: DG Move (2021). Szakirodalmi becslések forrása: Grubler et al. (2018) és Millward-Hopkins et al. (2020)

A **motorkerékpárok és robogók** közlekedési aránya aránylag csekély, 2% körül alakul az EU-ban (DG Move, 2021). A robogókról sajnos nem áll rendelkezésre statisztika, ezért a 2017-es értéket DG Move (2021) és a TRACCS (2013) alapján becsültük. Feltételezve, hogy a következő évtizedekben a helyi közlekedéspolitikában központi szerepet játszik majd a forgalomcsökkentés, a kétkerekű motorizált járművek iránti kereslet várhatóan nőni fog.

A **légi közlekedés** teljesítményét a különböző adatbázisok eltérő módon határozzák meg, melyek közül egyik sem egyeztethető össze a szektor ÜHG emissziójával. A különböző forrásokból származó ukm/fő értékek 176 (Eurostat, 2022c) és 734 (KSH, 2021c) között változnak. A dinamikus bővülő légi közlekedés a feltételezéseink szerint néhány évig tovább növekszik, de 2050-re kb. 1000 pkm/fő körül stabilizálható, beleértve az EU-n kívüli légi közlekedést is.

A **nem motorizált** közlekedési módokra vonatkozóan sajnos nem érthető el adat, ezért a Budapesti és EU-s értékek alapján 2% körüli ukm arányt feltételeztünk a kerékpározásra és gyaloglásra. A kerékpáros fejlesztések várható eredményeként a jelenlegi 9000 km kerékpárút 2030-ra várhatóan 15 000 km-re nő, amit remélhetőleg további fejlesztések is követni fognak (KSH, 2019 és TTG Hungary, 2020). Több nagyvárosban elérhető kerékpármegosztó szolgáltatás és a hazai kerékpárutak egy része az EuroVelo nemzetközi kerékpárhálózathoz csatlakozik. A megnövekedett autóforgalom miatt azonban a kerékpározás kevésbé biztonságos mind a nagyvárosokban mind a kistelepüléseken. Ha a jövőbeli infrastruktúra fejlesztések segítik a biztonságos közlekedést, és a településfejlesztés iránya is a forgalomcsökkentést célozza, akkor a közúti közlekedés zöldítésével párhuzamosan az utazók kerékpározási és gyaloglási hajlandósága is növekszik.

Feltételezéseink szerint az aktív közlekedési módok 2050-ig 564 pkm/fővel csökkenthetik a motorizált közlekedés iránti keresletet, így a teljes személyszállítási kereslet 2050-ben 14500 ukm/fő körül alakulhat.

Elégséges energiafelhasználás a személyi közlekedés szektorban: jó gyakorlatok

A közlekedésben jelenleg alkalmazott szabályozói beavatkozások egy része a kereslet csökkentésére is alkalmas, pl. többek között a dugódíj, parkolási díj, útdíj, a sebesség vagy járműbehajtás korlátozása stb. Jelentős ösztönző hatása van az infrastruktúra fejlesztéseknek és a tömegközlekedés színvonalát emelő intézkedéseknek, valamint a szemléletformálásnak is.

A forgalom mérséklése érdekében számos nagyvárosban vezettek már be dugódíjat (többek között Londonban, Stockholmban, Göteborgban). San Franciscóban a parkolási díj valós időben igazodik a kereslet változásához a „cirkálás” (szabad parkolóhely keresgélése) és a párhuzamos parkolás megelőzése céljából. (1) Szingapúrban a járműállomány drasztikus növekedésének mérséklésére járműkvótákat vezettek be. A gépkocsik nyilvántartásba vételéhez és használatához szükséges (10 éves időtartamra szóló) jogosítványokat évente árverésen osztják ki, és lejárta után újra meg kell őket vásárolni. (2) A járművek kihasználásának növelése és az autópályák zsúfoltságának enyhítése céljából az USA-ban, Houston területén külön járműsáv áll rendelkezésre a több személyt szállító járművek számára. Azokban az időszakokban, amikor a sávok kapacitása nincs teljesen kihasználva, az egy utassal közlekedő járművek is használhatják a speciális sávot, plusz díj ellenében. (3)

A megfelelő infrastruktúra biztosítása jelentősen hozzájárulhat a gépkocsihasználat csökkenéséhez. A kerékpározás ösztönzésével kapcsolatban leggyakrabban említett mintapélda a több mint 400 km hosszú koppenhágai kerékpárút-hálózat. Az egyirányúsított útvonalak, védett sávok és kényelmi szolgáltatások (biztonságos tárolók, pumpa, stb.) biztosítása mellett a közlekedési lámpákat vezérlő intelligens rendszer teszi gördülékenyebbé a kerékpározást. Az autós közlekedés aránya 30%-os Koppenhágában. (4)

2020-ban Németország megemelte a Németországból induló járatokra kivetett légi közlekedési adót, ami fordítottan arányosan az utazás hosszával, és a rövidebb távú (2500 km alatti) járatok árára van a legnagyobb hatással. Az ebből származó bevételt a vonatjegyek árának támogatására fordítják a módváltás ösztönzése érdekében. (5)

