



Smart Commuting projekt Szolnok Pilot Action



A projekt az Interreg Central Europe Smart Commuting néven indult,

hívószava: [TakingCooperationForward](#)

Tartalom

Ábrajegyzék	5
1. Executive Summary	6
2. Vezetői összefoglaló	8
2.1. Előzmények.....	8
2.2. Az akcióterület bemutatása	8
2.3. Közlekedési kihívások az ingázás kapcsán, a Pilot Akció tartalma.....	10
2.3.1. Elektromos autóbuszok bevezetése a Pilot Akció keretein belül.....	11
2.3.2. Rugalmas, igényvezérelt közlekedési rendszer kialakítása	13
2.4. Időbeli ütemezés	15
2.5. A Pilot Akció forrásigénye.....	16
MEGALAPOZÁS.....	17
3. Előzmények.....	17
3.1. SMART COMMUTING projekt bemutatása	17
3.2. Szolnok Megyei Jogú Város szerepvállalása a SMART COMMUTING projektben.....	19
4. Akcióterület bemutatása.....	21
4.1. Szolnok város elhelyezkedése, lakosság, agglomeráció	21
4.2. Szolnok közlekedési adottságai	22
4.3. Szolnok város gazdasága	23
4.4. Szolnok vonzáskörzete	23
4.4.1. A Szolnoki funkcionális városi terület adatai.....	23
4.4.2. Ingázás, közlekedés jellemzői a funkcionális városi területen	24
4.5. Helyi autóbuzszos közlekedés.....	26
4.5.1. Hálózat, menetrend.....	26
4.5.2. Járműállomány	29
4.6. Helyközi – elővárosi autóbuzszos közlekedés.....	31
4.7. Vasúti közlekedés.....	34
5. Stratégiai alapok.....	40
5.1. Integrált Városfejlesztési Stratégia.....	40
5.2. Főbb problémák feltárása	41
5.2.1. A kérdőíves felmérés eredményei – SWOT elemzés.....	41
5.2.2. Mobilitási felmérés eredményei	43
5.2.3. Személyes interjúk eredményei	46

5.3. Kapcsolódás a Szolnok Megyei Jogú Város Fenntartható Városi Mobilitási Terv dokumentumához	47
5.4. Összefoglalás	49
PILOT AKCIÓN.....	51
6. Pilot Akció elvégzendő tevékenységei.....	51
7. Alternatív autóbusz hajtások összehasonlítása, döntési szempontok bemutatása.....	52
7.1. Elméleti alapok	52
7.1.1. Helyi, regionális, nemzeti és nemzetközi ösztönzők	53
7.1.2. Alacsony szén-dioxid kibocsátású gazdaság.....	53
7.1.3. Zaj	54
7.1.4. A környezetbarát buszok bevezetésével járó kihívások.....	54
7.2. Milyen különböző autóbuszos technológiák közül lehet választani?.....	55
7.3. Autóbuszos technológiák összehasonlítása	56
7.3.1. Környezeti szempontok: levegőminőség, éghajlat és zaj.....	56
7.3.1.1. Levegőminőség.....	57
7.3.1.2. Éghajlat	57
7.3.1.3. Zaj	58
7.3.2. Működési teljesítmény, infrastruktúra, kiforrottság.....	59
7.3.2.1. Autonómia (hatótávolság) és töltési idő	60
7.3.2.2. Infrastruktúra	60
7.3.2.3. Kiforrottság.....	60
7.3.3. Gazdaságosság.....	61
7.3.4. Energiabiztonság	61
7.3.5. További szempontok	62
7.4. Pilot Programban használandó alternatív hajtás meghatározása.....	63
7.4.1. Környezeti szempontok.....	63
7.4.2. Működési teljesítmény, infrastruktúra, kiforrottság.....	64
7.5. Javasolt hajtási mód	65
7.6. A Pilot Akció keretében rendszerbe állítandó járműflotta meghatározása	66
7.7. Az elektromos meghajtású járművek üzembe állításának és üzemeltetésének általános feltételei, keretrendszere.....	67
7.7.1. A jelenleg használatos töltési stratégiák és technológiák áttekintése.....	68
7.7.2. Tervezés.....	69
7.7.3. Üzemeltetés.....	69

7.7.4.	Képzettségi és biztonsági szempontok.....	70
7.7.5.	Következtetések	71
7.8.	Az elektromos autóbuszok bevezetése a szolnoki Pilot Akció kapcsán	71
7.8.1.	Partnerek	71
7.8.2.	Töltési technológia	72
7.8.3.	Szolgáltatási terület.....	74
7.8.4.	Műszaki-karbantartási feltételek biztosítása	74
7.8.5.	Képzések.....	76
8.	Igényvezérelt közlekedési rendszer.....	77
8.1.	Adat és igényvezérelt közlekedési megoldások	77
8.2.	Nemzetközi és hazai példák	77
8.3.	Az adatvezérelt és igényvezérelt közlekedés jövője hazánkban	78
8.3.1.	Az adatok biztosításának módja az adat- illetve igényvezérelt közlekedési rendszer céljára.....	79
8.3.2.	Az SCApp kapcsolódása a nemzeti platformokhoz.....	79
8.4.	A szolnoki helyi, illetve elővárosi szolgáltatások vizsgálata az adat- és igényvezérelt közlekedési szolgáltatások kapcsán	80
8.5.	Lehetséges akcióterületek.....	80
8.5.1.	Helyi közlekedést érintő akcióterület.....	80
8.5.2.	Elővárosi-helyközi közlekedést érintő akcióterület.....	83
8.5.3.	Akcióterület(ek) kijelölése.....	84
8.6.	Igényvezérelt közlekedés megalapozásához szükséges technológiák	85
9.	A Pilot Akció implementációs szakaszának időszükséglete.....	89
9.1.	Elektromos autóbuszok rendszerbe állítása.....	89
9.2.	Igényvezérelt közlekedési rendszer megvalósítása.....	90
10.	Pilot Akció pénzügyi terve és forráslehetőségei	91
10.1.	Elektromos autóbuszok rendszerbe állításának pénzügyi terve	91
10.2.	Igényvezérelt közlekedési rendszer megvalósításának pénzügyi terve	92
11.	Kockázatelemzés	94
11.1.	Kockázatelemzési módszertan	94
11.2.	Elektromos autóbuszok rendszerbe állításának kockázatelemzése.....	97
11.3.	Igényvezérelt közlekedési rendszer megvalósításának kockázatelemzése.....	97
12.	Mellékletek.....	99
12.1.	A megvizsgált autóbuszos technológiák részletes összehasonlítása.....	99

Ábrajegyzék

1. ábra: Autóbuszoknál alkalmazható meghajtási technológiák.....	11
2. ábra: Értékelő táblázat az alkalmazandó technológia kiválasztásához.....	11
3. ábra: Elektromos autóbuszok üzembe állításának időszükséglete.....	15
4. ábra: Igényvezérelt közlekedési megoldás kialakításának időszükséglete.....	16
5. ábra: Szolnok Megyei Jogú Város elhelyezkedése Magyarországon belül.....	21
6. ábra: Szolnok Megyei Jogú Város és közvetlen környezetének közlekedési kapcsolatai.....	21
7. ábra: Szolnok város térképe.....	22
8. ábra: A Szolnoki funkcionális városi terület települései és főbb adatai.....	24
9. ábra: A Szolnoki Járás települései.....	24
10. ábra: Magyarországi városok vonzásokörzetének kiterjedése.....	25
11. ábra: Szolnok helyi közösség közlekedési hálózata.....	26
12. ábra: Szolnok helyi közösségi közlekedésének viszonylatai és azok főbb jellemzői.....	29
13. ábra: A szolnoki helyi közösségi közlekedést ellátó járműállomány adatai.....	31
14. ábra: Szolnok funkcionális városi területének autóbuszos elővárosi kapcsolatai.....	31
15. ábra: Szolnok vonzásokörzetébe tartozó települések autóbuszos kapcsolatainak adatai.....	33
16. ábra: Abony és Törökszentmiklós autóbuszos kapcsolatainak adatai.....	34
17. ábra: Szolnok Megyei Jogú Város vasúti kapcsolatai.....	35
18. ábra: Szolnok vasúti kapcsolatainak jellemzői.....	39
19. ábra: A Szolnokot érintő vasúti honnan-hová forgalom adatai.....	39
20. ábra: A Budapestre irányuló vasúti ingázó forgalom részaránya.....	39
21. ábra: A mobilitási felmérés eredményei.....	46
22. ábra: Környezetvédelmi szabályozó eszközök hierarchiája.....	53
23. ábra: Autóbuszoknál alkalmazható meghajtási technológiák.....	56
24. ábra: Az autóbuszos technológiák levegőtisztaságra, éghajlati hatásokra és zajra vonatkozó szempontjainak ábrázolása.....	57
25. ábra: Az autóbuszos technológiák működési jellemzőinek összehasonlítása.....	59
26. ábra: Értékelő táblázat az alkalmazandó technológia kiválasztásához.....	65
27. ábra: Cserére javasolt járművek a jelenlegi autóbusz állományból.....	66
28. ábra: Példa pantográfós alkalomszerű töltési megoldásra (Varnamo, Svédország).....	73
29. ábra: Nagyobb németországi városok modal split adatai munkanapokon.....	78
30. ábra: Példa az igényvezérelt ingázást támogató applikáció működéséről.....	79
31. ábra: Az igényvezérelt megoldás bevezetésének lehetséges akcióterületei a szolnoki helyi közösségi közlekedési hálózaton.....	83
32. ábra: Az igényvezérelt megoldás bevezetésének lehetséges akcióterületei a szolnoki elővárosi-helyközi közlekedésben.....	84
33. ábra: Elektromos autóbuszok üzembe állításának várható időszükséglete.....	90
34. ábra: Igényvezérelt közlekedési rendszer megvalósításának várható időtartama.....	90
35. ábra: Elektromos autóbuszok üzembe állításának várható költségei.....	92
36. ábra: Igényvezérelt közlekedési rendszer megvalósításának várható költségei.....	93
37. ábra: Kockázat értékelés és kezelés táblázata.....	96
38. ábra: Elektromos autóbuszok üzembe állításának kockázat értékelése.....	97
39. ábra: Az igényvezérelt közlekedési rendszer bevezetésének kockázat értékelése.....	98

1. Executive Summary

General information:

Szolnok is a regional centre of Hungary. The Szolnok Functional Urban Area (FUA) includes 18 municipalities with 110,000 citizens (of which the city of Szolnok has 70,000) and welcomes 62,000 tourists per year (of which the city of Szolnok does 42,300).

The area's public bus transport is characterized by the following: the local transport is well-developed and transparent, and makes all parts of the city easily approachable. The regional bus company – Volánbusz Zrt. – operates 49 buses on 44 lines in this region, providing service to approximately 15,000 passengers on weekdays and 6 million people per year. The provider's vehicles' average age is high – 12,76 years – which makes the fleet have a poor environmental rating. Most routes are harmonized with the peaks in the mornings and afternoons, when students leave to school or when workshift interchanges happen. Almost all municipalities in the FUA have a direct bus connection to the city of Szolnok, while 25% has a public rail connection to it, too.

The mobility faces two main challenges. One is the high volume of individual motorized mode of transport that leads to traffic jams and air pollution. The other is the lack of mobility data because the unrealised development in the fleet and no smart technologies being used in transport (such as fleet management system, e-ticketing or passenger information system).

The modal split shows that currently (in the base year, 2019) the share of cars (44%) is the highest, followed by a relative high share of public transport (41%), and then come pedestrians (8%) and bikes (7%). The target is to increase modal share of environmental friendly transport modes by 10 percentage points (to 66,5%) by 2030 and reduce the share of cars with the same amount (to 33,5%).

Pilot action:

The original study aimed to replace the bus fleet by alternatively powered vehicles, however it was not possible due to financial constraints. During the SWOT analysis it was realised that the transport and the passengers' demands are not aligned.

After a modification, the pilot action's plot was revised to the following: elaborating a concept and a study in order to reduce the environmental effects of public transport in Szolnok and its agglomeration; to make a modern data- and demand-driven concept supported by IT tools; and to substitute some diesel-powered buses by alternatively powered vehicles.

The goal of the pilot action is to study and present smart technologies that can improve service level and attractiveness of public transport in order to contribute to addressing environmental issues and modern challenges in transport system management.

The implementation of the pilot action took place in 3 phases, between December 2018 and May 2020.

There are several aspects that need to be developed during the pilot action: a method to keep track of real-time number of passengers and where they get on and off the bus; a real-time vehicle tracking system and a dynamic passenger-informing system; as well as a solution for the lack of electronic ticket and pass system. Except for these, there are also some legal and organizational questions to be arranged, such as the different systems of pricing of fares in the city and in the suburban area.

As for the factual regional scope of the pilot action, those lines can be involved that have a few departure times supposing that they mainly operate in the rush hours. These are apparently line 14, and line groups 15 (15,15Y) and 34 (34, 34A, 34B, 34E, 34Y). There are other lines – line 10, 12 and 38 - that can be considered for involvement: the lines that do not belong to the backbone of the city's transport and are not along a route of important production and service facilities or educational institutions. Concerning the suburban area, the scope of the action should be one town that has direct connection to Szolnok through several lines and also indirect connection through some transit buses. Based on these aspects, Rákóczi-falva-Szolnok route is recommended to implement the demand-driven services there, which has 59 connections with Szolnok (25 direct ones).

Thus the pilot action consists of 2 elements:

1. The first one is the elaboration of concept for implementing a **flexible data- and demand driven transport management system** based on the demand for transport in a dedicated action area involving local and suburban public transport services.

This system needs meet many criteria in order to function well: it needs to be able to handle user registrations and the way they use the system; to receive the different transport demands in the area and respond to it, to change the schedule accordingly and to communicate the changes to passengers, drivers and dispatch as well; and to provide data for the performance declaration and fulfilment of SLAs.

An example for the technical solution could be Smart City Technological Platform that could synchronize other applications used for the city's transportation, for instance an app that supports demand-driven transportation. This requires except the obviously needed IT background an information system as well that enables communication of different parties to transmit their message, e.g. on their demands. These should be in the case of Szolnok an intelligent system of bicycle racks and an effective system for parking cars (because P+R can influence bigger use of public transport).

2. The other one is the elaboration of concept for **partial substituting (6-8) of regular buses by alternatively powered vehicles**, analysing the main issues (for instance infrastructure, maintenance etc.) of implementing alternatively powered vehicles.

After considering different aspects – e.g. environmental, operational and financial - of different technologies (such as bus driven by electricity, gas or trolleybuses) the most reasonable choice seems to be using electric autobuses with batteries. As for the concrete number, 2 midi buses, 3 solo buses and 1 articulated bus should be put in operation.

When running these buses, the way of charging and the charging infrastructure is of key importance since it affects the range of vehicles (just as the peak periods and the continental climate) and the number of passengers that can be moved at a time. Also, as the setting of infrastructure is an extremely expensive part of the project it is necessary to choose the best solution suited to the facilities of the city.

It is recommended to set up a low-powered charging apparatus in the bus park that is able to charge all (6) buses in the nights simultaneously so they can start the new day with full capacity and one with high capacity that can quickly charge a bus in the daytime. A practical method is choosing a common terminal for the electric buses so the lines are interoperable and the charging point can be

established there: The terminal of Jubileum Square is suggested to be the common terminal as it is also close to the technical depot.

Facts and results:

The cost for implementing the pilot action was 8,300 €. The biggest part of this - 7,055 € - was covered by EU funds and the other 1,245 € were financed by partners. The state contributed to the realization of the action with 830 € and the Municipality of Szolnok with 415 €.

The result is a complete concept and study for reducing environmental impact of the public transport by a data- and demand-driven public transport concept and related plans, supported by IT tools and partial substituting buses using diesel fuel by alternatively powered vehicles, in the area of City Szolnok and dedicated part(s) of its agglomeration.

2. Vezetői összefoglaló

2.1. Előzmények

Szolnok Megyei Jogú Város Önkormányzata csatlakozott az „alacsony szén-dioxid-kibocsátású városok és régiók” prioritás keretében finanszírozott hároméves Interreg Közép-Európa projekthez, melyen belül a mindennapos hivatásforgalom, az ingázás kapcsán keletkező közlekedési kihívásokat kívánja kezelni a SMART COMMUTING projekt keretein belül. Ezen projekt egyik lehetséges outputja egy Pilot Akció megvalósítása, mely tanulmány keretében az alacsony szén-dioxid-kibocsátású mobilitás érdekében Szolnok és agglomerációja területén (funkcionális városi területeken) megvalósítható megoldásokra koncentrálnak.

A SMART COMMUTING projekt általános küldetése az, hogy az érintett önkormányzatok ellenőrzésük alá vonják azokat az ingázással kapcsolatos tényezőket, amelyeket jelenleg külsőnek és ellenőrizhetetlennek tekintenek. Erre építve szükséges egy előretekintőbb stratégia kidolgozása, áthidalva a jelenre mutató szűk hangsúlyt. Az egyik fő kihívás az, hogy a figyelmet azokra a módokra helyezzük, amelyek sokkal tartósabbak és fenntarthatók.

A Pilot Akció tartalma az alábbiakban került megfogalmazásra:

Koncepció és tanulmány kidolgozása a közösségi közlekedés környezeti hatásainak csökkentése érdekében, IT eszközökkel támogatott korszerű, adat- és igényvezérelt közösségi közlekedési koncepció és kapcsolódó tervek kidolgozásával dízel üzemű autóbusz állomány egy részének alternatív hajtású járművekre történő részleges cseréjével, Szolnok város illetve a szolnoki agglomeráció kijelölt területein.

2.2. Az akcióterület bemutatása

Szolnok megyei jogú város, Jász-Nagykun-Szolnok megye és a Szolnoki járás székhelye, a Tisza egyik legfontosabb átkelőhelye. Szolnok **lakónépessége** 2019. január 1-jén meghaladta a 70 ezer főt. Szolnok lakónépességének összetétele – a magyarországi tendenciákhoz hasonlóan – kedvezőtlen, a 19 évesnél fiatalabbak népességén belüli súlya 20% alatti, a 60 éven felülieké 24%. A munkaképes lakosok száma elér a 48,5 ezer főt.

A Szolnokon lakó több mint 30 ezer foglalkoztatott közül helyben dolgozik közel 26 ezer fő. A helyben dolgozók száma 2001-hez képest csökkent, ugyanakkor az eljáróké 49%-kal nőtt. 2011-ben az összes szolnoki lakóhelyű foglalkoztatott 15%-a, mintegy 4500 fő naponta ingázott a lakóhelye és a munkahelye között.

A szolnoki járásba – mely a Pilot Akció szempontjából a megcélzott **funkcionális városi terület** - Szolnokkal együtt 18 település tartozik. A járás területe: 480 km², lakosainak száma kb. 110.000 fő.

A szolnoki funkcionális városi területen a központ és a vonzáskörzete kapcsolatrendszerének egyik meghatározó eleme a munkahely és lakóhely közötti napi ingázás. 2011-ben a funkcionális városi területen élő foglalkoztatottak 28%-a, 12 ezer fő ingázott naponta. Számuk egy évtized alatt 28%-kal növekedett. Ezen belül a vonzáskörzetből Szolnokra járt be több mint négytizedük, azaz 5,1 ezer fő. A legutóbbi népszámlálási adatok szerint a szolnoki funkcionális városi területen a központon kívüli településeken élő foglalkoztatottak 66%-a dolgozott lakóhelyén kívüli településen.

Szolnok **közlekedés-földrajzi helyzete** a vasúti, a közúti és a vízi, légi szállítások tekintetében egyaránt kedvező. A város közlekedési adottságai az országban a legjobbak közé tartozik. Budapesttel a 4-es számú főút és két nemzetközi jelentőségű vasútvonal (100a, 120a) köti össze. Pályaudvara kiválóan alkalmas, mind személy, mind teherszállítást tekintve, a kelet-nyugat irányú belföldi és külföldi összeköttetésre. Két közúti és egy vasúti Tisza-hídja van, további két közúti hidat terveznek (az egyik a 2x2 sávós 4-es főút új elkerülő szakaszán lesz, a várostól északra, a másik egy új, "tömegközlekedésileg" is fontos híd, a várostól keletre). A jelentős nagyságú kelet-nyugati átmenő forgalom nagymértékben hozzájárul a város fejlődéséhez. A várost elkerülő 4-es út, valamint a vízi és légi közlekedés megléte, a kitérő vasúti iparvágányok tették lehetővé, két ipari park, valamint logisztikai központ letelepedését.

Szolnok **helyi autóbuszos közlekedése** alapjaiban véve jól megszervezett, áttekinthető rendszerű. A város központjából átszállással jól megközelíthető minden városrész. Szolnok közösségi közlekedésének ellátása a Volánbusz Zrt. feladata, amelyet 49 autóbuszal 44 vonalon mintegy 15.000 utast szállít munkanapokon, éves szinten mintegy 6 millió utas igényeit kielégítve.

Összefoglalóan megállapítható, hogy a vonalhálózat megfelelően feltárja a város részeit és hálózati szempontból jó kapcsolatokat biztosít az utasok számára. A viszonylatok jelentős része a reggeli és/vagy a délutáni csúcsra hangolt, illetve az iskolakezdést vagy a műszakváltásokat szolgálja ki; számos viszonylat csak néhány induló járatot jelent. A csökkenő utasszám miatt a szolgáltatás volumene (férőhelykm) egyre inkább kínálatinak tekinthető, de az egyes viszonylatok ritka indulásai csak erősen megtervezett utazásokat tesznek lehetővé.

A szolgáltató dedikált járműállománnyal biztosítja a szolgáltatásokat. A rendelkezésre álló járműállomány átlagéletkora magas, 12,76 év, az állomány megújítását célzó járműcserék csak ritkán és nem tervszerűen történnek. A járművek korából eredően a flotta környezetvédelmi besorolás tekintetében is messze áll a korszerűtől. 14 jármű EURO2 besorolású, 3 jármű EURO3 besorolású, 28 jármű EURO4 besorolású és 3 jármű EURO6 besorolású.

A szolnoki funkcionális városi terület településeit kiszolgáló **elővárosi-helyközi autóbuszos szolgáltatásokról** elmondható, hogy

- jelentős férőhely-kapacitások állnak rendelkezésre,

- széles időintervallumban biztosítanak eljutást,
- a kiemelt időszakokban (reggeli és délutáni csúcsforgalom) a legtöbb viszonylaton kiemelkedő sűrűséggel közlekednek.

2.3. Közlekedési kihívások az ingázás kapcsán, a Pilot Akció tartalma

Szolnok Megyei Jogú Város közlekedési rendszerének legnagyobb problémája a drasztikusan megnőtt és a legutolsó időkben is növekvő egyéni motorizált közlekedés térnyerése, illetve a növekvő forgalom intenzitását kiszolgálni és követni képtelen infrastruktúra, mely mindennapos közlekedési dugókat eredményez, jelentősen növelve a városban utazók elvesztegetett idejét, illetve szintén növelve a környezetszennyezés hatásait.

A növekvő egyéni közlekedés problematikája mellett az állandó forráshiánnyal küzdő helyi autóbuzsos közösségi közlekedési szolgáltatások eszközparkja leépült, elmaradtak a fejlesztések nemcsak az új járművek beszerzése terén, hanem a XXI. század színvonalához méltó szolgáltatások nyújtásához szükséges informatikai fejlesztéseket, vagy az utasforgalmi létesítményeket tekintve is. A fejlesztések elmaradásával a közösségi közlekedési szolgáltatások egyre kevésbé vonzóak a potenciális utazóközönség számára.

A hiányzó fejlesztések miatt nem állnak sem az üzemeltető, sem a közlekedési ellátási felelős rendelkezésére azok az adatok, információk, melyek a közösségi közlekedés célirányos és megalapozott fejlesztéséhez nélkülözhetetlenek.

A Pilot Akció indítását a fentiek alapján az indokolta, hogy a város közlekedési rendszere számára bemutathatóak és elérhetőek legyenek olyan technológiák és megoldások, amelyek a helyi közösségi közlekedést magasabb szintre emelve válaszokat tudjanak adni mind a környezetvédelmi, mind a közlekedésszervezési kihívásokra és ezáltal vonzóbbá tegyék a helyi közösségi közlekedést.

A Pilot Akció két alapvető részből áll össze.

Egy szűkebb akcióterületen - a helyi viszonylatok egy része mellett bevonva egy elővárosi vonalszakaszt is - valós utasszámok illetve mérhető utazási igények alapján egy rugalmas, a mindenkori utazási igényekre szabható megoldás megalapozásának és bevezetésének vizsgálatát, előkészítését kívánja az Önkormányzat megalapozni.

A Pilot Akció másik elemeként az elavult dízel autóbuzsok egy része helyett kis darabszámban alternatív, környezetkímélő hajtási megoldással rendelkező korszerű autóbuzsok rendszerbe állításának kérdéseit, feltételeit kívánja tanulmány szinten megvizsgálni.

2.3.1. Elektromos autóbuszok bevezetése a Pilot Akció keretein belül

A tanulmány megvizsgálta az alábbi technológiák, mint lehetséges energiahordozók jövőbeni felhasználási kereteit és lehetőségeit, kimondottan a környezeti hatások csökkentésére és azok gazdaságos üzemeltetésére vonatkozóan¹.

ENERGIAHORDOZÓ	ÜZEMANYAGOK ÉS TECHNOLÓGIÁK
Fosszilis üzemanyagok	<ul style="list-style-type: none"> Euro 6 szabvány szerinti dízel Sűrített földgáz (CNG) Cseppfolyós földgáz (LNG) Cseppfolyósított propán-bután gáz (autógáz)
Bioüzemanyagok keverékekkel együtt	<ul style="list-style-type: none"> Biodízel: 1. generációs FAME Biodízel: 2. generációs HVO Bioetanol Biometán
Elektromos áram	<ul style="list-style-type: none"> Autonóm elektromos: éjszakai töltés, gyorsöltés Trolibusz Önjáró üzemre is alkalmas trolibusz, hibrid trolibusz vagy töltés menet közben
Hidrogén	<ul style="list-style-type: none"> Üzemanyagcella Belsőégésű motor
Hibridek	<ul style="list-style-type: none"> Belsőégésű motor + elektromos meghajtás Plug-in eszközzel és zéró emissziós megoldással vagy anélkül

1. ábra: Autóbuszoknál alkalmazható meghajtási technológiák

A fenti lehetséges technológiák jellemzőinek osztályozása alapján az alábbi értékelő táblázat segít döntést hozni az alkalmazandó meghajtást illetően:

		Környezeti szempontok			Működési jellemzők					Költségek			Energiabiztonság	ÖSSZESEN
		Levegőtminőség	Éghajlati hatás	Zaj	Útválasztás rugalmassága	Töltési idő	Hatótávolság	Infrastruktúra	Kiforrtság	Jármű beszerzési ára	Energiafogyasztás	Kapcsolódó infrastruktúra ára		
Fosszilis üzemanyagok	Euro 6 dízel buszok	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-2
	Sűrített földgáz (CNG) meghajtású buszok	1	0	1	0	0	-1	-2	0	-1	-1	-2	-2	-5
Bioüzemanyagok	Biodízel meghajtású buszok	0	3	1	0	0	-2	-1	0	0	-1	-1	-1	2
	Bioetanol meghajtású buszok	1	3	0	0	0	0	-2	0	-1	0	-1	-1	3
Elektromos áram	Akkumulátoros elektromos buszok	4	2	1	-1	-3	-2	-2	-1	-2	3	-2	0	4
	Trolibuszok	4	2	1	-2	-1	0	-3	-1	-3	3	-3	0	4
Dízel-elektromos hibrid hajtás	Soros és párhuzamos dízel/elektromos hibrid buszok	1	1	1	0	0	0	-1	0	-1	1	0	-2	3
Hidrogén	Hibrid hidrogén üzemanyagcellás buszok	4	2	1	0	-1	-1	-2	-3	-4	2	0	0	5

2. ábra: Értékelő táblázat az alkalmazandó technológia kiválasztásához

¹ Forrás: CIVITAS Szakpolitikai összefoglaló „Az alternatív üzemanyaggal hajtott buszokról”

Az előzőekben bemutatott értékelések és egyéb tényezők alapján Szolnok Megyei Jogú Város Pilot Akciója számára az **akkumulátoros elektromos buszok** rendszerbe állítása indokolt. A legmagasabb pontszámot kapott hidrogén üzemanyag cellás technológia még rendkívül drága, illetve nem tekinthető kiforrott technológiának.

Az elektromos autóbusszokkal azonos pontszámot kapó, szintén elektromos meghajtású trolibusz technológia a fajlagosan magas infrastrukturális költséghányad miatt nem javasolható megoldás a Pilot Akció céljaira.

A Pilot Akció során a következő mennyiségű akkumulátoros elektromos autóbusz beszerzése javasolható:

- 2 darab midi autóbusz;
- 3 darab szóló autóbusz;
- 1 darab csuklós autóbusz.

A világ számos országában elindult és több helyen is nagy lépésekben történik az elektromos autóbusszflották üzembe állítása illetve rendszeres üzemeltetése. Ma már Magyarországon is elindult olyan projekt (Paks), amelynek eredményeként a helyi közösségi közlekedési szolgáltatásokat kizárólag elektromos autóbusszokkal fogják ellátni.

Az elmúlt több mint fél évtized során gyűjtött tapasztalatok alapján a legfontosabb megállapítás, hogy az elektromos autóbusszok üzemeltetési rendszerében a töltési mód és a töltő infrastruktúra megfelelő megtervezése és megvalósítása a kulcs. Ez határozza meg a járművek valós hatótávját és jelentős hatással van a szállítható utasszámra is. Nem mellékesen az infrastruktúra kiépítése rendkívül költséges eleme lehet a projekteknek, vagyis a rendszer költséghatékonysága érdekében is a város adottságainak legmegfelelőbb megoldást kell kiválasztani a töltési stratégiát illetően.

A második tapasztalás azt mutatja, hogy számos esetben erősen, akár 30%-kal is csökkentheti az akkumulátor által igényelt hely illetve az akkumulátorok súlya a jármű befogadóképességét. Szintén az akkumulátorokkal kapcsolatos az a tapasztalat, hogy nagyobb, de még a tervezetten belüli utasterhelés, a csúcsforgalomban történő sűrű elindulás és megállás, illetve a szélsőséges hőmérsékleti hatások (nyári melegben a klimatizálási igény, de főleg a téli napokon a fűtés) jelentősen csökkenthetik a járművek valós hatótávját. Ezen tényezők miatta leg gondosabb tervezés mellett is előfordulhat, hogy egy elektromos autóbusz nem képes teljes mértékben kiváltani egy dízel autóbusszt, így a beszerzendő flotta méretét növelni szükséges.

A fentiek mellett a közlekedési szolgáltatónak azt is biztosítani kell, hogy a helyszínen az elektromos hálózat elegendő energiát szolgáltatson a töltési folyamatokhoz. Az új berendezések, létesítmények a meglévő telephelyek bővítését is szükségessé tehetik a nagyobb helyigény miatt.

A projekt során biztosítani kell a töltési infrastruktúra elérhetőségét, a töltés érdekében biztosítandó helyszükségletet, akár a végállomás(ok)on is, továbbá a felszín alatti közművek kapacitására vonatkozó egyéb igényeket, például a szükséges többlet energiát biztosító erősáramú kábelek vagy a hírközlési kábelek elhelyezését. A megfelelő csatlakozási pontok meghatározásához az energiaszolgáltató bevonása és támogatása is elengedhetetlen.

Az is általánosan figyelembe veendő tapasztalat, hogy kiválasztott elektromos autóbusz technológia jellemzőit és a töltési stratégiát az általános városi struktúrához és a szükséges üzemeltetési feltételekhez kell igazítani, és nem fordítva.

Szintén fontos tanulság, hogy valamennyi érintett bevonásával kell megalapozni a Pilot Akció keretében rendszerbe állítandó elektromos autóbuszok üzemeltetésének kereteit és feltételeit.

A javasolt keretrendszer szempontjainak figyelembe vételével szükséges meghatározni a Pilot Akció járművei esetében kialakítandó töltési technológiát.

A telephelyen kialakítandó kis teljesítményű éjszakai töltési mód megvalósítása mindenképpen javasolt. Ezzel biztosítható az, hogy – akkumulátorkapacitástól függetlenül – a járművek a menetrendi fordá kezdetén teljesen feltöltött akkumulátorokkal állhassak forgalomba, így biztosítva az adott körülmények között a legnagyobb hatótávot és rendelkezésre állást.

A töltési technológia meghatározásánál figyelembe kell venni azon további szempontokat is, melyek a járművek napi hatótávját érdemben befolyásolják, kiemelten a városra jellemző nagy forgalmú időszakokat, illetve a város kontinentális éghajlatát. Ezen okok miatt megfontolandó, hogy az éjszakai töltés mellett a napközben igénybe vehető alkalmoszerű töltési infrastruktúra is kiépítésre kerüljön.

A célszerűen végállomáson vagy ritkábban alkalmazva a vonal egy hosszabb tartózkodási idejű közbelső állomásán kiépített nagy teljesítményű töltővel rövid idő (5-15 perc) alatt nagy mennyiségű töltés adható az akkumulátoroknak, ezzel ismét jelentősen megnövelve a jármű hatótávolságát.

A fenti jellemzők alapján szükséges kiépíteni a telephelyen 6 elektromos autóbusz egyidejű éjszakai töltéséhez szükséges kis teljesítményű töltő infrastruktúrát, valamint célszerűen az elektromos autóbuszokat kezelő kijelölt végállomáson egy napközbeni, nagy teljesítményű töltési lehetőséget biztosító egyállású töltőállomást is.

A szolnoki helyi közlekedési hálózat topográfiája és jellemzői, sajátosságai alapján célszerűen kell kijelölni azon szolgáltatási területet, ahol az elektromos autóbuszok bevethetőek. Tekintve, hogy egyrészt kis darabszámról beszélünk (2 midi, 3 szóló és 1 csuklós autóbusz), másrészt a szolnoki helyi hálózaton jellemzően egy autóbusz több vonalon is megfordul a fordák szerint, egy jól behatárolható szolgáltatási területet és ahhoz kapcsolódó vonalakat és fordákat kell kijelölni. Ezen vonalak célszerűen egy meghatározott végállomáshoz kell kapcsolódjanak annak érdekében, hogy az egyes vonalak „átjárhatóak” legyenek, az esetlegesen kiépítendő nagyteljesítményű töltőállomás az adott végállomáson elhelyezhető legyen, illetve az adott végállomás – illetve az onnét kiszolgált vonalak - ne legyen messze a műszaki telephelytől, biztosítandó az alacsony rezsifutásokat.

A fenti szempontok alapján javasolható a szolnoki vasútállomás mellett lévő Jubileum téri végállomás, mint az elektromos autóbuszokhoz kapcsolt végállomás.

2.3.2. Rugalmas, igényvezérelt közlekedési rendszer kialakítása

A jelenlegi közösségi közlekedési szolgáltatások ismeretében több olyan jellemző is azonosítható, amelyek **komolyabb fejlesztéseket** tesznek szükségessé a Pilot Akció során.

- Nincsen olyan megoldás, amely pontos adatokat adna a jelenlegi valós utasszámokra illetve az egyes utazások kezdő-és végpontjaira vonatkozóan az egyes járatokon, sem a helyi, sem az elővárosi forgalomban.
- Elektronikus jegyrendszer hiányában kizárólag „papír alapú” jegyrendszer működik, emiatt csak a „hagyományos” vonaljegyek illetve naptári napokhoz kapcsolható időtartamú bérletek használatosak.
- Nincsen a valós forgalmi adatokon alapuló járműkövetés illetve ezen adatokat hasznosító dinamikus utastájékoztató rendszer, mely real-time beavatkozásokat tehet lehetővé a forgalomszervezésben és az utasok elérésében.

A fenti technikai-technológiai jellegű elemek mellett vannak olyan jogi-szervezési kérdések is, amiket rendezni kell, mint az elkülönült, eltérő díjszabási rendszer ez elővárosi és a helyi közlekedésben, illetve a két szolgáltatási terület különálló jogi és megrendelői keretrendszere.

Ki kell jelölni az igényvezérelt rendszer akcióterületét is.

Ez a **helyi viszonylatok** közül azokat a járatokat, amelyek kevés indulási időponttal bírnak, ebből eredően a csúcsidőszakon kívül nem vagy csak időben nagyon korlátozott szolgáltatást nyújtanak. Ezek Valós, aktuális utasszámok illetve utazási igényfelmérés híján lehet feltételezni ezen járatok esetében, hogy egy integrált, valós utasigényre alapozva a jelenlegi forgalmi teljesítmények volumenén belül maradva legalább a jelenlegi szintű szolgáltatás biztosítható az érintett vonalakon.

