



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Villamos Energetika Tanszék

Ludman Levente

Budapest nyugati agglomerációs ingázásának kiváltása villamos autókkal

Tudományos Diákköri Konferencia

KONZULENS

Dr. Hartmann Bálint

BUDAPEST, 2020

Összefoglaló

A témaválasztást két, napjainkban aktuális és meghatározó probléma megléte motiválja. A villamos autók és a hagyományos, belső égésű motorral szerelt autók versenye továbbra is folyik. A legújabb tanulmányok szerint a villamos autóról még nem jelenthető ki, hogy hagyományos társánál kisebb környezeti terhelést okozna, köszönhetően a jelenlegi, még jelentős mértékben fosszilis alapú energiatermelésnek. Ugyanakkor számításba véve a villamosenergia-termelés tervezett átalakítását, a dekarbonizációs törekvéseket, az egyre inkább meghatározóvá váló megújuló részarányt, valamint a villamos autók városi használatának már jelenleg is világos pozitívumait, kézenfekvőnek látszik, hogy a főváros jelene és jövője szempontjából a villamos autók kulcsszerepet tölthetnek be.

A másik, Budapestet érintő kérdés az ingázás. Az elmúlt évek statisztikája szerint egyre több, a fővárosban munkát vállaló költözik a budapesti agglomerációba, akár vidékről, akár magából a fővárosból, s válik ezzel napi ingázóvá. A budapesti autósforgalom jelentős részét ezen munkavállalók alkotják, ami a jelenlegi városfejlesztésekkel (melyek zöldebb, élhetőbb várost céloznak meg) szembemenő tendencia. A már bejelentett közigazgatási fejlesztések mellett jelentős előrelépés lehet a villamos autók használatának elterjedése azon ingázók körében, akik továbbra is autóval képzelik el a jövőbeli közlekedésüket.

Dolgozatom első pontjában a külföldi szakirodalom és tapasztalatok alapján szocio-ökonómiai szempontokra építve megvizsgálom a már villamos autót használók közös tulajdonságait, majd ezeket adaptálva azonosítom a hazai „early adopter” felhasználói csoportot. Ezután megvizsgálom az agglomeráció és főváros közti ingázás jellemzőit, majd ezeket összevetve a kapott profillal a kiválasztott agglomerációs régiót elemzem. Végül megvizsgálom, hogy mekkora többlet villamosenergia-igényt jelentene az „early adopter” célcsoport villamos autóra váltásának hatására megjelenő töltési igény. Ezt két különböző forráskönyv alapján is megvizsgálom: az első szerint az ingázók a munkahelyen, tehát Budapest valamelyik kerületében töltik autóikat, míg a második esetben a felhasználók otthon töltenek, a kiválasztott agglomerációban.

Abstract

The choice of topic is motivated by the existence of two problems that are current and decisive today. The competition between electric cars and conventional cars with internal combustion engines continues. Recent studies show that electric vehicles (EVs) cannot be said yet to cause less environmental impact than their traditional counterpart, thanks to current, yet largely fossil-based energy production. At the same time, given the planned transformation of electricity generation, decarbonisation efforts, the growing share of renewables and the already clear positives of urban EV use, it seems obvious that EVs can play a key role in the present and future of the capital.

The other issue affecting Budapest is commuting. According to the statistics of recent years, more and more people working in the capital move to the Budapest agglomeration, either from the countryside or from the capital itself, and thus become daily commuters. A significant part of Budapest's car traffic is made up of these employees, which is a trend facing current urban developments (which target a greener, more livable city). In addition to the administrative developments already announced, the spread of the use of electric cars among commuters who continue to envision their future transport by car could be a significant step forward.

In the first point of my paper, based on the foreign literature and experience, I examine the common characteristics of those who already use EVs, based on socio-economic aspects, and then adapt them to identify the Hungarian early adopter user group. As a next step I examine the characteristics of commuting between the agglomeration and the capital, and then compare them with the obtained profile to analyze the selected agglomeration region. Finally, I examine how much extra electricity would be required by the charging demand that would result from switching from the early adopter target group to an EV. I also examine this on the basis of two different scenarios: the first is that commuters charge their cars at work, in one of the districts of Budapest, while in the second case users charge at home, in the selected agglomeration.

Tartalomjegyzék

Összefoglaló	i
Abstract	ii
Tartalomjegyzék	iii
1 Bevezetés.....	1
2 A hazai elektromobilitásjelene és jövője.....	3
2.1 Várható trendek	5
3 A releváns fogyasztói csoport feltérképezése	7
4 Ingázási szokások.....	10
4.1 A budapesti agglomeráció.....	13
4.2 A nyugati szektor ingázási szokásai	17
5 Az ingázás során megtett távolságok	19
5.1 Kiinduló pontok: az agglomeráció települései	19
5.2 Végpontok: a főváros kerületei	20
5.3 A megtett távolságok számítása.....	20
5.4 A napi ingázás egy főre levetített energiaigénye	21
6 A napi ingázás teljes energiaigénye.....	23
6.1 A napi ingázók számának becslése	23
6.2 A megjelenő villamosenergia-igény helye és nagysága	25
6.2.1 1. eset: az ingázók a munkahelyükön töltik autójukat	25
6.2.2 2. eset: az ingázók otthon töltik autójukat.....	28
7 Összefoglalás	31
8 Irodalomjegyzék	32

1 Bevezetés

A globális felmelegedés és az éghajlatváltozás napjainkban már társadalmilag ismert és középpontban álló témák. Ennek köszönhetően egyre nagyobb figyelmet szentelnek az emberek a környezettudatosságra, energiahatékonyságra illetve takarékosagra. Ma már azt látjuk, hogy egyre több háztetőn van napelem, egyre több megújuló energiaforrású erőmű épül és kapcsolódik be a villamosenergia-termelésbe. Ez azonban elsődleges kérdéssé teszi az energiatárolást, lévén megújuló energiaforrásaink nagy része nem képes állandó termelésre, ráadásul termelésük időpontja gyakran alacsony egyidejűséget mutat a fogyasztás csúcsával. Ezekhez a változásokhoz az áramszolgáltatóknak is alkalmazkodniuk kell, hiszen ez a fajta elosztott villamosenergia-termelés merőben új kihívások elé állította/állítja a szolgáltatókat illetve a hálózatot magát. Ezekre a problémákra új megoldásokat kell találni, és egy ilyen megoldás lehet a villamos autókban rendelkezésre álló akkumulátorok bevonása a hálózatüzemeltetésbe, mint elosztott energiatárolás.

A villamos autókat egyértelműen környezetbarát tulajdonságai miatt választják a felhasználók. Ezek közül is kiemelkedik a lokális zéró emisszió, azaz a villamos autó használata alatt nem bocsát ki CO₂-t és egyéb káros gázokat. Ez a tulajdonság az, ami a jelen és jövő meghatározó közlekedési eszközévé predestinálja a villamos autókat. A világon szinte minden nagyvárosban szembesültek a túl sok hagyományos személygépkocsi okozta problémával, a légszennyezéssel. Statisztikailag egyértelműen látszik a kártékony hatás, egyre több felső légúti beteget regisztrálnak a nagyvárosokban. Ezért attól függetlenül, hogy teljes életciklusra vetítve még nem jelent jobb alternatívát a villamos autó a belső égésű motorral szerelt autókkal szemben, városi közlekedésre illetve napi ingázásra már most is egy sokkal jobb választás. Az ingázás szerepe különösen nagy ebben a kérdésben, mint ahogy azt látni fogjuk, az ingázók adják a nagyvárosi autós közlekedés egy igen jelentékeny hányadát. További indok az ingázók kiemelésére, hogy a villamos autók nagyobb ütemű elterjedése szintén a nagyvárosokban és azok környékén várható, amit a későbbiekben ugyancsak bemutatok.

A villamos autók elterjedése izgalmas feladatok elé állíthatja a villamosenergia-szolgáltatókat. Az egyre növekvő számú villamos autó egyre nagyobb villamosenergia-igényt jelent. Ez a megjelenő igény országos szinten, figyelembe véve a tervezett erőművi fejlesztéseket (Paks II, egyre több fotovillamos erőmű) várhatóan nem fog gondot okozni. Ugyanakkor olyan helyeken, ahol a villamos autó penetráció többszöröse az országos átlagnak, a kérdés már nem egyértelmű, minden esetben külön vizsgálatot igényel, megvizsgálva az adott helyre jellemző autózási illetve hálózati, topológiai tulajdonságokat. Ezek együttes figyelembevételével dönthető csak el, hogy mekkora villamosenergia-igényt jelent az ingázók villamos autóra való átállása, valamint az, hogy ez milyen hatással lehet a hálózatra, szükséges-e fejlesztések eszközölése, és ha igen, pontosan hol, melyik feszültség szinten.

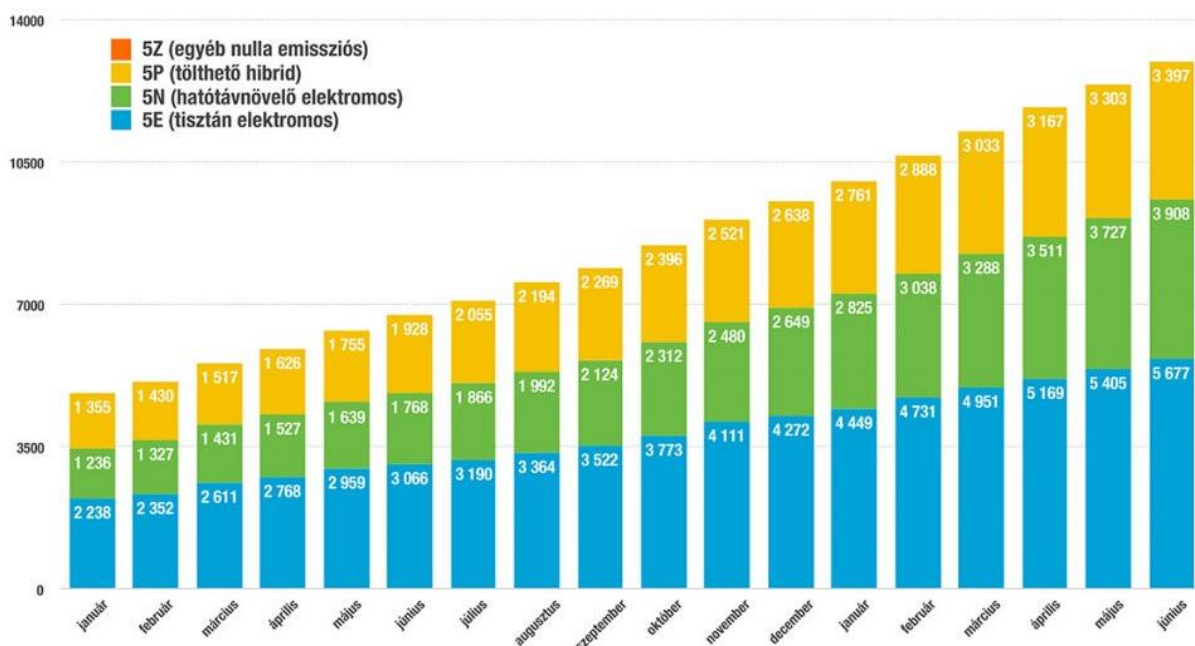
Ezek tudatában az áramszolgáltatók sokkal pontosabban tudják tervezni, ütemezni jövőbeli projektjeiket, illetve jóval hatékonyabban fogják tudni bevonni a villamos autókat az elosztott energiátárolásba, amivel saját kiadásaik csökkentésére nyílik lehetőség, hiszen a meglévő tartalékok csökkenthetővé válnak ezáltal, valamint a szolgáltatók kezébe egy új szabályozási lehetőséget adhatunk, ezzel optimalizálva a hálózatterhelést, illetve növelhetjük a hálózat üzembiztonságát is.

2 A hazai elektromobilitás jelene és jövője

A hazai piacon a villamos autók száma a következőképpen alakult az elmúlt két-három évben (1. ábra, 2. ábra). 2018 januárjában 1355 plug-in hibrid (PHEV), 1236 hibrid és 2238 tisztán villamos autó (BatteryElectricVehicle - BEV) rendelkezett zöld rendszámmal. Ezek a számok a vizsgált időszak végén, 2019 júniusában rendre 3397, 3908 és 5677. Ez alapján a forgalomban lévő plug-in hibrid és tisztán elektromos meghajtású autók száma nagyjából 250%-kal, míg a hagyományos hibrid autók száma több, mint 300%-kal nőtt ebben a másfél éves intervallumban. Területi eloszlásuk alapján kijelenthető, hogy a főváros kiemelt jelentőségű, 2019 júniusában az összes zöld rendszámú autó kicsit több, mint fele Budapesthez köthető (6573 illetve 6410) (1. táblázat).