Több nagyvárosban (többek között Nürnbergben, Strasbourgan, Oxfordban), azzal a céllal tervezték át a közúthálózatot, hogy életteret hódítsanak vissza a lakosok számára az autóforgalomtól és növeljék a zöld területek arányát. (6) Bécs nemrégiben úgy döntött, hogy követi Barcelona példáját az ún. "szupertömbök" kialakításában. Ebben a rendszerben a gyorsabb forgalmú közutakat a gyalogos és kerékpáros forgalom számára fenntartott lakótömbök körül vezetik el. A gyalogos zónákban a szükséges szolgáltatásokat végző és a helyi lakosokat szolgáló járművek maximum sebessége 10 km/óra. (7) Az eddigi tapasztalatok szerint a forgalomcsökkentő intézkedéseknek – amennyiben a tömegközlekedés megfelelő fejlesztésével párosulnak – igen magas a lakossági elfogadottsága, a levegőminőség javulása, a torlódás és a zaj csökkenése miatt (IEA, 2021). A zöldterületek bővülése a kedvezőtlen éghajlati hatások (pl. hőszigetek) csökkentéséhez is hozzájárul.

A városok túlzott térbeli terjeszkedését korlátozó megoldások a kevésbé sűrűn lakott területeken is csökkenthetik az egyéni autóhasználatot. Ausztráliában, Új-Zélandon és Észak-Amerikában is városkonszolidációs programok indultak a városok terjeszkedésének visszafordítása, és a városhatárokon belüli építési területek, infrastruktúrák jobb kihasználása céljából. A várostervezés és fejlesztés a előtérbe helyezik a fenntarthatósági szempontokat, és a gyalogos közlekedés előmozdítása céljából az iskolák, munkahelyek, kávézók, éttermek, üzletek, zöld közterületek a lakóhelyekhez közel létesülnek (Haarhoff et al. 2016).

(1) <https://www.wri.org/insights/strategies-sustainable-cities-demystifying-transport-demand-management>

(2) <https://www.valuechampion.sg/basics-of-coe>

(3) <https://www.transportation.gov/mission/health/High-Occupancy-Vehicle-Lanes>

(4) <https://eu.boell.org/en/cycling-copenhagen-the-making-of-a-bike-friendly-city>

(5) <https://www.transportenvironment.org/news/german-rail-fares-go-down-part-climate-measures>

(6) https://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/streets_people.pdf

(7) <http://bcnecologia.net/en/conceptual-model/superblocks>

4

4. Mit mutatnak az első modellezési eredmények?

Hogy képet kaphassunk arról, hogy az energiaszolgáltatások iránti kereslet csökkentésének ösztönzése révén mekkora megtakarítások érhetők el, és mely területeken lenne értelme az elégséges fogyasztást ösztönző beavatkozásoknak, kiválasztottunk néhány olyan mutatót, melyek egyszerűen integrálhatók a HU-TIMES modellbe az első modellszámítások elvégzése céljából. A HU-TIMES modell egy alulról felfelé építkező, részleges egyensúly-optimalizálási modell, amely az energiaszektor értékláncához kapcsolódó összes költséget figyelembe veszi. Lefedi a teljes hazai energiaszektort, beleértve az átalakítási ágazatokat, az ipari, a közlekedési szektor energiafelhasználását, valamint az épületekhez köthető energiafelhasználást, ideértve a lakossági és a szolgáltatási szektort is. A modell a 2016 és 2050 közötti időszakra terjed ki, és a hazai NEKT és a Hosszú Távú Fejlesztési Stratégia (HTFS) háttérszámításaihoz is hozzájárult.

Az modellszámításhoz a NEKT WAM forgatókönyve szolgált referencia scenárióként (a HTFS-hez végzett háttérszámításokhoz hasonlóan). Az elemzéshez a modell egyes kulcs paramétereit exogén módon átállítottuk a kiválasztott mutatók fent bemutatott becslései alapján. Ez az egyszerű, első lépésként használt megközelítés ugyan nem képes megragadni a szabályozói beavatkozások egyéni döntésekre gyakorolt hatását, de arra alkalmas, hogy megbecsüljük az elégséges felhasználási szintek mellett megtakarítható energiamennyiséget.

A modelleredmények bemutatása előtt két fontos ténytet meg kell említenünk:

- Mivel a kutatási projekt eredetileg nem foglalt magába modellezést, ezért ebben a fázisban minimális elemzésre volt lehetőség. Emiatt választottuk ki azt a néhány mutatót, amelyek modellbe illesztése egyszerűen elvégezhető volt.
- A modellfuttatás eredményeit 2050-re mutatjuk be, amely évre a HU TIMES modell a jelenlegi beállítások mellett nettó zéró ÜHG kibocsátást feltételez. Mivel a 2017 és 2050 közötti időszak köztes éveit egyelőre nem vizsgáltuk, a megtakarított emisszióra vonatkozóan nem, csupán az energiakereslet csökkenésére vonatkozóan tudunk eredményeket bemutatni.