Ilyen hálózati elemek a következők:

- 14-es vonal (jelenleg is igényvezéreltnek meghirdetve)
- 15-ös vonalcsoport (15, 15Y)
- 34-es vonalcsoport (34, 34A, 34B, 34E, 34Y)

A fentiekén kívül bevonhatóak a Pilot Akcióba azon viszonylatok is, melyek nem az egyes termelő vagy szolgáltató létesítmények, illetve oktatási intézmények kiszolgálását célozzák meg dedikált, szűk időszámban, illetve nem tartoznak a város „gerinchálózatához. Ezen viszonylatok az alábbiak, melyek közül a pilot időszak adatgyűjtése eredményeként lehet eldönteni, hogy bevonásra kerüljenek-e a Pilot Akció területi scope-jába:

- 10-es vonal
- 12-es vonal
- 38-as vonal

Az **előváros-helyközi szolgáltatások** tekintetében az adat- és igényvezérelt megoldások akcióterülete az alábbiak alapján jelölhető ki:

- A Pilot Akció keretén belül célszerűen **egyetlen** Szolnok vonzaskörzetében lévő település jelölendő ki, mely Szolnok városával közvetlen, menetrend szerinti autóbuzsós szolgáltatással van összekötve.
- Nem célszerű olyan települést kiválasztani, ahol kis számú járatpár látja el a település és Szolnok összeköttetését.
- Célszerű olyan települést kiválasztani, ahonnan sok járatpárral biztosított közvetlen autóbuzsós kapcsolat is van Szolnok irányába, illetve hasonló számosságú, de más végállomásra induló átmenő járat is biztosít kapcsolatot Szolnok városával.

A fentek alapján a Rákóczi-falva-Szolnok viszonylat bevonása javasolható a Pilot Akcióba az adat- és igényvezérelt szolgáltatások kialakítása céljára. A viszonylatot érintő 59 járatpár közül 25 pár jelent közvetlen Rákóczi-falva-Szolnok összeköttetést. A további 34 átmenő járat tud adni ezen a kapcsolaton olyan stabil alapot, amire ráépítve reálisan megvalósítható a közvetlen járatok igényvezérelté tétele. Mindemellett az is lényeges, hogy nincsen vasúti összeköttetés, mint közösségi közlekedési „alternatíva” Rákóczi-falva és Szolnok között, így az esetlegesen közlekedési módot váltó utasok nem torzítják a pilot eredményeit.

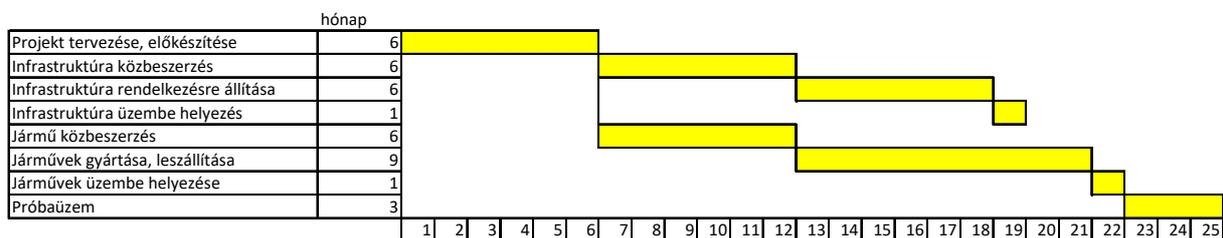
A Pilot Akció megkívánt funkcionalitását egy olyan komplex rendszer tudja kezelni, mely az alábbi szolgáltatásokat képes nyújtani:

- kezeli a felhasználói regisztrációkat és folyamatosan követi és minősíti a felhasználók utazási szokásait és rendszerhasználatát;
- fogadja az aktuálisan érkezett utazási igényeket az akcióterületről, feldolgozza azokat és lehetőség esetén – az előre definiált szabályok alapján – dönt azok befogadásáról;
- visszajelzi a befogadott igények kezelésének módját (idő-megálló-járat);
- a befogadott igényeket átvezeti az aktuális menetrendeken és kikommunikálja az utastájékoztatói csatornákra (megálló, jármű, online), ahol dinamikusan megjeleníthetők az aktuális adatok;
- aktualizálja a fordákat és kikommunikálja a menetirányítás felé és a járművezetői felületekre;
- a menetirányítás felé jelzi az esetleges beavatkozási szükségleteket és biztosítja azok átvezetését;
- a valóban teljesített szolgáltatások alapján adatokat szolgáltat a teljesítmény-elszámolóhoz és az SLA-k teljesítéséhez.

2.4. Időbeli ütemezés

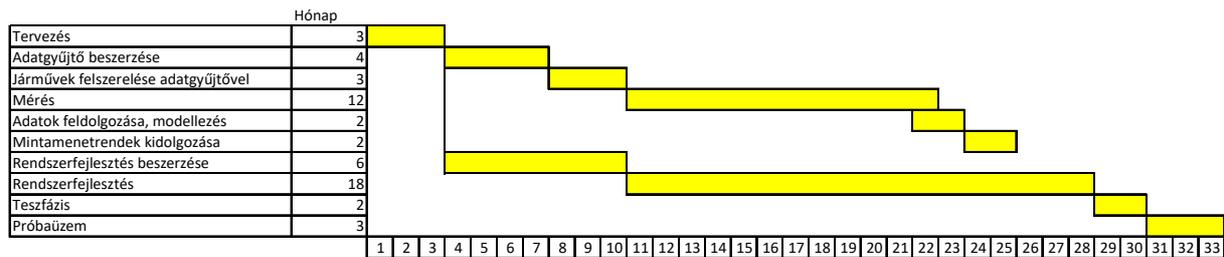
A Pilot Akció két feladatrészének jellemzői alapján hozzávetőlegesen meghatározható az egyes projektelemegek időszükséglete, az alábbiak szerint.

Az elektromos autóbuszok üzembe állításának feladatai összesen minimum 25 hónap átfutási időszükséglettel bírnak. A kritikus útvonal az előzőekben leírtakkal összhangban az elektromos autóbuszok beszerzése, legyártása és üzembe helyezése.



3. ábra: Elektromos autóbuszok üzembe állításának időszükséglete

Az igényvezérelt közlekedési rendszer kialakításának és bevezetésének várható időszükséglete minimum 33 hónap az előzetes információk alapján.



4. ábra: Igényvezérelt közlekedési megoldás kialakításának időszükséglete

A Pilot Akció két eleme egymástól függetlenül, akár párhuzamosan is megvalósítható.

2.5. A Pilot Akció forrásigénye

A Pilot Akció megvalósításához jelentős források szükségesek, melyek egyik része a járműbeszerzéshez, másik, az előzővel hasonló nagyságrendű része az igényvezérelt közlekedési rendszer megvalósításához kapcsolódik.

A hat darab elektromos autóbusz rendszerbe állítása 1.080 millió Ft, az igényvezérelt közlekedési rendszer megvalósítása pedig 1.185 millió Ft nagyságrendűre tehető, vagyis **összesen 2.265 millió Ft** biztosítása szükséges a tervezett feladatok megvalósításához.

A szükséges pénzügyi források Európai Unió alapokból, helyi és helyközi szolgáltatói finanszírozásból, illetve állami finanszírozásból teremthetők meg.

MEGALAPOZÁS

3. Előzmények

3.1. SMART COMMUTING projekt bemutatása²

Prioritás: alacsony szén-dioxid-kibocsátású városok és régiók.

A közép-európai zsúfolt utakon a csúcsforgalom minden nap levegőszennyezést, CO₂-kibocsátást, zajt és baleseteket okoz. Legyen szó városi terjeszkedésről, nem megfelelő intermodális rendszerekről vagy rossz vasúti infrastruktúráról, ez a kulturális szokásokkal és a mai életmóddal kombinálva azt eredményezi, hogy a napi ingázók magas arányban továbbra is autót használnak fenntarthatóbb közlekedési eszközök helyett. A helyzet megváltoztatása érdekében a SMART COMMUTING elősegíti a funkcionális városi szintű koordinációs struktúrát a városi agglomerációba tartozó környező települések önkormányzatainak és a tömegközlekedési társaságoknak a bevonásával.

Ez a koordinációs struktúra elősegíti a fenntartható tervezést és a belső koordináció fokozását. Különböző együttes fellépések - SWOT-elemzés, intézményi platform funkcionális városi szinten, képzés és kapacitásépítési folyamat, kísérleti tevékenységek - támogatják az elvárt változást, amely a közszektor fenntartható mobilitás tervezési képességének javításából áll, néhány konkrét megoldással kombinálva, így a központi európai funkcionális városi területek élhetőbbek, szén-dioxid-mentesebbek és vonzóbbak lehetnek.

VÁLASSZUNK EGY ZÖLDEBB UTAT MUNKÁBA JÁRÁSRA

Az európai városokban a napi ingázás a munkahelyre és onnét haza a fő energiafogyasztó. A SMART COMMUTING ösztönzi a tömegközlekedési vállalatok, a városi hatóságok és más érdekelt felek közötti koordinációt, hogy az érintettek átfogó megközelítést dolgozzanak ki a városi területeken történő energiahatékonyabb közlekedés tervezésére. A közszektorban dolgozók képzése, szakértői elemzések és intézményi platformok létrehozása támogatni fogja a fenntartható közlekedés jobb tervezését.

A projekt a közszektorban dolgozók képzésére, szakértői elemzésekre irányul az intelligens ingázás elősegítése érdekében, pilot akciókat és intézményi platformok létrehozását irányozza elő az alacsony szén-dioxid-kibocsátású mobilitás érdekében.

A szén-dioxid-kibocsátás és a légszennyezés csökkentése, az éghajlatváltozás enyhítése és a környezeti minőség javítása a városi területeken: az intelligens ingázási projekt célja sok és kulcsfontosságú. Az „alacsony szén-dioxid-kibocsátású városok és régiók” prioritás keretében finanszírozott hároméves Interreg Közép-Európa projektben 9 partner vesz részt, a teljes költségvetés 1.555.000 EUR.

² <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/SMART-COMMUTING.html>

A SMART COMMUTING projektben részt vevő partnerek:

Ausztria

- Weiz Város Önkormányzata
- Bécsi Műszaki Egyetem, Közlekedési Tanszék

Horvátország

- Zadar Megyei Fejlesztési Ügynökség

Csehország

- Hranice Fejlesztési Ügynökség

Magyarország

- Szolnok Megyei Jogú Város Önkormányzata

Szlovénia

- Velenje Város Önkormányzata
- Koper Regionális Fejlesztési Központ

Olaszország

- IUAV Velencei Egyetem
- Rimini Város Önkormányzata

Projekt időtartam:

kezdete: 2017.06.01.

befejezése: 2020.05.31.

A partnerek egyike által elvégzett elemzés szerint számos olyan tényezőt, amely erősen befolyásolja az ingázást, nem képesek kontrollálni a hatóságok, amelyek hatáskör nélkülinek érzik magukat e kérdésekkel kapcsolatban. Így a SMART COMMUTING projekt általános küldetése az lesz, hogy a legtöbb közigazgatás megértse és irányítása alá vonja a tényezőket, amelyeket jelenleg külsőnek és ellenőrizhetetlennek tekintenek. Ezenkívül szükséges egy előrettekintőbb stratégia kidolgozása, áthidalva a jelenre mutató szűk hangsúlyt. Az egyik fő kihívás az, hogy a figyelmet azokra a megoldásokra, közlekedési módokra helyezzük, amelyek sokkal tartósabbak és fenntarthatók. Az egyéni mobilitás problémáinak megoldására irányuló számos stratégia azzal jár, hogy kizárólag a jelenlegi akadályokra összpontosít, perspektíva nélkül, és amelyek rövidtávon elkerülik ugyanazon problémák újbóli megjelenését.

A SMART COMMUTING program outputjai – a fentiekre alapozva - az alábbiak:

1. output: Nemzetek közötti stratégia alkotás az intelligens ingázás elősegítésére

A nemzetek között elfogadott stratégia meghatározza az egyes területekre felmerülő lehetséges politikákat és intézkedéseket a jelenlegi ingázási modellek megváltoztatására a CO₂-kibocsátás csökkentése és a levegő minőségének javítása céljából.

2. output: Intézményi platform

On-line elérhető digitális eszköz, ahol közlésteszik a FUA (funkcionális városi terület) szintjén létrehozott koordinációs struktúrák eredményeit, valamint az ingázók és az érdekelt felek javaslatait / hozzászólásait / észrevételeit. Támogatja és lehetővé teszi az alulról építkező részvételi folyamatot egy új alacsonyabb szénkibocsátású ingázási modell kidolgozásához és előmozdításához.

3. output: **Pilot akciók**

14 pilot akció kerül kialakításra az alacsony szén-dioxid-kibocsátású mobilitás érdekében a funkcionális városi területeken.

4. output: **Képzések**

15 képzést hajtanak végre alacsony szén-dioxid-kibocsátású megoldásokkal kapcsolatosan.

3.2. Szolnok Megyei Jogú Város szerepvállalása a SMART COMMUTING projektben

Szolnok Megyei Jogú Város Önkormányzata a projektben való részvétele kapcsán többek között a 3. output Pilot akciói egyikének kidolgozását vállalta a SMART COMMUTING projekt keretein belül.

Az eredetileg kijelölt téma az alábbi volt:

Elaboration of a concept and study for substituting recent bus transport vehicles using diesel fuel by alternatively powered vehicles, such as buses driven by electricity or gas, or trolleybuses, resultinging reduction of CO2, clearer operation, lower vibration.

Magyar fordításban:

Koncepció és tanulmány kidolgozása a jelenlegi, dízel üzemű autóbusz járművek helyettesítésére alternatív hajtású járművekkel, például villamos vagy gázhajtású buszokkal, vagy trolibuszokkal, amelyek csökkentik a CO2 kibocsátást, tisztább működést és alacsonyabb a rezgést eredményeznek.

A projekt eredeti témáját Szolnok Megyei Jogú Város több körben is értelmezte és annak szervezési, pénzügyi és megvalósítási hatásait és feltételeit előzetesen elemezte, és mind a projekt terjedelmére, mind annak pénzügyi hatásaira való tekintettel, valamint a valóban előre mutató intelligens közlekedési megoldások megvalósítása iránti elköteleződése miatt javaslatot tett annak módosítására. A módosítást a 2019. március 6-i Bécsben megtartott félidei beszámolón terjesztették elő, az alábbiak szerint:

Elaboration of modern, data- and demand-driven public transport concept and related plans supported by IT tools of the City Szolnok and its agglomeration.

Szolnok város és agglomerációja számára korszerű IT eszközökkel támogatott, adat- és igényvezérelt közösségi közlekedési koncepció és kapcsolódó tervek kidolgozása.

A projekt felügyelő bizottsága jóváhagyta a változtatási kérelmet, azzal a kitételrel, hogy a korábbi téma is jelenjen meg a tanulmányban.

A Pilot Akció végleges leírása:

Elaboration of a concept and study for reducing environmental impact of the public transport by a data- and demand-driven public transport concept and related plans, supported by IT tools and partial substituting buses using diesel fuel by alternatively powered vehicles, in the area of City Szolnok and dedicated part(s) of its agglomeration.

Magyar fordításban:

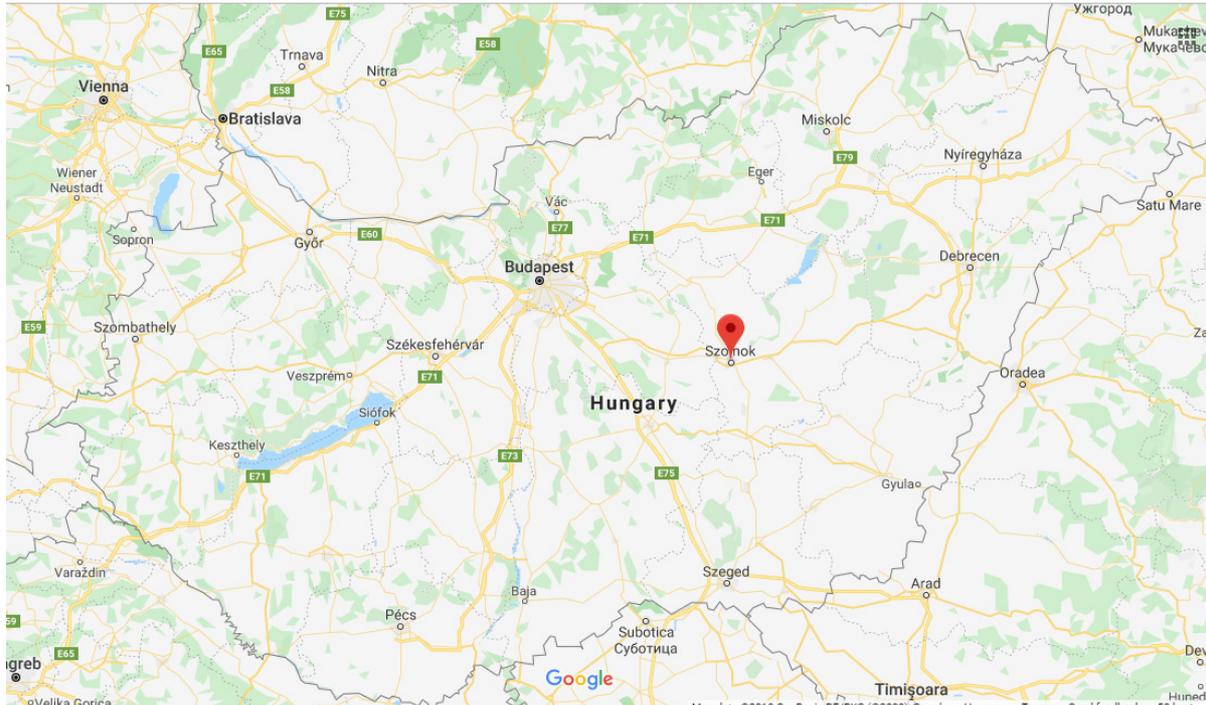
Koncepció és tanulmány kidolgozása a közösségi közlekedés környezeti hatásainak csökkentése érdekében, IT eszközökkel támogatott korszerű, adat- és igényvezérelt közösségi közlekedési koncepció és kapcsolódó tervek kidolgozásával dízel üzemű autóbusz állomány egy részének alternatív hajtású járművekre történő részleges cseréjével, Szolnok város illetve a szolnoki agglomeráció kijelölt területein.

4. Akcióterület bemutatása

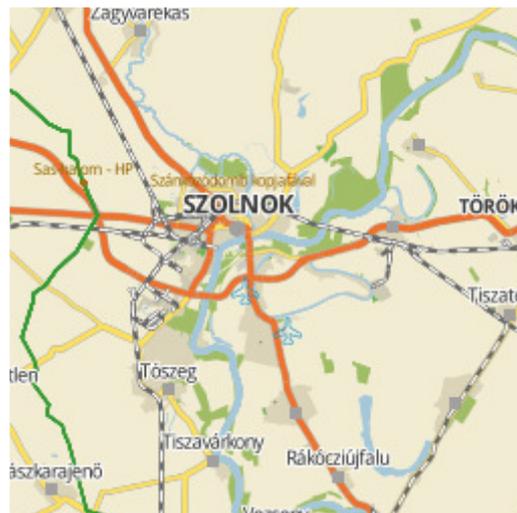
4.1. Szolnok város elhelyezkedése, lakosság, agglomeráció

Szolnok megyei jogú város, Jász-Nagykun-Szolnok megye és a Szolnoki járás székhelye, a Tisza egyik legfontosabb átkelőhelye.

Szolnok az Alföld közepén, Budapesttől 100 km-re, a Tisza partján, a Zagyva torkolatánál fekszik.



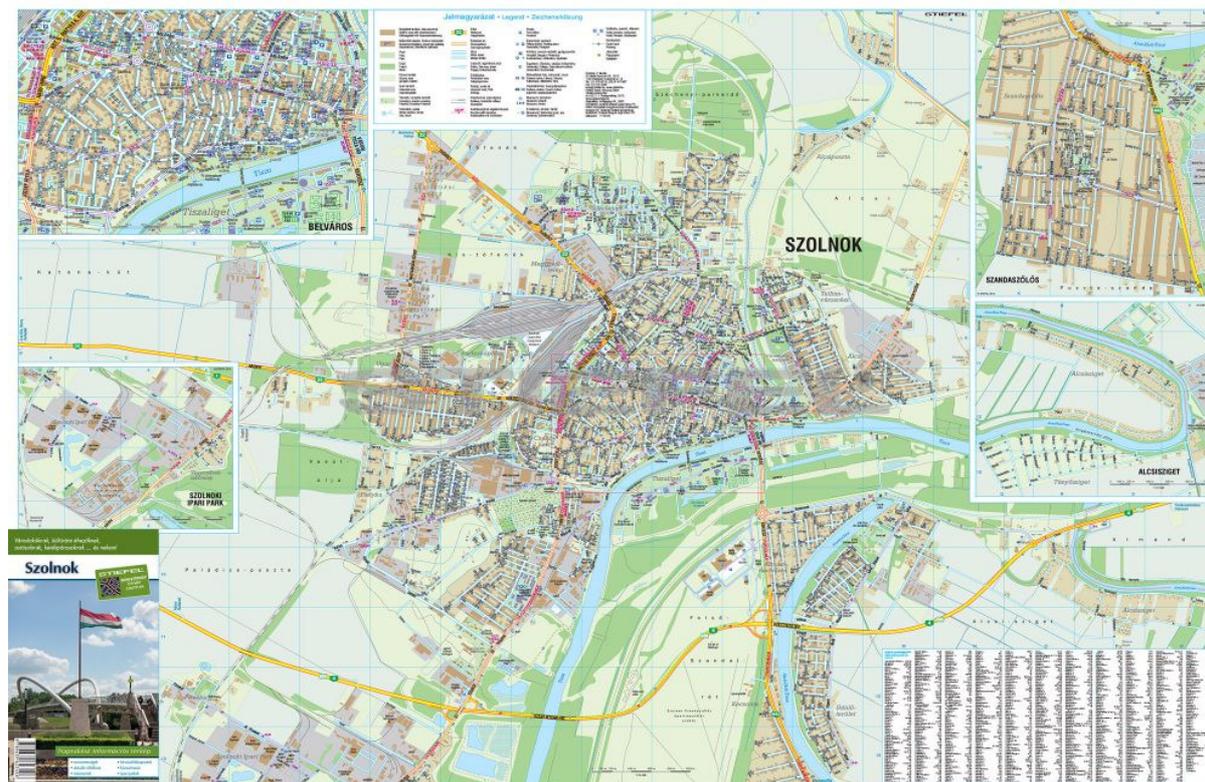
5. ábra: Szolnok Megyei Jogú Város elhelyezkedése Magyarországon belül³



6. ábra: Szolnok Megyei Jogú Város és közvetlen környezetének közlekedési kapcsolatai⁴

³ Forrás: Google Maps

⁴ Forrás: test.utcakereso.hu

7. ábra: Szolnok város térképe⁵

Szolnok lakónépessége 2019. január 1-jén meghaladta a 70 ezer főt, de a korábbi évek tendenciái alapján a lakónépesség 2020-ra várhatóan 70 ezer fő alá fog csökkenni. Szolnok lakónépességének összetétele – a magyarországi tendenciákhoz hasonlóan – kedvezőtlen, a 19 évesnél fiatalabbak népességén belüli súlya 20% alatti, a 60 éven felülieké 24%. A munkaképes lakosok száma eléri a 48,5 ezer főt.

4.2. Szolnok közlekedési adottságai

Szolnok közlekedés-földrajzi helyzete a vasúti, a közúti és a vízi, légi szállítások tekintetében egyaránt kedvező. A város közlekedési adottságai a legjobbak közé tartozik. Budapestről a 4-es számú főút és két nemzetközi jelentőségű vasútvonal (100a, 120a) köti össze. Pályaudvara kiválóan alkalmas, mind személy, mind teherszállítást tekintve, a kelet-nyugat irányú belföldi és külföldi összeköttetésre. Két közúti és egy vasúti Tisza-hídja van, további két közúti hidat terveznek (az egyik a 2x2 sávú 4-es főút új elkerülő szakaszán lesz, a várostól északra, a másik egy új, "tömegközlekedésileg" is fontos híd, a várostól keletre). A Tisza vízi útja lehetővé teszi, 600-1000 tonnás áruszállító hajók közlekedését. Két repülőtér a légi szállításban játszik szerepet. (A 200 hektáros, kisgépek fogadására alkalmas, a katonai repülőtér előzetes engedély után használható.) A jelentős nagyságú kelet-nyugati átmenő forgalom nagymértékben hozzájárul a város fejlődéséhez. A várost elkerülő 4-es út, valamint a vízi és légi közlekedés megléte, a kiterjedt vasúti iparvágányok tették lehetővé, két ipari park, valamint logisztikai központ letelepedését.⁶ Lényeges, hogy jelenleg is jelentős közúthálózati fejlesztések történnek Szolnok térségében. Rövid távon várható a 4-es számú főút Szolnok északi elkerülő szakaszának bekapcsolása az úthálózatba, ami várhatóan átrendezi a várost terhelő jelenlegi forgalmi viszonyokat. A prognózisok szerint a déli elkerülő út forgalma csökkenni fog, míg a 32-es út forgalmi

⁵ http://stiefel.hu/uploads/images/Hirdeteses_terkepek/Szolnok_60a_hirdet%C3%A9ses_2015.jpg

⁶ Forrás: https://hu.wikipedia.org/wiki/Szolnok#Infrastrukt%C3%BAra,_k%C3%B6zleked%C3%A9s

terhelése Zagyvarékas irányából növekedni fog. Szolnok helyi autóbusszos közlekedése alapjaiban véve jól megszervezett, áttekinthető rendszerű. A város központjából átszállással jól megközelíthető minden városrész. 2012-ig a Szolnok volt egyetlen város az országban, ahol egyedülálló utastájékoztatói rendszer működött, amely GPS-technológiával lekövethető. Szolnok közösségi közlekedésének ellátása a Volánbusz Zrt. feladata, amelyet 49 autóbusszal 44 vonalon mintegy 15 000 utast szállít munkanapokon, éves szinten mintegy 6 millió utas igényeit kielégítve. 2012-ben 5 viszonylat szűnt meg az alacsony és napjainkban is csökkenő utasszám miatt.

4.3. Szolnok város gazdasága

A város gazdasága az utóbbi években jelentős átalakuláson ment át. A valamikor ipari-mezőgazdasági gazdaság átalakult, új vállalatok, illetve sok kis vállalkozás született.

A meghatározó olajipar és a mezőgazdasági gépgyártás háttérbe szorult. Megmaradt viszont az élelmiszer-feldolgozás, fafeldolgozás, papírgyártás, vegyipar, gyógyszergyártás, vasúti járműjavítás. A város legjelentősebb termelő vállalatai a Stadler Rail Járműjavító Kft. és az Eagle Ottava gépjármű ülészat gyártó. Az élelmiszer-és vegyipari cégeknek voltak több évtizedes múlttal rendelkező elődeik, amelyek a város és a környező települések lakóinak adtak biztos megélhetést. Jelentős foglalkoztatónak minősülnek a közlekedési szolgáltatók (Jászkun Volán / Volánbusz, MÁV csoport), valamint a Magyar Honvédség is.⁷

4.4. Szolnok vonzáskörzete⁸

A szolnoki járásba Szolnokkal együtt 18 település tartozik. A járás területe: 480 km², lakosainak száma kb. 110.000 fő. A továbbiakban ezt a településegüttest tekintjük a projekt területi scope-jának, és a továbbiakban **funkcionális városi terület**ként kezeljük (FUA - Functional Urban Area).

4.4.1. A Szolnoki funkcionális városi terület adatai

A járás területe: 480 km², lakosainak száma: 110.000 fő.

A járásba tartozó települések a következők, a főbb adataikkal:

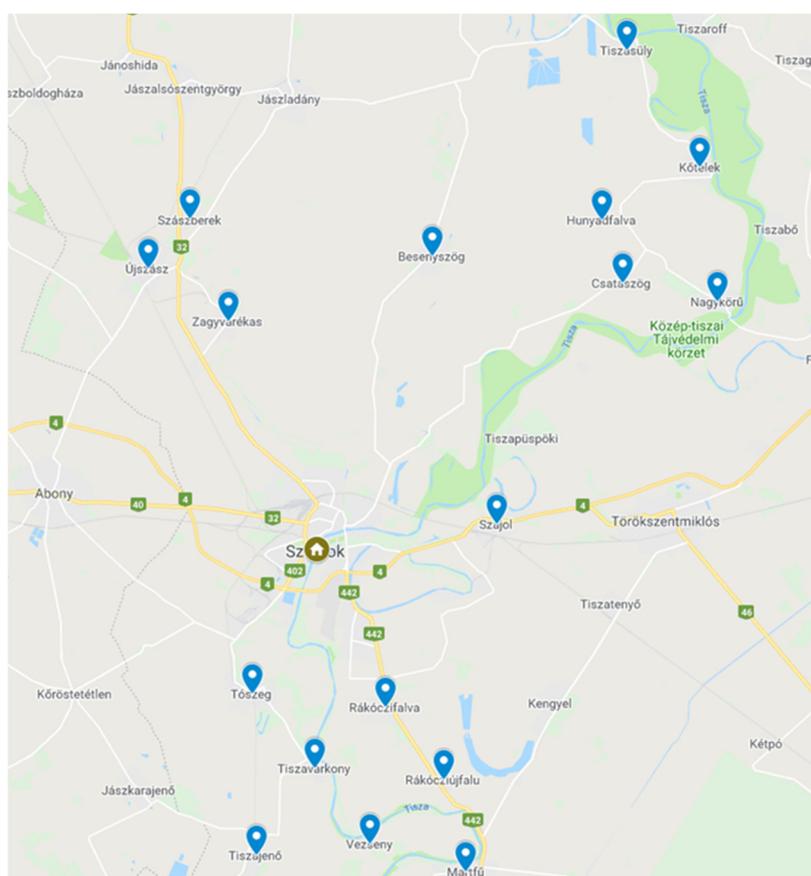
Település	Rang (2013. július 15.)	Népesség (2012. január 1.)	Terület (km ²)
Szolnok	megyeszékhely. megyei jogú város	74 341	187,24
Besenyszög	város	3 372	138,08
Martfű	város	6 435	23,08
Rákóczi falva	város	5 359	35,94
Újszász	város	6 360	58,20
Csataszög	község	295	11,21
Hunyadfalva	község	169	5,35
Kótelek	község	1 571	45,14
Nagykörű	község	1 651	42,81
Rákócziújfalva	község	2 002	19,61

⁷ <https://hu.wikipedia.org/wiki/Szolnok#Gazdas%C3%A1g>

⁸ Az adatok és szemelvények, valamint a külön nem jelölt ábrák a Központi Statisztikai Hivatal 2014-ben kiadott „Magyarország településhálózata I. – Agglomerációk, településegüttesek” című kiadványból származnak

Település	Rang (2013. július 15.)	Népesség (2012. január 1.)	Terület (km ²)
Szajol	község	3 734	36,97
Szászberek	község	969	39,22
Tiszajenő	község	1 642	28,19
Tizasüly	község	1 370	91,77
Tiszavárkony	község	1 526	35,62
Tószeg	község	4 380	59,17
Vezseny	község	692	25,17
Zagyvarékas	község	3 512	31,71

8. ábra: A Szolnoki funkcionális városi terület települései és főbb adatai

9. ábra: A Szolnoki Járás települései⁹

4.4.2. Ingázás, közlekedés jellemzői a funkcionális városi területen

A szolnoki funkcionális városi területen a központ és a vonzáskörzete kapcsolatrendszerének egyik meghatározó eleme a munkahely és lakóhely közötti napi ingázás. 2011-ben a funkcionális városi területben élő foglalkoztatottak 28%-a, 12 ezer fő ingázott naponta. Számuk 2001–2011 között 28%-kal növekedett. Ezen belül a funkcionális városi területről Szolnokra járt be több mint négytizedük, azaz 5,1 ezer fő. A legutóbbi népszámlálási adatok szerint a szolnoki település együttesben a központon kívüli településeken élő foglalkoztatottak 66%-a dolgozott lakóhelyén kívüli településen.

⁹ Forrás: Google Maps

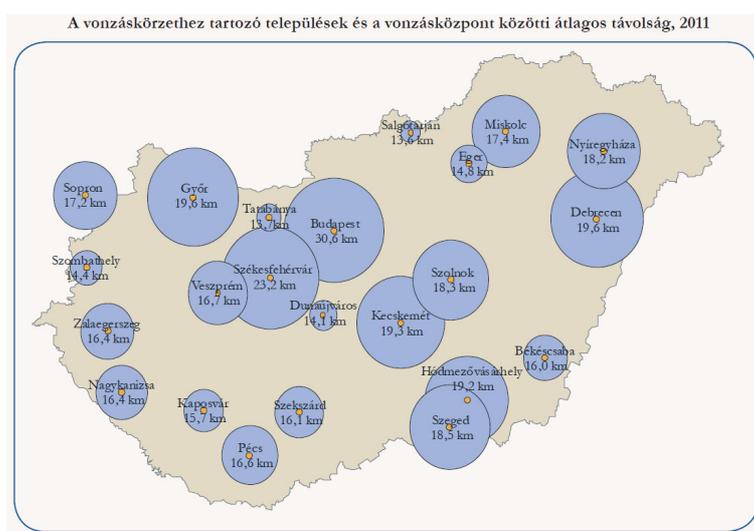
Ennél is nagyobb hányaduk, 73–79%-uk kényszerült ingázásra Rákóczi falván, Rákócziújfaluban, Szászberken és Tiszavárkonyban, és a többi településen is 50% feletti volt az ingázók aránya.

A funkcionális városi terület központjában talált magának állást a besenyszögi, rákóczi falvi és a tószegi eljáró foglalkoztatottak döntő hányada, ugyanakkor a szászbereki ingázók központba történő bejárása ennél lényegesen kisebb arányú (36%) volt. Ez utóbbi településről Jászberény, Jászfényszaru, Jászárokszállás irányába is jelentős mértékű volt a munkavállalási célú napi szintű eljárás.

A Szolnokon lakó 30,6 ezer foglalkoztatott közül helyben dolgozott 25,8 ezer fő. A helyben dolgozók száma 2001-hez képest csökkent, ugyanakkor az eljáróké 49%-kal nőtt. 2011-ben az összes szolnoki lakóhelyű foglalkoztatott 15%-a, mintegy 4500 fő naponta ingázott a lakóhelye és a munkahelye között.

A funkcionális városi terület településeivel ellentétben azonban a megyeszékhelyről eljárók aránya még a jelentős emelkedés ellenére is jóval alulmarad a megyei 32%-os átlagtól. A megyeszékhelyről naponta ingázó foglalkoztatottak meghatározó része, 63%-a a megyén kívül, főként Budapesten vállalt munkát. Szolnokról elsősorban a magasabb iskolai végzettséggel, érettségivel, illetve főiskolai vagy egyetemi végzettséggel rendelkezők járnak el más településre dolgozni, akik az eljáró foglalkoztatottak háromnegyedét adják.

A funkcionális városi terület közlekedési viszonyai kedvezőek. Szolnok a funkcionális városi területéhez tartozó településekről közúton, 7-ről vasúton is megközelíthető: Szolnoktól mért távolságuk 10 és 30 kilométer között van. A funkcionális városi terület központja a vonzaskörzetéből vasúton Szászberekről, Szajolból, Tiszajenőről, Tiszatenyőről, Tiszavárkonyból, Tószegről, Zagyvarékasról érhető el. A menetidő általában 10–30 perc. A napi járatgyakoriság 7–41 járatpár között változik településenként. A legkevesebb járat Tiszajenő, Tószeg irányába, a legtöbb Szajol irányába közlekedik. Szolnokról helyközi autóbuszszal a funkcionális városi terület települései 15–45 percen belül elérhetőek. A napi járatpár 15–63 között változik településenként, a legkevesebb járat Besenyszög, a legtöbb Rákóczi falva irányába közlekedik.



10. ábra: Magyarországi városok vonzaskörzetének kiterjedése

A funkcionális városi területről érkező ingázók aránya az összes bejáró foglalkoztatottból (KSH 2011) Szolnok esetében 63,1%, ami azt jelentheti, hogy több mint 30% feltehetőleg Pest megyéből és Bács-Kiskun megyéből érkezik.

4.5. Helyi autóbuszos közlekedés

Szolnok megyei jogú város helyi közösségi közlekedési szolgáltatásait közszolgáltatási szerződés keretében a VOLÁNBUSZ Közlekedési Zrt. (2019. október 1. előtt a KMKK Közép-Magyarországi Közlekedési Központ Zrt., előtte a Jászkun Volán Zrt.) látja el.

