



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
KÖZLEKEDÉSÜZEMI TANSZÉK

Azonosító szám: KÜ/VK-2010/18

DIPLOMATERV FELADAT

Kilián Zsolt mérnökjelölt részére

Témakör: közúti közlekedés

Cím: Nem motorizált forgalom felvétele automata eszközökkel Budapesten

A feladat részletezése:

1. A nem motorizált mobilitási módok helyzete, tendenciái, hazai és nemzetközi kitekintés, integráció, szerepük a közlekedési rendszerben.
2. A nem motorizált forgalom lehetséges számlálási módjainak bemutatása, a magyarországi alkalmazhatóság vizsgálata. Az eddigi magyarországi / budapesti mérések értékelése.
3. A lehetséges mérési technológia és módszertan bemutatása néhány példán keresztül. Esettanulmány, automata kerékpáros forgalomszámláló tapasztalatai, és vizsgálati eredmények, 3 hónapnyi adatsor elemzése.
4. Javaslatétel Budapest hosszútávú kerékpáros forgalom elemzési módszertanára, és rendszerbe illesztésére

Témavezető (egyetemi konzulens): dr. Mészáros Péter egyetemi adjunktus,
dr. Juhász János egyetemi adjunktus

Az ipari (külső) konzulens: Bencze-Kovács Virág, műszaki tanácsadó
Magyar Kerékpáros Klub,

Zárávizsga tantárgyak: Forgalomtechnika
Közlekedési automatika
Közlekedési informatika

A diplomaterv beadásának határideje: **2010. december 10.**

A zárógyakorlat helye: Magyar Kerékpáros Klub,

A zárógyakorlat időtartama: 2010. szeptember 6.- október 29.

Budapest, 2010. szeptember 1.

Dr. Tóth János
egyetemi docens, tanszékvezető

DIPLOMATERV KÉSZÍTÉS

Az ipari konzulens rövid (két-három mondatos) értékelése a hallgató zárógyakorlat alatt végzett tevékenységéről:

dátum az ipari konzulens aláírása

A Diplomaterv készítés tantárgy aláírását a hallgató megszerezte, nem szerezte meg.*

dátum a témavezető aláírása

A DIPLOMATERV MINŐSÍTÉSE

Az ipari konzulens véleménye a diplomatervről:
a diplomaterv beadható, nem adható be*

dátum az ipari konzulens aláírása

A témavezető véleménye a diplomatervről:
a diplomaterv bírálatra bocsátható, nem bocsátható bírálatra*

dátum a témavezető aláírása

A bíráló neve, beosztása:
munkahelye:

A bíráló által javasolt jegy:

dátum a bíráló aláírása

A témavezető által javasolt jegy:

dátum a témavezető aláírása

A Záróvizsga Bizottság (ZVB) által megállapított jegy:

dátum a ZVB elnökének aláírása

* a megfelelő szöveg aláhúzendő!



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedésmérnöki Kar
Közlekedésüzemi Tanszék