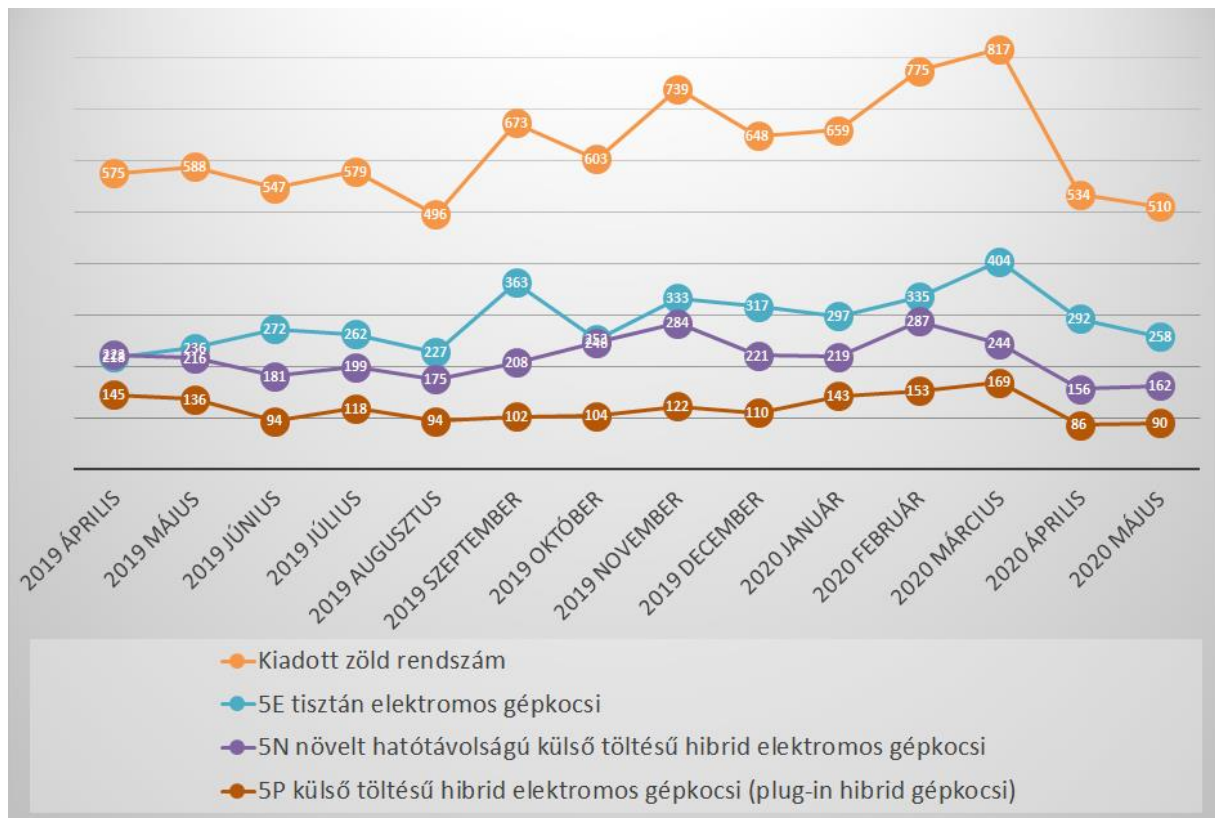
1. táblázat:Kiadott zöld rendszámok számának alakulása (2018.01-2019.06) [1]

	2018. 06. 30.	2018. 07. 31.	2018. 08. 31.	2018. 09. 30.	2018. 10. 31.	2018. 11. 30.	2018. 12. 31.	2019. 01. 31.	2019. 02. 28.	2019. 03. 31.	2019. 04. 30.	2019. 05. 31.	2019. 06. 30.
összes	6763	7112	7551	7916	8482	9113	9560	10.036	10.658	11.272	11.848	12.436	12.983
Kategória szerinti bontásban													
5E (tisztán elektromos)	3066	3190	3364	3522	3773	4111	4272	4449	4731	4951	5169	5405	5677
5N (hatótávnövelő elektromos)	1768	1866	1992	2124	2312	2480	2649	2825	3038	3288	3511	3727	3908
5P (tölthető hibrid)	1928	2055	2194	2269	2396	2521	2638	2761	2888	3033	3167	3303	3397
5Z (egyéb nulla emissziós)	31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Területi eloszlás													
Budapest	3586	3754	3981	4174	4464	4799	5024	5252	5531	5804	6056	6316	6573
Vidék	3177	3358	3570	3742	4018	4314	4536	4784	5127	5469	5792	6120	6410



1. ábra: Kiadott zöld rendszámok számának alakulása (2018.01-2019.06) [1]

Ha a 2019 áprilistól kezdődő időszakot vizsgáljuk, az látszik, hogy a növekedés üteme nem egyenletes. Ennek egyik oka a jelenleg is kicsi piaca a villamos autóknak, másrészt hogy a különböző állami támogatások megjelenése nagyban befolyásolja a villamos autók vásárlásának idejét. Ugyanakkor fontos megemlíteni, hogy a tisztán elektromos gépkocsik forgalomba kerülése a legmagasabb a három típus közül a vizsgált időszak egészében. Ez a vizsgálat relevanciáját nézve kulcsfontosságú, hiszen ebben a csoportban van meg leginkább a potenciál az elosztott energiátárolás és szabályozás megvalósításához.



2. ábra: Újonnan kiadott zöld rendszámok számának alakulása (2019.04-2020.05) [2]

2020 május végére a forgalomba állított e-járművek száma átlépte a 20000-et. Ebből a tisztán villamos meghajtású autók száma 9018, a hagyományos hibridek száma 6309, míg a tölthető hibridek száma 4688 volt. Mint a 2. ábra is mutatja, a növekedés ebben az időszakban már nem volt olyan ugrásszerű, mint a 18-as év végén illetve 19-es év elején, ugyanakkor a kereslet és a piaci részesedés növekedése töretlen. A vizsgált időszak végére a vidéki villamos autók száma lekörözte a budapestiek számát, megoszlásuk nagyjából 50-50% az országban (10481 illetve 9535 darab) (2. táblázat).

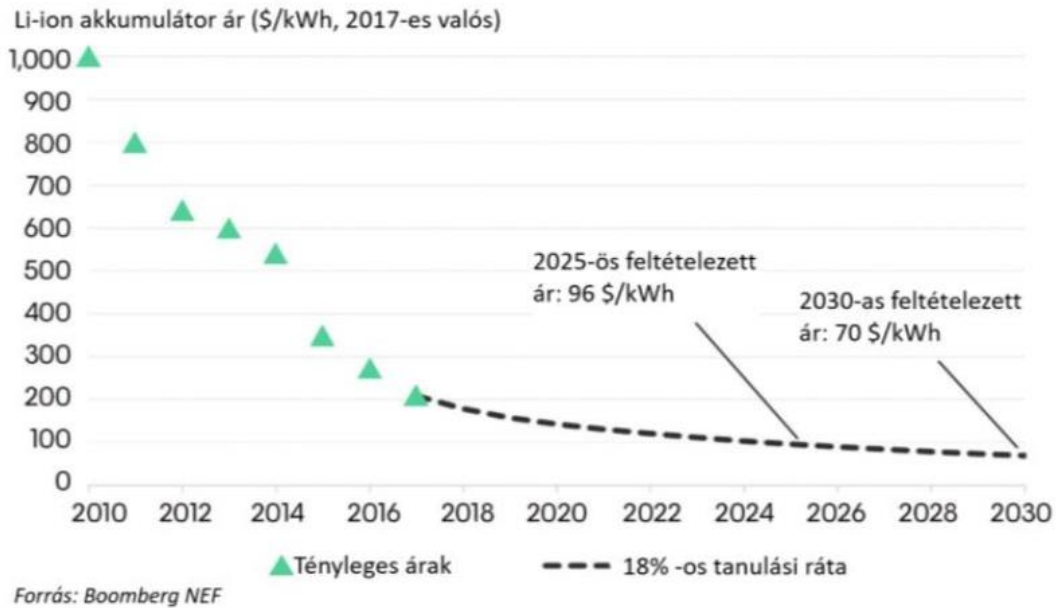
2. táblázat: Zöld rendszámmal ellátott járművek száma (2020.01-2020.05) [2]

Adott hónap utolsó napján érvényes állapot	2020 január	2020 február	2020 március	2020 április	2020 május
Adott dátumig kiadott összes zöld rendszám	17380	18155	18972	19506	20016
5E tisztán elektromos gépkocsi	7729	8064	8468	8760	9018
5N növelt hatótávolságú külső töltésű hibrid elektromos gépkocsi	5460	5747	5991	6147	6309
5P plug-in hibrid gépkocsi	4190	4343	4512	4598	4688
Budapest	8495	8778	9103	9332	9535
Vidék	8885	9377	9869	10174	10481

2.1 Várható trendek

A villamos autók hazai terjedését számos tényező befolyásolja. Az egyik legfontosabb ilyen a villamos autó ára, amit nagyban meghatároz az akkumulátor technológia.

A Bloomberg New Energy Finance előrejelzése szerint az akkumulátor \$/kWh árak csökkenése, és ezáltal az elektromos autók teljes életciklus-költsége 2022-2026 között fogja elérni azt a szintet, amikor az megegyezik a belső égésű járművek teljes életciklus-költségével, majd kedvezőbbé válik (3. ábra). A lítium-ionos energiatárolók árának csökkenése mellett az energiatárolók kapacitása növekedni, a Wh/kg mutató (amely az egységnyi súlyra vetített eltárolt villamos energiát mutatja) csökkenni fog [3]. Fontos szempont emellett a töltő infrastruktúra, ugyanakkor ez Budapesten és annak környékén nagyrészt rendelkezésre áll. A további fejlesztésekkel a gyorstöltők arányának növelését lenne célszerű megcélozni. Bár a töltés már nem ingyenes, a villamos energia, mint üzemanyag továbbra is olcsó, a piaci alapú működés célja pedig az infrastruktúra további dinamikus fejlődése [4].



3. ábra: Li-ion akkumulátor árak [3]

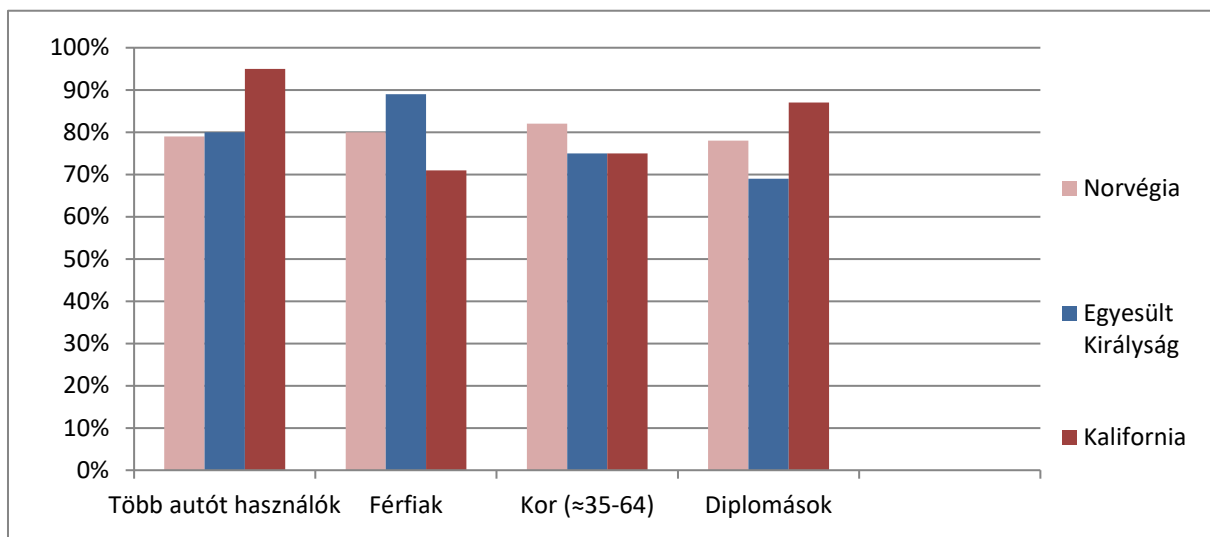
Ha pusztán a magyar társadalom villamos autókhoz, mint potenciális közlekedési eszközhöz való hozzáállását vizsgáljuk, a következőket látjuk. Az E.ON és a KantarEMNID közös, reprezentatív közvélemény-kutatása [5] szerint a közeljövőben autóvásárlást tervező magyarok közül 29% elektromos autót venne. A felmérés kitér az esetleges aggályokra is, amik nagyrészt a magas ár és a korlátozott hatótáv. Figyelembe véve a fentebb említett várható előrelépéseket az akkumulátor technológiában, ezen visszatartó tényezők is vélhetően egyre inkább háttérbe szorulnak. [6] felmérése szerint ha a különböző üzemanyagtípussal hajtott autók közül kell választani, a választani tudók többsége a villanymotorral rendelkező autókat helyezik előtérbe: a tisztán elektromos meghajtású autókat 35 százalékuk választotta, további 27 százalékuk a hibrideket. Ha az állami ösztönzést vizsgáljuk, egyértelmű, hogy a támogatási pályázatokra hatalmas az igény. A legutóbbi pályázatra szánt keretösszeg, 5 milliárd forint mindössze 27 óra alatt merült ki, ami alatt több, mint 2000 elektromos járműre nyújtottak be támogatási igényt [7]. A tervek szerint a következő pályázatra valamikor 2021 elején kerülhet sor [8].

3 A releváns fogyasztói csoport feltérképezése

A fejezetben megvizsgálom, milyen fogyasztói csoportok számára releváns villamos autó használata. Ehhez először nemzetközi eredmények alapján meghatározok egy felhasználói profilt különböző szociológiai paraméterek segítségével, mellyel kellő pontossággal lefedhető a hazai szegmens, kiválaszthatóvá válnak a vizsgálni kívánt fogyasztók. Ugyanakkor releváns adat ez a szolgáltatók felé is, hogy hálózatfejlesztés szempontjából mely területeken milyen ütemben és mértékben várható a villamos autók további terjedése.