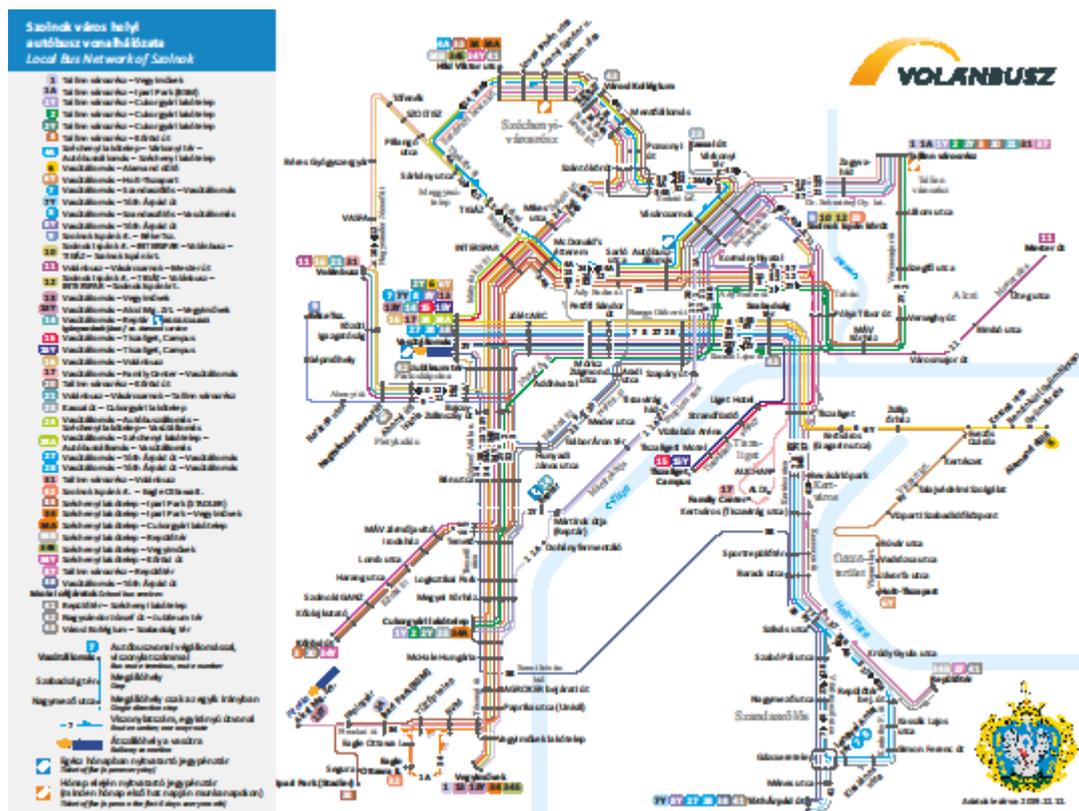
Szolnokon korábban kedvező tapasztalatokkal működött egy korai elektronikus alapú jegyrendszer, azonban napjainkban ismét papír alapú jegy- és bérletrendszer van Szolnokon.

A szolnoki helyi díjszabás díjtételei átlagosnak mondhatóak, a jegy- és bérletfajták választéka széleskörű, üzletpolitikai kedvezményként a kismama bérlet jelenik meg.

Kiemelendő módon van közös bérletelfogadás a KMKK helyi és helyközi járatain: 300 Ft többletfizetés mellett a helyi közlekedési bérlettel használhatóak a helyközi járatok városhatáron belüli utazásokra.

4.5.1. Hálózat, menetrend

Szolnok helyi közösségi közlekedési hálózata az alábbi¹⁰.



11. ábra: Szolnok helyi közösségi közlekedési hálózata

Összefoglalóan megállapítható, hogy a vonalhálózat megfelelően feltárja a város részeit és hálózati szempontból jó kapcsolatokat biztosít az utasok számára. Hiányosságként emelhető ki, hogy az autóbusz megállók elhelyezése nem minden esetben követte le a forgalmi igények változását, az

¹⁰ https://www.volanbusz.hu/files/public/helyi_menetrendek/szolnok/Szolnok190x143191212.pdf

esetlegesen szükséges új megállóhelyek kialakításának elmaradása miatt helyenként kedvezőtlenül magas a rágyaloglási távolság.

A hálózatban kiemelt szerepe van Jubileum téri végállomásnak (Vasútállomás) és a helyközi Autóbuszállomásnak (ahol nem végállomásznak helyi viszonylatok, de az átszállások biztosítása érdekében a környéken számos helyi viszonylat megáll).

A szolnoki utasforgalomban jól látható reggeli hivatásforgalmi csúcsidőszakról beszélhetünk, 6 és 8 óra között; a délutáni csúcs elhúzódo, 13:30-18 óra között tapasztalható, de érdemi utasforgalom tapasztalható 10-12 óra között is.

A viszonylatok jelentős része a reggeli és/vagy a délutáni csúcsra hangolt, illetve az iskolakezdést vagy a műszakváltásokat szolgálja ki; számos viszonylat csak néhány induló járatot jelent.

A csökkenő utasszám miatt a szolgáltatás volumene (férőhelykm) egyre inkább kínálatinak tekinthető, de az egyes viszonylatok ritka indulásai csak erősen megtervezett utazásokat tesznek lehetővé.

Az egyes viszonylatok főbb jellemzői az alábbi táblázatban foglalhatóak össze¹¹:

(Az adatok a munkanapi menetrendekből; idényjellegű menetrendnél a jobb értékeket vettük figyelembe.)

Szám	Útvonal	Első indulás	Utolsó indulás	Indulások száma	
				csúcsban	csúcson kívül
<u>1</u>	Tallinn városrész - Vásárcsarnok - Megyei Kórház - Vegyiművek	5:30	20:45	2/óra	1/óra
<u>1A</u>	Tallinn városrész - Vásárcsarnok - Megyei Kórház - Ipari Park (BSM)	4:55	22:18	1,5/óra	0/óra
<u>1Y</u>	Tallinn városrész - Vásárcsarnok - Temető - Cukorgyári lakótelep	6:00	17:55	2/óra	2/óra
<u>2</u>	Tallinn városrész - MÁV Kórház - Szapáry út - Temető - Cukorgyári lakótelep	5:10	22:27	2/óra	1/óra
<u>2Y</u>	Tallinn városrész - MÁV Kórház - Vasútállomás - Cukorgyári lakótelep	5:15	18:00	1/óra	1/óra
<u>3</u>	Tallinn városrész - MÁV Kórház - Autóbuszállomás - Jubileum tér - Körösi út	4:55	22:15	2/óra	1/óra
<u>4A</u>	Hild Viktor utca - Vásárcsarnok - Autóbuszállomás - Hild Viktor utca	6:44	7:44	összesen 4 indulás	
<u>6</u>	Vasútállomás - Szapáry út - Evezős csárda - Alamand dűlő	5:40	18:45	1/óra	2 óránként
<u>6Y</u>	Vasútállomás - Szapáry út - Evezős csárda - Holt-Tiszapart	4:50	22:00	1-2/óra	2 óránként
<u>7</u>	Vasútállomás - Lengyel Antal tér - Szabó Pál utca - Vasútállomás	6:20	17:00	2/óra	1/óra

¹¹ Az adatok a Volánbusz Zrt. hivatalos menetrendjéből származnak

https://www.volanbusz.hu/files/public/helyi_menetrendek/szolnok/Szolnok_helyi_menetrend_20190615.pdf

Szám	Útvonal	Első indulás	Utolsó indulás	Indulások száma	
				csúcsban	csúcson kívül
7Y	Tóth Árpád út - Lengyel Antal tér - Szapáry út - Vasútállomás	4:50	7:20	összesen 3 indulás	
8	Vasútállomás - Szabadság tér - Lengyel Antal tér - Vasútállomás	5:30	16:20	1/óra	1/óra
8Y	Vasútállomás - Szapáry út - Bevásárlópark - Tóth Árpád út	4:00	19:50	1/óra	1/óra
9	Szolnok Ispán körút - Szapáry út - Nagysándor József út - Béke Tsz.	7:05	16:30	3 óránként, összesen 4+4 indulás	
10	Szolnok Ispán körút - Jubileum tér - KMKK Központ - Szolnok Ispán körút	4:50	15:35	1/óra 11 indulás	0
11	KMKK Központ - Jubileum tér - Vásárcsarnok - MÁV Kórház - Mester út	4:55	22:32	2/óra	1/óra
12	Szolnok Ispán körút - TIGÁZ - KMKK Központ - Szolnok Ispán körút	5:20	17:35	35 perces követés, 11 indulás	0/óra
13	Vasútállomás - Bajcsy-Zsilinszky út - Megyei Kórház - Vegyiművek	5:30	19:10	1-2/óra összesen 1+9 indulás	2-3 óránként
13Y	Vasútállomás - Temető - Alcsi Mg. Zrt. - Vegyiművek	5:10	17:55	1/óra 9 indulás	0/óra
14	Vasútállomás - RepTár - Vasútállomás	9:45	17:55	óránként, összesen 9 indulás IGÉNYVEZÉRELT!	
15	Vasútállomás - Autóbusz-állomás - Strandfürdő - Tiszaliget, Campus	7:15	17:55	összesen 5+5 indulás	
15Y	Vasútállomás - Szapáry út - Strandfürdő - Tiszaliget, Campus	13:40	16:20	összesen 3+3 indulás	
16	Vasútállomás - Abonyi úti iskola - KMKK Központ	4:30	5:30	összesen 4+4 indulás	
17	Vasútállomás - AUCHAN - Family Center - Vasútállomás	5:35	22:15	1/óra 1+1 sűrítés	1/óra
20	Tallinn városrész - Vásárcsarnok - Hunyadi János utca - Temető - Kőrösi út	5:55	15:44	1/óra	1/óra
21	Tallinn városrész - Vásárcsarnok - Szapáry út - Jubileum tér - KMKK Központ	4:55	6:00	csak egy irányba, összesen 3 indulás	
23	Kassai út - Autóbusz-állomás - Aradi utca - Temető - Cukorgyári lakótelep	6:25	7:25	összesen 2+2 indulás	
24	Vasútállomás - Autóbusz-állomás - Hild Viktor utca - Vasútállomás	4:40	23:15	10-15 percenként	2/óra
24A	Vasútállomás - Hild Viktor utca - Autóbusz-állomás - Vasútállomás	4:00	22:15	10-15 percenként	3/óra

Szám	Útvonal	Első indulás	Utolsó indulás	Indulások száma	
				csúcsban	csúcson kívül
27	Vasútállomás - Tóth Árpád út - Szabó Pál utca - Vasútállomás	5:10	21:30	1/óra	0/óra
28	Vasútállomás - Szabó Pál utca - Tóth Árpád út - Vasútállomás	6:05	23:40	1/óra	0/óra
31	Tallinn városrész - Várkonyi tér - Hild Viktor utca - KMKK Központ	5:15	16:10	összesen 3+3 indulás	
32	Szolnok Ispán körút - Jubileum tér - Megyei Kórház - Eagle Ottawa II.	5:15	21:15	összesen 3+3 indulás	
33	Hild Viktor utca - Autóbusz-állomás - Megyei Kórház - Ipari Park (Stadler)	5:10	22:18	összesen 3+3 indulás	
34	Hild Viktor utca - Jubileum tér - Megyei Kórház - Ipari Park (BSM) - Vegyiművek	5:00	22:15	8+8 indulás	0/óra
34A	Hild Viktor utca - Szántó körút - Temető - Cukorgyári lakótelep	7:15	17:45	1/óra 6+6 indulás	0/óra
34B	Hild Viktor utca - Szántó körút - Szabadság tér - Repülőtér	6:15	16:15	2+4 indulás	0/óra
34E	Hild Viktor utca - Szántó körút - Jubileum tér - Megyei Kórház - Vegyiművek	5:15	18:26	4+6 indulás	0/óra
34Y	Hild Viktor utca - Szántó körút - Jubileum tér - Temető - Kőrösi út	5:30	15:55	4+5 indulás	0/óra
37	Tallinn városrész - Vásárcsarnok - Móra Ferenc utca - Repülőtér	6:30	6:30	összesen 1 indulás	
38	Tóth Árpád út - Szabó Pál utca - Megyei Kórház - Temető - Vasútállomás	5:05	16:00	3+5 indulás	0/óra
41	Repülőtér - Lengyel Antal tér - Tóth Árpád út - Szolnok Ispán körút - Városi Kollégium - Hild Viktor utca ISKOLAI CÉLJÁRAT	6:48	6:48	összesen 1 indulás	
42	Nagysándor József út - Bajcsy-Zsilinszky út - Jubileum tér ISKOLAI CÉLJÁRAT	7:30	7:30	összesen 1 indulás	
43	Városi Kollégium - Szabadság tér ISKOLAI CÉLJÁRAT	7:15	7:15	összesen 1 indulás	

12. ábra: Szolnok helyi közösségi közlekedésének viszonylatai és azok főbb jellemzői

4.5.2. Járműállomány

A szolgáltató dedikált járműállománnyal biztosítja a szolgáltatásokat. A rendelkezésre álló járműállomány átlagéletkora magas, 12,76 év, az állomány megújítását célzó járműcserék csak ritkán és nem tervszerűen történnek. A magas átlagéletkor csökkenti a műszaki megbízhatóságot és magas karbantartási és üzemeltetési költségeket von maga után, valamint rendkívüli módon megnehezíti az utasok magas színvonalú, XXI. századi szintű kiszolgálását.

A szolnoki helyi autóbuszos közlekedést biztosító járműállomány főbb adatait az alábbi táblázat tartalmazza (2019. szeptember 31-i állapot):

Szám	Rendszám	Megnevezés	kivitel	Életkor	KV. Kat.
1	FLX688	ENTERPRISE EB04 PLASMA CU100	midi	12,07	EURO4
2	FSJ872	ENTERPRISE EB04 PLASMA CU100	midi	12,75	EURO4
3	FSJ873	ENTERPRISE EB04 PLASMA CU100	midi	13,09	EURO4
4	KLR920	ENTERPRISE EB04 PLASMA CU100	midi	13,03	EURO4
5	KPE986	ENTERPRISE EB04 PLASMA CU100	midi	12,28	EURO4
6	KRS426	ENTERPRISE EB04 PLASMA CU100	midi	12,23	EURO4
7	KRS427	ENTERPRISE EB04 PLASMA CU100	midi	12,23	EURO4
8	LCC138	ENTERPRISE EB04 PLASMA CU100	midi	11,65	EURO4
9	LMK132	KRAVTEX CREDO BN 12 IV_194	szóló	10,38	EURO4
10	LMK278	KRAVTEX CREDO BN 12 IV_194	szóló	10,36	EURO4
11	LMK279	KRAVTEX CREDO BN 12 IV_194	szóló	10,36	EURO4
12	LMK280	KRAVTEX CREDO BN 12 IV_194	szóló	10,36	EURO4
13	LMK281	KRAVTEX CREDO BN 12 IV_194	szóló	10,36	EURO4
14	LMK282	KRAVTEX CREDO BN 12 IV_194	szóló	10,36	EURO4
15	LMK283	KRAVTEX CREDO BN 12 IV_194	szóló	10,36	EURO4
16	LMK133	KRAVTEX CREDO BN 18 IV_194	csuklós	10,38	EURO4
17	LMK401	KRAVTEX CREDO BN 18 IV_194	csuklós	10,31	EURO4
18	LMK402	KRAVTEX CREDO BN 18 IV_194	csuklós	10,31	EURO4
19	LMK403	KRAVTEX CREDO BN 18 IV_194	csuklós	10,31	EURO4
20	LMK404	KRAVTEX CREDO BN 18 IV_194	csuklós	10,31	EURO4
21	LMK405	KRAVTEX CREDO BN 18 IV_194	csuklós	10,31	EURO4
22	LMK406	KRAVTEX CREDO BN 18 IV_194	csuklós	10,31	EURO4
23	LMK495	KRAVTEX CREDO BN 18 IV_194	csuklós	10,27	EURO4
24	LMK496	KRAVTEX CREDO BN 18 IV_194	csuklós	10,27	EURO4
25	LMK497	KRAVTEX CREDO BN 18 IV_194	csuklós	10,27	EURO4
26	LMK498	KRAVTEX CREDO BN 18 IV_194	csuklós	10,27	EURO4
27	NMW660	MERCEDES-BENZ O 530 G CITARO 530GCI	csuklós	10,78	EURO4
28	NMW661	MERCEDES-BENZ O 530 G CITARO 530GCI	csuklós	10,78	EURO4
29	RIR361	MERCEDES-BENZ 628 CONECTO MB av 08	szóló	0,55	EURO6
30	RIR362	MERCEDES-BENZ 628 CONECTO MB av 08	szóló	0,55	EURO6
31	RIR363	MERCEDES-BENZ 628 CONECTO MB av 08	szóló	0,55	EURO6
32	GVM401	IKARUS 263 10_D10	szóló	20,53	EURO2
33	GMY378	IKARUS 280 40MD10	csuklós	20,36	EURO2
34	GNX324	IKARUS 280 40MD10	csuklós	21,05	EURO2
35	HJP378	IKARUS C80 40AD10	csuklós	18,89	EURO2
36	HPR236	IKARUS C80 40AD10	csuklós	18,35	EURO2
37	IAA862	IKARUS C80 40AD10	csuklós	17,27	EURO2
38	IEV413	MAN SL 223 (A74) MA162	szóló	17,05	EURO2
39	IEV414	MAN SL 223 (A74) MA162	szóló	17,05	EURO2
40	LSK915	MAN SL 223 (A74) MA162	szóló	15,30	EURO2

Szám	Rendszám	Megnevezés	kivitel	Életkor	KV. Kat.
41	JEL114	MAN SL 223 (A74) MA162	szóló	15,27	EURO2
42	FSJ858	RÁBA PREMIER 091 D10 av 02	szóló	18,38	EURO2
43	HIA048	RÁBA PREMIER 091 D10 av 02	szóló	19,25	EURO2
44	HSX646	RÁBA PREMIER 091 D10 av 02	szóló	18,38	EURO2
45	HEU552	RÁBA PREMIER 291 RD206	csuklós	19,52	EURO2
46	JEL115	MAN SG 263 (A75) MAN av 04	csuklós	15,27	EURO3
47	JNF312	MAN SG 313 (A75) MAN av 06	csuklós	14,82	EURO3
48	MLC223	VOLVO 7700 (B7L) 7700__	szóló	15,05	EURO3
49	MLC224	VOLVO 7700 (B7L) 7700__	szóló	15,05	EURO3

13. ábra: A szolnoki helyi közösségi közlekedést ellátó járműállomány adatai

A járműállomány magas átlagéletkora mellett az adatokat részleteiben megvizsgálva a kép ennél az adathoz képest kedvezőtlenebb.

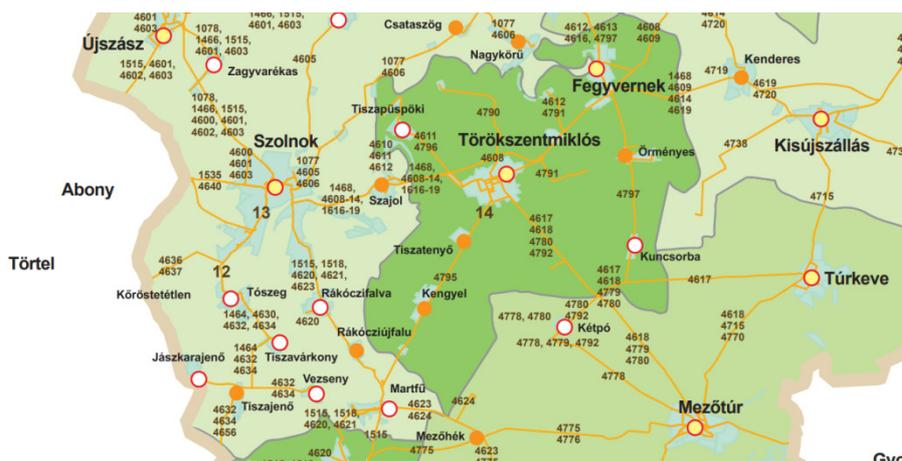
Mindösszesen 3 darab frissen, fél éve beszerezett jármű elégíti ki a XXI. század követelményeit, az összes többi jármű életkora meghaladja a 10 évet. Az állományban 3 jármű életkora is meghaladja a 20 évet.

A járművek korából eredően a flotta környezetvédelmi besorolás tekintetében is messze áll a korszerűtől. 14 jármű EURO2 besorolású, 3 jármű EURO3 besorolású, 28 jármű EURO4 besorolású és 3 jármű EURO6 besorolású.

4.6. Helyközi – elővárosi autóbuszos közlekedés

Szolnok funkcionális városi területe kiterjedt elővárosi-helyközi autóbusz szolgáltatással ellátott.

Az alábbi ábra a jelzett terület elővárosi és helyközi autóbusz hálózatát mutatja be¹².



14. ábra: Szolnok funkcionális városi területének autóbusz elővárosi kapcsolatai

¹² Forrás: http://archiv.kmkk.hu/kmkk/helykozi/20170502/Szolnok_terkep_2017.pdf

A tanulmány területi scope-ját jelentő funkcionális városi terület autóbuszos ellátottsága az alábbi főbb adatokkal jellemezhető¹³:

Település	Népesség (2012. január 1.)	Szolnokra induló járatok száma naponta*	Legelső indulás Szolnokra*	Legutolsó indulás Szolnokra*	Megjegyzés
Besenyszög	3.372	15	4:30	20:39	Kizárólag Besenyszög-Szolnok járatok
Rákócziújfalu	5.359	59	3:37	22:33	25 járat Rákócziújfalu-Szolnok, a többi átmenő: Cibakháza (15), Kunszentmárton (9), Szeged (4), Martfű (2), Tiszaföldvár (2), Nagyrév (2)
Rákócziújfalva	2.002	34	3:26	22:22	Kizárólag átmenő járatok, Cibakháza (15), Kunszentmárton (9), Szeged (4), Martfű (2), Tiszaföldvár (2), Nagyrév (2)
Szajol (v)	3.734	50	4:42	22:28	7 járat Szajol-Szolnok, a többi átmenő: Fegyvernek (9), Tiszapüspöki (8), Törökszentmiklós (4), Tiszabő (4), Abádszalók (3), Tiszafüred (3), Mezőtúr, Kisújszállás, Tiszaderzs, Túrkeve, Karcag (2), Tiszabura, Eger (1)
Szászberek (v)	969	29	4:52	19:23	2 járat Szászberek-Szolnok, a többi átmenő: Jászberény (7), Jászladány, Gyöngyös, Eger (4) Jászsalsószentgyörgy, Jánoshida (2), Jászivány, Hatvan, Jászapáti, Parád (1)
Tiszajenő (v)	1.642	17	4:21	20:45	3 járat Tiszajenő-Szolnok, a többi átmenő: Jászkarajenő (4), Vezenseny (4), Tiszakécske (2), Szeged (2), Kecskemét (1), Nagykőrös (1)
Tiszatenyő (v)	1.649				nincsen közvetlen autóbusz járat

¹³ Az adatok a Volánbusz Zrt. hivatalos menetrendjéből származnak

Település	Népesség (2012. január 1.)	Szolnokra induló járatok száma naponta*	Legelső indulás Szolnokra*	Legutolsó indulás Szolnokra*	Megjegyzés
Tiszavárkony (v)	1.526	27	4:49	20:55	12 járat Tiszavárkony-Szolnok, a többi átmenő: Vezenseny (6), Jászkarajenő (4), Tizsakécske, Tiszajenő, Kecskemét, Nagykőrös és Szeged (1)
Tószeg (v)	4.380	34	4:47	21:04	6 járat Tószeg-Szolnok, a többi átmenő: Tiszavárkony (12), Vezenseny (6), Jászkarajenő (4), Szeged (2), Tizsakécske, Tiszajenő, Kecskemét, Nagykőrös (1)
Vezenseny	692	8	4:33	20:21	6 járat Vezenseny-Szolnok, a többi átmenő: Jászkarajenő (1), Tizsakécske (1)
Zagyvarékas (v)	3.512	31	4:43	20:48	13 járat Zagyvarékas-Szolnok, a többi átmenő: Jászberény (5), Jászladány (3), Szászberek, Gyöngyös, Jászsalsószentgyörgy (2), Jászivány, Jászapáti, Újszász, Eger (1)

* - munkanapokon, átszállás nélkül

15. ábra: Szolnok vonzáskörzetébe tartozó települések autóbuszos kapcsolatainak adatai

A szolnoki funkcionális városi terület településeit kiszolgáló autóbuszos szolgáltatásokról elmondható, hogy

- jelentős férőhely-kapacitások állnak rendelkezésre,
- széles időintervallumban biztosítanak eljutást,
- a kiemelt időszakokban (reggeli és délutáni csúcsforgalom) a legtöbb viszonylaton kiemelkedő sűrűséggel közlekednek.

Vezenseny esetében csak 8 járatpár biztosítja az autóbuszos közlekedést Szolnok irányába, azonban az élıhetőséghez szükséges időbeli szolgáltatás ezáltal is biztosított az ott lakó közel 700 lakos számára.

Érdekes Tiszatenyő helyzete, mivel onnét nincsen közvetlen autóbuszos eljutási lehetőség Szolnokra, azonban vasúti kapcsolat (Szajolon keresztül) illetve az egyéni közlekedés számára megfelelő úthálózat biztosítja az eljutási lehetőséget Szolnok irányába.

A szolnoki funkcionális városi terület településein túl további jelentős helyközi autóbuszos kapacitások épültek ki két, a terület határian túli településre, Abonyba és Törökszentmiklóásra, az alábbiak szerint¹⁴:

¹⁴ Az adatok a Volánbusz Zrt. hivatalos menetrendjéből származnak

Település	Népesség (2012. január 1.)	Szolnokra induló járatok száma naponta*	Legelső indulás Szolnokra *	Legutolsó indulás Szolnokra *	Megjegyzés
Abony	15.681 (2008)	24	4:42	23:30	18 járat Abony-Szolnok, a többi átmenő: Kecskemét (5), Baja (1)
Törökszent- miklós	23.145	38	4:42	22:15	4 járat Törökszentmiklós-Szolnok, a többi átmenő: Fegyvernek (9), Tiszafüred (5), Tiszabő (4), Abádszalók (3), Mezőtúr, Kisújszállás, Tiszaderzs, Túrkeve, Karcag (2), Miskolc, Tiszabura, Eger (1)

* - munkanapokon, átszállás nélkül

16. ábra: Abony és Törökszentmiklós autóbuszos kapcsolatainak adatai

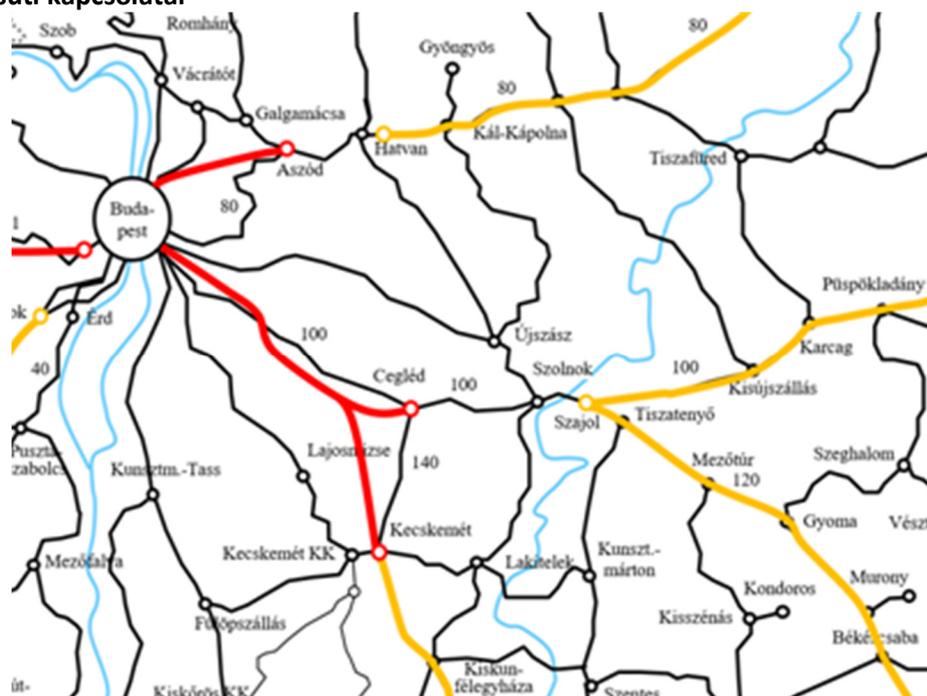
Az autóbuszos szolgáltatáson felül Abonyból Szolnokra 31 esetben vonattal is el lehet jutni, míg Törökszentmiklósról 25 vonat biztosítja az eljutást Szolnokra; ezen szolgáltatások az autóbuszos szolgáltatásokhoz képest szélesebb időbeli lehetőségeket nyújtanak, pl. Abonyból éjszaka is gyakorlatilag óránként jár vonat Szolnokra, egyedül 2:14 és 4:14 között nincsen eljutás...

4.7. Vasúti közlekedés

Szolnok közlekedés-földrajzi helyzete a vasúti, a közúti és a vízi, légi szállítások tekintetében egyaránt kedvező.

A város vasúti közlekedési adottságai a legjobbak közé tartozik. Budapesttel két nemzetközi jelentőségű vasútvonal (100a, 120a) köti össze. A város összesen 6(+2) vasúti (fő)vonallal csomópontjában fekszik.

Pályaudvara kiválóan alkalmas mind a személy, mind a teherszállítást tekintve, a kelet-nyugat irányú belföldi és külföldi összeköttetésre.

Szolnok vasúti kapcsolatai¹⁵

17. ábra: Szolnok Megyei Jogú Város vasúti kapcsolatai

A vonalszakasz száma	A vonalszakasz végpontjai	A vonalszakasz főbb jellemzői	Szolnok vonzókörzetében kiszolgált települése
82-es	Hatvan–Szolnok	Villamosított, 66 km hosszú. Hatvan és Újszász között egyvágányú, Újszász és Szolnok között kétvágányú. Szolnok és Újszász között közös nyomvonalon halad a 120a számú Budapest–Újszász–Szolnok-vasútvonallal. A vonalon ütemes menetrend van érvényben. Engedélyezett sebesség: 100 km/h.	Újszász Zagyvarékas
86-os	Vámosgyörk–Szolnok	Nem villamosított, egyvágányú mellékvonal, 77,6 km hosszú. Szolnok és Újszász között 100 km/h-val, Újszásztól egészen Vámosgyörkig 60 km/h-val lehet közlekedni.	Vámosgyörk Újszász Zagyvarékas
100a	Budapest–Szolnok	Kétvágányú, villamosított vasútvonal, 101,2 km hosszú.	Abony

¹⁵ Forrás:https://kozlekedesiklub.blog.hu/2018/03/28/nagysebessegu_vasuti_kozlekedes_lehetosegei_magyarorszagon

A vonalszakasz száma	A vonalszakasz végpontjai	A vonalszakasz főbb jellemzői	Szolnok vonzókörzetében kiszolgált települése
		<p>A nemzetközi törzshálózat tagja.</p> <p>Folytatása a 100-as Szolnok–Debrecen–Nyíregyháza–Záhony-vasútvonal.</p> <p>A pálya 225 kN tengelyterhelésű.</p> <p>Vecsés – Albertirsa szakaszon 120 km/h, Albertirsa – Cegléd szakaszon 140 km/h, Cegléd – Szolnok szakaszon 160 km/h sebességű közlekedésre alkalmas.</p> <p>A fővárosi szakaszon Kőbánya-Kispest állomásig a maximális megengedett sebesség 80 km/óra. (A nagy forgalom biztonsága miatt azonban állandó 60 km/h lassújel van végig kitűzve.)</p> <p>Magyarország egyik legforgalmasabb elővárosi vonala. Jelentős a hivatásforgalom.</p>	
100-as	Szolnok–Nyíregyháza	<p>Tuzsér állomásig kétvágányú, tovább egyvágányú, a Záhony–Záhony országhatár szakasz kivételével villamosított nemzetközi fővonala.</p> <p>235 km hosszú.</p> <p>Ütemes menetrend szerint felváltva óránként sebes- illetve személyvonatok, valamint szintén óránként InterCity vonatok közlekednek. Közülük minden második ún. kör-IC, melyek Nyugati pályaudvarról indulnak és Debrecenen keresztül Nyíregyházáig közlekednek, onnan pedig a Keleti pályaudvarra indulnak vissza Szerencs - Miskolc – Füzesabony útirányon keresztül a 80-as vonalon, ezzel két irányban biztosítanak kényelmes, átszállásmentes utazást a fővárosba.</p> <p>A ritka megállóhelyek, a gyakoribb nagyobb állomások és a jelentősebb távolsági forgalom miatt a helyközi személyvonatok száma kevés.</p>	Szajol Törökszentmiklós
120a-s	Budapest–Szolnok	<p>Kétvágányú, villamosított vasútvonal, a nemzetközi törzshálózat tagja.</p> <p>Folytatása a 120-as számú Budapest-</p>	Újszász

A vonalszakasz száma	A vonalszakasz végpontjai	A vonalszakasz főbb jellemzői	Szolnok vonzókörzetében kiszolgált települése
		<p>Békéscsaba-Lőkösháza (-Arad) vonalszakasz.</p> <p>Hossza 100 km.</p> <p>A vasútvonal Budapestről indulva Rákosig közös nyomvonalon halad a 80a számú vonallal.</p> <p>Ezután délkelet-keleti irányban a Pestisíkságot elhagyva áthalad a Gödöllői-dombság déli lankáin, majd a Tápió vidékén keresztül haladva éri el a Zagyva-mentét és Újszászt. Innen délkeletnek fordulva Szolnokig a 82, a 86 számú és ez a vasútvonal közös nyomvonalon halad.</p> <p>Magyarország egyik legforgalmasabb elővárosi vonala. Jellegzetessége azonban, hogy ez szinte kizárólag csak a fővárosba irányuló hivatásforgalomból áll. Ennek eredményeképpen a vonatok csúcsidőszakban igen zsúfoltak, máskor azonban kisebb kihasználtságúak.</p> <p>A vonalon ütemes menetrend van érvényben. Ennek megfelelően kétóránként indulnak gyorsvonatok Békéscsabára, óránként zónázó vonatok Szolnokra.</p> <p>Munkanapokon 30 percenként, hétvégén 60 percenként közlekedik Süllyásra illetve Süllyápról személyvonat, amelyek minden állomáson és megállóhelyen megállnak.</p> <p>A vonalon Intercity-k (nemzetközi is) is közlekednek, amik azonban nem állnak meg Budapest-Keleti pályaudvar és Szolnok között.</p>	Zagyvarékas
120-as	Szolnok–Lőkösháza	<p>Részből kétvágányú, villamosított fővonal, a nemzetközi törzshálózat tagja.</p> <p>125 km hosszú.</p> <p>A 120a számú Budapest–Újszász–Szolnok vonal folytatása.</p> <p>Az országhatár átlépése után, Romániában a 200-as vasúti</p>	Szajol Tiszatenyő

A vonalszakasz száma	A vonalszakasz végpontjai	A vonalszakasz főbb jellemzői	Szolnok vonzókörzetében kiszolgált települése
		<p>fővonalszakaszaként folytatódik Arad felé.</p> <p>Engedélyezett sebesség:</p> <p>Budapest-Keleti–Rákos között 80 km/h, Rákos–Tápiószele között 100 km/h, Tápiószele–Békéscsaba között 120 km/h (ebből a Szolnok–Békéscsaba szakaszon a kiépítési sebesség 160 km/h, egyelőre nincs engedélyezve), Békéscsaba–Lőkösháza között 100 km/h.</p> <p>A vonalon egyaránt közlekednek személyvonatok, gyorsvonatok, InterCityk, EuroNightok, nemzetközi vonatok, tehervonatok és kamionszállító vonatok.</p> <p>Ütemes menetrend van érvényben.</p> <p>A vonalon az országhatárig naponta 2 pár EuroNight, 3 pár nemzetközi InterCity és Budapest felé 3, Lőkösháza felé 2 belföldi InterCity, továbbá gyorsvonatok közlekednek.</p> <p>A helyközi forgalom nem számottevő, Békéscsaba –Keleti pályaudvar viszonylatban napi 2 pár gyorsvonat. Békéscsaba–Budapest-Keleti viszonylat kivételével a közlekedő vonatok személyvonatok.</p>	
130-as	Szolnok-Szentes-Hódmezővásárhely (-Makó)	<p>Egyvágányú, nem villamosított vasútvonal. Bár a vonatok Szolnokig közlekednek, a vonal Tiszatenyőnél kezdődik, itt ágazik ki a 120-as számú Budapest – Szolnok – Békéscsaba – Lőkösháza vasútvonalból.</p> <p>A vonal 144 km hosszú.</p> <p>A vonalon nagyrészt csak személyvonati forgalom van. A személyvonatok Szolnok – Hódmezővásárhely illetve Hódmezővásárhely – Makó viszonylatokban közlekednek.</p> <p>Naponta egy gyorsvonatpár közlekedik a vonalon Nyugati pályaudvar - Hódmezővásárhely viszonylatban.</p> <p>Szolnoktól Szentesig rendszeres a</p>	Szajol Tiszatenyő

A vonalszakasz száma	A vonalszakasz végpontjai	A vonalszakasz főbb jellemzői	Szolnok vonzaskörzetében kiszolgált települése
		teherforgalom.	
145-ös	Szolnok–Kiskunfélegyháza	Egyvágányú, nem villamosított, 65 km hosszú vasúti mellékvonal. A vasútvonal kezdőpontja Szolnokon van, az állomás kezdőpont (Budapest) felőli végén ágazik ki a 100-as, illetve a 120-as vasútvonalakból. A vonal menetrendje a Kiskunfélegyháza–Kunszentmárton vasútvonallal közös.	Tószeg Tiszavárkony Tiszajenő Vezeny

18. ábra: Szolnok vasúti kapcsolatainak jellemzői¹⁶

A tanulmány szempontjából fontos funkcionális városi terület közlekedési viszonyai a vasúti közlekedés szempontjából is kedvezőek. Szolnok a vonzaskörzetéhez tartozó települések közül 7-ről vasúton is megközelíthető: Szolnoktól mért távolságuk 10 és 30 kilométer között van. A településeggyüttes központja a vonzaskörzetéből vasúton Szászberekről, Szajolból, Tiszajenőről, Tiszatenyőről, Tiszavárkonyból, Tószegről, Zagyvarékasról érhető el. A menetidő általában 10–30 perc. A napi járatgyakorosság 7–41 járatpár között változik településenként. A legkevesebb járat Tiszajenő, Tószeg irányába, a legtöbb Szajol és Zagyvarékas irányába közlekedik.