4.1. Lakossági épületek

A lakossági épületszektorban három mutató hatását elemeztük. Ezek

- az egy főre jutó főzési energiaigény (COOKING forgatókönyv)
- az egy főre jutó melegvíz-igény (HOT WATER DEMAND forgatókönyv)
- az új épületek egy főre jutó átlagos alapterülete (AVG FLOOR AREA forgatókönyv)

A három eset mellett azok kombinációjának hatását is megvizsgáltuk (RSD COMBINED). Az egyes forgatókönyvekben beállított 2050-es értékeket a 3. táblázat tartalmazza.

Minden forgatókönyv esetében azt feltételeztük, hogy a változók értéke lineárisan közelíti meg a 2050-re feltételezett célértéket (ld. 1. táblázat). A mutatók közül az egy főre jutó alapterület elégséges szintjének integrálása jelentett kihívást, mivel a szükséges csökkentés nem valósítható meg csupán az új lakások fajlagos méretének csökkentésével. A modellben található új építésű lakaskategóriák közül ugyanis csak egy esetben

nagyobb az egy főre jutó alapterület a célértéknél (35 m²). Ezért a teljes lakásállomány alapterületének éves csökkenése nem volt elég a megcélzott elégséges szint elérésére. A lakott lakásállomány fajlagos alapterülete viszont befolyásolható olyan intézkedésekkel is, melyek ösztönzik a lakásmegosztást. Ennek a lehetőségnek a vizsgálata azonban későbbi elemzés tárgyát képezi majd.

3. táblázat: A lakóépület szektor elégséges felhasználásra vonatkozó scenáriói

	REF	COOKING	HOT WATER DEMAND	AVG FLOOR AREA	RSD COMBINED
Egy főre jutó, főzési célú energiafelhasználás (kWh/fő/év), 2050	333	220	333	333	220
Egy főre jutó, melegvíz előállítására fordított energiafogyasztás (kWh/fő/év), 2050	770	770	520	770	520
Új, 120 m ² feletti családi- és sorházi lakások egy főre eső alapterülete (m ² /fő), 2050	69	69	69	35	35

A kiválasztott mutatók célértékeinek beépítése 8,5%-os energiafelhasználás-csökkenést eredményez. A referencia scenárióhoz képest (összesen 70 PJ) az alacsonyabb energiaigény a főzés esetében 1 PJ, a melegvízre vonatkozóan 5 PJ, a csökkentett alapterületű új lakások esetén pedig szintén 1 PJ energiamegtakarítást jelent, a három intézkedés kombinálása esetén pedig 2050-ig összesen 6 PJ takarítható meg. Az energiarendszer költségeit tekintve elmondható, hogy az intézkedések valamelyest csökkentik az energiatermelő kapacitásokba való beruházási igényt. Az ebből adódó becsült éves megtakarítás a kombinált esetben 247 millió euró.

4.2. Személyi közlekedés

A közlekedés szektor indikátorai közül a modellezés első fázisában következő két mutató hatását vizsgáltuk, ezek:

- az autóhasználat iránti kereslet, ukm/fő/év (CAR USE forgatókönyv) és a
- a személyszállítás iránti kereslet, ukm/fő/év, ami az összes közlekedési módot magába foglalja, kivéve a légi és a belvízi közlekedést (TOTAL DEMAND forgatókönyv).

A két mutatóra vonatkozó scenáriók mellett azok kombinált hatását is megvizsgáltuk (TRN COMBINED).