A profilt alakító jellemző tulajdonságok főképp három tanulmány nyomán kerültek meghatározásra ([9],[10],[11]). Ezek norvég, egyesült királyságbeli és kaliforniai adatok alapján vizsgálták a téma különböző aspektusait. Ezek eredménye jól felhasználható jelen kutatásban is, hiszen ezen régiókban már szignifikáns villamos autó elterjedés látható, így egyre inkább mutatkozik egy általános vásárlói profil. Ugyanakkor az eredményeket mindenképp szükséges területi kontextusba is helyezni. Ezen túl, ahol több időszakot is vizsgáltak, a korábbi adatok felhasználása mellett döntöttem, lévén a hazai elterjedtség arányaiban ehhez áll közelebb. A cikkek eltérő módon tárgyalják a villamos autók felosztását. Ahol rendelkezésre állt, a tisztán villamos hajtású akkumulátoros autókra (BEV) megadott adatokkal dolgoztam, lévén ezek villamosenergia-tároló képessége a legnagyobb, így relevanciája is a töltésigény vizsgálatokor.

A 4. ábra az irodalmakból kiválasztott, leginkább analógiát mutató adatokat szemlélteti. A kutatások alapján egyöntetűen az derült ki, hogy a villamos autót használók rendelkeznek egy vagy több másik autóval is, melyek általában hagyományos belső égésű motorosak. A felhasználók döntő része férfi, ami bár magas szám, nem túlzottan meglepő, hiszen az autósok nagyobb része még mindig férfi a vizsgált területeken is, valamint az átlagos keresetük is magasabb egyelőre. Korösszetételi mediánban voltak kisebb eltérések a mérési határoktól függően, ám általánosan elmondható, hogy a leginkább érintett korosztály a 35-64 évesek csoportja. A 35 éveseknél fiatalabbak egyelőre kevésbé fogékonyak a villamos autó vásárlás iránt, ez valószínűleg a magas bekerülési költség miatt lehet így. Végül, a felhasználók általánosan magasabban iskolázottak, gyakran diplomások vagy magasabb képzettséggel rendelkeznek.



4. ábra: Főbb, egyezést mutató paraméterek[9][10][11]

A diagramban nem tüntettem fel egy szintén jelentős analóg paramétert, a jövedelmet. Általános tény, hogy a villamos autók bekerülési költsége jóval magasabb hagyományos társaiknál, így jogos a várakozás, miszerint a tehetősebb, magasabb jövedelemmel rendelkező fogyasztók ruháznak be erre először. Ezen várakozást az adatok visszaigazolják. Kaliforniában kb. 75000 \$ volt a háztartások jövedelmének mediánja 2018-ban [12], míg egy 2012-es felmérés szerint a villamos autót használó háztartások több, mint felének (54%) 150000 \$ felett volt a jövedelme [11]. Hasonló a helyzet Norvégiában is, ahol az átlagos nettó fizetés kb. 500000 NOK volt 2019-ben [13], míg a 2016-os adatok alapján a felhasználók 51%-a keresett 1000000 NOK felett [9]. E mellett érdemes figyelembe venni a különböző országok vagyoni eloszlását a társadalomban. Norvégiára egy jóval egyenletesebb eloszlású, laposabb és szélesebb függvény, míg Magyarországra egy jóval csúcsosabb, keskenyebb függvény a jellemző, tehát hazánkban jellemzően arányaiban nagyobb vagyon koncentrálódik a társadalom kisebb részében. A jövedelem adatok és ezek országos eloszlásának alapján Norvégiában a villamos autó vétel a két leggazdagabb vagyoni illetve jövedelmi decilisre jellemző, hazánkban ez várhatóan csupán a leggazdagabb decilisre lesz jellemző. Ezek alapján tehát átlagosnál jóval jobban kereső, középkorú férfiakból álló csoport vizionálható, mint megfelelő vizsgálati csoport, ahol a képzettség relatíve magas valamint már rendelkeznek hagyományos meghajtású autóval. A továbbiakban megvizsgáljuk a három eddig használt tanulmányt egyenként is, hogy milyen egyedi jellegzetesség látszik még a vizsgált felhasználói profilban a rendelkezésre álló adatok alapján.

[9] és [11] a fentieken túl foglalkozik a háztartások méretével is. [9] eredményei szerint a BEV-vel rendelkező háztartásokban átlagosan 3,2 ember él, 56%-ában van gyermek, 38%-ában pedig kettő vagy több gyermek van. Emellett átlagosan 2,03 embernek van jogosítványa, tehát Norvégiában az a

jellemző, hogy mindkét szülő használ autót. [11]-ben hasonló számokat látunk a háztartások méretére. 52%-ukban van gyermek, míg 32%-ukban van kettő vagy több gyerek. Ezentúl a kaliforniai felhasználók 91%-a él önálló családi házban, szintén 91%-uk telepített töltőt otthonra, valamint 75%-uk parkol autójával garázsban. [10]-ben az otthon töltők aránya még ennél is magasabb, 97%. [10] és [11] továbbá egyaránt mutatja, hogy az urbánus, városias területek és ezek vonzáskörzete a villamos autók elsődleges előfordulási helye, ami szintén illeszkedik várakozásainkhoz, hiszen a villamos autók hatótávja továbbra is igen korlátozott, ám városi közlekedésre teljesen alkalmas. A városi alkalmazás mellett szólnak még a villamos autók olyan tulajdonságai, mint a lokális károsanyag-kibocsátás mentesség, kvázi zajkibocsátás mentesség, a kedvező START/STOP üzem illetve a visszanyerhető fékenergia. Egyúttal a töltő infrastruktúra több olyan országban is még elmaradott országos szinten, ahol a villamos autók száma dinamikusabban nő, azonban a városokban ez az infrastruktúra már gyakran rendelkezésre áll.

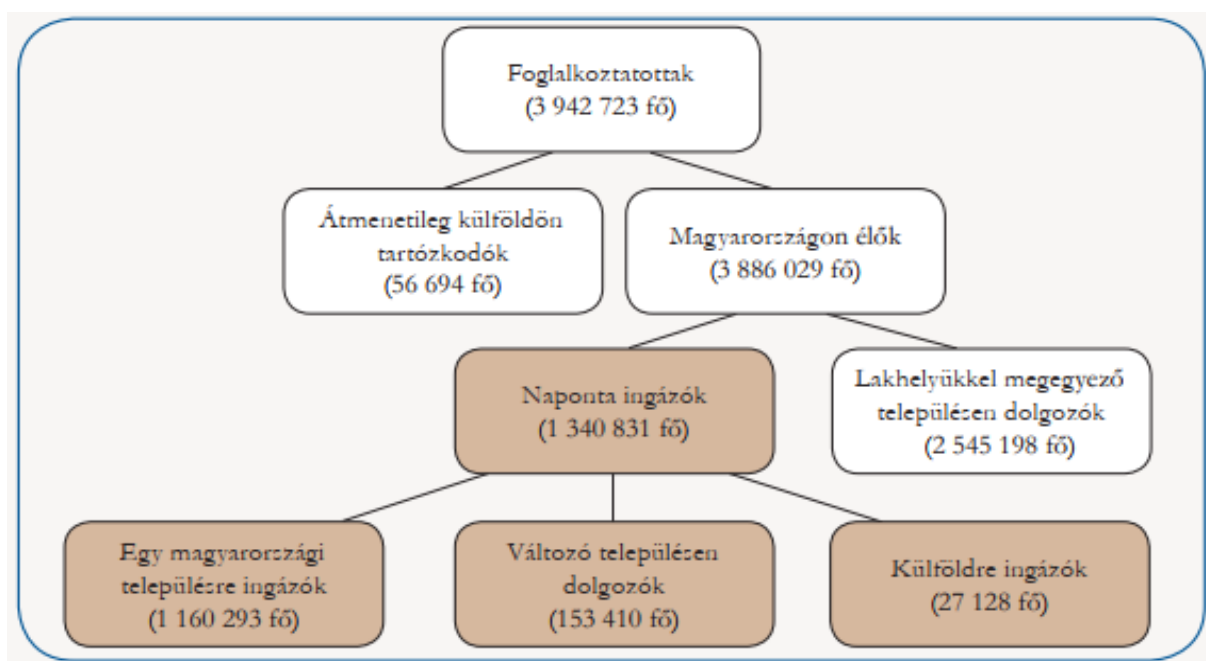
Mindezek alapján a következő modellalkotás látszik kézenfekvőnek. Nagyjából 35-64 éves, magasan képzett, már autóval rendelkező férfiak alkotják ezt a csoportot. A preferált urbánus vidék alapján területileg Budapest és nagyjából annak 50 km-es körzete lehet a reális terület, ahol önálló családi házzal rendelkező háztartásokat keresünk, lehetőleg garázzsal ellátva. Elsősorban családos emberek esetében volt releváns választás a villamos autó, így mi is szűkítjük rájuk a csoportot. Végül, jellemző volt a relatív magas jövedelem. 2017-ben a leggazdagabb decilis átlagos nettó jövedelme 3 112 583 forint volt [14]. Ennek alapján a későbbi kutatásban olyan személyek felkutatása lehet a cél, akik a fenti tulajdonságok mellett legalább havi nettó három millió forintos jövedelemmel rendelkeznek (3. táblázat).

3. táblázat: A fogyasztói csoport tulajdonságai

Nem	Férfi
Kor	35-64
Státusz	Családos
Végzettség	Legalább Bachelor diploma
Autók száma	Egy vagy több
Lakhely	Pest megye
Lakhely típusa	Önálló családi ház, garázzsal
Nettó jövedelem	3 000 000 Ft<

4 Ingázási szokások

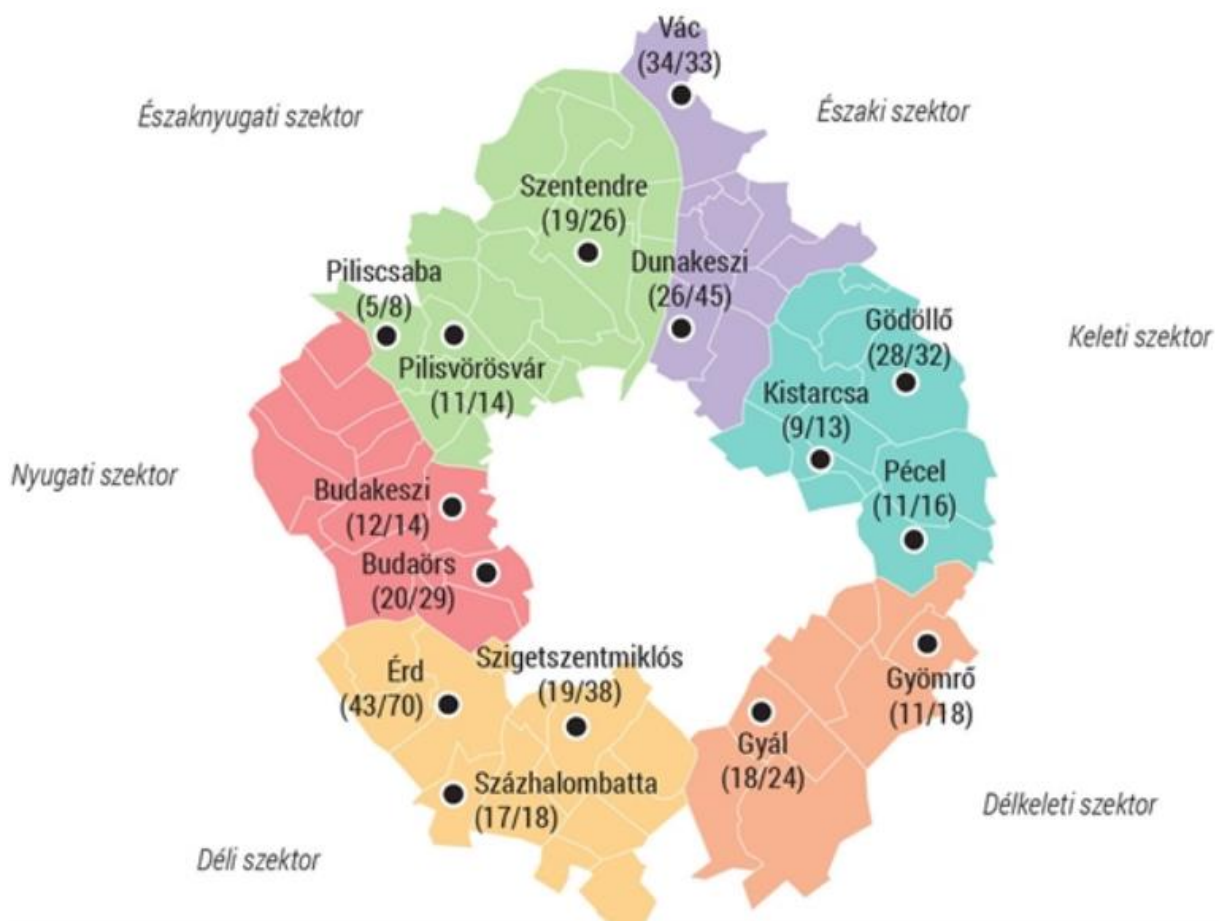
A fejezetben bemutatom a hazai ingázás főbb aspektusait, különös tekintettel a budapesti agglomerációra. Ezen belül is kiemelten foglalkozom a nyugati agglomerációs szektorral, amit igyekszem is megindokolni a kutatás relevanciájának tükrében. Végül azonosítom az előző fejezetben kapott profil alapján a releváns fogyasztókat a vizsgált agglomerációban, s a rendelkezésre álló adatok alapján elemzem a csoport konkrét ingázásának tulajdonságait.



