

BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM

Gazdálkodástani Doktori Iskola

**A szolgáltatási színvonal és a helyettesítők keresletre gyakorolt
hatása a magyar vasúti személyszállítási piacon**

Doktori Értekezés

Édes Balázs

Budapest, 2021

VÁLLALATGAZDASÁGTAN INTÉZET
LOGISZTIKA ÉS ELLÁTÁSI LÁNC MENEDZSMENT TANSZÉK

Témavezető:

Chikán Attila akadémikus

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Tartalomjegyzék</i>	3
<i>Ábrák jegyzéke</i>	5
<i>Táblázatok jegyzéke</i>	6
<i>Bevezetés</i>	8
1 Kontextus	14
1.1 A vasúti személyszállítás válsága: több kérdés, mint válasz	14
1.2 A vasút átalakulása: tisztuló kép	17
1.3 A vasúti szektor Magyarországon.....	20
1.4 Viszonylati jegykiadás és ütemes menetrend Magyarországon	23
1.5 A vasúti szektor környezeti jelentősége.....	28
2 Szakirodalmi összefoglalás	32
2.1 A keresletet forrásai és a szubjektív tényezők szerepe	35
2.2 A közlekedési kereslet modellezése	40
2.3 Módválasztásra fókuszáló modellek.....	50
2.4 Aggregált keresleti modellek.....	58
2.5 Minőség mérésére fókuszáló modellek.....	67
2.6 Következtetések.....	83
3 Módszertan	84
3.1 A kutatási kérdések.....	84
3.2 Az alkalmazott modell elvi felépítése	85
3.3 A felhasznált adatok köre	99
3.4 A modell összeállítása.....	124
4 Eredmények	128
4.1 Az alapmodell	128

4.2	Helyettesítők és egyéb strukturális hatások	134
4.3	Minőségi hatások	137
4.4	A teljes modell becslési eredményei	143
5	<i>Következtetések</i>	146
5.1	Az eredmények interpretációja	146
5.2	A kutatási kérdések értékelése	150
6	<i>Hivatkozások jegyzéke</i>	153

ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra:	Tervezési hierarchia a vasúti személyszállításban	26
2. ábra:	Példa integrált ütemes menetrendi struktúrára	27
3. ábra:	Átlagos externális költségek a személyszállításban, EU, 2016	30
4. ábra:	Utazások célja és fontossági rangsora	36
5. ábra:	Keresleti árrugalmasságra vonatkozó eredmények összefoglalása.....	42
6. ábra:	A versengő állomások közötti útválasztás sémája	49
7. ábra:	Módválasztási döntés folyamata	50
8. ábra:	Az amerikai távolsági piacra készült modell logikai kerete.....	52
9. ábra:	Integrált modellezési koncepció a nagysebességű vasúti előrejelzésben.....	53
10. ábra:	Modellezési keret a kaliforniai nagysebességű vasúti előrejelzésben	54
11. ábra:	Az európai nagysebességű TEN vasúti hálózat 2020-ra tervezett állapota.....	55
12. ábra:	A check-in alapú modell illeszkedése	57
13. ábra:	Az állomások elérhetősége az értékelési szempontok között	71
14. ábra:	Szolgáltatások minőségének tolerancia-zónái és a megfigyelt adatok	73
15. ábra:	A szolgáltatási színvonal tényezői.....	74
16. ábra:	Az idős utasok döntéshozatali folyamata.....	76
17. ábra:	Visszacsatoló minőségi hatások a közlekedésben	77
18. ábra:	A minőségi értékelések eredményei	79
19. ábra:	Kinyilvánított preferencia kutatási kérdőívből származó mintakérdés	82
20. ábra:	Ügyfélélmény fókuszú customer journey sémája egy átlagos utazási láncra	92
21. ábra:	A modell logikai kerete.....	98
22. ábra:	2007 előtti vasúti jegyek fő típusai: kéregjegy és számítógépes jegy.....	99
23. ábra:	2007 utáni nyomtatott számítógépes jegy	100
24. ábra:	Útvonaltervezési eltérések a desztinációs adatokban	113
25. ábra:	Példa hagyományos vasúti menetrend formátumára	114
26. ábra:	Vonat és jármű minőségi értékelési lapja a közszolgáltatási szerződésben	123
27. ábra:	A modell eredményei egységes logikai keretben	147

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. Táblázat:	A nagysebességű vasút és a légi közlekedés környezeti hatásai	29
2. Táblázat:	A közlekedési keresletet formáló tényezők háttérének bemutatása	37
3. Táblázat:	Időértékelési tanulmányok összefoglalása	38
4. Táblázat:	Szubjektív időértékelési eredmények (járműben töltött idő = 1).....	39
5. Táblázat:	Szolgáltatás minőségét leíró tényezők értékelésének összehasonlítása	43
6. Táblázat:	Kereszt-árrugalmasságok a távolsági forgalomban	44
7. Táblázat:	A spanyol nagysebességű vasúti modell változói	61
8. Táblázat:	A spanyol nagysebességű vasúti gravitációs modell eredményei	62
9. Táblázat:	A spanyol nagysebességű vasúti gravitációs modell rugalmasságai	62
10. Táblázat:	Az európai légi közlekedésre alkalmazott modell változói	65
11. Táblázat:	A vasút versenyhatásának becslése járművön töltött idő alapján	66
12. Táblázat:	A vasút versenyhatásának becslése a vasút jelenléte alapján	67
13. Táblázat:	A minőséget vizsgáló kérdőív értékelési szempontjai	68
14. Táblázat:	Eljutási idők hatása a vasúti keresletre, Spanyolország, 1988-1991.....	70
15. Táblázat:	Az értékelési szempontok fontosságára vonatkozó regresszió eredményei	72
16. Táblázat:	Minőségi tényezők fontossági és elégedettségi értékei	75
17. Táblázat:	A vasúti személyszállítási színvonal értékelési tényezői	78
18. Táblázat:	Fejlesztések hasznainak szubjektív fogyasztói értékelése.....	80
19. Táblázat:	Zsúfoltsági szintek értékelése utazás típusa szerinti megoszlásban	82
20. Táblázat:	A buszos és autós eljutási idő arányossága	89
21. Táblázat:	A buszos és autós eljutási idő vasúthoz való viszonyának összehasonlítása	90
22. Táblázat:	A keresleti adatbázis jellemzői.....	104
23. Táblázat:	A keresleti adatbázis felhasznált változói	105

24. Táblázat:	A települési háttérváltozók.....	106
25. Táblázat:	Vegyes közösségi útvonalak problémái a Google DM API adatokban	109
26. Táblázat:	Az MTA GEO adatbázis elérési adatai a teljes mintához képest	111
27. Táblázat:	A GDM API és az MTA GEO adatbázis adatainak összehasonlítása	112
28. Táblázat:	A MÁF rendszer mérési adatainak összefoglalása	120
29. Táblázat:	A közszolgáltatási szerződés minőségi értékelési szempontrendszere	122
30. Táblázat:	Stadler motorvonatok elérhetősége és a vonatok átlagos tisztasága	124
31. Táblázat:	Az adatbázis szerkezete, források és összekapcsolások	125
32. Táblázat:	Az alapmodell keresztmetszeti becsléssel	129
33. Táblázat:	Az alapmodell fix hatású panel becsléssel	131
34. Táblázat:	Az alapmodell kiegészítése éves késleltetett hatással.....	132
35. Táblázat:	Az alapmodell kiegészítése gazdasági változókkal.....	133
36. Táblázat:	A helyettesítéssel kiegészített modell eredményei, fix hatású panel.....	134
37. Táblázat:	Helyettesítéssel kapcsolatos változók becsléseinek összehasonlítása	135
38. Táblázat:	Balaton- és GYSEV-hatás véletlen hatás becsléssel.....	136
39. Táblázat:	Induló és érkező állomások kiegyenlítettsége az adatbázisban	138
40. Táblázat:	Különböző késésmutatók statisztikái a modellben	139
41. Táblázat:	A napi járatszám statisztikái a modellben	140
42. Táblázat:	Az ütemes menetrend statisztikái a modellben.....	141
43. Táblázat:	A motorvonatok statisztikái a modellben	141
44. Táblázat:	A MÁF rendszer minőségi statisztikái a modellben	142
45. Táblázat:	A MÁF rendszer minőségi statisztikáinak súlyai.....	143
46. Táblázat:	A komplex keresleti modell becslési eredményei	144
47. Táblázat:	A minőségi hatások jellegzetességeinek összehasonlítása	151

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Kutatásom hosszú folyamata során sok támogatásban volt részem.

Elsősorban köszönettel tartozom témavezetőmnek, Chikán Attilának, aki a szakmai mentoráláson túl személyes inspirációt és motivációt adott, kitartóan támogatott a munkában.

Rendkívül hálás vagyok azoknak a kollégáimnak, akikkel a közlekedésben volt lehetőségem együtt dolgozni, különösen Szarvas Ferencnek, Tömpe Istvánnak, Vitézy Dávidnak, akik révén olyan tudásra tehettem szert, amelyek az oktatás világában nem megszerezhetőek, és fontos szerephez jutottak ebben a kutatásban. A közlekedési adatokkal kapcsolatos munkában nehezen túlbecsülhető támogatást jelentett mindenekelőtt Bagyal Gyula, Földiák János, Kazai Katalin és Kormányos László segítségével, nélkülük ez a kutatás nem jöhetett volna létre.

A disszertáció számításaihoz felhasználtam az MTA Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont Adatbankjának GEO adatbázisát, melynek adatait a KRTK Adatbankja dolgozta fel, és azok az intézmény tulajdonát képezik. A hozzáférés kapcsán szeretném külön megköszönni Köllő János segítségét.

Az adatokkal kapcsolatos munkában több olyan problémával is szembesültem, amelyek megoldására nem álltak rendelkezésemre megfelelő eszközök, rendkívül hálás vagyok Gerhardt Erik, Lőrincz László és Vehmann Ferenc segítségéért.

A kutatási munka során nagy segítséget és inspirációt jelentett az a szakmai szocializáció, melyben kutatási asszisztensként és munkatársként volt részem, szeretném mindezt külön megköszönni Kertesi Gábornak, Kézdi Gábornak, Pápai Zoltánnak és Ungvári Gábornak.

Sok szakmai segítséget és motiváló támogatást kaptam ebben az időszakban, ezzel kapcsolatban nagyon hálás vagyok Baboss Csabának, Benedek Zoltánnak, Bodnár Viktóriának, Böszörményi Gábornak, Csengődi Alexandrának, Csengődi Sándornak, Fleischer Tamásnak, Gelei Andreának, Jánosi Andrásnak, Kereki Juditnak, Medgyesi Mártonnak, Messing Verának, Micski Juditnak, Nagy Zoltánnak és Szolnoki Pálmának.

Végül szeretném megköszönni családomnak, akik a legtöbbet segítettek abban, hogy kellő időt fordíthassak erre a feladatra, elfogadták az ezzel járó nehézségeket és mindenekelőtt óriási támogatást adtak ahhoz, hogy el tudtam végezni ezt a munkát.

Budapest, 2021. szeptember 15.

BEVEZETÉS

A vasúti személyszállítási szektor évtizedek óta sajátos helyet foglal el a – közgazdasági szempontból általában is jellemzően izgalmas – közszolgáltatások között, globális és helyi viszonylatban egyaránt. Az iparág a legtöbb országban széles tömegeket érint, sokszor vitatott, erős társadalmi, gazdasági és politikai hatással bír, általában egy markánsan kritikusan kezelt témát képez a közbeszédben. Viták és kritikák keresztüzében áll, a közösségi források egyik fontos felhasználója, miközben általában foglalkoztatóként is kiemelkedő szereplő.

A vasút szerepe a gazdasági és társadalmi kontextuson túl környezeti szempontból is jelentős, az elmúlt évtizedek növekvő környezetterhelési és zsúfoltsági tendenciái mellett egyre erősebb figyelem irányul erre a közlekedési módra, mely sok ilyen típusú nehézség enyhítésére lenne alkalmas.

Egyre több területen derül ki, hogy miközben ez az iparág megújulásra szorulna, és számtalan nehézséggel, elavult műszaki és szervezeti megoldások terheivel, veszteségekkel küzd, valójában éppen arra lenne szükség társadalmi szinten, hogy magas színvonalon, hatékonyan működjön. Nem mondhatjuk, hogy két évtizeddel ezelőtt teljes meggyőződéssel jelent volna meg a közbeszédben a vasút szükségessége, mint témakör; a közvélemény és a politika egyaránt inkább megtűrt, kénytelenül elviselt problémagócként kezelte. Bár az Európai Unióban hagyományosan kiemelt fejlesztési terület a vasút, helyi szinten ez a szakpolitikai irány sokszor inkább értetlenséggel találkozik. Markánsan eltér ettől a trendtől a nagysebességű vasutak megjelenése, azonban ebben csak a tagállamok kisebb része érintett.

A gazdasági fejlődés és az ezzel együtt járó motorizáció, a szuburbanizációs trendek, a jelentős bővülés után is gyakran hiányos közúti infrastruktúra, az egyre gyakoribbá váló zsúfoltság okozta problémák és a környezetszennyezés – különösen ennek nagyvárosi megjelenése – mára egyre többek számára teszi egyértelművé: a közösség érdeke az, hogy a mainál többen használják a kötött pályás közlekedési módokat. Ahhoz, hogy egy ilyen változás elinduljon, attraktív vasúti közszolgáltatásra van szükség, hiszen ma már nem kényszerből választják ezt a módot az utasok, hanem valóban versenyképes kínálatot kell tudni nyújtani ahhoz, hogy a kereslet növekedjen. Mindehhez pedig fejlesztések kellene.

A témával egyetemi tanulmányaim óta foglalkozva végigkövettem e folyamat alakulását Magyarországon, de Európából és a világ más tájairól is sok érdekes információval, – utazásaim során élménnyel is – találkoztam az évek során. A 2000-es évek elején még gyakran meg kellett indokolnom, miért választottam ezt a témát, mára a helyzet érezhetően megváltozott a tudományos és a hétköznapi kommunikációban éppúgy, mint a szakmai és közpolitikai közbeszédben. Sokan rendelkeznek személyes tapasztalatokkal más országok fejlettebb, korszerűbb, felhasználóbarát vasúti szolgáltatásairól, és pontosan értik annak jelentőségét, hogy ezt a hatékony eszközt egy-egy régió, vagy ország hogyan képes felhasználni saját gazdaságának fejlesztésére, társadalmi problémák feloldására és a környezetet károsító tevékenységek kárainak csökkentésére.

A közpolitikai témák között is egyre markánsabban jelenik meg a közlekedés ilyen szemléletű, korszerűbb kezelése. A vitákban még mindig kiemelkedő, de már csökken a kizárólag az autózásra fókuszáló megközelítés dominanciája, amiben fontos szerepe van az ökológiai szemlélet erősödésének. Magyarországon talán a városi kerékpározás az a terület, ahol a legjobban látható ez a fordulat. Miközben a nagyvárosi kerékpározás száz év után újra markánsan jelen van, még fontosabb, hogy a téma állandó vitát generál, egyre többen tudatosak a közlekedési döntéseikben, miközben az aktív, mozgalmi jellegű civil hozzáállás nem engedi mellőzni ezeket a kérdéseket. Bizonyos területeken a korábbi hibernált állapotból – nem kis részben az európai források megjelenésének is köszönhetően – markánsan életre kelt a vasúti szektor. Ugyanakkor a tömegközlekedést csak hírből ismerő elítéltek a döntéshozatalban továbbra is jelentős károkat okoznak a vasút mellőzésével, ami nem magyar, vagy kelet-európai sajátosság, hanem abszolút globális probléma, és gyakran eredményez a társadalmi optimumtól való jelentős eltéréseket (Walker, 2017).

Az elmúlt években személyesen is volt módom közlőrl látni egy-egy időszakban a szektort. Két évet dolgozhattam a MÁV-Csoportnál, – egy évet az elnök-vezérigazgatói kabinetben – , majd bő 3 évet a BKK-nál, ahol néhány év alatt a budapesti közlekedésben az 1980-as évek óta eltelt időszak legnagyobb fejlődése zajlott le (Vitézy, 2014). Ezek a folyamatok részben megszakadtak, részben átalakultak, de sok nehézség mellett is rendkívül jó tapasztalat volt látni azt, hogy milyen pozitív hatása lehet a megalapozott fejlesztéseknek; hogy akár kisebb súlyú, de végiggondolt apró lépések is százezrek mindennapjait tehetik könnyebbé.

A korszerű üzleti és műszaki tudás szigetszerűen van csak jelen a közlekedési közszolgáltatásokban Magyarországon, sok helyen még évtizedekkel ezelőtti, elavult

gyakorlatok, nem hatékony eljárások és az üzletitől távol álló logika határozza meg a működést az iparágban. Ugyanakkor egyre több fejlesztés, korszerű részlem jön létre, amelyek gyakran zárványként, egymással nem összekapcsolva vannak jelen például az államvasút életében.

Ilyen mostoha területnek mondható az adatalapú működés, az adatvezérelt döntéshozás, az üzleti intelligencia alkalmazása is. Ezeket a kategóriákat még a korszerűbben működő nagyvállalatok is éppen most tanulják, nem csoda, hogy az államvasút berkein belül nem magától értetődően így zajlanak a folyamatok. Mind a MÁV, mind a BKK esetében sok időt töltöttem azzal, hogy a lehetséges adatforrásokat azonosítsam, és egy integrált elemzési keret alapjait létrehozom. Egy ilyen adatrendszer felépítéséhez sokkal többi időre és erőforrásra van szükség, mint ami a hektikus menedzsmentváltások közötti békés 2-3 éves időszakokban tipikusan rendelkezésre áll, így a MÁV esetében a nagyon szűk időkeret inkább a lehetőségek feltárására volt elég, és feladatot tudomásom szerint a mai napig nem végeztek el teljeskörűen. Az viszont így is egyértelművé vált, mennyi kihagyott lehetőség van az összegyűjtött, de össze nem kötött, és érdemi elemzésekhez nem használt adatokban. A BKK esetében is lehetőségem volt az adattárház kialakításában részt venni, ez az építkezés első fázisa a 2014-es időszakig jórészt befejeződött, majd a menedzsmentváltás után lelassult. A kihagyott lehetőség itt talán még szomorúbb, hiszen az adatok összegyűjtése és összekötése részben megvalósult, ráadásul itt már valós idejű adatforrások is rendelkezésre álltak, de ezek döntéstámogatásra való alkalmassá tétele, és pláne használata 10 év után is ugyanúgy várat magára. Általában tipikusnak mondható ezeknél a nagyvállalatoknál, hogy egy-egy szakterület többé-kevésbé digitalizált módon, de gyűjt adatokat, rendelkezik információkkal a saját működésére vonatkozóan, de ezeknek a felhasználási köre a belső ellenőrzés, kontrolling, illetve a menedzsment felé történő adatszolgáltatásban merül ki. A MÁV esetében például 2012-ben már rendelkezésre álltak a digitálisan elérhető adatok az ingatlanállományról, a járműkiosztásról, a járatok pontosságáról és a jegyértékesítésről, de ezek összekapcsolás nélkül, egymás mellé helyezve szerepeltek a riportokban, tehát csak különböző eloszlások, átlagok kimutatása szintjén – bármilyen jellegű mélyebb elemzésre az igény nem alakult ki, és a lehetőség sem jött létre. A lemaradást jól mutatja, hogy ilyen rendszer kiépítésére csak 2018-ban írta ki a beszerzési felhívást a vasúttársaság (MÁV, 2018).

A két bemutatott témakör álláspontom szerint jó eséllyel nagyon is kapcsolódik egymáshoz: a közlekedésfejlesztés, a társadalmilag hasznos vasúti közlekedés igénybevételének ösztönzése olyan feladat, melynek eléréséhez a szolgáltatások színvonalának tudatos, adatalapon mért és tervezett fejlesztésére van szükség. A téma közösségi jelentősége, a sok évtizedes kihatású döntések, rendkívül magas fejlesztési költségek egyaránt azt indokolják, hogy az egyébként elérhető adatok gyűjtése, rendszerezése, magas szakmai színvonalon történő elemzése és elengedhetetlen, hiszen ezen az úton sokkal fókuszáltabb, eredményesebb közlekedésfejlesztési tevékenység végezhető.

Kutatásom témája, hogy megvizsgáljam, a magyar vasúti személyszállítás keresletének alakulását hogyan befolyásolja a minőség, a szolgáltatási színvonal és a helyettesítők keresletre gyakorolt hatása. Célom egyrészt, hogy bemutassam, a meglévő, elérhető adatok és a megfelelő módszertani eszközök összepárosításával egy olyan elemzési eszköz hozható létre, amely figyelemre méltó lehet tudományos és döntéstámogatási szempontból egyaránt. Másrészt a kutatás célja annak vizsgálata, hogy az így előállított elemzési eszköz segítségével mit tudhatunk meg a vasúti szolgáltatások iránti keresletről. Milyen hatása van a minőségi tényezőknek, milyen fejlesztésekre lehet szükség ahhoz, hogy a vasút versenyképessége erősödjön. A tényezők összehasonlítása és kapcsolódásaik vizsgálata révén a fejlesztési lehetőségek közötti való választáshoz, az erőforrások minél hatékonyabb felhasználására törekvő döntésekhez kaphatunk újabb szempontokat.

A modell kiindulási adatforrásaként a MÁV-Start Zrt. jegyértékesítési adatbázisa szolgál, melyet az elérhető, vagy valamilyen indirekt forrásból visszafejthető minőségi, szolgáltatási színvonalra vonatkozó adatokkal, illetve egyéb gazdasági háttérváltozókkal kiegészítve töreksem minél jobb közelítéssel modellezni a kereslet alakulását.

Az értekezés az alábbi módon épül fel: A kontextust tárgyaló első fejezetben átfogó helyzetképet adok a magyar vasúti személyszállítási szektorról, kiemelve a kutatási téma kapcsán releváns tényezőket, illetve az adatforrásokhoz kapcsolódó lényegesebb háttér-információkat. Ezután egy szakirodalmi összefoglaló következik, amelyben szélesebb kitekintéssel hasonló témájú méréseket és azok eredményeit foglalom össze, kitérve az alkalmazott módszertani eszközök körére és kifejezetten fókuszálva az általam alkalmazni kívánt megoldáshoz hasonló modellekre.

A modell bemutatása során megfogalmazom a kutatási kérdéseket, a modell elvi felépítését, majd bemutatom a felhasznált adatforrásokat. Az adatok bemutatása után az adatbázis

összeállításának leírása következik az eredmények szempontjából releváns módosítások, korrekciók kiemelésével. Ezután a modell eredményeit mutatom be és hasonlítom össze a korábbi szakirodalmi eredményekkel, majd összefoglalom a kutatás fontosabb következtetéseit.

1 KONTEXTUS

1.1 A vasúti személyszállítás válsága: több kérdés, mint válasz

A vasúti szektor gyakran fontos jelkép egy-egy ország számára: a fejlett gazdaságokban sokszor úgy jelenik meg, mint az adott nemzet műszaki-gazdasági fejlettségét reprezentáló büszkeség tárgya, vagy éppen válságának szimbóluma (Connolly, 2018). A vasút megjelenésekor óriási jelentőségű változást hozott, sok fejlődő gazdaságban ma is a civilizáció letéteményeseként és a nemzetet összetartó erőként is tekintenek rá, ahol átvitt értelemben is igazi nemzeti intézmény a vasút (Wolmar, 2018).

Az állati erőt felváltó technológia az első száz évben a kor egyik legkorszerűbb iparága, húzóágazata volt, szerepe korunkban leginkább az információs technológiához hasonlítható. A vasút vonzotta a figyelmet, a tőkét, a nagy léptékű spekulációs tevékenységet és a kiváló megtérülés lehetőségét egyaránt, gyakran nagy magánszereplők kivitelezésében épültek, működtek a vonalak. A vasút volt a leghatékonyabb szárazföldi szállítási mód, egyben a legkorszerűbb személyközlekedési forma. Mai szemmel meglepő lehet, ahogy a nemzet nagy ügyeivel foglalkozó romantikus költő egy műszaki innovációt patetikusan istenítő, technológiai optimizmust sugárzó művel jelentkezik a vasút kapcsán, mint ahogy ez magyar kultúrkörben történt, de okkal feltételezzük, hogy a korszellemet jól reprezentálja ez a vers (Petőfi, 1847).

Egy újabb évszázad elteltével a belső égésű motorok és a közúti technológia fejlődése hozott óriási változást a közlekedésben. Az útfelületek és az azokon haladó járművek futóművei együtt annyira gyorsan alakultak át, hogy az egyre megfizethetőbb járműgyártással együtt a motorizáció valós alternatívát képezett, egyre erősebb konkurenciává vált a vasút számára. A második világháború előtti marginális szerepből néhány évtized alatt dominánssá vált a közúti közlekedés a távolsági és a helyi forgalomban egyaránt, a változás a személyközlekedést és az áruszállítást egyaránt érintette.

A vasút jelentősége folyamatosan csökkent a huszadik század végére, szerepe egyre inkább másodlagossá alakult a közúti, majd a légi közlekedés tömegessé válásával. Közben azonban a legkorszerűbb szuperexpresszek ma is hasonlóan kiemelt státuszban vannak a hétköznapi utazó szemében, mint a vasúti hőskorban (Fleischer, 2006). Ez az újabb vasúti reneszánsz

elsősorban persze azokat érinti, akik – Kínától Franciaországig, Lengyelországtól Japánig – abban a szerencsés helyzetben vannak, hogy elérhető számukra a személyautónál 2-3-szor gyorsabb vasúti szolgáltatás (Bode és *mtsai.*, 2018). A többség szempontjából a vasút azonban mára sokkal inkább jelenti a bizonytalan minőségű, sokszor elavult eszközökkel operáló, kissé lenézett szolgáltatást, a nagyvárosi rozsdáövezeteket, rendezetlen ingatlanokat és a nagy tömegben, kényelmetlenül zajló utazást (Duranton és *mtsai.*, 2017). Ez a kettősség feszültséget hordoz és egyben sajátos helyzeteket teremt, Magyarországon például úgy zajlik a nagysebességű vasúti projekt előkészítése, hogy közben a vasúti főhálózat jelentős részén a kérdés annyi, hogy az 1970-es évtizedben már elért eljutási időket meg tudjuk-e ma valósítani (Hörcher, 2021).

A világ minden táján, így az európai vasúti hálózatokban is megfigyelhető ez a kettősség, és az elmúlt 2-3 évtizedben – különösen a nagysebességű vasúti hálózatok elterjedésével – egyértelmű tendencia, hogy olyan országokban, régiókban is, ahol elhanyagolták ezt a szektort, kezdik újra felfedezni a jelentőségét vagy legalább elgondolkodnak az ezzel kapcsolatos kérdéseken (Luk, 2017). A nagyvárosi, elővárosi régiókban az utakon tapasztalható zsúfoltság, a túlzott motorizáció, a környezeti terhelés okozta károk hatására mind több helyen ismerik fel a kötőpályás közlekedés fontosságát, és olyan városrégiókban is, ahol évtizedekig háttérbe szorított témaként kezelték, egyre inkább a figyelem előterébe kerül a városi és városon kívüli vasúti közlekedés. A változás egyik fontos következménye, hogy kezd megváltozni a helyzete azoknak az infrastruktúráknak és szolgáltatásoknak, amelyek régóta a nem eldöntött kategóriában lebegnek a közpolitikában, hiszen a döntéshozók semmilyen irányba nem mernek dönteni róluk (sem a megszüntetés, sem a szükséges nagy ütemű fejlesztés nem történik meg gyakran évtizedek óta). Ezek a rendszerek, szektorok így, ebben a hibernált állapotban megrekedve, fokozatosan amortizálódva, régi korok közlekedéspolitikai, urbanisztikai koncepcióit konzerválva várják jobb sorsukat, és egyre több helyen a megtartás és a fejlesztés felé billen a mérleg.

Szemléletes példa ezekre a trendekre New York: Manhattanben az 1940-es évekre az autóipar beavatkozásának köszönhetően gyakorlatilag eltűnt a villamoshálózat¹. Az elmúlt

¹ Nem önmagában a gazdasági szükségszerűség következménye volt, hiszen jól működő közlekedési formáról volt szó: az autóipar és gumigyártás szereplői a General Motors szervezésében aktívan segítették a folyamatot (később

évtizedben a város a ki nem használt vasúti infrastruktúra használatával hívta fel magára a nemzetközi figyelmet, mikor a New York High Line projekt mintaértékű megközelítéssel, az infrastruktúra múltjára való tekintettel hasznosította zöld városi felületként a korábbi vasúti infrastruktúrát (The High Line, 2018). Az új szemléletet jelzi, hogy egy jelenlegi terv szerint a közeljövőben megindulhat az első új, európai terminológiával villamosnak nevezhető vonal építése (Wright, 2016).

Attól függően, hogy egy-egy ország, régió mikor hagyta magára a vasútját, milyen szinten hanyagolta el, nagyon különböző állapotok jöhetnek létre. Európa nyugati felének centrális régiói, Japán és a világ nagy népsűrűségű területei általában jobban megőrizték a fő vasútvonalakat a XX. század során, ma az aktuális korszerű technológiákat alkalmazzák a hálózataikon. Keletebbre és délebbre viszont gyakran egyvágányú, alacsony sebességű, nem villamosított vasútvonalakból kell hogy kiinduljon a vasút fontosságát újra felismerő fejlesztéspolitika, de ilyen helyzetek a mellékvonalak esetében vasúti szempontból fejlett országokban is előfordulnak, mint pl. Németország (Allianz pro Schiene, 2007). A legextrémebb példa pedig megszüntetett vonalak visszaépítése lehet, ilyen elgondolások is rendszeresen felmerülnek a hálózatukat korábban lényeges mértékben visszavágó országokban, régiókban (Topham, 2017).

Szimptomatikus jellemzője a vasúti szolgáltatásoknak, hogy a fejlesztések esetében elsősorban a műszaki-infrastrukturális szempontok dominálnak, míg a szolgáltatási szint és az ügyfélélmény – mára a szolgáltató szektorok fejlesztési irányait alapvető tényezők – sajátos szempontjai gyakran háttérbe szorulnak, vagy egyenesen kimaradnak. Azok a ma már teljesen alapvető irányzatok, mint a *service design* (Holmid, 2005), vagy a *user experience* (UX) megközelítés (Norman, Miller és Henderson, 1995), a szolgáltatások többségében beépültek az üzleti gondolkodásba, és néhány év alatt gyökeresen megváltoztatták azt, de közben szinte érintetlenül hagyták a vasúti szektort és szolgáltatásokat Magyarországon (Közlekedő Tömeg Egyesület, 2018) és a fejlettebb régiókban egyaránt (Nohe, 2017). Ugyanakkor egyre több jele van annak, hogy ez a helyzet gyökeres változáson fog átmenni a következő időszakban (LA CoMotion, 2017).

született is ezért gazdasági összeesküvéstről szóló elmarasztaló bírósági ítélet). Ezzel a tudatos stratégiával rendkívül gyorsan épültek le a városi és elővárosi villamoshálózatok Amerikában (Kwitny, 1981).

1.2 A vasút átalakulása: tisztuló kép²

Az egész XX. századot végigkísérő motorizációs expanzióval az 1990-es évekre Európában egy-egy kiemelt projekten kívül (mint a ma az Eurostar szuperexpresszek által használt Csatorna-alagút, vagy az ICE, TGV fejlesztések) egyfajta megtorpanás jellemezte a vasúti szolgáltatások fejlődését. A technológiák évtizedek óta nem változtak, az iparág figyelmét az Európai Unió vasútszabályozási aktivitása kötötte le leginkább. Az EU 1992-ben készítette el a Common Transport Policy-t, amely értelemszerűen nem a tagállamok belföldi közlekedésére, hanem a TEN folyosókra, tehát a tagállamok közötti összekötő útvonalakra fókuszál (European Commission, 1992). Az integrációs politikájához kapcsolódó hosszú távú szabályozási beavatkozások egy erős koncepcióhoz, a szabadon átjárható, versenyképes európai vasúti törzshálózathoz víziójához kötődnek (European Commission, 1996). Az időszakban a szakmai közbeszéd szabályozással, piacszerkezetekkel foglalkozó része – illeszkedve a témában előrébb járó, jelentős eredményeket ígérő, a telekommunikációs és energia szektorban már zajló liberalizációs folyamatokhoz – a vasúti piacnyitás lehetőségeivel kapcsolatos vitákra fókuszált (de Jong, 2017). Miközben ez a diskurzus azóta is, tartósan jelen van (The Economist, 2018), egy egészen új, külső hatás forgatta fel a vasúti szektor dinamikusabb, üzletibb gondolkodású szegmensét.

A repülés lett az az iparág, ahol a 90-es évek bizonytalanságai után (Hansson, Ringbeck és Franke, 2003) a fapados társaságok néhány év alatt teljesen felforgatták a légitársasági piacot (Centre for Aviation, 2011), és ez a növekvő versenyhelyzet a digitalizációval, korszerű árazási technológiákkal, az online értékesítéssel, innovatív üzleti megoldásokkal néhány év alatt áttörést hozott (The Wall Street Journal, 2017). Sok más mellett négy jelentős mechanizmuson keresztül is markánsan hatott mindez a vasúti távolsági közlekedési piacra. Elsőként, és legfontosabb hatásként egy rendkívül markáns árcsökkenési tendenciával a repülés a vasúti közlekedés valódi versenytársává vált, hiszen a korábbi, jelentős árkülönbségek eltűntek, és a rövidebb távú repülés nem csak gyorsabbá, de – részben a nemzetközi adózási anomáliák miatt – sokszor kedvezőbb áruvá, valódi helyettesítővé alakult. Ezzel egy olyan erős konkurencia jelent meg, amely súlyos kihívást jelent a vasúti szektor számára.

² Az alfejezetben többek közt korábbi munkámra támaszkodom (Édes, 2019)

Másodikként a fapados forradalom, és általában is a repülés átalakulása olyan innovatív ügyfélszolgálati folyamatokat hozott, melyek az ügyfelek preferenciáit is megváltoztatták. Egyre több utazó számára vált megszokottá az online jegyvásárlás, a kényelmes keresési, helyfoglalási, fizetési rendszer; a korábbinál sokkal egyszerűbb folyamatok, és a felhasználóbarát felületek használata (Diaconu, 2012). Miközben mára már sokszor éppen a fapados társaságok kezdenek egyre kevésbé ügyfélbarát gyakorlatokat beépíteni a modelljükbe (Independent.ie, 2018), az első évtizedben kifejezetten vezették ezt az innovációt, és megemelték az ügyfelek elvárásainak szintjét.

Harmadik hatásként lényeges kiemelni, hogy európai szinten a repülés minden korábbinál nemzetközibbé, átjárhatóbbá tette a távolsági közlekedési piacot. Bár a vasúti és légi közlekedési hálózat és a járatok szövevénye korábban is fontos része volt a nemzetközi közlekedési rendszernek, a minden korábbinál elérhetőbb repülés révén az ügyfelek szemében is egyre integráltabbá kezdett válni a tágabb uniós, és azon túli közlekedési piac. Mindez azt is jelentette, hogy a határátmenetek, nemzetközi járatok vasútra jellemző rugalmatlanabb, elavult módon való kezelése minden korábbinál problémásabbá vált a vasút esetében. Az erős konkurenciára való reakcióként mára meglehetősen integrált nagysebességű vasúti hálózat alakult ki az Unió nyugati, fejlettebb régiójában, ahol Brüsszel, Párizs és London között utazva teljesen érdemi alternatíva a vasút a repüléssel szemben, ami korábban közel sem volt ennyire egyértelmű az ügyfelek számára.

Negyedik faktorként ki kell emelni az üzleti szereplők reakcióját, hiszen a repülésben lezajlott átalakulás alapvetően formálta a vasúti szolgáltatók fogékonyabb vezetőit. Területtől, kulturális beállítottságtól, képességektől és lehetőségektől függően lassabb-gyorsabb reakciókkal, de szinte minden nagy vasúti szolgáltatónál esetében megjelentek az elmúlt másfél évtizedben azok a szolgáltatások, modell-elemek, amik komplex csomagként jól működnek a repülésben: gondoljunk a rugalmas, kapacitás-függő árazásra, az online jegyértékesítésre, a valós idejű információkat is nyújtó, vásárlásra is alkalmas telefonos alkalmazásokra stb. Az átvétel lassan, de halad Magyarországon is; ahol a tartalmi helyett sokkal inkább a formai elemek dominálnak, de a tendencia egyértelmű, hiszen egy alkalmazást kifejleszteni sokkal egyszerűbb, mint például megteremteni egy rugalmas, keresletfüggő árazási modell jogi, műszaki és technikai feltételeit.

Másfél évtized elteltével látszik, hogy a légi közlekedési szektor forradalmi átalakulása markáns, tartós hatással van a vasúti közlekedésre is, jelentős fejlődésen megy át az iparág,

a verseny – különösen a nagysebességű vasút esetében – a két szektor között folyamatos interakciókat generál (Cadarso és *mtsai.*, 2017). A leginkább innovatív vasutak a teljes utazási lánc felé való terjeszkedésen is gondolkodnak, és az utazás városi részét is igyekeznek lefedni olyan kiegészítő szolgáltatásokkal, mint az autó-, vagy kerékpármegosztás (Deutsche Bahn, 2018).

Eközben egy másik, talán még fontosabb változás is történt, ami alapvetően a társadalmi és környezeti hatásokkal van összhangban. A fejlett gazdaságok jelentős részében újra felfedezték a vasutat, ami a túlterhelt várostérségek problémáinak enyhítésére szolgáló eszközként került megint a fókuszba, így új elvárásokat jelenítve meg a szektorral szemben (Lalive, Luechinger és Schmutzler, 2013). A két hatás hasonló irányba mozdította el a vasúti szektor fejlődését, annak valóban innovatív, ügyfélközpontú fejlődése, a közlekedési munkamegosztásban való markánsabb részvétele újra egyre többek által felismert közérdekké vált (Jaffe, 2012).

A munkamegosztásban való részvétel kérdése az elmúlt években egyre lényegesebb, egyre inkább szerephez jut egy olyan, új megközelítés, mely szerint a közösségi és megosztott közlekedési eszközök kombinálásából létrejövő mobilitási mix egységes kezelése lenne igazán versenyképes. Ennek a megfontolásnak a bevett formája Mobility-as-a-Service (MaaS) koncepció, mely egységes keretben közelíti meg a problémát. Természetesen korábban is voltak olyan közlekedési rendszerek, amelyek törekedtek minél több mód és forma egyesítésére. Tipikusan ilyenek a regionális közlekedési rendszerek, mint pl. Bécs városrégiós rendszer, a VOR (Verkehrsverbund Ostregion, azaz a keleti régió közlekedési szövetsége), ami a teljes városi tömegközlekedési rendszert egyesíti az elővárosi vasúti és autóbuszos hálózattal (VOR, 2021). Zürich város mobilitási rendszere 1997 óta kínál megosztott autós szolgáltatást (Mobility, 2021), amely ügyfélkezelési szempontból részben korábban is integrált volt a közös kártyarendszer révén (Swisspass, 2021). A MaaS koncepciónak megfelelő fejlesztés azonban mindezek egységes hozzáféréseinek kialakítása: Zürich esetében 2021-ben indult el a ZüriMobil telefonos alkalmazás, amely egy felhasználói felületen teszi elérhetővé ezeket a szolgáltatásokat (ZüriMobil, 2021). Kiemelkedő példa a Helsinkiben üzemelő Whim rendszer, ahol az előfizetéses konstrukció magas szinten integrált formában tesz elérhetővé öt közlekedési módot: a városi közösségi közlekedést, taxit és autóbérlést, e-rollereket és a kerékpárokat (Whimapp, 2021).

Mindezt együtt vizsgálva kijelenthető, hogy a vasúti közlekedésben az elmúlt évtizedekben zajló, és még korántsem lezárult átalakulás a szolgáltató iparágakban megfigyelhető egyik legizgalmasabb folyamat, ahol évszázados gyakorlatok és megszokások keverednek high-tech megoldásokkal, évszázados távra kiható döntések születnek, és számtalan olyan üzleti és közgazdasági dilemma kerül előtérbe, melyek elméleti és tudományos szempontból is izgalmas vizsgálati témát jelentenek. Mindez a digitalizáció hatására, korábban soha nem látott mennyiségű és minőségű adatforrásra építve minden korábbinál bővebb és színesebb elemzői eszköztárral vizsgálható. Ráadásul a terület sok helyen még viszonylag feltáratlan, hiszen az üzleti jellegű motiváció az ebben nem jeleskedő állami óriásvállalatok passzív hozzáállása miatt gyakran hiányzik, egyes mérések, kutatások és elemzések nem csak tudományos, nyilvános adatként, de vállalati titokként sem léteznek. A vállalatoknál meglévő adatokat gyakran még senki nem vizsgálta meg mélyebb, összetettebb elemzői eszközökkel. Tudomásom szerint a magyar államvasút általam vizsgált adatforrásai is jórészt feltáratlan kutatási területet jelentenek, tudományos és üzleti szempontból egyaránt.

1.3 A vasúti szektor Magyarországon

A vasúti szektor több szempontból is meghatározó szereplője a magyar nemzetgazdaságnak. A MÁV Zrt. és a csoport tagjai együtt 38 ezer munkavállalójával (Homolya, 2018) a legnagyobb magyarországi foglalkoztató a volán-integráció előtt (csak az OTP Bank Nyrt. előzné meg, ha a külföldi alkalmazottjait is beleszámítanánk), a vasúti szektor része továbbá a GYSEV mintegy 5000 fős állományával (GYSEV, 2018). 2021 január elsejével a Volánbusz is csatlakozott a MÁV-csoporthoz, így a teljes csoport létszáma mintegy 57 ezer fő jelenleg (wikipedia.org, 2021a).

A két vasúti társaság által kezelt pályahálózat hossza összesen több, mint 8000 km, vonalain bonyolódik az elővárosi és távolsági személyközlekedés, valamint az áruszállítás jelentős része. Az elmúlt évtizedben a vasút tartósan 10%-ot megközelítő részesedéssel bírt a személyszállításban (2018-ban 8,6%), míg az áruszállítási modal splitben a teljesítmény negyedét adja, 2018-ban 27,0%-ot (KTI, 2021).

A MÁV Zrt. csoport teljes konszolidált ráfordítása 2020-ban 582,9 Mrd Ft-ot tett ki (MÁV-csoport, 2021b). Az általa üzemeltetett vasúti hálózat az elmúlt 30-40 éves időszakban az elmaradt karbantartási tevékenység, az el nem végzett felújítások eredményeként

jelentősen leromlott állapotban van, a hálózaton közel 2000 helyen vannak érvényben sebességkorlátozások, ezek több, mint a fele állandó jellegű. A MÁV-Start Zrt., mint személyszállító társaság járműállománya a térségben a legidősebb, a járművek átlagéletkora 35 év. Bár 2006-tól kezdődően jelentős mértékű beszerzések révén több hullámban érkeztek korszerű motorvonatok a magyar vasúthoz, ezek a fejlesztések léptékük miatt önmagukban nem hozhattak áttörést a rendkívül leromlott állomány összképét tekintve, hiszen a motorvonatok átlagéletkora így is 23 év, de a hagyományos kocsik és a mozdonyok többsége már túl van a 40 évnyi szolgálaton (Homolya, 2018).

A vasút története a rendszerváltás óta számtalan fordulatot hozott Magyarországon, az uniós csatlakozás óta többek közt az elővárosi forgalomban megjelentek a korszerű járművek, az európai források révén több vonalszakasz teljeskörű felújítása történt meg, egyre szélesebb körben elérhető az online jegyvásárlás, és a magyar államvasútnak is van már teljesértékű telefonos alkalmazása.

Ugyanakkor a vasúti hálózat nagy része nem kielégítő pályasebességű, és így az autózással nem versenyképes, a jegyárazási modell teljesen rugalmatlan, semmilyen kapacitástól függő, érdemi ösztönző elemet nem tartalmaz, és a teljeskörű digitalizáció ellenére továbbra is analóg szerkezetű. Az ügyfélélmény és a kommunikáció legalábbis felemás, gyakran meglehetősen gyenge minőségű, a zavarkezelés, a szolgáltatás megbízhatósága nem kielégítő. Még mindig nem történt meg az elektronikus jegyrendszer bevezetése. Miközben már több, mint tíz éve láthatóak az európai integrált, ingatlanfejlesztési szemléletű pályaudvari fejlesztések áttörő sikerei, Magyarországon a vasúti ingatlanok esetében a hasznosítás helyett még az üzemeltetés, karbantartás is rendkívül nehézkesen megy.

Nagyon leegyszerűsítve, összefoglaló jelleggel három korszakkal jellemezhető a magyar vasút elmúlt harminc évének a helyzete és a közlekedésről való gondolkodás tematizálódása. A rendszerváltás időszaka és az első évtized a vasútnál is az összeomlás és a tanácstalanság időszaka volt, a kínálat és a forgalom lecsökkent, a finanszírozás helyzete romlott, a kiút nem látszott. A vasút korábbi tartalékaiból működött, és a szolgáltatások minősége egyre jobban eltávolodott attól a szinttől, ami a fenntartást biztosító karbantartást jelentette volna; a fejlesztések is elmaradtak. A korszakot szimbolikusan lezáró

eseménynek talán a tragikus 1999-es nagy vasúti sztrájk³ és az időszak további szakszervezeti akciói tekinthetők.

A következő évtizedben a vasúttal kapcsolatos gondolkodás fókuszába egyre inkább az uniós csatlakozás került, a liberalizációval és az ideális piacmodell kiválasztásával kapcsolatos témák mellett az időszak szakmai közbeszédjét a mellékvonalakkal kapcsolatos vita dominálta. Bár egyes vélemények szerint – és nehéz is talán ezzel vitatkozni – ez a téma csak elvonta a figyelmet a fontosabb ügyekről (Mihályi, 2004), paradox módon mégis minden szereplő újra és újra ezt a kérdést járta körül. Végül a vasútvonalak egy részén 2006 és 2008 között felfüggesztették a forgalmat – jellemző, hogy a bezárást formálisan nem vállalták fel a döntéshozók –, majd az érintett szakaszok egy részén 2010-ben újra megindult a forgalom, de általában csak jelképes módon, napi 2 pár vasúti járáttal. Eközben megindult a liberalizációs folyamat: nehezen, de meg tudtak jelenni az első magánvasutak a teherszállításban, néhány év alatt létrejött, majd sajátos módon azonnal megszűnt, és csak limitált formában indult újra a vasúti szabályozás intézményrendszere (Édes, Gerhardt és Micski, 2011). Az uniós csatlakozás révén ebben az időszakban indultak meg az új járműbeszerzések, és a pályafelújítási projektek is egyre intenzívebbé váltak (jórészt előkészítés zajlott ebben az időszakban). A vasúti liberalizáció folyamata Magyarországon csökevényes formában maradt, azonban más, nagyobb tagállamok hasonló hozzáállása miatt mindez az Uniós szintéren sem okozott érdemi nehézséget az ország számára.

A harmadik évtizedben kissé csökkent a kaotikus folyamatok intenzitása, bár továbbra sem mondható, hogy rendezett környezetben működik a vasút: a személyszállítási liberalizációt – kimondatlanul – elhalasztotta a kormányzat, a piaci verseny, mint fejlesztést ösztönző motívum így tartósan kimarad a vasúti szektor működési környezetéből. Az állandó vezetőcserék üteme némileg lassulni látszik: míg a rendszerváltástól 2012-ig az MÁV elnökeinek átlagos hivatali ideje nem érte el a 2 évet, 2012 és 2018 között ebben a pozícióban nem történt váltás. A vasúti szervezeten belül továbbra is állandó mozgások figyelhetők meg, a korábban is jellemző átalakulás, összeolvadás és szétválás örök folyamata nem ért véget. Ugyanakkor némileg stabilabb volt a vasútirányítás intézményi környezete, és lényeges pozitívumot jelentett, hogy a korábbi eladósodás után javultak a finanszírozási

³ A sztrájk okozta stressz áldozata lett a helyzetet feldolgozni képtelen vezérigazgató.

feltételek, az állam, mint tulajdonos lehetővé tette az adósságállomány visszafogott ütemű, de folyamatos csökkentését.