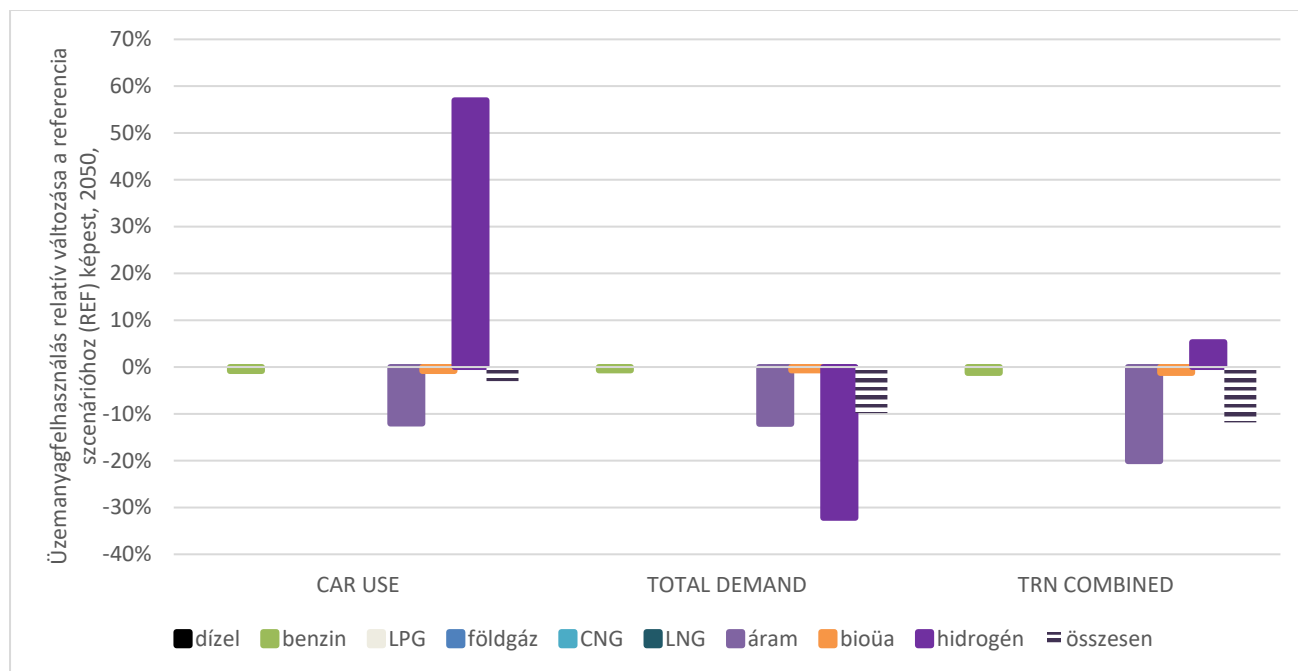
Az elégséges felhasználási szintek bevitele a modellezés módszertanának megfelelően helyi és távolsági felosztás szerint történt, és a változók értéke az épületszektorhoz hasonlóan lineáris változással éri el a 2050-es célt. A vizsgált scenáriókhöz tartozó 2050-es keresleti értékeket a 4. táblázat foglalja össze. Az autóközlekedés esetében a REF és a TOTAL DEMAND forgatókönyveknél feltüntetett intervallumokat a modellbe beépített módváltási lehetőség határai határozzák meg.

4. táblázat: A közlekedés szektor elégséges felhasználásra vonatkozó scenáriói

	REF	CAR USE	TOTAL DEMAND	TRN COMBINED
Autóközlekedés iránti kereslet, helyi közlekedés (ukm/fő/év), 2050	1340-3718	988	1340-3718	988
Autóközlekedés iránti kereslet, távolsági közlekedés (ukm/fő/év), 2050	6420-16200	5181	6420-16200	5181
Személyszállítási kereslet, helyi közlekedés (ukm/fő/év), 2050*	3755	3755	2900	2900
Személyszállítási kereslet, távolsági közlekedés (ukm/fő/év), 2050*	16200	16200	10600	10600

*A kategória szárazföldi szállítási módokat foglalja magában, nem terjed ki a légi és belvízi közlekedésre

A 7. ábra bemutatja, hogy a három vizsgált scenárió esetén milyen mértékben változott az egyes üzemanyagok felhasználása és a teljes energiafogyasztás a referencia forgatókönyvhöz képest. A CAR USE, vagyis az autóhasználat iránti kereslet mérséklése összességében 2,6%-os csökkenést (5 PJ megtakarítást) eredményez 2050-re. A relatíve alacsonyabb megtakarítás annak köszönhető, hogy az ekkor már jórészt elektromos személygépkocsik használatát – közlekedési módváltás eredményeképpen – elektromos és hidrogénüzemű buszok és vonatok váltják fel mind a rövid, mind a hosszú távú személyszállítási szegmensben. Így, bár a személygépkocsik villamosenergia-felhasználása csökken, a hidrogén üzemanyag előállításának aránylag magas villamos energia szükséglete ellensúlyozza az elért energiamegtakarítás nagy részét.



7. ábra: Üzemanyagok felhasználásának változása a referencia scenárióhoz képest, 2050. Megjegyzés: az egyes scenárió jelölése: CAR USE – csökkentett autóhasználat, TOTAL DEMAND – csökkentett személyszállítási kereslet, TRN COMBINED – az előző két eset kombinációja.

A teljes szárazföldi személyszállítási kereslet csökkenése már jelentősebb, -10%-os változást eredményez. Ebben a forgatókönyvben a közlekedési ágazat energiafogyasztása a referenciaesethez képest 18 PJ-lal csökken, ami mind a villamosenergia-, mind a hidrogénfelhasználás terén megtakarítást eredményez. A két forgatókönyv becült célértékeinek kombinálásával (TRN COMBINED) pedig összesen 22,3 PJ csökkenés érhető el a villamosenergia-felhasználás aránylag nagyobb, a benzin és a bioüzemanyagok aránylag kisebb mértékű csökkenése, és a hidrogén-felhasználás enyhébb növekedése eredményeként.