5. ábra: A foglalkoztatottak megoszlása a munkavégzés helye szerint, 2011 [15]

[15] tanulmány alapján a következőket látjuk. Magyarországon 2011-ben minden harmadik foglalkoztatott, 1 millió 341 ezer fő a lakóhelyétől eltérő településen dolgozott, naponta ingázott. Közéjük tartoznak 2001 óta az ún. változó településen dolgozók is, akik tevékenységüket rendszeresen más-más településen végzik (pl. ügynökök, piaci árusok). Napi ingázónak számítanak azok a foglalkoztatottak is, akik a napinál ritkábban (2–3 naponta), de rendszeresen ingáznak. Nem tartoznak ugyanakkor a napi ingázók közé az ún. huzamos ingázók, akik családjuktól távol élnek, és csak ritkább időközönként (hetente, havonta) járnak haza. Az ingázók döntő hányada (87%-a) napi rendszerességgel ugyanarra a magyarországi településre jár el dolgozni. Számuk 2001-hez képest 246 ezerrel bővült. 2011-ben az ország gazdasági, közigazgatási központjának számító Budapestre érkezett az ingázók 17%-a, közel 226 ezer fő. (Ez több mint a legnépesebb vidéki város, Debrecen lakónépessége.) Budapesten és a megyei jogú városokban az el- és a bejáró foglalkoztatottak egyenlege – a több szempontból is sajátos helyzetű Érd kivételével – jelentős többletet mutatott. Ez

Budapest esetén egy Pécs nagyságú (közel 150 ezres) nyereséget jelentett. A legnagyobb vonzaskörzettel – mind a települések számát, mind pedig azok lakónépességét figyelembe véve – Budapest rendelkezett. Körzetét 182 település alkotja, közülük 149 Pest megyébe, 33 pedig a szomszédos megyék valamelyikébe tartozott. A 2011. évi népszámláláskor a főváros vonzaskörzetéhez tartozó településeken összesen több mint 1,1 millióan éltek. (A főváros lakónépessége 1,7 millió fő volt 2011. október 1-jén.) E tekintetben is kiemelkedő Budapest munkaerő-piaci vonzereje, ahová átlagosan 31 km-ről érkeznek a lehatárolt területről ingázók, de a fővárostól több mint 80 km-re fekvő települések is tartoznak a vonzaskörzetéhez. A Kaposvárra, Budapestre, Székesfehérvárra és Nagykanizsára bejáró foglalkoztatottak 79–80%-a a vonzaskörzetből jár be.



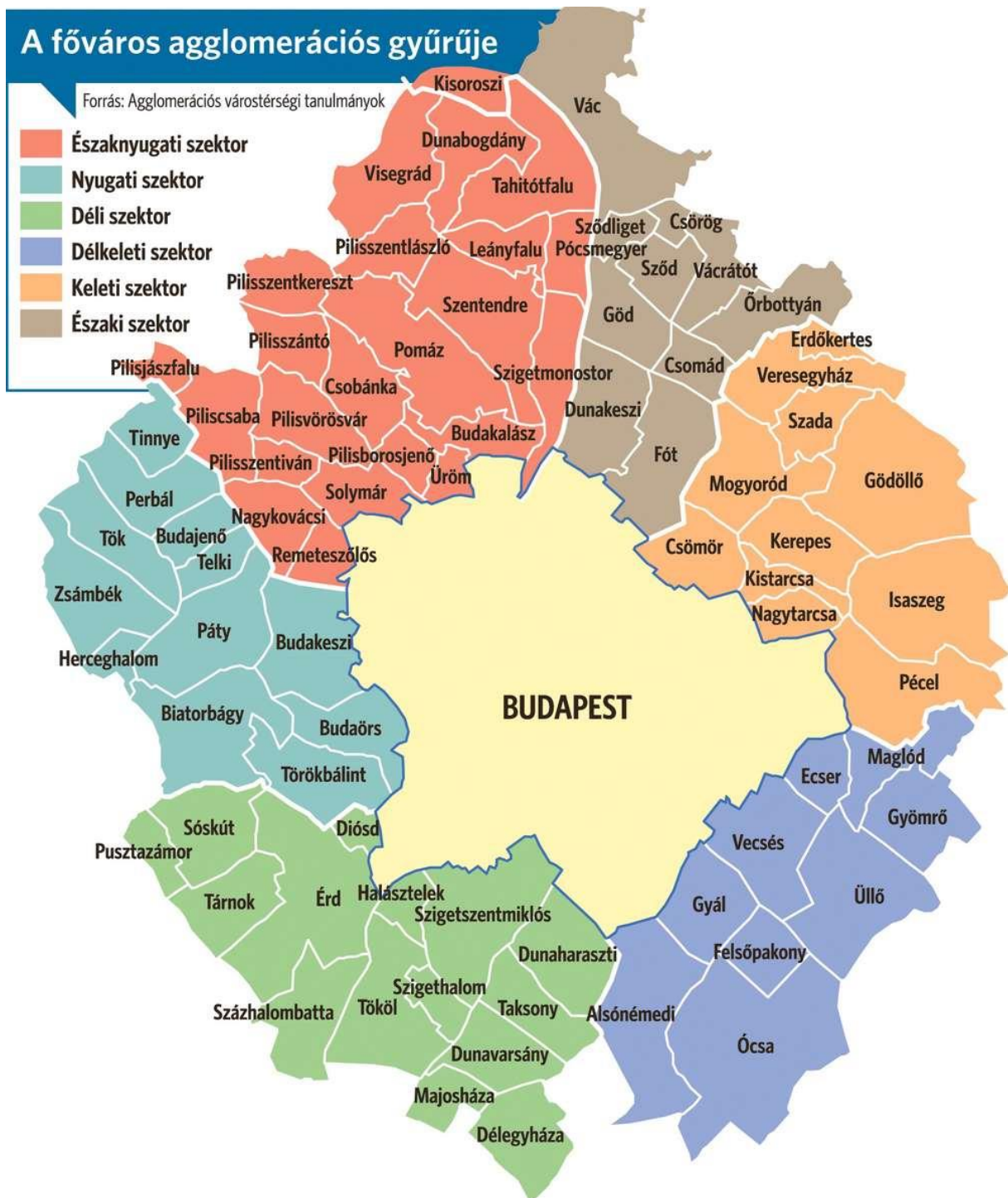
6. ábra: A budapesti agglomerációs társzközpontok népessége (1990/2018), ezer fő [16]

[17] tanulmány megállapításai a következők. 2001 és 2011 között Budapestről 162 ezren költöztek Pest megyébe, ez a fővárosból elköltöztek több mint héttizede. Pest megyét nem egészen 60 ezren hagyták el a fővárosért, de így is minden száz Pest megyéből elköltöző közül nyolcvanan Budapestet választották lakóhelyül. Más régiókból 172 ezren költöztek Közép-Magyarországra. Nagytöbbségük (72%-uk) Budapesten, 20%-uk a Pest megyei városokban, 8%-uk a községekben talált magának új

lakóhelyet. A Pest megyében lakó munkavállalók 61,8%-a ingázott. Az elmúlt két évtizedben az ingázók számában történt rendkívül nagymértékű, 8,7 százalékpontos aránynövekedés azonban nem kizárólag a gazdasági átalakulás közvetlen következménye. Főleg a 2000-es években sokan költöztek ki a nagyvárosokból a környező településekre, zömében olyan, viszonylag stabil anyagi helyzetű családok, amelyekben van megfelelő jövedelemmel rendelkező foglalkoztatott személy. Nekik viszont általában továbbra is abban a városban van a munkahelyük, ahol korábban lakott a család, következésképpen azóta bejáró dolgozóként járnak nap mint nap munkába.

Az előbbiek jól mutatják, hogy a budapesti agglomeráció szerepe kiemelt az ingázás tekintetében is. A megfelelő agglomerációs szektor bemutatása előtt ezért erre is külön kitérünk.

4.1 A budapesti agglomeráció



7. ábra: A főváros agglomerációs gyűrűje [18]

A 2011-es népszámlálás adatai alapján ebben az évben 226 ezer foglalkoztatott járt be Budapestre dolgozni vidékről. Közülük 63,3%, mintegy 143 ezer fő a fővárosi agglomeráció valamely településén lakott. A budai és pesti oldalt külön vizsgálva azt látjuk, hogy előbbinél némileg magasabb az agglomerációból érkezők aránya, 67,7 százalék, míg a pesti oldalon ez a szám 61,6 százalék. Ha az agglomerációból bejárók számát az összes ingázóéhoz viszonyítjuk (a továbbiakban ingázónak

tekintjük azon budapesti lakosokat is, akik lakhelyüktől eltérő kerületben dolgoznak és járnak oda rendszeresen) hasonló képet kapunk. A budai kerületekbe érkező agglomerációban élők aránya itt is magasabb, 25,6 százalék, a pesti oldalon ugyanez 22,3 százalék [19].

A 4. táblázatot és a korábbi adatokat vizsgálva az látható, hogy az agglomerációs településekről bejáró dolgozók egyre inkább a városmagon (I., V-IX.) kívüli kerületekbe járnak dolgozni, csökken a belsőkerületek relevanciája a vizsgált ingázók körében. Ezzel párhuzamosan nő azon kerületeké, ahol kedvezőek a közlekedési feltételek az adott agglomerációs szektor illetve települések között [19].

4. táblázat: A budapesti kerületekbe bejárók megoszlása az ingázás iránya szerint, 2011* [19]

(%)

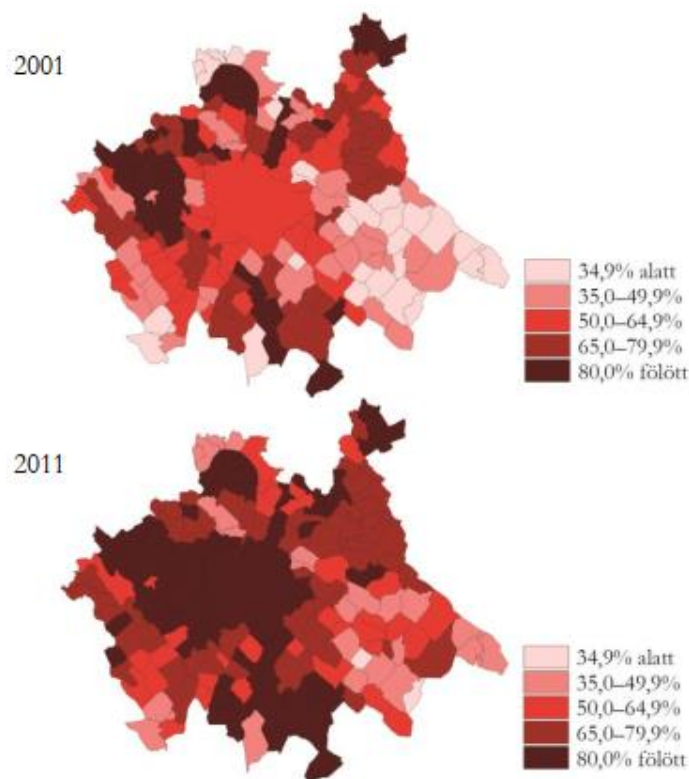
Munkahely	Más kerületből	Vidékről			Összesen
		agglomerációból	más településről	összesen	
I. kerület	69,1	20,0	10,9	30,9	100,0
II. kerület	65,5	23,8	10,7	34,5	100,0
III. kerület	58,4	30,9	10,7	41,6	100,0
XI. kerület	62,5	24,5	13,0	37,5	100,0
XII. kerület	63,3	23,3	13,4	36,7	100,0
XXII. kerület	47,4	34,4	18,2	52,6	100,0
Buda összesen	62,2	25,6	12,2	37,8	100,0
IV. kerület	55,8	32,0	12,2	44,2	100,0
V. kerület	68,4	19,7	11,9	31,6	100,0
VI. kerület	67,3	19,1	13,6	32,7	100,0
VII. kerület	66,4	19,2	14,4	33,6	100,0
VIII. kerület	66,2	18,5	15,3	33,8	100,0
IX. kerület	65,8	20,5	13,7	34,2	100,0
X. kerület	61,6	19,7	18,7	38,4	100,0
XIII. kerület	65,1	22,8	12,1	34,9	100,0
XIV. kerület	67,0	20,9	12,1	33,0	100,0
XV. kerület	61,8	25,1	13,1	38,2	100,0
XVI. kerület	57,6	29,8	12,6	42,4	100,0
XVII. kerület	46,3	35,4	18,3	53,7	100,0
XVIII. kerület	54,2	27,9	17,9	45,8	100,0
XIX. kerület	65,9	20,7	13,4	34,1	100,0
XX. kerület	62,6	23,7	13,7	37,4	100,0
XXI. kerület	50,3	36,4	13,3	49,7	100,0
XXIII. kerület	55,3	28,3	16,4	44,7	100,0
Pest összesen	63,8	22,3	13,9	36,2	100,0
Budapest összesen	63,6	23,0	13,4	36,4	100,0

* A táblázat nem tartalmazza a kerület megjelölés nélkülieket.

