



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar

Közlekedésgazdasági Tanszék

Körzetek közötti mobilitási mutatók vizsgálata Randers (Dánia) városi közlekedésében – a hazai adaptáció lehetőségének vizsgálata

TDK dolgozat

Készítette: Hörcher Dániel, közlekedésmérnöki szak (BSc)

Konzulens: Nagy Zoltán

2011. november

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	3
2. Dániai adatfelvétel szervezése és végrehajtása	4
2.1. Randers városa a dán közlekedési rendszerben	4
2.1.1. A dán városi buszközlekedés szervezeti és közlekedéspolitikai háttere	4
2.1.2. Randers földrajzi és társadalmi adottságai	6
2.1.3. Randers városi buszhálózata	8
2.2. A dániai adatfelvétel szervezése és végrehajtása	11
2.2.1. Dán statisztikai adatsor munkahelyi és iskolai nyilvántartás alapján	11
2.2.2. A kérdőívek leírása	12
2.2.3. Az adatgyűjtés módja, időtartama, eredményessége	14
2.3. Az adatfelvétel hibáinak azonosítása	14
2.3.1. Utazási szokások a kérdőíves felmérés alapján	15
2.3.2. Téves válaszadások átszálló utasok esetében	17
3. Mért adatok értékelő elemzése	18
3.1. Körzetfelosztás Randers esetében	18
3.2. Körzetek közötti általános mobilitási mutatók	20
3.3. Körzetek közötti mobilitás a buszhálózaton belül	22
3.4. Fajlagos értékekre konvertált mobilitási mátrixok	24
3.5. Az eredmények gyakorlati alkalmazása	27
3.5.1. Javaslattétel a buszhálózat bővítésére	27
3.5.2. Fonódó buszhálózat vizsgálata	29
4. A módszertan hazai adaptációjának lehetőségei	32
4.1. Általános mobilitási mutatók	32
4.2. Kérdőíves felmérés	34
4.3. Alkalmi, nem ingázó utazások kezelése	35
5. Összefoglalás - konklúzió	37
Irodalomjegyzék	39
Köszönetnyilvánítás	39

1. Bevezetés

A TDK dolgozat elkészítését megelőzően 2011 augusztusában és szeptemberében négyhetes szakmai gyakorlaton vettem részt a dániai Aarhusban, ahol a JA Rådgivning APS közlekedési tanácsadó cég irodájában dolgoztam. A szakmai gyakorlat feladata egy tanulmány megírása volt, amit a regionális közösségi közlekedési hivatal, a Midttrafik rendelt meg. A tanulmány Randers városának autóbussz-közlekedésére koncentrált; a rendelkezésre álló statisztikai adatokra támaszkodva és azt egy saját kérdőíves felméréssel kiegészítve a jelenlegi buszhálózat minősítését kellett elvégezni. A tanulmánynak ki kellett térnie a hálózat továbbfejlesztésének potenciális lehetőségeire rövidtávú operatív intézkedések és hosszabb távú befektetések tekintetében egyaránt.

A tanulmány elkészítése során a szakmai gyakorlati konzulensem (Jesper Andersen, a JA Rådgivning APS ügyvezető igazgatója) önálló módszertant dolgoztunk ki a buszhálózat körzetek közötti teljesítményének értékelésére. A módszertan lényege, hogy elkészítettük a Dán Statisztikai Hivatal által körzetek közötti mobilitási mutatóinak megfelelőjét a buszhálózatra is, azonos körzetfelosztás mellett. A két adatsort összehasonlítva kiderül, hogy a város mely körzetei között teljesít az átlagos mobilitási igényeknél jobban az autóbussz-szolgáltatás és mely zónapárok esetében érdemes fejlesztések útján javítani a szolgáltatás színvonalán.

A szakmai gyakorlat jelentős része a statisztikai adatfelvétel teljes megszervezéséből és végrehajtásából állt a kérdőívek összeállításától, a beérkezett űrlapok digitalizálásán át egészen kiértékelésükig. Az adatok feldolgozásához a Ramboll Management Consulting statisztikai szoftverét, a SurveyXact-ot használtuk. A gyakorlat fennmaradó része a Midttrafik és Randers önkormányzatának illetékeseivel folytatott személyes konzultációval, valamint a tanulmány megírásával telt. Végeredményként elkészült egy 35 oldalas angol nyelvű dokumentum, ami a mobilitási mátrixok elemzése mellett egy fejlesztési javaslatot is tartalmaz. A tanulmányt 2011 szeptemberének végén kapott kézhez a megrendelő Midttrafik.

Jelen dolgozat célja a dániai szakmai gyakorlat tapasztalatainak összefoglalása, a buszhálózat értékeléséhez használt statisztikai módszertan ismertetése, továbbgondolása és hazai adaptációjának vizsgálata.

Dolgozatom három fő fejezetből épül fel. Először a helyszíni adatfelvétel, a kérdőíves felmérés szervezésével és végrehajtásával kapcsolatos részletek tárgyalom. Ezt követően a mért adatok statisztikai elemzésével illusztrálom a módszertan működését és gyakorlati alkalmazását. A dolgozat harmadik fő fejezete a módszertan hazai adaptációjának lehetőségeit vizsgálja, javaslatot téve a megvalósításhoz szükséges új statisztikai adatgyűjtési módszerre.

2. Dániai adatfelvétel szervezése és végrehajtása

A TDK dolgozat fő csapásvonalát jelentő statisztikai módszertan ismertetése előtt a következő fejezetek betekintést nyújtanak a módszertan első alkalmazási területének tekinthető dániai város buszhálózatának felépítésébe és működési környezetébe.

2.1. Randers városa a dán közlekedési rendszerben

A következő alfejezetek először Dánia közlekedési rendszerének legfontosabb jellemzőit mutatják be, ezt követően a vizsgálat helyszínéül szolgáló kisváros, Randers földrajzi, társadalmi és közösségi közlekedési jellemzőit ismertetik.

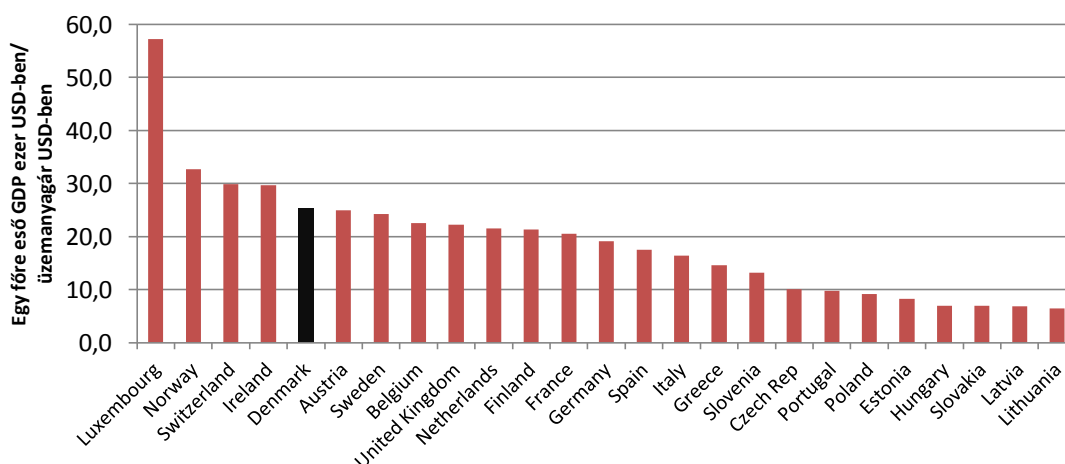
2.1.1. A dán városi buszközlekedés szervezeti és közlekedéspolitikai háttere

Dánia az Európai Unió ötödik leggazdagabb tagországa; egy főre jutó nemzeti összterméke 42 ezer euró, ami bő négyszerese a magyarországi statisztikának. Községi közlekedési rendszerét tekintve azonban rendkívül felemás a kép, elsősorban a földrajzi adottságoknak köszönhetően.

Koppenhága és az ország keleti, Fyn és Sjælland szigetén (ejtsd: fún és szjelland) elterülő fele valóban a közlekedésfejlesztés mintájának tekinthető. Koppenhága – 1,2 millió fős lakossága ellenére – máig megőrizte barátságos, emberi léptékű arculatát. Az ország többi részéhez képest viszonylag nagy a népsűrűsége; a közlekedési munkamegosztásban komoly szerepet kap az elővárosi vasút, a külvárosi régiókban a ráhordó szerepet betöltő autóbusz, sűrű belvárosában pedig a kerékpár és a gyaloglás.

Nyugaton, a Jütland-félszigeten azonban komoly lemaradással küzd a közösségi közlekedés, noha a térség gazdasági szempontból az ország leggyorsabban fejlődő régiójának tekinthető.

Míg Koppenhága környezettudatos és fenntartható közlekedéséről híres világszerte, addig Jütlandban az autóközpontúság dominál. Ennek oka rendkívül szerteágazó. Jütland jóval kiterjedtebb a Koppenhága környéki agglomerációnál: alacsony népsűrűség és laza városszerkezet jellemzi a régiót. A dán életvitel nyugaton nagyon hasonlít az amerikai mintához. Végeláthatatlan kertvárosi lakóövezetek épültek a történelmi városmagok körül, bőséges és nagy kapacitású úthálózattal ellátva. A jütlandi életvitel egyértelműen az autózásra épül. A kiterjedt, laza népsűrűségű kertvárosi negyedekben rendkívül nehéz hatékony közösségi közlekedést szervezni – ez pedig az Egyesült Államokban megszokott autófüggőséghez vezet. Az ország gazdagsága egyrészt lehetővé teszi a lakosság számára a mindennapi autóhasználatot növekvő üzemanyagárak mellett is, másfelől a kiváló minőségű és kapacitású úthálózat kiépüléséhez vezet.



1. ábra: Az autóhasználat költségére vonatkozó, a GDP és a benzin literenkénti árának arányán alapuló becslés (forrás: saját számítás; üzemanyagárak: www.drive-alive.co.uk; GDP adatok: Világbank)

A fejlett és napjainkban torlódásokkal még kevésbé terhelt úthálózatnak hála a közösségi közlekedésen belül – hasonló pénzügyi helyzetben lévő európai országokhoz képest – igen magas a buszközlekedés részaránya. A dán közlekedéspolitika koncepciója jelentős katalizátora a jelenségnek: a regionális viszonylatokon a vasúti és autóbuszos szolgáltatások nemhogy nincsenek összehangolva, de egyenesen nyílt versenytársai egymásnak. A dán államvasút, a DSB hosszú évtizedeken át a megszokott államvasúti melankóliával küzdött: rendkívül pazarlóan gazdálkodott, miközben folyamatosan csökkent utasainak száma. A helyi közlekedési szakemberekkel folytatott beszélgetésekből kiderült, hogy a vasút és az autóbusz versenyeztetését támogatják, mivel szerintük a verseny fokozza mindkét közpénzből finanszírozott közlekedési mód motivációját és hatékonyságát.

Az intermodalitás és multimodalitás elveit figyelembe véve nem tudunk egyetérteni azzal, hogy két állami költségvetésből élő közlekedési mód kínálata egymással versenyezzen ahelyett, hogy egymást kiegészítve igyekezzenek az autóhasználatnál vonzóbb alternatívát nyújtani. Jelen dolgozat azonban nem foglalkozik közlekedéspolitikai iránymutatással. Amit témám szempontjából ki kell emelni: A vasúti és autóbuszos szolgáltatások Dániában külön szervezetek irányítják és üzemeltetik nehézséggé téve a kínálat összehangolását.

Az autóbusz-hálózat felügyeletét, tervezését és finanszírozását hat regionális közlekedési koordinációs vállalat irányítja. Nonprofit szervezetekről van szó, amelyek tulajdonosa az állam és a régió belüli nagyobb önkormányzatok. A vállalatok célja pénzügyi szempontból a közösségi közlekedés lebonyolításakor keletkező költségek és a jegybevételek, állami- és önkormányzati támogatások egyensúlyba helyezése. Jegybevételekből körülbelül a költségek 40- 60 százalékát tudják fedezni, ami Euró-

pában átlagon felüli teljesítménynek tekinthető (később látni fogjuk, hogy Randers esetében különösen magas az önfinanszírozás aránya).

Fontos megjegyezni, hogy a regionális közlekedési vállalatok csak koordináló szerepet töltenek be, egyetlen buszt sem üzemeltetnek, és nem alkalmaznak buszvezetőket. Az üzemeltetést 4-6 éves periódusokban tendereztetés útján magánoperátorok végzik szerződésben megkötött minőségi és mennyiség paramétereknek megfelelően.

A vizsgálat tárgyát képező város, Randers Jütland középső részén található, buszközlekedése a Midttrafik regionális közlekedési vállalat irányítása alatt áll. A városi buszhálózatot a norvég-svéd tulajdonban lévő Nobina üzemelteti, valamint jóval kisebb mértékben a helyi érdekeltségű Fårup Rute- & Turisbusser magánvállalat is üzemeltetői szerepet tölt be. A koncepciónak tudatos része, hogy azonos területen mindig legalább két független operátor között osztják meg a feladatokat.

A menetrendeket szintén a Midttrafik szakemberei készítik el; az érintett önkormányzatok tanácsokat adhatnak a menetrenddel kapcsolatban, sőt az életbe lépés előtt engedélyezniük kell a Midttrafik tervezetét. Szintén a koordináló vállalat feladata a marketing és jegyértékesítés jellegű feladatok ellátása, csakúgy mint az utastájékoztatás és a megállóhelyi infrastruktúra karbantartása.