A villamosenergia-kapacitásokat tekintve a CAR USE forgatókönyvben a nulla emissziós buszokra és vonatokra való átállás növeli a hidrogén- és ezen keresztül a tiszta villamos energia iránti keresletet, ebből következően a szükséges naperőmű kapacitás nem változik a referencia esethez képest. A teljes szárazföldi közlekedési keresletre feltételezett elégséges fogyasztási szint elérése (TOTAL DEMAND forgatókönyv) azonban jelentős villamosenergia-megtakarítást eredményez, amit kisebb mértékű termelési kapacitás telepítését igényli. A beruházások elkerülése az egyes scenáriókban 800 (CAR USE), 1105 (TOTAL DEMAND), és 1800 (TRN COMBINED) millió euró éves megtakarítást jelent. A közlekedési szektorra vonatkozó modellezés fontos eredménye, hogy a tiszta technológiákon alapuló közlekedési módok közötti váltás nem feltétlenül jár energiamegtakarítással, amennyiben nem párosul közvetlen keresletcsökkenésre irányuló intézkedésekkel.

5

5. Az elégséges energiafogyasztás további hatásai

Az elégséges energiafelhasználás számos pozitív előnnyel jár, amelyek többnyire átfednek az energiahatékonyság hatásaival (IEA, 2015). A közvetlen költségmegtakarításokon túl további, közvetlen és közvetett, illetve könnyen és nehezebben számszerűsíthető hatásai lehetnek.

A közvetlen, könnyebben mérhető hatások közé tartozik, hogy az energiaellátási szektorban az új villamosenergia- és hőtermelő kapacitásokba való beruházások egy része elkerülhető - ahogy az előző fejezetben láttuk - de a szállító hálózatok és a kapcsolódó infrastruktúra fejlesztése terén is megtakarítások érhetők el. A fogyasztók ráfordításai is mérséklődnek az alacsonyabb energiaszámla és üzemanyagköltség révén, és bizonyos családok a saját autó vásárlási és fenntartási költségei alól is mentesülnek, ha - megfelelő alternatív közlekedési lehetőségek elérhetősége esetén - lemondanak a család – legalább egyik - autójáról.

Az egyik legfontosabb pozitív hatás a környezet állapotának javulása, a levegő-, talaj- és vízszennyezés elkerülése, az ÜHG kibocsátás és a zajszennyezés csökkenése. Ezek pozitívan befolyásolják az emberek és az élő környezet egészségi állapotát, és mérsékelhetik a környezeti és egészségügyi kiadásokat. Az energiamegtakarítás csökkenti az energiafüggőséget, és így növeli az energiabiztonságot, aminek jelentősége a jelenlegi geopolitikai helyzetben különösen hangsúlyos. A fogyasztói szokások változása - például a közösségi terek, épületek használata - erősíthetik a közösséghez tartozás érzését.

Az elégséges fogyasztás – csakúgy, mint az energiahatékonyság javulása - közvetlen és közvetett visszapattanó hatást is eredményezhet, amit szintén fontos figyelembe venni a szabályozás tervezésekor és értékelésekor. Bizonyos mértékű visszapattanó hatás elkerülhetetlen, különösen az alacsonyabb jövedelmű háztartások esetében. Az energiaszegénység enyhítését célzó szabályozás jelenleg a legtöbb országban az energiafogyasztói árának csökkentésére fókuszál az energiahatékonyságra és az elégséges fogyasztásra irányuló strukturális változások ösztönzése helyett, mely utóbbi megközelítés enyhíthetné a visszapattanó hatás problémáját (Sorrell et al. 2020).

Fontos megemlíteni az elégséges fogyasztásra való átállás költségeit is. A fogyasztói szokások változása az egyéni jólét bizonyos mértékű csökkenésével is járhat, például a háztól-házig tartó autózás helyett a tömegközlekedés használata, vagy a közös használatú helyiségek másokkal való megosztása kevésbé kényelmes megoldás lehet. Ezt a „költséget” azonban kompenzálhatja az élhetőbb környezetből, a közösséghez tartozásból adódó hasznosság-növekedés. Az elégséges fogyasztást célzó beavatkozások sikeréhez viszont az állam részéről többletberuházásokra van szükség, pl. a közlekedés esetében az alacsonyabb közlekedési kereslet elérésének alapfeltétele a megfelelő infrastruktúra biztosítása (biztonságos és kibővített kerékpárút rendszer, tömegközlekedés színvonalának javítása, lakókörnyezet átalakítása stb.).

Az energiakereslet csökkentését célzó szakpolitikai eszközök tervezésekor fontos minden releváns költséget és hasznot számításba venni, beleértve a közvetett, nehezebben mérhető gazdasági, társadalmi és környezeti hatásokat is.

Összefoglalás és javaslatok

Az elégséges energiafogyasztás ösztönzése az energiahatékonysági beavatkozások mellett a karbonsemlegesség elérésének fontos keresletoldali eszköze, amely elősegíti az energiarendszerek gyorsabb és alacsonyabb költségű átalakítását. Hozzájárul az energiahatékonysági beruházások eredményességéhez, csökkenti az importált fosszilis energiaforrásoktól való a függőséget, és mérsékli a széles körű elektrifikációhoz szükséges többlet megújuló kapacitások a és kapcsolódó hálózati fejlesztések iránti beruházási igényt.