Érdeemes külön kitérni az ingázók közlekedési szokásainak megváltozására az elmúlt időszakban. [19] tanulmány adatai alapján 1990 és 2011 között az autóhasználat az ingázók körében 11 százalékról 48,1 százalékra emelkedett. Ha számításba vesszük az ingázók számának emelkedését is az adott időszakban, egyértelműen látszik, milyen drasztikusan emelkedett a gépkocsi használat ebben a két évtizedben Budapest térségében. A szellemi foglalkoztatásúak között mindig is gyakori volt az

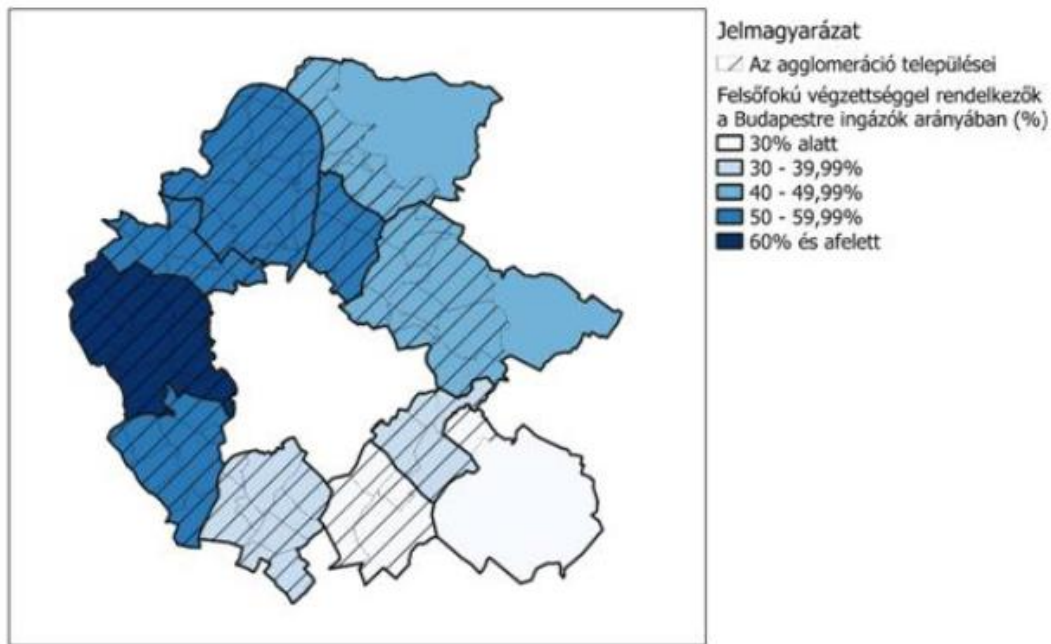
autóhasználat, ám ez az arány is tovább nőtt. 2011-ben a vezető foglalkozású ingázók 75,8 százaléka, míg az értelmiségi foglalkozásúak 51,1 százaléka használt autót munkahelyének eléréséhez. Ezzel párhuzamosan az autóbust használók aránya jelentősen csökkent (53 százalékról 23,8 százalékra).

[20] tanulmány az autóval/autóbuszsal való utazást együtt vizsgálja. Megfigyelése alapján ezen közlekedési eszközöket használó ingázók aránya hagyományosan a nyugati és északi szektorokban kiemelkedő, ahol az említett járművek részesedése 80% feletti (8. ábra). A cikk végén az írók kiemelik, hogy a fosszilis alapú gépjárműforgalom és az ingázás káros ökológiai következményeit hosszú távon technológiai váltással lehetne megelőzni, vagyis ha a járművek megújuló energiát használnának. Ebben pedig a villamos autók elterjedése lehet az első lépés.



8. ábra: A budapesti várostérségben kizárólag fosszilis üzemanyagot használó közlekedési módokkal ingázók aránya [20]

Áttérve az ingázók szociológiai paramétereire a következőket látjuk. [21] adatai alapján az ingázók között is a férfiak vannak többségben. A családszerkezetet vizsgálva az 1-2 gyermekes családok vannak a legtöbben (54%), ezután következnek azok, akiknek a háztartásában nincs gyermek (43%), majd azok, ahol 3 vagy több gyermek van a háztartásban (11%). Az agglomerációból Budapestre ingázó munkavállalók 46,5 százaléka rendelkezett felsőfokú végzettséggel, ugyanakkor a legtöbb diplomás munkavállaló az agglomeráció budai oldaláról érkezik a fővárosba. 60 százalék feletti a diplomások aránya a Budakeszi járásból ingázók között, valamint 50 százalék feletti az Érdi, Pilisvörösvári illetve Szentendrei járásokban is (9. ábra).



9. ábra: A felsőfokú végzettséggel rendelkezők aránya a Budapestre ingázók körében, járásoként, 2016 [21]

Ha kerületcsoportra levetítve vizsgáljuk az agglomerációból ingázó munkavállalók foglalkozási csoportját, ismét a budai kerületek relevanciáját látjuk. A [22] által bemutatott 2011-es adatok alapján Budán az ingázók 69 százaléka végzett szellemi munkát. A pesti oldalon két kerületcsoport, Észak-Pest illetve Belső-Pest mutat hasonló értékeket, 69,9 és 71,4 százalékot (5. táblázat).

5. táblázat: A vidékről bejárók a tevékenység jelege szerinti megoszlása [22]

Kerületcsoport	Összesen	Szellemi foglalkozású	Fizikai	Ebből: az agglomerációból bejáró (%)		
				összesen	szellemi foglalkozású	fizikai
A tevékenység jellege szerint						
Észak-Buda	100,0	67,3	32,7	100,0	69,5	30,5
Dél-Buda	100,0	65,3	34,7	100,0	68,2	31,8
<i>Buda együtt</i>	100,0	66,4	33,6	100,0	69,0	31,0
Észak-Pest	100,0	66,9	33,1	100,0	69,9	30,1
Belső-Pest	100,0	66,1	33,9	100,0	71,4	28,6
Kelet-Pest, belső	100,0	54,2	45,8	100,0	61,2	38,8
Kelet-Pest, külső	100,0	45,6	54,4	100,0	49,3	50,7
Dél-Pest	100,0	56,5	43,5	100,0	59,8	40,2
<i>Pest együtt</i>	100,0	59,5	40,5	100,0	63,9	36,1
<i>Budapest összesen</i>	100,0	61,5	38,5	100,0	65,5	34,5

Az átfogó áttekintés után Budapest nyugati agglomerációs szektorának elemzése mellett döntöttem. Mint ahogy be is mutattam, erre a szektorra jellemző leginkább a diplomások és szellemi foglalkoztatottak magas aránya, az autók használata a napi ingázás során, illetve a budai kerületekkel

való erős kapcsolat az ingázásban. Ez azért is fontos, mert a budai oldalra - így az ott dolgozó ingázókra is - továbbra is érvényes, hogy jövedelmük az átlagnál jóval magasabb (leszámítva Pest belső kerületeit). Mint azt az előző fejezetben láttuk a hazai „early adopter” profil megalkotása alatt, a jövedelem továbbra is döntő tényező a villamos autó vásárlási hajlandóságában, ezért ennek figyelembevétele szükségszerű az agglomerációs szektor kiválasztásakor is.

A fejezet utolsó pontjaként a rendelkezésre álló adatok felhasználásával bemutatom a nyugati szektor alapvető ingázási szokásait, valamint összevetem a szektorról fellelhető adatokat az elkészített „early adopter” profillal, ezzel azonosítva a szektoron belül a potenciális villamos autót használókat.

4.2 A nyugati szektor ingázási szokásai



10. ábra: A nyugati szektorból Budapest kerületeibe bejárók aránya, 2011 [22]

A szektor [21]-re illetve [22]-re támaszkodva kerül bemutatásra. A szektornak a legerősebb kapcsolata a szomszédos budai kerületekkel van (10. ábra). A nyugati szektorból ingázók több, mint fele (51,9%) jár Budára dolgozni. Észak-Buda (I., II., III., XII. kerületek) a szektorból érkezők 28,2 százalékát, míg Dél-Buda (XI., XXII. kerületek) 23,7 százalékukat fogadja. Kiemelkedik még Belső-Pest, ahova az ingázók 19,8 százaléka jár dolgozni. Ugyanakkor jelen vizsgálatban ez a régió kevésbé releváns. Ennek oka, hogy az adatok szerint jóval alacsonyabb az autóhasználat azon ingázók között, ahol nem csak egy szomszédos kerületbe kell utazni, hanem át kell szelni a fővárost. Ezen ingázók

nagyobb részben veszik igénybe a tömegközlekedés adta lehetőségeket az utazáshoz, ezért szorítkoznak csupán a budai, agglomerációhoz közelebb eső régiókra.

A budai kerületek közül is kiemelkedik a XI. kerület, ahol a szektorból bejárók több, mint egyötöde dolgozott. A XI kerület a főváros egyik legnépesebb kerülete, ahol mindemellett a legtöbb munkavállaló is dolgozik, így ingázási képe igen színes. A nyugati agglomerációs szektor szempontjából jelentős a Budakeszi járásból ingázók szerepe, ami a járás Budapestre ingázóinak 21 százalékát jelenti. A II. és XII. kerületek ingázási képe igen hasonló. Itt is kimagaslik a Budakeszi járás, a kerületekbe bejárók 6%-a innen érkezik.

A szektor két, ingázási szempontból kimagasló települése Budaörs és Budakeszi (6. táblázat). Míg Budakeszi esetében egyértelműen Észak-Budára járnak többen dolgozni (40,6 százalék), Budaörs esetében már nincs ilyen markáns eltérés, innen Dél-Budára ingáznak többen (30,3 százalék). Mint fentebb is láttuk, kerületekre lebontva főleg a II. és XII., valamint a XI. kerületek vannak szoros kapcsolatban a vizsgált szektorral.

6. táblázat: A Budaörsről és Budakesziről Budapestre bejárók megoszlása kerületcsoport szerint [22]

Kerületcsoport	Budaörs			Budakeszi		
	1990	2001	2011	1990	2001	2011
Észak-Buda	16,1	19,2	20,0	46,7	44,9	40,6
Dél-Buda	33,1	30,0	30,3	8,7	9,8	12,3
<i>Buda együtt</i>	<i>49,2</i>	<i>49,2</i>	<i>50,3</i>	<i>55,4</i>	<i>54,6</i>	<i>52,9</i>
Észak-Pest	5,4	7,7	8,9	7,0	8,0	9,9
Belső-Pest	28,7	24,4	21,3	24,4	23,4	20,9
Kelet-Pest, belső	7,7	7,8	6,4	6,0	6,3	6,8
Kelet-Pest, külső	2,4	3,2	3,7	2,2	3,3	3,2
Dél-Pest	6,7	7,7	9,4	4,9	4,4	6,4
<i>Pest együtt</i>	<i>50,8</i>	<i>50,8</i>	<i>49,7</i>	<i>44,6</i>	<i>45,4</i>	<i>47,1</i>
<i>Budapest összesen</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>

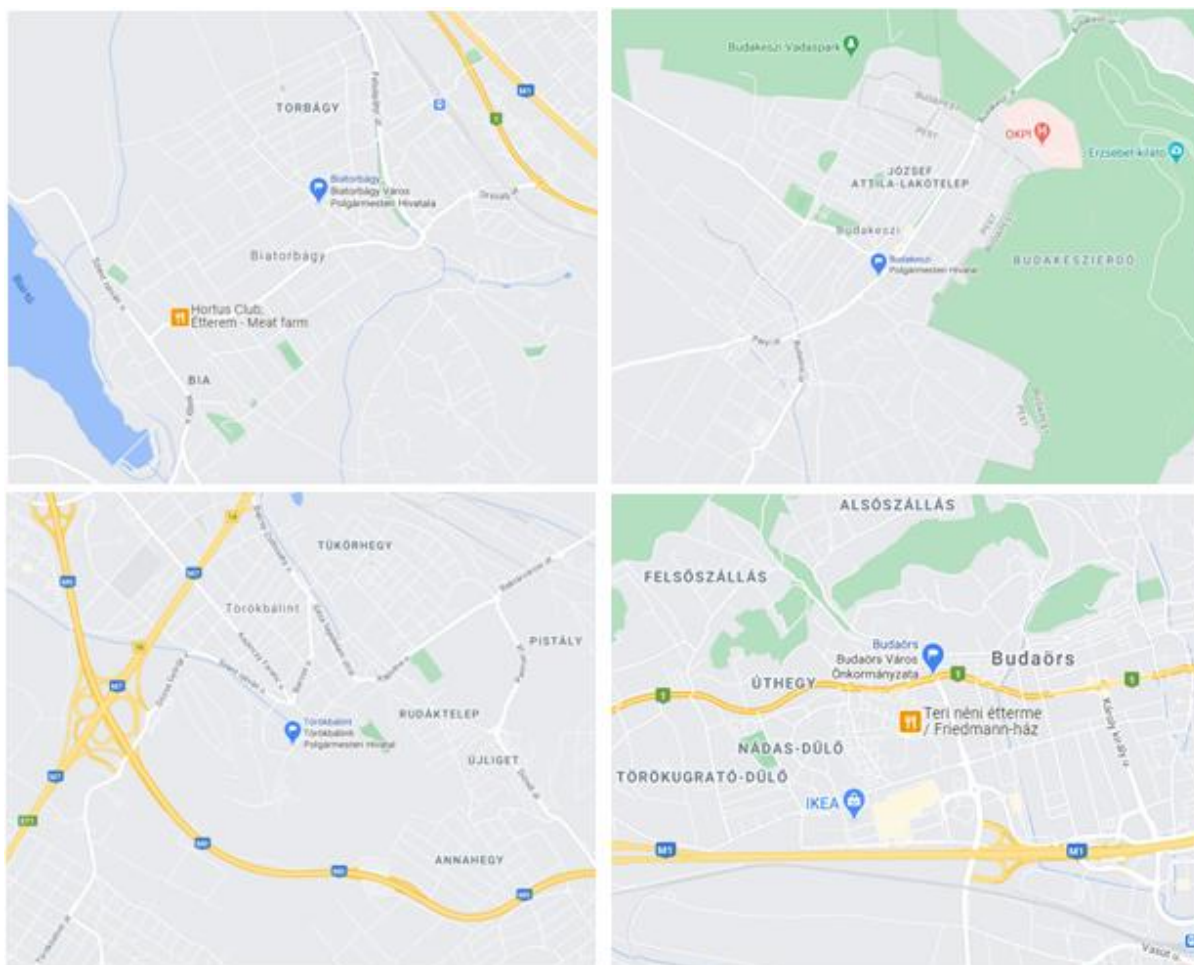
Budaörs és Budakeszi mellett még két agglomerációs település, Biatorbágy és Törökbálint vizsgálatba bevonása látszik logikusnak. Bár ezen két településről nem áll rendelkezésre a fentiekhez hasonló részletes adatsor, közlekedési szempontból mindkét település autós ingázásra ideális, valamint a településeket egy térképes adatbázis [23] segítségével elemezve találni olyan utcákat, település részeket, ahol az „early adopter” csoportra jellemző háztartások (magas diplomások aránya, gazdag, kertvárosi terület) nagyobb arányban fordulnak elő az adott településen, vagy akár az egész agglomerációs szektorban.