A 2000-es évek második felében megindult üzletfejlesztési folyamatok – mint a viszonylati jegyrendszer, az ütemes menetrend, az internetes szolgáltatások bővítése – fokozatosan beértek, mára egy olyan felemás állapot jött létre, amely egyaránt tartalmaz korszerű és elmaradt elemeket. Ezek közül kettőt – melyek kutatásom szempontjából lényegesek – részletesebben is bemutatok az alábbiakban.

1.4 Viszonylati jegykiadás és ütemes menetrend Magyarországon

A magyar államvasút történetének egyik neuralgikus pontja a jegyrendszer megkésett fejlődési pályája. A 2010-es évtizedtől a világ vezető vasútjai egyre inkább törekednek arra, hogy a fapados légitársaságok rugalmas árazási módszereinek előnyeit minél inkább becsatornázzák a hagyományosan rendkívül kötött, erősen szabályozott vasúti árazási rendszerekbe. Ezek a rugalmas, a keresleti jellegzetességekre, zsúfoltságra, a konkrét járatok iránt tapasztalható kereslet ismeretére építő, bonyolult matematikai modelleket alkalmazó árazási rendszerek jóval hatékonyabbak, dinamikusabbak; összességében az utasok számára jóval kedvezőbb hatásúak. Ezzel a folyamattal egyidőben a magyar államvasút esetében még az is kihívást jelent, hogy az utasforgalomra vonatkozóan megfelelő következtetéseket lehessen levonni az értékesítési adatok alapján. Természetesen trendek látszanak, a forgalom jelentős szegmensei becsülhetők, de a kép torzított és hiányos, és megkétszerezve jelenik meg, így nem tud visszahatni a kínálatra, elmarad a visszacsatolás.

A magyar vasúti hálózaton évszázados távon is tartotta magát az a gyakorlat, hogy egy-egy menetjegy a kiváltás helyét tartalmazta (pecsételve, nagyobb forgalmú helyeken előre nyomtatva, vagy helyszínen nyomtatva), illetve az érvényes távolságot. Tehát ha egy utas Budapest-Déli pályaudvarról Siófokra kívánt utazni, egy 120 km-es jegyet vásárolhatott, amelyen a távolság mellett csak az induló állomás szerepelt. Hiába fejlődött fel az 1980-as évtizedben a jegykiadás gépesítése, az akkori számítógépes rendszer adatai alapján nem lehetett megbecsülni, honnan hova mennyien utaznak valójában. Tekintve, hogy a legnagyobb lélekszámú, nagy forgalmat összpontosító települések tipikusan a magyar vasúti hálózatban is csomópontok, az itt eladott jegyekkel kapcsolatban még a forgalom vasútvonalra való besorolása sem volt lehetséges. A keresleti elemzéseket, és így a

meghozott döntéseket is ezért elsősorban utasszámlálásokra, egyéb kérdőíves adatfelvételekre, és gyakran a munkatársak empirikus tapasztalataira, megérzéseire alapozták.

Ezen előzmények után jelentős előrelépés volt a viszonylati jegykiadás megjelenése 2007. július 1-én (iho.hu, 2009). Az új rendszerben a jegyen az utazás mindkét végpontja szerepel, a rendszerben rögzített értékesítési adatok alapján már pontosan megmondható az adott utazás indulási és érkezési helye. A rendszer azóta három fokozatban bővült online jegyvásárlási lehetőséggel, 2008-tól még csak állomási automatákból történő átvétellel, 2011-től már otthoni nyomtatással is, végül a teljesen digitális verzió is megvalósult 2018-ban. A felület használhatósága még ma is limitált, nehezebb a jegyvásárlás, mint egy-egy jobban sikerült külföldi vasúti alkalmazásban, de a fejlesztésekkel csökkent a lemaradás. A teljesen elektronikus, többi szolgáltatóval integrált jegyrendszer pedig továbbra is várta magára.

Az ütemes menetrend a témával foglalkozó portál definíciója szerint egy olyan rendszer, melyben egy adott közösségi közlekedési viszonylat egy adott járatípusának menetrendje úgy épül fel, hogy a járatok azonos időközönként követik egymást a viszonylat mindkét irányában (itf.hu, 2008). Az ismétlődés mértéke a menetrendben nagyon változatos lehet: míg egy belvárosi, nagy sűrűségű szolgáltatásnál, mint a villamos, vagy metró, 5-10 perces követést is jelenthet, a távolsági – így pl. a vasúti – közlekedésben inkább fél órás, órás vagy kétórás követés a jellemző. Ennél ritkább gyakoriság esetében az ütemes jelleg felhasználói előnyei már nem érvényesülnek. Ezek közül a legfontosabb, hogy egy átlátható, kiszámítható, könnyen megjegyezhető menetrend jön létre, ahol egy-egy megállóban az órán belül mindig azonos időpontban indulnak a járatok.

Az ütemes menetrendi koncepció bármilyen szolgáltatás esetében releváns lehet, a vasúton azért különösen jelentős a magasabb minőség irányába ható szerepe, mert ennél a tipikusan veszteséggel működő állami közszolgáltatásnál a költség-csökkentő beavatkozások során a kínálat az évek alatt jellemzően egyre csökkenő tendenciát mutat a rendszerváltás utáni nehéz gazdasági időszakokban. Ez a rendszeresség ellen hat, minél ritkábbak a járatok, annál kevésbé felhasználóbarát a szolgáltatás – annál több az átlagos várakozási idő, vagy annál több időt kell valahogy áthidalnia az utazónak, ha nem akar várakozással időt tölteni.

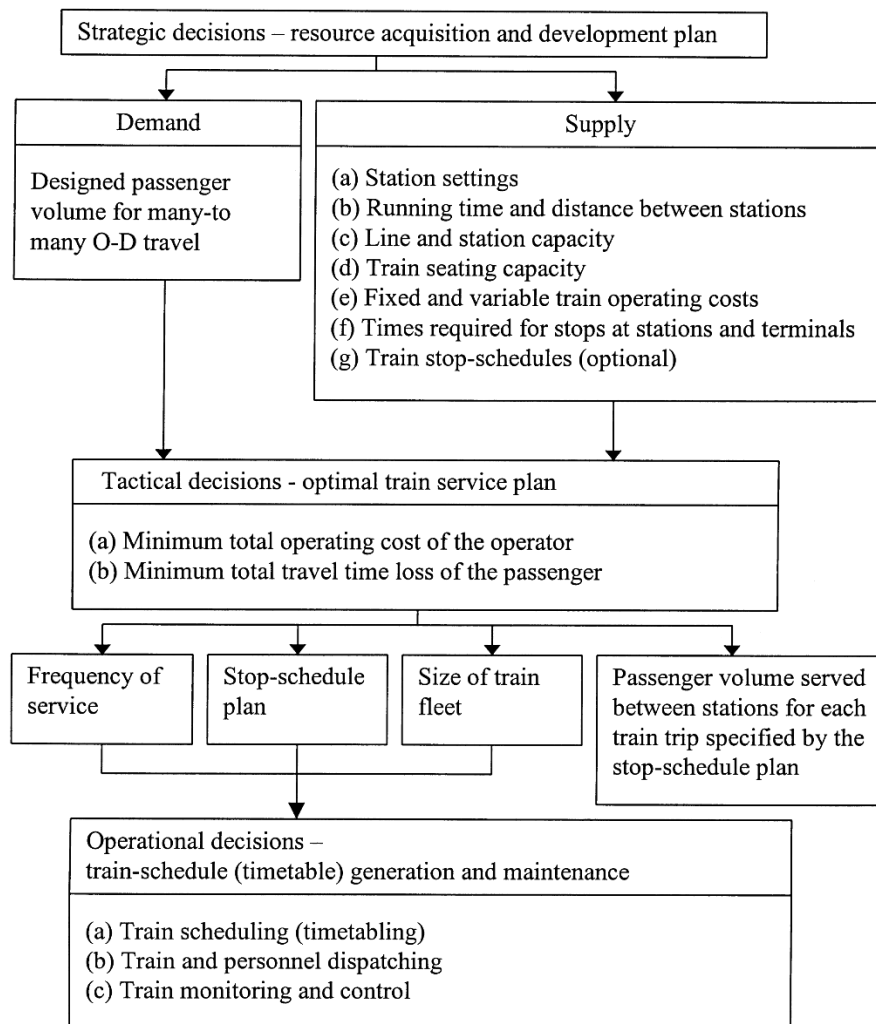
Ezzel szemben az ütemes közlekedési koncepció – mely német nyelvterületen alakult ki és ebben a régióban leginkább elterjedt – egy olyan kínálati szemléletet hozott, melynek

hátterében az a felismerés áll, hogy bizonyos szint alatt a szolgáltatás tulajdonképpen elfogadhatatlan az utasok számára, így a kereslet nem a kínálattal szűkítésével nem arányosan, hanem annál jóval dinamikusabban csökken egy szint után. Ezekben az országokban a vasúti utasok nem un. „kényszerutasok”, tehát nem azért használják a vasutat, mert nem rendelkeznek gépjárművel vagy más alternatív lehetőséggel.

A vasút részesedésének növelésére irányuló közlekedéspolitikai célok eléréséhez a kínálat minőségének javítására van szükség, hogy a közösségi közlekedési szolgáltatások vonzó alternatívát képezzenek, melynek alapvető része a teljesen rugalmas egyéni közlekedést jobban közelítő, sűrű és jól megjegyezhető menetrend. A koncepció igazi erejét az a közgazdasági felismerés adja, hogy a vasúti szolgáltatások esetében a költségek jelentős része fix költség, vagy rövid időtávon nem változtatható változó költség, tehát a nem közlekedő járatok valójában sokkal kisebb megtakarítást hoznak, mint ami a kontrolling rendszerek adatai alapján elsőre feltételezhető. Hogy egy jármű és személyzete napi 16 órát vagy csupán 6 órát tölt hasznos forgalomban, annak a költségei közel megegyeznek. Mivel a vasúti technológiában az addicionális amortizációs hatás elenyésző, a pályahasználati díj a vasúti holdingon belül marad (a nem közlekedő járatok be nem fizetett díjai a pályavasúti szervezet veszteségeként jelentkeznek). Elsősorban a közlekedés energiaköltsége jelentkezik többletként akkor, ha egy menetrendet a meglévő személyzet és járműállomány jobb kihasználására átállítanak egy ritkább gyakoriságú közlekedésről ütemes jellegűre. A többletköltségek már viszonylag alacsony mennyiségű többlet-utazás esetén megtérülnek, a koncepció lényege pedig, hogy a tartósan fennálló, nagyobb gyakoriságú kínálat attraktivitás jelentős utastöbblet eléréséhez vezethet. Az ütemes menetrendi kínálat bevezetésének tapasztalatai Magyarországon is kedvezőek (MÁV-START, 2014).

Ezt a logikát könnyen követhetővé teszi Chang és szerzőtársai alábbi ábrája. Munkájukban összetett matematikai eszközökkel határozták meg egy új vonal esetében az optimális szolgáltatási kínálatot, és a menetrendi koncepciót (Chang, Yeh és Shen, 2000), és ennek kapcsán egy vonal szolgáltatásainak megtervezésével mutatják be a folyamat logikai kereteit. Az 1. ábrán a kínálat és a kereslet igényei között feszülő optimalizációs problémát foglalták össze szélesebb kontextusban.

1. ábra: Tervezési hierarchia a vasúti személyszállításban



Forrás: (Chang, Yeh és Shen, 2000)

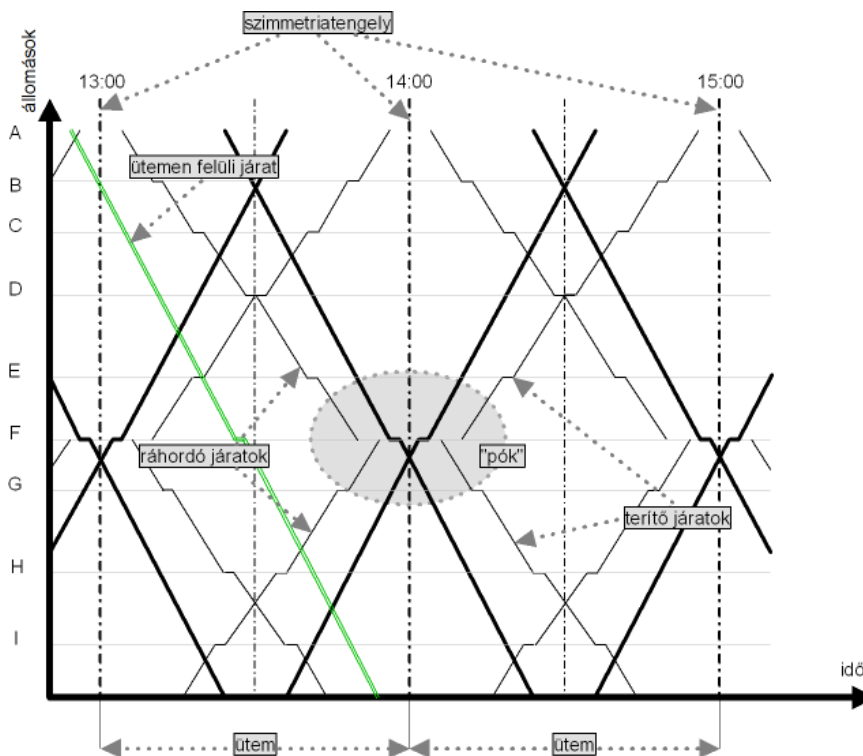
A minél sűrűbb indulási gyakorisággal minimalizálható az utazási idő vesztesége az utas oldaláról, míg a költségek minimalizálása jelenti az optimalizálás korlátját. A kínálat mennyiségének optimalizációja a gyakoriság és a megállások tervezése mellett elsősorban a flotta méretére vonatkozik, a kapacitás pedig a legsűrűbb gyakoriság és a flottaméret alapján már adott. Ennek a létrejött kapacitásnak a csökkentett kihasználással való üzemeltetése értelemszerűen nagyságrendileg kisebb megtakarítást jelent a fix költségek és a rövid távon nem változtatható változó költségek jelenléte miatt, a fent bemutatott logika szerint.

Az integrált ütemes menetrend az ütemes menetrendi koncepció egy továbbfejlesztett változata. Az integrált ütemes menetrend esetében „egy közösségi közlekedési rendszerben

az ütemesség egynél több járat típusra (pl. intercity és csatlakozó személyvonat), vagy akár több közösségi közlekedési ágazatra (pl. vonat és ráhordó busz) is kiterjed úgy, hogy a járatok menetrendjei térben is időben hangolva, egységes alapelvek mentén (pl. azonos időbeli szimmetriával) kerülnek tervezésre”(itf.hu, 2008).

A 2. ábrán bemutatott menetrendi grafikon egy integrált ütemes menetrendi szerkezet sematikus rajza. Ebben jól látható, hogy a csatlakozó csomópontokban (ezeket az ITF terminológiában póknak nevezik) valósul meg a gyorsabb (magyar vasúti terminológiában: zónázó) és a többi megállót kiszolgáló lassabb járatok (személyvonatok) találkozása, melyek így ráhordó, illetve terítő járatként funkcionálnak. Így a gyorsított szakaszon egyáltalán nem kell megállnia a járatoknak, és az átszállás idővesztéség nélkül minden érintett számára biztosítja ennek előnyeit.

2. ábra: Példa integrált ütemes menetrendi struktúrára



Forrás: (itf.hu, 2008)

A magyar vasúti gyakorlatban az ütemes menetrendre emlékeztető menetrendi szerkezet már jelentős múltra tekint vissza, alapvetően menetrend-szerkesztési okok miatt – egy ütemes jellegű szerkezet megkönnyíti egy sok járat típus keverésével összeálló, nagyobb

forgalmat bonyolító vasútvonal menetrendjének megszerkesztését – ilyen jellegű ütemesség több esetben is megjelent. Azonban ezek mögött a gyakorlatok mögött nem állt egységes koncepció, ami tipikusan azzal is együtt járt, hogy a szabályosság mindig kivételeket is tartalmazott, tehát mindig volt 1-2 járat, ami kimaradt, vagy nem pont akkor indult, mint a többi, egységes szerkezetben kezelt járat, ezzel pedig a koncepció fontos előnyei nem váltak elérhetővé.

Az első valóban strukturált, ütemes menetrend bevezetésére 2004-ben került sor a Budapest–Vác–Szob és Budapest–Veresegyház–Vác vasútvonalakon (itf.hu, 2016). A Dunakanyarban óránként induló zónázó vonatok hatására jelentősen csökkent a váci és a Vácon túli utazások időtartama, ami ráadásul átszállás nélküli utazást jelent (klasszikus menetrendi szerkezetekben elképzelhető gyorsvonatra való átszállással hasonló rövidebb menetidő elérése, de ez az átszállás miatt eleve kevésbé komfortos, és sokszor bizonytalan megoldás).

A váci ütemes menetrend már a bevezetésekor integrált volt, sőt, a nem vasúti járatok ráhangolása is megtörtént (bizonyos buszjáratok, illetve a királyréti erdei vasút és a dömösi komp menetrendje esetében is), ez az integrációs szint azóta is egyedülálló méretű együttműködést jelent Magyarországon (itf.hu, 2016).

1.5 A vasúti szektor környezeti jelentősége

A közlekedés környezetre gyakorolt hatásai évtizedek óta a közpolitikai viták előterében vannak, hiszen az energiatermelés és az ipari termelés mellett az egyik legnagyobb szennyező globális szinten a közlekedési szektor. A téma különös jelentőségét az adja, hogy a negatív externáliák mértéke erősen összefügg a módváltással: az eltérő közlekedési technológiák környezetterhelési szintjei között jelentős különbségek mutatkoznak, ugyanakkor a szennyezés csökkentésére irányuló beavatkozások nehezen kivitelezhetőek, mert a módváltásnak sokszor jelentősek a költségei, vagy a megvalósításuk ütközik akadályokba. Míg az energiaszektorban egy-egy új erőmű építése jelent sok évtizedes elköteleződést és jelentős beruházást, közlekedési infrastruktúrát építeni évszázados kihatású döntéseket jelent, és a különböző megoldások költségei sokszorosak lehetnek.

A téma irodalma rendkívül szerteágazó, a mérési technikák és módszertanok nehezen követhetőek, az eredmények pedig általában a töredezett érdekszerkezetűeknek megfelelően garantáltan jelentős vitákat generálnak, néhány szemléletes, több kutatás eredményeit integráló példával jól illusztrálható a téma jelentősége.

Janic 2003-ban az igen gyakran vizsgált helyettesítőket, a nagysebességű vasutakat és a légi közlekedést hasonlította össze környezeti szempontból (Janic, 2003), korábbi publikációk adatainak felhasználásával. Fontosabb eredményeit mutatja be az 1. táblázat, ahol jól látható a vasúti közlekedés használatára való ösztönzés irányába kifejtett közpolitikai erőfeszítések fő motivációja, nevezetesen a nagysebességű vasúti közlekedés jóval kedvezőbb mutatókkal rendelkezik, csupán a területhasználati mutató tekintetében tapasztalható mintegy 13% előny a légi közlekedés oldalán. A légszennyezésre vonatkozó kalkulációnál a szerző a széndioxid kibocsátást választotta számtalan lehetséges mutató közül, itt a francia és német érték közötti rendkívül nagy különbséget a két ország energiamixé közötti különbség okozza⁴

1. Táblázat: A nagysebességű vasút és a légi közlekedés környezeti hatásai

	Vasút		Repülő (kapacitás)			Értéke
	TGV	ICE	100 fő	150 fő	400 fő	
Energia	0,19	0,22	0,38	0,59	1,62	kWh/utaskm
Légszennyezés	4,0	27,5	99,8	153,9	424,9	CO ₂ g/pkm
Terület	2,86		3,23			M utaskm/ha/év
Biztonság	0,00114		0,00580			áldozat/Mrd utaskm/év

Forrás: Saját táblázat (Janic, 2003) alapján

Jóval komplexebb módszertant alkalmaztak Rozycki és szerzőtársai szintén 2003-ban publikált elemzésükben (Rozycki, Koeser és Schwarz, 2003), ahol teljes életciklusban

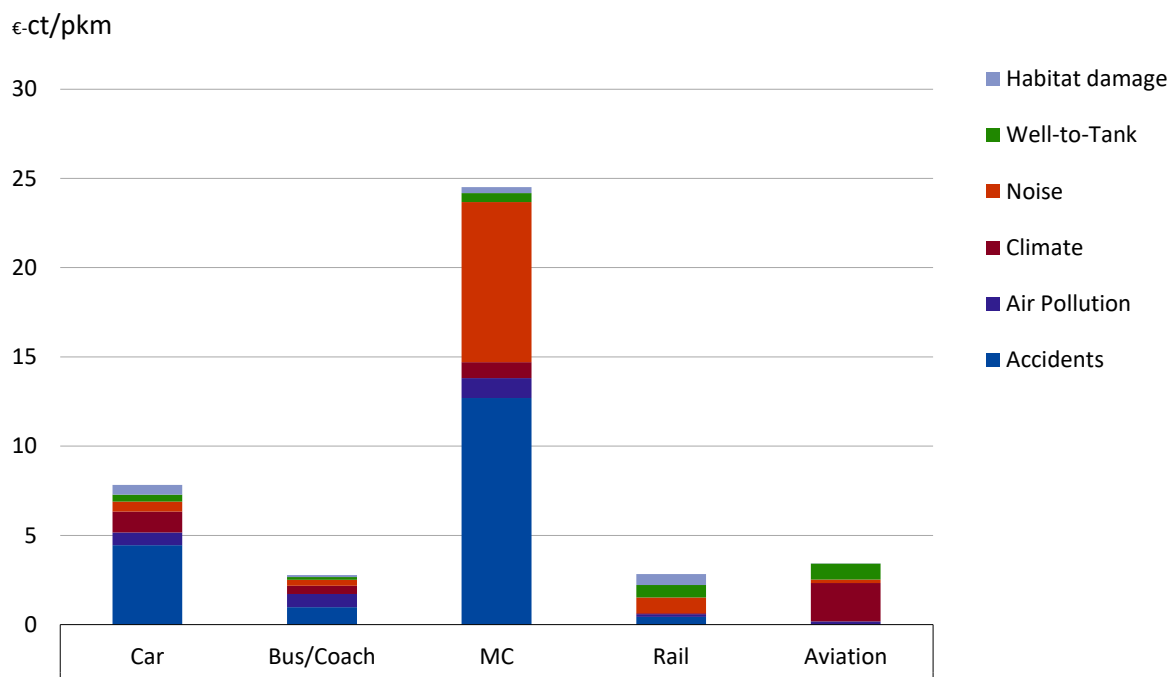
⁴ Míg Németország már a vizsgált időszakban is minimalizálta a nukleáris energia használatát, melyet a fukushimai baleset után teljesen ki is vezettek a gyakorlatból, addig Franciaországban a nukleáris forrás közel 90%-ot tett ki az időszakban (Janic, 2003).

vizsgálták a kérdést, és kitérnek a felhasznált anyagok minden környezeti vetületére. Így számba veszik a vasúti pálya megépítéséhez használt anyagokat és az előállításuk során felhasznált energiát, ahogy a működtetés energiaigényei esetében is összegyűjtik a menedzsment irodái által használt energiától az érintett vonali infrastruktúra egyes elemeinek fogyasztásán keresztül a valóban teljes fogyasztást. Ennek részletei terjedelmi okok miatt meghaladják e fejezet kereteit, azonban feltétlenül alkalmasak arra, hogy felhívják a figyelmet a téma összetettségére. A Janic által publikált fenti összehasonlítás forrásai is összetett, sok adatot megfelelő módon feldolgozó mérések, mégis látható, hogy ennél sokkal mélyebb vizsgálata is lehetséges a témának.

Az energiafogyasztás és a légszennyezési adatok értékeinek az egymáshoz viszonyított arányai világosan mutatják a vasúti közlekedés előnyét a légi közlekedéssel szemben a környezetterhelés szempontjából.

Egy átfogó aktuális uniós felmérés előzetes eredményeit publikálta a Bizottság 2018 decemberében, mely összefoglalja a legfrissebb, 2016-os mérési eredményeket a témában, a 3. ábra mutatja be az externális hatásokat.

3. ábra: Átlagos externális költségek a személyszállításban, EU, 2016



Forrás: (European Commission, 2018)

A 3. ábrán láthatóan a közúti és a vasúti személyszállítás közötti választás nagyon jelentős kihatással van a közlekedési rendszerek által okozott externális hatásokra. A társadalom által közvetlenül viselt költségek és a környezeti terhelés szempontjából egyaránt lényeges eltérések mutatkoznak.

Mindez azzal az egyértelmű következtetéssel jár, hogy a vasút versenyképessége egy társadalomban környezeti és klímaszempontból is lényeges kérdés, hiszen jó minőségű kínálattal, vonzó szolgáltatásokkal a jóval szennyezőbb közlekedési módok használata hatékonyan csökkenthető. Mindezt kiegészíti a lokális hatások széles köre, hiszen a vasút főként a nagyvárosi régiókban a helyi szennyezés és a zsúfoltság, torlódások elleni beavatkozás leghatékonyabb eszköze.

2 SZAKIRODALMI ÖSSZEFOGLALÁS

A közlekedési szolgáltatások, azon belül is a vasúti személyközlekedés keresletének mérése, az ezzel kapcsolatos modellezés sok évtizedes múlta visszatekintő tudományos-üzleti kutatási terület. A vonatkozó szakirodalom jellemzően gazdasági, fejlesztéspolitikai háttérű. A vasúti kapacitások vizsgálata esetében a teljes életciklus során – különösen a beruházások száz éves időszakokban mérhető időtávja miatt – a leginkább kritikus időszak a tervezés, az előzetes hatásvizsgálat, üzleti tervezés, területfejlesztési hatások, és más hasonló előrejelzések köre. A vasúti kapacitások esetében a vasútvonalak kiépítése, illetve korszerűbb technológiával való felújítása – valójában sokkal inkább újjáépítése, hiszen jellemzően teljes technológiacsere történik – óriási volumenű beruházásokat jelent, melyek esetében egy átlagos infrastruktúrafejlesztési, beruházási döntésnél nagyságrendileg nagyobb költségű projektekről kell dönten. Ezért a várható kihasználtság, kereslet, kapacitási igények becslése, előrejelzése kiemelkedően fontos az iparágban.

Míg a vasútépítés klasszikus korszakában a fejlesztés tipikusan a magángazdaságban, piaci szereplők által történt, az elmúlt 50-150 éves időszakban tendencia-szerűen a világ minden táján állami kézbe kerültek ezek a projektek, és ma már jellemzően csak a kivitelezésben jelennek meg a nem állami szereplők. Attól függően, hogy egy piaci konzorcium vagy egy állami intézmény a megvalósító, az előrejelzések célja lehet a piaci kereslet és a megtérülés, vagy utóbbi esetben egy komplexebb megközelítésben a vidékfejlesztés, területi integráció, gazdaságfejlesztés, a várható kihasználtság: akárhogy alakul, az igények előrejelzésére, a várható megtérülés becslésére mindenképp szükség van.

Ennek megfelelően a vasúti személyszállítási szolgáltatások iránti keresletet vizsgáló irodalom jellemzően az előrejelzésre fókuszál, a megjelent publikációk, a kutatások általában predikciós célból elemzik a múltbeli adatokat.

A közlekedési módok iránti kereslet rugalmasságára vonatkozó méréseket foglal össze és elemez P.B. Goodwin 1992-ben publikált áttekintésében. A szerző sajátos jelenségről számol be: korábbi munkaanyagát és egy észak-amerikai hasonló témájú publikációt (Oum, Waters II és Yong, 1990) összevetve jelzi, hogy a két cikkben hivatkozott összesen mintegy 150

forrás között szinte egyáltalán nincs átfedés. Goodwin szerint ennek csak részben oka a két földrész tudományos közléte közötti kapcsolódás gyengesége, illetve a vizsgálatok nem teljesen azonos fókuszú – legalább ilyen fontos, hogy alapvetően elkülönül a hagyományos tudományos szakmai közélet és a szakpolitikai célú, kormányzati megrendelésre készülő kutatások tere.

Az irodalom ezekhez az elemzésekhez leginkább két alapvető elméleti keretet alkalmaz. Az első a mikroszintről építkező módválasztási modellek köre, ahol az egyéni fogyasztói döntésből kiindulva történik a kereslet, a módválasztás előrejelzése, modellezése. Ezen modellek esetében gyakran valamilyen kérdőíves felmérés, vagy más egyéni, mintavételen alapuló empirikus forrás jelenti az elsődleges adatforrást. Ennél a modelltípusnál a gazdasági háttérváltozók szerepe alapvető, a keresletet befolyásoló kapcsolódó, illetve a helyettesítéshez tartozó költségek használata szintén jellemző. A helyettesítő szolgáltatások tipikusan egymás mellé rendelve alkotják a fogyasztói döntést reprezentáló logikai keretet. Egy másik fő kategóriába tartoznak az alapvetően aggregált szintről kiinduló, a legalapvetőbb térbeli elméleti keretet, a gravitációs modelleket alkalmazó vizsgálatok, melyet gyakran egészítenek ki a helyettesítők által gyakorolt hatásokkal. Itt a helyettesítők szerepe nem feltétlenül esszenciális, a gazdasági változók – elsősorban a népesség és a gazdasági fejlettség – viszont elkerülhetetlen részei a modelleknek.

A minőség kérdéseivel a tudományos szakirodalom ezen empirikus része jóval ritkábban foglalkozik. Ez a terület részben azért is van kevésbé az érdeklődés előterében, hiszen hagyományos szemléletben sokkal inkább tisztán üzleti kérdéssről van szó, ami a fejlesztéspolitikai, beruházási fókuszú kutatások során kevésbé releváns terület. Az üzleti irodalom pedig az ilyen típusú, jellemzően kvalitatív kutatási eszközökkel könnyebben és mélyebben megfogható kérdésekkel ennek megfelelően más adatforrásokból foglalkozik, nem nagy keresleti adatbázisok vizsgálatán keresztül. Miközben a nagy mennyiségű adatot automatikusan előállító rendszerek színre lépésével az üzleti életben is egyre intenzívebb az ilyen jellegű kutatás (European Union, 2016), ez a terület még nagyon friss, és jellemzően szintén üzleti motivációból zajlik, a tudományos közéletbe még kevésbé jutottak el ilyen típusú kutatások, eredmények és publikációk.

Látványos ugyanakkor, hogy egy-egy időszak fontosabb technológiai innovációi hogyan hoznak újabb kutatási irányokat. Így például az Egyesült Királyság esetében 1986-tól a teljesen elektronikus rendszerben kezelt, viszonylati értékesítési adatok hozzáférhetővé

váltak a CAPRI (Computer Analysis of Passenger Revenue Information) rendszer bevezetésével (ORR, 2018), így ennek köszönhetően már több, megalapozottabb mérés születhetett meg a '90-es évtized elejétől.

Hasonlóképpen markáns hatása van az irodalomban a Kínai szupervasúti hálózat megjelenésének és gyors kiépülésének. Kínában az 1990-es évek elején kezdődött meg – elsősorban a japán Shinkansen rendszer inspirációjára – a nagysebességű vasúti hálózat tervezése. Első beavatkozásként a vasúti gerinchálózat egyre hosszabb részét fejlesztették a korábbi, legfeljebb 100-120 km/h sebességű rendszerről a már európai mércével is a hagyományos technológia legfelső szintjét jelentő 160 km/h sebességre, majd további fejlesztésekkel egyre több szakasz 200 km/h maximális sebesség feletti tartományba került. Ezzel párhuzamosan 2006-tól megindult a személyforgalomnak dedikált, teljesen új nyomvonalakon haladó szupergyors vasúti hálózat építése, a hálózat a 2008 és 2018 között átadott vonalakkal már közel 30.000 km hosszú (Barrow, 2018). A fejlődés üteme egy időre lassult a 2011-ben bekövetkezett Wenzhou vasúti baleset után (coonan, 2011), de néhány évvel később már újra a korábbi ütemben építették és adták át a vonalakat. A fejlesztés sebessége elképesztő, átlagosan évente a teljes magyar vasúti fővonalis hálózat hosszával hozzávetőleg megegyező hosszúságú szupervasút épül Kínában. Természetesen az ország mérete, összehasonlíthatatlan gazdasági ereje mellett mindehhez arra is szükség van, hogy a jogi, környezeti, engedélyezési szabályrendszer a nyugati világban elképzelhetetlen módon támogatja ezeket a projekteket, így a beruházók néhány nap alatt képesek rendezni olyan ügyeket, amelyek egy jogállamban évtizedes távon is elhúzódhatnak. A másik jellemzője a folyamatnak, hogy számtalan visszás ügy is kíséri a fejlesztéseket, melyekből kevés válik hírré, még kevesebb jut el a külföldi sajtóhoz.

Abból a szempontból azonban ez a folyamat vitathatatlanul egyedi, hogy kiemelkedő elemzési témát jelent a vasúti szolgáltatások iránti kereslet, illetve a légi közlekedéssel való verseny szempontjából egyaránt. A hálózat hihetetlen ütemű fejlődése, illetve az ezt valamivel megelőző informatikai fejlesztések időszakának együttes hatására számtalan cikk, elemzés született a kérdéssről. Ez utóbbi kettősség a világ más részein is foglalkoztatja a szakmai gondolkodást, akár a nagy sebességű vasutak használatát, akár a másik leginkább gyakran vizsgált témát, a nagy sebességű vasutak és a kedvező kondíciókkal szolgáltató, fapados légitársaságok versenyét vizsgáljuk.

2.1 A keresletet forrásai és a szubjektív tényezők szerepe

A vasúti szolgáltatások iránti keresletre, annak mérésére, becslésére és elemzésére vonatkozó fontosabb eredmények bemutatása előtt érdemes egy rövid kitekintést tenni a közlekedési szolgáltatásokra vonatkozó alapvető elemzési keretre, amely révén képet alkothatunk arról, hogy a közgazdasági és üzleti szakmai közélet milyen kontextusban, milyen közelítésmód szerint közelíti meg a témát. Továbbra is lényeges hangsúlyozni, hogy a kérdéses irodalom egy része nem hozzáférhető, nem látható, hiszen a nagyvállalatokon belül zajló vizsgálatok, stratégiaalkotás és elemzések sokszor utólag sem kerülnek nyilvánosságra, vagy azok kutatása rendkívül nehézkesen megvalósítható, miközben a téma leginkább itt releváns⁵. Azonban ennek ellenére források így is rendelkezésre állnak, és a közpolitikai tárgyú publikációk egy része így is hivatkozva, összefoglalja egy-egy nem nyilvános kutatás néhány releváns részletét (Wardman és Whelan, 2011).

Todd Litman szoft elemzési keretben, tanácsadói megközelítéssel, közpolitikai célra szánt kézikönyv jellegű formátumban foglalkozik a közlekedési kereslet rugalmasságait vizsgáló tanulmányában a közlekedési kereslet alapjaival (Litman, 2013). Munkájában az iparági üzleti gondolkodásra jellemző módon gyűjt össze néhány fontosabb megfontolást a kereslet háttérével és a közlekedés-tervezéssel kapcsolatban. Ezek a nem hivatkozott, tehát nem részletes kutatásokon, sokkal inkább egyszerű logikai megfontolásokon és tapasztalaton alapuló szempontok hasznosak lehetnek a kereslet mechanizmusainak intuitív átgondolásához.

A keresletet meghatározó kulcstényezők között az alábbiakat határozza meg:

- Demográfia és ízlés
- Geográfiai és területhasználati mintázatok
- Gazdasági aktivitás
- Az elérhető lehetőségekről való tudás
- Az elérhető lehetőségek minősége

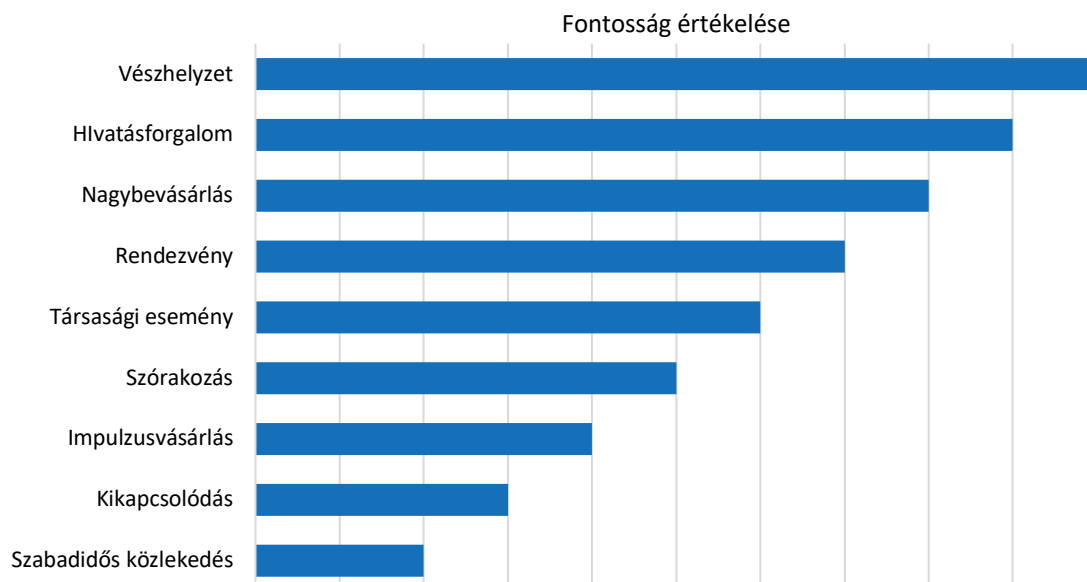
⁵ A MÁV esetében például a MÁV Dokumentációs Központ és Könyvtár jelent lehetőséget a kutatók számára a hozzáférésre, de az archívum az üzleti folyamatokról, döntésekről rendkívül korlátozottan tartalmaz anyagokat, az elmúlt 2-3 évtized tekintetében pedig szinte egyáltalán nem alkalmas ez a forrás ilyen jellegű kutatás elvégzésére.

- Kereslet-menedzsment stratégiák (elsősorban aktív közlekedéspolitikák)
- Költségek
- Jövedelem

Ebben a logikában az figyelemre méltó, hogy a közgazdasági irodalomban részletesen tárgyalt, modellekkel jól lefedhető szempontok mellett, mint a költségek, vagy a jövedelem, olyan szubjektív elemeket is szerepeltet, melyek ritkán kerülnek a fókuszba, de lényeges szerepük lehet, így pl. az ízlés (egyéni szubjektív preferenciák), az aktív közlekedéspolitikák hatásai (pl. környezetvédelmi háttérű kampányok a kerékpározás vagy a közösségi közlekedés mellett), az elérhető lehetőségekről való tudás megléte, minősége, tartalma.

A közlekedés kereslete származtatott kereslet klasszikus esete, hiszen az utazás szinte kizárólag nem öncélként, hanem valamilyen egyéb céllal történik. A közlekedéspolitikában és az elméleti irodalomban egyaránt érdekes kérdés lehet, hogy milyen motivációs háttér van az utazás mögött, hiszen ez nagyban befolyásolja az érintettek viselkedését, a kereslet rugalmasságát, a módválasztási döntéseket. A 4. ábrán ilyen motivációs szempontokat mutat be a szerző, ahol sorba rendez néhány alapvető típust.

4. ábra: Utazások célja és fontossági rangsora



Forrás: Saját ábra (Litman, 2013) alapján

A 2. táblázatban a keresletet befolyásoló faktorok tartalmát mutatja be részletesebben a szerző, ami segítséget nyújthat abban is, hogy egy-egy szempont méréséhez milyen adatforrások használhatóak fel.

2. Táblázat: A közlekedési keresletet formáló tényezők háttérének bemutatása

Demográfia	Gazdasági	Közlekedési módok	Terület-használat	Közlekedés-politika	Árak
- Népeség	- Állások száma	- Gyaloglás	- Népsűrűség	- Úthasználati prioritizálás	- Üzemanyag: áruk és adók
- Foglalkoztatottság	- Üzleti aktivitás	- Kerékpár	- Népeség összetétele	- Árazási modellek	- Járműadók
- Jövedelem	- Áruszállítás	- Közösségi közlekedés	- Gyalogos élnélhetőség	- Parkolás-menedzsment	- Útdíjak
- Kor	- Turizmus	- Autó-megosztás	- Közlekedési kapcsolatok	- Felhasználók informálása	- Parkolási díjak
- Életmód		- Autó	- Úthálózat	- Kampányok	- Járműbiztosítás
- Preferenciák		- Taxi			- Viteldíjak
		- Kiszállítási szolgáltatások			

Forrás: Saját táblázat (Litman, 2013) alapján

A fenti logikai keret jó lehetőséget teremt arra, hogy végiggondoljuk, a szolgáltatás iránti keresletet befolyásoló tényezők és azok kategóriái közül melyek lehetnek relevánsak a magyar vasúti piac esetében. Alapvetően négy logikai esetet lehet megkülönböztetni a fentiek közül előzetesen:

- Strukturális, a modell alapparamétereit jelentő tényezők (pl. települések lakossága)
- Strukturális, az ország egészén egyenletesen jelentkező, ezért nem releváns tényezők (kulturális háttér, utazási szokások⁶)
- Releváns magyarázó változók (minőség, szolgáltatási színvonal, árak stb.)
- Egyéb, nem releváns tényezők

⁶ A kulturális és utazási szokásokban megjelenő különbségek természetesen regionálisan és településtípusonként is eltérőek, de ilyen finomságú különbségek nehezen meghatározhatók, így elmezhetőségük is rendkívül korlátozott.

Az elérhető adatforrások tekintetében szintén jó kereteket ad Litman munkája, mely alapján átfogó kép alkotható arról, a releváns faktorok mekkora részét képes lefedni az összeállított teljes modell.

Wardman összefoglalásában az idő értékelésének problémájával foglalkozó brit kutatási eredményeket mutat be (Wardman, 2001). Ezek áttekintésével képet alkothatunk arról, mennyire változó, és milyen tendenciákat mutat az emberek utazás során eltöltött időre vonatkozó szubjektív értékelése. A 3. táblázatban látható, hogy egy-egy időtípus esetén milyen mennyiségű tanulmány és mérés eredményeit foglalta össze Wardman. Feltűnő, hogy a viszonylag azonos logikai kategóriák megközelítése is sokszor eltér, egy-egy tényező pedig nem feltétlenül szerepel minden vizsgálatban. Ennek oka elsősorban az, hogy ezek a tényezők viszonylag szubjektíven értékelhetők. Mindez nehezíti az összehasonlítást, de mutatja azt is, hogy nincs egy általános sztenderd a témában, amelyhez minden kutató tartaná magát.

3. Táblázat: Időértékelési tanulmányok összefoglalása

Tulajdonság	Tanulmányok száma	Értékelések száma
Járműben töltött idő	132	539
Gyaloglás	43	142
Megközelítés	19	53
Várakozás	13	35
Gyaloglás és várakozás	20	64
Keresési idő	6	11
Késési idő	5	18
Kiegyenlítés hatása	13	97
Halasztott indulás	7	21
Járatsűrűség	49	149
Átszállás	23	51

Forrás: Saját táblázat (Wardman, 2001) alapján

A 4. táblázat foglalja össze a fenti mérések időértékelési eredményeit. Az értékek relatív szinteket mutatnak, ahol a megfigyelt adatok a járműben töltött utazási idő arányában kimutatva szerepelnek (a járműben töltött idő értéke 1). Jól látható, hogy nagyon tág az időértékelések skálája, így például a menetrendi kiegyenlítés, átszállás biztosítása miatti várakozás vagy a követési idő tartása miatti várakozás – mint szükséges, „hasznos idők” – 1 alatti értéket mutatnak, minden más érték ennél magasabb. A többlet a 30-50%-os tartományba esik a tényezők többsége esetében, de a késés miatti többlet időt kifejezetten extrém, 7,4-szeres szorzóval értékelik az utasok a felhasznált felmérések adatai alapján. Ennél is súlyosabb, akár több, mint harmincszorosa az átszállásokkal töltött idő szubjektív értékelése. Itt több mérési módszer is elkülönül. A tiszta átszállás esetén csak az átszállással töltött idő jelenik meg várakozás és egyéb tényezők nélkül. A másik két mutató (kicsit eltérő módszertannal) a teljes átszállásra vonatkozó értékelést adja, ekkor az időszak eleje és vége közvetlenül a járműben töltött időhöz kapcsolódik.

4. Táblázat: Szubjektív időértékelési eredmények (járműben töltött idő = 1)

	Átlag	Szórás	Std. hiba	10%	50%	90%	n
Gyaloglás	1,66	0,71	0,06	0,90	1,52	2,67	140
Megközelítés	1,81	0,75	0,10	0,88	1,88	2,70	52
Gyaloglás és várakozás	1,46	0,79	0,10	0,61	1,31	2,43	63
Várakozás	1,47	0,52	0,09	0,94	1,33	2,19	34
Kiegyenlítési idő	0,72	0,64	0,09	0,30	0,50	1,30	56
Járatsűrűség	0,80	0,46	0,04	0,27	0,70	1,41	145
Keresési idő	1,38	0,52	0,17	0,79	1,22	2,26	10
Késési idő	7,40	3,86	1,16	1,94	8,00	14,00	11
Halasztott indulás	1,48	0,32	0,07	1,04	1,43	2,01	21
Átszállás (tisztá)	17,61	10,93	4,13	3,91	13,52	31,70	8
Átszállás (teljes 1)	33,08	22,73	4,64	10,60	28,41	70,47	23
Átszállás (teljes 2)	34,59	25,88	6,46	9,5	27,53	66,70	16

Forrás: Saját táblázat (Wardman, 2001) alapján

2.2 A közlekedési kereslet modellezése

A vasúti, illetve általában a közlekedési szolgáltatások iránti kereslet témájának szerteágazó irodalmát többen is összefoglalták áttekintő jelleggel az elmúlt évtizedekben. Ezek közül is kiemelkedően jó áttekintést ad a téma szempontjából az alább bemutatott két munka.

Kenneth Button 30 év eredményeit mutatja be összefoglaló munkájában (Button, 2006), melynek íve a 60-as évek végi időszak témáitól, így elsősorban az optimális árazás problémájától a mai számítógépes és térinformatikai adatokkal alátámasztott elemzési rendszerekig terjed, és figyelemmel van az európai uniós egységes piac révén adott speciális kontextusra. Button meglátása szerint a 60-as évekig alapvetően a leíró és intézményi nézőpont dominált a közlekedés közgazdaságtana kapcsán, és igazán 1970-es évtizedtől kezdődött meg az ide tartozó kérdések mélyebb elemzése, ekkortól jelentek meg új modellek és a hatásvizsgálatokkal együtt a magasabb szinten zajló közpolitikai viták a közlekedésben, amivel párhuzamosan a témakör vizsgálatának intézményi háttere is kialakult. Az írás összefoglalja a 70-es évek végétől egyre erősödő deregulációs hullám fontosabb pontjait, a változó piacszerkezet kapcsán megjelenő vitákat, aggodalmakat, az érintett intézmények szerepét és a szabályozási eszköztárat. Erre az időszakra tehető a szűk keresztmetszetek részletesebb elemzésének megjelenése, a zsúfoltság közgazdasági kezelésének irodalma, a torlódási díjazási modellek – a közbeszédben ma dugódíjként, behajtási díjként emlegetett eszköz – megjelenését megalapozó koncepciók.

Az időszakban a jóléti államokban jellemzően egyre jobban túlterhelődő közlekedési infrastruktúra okozta problémák kezelésének másik eleme a fejlesztés, így ennek a témakörnek a markáns megjelenése is jellemző volt, a finanszírozásra, a hozzáférés szabályozására szánt különböző optimális árazási modellek igyekeztek támogatni ezeket a közpolitikai célokat. A fejlesztések kapcsán többek között az egyre jobban kibontakozó költség-haszon elemzési gyakorlat teremtett növekvő igényt az utazási idő értékének meghatározását célzó vizsgálatokra, hiszen egy-egy beruházás közösségi hasznai között jellemzően a széles tömegeket érintő időmegtakarítás jelenti a legfontosabb tételt, így ennek a témakörnek a részletesebb feltárása is egyre lényegesebbé vált.