A közép- és kelet európai országokban az alacsonyabb átlagos életszínvonal miatt fennmaradt néhány olyan fogyasztói minta, ami fejlettebb EU-s országok gyakorlatához képest fenntarthatóbbnak tekinthető (pl. a tömegközlekedés magasabb aránya, alacsonyabb egy főre eső lakás alapterület). A jelenlegi tendenciák alapján azonban a kevésbé fenntartható fogyasztási jellemzők irányába való elmozdulás prognosztizálható. A környezeti szempontból előnyös fogyasztói szokások fenntartására irányuló szakpolitikák - megfelelő szolgáltatási színvonal biztosítása mellett – előnyt biztosíthatnának a klímapolitikai célok elérésében.

Ebben a dokumentumban a CACTUS project keretében végzett elemzés legfőbb eredményeit foglaltuk össze, amely azt vizsgálta, hogy az elégséges energiafelhasználás ösztönzése hogyan járulhat hozzá Magyarország és Litvánia klímapolitikai céljainak eléréséhez, és ezzel összefüggésben hogyan lehet integrálni a nettó zéró kibocsátási forgatókönyveket elemző modellekbe. A lakossági épületek és a személyi közlekedés területeire vonatkozó mutatók kiválasztása és azok 2050-re feltételezett értékeinek meghatározása szolgált kiindulópontként az első modellszámításokhoz. Az eredmények alapján az energiaszolgáltatások iránti kereslet mérséklését célzó szakpolitikák – főként a személyi közlekedés területén – jelentős költségmegtakarítást eredményezhetnek az alacsonyabb energiafogyasztás és a megújuló villamosenergia kapacitások iránti beruházási igény csökkenése következtében.

A modellszámítások az elemzésnek ebben a fázisában nem terjedtek ki a fogyasztói döntéseket meghatározó személyes költségek és hasznok, közlekedési infrastruktúra fejlesztési költségei, valamint az externáliák vizsgálatára. A bemutatott modellszámításokat érdemes lenne kiegészíteni az eddig nem vizsgált mutatók és a 2020 és 2050 közötti évek elemzésével is, hogy a 2030-ig és 2050-ig elérhető kumulatív ÜHG kibocsátás- és beruházási költségmegtakarítások nagyságrendjéről is képet kaphassunk. A kapcsolódó költségek és hasznok teljes körű bemutatása érdekében az elemzést makromodellezéssel is össze lehetne kapcsolni.

Az elégséges energiafogyasztást célzó intézkedések gyors és költséghatékony módon képesek hozzájárulni az emissziócsökkentéshez, ezért fontos kiegészítő elemei lehetnek a dekarbonizációs szakpolitikák eszköztárának, különösen a 2030-as klímacélok szigorodása (és a NEKT szükséges felülvizsgálata), valamint az importált fosszilis energiaforrásoktól való függetlenedési törekvések tükrében. A beavatkozási területek feltérképezéséhez és lehetséges hatásuk becsléséhez nyújthat segítséget a releváns intézkedések stratégiai útvonal elemzésekbe történő integrálása.

Források

Association négaWatt (2017): The négaWatt 2050 energy scenario. <https://negawatt.org/The-negaWatt-2050-energy-scenario>, letöltés: 11-01-2022

Barrett, J., Pye, S., Betts-Davies, S., Eyre, N., Broad, O., Price, J., Norman, J., Anable, J., Bennett, G., Brand, C., Carr-Whitworth, R., Marsden, G., Oreszczyn, T., Giesekam, J., Garvey, A., Ruyssevelt, P. és Scott, K. (2021) The role of energy demand reduction in achieving net-zero in the UK. Centre for Research into Energy Demand Solutions. Oxford, UK. ISBN: 978-1-913299-11-8

Bertoldi, P., Ribeiro Serrenho T., Zangheri P. (2016) Consumer Feedback Systems: How much energy saving will they deliver and for how long . Proceedings of the 2016 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency

- in Buildings; ACEEE (Organiser). American Council for an Energy-Efficient Economy; 2016. JRC101004, <https://www.aceee.org/files/proceedings/2016/data/>, letöltés: 6-16-2021
- BKK (2015): Balázs Mór Terv 2014-2030, BKK Centre for Budapest https://bkk.hu/downloads/6386/CljaNQu7Jfyizth_nCSLgw==, letöltés: 17-01-2022
- De Vos, J. and Witlox F. (2013) Transportation policy as spatial planning tool; reducing urban sprawl by increasing travel costs and clustering infrastructure and public transportation, *Journal of Transport Geography*, 33 (2013), pp. 117-125, <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.09.014>
- DG MOVE (2021) EU transport in figures, Statistical pocketbook 2021, https://transport.ec.europa.eu/other-pages/transport-basic-page/statistical-pocketbook-2021_en, letöltés: 27-10-2021
- EEA (2013) Achieving energy efficiency through behaviour change: what does it take? EEA Technical report, No 5/2013. <https://www.eea.europa.eu/publications/achieving-energy-efficiency-through-behaviour/file>, letöltés: 6-20-2021
- EEA (2021) Greenhouse gas emissions from transport in Europe, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-greenhouse-gases-7/assessment>, accessed: 10-19-2021
- EEB (2021) SUFFICIENCY and CIRCULARITY The two overlooked decarbonisation strategies in the 'Fit For 55' Package, https://mk0eeborgicuyptuf7e.kinstacdn.com/wp-content/uploads/2021/10/Decarbonisation-EU-Building-Stock_EEB-report-2021.pdf, letöltés: 13-10-2021
- Ertl, A., Horváth, Á., Mónus, G., Sáfián, F., Székely, J. (2021) Az energetikai jellemzők és az ingatlanárak kapcsolata, *Statisztikai Szemle, STATISZTIKAI SZEMLE*, 99. évf. 10. szám, pp. 923–953, <https://doi.org/10.20311/stat2021.10.hu0923>
- EC (2020) Telework in the EU before and after the COVID-19: where we were, where we head to, *Science for Policy Briefs*, JRC European Union, 2020 – JRC120945, https://ec.europa.eu/jrc/sites/default/files/jrc120945_policy_brief_-_covid_and_telework_final.pdf, letöltés: 5-20-2021
- Enerdata (2021) Evolution of households energy consumption patterns across the EU, *Analyst Brief*, 16 Dec 2021, <https://d1owejb4br3l12.cloudfront.net/publications/executive-briefing/eu-evolution-households-energy-patterns.pdf>, letöltés: 2022-05-02
- Eurostat (2021a) Greenhouse gas emissions by source sector [env_air_gge], https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_air_gge&lang=en, updated: 17-08-2021, letöltés: 31-01-22
- Eurostat (2021b) Air Emission Accounts [env_ac_ainah_r2], https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_ac_ainah_r2&lang=en, updated: 17-12-2021, letöltés: 31-01-22
- Eurostat (2021c) Number of households by degree of urbanisation and NUTS 2 regions (1 000) [lfst_r_lfsd2hh], updated: 02-06-2021, letöltés: 28-01-22
- Eurostat (2021d) Population on 1 January by age and sex [demo_pjan], https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=demo_pjan&lang=en, updated: 05-07-2021, letöltés: 28-01-22
- Eurostat (2022a) Simplified energy balances [nrg_bal_s], https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_bal_s&lang=en, updated: 25-01-22, letöltés: 31-01-22
- Eurostat (2022b) Disaggregated final energy consumption in households - quantities [nrg_d_hhq], https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_d_hhq&lang=en, letöltés: 31-01-22

- Eurostat (2022c): Passenger air transport over national territory (including territorial sea) - million passenger-km, https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=avia_tppa&lang=en, letöltés: 23-01-2022.
- Grubler, A.; Wilson, C.; Bento, N.; Boza-Kiss, B.; Krey, V.; McCollum, D. L.; Rao, N. D.; Riahi, K.; Rogelj, J.; Stercke, S. de; Cullen, J.; Frank, S.; Fricko, O.; Guo, F.; Gidden, M.; Havlík, P.; Huppmann, D.; Kiesewetter, G.; Rafaj, P.; Schoepp, W.; Valin, H. (2018): A low energy demand scenario for meeting the 1.5 °C target and sustainable development goals without negative emission technologies. In: Nature Energy, 3 (6), pp. 515–527. <https://doi.org/10.1038/s41560-018-0172-6>
- Haarhoff, E. Beattie L. and Dupuis, A. (2016) Does higher density housing enhance liveability? Case studies of housing intensification in Auckland, Cogent Social Sciences, 2:1, 1243289, DOI: 10.1080/23311886.2016.1243289
- Hungarian Insider (2021): Large sums are being spent on Hungary's railways. <https://hungarianinsider.com/large-sums-are-being-spent-on-hungarys-railways-8285/>, letöltés 11-01-2022
- Hungarian Ministry of Innovation and Technology (2020a): National Clean Development Strategy 2020-2050, https://ec.europa.eu/clima/sites/lts/lts_hu_update_en.pdf
- Hungarian Ministry of Innovation and Technology (2020b): National Energy and Climate Plan, https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/hu_final_necp_main_en.pdf
- Hungarian Ministry of Innovation and Technology (2020c): National Energy Strategy, <https://www.enhat.mekh.hu/strategiak>
- Hungarian Ministry of Innovation and Technology (2020d): Long Renewal Strategy on the basis of Directive (EU) 2018/844 with a view to fulfilling the eligibility conditions for the payment of cohesion funds for the period 2021-2027, https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/documents/hu_2020_ltrs_en.pdf
- Hungarian Ministry of National Development (2014) National Transport Infrastructure Development Strategy, <https://2015-2019.kormany.hu/download/3/a8/10000/Nemzeti%20K%C3%B6zleked%C3%A9si%20Infrastrukt%C3%BAra-fejleszt%C3%A9si%20Strat%C3%A9gia.pdf>, letöltés: 01-02-2022
- IEA (2015), Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/capturing-the-multiple-benefits-of-energy-efficiency>
- IEA (International Energy Agency) (2021), Net Zero by 2050, A Roadmap for the Global Energy Sector https://iea.blob.core.windows.net/assets/20959e2e-7ab8-4f2a-b1c6-4e63387f03a1/NetZeroby2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf, Letöltés: 6/20/2021
- IPCC (2019) Special Report, Global Warming of 1.5 °C, <https://www.ipcc.ch/sr15/>, letöltés: 6/20/2021
- Kodukula, S. (2018) Integrated Land Use Planning and Urban Transport in Low Carbon Cities, UNCRD Environmentally Sustainable Transport (EST) Forum, Ulaanbaatar, Mongolia. [https://www.uncrd.or.jp/content/documents/711420190924_EST_LUT_Final\(1\).pdf](https://www.uncrd.or.jp/content/documents/711420190924_EST_LUT_Final(1).pdf), Letöltés: 6/12/2021
- KSH (2016) Mikrocenzus, Lakáskörülmények, https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mikrocenzus2016/mikrocenzus_2016_7.pdf, letöltés: 09-15-2021
- KSH (2019): Infrastructure supply of settlements, (Hungarian Central Statistical Office) 2019, <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/telepinfra/2019/index.html>, letöltés: 11-01-2022
- KSH (2021a) 18.1.2.6. Lakásépítés, lakásmegszűnés megye és régió szerint, (Hungarian Statistical Office, STADAT database) https://www.ksh.hu/stadat_files/lak/hu/lak0022.html, letöltés: 11-01-2022