5 Az ingázás során megtett távolságok

A nyugati agglomerációs szektor ingázási szokásainak áttekintését elvégeztem, a következő lépés az ingázók által megtett napi út hosszának becslése. Az előző fejezetben már bemutatott szempontok alapján Biatorbágyot, Budakeszit, Budaörsöt és Törökbálintot vizsgálom meg, mint a szektor négy meghatározó ingázási kiindulópontja. A végpontok a szektorral szorosabb ingázási kapcsolatban lévő budai kerületek, a II., a XI. valamint a XII. kerületek. Az egyes pontokat a Google térkép szolgáltatásának [24] segítségével jelöltem és mutatom be.

5.1 Kiinduló pontok: az agglomeráció települései

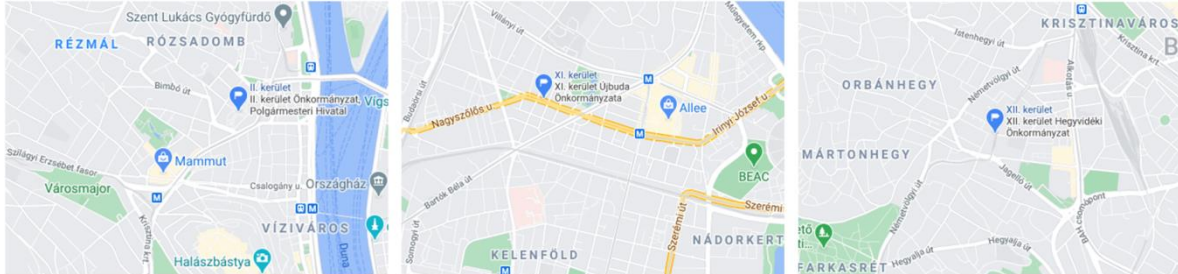
A négy települést egy-egy pont reprezentálja majd a számítás során. Az egységességet szem előtt tartva a települések polgármesteri hivatalát jelöltem ki az ingázás kiindulási pontjaként. Polgármesteri hivatal minden településen van, ezen felül gyakran a település közigazgatási központjában helyezkednek el.



11. ábra: A polgármesteri hivatalok helyzete a kiválasztott agglomerációs településeken (Biatorbágy, Budakeszi, Törökbálint, Budaörs)

5.2 Végpontok: a főváros kerületei

A településekhez hasonlóan, a kerületeket is egy-egy pont fogja reprezentálni a távolságszámítások során. A vizsgálat egységességének megtartása érdekében ezúttal is a közigazgatási intézményeket, a kerületi önkormányzati hivatalokat választottam ki, mint az ingázók célpontjai.



12. ábra: Az önkormányzati hivatalok helyzete a vizsgált kerületekben (II., XI., XII. kerület)

5.3 A megtett távolságok számítása

Az ingázási utak végpontjai immár ismertek. A távolságokat továbbra is a Google Maps [24] segítségével határoztam meg, ezek láthatóak a 7. táblázatban. Minden esetben a lehető legrövidebb potenciális útvonal került kiválasztásra két pont között. A nyugati agglomerációs szektor részletesebb bemutatása során külön kitértem Budaörsre és Budakeszire, lévén ezekről a településekről áll rendelkezésre részletekbe menő, a dolgozat szempontjából releváns adatállomány. Azt láttuk, hogy míg Budakeszi leginkább az észak-budai kerületekkel áll szoros ingázási kapcsolatban, addig Budaörs elsősorban a dél-budai kerületekkel, majd csak azután az északiakkal. Ezen adatok tökéletes összhangban vannak a vizsgált távolságokkal valamint azzal a ténnyel, hogy az ingázás volumene és iránya nagyon erősen függ az agglomerációs település fővárosi kerületekkel való földrajzi és közlekedési kapcsolatától.

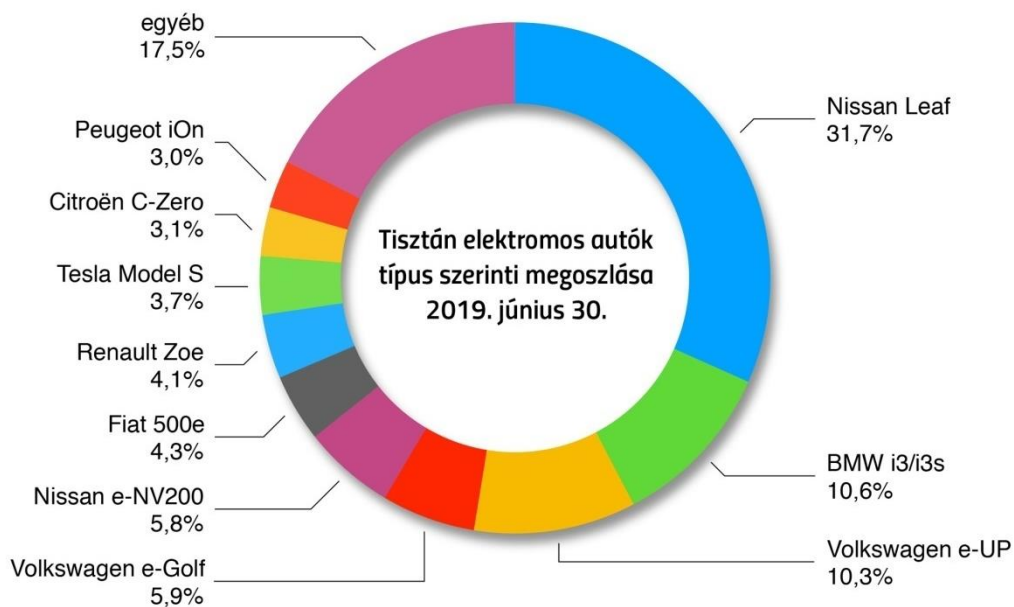
7. táblázat: Az agglomerációban és a kerületekben kijelölt ingázási pontok távolságai [24]

		Végpontok		
		II. kerület	XI. kerület	XII. kerület
Kezdőpontok	Biatorbágy	21,9 km	18,2 km	19,3 km
	Budakeszi	10,0 km	13,2 km	10,5 km
	Budaörs	13,8 km	10,1 km	11,3 km
	Törökbálint	18,5 km	14,1 km	15,9 km

5.4 A napi ingázás egy főre levetített energiaigénye

A fejezet zárásaként meghatározom, hogy az egyes ingázók által megtett útvonalak megközelítőleg mekkora energiát használnak fel a villamos autók akkumulátorából. Ehhez szükség van a tipikus ingázási kilométer adatokra, illetve ismernünk kell az ingázók által használt villamos autók fogyasztását. Előbbit az imént határoztam meg, a kapott eredményeket a 7. táblázat mutatja.

A fogyasztási adatokat a jelenlegi, Magyarországon használt villamos autó típusok fogyasztása alapján becslöm. A hazai villamos autók típus szerinti megoszlása ismert [25], a különböző modellek részesedését a 13. ábra mutatja. A három legnépszerűbb modell, a Nissan Leaf (31,7 százalék), a BMW i3 illetve i3s (10,6 százalék), valamint a Volkswagen e-UP (10,3 százalék) együtt több, mint a teljes flotta felét (52,6 százalék) teszi ki.



13. ábra: A villamos autók típus szerinti megoszlása, 2019 [25]

A villamos autók fogyasztását már egyre több adatbázis tárolja s vizsgálja, ebből én a spritmonitor.de [26] weboldal adatait használom fel dolgozatomban. Az adatbázisból a fent felsorolt három típus fogyasztását veszem figyelembe, felhasználva ezek döntő hányadát a teljes hazai villamos autó állományban. Az adatokat a 8. táblázat mutatja.

8. táblázat: A meghatározó modellek hazai részaránya és mért fogyasztásuk [25][26]

Modell	Hazai részarány [%]	Fogyasztás [kWh/100km]
Volkswagen e-UP	10,3	14,1
BMW i3	10,6	15,3
Nissan Leaf	31,7	15,3
	Összesen: 52,6	Súlyozott átlag: 15,065

A típusokat hazai részarányuk szerint súlyozva átlagosan 15,065 kWh fogyasztást kaptam minden egyes 100 kilométeren. Ez alapján a továbbiakban egységesen 15 kWh/100 km-es fogyasztást tételezek fel az ingázók valamennyiére, függetlenül az ingázás kiinduló- és végpontjától.

Immár ismertek mind az ingázás során megtett tipikus napi távolságok, mind a tipikus fogyasztás értékek. Összevetve a kettőt kapjuk a 9. táblázatot, vagyis a napi ingázáshoz szükséges energia teljes nagyságát. A táblázatban látható fogyasztás adatok a 7. táblázat távolság értékeivel szemben nem csak az odaútra, hanem a napi ingázás teljes egészére vonatkoznak, lévén a következő vizsgálatok során ez az adat kerül további felhasználásra, a területi energiaigények megvizsgálásakor.

9. táblázat: Az egyes ingázók által egy nap alatt elfogyasztott energia teljes nagysága

		Célpontok		
		II. kerület	XI. kerület	XII. kerület
Kezdőpontok	Biatorbágy	6,57 kWh	5,46 kWh	5,79 kWh
	Budakeszi	3,00 kWh	3,96 kWh	3,15 kWh
	Budaörs	4,14 kWh	3,03 kWh	3,39 kWh
	Törökbálint	5,55 kWh	4,23 kWh	4,77 kWh

6 A napi ingázás teljes energiaigénye

Az előző fejezetben a tipikus ingázási távolságok ismeretében és átlagos fogyasztást feltételezve meghatároztam az egyes ingázók különböző szakaszokhoz tartozó napi villamosenergia-fogyasztását. Ahhoz, hogy ebből meghatározzam, mekkora villamosenergia-igényt jelent ez a kijelölt ingázási pontokon, szükség van a szektorból való ingázás volumenének és irányának ismeretére. A nyugati agglomerációs szektorból való ingázás irányát és az ingázók megoszlását a fogadó budapesti kerületcsoportok szerint már áttekintettem, így most csak annyi a feladat, hogy a napi ingázók nagyságát meghatározom, majd a kapott értékekre alkalmazom a már ismert adatokat.

6.1 A napi ingázók számának becslése

A számítás során a Budakeszi járásra vonatkozó, 2011-es népszámlálási adatokból [19][27] indultam ki. Ennek oka, hogy csak ebben a területi összevetésben állt rendelkezésemre konkrét adat az ingázók számát illetően, agglomerációs szektoronként vagy településenként nem. Bár a nyugati agglomerációs szektor és a Budakeszi járás földrajzilag nagyrészt megegyeznek egymással, a vizsgálatban igen nagyvonalú közelítés lenne eltekinteni a kettő közti különbségtől, főleg úgy, hogy az egyik, agglomerációs szektorban található település, Törökbálint a nyugati szektor része, a Budakeszi járásnak azonban nem az. Ezért a következő gondolatmenet alapján haladtam. Mivel a járásra vonatkozó adatok állnak rendelkezésre, ezeket veszem kiindulási alapnak. Ennek alapján megbecsülöm, hogy az egyes vizsgált településekről (Törökbálint kivételével) mennyien ingáznak. Ezután területi, közlekedési analógiák mentén becslöm a Törökbálinton élő ingázók számát is. Végül a rendelkezésre álló adatok alapján megbecsülöm, hogy a négy településről ingázók közül hányan ingáznak Budapestre. Ennek ismeretében és az ingázók kerületcsoportonkénti eloszlását figyelembe véve már számítható az egyes ingázási pontokon jelentkező villamosenergia-igény.

A Budakeszi járás népessége 83670 fő volt 2011-ben. E mellett ismert azon, a járásból naponta ingázók száma, akik ugyanarra a településre ingáznak nap mint nap. Az ő számuk 21522 fő volt. A három, Budakeszi járáshoz tartozó település lakossága is ismert. Biatorbágnak 12484, Budakeszinek 13502, Budaörsnek pedig 26757 lakosa volt a 2011-es népszámlálás szerint. Ahhoz, hogy meghatározhassam a településről ingázók számát, a következő feltevessel élek. A vizsgált ingázók eloszlása a járás egészében településenként egyenletes, tehát minden településről egyforma arányban járnak el a munkavállalók. A kisebb településekről nem csak Budapestre, hanem a járás egyéb ingázási központjaiba is jelentős számú ingázó jár nap mint nap. Ilyen járáson belüli központ maga Budaörs is, aminek ingázási egyenlege pozitív, tehát több munkavállaló érkezik, mint akik eljárnak. Ez az ingázási láncolat mutatja, hogy a feltevés a vizsgálat szempontjából elfogadható.

Az egyes településekről ingázók és az ott lakók aránya tehát megegyezik a járásban lakó ingázók és lakosok arányával. Ingázók alatt továbbra is a napi, ugyanarra a településre ingázókat értjük.

$$\frac{\text{Járásban élő ingázók}}{\text{Járás lakossága}} = \frac{\text{Településen élő ingázók}}{\text{Település lakossága}}$$

Mielőtt továbbmennék, megvizsgálom Törökbálint helyzetét. Törökbálint nem a Budakeszi járás része, közigazgatásilag az Érdi járáshoz tartozik. Ugyanakkor a dolgozat tárgyalása az ingázási szokások alapján történik, aminek alapján Törökbálint a nyugati agglomerációs szektor része, csakúgy mint a hozzá közel fekvő és közlekedési szempontból hasonló Biatorbágy és Budaörs. Emiatt a Budakeszi járásra érvényes ingázási arányt alkalmazom Törökbálintra is, ami megközelítőleg ugyanannyi ingázót fog jelenteni, mint Biatorbágy esetében, lévén a két település lakossága 2011-ben majdnem megegyezett (12841 és 12484 fő).