A dán autóbusz-hálózat három szolgáltatási csoportot különít el: városi, lokális és regionális autóbuszok. A három hálózat általában különálló hálózatot alkot a finanszírozás, sőt gyakran a menetrend tekintetében is. A városi hálózatok és a kisebb településeket érintő lokális buszvonalak finanszírozásában az önkormányzati források dominálnak, míg a távolsági közlekedést bonyolító regionális járatok költségeit a régiók költségvetései állják. (Kivéve, ha az adott vonalnak egyértelműen nincs regionális funkciója, ilyenkor az érintett önkormányzatok fizetik az árkiegészítést.)

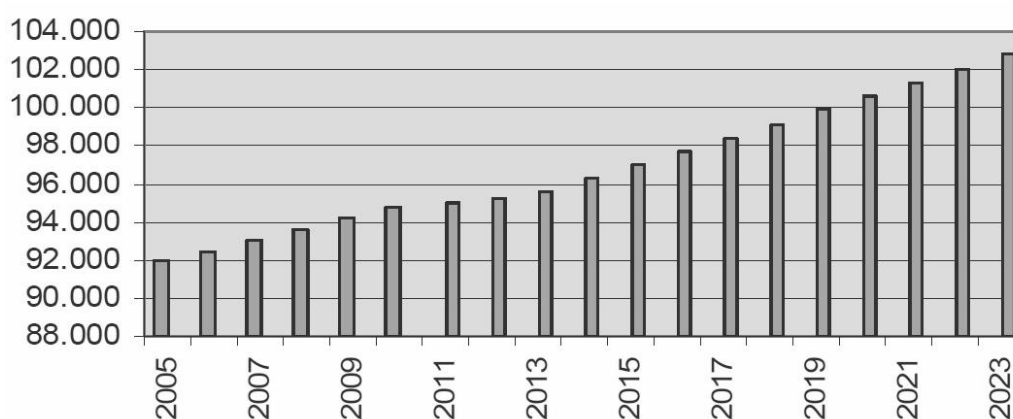
Tanulmányom kizárólag Randers városi buszközlekedésére koncentrált a megrendelő kérésének megfelelően. Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy a komplex rendszer-szemlélet elveit követve a városi közlekedés vizsgálatakor elemezni kell a regionális autóbuszok városon belüli szerepét is. Különösen akkor, ha a két járműtípuson ugyanaz a tarifa- és jegyrendszer van érvényben!

2.1.2. Randers földrajzi és társadalmi adottságai

A következő bekezdésekben Randers földrajzi, társadalmi és gazdasági jellemzőit ismertetem. A város Közép-Jütland keleti részén, a Gudenå folyó partján található. Lakosságának száma 60 ezer fő, ami Magyarországon Eger vagy Zalaegerszeg méretének felel meg; Dánia ötödik legnagyobb városa. Egy közelmúltban lezajlott köz-

igazgatási reform következtében Randers önkormányzatához csatoltak több környező települést is, így a „kommuna” lakossága összesen 95.300 főt tesz ki.

A Gudenå folyónak köszönheti létét Randers, hiszen a Viborg és Silkeborg felől érkező hajósok Randersen át szállították áruikat a Kattegat-szoroson át az Északi-tenger vagy a Balti-tenger felé. Napjainkban viszont éppen a közlekedési rendszer szűk keresztmetszetét jelenti a folyó: egyetlen közúti híd vezet át rajta a városközpontban, illetve egy autópálya híd a várostól nyugatra. A központban található híd, a Randersbro hat forgalmi sávon engedi át a közúti járműveket. A torlódások a reggeli és délutáni csúcsidőben ma még éppen tolerálhatóak (5-10 perc szükséges a hídon való átjutáshoz, 44.000 jármű halad át naponta), azonban a forgalmi prognózisok szerint 10-15 éven belül fenntarthatatlanná válik a helyzet.



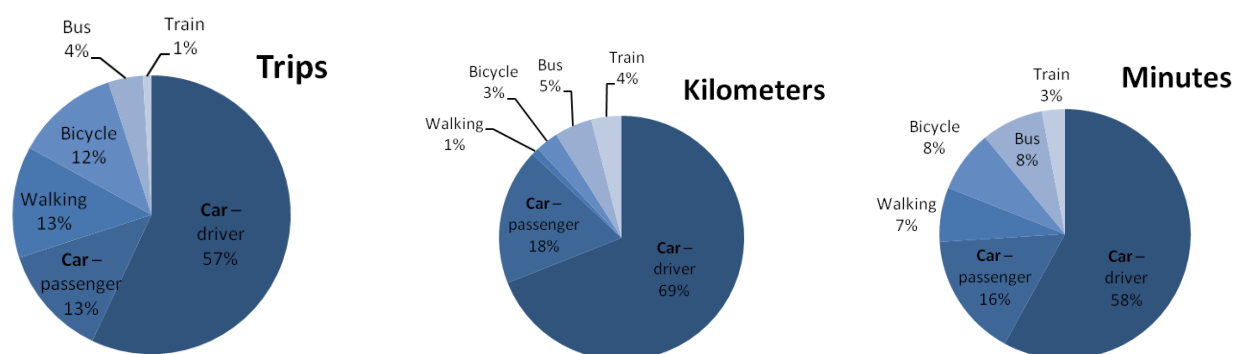
2. ábra: Randers lakosságának mért és prognosztizált fejlődése 2005 és 2023 között
(forrás: Befolkningen i Randers Kommune, 2010)

A lakosság számának növekedéséről szóló becslések szerint Randers kommuna 2020-ban már százezer lakosnak adhat otthont. A következő 12 évre 8 százalékos növekedési ütemmel számolnak a demográfusok. Szintén említést érdemel, hogy Közép-Jütland jelenleg Dánia leggyorsabb gazdasági fejlődést mutató régiója. A tapasztalatok szerint a gazdasági növekedéssel párhuzamosan a mobilitási igények is fokozódni fognak. A lakosság számának és gazdasági teljesítményének növekedése együttesen a jelenlegi közlekedési hálózat fenntarthatatlanságára engednek utalni. Lényegében ez az oka annak, hogy a Midttrafik a városi buszhálózat átalakítását fontolgatja és ezért rendelte meg a JA Rådgivningtől a bevezetőben említett tanulmányt.

Meg kell még említeni azt a szoros gazdasági kapcsolatot, ami Randers és Dánia második legnagyobb városa, Aarhus között alakult ki. Aarhust gyakran Jütland fővárosaként szoktak emlegetni, lakosságának száma 300 ezer fő. A két település mindössze 35 kilométerre fekszik egymástól, ami az autópályának és a jól karbantartott vasútvonalnak köszönhetően lehetővé teszi a napi ingázást. A Randersben élő emberek jelentős része Aarhusban vállal munkát; többségük autóval közlekedik, így az

autópálya Aarhusba bevezető szakaszán reggelente, Randers irányában pedig délután alakulnak ki egyre nagyobb torlódások.

Az állami irányítás alatt álló közúti és vasúti tömegközlekedés versenyeztetésének egyik legjobb példája a Randers–Aarhus viszonylat. Az autópályán fél órás követési idővel közlekednek az expressz autóbuszok, miközben a vasútvonalon is órás ütemet kínál a DSB (Danske Statsbaner, azaz Dán Államvasutak). A két szolgáltatás menetideje szinte megegyezik; azért utaznak mégis többen az autóbuszokon, mert a buszpályaudvar elhelyezkedés Randersen belül sokkal előnyösebb a vasútállomásénál. Az intermodalitás szempontjait figyelembe véve irracionálisnak tekinthetjük állami vállalatok ilyen jellegű versenyeztetését.



3. ábra: Közlekedési munkamegosztás az összes utazás, a helyváltoztatások hossza és időtartama szerint
(forrás: Kollektiv trafikplan i Randers Kommune, 2009)

2.1.3. Randers városi buszhálózata

A város közösségi közlekedésének gerince egyértelműen a buszhálózat. A közlekedési mód piaci részaránya mindössze négy százalék, ami egyrészt a kisvárosi léptéknek, a gyaloglás és kerékpározás egyszerűségének és a közúti közlekedés részletesen elemzett vonzerejének köszönhető. Az alacsony piaci részesedés ellenére a buszhálózat rendkívül gazdaságosan és hatékonyan működik. A régió más hasonló méretű városaihoz képest a buszok kihasználtsága és a jegybevételek finanszírozáson belüli részesedése egyaránt kiemelkedő (lásd 1. táblázat). Mindez a buszhálózat struktúrájának és szervezetségének köszönhető.

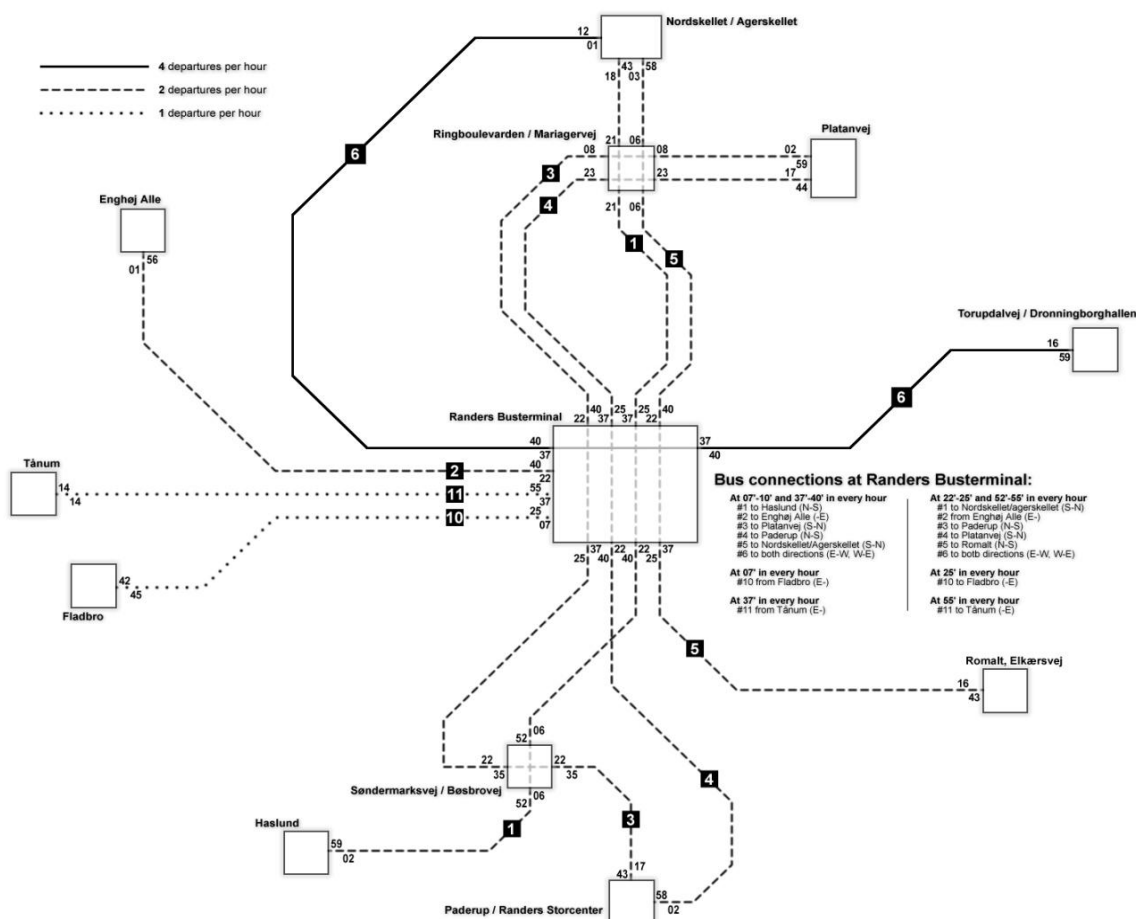
A hálózat központja a belvárosi buszpályaudvar, Randers Busterminalen, ami közvetlenül a Randersbro északi hídfője mellett található. A terminált az összes buszvonal érinti. A hálózat sugaras szerkezetű; a legforgalmasabb buszvonalak a város északi része felől érkezve megállnak a buszpályaudvarnál, majd néhány perccel később továbbindulnak dél felé, tehát két sugárirányú ágból épülnek fel. Kivételt a 6-os

busz jelent, amelynek mindkét radiális ága a város északi, igen sűrűn lakott körzeteiben található.

	Roskilde	Herning	Horsens	Randers
Lakosok száma	45,000	48,000	53,000	60,000
Éves menetrendi kínálat órában / lakos	1,18	1,01	1,04	1,3
Utazás / lakos / év	53	31	41	62
Önfinanszírozás (jegybevétel)	38%	39%	44%	62%

1. táblázat: Buszhálózatok hatékonysága hasonló méretű közép-jütlandi városokban
(forrás: Kollektiv trafik i Randers Kommune, COWI, 2010)

A buszhálózat legnagyobb előnye, hogy a két radiális ágból álló vonalak menetrend szerint mindig egy időben érkeznek a buszterminálra, majd 3-4 perc elteltével egyszerre indulnak tovább. A városi buszok egyetlen hosszú peron két oldalára állnak be érkezési sorrendben. Csúcsidőben óránként négyszer átszállási lehetőséget biztosítanak minden buszvonalról minden buszvonalra! Így érthető, hogy a jól szervezett buszhálózaton miért sikerült átlagon felüli kihasználtságot elérni.