A Szolnokot érintő vasúti honnan-hová forgalom az alábbi adatokkal mutatható be¹⁷:

Induló- vagy célpont, 2017.	január	február	március	április	május	június	július	augusztus	szeptember	október	november	december	Összesen
Békéscsaba	1 362	1 082	1 538	1 465	1 559	1 460	1 287	1 486	1 195	1 446	1 362	1 225	16 467
Budapest-Keleti	13 936	13 888	15 259	15 134	14 854	14 584	12 219	14 217	15 305	16 233	16 373	13 997	175 999
Budapest-Nyugati	23 697	23 772	25 664	26 879	28 312	23 144	21 365	22 932	26 493	28 171	26 579	25 707	302 715
Cegléd	10 434	10 434	10 636	11 035	10 776	9 956	8 837	8 051	11 212	11 394	11 199	9 382	123 346
Debrecen	4 437	4 868	5 491	5 331	5 662	4 395	3 485	3 749	5 440	5 494	5 237	4 091	57 680
Ferihegy	3 680	3 448	3 995	4 352	4 397	3 513	3 885	3 810	4 033	4 546	4 150	4 234	48 043
Hatvan	540	539	565	665	759	737	784	900	813	907	748	657	8 614
Jászberény	5 840	6 198	5 387	6 424	5 977	4 910	4 326	4 353	6 203	6 250	5 569	4 586	66 023
Kőbánya-Kispest	6 730	7 130	7 591	7 780	7 764	7 129	7 147	7 395	8 027	7 852	7 407	7 022	88 974
Mezőtúr	10 745	11 214	10 817	11 621	10 857	9 703	10 200	9 132	11 558	11 589	11 066	9 596	128 098
Monor	321	424	495	487	428	406	360	456	451	477	549	423	5 277
Nagykátán	1 525	1 580	1 608	1 698	1 651	1 365	1 255	1 461	1 966	1 887	1 910	1 716	19 622
Püspökladány	460	305	500	454	426	487	476	487	334	370	344	366	5 009
Szajol	7 140	6 831	6 871	6 814	6 684	6 274	5 117	4 862	6 069	7 353	6 607	6 902	77 524
Szentest	286	285	415	320	297	305	458	391	414	446	388	415	4 420
Törökszentmiklós	12 957	12 995	12 336	13 400	12 595	11 835	9 989	10 377	14 279	14 557	13 764	12 238	151 322
Újszász	30 842	30 878	29 518	31 125	30 332	27 398	22 351	23 936	29 618	32 032	29 990	28 112	346 132
Zuglói	2 767	2 702	3 070	3 418	3 246	3 204	2 915	2 916	3 469	3 695	3 249	3 261	37 912
Összesen	137 699	138 573	141 756	148 402	146 576	130 805	116 456	120 911	146 879	154 699	146 491	133 930	1 663 177

19. ábra: A Szolnokot érintő vasúti honnan-hová forgalom adatai

A tanulmány kapcsán kiemelendő, hogy a Szolnokról Budapestre ingázók a teljes vasúti forgalom majdnem 40%-át teszik ki, míg Szolnokra irányuló ingázó forgalom a teljes vasúti forgalom 35%-át teszi ki éves átlagban.

Induló- vagy célpont, 2017.	január	február	március	április	május	június	július	augusztus	szeptember	október	november	december	Összesen
Budapest irányú forgalom összesen	50 810	50 940	55 579	57 563	58 573	51 574	47 531	51 270	57 327	60 497	57 758	54 221	653 643
Szolnok vonzaskörzet forgalom összesen	50 939	50 704	48 725	51 339	49 611	45 507	37 457	39 175	49 966	53 942	50 361	47 252	574 978

20. ábra: A Budapestre irányuló vasúti ingázó forgalom részaránya

¹⁶ Forrás: Wikipédia¹⁷ Az adatokat a MÁV-Start Zrt. biztosította a projekt számára

5. Stratégiai alapok

5.1. Integrált Városfejlesztési Stratégia¹⁸

Szolnok Megyei Jogú Város a jelenleg is érvényben lévő **Integrált Városfejlesztési Stratégiáját** 2013-ban alkotta meg, aktualizálására 2017-ben került sor. Az Integrált Városfejlesztési Stratégiai Programnak többek között egyik feladata, hogy a meglévő koncepciókat, stratégiákat, fejlesztési törekvéseket integrálja, egységes rendszerbe foglalja, a sokoldalú törekvéseket egy nevezőre hozza, annak érdekében, hogy a közép-távú fejlesztések átfogó és kiindulási alapjául szolgálhasson.

A felsorolt átfogó és rész stratégiai célok, intézkedési csoportok, fejlesztési feladatok, projektek nagy része valamelyik korábban készült koncepcióban már megfogalmazásra kerültek.

Az Integrált Városfejlesztési Stratégia (IVS) által meghatározott fejlesztési célok és feladatok megjelennek a szakági feladatok között is. A közlekedés, közlekedésfejlesztés – mint az egyik legalapvetőbb szakági csomag – az IVS 7.1 fejezetében kapott helyet.

Az Integrált Városfejlesztési Stratégia **Közlekedés fejlesztési feladatai** között az alábbi főbb problémák illetve fejlesztési irányok határozhatóak meg, melyek a SMART COMMUTING Pilot Akció szempontjából relevánsak:

- Egyre növekvő zsúfoltság az utakon – Belvárosban szinte folyamatosan, kritikus pont a Tisza-híd, a folyótól délre is forgalomgerjesztő lakóterületek (Szandaszőlős, Kertváros, Alcsi-sziget), bevásárlóközpont, stb. épült. A kialakult alapvető úthálózat nem tudja megfelelően lebonyolítani a folyamatosan növekvő gépkocsi forgalmat. Ennek két oka van: hiányzik a gyűrés városszerkezet, kevés a tiszai átkelőhelyek száma.
- Egyre általánosabb a gyalogosok elsőbbségének biztosítása a gépkocsikkal szemben. Terjed a gyalogosbarát (forgalomcsillapított) városrészek kijelölése.
- Egyre hangsúlyosabb a kerékpáros-közlekedés létesítményeinek fejlesztési igénye.
- Egyre általánosabbá vált a közlekedésbiztonsági szempontok miatt a közúti csomópontok és útszakaszok biztonságos átépítése (veszélyes közúti keresztezések átalakítása körforgalommá átalakítása, négysávos utaknál a kijelölt gyalogátkelőhelyeknél a középső védősziget létesítése, stb.).
- Az utóbbi években egyre nagyobb figyelem fordul a fogyatékkal élők közlekedésére.
- Parkolási nehézségek a Belvárosban és annak térségében vannak. A fizető parkolás csak részben tudja megoldani a gondokat, ezért csak többszintű parkolóhelyek létesítésével lehet lényegesen enyhíteni a hiányon.
- A Kossuth térihez hasonló színvonalú városközponti gyalogos hálózat kiépítése és összekapcsolása más városrészek gyalogos hálózatával.
- Külön tájékoztatási rendszert kell kiépíteni a kerékpárutak számára. Kerékpáros tároló helyeket kell létesíteni a nagy látogatottságú intézményeknél (városháza, piac, irodaházak,

¹⁸ Forrás: Szolnok Integrált Városfejlesztési Stratégia 2013 – 2017. évi aktualizálása

üzletek, iskolák, stb.). A vasútállomásnál B+R kerékpár-tároló helyeket kell kialakítani. A kulturált kerékpárút-hálózat részét fogja képezni a kiépített pihenőhelyek rendszere.

Az IVS a „KÖZÚTI KÖZÖSSÉGI KÖZLEKEDÉS” kapcsán az alábbiakat rögzíti:

„A KMKK Zrt. (2019. október 1. óta már Volánbusz Zrt. – a szerzők) által működtetett helyi és távolsági tömegközlekedés jó, a helyi átszállások száma minimális. Az új távolsági autóbusz-pályaudvar jó helyen épült az Ady Endre út mellett. A központi helyi autóbusz-pályaudvar a vasútállomás mellett a Jubileumi téren van. Kívánatos lenne az autóbusz-pályaudvar forgalmi rendjének lényeges átalakítása nélkül öko-pályaudvar létrehozása. Ennek lényege, hogy a nagyszámú utazóközönséget megvédik az időjárás hatásaitól. Ugyancsak megoldható lenne az autóbuszok kulturált tárolása az autóbusz-pályaudvar mögött.

A városi autóbusz-megállóhelyek felülvizsgálata indokolt az alábbi szempontok szerint:

- van-e kijelölt gyalogátkelőhely a megállónál,
- megfelelő hosszú-e a megálló, alacsonypadlós autóbuszok be tudnak-e állni a megállóba (a mozgáskorlátozottak miatt),
- audiovizuális utas tájékoztató bevezetésének lehetősége, stb.

Ezekre azért is van szükség, mert a kulturált helyi tömegközlekedés csökkentheti a gépkocsik használatát. A tervezett gyűjtő utakat úgy kell kialakítani, hogy azokon az autóbuszok is tudjanak közlekedni. A KMKK Zrt. tervezi az autóbusz-állomány fejlesztését évi 3 szülő nagycsuklós busszal. Ezzel egyidejűleg meg kell tenni az előkészületeket a helyi közforgalmú közlekedés fokozatos átállítására elektromos buszok használatára.”

A SMART COMMUTING Pilot Akció stratégiai megalapozására a tárgyalt IVS fejezet – és az IVS többi része – nem ad megfelelő alaposágú iránymutatást, azonban taxatívén rögzíti az elektromos buszok használatára vonatkozó törekvéseket.

5.2. Főbb problémák feltárása

A SMART COMMUTING projekt előkészítése során a közlekedésfejlesztés kapcsán érintett stakeholderok – hivatali, közoktatási vezetők, a közszolgáltatást biztosító szervezetek vezetői, nagyobb munkáltatók, civil szervezetek – körében kérdőíves felmérésre került sor a közlekedés kapcsán megfogalmazható problémák, elvárások, felvetések feltárása érdekében.

5.2.1. A kérdőíves felmérés eredményei – SWOT elemzés

Legfontosabb észrevételek az egyes stakeholder csoportoknál, kiemelten jelölve a közlekedés szempontjából lényeges tételek.

A Csoport - Hatóságok

- Környezetterhelés csökkentése, fenntartható közlekedés fejlesztése
- Integrált rendszerek hiánya (navigáció, menetrendi kereső, jegyrendszer stb.)
- Jó kapcsolat és koordináció az érintettek között
- Elkülönült megrendelői intézményrendszer és finanszírozás a helyközi és a helyi közlekedés vonatkozásában

B Csoport – Nagyfoglalkoztatók, iskolák

- További infrastruktúra fejlesztések (kerékpárút, világítás, híd)
- Növekvő igény a parkolási kapacitás bővítésére

- Erős és növekvő reggeli és délutáni csúcsforgalom
- Műszakrendhez nem teljes körűen igazodó menetrend
- Jó kapcsolat és koordináció az érintettek között

C Csoport – Szolgáltatók és infrastruktúra üzemeltetők

- Integrált rendszerek hiánya (navigáció, menetrendi kereső, jegyrendszer stb.)
- Nem megfelelő finanszírozás a közszolgáltatók számára
- A közlekedési infrastruktúra fejlesztése folyamatban van
- Jó koordináció a szolgáltató és a megrendelő között
- Szakképzett munkaerő hiánya

D Csoport – Érdekeltek csoportok, nem kormányzati szervezetek, üzleti vállalkozások

- Elektromos autó ösztönzése szükséges
- Dolgozói szállítás hatósági ellenőrzésének és szabályozásának erősítése
- Növekvő légszennyezés
- Elkülönült tarifa- és jegyrendszer a helyi és a helyközi közlekedés vonatkozásában

A felmérés során kapott eredményekből összeállítható SWOT elemzés összesített eredménye az alábbi:

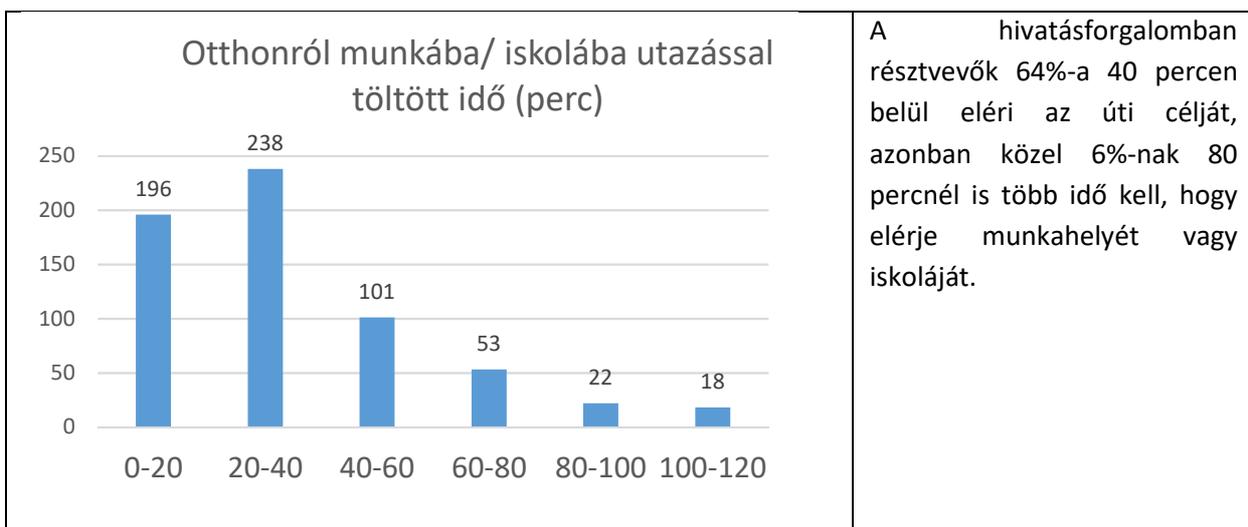
ERŐSSÉGEK	GYENGESÉGEK
<ul style="list-style-type: none"> • Szolnok régió központ • <u>Jó közlekedési kapcsolat az agglomerációban lévő települések és Szolnok között - valamennyi településsel közvetlen menetrendszerinti autóbusz kapcsolat</u> • <u>Hét agglomerációs település közvetlen vasúti kapcsolatban áll Szolnokkal</u> • A nagyfoglalkoztatók és a Polgármesteri Hivatal közvetlen kapcsolatot tartanak • <u>A városi kerékpárút hálózat jó állapotú, a fejlesztése folyamatos</u> • <u>A város kiépített és megvilágított gyalogátkelőkkel rendelkezik</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Szűk keresztmetszetek a közúti infrastruktúrában - a Tisza és a Zagyva folyók városi hídjai túlterheltek</u> • <u>Szolnok és az agglomerációjába tartozó települések között a kerékpárút hiányos</u> • <u>A városi közvilágítás 70%-ban korszerűsített</u> • <u>A kerékpárutak közvilágítási rendszere hiányos</u> • <u>Nincs integrált tarifa a helyközi és a helyi közlekedés viszonylatában</u> • <u>Nincs E-ticketing rendszer</u> • <u>Elkülönült megrendelői intézményrendszer és finanszírozás a helyközi és a helyi közlekedés vonatkozásában</u>
LEHETŐSÉGEK	VESZÉLYEK
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Autóparkoló és kerékpártároló kapacitás bővítése (P+R), (B+R)</u> • <u>Szűk keresztmetszetek feloldása – új Tisza híd</u> • <u>Ipari parkon belül a kerékpárút kiépítése</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>M/4 gyorsforgalmú út Budapest-Szolnok-Fegyvernek közötti szakasza építés alatt</u> • Kedvezőtlen demográfiai trendek (előregedő lakosság, elvándorlás)

<ul style="list-style-type: none"> • <u>A kerékpárutak közvilágítási rendszerének kiépítése</u> • <u>Városi közlekedési navigáció fejlesztése</u> • <u>A kormány támogatja az elektromos járművek elterjedését, EU-s pályázati lehetőségek elektromos, hibrid járművek beszerzésére</u> • A munkába járás támogatási rendszerének átalakítása, az ingázó utazási igények pénzügyi ösztönző rendszerekkel történő befolyásolása (közösségi közlekedés irányába terelése) • <u>Munkahelyi mobilitási tervek elterjedésének ösztönzése</u> • <u>Integrált megrendelői szervezet és szolgáltatás megvalósítása a helyközi és helyi közlekedés viszonylatában</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Személygépkocsi használat növekedése</u> • <u>Csökkenő utasszám mind a helyközi, mind a helyi közlekedésben</u>
---	---

5.2.2. Mobilitási felmérés eredményei

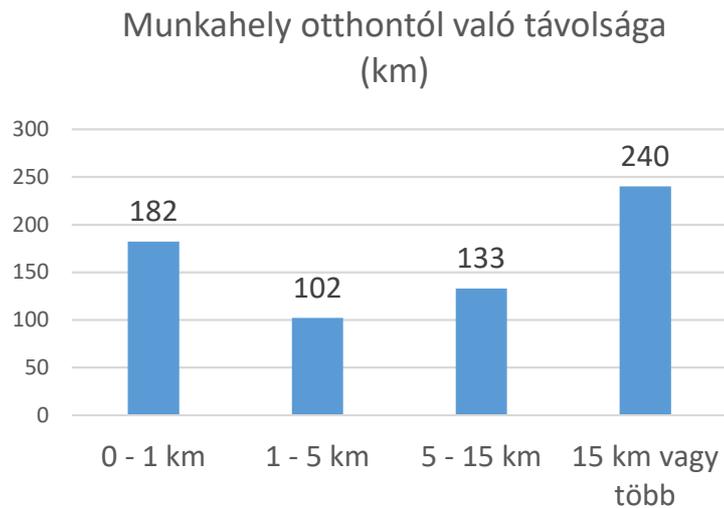
A SMART COMMUTING projekt kapcsán – szintén kérdőíves formában – megtörtént az érintett népesség legalább 0,5%-át elérő kérdőíves lakossági felmérés is. A felmérésben 679 fő vett részt.

A mobilitási felmérés fontosabb eredményei az alábbiakban mutathatóak be.



A felmérésben részt vevők mintegy 27%-a 1 km-nél közelebből jár munkába vagy iskolába.

A felmérésben részt vevő ingázók 35%-a 15 km-nél nagyobb távolságról kénytelen munkába, iskolába járni.

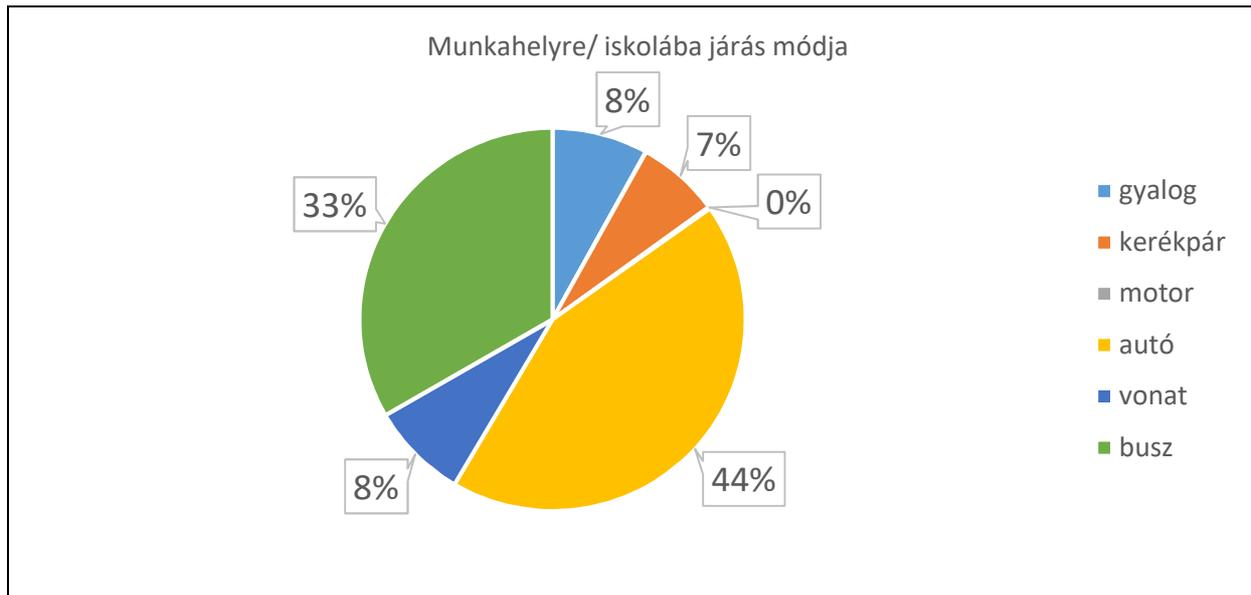


Az 1 km-en belüli eljutásnál érdekes, hogy a kézenfekvő gyaloglás (kb. 40-42%) és kerékpározás (kb. 20%) mellett megjelenik kb. 25% arányban a személygépkocsi is.

Az 1-5 km közötti távolságok esetében a gyaloglás már nem éri el a 10%-ot, a kerékpár aránya kb. 25%, az autóbusszal együtt, míg a személygépkocsis utazások aránya meghaladja az 1/3-ot.

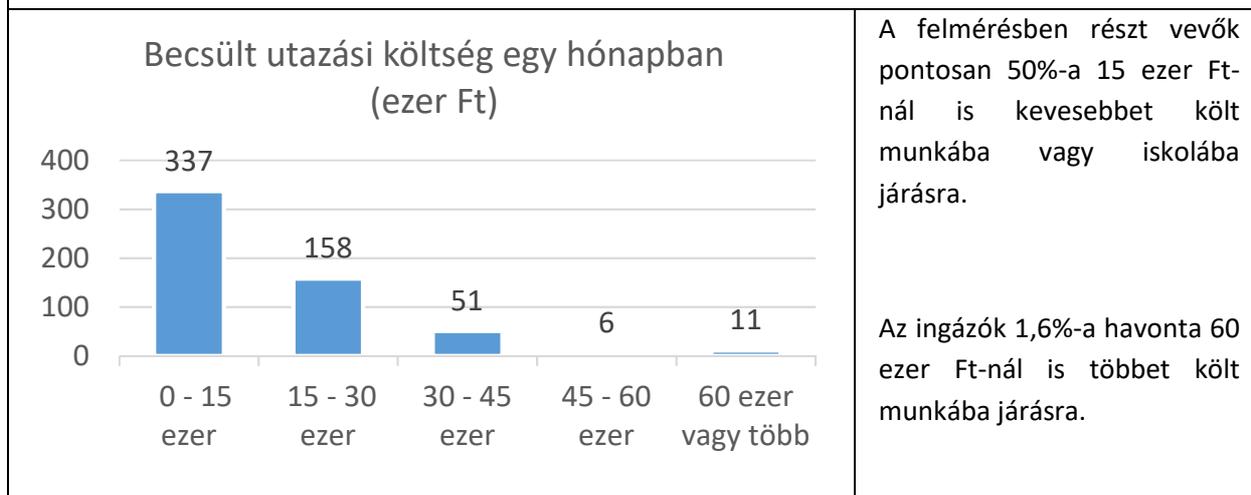
5-15 km között a nem motorizált közlekedés aránya nem éri el a 15%-ot, a legnagyobb aránya a személygépkocsinak van (kb. 35%). A közösségi közlekedés összesített aránya itt megközelíti az 50%-ot (vonat 25% feletti, autóbusz 20% feletti).

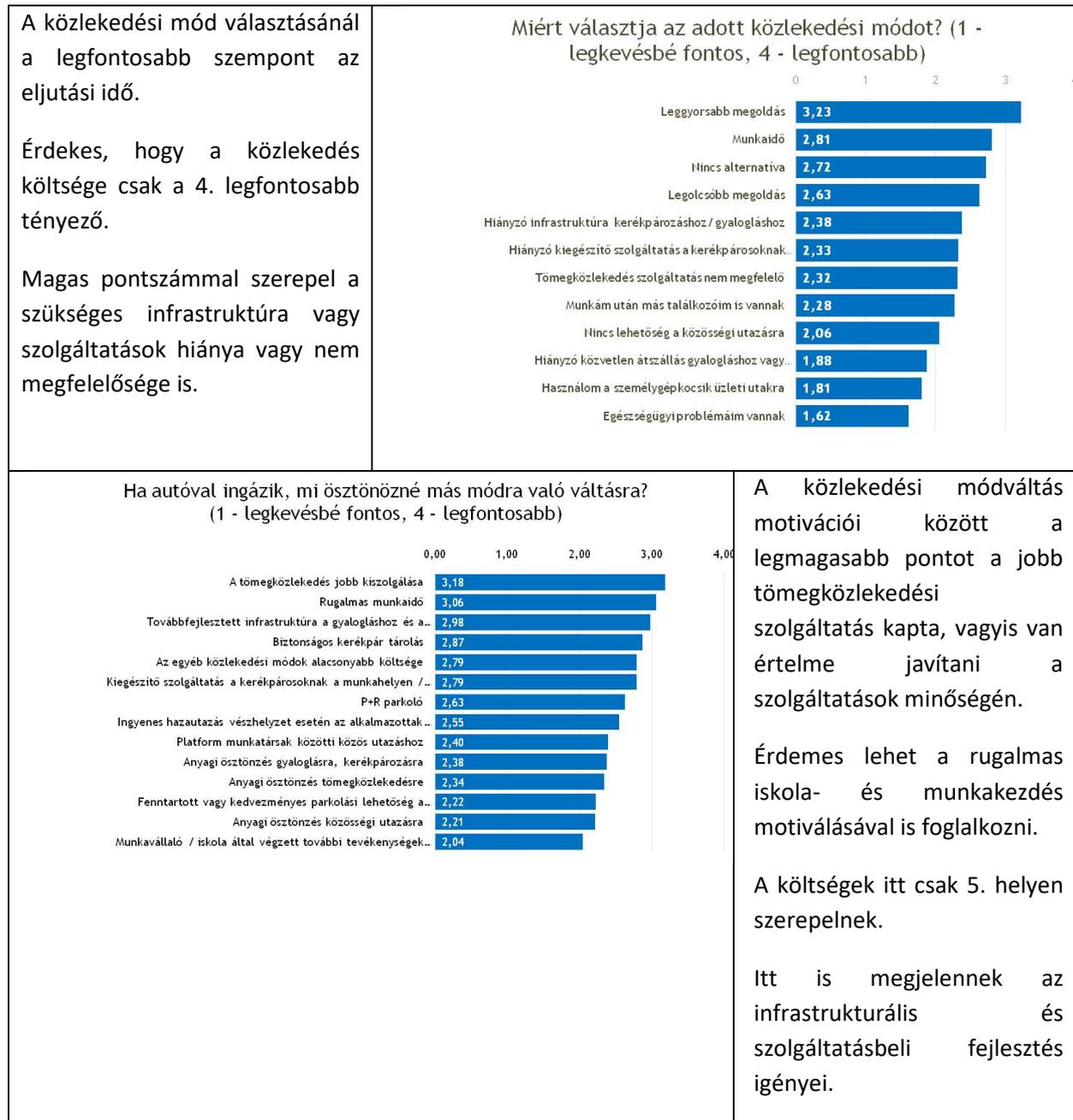
A 15 km feletti utazási távolság esetén az egyéni közlekedés aránya 50% alatt marad, a vonat közel 35%, az autóbusz közel 20% arányban szerepel.



A mobilitási felmérés adatai szerint Szolnokon a helyi és elővárosi-helyközi ingázásban a személygépkocsi használat aránya összességében 44%, ami meghaladja a közösségi közlekedési eszközök használatának (vonat 8%, busz 33%, összesen 41%) arányát.

A nem motorizált közlekedési módok a városon belüli kisebb távolságoknak, illetve a kerékpározás szempontjából kedvező domborzati viszonyok és kiépített infrastruktúra miatt 15%-ot tesznek ki.





21. ábra: A mobilitási felmérés eredményei

5.2.3. Személyes interjúk eredményei

A projekt előkészítés során önkormányzati vezetőkkel, szolgáltató képviselőivel és más érintettekkel is készültek személyes interjúk, melyek alapján a Pilot Akció számára lényeges problémák, elvárások az alábbiakban foglalhatók össze:

- Valós utasforgalmi információk hiánya (közösségi közlekedés), valós forgalmi adatok hiánya (egyéni közlekedés) akadályozza az adatokra alapozott szolgáltatástervezést.
- Dolgozói szállítás hatósági ellenőrzésének és szabályozásának erősítése szükséges a közösségi közlekedés versenyképességének megőrzéséhez.
- Közösségi közlekedési járművek előnyben részesítése – buszsáv, jelzőlámpa befolyásolás, ...

- Mindenképpen szükséges a szolgáltatást nyújtó eszközpark megfelelő ütemű cseréje korszerű, legalább alacsony belépési magasságú új járművekre, egyrészt a jobb műszaki színvonalból és az alacsonyabb meghibásodási rátából eredő menetkimaradások és késések érdemi csökkentése, másrészt a magasabb utaskomfort biztosítása érdekében.
- Az alternatív hajtású (nevesítetten elektromos) buszok szerepének megtalálásával az elektromos közlekedés fokozatos bevezetése.
- E-ticketing / mobiljegy rendszer mielőbbi bevezetése, egyrészt a bevételek és az igénybe vett kedvezmények pontosabb nyilvántartása, másrészt a valós utazási igények pontos regisztrálása és az ezekből képzett adatok elemzése érdekében.
- Dinamikus utastájékoztatás biztosítása az utazási információk (pl. csatlakozások, átszállások) valós idejű eljuttatása, a járatok pontosságának javítása illetve az esetleges zavarokkal kapcsolatos azonnali tájékoztatások lehetősége érdekében.
- Egyes területeken, jellemzően a hivatásforgalomban magas a bliccelése aránya.
- A rendszeresen megjelenő vandalizmus elleni fellépést erősíteni kell, a dinamikus utastájékoztatási rendszer elemeként védelmi és riasztási funkciókkal is el kell látni. A kritikus infrastruktúra védelmét biztosítani kell.
- Kiemelt településeken (Újszász, Zagyvarékas, Szajol, Törökszentmiklós, Tószeg) kulturált, esetleg őrzött, a MÁV jeggyel vagy bérlettel igénybe vehető P+R parkolók illetve őrzött, fedett kerékpártárolók kialakítása.
- Érdemi kedvezmény adása a Szolnokra vasúti bérlettel utazó munkavállalóknak, diákoknak a helyi közlekedési bérlet árából – tarifaközösség, közös bérlet kialakítása szükséges lenne.
- MÁV kompetencia: vonzó, kulturált közlekedést és elegendő kapacitást nyújtó szerelvények közlekedtetése a nagyobb ingázó forgalmú vonalakon.

5.3. Kapcsolódás a Szolnok Megyei Jogú Város Fenntartható Városi Mobilitási Terv dokumentumához

Szolnok Megyei Jogú Város a SMART COMMUTING Projekt kapcsán kidolgozta a Fenntartható Városi Mobilitási Tervét (Sustainable Urban Mobility Plan - SUMP), mely alapot szolgáltat a jelen Pilot Akció kialakításához is.

A SMART COMMUTING Projekt a következő alapvetéseket, célokat és prioritásokat határozta meg.

A projekt átfogó célja: Környezetbarát ingázó közlekedési rendszer megvalósítása.

A célstruktúra kibontása az alábbiak szerint alakul:

1. Prioritás: A környezetbarát közlekedési módok arányának növelése

Cél: A környezetbarát közlekedési módok arányának növelése a modalsplitben

Indikátor: Jelenlegi érték (2018): 56,5%, célérték (2030): legalább 66,5%

2. Prioritás: A vegyes közlekedési módok arányának növelése

Cél: A vegyes közlekedési módok arányának növelése a modalsplitben

Indikátor: Jelenlegi érték (2018): 6,6%, célérték (2030): legalább 21,6%

3. Prioritás: A közlekedés biztonságának növelése

Cél: A halálos és súlyos sérüléssel járó balesetek számának csökkenése

Indikátor: Jelenlegi érték (2018): 79 db súlyos, vagy halálos sérüléssel járó baleset, célérték (2030): legfeljebb 59 db súlyos, vagy halálos sérüléssel járó baleset

Cél: A halálos és súlyos sérültek számának csökkenése közúti balesetekben

Indikátor: Jelenlegi érték (2018): 100 fő súlyos, vagy halálos sérült, célérték (2030): legfeljebb 75 db súlyos, vagy halálos sérült.

4. Prioritás: A levegőminőség javítása

Cél: A légszennyezés éves átlagos PM10 értékének csökkentése

Indikátor: Jelenlegi érték (2018): 28,8 µg/m³ éves átlagban, célérték (2030): legfeljebb 25,92 µg/m³

Cél: A PM10 napi határértéket túllépő napok számának csökkentése

Indikátor: Jelenlegi érték (2018): 31 nap, célérték (2030): 27 nap

A fenti célok és prioritások támogatása érdekében 12 pontból álló intézkedéscsomag került meghatározásra:

1. Intézkedés: Menetrendi koncepció kidolgozása az akcióterületre
2. Intézkedés: Tömegközlekedési lefedettség javítása
3. Intézkedés: Kerékpár-tároló megoldások fejlesztése munkahelyeken és iskoláknál, támogatás és best practice
4. Intézkedés: Valós-idejű utastájékoztató rendszer fejlesztése
5. Intézkedés: Fedett megállók létesítése
6. Intézkedés: Ingázó app: valós idejű összehangolt közlekedési információk, tömegközlekedés és megosztott eszközhasználat
7. Intézkedés: Őrzött kerékpártárolás az elővárosi vasúti megállókban
8. Intézkedés: P+R fejlesztés az elővárosi állomásokon és megállókban
9. Intézkedés: Elővárosi kerékpáros infrastruktúra fejlesztése

10. Intézkedés: Éjszakai megvilágítás, aktív forgalomlassító eszközök alkalmazása a gyalogos átkelőhelyeken
11. Intézkedés: Járműfejlesztés: elektromos/hibrid/CNG flotta
12. Intézkedés: Munkaidő-elcsúsztatási program

A Pilot Akció kapcsán megvalósítandó feladatok egyértelműen megfeleltethetőek a 11. intézkedéssel, illetve kapcsolódnak az 1., 2., 4. és 6. intézkedésekhez, vagyis megfelelően támogatják a város Fenntartható Városi Mobilitási Tervét.

5.4. Összefoglalás

Szolnok Megyei Jogú Város közlekedési rendszere is megszenvedte a hasonló nagyságú városok problémáit az elmúlt évtizedekben. A legnagyobb probléma a drasztikusan megnőtt és a legutolsó időkben is növekvő egyéni motorizált közlekedés térnyerése, illetve a növekvő forgalom intenzitását kiszolgálni és követni képtelen infrastruktúra – beleértve a szűk kapacitású szolnoki folyami átkelőket, a város úthálózatát és a parkolókapacitásokat is -, mely mindennapos közlekedési dugókat eredményez, jelentősen növelve a városban utazók elvesztegetett idejét, illetve szintén növelve a környezetszennyezés hatásait.

A növekvő egyéni közlekedés problematikája mellett az állandó forráshiánnyal küzdő helyi autóbuzsos közösségi közlekedési szolgáltatások közparkja leépült, elmaradtak a fejlesztések nemcsak az új járművek beszerzése terén, hanem a XXI. század színvonalához méltó szolgáltatások nyújtásához szükséges informatikai (pl. járműkövetés, utastájékoztató, e-jegyrendszer) fejlesztéseket, vagy az utasforgalmi létesítményeket tekintve is. Ezen problémához hozzájárul az is, hogy a helyi és az elővárosi-helyközi közlekedés külön rendszerekben működik, nem, vagy csak rendkívül alacsony szintű átjárhatóságot biztosítva a különböző alágazatok között. A fejlesztések elmaradásával a közösségi közlekedési szolgáltatások egyre kevésbé vonzóak a potenciális utazóközönség számára.