- KSH (2021b) 18.2.1.8. Lakáspiaci árindex negyedévenként (Hungarian Statistical Office, STADAT database), https://www.ksh.hu/stadat_files/lak/hu/lak0036.html, letöltés: 2021.11.01.
- KSH (2021c) 24.1.1.18. Nemzetközi helyközi személyszállítás közlekedési módok szerint (Hungarian Statistical Office, STADAT database), https://www.ksh.hu/stadat_files/sza/hu/sza0018.html, letöltés: 11-1-2022
- Kuhnenn, K.; Da Costa, L. F. C.; Mahnke, E.; Schneider, L.; Lange, S. (2020): A societal transformation scenario for staying below 1.5°C. Heinrich-Böll-Stiftung e.V., Berlin, <https://www.boell.de/en/2020/12/09/societal-transformation-scenario-staying-below-15degc>, letöltés: 6/20/2021
- Lorek, S., & Spangenberg, J. H. (2019). Energy sufficiency through social innovation in housing. *Energy Policy*, 126(June 2018), 287–294. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.11.026>
- Marignac, Y.; Bourgeois, S.; Djelali, M.; Taillard, N.; Brizga, J.; Garcia, M.; Dudau, R.; Cordroch, L.; Lalas, D.; Marenne, Y.; Olesen, G.; Bovet, P.; Sarafidis, Y.; Erba, S.; Pagliano, L.; Coppens, L.; Thema, J.; Ferreira, F.; Best, B. (2021): Scaling-up energy sufficiency on a European level through a bottom-up modelling approach: lessons and perspectives, eceee 2021 conference paper
- Millward-Hopkins, J.; Steinberger, J. K.; Rao, N. D.; Oswald, Y. (2020): Providing decent living with minimum energy: A global scenario. In: *Global Environmental Change*, 65, p. 102168, <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102168>
- Odyssee-Muree (2021) Data on floor area and population, letöltés: 2021-01-21
- Parker, D., Sutherland, K. and Chasar D. (2016), Evaluation of the Space Heating and Cooling Energy Savings of Smart Thermostats in a Hot-Humid Climate using Long-term Data, Proceedings of the 2016 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings; ACEEE (Organiser). American Council for an Energy-Efficient Economy; 2016, https://www.aceee.org/files/proceedings/2016/data/papers/8_163.pdf, letöltés: 6/16/2021
- Samadi, S., Gröne, M. C., Schneidewind, U., Luhmann, H. J., Venjakob, J., & Best, B. (2017). Sufficiency in energy scenario studies: Taking the potential benefits of lifestyle changes into account. *Technological Forecasting and Social Change*, 124, 126–134. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.09.013>
- Sorrell, S.; Gatersleben, B.; Druckman, A. (2020): The limits of energy sufficiency: A review of the evidence for rebound effects and negative spillovers from behavioural change. In: *Energy Research & Social Science*, 64, p. 101439. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101439>
- TRACCS (2013) TRACCS project, country-specific data collection, <https://traccs.emisia.com/index.php>, letöltés: 2019-07-02
- TTG Hungary (2020): Bicycle developments continue | TTG Hungary. <https://ttghungary.hu/2020/09/23/folytatodnak-a-kerekparos-fejlesztések/>, letöltés: 11-01-2022.
- Zell-Ziegler, Carina, J. Thema, B. Best, F. Wiese, J. Lage, A. Schmidt, E. Toulouse, S. Stagl, (2021) Enough? The role of sufficiency in European energy and climate plans, *Energy Policy*, Volume 157, 2021, 112483, ISSN 0301-4215, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112483>