4. ábra: Randers buszhálózatának csúcsidőszaki grafikus menetrendje
(forrás: saját grafika)

A nyilvánvaló előnyök mellett felsorolhatjuk a jelenlegi struktúra hátrányait is:

- Zavarérzékenység. Csúcsidőben, különösen a torlódásokkal terhelt belvárosi szakaszokon, a Randersbro környékén nehéz a megszabott menetidőket tartani, ami a csatlakozások elmaradásához vezethet. Randers önkormányzatának közlekedési referense szerint ez a jelenség egyelőre csak naponta egyszer-kétszer fordul elő, azonban a torlódások növekedésével fokozódhat gyakoriságuk. Ahogy a grafikus menetrenden is látható, a külvárosi végállomásokon mindössze néhány perces tartalékot építettek a menetrendbe, tehát komolyabb fennakadások esetén a késések összeadódnak. Az elmulasztott csatlakozások megbízhatatlanná teszik a közösségi közlekedési szolgáltatást és gyors utasvesztéshez vezetnek.
- Korlátozott bővíthetőség. A radiális buszvonalak külső végállomásain csak néhány perc áll rendelkezésre a fordulásra. Jelenleg rendkívül magas a járművek hatékonysága, mivel kevés kieső idővel kell számolni a végállomásokon. Ez azonban megakadályozza a buszvonalak meghosszabbítását, hiszen néhány perces menetidőtöbblet már új jármű fordába állítását tenné szükségessé. A város peremterületein folyamatos az új lakóövezetek építése, ráadásul a Randershez közeli falvak is a városi buszvonalak meghosszabbításáért küzdenek. A Midttrafik tervezési irodavezetőjének nagyvonalú becslése szerint egy új jármű üzembe helyezése éves szinten egy millió korona, azaz 35-40 millió forint többletköltséget és jelentős hatékonyságromlást jelent.
- Összehangoltság hiánya a vasúttal és a regionális buszokkal. A városi buszhálózat önmagában jól működő rendszert alkot, azonban menetrendi szempontból a helyközi autóbuszokkal és a vasúti szolgáltatásokkal egyáltalán nincs összehangolva. A regionális buszok esetében különösen szembetűnő az összehangoltság hiánya, hiszen ugyanarra a buszterminálra futnak be és gyakran – a várositól eltérő – ütemes menetrend szerint közlekednek. A vasútról városi buszra átszálló utasok száma még csekélyebb, mivel nemcsak időben, de térben is hiányzik az összehangoltság. A pályaudvar 15-20 perc gyalogtávolságra található a buszvégállomástól, a történelmi városközponton kívül. Csúcsidőben a 2-es, 10-es és 11-es buszok óránként négyszer teremtenek kapcsolatot a két közlekedési csomópont között, de a kétszeres átszállás (menetrendi összehangoltság nélkül) elrettenti a legtöbb utast. A Midttrafik számára írt angol nyelvű tanulmányban javaslatot teszünk egy új, integrált közúti és vasúti pályaudvar létrehozására a helyszín megjelölésével együtt, ez azonban kívül esik a TDK dolgozat fókuszán.

A kisvárosi léptékben elfogadható 15 perces csúcsidei követés mellett csúcsidőn kívül igen szerény kínálatot nyújt a buszhálózat. Hétköznapi este hat órától, szombaton

délután kettőtől, vasárnap pedig egész nap 1-2 órára csökken az ütemes menetrend frekvenciája. Ez a követési idő gyakorlatilag csak a tömegközlekedés szociális funkciójának ellátására alkalmas, nem jelenthet alternatívát más közlekedési módokkal szemben. Esténként 10 óra körül indul az utolsó menetrend szerinti járat, ami nem egyezik meg a legnagyobb bevásárló- és szabadidőközpontok nyitvatartási idejével.

2.2. A dániai adatfelvétel szervezése és végrehajtása

A következőkben bemutatjuk azt a dán helyváltoztatási statisztikát, amire vizsgálatunkat alapoztuk. Az munkahelyi és iskolai utazásokat tekintjük a tömegközlekedési szolgáltatások alapkeresletének. Kérdőíves felmérésünk célja az volt, hogy a buszhálózaton belüli helyváltoztatásokról is hasonló statisztikát állítsunk elő, ami összehasonlíthatóvá teszi az alapvető igényeket a kielégített és eddig ki nem elégített igényekkel.

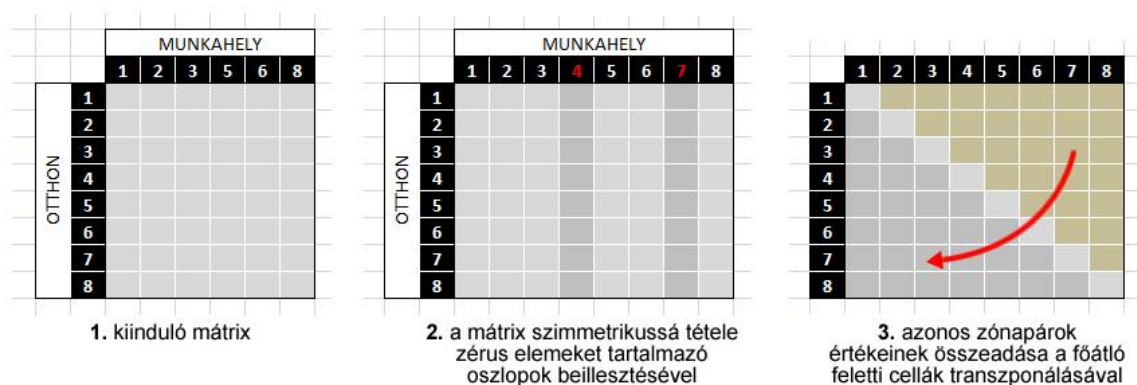
2.2.1. Dán statisztikai adatsor munkahelyi és iskolai nyilvántartás alapján

A Dán Statisztikai Hivatal által közzétett statisztikai adatsor huszonöt körzetre osztja Randers városát és a közvetlen közelében fekvő kisebb falvakat. Két táblázatot használtunk fel a közlekedési hálózat vizsgálata során:

- Az első táblázat vízszintes soraiban az egyes körzetekben élő, a függőleges oszlopokban pedig az egyes körzetekben dolgozó lakosok számát tüntetik fel. Egy tetszőleges cellában lévő érték azt mutatja meg, hogy a cella sorát jelölő körzetről hányan utaznak a cella oszlopát jelölő körzetbe dolgozni. A statisztika nem mintavételezésen alapul, hanem a munkahelyi nyilvántartások alapján készül. Minden zónában élnek emberek, azonban két zónában nincs egyetlen munkahely sem (ezek a város körül található rurális területek egyike), így nem egyezik meg a mátrix sorainak és oszlopainak száma.
- A második táblázat felépítése megegyezik az elsővel, azonban munkahelyi nyilvántartások helyett iskolai adatokat használ fel: a sorok az egyes körzetekben élő, az oszlopok pedig az egyes zónák iskoláiba járó diákok számát tünteti fel, természetesen lakhely szerinti megoszlásban.

A későbbi autóbuszos körzetek közötti statisztikákkal való összehasonlíthatóság érdekében több transzformációt végeztünk el az egyes mátrixokon. Kérdőíves felmérésünk eredményei alapján úgy döntöttünk, hogy a vizsgálat során nem teszünk különbséget a két körzet közötti utazási igények iránya között. Napi utazások igényeket veszünk figyelembe, ami mindkét irányban megegyező értéket jelent (feltételezés: aki reggel munkába megy, az este ugyanazon az útvonalon megy haza). Ez a megkötés természetesen csökkenti a statisztika információtartalmát, de a későbbiekben részletesen megindoklom, hogy miért volt szükség a vizsgálat egyszerűsítésére.

Tehát a vizsgálat során az A–B és a B–A viszonylat összegével számolok. Ehhez először négyzetes mátrixokká kellett alakítani mindkét táblázatot az eddig hiányzó sorok vagy oszlopok beillesztésével (az a körzet, ahol eddig nem volt iskola vagy nem volt munkahely, most zérus értékeket tartalmazó oszloppal vagy sorral kerül be a mátrixba). Ezután a kapott négyzetes mátrix főátló feletti értékeit transzponáltuk, majd hozzáadtuk a főátló alatti értékekhez. Minden cellát a főátlóra szimmetrikus cellájához adtunk hozzá. A főátlóban szereplő cellákat változatlanul hagytuk, hiszen léteznek körzeten belüli mobilitási igények, de itt eddig sem tettünk különbséget a helyváltoztatás lehetséges irányai között.



5. ábra: A Dán Statisztikai hivatal adatsorának átalakítása utazási irányokat figyelmen kívül hagyó, összehasonlításra alkalmas mobilitási mátrixszá (forrás: saját grafika)

A végeredmény tehát egy főátlóra szimmetrikus mátrix, amelynek az átláthatóság érdekében a jövőben csak a főátlóját és a főátló alatti celláit fogom ábrázolni. A kapott munkahelyi és iskolai ingázási statisztikákat közlekedési szempontból a dolgozat 3. fejezetében elemzem (lásd 11. ábra). A következő alfejezetek bemutatják, hogyan állítottuk elő az iméntivel megegyező mobilitási mátrixokat a buszhálózaton megfigyelhető utazási szokásokra.

2.2.2. A kérdőívek leírása

Az adatgyűjtést kérdőíves felmérés formájában hajtottuk végre. A felmérés elsődleges célja a körzetek közötti utazási volumenek feltérképezése volt, azonban ezzel egybekötve olyan kérdéseket is hozzácsatoltunk a kérdőívhez, amelyek az általános utazási szokások megismeréséhez nyújtanak segítséget. Természetesen dán nyelven kerültek sokszorosításra a kérdőívek, az alábbiakban a nyomtatvány eredeti és angolra fordított példánya látható.

Rute: _____ Dato: _____ Afgangstid: _____

Hvor startede din samlede rejse? (bolig el. lign.)

Adresse: _____

På hvilket stoppested steg du på bussen?

Vej/Vejkryds: _____

Hvor sluttede din samlede rejse? (bolig el. lign.)

Adresse: _____

På hvilket stoppested steg du af bussen (efter evt. busskifte)?

Vej/Vejkryds: _____

Hvis du skiftede bus undervejs så besvar følgende:

På hvilket stoppested skiftede du bus?

Vej/Vejkryds/terminal: _____

Hvilket linjenr. skiftede du til efter busskifte:

Midttrafik, Randers kommune og Nobina A/S ønsker at tilbyde den bedst mulige køreplan til passagererne på bybusserne i Randers. Vi vil derfor bede dig om at udfylde dette spørgeskema og at aflevere det i den ophængte boks i bussen eller at lægge det i postkassen.

Hvad var formålet med denne rejse?

Bolig- Arbejde	Uddan- nelse	Indkøb	Fritid	Andet
☐	☐	☐	☐	☐

Hvor ofte vil du normalt i en 14 dages periode rejse med bybusserne?

0 gange	1-3 gange	4-7 gange	8- gange
☐	☐	☐	☐

Hvor ofte vil du normalt i en 14 dages periode rejse med bybusserne på tværs af byen over Randersbro (uanset transportmiddel)?

0 gange	1-3 gange	4-7 gange	8- gange
☐	☐	☐	☐

Hvordan kom du til og fra stoppestedet?

	Gang	Cykel	Bil	Andet
Til stoppested	☐	☐	☐	☐
Fra stoppested	☐	☐	☐	☐

Hvis du på en kommende rejse i Randers bliver nødt til at stige om fra én bus til en anden, vil du så vælge at

Rejse med bus	☐
Rejse med bus hvis der ikke er andre muligheder	☐
Nogle gange vælge andre transportmidler	☐
Altid vælge andre transportmidler	☐

Hvilken rejsehjemmel benyttede du på denne rejse?

Enkelt- billet	Klippe- kort	Månedskort/ Uddannelseskort	Andet
☐	☐	☐	☐

Dine kommentarer:
Hvis du har andre kommentarer kan du sende dem på den særlige mailadresse for denne undersøgelse:
randersbybus@midttrafik.dk

Line: _____ Date: _____ Departure time: _____

Where did your journey start?

Address: _____

At which bus stop did you get off the bus?

Road/Crossroads: _____

Where did your journey end?

Address: _____

At which bus stop did you get off the bus (after changing bus)?

Road/Crossroads: _____

If you shifted bus, please answer the following:

At which bus stop did you change bus?

Road/Crossroads /terminal: _____

Which line number did change to:

Midttrafik, Randers kommune and Nobina A/S wish to offer the best timetable possible to the passengers on the city buses in Randers. We ask you to fill in the questionnaire and put it in a box in this bus or to put it in a letter box.

What is the purpose with your journey?

Commu- ting	Educa- tion	Shop- ping	Lei- sure	Other
☐	☐	☐	☐	☐

How often will you within 14 days use the city buses?

0 times	1-3 times	4-7 times	8- times
☐	☐	☐	☐

How often will you within 14 days travel with the city buses across the Randersbridge (regardless of transport mode)?

0 times	1-3 times	4-7 times	8- times
☐	☐	☐	☐

How did you get to and from the bus stop?