A hiányzó fejlesztések miatt nem állnak sem az üzemeltető, sem a közlekedési ellátási felelős rendelkezésére azok az adatok, információk, melyek a közösségi közlekedés célirányos és megalapozott fejlesztéséhez nélkülözhetetlenek.

A Pilot Akció indítását a fentiek alapján az indokolta, hogy a város közlekedési rendszere számára bemutathatóak és elérhetőek legyenek olyan technológiák és megoldások, amelyek a helyi közösségi közlekedést magasabb szintre emelve válaszokat tudjanak adni mind a környezetvédelmi, mind a közlekedésszervezési kihívásokra és ezáltal vonzóbbá tegyék a helyi közösségi közlekedést.

A pilot projekt két alapvető részből áll össze.

A Pilot Akció egyik elemeként az elavult dízel autóbuzsok egy része helyett kis darabszámban **alternatív, környezetkímélő hajtási megoldással rendelkező korszerű autóbuzsok rendszerbe állításának** kérdéseit, feltételeit kívánja tanulmány szinten megvizsgálni.

A Pilot Akció másik elemeként egy szűkebb akcióterületen - a helyi viszonylatok egy része mellett bevonva egy elővárosi vonalszakaszt is - valós utasszámok illetve mérhető utazási igények alapján egy **rugalmas, a mindenkori utazási igényekre szabható megoldás** megalapozásának és bevezetésének vizsgálatát, előkészítését kívánja az Önkormányzat megalapozni.

PILOT AKCIÓ

6. Pilot Akció elvégzendő tevékenységei

A korábban bemutatottaknak megfelelően Szolnok Megyei Jogú Város a következőkben meghatározott Pilot Akciót tervezi megvalósítani a SMART COMMUTING projekt keretein belül.

Koncepció és tanulmány kidolgozása a közösségi közlekedés környezeti hatásainak csökkentése érdekében, IT eszközökkel támogatott korszerű, adat- és igényvezérelt közösségi közlekedési koncepció és kapcsolódó tervek kidolgozásával dízel üzemű autóbusz állomány egy részének alternatív hajtású járművekre történő részleges cseréjével, Szolnok város illetve a szolnoki agglomeráció kijelölt területein.

A fentiek alapján az elvégzendő feladatok két nagyobb csoportra oszthatóak:

1. A szóba jöhető autóbuszos technológiák közül a legcélszerűbb megoldás kiválasztása és a kapcsolódó beruházási és üzemeltetési feltételek meghatározása, valamint az alternatív hajtású járművekkel kiszorgálandó viszonylatok kijelölése.
2. A lehetséges adat- és igényvezérelt közlekedési megoldások bemutatása, ezek elemzése és a célravezető megoldás(ok) megjelölése, azok bevezetési és üzemeltetési feltételeinek meghatározása, valamint a javasolható helyi és esetlegesen elővárosi akcióterületek bemutatása és a végleges akcióterület kijelölése. Ezen területeken elsősorban nem az alternatív hajtású járművek megjelenésétől várható károsanyag-kibocsájtás csökkenés, hanem a szolgáltatások racionális nyújtásából, a felesleges járműfutások illetve a felesleges járműkapacitás rendelkezésre állításának csökkentéséből.

Értelemszerűen a javasolt megoldáscsomaghoz kapcsolódóan ki kell dolgozni a rendszer megfelelő szintű modelljét, beleértve a

- technológiai,
- szolgáltatástervezési és –szervezési,
- műszaki – IT - infrastrukturális,
- szervezeti,
- üzemeltetési és karbantartási,
- szabályozási,
- finanszírozási és
- időbeli

megoldásait, feltételeit és a szükséges kompetenciákat egyaránt.

A következő fejezetekben a fenti feladatcsoportok sorrendjében kerülnek bemutatásra a kapcsolódó munkarészek.

7. Alternatív autóbusz hajtások összehasonlítása, döntési szempontok bemutatása

7.1. Elméleti alapok

A CIVITAS program WIKI projektje 2016-ban kiadott egy összefoglaló dokumentumot „Szakpolitikai összefoglaló az alternatív üzemanyaggal hajtott buszokról”¹⁹ címmel. Jelen munkarészben a WIKI kiadványának feldolgozása és az aktuális kiegészítések alapján végezzük el a kapcsolódó elemző és döntési feladatokat.

A klímaváltozással, közegészségüggyel és energiabiztonsággal kapcsolatos globális kihívások az Európai Unió, a tagországok, sőt a városok szintjén is konkrét fenntarthatósági célok kitűzését vonták maguk után. Az EU elkötelezett az üvegházhatású gázok (ÜHG) kibocsátásának csökkentése mellett, és az 1990-es szinthez képest 2020-ra 20%-kal szeretné csökkenteni a károsanyag-kibocsátást, 2050-re pedig az összes gazdasági ágban együttesen 80–95%-os kibocsátás-csökkentést kíván elérni. A közlekedés területén kitűzött cél 2050-re mintegy 60%-os csökkentést irányoz elő. Napjainkban a városok, illetve várostérségek számára a levegőminőség kérdése továbbra is általánosságban fontosabb a globális felmelegedés problémájánál. Ez azt jelenti, hogy elsődleges fontosságú a számukra, hogy lecsökkentsék az olyan szennyezőanyagok kibocsátását, mint az NO_x vagy az NO₂. 2025-re a városi mobilitás mértéke előreláthatólag kétszeresére fog nőni 2016-hoz képest. Ha ezt egybevetjük azzal, hogy az EU egyértelmű célja a közösségi közlekedés részarányának növelése, valamint egy új CO₂ szabályozás bevezetése a gépjárművek számára, akkor nyilvánvalóvá válik, hogy a kontinens városainak újabb nehézségekkel kell szembenézniük a leginkább költségtakarékos és egyben a leginkább környezetkímélő megoldások alkalmazását célzó döntések meghozatala során.

A városi közösségi közlekedésben használt hagyományos dízel buszok rugalmasan üzemeltethetőek, széles körben használhatók, és a legújabb generációjú Euro 6-os motor alkalmazásával a mai buszok jelentősen környezetkímélőbbé is váltak a korábbi generációs változataiknál. Manapság ugyanakkor a meghajtási technológiák különösen sokfélék lehetnek. A közösségi közlekedési résztvevők számos más buszos meghajtási technológia közül választhatnak. Dönthetnek hibrid buszok, elektromos buszok, üzemanyagcellás buszok és számos alternatív üzemanyag meghajtású technológia mellett, amelyek új lehetőségeket tartogatnak a helyi emisszió mérséklése és a fenntarthatóság szempontjából. Ez azt jelenti, hogy minden város a saját, specifikus igényeihez mérten választhatja ki a számára optimális megoldást. Ezzel egyidejűleg a helyi önkormányzatoknak a költséghatékonyságot is figyelembe kell venniük döntéseik meghozatalakor.

Környezetbarátabb és energiatakarékosabb vagy alacsonyabb szén-dioxid-kibocsátású autóbusz technológiák kiválasztásával a helyi döntéshozók hozzájárulhatnak a városi közlekedés szén-dioxid-mentesítéséhez, valamint a városok levegőminőségének javításához. Vannak azonban különbségek az egyes autóbuszos koncepciók között, amelyek alapvetően befolyásolják az üzemeltetést és a költségeket. Minden egyes autóbuszos technológiának megvannak a maga sajátosságai, amelyek egy adott város számára optimálisak, máshol viszont nem.

¹⁹ <https://civitas.eu/content/civitas-szakpolitikai-%C3%B6sszefoglal%C3%B3-az-alternat%C3%ADv-%C3%BCzemanyaggal-hajtott-buszokr%C3%B3l>

7.1.1. Helyi, regionális, nemzeti és nemzetközi ösztönzők

Számos ösztönző tényező, illetve kihívás helyezi tágabb kontextusba egy önkormányzat döntéshozatali folyamatát, ha környezetkímélőbb buszokat terveznek alkalmazni. Nemzetközi szinten ezeknek a tényezőknek a magasabb szintű, emisszió csökkentésre vonatkozó EU-s kötelezettségvállalások felelnek meg, amelyek a tagállamok szintjén konkrét ÜHG kibocsátás csökkentési célkitűzésekben, közegészségügyi problémákban és ehhez kapcsolódóan levegőminőségi kérdésekben és az EU levegőminőségi célkitűzéseiben, az üzemanyag-biztonságban és az alternatív energiaforrásokra váltás szükségességében testesülnek meg. Nemzeti szinten a szakpolitikai törekvések hosszabb távú célokat jelölnek meg, regionális szinten pedig például a foglalkoztatás játszhat szerepet. Döntést azonban helyi szinten kell hozni. A gyorsan változó gazdasági helyzetben az önkormányzatoknak olyan költséghatékony megoldásokat kell alkalmazniuk, amelyeket egy korlátozottabb költségvetésből is ki tudnak gazdálkodni, mindeközben megfelelően többek között a saját helyi levegőminőségre és zajszint csökkentésre vonatkozó célkitűzéseiknek.

Globális szinten	ÜHG célkitűzés, UNFCCC Kiotó/Párizs
EU	ÜHG célkitűzés, akciótervek, EU-s szabályozás
Tagállami szint	ÜHG célkitűzés, serkentők, ösztönző programok, adópolitikai intézkedések, megállapodások
Regionális szint	Foglalkoztatás, gazdaságfejlesztés, mobilitás
Helyi szint	Levegőminőség, zaj, forgalom, városok zöld arculata, mobilitás

22. ábra: Környezetvédelmi szabályozó eszközök hierarchiája

2013. decembere óta az EU-ban regisztrált nehézgépjárműveknek az Euro 6-os szabványnak megfelelő típus-jóváhagyási eljáráson kell átesniük, ami így érvényes a buszokra is. A szabvány 80%-os NO_x és 66%-os PM kibocsátás csökkenést ír elő a motor típus-jóváhagyási vizsgálatain a 2008 októberében életbe lépett Euro 5-ös szabvány irányadó határértékeihez képest. Az Euro 6-nak megfelelően egy hordozható kibocsátásmérő berendezéssel végzett forgalmi teszt is bevezetésre került, és néhány további fejlesztéssel (például a részecskeszám mérésével és határértékével) kiegészítve ez jelentősen csökkentette az Euro 6 nehézgépjárművek tényleges károsanyag-kibocsátását az Euro 5-höz képest, különösen a NO_x és a PM kibocsátás tekintetében, amely utóbbiak rendkívül fontosak a levegőminőség szempontjából az EU városaiban. A helyi hatóságok számára az Euro 6-os szabvány a piacon jelenleg a leginkább környezet- és levegőminőség-kímélő hagyományos busztípus.

Az Euro 6-os szabvány olyan paramétereket tartalmaz, amelyek ellenőrzéséhez vezetés közben, valós körülmények között kell méréseket végezni. Ugyanakkor az összes szokásos üzemi feltétel ellenőrzésére nem kerül sor. Ez azt jelenti, hogy különösen alacsony terhelések, és alacsony utazási sebességek mellett, amelyek jellemzően előfordulhatnak nagyobb forgalom esetén a városi buszüzemeltetésben, a NO_x kibocsátás lényegesen meghaladhatja a normál esetben egyébként várt értékeket. Az ilyen feltételek között ténylegesen előforduló károsanyag-kibocsátási szint függ a technológiától, illetve attól, hogy az eredetiberendezés-gyártó (OEM) milyen erőfeszítéseket tett ezeknek a kibocsátási szinteknek a csökkentése érdekében. A fogalomban mért károsanyag-kibocsátás szűrővizsgálatai alkalmazhatóak akkor is, ha szeretnénk ellenőrizni, hogy a megvásárolt vagy megvásárolni kívánt járművek betöltik-e a hozzájuk fűzött reményeket, illetve kiszolgálják-e az igényeket.

7.1.2. Alacsony szén-dioxid kibocsátású gazdaság

Az Európai Bizottság, az európai gazdaság környezetbarátabbá és energiatakarékosabbá tételéhez költséghatékony módszereket próbál felkutatni. Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású gazdaság ütemterve (COM (2011) 112) szerint:

- 2050-ig az EU-nak a károsanyag-kibocsátást 80%-kal az 1990-es szint alá kellene csökkenteni.
- Ennek mérföldköveiként 2030-ra a károsanyag-kibocsátás 40%-kal, 2040-re pedig 60%-kal történő csökkentése szükséges.
- Ebben minden iparágnak részt kell vállalnia.
- Az alacsony szén-dioxid kibocsátást előirányzó átalakulás műszakilag megvalósítható és megfizethető.

A közlekedési ágazat számára az ütemterv azt jelzi, hogy a közlekedés károsanyag-kibocsátása 2050-re több mint 60%-kal csökkenthető az 1990-es szinthez képest. Rövid távon a legjelentősebb előrelépés olyan benzin és dízel meghajtású motoroknál várható, amelyeknél van még lehetőség magasabb üzemanyag-hatékonyság elérésére. Közép és hosszú távon, a plug-in hibrid és elektromos autók elterjedése fogja lehetővé tenni a károsanyag-kibocsátás drasztikusabb csökkentését. A bioüzemanyagok használata egyre elterjedtebb lesz a repülésben és a közúti árufuvarozásban is, ugyanis a jövőben sem várható, hogy minden nehézgépjármű elektromos meghajtású legyen.

7.1.3. Zaj

Az EU városi területek zajszint határértékeire vonatkozó szabályozása fontos kérdés a helyi önkormányzatok számára is. Az EU-ban a zajvédelemmel a 2020-ig tartó „Jólét bolygónk felélése nélkül” című környezetvédelmi cselekvési program foglalkozik, és az Európai Unió elkötelezett amellett, hogy jelentősen csökkentse a zajszennyezést a közösségben, megközelítve a WHO 2020-ra előirányzott ajánlását. Ennek érdekében egy naprakész uniós zajpolitika megvalósítására van szükség, amely összhangban van a legújabb tudományos kutatások, mérések eredményeivel, már a forrásnál csökkentve a zajszintet, és várostervezési szinten javítva a helyzetet. A környezeti zaj értékeléséről és kezeléséről szóló 2002/49/EK irányelv (END, környezeti zaj irányelv) jelenleg a legfőbb EU-s eszköz a zajszennyezettség szintjeinek megállapításához, illetve a megfelelő válaszreakciók meghozatalához – tagállami és közösségi szinten egyaránt.

Az önkormányzatok, a nemzeti szinten kitűzött célokra válaszul, helyi autóbusz járműparkjuk állapotának javítása érdekében különféle intézkedéseket hoznak. Ennek eredményeképpen jelenleg az európai autóbusz flottáknak már 36%-a teljesíti legalább az Euro 5 károsanyag-kibocsátási normát. (Észrevétel: a szolnoki helyi közlekedést ellátó járművek egyike sem éri el az Euro 5 normát...). Továbbra is sok a teendő, tekintettel arra, hogy 2015-ben a járműállományuk közel 52%-a csak az Euro 3-as vagy annál alacsonyabb kibocsátási normáknak felel meg. 2015-ben, az autóbusz flotta mintegy 10%-a rendelkezik alternatív nem- (bio)dízel meghajtással. Egy busz életciklusa mintegy 12 év.

Továbbra is jelentős lehetőségek rejlenek az európai közúti közlekedés szén-dioxid mentesítésében, valamint a helyi légszennyezés problémájának kezelésében a városi buszok fejlesztésével. Az alternatív meghajtású járművek használata egy olyan opció, amelyet a városok már most is alkalmaznak, és amellyel ez a szakpolitikai összefoglaló is foglalkozik.

7.1.4. A környezetbarát buszok bevezetésével járó kihívások

A helyi döntéshozóknak számos kihívással kell szembenézniük, amikor környezetkímélő buszokat szeretnének bevonni településük járműparkjába.

Mindenekelőtt nincs elég információ a rendelkezésre álló és legígéretesebb környezetbarát (vagy környezetbarátabb) buszos alternatívákkal kapcsolatban. Mi tesz egy buszt környezetbaráttá (környezetbarátabbá) és miért? Milyen típusú alternatív meghajtás vagy energiahordozó választható, és miért? Hogyan értékelhető saját autóbuszflottájának „tisztasága”? Emellett, gyakran nem áll rendelkezésre elegendő tapasztalat az ilyen típusú buszok teljes körű üzemeltetéséről. Sor került például próbaprojektek indítására akkumulátoros elektromos buszokkal, valamint különféle típusú

töltési infrastruktúrákkal, viszont ezek a próbaprojektek gyakran csak kis darabszámú, rövid viszonylatokon közlekedő autóbusz üzemeltetésére korlátozódtak. Hogyan fog egy ilyen buszokból álló teljes flotta üzemelni maximális kapacitáson? Milyen kiegészítő infrastruktúra kiépítésére van szükség?

Másodsorban, a legmodernebb technológiák beszerzési ára nagyon magas lehet, ami magasabb üzemeltetési költségekhez vezethet. A rendelkezésre álló költségvetés függvényében ez a szolgáltatási szinteket is befolyásolja, és a közösségi közlekedési díjtermékek árának emelkedéséhez vezethet. Bizonyos esetekben a helyi, állami és EU-s közigazgatási szervektől rendkívüli támogatás igényelhető, amellyel áthidalhatók a helyi forráshiányok a megszabott célok elérése érdekében. Habár a helyi döntéshozóktól minden esetben azt várják, hogy a leginkább költséghatékony megoldást válasszák ki, manapság viszont gyakran kerülnek szembe azzal az elvárással is, hogy a legújabb és leginkább környezetkímélő buszokat alkalmazzák, ily módon közvetlenül befektetve a leginkább környezetbarát és energiatakarékos technológiába, használt járművek vásárlása helyett.

Végezetül, azok az innovatív megoldások, amelyek előnyösen alkalmazhatók a közösségi közlekedésben, nagyon gyorsan fejlődnek, de legalábbis gyorsabban, mint a buszok élettartama. Így tehát drága és bonyolult lehet a közigazgatási szerveknek lépést tartani a fejlődéssel. A dízelmotorok hosszú múltra visszanyúló műszaki hagyományai miatt a dízelbuszok sok előnnyel rendelkeznek, és egy dízelbusz határfoka, fenntartási és üzemeltetési költségei könnyebben előre jelezhetők. Milyen előnyei vannak tehát más buszos technológiáknak, figyelembe véve, hogy az Euro 6-os technológiájú buszok környezetvédelmi szabványai megközelítik az alternatív üzemanyagokkal meghajtott buszokéit?

7.2. Milyen különböző autóbuszos technológiák közül lehet választani?

Az autóbuszok meghajtásához jelenleg négy fő energiahordozó áll rendelkezésre:

1. fosszilis üzemanyagok,
2. bioüzemanyagok,
3. elektromos áram és
4. hidrogén.

Mindezekhez a lehetőségekhez különféle buszos technológiák alkalmazhatók, akár kizárólag egyetlen üzemanyag típus használatával, akár több energiahordozó együttes alkalmazásával (hibrid). Az elektromos, a sűrített földgáz (CNG), a 2. generációs bioüzemanyag, valamint az elektromos és hibrid konfigurációs buszmeghajtási opciók, amely utóbbiak ötvözik az elektromos áramot a hidrogénnel vagy dízellel, jelenleg a legígéretesebb választásnak számítanak technológiai és környezetvédelmi nézőpontból egyaránt. Ugyanakkor, az Euro 6-os dízel kibocsátási normák bevezetésével ezek a technológiák ugyanolyan környezetkímélővé válnak, mint alternatíváik.

ENERGIAHORDOZÓ	ÜZEMANYAGOK ÉS TECHNOLÓGIÁK
Fosszilis üzemanyagok	<ul style="list-style-type: none"> • Euro 6 szabvány szerinti dízel • Sűrített földgáz (CNG) • Cseppfolyós földgáz (LNG) • Cseppfolyósított propán-bután gáz (autógáz)
Bioüzemanyagok keverékekkel együtt	<ul style="list-style-type: none"> • Biodízel: 1. generációs FAME • Biodízel: 2. generációs HVO • Bioetanol • Biometán

ENERGIAHORDOZÓ	ÜZEMANYAGOK ÉS TECHNOLÓGIÁK
Elektromos áram	<ul style="list-style-type: none"> • Autonóm elektromos: éjszakai töltés, gyorsöltés • Trolibusz • Önjáró üzemre is alkalmas trolibusz, hibrid trolibusz vagy töltés menet közben
Hidrogén	<ul style="list-style-type: none"> • Üzemanyagcella • Belsőégésű motor
Hibridek	<ul style="list-style-type: none"> • Belsőégésű motor + elektromos meghajtás • Plug-in eszközzel és zéró emissziós megoldással vagy anélkül

23. ábra: Autóbuszoknál alkalmazható meghajtási technológiák

7.3. Autóbuszos technológiák összehasonlítása

A különböző autóbuszos technológiákat és különböző energiahordozó lehetőségek részletes összehasonlítása az 1. számú mellékletben látható. Ezen fejezetben összefoglalóan hasonlítjuk össze a különböző megoldási módokat, az alábbi szempontok mentén.

7.3.1. Környezeti szempontok: levegőminőség, éghajlat és zaj

A szakirodalom különbséget tesz a tanktól a kerékig, illetve a forrástól a tankig kibocsátott károsanyag-mennyiségek között, amelyeket együttesen forrástól a kerékig számított emisszióként tart számon.

A tanktól a kerékig (TTW) keletkező emisszió az üzemanyag elégetése során, a jármű kipufogócsövén keresztül távozó károsanyagokat méri. Az elektromos buszok esetén nem beszélhetünk tanktól a kerékig emisszióról, és az üzemanyagcellás hidrogén meghajtású buszok csak vizet bocsátanak ki, így ezeket a típusokat gyakran zéró emissziós buszoknak is hívják.

A forrástól a tankig (WTT) keletkező emisszió az üzemanyag vagy elektromos áram előállítása és elosztása során kibocsátott károsanyagokat méri. Különösen bioüzemanyagok, elektromos áram és hidrogén esetén az előállítási útvonalak széles választéka áll rendelkezésre, amelyeknél jelentős különbségek lehetnek az üvegházhatású gázok kibocsátása szempontjából. Egyes növényekből előállított bioüzemanyagok esetén a közvetett területhasználat-váltás valószínűleg jelentősen növeli a forrástól a tankig kibocsátott CO₂ mennyiségét.

A forrástól a kerékig (WTW) keletkező emisszió a tüzelőanyag/elektromos áram előállítása, elosztása és az üzemanyag elégetése során keletkező összes károsanyag-kibocsátást jelöli.

Az üvegházhatású gázok kibocsátásának meghatározásához, a CO₂ emisszió mellett a nagyon magas globális felmelegedési potenciállal (GWP) rendelkező CH₄ és N₂O gázok kibocsátását is figyelembe kell venni, amelyek a légkörbe kerülhetnek közvetlenül a járműből vagy az elektromos áram, illetve tüzelőanyag előállítása és elosztása során is. Ezeknek az emissziós értékeknek az összeadásával keletkezik a CO₂e vagy CO₂eq érték, amely tartalmazza az egyes gázok GWP potenciálját.

A különböző technológiák környezeti szempontok szerinti összehasonlítása az alábbi táblázatban foglalható össze.

	Fosszilis energia				Bioüzemanyag				Elektromos áram			Hidrogén
	Dízel Euro 5	Dízel Euro 6	CNG	Dízel-elektromos hibrid	FAME B100	HVO B100	Biometán	Bioetanol	Gyorsöltés	Éjszakai töltés	Trollbusz	Hibrid: H ₂ elektromos
>500%												
250–500												
125–250												
105–125												
Levegőminőség Euro 6-os dízel = 100%								2				
75–95				1								
50–75												
25–50												
<25												
>500%												
250–500												
125–250												
105–125												
Éghajlat Euro 6-os dízel = 100%					3				4	4	4	5
75–95												
50–75												
25–50												
<25												
+10 dBA												
+7,5 dBA												
+5 dBA												
+2,5 dBA												
Zaj, Euro 6 dízel = 78–80 dBA												
-2,5 dBA				6								
-5 dBA												
-7,5 dBA												
-10 dBA												

24. ábra: Az autóbuszos technológiák levegőminőségre, éghajlati hatásokra és zajra vonatkozó szempontjainak ábrázolása

7.3.1.1. Levegőminőség

Általánosságban, az Euro 6 dízel busz már önmagában is jelentős előrelépést jelent a lokális emisszió tekintetében a korábbi generációkhoz képest. A zsúfolt városi forgalmi körülmények között (alacsony közlekedési sebességek) előfordulhat, hogy az Euro 6 dízel buszok NO_x emissziója tovább emelkedik az emissziót csökkentő katalizátor (SCR = szelektív katalitikus redukció) lehűlésével. A folyékony bioüzemanyagok lokális emissziója hasonlóan alacsony lesz, mint az Euro 6 esetében, a gáz halmazállapotú üzemanyagok pedig várhatóan valamekkora előnyt mutatnak majd. A teljesen elektromos és hidrogén meghajtású buszokra zero kipufogógáz kibocsátás jellemző, így az ilyen járműtípusok választása vezethet a legnagyobb mértékű javuláshoz a helyi levegőminőség tekintetében. Az elektromos meghajtású buszok részben elektromos fékezést alkalmaznak, ennek köszönhetően csökken a fékezésből származó részecske emisszió mértéke.

7.3.1.2. Éghajlat

Bioüzemanyagok, elektromos áram és hidrogén esetén a forrástól a keréig kibocsátott összes üvegházhatású gáz mértéke jelentős mértékben függ a tüzelőanyaguk/energiahordozójuk útvonalától

(gyártás és elosztás). A pontos előállítási útvonaltól függően a forrástól a kerékgig kibocsátott ÜHG csökkenhet vagy növekedhet is az Euro 6-os dízel buszokhoz képest. A bioetanol és biometán esetén a legtöbb útvonal a forrástól a kerékgig kibocsátott üvegházhatású gázok csökkenéséhez vezet, bár a különféle üzemanyagok között így is jelentős különbségek lehetnek. A FAME és a HVO esetén hasonlóan nagy különbségek vannak a különböző útvonalak emissziós értékei között. Ezeknél az üzemanyagoknál a különbségek nagymértékben függenek a nyersanyagtól, valamint az egyes növénykultúrák esetén a közvetett területhasználat-váltás (ILUC) hatásától, ami jelentősen megnövelheti az ÜHG kibocsátás mértékét. Az elektromos áram és a hidrogén esetén egyes termelési módok (szén, elektrolízis) jelentősen növelhetik a forrástól a kerékgig kibocsátott üvegházhatású gázok mértékét, míg mások (szél, nap) jelentősen csökkenthetik az emissziót. Amikor a klímavédelem fontos ösztönző, akkor mindenképpen figyelembe kell venni az energia forrását és az előállítási útvonal emissziós értékeit. Ha biztosítani szeretnénk, hogy az elektromos áram-, illetve üzemanyag ellátás megfeleljen az előírt emissziós specifikációknak, érdemes az ezzel kapcsolatos igényeket szerződésbe foglalni, és tanúsítványokat kérni az üzemanyag/áram szolgáltatójától.

7.3.1.3. Zaj

Bár a dízelmotor vezérlésének és alkatrészeinek fejlesztése nyomán a dízelmotorok zajkibocsátása az idők folyamán fokozatosan csökkent, a dízel meghajtású buszok zajkibocsátása továbbra is számottevő. Az elektromos, hidrogén és hibrid meghajtású buszok alkalmazása általában csökkenti a környezeti zajterhelést. A buszok zajterheléséből adódó külső költségek jelentősnek számítanak, mértékük pedig a napszaktól függően eltérő. Azok a dízel-elektromos hibridek, amelyek zéró emissziós módban is képesek üzemelni, teljesen elektromos, zéró emissziós üzemmódban kisebb zajterhelés mellett üzemelnek, dízel módban azonban hasonló a zajkibocsátásuk. Az elektromos meghajtás előnyei alacsony sebesség mellett és álló helyzetben a legjelentősebbek. 50–60 km/h sebesség felett a technológiák zajszint értékei közelítenek egymáshoz, mivel az abroncsokból származó gördülési zaj válik mérvadóvá.

7.3.2. Működési teljesítmény, infrastruktúra, kiforrottság

	Fosszilis energia				Bioüzemanyag				Elektromos áram			Hidrogén
	Dízel Euro 5	Dízel Euro 6	CNG	Dízel-elektromos hibrid	FAME B100	HVO B100	Biometán	Bioetanol	Gyorstöltés	Éjszakai töltés	Trolibusz	Hibrid: H ₂ elektromos
Rugalmasság hiánya, sínek												
Korlátozott mértékű rugalmasság (garázsment, <hatótáv)									1		2	
Útválasztás rugalmassága, Euro 6 dízel=teljes												
4-5 óra												
3-4 óra												
2-3 óra												
1-2 óra										3		
30-60 perc												
15-30 perc												
10-15 perc												
Töltési idő, Euro 6: 5-10 perc												
0-5 perc									4		5	
0-10 km												
10-20 km												
20-50 km												
50-100 km												
100-200 km												
200-300 km												
300-500 km												
500-750 km												
Hatótávolság, dízel Euro 6 >750 km												
Különleges infrastruktúrális igények												
Kisebb módosítások												
Rendelkezésre álló infrastruktúra												
Kiforrottság dízel Euro 6 = TRL 9 (technológiai érettségi szint)												
TRL 8												
TRL 7												

25. ábra: Az autóbuszos technológiák működési jellemzőinek összehasonlítása

1 A gyorstöltéssel üzemelő buszok útválasztásának rugalmassága korlátozott, mivel az akkumulátor viszonylag kicsi, és a járműnek el kell jutnia egyik töltőponttól a következőig.

2 A trolibuszok útválasztási rugalmassága nyilvánvalóan alacsony, mivel működésükhöz felsővezetésekre van szükség. Általában azonban a korszerű trolibuszok valamilyen segéd áramforrással is rendelkeznek (generátor egység, akkumulátor telepek), ami bizonyos szintű autonómiát biztosít (pl. garázsment, zavarok, balesetek kikerülése).

3 A töltési idő az éjszakai töltést alkalmazó elektromos buszok esetében jelentős mértékben függ az akkumulátortól és a töltőrendszerrel. Lassabb, 0,2 C-s töltési sebesség esetén 5 órára van szükség az akkumulátor teljes feltöltéséhez, 1 C ütemű gyorstöltésnél pedig egy óra kell a teljes újratöltéshez. Általában a gyorsabb töltés csökkenti az akkumulátor élettartamát.

4 A gyorstöltéssel működő buszok a menetrendszerinti megállásokkor kapnak töltést. A töltőrendszer felépítésétől függően az akkumulátor és a topográfia, valamint a vonali sajátosságok függvényében több állásidőre lehet szükség.

5 Egy trolibuszt nem szükséges üzemanyaggal vagy árammal feltölteni. Az energiaellátás elvileg folyamatosan rendelkezésre áll a felsővezetéseken keresztül.

TRL 7. működési környezetben bemutatott rendszerprototípus

TRL 8. bizonyítottan kész rendszer TRL 9. tényleges, valós körülmények között bizonyíthatóan működőképes rendszer

7.3.2.1. Autonómia (hatótávolság) és töltési idő

Az elektromos buszok kivételével minden busz esetében több mint 300 km napi hatótávolság biztosított, ami általában szükséges egy közepes méretű európai város esetén. Az üzemanyag-töltés/elektromos töltési idő változó, általában 5 és 10 perc között lehet. Csak az éjszakai töltéssel működő elektromos buszhoz szükséges több órányi újratöltés (3–5 óra, az akkumulátor típusától függően). A trolibuszok a felsővezeték hálózathoz csatlakoznak, és normál működés közben nincs szükségük töltési időre. Az üzemelés hatótávolsága tisztán elektromos módban (ami igen lényeges az emisszió-csökkentés szempontjából) jelentős eltéréseket mutat a különböző buszos technológiák között; a legmagasabb értékek a dízel trolibuszokra, a hidrogén üzemanyagcellás és a hibrid technológiákra jellemzők

7.3.2.2. Infrastruktúra

A dízel buszokat is felvonultató busz flották gyakran saját üzemanyag tárolóval rendelkeznek, amelyeket közúton keresztül, normál üzemanyag elosztással látnak el. A bioüzemanyaggal meghajtott buszok esetében a tárolóban kisebb módosításokra lehet szükség.

A CNG és biometán esetén kapcsolatot kell kiépíteni a gázhálózattal, és ebben az esetben, az onnan érkező gázt még sűríteni kell. Alternatív lehetőségként a gáz közúton is odaszállítható.

Az elektromos és hidrogén üzemű buszok esetén speciális töltő infrastruktúrára van szükség, ami jelenleg nem áll rendelkezésre a legtöbb városban.

Elektromos buszoknál az infrastruktúra lehet kifejezetten egy adott busztípushoz illeszkedő (akkumulátoros és töltő rendszer – konnektoros, induktív, pantográfos), amely a választott technológiától függően eltérő helyekre helyezhető el. Az éjszakai töltésre leggyakrabban az autóbusz vonal végén kerül sor, központi helyeken vagy a garázsban. A gyorsöltésre az autóbusz vonal mentén nyílik lehetőség. A trolibuszoknak speciális felsővezeték hálózatra van szükségük. Az ilyen hálózattal rendelkező városok továbbra is használhatják ezt a megoldást, és élvezhetik az alacsony lokális emissziót, ha pedig megújuló forrásból származik az elektromos áram, az üvegházhatású gáz kibocsátás is alacsony lesz.

A hidrogén meghajtású buszoknak specifikus töltőállomásra van szükségük, amelyek 350 bar nyomáson képesek a járművekbe hidrogént tölteni. A hidrogént vagy helyben szükséges előállítani, és ideiglenesen magas nyomáson tárolni, vagy közúton kell elszállítani a töltőállomásig.

7.3.2.3. Kiforrottság

A dízel busz fő előnyei közé sorolható a kiforrottsága, a hosszú múltra visszatekintető használati tapasztalatai, valamint jól ismert működési teljesítménye, megbízhatósága és az ilyen buszok viszonylag alacsony költségei. Ez ugyanúgy érvényes a CNG buszokra.

Dízel/elektromos hibrid buszokat már több éve gyártanak, és számos európai országban kezdenek betölteni egyfajta piaci rést. A technológia kiforrott, de az ilyen típusú buszos technológiára jellemző üzemeltetési és szervizelési tapasztalatok még hiányosak (az EU közösségi közlekedési buszos flottájának kevesebb, mint 1%-a hibrid meghajtású – az Egyesült Államokra jellemző 17%-hoz képest). A jelentős autonóm zéró emissziós hatótávval rendelkező plug-in hibridek 2016-ban még viszonylag ritkán fordulnak elő.

Akkumulátoros elektromos buszok tesztelésére az utóbbi évtizedben számos kísérleti programot indítottak Európa-szerte, ami azt jelenti, hogy gyorsan bővülnek az ilyen technológiával kapcsolatos tapasztalatok. A buszok erőátvitelében önmagában viszonylag kiforrott technológiának számít, míg az akkumulátorok, a töltő infrastruktúra és a fedélzeti segédberendezések (HVAC) tekintetében továbbra is változás megy végbe. Az akkumulátorok egyre több energiát képesek tárolni

tömegesítésre vetítve, és egyre gyorsabban tölthetők. Számos európai városban végeznek kiterjedt kísérleteket új töltési megoldásokkal, például a gyorsöltéssel (pantográffal, indukcióval, menet közbeni töltéssel) kapcsolatban, és jelenleg is zajlik új HVAC technológiák és vezérlő rendszerek fejlesztése az akkumulátoros energia használatának csökkentésére. Az akkumulátoros elektromos buszok kisebb léptékű üzemeltetése éveken keresztül a kevésbé intenzív autóbusszalakon is kihívást jelentett. Mára, Európa több mint 30 városában egyre nagyobb számban helyeznek üzembe akkumulátoros elektromos buszokat – egyre forgalmasabb autóbusszalakon.

Hidrogén üzemanyagcellás elektromos buszokkal az 1990-as évek vége óta végeznek kísérleti programokat. Az üzemanyagcella technológiája egyelőre nem kiforrott. Egyre jobban sikerül integrálni a technológiát a busz hajtásrendszerébe, és a jelek szerint a dominánsan akkumulátoros üzemanyagcellás buszok technológiájának irányába halad. Ez a meglehetősen nagyméretű akkumulátorral rendelkező technológia számos előnnyel rendelkezik: az akkumulátor sok energiát képes eltárolni a visszatápláló fékezésből, és puffer tárolóként is használható az üzemanyagcellákban előállított áram számára. Ez azért is előnyös, mert az üzemanyagcellák csak kevésbé dinamikus módon tudják továbbítani a bennük előállított elektromos áramot.

Egyes városokban évtizedek óta vannak üzemben trolibuszok, és így ez egy fejlett technológiának tekinthető. Elsősorban az ilyen típusú buszokat alkalmazó szolgáltatók gyűjtöttek a technológiával kapcsolatos tapasztalatokat.