Szintén az időszak fejlődő irodalmának fontos eleme Button összefoglalásában a közlekedési modellezés, azon belül is a keresleti modellek fejlődése. A korábbi elemzési gyakorlatot a hozzáférhető adatok köre és a számítási kapacitások limitált szintje egyaránt

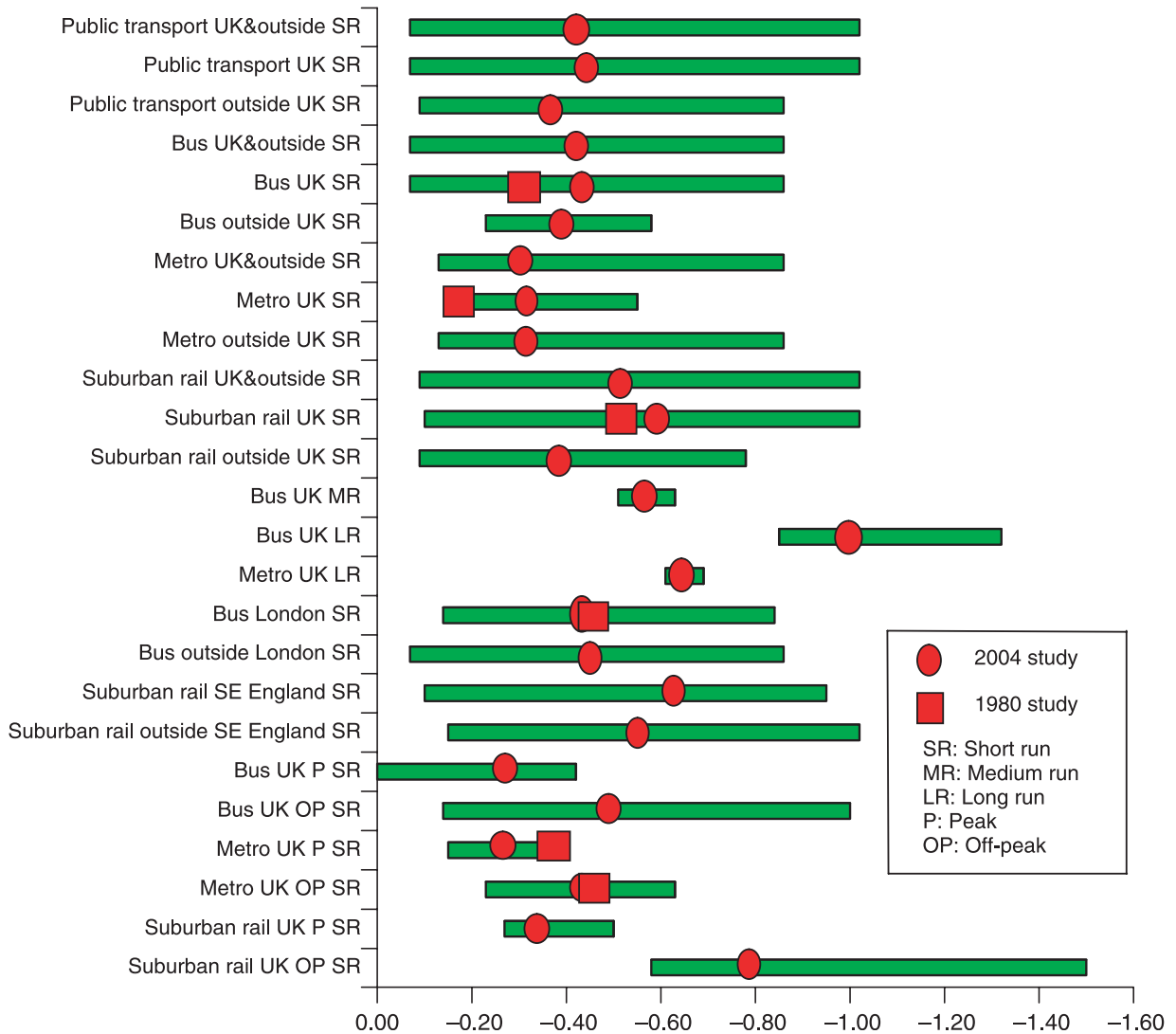
korlátozta, a fokozatosan javuló lehetőségekkel pedig egyre összetettebb modellek születtek a közlekedési projektek tervezése kapcsán. Az aggregált modellek után megjelentek a háztartási, egyéni adatok alapján, tehát mikroszinten definiált viselkedésből kiinduló vizsgálatok, ahol általában már nem az eszköztár, hanem az adatforrások jelentik inkább a korlátokat. Ezzel párhuzamosan a dinamikusan fejlődő kísérleti közgazdaságtan eredményei is elkezdtek átszivárogni a közlekedéssel foglalkozó vizsgálatokba, a feltárt és a kinyilvánított preferenciára épülő modellek, a különböző speciális adatgyűjtésen alapuló inputok is egyre inkább beépültek.

Az áttekintés végén Button megfogalmazza azt a várakozását, hogy a témához kapcsolódó kutatásoknak a következő időszakban többet kellene foglalkoznia a kínálati oldal részletesebb megismerésével, a logisztikai ellátási láncokkal. Ennek megfelelően a magyar vasúti piac kínálati oldali minőségi jellemzőinek részletesebb megismerése részben ebben az irányban is hozhat új eredményeket.

Neil Paulley és szerzőtársai 2006-ban publikálták egy közös kutatás eredményeit, amelyben a viteldíjak, a szolgáltatás minősége, a jövedelem és a gépjármű-tulajdonlás közlekedési keresletre gyakorolt hatását vizsgálták (Paulley és *mtsai.*, 2006). A munka célja egy 1980-ban publikált, nagy hatású módszertani könyv (Webster, F.V., Bly, 1980) további tesztje volt több adatforrásra építve, amiket jórészt korábbi kutatásokból gyűjtöttek össze a szerzők. Az adatok jórészt helyi és elővárosi közlekedésre vonatkoznak, tehát rövidebb távú utazásokra fókuszálnak, mint az általam vizsgált forgalmak.

Az árak kapcsán a rugalmasságokra vonatkozó eredményeket mutatja be az 5. ábra: itt alapvetően egy 2004-es felvétel adatai láthatóak különböző területeken, közlekedési módok és időtávok szerint. A zöld sávok mutatják a minimális és maximális értékek által definiált tartományt, ezeken szerepelnek az átlagos értékek. Megkülönböztetve láthatóak a korábbi, 1980-as adatok, szembevetve, hogy meglehetősen nagy a szórás a különböző mért rugalmasságok között, ugyanakkor a 24 évet átfogó időtáv ellenére az azonos témájú mérések eredményei sokszor egymáshoz közeliek.

5. ábra: Keresleti árugalmasságra vonatkozó eredmények összefoglalása



Forrás: (Paulley és mtsai., 2006)

A minőségi tényezőkre vonatkozó elemzések kapcsán nagyobb számban állnak rendelkezésre kinyilvánított preferencia modellekből származó eredmények. A tényezők értékelését a járművön töltött idő értékelése arányában fejezik ki a kutatások, így ezeket a tényezőket gyűjtötték össze a szerzők, az eredményeket az 5. táblázat tartalmazza. Az adatok egy része keresleti rugalmasságként szerepel, ahol költségként voltak kifejezhetők a minőségi tényezők. Az alacsonypadlós buszok esetében a hagyományos buszokhoz képest vett haszon aránya szerepel, míg a vasúti járműcserénél a légkondicionált jármű esetében a viteldíj arányában mutatták ki a hasznosságot. Az eredmények vegyesek, látható, hogy az arányok tekintetében meglehetősen változatos, szubjektív kép tapasztalható aszerint, hogy

egy-egy kényelmi tényezőt hogyan értékelnek a megkérdezettek. Természetesen a kinyilvánított preferencia modellek sajátosságai miatt empirikus módszertani eltérések is megjelenhetnek, azokra csak intuitív feltételezések tehetők az eredmények alapján.

5. Táblázat: Szolgáltatás minőségét leíró tényezők értékelésének összehasonlítása

	Min.	Max.	n	Mutató
Megközelítés és távozás (gyaloglás)	1,4x	2,0x	183	perc / perc járművön
Megközelítés és távozás (minden mód)	1,3x	2,1x	53	perc / perc járművön
Várakozás (busz), rövid táv	- 0,38		27	rugalmasság
Várakozás (busz), hosszú táv	- 0,66		27	rugalmasság
Várakozás (vasút)	- 0,75		3	rugalmasság
Járművön töltött idő (általános)	- 0,4	- 0,6	3	rugalmasság
Járművön töltött idő (vasúti)	- 0,4	- 0,9	5	rugalmasság
Integrált költség (díj, gyaloglás, idő)				
Busz	- 0,4	- 1,7	n.a.	rugalmasság
London metró	- 0,4	- 1,85	n.a.	rugalmasság
Vasút	- 0,6	- 2,0	n.a.	rugalmasság
Alacsonypadlós busz értékelése	5p	14p	n.a.	hasznosság (£0.1)
Vasúti járműcsere értékelése	0,01	0,02	n.a.	perc / perc járművön
Vasút járműcsere (légkondicionált)	0,025		n.a.	viteldíj arányában
Átszállás	21	37	16	perc / perc járművön

Forrás: Saját táblázat (Pulley és *mtsai.*, 2006) alapján

Pulley és szerzőtársai vizsgálták a közlekedési módok közötti kereszt-árrugalmasságokat is. A távolsági forgalomra vonatkozó eredményeket foglalja össze a 6. táblázat, melyben jól látható, hogy a helyettesítés minden relációban, az idő és a költség tekintetében egyaránt jelen van. A vasút esetében az autó irányába – közpolitikai célok szempontjából aggasztó módon – erős aszimmetria mutatkozik, tehát sokkal könnyebben, nagyobb arányban

váltak az utazók autóról közösségi közlekedésre, mint vissza. Ennek az első látásra pozitív adatnak azonban oka lehet a vizsgálat időtávja, az eszközellátottság. Ha a vasutat autóval nem rendelkezők használják elsősorban, számukra rövid távon a váltás nem opció. Az autós közlekedők számára azonban bármikor könnyen megoldható a váltás, ha szükség van rá. Elsőre amiatt is meglepő lehet ez az eredmény, hiszen az autózás közismert, és a többi adatban is megjelenő „ragadósága” miatt sokkal inkább az autóról való visszaváltás esetében várnánk a legnagyobb rugalmatlanságot. Magyarországon például a közpolitikai vitákban eléggé tartja magát az a premissza, hogy az autós közlekedők nehezen váltanak közösségi módokra.

További érdekesség, hogy a vasút és az autóbusz közötti rugalmasságok alacsonyabbak a buszról vasútra váltás irányába, mintha a két tömegközlekedési mód külön kaszt lenne. Ez az eredmény a szubjektív tényezők korábban említett jelentőségére is felhívhatja a figyelmet, de vélhetően ebben a helyettesítés megvalósíthatóságának van szerepe, hiszen a vasúti és autóbuszos szolgáltatások tipikusan nem fedik teljesen egymást (sok régióban egyáltalán nincsen párhuzamos vasúti és autóbuszos kínálat). Az összefoglaló tanulmányból ilyen részletek nem fejthetők vissza.

6. Táblázat: Kereszt-árrugalmasságok a távolsági forgalomban

	Autó használat	Vasút használat	Autóbusz használat
Autó idő	–	0,33	0,60
Autó költség	–	0,25	0,34
Vasút idő	0,057	–	0,20
Vasút költség	0,066	–	0,32
Autóbusz idő	0,054	0,17	–
Autóbusz költség	0,014	0,17	–

Forrás: Saját táblázat (Paulley és *mtsai.*, 2006) alapján

A gépjárműtulajdonlás és a jövedelem közlekedési keresletre vonatkozó hatásával kapcsolatos újabb eredmények között általános trendként figyelhető meg a negatív jövedelemrugalmasság, illetve a gépjárművek számának szintén negatív hatása. Természetesen a kettő összefügg, hiszen az előbbi tényező erősen hat a másodikra is. Itt

azonban egy rendkívül összetett problémáról van szó, ami korszakonként és a gépjárművek állományának növekedésével, illetve a fizikai terület hozzáférhetőségének telítődésével visszajára is fordulhat. Alapvetően logikus feltételezés abból kiindulni, hogy a jövedelem növekedésével a gépjárművel nem rendelkező családok, egyének is autót vásárolnak, és ezzel egyre inkább távoznak a tömegközlekedési piacokról. Ugyanakkor minél többen járják végig ezt az utat, annál nagyobb lesz a zsúfoltság, és egy-egy esetben – tipikusan ilyen szituáció áll fenn pl. az elővárosi, nagyvárosi közlekedésben – a kötött pályás közösségi közlekedés lesz kedvezőbb az egyéni gépjárműhöz képest. Tehát a gazdasági fejlődés révén a közterületi infrastruktúra használata – különösen ott, ahol nincs a hozzáférés megfelelően beárazva – egyre inkább a közlekedő tragédiája szituáció jeleit kezdi magán viselni, így visszaható irányú változás indulhat el, újra a közösségi közlekedési formák erősödésével. Mindez aggregált adatokon különösen nehezen mérhető, hiszen az adott esetben ellenkező irányú folyamatok egyidejűleg történnek, minden régióban lesznek olyan szereplők, akik belépnek az egyéni közlekedés piacára, amíg egyidejűleg mások – akár gépjárműtulajdonukat fenntartva – éppen visszalépnek a közösségi közlekedés használatára.

Fontos megjegyezni továbbá, hogy ezek a választások nem univerzálisak, a felhasználók egyre nagyobb része keveri a különböző módokat, és nap mint nap, úticél és egyéb körülmények alapján dönt arról, hogyan közlekedik. (Különösen a városi közlekedésben jellemző ez a fajta rugalmasság.) Ezt foglalja logikus keretbe MaaS koncepció, az erre építő megközelítés egyre fontosabb szerephez jut a városi mobilitásról szóló gondolkodásban: amely általános, multimodális felhasználóként tekinti az utazókat, akik napról napra, útról útra hozzák meg a módválasztási döntéseiket. Ezek a fejlemények az utóbbi évtizedben jelentősen erősödtek, a korábbi logikák szerinti mérések, vizsgálatok között ezek hatásait még nem találjuk meg, így Paulley és szerzőtársai összefoglaló közleményében sem jelenik meg ez a koncepció markánsan.

Gines de Rus 1990-es mérésében (de Rus, 1990) a közösségi közlekedési szolgáltatások iránti kereslet rugalmasságait vizsgálja Spanyolország területén. A kiinduló adatok a közlekedési rendszerek értékesítési adatai, a legnagyobb városok – Madrid és Barcelona – adatai nem szerepeltek az adatbázisban, mivel ezek rendkívül összetett közlekedési rendszerrel és a hozzá kapcsolódó bonyolult, a modellben nehezen leképezhető díjrendszerrel rendelkeztek már ebben az időben is. Az alapmodellben az egyszerű jeggyel való utazások havi

darabszáma szerepelt függő változóként, a magyarázó változók pedig az egy utazásra szóló jegy ára, a több utazásra szóló jegy ára, az adott havi jármű-km teljesítmény, egy időtrend, és két dummy változó (a hónapokra, illetve a nagyobb rendszerleállításokra vonatkozóan). Az adatbázisban szereplő közlekedési módokra a sajátárrugalmassági, és ahol értelmezhető, a keresztárrugalmassági becsléseket végezte el de Rus. A kapott eredmények egyik szembetűnő része, hogy a sajátárrugalmasságnál jóval magasabb (akár ötszörös) értékek adódtak a szolgáltatási színvonalra vonatkozó rugalmasságok esetében. Ebben az esetben a szolgáltatási színvonal a kínálat mennyiségi részét írja le, azaz a járműkm-ben mért futásteljesítményt. Ugyanakkor az oksági viszonyok nem kellő mértékben tisztáztak, hiszen a magasabb teljesítmény oka egy exogén módon adódó magas keresleti szint is lehet, ebben az esetben tehát éppen nem a nagyobb gyakoriságú szolgáltatás hatása a magasabb kereslet, hanem a magasabb kereslet miatt valósul meg nagyobb kínálat (nagyobb járműfutás).

Wardman 2006-ban a kereslet alakulását és az arra ható tényezők hatását vizsgálta meg (Wardman, 2006). Kiindulásként a korszakban az Egyesült Királyságban jellemzően használt előrejelzési módszert mutatja be, amely a British Railways által 1989-ben kiadott kézikönyvben szerepel (Passenger Demand Forecasting Handbook, PDFH). Ez a módszertan a kereslet változásait kizárólag a GDP növekedésből vezeti le. Míg 1970-1990 között, alapvetően változatlan vasúti hálózat mellett ez a modell megfelelt az előrejelzésre, a következő időszakban már nem működött. Wardman szerint ezt elsősorban olyan külső faktorok okozták, amelyek miatt összességében a kereslet jóval dinamikusabban növekedett, mint korábban:

- a GDP a korábbi időszakoknál jóval nagyobb ütemben nőtt
- a közúti főúthálózat mérete nem növekedett tovább
- a gépjármű-tulajdonlás költségei jelentősen megnöttek

Mindez együtt olyan erős hatást gyakorolt, ami a korábbi modellt alkalmatlanná tette, a valós növekedési adatok többszöröse voltak a korábbi előrejelzésekben szereplő eredmények értékeinek.

Emiatt Wardman egy kiterjesztett modellel vizsgálta meg, hogy milyen megközelítés adhatott volna pontosabb előrejelzést. A modell egy olyan gravitációs alapú modell, ami tartalmazza populáció és GDP adatokon túl a gépjármű-tulajdonlást, a vasúti szolgáltatási színvonal adatait (utazási idő, gyakoriság, átszállás) is. A modell a viszonylati adatokat

tartalmazó CAPRI adatbázis adataiból indult ki, erre kerültek rá a kiegészítő magyarázó változók. A kiegészített modellben viszont a nagy számú háttérváltozó miatt megjelent a kollinearitás problémája, a háttérváltozók között erős korreláció volt megfigyelhető. A mérés eredményei alapvetően igazolták a kihagyott változók okozta torzításra vonatkozó hipotézist, azonban a mérési modell nem tekinthető ideálisnak, hiszen sok további problémát is felvetett.

Andrés López-Pita és Francesc Robusté 2005-ban vizsgálta meg az akkor építés alatt álló Madrid–Barcelona nagysebességű vasútvonalat abból a szempontból, hogy mekkora hatása lehet majd a két város közötti légiforgalomra (Andrés López-Pita, 2005). Ezen az európai szinten is kiemelkedő útvonalon évi több mint 4 millió utas repült 2003-ban, a napi járatok száma ekkor meghaladta a hatvanat. A tanulmány részletesen bemutatja a légiútvonal fejlődését, az aktuális kínálatot, szolgáltatókat, kategóriákat és az átlagos árakat. A várható hatások vizsgálatánál a szerzők bemutatják, hogy a Madrid–Barcelona útvonal várhatóan éppen az érzékeny tartományba esik az átváltás szempontjából.

Az előrejelzésben az egyéni preferenciák meghatározása ár-idő modellben történik, ahol az egyéni optimalizáció úgy képeződik le, hogy az egyén értékeli a saját idejét, ennek függvényében pedig bizonyos felárért cserébe rövidebb menetidejű megoldást vesz igénybe, és ezzel a saját szabadidejét növeli. Az idő értékelésével meghatározott teljes utazási költség egy gravitációs modellbe épül be. Az elemzés eredménye szerint 63,5%-os várható részesedés állt elő, szemben az Iberia légitársaság korábbi előrejelzésével, ahol 52,5%-ra tették ugyanezt az értéket. Az előrejelzéshez nem tartozik idődimenzió. Több, mint 10 évvel később, a 2008-ban megnyitott vasútvonal részesedése 2018-ra a mérések alapján már piac 63%-át érte el a légi közlekedéssel szemben (Global Railway Review, 2018), ami több faktor mellett leginkább a kedvezőbb ajtótól ajtóig vett eljutási idővel volt magyarázható (Bode és *mtsai.*, 2018). Bár természetesen a további trendek előre nem állapíthatóak meg, és a szerzők nem definiálták az idősíkot az előrejelzéshez, mégis az eredmény feltétlenül erősítheti az ilyen típusú gravitációs modellek használhatósága iránti bizalmat.

Wardman és szerzőtársai 2007-ben megjelent munkájukban szintén az előrejelzés problémájával foglalkoznak, keresztmetszeti modelleket tekintenek át (Wardman, Lythgoe és Whelan, 2007). Alapmodellként itt is a gravitációs modell szerepel, ahol a populációs adatok mellett az adott vonat költsége reprezentálja a minőséget, szolgáltatási színvonalat.

A keresztmetszeti vizsgálatok kapcsán felveti az időbeli dimenzió hiányosságait, ugyanakkor kiemeli az ilyen modellek lehetséges előnyei közül az alábbiakat:

- lehetőség az állomásokra vonatkozó keresleti előrejelzésre (azaz nem csak egy-egy vonal, vagy régió aggregált keresletére vonatkozik a modell, hanem konkrét kiinduló és célállomásokra)
- a megközelítés és a kiszállás, továbbközlekedés kapcsán vizsgált rugalmasságok révén lehetővé válik a vasúthálózat hozzáférhetőségének fejlesztésére irányuló projektek eredményességének vizsgálata
- lehetővé válik az állomások közötti verseny értékelése – az utazóközönség várhatótól eltérő állomásválasztásának összehasonlító elemzése révén értékelhetőek a fejlesztések; a különböző szolgáltatások, megoldások egymáshoz való viszonya feltárható a várhatótól tendenciózusan eltérő utasáramlások segítségével
- a vasúti szolgáltatások minőségére adott keresleti reakciók mérésére is jó lehetőséget adnak a keresztmetszeti viszonylati értékesítési adatbázisok
- lehetővé teszi széles körű társadalmi-gazdasági háttéradatok területi alapon való összekapcsolását és a keresetre való esetleges hatások vizsgálatát
- általában becsülhetővé teszi olyan tényezők hatását, melyek területi alapon változnak, időben stabilabbnak mondhatóak

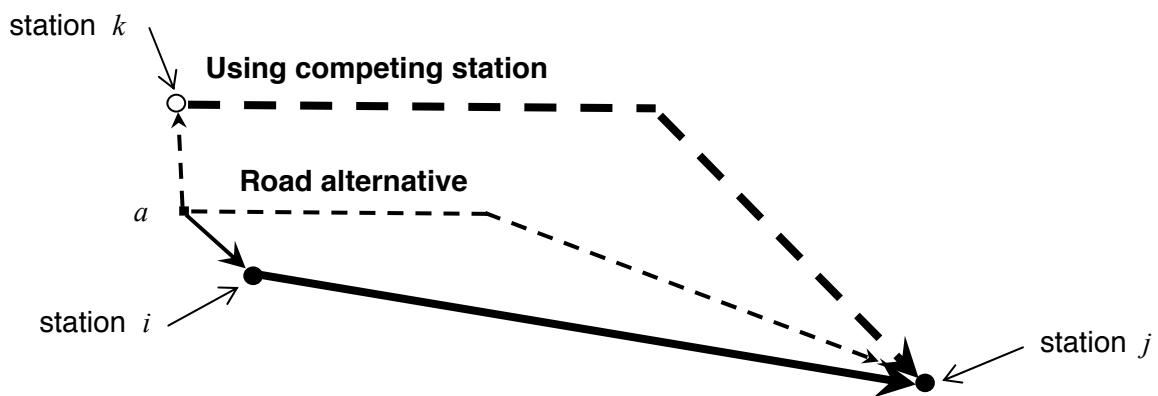
Vizsgálatom szempontjából ez utóbbi három szempont különösen figyelemre méltó, hiszen hasonló becslés elvégzésére töreksem a magyarországi adatok bázisán. Releváns a minőséggel kapcsolatos elemzés témája, de a területi alapon tesztelhető háttéradatok vizsgálata is felmerül a megfelelő területi statisztikákkal való összekapcsolhatóság miatt. Itt ugyanakkor erős korlátot jelent az előző, 2006-os Wardman tanulmányban már felmerült kollinearitási probléma, tehát egy-egy erősebben ható tényező kiválasztása és szerepeltetése indokolt lehet, de túl sok, egymással együtt mozgó magyarázó változó együttes alkalmazása több problémát is okozhat.

A megközelítési adatok területi finomításra épülő modellel vizsgálhatóak közelebbről. Wardman példájában egy-egy állomás vonzáskörzetét bontja kisebb zónákra, így lehetővé válik a közelítés költségeinek (közlekedés, információkeresés, bizonytalanság, helyi járatokkal kapcsolatos költségek, vagy éppen parkolás stb.) mérése, így akár egy-egy

állomás elérhetőségének javításával kapcsolatos beavatkozási tervek előzetes hatásvizsgálata is megvalósítható lehet.

Más megközelítésben ezt a problémát az állomások közötti választással is lehet vizsgálni. Ekkor leginkább azok a területek lesznek izgalmasak, amelyek határterületnek számítanak két, vagy több állomás szempontjából, illetve lényeges kérdés az ilyen indifferens zónák más helyektől való eltérése. Abban az esetben, ha két állomás vonzáskörzetének valós határai a prediktálttól eltérnek, akkor – minden lényeges megközelítési költség figyelembevételével – feltételezhető, hogy az állomások szolgáltatásai, vagy egyéb jellemzői között figyelhető meg olyan tulajdonság, ami ezt az eltérést okozza. Ennek a logikai szituációnak a területi sematikus rajzát mutatja be a 6. ábra, ahol a kiinduló pont és j végpont között az i állomás lenne a rövidebb, gyorsabb út, de a valós lehetőségek között – amennyiben egyéb tulajdonságai ezt indokolják – k állomás választása is reális opció lehet, hiszen nem jelent túlzott kitérőt vagy idővesztést. Ilyen típusú helyzetek azonosítása esetén indokolt lehet a két állomás és azok eltéréseinek vizsgálata, hiszen így tárhatóak fel a keresletet meghatározó szubjektív tényezők, hatások.

6. ábra: A versengő állomások közötti útválasztás sémája



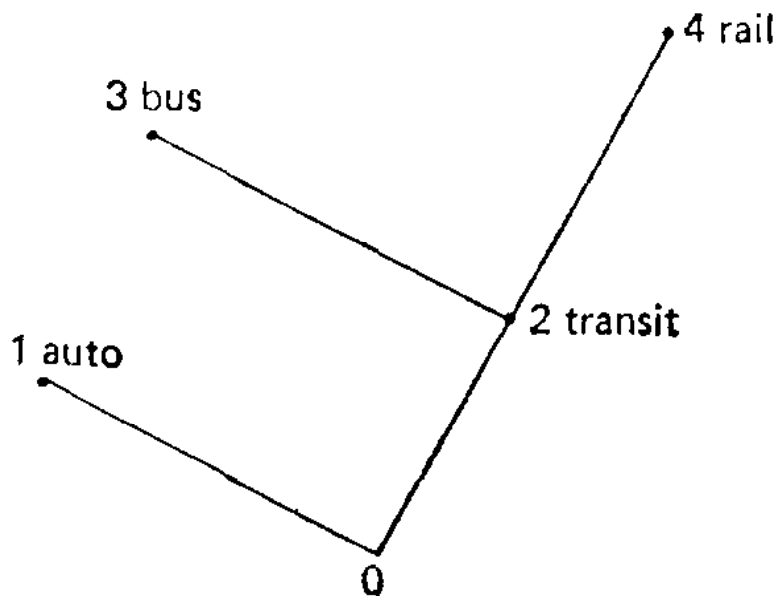
Forrás: (Wardman, Lythgoe és Whelan, 2007)

2.3 Módválasztásra fókuszáló modellek

A közlekedési módok közötti választás az egyik nagy szeletét adja a közlekedési szolgáltatások iránti keresleti irodalomnak. Vizsgálatom szempontjából elsősorban a tényezők közötti választás szempontjai, a helyettesítés, és a minőség kérdéseinek megfoghatósága miatt van jelentősége ennek a területnek, mivel a módválasztáshoz szükséges egyedi adatok híján ezek a módszerek egyébként nem vehetők közvetlenül át viszonylati adatokra épülő elemzéshez.

Daniel McFadden a városi közlekedés iránti keresletre fókuszál 1974-es tanulmányában (McFadden, 1974), ahol egyéni közlekedési preferenciákból építi fel a keresletet. Ahogy a 7. ábrán látható, a módválasztási döntést szekvenciális megközelítésben tárgyalja, ahol először az egyéni és a közösségi forma közötti választás történik meg, és az utóbbi választása esetén szerepel a busz és a vasút, mint további alternatíva.

7. ábra: Módválasztási döntés folyamata



Forrás: (McFadden, 1974)

Ahern és Tapley 2008-ban egy kérdőíves felmérésre alapozott elemzést végzett el (Ahern és Tapley, 2008), ahol a vasúti és a közúti közösségi közlekedésre vonatkozó preferenciákat mérték fel egy modellhez. A kérdőívet két útvonalon vették fel (Dublin-Sligo, Dublin-

Galway), és két különálló szakaszban elemezték, de volt feltárt preferencia felmérésére szolgáló rész is. A kérdőív kinyilvánított preferencia módszertant alkalmazó szakaszán két típusú kérdőívet is használtak, az egyik verzióban rangsorolás, a másikban kinyilvánított választás volt a feladat, az utóbbi egyszerűbb, az előbbi bőségesebb adatforrást adott, ezeket 20 fős pilotokon tesztelték. A teljes felvétel kevesebb, mint 200 válaszadót ért el.

A vizsgálatban alkalmazott magyarázó változók a költség, úthossz, megbízhatóság (késés perc), járművön kívül töltött idő, hozzáférési költség, módválasztás voltak. Ez a kérdőív jó példa arra, hogy a nem aggregált megközelítés kis adatmennyiséggel, kis elemszám esetén is kivitelezhető, és már értékelhető adatokat eredményezhet. Ugyanakkor természetesen a volumen miatt rendkívül korlátozott több dimenzióban is: nehéz általánosítani területileg az eredményeket, és könnyű olyan kritikus pontokat találni, ahol már nem áll erős lábakon a kutatás.

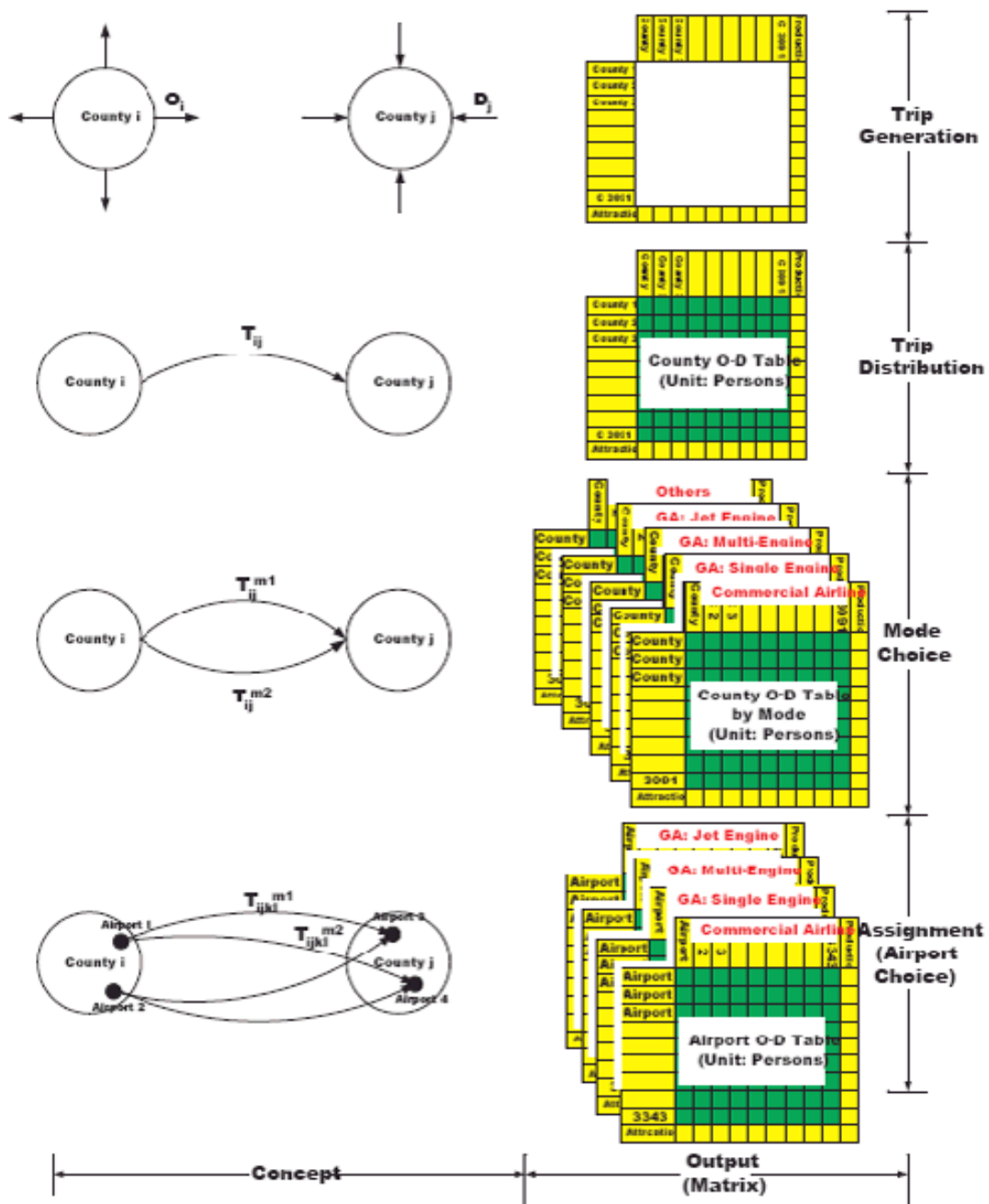
Ashiabor és szerzőtársai egy 2007-ben publikált tanulmányban sok szempontból egyedi kutatási projekt eredményét ismertetik (Ashiabor, Baik és Trani, 2007). Az amerikai, nemzeti szintű távolsági közlekedési adatfelvétel egyedi értékét többek közt az is adja, hogy ez a lépték viszonylag ritkán jelenik meg az irodalomban. A közlekedési kereslet vizsgálata, előrejelzése igen gyakran kutatott közpolitikai kérdés, de általában állami szinten valósul meg. Itt a megrendelő az amerikai úrkatatási hivatal, a NASA volt: egy különleges, ma is futurisztikusnak ható projekt keretében kis méretű légi járművekre alapozott közlekedési rendszer vízióját vizsgálták meg közelebbről, mely egy legalább 50 éve létező, kissé utópisztikus koncepció, realitása ma sem igazán nyilvánvaló (NASA, 2001).

A nemzeti szintű keresleti becslés feladatához jó alapot jelentettek a már említett tagállami szintű, rendszeresen elvégzett vizsgálatok adatai. Az 1976-tól a National Travel Survey rendszer keretében készült felvételek, több verzióban, egészen 1990-ig készültek, összesen négy adatfelvétel, 2-4000 rekordot tartalmazó adatbázisok. Emellett az 1995-től az American Travel Survey keretében új rendszerben készült adatbázist használták fel, mely már egy jóval kiterjedtebb, mintegy 400.000 adatsorból álló forrás.

A modellezéshez épített adatbázis logikai kereteit a 8. ábra mutatja be, a folyamat a teljes modell felépítéséhez négy alapvető lépésben valósult meg. Elsőként viszonylag szűk földrajzi területi egységeket definiáltak, az ötven tagállamban megtalálható akkor összesen 3091 megye jelentette az alapegységet. Minden alapegységben előállították az utazási igényeket leíró adatsort (trip generation). Ezután úticélokat rendeltek az igényekhez, amivel

kiindulópont-célpont párokat állítottak fel a megyék között, így a generált utakat elosztották területileg (trip distribution). A harmadik logikai lépésben jelent meg a módválasztás, ahol egy-egy úthoz hozzárendelték az ahhoz igénybe vett közlekedési módot (mode choice). Az így létrejött légiközlekedési igényt rendelték negyedik lépésben a megyéken belül konkrét repülőterekhez (assignment – airport choice).

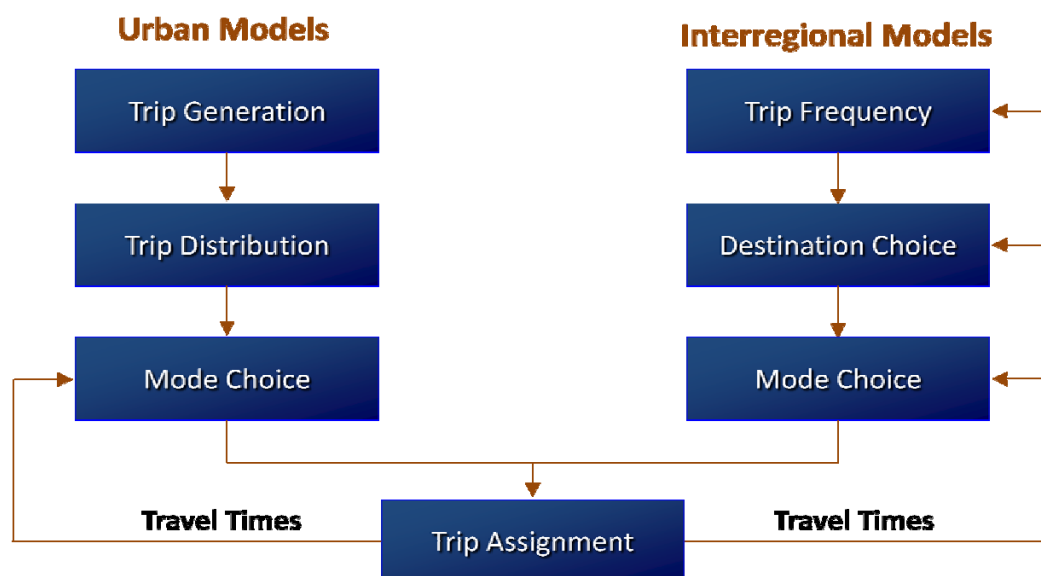
8. ábra: Az amerikai távolsági piacra készült modell logikai kerete



Forrás: (Ashiabor, Baik és Trani, 2007)

Az összetettebb felépítésű modellekre jelent jó példát Outwater és szerzőtársai 2010-es mérése, ahol a kaliforniai nagysebességű vasút lehetőségeit vizsgálták a tervezést elősegítő bizottság számára (Outwater és *mtsai.*, 2010). A komplex modellben megkülönböztetik a városi és a városok közötti forgalomra történő modellalkotás logikáját. Ahogy a 9. ábrán látható, a városi modellnél először az utazásokat generálják le a modellhez, majd ezeket osztják el, és a létrejött utazásokat választják szét közlekedési módok szerint. A távolsági modelleknél ezzel szemben az utazási gyakoriság a kiinduló adat, melyet úticél-választás követ, a harmadik logikai lépés itt is a módválasztás.

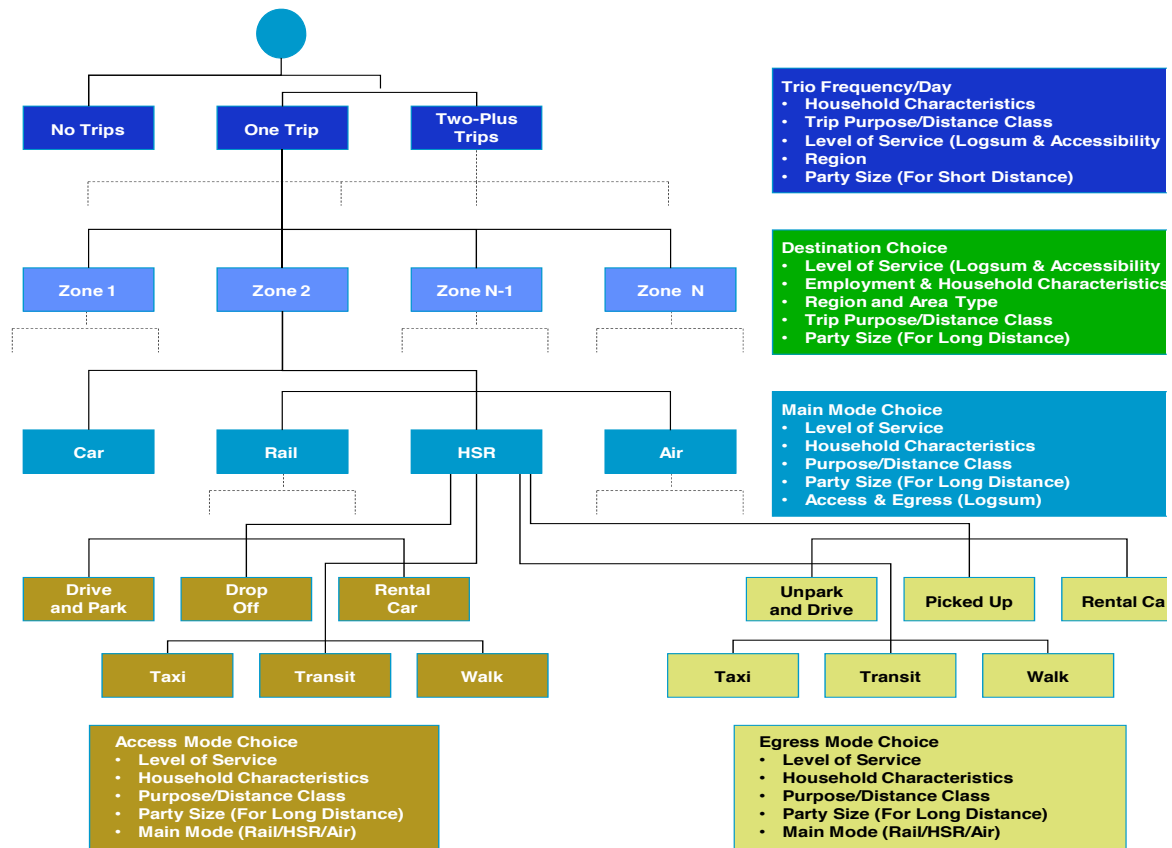
9. ábra: Integrált modellezési koncepció a nagysebességű vasúti előrejelzésben



Forrás: (Outwater és *mtsai.*, 2010)

Az így létrehozott modell átfogó logikai keretét foglalja össze a 10. ábra, ahol jól látható annak komplexitása. Ez az elemzési keret elsőre talán túlzottan bonyolultnak tűnhet, de a mai, összetett közlekedési láncokban való fogyasztói döntéshozatal leírása valójában nem oldható meg egyszerűbben, hiszen az egymásra épülő, többlépcsős szekvenciák ennél jóval összetettebb helyzeteket is létrehozhatnak.

10. ábra: Modellezési keret a kaliforniai nagysebességű vasúti előrejelzésben



Forrás: (Outwater és mtsai., 2010)

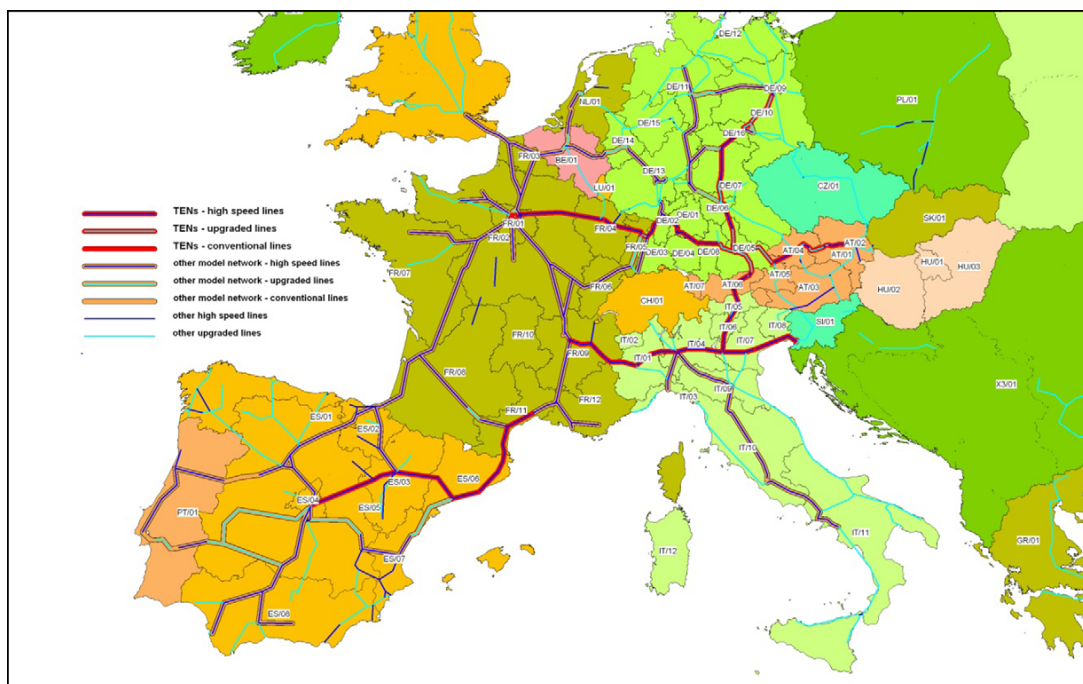
A mai informatikai háttér és a hozzáférhető adatok körének rohamos növekedése mellett tehát jelentősen kitágultak a modellezés és előrejelzés lehetőségei. Ugyanakkor egy-egy probléma vizsgálata, egy-egy kutatási kérdés esetében a komplex eszközök azt a kockázatot is hordozhatják, hogy még nehezebb megtartani a fókuszot, a nem egységes forrású adatok és egyéb potenciális torzítások miatt a különböző bizonytalanságok összeadódnak, és a komplex modell paradox módon még torzítottabb eredményt is adhat, mint egy hiányos, de egyszerűbb vizsgálat.

Adler és szerzőtársai 2010-ben Európára fókuszálva vizsgálták a nagysebességű vasúti hálózat hatásait a vasút és a légi közlekedés versenyére fókuszálva (Adler, Pels és Nash, 2010). Megközelítésükben leegyszerűsítve, de komplett modellt alkotva szimulálták a nagysebességű vasúti és légiközlekedési hálózatokat és piacokat. Döntési változóként szerepeltek a desztináció-párokra adott árak, kapacitás és a járatok gyakorisága. A kínálati költségfüggvények az iparági sajátosságokat tükrözik, a légiközlekedésben

megkülönböztetik a szabadabban, nagyobb játéktérrel rendelkező, de magasabb költségszinttel operáló hagyományos és a fapados légitársaságokat. A vasúti költségfüggvény a modell jellegzetességeinek megfelelően csak nagysebességű szolgáltatót vesz figyelembe.

A hálózat modellezésében keresleti zónákat definiáltak, melyre ráillesztve meghatározták az egyszerűsített légi és vasúti hálózatot. A repülésnél a valós adatokra építve nemzetközi kijáratként Párizs, London és Frankfurt adódott, mely repterek kiegészültek három regionális hub reptérrel: Prága, Budapest, Varsó, illetve külön fapados hubként London és Berlin. A vasúti hálózat, ahogy a 11. ábrán látható, a 2010-ben aktuális, 2020-ra vonatkozó tervekből indul ki, ahol csak a tervezetett lengyel szakaszok szerepelnek a keleti régióban.

11. ábra: Az európai nagysebességű TEN vasúti hálózat 2020-ra tervezett állapota



Forrás: (Adler, Pels és Nash, 2010)

A modell integrálta az összes 2010-ben ismert fejlesztési tervet az aktuális ütemezés alapján vett várható üzembehelyezési időpontok szerint. A piacszerkezeti és árazási szimulációnál a játékelméleti megközelítés miatt viszonylag összetett átalakulási folyamatok is leképeződtek a futtatások eredményeiben. Az infrastruktúra és a használat árazási modellje,

a kettő kapcsolata és a környezeti költségek árakba való beépülése is megjelent paraméterként a modellben.