	Walk	Bicycle	Car	Other
To busstop	☐	☐	☐	☐
From busstop	☐	☐	☐	☐

If you on a future journey in Randers have to change bus, will you choose to:

Travel with bus	☐
Travel with bus if there is no other opportunities	☐
Sometimes use other means of transport	☐
Always use other means of transport	☐

Which type of travel document did you use on this journey

Single ticket	Reduced Price ticket	Monthcard	Other
☐	☐	☐	☐

Your comments:
If you have any comments please send them to
randersbybus@midttrafik.dk

6. ábra: A városi autóbuszokon kiosztott és begyűjtött, levelezőlap formátumú kérdőív eredeti, dán nyelvű és angolra fordított változat. Balra a hátlap látható, amiről levágtam a postázásról szóló információkat (forrás: Midttrafik, JA Rådgivning APS)

A kérdőív első oldala a mobilitási mátrix elkészítéséhez szükséges kérdéseket tartalmazza: az utazás kiinduló- és befejező pontjának címét; a megálló nevét, ahol az utas felszállt, illetve le fog szállni az autóbuszról, illetve átszállásos utazás esetén az átszállóállomás nevét (ez az esetek döntő többségében a belvárosi buszpályaudvar volt) és az érintett buszvonalak viszonylatszámát. Az első oldal fejlécében rákérdeztünk az utazás időpontjára is, ami lehetővé teszi egyedi mobilitási mátrixok megalkotását napszakra, illetve munkanapokra és hétvégre vonatkozóan. Tekintettel a kitöltött kérdőívek alacsony számára, az értékeléskor egyetlen összesített mátrixot készítettünk el az egész buszhálózatra, azonban nagyobb volumenű felmérés esetén érdekes lehet összehasonlítani a tömegközlekedés hétköznapi és hétvégi teljesítményét az általános utazási igényekhez képest.

Mi az utazás célja? Milyen gyakran használja a városi buszszolgáltatást? Közlekedési módtól függetlenül milyen gyakran kel át a belvárosi hídon? Hogyan jutott el a buszmegállóba és hogy fejezi majd be utazását a buszról leszállva? Mennyire elégedett a szolgáltatással? Milyen jegytípust vásárolt? Ezen kérdések megválaszolására kértük az utasokat a kérdőív második oldalán. Kiegészítő információkról van szó, amelyek a tanulmány fő csapásvonalát jelentő statisztikai módszertanhoz nem kapcsolódnak, azonban segítettek Randers buszhálózatának teljes körű értékelésében. A kérdőívek sokszorosításának költségeit a Midttrafik állta.

2.2.3. Az adatgyűjtés módja, időtartama, eredményessége

Az előző fejezetben bemutatott kérdőívek postai levelezőlap formájában kerültek kinyomtatásra és a nagyobbik buszoperátor (Nobina) összes városi autóbuszán kikerültek az utasok által már megszokott információs kosarakba. Kitöltés után a kérdőíveket be lehetett dobni a buszon elhelyezett dobozokba vagy postai úton díjmentesen el lehetett juttatni őket a Midttrafik aarhusi irodájának címére.

Augusztus 18-tól 21-ig, azaz csütörtöktől vasárnapig tartott a felmérés annak érdekében, hogy munkanapi és hétvégi utazások is reprezentálásra kerüljenek az eredményekben. Összesen 660 értékelhető kérdőívet kaptunk kézhez, ami körülbelül a lakosság bő egy százalékát jelenti (megengedve azt is, hogy néhány utas többször is kitöltse a kérdőívet a négy nap alatt). Ne feledjük, hogy mindössze négy százalék a buszhálózat részesedése Randers közlekedési munkamegosztásban, így a felmérésben részt vevő 660 fő már az utazóközönség szignifikáns hányadát jelenti.

Sajnos a kérdőívek kitöltése iránti hajlandóság erősen csökkenő tendenciát mutatott. A felmérés első napján, csütörtökön még több mint 450 fő dobta be érvényesen kitöltött kérdőívét a gyűjtőládába. Ezzel szemben hétvégére megtizedelődött a beérkezett lapok száma, így a hétvégi felmérés megismétlése mellett döntöttünk az augusztus 27-ére és 28-ára időzítve. A megismételt adatgyűjtés sikeresebb volt az előző heti kísérletnél, elegendő kérdőív gyűlt össze a hétvége utazások reprezentációjához.

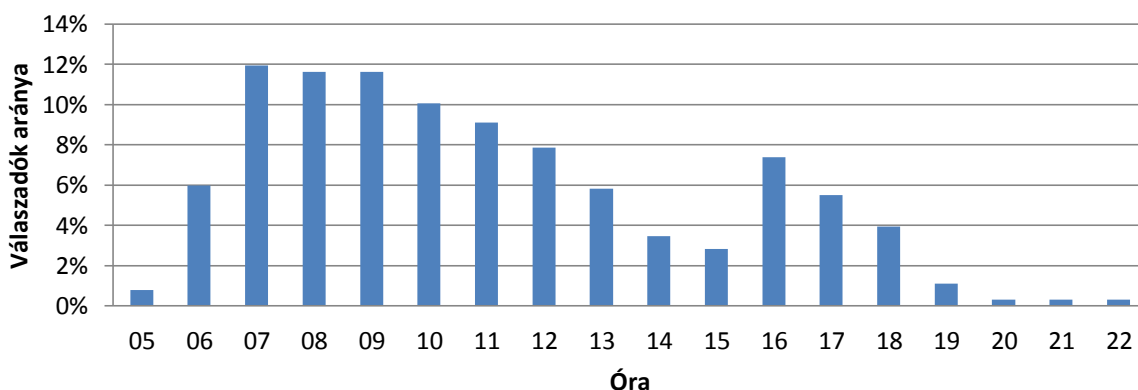
2.3. Az adatfelvétel hibáinak azonosítása

A kérdőíves felmérés elemzése során hasznosnak bizonyultak az általános utazási szokásokra vonatkozó kérdések, mivel fényt derült olyan mérési torzulásokra, amik az egyes utascsoportok eltérő kérdőívkitöltési hajlandóságára és az űrlapok megértésére fordított erőfeszítések hiányára vezethetők vissza. A hibák analízise révén egy hazai alkalmazásban már kiküszöbölhetővé válnak az adatgyűjtés jellegéből adódó torz eredmények.

2.3.1. Utazási szokások a kérdőíves felmérés alapján

Nem csak a vizsgálat négy napja, hanem a különböző napszakok is eltérő képet mutatnak a beérkező kérdőívek száma tekintetében. A délelőtti folyamán lényegesen több utas szánta rá magát a válaszadásra. A jelenség azzal magyarázható, hogy akik reggel a munkába vagy iskolába tartva még kitöltötték a kérdőívet, a délutáni csúcsidőben már kevesebb indítást éreztek arra, hogy ismét tollat ragadjanak. Sok utas számára talán nem is volt egyértelmű, hogy a kérdőív többszöri kitöltésével nem rontják a kutatás valóságközeliségét, sőt éppen ezzel javítanak rajta.

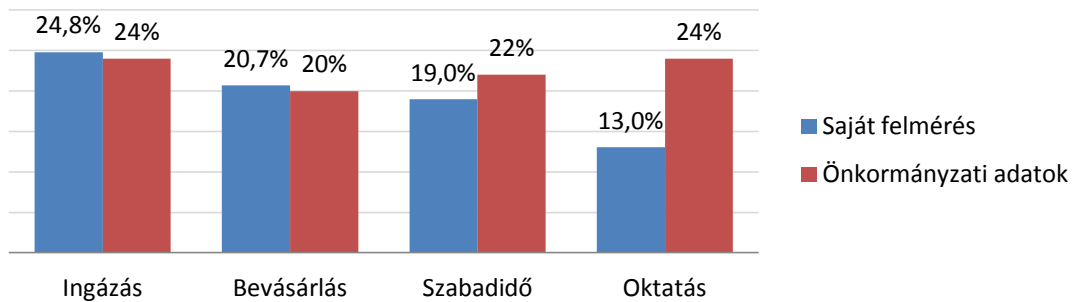
A válaszok 59 százaléka 12 óra előtt érkezett be, ami arra utalna, hogy az utasok 18 százaléka csak munkahelyére vagy iskolájába ment busszal, hazafelé viszont már más közlekedési módot választott. Az eredmény olyan távol áll a realitástól, hogy úgy döntöttünk, nem teszünk különbséget a zónák közötti utazási irány között, hanem a korábbi (2.2.1.) fejezetben leírt módon a mobilitási mátrixokat szimmetrikussá transzformáljuk.



7. ábra: Válaszadók egy napon belül is csökkenő tendenciát mutató aránya órák bontásban
(forrás: saját adatgyűjtés)

Az utazás célja, indíttatása tekintetében szintén eltérést tapasztaltunk a hivatalos statisztikákhoz képest. Különösen a diákok aránya meglepően alacsony: Randers tömegközlekedési tervdokumentumában 24 százalékos részesedést tulajdonítanak az oktatási célú utazásoknak, míg kérdőíves felmérésünkben csupán a válaszadók 13 százaléka jelölt meg oktatási intézményt utazása céljául (lásd 8. ábra).

Az eredmény könnyen magyarázható azzal a pszichológiai jelenséggel, hogy a diákok rendszerint kisebb motivációt éreztek a buszokon kihelyezett kérdőívek kitöltésére. A munkába tartók, illetve a bevásárolni, szórakozni igyekvők részaránya saját felmérésünkben is korrelálnak az önkormányzat adataival. A diákok alacsonyabb arányát az „egyéb” utazási célú válaszadók egészítik ki.



8. ábra: A kérdőíves adatgyűjtés és a korábbi utasszámlálások eltérése a diákok alacsony kérdőíves kitöltési hajlandósága miatt

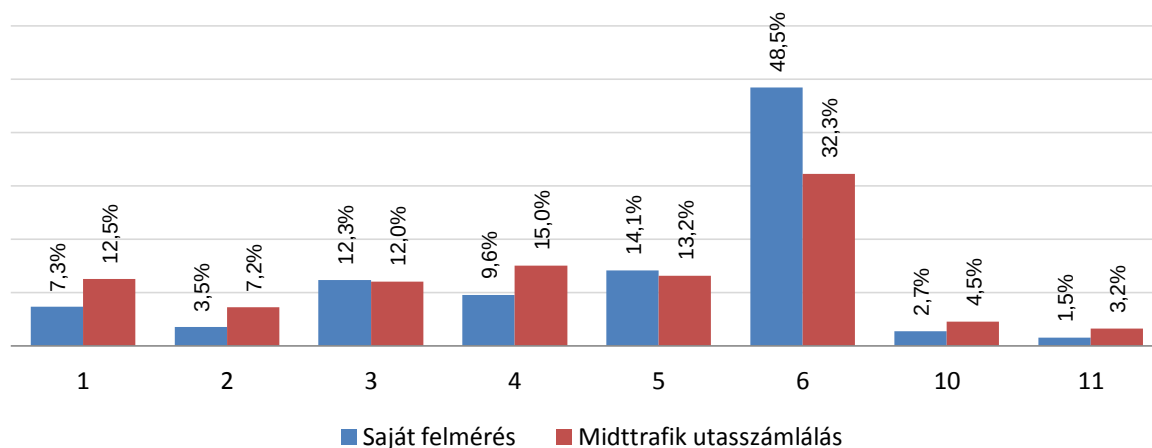
(forrás: saját felmérés, Kollektiv trafik i Randers Kommune, 2010)

Konklúziót vonhatunk a kérdőíves felmérés tapasztalatai alapján: eltérő attitűddel rendelkező emberek utazási szokásainak felmérésére nem alkalmas az „önálló” űrlapkitöltésre alapozó adatgyűjtés, mivel számtalan pszichológiai tényező befolyásolja a felmérni kívánt csoportok válaszadási hajlandóságát.

Kérdés, hogy a beérkezett kérdőívek valóságtól időben és utascsoportokban eltérő összetétele befolyásolja-e a mobilitási mátrix értékeit. Feltételezem, hogy a város lakóösszetételében egyenletes a diákok, munkavállalók, bevásárlók és szórakozni vágyók aránya és azonos időszakokban indulnak dolgozni, tanulni, bevásárolni és szórakozni. Mivel a mobilitási mátrix alapvetően térbeli csoportosítást reprezentál, ami nincs közvetlen összefüggésben az utazások időpontjával és a válaszadók társadalmi státuszával, így kis tűréssel eredményeink helyesnek tekinthetők.

Visszatérve a kérdőív második oldalának utazási szokásokra vonatkozó kérdéseire elmondható, hogy a válaszadók 64 százaléka havi érvénytartamú bérletet, vagy tíz utazásra jogosító gyűjtőjegyet vásárolt, ami abszolút realisztikus aránynak tekinthető. Húsz százalék egyszeri utazáshoz használt, az autóbusz jegykiadó automatájában is megvásárolható jegyet váltott. Tizenhat százalék az „egyéb” lehetőséget ikszelte be, közülük a kérdőívekre kézzel írt megjegyzések alapján a többség nyugdíjas utazási igazolvánnyal szállt fel a közösségi közlekedési járműre.

Meg kell említeni a beérkezett válaszok buszvonal szerinti megoszlását is, amit össze tudunk hasonlítani a Midttrafik utasszámlálási adataival. Mérési eredményeink az 1-es, 2-es és 4-es jelzésű autóbuszok esetében a hivatalos utasszámok felét, két harmadát mutatták csak ki. Eközben a hálózat legterheltebb vonalán, a 6-os autóbuszon a Midttrafik adatsorának 32,3 százaléka helyett 48,5 százalékot mértünk (lásd 9. ábra).



9. ábra: Buszviszonylatok terheltsége a kérdőíves felmérés és a Midttrafik korábbi utasszámlálásának alapján
(forrás: saját felmérés, Midttrafik)

2.3.2. Téves válaszadások átszálló utasok esetében

Az utazások 57 százaléka a központi buszpályaudvarról indult, vagy ott ért véget. A terminál elhelyezkedése természetesen rendkívül előnyös: több bevásárlóközpont, sétálóutca és közintézmény található közvetlen közelében. A kiugróan magas, 57 százalékos arány miatt azonban mégis arra kellett következtetnünk, hogy a válaszadók gyakran a buszterminált jelölték meg utazásuk végcéljaként, noha valójában átszálltak egy másik városi vagy regionális buszra. A kérdőívek 15 százaléka esetében az utazás befejező állomása a terminál, a megállóból való továbbutazás közlekedés módjaként pedig az „egyéb” kategóriát jelölték meg (nem gyaloglást, kerékpárt vagy személyautót). Ezen 15 százalék esetében nyugodtan feltételezhetjük, hogy téves választ adott az utas, így a mobilitási mátrixot az ő kérdőívük figyelmen kívül hagyása mellett is elkészítettük.