Mindezek ismeretében meghatározható mind a négy vizsgált településről ingázók száma. Ugyanakkor a dolgozat szempontjából csupán a Budapestre ingázók száma a releváns, így még meg kell vizsgálni, az ingázók hány százalékának célpontja a főváros. Budakeszi és Budaörs esetében [22] külön kitér rá, hogy ezen települések eljáróinak több, mint 78%-a jár Budapestre, míg a nyugati agglomerációs szektorból naponta Budapestre eljárók a szektor összes eljárójának százalékában 72,3 százalék. Ezek alapján a következő becslés mellett döntöttem. Budakeszi és Budaörs esetében 80 százalékosnak tekintem a Budapestre ingázók arányát az összes ingázóhoz képest, míg Biatorbágy és Törökbálint esetében ez az arány 75 százalék. Ezek az értékek némileg magasabbak az átlagnál, ennek oka a választott települések szorosabb ingázási kapcsolata a fővárossal. A távolabbi, nyugati agglomerációs szektorhoz tartozó települések nagyobb eséllyel ingáznak az agglomeráció más településeire, mint a már említett Budaörsre vagy Törökbálintra.

Ezek alapján meghatározható az egyes településekről naponta a fővárosba ingázók száma. Az eredményeket a 10. táblázat mutatja a számítás logikai sorrendjében.

10. táblázat: A naponta Budapestre ingázók száma a vizsgált településeken [19][22][27]

Település	Lakosság [fő]	Napi ingázók[fő]	Budapestre ingázók[fő]
Biatorbágy	12484	3211	2408
Budakeszi	13502	3473	2778
Budaörs	26757	6883	5506
Törökbálint	12841	3303	2477

A további számítások átláthatóságának érdekében a Budapestre ingázók számát kerekítem. Így Biatorbágy esetében 2400, Budakeszi, Budaörs és Törökbálint esetében pedig rendre 2800, 5500 és 2500 naponta Budapestre ingázóval számolok. A további számítások során ezen értékeket fogom használni.

Most, hogy ismerjük az egyes településekről naponta Budapestre eljáró munkavállalók számát, ideje megvizsgálni az általuk feltételezett villamos autó használat által jelentkező villamosenergia-igény nagyságát illetve ennek területi eloszlását.

6.2 A megjelenő villamosenergia-igény helye és nagysága

A dolgozatban nem vizsgálom az egy napon belül várható töltések eloszlását, egyszerűen csak az egy nap jelentkező teljes villamosenergia-igényt. Továbbá azzal a feltételezéssel élek, hogy a felhasználók minden nap és ugyanott töltik autójukat. Így minden ingázónak annyi villamos energiára van szüksége, mint amennyi az ő ingázási útvonalát jellemzi, amit a 9. táblázatban már korábban meg is határoztam. A kérdés, hogy az egyes kerületekben illetve településeken vajon mekkora lesz az összesített villamosenergia-igény, illetve megvizsgálom azt is, az egyes településeken pontosan hol jelentkezhet ez a jövőben. A vizsgálatot két eseten keresztül végzem el. Az első esetben az ingázók kizárólag munkában, tehát a főváros valamely kerületében töltenek, míg a második esetben kizárólag otthon, a vizsgált agglomerációs településeken.

6.2.1 1. eset: az ingázók a munkahelyükön töltik autójukat

Ennek az esetnek a vizsgálatához szükség van arra, hogy kiszámítsuk, a vizsgált településekről mely kerületekbe és hányan járnak az ingázók. Ehhez a nyugati agglomerációs szektor ingázási szokásait bemutató fejezet (4.2) lesz segítségemre, valamint az ezen fejezet első pontjában számított Budapestre ingázók településenkénti száma.

A 6. táblázat megmutatja, hogy a Budaörsről és Budakesziről bejárók hány százaléka jár az egyes fővárosi kerületcsoportokba. Hasonló adatok Biatorbágy és Törökbálint esetében nem álltak rendelkezésre, így az ezekre vonatkozó adatokat ismét becsléssel határoztam meg. A becslés analóg a fejezet korábbi részében látottal, azaz Biatorbágy és Törökbálint esetében azzal a feltételezéssel élünk, hogy ingázási szokásaik megfelelnek a Budaörsről szóló adatokkal. Ezen feltevésünket továbbra is a települések egymáshoz közeli elhelyezkedése és közlekedési kapcsolataik hasonlósága indokolja.

A kerületcsoportokat kerületekre bontva a következőket látjuk. Dél-Budáról a XI. kerület rendelkezik erős ingázási kapcsolattal a nyugati agglomerációs szektorral, a kerületcsoport másik kerülete, a XXII. kerület egyértelműen a déli szektorhoz kötődik inkább [22]. Így a XI. kerületre vonatkozó adatokat

egyszerűen az egész Dél-Budára érvényes értékekkel közelítem. Hasonlóan járok el Észak-Buda esetében is, ugyanakkor itt mind a II. kerület, mind a XII. kerület lényeges a vizsgált szektor szempontjából. Mivel ezekről csak annyi információ áll rendelkezésre, hogy ingázási képük nagyban hasonlít egymásra, a kerületcsoporton belüli ingázók megoszlását azonosnak veszem a vizsgálatban. Így az Észak-Budára ingázók egyik fele a II., másik fele a XII. kerületbe ingáznak.

Mindezeket figyelembe véve, valamint a vizsgált, budai kerületcsoportok százalékait nagyságrendileg kerekítve kapjuk a 11. táblázatot, ami a következő számítások alapjául szolgál.

11. táblázat: Az egyes településekről naponta Budapestre bejárók megoszlása a vizsgált kerületek szerint (%)

		Települések			
		Biatorbágy	Budakeszi	Budaörs	Törökbálint
Kerületek	II. kerület	10	20	10	10
	XI. kerület	30	12	30	30
	XII. kerület	10	20	10	10

A kapott 11. táblázatot összevetve a településekről naponta Budapestre ingázók számával meghatározhatjuk a különböző ingázási utakhoz tartozó ingázók számát. Ezt a 12. táblázat mutatja.

12. táblázat: Az egyes településekről naponta Budapestre bejárók száma a vizsgált kerületek szerint (fő)

		Települések			
		Biatorbágy	Budakeszi	Budaörs	Törökbálint
Kerületek	II. kerület	240	560	550	250
	XI. kerület	720	336	1650	750
	XII. kerület	240	560	550	250

Végül az adott szakaszon ingázók számát megszorozva az ingázási szakaszra jellemző fogyasztással (9. táblázat) megkapjuk az adott szakaszon történő ingázás teljes villamosenergia-szükségletét. A kapott energia értékeket a 13. táblázat mutatja. A kapott értékek közül kiemelkedik a XI. kerület, az itt jelentkező villamosenergia-igény közelítőleg megegyezik a II. és XII. kerületben látottak összegével. Ahogy az ingázási szokásokkal foglalkozó fejezetben már említettem, a XI. kerület a főváros egyik legnépesebb kerülete, ebbe a kerületbe járnak be második legtöbben dolgozni, valamint itt dolgozik a legtöbb ember Budapest kerületei közül. A nyugati szektorral való autós közlekedési kapcsolata kiváló, hála az autópályának és a számos P+R parkolónak. Ez Budaörs esetében, ami a legközelebb

fekszik a kerülethez hatványozottan igaz, ez külön is jól látszik a fogyasztásértékekben, de hasonlóan igaz ez Törökbálintra és Biatorbágyra is. Budakeszi inkább az észak-budai kerületekhez kötődik ingázási szempontból, így ott ezek a szakaszok a dominánsabbak.

13. táblázat: Az egyes szakaszokon valamint a kerületenként jelentkező napi villamosenergia-igény teljes nagysága [kWh]

		Települések				
		Biatorbágy	Budakeszi	Budaörs	Törökbálint	Kerületenként összesen
Kerületek	II. kerület	1576,8	1680	2277	1387,5	6921,3
	XI. kerület	3931,2	1330,56	4999,5	3172,5	13433,76
	XII. kerület	1389,6	1764	1864,5	1192,5	6210,6

Az eredményeket érdemes megvizsgálni a kerületek napi fogyasztásának tükrében is. Ehhez a KSH 2016-os, egy háztartásra jutó átlagfogyasztásából [28] indulok ki. Ezt az átlagos értéket felszorozva a vizsgált kerület lakosságának számával megkapjuk a kerület évi villamosenergia-felhasználását, közelítőleg. A népszámlálási adatok [27] általában csak 2015 és 2017-ben állnak rendelkezésre, ezért a 2016-os értéket ezek számtani közepével becsülöm. Az éves fogyasztásból meghatározom az egy napi átlagos fogyasztást a kerületben, majd ezt hasonlítom össze a kerületekre kiszámolt villamosenergia-értékekkel (14. táblázat). Látható, hogy egyik kerületben sem éri el a várható töltésigény a 2016-os napi kerületi fogyasztások 2 százalékát. Ez nem meglepő, ha számításba vesszük, hogy a dolgozatban egyedül a nyugati agglomerációs szektor szokásait vizsgáljuk. A vizsgált kerületekbe azonban nem csak ebből a szektorból, hanem az összes többiből járnak be munkavállalók. Ha ezeket is számításba vennénk, minden bizonnyal a kerületekben jelentkező villamosenergia-igényre is magasabb értéket kapnánk. Bár a XI. kerületben a legnagyobb a villamosenergia-igény, arányaiban a XII. kerületben látható a legnagyobb változás, köszönhetően a relatív kisebb napi átlagos fogyasztásnak a kerületben.

14. táblázat: A kerületenként jelentkező villamosenergia-igény összehasonlítva az átlagos, napi kerületi fogyasztással

	Egy háztartási fogyasztóra jutó évi villamosenergia-fogyasztás [kWh/fő]	Lakosság [fő]	Napi lakossági villamosenergia-fogyasztás a kerületben [ezer kWh]	Az ingázás okozta napi többlet villamosenergia-igény a kerületben [kWh]	Az ingázás energiaigénye a napi kerületi fogyasztáshoz képest [%]
II. kerület	2396	88790	582,85	6921,3	1,19
XI. kerület	2177	143014	852,99	13433,76	1,57
XII. kerület	2238	58370	357,90	6210,6	1,74

6.2.2 2. eset: az ingázók otthon töltik autójukat

A második eset során megvizsgálom, mekkora villamosenergia-igény jelentkezne, ha az összes ingázó otthon töltené autóját. Ezen felül egy geindex térkép [23] segítségével megvizsgálom az egyes településeket és megbecsülöm, várhatóan mely településrészen fog jelentkezni a számított töltésigény.

A töltésigény az első esetben látott módszerrel teljesen analóg módon kerül meghatározásra. A különböző szakaszokon való ingázás teljes villamosenergia-igényét már meghatároztam, így most csak annyi a dolgom, hogy ezeket nem kerületenként vizsgálom (13. táblázat), hanem településenként. Ezt mutatja a 15. táblázat. Budaörs ebben az összevetésben is egyértelműen kiemelkedik a négy település közül, ugyanakkor a Biatorbágyon jelentkező villamosenergia-igény is jelentős, összevetve a hasonló lélekszámú Törökbálinttal. Ez a hosszabb ingázási útvonalaknak köszönhető.

15. táblázat: Az egyes szakaszokon valamint a településenként jelentkező napi villamosenergia-igény teljes nagysága [kWh]

		Települések			
		Biatorbágy	Budakeszi	Budaörs	Törökbálint
Kerületek	II. kerület	1576,8	1680	2277	1387,5
	XI. kerület	3931,2	1330,56	4999,5	3172,5
	XII. kerület	1389,6	1764	1864,5	1192,5
	Településenként összesen	6897,6	4774,56	9141	5752,5