A végül következő további két publikáció sajátosságát az adja, hogy egy-egy feladat megoldásához a meglévő módszertanok felhasználásával egyedi, komplex eszközök alkalmazását választották. Míg az első esetben egy tervezett vasútvonal utasforgalmi előrejelzéséhez alkalmaztak a szokásosnál komplexebb megoldást, és így integrálták a folyamatba a menetrend megtervezését is, a második esetben pedig egy nem szokványos adatforrás, a közösségi média felületein való bejelentkezések felhasználására láthatunk példát.

Chang és szerzőtársai Tajvan nagysebességű vasúti projektjét vizsgálták, az el nem ágazó nagysebességű vasútvonal tervezéséhez végeztek modellezést 1998-ban (Chang, Yeh és Shen, 2000). A vasútvonal 2007-ben nyílt meg (Smart Rail World, 2017). A modell fókuszában a kapacitás és a menetrend matematikai modellen alapuló tervezése állt, melyet fuzzy logikára épülő programozással végeztek el. A modell sokdimenziós bemeneti paraméterekre építve határozta meg különböző referenciák szerint az optimális menetrendet: így a megengedett megállási szám szerinti gyakoriságot és a megállásra kijelölt állomásokat, vagy többlépcsős logika szerinti output-mátrixokat. Ez a módszertan kiválóan alkalmas egy komplex szolgáltatás megtervezésére, az előrejelzés, az utazási igény és a keresleti információk és geográfiai adatok ebben az esetben inputként szolgálnak a modellezéshez.

Liu és szerzőtársai 2014-ben azt a kérdést vizsgálták meg, hogy alkalmasak-e a gravitációs modellek kalibrálásához a közösségi média bejelentkezések, illetve hogy milyen egyéb mintázatok magyarázhatók meg ezen adatforrásokkal a térbeli interakciós modellezésben (Liu és *mtsai.*, 2014). A gravitációs alapmodellt az eredeti fizikai gravitációs egyenletnek megfelelő formában alkalmazták a becslésnél:

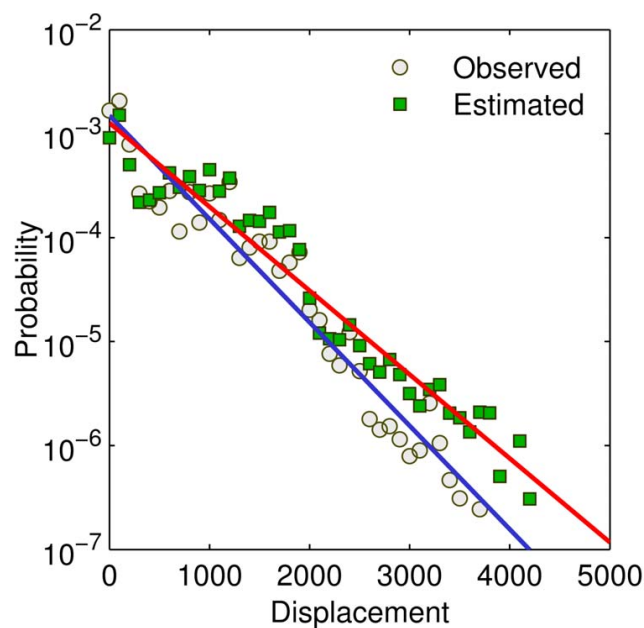
$$I_{ij} = \frac{kP_iP_j}{f(d_{ij})},$$

ahol:

- I_{ij} az i és j pontok közötti interakció mértéke
- P_i, P_j i és j települések/területek vonzóképesége
- d_{ij} i és j pontok távolsága

A szerzők kérdése az volt, hogy hogyan kalibrálható ez a modell a közlekedésben, milyen sajátosságok figyelhetők meg ezzel kapcsolatban. A vizsgálathoz egy több mint félmillió kínai utazó check-in adatait tartalmazó adatbázist használtak fel, mely az összes ilyen adatot tartalmazta egy évre vonatkozóan. Az adatok forrása egy közelebről meg nem nevezett, speciálisan a kínai piacra készült, a Foursquare alkalmazáshoz hasonló lokáció-alapú közösségi szolgáltatás volt, ahol az ügyfelek be tudnak jelentkezni egy-egy helyre, és rövid üzenetekkel, képekkel adják ismerőseik tudtára, épp merre járnak, vagy mit csinálnak. A gravitációs modellekkel való összehasonlítás kapcsán kiindulásként adottak voltak az adatbázisban minden városra a check-in adatok, illetve a mozgások egy-egy várospár között (feltételezve, hogy lokáció-váltáskor egy-egy konkrét felhasználó egymás utáni check-in adata a két település közötti mozgást jelent). Az elemzés eredményeként előállt becslést közlekedési adatokkal összehasonlítva meglehetősen jó közelítést adott a módszertan, ahogy a 12. ábrán is látható. A tévedés valószínűsége exponenciálisan alakul a távolság függvényében, a szerzők szerint kb. 1200 km-es távolságnál található egy nagyobb intenzitású szakasz, ennek oka az, hogy a szomszédos kínai nagyvárosok közötti távolság jellemzően ebbe a tartományba esik.

12. ábra: A check-in alapú modell illeszkedése



Forrás: (Liu és mtsai., 2014)

2.4 Aggregált keresleti modellek

Az egyéni módválasztási irányból felépített modellek mellett a másik fő logikai kategória az aggregált keresleti modelleké, melyek tipikusan gravitációs térbeli logika alapján építkeznek, és aggregált adatbázisok adatain végzik a becsléseket.

Jones és Nichols (Jones és Nichols, 1983) a távolsági vasúti utazás iránti keresletet vizsgálta az Egyesült Királyságban. Elég korai munkának számít, 70-76 közötti jegyértékesítési adatokra épül, melyeket a British Railways rögzített 17 Londonból kiinduló útvonalra.

A teljes keresleti modell:

$$Q_t = \beta_0 P_t^{\beta_1} J T_t^{\beta_3} E A_t^{\beta_4} G D P_t^{\beta_5} P P_t^{\beta_6} e^{(\beta_7 S_t + \sum_{i=8}^{i=20} \beta_i D_{it})} \varepsilon_t$$

ahol:

- $J T_t$ vasúti menetidő
- $E A_t$ a ciklikus aktivitás indexe
- $G D P_t$ GDP reálérték indexe
- $P P_t$ üzemanyagár-index
- S_t nem-vasúti módok szolgáltatási szintje
- D_{it} szezonális dummy
- ε_t hibatag

Owen és Phillips szintén a British Rail adatokon vizsgálta hasonló kutatási kérdésekkel (Owen és Phillips, 1987). Ehhez az alábbi modellt használták:

$$J_t = \beta_0 J_{t-1}^{\beta_1} G_t^{\beta_2} F_t^{\beta_3} \exp \left(\beta_4 T_t + \beta_5 S_t + \beta_6 C_t + \beta_7 A_t + \sum_{i=8}^{i=19} \beta_i D_{it} \right) \varepsilon_t$$

ahol:

- J_t két állomás közötti utak száma
- G_t GDP index 1980-as áron
- F_t átlagos jegyárbevétel utazásonként
- T_t lineáris időtrend
- S_t nagysebességű vasúti változó

- C_t közúti helyettesítő dummy
- A_t légi helyettesítő dummy
- D_{it} szezonális dummy
- ε_t hibatermék

Wardman 1994-es munkájában a szolgáltatások minőségének hatását vizsgálta, illetve ez alapján adott előrejelzést (Wardman, 1994). Az elemzés fókuszában a minőség vasúti keresletre gyakorolt hatásai álltak. A felhasznált adatok az Egyesült Királyság területére vonatkozó, nem londoni, városok közötti távolsági utazási adatok, forrásuk a korábban már idézett CAPRI adatállomány, a vizsgálat az 1985-től 1992-ig tartó időszakot ölelte fel. A minőség definiálására a British Railways általánosított utazási idő mutatóját követte (generalised time approach). Ennek számítása, illetve a keresleti függvény az alábbi formában szerepelt a modellben:

$$GT = T + \alpha_1 F + \alpha_2 I$$

$$V = GT^\beta$$

ahol:

- GT általánosított idő (generalised time)
- T utazási idő (állomástól-állomásig)
- F gyakoriság (járatsűrűség)
- I átszállások száma
- V kereslet

Távolsági vasúti modelleket vizsgáltak meg Cohen és szerzőtársai egy 1975-ben készült felmérés adatai alapján (Cohen, Erlbaum és Hartgen, 1978). A vizsgálat és előrejelzés a New York City–Buffalo útvonalra készült, az adatbázis a kombinációkkal összesen 31 várospárt tartalmazott, minőségi kritériumokkal:

Vasúti szolgáltatás színvonala:

- étkezőkocsi szolgáltatás
- hálókocsi szolgáltatás
- pihenőkocsi szolgáltatás
- poggyászkocsi szolgáltatás

- pontosság
- kocs típusa

Állomási szolgáltatások:

- minőségi állomási parkolás
- helyek száma
- parkolási díj
- parkoló-világítás
- állomási büfé
- helyi közlekedés
- belvárostól való távolság
- terminál korszerűsége

Brand és szerzőtársai a nagysebességű vasúti előrejelzés céljából végeztek kereslet-elemzést 1992-ben az Egyesült Államokra vonatkozóan, és azt vizsgálták, hogy milyen hatásai lennének egy ilyen közlekedési rendszer kiépítésének (Brand és *mtsai.*, 1992). Három becslési módszert alkalmaztak: az első kettőben a teljes útvonalmennyiséget prediktálták, és ezután végezték el a mód szerinti felosztást (két különböző becslőfüggvénnyel), a harmadikban módok szerinti becslést végeztek, és minden kategórián belül külön elvégezték az előrejelzést egy lehetséges nagysebességű vasúti hálózat hatására vonatkozóan, így ezeknek a parciális részesedéseknek az összegeként adódott az új technológia részesedése.

Az alapmodell a következő volt:

$$T_{OD}^m = f(P_{OD}, I_{OD}, LOS_{OD})$$

ahol:

T_{OD}^m az összes O - D közötti utazás m közlekedési módon

P_{OD} O és D népessége

I_{OD} az O és D között utazók jövedelemszintje

LOS_{OD} szolgáltatási szint O és D között

Thakuriah és munkatársai a korábban már hivatkozott (Ashiabor és munkatársai által is használt) American Travel Survey 1995-ben felvett évjáratának adataira építették keresleti becslésüket (Thakuriah és *mtsai.*, 2010). Az adatokat útvonalakra rendezve használták, tehát

egy-egy adatsor egy-egy kiinduló és célállomás által definiált útvonal szerint tartalmazta az adatbázis elérhető rekordjait. A gravitációs modellt a következők szerint írták fel:

$$E(N_{ij}) = T_{ij} = A_i B_j F(c_{ij}) \quad i \in I, j \in J$$

ahol:

- T_{ij} várható áramlás i és j település között
- A_i, B_j az i és j zónát leíró függvény
- $F(c_{ij})$ az ij település közötti területet leíró paraméterek összessége

Martín és Nombela a nagysebességű vasútba való beruházás eredményeinek keresleti hatásait vizsgálta Spanyolországban (Martín és Nombela, 2007). Az elemzés adatforrása a 2000-ben készült Movilia adatfelvétel, mely egy utazási szokásokat vizsgáló kérdőíves felmérés volt. Az elemzésbe ebből a 100 km feletti utazások kerültek be, 187 útvonal szerepel az adatbázisban. A felhasznált változókat és meghatározásuk módját a 7. táblázat foglalja össze.

7. Táblázat: A spanyol nagysebességű vasúti modell változói

Változó	Meghatározás	Forrás
Összes utazás száma	Összes utazás (mintavétel alapú)	Movilia felmérés
Utazási idő	Járművön töltött idő	Szolgáltatók/közút: viaMichelin
Költség	Egyirányú jegy ára, 0,2€/km gépjárműnél	Szolgáltatók
Gyakoriság	Átlagos járatkövetési várakozási idő, gépjárműnél 0	Szolgáltatók
Távolság	Légvonalban mért távolság	Movilia felmérés
Jövedelem	Tartományi GDP/fő	Statisztikai szolgálat
Hivatásforgalom	Munkahelyi célú utazások aránya	Movilia felmérés
Népesség	Tartományi népességi adatok	Statisztikai szolgálat
Eszközállomány	Az összes közlekedési infrastruktúra mérleg szerinti értéke	IVIE (közgazdasági kutatóintézet, Valencia)

Forrás: Saját táblázat (Martín és Nombela, 2007) alapján

Gravitációs modellt használtak, amelyet az alábbi általános logika szerint írtak fel:

$$flow_{ij} = f(\text{activity in } i, j; \text{social and economic charact. } i, j; \text{interaction } i, j)$$

Ahol i és j reprezentálja a két végpontot, az aktivitásra vonatkozó adatok forrása a GDP, népesség és jövedelem. Az interakciós együtthatót a távolsággal mérik. A becslési eredményeket a 8. táblázat, a mért rugalmasságokat a 9. táblázat tartalmazza.

8. Táblázat: A spanyol nagysebességű vasúti gravitációs modell eredményei

Változó	Koefficiens	Standard hiba
Constant	2,14408	0,988133
log_distance	-1,47307	0,120261
log_pop_destination	0,393624	0,153476
log_pop_origin	0,807308	0,157858
log_Kstock_destination	0,241356	0,194177
log_Kstock_origin	0,0796245	0,191313

Forrás: Saját táblázat (Martín és Nombela, 2007) alapján

9. Táblázat: A spanyol nagysebességű vasúti gravitációs modell rugalmasságai

Változó	Idő-rugalmasság				Költség-rugalmasság			
	t_plane	t_train	t_bus	t_car	C_plane	C_train	C_bus	C_car
Repülő	-0,498	0,474	0,320	1,477	-2,561	0,113	0,054	0,942
Vonat	0,090	-2,527	0,320	1,477	0,463	-0,604	0,054	0,942
Busz	0,090	0,474	-2,936	1,477	0,463	0,113	-0,491	0,942
Autó	0,090	0,474	0,320	-1,024	0,463	0,113	0,054	-0,653

Forrás: Saját táblázat (Martín és Nombela, 2007) alapján

Lythgoe és szerzőtársai 2004-es konferencia előadásukon (Lythgoe, Wardman és Toner, 2004) elsősorban a vasúti keresleti modellek kiterjesztési lehetőségeit vizsgálták, az állomásválasztás és a vasúti hálózathoz való hozzáférés szempontjából. Ennek során az alapvető összegző modellt így írták fel:

$$Q_{aijb} = K p_a F_{ai} p_b F_{jb} F_{ij}$$

ahol:

- Q_{aijb} az utazások száma a és b között
- p_a, p_b a és b zóna népessége
- F_{ai} a zóna i megállójához való eljutás haszna
- F_{jb} j megállóból b zónához való eljutás haszna
- F_{ij} i és j megálló közötti eljutás haszna

Dai és szerzőtársai 2008-ban a kínai vasúti közlekedési adatokat elemezték gravitációs modell segítségével (Dai és Jin, 2008). A gravitációs alapmodellt az alábbi formában alkalmazták a becslésnél:

$$\ln T_{ij} = \ln C + \alpha \ln P_i + \gamma \ln P_j + \beta \ln d_{ij}$$

ahol:

- T_{ij} várható áramlás i és j település között
- C konstans tag
- P_i, P_j i és j zóna népessége
- d_{ij} i és j zóna távolsága

Debrezion, Pels és Rietvel 2009-ben a hozzáférési módok állomásválasztásra gyakorolt hatásait vizsgálták holland adatokon (Debrezion, Pels és Rietveld, 2009) nested logit modell segítségével.

A térbeli alapmodellt a következőképpen határozták meg:

$$T_{ij} = A_i O_j B_j D_j f(GJT_{ij}) g(GJT_{ij} | d_{ij}) \exp(\xi_{ij})$$

ahol:

O_i az összes O -ból kiinduló utazás

D_i az összes D -be érkező utazás

GJT_{ij} az adott útvonalra vonatkozó, minőséget leíró mutató teljes idő mutató

d_{ij} i és j település távolsága

A GJT mutató kalkulációja az alábbi képlet szerint történik, mely definiálja útvonalra vonatkozó, minőséget leíró változót, általánosított idő mutatót (Generalised Journey Time):

$$GJT_{ij} = \frac{1}{2} F_{ij} + IT_{ij} + TT_{ij} + 10NT_{ij}$$

ahol:

F_{ij} járatok gyakorisága

IT_{ij} járművön töltött idő

TT_{ij} átszálláshoz szükséges idő

NT_{ij} átszállások száma

Ezt a mutatót a Holland Vasutak (Nederlandse Spoorwegen) kalkulálja és használja egy-egy útvonal szolgáltatási színvonalának mérésére, szerkezete gyakorlatilag megegyezik a British Rail által használt hasonló eszközzel (Wardman, 1994).

Clewló, Sussman és Balakrishnan 2014-ben megjelent munkájukban az európai légitársaságokban vizsgálták a nagysebességű vasutak és a fapados légitársaságok hatásait (Clewló, Sussman és Balakrishnan, 2014). A szerzők a mérési módszertanok kapcsán átfogó hatásként mutatják be a nem aggregált módválasztási modellek terjedését a közlekedési kereslet-előrejelzésben, ugyanakkor felhívják a figyelmet arra, hogy ezzel egyidejűleg – különösen a távolsági piacok elemzésénél – továbbra is jelen vannak a regresszió-alapú aggregált adatokra építő módszerek is.

A légitözlekedés vizsgálata esetében tipikusnak mondható az alábbi sztenderd modell:

$$\ln(D) = \beta_0 + \beta_1 \ln(GDP) + \beta_2 \ln(Yield) + \beta_3 X + \varepsilon$$

ahol

D az adott útvonalra vonatkozó becsült forgalom

GDP a két célpontra vonatkozó GDP, vagy más gazdasági fejlettséget reprezentáló adat valamilyen kombinációja

Yield az útvonalon jellemző átlagos viteldíj

X a keresletre ható további magyarázó változók összessége

ε hibatag

Az alapadatokat gyakran egészítik ki további lokális információk – így pl. népsűrűség, az adott reptér hub státusza, fapados társaságok jelenléte. A méréshez 35 repülőtér, 90 desztináció-pár adatait tartalmazó adatbázist állítottak össze, mely 1995 és 2009 közötti évekre vonatkozó információkat tartalmazott. A modell kulcsváltozóit a 10. táblázat mutatja be.

10. Táblázat: Az európai légitözlekedésre alkalmazott modell változói

Változó	Meghatározás	Forrás
Kereslet (légi)	Éves utasszám	Eurostat
Viteldíjak	Repülőgép üzemanyagár	Nemzetközi Energia Ügynökség
Költség	Egyirányú jegy ára, 0,2€/km gépjárműnél	Eurostat
Népesség	Fő	Eurostat
Népsűrűség	Népesség/km ²	Eurostat
Vasúti verseny	Konkurens vasúti eljutási idő	Vasúti szolgáltatók
Hub státusz	Bináris változó	Repülőtéri publikációk
Fapados jelenlét	Bináris változó	Repülőtéri publikációk

Forrás: Saját táblázat (Clewlow, Sussman és Balakrishnan, 2014) alapján

A sztenderd modell alapján a becslőfüggvényt ebben a formában használták:

$$\ln(OD\ Demand_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(Rail_{it}) + \beta_2 \ln(X_{it}) + \mu_i + \varepsilon_{it}$$

ahol

X_{ij} az alábbi magyarázó változókat tartalmazza: GDP, népesség, népsűrűség, üzemanyagár (mint légitömegáram proxy)

t időtényező (év)

A nagysebességű vasút hatását két módon vizsgálták meg. Az első módszernél a járművön töltött idő (menetidő) szerepelt magyarázó változóként, ennek eredményei láthatók a 11. táblázatban.

11. Táblázat: A vasút versenyhatásának becslése járművön töltött idő alapján

Változó	(1)	(2)	(3)	(4)
ln(GDP)	0,297 (0,714)	2,280 (0,872)	3,548 (1,273)	5,192 (1,696)
ln(üzemanyagár)		- 1,863 (0,476)	- 2,360 (0,714)	- 2,304 (0,906)
ln(népesség)			1,961 (0,997)	1,818 (1,1269)
ln(népsűrűség)			- 0,427 (0,549)	- 0,376 (0,603)
ln(vasút eljutás)				4,734 (0,834)
Konstans	8,066 (7,389)	- 5,471 (8,111)	- 41,774 (19,187)	- 82,329 (24,589)

Forrás: Saját táblázat (Clewlow, Sussman és Balakrishnan, 2014) alapján

A második módszer szerint készült becslésnél a vasút jelenléte szerepel dummy változóként (így a vasúti utazás sebessége már nem számít bele a modellbe), ahogy a 12. táblázatban látható.

12. Táblázat: A vasút versenyhatásának becslése a vasút jelenléte alapján

Változó	OLS	RE
ln(GDP)	0,215 (0,166)	0,064 (0,284)
ln(üzemanyagár)	- 0,203 (0,032)	- 0,201 (0,093)
ln(népesség)	0,639 (0,090)	0,724 (0,254)
ln(népsűrűség)	0,207 (0,050)	0,253 (0,119)
Hub státusz	0,896 (0,151)	0,824 (0,429)
Nagysebességű vasút	- 0,488 (0,100)	- 0,123 (0,059)
Fapados	- 0,018 (0,122)	- 0,054 (0,058)
Konstans	2,441 (2,188)	2,170 (4,747)

Forrás: Saját táblázat (Clewlow, Sussman és Balakrishnan, 2014) alapján

2.5 Minőség mérésére fókuszáló modellek

A minőség és a szolgáltatási színvonal hatása a közlekedési szolgáltatások iránti keresletre első ránézésre módszertanilag nehezebben megfogható problémát jelent, hiszen a minőség értékelése definíciós kérdéseket nyit ki, sok szubjektív elemet is tartalmazó témákat hoz be az eddig megismert, jól mérhető keresleti dimenziók közé (ár és mennyiségek). A lehetséges modellek variációi így elvileg tágabb térben valósulhatnak meg, ugyanakkor az adatforrások jellegzetes korlátozottsága miatt vannak gyakran visszatérő elemek is. Az alábbi áttekintésben igyekeztem néhány példával jó gyakorlatnak tekinthető ötleteket felmutatni, és néhány egyedi, sajátosabb projekttel az irodalom színességét is illusztrálni egyben.

Rahaman és Rahaman 2009-ben publikálta Banglades vasúti közlekedésére vonatkozó, minőséget vizsgáló kutatását (Rahaman és Rahaman, 2009). A vasút Banglades életében fontos szerepet játszik, 20%-os részesedést képvisel a személyszállításban. A mérés során

egy vasútvonalon vettek fel adatokat (Bheramara-Khulna), a minőség és az utasok elégedettsége közötti kapcsolatot vizsgálták. Az 13. táblázat bemutatja a felmérés értékelési szempontjait. Elsőre talán azt gondolhatjuk, hogy egy olyan fejlődő ország, mint Banglades, a magyarországi sajátosságoktól távol álló minőségi értékelési táblázatot használhat, de a dimenziók valójában itthon is alkalmazható, egy az egyben átültethető szempontok.⁷ Bizonyos elemek mutatják az eltérést a két közlekedési szolgáltatási kultúra között (pl. a járművön való étkeztetés keleten alapvető, Magyarországon pedig a nyugati tendenciákkal összhangban visszaszorulóban van), többségük azonban adekvát szempontot jelent itthon is. Ugyanakkor a menetrendszerűség, a késések problémája, illetve a menetrendi paraméterek egyáltalán nem jelennek meg.

13. Táblázat: A minőséget vizsgáló kérdőív értékelési szempontjai

No.	Tényező	No.	Tényező
V1	Várakozóhely berendezés	V11	Utazás időtartama
V2	Ülés állapota	V12	Forgalmi utastájékoztató
V3	Ülések közötti hely nagysága	V13	Várakozási környezet
V4	Közlekedőhely tágassága a járművön	V14	Jegyváltás időigénye
V5	Csomagtartó jellege és kapacitása	V15	Információk elérhetősége
V6	Ablak állapota	V16	Mosdó az állomáson
V7	Jármű belső környezete	V17	Állomási biztonság
V8	Mosdó állapota a járművön	V18	Biztonsági figyelmeztetés
V9	Étkezési lehetőségek a járművön	V19	Állomási utastájékoztató
V10	Biztonság a járművön	V20	Állomási személyzet viselkedése

Forrás: Saját táblázat (Rahaman és Rahaman, 2009) alapján

⁷ Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy ha a tanulmányban mellékelt fényképes illusztrációkat vizsgáljuk, természetesen óriási különbségek tapasztalhatók.

Germá Bel 1997-ben publikálta tanulmányát, melyben az utazási idő távolsági vasúti keresletre gyakorolt hatásait elemezte (Bel, 1997). Az adatok az 1988 és 1991 közötti időszakokra vonatkozó, spanyolországi közlekedési adatok. A függő változó a vasúti jegyek értékesítésének változása az adott időszakban, útvonalakra bontva, forrása a spanyol államvasút (Red Nacional de Ferrocarriles Espanoles) értékesítési adatbázisa. A két magyarázó változó (szintén útvonalra bontva) az időszak alatti eljutási idő változását adja meg vasúton és közúton. Míg az első esetben menetrendi adatokról van szó, a második esetben az adott útvonalon igénybe vehető utakon elérhető átlagsebességet kalkuláltak úgy, hogy figyelembe vették a gyorsforgalmi és hagyományos útszakaszok hosszát, illetve a két úttípushoz tartozó átlagos eljutási időket. A modellt további elemként kiegészítette egy dummy változó, mely akkor vette fel az 1 értéket, ha az adott desztinációban növekedett a légi közlekedési kínálat a vizsgált időszakban.

A járat típusok esetében a szerző egy elkülönítést is megvizsgált, mivel a korábbi elemzések alapján azt tapasztalta, hogy ezek a szegmensek jelentős eltéréseket mutatnak egymástól a kereslet jellegzetességeiben – így önállóan szerepeltek a rövidtávú járatok (400 km alatt), illetve a 400 km feletti járatok esetében egy integrált és egy második, csak az éjszakai vonatokat tartalmazó kategória.

A becslés a 14. táblázatban látható eredményeket hozta. Alapvetően a tapasztalt rugalmasságok megfelelnek az intuíciónak, ellentmondásos a 400 km feletti, minden járatra vonatkozó közúti kereszt-rugalmasság (ennek az értéknek a t-statisztikája is gyengébb). A várakozásoknak megfelelően a légi közlekedés növekedésének rövid távú vasútra való hatása gyenge a modell szerint, 400 km felett jelentős, de kevésbé érinti az éjszakai vasúti szolgáltatást. Ez könnyen magyarázható az ilyen speciális szolgáltatások iránti kereslet rugalmatlanságával, másképpen interpretálva: azok az utasok, akik kitartanak az ebben az időszakban már egyre kevésbé divatos hálókocsis utazási formánál, a légi közlekedési kínálat növekedésére is rugalmatlanul reagálnak.

14. Táblázat: Eljutási idők hatása a vasúti keresletre, Spanyolország, 1988-1991

	100 < x < 400 km modell	400 km < x modell, minden járat	400 km < x modell, csak éjszakai
Konstans	0,158	- 0,050	- 0,077
Vasúti menetidő változása	- 2,660 (4,581)	- 2,372 (3,771)	- 1,750 (2,114)
Közúti menetidő változása	2,550 (3,916)	- 0,345 (0,491)	1,207 (1,639)
Dummy: légi kínálat nőtt	- 0,067 (0,800)	- 0,225 (3,946)	- 0,124 (2,190)
Dummy: légi kínálat csökkent	-	0,173 (2,111)	-
R ²	0,642	0,760	0,377

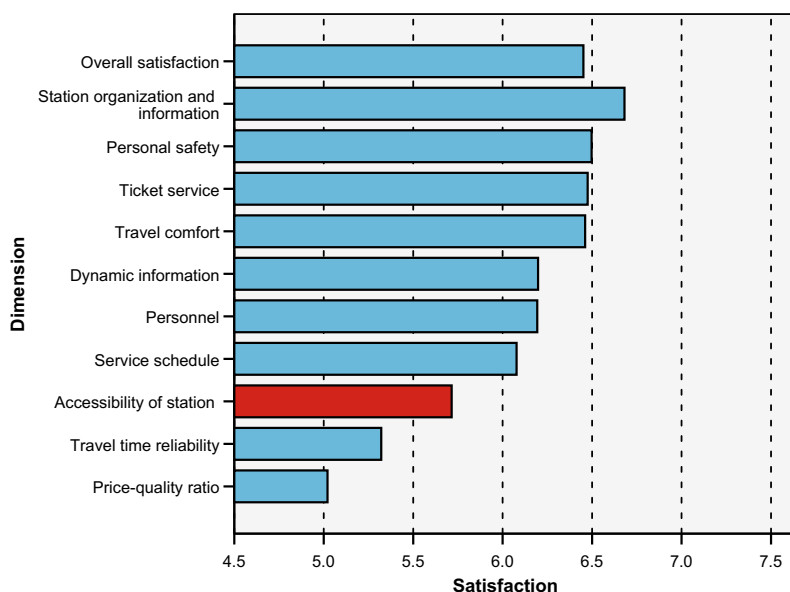
Forrás: Saját táblázat (Bel, 1997) alapján

Brons és szerzőtársai 2009-ben megjelent cikkükben a vasútállomások elérhetőségének keresletre gyakorolt hatását vizsgálták meg (Brons, Givoni és Rietveld, 2009). Ahogy már korábban látható volt, az irodalom a korai időszakban jellemzően sokkal absztraktabb módon közelítette meg a közlekedési szolgáltatásokat, azonban a modellek egyre részletesebbé válásával, a fejlettebb informatikai háttérrel egyre több kiegészítő elem is kezdett megjelenni. Ezzel párhuzamosan a városi közlekedésben a kényszer (saját jármű hiánya) helyett egyre inkább a zsúfoltság elkerülése, vagy környezeti motivációk szerepe kezdett fontossá válni, a közlekedéspolitikát a pozitív ösztönzőkre, és a felhasználói motivációkra kezdte helyezni a hangsúlyt. Ezzel az átalakulással együtt növekedett meg a teljes útra fókuszáló, a teljes közlekedési értékláncot figyelemmel kíséreni kívánó szemlélet szerepe a közlekedéspolitikában, ezzel párhuzamosan pedig a fejlesztésekben és a kutatásban egyaránt.

Az állomások elérhetősége, megközelítése ebben az új keretben már nem egy városi közlekedési probléma, hanem a vasúti szolgáltatási értéklánc egyik kiemelten fontos eleme. Az adatok forrása a holland közlekedési hálózat, amely egyike az egyik leginkább jól szervezett, integrált közlekedési rendszernek Európában. Brons és szerzőtársai egy, a

holland vasúttársaság által végzett felmérést is hivatkoznak, melyben 37 vizsgált elégedettségi tényező közül négy foglalkozott az állomási szolgáltatások elérhetőséghez kapcsolódó kérdéseivel, mint kapcsolat a közösségi közlekedéssel, parkolás (autó és kerékpár) stb. A becsléshez ennek a sztenderd, rendszeresen kérdezett kérdőívnek a kategóriáit használták a saját mérésükben a szerzők. A fontosság vizsgálatához egy indirekt módszertant választottak, melyben több lépésben összevonták a közeli, együtt mozgó és hasonló jelentésű kategóriákat, így jött létre összesen nyolc fő csoport. Az értékelés eredményeit a 13. ábra foglalja össze, a 15. táblázatban pedig a regressziós eredmények szerepelnek.

13. ábra: Az állomások elérhetősége az értékelési szempontok között



Forrás: (Brons, Givoni és Rietveld, 2009)

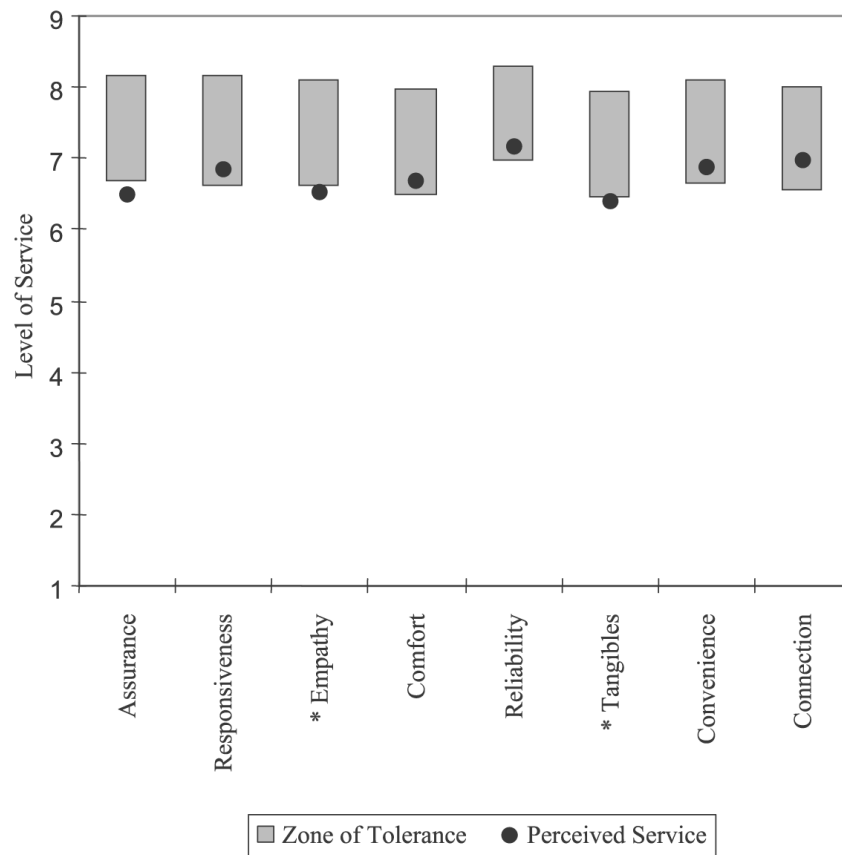
15. Táblázat: Az értékelési szempontok fontosságára vonatkozó regresszió eredményei

Változó	Koefficiens	t-érték
Konstans	1,20	18,66
<i>Szolgáltatási dimenziók</i>		
Menetrendi megbízhatóság	0,20	35,74
Ár/érték arány	0,08	14,72
Utazási komfort	0,21	22,02
Dinamikus információ	0,09	10,25
Jegyvásárlási szolgáltatás	0,02	2,98
Állomási rend és információ	0,10	10,70
Menetrendi tájékoztatás	0,90	10,29
Személyzet	0,01	1,07
Személyes biztonság	0,02	2,47
<i>Hozzáférés</i>		
Őrzött kerékpárparkoló	0,00	- 0,07
Nem őrzött kerékpárparkoló	0,01	2,17
Vasúthoz csatlakozó helyi tömegközlekedés	0,03	6,66
Autóparkolási kapacitás	0,02	3,49

Forrás: (Brons, Givoni és Rietveld, 2009)

Cavana és munkatársai 2007-ben azt a kérdést vizsgálták a vasúti közlekedésben, hogy egy-egy minőségi dimenzióban az utasok milyen szélsőségeket hajlandóak tolerálni az adott területen (Cavana, Corbett és Io, 2007). A metodológia a Parasuraman által kidolgozott SERVQUAL módszertanra épült, az adatok forrása egy Wellingtonban (Új-Zéland) készült felmérés volt, ahol összesen 800 kiküldött kérdőívből 429-et töltöttek ki az utasok. Az értékelési tolerancia-zónákra vonatkozó mérési adatokat mutatja be a 14. ábra. Feltűnő, hogy a megfigyelt értékek jellemzően a sáv alján, néhol azon kívül találhatók meg.

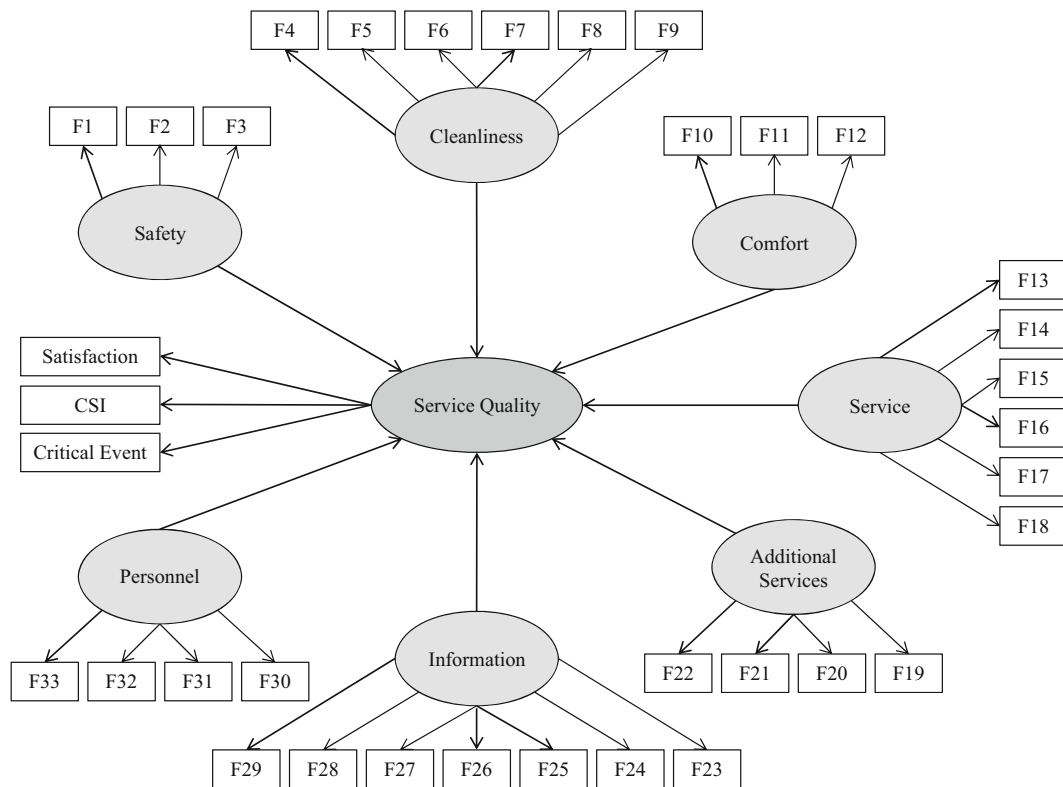
14. ábra: Szolgáltatások minőségének tolerancia-zónái és a megfigyelt adatok



Forrás: (Cavana, Corbett és Io, 2007)

Eboli és Mazzulla 2015-ben a vasút elégedettség és minőség kapcsolatát vizsgálta északolaszországi adatokon (Eboli és Mazzulla, 2015). A mintába 32 regionális vasútvonal, 9 elővárosi vonal és két expressz vonal került be. Az adatforrás több mint 16.000 ember adataira épült, ezeket használták a modell kalibrálására, aminek módszere a Structural Equation Modeling (SEM) metódus volt, amely a látens hatások kimutatására alkalmas módszertan. A szolgáltatási színvonal tényezőit a 15. ábrán látható szerkezetben definiálták a szerzők.

15. ábra: A szolgáltatási színvonal tényezői



Forrás: (Eboli és Mazzulla, 2015)

A mérési eredményeket mutatja be a 16. táblázat. Ebben látható az értékelt tényezőkre vonatkozó fontossági és elégedettségi mutatók mellett az ügyfél-elégedettségi mutató értéke is.

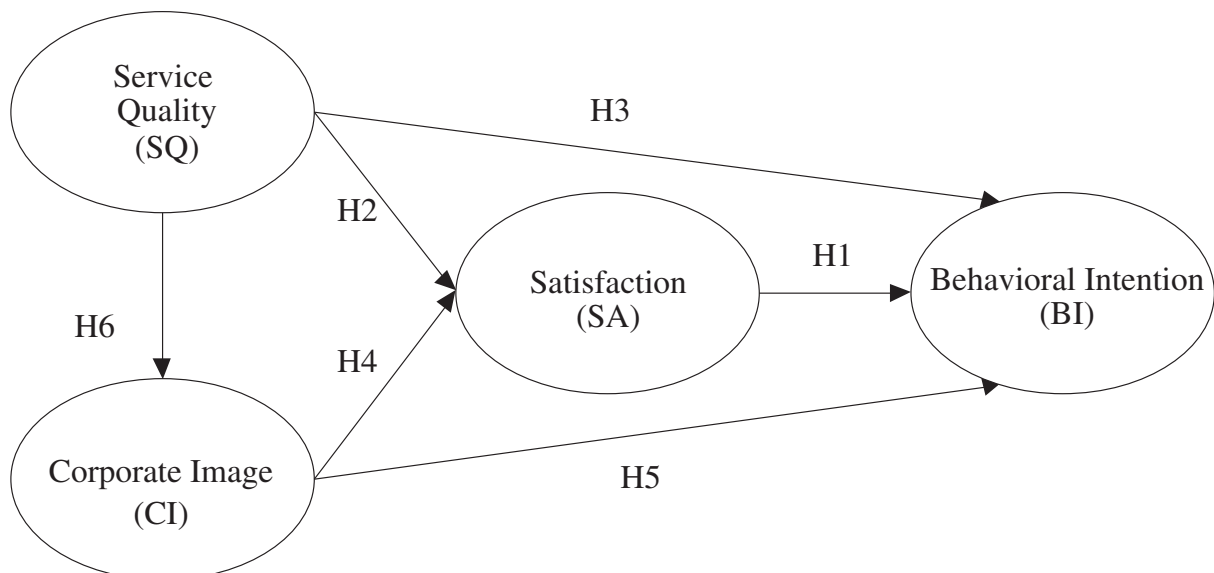
16. Táblázat: Minőségi tényezők fontossági és elégedettségi értékei

Minőségi tényező	Fontosság	(variancia)	Értékelés	(variancia)	CSI index
Utazási biztonság	9,2	2,6	7,4	4,6	0,24
Fedélzeti biztonság	9,1	2,6	6,7	4,9	0,24
Állomási biztonság	9,1	2,8	6,5	5,1	0,21
Jármű tisztasága	8,9	3,4	5,0	5,5	0,16
Ülések tisztasága	8,9	3,5	4,8	5,6	0,15
Ülések karbantartása	8,6	3,5	5,1	5,6	0,16
Mosdók tisztasága	8,8	3,8	4,4	5,7	0,14
Állomások tisztasága	8,5	3,3	5,3	4,9	0,16
Állomások karbantartása	8,3	3,7	5,4	4,9	0,16
Jármű zsúfoltság	8,4	3,5	5,4	5,7	0,16
Jármű légkondicionálás	8,7	3,1	5,1	6,0	0,16
Jármű komfort	8,4	3,1	5,6	5,2	0,16
Ár/érték arány	8,8	3,4	5,1	5,5	0,16
Járatsűrűség	8,8	2,6	5,9	5,1	0,19
Pontosság	9,0	2,9	5,4	5,8	0,17
Indulási rendszeresség	9,0	2,6	5,7	5,2	0,18
Helyi közlekedési kapcsolat	8,7	3,0	6,0	4,9	0,18
Állomások elhelyezkedése	8,6	2,7	6,5	4,4	0,20
Parkolás	8,0	4,9	5,7	5,5	0,16
Kerékpárszállítási lehetőség	7,3	5,8	5,8	4,6	0,15
Akadálymentesség	8,8	3,8	5,2	5,7	0,16
Helyettesítő szolgáltatások	8,4	4,0	5,4	4,9	0,16
Állomási információk	8,7	2,9	5,9	4,7	0,18
Fedélzeti információk	8,5	3,3	5,5	5,0	0,17
Állomási menetrend	8,7	3,0	5,5	5,0	0,17
Fedélzeti menetrend	8,6	3,2	5,3	5,2	0,16
Panaszkezelés	8,5	3,7	5,0	5,5	0,15
Ügyfélkommunikáció	8,3	3,7	5,1	5,3	0,15
Információk csatlakozásról	8,5	3,3	5,4	5,0	0,16
Járműszemélyzet kedvessége	8,5	2,7	6,6	4,2	0,20
Járműszemélyzet hozzáértés	8,7	2,5	6,6	4,1	0,20
Jegyvizsgálat	8,3	3,8	6,3	5,2	0,18
Állomási személyzet	8,6	2,9	6,4	4,9	0,19
Általános szolgáltatás			5,8	4,6	5,7

Forrás: (Eboli és Mazzulla, 2015)

Kuo a szolgáltatási minőség, vállalati image, elégedettség és idősekhez való hozzáállás kérdéseit vizsgálta Taivanban, kifejezetten az idős utasokra fókuszálva (Kuo és Tang, 2013). A vizsgálat tárgya a taivani nagysebességű vasút, amelynek a tervezése során alkalmazott modellt mutatta be Csang és munkatársai korábban tárgyalt cikke. A vonal működése 2007-től indult el. A mérési koncepció a Parasuraman által kidolgozott SERVQUAL modellre épül, a taivani vasútra kidolgozott logikai keretet a 16. ábrán látható szemantikus modell foglalja össze.

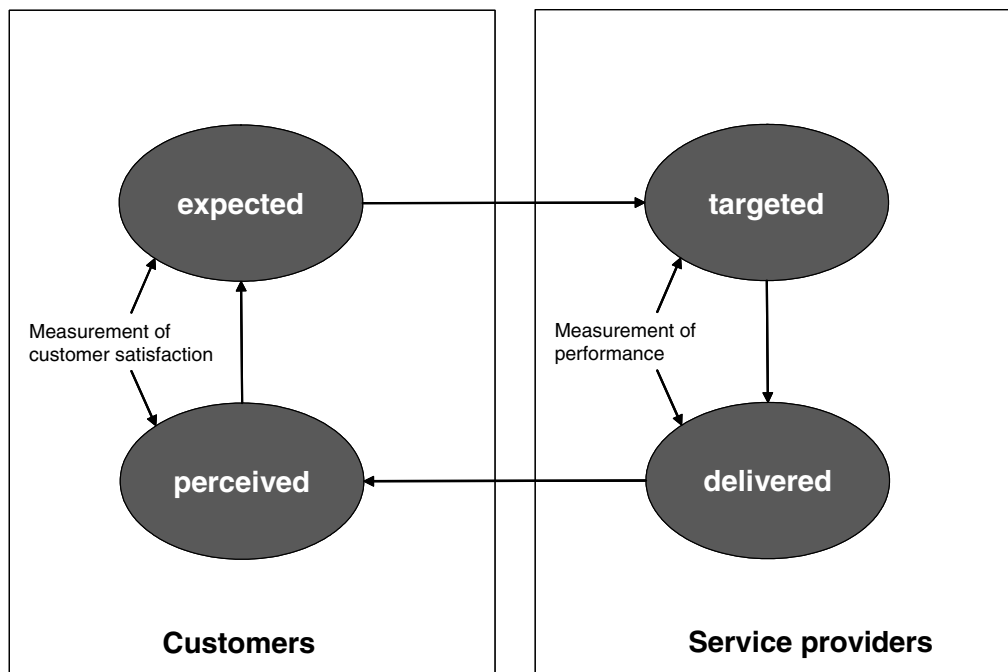
16. ábra: Az idős utasok döntéshozatali folyamata



Forrás: (Kuo és Tang, 2013)

Nathanail 2008-ban Görögország vasúti adatait vizsgálta meg, ahol a vasút számára készült, 22 szempontot tartalmazó értékelési rendszer adatait használta fel (Nathanail, 2008). Az ügyfélmérvény és az elvárások alakulásának folyamatát a 17. ábrán látható módon ábrázolta.

17. ábra: Visszacatoló minőségi hatások a közlekedésben



Forrás: (Nathanail, 2008)

A 22 szempontos értékelési rendszer témakörönként csoportosítva tartalmazza a vizsgált minőségi tényezőket. Ezeket a faktorokat a 17. táblázat foglalja össze.