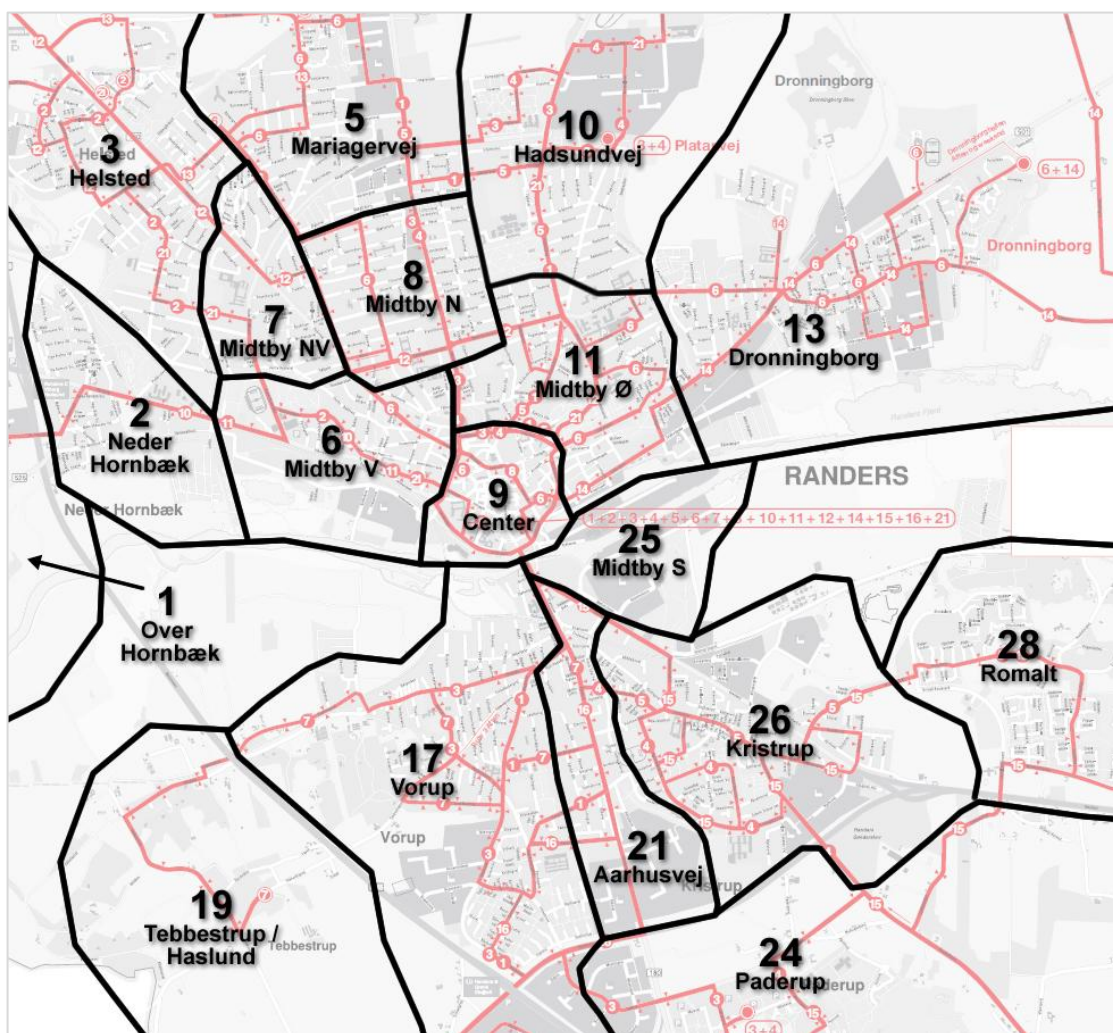
A kérdőív véleményem szerint egyértelmű instrukciókkal szolgált az átszállásos utazások terén. A módszertan hazai vagy más külföldi adaptációja esetén mindenképpen megfontolás tárgyává kell tenni, hogy milyen úton lehet kiküszöbölni a félreértésből vagy az odafigyelés hiányából adódó adatgyűjtési hibákat (lásd a 4. fejezet javaslattételét a hazai adaptáció lehetőségeiről).

3. Mért adatok értékelő elemzése

A vizsgálat következő részében a statisztikai hivatal és a saját kérdőíves felmérés eredményeit hasonlítom össze. Mindenekelőtt bemutatásra kerül a Randers esetében alkalmazott körzetfelosztás. Ezt követően az egyes mobilitási mátrixokból nyerhető információkat elemzem először önmagukban, majd a két adatsort összehasonlítva megállapítjuk a buszhálózat potenciális fejlesztési irányait.

3.1. Körzetfelosztás Randers esetében

A dániai elemzés során a statisztikai hivatal körzetfelosztását kellett használnunk, hiszen meglévő statisztikai adatsorból indultunk ki, azonban a hazai adaptáció lehetőségeinek vizsgálata során érdemes lefektetni a körzetfelosztás alapvető irányelveit.



10. ábra: Körzetfelosztás Randers esetében
(forrás: Dán Statisztikai Hivatal, saját grafika)

Randers területét alapvetően egy belvárosi és egy külvárosi körzetcsoportra osztottuk fel. A belvárosi zónák közé tartozik a Centrum zóna, illetve az égtájak szerint felosztott Midtby (azaz középső városrész) zónák. Randers északi és a déli felén is nagyobb kapacitású sugárutak mellett csoportosulnak a legnagyobb lakóövezetek, oktatási intézmények, illetve a város határában a bevásárló központok, illetve ipari létesítmények.

Északon a Hobrovej, a Mariagervej, a Hadsundvej, illetve a Dronningborg Boulevard (folytatása az Udbyhøjvej) tartozik a legnagyobb forgalmú bevezető utak közé. Délen a Randersbro folytatásaként az Aarhusvej a legnagyobb forgalmi tengely, amiből az Grenaavej ágazik ki. A körzeteket úgy érdemes kialakítani, hogy a nagyobb forgalmú utak semmiképpen ne legyenek zónahatárok, hanem éppen az egy főútvonalhoz kapcsolódó lakóövezetek képezzenek egy körzetet. Kisebb forgalmú utak esetében sem szerencsés, ha a zónahatárok egybeesnek a buszvonalakkal, hiszen ilyenkor az egyes buszmegállók utasszámaikat nem lehet egyértelműen hozzárendelni a szomszédos körzetekhez.

Mivel a vizsgálat során használt statisztikai adatsort nem csak közlekedési célból hozták létre, sajnos nem minden esetben érvényesült a fenti elv. Ilyenkor jött jól, hogy a kérdőív nem csak a buszmegállókra kérdezett rá, hanem az utazás megkezdésének és befejezésének pontos postai címére is, így a legtöbb esetben egyértelműen meg lehetett határozni, hogy melyik zónában kezdődött meg az utazás és hol végződött.

A körzetfelosztáskor alapvető célunk, hogy a körzetek hozzávetőlegesen egyforma lakosságszámmal bírjanak. Így a külvárosok felé haladva azt tapasztaljuk, hogy egyre nagyobb területűek a körzetek. A buszmegállók, mint a hálózat inputjainak száma ettől függetlenül körülbelül állandó, hiszen az alacsonyabb népsűrűségű körzetekben a megállók átlagos távolsága is nagyobb.

A fenti elveket természetesen a felülírhatják földrajzi adottságok: különösen Randers déli részén több olyan összefüggő lakóövezetet találunk, amelyek nem közvetlenül a korabeli város határában épültek, hanem valamivel távolabb, egy jól elhatárolható területen. Ilyen például Romalt, Paderup és Haslund délen vagy Helsted északon. Ezeket a jól elkülöníthető, önálló lakóövezeteket külön zónába soroltuk, még akkor is, ha lakosságuk száma egyébként elmarad a belvárosi zónákhoz képest.

Akkor ideális a körzetfelosztás, ha minden zónát egyértelműen hozzá tudunk rendelni egy-egy buszvonálhoz, tehát minden körzetet egy járat szolgál ki. Esetünkben ez az elvárás többé-kevésbé teljesül: olyan esetekben, ahol keresztezik egymást a buszvonalak, természetesen nehéz ideális körzetfelosztást alkalmazni.

3.2. Körzetek közötti általános mobilitási mutatók

A következőkben a statisztikai hivatal adatsora alapján készült mobilitási mátrixot elemzem. Jelentős különbséget fedezhetünk fel a diákok, illetve a munkavállalók utazási szokásai között, így az adatsorokat először külön-külön értékeljük.

[illegible]

11. ábra: Munkahelyi utazások általános mobilitási mátrixa Randersben
(forrás: Dán Statisztikai Hivatal, saját grafika)

Az ábrán sötétebb háttérszínnel jelöltem azokat a zónapárokat, amelyek között nagyobb utasvolumeneket számított a statisztikai hivatal. Láthatjuk, hogy a mobilitási mátrix főátlójába igen magas értékek kerültek, tehát a zónákon belüli, gyalog vagy kerékpárral megtehető utazások száma jelentős. Ezeken a rövid viszonylatokon természetesen nem versenyképes a városi autóbusz, így a későbbi összehasonlítás során a mátrix főátlójában a buszhálózat alulteljesítésére számíthatunk.

Kiugró utasszámokat jelöl a mátrix a 9-es zóna (Centrum), illetve a városközpont nyugati körzete között (Midtby V). A Centrum egyértelműen az elsőszámú célpont az utazások között, azonban ki kell emelni, hogy ezt a jelenséget a munkahelyek és lakóépületek igen sűrű elhelyezkedése is segíti. Nagy forgalomra utaló sötétebb színezést kaptak még a következő zónák: Midtby V, Midtby Ø, Mariagervej és Hadsundvej északon, valamint Aarhusvej és Vorup délen.

1	244																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		</
---	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

3.3. Körzetek közötti mobilitás a buszhálózaton belül

A statisztikai hivatal felmérésének grafikus ábrázolása után elkészült a helyszíni kérdőíves adatgyűjtésből levezethető mobilitási mátrix. A táblázat celláinak háttérszíne ezúttal is az utasszámok mértékét reprezentálja: a sötétebb szín több helyváltoztatást jelöl.

		ÉRKEZŐ KÖRZET																
		1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	13	17	19	21	24	26	28
KIINDULÓ KÖRZET	1	1	0	0	1	2	1	0	11	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	1	0	0	9	0	0	1	0	0	0	1	1	0
	5	0	1	1	1	4	0	2	54	0	2	4	3	0	0	2	2	2
	6	0	1	0	3	0	2	1	13	1	4	2	1	0	2	5	1	0
	7	0	0	0	3	2	0	2	14	0	0	0	2	0	0	3	0	0
	8	1	1	1	1	1	0	2	27	2	3	1	2	0	0	6	0	1
	9	0	0	3	16	4	4	7	2	7	15	6	5	2	1	7	4	4
	10	0	0	2	2	1	1	2	41	1	1	3	3	0	0	7	3	0
	11	2	1	1	2	2	4	3	28	2	3	4	3	0	1	8	0	1
	13	1	0	1	4	1	0	6	44	6	3	2	7	0	1	4	1	1
	17	1	0	1	2	1	0	3	13	1	1	0	1	0	0	1	0	0
	19	0	0	0	0	0	0	1	7	2	0	0	2	0	1	0	0	0
21	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	3	
24	0	0	0	0	0	1	2	10	2	1	0	0	0	0	0	1	0	
26	0	0	1	3	0	0	1	13	0	3	3	0	0	0	0	0	1	
28	0	0	0	4	1	2	3	21	2	5	1	0	0	0	0	5	0	

Értékelésem szerint rendkívül fontos információkat hordozna a fenti diagram, azonban az önálló kérdőíves felmérés pontatlansága miatt mégis eltekintettem az utazási irányok közötti különbségtételtől. A hazai adaptáció esetén mindenképpen ügyelni kell az adatfelvétel során arra, hogy egyenlő súllyal rögzítsük a reggeli és délutáni utazásokat.

A következőkben a téves kérdőívek kivonásával korrigált, illetve az utazási irányok között különbséget nem tevő szimmetrikus mátrixot elemezzük.

[illegible]

23

A Centrum kivételével a városközpont többi része, tehát a Midtby körzetek ezúttal nem kaptak akkora súlyt, mint az általános mobilitási mátrixban. A legnagyobb forgalmú zónák ezúttal a nagyobb főútvonalak mentén elhelyezkedő körzetek: ilyen Mariagervej és Dronningborg, mindkettőt a 6-os buszvonal szolgálja ki.

Ki kell emelnem még Paderupot: ez a város leggyorsabban fejlődő külső kerülete, ahol az elmúlt évtizedben egy hatalmas bevásárló és szórakoztató központ épült a 3-as és 4-es autóbusz déli végállomásánál, Randers Storcenter néven. A Storcenter rendkívül nagy utasvonzó hatással rendelkezik, azonban az emberek többsége ma még személyautóval érkezik kikapcsolódni. Jelentős Kristrup, Vorup és Romalt, tehát a nagyobb déli lakóövezetek buszos kiszolgálása is.