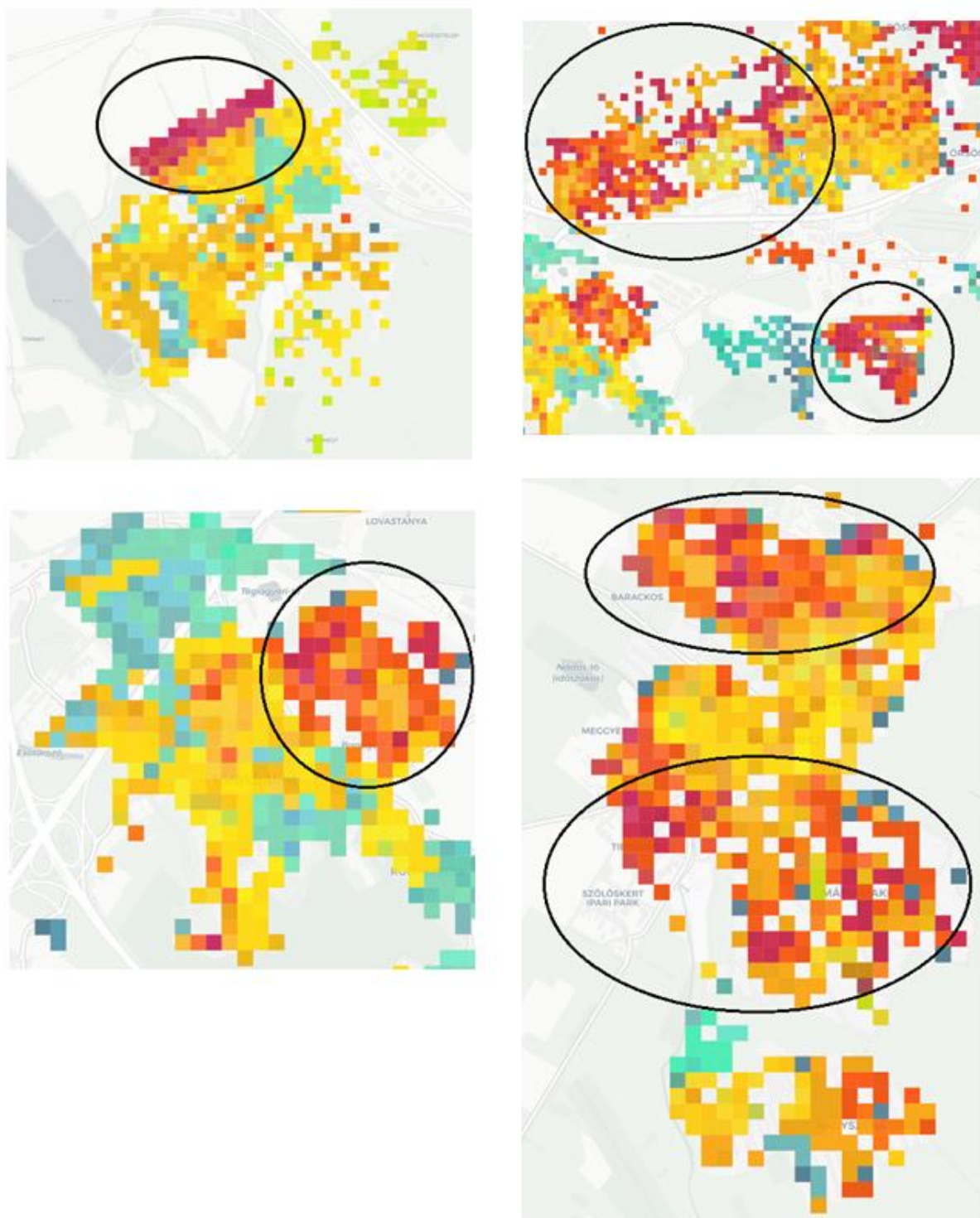
Az első esethez hasonlóan itt is megvizsgálom, hogyan aránylanak a számított értékek a napi, jelen esetben települési fogyasztási értékekhez. A módszer megegyezik az első esetben látottal, az eredményeket a 16. táblázat segítségével mutatom be.

A kerületekhez képest jóval magasabb értékeket látunk, Biatorbágy esetében a várható villamosenergia-igény a 2016-os, napi átlagos fogyasztás több, mint 7 százalékának adódott, míg Törökbálint esetében majdnem 5,5 százalék.

16. táblázat: A településenként jelentkező villamosenergia-igény összehasonlítása az átlagos, napi települési fogyasztással

	Egy háztartási fogyasztóra jutó évi villamosenergia-fogyasztás [kWh/fő]	Lakosság [fő]	Napi villamosenergia-fogyasztás a kerületben [ezer kWh]	Az ingázás okozta napi villamosenergia-igény a kerületben [kWh]	Az ingázás energiaigénye a napi kerületi fogyasztáshoz képest [%]
Biatorbágy	2760	12956	97,97	6897,6	7,04
Budakeszi	2722	14302	106,66	4774,56	4,48
Budaörs	2978	28826	235,19	9141	3,89
Törökbálint	2826	13580	105,14	5752,5	5,47

A fogyasztási volumen meghatározása után áttekintettem a különböző településrészeket, ahol várhatóan nagyobb mértékben fog jelentkezni a növekvő villamosenergia-igény. Ezt a már említett geoindex térkép [23] és a korábbi fejezetben meghatározott „early adopter” fogyasztói profil összevetésével végeztem. A profil alapján két szűrő segítségével vizsgáltam a településeket. Az első a diplomások aránya, a második a lakókörnyezet index. Előbbinél a minél magasabb érték jelentette a dolgozat szempontjából releváns településrészeket, míg a lakókörnyezet típusok esetén három kategória jelentette ezeket (Gazdag-Kertvárosi-Felnőtt, Gazdag-Kertvárosi-Gyermekes, Gazdag-Zöldövezeti-Felnőtt). A felsorolt szűrők használatával mind a négy kiemelt településen sikerült meghatározni egy olyan részt, ahol az átlagnál több, a profilba illő fogyasztó él (14. ábra). Ez a jövőbeli hálózatfejlesztési tervek szempontjából értékes információ lehet az áramszolgáltató részére. Biatorbágyon két lakópark, a Viadukt és Zöldsziget lakóparkok, Budaörsön a település nyugati része illetve a budaörsi kamaraerdő, Törökbálinton a Tükörhegy, míg Budakeszin a József Attila lakótelep, Máriamakk és Alvég településrészek a keresésnek megfelelő területek, ezeket az ábrán fekete ellipszissel be is jelöltem.



14. ábra: A települések azon részei, ahol várhatóan nagyobb arányban megjelenik a számított villamosenergia-igény. A települések a bal felső sarokból jobbra haladva: Biatorbágy, Budaörs, Törökbálint, Budakeszi. [23]

7 Összefoglalás

A dolgozatban megvizsgáltam, mekkora villamosenergia-igényt jelentene, ha a nyugati agglomerációs szektorban élő „early adopter” csoport Budapestre ingázó része villamos autóval közlekedne.

A vizsgálat első lépéseként röviden áttekintettem a téma fontosságát mutató két alapproblémát, az egyre inkább szükségessé váló elosztott energiatárolást valamint a fővárosi autós közlekedés okozta egészségügyi és természeti károkat. Megmutattam, hogy a városi környezetben való villamos autó használat hogyan tudja mindkét említett problémát enyhíteni, később akár megszüntetni. Megemlítettem az elosztott energiatárolás és szabályozás jövőbeli fontosságát, valamint az egyes területek külön való vizsgálatának szükségszerűségét az országosan és régióként is igen csak eltérő villamos autó penetráció nyomán.

Következő lépésként megvizsgáltam a jelenlegi és várható helyzetét a hazai villamos autó állománynak. Megállapítottam, hogy a jelenlegi fejlesztéseket és támogatásokat figyelembe véve a következő években, évtizedekben is hasonlóan dinamikus növekedés várható a villamos autók számában Magyarországon, egyre inkább előtérbe kerülve a tisztán elektromos meghajtású modellek. Ezután nemzetközi példák alapján azonosítottam a hazai, potenciális „early adopter” csoportot, különböző szociológiai paraméterek felhasználásával, mint a kor, vagy a családi állapot.

Mindezek után elkezdtem az ingázási szokások vizsgálatát, országos szintről egészen a választott agglomerációs szektorig. Eközben a már meghatározott „early adopter” profil felhasználásával és egyéb, a szektorokra jellemző paraméterek segítségével jutottam el a nyugati agglomerációs szektorig, ami a dolgozat szempontjából a leginkább releváns agglomerációs szektor, így ezt külön pontban is elemeztem a későbbi számítások miatt. Ennek segítségével határoztam meg a vizsgált ingázási útvonalak kezdő illetve végpontjait, majd tanulmányozva a hazai villamos autó állomány modellek szerinti megoszlását, az ingázási útvonalakhoz tartozó villamosenergia-fogyasztást is.

A fogyasztás és a 2011-es népszámlálási adatok felhasználásával lépcsőről lépésre meghatároztam az egyes ingázási utakhoz tartozó villamosenergia-igényt. Ahol nem állt rendelkezésemre pontos adat, ott mérnöki becslést alkalmazva számoltam tovább. Ennek végeredményeképp kettő esetet mutattam be, az ingázók töltési helye alapján. Meghatároztam az ingázási pontokon jelentkező teljes villamosenergia-igény nagyságát, valamint az agglomerációs településeken ennek várható helyét is. Megmutattam, hogy egy szűk „early adopter” csoport is jelentősen, akár 5-7 százalékkal növelheti az agglomerációs települések villamosenergia-igényét. A kerületek esetében ez az érték 1-2 százalékra adódott. Ezek az adatok alapjául szolgálhatnak későbbi kutatásoknak, melyek egy lehetséges célja lehet megvizsgálni a töltésigény várható hatását a kerületek és települések elosztó hálózatára.

8 Irodalomjegyzék

- [1] Villanyautósok, Egyre népszerűbbek a tisztán elektromos autók Magyarországon, <https://villanyautosok.hu/2019/07/15/egyre-nepszerubbek-a-tisztan-elektromos-autok-magyarorszagon/>
- [2] E-cars, 20 ezer fölött a zöld rendszámú autók száma Magyarországon, <https://e-cars.hu/2020/06/10/20-ezer-folott-a-zold-rendszamos-autok-szama-magyarorszagon/>
- [3] Hazai Elektromobilitási Stratégia - Jedlik Ányos Terv 2.0, 34-35. oldal, 2019
- [4] Gerse József: Felvillanyozva: az elektromos autók töltőhálózatának terjedése Magyarországon, Területi Statisztika folyóirat 60. évfolyam 4. szám, 2020
- [5] Okosipar, Óriási a vásárlási kedv az elektromos autó piacon Magyarországon, <https://www.okosipar.hu/oriasi-a-vasarlasi-kedv-az-elektromos-auto-piacon-magyarorszagon/>
- [6] Kék Bolygó Klímavédelmi Alapítvány, Adatok és vélemények az e-mobilitás magyarországi helyzetéről
- [7] Villanyautósok, Bő egy nap alatt kimerült az 5 milliárdos keret, <https://villanyautosok.hu/2020/06/16/bo-egy-nap-alatt-kimerult-az-5-milliardos-keret/>
- [8] Villanyautósok, Jövőre indulhat újra a villanyautók állami támogatása, <https://villanyautosok.hu/2020/09/09/jovore-indulhat-ujra-a-villanyautok-allami-tamogatasa/>
- [9] Erik Figenbaum, Marika Kolbenstvedt: Learning from Norwegian Battery Electric and Plug-in Hybrid Vehicle users - Results from a survey of vehicle owners, 6-25. oldal, 2016
- [10] Brook Lyndhurst Ltd: Uptake of Ultra Low Emission Vehicle in the UK: A Rapid Evidence Assessment for the Department for Transport, 8-16. oldal, 2015
- [11] Center for Sustainable Energy, California Plug-in Electric Vehicle Owner Survey, 2013
- [12] Data USA, California state, <https://datausa.io/profile/geo/california#economy>
- [13] Trading Economics, Norway Average Monthly Earnings, <https://tradingeconomics.com/norway/wages>
- [14] Központi Statisztikai Hivatal, Az összes háztartás adatai jövedelmi tízedek (decilisek), régiók és a települések típusa szerint (2010-), https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_zhc014b.html?down=2343
- [15] Központi Statisztikai Hivatal, Az ingázás kiemelt célpontjai, 2016, <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/pdf/ingazas.pdf>
- [16] Keszi Channel, Vadul terjeszkedő Dunakeszről ír a hvg.hu cikke!, <http://www.keszichannel.hu/index.php/hirek/minden-ami-fontos/2169-vadul-terjeszkedo-dunakeszirol-ir-a-hvg-hu-cikke>
- [17] Dr. Lakatos Miklós, Dr. L. Rédei Mária, Kapitány Gabriella: Mobilitás és foglalkoztatás*, Területi Statisztika folyóirat 55. évfolyam 2. szám, 157-179. oldal, 2015
- [18] Népszava, Fejlesztések egyeztetés, agglomeráció jövőkép nélkül, <https://nepszava.hu/3010352-fejlesztések-egyeztetes-agglomeracio-jovokep-nelkul>

- [19]Központi Statisztikai Hivatal: 2011. évi népszámlálás - 18. A foglalkoztatottak napi ingázása és közlekedése, 48-66. illetve 150. oldal, 2015
- [20]Kovács Zoltán, Szigeti Cecília, Egedy Tamás, Szabó Balázs, Kondor Attila Csaba: Az urbanizáció környezeti hatásai – Az ingázás ökológiai lábnyomának változása a budapesti várostérségben, Területi Statisztika folyóirat 57. évfolyam 5. szám, 469-494.oldal, 2017
- [21]Koltai Luca, Varró András: Ingázás a budapesti agglomerációban, Új Munkaügyi Szemle, I. évfolyam 2020 / 3. szám, 2020
- [22]Lakatos Miklós, Kapitány Gabriella: A munkaező napi mozgása (ingázása) és közlekedése Budapesten és a fővárosi agglomerációban, a népszámlálási adatok alapján II. rész, Területi Statisztika folyóirat 56. évfolyam 2. szám, 209-239.oldal, 2016
- [23]CARTO, 100x100 elemzési adatbázis Budapestre és a magyar nagyvárosokra: népesség, jövedelem, vásárlóerő, városközpont, https://geoxmap.carto.com/viz/fc6f49ac-d288-11e6-9805-0ee66e2c9693/public_map
- [24]Google térkép, A kijelölt ingázási pontok a településeken és kerületekben, <https://www.google.com/maps/@47.469697,18.9037312,13z/data=!4m2!10m1!1e2>
- [25]Villanyautósok, A legnépszerűbb villanyautók Magyarországon, <https://villanyautosok.hu/2019/10/07/a-legnepszerubb-villanyautok-magyarorszagon/>
- [26]Spritmonitor, The most power efficient electric vehicles, https://www.spritmonitor.de/en/evaluation/most_economic_electric_vehicles.html
- [27]Népesség.com, Magyarország összes megyéjének és településének lakossági változása 1870-től 2018-ig, <http://nepesseg.com/>
- [28]Központi Statisztikai Hivatal, Interaktív térkép, Egy háztartási fogyasztóra jutó évi villamosenergia-fogyasztás, 2016, <http://www.ksh.hu/interaktiv/terkepek/mo/komm.html?mapid=ZRS993>