17. Táblázat: A vasúti személyszállítási színvonal értékelési tényezői

No.	Kritérium	No.	Indikátor	AI-indikátor	
1	Menetrendtartás				
2	Biztonság	2.1	Útközben		
		2.2	Állomáson		
3	Tisztaság	3.1	Jármű belső		
		3.2	Állomási		
		3.3	Jármű külső		
4	Kényelem	4.1	Hőmérséklet		
		4.2	Ülés komfort		
		4.3	Nyugalom	4.3.1	Zaj
				4.3.2	Vibráció
			4.3.3	Világítás	
5	Szolgáltatás	5.1	Személyzet viselkedése	5.1.1	Jármű
				5.1.2	Állomási
		5.2	Gyakoriság		
		5.3	Minőség és ár (catering)	5.3.1	Jármű
				5.3.2	Állomási
		5.4	Jegyvásárlás	5.4.1	Várakozás
				5.4.2	Elérhetőség
		5.5	Sebesség		
	5.6	Személyzet megjelenése	5.6.1	Jármű	
			5.6.2	Állomási	
5	Kényelem	5.7	Jegyváltási lehetőségek	5.7.1	Állomási
				5.7.2	Telefonos
				5.7.3	Online
		5.8	Hálókocsi		
		5.9	Utaskísérő szolgáltatás		
6	Utás információ	6.1	Utazás közben		
		6.2	Állomáson	6.2.1	Hangosbemondó
				6.2.2	Táblák
		6.3	Utazás előtt		

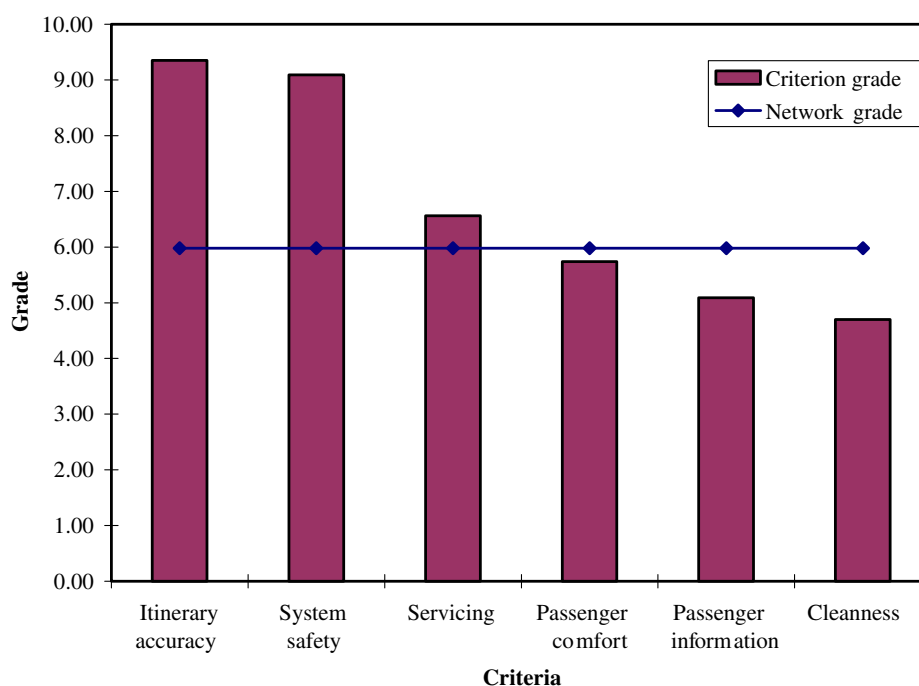
Forrás: (Nathanail, 2008)

Az adatok felvételében két adatforrásra támaszkodott az elemzés. Az utasok körében kérdőíves felmérés történt, emellett próbavásárlási felmérést is végeztek, amit operátori adatokkal is kiegészítettek. Az első adatkör kvalitatív, a második és a harmadik kvantitatív adatokat rögzített. Az együttmozgások kiszűrése és további aggregálás után az széles körből az alábbi hét adattípus maradt meg:

1. Menetrendtartás
2. Biztonság
3. Ülés komfort
4. Járatsűrűség
5. Sebesség
6. Hálókocsi szolgáltatás
7. Utaskísérő szolgáltatás

Az adatbázisba összesen 29 vasútvonal adatai kerültek be. A mérési eredményeket a 18. ábra mutatja be.

18. ábra: A minőségi értékelések eredményei



Forrás: (Nathanail, 2008)

Litman 2008-as munkájában egy ausztráliai felmérés adatait mutatja be (Litman, 2008). A kérdőíves mérést a RailCorp, egy ausztrál vasúti szolgáltató végezte, és az utasokat ennek során arra kérték, különböző fejlesztéseket értékeljenek aszerint, hogy az adott dimenzió tíz százalékpontos fejlesztése esetén cserébe mennyi többletköltséget, vagy többletmenetidőt lennének hajlandóak tolerálni. Az eredményeket a 18. táblázat foglalja össze.

18. Táblázat: Fejlesztések hasznainak szubjektív fogyasztói értékelése

Jármű/állomási fejlesztés típusa	Többletköltség (ausztrál cent, %)	Többlet menetidő (perc, %)
Jármű kialakítás, design fejlesztése	5,6 (2,2%)	0,38 (1,0%)
Jármű tisztaság	3,8 (1,5%)	0,26 (0,7%)
Beszállás könnyűsége	3,2 (1,2%)	0,22 (0,6%)
Csöndesség	3,2 (1,2%)	0,22 (0,6%)
Jármű külső megjelenése	2,3 (0,9%)	0,15 (0,4%)
Jármű utastájékoztató fejlesztése	2,3 (0,9%)	0,16 (0,4%)
Fűtés és légkondicionálás	2,2 (0,8%)	0,15 (0,4%)
Világítás fejlesztése	1,9 (0,7%)	0,13 (0,4%)
Utazás komfortja	1,5 (0,6%)	0,10 (0,3%)
Kevesebb graffiti	1,2 (0,6%)	0,08 (0,2%)
Ülések komfortja	1,1 (0,5%)	0,07 (0,2%)
Jegyvásárlás	2,4 (0,9%)	16 (43,2%)
Állomási tisztaság	1,9 (0,7%)	13 (35,1%)
Állomási épület fejlesztése	1,4 (0,5%)	10 (27,0%)
Személyzet	1,3 (0,5%)	9,0 (24,3%)
Fel- és leszállás könnyűsége	1,1 (0,4%)	8,0 (21,6%)
Peron kialakítás	1,0 (0,4%)	7,0 (18,9%)
Állomási tájékoztató	0,8 (0,3%)	5,0 (13,5%)
Biztonság	0,8 (0,3%)	6,0 (16,2%)
Jelzések, feliratok	0,7 (0,3%)	5,0 (13,5%)

Kevesebb graffiti	0,7 (0,3%)	5,0 (13,5%)
Kereskedelem	0,7 (0,3%)	5,0 (13,5%)
Peroni ülőhelyek	0,6 (0,2%)	4,0 (10,8%)
Liftek, mozgólépcsők	0,4 (0,2%)	3,0 (8,1%)
Információ	0,4 (0,2%)	3,0 (8,1%)
Állomási világítás	0,4 (0,2%)	3,0 (8,1%)
Busz hozzáférés	0,3 (0,1%)	2,0 (5,1%)
Kerékpáros hozzáférés	0,3 (0,1%)	2,0 (5,1%)
Mosdók	0,2 (0,1%)	1,0 (2,7%)
Autóparkoló	0,2 (0,1%)	1,0 (2,7%)
Autó gyorsparkoló	0,2 (0,1%)	1,0 (2,7%)
Peroni időjárásvédelem	0,1 (0,0%)	0,4 (1,1%)
Alul- vagy felüljáró	0,1 (0,0%)	0,1 (0,3%)
Taxi	0,1 (0,0%)	0,1 (0,3%)
Telefon	0,1 (0,0%)	0,1 (0,3%)

Forrás: (Douglas Economics, 2006), közli: (Litman, 2008)

Wardman 2011-ben közölt cikke húsz év irodalmát tekinti át a zsúfoltság témája kapcsán. Az elemzés a multiplikátor-alapú megközelítésre fókuszál, ahogyan már korábban láthattuk – pl. a Paulley és munkatársai összefoglaló munkája alapján – a minőségi értékelés esetében a pénzbeli kifejezéssel kapcsolatos problémákat az időalapú kimutatással is lehet kezelni, vagy bizonyos esetekben – mint pl. a Litman által idézett Douglas tanulmány adataiban láthattuk – időben és pénzben egyidejűleg is megtörténhet az értékelés. Wardman összefoglalójából leginkább azt a táblázatot érdemes megvizsgálni, amelyben egy 2008-as felmérés eredményeit mutatja be. Itt részletesen böngészhető, hogy különböző helyzetekben egy-egy zsúfoltsági szint milyen értékelést eredményez az utazóknál, az adatokat a 19. táblázat foglalja össze. A forrásadatok az MVA Consultancy által az Egyesült Királyság Közlekedési Minisztériuma számára készített kinyilvánított preferencia felméréséből származnak.

19. Táblázat: Zsúfoltsági szintek értékelése utazás típusa szerinti megoszlásban


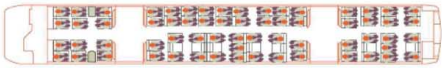
Utas/m ²	Nem üzleti		Üzleti		Ingázó		Regionális		Távolsági	
	Ülő	Álló	Ülő	Álló	Ülő	Álló	Ülő	Álló	Ülő	Álló
0	1.00	1.48	1.00	1.91	1.00	1.43	1.00	1.34	1.00	1.77
1	1.10	1.58	1.13	1.95	1.09	1.56	1.24	1.61	1.11	1.81
2	1.21	1.68	1.27	1.99	1.18	1.69	1.48	1.88	1.23	1.85
3	1.31	1.77	1.40	2.03	1.27	1.82	1.72	2.16	1.34	1.89
4	1.41	1.87	1.54	2.08	1.36	1.95	1.96	2.43	1.46	1.92
5	1.52	1.97	1.67	2.12	1.45	2.08	2.20	2.70	1.57	1.96
6	1.62	2.06	1.81	2.16	1.54	2.21	2.44	2.97	1.69	2.00

Forrás: Saját ábra (Wardman és Whelan, 2011) alapján

A kutatás során használt kérdőíves módszertan logikáját illusztrálja a 19 ábrán látható kérdés minta.

19. ábra: Kinyilvánított preferencia kutatási kérdőívből származó mintakérdés

Situation B

Train A	Train B
The journey time is 43 min	The journey time is 29 min
The fare is £3.10 (one-way)	The fare is £3.75 (one-way)
Sit in the following conditions	Sit in the following conditions
	
100% of seats are occupied, 20 people are stood around the carriage	90% of seats are occupied, nobody is standing

Q24 Which train do you prefer? (Please tick one box only)

Strongly Prefer A

Prefer A

Prefer B

Strongly Prefer B

1

2

3

4

Forrás: MVA Consultancy (2008), idézi (Wardman és Whelan, 2011)

2.6 Következtetések

A témához kapcsolódó szakirodalom áttekintése több tanulsággal is zárható. Bár a téma jelentős részében vállalati vagy közpolitikai témákhoz kapcsolódik, így a mérések jelentős része is jellemzően nem a tudományos közélet keretei között játszódik le, mégis jelentős irodalma van a vasúti, tágabban a közlekedési kereslet modellezésének, a minőségi tényezők vizsgálatának.

Amellett, hogy a módválasztási és szimuláció modellek, egyéb bottom-up módszerek szerepe is jelentős, a hozzáférhető adatok és a vizsgálat célja határozza meg elsősorban a módszertani eszközök kiválasztását. A kereslet elemzésére a forgalmi értékesítési adatok desztinációpárok szerinti adatbázisának használata a gravitációs alapmodell keretei között mindezek alapján reális módszertani megoldás. A modell alkalmazása a hozzáférhető adatok jellegéből egyenesen következik, ugyanakkor az irodalom tapasztalatai alapján ez egy alkalmas elemzési eszköz a kérdéses témák vizsgálatára.

A gravitációs modellhez minden lényeges adatkörben van esély az alapadatokhoz való hozzáférésre, és – különösen amiatt, hogy nem előrejelzés, vagy hatásvizsgálat az elemzés célja – ez a formátum nem jelent korlátozott módszertani keretet, hiszen lehetőség van a helyettesítők, és a minőségi tényezők szerepeltetésére is. Az irodalom alapján nem lehet egyértelműen kijelenteni, hogy az összetettebb, soklépéses modellek pontosabb eredményekre vezetnek, inkább más célokra alkalmasak.

A bemutatott irodalomban számtalan formára találhatunk példát a különböző szoft minőségi tényezők absztrakt megközelítésére, számszerűsítési lehetőségére. Az összefoglalt eredmények (így leginkább rugalmassági adatok) lehetővé teszik a magyar vasúti keresletre vonatkozó becslések értékelését, összehasonlítását más országok közlekedési rendszereinek tapasztalataival.

3 MÓDSZERTAN

A következő szakaszban bemutatom az elemzési modell logikáját, felépítését, elemeit, a méréshez használt adatok körét, illetve az ezzel kapcsolatos fontosabb problémákat, azok következményeit, és kezelésüket. Röviden ismertetem a modell összeállításának folyamatát, kitérve az eredmény szempontjából releváns tényezőkre.

3.1 A kutatási kérdések

A kutatásom célja bevezetőben megfogalmazottaknak megfelelően egy olyan keresleti modell összeállítása, mely révén lehetőség van a helyettesítés és a minőségi mutatók hatásainak vizsgálatára a magyar vasúti személyszállítási piacon.

Ennek során a szakirodalomban szereplő tapasztalatokra és az elérhető adatforrásokra építve kísérletet teszek egy olyan adatbázis összeállítására, amellyel a magyar vasúti személyszállítás iránti kereslet megfelelő módon leírható. Ha a modell megfelelő magyarázóerővel rendelkezik, akkor alkalmassá válik kutatási kérdésem, a különböző minőségi, szolgáltatási színvonalbeli tényezők és egyéb, a kereslet alakulását befolyásoló hatások vizsgálatára.

Egy további kutatási kérdés hiszen a minőségi hatások egymással való összefüggése: ez az áttekintett irodalom alapján nem egy gyakran vizsgált kérdés. Konceptiómban abból indulok ki, hogy a magyar vasúti hálózaton a szolgáltatási színvonal egy-egy dimenzióban meglehetősen heterogén képet mutat, és az összkép általában nagyon távol áll az egységestől. Emiatt a kompozit minőségi mutatók képzése mellett a nagyon változó minőségi elemek egymáshoz való viszonya is vizsgálható. Ennek tesztelésére egy olyan hipotézist ad lehetőséget, amiben feltételezem, hogy a sok minőségi elemből összeálló ügyfélményt nem az átlagos szintje, hanem ennek a minimuma befolyásolja, azaz egy-egy nagyon rossz minőségű elem lehúzza a többi értékelését is.

A vizsgált kutatási kérdések tehát:

- Illeszthető-e megfelelő magyarázóerejű modell a vasúti értékesítési adatokra az elérhető adatforrásokra építve?
- Milyen hatással vannak a keresletre a helyettesítők, a gazdasági háttérváltozók és a minőségi, színvonalbeli eltérések?
- Megfigyelhető-e releváns kapcsolat, összefüggés a minőségi faktorok között?

Megfelelő eredmények esetén az alábbi két fontos következtetési irány merül fel:

- Milyen policy-implikáció következik a fenti eredményekből?
- Milyen további vizsgálati irányok merülnek fel az eredmények alapján?

3.2 Az alkalmazott modell elvi felépítése

Ahogy az irodalmi összefoglaló is mutatja, a keresletelemzésnél – ha csak nem készül kifejezetten dedikált adatfelvétel a kutatáshoz – a rendelkezésre álló, vagy előállítható adatok köre a leginkább meghatározó a módszertan kiválasztásában. Tekintve, hogy jelen esetben kiinduló adatforrások az utazókra nézve jellemzően aggregált formátumban állnak rendelkezésre, az egyéni döntést meghatározó adatforrások hiányosak, valamint a modal split részleteit bemutató adatok nem hozzáférhetőek, az áttekintett irodalom alapján a gravitációs egyenlet bázisán felépített modell jelenti a leginkább alkalmas módszertani keretet. Az időbeli tényező miatt jelentős pozitívum, hogy egy évtizedes átfogású panel adatbázis kialakítása lehetséges.

3.2.1 Az alapmodell

A gravitációs megközelítésben valamely két földrajzi pont közötti mobilitási igényt az adott pontok súlya (népessége és/vagy gazdasági aktivitása) és a pontok közötti távolság határozza meg, melynek matematikai formáját a tömegvonzásra vonatkozó fizikai elmélet ihlette. A koncepció különböző, térben definiálható gazdasági aktivitások esetében alkalmazható lehet, így használatos a kereskedelem és a területi integrációs kérdések elemzésére is (Anderson, 2011).

A vasúti személyszállítás esetében alapvetően az érintett települések (körzetek) lakossága illetve a pontok közötti vasúti hálózatban mért távolság feleltethető meg a gravitációs modell alapvető elemeinek. A vasúti személyközlekedés keresletét az adott viszonylatban (az adott két pont között) adott időszakban utazók száma, az utasszám jelenti.

A gravitációs modell az alábbiak szerint írható fel:

$$D_{ij} = \frac{P_i P_j}{d_{ij}}$$

ahol:

D_{ij} i és j pontok közötti vasúti közlekedési kereslet

P_i, P_j i és j települések/területek népessége

d_{ij} i és j pontok távolsága

Az alapmodell önmagában nem alkalmas arra, hogy a szolgáltatások színvonalának hatásait megvizsgáljuk: ahhoz, hogy a további, figyelembe nem vett hatások okozta torzítások is kizárhatók legyenek, általánosabb körben kell megvizsgálni a keresletre ható tényezőket.

Az általános definíció szerint a kereslet egy adott ár mellett azt a mennyiséget mutatja meg, amennyit a piaci szereplők hajlandók, és képesek megvásárolni az adott jószágból. Modellünk szempontjából ezt a tényezőt érdemes figyelembe venni abból a szempontból, hogy csak azok a tranzakciók valósulnak meg, ahol a kereslet megfelelő fizetőképességgel párosul. Éppen ezért a gravitációs modell alapvető tényezői mellett (lakosság, távolság) általában valamilyen, a fizetőképességet reprezentáló fejlettségi mutató alkalmazása is szükségessé válik. Ilyen mutató lehet a helyi gazdaság hozzáadott értéke, vagy az aktivitásra, munkanélküliségre vonatkozó adatok. A kutatások többsége a GDP-t használja erre a célra (mint Jones és Nichols, vagy Owen és Phillips), de a jövedelem is alkalmas lehet (pl. Brand és szerzőtársai). A fejlettség révén kiszűrhetőek azon torzító hatások, hogy egy-egy régió, desztináció esetében a modell által prediktált értékek nem vennék figyelembe a gazdasági realitásokat. Másképpen fogalmazva, ha pl. a központból mérve két azonos méretű, távolságú térség közlekedését vizsgáljuk, ahol a két terület gazdasági helyzete jelentősen különbözik, akkor a modell is különböző, a jövedelemmel,

fejlettséggel arányos közlekedési keresletet fog előrejelezni, így a többi tényező hatására vonatkozó becslések nem torzulnak ezen különbségek miatt.

A vasúti közlekedési szolgáltatás esetében felmerülhet további problémaként annak lehetséges inferior jellege, hiszen sok érv van amellett, hogy bizonyos ügyfelek számára egy nem preferált szolgáltatásról is lehet szó, melyet egy bizonyos jövedelemszint felett már lehetőleg nem vesznek igénybe. A vasúti közlekedés iránti kereslet jövedelemrugalmassága tehát magasabb tartomány esetében negatívvá válhat. Így ez a paraméter önmagában is egy izgalmas kutatási kérdést tartalmaz.

Az alapmodell tehát kiegészül az alábbi módon:

$$D_{ij} = \left(\frac{P_i P_j}{d_{ij}} \right)^{\beta_1} (I_i I_j)^{\beta_2}$$

ahol:

$\beta_{1,2}$ A tényezők koefficiensei

I_i, I_j i és j települések/területek gazdasági fejlettsége/jövedelemszintje

A gazdasági fejlettséggel korrigált népességi gravitációs modell meghatározza a lokális – két pont között definiált – mobilitási igényt, a kereslet definíciójának megfelelően a fizetőképességet is beépíti.

3.2.2 Helyettesítők

A vasúti személyszállítási szolgáltatási iránti kereslet felépítésének logikai folyamatában a következő lépés a fenti módon létrejövő potenciális kereslet után a közlekedési módválasztás beemelése. A döntés számtalan közlekedési módozat közötti választást jelent, ahol a legfontosabb, logikailag elkülönülő típusok:

- Gyalogos közlekedés
- Rövid távú egyéni közlekedés (roller, kerékpár stb.)
- Helyi közösségi közlekedés (metró, villamos, helyi buszjárat stb.)
- Egyéni közlekedés gépjárművel
- Helyközi közúti közösségi közlekedés (volán)
- Helyközi vasúti közösségi közlekedés (vasút)
- Légi közlekedés

Természetesen további finomítások megvalósíthatóak lehetnek, azonban ezen főbb kategóriák mentén az esetek túlnyomó része már modellezhető lehet. A módválasztás és a vasúti kereslet becslése kapcsán a helyettesítésen keresztül jelenik meg releváns tényezőként. A vasúti közlekedés esetében a gyalogos, illetve a rövid távú egyéni és a helyi közlekedés alapvetően nem jelent alternatívát. A vasúti hálózat helyi közlekedést helyettesítő használata releváns, azonban a magyar vasúti hálózat és szolgáltatások elmaradottsága miatt Budapesten, ahol leginkább értelmes lenne egy ilyen közlekedési szolgáltatás, ennek jelenléte a kínálat nem megfelelő volta miatt minimális (Budapest Fejlesztési Központ, 2020). Hasonlóképpen kizárható a légi közlekedés, a belföldi vasúti közlekedés számára kínálat hiányában nem jelenthet reális alternatívát.

A fenti szempontok alapján egyértelmű, hogy a vasúti közlekedés számára az esetek túlnyomó részében az egyéni és a közösségi közúti közlekedés képez reális helyettesítő lehetőséget. Mindkét közlekedési mód a közúti hálózatra épül, és bár menetidőben és a további szolgáltatási dimenziókban jelentős különbségek mutatkoznak közöttük, a közúti alternatívákra igaz, hogy alapvetően a közúthálózat jellege, nyomvonala és állapota határozza meg az eljutás körülményeit. Ugyan az egyéni közlekedés szükségszerűen gyorsabb, kényelmesebb, mint az autóbusszal lebonyolított távolsági szolgáltatás, tehát a kettő között markáns különbség van, de egyidejűleg arányosság is megfigyelhető. Lényeges

kérdés, hogy egy-egy útirányban a közúti egyéni és közösségi közlekedés eljutási ideje esetében ez az arányosság hogyan alakul. A 20. táblázatban látható néhány példa, amely azt mutatja, hogy az arányosság megfigyelhető. A szórást elsősorban az okozza, hogy egy-egy desztinációpár esetében a volán járatok nem feltétlenül azonos útvonalon haladnak, mint amerre autóval a leggyorsabb eljutást tapasztalhatjuk, másrészt a megállók száma és a jármű típusa is meghatározó lehet (pl. autópályán csak külön erre engedélyezett buszok közlekedhetnek magasabb sebességgel).

20. Táblázat: A buszos és autós eljutási idő arányossága

Útvonal	Eljutási idő		Autó/busz arány
	busszal	autóval	
Békéscsaba – Szeged	112 p	83 p	74,1%
Budapest – Baja	105 p	91 p	86,7%
Budapest – Salgótarján	97 p	80 p	82,5%
Budapest – Zalaegerszeg	174 p	144 p	82,8%
Siófok-Pécs	187 p	140 p	74,9%
Székesfehérvár – Tatabánya	80 p	55 p	68,8 %

Forrás: Saját táblázat maps.google.com alapján (Google, 2021b)

A közúti mód választása tehát – függetlenül annak egyéni, vagy közösségi formájától – az eljutási idővel jellemezhető versenyhelyzetben van a vasúti közlekedéssel, a két alternatíva idő szempontjából akár egy eljutási adattal is közelíthető. Mindez azért lényeges, mert a hozzáférhető adatok szűkössége miatt, különösen az autóbuszos járatokról szóló megfelelő adatbázis hiányában ez utóbbi nehezen becsülhető. Az útvonaltervező rendszerek adatai általában nem tisztán buszos eljutási időket adnak, hiszen az elmúlt időszakban tovább csökkent a vasúti és volán járatok párhuzamossága, így a közösségi közlekedési eljutási idők gyakran vasúti járatok igénybevételét is tartalmazzák. Az autóra való útvonaltervezés ezért komplexen inkább alkalmas arra, hogy reprezentálja mindkét közúti alternatíva adatait.

A közúti közlekedés hatása – egyéni, vagy közösségi formában egyaránt – jól mérhető az adott két pont között közúton tapasztalható eljutási időszükséglettel. Az 21. táblázatban bemutatom, hogy a közúti és vasúti eljutási idők különböző kombinációi esetén milyen következtetések adódnak a várható keresletre.

21. Táblázat: A buszos és autós eljutási idő vasúthoz való viszonyának összehasonlítása

Buszos eljutási idő	Autós eljutási idő	Eredmény
Vasútinál kedvezőbb	Vasútinál kedvezőbb	Minden utas a közutat választja
Vasútnál rosszabb	Vasútinál kedvezőbb	Aki teheti, autóval közlekedik, a többi utas jellemzően vasúttal
Vasútinál rosszabb	Vasútinál rosszabb	Minden utas a vasutat választja

Forrás: Saját táblázat

Természetesen a preferenciák ennél sokkal összetettebb módon alakulnak, így a táblázatban összefoglalt hatások nem érvényesülnek függvényeszerű módon, a modell feltételezései között azonban nincs mód ennél finomabb mechanizmus leképezésére. Ahhoz, hogy a közúti helyettesítés minél jobban vizsgálható legyen, ideális esetben ismerni kell az egyéni és a közösségi közúti eljutási időket, de már egyik adat birtokában is érdemben javítható a modell, hiszen a két érték között jelentős korreláció feltételezhető.

A fentiek alapján tehát a modell tovább pontosítható a közúti helyettesítéssel az alábbi logika szerint:

$$D_{ij} = \left(\frac{P_i P_j}{d_{ij}} \right)^{\beta_1} (I_i I_j)^{\beta_2} T_{ij}^{\beta_3}$$

ahol:

T_{ij} A közúti eljutási idő

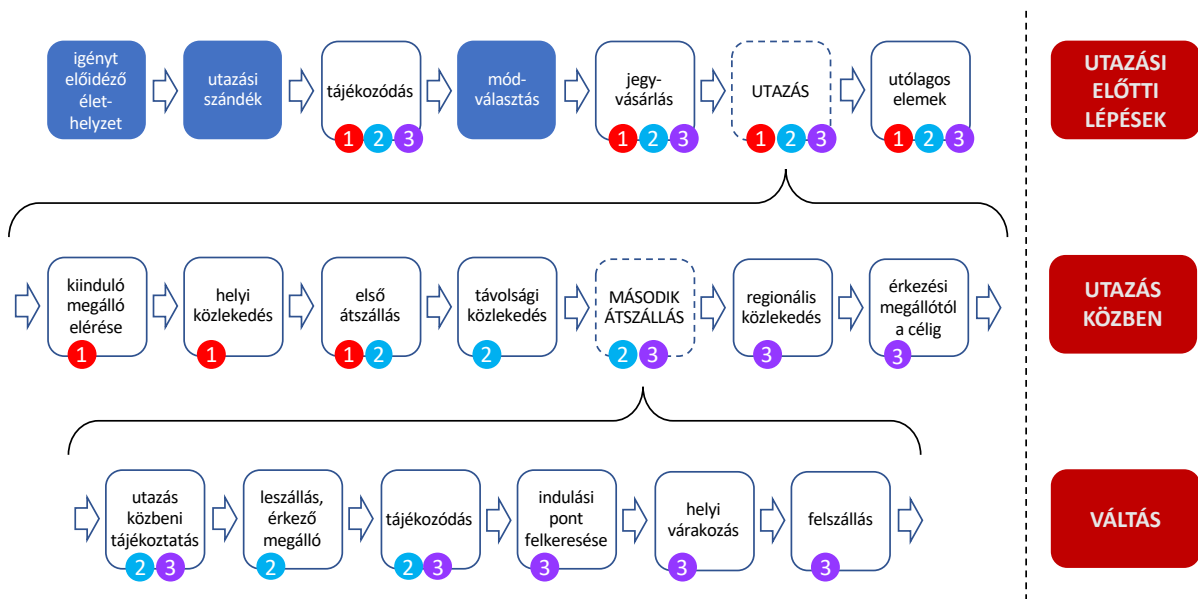
Az így meghatározott modellben tehát együtt szerepelnek a keresletet meghatározó elsődleges tényezők és a helyettesítés hatásai. A helyettesítés kapcsán azonban más magyarázó változók is felhasználhatók lehetnek a modellben, így például az üzemanyagár, vagy a személygépjármű-ellátottság, ezre a későbbiekben visszatérek.

3.2.3 Minőség

A mobilitási döntések során tehát eljutottunk ahhoz a logikai ponthoz, mely során megjelent a konkrét desztinációra vonatkozó igény, beleérve a gazdasági háttérváltozókat, vagy fizetőképességet, majd a helyettesítők figyelembevételével a megmaradó kereslet már a vasúti szolgáltatásra vonatkozik. Ennél a pontnál kerülnek be a logikai modellbe a vizsgálat elsődleges tárgyát képező minőségi tényezők.

A vasúti szolgáltatási színvonal esetében egy komplex szolgáltatáscsomag minőségét kell megvizsgálni, mely nagyon sok elemből áll össze. Ügyfélként a teljes folyamatot tekintve nagy számú interakció történik, sok felülettel találkozik az utas, szituációk során megy keresztül az utazásról hozott döntéstől a megérkezésig, illetve az esetleges utólagos teendőig. Ennek során más és más tényezőkön múlik az ügyfél élménye, melyek csak lazán, vagy egyáltalán nem kapcsolódnak egymáshoz. Egy tipikus utazási lánc sematikus vázlatát mutatja be a 20. ábra, melyen jól látható ez a komplexitás, amely az utazás előtti, szoft elemektől (pl. információgyűjtés) egészen a szolgáltatást jellemző fizikai paraméterekig tart (pl. menetidő). Különösen lényeges a módváltás szerepe, melyre – mint két szolgáltató közötti senkiföldjére – tipikusan kevesebb figyelem jut, miközben szerepe nyilvánvalóan meghatározó a minőség érzékelése szempontjából (Édes, 2019).

20. ábra: Ügyfélélmény fókuszú customer journey sémája egy átlagos utazási láncre



Forrás: (Édes, 2019)

Jelen kutatás során egy szolgáltató adatait vizsgálva az átszállások és az ehhez kapcsolódó elemek csak indirekt módon képezik a kutatás tárgyát (elsősorban az állomási szolgáltatások miőségén keresztül). A minőségi adatforrások révén azonban jelentős szoft elemek – így például az információs szolgáltatások, tisztaság, minőség – beépülnek, a minőségi hatások szélesebb köre is vizsgálhatóvá válik.

A magyar vasúti hálózaton, az eszközök, az üzemeltetési körülmények és intézményrendszer sajátosságai miatt kifejezetten jellemző, hogy az utazási élmény nem mutat egységes, sztenderd színvonalat: nagy különbségek, figyelhetők meg. Ez utóbbi véletlenszerűség azt jelenti, hogy a szolgáltatási színvonal különbségei nem feltétlenül egy megalapozott üzleti döntés, valamiféle árdiszkrimináció következményeként állnak elő. Nem arról van szó, hogy a magasabb hozzáadott értékű szolgáltatásokat igénybe vevő, magasabb árat fizető ügyfelek részesülnek jobb minőségű szolgáltatásban, vagy akár a nagyobb forgalmú állomások lennének kiemelt pozícióban (elég a budapesti fejpályaudvarok helyzetére gondolni). Teljesen más szempontok alakítják a minőségi különbségeket, melyek az ügyfél szemszögéből közel véletlenszerűek tünnek és jelentős szórást mutatnak.

A következő szakaszban áttekintem a szolgáltatás komplex minőségét meghatározó fontosabb tényezőket abból a szempontból, hogy mennyiben lehetnek alkalmasak a modellben való megjelenítésre.

1. *Tájékozódás:* Az utazásról való döntés megkezdése előtti előzetes tájékozódás során az egyén a felmerült mobilitási igény lehetséges kielégítési módjairól szerez információt. Egyedi utazás – pl. szabadidő eltöltése – esetében ez igen lényeges momentum, sőt, sokszor eleve az elérhető lehetőségektől is függ az igény megjelenése (tipikus példa az elérhető árú fapados repülés, ahol az érdeklődők gyakran az elérhető desztinációk közül választanak úticélt, és nem úticélhoz keresnek repülőjáratot). Rendszeres, így pl. hivatásforgalmi utazási igény esetén az alapvető információk birtokában gyűjt információt az utazó, tipikusan ismeri a lehetőségeket, azok minőségét és az igénybevétel feltételeit, de még rendszeres utazás esetében is lehet releváns az előzetes informálódás – pl. az aktuális menetrend ellenőrzése, vagy a közúti forgalmi helyzet ellenőrzése valós idejű navigáció alkalmazással. Az előzetes információ elérhetősége, fogyaszthatósága és minősége lényeges szolgáltatási elem, ugyanakkor a modell szempontjából csak a helyettesítők irányába lenne relevanciája, hiszen az államvasúti szolgáltatások esetében egységes felületeken egységes színvonalú tájékoztatás érhető el, így itt nem jelenik meg heterogenitás a modellben. Ez alól kivételt jelent az állomási tájékoztatás, melynek a használata az előzetes tájékozódásnál ugyanakkor nem releváns, később, az állomási szakaszban erre még kitérek.
2. *Utazási döntés:* az utazási döntés az előzetes információkon, egyéb tapasztalatokon és feltételezéseken alapul. A vasút iránti kereslet esetében ez utóbbinak lényeges negatív befolyásoló ereje lehet, ami egy-egy desztinációban különböző mértékben befolyásolhatja a döntéseket. Ez a mechanizmus azonban annyira indirekt jellegű, hogy a modellben való megjelenítése – megfelelő adatok birtokában is – inkább torzító, mint pontosító hatású lenne.

3. *Jegyvásárlás:* a jegyvásárlás művelete a tranzakciós költség kategóriába esik, minden ezzel töltött másodperc egy technikailag szükséges, kellemetlen időt jelent az utazó számára. Ennek megfelelően két lényeges tényezővel írható le. Elsőként kérdéses, hogy milyen platformon, felületen valósul meg a vásárlás, így pl. csak személyesen, vagy online, rugalmasabb formában. Másrészt, hogy a vásárlás folyamata milyen akadályokat hárít a fogyasztó elé, a sorban állástól egészen a túlbonyolított online felületekig. Bár az adatbázisban a jegyvásárlás módjáról van információ, ez magyarázó változóként közvetlenül nem alkalmas: a digitális csatornák részesedése évről évre jelentősen növekszik, ez az alaptrend eltakarná az automata, mint elérhető szolgáltatás addicionális hatását, másrészt az online értékesítés keresztirányú hatása tovább zavarja a képet. Egy finomabb megközelítésben az automatával ellátott állomások időben változó körének listájával egy dummy változóval ez a megoldás akár vizsgálható lehetne, azonban – mivel a szolgáltató az automaták kihelyezésénél a forgalmat kiemelt szempontként kezeli – az oksági kapcsolat itt nagyon nehezen lenne igazolható az endogenitás problémája miatt.
4. *Kiinduló állomás felkeresése:* a közlekedési értéklánc különösen fontos eleme, hogy milyen ügyfélményt jelent az állomás megközelítése. Ehhez jó minőségű helyi elérési, közlekedési adatokra volna szükség, amire az általam elérhető adatforrások nem adnak lehetőséget. Másrészt megfelelő közlekedési adatokkal egy finomabb modellben megadható a városközpont és az állomás közötti távolság, vagy az annak megtételéhez szükséges időszükséglet értéke is. Ebben az esetben a helyettesítők hasonló adatai is beemelhetők lennének egy modellbe.
5. *Állomási szolgáltatások:* az állomások állapota és az ott nyújtott szolgáltatások kulcsfontosságú tényezői az ügyfélménynek. A lehetséges szolgáltatások köre a széles körre terjed ki, ilyen elemek pl. a parkolás, kerékpár-tárolás, fűtött váróterem, internet elérhetőség, vendéglátás. Ugyanakkor a magyar vasúti hálózatban sokszor az egészen alapvető elemek is hiányoznak, sőt, olyan eset is elképzelhető, amikor egy-egy objektum állapota miatt annak hiánya kellemesebb utasélményt jelentene. Tehát a különböző faktorok esetében nem csak azok megléte, de állapota, tisztasága is lényeges tényező.

6. *Jármű, utazási körülmények:* az utazási körülmények szerepe az állomásokhoz hasonló az ügyfélélményben, az utazás időbeli sajátosságai miatt azonban még meghatározóbb, hiszen hosszabb tartamon keresztül érvényesülő, nem elkerülhető hatásokról van szó. Meghatározó a szolgáltatások megléte, és azok állapota egyaránt, különös jelentősége van az ülőhelyek hozzáférhetőségének, a hűtés/fűtés működésének. Lényeges kérdés a járművek életkora: az utasok jelentős része kedveli az új járműveket, de kényelem szempontjából egy 20-30 éves vasúti kocsi megfelelő állapotban és tisztaságban akár kényelmesebb is lehet, mint pl. egy korszerű motorvonat.

7. *Tájékozódás utazás közben:* önálló, az utazási körülményektől független kérdés, hogy utazás közben van-e mód információkat szerezni. A lehetőségek a hagyományos megoldásokon túl – mint az ablakon kinézve tájékozódás, vagy érdeklődés, menetrend használata – ma már széleskörűek az elektronikus fedélzeti utastájékoztatóban. Egyre több járművön látható olyan kijelző, mely folyamatos információt biztosít, és a saját eszközökön való online tájékozódás még ennél is megbízhatóbb lehet. Ebben az esetben is kérdéses természetesen az információ minősége, a téves adatokkal okozott kár sokszor nagyobb, mint az információ elmaradásának költsége. Ezeket az adatokat kifejezetten nehéz mérni, átfogó információk nem érhetőek el. Tovább nehezíti a kérdés vizsgálatát, hogy a nem megfelelő minőségű állomási és járművön történő tájékoztató egyre többeket nem érint, hiszen a vasúttársaság alkalmazásában jó minőségű, valós idejű információ érhetőek el.

8. *Személyzet kommunikációja:* a személyzettel való kontaktus feltétlenül kritikus része az utazási élménynek, ez a tényező kifejezetten szubjektív, és nehezen mérhető, ráadásul éven belül sem állandó, így egy-egy desztinációpár éves forgalmához reálisan nem lehet hozzárendelni ilyen típusú magyarázó változót.

9. *Menetidő*: a közlekedési szolgáltatás legalapvetőbb eleme a sebesség, a tervezett (menetrend szerinti) eljutási idő. Ez az adat kikerülhetetlen része a modellnek, visszamenőleg is hozzáférhető a menetrendi adatok alapján. Mérése kapcsán ugyanakkor felmerülhetnek módszertani kérdések, hiszen valamilyen formában szükség van átlagolásra is a számításban.
10. *Pontosság*: a menetidő elérése, elméleti menetrendi célként a valóságban nem feltétlenül teljesül. Mint a relatív időértékelésre vonatkozó irodalomban is látható volt, pszichológiailag ez a tényező különösen lényeges, a késések és a megbízhatóság minden rangsorolásban kiemelkedő helyen szerepel. Ugyanakkor a különböző események időértékelése más és más lehet, tehát előfordulhat, hogy tíz perc késés rosszabbul érinti az utazókat, mint egy tíz perccel hosszabb előre meghirdetett menetidő. Az adat mérése lehetséges, de itt is számtalan bizonytalanság merül fel a felhasználhatósággal, összekapcsolhatósággal kapcsolatosan.
11. *Célállomási szolgáltatások*: a célállomás valamivel kisebb jelentőségű az utazási értékláncban, hiszen tipikusan rövidebb tartózkodás a jellemző itt, mint a kiindulási pont esetében. Az értékelés szempontjai ugyanakkor a kiinduló állomással azonosak lehetnek. A kettő megkülönböztetése kapcsán érdekes kérdést jelent az oda-vissza utazások feltételezhető szimmetriája: a kérdésre az eredményeknél visszatérek.
12. *Továbbközlekedés*: a továbbközlekedés a kiinduló állomás felkereséséhez hasonló, azzal azonos módon mérhető tényező.
13. *Átszállás*: ahogy az első fejezetben röviden bemutatam a közlekedési rendszerek egyik lényeges problémája az elszigetelt elemek jelenléte – a felhasználó utazása számtalan közlekedési mód kombinációjából áll, az ilyen összefüggésekről a szolgáltatói rendszerek azonban nem, vagy nem kellő mértékben vesznek tudomást. A vállalaton belüli adatforrások értelemszerűen nem adnak lehetőséget ennek a kérdésnek a kutatására. Az átszállások azonban sokszor egy szolgáltató rendszerén

belül valósulnak meg, az ilyen vizsgálatra van lehetőség, itt – megfelelő adatok birtokában – elsősorban azt lehet összehasonlítani, hogy egy-egy desztinációpár átszállással vagy átszállás nélkül való kiszolgálása mennyiben hat a keresletre.

14. *Utazás utáni szolgáltatások*: lényeges eleme a komplex szolgáltatásnak, hogy az utazás utáni szolgáltatások – jellemzően panaszkezelés, elveszett tárgyak kezelése – milyen módon valósulnak meg. Ezek az adatok célirányos kérdőívezésen, adatgyűjtésen kívül más eszközzel nem igazán mérhetők. Miközben a szolgáltató szektorokban az ilyen vizsgálatoknak nagy hagyománya van – elég utalni az NPS (Net Promoter Score) mutatók kiemelt kezelésére – hasonlóról a magyar államvasút kapcsán nem érhető el információ.

Hipotézisem szerint a vasúti szolgáltatások minőségi jellemzői a szolgáltatás iránti kereslet meghatározó faktorait képezik. Más szóval a szolgáltatások minősége, és az irántuk megnyilvánuló kereslet között erős kapcsolat feltételezhető. Természetesen a helyettesítők minősége is releváns faktor lehet, amennyiben megfelelő adatok állnak rendelkezésre a témában.

A részletesebb elemzés során a minőséget meghatározó tényezők hatásait egyenként is indokolt megvizsgálni, további kutatási kérdést jelent a hatások közötti kapcsolat jellege, mely a modell összetettsége miatt nehezebben kimutatható hatást jelent várhatóan. A szolgáltatások összessége együttesen határozza meg a keresletet, egy-egy kirívóan alacsony színvonalú szolgáltatás-elem drasztikusan ronthatja az összhatast, így a tényezők szerepét a keresleti modellben minimumfüggvényként is meg fogom vizsgálni.

A végleges modell ezek alapján tehát az alábbi logikai keretben fogalmazható meg:

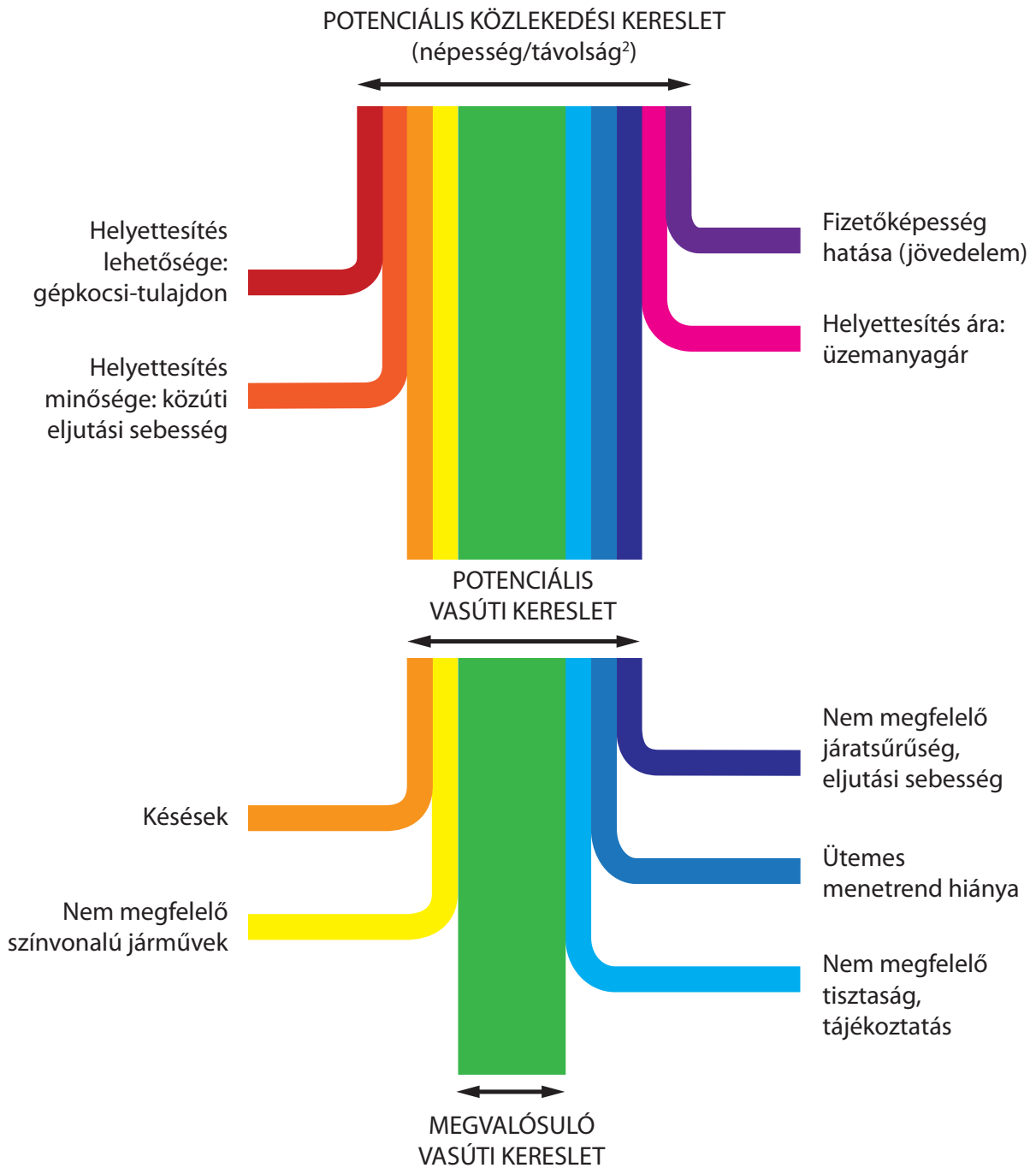
$$D_{ij} = \left(\frac{P_i P_j}{d_{ij}} \right)^{\beta_1} (GDP_i GDP_j)^{\beta_2} T_{ij}^{\beta_3} f(Q_{1ij}^{\gamma_1} Q_{2ij}^{\gamma_2} \dots Q_{xij}^{\gamma_x} \dots Q_{sij}^{\gamma_s})$$

ahol

Q_{xij} az ij útvonalra vonatkozó x minőségi mutató értéke

A teljes modell logikai keretét mutatja be a 21. ábra.

21. ábra: A modell logikai kerete



Forrás: saját ábra

A becslés során az egyes tényezők több verzióban való tesztelése szükséges, a statisztikai eredmények alapján lehetőség van a leginkább alkalmas változók azonosítására. Az így előálló végleges modell alkalmas a keresett hatások becslésére, és a hipotézisek elfogadására, vagy elvetésére.

3.3 A felhasznált adatok köre

3.3.1 A gravitációs modell alapadatai

Keresleti adatok

A vasúti szolgáltatások iránti kereslet becslésére szolgáló adatok forrása a MÁV-Start Zrt. jegyértékesítési rendszerének adatbázisa. A vizsgált adatállomány a 2010 január és 2019 december közötti összesen 120 hónap értékesítési adatait tartalmazza.

A viszonylati jegykiadás 2007-ben indult el a MÁV esetében. A korábbi rendszer az adatelemzés szempontjából rendkívül kellemetlen megoldással működött, ekkor ugyanis csak az utazás távolsága jelent meg a jegymédiákon (tipikusan a díjszabásnak megfelelő, 10 km-re kerekített összegek), ennek két klasszikus példája látható a 22. ábrán.