3.4. Fajlagos értékekre konvertált mobilitási mátrixok

Elkészítettük a mobilitási mátrixokat a statisztikai hivatal, illetve helyi kérdőíves felmérésünk adatai alapján is. A két mátrix azonban még nem hasonlítható össze, hiszen eltérő mennyiségű alapsokaság figyelembe vételével készültek el. Az összehasonlítás érdekében fajlagos értékekre konvertáljuk a mátrixok elemeit: azt vizsgáljuk, hogy ezer városi utas közül hány főnek lépne fel utazási igénye, illetve ezer autóbusz-használó közül hányan utaznának tetszőleges A és B körzetek között. Ehhez mindkét mátrix esetében kiszámoltam az elemek összegét (így az általános mátrixnál a randersi ingázók, az autóbusz-mátrixnál pedig a kérdőívek számát kapjuk), majd az összes cella értékét elosztjuk az elemek összegével és megszorozzuk ezerrel.

A fajlagos értékekre konvertált mobilitási mátrixokat így már összehasonlíthatjuk. Az összehasonlítás során kiszámoljuk a két mátrix különbségét; a buszhálózaton mért értékeket vonjuk ki az általános mátrixból. Így pozitív, negatív vagy zérus értékeket tartalmazó cellákat kapunk.

Ahol pozitív számokat kapunk eredményül, ott a buszhálózat a két zóna között jól teljesít, a piros háttérszínnel jelölt negatív értékek pedig rossz teljesítményre utalnak az általános helyváltoztatási igényekhez képest.

Fontos leszögezni, hogy a mobilitási mátrixok különbsége nem abszolút számok formájában mutatja meg, hogy a két zóna közötti potenciális utasmennyiségnél hány fővel kevesebben vagy többen utaznak a buszhálózaton. A fajlagos mátrixok értékei valójában arra utalnak, az adott zónapár közötti utazások hány ezrelékét teszik ki az összes városon belüli helyváltoztatásnak és ez az arány a buszhálózat esetében több vagy kevesebb az általános mobilitási igényekhez képest. Ebből azonnal következik, hogy egy zónapár mérési hibából származó túlreprezentáltsága esetén a többi zónapár alulreprezentálttá válik. (Például: ha sokan tévesen jelölik meg utazásuk végcéljaként a városközpontot, noha ott csak átszállnak egy másik buszra, akkor ezzel a

félreesőbb zónapárok is kisebb ezrelékét fogják kitenni az összes autóbuszos utazásnak – tehát egyből negatív irányba torzul eredményük.)

[illegible]

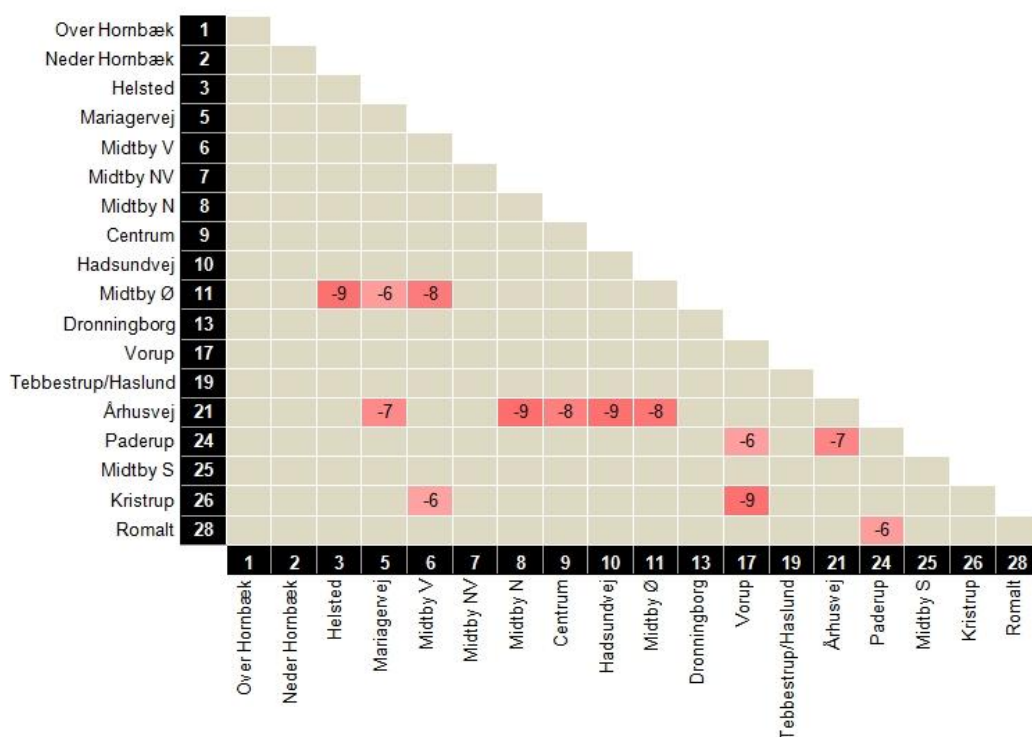
16. ábra: A buszhálózatra érvényes és az általános mobilitási mátrix különbsége összesen 1000 utast feltételezve
(forrás: saját felmérés, Dán Statisztikai Hivatal)

Az elemzés során csak az egyes cellák értékének előjelét veszem figyelembe; a szám abszolút értéke tekintetében mindössze egy kétszintű skálázást használunk: ha az érték -5-nél kisebb, akkor azt már jelentős deficitnek tekintjük. A különbségmátrix létrehozásakor két - ezrelékes formában lévő - viszonyszámot hasonlítottunk össze, a különbségként kapott értékek skálázása és közlekedési folyamatbeli jelentéstartamának pontos meghatározása további elemzést tesz szükségessé, ami túlmutat a TDK dolgozat korlátain.

A vizsgálat mérési hibákra való érzékenysége miatt a dániai adatfelvétel pontossága nem teszi lehetővé, hogy minden zónapár esetében pontos diagnózist mondjak a közösségi közlekedési szolgáltatás minőségére. Találhatunk azonban kiugró negatív értékeket, amelyeket egyértelműen a közlekedési hálózat gyenge pontjainak tekinthetők. Az elemzés következő lépésében eltávolítom a különbségmátrix azon celláit, amelyek pozitív eredményt adtak, illetve azokat a zónapárokat, ahol nem jelentős a buszhálózat alulteljesítése (öt ezrelék alatti) vagy nem is várunk a közösségi közlekedéstől magas teljesítményt.

A különbségmátrix főátlójában rendre komoly deficittel rendelkezik a buszhálózat; magas, egy százalék feletti negatív értékeket kaptunk. Ezek a cellák olyan körzeten belüli helyváltoztatásokat reprezentálnak, amelyeket jórészt gyalog vagy kerékpárral tesznek meg a lakosok. A multimodalitás elvei szerint a buszszolgáltatásnak nem lehet célja a lágy közlekedési módokat használók számának csökkentése, így ezeket a körzetszámokat nem tekintem a buszhálózat potenciális fejlesztési célpontjainak.

Hasonlóan kiugró negatív értékeket kapunk több szomszédos körzet – például a városközpont kerületei – között. A jelenség ismét az utazások alacsony távolságával és időtartamával indokolható, tehát ezeket a cellákat is törölöm a mátrixból. Az átalakítást követően a következő adatsort kapjuk:



17. ábra: A buszhálózat továbbfejlesztésének potenciális körzetszámjai; a 16. ábra a körzeteken belüli, a kisebb szomszédos körzetek közötti utazásokat, valamint a pozitív vagy elenyészően kis negatív értéket tartalmazó cellákat kivonva (forrás: saját felmérés, Dán Statisztikai Hivatal)

A megmaradt cellák már egyértelműen olyan zónapárokhöz tartoznak amelyek esetében hiányosságokat fedezhetünk fel a városi buszhálózat kínálatában. A keleti városközpontból (Midtby Ø) a nyugati városközpontba (Midtby V) és a város más északnyugati körzeteibe (Helsted és Mariagervej) tartó utasoknak ma buszra szállva jóval hosszabb útvonalat bejárva át kell verekedniük magukat a centrum torlódásain ahhoz, hogy eljussanak célállomásukhoz. Autóba szállva viszont a sugárirányú főutakat összekötő körgyűrű irányú kisebb utcákon kikerülhetik a belvárost: egyértelműen a tangenciális buszvonalak hiányát diagnosztizáltam.

Az Aarhusvej teljes hosszában a városi buszhálózat gyenge pontjának tekinthető. A város legforgalmasabb tengelyén egyetlen buszvonalat sem vezettek végig; a hosszúkas körzet jobb és bal oldalán elhelyezkedő Vorup és Krstrup kis utcáiban kanyarognak a városközpont felé tartó autóbuszok. Éppen ezért az Aarhusvej és a városközpont közötti út közösségi közlekedéssel megtehető menetideje többszöröse az egyéni járművekének.

Ahogy a bevezetőben is említettem, jelen vizsgálat csak a városi buszhálózatra korlátozódik, és nem veszi figyelembe a regionális járatok városon belüli szerepét. Az Aarhusvejen több regionális buszvonal is átvág, amelyeket a városi járművekkel megegyező áron vehetünk igénybe. Elképzelhető, hogy egy hasonló mérés a városközi hálózaton a közösségi közlekedés túlteljesítését mutatná ki az Aarhusvej és buszterminál között. Ettől függetlenül mobilitási mátrixaink eredményei szerint nagyobb átlagsebességű városi buszvonalak bevezetése indokolt az Paderuptól az Aarhusvejen át egészen a buszterminálig.

Jelentős alulteljesítés figyelhető meg Vorup és Krstrup között. Ez a déli városrész két legnagyobb lakóövezete, amelyet az Aarhusvej választ el egymástól. A két körzet rendkívül nagy kiterjedésű és a domborzati adottságok sem teszik lehetővé a lágy közlekedési módok térhódítását. Ettől függetlenül a két zóna között nincs közvetlen közösségi közlekedési összeköttetés; a tangenciális buszvonalak hiányát vonhatjuk le konzekvenciaként.

Említést érdemel a Paderup és Romalt közötti kapcsolat. A bevásárló központot és a paderupi gimnáziumot mindössze egy hatalmas kerülőúton közlekedő lokális (helyközi) busz köti össze Romalt lakóövezetével, munkanapokon is csak napi öt pár járat. Ismét hiányzó tangenciális összeköttetésről beszélhetünk.

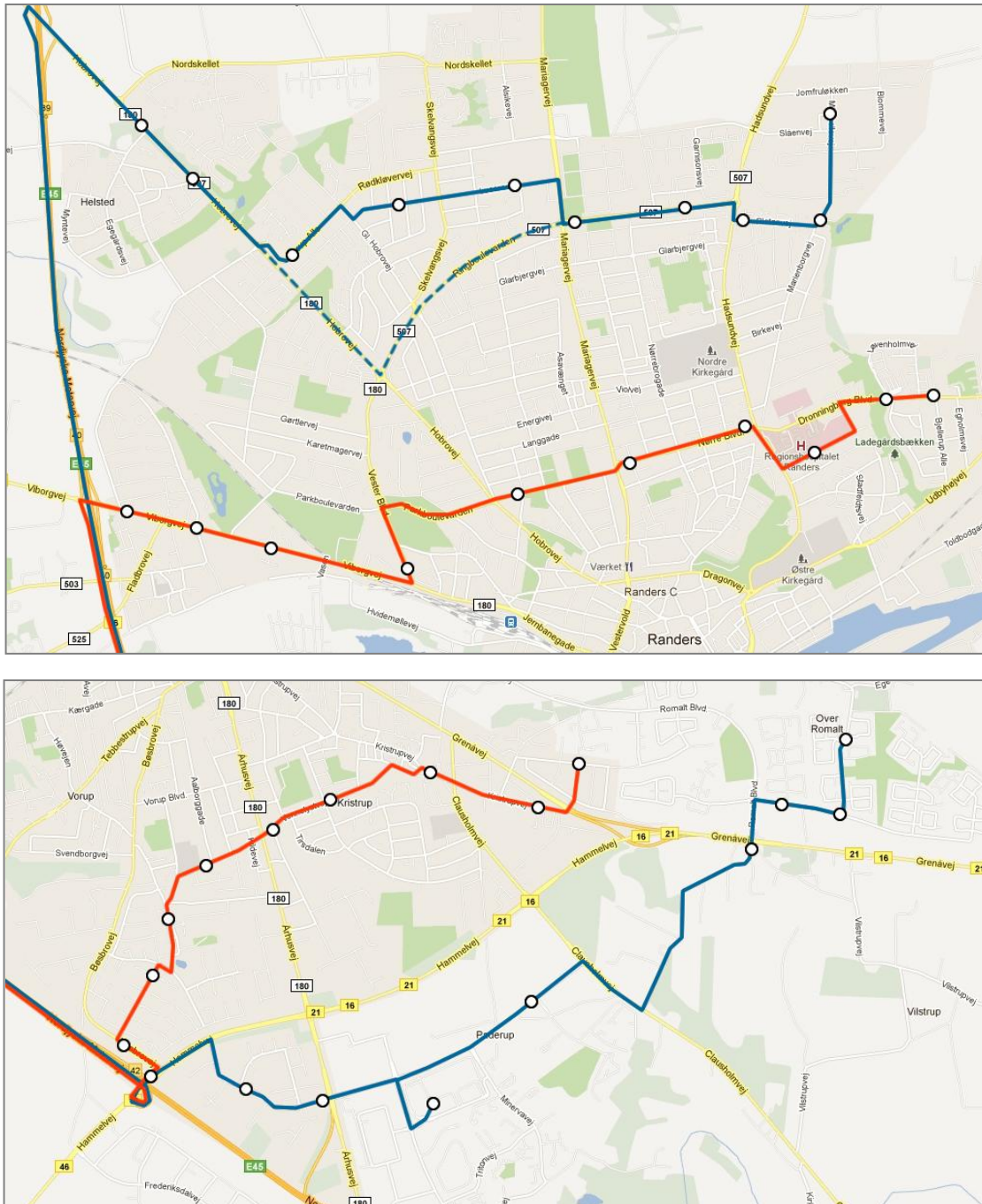
3.5. Az eredmények gyakorlati alkalmazása

3.5.1. Javaslattétel a buszhálózat bővítésére

A következő bekezdésekben a buszhálózat mobilitási mátrixában észlelt hiányosságok alapján javaslatot teszek új, hiánypótló jellegű buszvonalak elindítására. Fel szeretném hívni a figyelmet arra, hogy a javaslatok pusztán a potenciális igények felmérése alapján készülnek; a megvalósítást mindenképpen alapos társadalmi és gazdasági költség-haszon elemzésnek kell megelőznie. Javaslataim a jelenlegi hálózat fő hiányosságára koncentrálnak: a tangenciális összeköttetések hiányára.