7.3.3. Gazdaságosság

Mindenfajta költségbecslést óvatosan kell kezelni, mivel ezek gyakran kifejezetten valaminek az alátámasztására készülnek, és esetenként változók lehetnek (különösen, ha a működési költségeket, például az üzemanyagot terhelő adók, vagy a munkaerő költségeinek függvényében vizsgálják). A teljes bekerülési költség (TCO) elemzés elméletileg figyelembe vesz minden tőkeáfordítást és üzemeltetési költséget, amelyek az üzemeltetőt a jármű várható élettartama során terhelhetik, de pontos TCO adatok nem adhatók meg. A pontos szám adatok számos különböző költségtől függenek, amelyek jelentősen eltérhetnek a várostól és a technológiától függően.

A fosszilis üzemanyagokkal és bioüzemanyagokkal meghajtott buszok valószínűleg továbbra is a legolcsóbb piacon rendelkezésre álló technológiának számítanak. A CNG és bioetanol meghajtású buszok beszerzési ára viszonylag alacsony, de az üzemanyag-töltő infrastruktúra kiépítése miatt a járulékos beruházási költségeik magasak.

Az elektromos meghajtású buszok beszerzési ára a dízel buszok áránál magasabb (egy dízel Euro 5 busz árához képest 30–100%-kal), és nagymértékben függ az elektromos akkumulátor áráról. Az akkumulátoros technológia egyre fejlettebbé és olcsóbbá kezd válni.

A jelenleg kapható megoldások közül a hibrid hidrogén meghajtású buszok képviselik a legdrágább autóbusszalak technológiát.

Dízel buszok és trolibuszok viszonylag hosszú ideje vannak forgalomban, és működési sajátosságaik, valamint járulékos költségeik (pl. fenntartási költségek, eladási érték használt járműként) jól ismertek. Nem ez a helyzet például elektromos buszok esetében, amelyek tekintetében a jármű maradványértékéről, fenntartási költségeiről és az akkumulátor csere költségeiről egyelőre nem áll rendelkezésre kiterjedt adatbázis.

A hidrogén buszok egységnyi előállítási költsége nagyon magas, de az utóbbi időben csökken, és a következő évtizedre további csökkenés várható. A hidrogén meghajtású buszok technológiájához azonban természetéből adódóan magas költségek társulnak. Ez a költséges üzemanyagcellával, a magas nyomású tároló tartályokkal, a hajtóakkumulátorral és a speciális infrastruktúrával magyarázható.

7.3.4. Energiabiztonság

Rövid távon a hagyományos üzemanyagok energiabiztonsági szempontból jó eredményt tudnak felmutatni, mivel a járműflotta jelentős hányada képes is alkalmazni ezeket az üzemanyagokat, és

árak is alacsony jelenleg. Idővel azonban a költségek valószínűleg emelkedni fognak, és a többletkapacitásra vonatkozó jelzőszámok alakulása is azt jelzi, hogy a globális készletek kimerülésével a kőolajból nyert üzemanyagok kevésbé maradnak biztonságosak.

Hosszú távon a kőolajból nyert folyékony üzemanyagok esetében akár ellátási zavarok is előfordulhatnak. Az erőforrások növekvő koncentráltága, az egyre kevésbé rugalmas ellátás, valamint a többletkapacitás hiánya miatt, a bioüzemanyagok esetében szintén csökkenő energiabiztonság jellemző.

Egyedül az elektromos áram és a hidrogén számítanak olyan üzemanyagoknak, amelyek egyre biztonságosabbá válnak a megújuló technológiájú termelés növekvő szerepvállalása miatt.

7.3.5. További szempontok

Egy autóbuszos technológia kiválasztásakor a helyi döntéshozók hasznosnak ítélik az alábbi szempontok figyelembevételét:

- a CNG, valamint bioetanol, hidrogén és dízel/elektromos buszok biztonsági kockázatai magasabbak;
- a HVO, a bioetanol, a bio-CNG és a hidrogén vonzó üzemanyag alternatívákat jelentenek a buszok számára, de az ilyen üzemanyagok jelenlegi európai termelése továbbra is elég korlátozott;
- az elektromos meghajtású buszok a jelenleg a legkörnyezetkímélőbb technológiának tekinthetők.

A fentiek mellett a technológia kiválasztása során számos egyéb szempontot is figyelembe kell venni, többek között:

- Helyi körülmények - a város topográfiája, éghajlata, a kiszolgálni kívánt autóbusz vonalak jellemzői (vonalhossz, átlagos megállótávolság, végállomási és megállói létesítmények).
- Helyi lehetőségek - egy bizonyos típusú infrastruktúra megléte (pl. trolibusz hálózat) vagy helyi erőforrások rendelkezésre állása (pl. üzemanyag), illetve helyi, regionális fejlettség (technológia bevezethetősége).
- A város és a régió fejlesztési tervei (mobilitás, lakhatás, foglalkoztatás stb.).
- Az egészség védelme a levegőminőség és a zajkibocsátási szintek függvényében.
- Költségvetési, finanszírozási és támogatási lehetőségek.
- A városok ÜHG emissziós politikája.
- A városok energiabiztonsággal kapcsolatos politikája.
- Arculat építés (zöld város).
- Politikai megfelelés eltérő szinteken (országos, nemzetközi) a fenntarthatóság, az energiabiztonság, a megújuló energia, a levegőminőség és a városi mobilitás terén.

7.4. Pilot Programban használandó alternatív hajtás meghatározása

7.4.1. Környezeti szempontok

Ahogy az a 4.5.2. fejezetből is megismerhető, jelenleg 49, e célra dedikált járművel látja el a helyi autóbuszos közösségi közlekedési szolgáltatást a Volánbusz Zrt. Szolnokon.

A járművek átlagéletkora meghaladja a 12 évet, mindösszesen 3 darab frissen, fél éve beszerzett jármű elégíti ki a XXI. század követelményeit, az összes többi jármű életkora meghaladja a 10 évet. Az állományban 3 jármű életkora is meghaladja a 20 évet.

A 49 darab járműből környezetvédelmi kategória szerint

- 14 jármű EURO2 besorolású,
- 3 jármű EURO3 besorolású,
- 28 jármű EURO4 besorolású és
- 3 jármű EURO6 besorolású.

Már önmagában az is jelentős károsanyag-kibocsátás csökkenéssel járna, ha a legkedvezőtlenebb EURO2 besorolású járműveket dízelüzemű EURO6 besorolású motorral szerelt autóbuszok válthatnák fel, azonban érdemes megvizsgálni a további lehetőségeket is.

A 7.1 fejezetben szereplő, az autóbuszos technológiák levegőminőségre, éghajlati hatásokra és zajra vonatkozó hatásait összehasonlító táblázat alapján az alábbiak állapíthatók meg a dízelüzemű EURO/ környezetvédelmi besorolású motorokkal szerelt autóbuszok hatásaihoz képest.

Mind a fosszilis, mind a bioüzemanyaggal működő motorok **levegőminőségre**, szennyezőanyag-kibocsátásra vonatkozó hatásai nagyjából megfelelnek a dízel EURO6 környezetvédelmi besorolású motorokénak, érdemben nem jobbak azoknál az alacsony keringési sebességű, sok megállással jellemezhető városi forgalomban. Ezen szempont szerint az optimális választás az elektromos árammal vagy hidrogénnel hajtott motorok valamelyike lehet.

Éghajlati hatásokra vonatkozó szempontok szerint a fosszilis üzemanyagot használó járművekhez képest a bioüzemanyagot használó motorokkal szerelt autóbuszok jobb választást jelentenek. Az elektromos árammal, illetve hidrogénnel hajtott autóbuszok kapcsán jelentős a hatás bizonytalansága, alapvetően attól függ a relatív előny vagy hátrány, hogy a felhasznált villamos energia (a hidrogén előállítás is elektromos áram felhasználásával történik) milyen forrásból származik.

Amennyiben az elektromos energia minél nagyobb mértékben megújuló forrásból származik (nap-, szél- vagy vízerőművekből), úgy annál inkább előnyös az elektromos árammal, illetve hidrogénnel működő autóbuszok választása.

Kapcsolódó észrevétel, hogy – bár a globális szemlélet elengedhetetlen, de – a helyi döntéshozóknak az elsődleges prioritást szinte minden esetben a lokális szempontoknak való megfelelés jelenti, vagyis sok esetben a döntés nem vagy érdemben kisebb súllyal veszi figyelembe a forrástól a tankig terjedő kibocsátások hatásait, csak a tanktól a kerékgig történő kibocsátások mérlegelése lényeges a legtöbb ilyen döntés esetében.

Zajszennyezés szempontjából az elektromos és a hidrogén hajtású járművek tűnnek a legjobb választásnak, de előnyös lehet a CNG és a biometán üzemű autóbuszok választása is.

ÖSSZEFOGLALVA: a környezeti szempontok alapján – amennyiben jelentős arányban megújuló energiaforrásokból biztosítható a működéshez szükséges villamos áram – az elektromos hajtású vagy hidrogén hajtású járművek választása indokolt.

A SMART COMMUTING projekt Pilot Akciójának alapvető célja a közösségi közlekedés, kiemelten a munkába vagy iskolába járáshoz kapcsolódó hivatásforgalom (ingázás) káros környezeti hatásainak csökkentése. Ez alapján magas prioritással javasolható az elektromos vagy hidrogén hajtású járművek választása a Pilot Akció keretén belül.

7.4.2. Működési teljesítmény, infrastruktúra, kiforrottság

A helyi vagy elővárosi közösségi közlekedésben az autóbuszok alapvetően előre meghatározott útvonalon közlekedve biztosítják a szolgáltatást. Emiatt lényeges szempont a járművek hajtásának megválasztásában, hogy a jármű milyen mértékben térhet le az előre definiált útvonalokról baleset vagy bármilyen más forgalmi zavar (terelés, útlezárás, rendezvények, stb.) esetén, vagyis milyen az adott hajtású jármű **útválasztás rugalmassága**. Minél több üzemanyagot tud magával vinni az adott jármű, annál rugalmasabban tudja megválasztani az útvonalát. Ebből a szempontból az elektromos hajtású járművek, pontosabban a trolibusz (a felsővezetékhez kötöttség miatt), illetve a gyorstöltést igénylő elektromos busz (a rövid hatótávolság és az ebből eredő gyakori újratöltési igény miatt) van hátrányosabb helyzetben a többi hajtási módhoz képest.

A járműhajtáshoz szükséges üzemanyag **utántöltési időszükséglete** a járművek üzemkészége szempontjából lényeges szempont. Minél nagyobb az újratöltés miatt kiesett idő, annál kisebb a jármű üzemkészége és annál tovább foglalja le a kiszolgáló infrastruktúrát, ami így a beruházási szükségleteke növekedéséhez is vezethet. Ezen szempontból a trolibusz kivételével az elektromos és hidrogén hajtású járművek hátrányban vannak a többi meghajtási módozathoz képes, kiváltképpen a menet közbeni töltési lehetőséggel nem (vagy nagyon korlátozott mértékben) bíró elektromos járművek.

A járművek egy feltöltéssel teljesíthető **hatótávolsága** szempontjából szintén az elektromos járművek vannak érdemi hátrányban, kiemelten a gyorstöltést igénylő, így gyakori rendszerességgel utántöltendő járművek (még akkor is, ha ez a gyorstöltés jellemzően a végállomásokon és az egyes megállóknál történik is). Kisebb, minimális hátrányban vannak a dízel EURO6 környezetvédelmi besorolású járművekkel szemben a CNG, a biodízel és a hidrogén hajtású járművek is.

Infrastruktúra igényt illetően a CNG, biometán, illetve hidrogén üzemű buszok a speciális tároló- és töltőberendezés, illetve az elektromos hajtású járművek esetén az elektromos töltőberendezések telepítésének és áramellátásának igénye miatt vannak kedvezőtlenebb helyzetben a dízel EURO6 környezetvédelmi besorolású járművekkel szemben.

A **technológia kiforrottsága** szerint jelentős kockázatokat jelenthetnek a hidrogénüzemű autóbuszok, illetve kisebb kockázatot az akkumulátoros hajtású elektromos járművek, az akkumulátorok élettartamával és utókezelésével kapcsolatos megalapozott ismeretek hiánya miatt.

7.5. Javasolt hajtási mód

A fenti szempontok – kiegészítve a költségek és az energiabiztonság szempontjaival – a következő összesítő táblázatban értékeltük.

Tekintve, hogy a károsanyag kibocsátás csökkentése, a környezetterhelés mérséklése a fő célja a SMART COMMUTING projektnek, ezért környezeti szempontok értékeit a lenti összegző táblázat kétszeres súllyal veszi számításba.

		Környezeti szempontok			Működési jellemzők					Költségek			Energiabiztonság	ÖSSZESEN
		Levegőminőség	Éghajlati hatás	Zaj	Útválasztás rugalmassága	Töltési idő	Hatótávolság	Infrastruktúra	Kiforrtság	Jármű beszerzési ára	Energiafogyasztás	Kapcsolódó infrastruktúra ára		
Fosszilis üzemanyagok	Euro 6 dízel buszok	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	-2
	Sűrített földgáz (CNG) meghajtású buszok	1	0	1	0	0	-1	-2	0	-1	-1	-2	-2	-5
Bioüzemanyagok	Biodízel meghajtású buszok	0	3	1	0	0	-2	-1	0	0	-1	-1	-1	2
	Bioetanol meghajtású buszok	1	3	0	0	0	0	-2	0	-1	0	-1	-1	3
Elektromos áram	Akkumulátoros elektromos buszok	4	2	1	-1	-3	-2	-2	-1	-2	3	-2	0	4
	Trolibuszok	4	2	1	-2	-1	0	-3	-1	-3	3	-3	0	4
Dízel-elektromos hibrid hajtás	Soros és párhuzamos dízel/elektromos hibrid buszok	1	1	1	0	0	0	-1	0	-1	1	0	-2	3
Hidrogén	Hibrid hidrogén üzemanyagcellás buszok	4	2	1	0	-1	-1	-2	-3	-4	2	0	0	5

26. ábra: Értékelő táblázat az alkalmazandó technológia kiválasztásához

Az összesített pontszámok alapján az összességében legjobb megoldás a hidrogén hajtású autóbusz lehet, minimálisan megelőzve az elektromos hajtású járműveket.

A szigorúan szakmai-gazdasági megközelítés mellett figyelembe kell venni azokat az **egyéb tényezőket** is, melyek a helyi döntéshozatal során a végleges álláspontot árnyalhatják.

Szolnok Megyei Jogú Város esetében ezek a következők lehetnek:

- Magyarország Kormánya jelenleg az elektromos hajtású járművek beszerzését támogatja vissza nem térítendő forrásokkal.
- A hidrogén hajtású autóbuszok beszerzési ára a jelen önkormányzati-állami pénzügyi viszonyok között megindokolhatatlanul magasak, egy EURO6 környezetvédelmi besorolású dízel autóbusz árának négyszeresét is elérhetik.
- Trolibuszok üzemeltetéséhez szükséges felsővezeték-rendszer és áramellátó hálózat kiépítése a jelenleg is szűk kapacitásokkal működő városi úthálózaton rendkívül nagy mértékű fennakadásokat, forgalmi zavarokat, dugókat okozna, melyek a városlakók szemében a teljes Pilot Akció létjogosultságát megkérdőjelezhetik.
- Szintén a trolibuszok melletti döntés ellen szól, hogy a Pilot Akció során üzembe helyezhető kis számú járműpark mellett – mivel jelenleg nincsen trolibusz üzem a városban - a kapcsolódó infrastruktúra kiépítése aránytalanul magas fajlagos ráfordítást igényelne, valamint a trolibuszok – még ha azok valamilyen szintű önjáró képességgel is rendelkeznek – csak a hálózat egy részén használhatóak érdemben.

Az előzőekben bemutatott értékelések és egyéb tényezők alapján Szolnok Megyei Jogú Város Pilot Akciója számára az akkumulátoros elektromos buszok rendszerbe állítása indokolt.

7.6. A Pilot Akció keretében rendszerbe állítandó járműflotta meghatározása

A környezetszennyezés csökkentése, a károsanyag-kibocsátás mérséklése érdekében olyan beavatkozás indokolt a járműállomány tekintetében, amely a leginkább környezetszennyező EURO2 környezetvédelmi besorolású járműveket érinti.

Lényeges szempont az is, hogy a Szolnokon járatos valamennyi járműméret helyet kapjon a Pilot Akció flottájában, vagyis ugyanazon járműcsaládon belül midi, szóló illetve csuklós jármű is beszerzésre kerüljön, annak érdekében, hogy mindegyik kivittel lehessen üzemeltetési tapasztalatot szerezni a későbbi járműcserék megalapozására.

Az elektromos járművek előnyeinek és hátrányainak ismeretében olyan, legalább 150 km-es hatótávolságú akkumulátoros elektromos autóbusz beszerzése célszerű, mely egyes kijelölt végállomásokon a végállomási tartózkodások ideje alatt gyorstöltéssel tölthető, a járműtelephelyen történő éjszakai töltés mellett.

A Pilot Akció során a következő mennyiségű akkumulátoros elektromos autóbusz beszerzése javasolható:

- 2 darab midi autóbusz;
- 3 darab szóló autóbusz;
- 1 darab csuklós autóbusz.

A jelenlegi állományból az alábbi járművek leállításra, cseréje javasolható (az egyik szóló illetve az egyik csuklós autóbusz helyett kerülhet rendszerbe állításra a két darab midi elektromos autóbusz):

Szám	Rendszám	Megnevezés	kivitel	Életkor	KV. Kat.
32	GVM401	IKARUS 263 10_D10	szóló	20,53	EURO2
34	GNX324	IKARUS 280 40MD10	csuklós	21,05	EURO2
42	FSJ858	RÁBA PREMIER 091 D10 av 02	szóló	18,38	EURO2
43	HIA048	RÁBA PREMIER 091 D10 av 02	szóló	19,25	EURO2
44	HSX646	RÁBA PREMIER 091 D10 av 02	szóló	18,38	EURO2
45	HEU552	RÁBA PREMIER 291 RD206	csuklós	19,52	EURO2

27. ábra: Cserére javasolt járművek a jelenlegi autóbusz állományból

7.7. Az elektromos meghajtású járművek üzembe állításának és üzemeltetésének általános feltételei, keretrendszere²⁰

A világ számos országában elindult és több helyen is nagy lépésekben történik az elektromos autóbusszflották üzembe állítása illetve rendszeres üzemeltetése. Ma már Magyarországon is elindult olyan projekt (Paks), amelynek eredményeként a helyi közösségi közlekedési szolgáltatásokat kizárólag elektromos autóbuszokkal fogják ellátni.

A korábbi elektromos autóbussz bevezetési projektek szinte mindegyikéről elmondható, hogy hosszas és alapos tervezés és felkészülés után indultak el, de ennek ellenére is voltak olyan esetek, mikor különböző okok miatt nem a várt eredményekkel végződtek a projektek. Azonban ezen esetekről is elmondható, hogy az elektromos közlekedés számos előnyét felismerve az érintett városok folytatták elektromobilitási fejlesztéseiket, csak esetleg más ütemezésben, penetrációban vagy technikai megoldásban gondolkodva a következő lépések során. Emiatt a szolnoki Pilot Akció keretében is szükséges megvizsgálni azon tapasztalati elemeket és eredményeket, melyek figyelembe vétele támogathatja az elektromobilitás sikeres fejlesztését Szolnokon.

A tapasztalatok alapján a legfontosabb megállapítás, hogy az elektromos autóbuszok üzemeltetési rendszerében a töltési mód és a töltő infrastruktúra megfelelő megtervezése és megvalósítása a kulcs. Ez határozza meg a járművek valós hatótávját és jelentős hatással van a szállítható utasszámra is. Nem mellékesen az infrastruktúra kiépítése rendkívül költséges eleme lehet a projekteknek, vagyis a rendszer költséghatékonysága érdekében is a város adottságainak legmegfelelőbb megoldást kell kiválasztani a töltési stratégiát illetően.

A második tapasztalás azt mutatja, hogy számos esetben erősen, akár 30%-kal is csökkentheti az akkumulátor által igényelt hely illetve az akkumulátorok súlya a jármű befogadóképességét. Szintén az akkumulátorokkal kapcsolatos az a tapasztalat, hogy nagyobb, de még a tervezetten belüli utasterhelés, a csúcsforgalomban történő sűrű elindulás és megállás, illetve a hőmérsékleti hatások (nyári melegben a klimatizálási igény, de főleg a téli napokon a fűtés) jelentősen csökkenthetik a járművek valós hatótávját.

Az előző kettő ok miatt számos városban mutatkozott meg, hogy egy elektromos autóbussz nem képes kiváltani egy ugyanolyan utaskapacitású dízel autóbusszt, vagyis a beszerzendő állományt a helyi sajátosságok szerint növelni kellett.

Szintén általános tapasztalat, hogy mind a Pilot Akció tervezése, mind a megvalósítása során valamennyi érintett szereplő szoros együttműködése és támogató, eredménycentrikus viselkedése szükséges a projekt sikeréhez.

Az elektromos autóbuszok bevezetése sokkal több, mint egy flottacsere a dízel autóbuszok körében, az önkormányzat és a szolgáltató számára a hagyományos buszokról az elektromos buszokra való áttérés számos alapvető változást von maga után, az átállás mértékétől függően

Az érintett felek széles körének együtt kell meghatározni, hogy mely megoldások felelnek meg a városi stratégia igényeinek, majd ezek alapján kell meghatározni a projekt mértékét és ütemét. A

²⁰ A fejezetben az UITP által kiadott Policy Brief – The Impact of Electric Buses on Urban Life (2019, June) dokumentum információi kerültek feldolgozásra

helyi környezet, a természeti feltételek és az üzemeltetési sajátosságok alapján a megfelelő technológiai megoldás kiválasztása valódi kihívást jelent, amely szoros együttműködést igényel a városi hatóságok és az összes érintett szereplő között. Ezt megkönnyítheti a rendszerigényekre vonatkozó mélyreható megvalósíthatósági tanulmány, amely támogatja annak eldöntését, hogy mely alkalmazás és technológiai megoldás a legmegfelelőbb az üzemeltetési környezethez és a városi szerkezethez.

A nemzetközi referenciák alapján egyértelműen kijelenthető, hogy az elektromos járműflotta bevezetése egy város közösségi közlekedési szolgáltatási rendszerébe sokkal komplexebb feladatcsomagot, projektet jelent mind a város, mind az üzemeltető számára, mint egy egyszerű dízel flottacsere. Ugyanakkor egy ilyen változás számos lehetőséget is biztosít a városok és a szolgáltatók számára ahhoz, hogy modern, környezettudatos és innovatív fejlesztésekkel egészségesebb és élhetőbb lakókörnyezetet teremtsenek a városlakók számára.

7.7.1. A jelenleg használatos töltési stratégiák és technológiák áttekintése

Napjainkban három fő töltési technológia használatos.

- Alacsony teljesítményű töltés kábelben és csatlakozón keresztül (jellemzően éjszakai töltés / overnight charging).
- Nagy teljesítményű töltés konduktív töltőn (pl. pantográf) révén fizikai csatlakozásokkal.
- Gyors töltés induktív töltőn keresztül, a mágneses mező energiaátadási képességét kihasználva.

A töltési stratégiákat illetően az alábbi lehetőségek kerülnek bemutatásra.

- **Opportunity charging – alkalmoszerű töltés:** (alacsony/nagy teljesítményű) az e-busz feltöltése a vonal mentén, akár a kiválasztott buszmegállóban, akár a vonal elején/végén induktív vagy konduktív töltő segítségével. Mindkét technológia lehetővé teszi a nagy teljesítményű gyors töltést. Az e-busz tölthet a vonal mentén a rendelkezésre álló töltési pontok bármelyikén, ha szükséges, vagy a vonal mentén az előre meghatározott töltési pontokon kell feltöltenie. Az akkumulátorokat a gyors töltés mellett az éjszakai töltés során is teljesen fel kell tölteni. Ez a töltési stratégia lehetővé teszi az üzemeltető számára, hogy kisebb kapacitású akkumulátorokat használjon, de a töltőknek nagy teljesítményűeknek kell lenniük.
- **Overnight charging - éjszakai töltés:** (alacsony teljesítményű) az akkumulátorok éjszakai töltését jelenti az e-busz telephelyen csatlakozó kábel vagy egyéb konduktív rendszer (pl. pantográf) segítségével. Az akkumulátor teljesen feltöltődik, amíg az buszt a telephelyen tartózkodik. Ez a rendszer nagy és nehéz akkumulátorokat igényel ahhoz, hogy elegendő energiát tároljon, emellett az egyidejű és hosszan tartó töltési fázis miatt egyrészt jelentős töltő infrastruktúrát, másrészt ezen időszak alatt jelentős mennyiségű energiát igényel.
- Az éjszakai töltés és az alkalmoszerű töltés **kombinálása:** (alacsony/nagy teljesítményű) magában foglalja mind az éjszakai alacsony töltést a depóban, mind a nagy teljesítményű lehetőség töltését a fej/végállomásokon vagy a depóban. Ez kisebb méretű akkumulátorokat tesz lehetővé, de magasabb az infrastruktúra igénye.

Röviden: a telephelyi éjszakai feltöltéshez nagyobb akkumulátorokra van szükség a járműveken, valamint a töltő infrastruktúra és a kapcsolódó töltési intelligencia beruházásai magasabb pénzügyi forrásokat igényelnek. Az alkalmoszerű töltés lehetővé teszi a kisebb akkumulátorok beépítését a járműveken, azonban a kiválasztott helyeken többlet töltő infrastruktúra kiépítését igényli.

A szolgáltatónak azt is biztosítani kell, hogy a helyszínen az elektromos hálózat elegendő energiát szolgáltatson a töltési folyamatokhoz. Az új berendezések, létesítmények a meglévő telephelyek bővítését is szükségessé tehetik a nagyobb helyigény miatt.

A projekt során biztosítani kell a töltési infrastruktúra elérhetőségét, a töltés érdekében biztosítandó helyszükségletet, akár a végállomás(ok)on is, továbbá a felszín alatti közművek kapacitására vonatkozó egyéb igényeket, például a szükséges többlet energiát biztosító erőáramú kábelek vagy a hírközlési kábelek elhelyezését. A megfelelő csatlakozási pontok meghatározásához az energiaszolgáltató bevonása és támogatása is elengedhetetlen.

A töltési infrastruktúra közterületen történő megvalósításakor a következő feladatokat kell megoldani:

- Területszerzés
- Kábelvezetés közutakon és járdákon
- Útburkolati jelölések a buszmegállók számára
- A telepítések engedélyezése az érintett közterületeken
- A töltőberendezés és közvetlen környezetének tervezése, kialakítása
- A töltési infrastruktúra biztonsági szempontjainak való megfelelés

Az is általánosan figyelembe veendő tapasztalat, hogy kiválasztott elektromos autóbussz technológia jellemzőit és a töltési stratégiát az általános városi struktúrához és a szükséges üzemeltetési feltételekhez kell igazítani, és nem fordítva.

A szükséges elektromos betáplálás és töltőinfrastruktúra kialakítása és tervezése során érdemes figyelembe venni azt is, hogy a beruházások megtérülése gyorsabb lehet, és nem mellékesen a város környezetvédelmi törekvéseit, valamint a helyi elektromobilitás fejlődését is nagymértékben támogathatja, amennyiben a kiépített töltő infrastruktúrát nemcsak a közösségi közlekedési járművek, hanem a város és a városban lakók egyéb elektromos járművei számára is elérhetővé teszik. Ebben az esetben biztosítani kell az infrastruktúrához való hozzáférést, a megközelítési illetve fizetési megoldásokat is beleértve.

7.7.2. Tervezés

A Pilot Akció ezen elemének tervezése során jelentős kihívást jelent, hogy újra kell gondolni a hálózat érintett részeit, ki kell jelölni azon térségeket, viszonylatokat, amelyeket az új elektromos autóbusszokkal kíván kiszolgálni a szolgáltató. Értelemszerűen a hálózat átalakítása maga után vonja az üzemeltetési technológiák átgondolását és átalakítását is. Az alacsony és a nagy teljesítményű töltési technológiák eltérő hatással vannak a közlekedési rendszerek menetrend-tervezésére.

7.7.3. Üzemeltetés

Miután megvizsgálta a működési környezetet és meghatározta a töltési stratégiát (éjszakai töltés, alkalmi töltés vagy mindkettő kombinációja), a közlekedési szolgáltató felül kell vizsgálnia a saját üzemeltetési megoldásait is, figyelembe véve a specifikált járművek hatótávolságát. Az optimális elektromos autóbussz-technológia, a töltési stratégia és az üzemeltetési megoldások tervezését párhuzamosan kell végezni, valamennyi érintett egyidejű bevonásával.

A buszok hatótávolságát, amely az adott busz által teljesen feltöltött akkumulátorokkal maximálisan megtehető, az alábbiak határozzák meg: az útvonal topográfia és jellemzői, az éghajlati viszonyok, a jármű súlya, a szállítandó utasok száma, a vezetési stílus és a jármű energiahatékonysága.

Ezért a tervezési szakaszban figyelembe kell venni a következő szempontokat:

- Napi átlagos és maximális futásteljesítmény
- Szolgáltatás ütemezése (indulási gyakoriság, megállóhelyi idők, töltési idő a telephelyen és / vagy a gyorsított állomásokon)
- Járatok vonalvezetése és topográfiája
- A busz telephely elhelyezkedése és az esetleges alkalmi gyorsított berendezés(ek) elhelyezkedése
- A töltőállomásokon rendelkezésre állása energiabetáplálás jellemzői
- Éghajlati viszonyok

A telephelyi éjszakai töltési rendszerek esetén az akkumulátorok kapacitása meghatározza a busz hatótávolságát, ezáltal az útvonalakat és a menetrendet. Mivel az akkumulátorok jelentős helyet és súlyt foglalhatnak el a járműveken, emiatt a buszon utazók megengedett számát esetenként csökkenteni kell, ami miatt előfordulhat, hogy az adott vonalon korábban használatos járműméret (midi vagy szóló) nem biztosítja a kívánt utaskapacitást, így több járatot kell indítani vagy esetleg nagyobb befogadóképességű elektromos autóbust (midi helyett szólót vagy szóló helyett csuklóst) kell biztosítani az adott vonalon.

A busztelephely elhelyezkedéséhez képest a kiszolgáló területet is jól meg kell határozni, figyelembe véve a járművek hatótávolságát. A becslések szerint az éjszakai töltési konfiguráció akkor a legjobb, ha a telephely a kiszolgált buszvonalak közelében helyezkedik el. Az alacsony teljesítményű éjszakai töltés és a végállomásokon vagy megállóknál történő nagy teljesítményű alkalmi töltés kombinációja nagyobb rugalmasságot biztosít az üzemeltető számára. Ehhez a rendszerhez azonban szükség lehet néhány többlet buszra a vonalakon a éppen töltést végző buszok pótlásához a változatlan színvonalú szolgáltatás fenntartása érdekében.

7.7.4. Képzettségi és biztonsági szempontok

A járművezetők és a karbantartó személyzet képzése szintén fontos része az elektromos buszok telepítésének. Ez a feladat is nagy kihívást jelenthet. A fejlett akkumulátor-technológia új műszaki ismereteket igényel a járművek kezelése, vezetése, karbantartása stb. tekintetében.

Az elektromos buszok és flották telepítése új követelményeket támaszt a karbantartási rendszerek felé a biztonsági szempontok miatt is, a telephelyen és a járműveken található új típusú készülékek és tartozékok, valamint a járműpark kezelésének és karbantartásának új eszközei miatt. Az olyan általános képzéseken kívül, mint a buszok és berendezések karbantartása, az energetikai berendezések használata és az energiahatékony járművezetési módszerek a járművezetők számára, a személyzetet a biztonsági kérdésekre és a vészhelyzeti eljárásokra is ki kell képezni.

A gyors reagálású szervezeteket, például a tűzoltókat, a rendőrséget és az egyéb mentőszolgálatokat szintén ki kell képezni az elektromos buszok sajátosságaira és a hozzájuk kapcsolódó töltési technológiákra, hogy tudják, hogyan kell kezelni az eseményeket. Az elektromos buszok üzemeltetésében részt vevő személyzetet ki kell képezni arra, hogy megfelelő tudással és megértéssel rendelkezzenek a jármű technológiák, a töltési infrastruktúra összetevői, a biztonsági

szempontok és a jelentési eljárások terén, az azok működésével kapcsolatos hibák és kihívások esetén is.

7.7.5. Következtetések

Az elektromos buszok telepítése egy városban az integrált mobilitási stratégia részeként lehetőséget kínál a buszrendszer kialakításának átgondolására, a szolgáltatás minőségének javítására, a közlekedésnek a városi térrel való kölcsönhatásának és a város imázsának javítására. A teljesen elektromos buszparkok telepítése azonban infrastrukturális és vizuális hatással van a városra. A töltési infrastruktúra megtervezése és kiépítése időt vesz igénybe az építési munkákhoz szükséges engedélyek megszerzése, a munkák elvégzése, az energiaellátás biztosítása csatlakozások létesítésének és a járműtárolási kapacitások biztosítása miatt. Ezeket a feladatokat úgy kell megtervezni, hogy azok ne akadályozzák a mindennapos szolgáltatások nyújtását. A hatékony telepítés biztosítása érdekében az elektromos buszoknak és infrastruktúrájuknak alkalmazkodniuk kell az általános városi struktúrákhoz és a buszüzemeltetési rendszerekhez.

Az elektromos buszok telepítése nem az egyetlen megoldás a városi terek levegőminőségi problémáinak megoldására. Annak érdekében, hogy a városok elérjék azon céljaikat, hogy egészségesebb lakóhelyévé váljanak, az elektromos buszoknak a nulla kibocsátású mobilitási stratégia részét kell képezniük, ideértve a hatékony tömegközlekedési hálózatba történő beruházásokat, a gyalogos és kerékpáros infrastruktúrákat, valamint a forgalomcsillapító intézkedéseket. Bármely döntés meghozatala előtt alapvető fontosságú, hogy mélyreható megvalósíthatósági tanulmányt készüljön a technológia helyi viszonyoknak való megfeleltetéséről, ideértve az üzemeltetési, szabályozási és finanszírozási kereteket is. Mivel a technológia gyorsan fejlődik és az akkumulátorok hatékonysága egyre javul az elkövetkező években, a döntéshozóknak konzultálniuk kell a már tapasztalatokkal rendelkező testvérvárosokkal, hogy betekintést nyerjenek a műszaki szempontokba és az implementációs folyamatokba. A közlekedési rendszerek fokozatos, lépésről lépésre történő frissítése lehet a jó megközelítés, elsősorban a kritikus légszennyezettségű prioritási zónákra összpontosítva.

Az elektromos buszokat a nulla emissziós mobilitási stratégia részének tekintjük, és ne az egyetlen megoldásnak.

7.8. Az elektromos autóbuszok bevezetése a szolnoki Pilot Akció kapcsán

Az előző fejezetben megfogalmazottak alapján széleskörű, valamennyi érintett bevonásával kell megalapozni a Pilot Akció keretében rendszerbe állítandó elektromos autóbuszok üzemeltetésének kereteit és feltételeit.

7.8.1. Partnerek

A legfontosabb bevonandó partner a helyi közösségi közlekedési szolgáltatásokat közszolgáltatási szerződés keretében biztosító szolgáltató, a Volánbusz Zrt. (Megjegyzés: a Volánbusz Zrt. vonatkozó közszolgáltatási szerződése 2020. év végéig hatályos, a sikeres lebonyolításhoz új közszolgáltatási szerződés kötése szükséges. Amennyiben az új közszolgáltató nem a Volánbusz Zrt. lesz, akkor az új közszolgáltató bevonása a legfontosabb lépés a projekt előkészítése során. A továbbiakban közszolgáltatónak a Volánbusz Zrt-t tekintjük.)

Tekintve, hogy a Pilot Akció során kis darabszámú elektromos jármű rendszerbe állítása történik, semmiképpen nem célszerű és nem hatékony megoldás ezen járművek üzemeltetési feladatait

leválasztani a flotta többi részét üzemeltető közszolgáltató feladatairól. A közszolgáltató lesz felelős a járművek üzembe állításáért, a kialakított menetrendi keretek között a megfelelő fordák kialakításáért és ezek ellátásáért, a járművek forgalmi és műszaki üzemeltetéséért, karbantartásáért, töltéséért, illetve az érintett karbantartó és járművezetői állományok képzéséért egyaránt.

Hasonlóan stratégiai fontosságú bevonandó szereplő a terület áramszolgáltatója, E.ON Energiakereskedelmi Kft., az elektromos autóbuszok elektromos energiaigényének biztosítása érdekében. Az E.on támogató együttműködésével meghatározható az elektromos autóbuszok energiaellátásához szükséges feltételek, az esetleges fejlesztések nagyságrendje, költség- és időigénye, illetve a meghatározott határidőkre nagyobb biztonsággal biztosíthatóak mind a szükséges engedélyek, mind a fizikai infrastruktúra, akár a járművek telephelyén, akár a kijelölt nagy teljesítményű töltőponton vagy töltőpontokon.