22. ábra: 2007 előtti vasúti jegyek fő típusai: kéregjegy és számítógépes jegy



Forrás: (delpestibusz.hu, 2021) és (retronom.hu, 2021)

A 2007-től bevezetett átalakítás (melyet további fejlesztések és egyre finomabb adatrögzítési módok követtek) jelentős változást hozott, ekkortól a jegyek az induló és érkezési állomást is rögzítik, illetve az útvonalra vonatkozó információkat is tartalmaznak, amennyiben az átszállás, az útvonalak sajátossága ezt szükségessé teszi (tehát olyan esetekben, ahol több, hasonlóan ésszerű nyomvonal is elképzelhető, egy ilyen új típusú jegy látható a 23. ábrán. Az azóta bevezetett jelentős újítások tovább javítják az értékesítési adatok finomságát, ugyanakkor kutatásom szempontjából ezek a részletek már kevésbé lényegesek.

23. ábra: 2007 utáni nyomtatott számítógépes jegy



Forrás:

Forrás: (Wikimedia.org, 2009)

A 2007 utáni reform óta keletkező értékesítési adatok már lehetővé teszik a fogalom desztinációpárok szerinti elemzését. Természetesen ahhoz, hogy két település közötti forgalmat megfelelő módon becsülni tudjuk, további kérdések merülnek fel az adatbázis kapcsán:

1. Az értékesített mennyiség a teljes utasforgalmat reprezentálja (első és másodfajú hiba)?
2. Egyértelmű-e az utazási darabszám a jegytípusok alapján?
3. Hogyan kezelhető a munkanapi és ünnepi forgalom problémája?
4. Milyen aggregációs szinten érdemes elemezni a forgalmat?
5. Az utazás útvonala (és így hossza) egyértelműen következik-e a jegyadatokból?

Az első kérdésre többszörösen is egyértelmű nem a válasz. Feltehetőleg kevésbé releváns, de nem elhanyagolható azon esetek száma, ahol a jegyváltás megtörténik, de az utazás nem –joggal feltételezhetjük, hogy relatíve alacsony mértékben jelenik meg ez a probléma, és nem korrelál erősen a magyarázó változókkal, nem feltételezhető ilyen torzítás.

Azon utazások száma, melyek nem szerepelnek a rendszerben, ennél sokkal jelentősebb. Ide tartozik az illetéktelen használat és a nem regisztrált ingyenes utazások száma egyaránt. Az első kategóriára nincs megbízható adatforrás, míg a második esetében egy nem mért, de nagyon jelentős utasszámról van szó.

Az utóbbi érték nagyságrendjét a 2011-es év adatai alapján lehet leginkább megbecsülni. 2009-ben ugyanis döntés született arról, hogy az ingyenes utazások után járó állami kompenzáció az állam és a vasúttársaság közötti való pontos elszámolása érdekében regisztrációs jegyet vezetnek be a távolsági közösségi közlekedésben (wikipedia.org, 2021b). A jegytípus amellet, hogy az elszámolási rendszer szempontjából jelentős előnnyel járt, a mindennapok szintjén kellemetlenségeket is hozott, a korabeli közpolitikai koncepciónak megfelelően alkalmazása 2012 január 1-el megszűnt. Ugyanakkor a 2011-es év értékesítési adatai révén lehetőség van fizetés és bármiféle regisztráció nélkül utazók arányának megbecslésére: ekkor a teljes jegymennyiség 13,5 %-át tették ki a 65 éven felüliek által megváltott, 0 Ft-os regisztrációs jegyek, miközben továbbra is feltételezhető, hogy az ingyenesen utazók nem teljeskörűen tettek eleget a jegyváltási kötelezettségüknek.

Releváns kérdés, hogy a kutatás szempontjából a regisztráció és fizetés nélkül utazók adatainak hiánya milyen hatással van az eredményekre. Két tényező is alátámasztja, hogy ez önmagában nem okoz aránytalan torzítást:

- A fizető utasok minőségre való érzékenysége értelemszerű, míg az ingyenes használók feltehetően kevésbé minőség-orientáltak. Ennek megfelelően az ingyenes utasok hiánya éppen egy potenciális torzítási kockázattól tisztítja meg az adatokat.
- Az első fejezetben részletesen tárgyalt elsődleges közlekedéspolitikai cél közösségi szinten a vasutat választók számának növelése, és elsősorban itt az egyéni motorizáció az alternatíva. Tehát a minőségfejlesztés célcsoportja elsősorban a fizető utasok körére összpontosul, a legnagyobb potenciális haszon ebben a körben realizálható. Ennek a célcsoportnak a viselkedését a meglévő fizető utasok jól reprezentálják.

Az ingyenesen utazók problémája kapcsán itt érdemes a kutatási kérdést a 65 év alatti nem vasutas lakosságra vonatkozóan módosítani, így ezt a torzítást kizárjuk – a fentiek miatt ez nem jelent a közpolitikai relevancia szempontjából problémát.

A második kérdés a darabszám és az utazások számának viszonya. Ez a kérdés két fő témára osztható. Egyrészt meg kell különböztetni a menettérti (oda-vissza utazást tartalmazó) és az egy útra szóló jegyeket, hiszen az előbbi esetben egy tranzakció mögött két utazási esemény jelenik meg. Másrészt jóval bonyolultabb a helyzet a bérletek esetében, ahol – check-in / check-out rendszerek hiányában – nem áll rendelkezésre adat arra vonatkozóan, hogy egy-egy bérletvásárlás mögött milyen átlagos utazásszámot feltételezhetünk. Az utóbbi kérdés azonban a vasúti díjszabás sajátosságai miatt közel sem olyan releváns, mint pl. a nagyvárosi rendszerek esetében. Budapesten pl. egy BKK havibérlet árából 27,1 db menetjegyet vásárolhatunk (BKK, 2021), tehát ha napi 2x1 utazással számolunk, 14 útnál már megtérül a bérlet ára. Ennek megfelelően nagyon nagy szórása lehet a bérletek mögötti utazások számának, hiszen napi sok átszállással akár 100-200 felszállással is lehet számolni, de már két hétre is érdemes bérletet váltani minimális, napi 2x1 felszállás esetén. A vasúton ennél szűkebb az arány, a díjszabás szerint egy vasúti havibérlet árából 38 db menetjegyet vásárolható (MÁV-START, 2018a), tehát legalább 19 munkanapi utazás felett térül meg a jegyváltás, ami gyakorlatilag minden munkanapi utazást feltételez.

Az adatbázis tartalmazza a MÁV saját belső elszámolási logikája szerinti utasforgalmat, mindkét esetben egy sztenderd érték alapján kalkulál az értékesített mennyiségből utasfő adatot. A menettérti jegyek esetében értelemszerűen 2x szorzó szerepel, míg a bérleteknél 52x. Ez azt jelenti, hogy az átlagos munkanapok számánál (19-23 nap/hó) magasabb, bizonyos számú hétvégi utazást is belekalkuláló, 26 napos értékeket tartalmaz az adatbázis. Mivel feltételezhető, hogy ez valamelyest felülbecslést jelent, egy konzervatívabb alsó becslésként 20 napos értékre is elkészítettem egy módosított utasfő becslést. Bár a valós utasforgalmat adott esetben alulméri ez a kalkuláció, arra feltétlenül alkalmas, hogy a bérletes utasok száma ne dominálja túl a többi utas értékeit. A modell a minőségre fókuszál, a rugalmasabb, nem minden napra elköteleződő utazók reakciói nagyon relevánsak lehetnek, így ez a potenciális torzítás a vizsgálat szempontjából kedvezőbb irányú.

A munkanapi forgalom és az ünnepnapok változó aránya, valamint a nyári időszak – és természetesen számtalan hasonló kérdés is – érinti a vasúti forgalom szezonálisának problémáját. Önmagában minél finomabb az adatfeldolgozás szintje, annál inkább erősödik a naptár-hatás okozta befolyás jelentősége. Ezen helyzetek kezelésének számtalan szofisztikált módja is elképzelhető. Jelen esetben egyszerűen éves aggregált adatok szerepelnek a modellben, így ezen hatások nagy része nem zavaró. A naptárhatás esetében – szélsőséges helyzetben – két év összehasonlításában egy további munkanap többlet is előfordulhat, ez 0,27%-os eltérést jelent. A komplex modell finomsága nem éri el azt a szintet, ahol egy ekkora hatás bármilyen eredményt lényegesen torzíthatna.

A nyári időszakai többlet esetében év/év összehasonlításban hasonló folyamatokról van szó, tehát pl. a balatoni települések nyári többletforgalma minden évben jelentkezik, tehát a modell állandó jelleggel alulbecsli a forgalmakat a lakosságszámból kiindulva. Az előzőhöz hasonló módon különböző kalkulációkkal becsülhetők ilyen hatások, de ehhez nincsenek kellő minőségű input adatok. A pontos számításhoz ismerni kellene egy-egy konkrét balatoni település többletforgalmát, annak időbeli eloszlását. Így fordított logikával kezelhető a kérdés, egy dummy változó beépítésével vizsgálható a balatoni települések többletforgalmi hatása. Természetesen további hasonló pontszerű, keresletet jelentősen befolyásoló tényezők kapcsolódnak a fesztiválokhoz, ünnepekhez stb. Egy aggregált, egy évtizedes makroszintű modellnek értelemszerűen nem faladata ezek vizsgálata, az ilyen jellegű addicionális hatások a meg nem figyelt heterogenitás körébe esnek elsősorban.

A rendszerben rögzített értékesítési adatok alapján pontosan megadható az adott utazás indulási és érkezési helye. A hálózat jellegzetességei miatt csekély azon végpontok száma, melyek között érdemben (azaz jelentős kerülő nélkül) elképzelhető több alternatív útvonal releváns megléte. A nagyvárosok közötti forgalomban tipikusan ilyen pl. a Budapest-Szombathely, vagy a Budapest-Nyíregyháza útvonal. Ugyanakkor egy további érintett pont megadásával már ezek a helyzetek is tisztázhatók, a rendszer ilyen esetekben rögzít az útvonalhoz érintett állomásra vonatkozó adatot. Az útvonal szerepe nemcsak az utazás hossza tekintetében lényeges, mivel a minőségre vonatkozó adatok konkrét szakaszonként eltérőek lehetnek.

Az adatbázis használata kapcsán felmerült általános kérdések áttekintése után bemutatom a viszonylati adatbázis struktúráját. Az adatforrások részletezettsége időben változott: míg a korábbi évekre havi aggregált adatok állnak rendelkezésre, a 2016 utáni rendszerben napi aggregátumok. Az adatbázis alapadatait mutatja be a 22. táblázat. Az adatbázis sorai egy adott (1) időponton (időszaktól függően egy adott hónapban illetve napon) egy adott (2) desztinációpár esetében (tehát két állomás közötti) adott (3) kedvezménykategóriában adott (4) jegytípusra vonatkozó értékesített mennyiséget tartalmaznak, ahol a jegytípusok a menettérri és bérletes formákat jelentik, amelyek tehát az utazási gyakoriság szempontjából termékek.

22. Táblázat: A keresleti adatbázis jellemzői

Év	Adatgyakoriság	Megfigyelések száma
2010	havi	5 276 659
2011	havi	5 884 717
2012	havi	4 939 246
2013	havi	5 821 435
2014	havi	6 347 629
2015	havi	6 497 404
2016	napi	23 261 443
2017	napi	26 683 332
2018	napi	29 092 539
2019	napi	34 124 597

Forrás: Saját táblázat

Feltűnő, hogy a havi és a napi adاتمennyiség közötti szorzó jelentősen kisebb, mint az elsőre várható 30 körüli érték. Ennek egyik oka, hogy a jegyek típusát jelölő változó 383 típusú értéket vehet fel, ez kombinálódik a jegyek egyéb dimenzióival (pl. kocsiosztály). Így kifejezetten sok olyan kategória létezik, mely nem minden naptári napon vesz fel értéket. A másik lényeges ok, hogy a desztinációpárok kombinációja lehetőségeinek értéke rendkívül magas (865 270 pár képzelhető el). Természetesen ezek között jelentős számú olyan párosítás van, amely egy évben csak néhány napon, vagy egyáltalán nem bonyolít forgalmat (éves szinten a valós párok számának értéke viszonylag stabilan kb. 65 000 desztinációpár). Ennek megfelelően ahogy emeljük a megfigyelés időbeli egységét (pl. napról hónapra), úgy nő az érintett desztinációpárok száma is. Az adatbázisból a kutatáshoz felhasznált változókat a 23. táblázatban foglaltam össze:

23. Táblázat: A keresleti adatbázis felhasznált változói

Adat típusa	Egység/tartalom
Dátum	Jegyváltás dátuma
Kiinduló állomás	Állomás/megállóhely neve
Érkezési állomás	Állomás/megállóhely neve
Táv	Km
Jegytípus	Kedvezmények, jegytípusok
Eladott jegy mennyisége	Darab
Kalkulált utasfő	Fő

Forrás: Saját táblázat

A lokalitási adatok alapján minden rekord esetében meghatározható az adott jegyhez tartozó utazási esemény konkrét útvonala, amely fontos input a gravitációs modell alapváltozóinak létrehozásához. Az állomási (megállóhelyi) adatok nem esnek egybe települési adatokkal, hiszen sok megállóhely két település között helyezkedik el, illetve a nagyobb városok esetében több megálló, állomás is gyakran előfordul. Tehát a két adatkategória egymásnak való kölcsönösen egyértelmű megfeleltetése nem megvalósítható, ugyanakkor minden indulási, érkezési lokáció hozzárendelhető egy, vagy több településhez, és így a települési

szintű adatbázisokkal való összekapcsolás kivitelezhető. Ez a feladat már az összekapcsoláshoz tartozik, így a további részleteket az erről szóló szakaszban mutatom be.

Települési háttérváltozók

A gravitációs modell alaplogikája egy-egy konkrét földrajzi terület, település jellegzetességeiből indul ki, így jelen esetben a települések képezik a megfigyelés alapegységét. A települési háttérváltozók forrása a kutatásban a KSH területi statisztikai adatbázis, a T-STAR rendszer (MTA KRTK, 2021). Ez az adatbázis jó minőségű éves továbbvezetett népszámlálási adatokat egészít ki nagyszámú háttérváltozóval. A kutatás szempontjából releváns változók köre egyaránt tartalmaz területi gazdasági fejlettségi adatokat és a helyettesítésre vonatkozóan releváns adatokat. Az adatok a vizsgált idősort (2010-2019 évek) teljes mértékben lefedik. A felhasznált adatok körét a 24. táblázat tartalmazza.

24. Táblázat: A települési háttérváltozók

Változó	Adatgyakoriság	M.e.
de01	Lakónépesség az év közepén (a népszámlálás adataiból továbbszámított)	fő
egylado	Egy állandó lakosra jutó adóköteles jövedelem alap	Ft/fő
szgksur	Személygépkocsi-sűrűség	szgk/ezer fő
mnado	Munkanélküliek aránya az adózók százalékában	%
mnkr	Kistérségi munkanélküliségi ráta	%

Forrás: Saját táblázat

A lakosság számára vonatkozó adatok a T-Star adatbázisban szereplő népesség adatok. Az adat elsődleges forrása a tíz évenkénti teljes körű népszámlálási adatsor, jelen esetben a 2011-es népszámlálás adatai, az ezutáni évekre pedig a 2011. október 1-jei népszámlálás bázisán kalkulált, a természetes (élveszületés, halálozás) népmozgalmi statisztika, valamint a belföldi és nemzetközi vándorlás adatainak felhasználásával vissza-, illetve továbbszámított adatok. A népesség adatok a KSH módszertana szerint a nemzetközi ajánlásoknak megfelelően a lakónépességre vonatkoznak. A lakónépesség az adott

területen lakóhellyel rendelkező, de másutt tartózkodási hellyel nem rendelkező személyek, valamint az ugyanezen a területen tartózkodási hellyel rendelkező személyek együttes száma.

A gazdasági fejlettség tekintetében több adattípus is alkalmas lehet a modellben elvárt szerepre, hiszen általában a gazdasági fejlettség, a fizetőképesség sok tényezővel összefügghet, együtt mozoghat. A közlekedési kereslet esetében néhány tényező közvetlenül is erősen kapcsolódhat a modell változóihoz, ezek összehasonlító elemzése is vezethet releváns eredményekhez.

A fizetőképes kereslet tekintetében első közelítésben leginkább a jövedelmi adatok felelnek meg ennek a célnak, ennek megfelelően a modellben a NAV adatokból származó, településre vonatkozó adóköteles jövedelem adóalapjának népességre vetített átlaga szerepel.

Direktebb kapcsolatban áll a fizetőképesség reprezentálására egyébként alkalmas két további tényező a közlekedési kereslettel. A gazdasági aktivitás esetében a munkanélküliségi arány egyrészt befolyásolja a fizetőképességet, de egy direktebb hatással, a munkába járásból fakadó közlekedési igényel közvetlen kapcsolódást is hordoz.

A másik ilyen direkt adatsor lehet az adott területen üzemben tartott gépjárművek száma. Ez a mutató sok szempontból jó választás a gazdasági fejlettség reprezentálására – Magyarországon pedig a földrajzi, településszerkezeti viszonyok olyanok, hogy nem jellemző olyan egyedi különbségek jelenléte egyes területek között, amely alapján valamely más külső hatás torzítaná a modellt (mint pl. magashegyi területek, vizes, szigetes, nehezen megközelíthető régiók), hasonlóképpen a nagyvárosokban sem megfigyelhető az autóhasználat alacsonyabb aránya. Ezek miatt feltételezhető, hogy a gépjármű-tulajdonlás általában egyenletesen oszlik el területileg, és a különbségeket a gazdasági fejlettség okozza elsősorban.

Azonban egy másik szempontból mégis összetettebb a gépjármű-tulajdonlás alkalmazása a becslésben, mert ez a változó összefügg az utazási döntésekkel, nevezetesen a gépjárművel rendelkezők jóval nagyobb valószínűséggel nem választják a vasutat a módváltásnál, és fordítva, az autóval nem rendelkezők nagyobb arányban választhatják. Így attól függően, hogy egy-egy településen mekkora a gépjármű-állomány, változhat a kereslet szintje. A két hatás eredője attól függően egyirányú, vagy ellenkező, hogy a vasúti utazás inferior vagy normál jószág a fogyasztók számára.

3.3.2 Elérési adatok

Helyettesítésre vonatkozó adatok

A helyettesítés tekintetében két alapvető, reális helyettesítési irányra vonatkozóan kell kiegészíteni a modellt, hiszen az egyéni motorizált közlekedés és a közúti közösségi közlekedés képezi elsősorban a vasúti közlekedés alternatíváját.

Ezt az alternatívát több adatforrás is reprezentálja. Az egyéni motorizált mód kapcsán – az bemutatott irodalommal összhangban – az üzemanyagár alkalmas eszköz a keresleti hatások becslésére. Az adatsor forrása a KSH Stadat rendszere, ahol az éves átlagos fogyasztói árak hozzáférhetők (KSH, 2021). Az itt rögzített benzin és dízel üzemanyagok átlagos ára szerepel a modellben a gépjárműhasználaton keresztül megvalósuló helyettesítés reprezentálására ezen az ágon.

A másik, általánosabb, e két helyettesítési módot reprezentáló adat a közúti elérés. A közúti közösségi közlekedési alternatíva menetrendi adatbázisa híján – ahogyan a koncepciót bemutató alfejezetben már bemutattam – a modellben az egyéni és közösségi közúti alternatívát a közúti eljutási idők reprezentálják. Mindkét esetben az egyéni motorizált közlekedés (tipikusan gépjármű) esetében átlagos eljutási idők vasúti eljutáshoz mért arányai alkalmasak arra, hogy reprezentálják az alternatíva értékét a modellben. Természetesen számos más tényező is befolyásolja a helyettesítést, de ezek egy-egy desztináció esetében hasonlóak, így pl. a gépjármű kényelmessége, vagy az autóbuszos utazás ára nem különbözik. Ugyanakkor a közutak és a vasúthálózat elhelyezkedése, állapota, kihasználtsága jelentősen eltér egy-egy desztináció esetében. Így a relatív különbségek alkalmasak a modellben arra, hogy kimutathatóvá tegyék a helyettesítési lehetőségek relatív pozícióját.

A lehetséges adatforrásokat áttekintve nincs olyan elérhető adatbázis, ami a tíz éves időtartamra megadja a vizsgált összesen 300 638 desztinációpár elérési adatait. Ideális esetben egy ilyen adatbázis azonos módszertannal tartalmazná évente az elérési adatokat. A modellben ezért 2021. évi aktuális adatok szerepelnek. Forrásuk a Google Maps Platform igen fejlett, nagy megbízhatóságú utazáskeresője mögötti háttér-adatbázis. Ennek elérése a Distance Matrix API segítségével (DM API), python lekérdezéssel valósítható meg (Google, 2021a).

A Google DM API esetében korlátozást jelent, hogy itt a tömegközlekedés esetében nem garantálható teljes bizonyossággal, hogy egy adott eljutási idő milyen szolgáltatások igénybevételét tartalmazza. A keresésnél beállítható preferencia (busz/vasút), de a kereső abban az esetben, ha nem talál megfelelő járatokat, nem feltétlenül érvényesíti ezeket a tervezésnél, és erről nem ad vissza információt az eredményfájlokban. Az adatbázisban vasúti eljutások szerepelnek, számtalan esetben olyan települések is érintettek, melyek nem rendelkeznek volán kiszolgálással, vagy az nem alkalmas az adott irányba való közlekedésre (közismert példa a Duna balparti oldal közösségi közlekedése a Dunakanyarban, ahol az ütemes menetrend bevezetése óta gyakorlatilag megszűnt a vasúttal párhuzamos autóbuszos kiszolgálás). Ezért a Google DM API adatforrás esetében a közúti autós és a vasúti közösségi eljutási módok azok, amelyek biztosan alkalmasak a modellben való felhasználásra.

Ennek magyarázata az autós közlekedés esetében triviális. A vasút esetében azért építhetünk az adatforrásra, mivel a vasúti desztinációpárok kiszolgálása jelenik meg az adatbázisban. Természetesen itt is előfordulhat olyan eset, ahol a rendszer buszos eszköz igénybevételével is kalkulál. A felmerülő problémákat foglaltam össze a 25. táblázatban.

25. Táblázat: Vegyes közösségi útvonalak problémái a Google DM API adatokban

Eljutási időkülönbség (busz/vasút)	Melyik eszköze kedvezőbb az eljutási idő?	Következmény
Minimális	–	A téves tervezés nem okoz lényegi torzítást
Jelentős	Busz	Fizető utasok esetében nem racionális opció – feltehetőleg elenyésző számban van jelen
Jelentős	Vasút	A Google DM API a vasutat választja, tehát ez az eset nem valósulhat meg, nem reális

Forrás: Saját táblázat

A Google DM API adatbázis kizárólag valós idejű lekérdezésre alkalmas, ennek megfelelően az adatok a 2021 júliusi állapotokat jelenítik meg, a lekérdezés a hét eleji és végi egyedi menetrendi kínálat okozta torzítás kockázata miatt szerdai napi eléréseket tartalmaz.

Az eljutási, elérési adatok kapcsán egy kiemelkedő jelentőségű elemzési lehetőséget ad az MTA KRTK GEO adatbázisa, mely 2013-2015-ben készült, 2014-re vonatkozó

tömegközlekedési adatokat tartalmaz, összesen 45555 népszámlálási körzet közötti közlekedési eljutásra vonatkozóan rögzíti a körzetek közötti elérési távolságokat, időket és költségeket közúti autós és közösségi közlekedésre egyaránt. Az adatbázis nem tartalmaz elkülönített buszos és vasúti adatokat, ugyanakkor rögzíti az adatbázisban szereplő eljutáshoz tartozó igénybe vett közlekedési módot. Az adatbázis a számlálókörzetek földrajzi elhelyezkedésének meghatározására a számlálókörzet népességgel súlyozott centroidját használja.

Az eljutási adatok:

- közúti eljutási idő: személyautóval, percben
- közúti eljutási távolság: személyautóval, méterben
- tömegközlekedési eljutási idő: a kiindulási és az érkezési számlálókörzet közötti tömegközlekedéssel megtett idő (perc), amely tartalmazza a rágyaloglást, átgyaloglást, átszállásra fordított időt és a célra gyaloglást is
- tömegközlekedési eljutási távolság, méterben
- használt tömegközlekedési eszközök: a változó bemutatja, hogy mely közlekedési eszközöket hányszor használta az utas a két pontból való közlekedés során, az alábbi bontásban: rá- és elgyaloglás / átgyaloglás (két megálló között) / busz / vonat / helyi közlekedés / fővárosi közlekedés

A közúti közlekedési adatbázis összeállítása az alábbi módon történt:

- az útvonaltervezés során minden esetben a legközelebbi, autóval járható útszakaszok között történt meg
- amennyiben a lokáció és a legközelebbi autóval járható útszakasz távolsága 100 méternél kevesebb, akkor a rágyaloglási távolság beépült az autós eljutási időbe
- amennyiben a rágyaloglás 100 méter feletti, úgy a gyaloglás hossza esetében 1,4-szeres tapasztalati szorzóval, és 4 km/h sebességgel történt meg az idő becslése
- az érkezési lokációk esetében azonos logikával történt a számítás
- a becslés során a közúti elérési idő mátrixot minden lokáció között előállították, majd ezek közül a legrövidebb idejű eljutást biztosító került az adatbázisba
- az útszakaszokon elérhető sebesség az út jellegétől és műszaki jellemzőitől, illetve az adott időszakban jellemző forgalmi viszonyoktól függően jött létre

A tömegközlekedési adatbázis összeállítása az alábbi módon történt:

- menetrend: a helyi és helyközi járatok pontos menetrendi adatai
- koordináták: az összes megálló és állomás földrajzi koordinátái, ahol az adott közlekedési eszköz megáll
- a menetrendi adatok időpontja: 2014. január havi, szerdai menetrend
- reggel 5 és 7.50 közötti járatok
- az összes létező kombináció legenerálása után a legoptimálisabb mód került be a modellbe
- a teljes utazási idő maximuma 2,5 óra vagy 70 km, szomszédos megyék között távolságmegkötés nélküli adatok

Az MTA GEO adatbázis kiemelkedő minőségű és részletességű adatforrás, ugyanakkor – mint a fenti leírásból látható – kifejezetten a rövidebb távú, hivatásforgalmi utazásokra fókuszál, efelett megyék közötti adatokra korlátozódik a tömegközlekedési idők esetében. Emiatt jelentős számú olyan desztinációpár áll elő, melyekhez nem tartoznak rögzített eljutási adatok, ennek részleteit foglalom össze a 26. táblázatban. A tömegközlekedési eljutások esetében csak a rekordok 53,2 százaléka áll rendelkezésre, amelyből csak a rekordok fele esetében ismert az igénybe vett járatokra vonatkozó információ, tehát a teljes adatbázisra csak 26,2% ez az arány. Mindezek miatt sajátos módon csak az MTA GEO adatbázis közúti eljutási része alkalmas a modellben való használatra teljes volumenben, a fennmaradó információk egyedi tesztekhez, adatminőség ellenőrzésére használhatók elsősorban.

26. Táblázat: Az MTA GEO adatbázis elérési adatai a teljes mintához képest

Változó	Leírás	Megfigyelés	Arány a teljes adatbázisban
kozutmeter	Közúti eljutás távolsága	886 307	100,0%
kozutido	Közúti eljutás időigénye	886 307	100,0%
tkuthosz	Tömegközlekedési eljutás távolsága	471 903	53,2%
teljesido	Tömegközlekedési eljutás időigénye	471 903	53,2%
x_a_b_v_h_f	Tömegközlekedési módok leírása	232 204	26,2%

Forrás: Saját táblázat

A két eljutási adatbázis használata kapcsán több kérdés is felmerül azok viszonyával kapcsolatban. Konzisztensek-e egymással az adatok, hasonló optimalizációval kalkulálják-e az útvonalterveket? Ha igen, lehetséges-e az időbeli változások reprezentálására használni a két időpillanattól, 2014-ből és 2021-ből származó adatokat úgy, hogy a közúti eljutási lehetőségek infrastruktúra-fejlesztésből származó hatását mutassák meg? Az adatok konzisztenciája kapcsán az azonos adattartalmú változók arányát mutatja be a 27. táblázat.

27. Táblázat: A GDM API és az MTA GEO adatbázis adatainak összehasonlítása

Paraméter	GDM API / MTA GEO	
	közúti távolság aránya	közúti eljutási idő aránya
Átlag	101,5 %	90,1 %
Szórás	0,49	0,28
Minimum	0,0 %	0,0 %
10%-os érték	93,1 %	79,9 %
25%-os érték	98,0 %	84,8 %
50%-os érték	99,9 %	89,4 %
75%-os érték	102,1 %	93,3 %
90%-os érték	107,8 %	97,6 %
Maximum	10 692,7 %	4 545,2 %

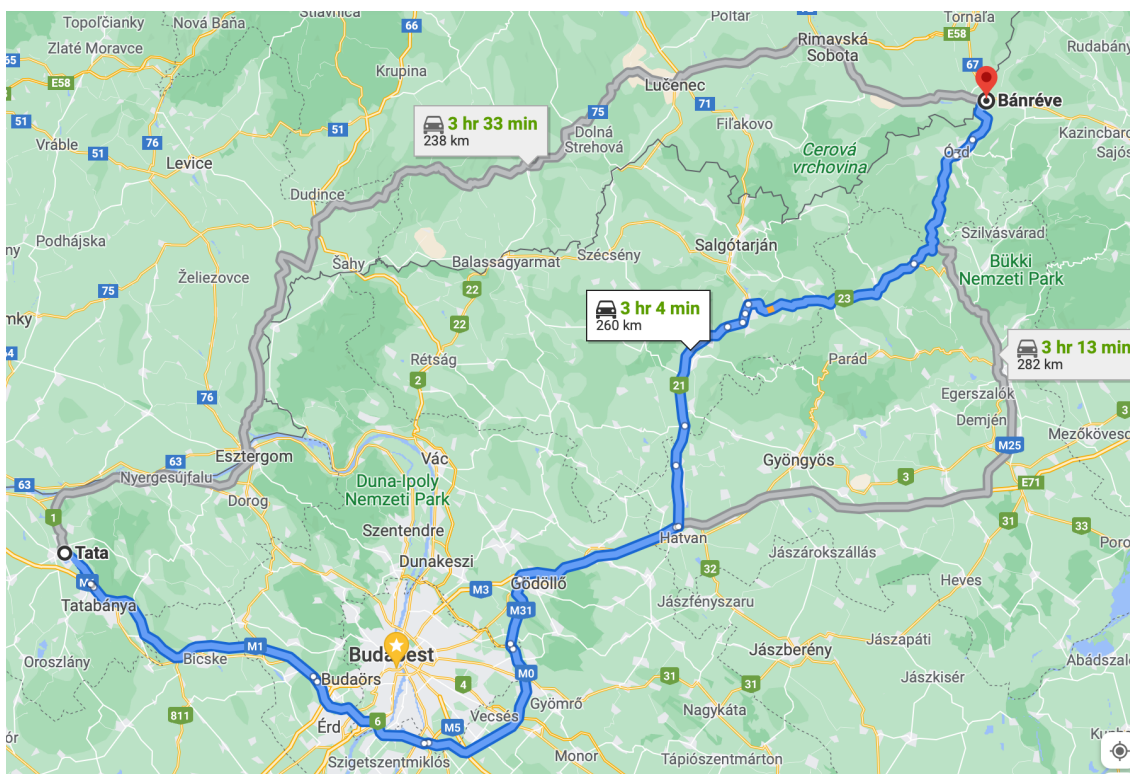
Forrás: Saját táblázat

Az összehasonlítás első tapasztalata, hogy az alapvető konzisztencia adott, az esetek 94,2%-a esetében az arány a 0,8 és 1,2 érték közé esik. Ezzel adatminőségi szempontból megerősítik egymást az adatforrások. Ugyanakkor kérdéses, hogy adathiba, optimalizációs hatások vagy valódi eltérések okozzák a jelenséget. Az idődimenzió esetében látványosan alacsonyabb értékekkel kalkulál a GDM API adatbázis. Ennek módszertani oka, hogy a fent bemutatott módon az MTA GEO adatbázisnál az egyéni autózásnál rágyaloglási időket is figyelembe vesz a kalkuláció.

A változók közötti eltéréseket tovább vizsgálva látható, hogy sok esetben nem útépitések vagy egyéb fejlesztések hatására tapasztalható különbség, hanem az útvonal-választás hatása jelenik meg. A 24. ábra egy konkrét desztinációpárra adott útvonalterveket mutat be. A példát vizsgálva az adatbázisban a GDM API által adott eljutási távolság 260 km, az ábrán

látható módon a Google keresője ezt a találtot adja egy tetszőleges keresésnél. Ezzel szemben az MTA GEO adatbázisban 237 km-es távolság szerepel. Egyértelmű, hogy az optimalizáció itt egy másik esetünkben a Szlovákián át vezető útvonalat vette figyelembe. Ez alapján tehát az eltérés nem hibát jelent, és azt sem tartalmazza, hogy 2014-től 2021-ig változott a közúti elérési lehetőség, különösen, hogy itt kilométerben hosszabb a hét évvel későbbi útvonalterv.

24. ábra: Útvonaltervezési eltérések a desztinációs adatokban



Forrás: (Google, 2021b)

A két adatbázis kapcsolatának vizsgálata során külön érdekes a reálisnál nagyobb eltérést mutató értékek eseteire. Ezeknél a vizsgált minták alapján egyértelműen igazolódik az előzetes feltételezés: az MTA GEO ellenőrzött adatai reálisak, míg a GDM API adatok esetében előfordul, hogy a geolokáció azonosítása a településnév alapján téves, és a helytelen lokációból nem megfelelő eljutási távolságok és időigény adatok következnek. Mindezek alapján az MTA GEO adatbázis jobb minőségű becslésre ad lehetőséget. Ennek megfelelően a közúti eljutásnál ez utóbbi adatforrás adatait érdemes beépíteni a modellbe.

3.3.3 Minőségi adatok

Vasúti eljutási idők

A vasúti eljutási idők adatbázisba való beépítésére a vasúttársaságtól kapott adatbázisok egyike sem tartalmazott felhasználható adatokat. Az egyetlen, MÁV-Starttól származó forrás a hivatalos menetrendkönyvek digitális változata, a könyveket a 2018-as menetrendi év óta nyomtatásban már nem adják ki (MÁV-csoport, 2017). Erre a formátumra mutat be példát a 25. ábra. A klasszikus vasúti menetrend láthatóan nem alkalmas arra, hogy nagyszámú desztinációpárra (összesen 1,3 millió megfigyelés a tíz éves időszak alatt) elvégezhető legyen az eljutási idő rögzítése, különösen, hogy az átszállásokat a vasúti menetrend ezen formájából különösen komplikált megkeresni.

25. ábra: Példa hagyományos vasúti menetrend formátumára

A Bakonyszentlászló - Veszprém szakasz iptörténeti műemlék. **11 Győr — Veszprém**

km	MÁV-START Zrt.	☼ 39510 39540	☼ 39512	☼ 39542	☼ 39514	☼ 39524 39544	☼ 39546	☼ 39556	☼ 39516	☼ 39526	☼ 39548	☼ 39558
				☼			☼				☼	☼
	Kiindulási állomás											
0	Győr 1, 8.....	5 15	...	7 25	9 20	11 45	...	☼13 45	...	14 45	15 45	...
2	Győr-Gyárváros	5 18	...	7 28	9 23	11 48	...	13 48	...	14 48	15 48	...
6	Győrszabadhegy	5 21	...	7 31	9 26	11 51	...	13 51	...	14 51	15 51	...
	Győrszabadhegy	5 22	...	7 32	9 27	11 52	...	13 52	...	14 52	15 52	...
16	Nyúl	5 33	...	7 43	9 38	12 03	...	14 03	...	15 03	16 03	...
21	Pannonhalma	5 40	...	7 50	9 47	12 10	...	14 10	...	15 10	16 10	...
27	Tarjánpuszta	5 48	...	7 58	9 55	12 22	...	14 18	...	15 18	16 18	...
28	Győrasszonyfa	5 50	...	8 00	9 57	12 24	...	14 20	...	15 20	16 20	...
34	Veszprémvarsány	5 57	...	8 07	10 04	12 31	...	14 27	...	15 27	16 27	...
38	Bakonygyirót	6 02	...	8 12	10 09	12 36	...	14 32	...	15 32	16 32	...
41	Bakonyszentlászló	6 06	...	8 16	10 13	12 40	...	☼14 36	...	15 36	16 36	...
	Bakonyszentlászló	☼6 07	...	8 17	10 14	12 41	...	☼14 37	...	14 37	...	16 37
45	Vinye	6 15	...	8 25	10 22	12 49	...	14 45	...	14 45	...	16 45
50	Porva-Csesznek	6 23	...	8 32	10 29	12 56	...	14 52	...	14 52	...	16 52
58	Zirc	6 36	...	8 45	10 42	13 09	...	15 05	...	15 05	...	17 05
	Zirc	6 38	...	8 46	...	13 10	...	15 06	17 07	...
67	Eplény	6 51	...	8 59	...	13 23	...	15 22	17 20	...
79	Veszprém 20.....	☼7 11	...	9 19	...	13 43	...	☼15 42	17 40	...
	Végállomás											

☼ Közlekedik: III.15 - X.23-ig ©.

Felhívjuk az utasok figyelmét, hogy a Győr - Veszprém vasútvonalon közlekedő szerelvények befogadóképessége miatt a csoportos utazásokat, valamint a csoportos kerékpárszállítást legkésőbb az utazást megelőzően 7 nappal be kell jelenteni az ertesites@mav-start.hu címen vagy a (+36) 30 497-3412 / (+36) 30 497-3070 telefonszámon. Nagy létszámú, előre nem bejelentett csoport utazását technológiai okokra hivatkozva a MÁV-START megtagadhatja.

Forrás: (MÁV-START, 2018b)

A fent bemutatott problémák miatt a vasúti eljutási idők forrásaként a modellben a korábban már bemutatott Google DM API adatbázisból lekért adatokat használtam fel. A 25. táblázat logikájának megfelelően a buszos eljutási adatok okozta torzítás kockázata minimális. Egy további kockázat az API lekérdezés logikájából következően adódik: a Google rendszere az érintett lokációk nevei alapján állapítja meg azok helyét, ez a módszer

magában hordozza a tévesen azonosított helyek okozta hibás kalkuláció lehetőségét. A keresésnél a települések nevei helyett minden esetben a vasútállomások szerepelnek, ez jelentősen pontosabb kalkulációt tesz lehetővé, a rendszer ismeri és azonosítja a vasútállomásokat. A teszt-lekérdezések során gyűjtött tapasztalatok alapján a nem egyértelmű helyzetben nem hibás adatot, hanem missing eredményt ad vissza rendszer. Ilyenkor a keresőszó kiegészítése jelentett megoldást (pl. „Csittényhegy” helyett „Csittényhegy vasútállomás”). A hibás kalkuláció lehetősége ugyanakkor teljes mértékben nem zárható ki.

Az eljutási idő tekintetében egy komplett menetrendi adatbázis használata esetén az összes, adott két település között releváns járat átlagos eljutási idejének figyelembevétele jelenti a legpontosabb megközelítést. Lényeges módszertani kérdés ekkor, hogy több szolgáltatástípus esetén teljes körű, vagy szelektív átlag használata jelent jobb megoldást. Nyilvánvaló, hogy két nagyváros között a rendszeres, elérhető, és leggyorsabb kapcsolatot jelentő Intercity járatok menetideje jelent releváns adatot az utasok számára, hiszen a tipikus utasok ezeket a járatokat használják a jelentősen rövidebb menetidő miatt. Ezen szolgáltatások felára nem jelent jelentős többletköltséget, így nem feltételezhető, hogy szignifikáns torzítást okozna ez a megközelítés. Tehát a releváns járatok az adott desztináció leggyorsabb, de rendszeres elérést nyújtó járatai. A Google DM API adatforrás esetében ez a kalkuláció automatikusan megtörténik, hiszen az útvonaltervező a rövidebb eljutásra optimalizál így – kifejezetten ezt tiltó beállítás hiányában – a leggyorsabb, legkevesebb átszállással járó megoldást részesíti előnyben.

Menetrendi szintű adatok

A minőségre, szolgáltatási színvonalra vonatkozó információk egy szűkebb, de igen meghatározó része a menetrendek alapján meghatározható adatok köre. A vasúti személyszállítási szolgáltatásokat leginkább meghatározó minőségi tényezői közé – bármilyen logika szerint közelítjük is meg azt – biztosan beletartozik az elérhető járatok száma, sűrűsége a menetrend szerkezete – elsősorban az ütemes menetrend megléte. Mindezeket pontosan tartalmazza a meghirdetett vasúti menetrend, emellett további minőségi adatok forrásaként is alkalmazható. Ezekre menetrendi minőségi jellemzőre nem áll rendelkezésre megfelelő adatforrás, ezért manuálisan, a menetrendek alapján végeztem el ennek összeállítását. 86 vasútvonal 10 évi menetrendjét feldolgozva rögzítettem egy-egy

vonalon (menetrendi mezőben) a napi vonatpárok számát és az ütemes menetrend meglétét és ütemidejét. Ez utóbbi adatkör rögzítésénél szigorú definíció szerint jártam el, azaz azok a vonalak, ahol ugyan egyértelmű az ütemes keretmenetrendre építő szerkesztés, de az ütemes rendszerből véletlenszerűen kimaradnak járatok, nem kerültek be az ütemes körbe.

A járat-gyakoriságot alapesetben a járatok napi száma adja. Szigorú megközelítésben csak a fent bemutatott módon figyelembe vett járatok számítanak ide (tehát mindig a leggyorsabb elérési mód), de ez a logika manuális értékelésnél nem kivitelezhető, hiszen a teljes vonalra egy információként nem értelmezhető. Ha pl. egy távolsági kapcsolatban a gyorsabb vonatok 2,5 órás menetidejűek, és 2 óránként közlekednek, de két járat között egy lassabb, mondjuk 3 órás menetidejű személyvonat is elérhető, akkor ez jó eséllyel még elfogadható helyettesítő, és óránkénti kínáltként is figyelembe vehető. Ha azonban a személyvonatok átszállással érhetőek csak el, vagy a menetidejük pl. 4 órás, vagy pl. az indulási időpontjaik nem a kétórás sávok közepén, hanem a gyorsabb járatokhoz közeli időben helyezkedik el, akkor ezekben az esetekben nem jelentenek igazi minőségi többletet a kínálatban. Éppen ezért egy-egy menetrendi mezőben részben szubjektív kérdés annak megállapítása, hogy a kínálat a járat-gyakoriság szempontjából milyen minőségű. Az adatok rögzítése során a szubjektív elem csökkentése érdekében a teljes vonalon, vagy annak releváns szakaszán végigközlekedő vonatok száma került be az adatbázisba.

A balatoni kínálati sűrűségnél a nyári menetrendet vettem figyelembe, hiszen ez magasabb utasszámot érint, és a becslési tényezők közé bekerült egy balatoni dummy változó, amely minden parti települést azonosít.

Hasonlóképpen vizsgálandó kérdés volt az adatbázisban a GYSEV hálózata: a két vasúti társaság közös rendszereket működtet, a kölcsönösen elszámolt jegyértékesítés és közös járatok alapján feltételezhető, hogy integráltan megjelennek a GYSEV adatai, ugyanakkor lényeges tesztelni az esetleges speciális hatásokat. Emiatt egy, a társaság állomásait jelölő dummy változó is készült a modellhez.

Menetrendszerűség

A vasúti szolgáltatások minőségének fontos összetevője a menetrendszerűség, pontosság. A késéseket nyilvántartó pályavasúti adatbázis 16 millió menetrendtől való eltérési eseményt regisztrál a tíz éves időszakra. Az adatrögzítés precizitása ellenére a forrás

használhatóságát korlátozza, hogy nincs pontos információ a rögzített késési események pontos kontextusáról, inkonzisztenciák is jelen vannak az adatokban. Lényeges kérdés egyrészt, hogy egy-egy állomás esetében – a megfelelő menetrendi adatok hiányában – nem rögzíthető pontosan, hogy egy-egy késett vonat hány leközlekedése arányosan mennyi pontos közlekedésre vetítendő (nap, hónap alapján). Másrészt nem ismert, hogy az adatbázisban nem szereplő vonatok, vonalak esetében milyen késések fordulhatnak elő. Abban az esetben, ha bizonyos vonalak, időszakok, vonatok kimaradnak az adatbázisból, ez jelentős torzítást okozhat. Egy további nehézséget jelent, hogy a késések igen jelentős része a néhány perces tartományba esik, ezért az alacsony szórás, és a néhány perces rekordok zaja „betakarhatja” az ügyfélélményre feltehetőleg erősebb negatív hatással bíró késések hatását. A megbízhatóság szempontjából nem feltétlenül csak a késések mértéke, de annak kiszámíthatatlansága is jelentős hatással lehet az ügyfélélményre. Ennek a két tényezőnek a tesztelésére két változót definiáltam, melyek kifejezetten a 10 perc feletti késési eseményeket, illetve a késések szórását tartalmazzák.

Infrastruktúra és szolgáltatások

A korábban áttekintett minőségi tényezőket három logikai kategóriába sorolhatjuk aszerint, hogy milyen faktorokon múlik a minőség, az ügyfélélmény:

- Infrastruktúra által meghatározott tényezők, beépített elemek, szolgáltatások
- Elérhető szolgáltatások hozzáférhetősége, állapota, tartalmi elemek
- Felületek állapota, tisztasága

Az első kategóriába azok az információk tartoznak, amelyek megmutatják, hogy egy-egy utazás során milyen kiépítettségű infrastruktúrával találkozik az utazó. Olyan elemekről van szó, melyek hosszú távú döntések következményei, így legelsősorban ide esnek az ingatlanok, és a járművek (vasúti nyelven gördülőállomány) tulajdonságai. Az állomások, megállóik esetében rendkívül széles szórása képzelhető el a felszereltségnek; míg az elméleti skála egyik végpontján nagy kiterjedésű fejállomások találhatóak lifttel, üzletekkel, vendéglátó szolgáltatásokkal, jó közlekedési kapcsolatokkal, fűtött várótermekkel, addig a másik végletben olyan megállóhelyek is léteznek, ahol megfelelő magasperon, esőbeálló, illemhely, de még egy menetrendi tájékoztató tábla sincs kiépítve. Az, hogy milyen

szolgáltatásokkal rendelkezik egy állomás, sok szempontból befolyásolja az utazási élményt, és viszonylat szerint felmérhető, tényszerű adatokkal leírható.

A második logikai kategória az elérhető szolgáltatások hozzáférhetősége, állapota, hiszen az elvileg elérhető infrastruktúra közel sem biztos, hogy valóban funkcionálisan működik. A magyar vasúti hálózaton évtizedes probléma mindez, a legtöbb utazó jó eséllyel rendelkezik élményekkel a fűtetlen váróteremtől a nem működő lifteken át a bezárt mosdókig, a kiépített, de nem működő szolgáltatások valójában kellemetlenebb hatásúak ügyfélélmény szempontjából, mint az elvileg sem elérhetőek. Hasonlóképpen az információs szolgáltatások is sokféle kiépítettségűek lehetnek, és gyakran az elvileg lehetséges tájékoztatás sem valósul meg, ez a jelenség a menetrendi tábláktól a hangosbemondáson át az elektronikus kijelzésig minden formátum esetében megfigyelhető. Ezek az adatok időben gyakran változhatnak, és nehezebben mérhetőek, alapvetően rendszeres helyszíni monitoringra van szükség ahhoz, hogy megfelelő minőségű adatforrás jöjjön létre.