A mobilitási mátrixok elemzése alapján egyértelmű, hogy a Midby Ø-Midtbymariagervej-Helsted tengelyen létezik potenciális igény új közösségi közlekedési kapcsolat beindítására. Hasonló jelenség figyelhető meg a déli városrész Paderup-

Romalt és Krstrup-Vorup zónapárjai között. Tangenciális összeköttetések megteremtésére két új buszvonal beindítását javasolhatjuk. Mindkét vonal a várostól keletre haladó autópályán haladva kötné össze az északi és déli zónákat, majd az autópályáról letérve az imént részletezett zónákat kötnék össze.



18. ábra: A mobilitási mátrixok vizsgálatán alapuló javaslattétel új, az autópályán összekötött tangenciális buszviszonylatok vonalvezetésére
(forrás: saját grafika, Google Earth)

Első buszvonal-javaslatom délen a Romalt és Paderup közötti hiányzó kapcsolatot adná meg, északon pedig Helsted, Mariagervej és Hadsundvej körzeteket érintené.

Az autópályahidat már ma is sokan használják a Randers északi és déli külső kerületei között ingázók, azonban közforgalmú közlekedési kínálat híján személyautóikkal.

A javaslat második buszvonala egy belső tangenciális ívet jár be. Északon a városközpont keleti (Midtby Ø) és nyugati (Midtby V) körzeteit köti össze a Mariagervej belső vonzaskörzetét érintve. Ezt az útvonalat is csak a központi buszvégállomáson át lehet bejárni a jelenlegi hálózaton, versenyképesnek nem nevezhető menetidő mellett. Az autóbusz ezután az autópálya folyóhoz közeli felhajtóján fordul dél felé, ahol Vorup és Kristrup hiányzó összeköttetését teremti meg. A mobilitási mátrixok különbségéből leolvasható, hogy Midtby V és Vorup között igen gyengén teljesít a jelenlegi buszhálózat; a második tangenciális buszvonala a városközpont helyett az autópálya hídján átvágva javítani fog a kínálaton menetidő tekintetében.

3.5.2. Fonódó buszhálózat vizsgálata

Randers buszhálózata a várost sugárirányban átszelő, de minden esetben a központi buszpályaudvart érintő viszonylatokból áll. A hálózat megalkotásakor a középpontból a külső kerületek felé tartó vonalakat valamilyen vezérelv szerint csoportosítani kellett. Felmerül a kérdés, hogy helyesen történt-e ez a párosítás, nem lenne-e több ember számára vonzó a buszhálózat, ha más radiális vonalak összekötésével kínál-nánk átszállásmentes kapcsolatokat. A körzetek közötti mobilitási mutatók, azaz a mobilitási mátrixok révén erre a kérdésre is számszerű választ kaphatunk.

	Észak	Dél
#1	5, 10, 11, 9 (A)	17, 21, 19 (C)
#2	3, 6, 9 (B)	
#3	10, 8, 11, 9 (C)	17, 24 (H)
#4	10, 8, 11, 9 (C)	10, 8, 11, 9 (I)
#5	5, 10, 11, 9 (A)	21, 26, 28 (J)
#6	5, 7, 8, 6, 9 (D)	
	9, 11, 13 (E)	
#10, #11	9, 6, 2, 1 (F)	

		#1 - Haslund - Vorup	#3 - Paderup - Vorup	#4 - Paderup - Kristrup	#5 - Romalt - Kristrup	
		G	H	I	J	E
#1, #5 - Nordskellet - Hadsundvej	A	<u>75</u>	54	88	<u>84</u>	
#2 - Helsted - Railway st.	B	50	40	63	56	
#3, #4 - Platanvej - Mariagervej	C	77	<u>56</u>	<u>92</u>	86	
#6 - Nordskellet - Nyvangvej - Hobrovej	D	77	57	94	86	<u>137</u>
#6 - Dronningborg	E	58	43	67	65	
#10, #11 - Hornbæk - Railway st.	F	51	40	63	57	

2. táblázat: A buszhálózat északi és déli radiális ágakra való felosztása zárójelben az ágak jelölésével és az érintett körzetek számával

19. ábra: Mobilitási mátrix az északi és déli radiális buszviszonylatok között; potenciális utasok száma összesen ezer embert feltételezve (forrás: Dán Statisztikai Hivatal, saját grafika)

A vizsgálat első lépéseként felírtam, hogy az egyes buszvonalak északi és déli radiális ágai milyen körzeteket szolgálnak ki.

Ezt követően minden északi radiális ágra kiszámoltam az egyes déli ágak irányában mutatkozó potenciális utazási igényeket (lásd 2. táblázat). A számítás alapja az általános mobilitási mátrix, azaz a Dán Statisztikai Hivatal ingázási és iskolai adatsora. (Példa: az A és G jelű radiális ágak közötti mobilitási igény számszerű mértékét az A és G ág által érintett körzetek közötti utasszámok összeadásával kaptam. Tehát példánkban a következő zónapárok celláinak értékeit kell összeadni: 5-17; 5-19; 5-21; 10-17; 10-19; 10-21; 11-17; 11-19; 11-21; 9-17; 9-19; 9-21.)

Ha megegyező módon az A és G radiális ágak mellett az összes északi és déli radiális ág közötti mobilitási igényeket kiszámoljuk, akkor egy új mátrixot kapunk (lásd 19. ábra). Az új mátrix sorai az északi, oszlopai pedig a déli radiális ágakat reprezentálják; a cellák értékei pedig a potenciális utasszámokat adják ki 1000 lakost feltételezve. (Példa: a mátrix első sorának bal szélső értéke 75. Tehát ha 1000 fő lakna Randersben, akkor az A radiális buszvonallal kiszolgált körzetekből 75-en szeretnének a G radiális ág által érintett zónákban utazni munkahelyükre vagy iskolájukba.) A mátrixban aláhúzással jelöltem, hogy jelenleg mely ágakat összekötve épül fel a fonódó buszhálózat.

A jelenlegi legnépszerűbb buszvonallal mindkét radiális ág (D és E jellel ellátva) az északi városrészben halad, így a két radiális ág potenciális utasszámát is kiszámoltam, kiegészítve az imént leírt mátrixot.

A potenciális igényeket ismerve most építsük fel a város ideális fonódó buszhálózatát a jelenlegi hálózati sémát figyelmen kívül hagyva! A B és F jelű északi radiális ágakról látszik, hogy kevés déli utast vonzanának, így a hat északi ág közül ezt a kettőt biztosan nem kötöm össze délivel. Az E és D ágak közötti utasszámban mért mobilitási igény kiugróan magas; arra a következtetésre juthatunk, hogy nem érdemes a jelenlegi hatos busz akármelyik ágát is dél felé fordítani – az E és D ágakat nem szabad különválasztani. Az A és C ágak jelenlegi déli párjait felcserélhetnénk, de ezzel nem érnénk el számottevő előrelépést: a C ágot a H helyett a G-vel összekötve $77-56=21$ új utast nyernénk, azonban éppen ugyanennyi utast veszítenénk el az A ágot a G helyett a H-val összekötve, hiszen egyetlen déli ágot sem szabad a koncepció szerint szabadon hagyni.

Arra a következtetésre jutottam, hogy a radiális ágak jelenlegi összekötése biztosítja a legtöbb utast. Fontos megjegyezni, hogy a vizsgálat során kizárólag a munkahelyi és iskolai utazásokat tekintettük az autóbuszszolgáltatások potenciális keresletének. A kikapcsolódási vagy vásárlási célú utazások komoly torzulást eredményezhetnek

az imént kiszámított mátrixban, például a város legnagyobb bevásárlóközpontját érintő radiális ágak esetében.

Azt is meg kell említeni, hogy Randersben legalább két évtizede a jelenlegi vonalhálózaton járnak a városi buszok (apróbb változások természetesen történtek). Ennyi idő alatt a közlekedés iránti kereslet hozzáidomulhatott a kínálathoz. Valószínűsíthető, hogy a munkavállalók és különösen a gyermekek munkahely- és iskolaválasztásakor fontos szempont, hogy az intézmény az otthonuktól egyszerűen – lehetőleg átszállásmentesen – elérhető legyen a városi buszok valamelyikével. Tehát a jelenlegi hálózat átalakítása után idővel az általános mobilitási igények is az új közlekedési kínálathoz idomulnának. Ezt a jelenséget a mobilitási mátrixokon alapuló vizsgálati módszertanunkkal nem tudjuk modellezni.

4. A módszertan hazai adaptációjának lehetőségei

A módszertan első, dániai alkalmazásának dokumentálása során több hibát is észleltem, amelyek egyrészt mérési pontatlanságokra vezethetők vissza, másrészt a modell egyes elemeinek szükségtelenül bonyolult rendszeréből következik, ami a későbbiekben lehetővé teszi elvi egyszerűsítések kidolgozását. A következő fejezet azt vizsgálja, hogy milyen statisztikai adatgyűjtési eljárások bevezetésére, alkalmazására lenne szükség a dániai vizsgálat hazai adaptációjához, illetve hogyan lehetne kiküszöbölni a randers-i esettanulmányban részletezett pontatlanságokat.

4.1. Általános mobilitási mutatók

A módszertan legfontosabb forrása a körzetek közötti munkahelyi és iskolai ingázási statisztikák – Dániában ez az adatsor a rendelkezésünkre állt, sőt az adatsor meglete adta az alap gondolatot a buszhálózat mobilitási mátrixokkal történő értékeléséhez és a kérdőíves felmérés megszervezéséhez. Ahogy a Dán Statisztikai Hivatal adatsorának elemzésekor is említettem, ez a statisztika nem kifejezetten a városi közösségi közlekedésben való alkalmazáshoz készült. Magyarországon – tudomásom szerint – nem állnak rendelkezésre hasonló körzetek közötti mutatók, így a felmérés előkészítésekor lehetőség nyílna – például a körzetfelosztás meghatározásakor – közlekedés-specifikus szempontokat is figyelembe venni.

Az iskolai mobilitási mátrix előállítása kisebb szervezési problémát jelentene, hiszen egy-egy városban vagy kistérségben a diákok viszonylag kisszámú oktatási intézményben koncentrálnak. A diákok iskolai nyilvántartásának természetesen tartalmaznia kell a diák lakhelyét, tehát pótlólagos adatgyűjtésre nem lenne szükség – pusztán az adatok összegyűjtésére és a lakhelyek postai címének körzetekkel való behelyettesítésére. Az adatok rendelkezésünkre állnak és a mobilitási mátrixos vizsgálat még akkor is értékes eredményekkel szolgálna, ha a munkahelyi, bevásárló és szórakozási célú utazásokat figyelmen kívül hagynánk. Városi közösségi közlekedési hálózatok terhelésében gyakran a reggeli csúcsidőszak jelenti a szűk keresztmetszetet – ilyenkor hasznos lehet a diákok mobilitási szokásait összehasonlítani a busz- vagy más közösségi közlekedési hálózat kínálatával.

A munkahelyi ingázásokra vonatkozó adatsor összeállítása már nagyobb kihívást jelent, hiszen a munkahelyek száma körzetenként jóval nagyobb és jelenleg nincs a munkaadóknak adattárolási kötelezettsége a munkavállalók lakcímét illetően. A statisztikai és önkormányzati törvények módosítására lenne szükség hasonló adatszol-

gáztatási kötelezettség előírására. Adminisztratív szempontból nem nagy elvárás kötelezővé tenni a személyi- és béradatok nyilvántartása mellett a dolgozók lakcímének továbbítását is, de a jelenlegi jogi környezeten komolyabb módosításokra lenne szükség.

Országos szintű adatgyűjtésre adnak lehetőséget a népszámlálás kötelezően kitöltendő adatlapjai. A 2011-es népszámlálás két közlekedéssel kapcsolatos kérdést tesz fel. Az első a napi ingázás során használt közlekedési módra vonatkozik, a második pedig az utazás időtartamára. Ezek az adatok más közlekedési statisztika elkészítéséhez hasznos lehet, azonban a mobilitási mátrix elkészítéséhez nem nyújt elegendő információt. A válaszadók lakhelyét természetesen megtudjuk a kérdőívről, azonban munkahelyének, oktatási intézményének elhelyezkedéséről csak települési (Budapestben belül kerületi) szinten kell beszámolni. Ez természetesen nem teszi lehetővé a körzetekhez való hozzárendelést.

A munkahely vagy iskola pontos címének megadásával népszámlálási úton az egész országra vonatkozóan elkészíthető lenne a – később tetszőleges körzetfelosztás szerint feldolgozható – mobilitási mátrix, ami hatalmas segítség lenne a közlekedéstervezők számára.