Az áramszolgáltató szerepe bővíthető lehet azzal, hogy nemcsak az áramellátást biztosítja, hanem megfelelő pénzügyi feltételekkel a töltőberendezések létesítésének és üzemeltetésének feladatait is elláthatja, ezzel csökkentve a közszolgáltató feladatait illetve a projekt beruházási forrásigényét.

7.8.2. Töltési technológia

A 7.7.1. fejezetben meghatározottak alapján szükséges meghatározni a járműveknél kialakítandó töltési technológiát.

A telephelyen kialakítandó kis teljesítményű éjszakai töltési mód megvalósítása mindenképpen javasolt. Ezzel biztosítható az, hogy – akkumulátorkapacitástól függetlenül – a járművek a menetrendi fordá kezdetén teljesen feltöltött akkumulátorokkal állhassak forgalomba, így biztosítva az adott körülmények között a legnagyobb hatótávot és rendelkezésre állást.

A töltési technológia meghatározásánál figyelembe kell venni azon további szempontokat is, melyek a járművek napi hatótávját érdemben befolyásolják.

- Szolnok városa síkvidéki település, jelentősebb szintkülönbségek nincsenek, így nem igényel többlet energiát a szintkülönbségek legyőzése (azonban a lejtmenetben történő rekuperáció lehetősége sem biztosított).
- A városban jelenleg is jellemzőek a közlekedési csúcsidőszakokban a forgalmi torlódások, és bár az elektromos járművek álló helyzetben nem fogyasztanak energiát, de a gyakori elindulások és megállások erősen energiaigényesek, így a forgalmi dugók csökkenthetik a járművek hatótávját.
- Szolnok éghajlata kontinentális, a forró, száraz nyarat általában hideg tél követi. Ezen a tájon legmagasabb a napsütéses órák száma, az átlagos csapadék mennyiség 480–500 mm. A nagy nyári melegek a járműveken intenzívebb légkondicionálást igényelnek, míg a hideg telek a járművek fűtését teszik szükségessé, amelyeknek energiaigénye nagyságrendileg összevethető a hajtásra fordítandó energia szükségletével. A hűtés és a fűtés jelentősen lecsökkentheti a járművek napi hatótávját.

A fenti okok miatt megfontolandó, hogy az éjszakai töltés mellett a napközben igénybe vehető alkalmoszerű töltési infrastruktúra is kiépítésre kerüljön.

A célszerűen végállomáson vagy ritkábban alkalmazva a vonal egy hosszabb tartózkodási idejű közbenső állomásán kiépített nagy teljesítményű töltővel rövid idő (5-15 perc) alatt nagy mennyiségű töltés adható az akkumulátoroknak, ezzel ismét jelentősen megnövelve a jármű hatótávolságát.

Ezen megoldásnak többféle előnye is van:

- Kisebb tömegű és méretű akkumulátor csomagokkal szerelhetőek fel a járművek, így nem kell csökkenteni emiatt a szállítható utasok számát.
- A kisebb akkumulátor csomagok csökkentik a jármű bekerülési költségét.
- A menetrendbe beiktatott tervezett nagy teljesítményű töltésekkel nagy mértékben növelhető a jármű hatótávja.
- A téli fűtés illetve a nyári hűtés többlet energiaigénye jobban kezelhető a napközbeni töltésekkel.

Mindezek mellett hátrányai is vannak ezen megoldásnak:

- A végállomáson elhelyezett töltő infrastruktúra többlet egyrészt helyigénnyel jár, másrészt a nagy teljesítményű elektromos kábelek odavezetését is meg kell oldani.
- A nagy teljesítményű töltő kiépítése növeli a projekt költségvetését.
- A nap közbeni töltések idejére kiesik a jármű a szolgáltatásból, emiatt csökkenhet a rendelkezésre állása, előfordulhat az is, hogy a napközbeni töltések miatt többletjárművet kell beállítani a menetrend teljesítése érdekében.

Természetesen az is megoldás lehet a fentiekén túl, hogy az éjszakai töltéssel feltöltött elektromos autóbuszok vagy azok egy része a reggeli csúcsidőszakot követően ütemezetten beáll a telephelyre és az éjszakai töltésre kiépített kis teljesítményű töltőkkel „rátölt” az akkumulátorokra, ezzel is biztosítva azt a hatótávot, ami a forda teljesítéséhez szükséges.



28. ábra: Példa pantográfós alkalomszerű töltési megoldásra (Varnamo, Svédország)²¹

A fenti jellemzők alapján szükséges kiépíteni a telephelyen 6 elektromos autóbusz egyidejű éjszakai töltéséhez szükséges kis teljesítményű töltő infrastruktúrát, valamint célszerűen az elektromos autóbuszokat kezelő kijelölt végállomáson egy napközbeni, nagy teljesítményű töltési lehetőséget biztosító egyállású töltőállomást is.

²¹ Forrás: <https://www.opcharge.org/>

7.8.3. Szolgáltatási terület

A szolnoki helyi közlekedési hálózat topográfiája és jellemzői, sajátosságai alapján célszerűen kell kijelölni azon szolgáltatási területet, ahol az elektromos autóbuszok bevethetőek. Tekintve, hogy egyrészt kis darabszámról beszélünk (2 midi, 3 szóló és 1 csuklós autóbusz), másrészt a szolnoki helyi hálózaton jellemzően egy autóbusz több vonalon is megfordul a fordák szerint, egy jól behatárolható szolgáltatási területet és ahhoz kapcsolódó vonalakat és fordákat kell kijelölni. Ezen vonalak célszerűen egy meghatározott végállomáshoz kell kapcsolódjanak annak érdekében, hogy az egyes vonalak „átjárhatóak” legyenek, az esetlegesen kiépítendő nagyteljesítményű töltőállomás az adott végállomáson elhelyezhető legyen, illetve az adott végállomás – illetve az onnét kiszolgált vonalak - ne legyen messze a műszaki telephelytől, biztosítandó az alacsony rezsifutásokat.

A fenti szempontok alapján javasolható a szolnoki vasútállomás mellett lévő Jubileum téri végállomás, mint az elektromos autóbuszokhoz kapcsolt végállomás. A javaslat mellett szóló érvek:

- Jelentős számú autóbuszvonal végállomásaként működik (az, 6, 6Y, 7, 7Y, 8, 8Y, 13, 13Y, 14, 15, 15Y, 16, 17, 24, 24A, 27, 28, 38, 42), így biztosítható az egyes vonalak közti átjárhatóság.
- Az ezen végállomásról induló járatok a város valamennyi részére eljutnak, így a város lakói nagy arányban ismerkedhetnek meg az elektromos közlekedés és az új technológia által nyújtott élményekkel.
- Az autóbuszok tárolóhelyén szükség esetén kialakítható az alkalomszerű napközbeni töltést biztosító infrastruktúra.
- A vasúti infrastruktúra közelsége miatt nagy valószínűséggel rendelkezésre áll a töltéshez szükséges villamos energia és viszonylag kis költségáfordítással kiépíthetőek a szükséges hálózati elemek.
- A Volánbusz műszaki telephely, ahol az éjszakai töltőberendezések elhelyezésre kerülnek, illetve ahol a járművek műszaki üzemeltetése, karbantartása történik, viszonylag kis távolságra van (3,5 km-en belül).

7.8.4. Műszaki-karbantartási feltételek biztosítása

A tisztán elektromos meghajtású járművek műszaki üzemeltetési, karbantartási feladatai jelentős mértékben eltérnek a dízel meghajtású autóbuszokhoz kapcsolható feladatoktól.

Értelemszerűen a jármű számos szerkezeti eleme és berendezése megegyezik vagy hasonló a kétféle jármű esetében (alváz/felépítmények, utastér, futóművek, fékek, kormánymű, utaskényelmi és utastájékoztató berendezések, stb.), így ezek karbantartási, üzemeltetési feladatai megegyeznek, azonban az energiaellátás, a hajtásrendszer és erőátvitel, valamint a járműfelügyeleti rendszerek alapvetően különböznek.

Általánosságban elmondható, hogy az elektromos autóbuszok felépítése, működése egyszerűbb, kevesebb alkatrészből áll, és ezen alkatrészek élettartama is nagyobb, illetve azok karbantartási, gondozási igénye is jóval kisebb erőforrásokat kíván.

A járművek kritikus és ma még a legdrágább elemei az akkumulátorok, melyek megfelelő töltése és ezen keresztül az akkumulátorok állapotának optimális szinten tartása új ismereteket és berendezéseket kívánnak, akár csak a töltő infrastruktúra és annak működtetése.

Az elektromos hajtómotorok jellemzően gondozásmentesek, csak nagy futásteljesítmény elérése (500.000 km) után igényelhetnek karbantartási tevékenységeket.

A karbantartó személyzetnek a ma szokásos napi vagy kis ciklusú karbantartási feladatokon túl jellemzően az elektromos berendezések üzemeltetéséhez és karbantartásához szükséges ismeretekkel kell rendelkezniük, ezért a járművek rendszerbe állítását megelőzően biztosítani kell számukra a szükséges általános illetve típus-specifikus képzéseket egyaránt, beleértve a munka- és érintésvédelmi tudás megszerzését is.

A legkorszerűbb technológiával készített elektromos autóbuszok jellemzően kifinomult járműfelügyeleti rendszerrel is rendelkeznek, melyek sokféle feladatot elláthatnak, jellemzően:

- Folyamatosan felügyelik a jármű főbb berendezéseinek (akkumulátor, hajtómotor, hűtés/fűtés, kommunikációs és egyéb fedélzeti berendezések, stb.) működését, állapotát, és a diagnosztikai funkcióikon keresztül szükség esetén jelezhetik vagy előjelezhetik a meghibásodásokat és a javítási feladatokat.
- Folyamatosan felügyelik az egységek energia felvételét, az akkumulátorok töltöttségi szintjét és ezek alapján jelezhetik és/vagy felügyelhetik, vezérelhetik a töltési folyamatokat.
- A járművek egyidejű éjszakai töltése során menedzselik és összehangolják az egyes járművek töltési ciklusait és áramfelvételét az optimális áramfogyasztás és a szükségletek szerinti akkumulátor töltöttségi szintek biztosítása érdekében.

Ezen rendszerek használatához korszerű informatikai ismeretekre és az ezeket támogató kommunikációs, hálózati és feldolgozó IT infrastruktúrára van szükség.

Az elektromos rendszerek üzemeltetése során alkalmazott eszközöknek illetve az érintett létesítményeknek meg kell felelniük a vonatkozó szigetelési és érintésvédelmi előírásoknak. A karbantartáshoz használatos eszközöknek, szerszámoknak megfelelő szigeteléssel (1000 V Cat III., illetve 600 V Cat IV.) kell rendelkezniük, illetve a munkákat végző képzett személyzetnek is megfelelő munkavédelmi felszerelést (szigetelt kesztyű, lábbeli) szükséges biztosítani. A hagyományos szerszámok körét ki kell bővíteni az elektromos rendszer vizsgálatához, diagnosztikájához és javításához szükséges speciális eszközökkel (szigetelésvizsgáló, multiméter, stb.).

A legfontosabb elemek, az akkumulátorok megfelelő élettartamának biztosítása és kapacitásának fenntartása kiemelt feladat. A töltőrendszerek, melyek általában az elektromos autóbuszok akkufelügyeleti rendszere által irányítva töltik az akkumulátorokat, a napi használat mellett biztosítják az akkumulátor csomagok töltéskiegyenlítését illetve a megfelelő töltöttségi szintek beállítását, de akár fizikai sérülések, akár más okok miatt szükséges lehet az akkumulátorcsomagok kiépítést követő vizsgálatára, esetleg javítására, melyekhez speciálisan felszerelt műhely is szükséges lehet. Az elektromos részegységek karbantartásához speciális technológiák is szükségesek, melyeket a gyártó közreműködésével kell a helyi viszonyokra alakítani.

Az akkumulátorok kapacitásának fenntartásához lényeges körülmény, hogy az ideálishoz minél közelebbi hőmérsékleti tartományban történjen mind a töltés, mind az energia leadása. Ehhez nyári, meleg időszakban hűteni kell az akkumulátorokat, míg a kritikusabb téli időszakban fűteni szükséges. A magyarországi éghajlati viszonyok között indokolt lehet az is, hogy az éjszakai töltésre kijelölt területen temperálható fedett tárolók épüljenek annak érdekében, hogy a járművek számára a töltés idejére a forgalomba állásig az ideális üzemi körülményekhez legközelebbi hőmérsékletet biztosítsák.

Az elektromos egységek miatt a korábban használatos tűzvédelmi gyakorlatot és eszközöket is felül kell vizsgálni és biztosítani kell azokat az oltó és egyéb veszélyelhárító készülékeket, melyek ilyen környezetben is biztonságosan használhatóak. Ezen eszközöket a telephelyi és a forgalmi létesítményekben, valamint a járműveken is biztosítani kell.

7.8.5. Képzések

A tisztán elektromos meghajtású járművek forgalmi és műszaki üzemeltetéséhez során számos új, a dízel autóbuszoknál nem használatos vagy attól eltérő ismeret szükséges.

A járművezetőknek meg kell ismerkedniük a jármű kezelésével, kiemelten a vezetéstechnikai ismeretekkel. Ez azért fontos, mert a nem megfelelő vezetéstechnika mellett jelentősen csökkenhet a jármű hatótávja, ami szélsőséges körülmények között akár a közszolgáltatások színvonalát is veszélyeztetheti. Hasonlóan lényeges a jármű vezérlése által adott jelzések, hibajelzések értelmezése, kezelése, valamint az esetleges hibaelhárítási teendők megismerése. A nagy teljesítményű elektromos egységek meghibásodása esetén kialakuló veszélyhelyzetek elhárítása, az utasok és a forgalomban résztvevők személyi és vagyónbiztonságának megőrzése is kiemelten fontos része a járművek üzemeltetésének, a járművezetőnek tisztában kell lennie a veszélyhelyzetek kezelésével, a jármű áramtalanításával, az áramütés veszélyének elhárításával, az esetleges tüzek oltásának szabályaival és a szükséges oltóeszközök kezelésével is.

A járművek műszaki üzemeltetését, karbantartását, javítását végző személyzetet is képezni kell a jármű részegységeinek sajátosságaira, a karbantartási, diagnosztikai és javítási technológiákra, a hibakeresési és –elhárítási tevékenységekre, a szükséges eszközök kezelésére, valamint a veszélyhelyzetek megelőzésére illetve elhárítására egyaránt.

A veszélyhelyzetek kezelése és elhárítása kapcsán nemcsak az forgalmi és műszaki üzemeltetést végző személyzet, hanem egyéb külső szereplők képzésére is figyelmet kell szentelni.

Mind a katasztrófavédelem, mind a mentők, mind a rendőrség állománya számára megismerhetővé kell tenni a forgalomba álló járműveket, a mentési, áramtalanítási, oltási lehetőségeket és előírásokat, az elektromos hajtásból eredő sajátosságokat és kockázatokat egyaránt. Biztosítani szükséges azt is, hogy az érintett külsős szereplők munkatársai nemcsak elméletileg, hanem fizikailag is megismerhessék az adott elektromos járműve(ke)t, hogy egy valós veszélyhelyzet esetén hatékonyan tudjanak beavatkozni.

8. Igényvezérelt közlekedési rendszer

8.1. Adat és igényvezérelt közlekedési megoldások

A fenntartható közlekedési rendszerekkel kapcsolatos elvárások a globális hatások és megatrendek hatására folyamatosan bővülnek, változnak. Már nem elégséges csak a régi, jól bevált gyakorlatokra és készségekre alapozni, hanem figyelemmel kell lenni azokra az új üzleti modellekre és az ezek gyakorlati megvalósításához szükséges technológiai feltételrendszerre is, amelyek nélkül a városi, elővárosi közlekedés problémáival nem lehet megbirkózni.

A technológiai trendek közül ma kétségtelenül az adatok hasznosítása az egyik olyan vívmány, amely gyökeresen felforgatja a megszokott közlekedésszervezési modelleket, és erre alapozva épülhetnek fel olyan keretrendszerek, mint például

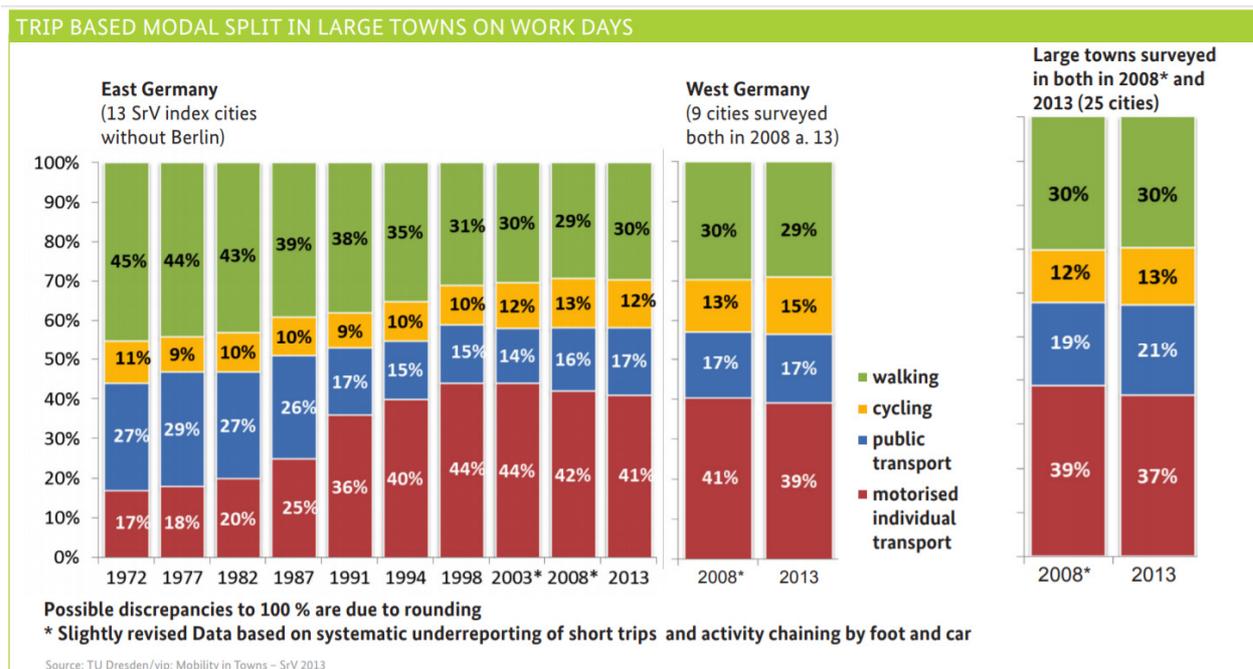
- a SUMP (Sustainable Urban Mobility Plan – a SMART COMMUTING Projekt keretében Szolnok Megyei Jogú Város esetében is készült), amely a városi fejlesztési koncepciók integráns részévé teszi a fenntartható közlekedésfejlesztést,
- a MaaS (Mobility as a Service), amely a városi mobilitás szolgáltatásalapú megoldását valósíthatja meg, vagy
- a DRT (Demand Responsive Transport vagy igényvezérelt közlekedés) rendszerek, amelyek a helyi menetrendszerinti közlekedést kiegészítve vagy éppen ebbe integrálva valósulnak meg, a hagyományosnak mondott modellekben nem kezelhető személyszállítási feladatokat.

Az adatok valamennyi Intelligens Közlekedési Rendszer (ITS, Intelligent Transport System) modell tekintetében kulcs szerepet játszanak. A közlekedési adatok kinyerése ma elsősorban a fedélzeti berendezésekből (OBU, On-Board Unit), az utazási jogosultságokat leképező közlekedési kártyarendszerek vagy mobil telefonos applikációk használata során keletkezik. A valós időben keletkező adatok feldolgozása gyors reakcióidővel tesz lehetővé intézkedéseket a forgalomirányítási rendszerekbe, és a fejlett analitikai rendszerek segítségével prediktív és preskriptív beavatkozási forgatókönyvek állhatnak elő a közlekedésmenedzsment céljára.

8.2. Nemzetközi és hazai példák

A nemzetközi gyakorlatban számos jó gyakorlat ismert az ún. adatvezérelt közlekedésre. Elsősorban a torlódások, forgalmi dugók elkerülését lehetővé tevő rendszerek ismeretese és hasznosak a város élhetősége, különösen az ingázó forgalom hatásai szempontjából. A németországi városok mobilitásának fenntarthatóvá tétele kapcsán végzett adatelemzések pontos képet adnak a modal split-ről²²: a közösségi közlekedés és a kerékpár használata a városokban egyre népszerűbb.

²²<https://www.german-sustainable-mobility.de/wp-content/uploads/2015/01/spotlight-new-directions-in-urban-transport-20150504-2.pdf>



29. ábra: Nagyobb németországi városok modal split adatai munkanapokon

Az adatok a tényleges közlekedési teljesítményeken és azok historikus változásán alapulnak.

Az igényvezérelt mobilitás egyre jobban tér nyer a városi közlekedési stratégiákban a nagyobb és gyorsan fejlődő agglomerációkban, és fontos eleme lehet a smart ingázás közlekedési megoldásának. A legfrissebb trendként megjelenő ún. rugalmas igényvezérelt mobilitás (Flexible Mobility on Demand, FMod) az egyéni közlekedési igényeket hangolja össze a rugalmas útvonaltervezéssel és menetrenddel. Ezek a megosztáson alapuló mobilitási megoldások a meglévő közösségi közlekedési szolgáltatásokat, elsősorban az autóbussz közlekedési szolgáltatásokat teszik varratmentessé. Gyakori megoldás, hogy egy menetrendszerinti közlekedési szolgáltató autóbussz flottájának 30-40%-át igényvezérelt módon foglalkoztatja. Jellemzően azonos indulási helyről de – az igényeknek legjobban megfelelő – eltérő útvonalon érik el a járművek a célállomást.

8.3. Az adatvezérelt és igényvezérelt közlekedés jövője hazánkban

Hazánkban a NEJP (Nemzeti Egységes Jegyrendszer Platform), későbbi fázisában NEJP-HKIR (Helyközi Közlekedési Információs Rendszer) rendszer lehet alkalmas az országosan egységes struktúrában gyűjtött közlekedési információ feldolgozásával megvalósított megrendelői és szolgáltató modulok rendszerbe állítására, egy átjárható, interoperábilis szolgáltatás céljából.

A városi közlekedés, akár az úgynevezett városkártyák megvalósítása révén, ehhez a platformhoz csatlakozhat, azzal, hogy integrálni tudja a városi alkalmazásokat és a helyi viszonyok között releváns adatokat.

Az igényvezérelt közlekedés megbízható adatok nélkül elképzelhetetlen. A közlekedési igények jelzése, feldolgozása, elbírása csak korszerű, fejlett (advanced) technológiák segítségével történhet. A városi közlekedési rendszer digitális leképezését a közlekedési infrastruktúra tekintetében Transmodel-ben kell biztosítani, míg a járművek mozgásának és a fedélzeti eseményeknek a nyomon

követését a fedélzeti eszközökkel, hálózati kommunikációval és magas fokú konnektivitással kell támogatni.

8.3.1. Az adatok biztosításának módja az adat- illetve igényvezérelt közlekedési rendszer céljára

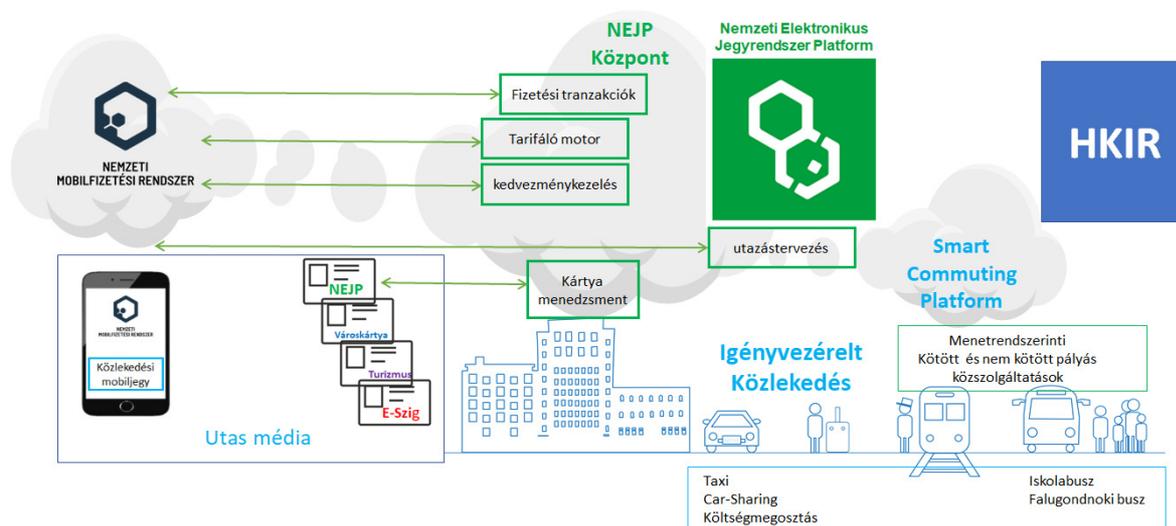
A közlekedési kártyák és közlekedési mobiljegyek vásárlása és használata során tranzakciós adatok valamint a díjtermékek érvényesítésénél validálási adatok állnak elő. A check-in – check-out információk analitikus feldolgozásával a helyi és elővárosi közlekedés tervezéséhez elengedhetetlen analitikai inputok teremthetők meg.

A munkába járás smart megoldásához a vonzaskörzetből beutazó munkavállalók elektronikus regisztrációja és adatprofilja adhat támpontot.

Kialakítható egy smart commuting platformhoz kapcsolódó applikáció, a Smart Commuting App (SCApp).

8.3.2. Az SCApp kapcsolódása a nemzeti platformokhoz

A Nemzeti Mobilfizetési Zrt. által működtetett Nemzeti Mobilfizetési Rendszer (NMFR) országos szinten biztosítja a közterületi és egyes zárt téri parkolók igénybevételéhez szükséges fizetési tranzakciók végrehajtását, továbbá az autópálya matricák megvásárlásának lehetőségét. A megvalósulás előtt álló Nemzeti Elektronikus Jegyrendszer Platform közlekedési díjtermékeinek fizetési tranzakciói is az NMFR-ben mennek végbe. A Nemzeti Smart City Technológia Platform (NSCP) további technológiai illesztési pontokat biztosít a városi alkalmazások, példának okáért egy igényvezérelt ingázást támogató applikáció számára.



30. ábra: Példa az igényvezérelt ingázást támogató applikáció működéséről²³

Az intelligens, magas összehangoltságot igénylő rugalmas közlekedési rendszer az elektronikai, informatikai háttérrel kívül megkívánja a megfelelően kialakított, a rendszerek által infokommunikáció révén elérhető, „megszólítható” közlekedési infrastruktúrát. Ilyenek lehetnek az intelligens buszmegállók, intermodális pályaudvarok, utastájékoztató eszközök, validátorok,

²³ Forrás: Nemzeti Mobilfizetési Zrt. – Nemzeti Smart City Technológiai Platform

értékesítési pontok, vagy olyan terminálok, melyeken a spontán jelentkező utazási igények a platformok számára hitelesen jelezhetőek.

Szolnok város vonzaskörzetében az infrastruktúra kialakításánál a kerékpáros közlekedésnél a saját és közösségi kerékpárok használatához kapcsolódó intelligens kerékpártárolók rendszerének kialakítása, valamint a személygépkocsik parkolásához célszerűen megtervezett hálózat látszik célszerűnek. A P+R rendszerek elősegítik a közösségi közlekedés nagyobb arányú használatát.

8.4. A szolnoki helyi, illetve elővárosi szolgáltatások vizsgálata az adat- és igényvezérelt közlekedési szolgáltatások kapcsán

A Szolnok Megyei Jogú Város által indított SMART COMMUTING Pilot Akció kapcsán a jelenlegi szolgáltatások ismeretében több olyan jellemző is azonosítható, amelyek komolyabb fejlesztéseket tesznek szükségessé a Pilot Akció során.

- Nincsen rendszerbe állítva olyan megoldás, amely pontos adatokat adna a jelenlegi valós utasszámokra illetve az egyes utazások kezdő-és végpontjaira vonatkozóan az egyes járatokon, sem a helyi, sem az elővárosi forgalomban. Emiatt a Pilot Akció megalapozásához szükséges adatok nem állnak rendelkezésre.
- Elektronikus jegyrendszer hiányában kizárólag „papír alapú” jegyrendszer működik, emiatt csak a „hagyományos” vonaljegyek illetve naptári napokhoz kapcsolható időtartamú bérletek használatosak.
- Nincsen a valós forgalmi adatokon alapuló járműkövetés illetve ezen adatokat hasznosító dinamikus utastájékoztató rendszer, mely real-time beavatkozásokat tehet lehetővé a forgalomszervezésben és az utasok elérésében.

A fenti technikai-technológiai jellegű elemek mellett vannak olyan jogi-szervezési kérdések is, amiket rendezni kell.

- A helyi és az elővárosi autóbuszos szolgáltatások egymástól lényegében elkülönülten (eltérő tarifa- és díjszabási rendszerrel, dedikált járműállománnyal és személyzettel, forgalomirányítással, stb.), más-más közszolgáltatási szerződés keretén belül, elkülönített finanszírozás mellett működnek, melyeknek a Pilot Akción belüli legalább részleges átjárhatóságát meg kell teremteni.
- A két különálló közszolgáltatási szerződés különböző megrendelői szervezethez tartoznak: a helyi közlekedés megrendelője Szolnok Megyei Jogú Város, míg az elővárosi-helyközi közlekedési szolgáltatások megrendelője a Magyar Állam nevében az Innovációs és Technológiai Minisztérium.

8.5. Lehetséges akcióterületek

A tanulmány 4. fejezetében bemutatásra kerültek mind Szolnok helyi autóbuszos közlekedésének, mind az elővárosi-helyközi autóbuszos és vasúti közlekedésének főbb jellemzői.

A bemutatottak alapján szükséges kijelölni a lehetséges akcióterületeket mind Szolnok helyi közlekedése területén, mind az agglomerációs közlekedés területén.

8.5.1. Helyi közlekedést érintő akcióterület

A helyi közlekedési hálózat és menetrend alapján számos olyan viszonylat illetve érintett hálózati elem található, amelyeken a Pilot Akcióban megvalósítandó adat- és igényvezérelt közlekedési

megoldás racionális és a mainál nem rosszabb szintű szolgáltatásokat nyújthat amellet is, hogy a teljesített szállítási teljesítmény a bázisértékektől alacsonyabban teljesül.

A hálózat gerincelemeit, melyek jelentősebb szállítási kapacitást biztosítanak hosszú üzemidőben, értelmezhető gyakoriságú indulást biztosító, számos esetben ütemes menetrend mellett, nem célszerű bevonni a Pilot Akció scope-jába, mivel ott a felmerülő utasigényeknek megfelelő szolgáltatás teljesül és ezeken a hálózati elemeken nem várható olyan randomnak tekinthető igény, ami mellett a rugalmas megoldások eredményeképpen károsanyag-kibocsátás csökkenése várható. Egyértelműbben: ezeknek a járatoknak indulniuk kell, a meghirdetett útvonalon a meghirdetett menetrend szerint.

Azok a viszonylatok, melyek gerincelemeknek minősíthetőek, a következők:

- 1-es vonalcsoport (1, 1A, 1Y)
- 2 vonalcsoport (2, 2Y)
- 3-as vonal
- 6-os vonalcsoport (6, 6Y)
- 7-es vonal
- 8-as vonalcsoport (8, 8Y)
- 11-es vonal
- 13-as vonalcsoport (13, 13Y)
- 17-es vonal
- 20-as vonal
- 24-es vonalcsoport (24, 24A)
- 27-es vonal
- 28-as vonal

Szintén nem érdemes bevonni a területi scope-ba azokat a vonalakat, melyek kizárólag a munkavégzéshez illetve iskolába járáshoz kapcsolódóan közlekednek, jellemzően a műszakváltások idején illetve az iskolakezdéshez igazítva, mivel ezen vonalak is jól definiálható nagyságú és időbeliségű szolgáltatási igényt támasztanak.

Ilyen viszonylatok a következők:

- 4A-s vonal
- 7Y-os vonal
- 16-os vonal
- 21-es vonal
- 23-as vonal
- 31-es vonal
- 32-es vonal
- 33-as vonal
- 37-es vonal
- 41-es vonal
- 42-es vonal
- 43-as vonal

Javasolt bevonni a Pilot Akció scope-jába azokat a járatokat, amelyek kevés indulási időponttal bírnak, ebből eredően a csúcsidőszakon kívül nem vagy csak időben nagyon korlátozott szolgáltatást

nyújtanak. Ezek esetenként egymás „mutációi” abban az értelemben, hogy egy „gerincvonalról” letérve szolgálnak ki különböző településrészeket vagy létesítményeket. Valós, aktuális utasszámok illetve utazási igényfelmérés híján lehet feltételezni ezen járatok esetében, hogy egy integrált, valós utasigényre alapozva a jelenlegi forgalmi teljesítmények volumenén belül maradva legalább a jelenlegi szintű szolgáltatás biztosítható az érintett vonalakon.

Ilyen hálózati elemek a következők:

- 14-es vonal (jelenleg is igényvezéreltnek meghirdetve, telefonos bejelentkezés alapján indul)
- 15-ös vonalcsoport (15, 15Y)
- 34-es vonalcsoport (34, 34A, 34B, 34E, 34Y)

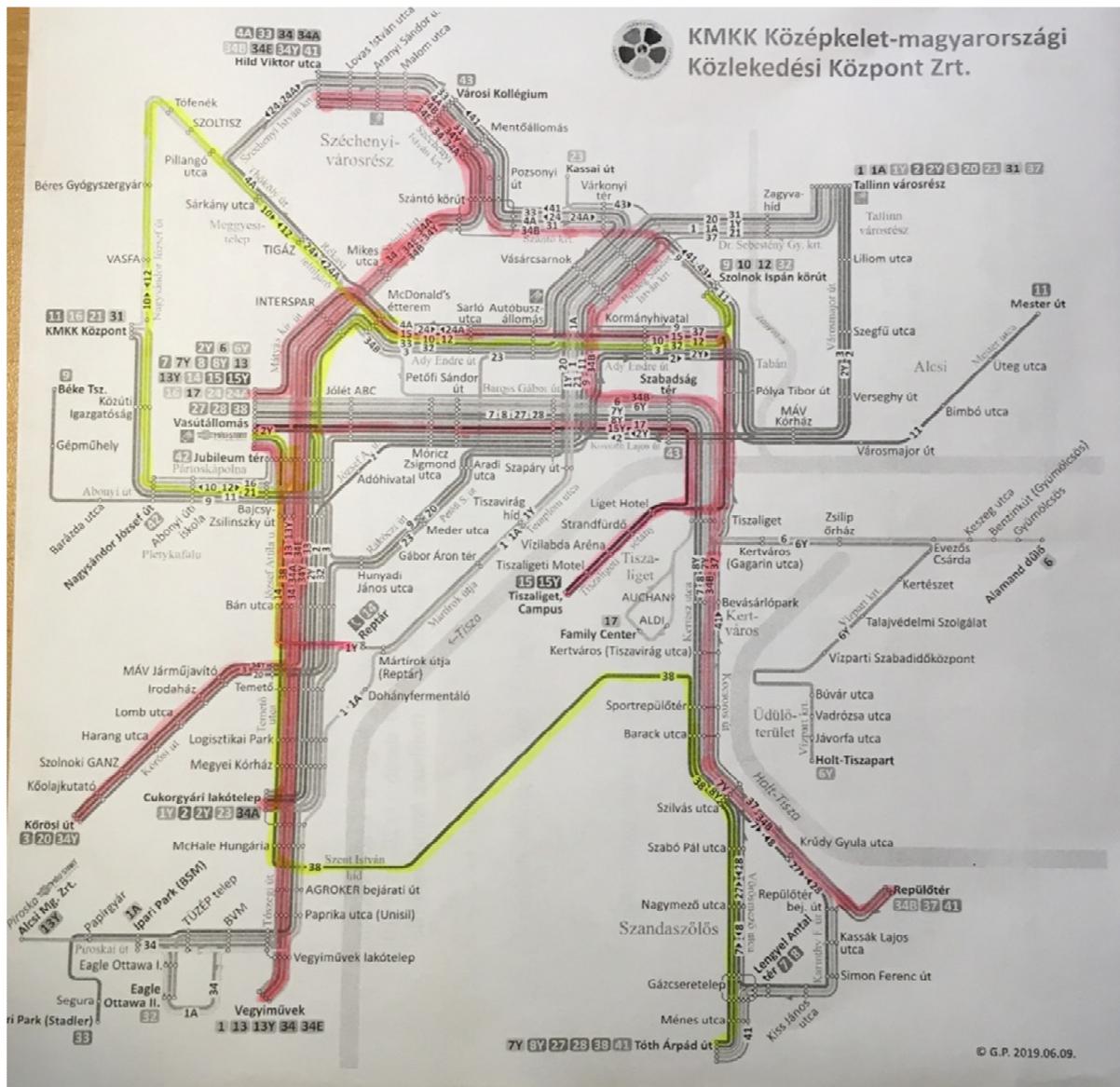
A jelzett hálózati elemeket a következő ábrán rózsaszín vonalak jelzik.