A harmadik kategória a felületek tisztasága, állapota. Szorosan összefügg az előző tényezővel, ugyanakkor logikailag érdemes megkülönböztetni, mivel a vasúti hálózat esetében tipikusan érzékeny problémáról van szó, ami gyakran rendkívüli módon lerontja az ügyfélélményt. Egy kiépített szolgáltatás, ami elérhető és működik, rendkívül visszataszító élményt is nyújthat nem megfelelő tisztaság, üzemeltetés esetén. Tipikusan az állomási szolgáltatások esetében jellemző ez a jelenség a várótermektől a mosdókig. A rendszeres takarítás elmaradása miatt gyakran még a járművek ablakai is olyan állapotban vannak, hogy azokon kinézni sem jelent pozitív élményt. Ehhez a típusú adathoz is rendszeres monitoringon alapuló adatbázisra van szükség.

A hozzáférhető adatok tekintetében nehezen megfogható területről van szó. Az állomásokon elvileg elérhető, kiépített szolgáltatások tekintetében nincs olyan adatbázis, mely átfogó kép megalkotására alkalmas lenne, az MÁV-csoport saját rendszereiben hozzáférhető adatforrások is hiányosak, és nem hozzáférhetőek. Vannak ugyanakkor olyan nyilvános, elérhető alapvető információforrások, melyek révén egy egyszerűbb skálán értékelhető szolgáltatási lista szerint besorolható adatbázis lenne kialakítható a magyar vasúti hálózat állomásairól és megállóhelyeiről. A legfontosabb ilyen forrás a civilek által szerkesztett, és ma már nagy mennyiségű információt tartalmazó vasútállomási adatbázis a vasutallomasok.hu, mely az esetek többségében fotódokumentációval, alapvető információkkal alapját képezheti egy ilyen adattáblának. Ez a portál a hozzászólások révén

jellemzően hosszabb időtávon is összefoglalja a változásokat azon helyeken, ahol lényeges átalakítás, fejlesztés történik. Kiváló példa erre a némileg sajátos módon a sajtó által egy időben gyakran hivatkozott Balatonfőkajár felső megállóhely, ahol a dagadó botrány miatt váratlanul felújították (pontosabban lebontották, és újra felépítették) a megállóban található, egyébként továbbra is funkciótlan épületet (Index.hu, 2015). Ha felkeressük ennek a megállóhelynek az adatlapját a vasutallomasok.hu oldalon, a teljes történet megjelenik a hozzászólásokban, így ez alapján követhető és rekonstruálható a folyamat (vasutallomasok.hu, 2011). Ezen forrás feldolgozása ugyanakkor a jelentős számú lokáció miatt (a vizsgált időszakról függően változó, több mint 1200 állomás és megállóhely) jelentősen meghaladná jelen vizsgálat kereteit.

A modellben a minőség ezen szegmensét a MÁV-Start Zrt. Minőségi Állapot-Felmérő (röviden: MÁF) rendszer adatai alapján vizsgáltam. A MÁV-Start Zrt. 2010-12-es időszakra szóló Közszolgáltatási Szerződése (melynek előkészítését még a 2008-09-es időszakban végezték el) egy részletesen szabályozott minőség-biztosítási szabályozást is tartalmazott. Ennek tervezett szerepe az volt, hogy a minőségi, szolgáltatási színvonalbeli teljesítmény ellenőrzése rendszeres mérések alapján történjen meg, és a szerződés szerint az elmaradások, vagy elvártnál jobb teljesítés következménye az erre a mérési rendszerre épülő ösztönzésen keresztül egy bonus-malus rendszer elszámolás keretében pénzügyi kihatással legyen a MÁV-Start közösségi forrásból való finanszírozására.

Az értékelési módszertan kifejezetten szofisztikált tartalommal került a szerződésbe, és jóllehet a bonus-malus gyakorlati alkalmazása végül nem valósult meg, egy monitoring rendszer felállítása a vasúttársaságon belül ennek ellenére megtörtént. A folyamat eredményeképpen létrejött Minőségi Állapot-Felmérő rendszer (MÁF) 2010 februárjában indult el, de adatait az első években a vasúttársaság érdemben nem használta, és működési kultúrájába ez az elem nem épült be. Az adatforrás ettől függetlenül rendelkezésre áll.

Az adatok forrása egy több személy által inkognitóban végzett rendszeres és jól strukturált ellenőrzési tevékenység eredményeként előálló értékelési adatállomány. Az ellenőrzések különböző megfontolások mentén kialakított menetrend szerint (melyeket a vizsgált szolgáltatásokat előállítók természetesen nem ismernek) a teljes vasúti hálózaton zajlanak. Az ellenőrök egy igen összetett, előre rögzített struktúrában, adott szempontrendszer szerint értékelik egy-egy állomás, megállóhely, illetve vasúti járat (jármű) szolgáltatási színvonalát, tisztaságát.

A MÁF rendszer az első időszakban, 2010-2013 között 52 945 mérési eredményt rögzített, amit a 2018 utáni időszak két évében 13 959 további megfigyelés egészít ki. A mérési rendszer keretei között tehát összesen közel 70 000 alkalommal végeztek teljeskörű szolgáltatási minőséget értékelő mérést a MÁV hálózatán, minden alkalommal az adott helynek megfelelően 50-150 szolgáltatás, helyiség, jármű állapotát, tisztaságát felmérve és értékelve 3 fokozatú skálán, a Közszolgáltatási Szerződésben előírt minőségi jellemzőknek megfelelően. A rendelkezésre álló mérési adatokat a 28. táblázat foglalja össze.

28. Táblázat: A MÁF rendszer mérési adatainak összefoglalása

Év	Mérések típusa	Mérések száma	Értékelési szempontok átlagos darabszáma
2010	állomási	2430	90,6
2011	állomási	3445	91,4
2012	állomási	3717	85,1
2013	állomási	2887	86,7
2018	állomási	3640	100,4
2019	állomási	3715	111,7
2020	állomási	2815	113,2
2010	vonat	8239	146,7
2011	vonat	11142	141,0
2012	vonat	10735	149,2
2013	vonat	10350	145,2
2018	vonat	1601*	55,1
2020	vonat	2188**	57,1

* egy hónap adatai

** két hónap adatai

Forrás: Saját táblázat

A rendszerben minden vizsgált elem önálló mérési értékelést, egy-egy pontértéket kap (0-1-2 pont), amely pontokból egy rögzített súlyozással adódik a nagyobb aggregációs szintre

kimutatott szolgáltatási minőségre vonatkozó érték. Az értékelési rendszert továbbítte a 2013 november 15-én megkötött, jelenleg is hatályos 2013-2023 közötti időszakra szóló Közszolgáltatási szerződés, melynek a 8. melléklete rögzíti az értékelési módszertant (MÁV-csoport, 2021a).

A szempontrendszer az alábbi fő kritériumokat értékeli:

- Állomás - Statikus utastájékoztató
- Állomás - Tisztaság
- Állomás - Utaskiszolgálás
- Állomás - Utastájékoztató

A mérés során az alábbi területeket különböztetik meg az állomásokon:

- Esőbeálló
- Járdák, lépcsők, alul-, felüljárók
- Mellékhelyiségek
- Peronnal érintkező vágányzat
- Peronok
- Pénztárak
- Pénztár csarnok
- Utascarnok
- Vágányvég
- Váróterem (1. és 2. osztály)

A rendszer minden helyen és kritériumra a tisztasági szempontok közül azokat értékeli, melyek az adott helyen értelmezhetőek. Ezeket a szempontokat a 29. táblázatban foglaltam össze.

29. Táblázat: A közszolgáltatási szerződés minőségi értékelési szempontrendszere

Mérési kérdés	Mérési kérdés
Ablakok külső-belső tisztasága	Padok/ülőhelyek megléte
Ajtók/kilincsek tisztasága	Padok/ülőhelyek tisztasága
Bejutás	Padozat/járda tisztasága
Botlásveszély	Plafon tisztasága
Elsodrési határ (biztonsági sáv)	Pénztár műszaki áll. (átbeszélő)
Fűtés/fűtetlenség állapota	Pénztári kapacitás (sorbanállás)
Falak/épület külső/belső tisztasága	Pénztári szolgáltatói magatartás
Hangos - csatlakozási lehetőségek	START hirdetmények (utasjogi)
Hangos - célállomás	Utastájékoztató - kiépítettsége
Hangos - indulási idő	Utastájékoztató - működőképesség
Hangos - vonattípus	Utastájékoztató - számítógéppel támogatott
Hangos - vágányszám	Világítás műszaki állapota
Hangos - érkezési idő	Vizuális - csatlakozási lehetőségek
Hangos utastájékoztatás működése, megléte	Vizuális - célállomás
Helyiség nyitvatartása	Vizuális - indulási idő
Hirdetmény - Fali menetrend	Vizuális - vonattípus
Hirdetmény - vágányzári	Vizuális - vágányszám
Hirdetmény - érkező/induló vonatok jegyzéke	Vizuális - érkezési idő
Ivóvíz vét. lehetősége	Vizuális utastájékoztatás működése
Jelek, feliratok, óra tisztasága	WC bejutás lehetősége
Kuka rendelkezésre állása	WC csésze tisztasága
Kuka telítettsége, tisztasága	WC felszereltség hiánya
Lámpa tisztasága	WC kisereltség (kéztörölő)
Megtalálható a kezelési útmutató (A3)?	WC kisereltség (papír)
Mosdókagyló tisztasága	WC működőképesség
Nyílászárók állapota	Állomási piktogramok megléte

Forrás: Saját táblázat a MÁF rendszer adatai alapján

kapcsolható. Az erre vonatkozó adatokat strukturáltan tartalmazza a Stadler Flirt típusú motorvonat magyar wikipedia oldala (wikipedia.org, 2021c). Ennek alapján évekre bontva hoztam létre egy motorvonat dummyt, mely a Stadler járművekkel kiszolgált vonalakat jelöli meg.

A korszerű járműveknek ez a típus messze a legjobb reprezentálója, melyet az utasok is értékelnek, ráadásul karbantartásuk és üzemeltetésük is eltérő modellben zajlik, így tisztaságban is más szintet képviselnek. A MÁF rendszer adatai alapján a vonatok minőségi értékelési adatai az alacsony szórás ellenére még úgy is mutatják ezt az eltérést, hogy vonalanként nem kizárólag ilyen járművek közlekednek. Az adatok a 30. táblázatban láthatóak.

30. Táblázat: Stadler motorvonatok elérhetősége és a vonatok átlagos tisztasága

Vonalcsoport	Átlagos tisztaság	Szórás	Megfigyelések száma
Összes vonal	1,79	0,081	855 462
Vonalak Flirt járművek nélkül	1,77	0,089	475 789
Vonalak Flirt járművekkel	1,82	0,058	379 673

Forrás: Saját táblázat

A fennmaradó járműpark rendkívül változatos, számos szempont és értékelési tényező elképzelhető, megfelelő – az egyes járművekkel kapcsolatos – értékelési adatok hiányában azonban ezek használata nem valószínű meg valósan. Az idősebb, sokszor használt járművek esetében ráadásul nagyon szubjektív a megítélés, az életkorral nem feltétlenül korrelál a járművek értékelése. Így ezt a szempontot a leginkább reprezentatív új járműveken keresztül tudom vizsgálni.

3.4 A modell összeállítása

A modell összeállítása során az adatforrások kiterjedt jellege, az adattisztítás és a megfelelő összekötési lehetőségek hiánya jelentette a kulcsproblémát. A komplex menetrendi adatbázis hiánya nem csak abban okozott nehézséget, hogy bizonyos adattartalom így nem szerepelhetett a modellben, de emiatt az adatforrások összekötése során is jelentős

nehézségek adódtak. Mivel az adatbázis megépítése önmagában is jelentősen meghaladta volna jelen munka reális kereteit, így szükségszerűen meg kellett találni azokat az egyszerűsítési lehetőségeket, amik révén összeállítható egy jó minőségű, elemezhető, de reális időtávon előállítható adatbázis. A következő szakaszban az adatépítés folyamatának azokat a lépéseit foglalom össze, amelyek az eredmények értékelhetősége és a következtetések szempontjából relevánsak. Az adatforrásokat és az adatbázis szerkezetét a 31. táblázatban mutatom be.

31. Táblázat: Az adatbázis szerkezete, források és összekapcsolások

Adatforrás	Adattartalom	Egyedi azonosítók	Elsődleges összekapcsolás	Másodlagos összekapcsolás
MÁV értékesítési adatok	Értékesítési mennyiségek	Desztinációpár + év	–	–
Google Distance Matrix API	Eljutási táv, idő, közút és vasút	Desztinációpár	Desztinációpár	–
MTA KRTK GEO	Közúti eljutási táv és idő	Desztinációpár	Desztinációpár	–
KSH T-STAR	Területi adatok (demográfia, gazdaság)	Település	Település + év	–
KSH üzemanyagár-idősor	Üzemanyagárak	Év	Év	–
MÁV késési adatbázis	Késési adatok	Dátum + állomás + vonat	Állomás + év	Vasútvonal + év
MÁV MÁF rendszer	Minőségi adatok (tisztaság, szolgáltatások)	Dátum + állomás + vonat	Állomás + év	Vasútvonal + év
Menetrendi kínálati adatok	Napi járatszám, ütemes menetrend	Vonal + év	Vonal + év	–
Motorvonat dummy	Stadler motorvonat a kínálatban	Vonal + év	Vonal + év	–
GYSEV dummy	GYSEV hálózaton található állomás	Állomás	Állomás	–
Balaton dummy	Balatoni állomás	Állomás	Állomás	–

Forrás: Saját táblázat

Az értékesítési adatok összeállítása során az elsődleges alapelv értelemszerűen a kapcsolódó adatok minél kisebb aggregáltsági szinten való megtartása és a minél pontosabb összekapcsolás megvalósítása volt.

A kiinduló adatbázis állomásközi desztinációpárokat tartalmaz tíz éves időszakra. Az adatok egy része azonban csak települési szinten áll rendelkezésre. A modell végleges adattáblája a népességi adatokra épülő gravitációs modellre épül, így az állomás-állomás logikájú modellből egy település-település szintre aggregált modell kialakítására volt szükség. Ennek megfelelően az állomási logika szintjén illeszthető adatokat a modell állomási állapotában rendelttem hozzá, míg a települési szintre szervezett adatokat a végleges szerkezetben. Az egyéb módon szerveződő adatforrásokat a leginkább pontos kapcsolódási helyen vontam be az adatbázisba.

Bizonyos esetekben a kapcsolás nem járt egyedi, akár adattorzítási kockázatokat is okozó összekapcsolási problémákkal, más helyzetekben jelentősebb ilyen kockázatok is felmerültek.

Egyértelmű hozzárendelés valósult meg a Google DM API, az MTA KRTK GEO lokációs adatbázisok esetében, valamint települési szinten a KSH T-STAR esetében egyaránt. A települési logika miatt Budapest esetében a szokásos gyakorlattól eltérve – mely a kerületi szintű adatokra épít – a város egésze egyben szerepel a modellben, ez a megoldás a területi kiterjedés miatt az eljutási időre vonatkozó értékeknél okozhat inkonzisztenciát. A vasúti adatok esetében általában az adott útirány szerint logikus kiinduló állomások szerepelnek, és fontos megjegyezni, hogy a Google DM API adatokat még az állomási szinten rendelttem hozzá a desztinációpárokhoz. Az egyszerűbb adatforrásoknál 100%-os az illesztés, ilyenek az üzemanyagárak, a GYSEV és Balaton dummy változók.

A leginkább problémás kapcsolások a MÁV rendszereiből származó adatok esetében jelentkeztek. Az adatok gyakran nem állomási szinten azonosítottak, vagy nem is tartalmaznak ilyen változót, ezért gyakran a vasútvonalakhoz való hozzákapcsolás jelentette a megoldást. Ugyanakkor egy-egy desztinációpár esetében nem egyértelmű a vasútvonalak kategorizálása, különösen a csomópontok esetében. A több vonallal is érintett állomások esetében egy többlépcsős közelítést alkalmaztam. Ha az utazás másik végpontjával összevetve adódott metszet, akkor a közös vasútvonal került be mindkét végpontba. Ha ilyen nem volt azonosítható, ott a legnagyobb forgalmú vonal, adathiány esetén a legalacsonyabb vonalszámú vonal került a rendszerbe (ez utóbbi kalkuláció is a forgalmat közelíti, de már alacsonyabb hatékonysággal).

A késési adatbázisnál az adatok túlnyomó része esetében az állomási szintű adatrögzítés révén az adatok jól kapcsolhatóak az állomásokhoz. Ahol nem volt az adott évben állomási adat, a vasútvonalhoz kapcsolódó átlagos éves késési érték került be a modellbe.

A MÁF rendszer állomási adatai esetében hasonló a helyzet, itt is állomási kapcsolással kerültek az adatok a modellbe, adathiány esetében vonali szintű átlagokkal. A vonatokra vonatkozó mérési adatokat az abban szereplő vonal-megjelölés alapján vonalra és évre átlagoltam, és ezeket kapcsoltam a modellhez. A MÁF rendszer esetében a hiányzó évek mérési értékeit a többi év állomási átlagával töltöttem fel.

A motorvonat-dummy évre és vasútvonalra tartalmaz információkat, ennek megfelelően e két változóhoz kapcsolva épült be a modellbe ez az adatforrás.

4 EREDMÉNYEK

A modell összeállításánál egy fokozatos megközelítést alkalmaztam. Eszerint először az gravitációs modellt állítottam fel, majd több lépésben egészítettem ki a gazdasági háttérváltozókkal, a helyettesítésre vonatkozó adatokkal, végül a minőségre vonatkozó változókkal. Az eredményeket ebben a szerkezetben mutatom be az alábbiakban.

4.1 Az alapmodell

Az összeállított adatbázis első tesztjeként érdemes megvizsgálni a gravitációs alapmodell magyarázó-erejét. A gravitációs modell alapfeltevéseinek leginkább a hatványkitevős regresszió felel meg, tekintve, hogy különböző, abszolút skálán egymással nem összehasonlítható tényezők keresletre mért hatását vizsgáljuk, a rugalmasságot jól közelítő természetes alapú logisztikus regresszió ebből a szempontból indokolt választás (Békés és Kézdi, 2021). Ennek megfelelően a számítások során (a dummy változók kivételével) a változók természetes alapú logaritmusát használom fel. A változók tesztelésére, összehasonlítására az adatbázis alapvetően két megközelítést tesz lehetővé. Tisztán keresztmetszeti vizsgálatban figyelmen kívül hagyjuk az időtényezőt (ebben az esetben csak az adatok összekapcsolásához használtuk fel az évre vonatkozó adatokat) és az adatbázis minden egyes sorát egymástól független, önálló megfigyelésként vesszük figyelembe. Az alapmodell keresztmetszeti verziójának eredményeit mutatja be a 32. táblázat.

32. Táblázat: Az alapmodell keresztmetszeti becsléssel

Változó	Együttható	Standard hiba
$\ln_Néesség_{ind; erk}$	0,914 ***	(0,00151)
$\ln_Távolság_{vasút}$	- 1,362 ***	(0,00202)
Konstans	0,330 ***	(0,0141)
Megfigyelés	888 185	-
R ²	0,4072	-

*** 1%-os szignifikancia szint

Forrás: Saját táblázat

Az alapmodellről elmondhatjuk, hogy az elvárásoknak megfelelően a heterogenitás jelentős részét magyarázza, a népesség és a települések közötti távolság (jelen esetben a megváltott vasúti jegy szerinti távolság) a várakozásoknak megfelelő előjelekkel szerepel. A népességre vonatkozó változó önmagában a desztinációpár két települési létszámának szorzata, így egy változóban jelenik meg a két érték. A népesség és a távolság hatásai arányukban is részben visszaigazolják a gravitációs modell feltételezését, ahol fizikai képletben a távolság négyzete szerepel. Az alapmodell tehát megerősíti azt a koncepciót, hogy ebben a keretben jól lehet vizsgálni a keresletre ható tényezőket.

Mielőtt továbblépünk a következő változókra, vissza kell térnünk a becslési mód kérdésére. A keresztmetszeti megközelítés feltétlen előnye a kifejezetten nagy esetszám: mintegy 890 ezer megfigyelés (ez az érték némileg csökken a magyarázó változók számának növelésével, mivel egyes változók értéke nem minden megfigyelés esetén ismert). Ezzel a módszerrel alapvetően össze tudjuk hasonlítani egyes változók hatásait, egymáshoz való arányukat. Ugyanakkor alapvető problémát jelent az endogenitás ebben az esetben: az egy-egy megfigyelésre (desztinációpárra) ható, állandóan jelenlévő, de nem megfigyelt hatások kimaradnak a vizsgálatból, más tényezők hatásának tűnve torzítják az eredményeket. Ennek a hibának az csökkentésére ad lehetőséget a panel elemzés.

A panelben azonosítjuk a megfigyeléseket (esetünkben desztinációpárokat) és az időtényezőt (esetünkben 10 év adatai kerültek a modellbe), és a modell a két dimenzió mentén értelmezi az adatokat. A számítás így ugyanannak a desztinációpárnak több évben megfigyelt adatait nem független megfigyelésként veszi figyelembe, hanem ezeknek a

megfigyeléseknek a különböző években mért értékei közötti különbségekre építi a becslést. Azzal, hogy hosszabb időszakban ismétlődve figyelhetjük meg pontosan ugyanazon esetek, desztinációpárok újabb és újabb értékeit, lehetővé válik, hogy a magyarázó változók hatásait ezekben a csoportokon belül vizsgálva keressük a különbségeket.

Az alapmodell elsődleges problémája tehát a meg nem figyelt hatások jelenléte, azok esetleges torzítása. Ez a probléma egy olyan komplex kérdésnél, mint a közlekedési szolgáltatások iránti kereslet alakulása kifejezetten jelentős lehet. Ráadásul sok szempontból hiányos az adatok köre, minősége, így még az alapmodell feltételezéseire képest is bizonytalanságokat okozhatnak az adathiány, adatminőség problémái. Ezért különösen fontos kihasználni a panel adatbázis adta lehetőségeket.

A panel becslés során választani kell a véletlen hatás és fix hatás becslési mód között. A véletlen-hatás feltételezése, hogy a kimaradó változók függetlenek a magyarázó változóktól. Ez a feltételezés nehezen védhető egy olyan esetben, ahol nagy számú és sok területet lefedő magyarázó változót tervezünk felhasználni a modellben. Ha az olyan, elvileg mindentől függetlenül jelentkező, de nyilvánvalóan meghatározó tényezőkre gondolunk, mint a fogyasztók szubjektív ízlésbeli preferenciája, vagy a korábbi időszakok szokásai, könnyen beláthatjuk, hogy ezek nem függetlenek, hiszen kihatnak pl. a korábbi időszak választásaira éppúgy, mint ahogy megjelennek a minőségi tényezők hatásaiban. A fix vagy véletlen hatás közötti választáshoz több változókörben is elvégeztem a Hausman-tesztet (Balázi és *mtsai.*, 2014), melynek eredménye minden esetben határozottan a véletlen hatásos becslési mód használatára vonatkozó hipotézis elvetését támasztotta alá. A véletlen hatás becslés csakúgy, mint a keresztmetszeti vizsgálat alkalmas lehet egy-egy olyan tényező további vizsgálatára, amely valamiért a panelben nem ad szignifikáns eredményt, ettől függetlenül az alapmodellben a fix hatású becslést kell alkalmazni.

A nagy számú, ráadásul egymással összefüggő témákat reprezentáló háttérváltozó esetében a belső korrelációk kockázata különösen magas. Az alkalmazott szoftver jelzi, és automatikusan kihagyja kollinearitással érintett változókat, de ettől függetlenül is törekedni kell arra a becslésnél, hogy azonos, vagy átfedő tartalmú magyarázó változók közül csak egy kerüljön be.

Az alapmodell paneljének fix hatás becsléssel számolt eredményeit mutatja be a 33. táblázat.

33. Táblázat: Az alapmodell fix hatású panel becsléssel

Változó	Együttható	Standard hiba
$\ln_Népeesség_{ind; erk}$	1,930 ***	(0,0597)
$\ln_Távolság_{vasút}$	- 0,368 ***	(0,0137)
Konstans	- 13,92 ***	(0,562)
Megfigyelés	888 185 -	-
Desztinációpárok száma	188 226 -	-
Belső R ²	0,0055 -	-
Teljes R ²	0,1568 -	-

*** 1%-os szignifikancia szint

Forrás: Saját táblázat

Az függő változó esetében teszteltem a 3.3.1. fejezetben bemutatott további két verziót, sem a korrigált bérletszámítással (alacsonyabb utasszám a bérletek esetében), sem a fizető utasok (kedvezmények körének szűkebb definiálása) esetében nem mutatkozott szignifikáns eltérés.

A modell bővítése előtt egy nagyon lényeges lépés annak a vizsgálata, hogy valamilyen késleltetés szerepeltetésére szükség van-e a becslésnél. A korábbi időszaki fogyasztás beemelése feltétlenül indokolt abból a szempontból, hogy jól reprezentál több – egyébként nem, vagy nehezen vizsgálható – tényezőt is. Ilyen például a szubjektív, ízlésbeli tényezők szerepe a közlekedési módválasztásban. A korábbi évek választásai ráadásul a szokások, útfüggőség és alacsonyabb váltási hajlandóság esetleges jelenléte miatt önmagukban is részben magyarázzák az adott időszak keresletének alakulását. A 34. táblázatban mutatom be az egy éves késleltetett változóval kiegészített modellt.

34. Táblázat: Az alapmodell kiegészítése éves késleltetett hatással

Változó	Együttható	Standard hiba
$\ln_Népeesség_{ind;erk}$	2,240 ***	(0,0629)
$\ln_Távolság_{vasút}$	- 0,271 ***	(0,0152)
$\ln_Késleltetés$	0,254 ***	(0,00206)
Konstans	- 17,84 ***	(0,599)
Megfigyelés	597 240	-
Desztinációpárok száma	115 460	-
Belső R ²	0,0722	-
Teljes R ²	0,2305	-

*** 1%-os szignifikancia szint

Forrás: Saját táblázat

A késleltetett változó hatása jelentős, a távolsággal hasonló nagyságrendű, szignifikáns. Ezek mind a fenti hipotézist támasztják alá, így a lag változó megtartása indokolt a bővített modellben még akkor is, ha a késleltetés miatt a használható megfigyelések számának csökkenésével jár alkalmazása. Következő lépésként a keresletet befolyásoló gazdasági hatásokat építjük be a modellbe (35. táblázat).

35. Táblázat: Az alapmodell kiegészítése gazdasági változókkal

Változó	Együttható	Standard hiba
$\ln_Népeesség_{ind; erk}$	1,844 ***	(0,0690)
$\ln_Távolság_{vasút}$	- 0,276 ***	(0,0153)
$\ln_Késleltetés$	0,255 ***	(0,00207)
$\ln_Jövedelem$	- 0,122 ***	(0,0104)
$\ln_Munkanélküliség$	- 0,0263 ***	(0,00600)
Konstans	- 13,16 ***	(0,679)
Megfigyelés	597 204	-
Desztinációpárok száma	115 457	-
Belső R ²	0,0728	-
Teljes R ²	0,2677	-

*** 1%-os szignifikancia szint

Forrás: Saját táblázat

Ezzel a lépéssel két új változó jelenik meg egyidejűleg. Az egy főre jutó adóalap igazolja azt a korábbi feltevést, hogy a vasúti közlekedés egyfajta inferior jellegzetességgel is rendelkezik. Ha csak önmagában jelenik meg a modellben, egyértelműen negatív hatásként szerepel: minél magasabb az bérek átlagos színvonala egy adott területen, annál kevesebben választják a vasutat. A munkanélküliségre vonatkozó mutató együtthatója szintén negatív, ez megfelel az alaphipotézisnek, hogy alacsonyabb jövedelem, munkanélküliség esetén alacsonyabb a kereslet szintje is. A két hatás egyidejűsége önmagában nem jelent ellentmondást, de a két változó összefüggése miatt párhuzamos bent tartásuk elkerülendő. Következő lépésként érdemes kontrollálni a helyettesítés elsődleges eszközére, az autóra.

4.2 Helyettesítők és egyéb strukturális hatások

A helyettesítők kapcsán összesen három koncepció megjelenítését vizsgáltam meg részletesebben. A helyettesítésben elsődleges szerepe van a gépjármű-tulajdonlásnak, mint hosszú távú, eszköz-oldali reprezentánsnak, az üzemanyagárnak, mint változó költségelemnek és az eljutási időnek, amely a közösségi közúti módokat is képviselni tudja. A modellnek ebben az állapotában az üzemanyagra vonatkozó becslés nem működik megfelelően – ezt a változót a teljes modellben, a minőségre kontrolláló változókkal együtt fogom újra tesztelni. Az eredményeket a 36. táblázatban foglaltam össze.

36. Táblázat: A helyettesítéssel kiegészített modell eredményei, fix hatású panel

Változó	Együttható	Standard hiba
In_Népesség _{ind; erk}	1,867 ***	(0,0699)
In_Távolság _{vasút}	– 0,277 ***	(0,0153)
In_Késleltetés	0,254 ***	(0,00207)
In_Munkanélküliség	– 0,00192	(0,00555)
In_Gépjárműtulajdon	– 0,186 ***	(0,0237)
In_Sebesség _{közút}	– 0,105	(0,0958)
Konstans	– 12,87 ***	(0,774)
Megfigyelés	597 081	–
Desztinációpárok száma	115 441	–
Belső R ²	0,0726	–
Teljes R ²	0,2683	–

*** 1%-os szignifikancia szint

Forrás: Saját táblázat

A becslés eredménye megfelel az intuíciónak: a személygépkocsi-ellátottság növekedése jelentősen csökkenti a vasúti keresletet. Itt természetesen egyszerre jelentkeznek jövedelmi és eszköz-oldali hatások, mint korábban láthattuk, az inferior jelleg miatt ezek a magasabb

tartományokban nem egymást gyengítő elemek. Ebből a szempontból kevésbé lényeges kérdés, hogy a jövedelem és az eszköz birtoklása pontosan milyen hatásmechanizmuson keresztül befolyásolja a kereslet alakulását.

Az eljutás sebessége kapcsán több mutatót vizsgáltam. A különböző, vasúti és közúti szolgáltatás versenyképességét reprezentáló változók hatásainak becslésére vonatkozó eredmények a 37. táblázatban látható módon alakultak. A vasúti és közúti eljutás sebességének aránya a különböző együttmozgások miatt nem vált alkalmas mutatóvá magyarázó változóként. Az egyébként nagyon jó adatminőségű MTA GEO adatok alapján kalkulált értékek a sebességek összehasonlítása esetében rendkívül gyenge szignifikanciát mutattak, a közúti abszolút sebesség pedig eleve kihagyott változóként került ki a modellből, ennek elsődleges oka az érték időbeli állandósága lehet, bár hasonló hatás a GDM API adatokat is érinti. Végül a relatíve legerősebb mutató az utóbbi forrás alapján számolt abszolút átlagsebesség lett.

37. Táblázat: Helyettesítéssel kapcsolatos változók becsléseinek összehasonlítása

Változó	Együttható	St. hiba	N	Desztinációpár	Belső R ²
Autó/vonat sebessége (GDM API alapján)	-0,0111	(0,0181)	586 930	113 503	0,073
Autó/vonat sebessége (MTA GEO alapján)	-0,00310	(0,0952)	586 930	113 503	0,073
Autós eljutás sebessége (GDM API alapján)	-0,0525	(0,0181)	595 518	115 249	0,072
Autós eljutás sebessége (MTA GEO alapján)	-	(kihagyott)	595 560	115 257	0,072

Forrás: Saját táblázat

A tesztek alapján tehát a közúti eljutási minőségét tehát leginkább a közúti eljutás abszolút sebessége tudja reprezentálni, de még ennél a változónál is gyengébb a kapcsolat, a további adatokkal még nem kontrollált verzióban nem szignifikáns.

Értelmezése leginkább úgy fogható meg, hogy annak a hatását mutatja, ha egy autós eljutás átlagsebessége magasabb, pl. ha a desztinációpár között autópályás közúti kapcsolat van. A

végleges modellben még újra ellenőrizni és finomítani érdemes a felhasznált, helyettesítőkre vonatkozó változók körét.

A minőség vizsgálata előtt ide tartozik még két paraméter, a Balaton és GYSEV dummy vizsgálata. Ezek értékei a tíz évben egy-egy megfigyelésre változatlanok, a fix hatás becslésben ennek megfelelően nem működnek jól, a desztinációpárokon belüli varianciájuk nulla. Feltételezhető hatásuk emiatt – az egyébként nem adekvát – véletlen hatás becslésben felmérhető, ennek az eredményeit mutatja be a 38. táblázat. Fontos még egyszer kiemelni, hogy a becslési eljárás miatt ezek a teljes modellre nem releváns értékek, látható, hogy számos tényező paraméterei nem egyeznek meg a fix hatású becslés eredményeivel.

38. Táblázat: Balaton- és GYSEV-hatás véletlen hatás becsléssel

Változó	Együttható	Standard hiba
In_Néesség _{ind;erk}	0,190 ***	(0,00141)
In_Távolság _{vasút}	– 0,306 ***	(0,00246)
In_Késleltetés	0,805 ***	(0,000767)
In_Munkanélküliség	– 0,0215	(0,00306)
In_Gépjárműtulajdon	– 0,128 ***	(0,0104)
In_Sebesség _{közút}	– 0,0806	(0,00938)
GYSEV	0,0470 ***	(0,00546)
Balaton	0,164 ***	(0,00449)
Konstans	0,68 ***	(0,0661)
Megfigyelés	597 081	–
Desztinációpárok száma	115 441	–
Belső R ²	0,0684	–
Teljes R ²	0,8409	–

*** 1%-os szignifikancia szint

Forrás: Saját táblázat

Az eredmények alapján a balatoni többletforgalom jelentős pozitív hatást mutat a modellben – ez tökéletesen megfelel az intuíciónak. A GYSEV dummy hatása alacsonynak mondható, ami leginkább azt a feltételezést igazolja, hogy nem maradtak ki a GYSEV értékesítési adatok, ugyanakkor ennél összetettebb következtetésre ezen becslés feltehetően nem alkalmas.

4.3 Minőségi hatások

A minőségi hatások vizsgálatánál egy-egy dimenzió esetében mindig több lehetséges mutatót képezve ezek hatásait hasonlítottam össze. Első lépésként az egyes mutató minimumainak, átlagainak hatását vizsgáltam: ez a logika abból indul ki, hogy az induló és érkező állomásra jellemző eltérések esetén a kettő átlaga hat-e inkább a keresletre, vagy a kettő közül a kisebbik érték. Mindkét logika alátámasztható intuitív érvekkel, így az erősebb hatást mutató változó került be a modellbe.

Egy egyszerű példán: ha egy utazás két vonalszakaszra oszlik, az induló és érkező állomáshoz tartozó menetrendi kínálat más és más. Ez a két irányú hatás megfogható úgy is, hogy a kettő érték átlagát vesszük figyelembe, azaz az egyik vonal alacsonyabb kínálatát felfelé korrigálja a másik, és viszont. Felfogható úgy is, hogy a minőség elsősorban attól függ, hogy az alacsonyabb kínálat szintje milyen, azaz ha az egyik kínálat szűk, akkor a másik szakasz ezt nem tudja korrigálni.

Ezután megvizsgáltam azt is, hogy csak az induló vagy csak az érkező állomásra jellemző adat nem mutat-e nagyobb hatást az átlag, vagy minimumértéknél? Elvileg erre is könnyen találhatunk intuitív magyarázatot, pl. az állomási szolgáltatások feltételezhetően jobban hatnak az induló, mint az érkező ponton, hiszen előbbi helyen hosszabban tartózkodunk, várakozunk, míg érkezéskor tipikusan mielőbb elhagyjuk az állomási területet. Ha egy ilyen, nem átlagolt hatás erősebb, mint a mindkét végpontra vonatkozó, akkor az egy lényeges eredmény.

Ez utóbbi témához tartozik még egy lényeges megfontolás: van-e értelme megkülönböztetni az induló és érkező állomásokat? Kiindulásként feltételezhetjük, hogy a vasúti forgalom desztinációk közötti megoszlása kiegyensúlyozott, hiszen egy-egy település forgalma nem lehet aszimmetrikus hosszú távon. Ilyen szempontból egy-egy desztinációpár esetében az egymással szembeni forgalomnak ki kellene egyenlíteni a fent bemutatott,

aszimmetrikus minőségi hatásokat. Ez látható a 39. táblázat második oszlopában, ahol az egy-egy állomás induló és érkező forgalmának éves aggregált értékei közötti korreláció szintje minden esetben 98 % feletti.

39. Táblázat: Induló és érkező állomások kiegyenlítettsége az adatbázisban

Év	Éves aggregált értékek korrelációja	Desztinációpárok korrelációja
2010	98,57 %	77,23 %
2011	98,57 %	77,60 %
2012	98,07 %	74,78 %
2013	98,51 %	81,25 %
2014	98,60 %	80,96 %
2015	98,30 %	79,40 %
2016	98,47 %	81,91 %
2017	98,67 %	82,98 %
2018	98,70 %	82,75 %
2019	98,70 %	82,84 %

Forrás: Saját táblázat

Azonban a valóságban a kiegyenlítettség közel sem ennyire függvényyszerű. Egyrészt a rendszeres utazók esetében (bérletnél, gyakori menettérti utaknál) a jegyváltás helye tulajdonképpen szabadon választható. A visszautazásra – különösen hosszabb utaknál – több napos intervallum is rendelkezésre áll, bérletnél pedig ez még kevésbé korlátozott. A jegyváltás helye pedig nem véletlenszerűen oszlik meg a két végpont között: kiválasztása feltételezhetően nem független az állomási szolgáltatások minőségétől. Emellett számtalan esetben képzelhető el olyan szituáció ahol a vasúti utazás csak egy irányba történik meg (körutazás, más módokon történő visszautazás stb.). Ez utóbbit hivatott illusztrálni a 39. táblázat második oszlopa: itt nem aggregált értékek szerepelnek, hanem egy-egy desztinációpár adatait állítottam szembe egymással. Csak a desztinációpárok 64,3 %-a rendelkezett ellenirányú forgalommal, és a fennmaradó esetekben a korreláció értéke 80 % körül szóródott (forgalommal súlyozva az érték 72,1 %). Tehát alapvetően kiegyensúlyozott

egy-egy település éves forgalma a két irányban, de a desztinációpárok esetén megfigyelhető aszimmetria.

Visszatérve a minőségi mutatók vizsgálatához, ennek logikáját a késésekre vonatkozó adatok példáján foglalom össze. Az adatok mindig állomási és vonali késéseket tartalmaznak (ahol nincs állomáshoz tartozó késési adat, ott a kapcsolódó vonal átlaga szerepel). Itt három mutató három verzióját teszteltem a modellben. Az első mutató az indulási és indulási késések átlagát mutatja meg, ez az érték reprezentálja, milyen mértékben hajlamos késésre az adott desztinációpár szolgáltatása. A szórás a késések átlaga helyett azt mutatja meg, milyen bizonytalansággal kell számolni ugyanitt. A minőségi határértékek közelítésére képzetem a harmadik mutatót, amely a tíz percen túli késések arányát mutatja meg az adott hely késési adatai között. Mindhárom mutató mögött értelmes és logikus intuitív megfontolás áll, így az összehasonlítás valódi tartalmi kérdéseket hordoz. Mindhárom mutatónak megvizsgáltam lokáció szerint az indulási és érkezési állomási, valamint az átlagos értékét. Az eredmények összefoglalása látható a 40. táblázatban.

40. Táblázat: Különböző késésmutatók statisztikái a modellben

Változó	Mutató	Hely	Együttható	St. hiba	t
In_ind_keses	Átlagos késés	Indulás	- 0,0035779	0,0033482	- 1,069
In_erk_keses	Átlagos késés	Érkezés	- 0,0035574	0,0033328	- 1,067
In_keses	Átlagos késés	Átlagos	- 0,0035149	0,0033502	- 1,049
In_ind_keses_sd	Késés szórása	Indulás	- 0,0094218	0,0025003	- 3,768
In_erk_keses_sd	Késés szórása	Érkezés	- 0,0093134	0,0025037	- 3,720
In_keses_sd	Késés szórása	Átlagos	- 0,0093992	0,0025038	- 3,754
In_ind_tkeses	10p< késések aránya	Indulás	- 0,0070447	0,0020126	- 3,500
In_erk_tkeses	10p< késések aránya	Érkezés	- 0,0041081	0,0020837	- 1,972
In_tkeses	10p< késések aránya	Átlagos	- 0,0063744	0,0021859	- 2,916

Forrás: Saját táblázat

Az eredmények alapvetően relatíve gyengébb hatásokat mutatnak, erre a következtetések során visszatérünk. Sorrendben azt láthatjuk, hogy a legerősebb hatása a késések szórásának van, ez kb. háromszorosa a késések átlagának és másfélszerese a tíz percen túli késések hatásának. A hely szerinti statisztikák esetében feltűnő, hogy rendre az indulási késések mutatják a legerősebb hatást (a különbségek csak a tíz perc feletti késéseknél kiugróak). Összességében az indulási késések szórása az a mutató, ami bekerül az alapmodell kialakításába.

A kínálatot reprezentáló napi járatszám esetében a legerősebb mutató az indulási és érkezési állomásra jellemző kínálati szint minimális értéke, tehát a szűkebb kínálati mennyiség a leginkább meghatározó. A késéseknél erősebb, szignifikáns hatást mutat a modellben ez a paraméter, ahogyan a 41. táblázatban látható.

41. Táblázat: A napi járatszám statisztikái a modellben

Változó	Mutató	Hely	Együttható	St. hiba	t
In_ind_vdb	Vonatpár/nap	Indulás	0,0614348	0,008672	7,08
In_erk_vdb	Vonatpár/nap	Érkezés	0,0413869	0,009131	4,53
In_vdb	Vonatpár/nap	Minimális	0,0869765	0,009139	9,52
In_vdba	Vonatpár/nap	Átlagos	0,0780829	0,011907	6,56

Forrás: Saját táblázat

Szintén a kínálati oldal jellemzőjét mutatják meg az ütemes menetrendre vonatkozó adatok. Ennek variációi is kiterjednek az indulási és érkezési állomáson meglévő ütemességre, valamint az ütem intenzitására (ami a vonatok indulási gyakoriságát fogja meg). Az eredményeket a 42. táblázatban mutatom be. Az ütemesség esetében az indulási és érkezési állomások átlaga hat szignifikánsan, ebből is az ütem intenzitását reprezentáló skála értéke a leginkább erős mutató.

42. Táblázat: Az ütemes menetrend statisztikái a modellben

Változó	Mutató	Hely	Együttható	St. hiba	t
ind_itf	ITF megléte	Indulás	0,024543	0,008443	2,91
erk_itf	ITF megléte	Érkezés	0,023699	0,008657	2,74
itf	ITF megléte	Minimum	0,033394	0,007340	4,55
itfa	ITF megléte	Átlagos	0,042015	0,011190	3,75
ind_itf_ints	ITF intenzitása	Indulás	0,087102	0,087102	5,42
erk_itf_ints	ITF intenzitása	Érkezés	0,136098	0,016894	8,06
itf_ints	ITF intenzitása	Minimum	0,154068	0,017307	8,90
itf_intsa	ITF intenzitása	Átlagos	0,212367	0,021903	9,70

Forrás: Saját táblázat

A motorvonatokra vonatkozó dummy alapján hasonlóképpen leképezhető négy változó statisztikáit mutatja be a 43. táblázat. A leghatásosabb a motorvonatok átlagos kínálatára vonatkozó mutató, így ez kerül be a modellbe.

43. Táblázat: A motorvonatok statisztikái a modellben

Változó	Mutató	Hely	Együttható	St. hiba	t
ind_mot	Stadler motorvonat a kínálatban	Indulás	0,15927	0,01212	13,14
erk_mot		Érkezés	0,13775	0,01218	11,31
mot		Minimum	0,16988	0,16988	15,19
mota		Átlagos	0,25598	0,25598	16,19

Forrás: Saját táblázat

A MÁF rendszer minőségi adataira vonatkozó statisztikák esetében összesen három érték (minimum, átlag és súlyozott átlag) hatását vizsgáljuk meg induló, érkező állomás és a kettő átlaga szerint, ezeket a 44. táblázat tartalmazza. Az együtthatók igazolják a korábban felmerült hipotézist, miszerint az indulás szerinti értékek jelentősége erősebb, mint az átlagos minőségé, ez mindhárom mutató esetében megfigyelhető.

44. Táblázat: A MÁF rendszer minőségi statisztikái a modellben

Változó	Mutató	Hely	Együttható	St. hiba	t
ind_mafmin	Minőség minimuma	Indulás	0,029592	0,022347	1,32
erk_mafmin	Minőség minimuma	Érkezés	- 0,033981	0,022365	- 1,52
mafmin	Minőség minimuma	Átlagos	0,005279	0,029892	0,18
ind_mafmean	Minőség átlaga	Indulás	0,229137	0,049011	4,68
erk_mafmean	Minőség átlaga	Érkezés	0,011291	0,050175	0,23
mafmean	Minőség átlaga	Átlagos	0,193782	0,060993	3,18
ind_mafsmean	Minőség súlyozott átlaga	Indulás	0,270162	0,055486	4,87
erk_mafsmean	Minőség súlyozott átlaga	Érkezés	- 0,060290	0,056823	1.06
mafsmean	Minőség súlyozott átlaga	Átlagos	0,178695	0,069147	2.58

Forrás: Saját táblázat

Látható az is, hogy a súlyozott mutató magyarázóereje a legnagyobb. A súlyozás jelentőségét az adja, hogy intuitíve nagyon különböző jelentőségű tényezők szerepelnek a képletben (elsősorban a tisztaság és a tájékoztatás viszonya esetében merül fel ez). A közszolgáltatási szerződés 8. melléklete is rögzít számítási súlyokat, tehát nem tekinti egyelőnek ezek jelentőségét (MÁV-csoport, 2021a). Az egyes minőségi tényezőket a véletlen hatás becslésbe illesztve egyedi együtthatókat számítottam ki, majd ezeket a súlyokat kapták meg a tényezők az átlagolás során, ezeket a 45. táblázatban mutatom be.

45. Táblázat: A MÁF rendszer minőségi statisztikáinak súlyai

Változó	Hely	Súly
Tisztaság	Állomás	0,891
Tájékoztatás	Állomás	0,492
Tisztaság	Vonat	0,967
Tájékoztatás	Vonat	0,199

Forrás: Saját táblázat

4.4 A teljes modell becslési eredményei

A teljes modell összeállításakor az egy-egy témában leginkább szignifikáns és a belső korreláció kockázatát minimalizáló változókat emeltem be a modellbe. A fix hatás becslés eredményei adják vizsgálatom fő következtetéseinek alapját, ezeket a 46. táblázatban mutatom be. A végleges egyenletben a gravitációs modell két alapváltozó mellett összesen tíz magyarázó változó kapott helyet. A természetes-alapú logaritmussal lineárisan becsülhető hatványkitevős panel regresszió együtthatóit leginkább rugalmasságként szokás értelmezni. A Késleltetés változó példáján tehát a korábbi év fogyasztásának 10%-os növekedése a kereslet 2%-os növekedését hozza magával. Százalékban megfogalmazva +21,3%-os rugalmasságról beszélhetünk.

A desztinációpár két érintett településének jövedelmi helyzete 13,9%-os rugalmassággal, pozitívan hat a keresletre. A személygépkocsival való ellátottság negatív hatása kiemelkedően nagy, -58,4%-os szintet mutat. Az üzemanyag áremelkedése kisebb mértékben 5,8%-os szinten járul hozzá a vasúti kereslet növekedéséhez, míg az autózás átlagsebességének növelése (adott desztinációpár mellett) 20,3%-al csökkenti.