Érdemes kitérni a körzetfelosztás elveire. A körzetek kialakításakor a legfontosabb szempont az, hogy minden körzet egyértelműen hozzárendelhető legyen a közlekedési hálózat valamely viszonylatához. Ez értelemszerűen a körzetek méretére vonatkozóan is korlátozó tényezőt jelent, hiszen a megállóhelytől ésszerű gyaloglási távolságon kívül eső területeket már nem az adott viszonylat szolgálja ki. Homogén, tehát egy közlekedési módot és hasonló paraméterekkel rendelkező járműveket használó hálózat – például kisvárosi buszhálózat – esetén egyértelmű a helyes körzetfelosztás: a zónahatárok a buszvonalak egymástól legtávolabb eső pontjait kötik össze, tehát a buszvonalak mindig a zónák közepén haladnak.

Több szintű közlekedési hálózatok (például városi autóbusz és gyorsvasút) esetében már változhatnak a körzetfelosztás elvei, hiszen nagyobb kapacitású és átlagsebességű közlekedési szolgáltatások vonzáskörzete nagyobb távolságot jelent, mint városi buszok esetében. Amennyiben feloldhatatlan ellentét mutatkozik a két körzetfelosztási elv között, akkor érdemes lehet kétszintű körzetfelosztást alkalmazni – példánkhoz visszatérve az elővárosi vasút megállóhelyeihez tartozó zónákat több kisebb körzetre osztjuk fel a zónán áthaladó buszvonalak kiszolgálási területei alapján. Jelen TDK dolgozat tematikáján kívül esik a több szintű körzetfelosztáson alapuló mobilitási mátrixok módszertana.

Nem csak közlekedési módok, hanem földrajzi dimenziók mentén is kiterjeszthető a randers-i esettanulmány gyakorlata. A bevezetőben említettem, hogy Randers eseté-

ben is a lakosság jelentős része a harminc kilométerre fekvő nagyvárosban, Aarhusban dolgozik vagy tanul. Ezeket az ingázási szokásokat nem tudtam megjeleníteni (illetve a randers-i otthon és a buszvégállomás közötti utazások formájában jelenítettem meg) a vizsgálat során. A földrajzi határokat kiterjesztve első lépésként felvehetünk a mobilitási mátrixokba egy új zónát, ami a városon kívüli külvilágot jelentené. A későbbiekben természetesen a külvilágot további zónákra bontva finomíthatjuk. A folyamat végén – már több közforgalmú közlekedési mód hálózatát figyelembe véve és minden lakott települését azonos finomságú körzetre bontva – komplett mobilitási mátrixot készíthetünk egy régióra, országra.

4.2. Kérdőíves felmérés

A randers-i kérdőíves felmérés eredményeit a dolgozat második fejezetében mutattam be. Felismerhettük, hogy számtalan pszichológiai faktor miatt a felmérés erőteljes torzulást szenvedett. Problémák voltak a kérdőív megértése terén például az átszállásos utazások leírása során. Szintén torzuláshoz vezetett, hogy a válaszadók egyes csoportjai nagyobb számban reprezentálták magukat, holott a felmérés célkitűzései közé tartozott az utazóközönség utazási indíttatás szerinti összetételének felmérése is. A felmérés négy napja alatt és egy napon belül is meredeken zuhant a kérdőívek kitöltése iránt mutatott hajlandóság – aki egyszer már kitöltötte a kérdőívet, az másodjára már nem vette a fáradságot. Így az otthon és munkahely/iskola közötti reggeli utazások nagyobb reprezentációt kaptak, mint az ellenkező irányú délutáni forgalom.

A felsorolt hibák kiküszöbölése érdekében nem javaslom az önkéntes kérdőívkitöltés alkalmazását. Kérdezőbiztosok közreműködésével elkerülhető a kérdőívek félreértése és egyenletes mintavétel valósítható meg a válaszadók pszichológiai attitűdjétől függetlenül.

Dániai kérdőívünk első része alapvetően a mobilitási mátrix összeállításához szükséges adatokra kérdezett rá. A buszmegállók megjelölése többé-kevésbé egyértelmű volt, azonban a kiinduló- és végpont postai címét az esetek többségében csak egyszerűsítve adták meg a válaszadók (például házszám nélkül). Ennek a kérdésnek az lett volna a célja, hogy megállapítsuk az otthon és a buszmegálló közötti legyalogolt, lekerékpározott távolságot, de házszám nélkül természetesen nem valósítható meg a számítás. Tanulásként kijelenthető, hogy érdemes inkább a megállótól való méterben vagy gyaloglási időben kifejezett távolságra rákérdezni a későbbiekben.

A dániai kérdőív második része az utasszámlálások során megszokott kérdéseket tette fel. Itt kerül elő az a szempont, hogy akkor adna tökéletes eredményt a felmérés,

ha az összes utas kitöltené a kérdőívet, vagy utascsoportonként azonos arányban töltenék ki azt. Ez természetesen nem valósítható meg önkéntes alapon; az utasszámlálásokat éppen ezért a legritkább esetben szokták önkéntes kérdőívkitöltéssel végrehajtani.

Javaslatom szerint külön kell választani a mobilitási mátrix és az általános utazási szokások felméréséhez szükséges adatgyűjtést. Előbbit továbbra is el lehet végezni kérdőíves formában, azonban a félreértések és egyszerűsített válaszok elkerülése érdekében kérdezőbiztosok alkalmazása javasolt. Az utasszámlálás-jellegű és az utasok összetételét felmérő adatgyűjtést kizárólag kérdezőbiztosokkal, illetve a járműveken vagy a megállóhelyeken elhelyezett automatákkal érdemes lebonyolítani.

4.3. Alkalmi, nem ingázó utazások kezelése

A városon belüli és városok közötti utazások jelentős hányadát nem rendszeresen, naponta ismétlődő ingázó mozgások, hanem alkalmi helyváltoztatások teszik ki. Ilyenek a szabadidős, bevásárló vagy turisztikai jellegű utazások. Randers közösségi közlekedési terve szerint az utasok fele használja csak napi rendszerességgel a városi buszhálózatot, a fennmaradó ötven százalék csak alkalmi szinten száll fel a járművekre. (Magyarországon ez az arány sokkal inkább az ingázók felé hajlik.)

A TDK dolgozatban bemutatott módszertan kizárólag az ingázó utazások feldolgozását tette lehetővé. Dániában ezt a kényszerűség követelte meg, hiszen a Dán Statisztikai Hivatal csak az ingázók általános mobilitási szokásaira vonatkozóan ad információt. Az alkalmi utazások bevonása nagy körültekintést tesz szükségessé, hiszen nem állnak rendelkezésünkre és nem is állíthatók elő olyan nyilvántartások, amelyek egyértelmű információt szolgáltatnának a mobilitási mátrix celláira.

Ha csak az utazások egy részére – jelen esetben felére – terjed ki a vizsgálat a mobilitási mátrixok meghatározása során, akkor mennyire hasznos a vizsgálat? Mivel a közösségi közlekedési hálózatokat alapvetően a csúcsidei terhelésre kell méretezni, amikor egyértelműen az ingázó helyváltoztatások dominálnak, így a körzetek közötti mobilitási mutatók ilyenkor megbízható becslést szolgáltatnak a hálózat fejlesztésének potenciális irányaira. Ebből adódóan a vizsgálat hasznossága jelentősen túlmutat a megfigyelésbe bevontak arányának mértékén.

Két adatsorra lenne szükségünk az alkalmi utazások feldolgozásához is. Az egyik a vizsgált közösségi közlekedési hálózatot használók kiinduló- és végpontjait tartalmazná a korábbival megegyező körzetfelosztás mellett. Ezt a mobilitási mátrixot az utasszámlálások adatait is felhasználva elő lehetne állítani kérdezőbiztosok és megfelelő számú és összetételű válaszadó segítségével.

Sokkal nagyobb kihívást jelent az egész közlekedési hálózatra vonatkozó általános mobilitási mátrix adatgyűjtése. Minden egyes zónapárra meg kellene állapítani a szabadidős, bevásárló és turisztikai jellegű utazások volumenét. A szokásos módon végrehajtott statisztikai mérések ebben az esetben csak korlátozottan vezetnének megbízható végeredményhez, ugyanis a kapott adatok jelentős szórása csak a megfigyelések számának és rendszerességének növelésével csökkenthető olyan mértékben, ami lehetővé teszi a gyakorlati szempontból is elfogadható becslési intervallum kialakítását. Ugyanakkor felhasználhatók a közlekedési hálózattervezés gyakorlatából ismert forgalomkeltési modellek. Az egyes körzetekben található lakások, szabadidős és bevásárló létesítmények számából és méretéből, valamint a vizsgált körzetek távolságából gravitációs elven becsléseket lehet tenni a körzetek közötti forgalom volumenére.

5. Összefoglalás - konklúzió

A körzetek közötti helyváltoztatások volumenét felmérve mobilitási mátrixokat hozhatunk létre. Amennyiben egy vizsgált terület közösségi közlekedési hálózatának, valamint közlekedési módtól független, általános mobilitási mátrixát is létrehozunk, majd a két adatsor különbségét képezzük, akkor megtudhatjuk, hogy mely zónák között teljesít a potenciális igényekhez képest átlagon alul a közforgalmú közlekedés. A vizsgálat révén következtetéseket vonhatunk le a hálózat továbbfejlesztésének legnagyobb haszonnal kecsegtető irányaira.

A dolgozat a mobilitási mátrixok módszertanát egy dániai alkalmazás részletesen elemzésével mutatja be. Randers esetében az adatgyűjtés és -feldolgozás eredményeként két új tangenciális irányú buszvonal elindítására tettem javaslatot. Megállapítottam, a központi buszpályaudvarról induló és a külvárosokban véget érő sugárirányú buszvonalakat az általános utazási igényeknek megfelelően kötötték össze a várost átszelő viszonylatokká, nincs szükség a hálózat újragondolására.

A dániai vizsgálat mindössze egyetlen városra és annak városi autóbusz-hálózatára korlátozódott, azonban a módszertan továbbfejlesztésével lehetőség nyílik más közforgalmú közlekedési hálózatok bevonására és a vizsgálat földrajzi kiterjesztésére. Ez azonban többszintű körzetfelosztás bevezetését teheti szükségessé.

A módszertan hazai alkalmazásának legnagyobb kihívása az adatgyűjtés pontatlanságából származó hibák kiküszöbölése lehet. Az általános mobilitási mátrixok összeállítása két módon valósítható meg:

- A dolgozók, diákok lakcímének munkahelyi és iskolai nyilvántartásával és az adatszolgáltatási kötelezettség jogi kereteinek rendezésével.
- A munkahely, oktatási intézmény címére vonatkozó kérdéssel kiegészítve népszámlálási kérdőívekkel.

Mivel a népszámlálás során akár országos szintű mobilitási mátrixok létrehozása is lehetséges, az utóbbi megoldásra teszek javaslatot. Azonban hozzá kell tenni, hogy a beérkező adatok volumene miatt jelentős adatkezelési kapacitásokra lenne szükség.

Az alkalmi szabadidős, bevásárló és turisztikai jellegű utazások reprezentációja fontos lehet a mobilitási mátrixok teljes körűvé tétele érdekében, azonban az adatgyűjtés nem lehetséges statisztikai mérési módszerekkel. Gravitációs elven alapuló forgalomkeltési modellek segítségével becsléseket lehet tenni a körzetek közötti forgalom nagyságára.

A mobilitási mátrixok felvételén és elemzésén alapuló dániai tanulmányunkat a megrendelő regionális közösségi közlekedési hivatal, a Midttrafik elfogadta és hasznosnak találta a jövőbeli hálózatfejlesztések szempontjából.

Irodalomjegyzék

1. Midttrafik: Passagertælling 2009, Hovedresultater
A Midttrafik 2009-es utasszámlálási adatait bemutató tanulmány
2. Trafikstyrelsen: Nøgletal for offentlig buskørsel, ekskl. handicapkørsel, 2011
A Dán Közlekedési Hatóság autóbusz-közlekedésről szóló éves költségvetési jelentése
3. Randers Kommune: Kollektiv trafikplan for Randers Kommune, 2009
Randers önkormányzatának 2009-es tömegközlekedési tervdokumentuma
4. Randers Kommune: Infrastrukturplan for Randers Kommune, 2008
Randers önkormányzatának 2008-as infrastruktúra tervdokumentuma
5. Randers Kommune: Kommuneplan 2009, Hovedstruktur
Randers önkormányzatának városrendezési fejlesztési terve
6. Randers Kommune: Befolkningen i Randers Kommune, 2010
Randers önkormányzatának demográfiai tanulmánya a 2011 és 2023 közötti időszakra vonatkozó népességnövekedési becslésekkel
7. Trafikstyrelsen: Med tog, bus & færge – beskrivelser af opgaver og rollen i den kollektive trafiksektor i dag, 2010
A Dán Közlekedési Hatóság összefoglaló kiadványa az ország közösségi közlekedési rendszeréről
8. Danske Regioner, KL, Trafikselskaberne i Danmark: Visioner for den regionale og lokale kollektive trafik
Közlekedéspolitikai koncepció a regionális és lokális autóbusz-közlekedésről
9. J de D Ortúzar: Stated preference modeling techniques, 2000, PTRC Education and Research Services Ltd.

Köszönetnyilvánítás

Jesper Andersennek, a JA Rådgivning APS ügyvezető igazgatójának, aki a dániai szakmai gyakorlat során hatalmas segítséget nyújtott a jórészt dán nyelvű forrásanyagok felkutatásában, értelmezésében, valamint a Midttrafik és Randers önkormányzatának szakértőivel való kapcsolattartásban.

Nagy Zoltánnak, a TDK dolgozat tanszéki konzulensének.