A fennmaradó vonalak alapvetően bevonhatóak a Pilot Akció területi scope-jába, azonban a részletes tervezés, illetve a Pilot Akció végrehajtása során a mért adatok, illetve az alkalmazott informatikai megoldásokból származó információk elemzésével egyenként szükséges döntést hozni arról, hogy valóban igényvezérelt szolgáltatás nyújtása célszerű-e azon a területen.

Az alábbi viszonylatok tartoznak ebbe a körbe:

- 10-es vonal
- 12-es vonal
- 38-as vonal

A jelzett hálózati elemeket a következő ábrán sárga vonalak jelzik.



31. ábra: Az igényvezérelt megoldás bevezetésének lehetséges akcióterületei a szolnoki helyi közösségi közlekedési hálózaton

8.5.2. Elővárosi-helyközi közlekedést érintő akcióterület

Az előváros-helyközi szolgáltatásokat a 4.6 fejezet mutatja be. Az ott szereplő adatok alapján az adat- és igényvezérelt megoldások akcióterülete az alábbiak alapján jelölhető ki:

- A Pilot Akció keretén belül célszerűen **egyetlen** Szolnok vonzáskörzetében lévő település jelölendő ki, mely Szolnok városával közvetlen, menetrend szerinti autóbuszos szolgáltatással van összekötve.
- Nem célszerű olyan települést kiválasztani, ahol kis számú járatpár látja el a település és Szolnok összeköttetését.
- Célszerű olyan települést kiválasztani, ahonnan sok járatpárral biztosított közvetlen autóbuszos kapcsolat is van Szolnok irányába, illetve hasonló számosságú, de más végállomásra induló átmenő járat is biztosít kapcsolatot Szolnok városával.

A fentek alapján két település bevonása javasolható a Pilot Akcióba az adat- és igényvezérelt szolgáltatások kialakítása céljára:

Település	Népesség (2012. január 1.)	Szolnokra induló járatok száma naponta*	Legelső indulás Szolnokra*	Legutolsó indulás Szolnokra*	Megjegyzés
Rákóczi falva	5.359	59	3:37	22:33	25 járat Rákóczi falva-Szolnok, a többi átmenő: Cibakháza (15), Kunszentmárton (9), Szeged (4), Martfű (2), Tiszaföldvár (2), Nagyrév (2)
Zagyvarékas (v)	3.512	31	4:43	20:48	13 járat Zagyvarékas-Szolnok, a többi átmenő: Jászberény (5), Jászládány (3), Szászberek, Gyöngyös, Jászsalsószentgyörgy (2), Jászivány, Jászapáti, Újszász, Eger (1)

* - munkanapokon, átszállás nélkül

32. ábra: Az igényvezérelt megoldás bevezetésének lehetséges akcióterületei a szolnoki elővárosi-helyközi közlekedésben

8.5.3. Akcióterület(ek) kijelölése

Az előző munkarészekben bemutatottak alapján a Pilot Akció scope-jába

- a **helyi hálózati elemek** közül a azok a járatok kerülnek be legelső sorban, amelyek kevés indulási időponttal bírnak, ebből eredően a csúcsidőszakon kívül nem vagy csak időben nagyon korlátozott szolgáltatást nyújtanak.

Ilyen hálózati elemek a következők:

- 14-es vonal (jelenleg is igényvezéreltnek meghirdetve, telefonos bejelentkezés alapján indul)
- 15-ös vonalcsoport (15, 15Y)
- 34-es vonalcsoport (34, 34A, 34B, 34E, 34Y)

Az előzőekben bemutatottakkal összhangban további egyes további vonalak pl.

- 10-es vonal
- 12-es vonal
- 38-as vonal

bevonásáról a részletes tervezés, illetve a Pilot Akció végrehajtása során a mért adatok, illetve az alkalmazott informatikai megoldásokból származó információk elemzésével egyenként lehet döntéseket hozni.

- Az előváros-helyközi szolgáltatási elemek közt az előző munkarészben bemutatottak alapján a Rákóczi falva és Szolnok közötti közvetlen viszonylat járatai kerülnek bevonásra a Pilot Akció területi scope-jába. Lényeges, hogy ez a viszonylat nagyobb számú járatpárral van kiszolgálva, valamint a közvetlen és az átmenő járatok aránya is ideálisnak mutatkozik az igényvezérelt szolgáltatás próbaüzeméhez.

A viszonylatot érintő 59 járatpár közül 25 pár jelent közvetlen Rákóczi falva-Szolnok összeköttetést. A további 34 átmenő járat tud adni ezen a kapcsolaton olyan stabil alapot, amire ráépítve reálisan megvalósítható a közvetlen járatok igényvezérelté tétele.

Mindemellett az is lényeges, hogy nincsen vasúti összeköttetés, mint közösségi közlekedési „alternatíva” Rákóczi falva és Solnok között, így az esetlegesen közlekedési módot váltó utasok nem torzítják a pilot eredményeit.

8.6. Igényvezérelt közlekedés megalapozásához szükséges technológiák

Mint az a 8.4. munkarészben bemutatásra került, a jelenlegi közlekedési infrastruktúra (beleértve a járműveket, megállókat, jegyrendszert, jegyértékesítési rendszereket, stb.) nincsen felkészítve arra, hogy megbízható, nagy tömegű, valós és gyors rendelkezésre állású adatokat tudna szolgáltatni az utazási szokásokról illetve a keletkező és időben változó utazási igényekről. Így legelső sorban ezen technológiai kérdések megoldása szükséges a Pilot Akció elindításához.

Tekintve, hogy a Pilot Akció szolgáltatási és földrajzi terjedelmét tekintve is egy-egy korlátozott, jól körülhatárolható szolgáltatási területet (járatokat) érint, egész egyszerűen nem engedhető meg gazdaságossági szempontok miatt az, hogy kizárólag a Pilot Akció céljára készüljön olyan fejlesztés és infrastruktúra, mely a közösségi közlekedési rendszer kiválasztott elemeit teszi csak alkalmassá a célzott működésre. Célszerű olyan általánosnak tekinthető megoldásokat (pl. NEJP – Nemzeti Egységes Jegyrendszer Platform, HKIR – Helyközi Közlekedési Információs Rendszer, NEK – Nemzeti Egységes Kártyarendszer, Mobiljegy alkalmazás, stb.) keresni és azokat alkalmazni - a szükséges testreszabásokkal illetve kiegészítésekkel -, melyek már rendelkezésre állnak más szolgáltatóknál és/vagy területeken.

Az igényvezérelt közösségi közlekedési megoldások kialakításához hoz a legfontosabb és nélkülözhetetlen szükséglet a kijelölt területre vonatkozó valós és teljes körű közösségi közlekedési történeti adatok rendelkezésre állása. Ahhoz, hogy egy tervezési folyamat elkezdődhessen, legalább egy éves időszakra vonatkozóan kell begyűjteni az érintett területen (vonalakon, mindkét irányban) keletkezett utazások adatait.

Az ideális megoldás a kijelölt akcióterület megállóhelyeihez kapcsolódóan rögzített utazási célmátrixok idősoros rendelkezésre állása lenne, ezt azonban csak egy check-in / check-out rendszerű elektronikus jegyrendszerrel lehetne biztosítani, ami a Pilot Akció keretein belül időben és finanszírozási oldalról is megvalósíthatatlannak tűnik. Ehelyett legalább az adott megállóhelyeken le- és felszálló utasok számát kell tudni rögzíteni, amiből már számolhatóak az utazási igények időbeli lefutásai. A megállóhelyeken keletkező induló és érkező utasszámot az adott vonalat kiszolgáló autóbuszokon minden ajtónál beépített, GPS alapú helymeghatározással is rendelkező optikai utasszámláló berendezéssel (vagy ezzel egyenértékű megoldással) lehet rögzíteni. A szolgáltatónak gondoskodnia kell arról, hogy a járműveken rögzített adatok megfelelő gyakorisággal letöltésre kerüljenek egy központi adatbázisba. A letöltés történhet az autóbusz telephelyen vagy kijelölt végállomáson/autóbusz pályaudvaron, de mindenképpen automatikus, wifi vagy egyéb vezeték nélküli kapcsolat használatával, kizárva az emberi tényezőt.

A központi adatbázisban összegyűjtött idősoros utazási adatok alkalmasak arra, hogy azok elemzésével modellezni tudjuk az adott vonalakon az utazások időbeli lefutását, meghatározva a

napon belüli vagy a héten belüli mintákat, illetve a szezonális jellemzőket. Az adott vonalakon látott utazási minták így már összehangolhatóak és meghatározhatóak az alapszolgáltatás jellemzői, illetve azok az elemek (időszakok, megállók vagy vonalszakaszok, stb.), amelyek kiszolgálhatóak igényvezérelt módon. Ezen adatok alapján elkészíthetők az adott vonalakra alkalmazandó alapmenetrendek, valamint az alternatív módokon alkalmazható mintamenetrendek, amelyek a hálózat más elemein futó vonalakkal összehangolhatóak.

Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy ki kell jelölni azokat a járatokat (indulásokat), melyek mindenképpen közlekednek az adott időben és adott útvonalon a meghatározott kapacitással, és ki kell jelölni azon járatokat (indulásokat), melyek esetében vagy maga az indulás, vagy a járat útvonala változhat a jelzett igények függvényében.

Az igényvezérelt szolgáltatások elindításához természetesen további fejlesztések szükségesek.

Ki kell alakítani egy olyan komplex rendszert, melynek a főbb funkciói az alábbiak:

- kezeli a felhasználói regisztrációkat és folyamatosan követi és minősíti a felhasználók utazási szokásait és rendszerhasználatát;
- fogadja az aktuálisan érkezett utazási igényeket az akcióterületről, feldolgozza azokat és lehetőség esetén – az előre definiált szabályok alapján – dönt azok befogadásáról;
- visszajelzi a befogadott igények kezelésének módját (idő-megálló-járat);
- a befogadott igényeket átvezeti az aktuális menetrendeken és kikommunikálja az utastájékoztatási csatornákra (megálló, jármű, online), ahol dinamikusan megjeleníthetők az aktuális adatok;
- aktualizálja a fordákat és kikommunikálja a menetirányítás felé és a járművezetői felületekre;
- a menetirányítás felé jelzi az esetleges beavatkozási szükségleteket és biztosítja azok átvezetését;
- a valóban teljesített szolgáltatások alapján adatokat szolgáltat a teljesítmény-elszámolóhoz és az SLA-k teljesítéséhez.

A rendszer kritikus része az utassal való interakció. Meg kell találni azon csatornákat, ahol életszerűen és megbízhatóan lehet jelezni az utazási igényeket és megfelelő módon vissza is lehet igazolni az elfogadott és kielégíthető igényeket.

Mint minden új technológia esetén, a felhasználókat a Pilot Akció keretében is már idejekorán fel kell készíteni a változásokra és a technológiai és használati keretekre és feltételekre és folyamatosan edukálni az érintetteket. Az utazóközönség körében a közlekedési mobiljegy elterjedésével az appok használata elfogadottá válik, az 5G pedig mindenhol megteremti az szüksége adatkapcsolatot, a okostelefonok száma is folyamatosan növekszik, ma már nem jelenthet akadályt a korszerű megoldások használatba vételéhez az okostelefonok penetrációja.

A rendszernek real-time, automatikusan kell biztosítania az igények fogadását, feldolgozását, értékelését és a „döntést” az igény kielégítéséről vagy elutasításáról. Lényeges, hogy emberi/diszpécseri beavatkozás csakis abban az esetben történjen, ha a rendszer által önállóan nem kezelhető döntési pont vagy zavar keletkezik.

Lényeges az, hogy a járatok indulását megelőzően mennyi idővel kell érkeznie az igénynek, hogy az zökkenőmentesen kielégíthető legyen. (A mai szolnoki gyakorlatban a telefonos bejelentkezés alapján induló 14-es járat esetében a járat meghirdetett indulását megelőzően 20 perccel kell

jelentkezni.) A Pilot Akció során a gyakorlati tapasztalatokra építve ki kell alakítani azt az időintervallumot, amely elegendően hosszú ahhoz, hogy a beérkezett és jóváhagyott utazási igények biztonságosan kielégíthetőek legyenek és az érintett járat indulása és menetrendje kikommunikálható legyen az online csatornákon, de ne kelljen feleslegesen hosszú várakozási időkre kényszeríteni az igényeket leadó utasokat.

Az utasigények lekövetésére mindenképpen az internet alapú online csatornák célravezetőek. A szolgáltató honlapján ki kell alakítani egy olyan felületet, ahol az utazási igény a megfelelő pontossággal megadható, és az utas fogadni is tudja a visszaigazolást. A honlapon sokkal fontosabb azonban egy olyan mobiltelefonra kifejlesztett applikáció megléte, amely helyhez kötöttség nélkül alkalmas a fent leírt kommunikációra. Ennek használata ma már természetes, az okostelefon penetráció elegendően magas ahhoz, hogy ez ne jelentsen érdemi akadályt az utasok számára. Az sem elhanyagolható érv a mobil applikáció mellett, hogy ugyanazon a felületen utastájékoztatói lehetőség is elérhető, illetve az applikáción belül lehet vásárolni és tárolni mobil jegyeket vagy bérleteket, illetve az applikáció használatával lehet követni az utazásokat annak érdekében, hogy folyamatosan képződjenek validált utazási célforgalmi adatok, melyek alapját képezhetik további elemzéseknek és az ezekre alapuló fejlesztéseknek. Az applikáció értelemszerűen a város többi járatán is használható, biztosítva egyéb területeken is az utazási célforgalmi adatok gyűjtését.

Lényeges eleme a szolgáltatásnak, hogy a rendszer csak validnak tekinthető igényeket kezeljen, emiatt valamilyen szinten „zárt” rendszerben kell kezelni azokat. A zárt rendszer alatt azt értjük, hogy a lehetőség valamennyi olyan potenciális utas/felhasználó számára nyitott, aki valós adataival beregisztrál a rendszerbe és regisztrációjával kész használni az online megoldásokat, elsősorban a mobil applikációt. Ezen megoldással elkerülhető a „fals” igények tömeges felvétele, illetve előre meghatározott szabályok szerint azon felhasználó ki is zárható a szolgáltatásból, aki visszaél a szolgáltatás lehetőségeivel.

Megfontolandó lehet egy hibrid megoldás kidolgozása is, bár ez tovább növeli az eszközigényt és informatikai ráfordítást, ugyanakkor növeli az adatok körét, megbízhatóságát, alkalmasságát és szolgálhatja a városi prioritások megvalósulását, körkörös elszámolást is biztosítva. Ez az érintéses (város) kártya és a mobil applikáció együttes használata lehet. Erre jó példa lehet a CityMapperPass²⁴ megoldás, melyet London város közlekedésében vettek használatba a közelmúltban. A közhiteles (NEK) kártya sok esetben helyettesítheti a mobiltelefon használatát, pl. egy igény validálásánál, vagy otthoni internetes bejelentkezéskor a fizetési tranzakció esetében, ugyanakkor a mobiltelefon időben és térben biztosítja a valós idejű helyzetek kezelését.

Az úgynevezett „intelligens megálló” korlátozottan használhatóak ezen célra. A bejelentkezés validálása megoldható (pl. egy utazási kártya használatával), azonban a helyhez kötöttség miatt vagy 10-20 perccel korábban kell érkeznie a megállóba az utasnak, hogy az igénye az időkorlát miatt befogadható legyen, vagy jelentős kockázattal kell számolnia amiatt, hogy az utazási igénye nem kielégíthető így utazása megghiúsulhat. Ezen forgatókönyvek egyike sem utasbarát megoldás és nem a közösségi közlekedés használatára motiválja az utasokat, emiatt az „intelligens megálló” használata nem javasolt.

²⁴ <https://medium.com/citymapper/citymapper-pass-17c56da5dfa0>

Az igényvezérelt módon biztosított szolgáltatási elemek természetesen azon utasok által is igénybe vehetőek, akik előzetesen nem jelezték igényüket a szolgáltatás igénybe vételére. Ezen utasoknak azonban számolniuk kell azzal, hogy ha nem érkezett elfogadható utazási igény az általuk igénybe venni kívánt járatra és/vagy útvonalra, akkor nem fog érkezni busz a megállóba. Erre a szabályra nyomatékosan fel kell hívni az utasok figyelmét és az igényvezérelt szolgáltatások indulásakor az első időszakban folyamatos kommunikációval kell kezelni a helyzetet mindaddig, míg az megszokottá nem válik az utasok körében.

9. A Pilot Akció implementációs szakaszának időszükséglete

A Pilot Akció előkészítéséhez lényeges információ a tervezett feladatok megvalósításának várható időigénye. A Pilot akció két önálló elemének várható időszükségletét külön-külön érdemes meghatározni, tekintve, hogy az egyik elem megvalósítása nem teszi szükségessé a másik elem megvalósítását, és egyik sem a másik előfeltétele. Emiatt a két projektelem akár egymással párhuzamosan is megvalósítható, de az erőforrások és egyéb feltételek és döntések értelmében más-más időintervallumban is megvalósíthatóak.

Az alábbi alfejezetekben bemutatott időszükségletek a tényleges megvalósítás idejében a tervezettektől érdemben eltérhetnek.

9.1. Elektromos autóbuszok rendszerbe állítása

Az elektromos autóbuszok rendszerbe állításához több feltétel biztosítása szükséges, különböző időszükségletekkel. Egyrészt biztosítani kell mindazon infrastrukturális feltételeket, melyek a járművek üzembe állításához, üzemeltetéséhez szükségesek. Ezek közül kiemelendő a töltő infrastruktúra kiépítése, mind az autóbusz telephelyen, mind a kijelölt végállomáson. A lenti időterv tartalmazza mind a kapcsolódó közbeszerzés lefolytatását, mint az infrastruktúra kiépítésének időigényét, azonban nem számol az esetleges villamos energia betáplálás kiépítésével és az ehhez kapcsolódó engedélyezési folyamatokkal, hanem úgy számol, hogy a szükséges teljesítményű villamos betáplálás minden érintett helyszínen rendelkezésre áll, az adott helyszíneken legfeljebb a közvetlen csatlakozás kiépítése szükséges.

Amennyiben nem áll rendelkezésre elegendő teljesítményű betáplálás, akkor a tervezett időráfordítást meg kell növelni a hálózatbővítés tervezési, engedélyezési illetve kiépítési idejével, ami összesen minimum 6 hónapot vesz igénybe. Szintén nem veszi figyelembe az időterv azt, hogy a külső építési munkálatok télen célszerűen szünetelnek, vagyis ha a projekt ütemezésére úgy kerül sor, hogy az infrastrukturális munkálatok a téli hónapokra esnének, akkor az néhány hónapos csúszást eredményezhet az érintett tevékenységek esetében.

Szükséges az autóbusz telephelyen több további feltétel biztosítása is, pl. a szükséges speciális szerszámok és berendezések beszerzése, fedett tároló építése, stb., azonban ezen tevékenységek időszükséglete csekély, illetve teljes körű rendelkezésre állításuk esetenként eltérhet a járművek üzembe állításának időpontjától, pl. a fedett tároló a járművek érkezését követően is felépíthető. Emiatt ezen tevékenységek nem kerültek külön kiemelésre az időtervben.

A másik lényeges eleme a projektnek az elektromos autóbuszok beszerzése és legyártása, majd leszállítása és üzembe helyezése.

A folyamat legnagyobb időigényű része a járművek gyártása, mely jellemzően 9 hónapit vesz igénybe, azonban ez nagyban függ a nyertes szállító üzemének leterhelésétől és a folyamatban lévő gyártási ütemezésektől. A háromféle járműméretben megrendelt összesen 6 darab jármű valószínűleg alacsonyabb prioritásokkal fog bírni, mint egy nagyobb volumenű megrendelés teljesítése.

10. Pilot Akció pénzügyi terve és forráslehetőségei

A Pilot Akció megvalósításához jelentős források szükségesek, melyek egyik része a járműbeszerzéshez, másik, az előzővel hasonló nagyságrendű része az igényvezérelt közlekedési rendszer megvalósításához kapcsolódik.

A hat darab elektromos autóbusz rendszerbe állítása 1.080 millió Ft, az igényvezérelt közlekedési rendszer megvalósítása pedig 1.185 millió Ft nagyságrendűre tehető, vagyis összesen 2.265 millió Ft biztosítása szükséges a tervezett feladatok megvalósításához.

A Fenntartható Városi Mobilitási Terv a jelzett feladatok megvalósításának forrásigényeire és azok lehetséges finanszírozására képes válaszokat adni.

A hat darab elektromos autóbusz rendszerbe állítása a Fenntartható Városi Mobilitási Terv 11. intézkedéseként a teljes tervezett forrásösszeggel számol, annak forrásaként Európai Unió alapokon keresztüli finanszírozást és helyi szolgáltatói finanszírozást jelöl meg, kiegészítve a várhatóan rendelkezésre álló kormányzati forrásokkal. Az intézkedés fenntartására a továbbiakban éves szinten 100 millió Ft összeget irányoz elő, melyet a helyi közlekedési szolgáltató költségvetésében tervez biztosítani.

Az igényvezérelt közlekedési rendszer forrásigénye a Fenntartható Városi Mobilitási Tervben tételesen nem jelenik meg, de a kapcsolódó 1., 2., 4. és 6. intézkedések tervezett forrásainak egy része nyújthat fedezetet a fejlesztés megvalósítására, kiemelten a 6. Intézkedés kapcsán (Ingázó app: valós idejű összehangolt közlekedési információk, tömegközlekedés és megosztott eszközhasználat). A további szükséges források várhatóan szintén Európai Unió alapokon keresztüli finanszírozás, helyi és helyközi szolgáltatói finanszírozás, illetve kiegészítő állami forrásokból történő finanszírozás esetén valósulhatnak meg.

Részleteiben az alábbi két pont fejti ki a várható ráfordítások elemeit.

10.1. Elektromos autóbuszok rendszerbe állításának pénzügyi terve

A Pilot Akció forrásszükségletének nagyobb részét az elektromos autóbuszok rendszerbe állításának költségei teszik ki.

Ebből is a legnagyobb tétel a járművek beszerzéséhez kapcsolódik, a kettő darab midi, három darab szóló és egy darab csuklós autóbusz a jelenleg ismert hozzávetőleges árakon összesen 770 millió Ft-ra tehető.

A járművek energiaellátását biztosító töltő infrastruktúra két részből áll.

Egyrészt ki kell építeni a hat darab elektromos autóbusz egyidejű éjszakai töltéséhez szükséges hat darab töltőállást a kapcsolódó beruházásokkal együtt, valamint ki kell építeni a kijelölt végállomáson a járművek napközbeni gyorstöltését végző egy darab nagyteljesítményű töltőállomást. A töltő infrastruktúra kiépítése a rendelkezésre álló adatok alapján 200 millió Ft-ra tehető.

A töltő infrastruktúra kiépítésének költségei kizárólag a beszerzett töltők árait, az azok telepítéséhez szükséges építési munkákat illetve a töltőállások megközelítését biztosító útburkolatok kialakításának költségeit tartalmazzák.

A töltő infrastruktúra kialakítása során adottságként feltételeztük, hogy mind az autóbusz telephelyen, mind a kijelölt végállomáson rendelkezésre áll szükséges teljesítményű elektromos betáplálás, és a Pilot Projekt költségvetését nem terhelik sem az elektromos hálózat fejlesztésével, sem új alállomás létesítésével kapcsolatos költségek. Amennyiben ezen hálózatfejlesztési feladatok felmerülnek, akkor az áramszolgáltatóval olyan megállapodást kell kötni, hogy a hálózatfejlesztési költségek viselése mellett azok megtérülését az általa biztosított elektromos áram árába építse be.

Az elektromos autóbuszok üzembe állításához szükséges további feltételek biztosítására 110 millió Ft tervezhető.

Az alábbi táblázat foglalja össze a fent szereplő tételeket.

Megnevezés	Mennyiség (darab)	Egységár	Érték
millió Ft			
Járművek			
midi	2	100	200
szóló	3	130	390
csuklós	1	180	180
Összesen			770
Töltő infrastruktúra			
Telephelyi töltő	6	25	150
Végállomási gyorstöltő	1	50	50
Összesen			200
Telepi infrastruktúra			
Wifi hálózat, IT	1	5	5
Fedett tároló	1	20	20
Szerszámok, készülékek	1	25	25
Akkumulátor műhely	1	60	60
Összesen			110
Mindösszesen			1080

35. ábra: Elektromos autóbuszok üzembe állításának várható költségei

10.2. Igényvezérelt közlekedési rendszer megvalósításának pénzügyi terve

Az igényvezérelt közlekedési rendszer megvalósítása során a legnagyobb költségtétel a kapcsolódó informatikai rendszer fejlesztéséhez kapcsolódik. A közvetlen fejlesztési költségek mellett számolni kell az informatikai rendszerhez szükséges hardware-ek, alapszoftverek árával, a szükséges külső szakértő költségekkel és a projekt belső résztvevőinek díjazásával is.

Kisebb mértékű forrásszükséglete van az igényvezérelt közlekedés megalapozásához szükséges adatgyűjtésnek és feldolgozásnak.

A következő táblázat foglalja össze a Pilot Akció ezen részének várható költségeit.

Megnevezés	Millió Ft
Tervezés költségei	30
Adatgyűjtő rendszer kialakítása	90
12 hónapos adatgyűjtés és feldolgozás	15
Rendszerfejlesztés	700
Hardware-ek, alapszoftverek	150
Belső erőforrások költségei	100
Szakértői támogatás díja	100
Összesen	1185

36. ábra: Igényvezérelt közlekedési rendszer megvalósításának várható költségei

11. Kockázatelemzés

11.1. Kockázatelemzési módszertan

A projekt kockázat egy jövőbeli bizonytalan esemény, mely hatással van az adott projekt végrehajtására.

Kockázat alatt azoknak a hatásoknak az összességét értjük, amelyek jelentősen befolyásolhatják a projekt sikerét. A kockázat a bonyolultságból és a bizonytalanságból fakad.

A projekt megvalósítása során a kockázatokat kétféle eljárással azonosítjuk be attól függően, hogy az adott kockázat

- a projekt sikeres megvalósulását közvetlenül érinti, (pl. valamilyen erőforrás hiány);
- a projekt megvalósulását közvetetten érintő kockázatok (pl. információhiány).

A kockázatkezelési eljárás célja a kockázatok feltárása a projekten belül; ezek jelzése, elkerülésükre és megoldásukra javaslatok kidolgozása, hogy ezáltal segítse a projekteredmények létrehozását a meghatározott idő- és költségkereten belül. A kockázatkezelés sikere érdekében az intézkedéseket az elvárható legrövidebb időn belül meg kell tenni.

A kockázat elemei:

- Esemény
- Bekövetkezési valószínűség
- Hatás a projektre Lehet negatív („kockázat”) vagy pozitív (lehetőség).
- A kockázat egyéb tulajdonságai: mely projekt fázisban jelentkezik, milyen jellegű a hatása (pénz, idő, stb), befolyásolhatósága, függetlensége, stb.)

A projektek kockázatait 3 + n lépésben kell megvizsgálni. Ebből az 1-3 lépés a projekt indulásakor, a 4. és minden azt követő lépés a projekt megvalósulása során válik esedékessé.

Projekt indulásakor

- Kockázati tényezők azonosítása
 - Feladat: kockázati tényezők beazonosítása, projektszakaszhoz való rendelése
 - Eredmény: kockázati tényezők listája, érintett szakasz megjelölése, prioritási sorrend
- Kockázati tényezők értékelése
 - Feladat: kockázati tényezők értékelése
 - Eredmény: kvalitatív értékelés; kvantitatív értékelés; a rendelkezésre álló információk alapján; fedezhetőség / kezelhetőség vizsgálat
- Kockázat-kezelési akciók kidolgozása
 - Feladat: kockázati tényezők kiküszöbölésére akciótervek megfogalmazása
 - Eredmény: akció kidolgozása; akció ütemezése; akció felelősenek megnevezése

A kockázati tényezők leírásakor a kockázatokat el kell különíteni az egyéb problémáktól

- **Specifikus kockázat:** Olyan kockázatok, melyek az adott projekt esetén egyértelműen azonosíthatóak. Komoly hatásuk lehet mind a költségekre, mind a határidőkre, mind a szakmai

tartalomra nézve, ezért kockázatkezelési technika segítségével részletes értékelés és hatásvizsgálat alá kell őket vonni. A specifikus kockázatok részletes elemzését mindig az érintett projektszakasz előtt, a finomértékelés során kell elvégezni.

- **Általános kockázat:** Olyan kockázatok, melyek az adott projekt kapcsán kerültek azonosításra, de a relevanciájuk csak a projekt előrehaladása során határozható meg. Ezeket a tényezőket mindig az adott projektszakasz előtt, a finomértékelés során kell „aktualizálni”.
- **Egyéb probléma:** Olyan tényezők, amelyek már bekövetkezett eseménynek számítanak (vagyis nem kockázatok), melyeknek komoly hatása van a költségekre, a határidőre, vagy a szakmai tartalomra nézve. Ezeket a tényezőket fel kell tárni, de az értékelésük és az elkerülésük nem hagyományos kockázatkezelési technikákat igényel. Ezek a problémák nem tartoznak a kockázatkezelés keretei közé!

A kockázatok kvantitatív értékelése

- A valószínűség arra utal, hogy a megkérdezett mekkorára becsli a nem kívánt esemény bekövetkezésének esélyét.
- A hatás a projektre azt mutatja, hogy a megkérdezett mennyire tartja a projekt sikeres megvalósítása szempontjából fontosnak az adott kérdést.
- A kettő szorzataként előálló érték (hatás*valószínűség) mutatja meg a beavatkozás szükségességének mértékét. Azokkal a kockázatokkal célszerű foglalkozni, amelyek mindkét skálán legalább közepes értéket kaptak.

Az eljárás leírása

A kritikus feltételek és a belőlük eredő kockázati tényező nagyságát táblázatos formában írjuk le, minden kritikus feltételt a táblázat egy külön sorában feltüntetve. A kulcskérdésekhez meghatározzuk a belőle származó kockázati tényezőt az itt következő minősítési eljárással:

Első lépésben súlyozzuk a kulcskérdéseket 1-től 5-ig terjedő skálán, jelentőségük szerint. A jelentőséget minősítő skála két szélső értéke között három közbülső fokozatot tartalmaz:

- 5 = kiemelkedően jelentős,
- 4 = jelentős,
- 3 = közepesen fontos,
- 2 = kisebb jelentőségű,
- 1 = nincs jelentősége.

A második lépésben a kulcskérdés által leírt kritikus feltétel teljesítési fokát jellemezzük, ugyancsak két szélső érték között három közbülső fokozatot tartalmazó skálán:

- 5 = kiemelkedő mértékben hiányzik a feltétel.
- 4 = nagymértékben hiányzik a feltétel,
- 3 = közepes mértékben hiányzik a feltétel,
- 2 = kisebb mértékben hiányzik a feltétel,
- 1 = a feltétel gyakorlatilag teljesül

A kulcskérdésekhez tartozó kockázat mértékét (a végső minősítést) a fenti két minősítés szorzata alapján az alábbi táblázat adja (jelentőség minősítése szorozva a kritikus feltétel teljesülési fokával):

Kockázat mértéke	Szorzat értéke	Teendő
Kockázatmentes	1-2	Nincsen teendő.
Kis kockázat	3-5 között	A kockázat monitorozása szükséges, elégséges a havi-kéthavi gyakoriság.
Közepes kockázat	6-11 között	A kockázat monitorozása szükséges, kétheti-havi gyakorisággal. A szükséges lépéseket a kockázat minimalizálására kell tenni.
Nagy kockázat	12-19 között	A kockázat folyamatos monitorozása szükséges, legalább heti gyakorisággal. Minden lehetséges lépést meg kell tenni a kockázat minimalizálására, elkerülésére, megszüntetésére. Konkrét intézkedések végrehajtása szükséges.
Kiemelkedően nagy kockázat	20-25 között	Azonnali beavatkozást igényel, a kockázat minimalizálása, elkerülése, megszüntetése érdekében. Szükség esetén intézkedési tervet kell készíteni a kockázat bekövetkezésének esetére. A kockázatról a projekt vezetőségét tájékoztatni szükséges.

37. ábra: Kockázat értékelés és kezelés táblázata

A kockázatelemzés során a projekt megkezdésekor szükséges 3 lépés közül jelenleg csak

- az első lépés, a kockázati tényezők azonosítása, valamint
- a második lépés, a kockázati tényezők értékelése

kerül elvégzésre. Jelen koncepciónak nem feladata a kockázatkezelési akciók, intézkedési tervek elkészítése, azok a Pilot Akció megkezdésekor lesznek aktuálisak, miután a lenti kockázatelemzési lépések újragondolása és újraértékelése megtörtént.

11.2. Elektromos autóbuszok rendszerbe állításának kockázatelemzése

S.sz.	Kulcskérdés leírása	Jelentőség (1-5)	Teljesülési fok (1-5)	Minősítés
1.	A járműbeszerzéshez szükséges források a megrendelő rendelkezésére állnak.	5	3	15 Nagy kockázat
2.	A megrendelő / közszolgáltató rendelkezik részletes megvalósíthatósági tanulmánnyal ez elektromos autóbuszok megalapozásához.	5	5	25 Kiemelkedően nagy kockázat
3.	A közszolgáltató kész együttműködni a pilot akció ezen részének végrehajtásában.	5	1	5 Kis kockázat

38. ábra: Elektromos autóbuszok üzembe állításának kockázat értékelése

- 5 = kiemelkedően jelentős,
 - 4 = jelentős,
 - 3 = közepesen fontos,
 - 2 = kisebb jelentőségű,
 - 1 = nincs jelentősége.
-
- 5 = kiemelkedő mértékben hiányzik a feltétel.
 - 4 = nagymértékben hiányzik a feltétel,
 - 3 = közepes mértékben hiányzik a feltétel,
 - 2 = kisebb mértékben hiányzik a feltétel,
 - 1 = a feltétel gyakorlatilag teljesül

11.3. Igényvezérelt közlekedési rendszer megvalósításának kockázatelemzése

S.sz.	Kulcskérdés leírása	Jelentőség (1-5)	Teljesülési fok (1-5)	Minősítés
1.	Az igényvezérelt közlekedési rendszer megvalósításához szükséges források a megrendelő rendelkezésére állnak.	5	3	15 Nagy kockázat
2.	Az igényvezérelt közlekedési rendszer pilot akció megvalósításához szükséges források egyensúlyban vannak a várható eredménnyel.	4	4	16 Nagy kockázat

S.sz.	Kulcskérdés leírása	Jelentőség (1-5)	Teljesülési fok (1-5)	Minősítés
3.	A felhasználók / utasok nyitottak az újszerű megoldások napi használatára.	4	3	12 Nagy kockázat
4.	A rendszer kiberbiztonsága szavatolható.	5	2	10 Közepes kockázat
5.	Felhasználók edukációja eredményesen végrehajtható.	4	4	16 Nagy kockázat

39. ábra: Az igényvezérelt közlekedési rendszer bevezetésének kockázat értékelése

- 5 = kiemelkedően jelentős,
 - 4 = jelentős,
 - 3 = közepesen fontos,
 - 2 = kisebb jelentőségű,
 - 1 = nincs jelentősége.
-
- 5 = kiemelkedő mértékben hiányzik a feltétel.
 - 4 = nagymértékben hiányzik a feltétel,
 - 3 = közepes mértékben hiányzik a feltétel,
 - 2 = kisebb mértékben hiányzik a feltétel,
 - 1 = a feltétel gyakorlatilag teljesül



12. Mellékletek

12.1. A megvizsgált autóbusszok technológiák részletes összehasonlítása²⁵

Table with 12 columns: Csoport, Technológia, Technológiakód, Leírás, Működési elv, Hírelvezetés, Alkalmazott komponensek, Jár, Alkalmazás, Meghajtó komponensek, Főbb előnyök, Főbb hátrányok, Jellemzők. Rows include: Busz & Alulbusz, Hosszú távú buszok, Hosszú távú megállóbusz, Hosszú távú megállóbusz.

²⁵ Forrás: <https://civitas.eu/content/civitas-szakpolitikai-%C3%B6sszefoglal%C3%B3-az-alternat%C3%ADv-%C3%BCzanyag-gal-hajtott-buszokr%C3%B3l>