46. Táblázat: A komplex keresleti modell becslési eredményei

Változó	Együttható	Standard hiba
In_Népeség _{ind;erk}	1,1800 ***	(0,0874)
In_Távolság _{vasút}	- 0,2662 ***	(0,0165)
In_Késleltetés	0,2129 ***	(0,0022)
In_Jövedelem	0,1391 ***	(0,0031)
In_Gépjárműtulajdon	- 0,5837 ***	(0,0731)
In_Üzemanyag	0,0575 ***	(0,0156)
In_Sebesség _{közút}	- 0,2028 **	(0,1026)
In_Járatszám _{min}	0,0354 ***	(0,0089)
ITF _{átlag}	0,2045 ***	(0,0216)
Motorvonat _{átlag}	0,2351 ***	(0,0146)
In_Indulási_késés _{szórás}	- 0,0101 ***	(0,0024)
Indulási minőség _{súlyozott átlag}	0,3980 ***	(0,0551)
Konstans	- 5,6468 ***	(0,9719)
Megfigyelés	499 590	-
Desztinációpárok száma	104 442	-
Belső R ²	0,0530	-
Teljes R ²	0,3486	-

*** 1%-os szignifikancia szint

** 5%-os szignifikancia szint

Forrás: Saját táblázat

A minőségi adatok vizsgálata – mely a kutatás fő fókuszát adta – érdemi eredményeket hozott. A kínálat minőségének különböző tényezői általában lényeges, szignifikáns hatással vannak a keresletre a modell becslése alapján.

Először a kínálat „kemény” elemeit tekintem át. A járatszám két végállomáson vett minimumának pozitív, szignifikáns, de kis mértékű hatása van keresletre (3,5 %) ha együtt mérjük hatásait az integrált ütemes menetrendi kínálat hatásával (20,4 %). A két tényező összefüggése miatt az ITF nélkül futtatva magasabb kínálati hatás adódik (6,8 %), az összefüggés fordítva is igaz (ITF hatása tisztán: 23,1 %). Ugyanígy rendkívül erős, 23,5 %-os hatást mutatunk ki a korszerű motorvonati járművek adott vonalon való közlekedésére.

A „szoft”, nem előre tervezett minőségi faktorok közül a késésekkel kapcsolatos eredmények szignifikáns és az intuíciónak megfelelő, negatív hatást becsült a modell, ugyanakkor az -1 %-os szint a többi minőségi hatáshoz képest kifejezetten alacsonynak mondható. Itt azonban arra is érdemes figyelni, hogy ha 10 %-os késés hatását vizsgáljuk, akkor ez mutató a természetes alapú logaritmus kalkulációjával -2,3 %-os csökkenést jelez előre, ami ebben a formában már közel sem jelent csekély hatást.

A további minőségi tényezőket – melyek egységes forrásból, a MÁF rendszer adataiból származnak – egy kompozit, súlyozott változóban kezeltem, ez egy kifejezetten erős magyarázó változó 39,8 %-os együtthatóval. Mindez azt jelenti, hogy a MÁF rendszerben elért 10%-os átlagos pontérték-növekedés hatására mintegy 4 %-os növekmény várható az értékesítésben.

Fontos kiemelni, hogy a minőségi adatok esetében milyen mutatók hatnak leginkább a keresletre. A járatszám esetében az indulási és érkezési adat minimuma a meghatározó, az ütemes menetrendnél és a motorvonati hatásnál a kettő átlaga. A késések esetében az indulás előtti késés nagyobb problémát jelent, és a késéseknél fontosabb a késések szórásának hatása. A tisztaság és tájékoztatás komplex minőségi mutatója esetében szintén az indulási érték szerepe a meghatározó.

5 KÖVETKEZTETÉSEK

Kutatásom célja egy olyan keresleti modell összeállítása volt, mely révén lehetőség van a helyettesítés és a minőségi mutatók hatásainak vizsgálatára a magyar vasúti személyszállítási piacon. A kutatás a fizető utasokra vonatkozik, így a 65 év feletti, illetve vasutas dolgozó és ingyenesen utazó vasutas családtagokra nem terjed ki az elemzés. Ez a feltétel összhangban van a vasút közlekedési munkamegosztásban való szerepének növelésére vonatkozó közpolitikai célokkal.

A szakirodalomban szereplő tapasztalatokra és az elérhető adatforrásokra építve sikerült egy olyan adatbázist összeállítanom, amely megfelelően le tudja írni a magyar vasúti személyszállítás iránti keresletet és a bemutatott irodalommal és az intuícióval adott keretek között elfogadható eredményeket hozott. Ezzel lehetővé vált az egyes minőségi, szolgáltatási színvonalbeli tényezők és további, a kereslet alakulását befolyásoló hatások mélyebb elemzése.

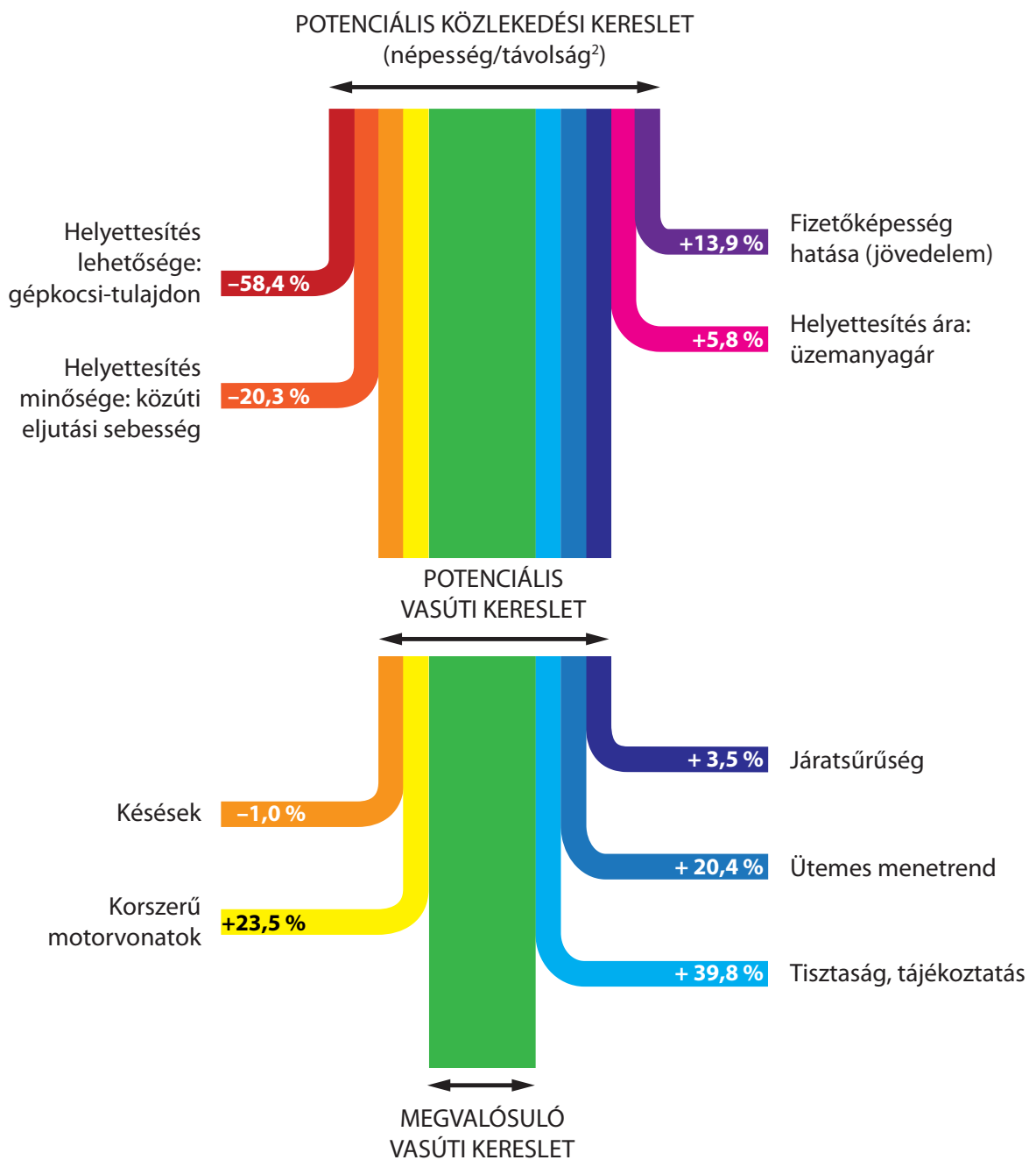
5.1 Az eredmények interpretációja

A kutatás során végzett becslés eredményei alapján a különböző keresleti faktorok hatására és egymáshoz való arányukra vonhatunk le következtetéseket. A becslőfüggvény értelmezése szerint az együtthatók rugalmasságként interpretálhatók. Ezeket az értékeket mutatja be a 26. ábra a modell logikai keretét összefoglaló korábbi ábra szerkezetét követve (lásd 21. ábra).

A keresleti tényezők közül a a gravitációs alapmodell által adott kereteken belül a gazdasági változók közül a települési egy főre jutó jövedelemadó-alap hatása relatíve kisebb: 13,9 %, azonban ezt az értéket azzal együtt érdemes szemlélni, hogy ez már a gépjármű-tulajdonlással kontrollált eset, tehát az indirekt, járműtulajdonon keresztül érvényesülő jövedelmi hatást ez az érték nem tartalmazza. Lényeges még megjegyezni, hogy a gépjármű-helyettesítés többi változója nélkül, tisztán vizsgálva a jövedelmi hatás negatív, – 10 %-os értéket ér el, ami egyértelműen igazolja azt a hipotézist, hogy a vasúti közlekedés ma Magyarországon inferior jellegű szolgáltatásnak mondható.

A modell kimutatta az üzemanyagárak emelkedésének indirekt kereslet-bővítő hatását, azonban ennek alacsony mértéke mutatja azt is, hogy itt egy rugalmatlanabb reakció figyelhető meg, tehát az autóhasználtról való „leszokás” nehezebben megy, a többi, helyettesítésre vonatkozó rugalmasság jelentősen magasabb értéket mutat.

27. ábra: A modell eredményei egységes logikai keretben



Forrás: saját ábra

A módváltás rugalmatlanságára utal késleltetett keresleti változó erős hatása: két város között – minden egyéb tényező változatlansága mellett – nagyobb eséllyel utaznak többen akkor, ha a korábbi időszakban magasabb volt a vasúttal utazók aránya.

Ezeket a hatásokat együtt úgy is interpretálhatjuk, hogy a vasút részesedésének növelését nehezíti az a hatás, hogy ebbe a körbe „nehezebb belépni”: a gépjárműtulajdon nagyon csökkenti a keresletet, az üzemanyagár-növekedés hatása kisebb, a korábbi kereslet – a már vasúton utazók aránya – fontos tényező.

Az eljutási idők vizsgálatánál egyedül az autós eljutás sebessége mutatott érdemi hatást, ez leginkább úgy interpretálható hogy a magasabb átlagsebességek tartományában erősebb az autós helyettesítés szerepe. Ezt a hatást leginkább az autópályák, gyorsforgalmi utak szerepeként lehet értelmezni.

Az idődimenzió más közelítései nem mutattak erős hatást a modellben – ez azt a feltételezést erősíti, hogy a mai utasok nagy része kevésbé érzékeny az eljutási időre, ami mögött meghúzódhat egyedi preferencia is (szubjektív okokból preferálják a vasutat) vagy kényszer (nincs reális helyettesítési lehetőség). Ennek a tényezőnek a pontosabb vizsgálatát nagyban segítené olyan eljutási adatok generálása, amely a tíz éves időszakban zajló változásokat is reprezentálja, az így megjelenő variabilitás révén jóval pontosabban lenne mérhető ezen tényező hatása a panel becslésben.

Az idővel kapcsolatos fenti hipotézissel összecseng, hogy a késések esetében szintén relatíve alacsony súly volt tapasztalható, az együtthatók sosem haladták meg az 1%-os szintet. Itt az adatbázis minősége ugyan jónak mondható, de az állomási átlagok képzése során – korábban már bemutatott – feltételezések miatt elképzelhető, hogy egy pontosabb, jobban kapcsolható adatbázissal más eredmény adódna. Ettől függetlenül egyértelmű, hogy ennek a hatásnak a relatív súlya kisebb más minőségi mutatók mellett. A megvizsgált különböző kalkulációs módszerek azt mutatták meg, hogy a késések abszolút átlagánál fontosabb azok szórása. A 10 percen túli késések arányára vonatkozó becslés az átlagnál jóval fontosabb, a szórást közelítő együtthatókat eredményezett. Az indulási késések hatása a meghatározó.

A menetrendi kínálat esetében az indulási és érkezési járatsűrűség (napi vonatpár darabszám) átlagánál erősebb hatást mutat azok minimuma. Tehát ebben a dimenzióban a minimális szint határozza meg egy utas számára a szolgáltatás értékét. Egyszerű példával: kevés hasznot jelent az utas számára a 30 perces járatsűrűség, ha az útvonala második szakaszán már csak 3 óránként indulnak a vonatok. Ez utóbbi kínálati szűkösség az első szakasz értékét is lerontja.

Az ütemes menetrendre vonatkozó változó többlet-értéket képvisel, hiszen a járatszám mellett jelenik meg a modellben. Az ütemes menetrend érezhető többlethasznót jelent, itt pedig kevésbé lényeges, hogy az utazási lánc egészére kiterjed-e, a minimum helyett itt az indulási és érkezési hely átlagos értéke mutat erősebb hatást. Hasonlóképpen a motorvonatok hatása esetében is az átlagos érték a meghatározó, a hatás pedig a tisztaság után a második legerősebb a minőségi változók között.

A minőség szoft tényezőinek becslése – tisztaság és tájékoztatás – egy nagyon nagy gyakoriságú, rögzített módszertannal készülő, de viszonylag kis szórású értékelési rendszert alkalmazó adatbázisra épül. Ennek ellenére a feltárt hatások jelentősek, és szignifikánsak. A minőség minimumának hatására vonatkozó hipotézis az eredmények alapján nem igazolódott. A minőségi hatások közül feltűnő, hogy az induló állomás hatása jóval magasabb, mint az érkező állomásé. A több tényező átlagára építő becslés leginkább szignifikáns verziója egy olyan súlyozást követ, mely a különböző minőségi mutatók véletlen hatás modellben vett együtthatóira épít.

Összefoglalva tehát a járatszám esetében az indulási és érkezési adat minimuma a meghatározó, az ütemes menetrendnél és a motorvonati hatásnál a kettő átlaga. A késések esetében az indulás előtti késés nagyobb problémát jelent, és a késéseknél fontosabb a késések szórásának hatása. A tisztaság és tájékoztatás komplex minőségi mutatója esetében szintén az indulási érték szerepe a meghatározó.

5.2 A kutatási kérdések értékelése

Az eredmények alapján az előzetesen feltett kutatási kérdésekre az alábbi válaszokat kaptam:

1. Illeszthető-e megfelelő magyarázóerejű modell a vasúti értékesítési adatokra az elérhető adatforrásokra építve?

A feldolgozott adatbázisok összeillesztése révén létrejött komplex modell megfelelő magyarázóerővel bír. További adatforrások bevonásával, egy-egy terület adatminőségének vagy részletezettségének javításával bizonyos részkérdések mélyebb vizsgálatára is használható ez az elemzési keret, de már ezen a szinten is alkalmas következtetések levonására.

2. Milyen hatással vannak a keresletre a helyettesítők, a gazdasági háttérváltozók és a minőségi, színvonalbeli eltérések?

A minőségi tényezők – megfelelően finoman skálázott, és jó minőségben rögzített adatforrások esetén – jelentős hatással vannak a keresletre, azok hatása igazolódott a modellben.

3. Megfigyelhető-e releváns kapcsolat, összefüggés a minőségi faktorok között?

A vasúti kínálat minőségi dimenziói esetében nem volt megfigyelhető a minimális szolgáltatási szint esetleges átlagnál erősebb szerepe, így ez az általános hipotézis nem igazolódott. Ugyanakkor egy-egy minőségi tényezőn belül tapasztalhatóak ilyen hatások, így a becslésben érdemes speciális részmutatókat, vagy képzett értékeket használni, ezeket foglalja össze a 47. táblázat.

47. Táblázat: A minőségi hatások jellegzetességeinek összehasonlítása

Változó	Vonatkozás	Statisztika
Jövedelem	induló és érkező település	átlag
Gépjárműtulajdon	induló és érkező település	átlag
Járatszám	induló és érkező állomás	minimum
Ütemes menetrendi kínálat	induló és érkező állomás	átlag
Motorvonat	induló és érkező állomás	átlag
Késés	induló település	szórás
Tisztaság és tájékoztatás	induló település	súlyozott átlag

Forrás: Saját táblázat

Az eredmények alapján a két kiegészítő kérdés vizsgálata is indokoltnak bizonyult.

4. Milyen policy-implikáció következik a fenti eredményekből?

A közlekedési elméletek szempontjából az eredmények megfelelnek az intuitív várakozásoknak. A részleteket vizsgálva azonban több olyan pont adódik, amelynek közvetlen implikációja is lehet. Mindenek előtt több ponton is látható, hogy a vasúti szolgáltatások iránti kereslet rugalmatlan: ebből az következik hogy egy nagyon tudatos és komplex közlekedésfejlesztésre van szükség ahhoz, hogy az egyébként ökológiai és életminőségbeli szempontból egyértelműen közérdeket jelentő módváltás az egyéni motorizált közlekedésről a vasút irányába megtörténjen. Látni kell, hogy számos faktor finom egyensúlyától függ a kereslet, és egy-egy önmagában álló beavatkozás nem, vagy nem feltétlenül lesz hatásos.

Lényeges kérdés, hogy a vasút mennyire tekinthető ma inferior szolgáltatásnak. Az eredmények kettős következtetésre vezetnek: egyrészt a vasút már nincs abba az alacsonyabb minőségű, nem kívánatos szolgáltatási kategóriába zárva, ahova a rendszerváltás után eljutott. A minőségre érzékeny kereslet és annak egyes elemei azt mutatják, hogy a menetrendi fejlesztések, a korszerű járművek, a tisztább vonatok, fejlődő tájékoztatás valódi hatással van az utazók számára, van minőségorientált része a keresletnek.

Másrészt a rugalmatlanságra utaló jelek rámutatnak, hogy még mindig sokkal kevesebben választják a vasutat azok közül, akik számára más módok is könnyen elérhetőek. Magasan fejlett vasúti szolgáltatások és közlekedéskultúra és persze ökológiai szempontból tudatosabb népesség esetén a gépjármű-tulajdonlásnak például jóval kisebb mértékben kellene magyaráznia a vasúti szolgáltatások iránti kereslet alakulását.

5. Milyen további vizsgálati irányok merülnek fel az eredmények alapján?

A kutatás talán legfontosabb következtetése, hogy az összeállított adatbázis kifejezetten alkalmas a vasúti szolgáltatások iránti kereslet és a szolgáltatás minőségének vizsgálatára. Ilyen nagy adatmennyiséggel már finomabb részletek elemzése is eredményes lehet, így nem csak általános, de részletkérdések megválaszolására is lehetőség nyílik.

Elsősorban az adatforrások nem teljeskörű volta, valamint az összekapcsolási pontok esetében hozott szükségszerű egyszerűsítések mutatják meg a további lehetőségek irányát: érdemi kutatási erőforrásokra építve a további, elérhető adatok bevonásával és az egyszerűsítések nagy részének kiiktatásával, az általam összeállított modellnél jóval pontosabb és részletesebb adatbázis állítható össze.

Emellett a minőségi tényezők esetében a Közszolgáltatási Szerződésben szereplő súlyozások helyett empirikus forrásból használata lenne szükséges, ennek kiváló alapja lenne egy olyan kutatás, amely a fogyasztói preferenciákat méri fel a szoft tényezőkre fókuszálva. A rendszeres, viszonylag szűk fókuszú ügyfélkutatásokat kiegészítve egy egyedi, nagyobb volumenű felméréssel sok olyan kérdésre adható válasz, amely a keresleti adatokkal összekapcsolva jelentősen növelné tudásunkat a vasúti szolgáltatások iránti keresletről, amire építve mód nyílik a hatékony és eredményes közpolitikai beavatkozások megalapozására.

6 HIVATKOZÁSOK JEGYZÉKE

- Adler, N., Pels, E. és Nash, C. (2010) „High-speed rail and air transport competition: Game engineering as tool for cost-benefit analysis”, *Transportation Research Part B: Methodological*. Elsevier Ltd, 44(7), o. 812–833. doi: 10.1016/j.trb.2010.01.001.
- Ahern, A. A. és Tapley, N. (2008) „The use of stated preference techniques to model modal choices on interurban trips in Ireland”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 42(1), o. 15–27. doi: 10.1016/j.tra.2007.06.005.
- Allianz pro Schiene (2007) *Város, vidék, vasút. Kötőtpályás megoldások a regionális közlekedésben: 16 sikeres példa*. Berlin. Elérhető: https://www.allianz-pro-schiene.de/wp-content/uploads/2015/09/allianz_pro_schiene_stadtlandschiene_ungarische_version_3A_uflage.pdf (Elérés: 2017. augusztus 10.).
- Anderson, J. E. (2011) „The Gravity Model”, *Annual Review of Economics*, 3(1), o. 133–160. doi: 10.1146/annurev-economics-111809-125114.
- Andrés López-Pita, F. R. (2005) „Impact of High-Speed Lines in Relation to Very High Frequency Air Services.pdf”, *Journal of Public Transportation*, 8(2), o. 17–35. Elérhető: http://www.nctr.usf.edu/jpt/pdf/JPT_8-2_Lopez-Pita_Robuste.pdf.
- Ashiabor, S., Baik, H. és Trani, A. (2007) „Logit Models for Forecasting Nationwide Intercity Travel Demand in the United States”, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2007, o. 1–12. doi: 10.3141/2007-01.
- Balácsi, L. és mtsai. (2014) „A közgazdasági adatforradalom és a panelökonometria”, *Közgazdasági Szemle*, 61(11), o. 1319—1340. Elérhető: <http://www.kszemle.hu/tartalom/cikk.php?id=1515>.
- Barrow, K. (2018) *Ten years, 27,000km: China celebrates a decade of high-speed*, *International Railway Journal*. Elérhető: <https://www.railjournal.com/passenger/high-speed/ten-years-27000km-china-celebrates-a-decade-of-high-speed> (Elérés: 2018. szeptember 12.).
- Békés, G. és Kézdi, G. (2021) *Data Analysis for Business, Economics, and Policy*. Cambridge University Press. doi: 10.1017/9781108591102.
- Bel, G. (1997) „Changes in travel time across modes and its impact on the demand for inter-urban rail travel”, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 33(1), o. 43–52. doi: 10.1016/S1366-5545(96)00004-X.

BKK (2021) *Jegyek és bérletek*. Elérhető: <https://bkk.hu/jegyek-es-berletek/arak/> (Elérés: 2021. augusztus 21.).

Bode, M. és mtsai. (2018) *Special Report*. Elérhető: https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR18_19/SR_HIGH_SPEED_RAIL_EN.pdf (Elérés: 2019. december 21.).

Brand, D. és mtsai. (1992) „Forecasting High-Speed Rail Ridership”, *Transportation Research Record*, (1341), o. 12–18.

Brons, M., Givoni, M. és Rietveld, P. (2009) „Access to railway stations and its potential in increasing rail use”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. Elsevier Ltd, 43(2), o. 136–149. doi: 10.1016/j.tra.2008.08.002.

Budapest Fejlesztési Központ (2020) *Budapesti Agglomerációs Vasúti Stratégia*. Elérhető: https://budapestvasut2040.hu/wp-content/uploads/2021/01/Strategia.pdf?utm_source=pestbuda&utm_medium=link&utm_campaign=pestbuda_202106.

Button, K. (2006) „Transportation Economics: Some Developments Over the Past 30 Years”, *Transportation Research*, 45(2), o. 7–30.

Cadarso, L. és mtsai. (2017) „Integrated Airline Scheduling: Considering Competition Effects and the Entry of the High Speed Rail”, *Transportation Science*. INFORMS , 51(1), o. 132–154. doi: 10.1287/trsc.2015.0617.

Cavana, R. Y., Corbett, L. M. és lo, Y. L. G. (2007) „Developing zones of tolerance for managing passenger rail service quality”, *International Journal of Quality & Reliability Management*, 24(1), o. 7–31. doi: 10.1108/02656710710720303.

Centre for Aviation (2011) *A decade of change for the global airline industry: A new and altered reality in the rankings*. Elérhető: <https://centreforaviation.com/analysis/reports/a-decade-of-change-for-the-global-airline-industry-a-new-and-altered-reality-in-the-rankings-55209> (Elérés: 2019. január 19.).

Chang, Y. H., Yeh, C. H. és Shen, C. C. (2000) „A multiobjective model for passenger train services planning: Application to Taiwan’s high-speed rail line”, *Transportation Research Part B: Methodological*, 34(2), o. 91–106. doi: 10.1016/S0191-2615(99)00013-2.

Clewwell, R. R., Sussman, J. M. és Balakrishnan, H. (2014) „The impact of high-speed rail and low-cost carriers on European air passenger traffic”, *Transport Policy*. Elsevier, 33, o. 136–143. doi: 10.1016/j.tranpol.2014.01.015.

Cohen, G. S., Erlbaum, N. S. és Hartgen, D. T. (1978) „Intercity Rail Travel Models”, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (673), o. pp 21-25.

LA CoMotion (2017) *User-Experience & the Future of Public Transit*. Elérhető: <https://www.lacomotion.com/archives/2840> (Elérés: 2019. január 9.).

Connolly, K. (2018) ‘We are becoming a joke’: Germans turn on Deutsche Bahn, *The Guardian*. Elérhető: <https://www.theguardian.com/world/2018/dec/20/trains-on-time-germans-deutsche-bahn-railway> (Elérés: 2018. december 21.).

coonan, clifford (2011) *Outrage at Wenzhou disaster pushes China to suspend bullet train project* | *The Independent*. Elérhető: <https://www.independent.co.uk/news/world/asia/outrage-at-wenzhou-disaster-pushes-china-to-suspend-bullet-train-project-2336254.html> (Elérés: 2019. január 12.).

Dai, T. és Jin, F. (2008) „Spatial interaction and network structure evolvment of cities in terms of China’s rail passenger flows”, *Chinese Geographical Science*, 18(3), o. 206–213. doi: 10.1007/s11769-008-0206-2.

Debrezion, G., Pels, E. és Rietveld, P. (2009) „Modelling the joint access mode and railway station choice”, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 45(1), o. 270–283. doi: 10.1016/j.tre.2008.07.001.

delpestibusz.hu (2021) *Jegyarchívum*. Elérhető: <http://www.delpestibusz.hu/jegyb.html#gyvas> (Elérés: 2021. augusztus 10.).

Deutsche Bahn (2018) *Flinkster Carsharing* | *Deutsche Bahn Connect*. Elérhető: https://www.deutschebahnconnect.com/en/mobilitaetskonzepte/carsharing/flinkster_carsharing (Elérés: 2018. december 19.).

Diaconu, L. (2012) „The Evolution of the European Low-cost Airlines’Business Models. Ryanair Case Study”, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 62, o. 342–346. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.09.054.

Douglas Economics (2006) *Value and Demand Effect of Rail Service Attributes*.

Duranton, S. és mtsai. (2017) *The 2017 European Railway Performance Index*, BCG. Elérhető: <https://www.bcg.com/publications/2017/transportation-travel-tourism-2017-european-railway-performance-index.aspx> (Elérés: 2018. január 19.).

Eboli, L. és Mazzulla, G. (2015) „Relationships between rail passengers’ satisfaction and service quality: a framework for identifying key service factors”, *Public Transport*, 7(2), o. 185–

201. doi: 10.1007/s12469-014-0096-x.

Édes, B. (2019) „Egy hálózatos iparág élő hálózatok nélkül. Miért múlt századi az ügyfélélmény a magyar közösségi közlekedési rendszerben, és mit lehetne tanulni más iparágaktól?”, *Vezetéstudomány / Budapest Management Review*, 50(9), o. 81–94. doi: 10.14267/VEZTUD.2019.09.08.

Édes, B., Gerhardt, E. és Micski, J. (2011) „A liberalizáció első időszakának versenyszempontú értékelése a magyar asúti teherszállítási piacon”, in *Verseny és Szabályozás*. Budapest. Elérhető: http://old.mtakti.hu/file/download/vesz2011/vasuti_teher.pdf (Elérés: 2019. január 19.).

European Commission (1992) *The Future Development Of The Common Transport Policy*. Elérhető: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=COM%3A1992%3A0494%3AFIN> (Elérés: 2021. augusztus 1.).

European Commission (1996) *White Paper: A STRATEGY FOR REVITALISING THE COMMUNITY'S RAILWAYS* CONTENTS. Elérhető: http://europa.eu/documents/comm/white_papers/pdf/com96_421_en.pdf (Elérés: 2019. január 19.).

European Commission (2018) *Multimodal Sustainable Transport: which role for the internalisation of external costs?* Elérhető: <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/2018-year-multimodality-external-costs-note.pdf> (Elérés: 2019. január 10.).

European Union, A. for R. (2016) *Big data in railways*. Elérhető: https://www.era.europa.eu/sites/default/files/activities/docs/cor_big_data_en.pdf (Elérés: 2019. január 20.).

Fleischer, T. (2006) „A vasúti pályaudvarok új szerepe a kibővített”, *Európai Tükör*, 11(5), o. 53–63. Elérhető: http://www.vki.hu/~tfleisch/PDF/pdf06/fleischer_vasutallomas_eutukor06-5.pdf.

Global Railway Review (2018) *Barcelona-Madrid high-speed line has more than 85 million passengers*. Elérhető: <https://www.globalrailwayreview.com/news/66620/barcelona-madrid-85-million-passengers/> (Elérés: 2018. december 13.).

Google (2021a) *Distance Matrix Service*. Elérhető: <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/distancematrix> (Elérés: 2021. július 15.).

Google (2021b) *Googlemaps utazástervező*. Elérhető: <https://www.google.com/maps/dir/budapest/Zalaegerszeg/@46.9878181,17.4111407,9z/am=t/data=!4m17!4m16!1m5!1m1!1s0x4741c334d1d4cfc9:0x400c4290c1e1160!2m2!1d19.040235!2d47.497912!1m5!1m1!1s0x47692817e6d34a01:0x400c4290c1e1250!2m2!1d16.8416322!2d46.8416936!2m> (Elérés: 2021. augusztus 10.).

GYSEV (2018) *Éves jelentés 2017*. Elérhető: https://www2.gysev.hu/sites/gysev/files/atoms/files/gysev_eves_jelentes_web_oldalparban_175x251.pdf (Elérés: 2019. január 11.).

Hansson, T., Ringbeck, J. és Franke, M. (2003) „Flight for Survival: A New Business Model for the Airline Industry”, *Strategy+Business*. Elérhető: <https://www.strategy-business.com/article/21966?gko=6e1b2> (Elérés: 2019. január 19.).

Holmid, S. (2005) „INTERACTION DESIGN AND SERVICE DESIGN: EXPANDING A COMPARISON OF DESIGN DISCIPLINES.”, in *Nordic design research conference*. Nordic Design Research. Elérhető: <http://www.nordes.org/opj/index.php/n13/article/view/157/140> (Elérés: 2019. január 19.).

Homolya, R. (2018) *A magyar vasút jelene és jövője*. Elérhető: http://binx.ktenet.hu/rendezvenyek/tagozati/2018-11-13-15_KeT_iiMKK/eloadasok/Plenaris-este/HomolyaRobert.pdf (Elérés: 2018. december 11.).

Hörcher, D. (2021) *Száguldó magyar szupervonat: közlekedéspolitikai reneszánsz vagy totális aránytévesztés? – Válasz Online, Száguldó magyar szupervonat: közlekedéspolitikai reneszánsz vagy totális aránytévesztés?* Elérhető: <https://www.valaszonline.hu/2021/07/15/horcher-daniel-nsv-vasut-fejleszt-es-terv-velemeny/> (Elérés: 2021. augusztus 26.).

iho.hu (2009) *MAEF – A gépi jegykiadás története*. Elérhető: <http://iho.hu/hir/maef> (Elérés: 2018. december 10.).

Independent.ie (2018) „Ryanair doubles the price of standard seat selection - »It's your choice«”. Elérhető: <https://www.independent.ie/life/travel/travel-news/ryanair-doubles-the-price-of-standard-seat-selection-its-your-choice-36738777.html> (Elérés: 2018. november 19.).

Index.hu (2015) „Index - Belföld - Láttá már az ország legocsmányabb vasútállomását? Megmutatjuk!” Elérhető: https://index.hu/belfold/2015/07/21/latta_mar_az_orzag_legocsmanyabb_vasutallomasa_t_megmutatjuk/ (Elérés: 2018. december 19.).

itf.hu (2008) *itf.hu - Integrált ütemes menetrend (ITF)*. Elérhető: <http://www.itf.hu/index.php/alapfogalmak/integralt-uetemes-menetrend-itf> (Elérés: 2019. január 9.).

itf.hu (2016) *itf.hu - 12 éve indult el az első, integrált ütemes menetrend Magyarországon*. Elérhető: <http://www.itf.hu/index.php/cikk/109-12-eve-indult-el-az-első-integralt-uetemes-menetrend-magyarorszagon> (Elérés: 2019. január 9.).

Jaffe, E. (2012) *Does Light Rail Really Alleviate Highway Congestion?* - CityLab. Elérhető: <https://www.citylab.com/transportation/2012/02/does-light-rail-really-alleviate-highway-congestion/1358/> (Elérés: 2019. január 19.).

Janic, M. (2003) „High-speed rail and air passenger transport: A comparison of the operational environmental performance”, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit*, 217(4), o. 259–269. doi: 10.1243/095440903322712865.

Jones, I. S. és Nichols, A. J. (1983) „The Demand for Inter-City Rail Travel in the United Kingdom: Some Evidence”, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 17(No. 2 (May, 1983)), o. 133–153.

de Jong, E. (2017) „Lessons of liberalisation: How do Britain’s railways really compare with others in Europe? - Global Railway Review”. Elérhető: <https://www.globalrailwayreview.com/article/32888/lessons-liberalisation-britains-railways-re-ally-compare-others-europe/> (Elérés: 2019. január 19.).

Közlekedő Tömeg Egyesület (2018) *Turista legyen a talpán, aki nálunk vonatozni akar - Közlekedő Tömeg*. Elérhető: https://kozlekedotomeg.blog.hu/2018/01/06/turista_legyen_a_talpan_aki_nalunk_vonatozni_akar (Elérés: 2018. március 2.).

KSH (2021) *KSH stadat rendszer*. Elérhető: https://www.ksh.hu/stadat_files/ara/hu/ara0004.html (Elérés: 2021. augusztus 1.).

KTI (2021) *Trendek, Trendek Közlekedéstudományi Intézet*. Elérhető: <http://www.kti.hu/trend-kti/> (Elérés: 2019. január 19.).

Kuo, C. és Tang, M. (2013) „Relationships among service quality, corporate image, customer satisfaction, and behavioral intention for the elderly in high speed rail services”, *JOURNAL OF ADVANCED TRANSPORTATION*, 47, o. 515–525.

Kwitny, J. (1981) „The Great Transportation Conspiracy”, *Harper’s Magazine*, 262(1569), o. 14–

21.

Lalive, R., Luechinger, S. és Schmutzler, A. (2013) „Does Supporting Passenger Railways Reduce Road Traffic Externalities?” Elérhető: <http://www.econ.uzh.ch/static/wp/econwp110.pdf> (Elérés: 2019. január 19.).

Litman, T. (2008) „Valuing Transit Service Quality Improvements”, *Journal of Public Transportation*, 11(2), o. 43–64. doi: 10.5038/2375-0901.11.2.3.

Litman, T. (2013) „Transport Elasticities : Impacts on Travel Behaviour”, *Sustainable Urban Transport Technical Document #11*, o. 1–40. Elérhető: http://www.sutp.org/files/contents/documents/resources/B_Technical-Documents/GIZ_SUTP_TD11_Transport-Elasticities_EN.pdf.

Liu, Y. és mtsai. (2014) „Uncovering patterns of inter-urban trip and spatial interaction from social media check-in data”, *PLoS ONE*, 9(1). doi: 10.1371/journal.pone.0086026.

Luk, G. (2017) „Why Doesn't The United States Have High-Speed Bullet Trains Like Europe And Asia?”, *Forbes*. Elérhető: <https://www.forbes.com/sites/quora/2017/03/11/why-doesnt-the-united-states-have-high-speed-bullet-trains-like-europe-and-asia/#7ff59bacc080> (Elérés: 2018. május 19.).

Lythgoe, W., Wardman, M. és Toner, J. (2004) „Enhancing rail passenger demand models to examine station choice and access to the rail network”, in *European Transport Conference*, o. 4–6. doi: 10.1038/nclimate2153.

Martín, J. C. és Nombela, G. (2007) „Microeconomic impacts of investments in high speed trains in Spain”, *Annals of Regional Science*, 41(3), o. 715–733. doi: 10.1007/s00168-007-0116-8.

MÁV-csoport (2017) *Új kedvezmények is érkeznek az új vasúti menetrenddel*. Elérhető: <https://www.mavcsoport.hu/mav-start/belfoldi-utazas-nemzetkozi-utazas/uj-kedvezmenyek-erkeznek-uj-vasuti-menetrenddel> (Elérés: 2021. július 10.).

MÁV-csoport (2021a) *2014-2023 évi vasúti személyszállítási közszolgáltatási szerződés*. Elérhető: <https://www.mavcsoport.hu/mav-start/dokumentumok/2014-2023-evi-vasuti-szemelyszallitasi-kozszolgaltatasi-szerzodes-es> (Elérés: 2021. július 10.).

MÁV-csoport (2021b) *MÁV-csoport összevont (konszolidált) éves beszámoló 2020. december 31.* Elérhető: https://www.mavcsoport.hu/sites/default/files/upload/page/mav_konszolidalt_eves_beszamolo_2020.pdf.

MÁV-START (2014) *Rövidebb menetidő + több vonat = vonzó szolgáltatás, növekvő utasszám.*

Elérhető: <https://www.mavcsoport.hu/mav/rovidebb-menetido-tobb-vonat-vonzo-szolgalattas-novekvo-utasszam> (Elérés: 2021. augusztus 2.).

MÁV-START (2018a) *A MÁV-START VASÚTI SZEMÉLYSZÁLLÍTÓ ZÁRTKÖRŰEN MŰKÖDŐ RÉSZVÉNYTÁRSASÁG SZEMÉLYSZÁLLÍTÁSI ÜZLETSZABÁLYZATA.* Elérhető:

https://www.mavcsoport.hu/sites/default/files/upload/page/a_mav-start_szemelyszallitasi_uzletszabalyzata_6_mod._181206.pdf (Elérés: 2019. május 23.).

MÁV-START (2018b) *Belföldi közforgalmú menetrend.*

MÁV (2018) *Üzemeltetés támogató szoftver adattárház kiépítése MS Power BI alapokon | MÁV-csoport.* Elérhető: <https://www.mavcsoport.hu/mav-csoport/beszerzesi-hirdetmenyek/uzemeltetes-tamogato-szoftver-adattarhaz-kiepitese-ms-power-bi>

(Elérés: 2018. december 19.).

McFadden, D. (1974) „The Measurement of Urban Travel Demand”, *Journal of Public Economics* 3, o. 303-328.

Mihályi, P. (2004) „Szempontok a magyar vasút távlati stratégiájának kidolgozásához, I. és II. rész”, *Közlekedéstudományi Szemle*, 54.(9-10.), o. 322-336., 362-367.

Mobility (2021) *The Mobility Cooperative.* Elérhető: <https://www.mobility.ch/en/mobility-cooperative> (Elérés: 2021. augusztus 20.).

MTA KRTK (2021) *KSH területi-statisztikai rendszer.* Elérhető: <https://adatbank.krtk.mta.hu/ksh-teruleti-statisztika-t-star/> (Elérés: 2021. július 13.).

NASA (2001) *SATS: A bold vision NASA-led technology development aimed at increasing mobility, access for smaller communities.* Elérhető: www.nasa.gov/centers/langley/news/factsheets/SATS.html.

Nathanail, E. (2008) „Measuring the quality of service for passengers on the hellenic railways”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 42(1), o. 48–66. doi: 10.1016/j.tra.2007.06.006.

Nohe, S. (2017) *TriRail... try a little harder. UX research on south Florida's train.* Elérhető: <https://medium.com/@sarahnohe/trirail-try-a-little-harder-rethinking-the-south-florida-train-experience-b47b153cfa05> (Elérés: 2018. december 13.).

Norman, D., Miller, J. és Henderson, A. (1995) „What you see, some of what's in the future, and how we go about doing it”, in *Conference companion on Human factors in computing systems - CHI '95*. New York, New York, USA: ACM Press, o. 155. doi: 10.1145/223355.223477.

ORR (2018) *Passenger Rail Usage: Quality and Methodology Report*. Elérhető: <http://www.statisticsauthority.gov.uk/assessment/code-of-practice/index.html> (Elérés: 2018. december 12.).

Oum, T. H., Waters II, W. G. és Yong, J. S. (1990) „A survey of recent estimates of price elasticities of demand for transport”, *World Bank Working Papers*, o. 1. Elérhető: <http://documents.worldbank.org/curated/en/573201468766481035/A-survey-of-recent-estimates-of-price-elasticities-of-demand-for-transport> (Elérés: 2019. január 12.).

Outwater, M. és mtsai. (2010) „www.econstor.eu”, *Journal of Choice Modelling*, 3(1), o. 58–83.

Owen, A. D. és Phillips, G. D. . (1987) „The Characteristics of Railway Passenger Demand. An Econometric Investigation”, *Journal of Transport Economics and Policy*, 21(3), o. 231–253. doi: 10.2307/20052820.

Paulley, N. és mtsai. (2006) „The demand for public transport: The effects of fares, quality of service, income and car ownership”, *Transport Policy*, 13(4), o. 295–306. doi: 10.1016/j.tranpol.2005.12.004.

Petőfi, S. (1847) *Petőfi Sándor: VASUTON | Verstár - ötven költő összes verse | Kézikönyvtár*. Elérhető: <https://www.arcanum.hu/hu/online-kiadvanyok/Verstar-verstar-otven-kolto-osszes-verse-2/petofi-sandor-DFB2/1847-EFBB/vasuton-F5F3/> (Elérés: 2018. október 11.).

Rahaman, K. R. és Rahaman, A. (2009) „SERVICE QUALITY ATTRIBUTES AFFECTING THE SATISFACTION OF RAILWAY”, 4(3), o. 115–125.

retronom.hu (2021) *retronom.hu*. Elérhető: <http://retronom.hu/node/6510> (Elérés: 2021. augusztus 10.).

Rozycki, C. von, Koeser, H. és Schwarz, H. (2003) „Ecology profile of the german high-speed rail passenger transport system, ICE”, *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 8(2), o. 83–91. doi: 10.1007/BF02978431.

de Rus, G. (1990) „Public Transport Demand Elasticities in Spain”, *Journal of Transport Economics and Policy*, 24(2), o. 189–201. Elérhető: <http://www.jstor.org/stable/20052917>.

Smart Rail World (2017) *Taiwan's high-speed rail ten years on*. Elérhető: <https://www.smartrailworld.com/taiwans-high-speed-rail-ten-years-on> (Elérés: 2019. január 12.).

Swisspass (2021) *SwissPass Plus Partners*. Elérhető: https://www.swisspass.ch/plus/partner?category=cat_auto (Elérés: 2021. augusztus 20.).

Thakuriah, P. és mtsai. (2010) „Estimation of the Demand for Inter-City Travel - Issues with

Using the American Travel Survey”, *Transportation Research E-Circular*, E-C026(Personal Travel: The Long and Short of It), o. 255–269.

The Economist (2018) „Why Europe’s train network needs more, not less, competition - Free the rails”. Elérhető: <https://www.economist.com/leaders/2018/06/30/why-europes-train-network-needs-more-not-less-competition> (Elérés: 2018. november 19.).

The High Line (2018) *History | The High Line*. Elérhető: <https://www.thehighline.org/history/> (Elérés: 2018. december 19.).

The Wall Street Journal (2017) *How Budget Carriers Transformed the Airline Industry—in 14 Charts - WSJ*. Elérhető: <https://www.wsj.com/articles/how-budget-carriers-transformed-the-airline-industryin-14-charts-1503501624> (Elérés: 2019. január 3.).

Topham, G. (2017) *Rail services lost under 1960s Beeching cuts may reopen*. Elérhető: <http://www.theguardian.com/business/2017/nov/28/uk-rail-services-lost-beeching-cuts-could-reopen-chris-grayling> (Elérés: 2018. november 24.).

vasutallomasok.hu (2011) *Vasútállomások.hu - Balatonfőkajár felső*. Elérhető: <http://www.vasutallomasok.hu/allomas.php?az=blff> (Elérés: 2018. október 18.).

Vitézy, D. (2014) „A fővárosi közlekedésfejlesztés eredményei”, in *A városi közlekedés aktuális kérdései*. Balatonföldvár. Elérhető: https://bkk.hu/wp-content/uploads/2014/09/KTE_Balatonfenyves_VD_20140811.pdf (Elérés: 2019. december 19.).

VOR (2021) *Verkehrsverbund Ostregion - Über Uns*. Elérhető: <https://www.vor.at/ueber-uns/> (Elérés: 2021. augusztus 10.).

Walker, J. (2017) *The Dangers of Elite Projection — Human Transit*. Elérhető: https://humantransit.org/2017/07/the-dangers-of-elite-projection.html?fbclid=IwAR01hwnrpm8whEDrxq3kTc_k-9pWD3EiSJIRcjj4z0HyLQDVY6q-Ny-Vfcc (Elérés: 2019. január 12.).

Wardman, M. (1994) „Forecasting the Impact of Service Quality Changes on the Demand for Interurban Rail Travel”, *Journal of Transport Economics and Policy*, 28(3), o. 287–306. doi: 10.1007/s00330-006-0309-z.

Wardman, M. (2001) „A review of British evidence on time and service quality valuations”, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 37(2–3), o. 107–128. doi: 10.1016/S1366-5545(00)00012-0.

Wardman, M. (2006) „Demand for rail travel and the effects of external factors”,

Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 42(3), o. 129–148. doi: 10.1016/j.tre.2004.07.003.

Wardman, M., Lythgoe, W. és Whelan, G. (2007) „Rail Passenger Demand Forecasting: Cross-Sectional Models Revisited”, *Research in Transportation Economics*, 20(07), o. 119–152. doi: 10.1016/S0739-8859(07)20005-8.

Wardman, M. és Whelan, G. (2011) „Twenty years of rail crowding valuation studies: Evidence and lessons from British experience”, *Transport Reviews*, 31(3), o. 379–398. doi: 10.1080/01441647.2010.519127.

Webster, F.V., Bly, P. H. (Eds. . (1980) *The Demand for Public Transport. Report of an International Collaborative Study*. Crowthorne, Berkshire.: Transport and Road Research Laboratory.

Whimapp (2021) *How it works*. Elérhető: <https://whimapp.com/helsinki/en/how-it-works/> (Elérés: 2021. augusztus 30.).

Wikimedia.org (2009) *wikimedia médiatár*. Elérhető: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vonatjegy,_MÁV,_Kaposvár-Szeged,_2009.08.31.jpg (Elérés: 2021. augusztus 30.).

wikipedia.org (2021a) *MÁV Magyar Államvasutak Zrt.* Elérhető: https://hu.wikipedia.org/wiki/MÁV_Magyar_Államvasutak_Zrt. (Elérés: 2021. augusztus 2.).

wikipedia.org (2021b) *Regisztrációs jegy*. Elérhető: https://hu.wikipedia.org/wiki/Regisztrációs_jegy (Elérés: 2021. augusztus 10.).

wikipedia.org (2021c) *Wikipédia: Stadler Flirt*. Elérhető: https://hu.wikipedia.org/wiki/Stadler_FLIRT (Elérés: 2021. július 5.).

Wolmar, C. (2018) *How Britain's Colonial Railways Transformed India*. Elérhető: <https://reconnectingasia.csis.org/analysis/entries/how-britians-colonial-railways-transformed-india/%0Ahttp://files/252/how-britians-colonial-railways-transformed-india.html> (Elérés: 2018. június 12.).

Wright, R. (2016) „New York tram stages an unlikely comeback | Financial Times”. Elérhető: <https://www.ft.com/content/133c1c58-cb5c-11e5-a8ef-ea66e967dd44> (Elérés: 2019. január 19.).

ZüriMobil (2021) *Entdecken Sie mit ZüriMobil das Mobilitätsangebot von Zürich*. Elérhető: <https://www.stadt-zuerich.ch/site/zuerimobil/de/index.html> (Elérés: 2021. augusztus 20.).