DIPLOMATERV

Tartalomjegyzék

1.	Előszó.....	5
2.	A nem motorizált forgalom.....	6
2.1.	Meghatározás, általános és speciális jellemzői.....	6
2.2.	Helyzetelemzés	10
2.3.	Hazai fejlesztések	10
2.4.	Külföldi példák a nem motorizált forgalom mérésére	12
2.4.1.	Koppenhága	12
2.4.2.	Bécs.....	14
2.4.3.	Dublin	17
2.4.4.	Barcelona	18
2.4.5.	USA	19
2.5.	Integráció	21
3.	A nem motorizált forgalom lehetséges számlálási módjainak bemutatása.....	23
3.1.	Manuális mérések	25
3.2.	Automata mérőeszközök.....	27
3.2.1.	Infradetektorok.....	27
3.2.2.	Lézeres megfigyelő eszközök.....	29
3.2.3.	Induktív hurokdetektorok	31
3.2.4.	Ultrahangos és mikrohullámú detektorok.....	35
3.2.5.	Pneumatikus (tömlős) eszközök	36
3.2.6.	RFID rendszerek	37
3.2.7.	Video detektorok, kamerás megfigyelő rendszerek.....	38
3.2.8.	Rezgésetektorok.....	40
3.3.	A magyarországi alkalmazhatóság vizsgálata	41
4.	Az eddigi budapesti mérések értékelése	45
4.1.	Metróber Tervező és Tanácsadó Kft.....	46
4.2.	BKV – Transman	47
4.3.	Magyar Kerékpárosklub	50
4.4.	Közösségi forgalomszámlálás.....	52
5.	A nem motorizált forgalom mérésének szükségessége és lehetőségei	54
6.	Esettanulmány: Budapest, Múzeum körút.....	56
6.1.	Az automata kerékpáros forgalomszámláló műszaki bemutatása	56
6.2.	Az üzemeltetési tapasztalatok összefoglalása.....	57
6.3.	A forgalmi adatok vizsgálata	58
7.	Javaslattétel Budapest hosszú távú kerékpáros forgalomfelvételére	65
8.	Irodalomjegyzék	70
9.	Mellékletek	72
9.1.	1. sz. melléklet: A diplomatervezés során használt kérdőív és mérőlapok.....	73
9.2.	2. sz. melléklet: A 2006. év végéig történt kerékpáros forgalomszámlálások helyszínei	77
9.3.	3. sz. melléklet: Kerékpárforgalom 12 órás megfigyelése Budapesten.....	78
9.4.	4. sz. melléklet: A közösségi forgalomszámlálás grafikus ábrázolása	81
9.5.	5. számú melléklet: A napi forgalomlefolys összehasonlítása az év különböző időszakaiban.....	82
9.6.	6. sz. melléklet: A Múzeum körút kerékpárforgalma	83
9.7.	7. sz. melléklet: A javasolt mérőpontok	88

1. Előszó

Napjainkban egyre többet foglalkozunk a fenntartható fejlődéssel, a környezetvédelemmel, a közlekedési problémákkal, valamint az élhető város gondolatával, a helyi adottságok engedte megvalósíthatóság kérdésével. Az elmúlt húsz esztendőben Budapest jelentős változásokon ment keresztül gazdasági, demográfiai, városszerkezeti és közlekedési szempontból egyaránt. Ennek okai és következményei nem képezik a diplomaterv szerves részét.

A nem motorizált forgalom szerepe a magyarországi közlekedéspolitikában akár kiemelten fontosnak is nevezhető, azonban ez legfeljebb dokumentumokban és nyilatkozatokban jelenik meg.

A közúti közlekedésben mindenkinek joga van részt venni, a gyalogosokat és kerékpárosokat is beleértve. Mindennapi közlekedési kultúránkat viszont a tiltás és az érdektelenség jellemzi sajnos, gondolok itt a Thököly út kerékpársávjára, a Bajcsy-Zsilinszky gyalog- és kerékpárútjára, a Műegyetem környékére, a Margit híd felújítására, illetve a kerékpáros infrastruktúra lepusztultságára.

Az egyre erősödő civil mozgalmaknak és azok növekvő érdekérvényesítő képességüknek köszönhetően ez szerencsére változni látszik. Általános politikai elkötelezettségről még sajnos nem beszélhetünk, de a kerékpárosok számának robbanásszerű növekedése ezen könnyen változtathat.

2. A nem motorizált forgalom

2.1. Meghatározás, általános és speciális jellemzői

A nem motorizált forgalom magába foglalja a személy- és áruforgalom minden olyan módját, melyet nem elektromos- vagy belsőégésű motor segítségével végeznek. A nem motorizált forgalom leggyakoribb nagyvárosi formái a gyaloglás és a kerékpározás. Ezek legfontosabb előnyei, hogy szinte mindenki számára elérhető, környezetbarát, elősegíti az egészséges életmódot, ráadásul olcsó is.

A kerékpár esetén három fő megkülönböztető alaptulajdonságot lehet azonosítani a motorizált közlekedési módokhoz képest, melyek a következők:

1. Nyitott szerkezet: Nincs védőfelület a kerékpáros és a környezete között, így a biciklis minden irányból ki van téve a közvetlen (erő)hatásoknak.
2. Kis méret: A kerékpár minden dimenzióban kisebb kiterjedésű, mint a motorizált közlekedési eszközök.
3. Emberi erő hajtja: A biciklis szolgáltatja az energiát, nem az üzemanyag. [1]

Az 1. táblázat foglalja össze a kerékpározás egyéni „objektív” hatásait, illetve ezek megítélését Budapesten és Hollandiában.

1. Táblázat

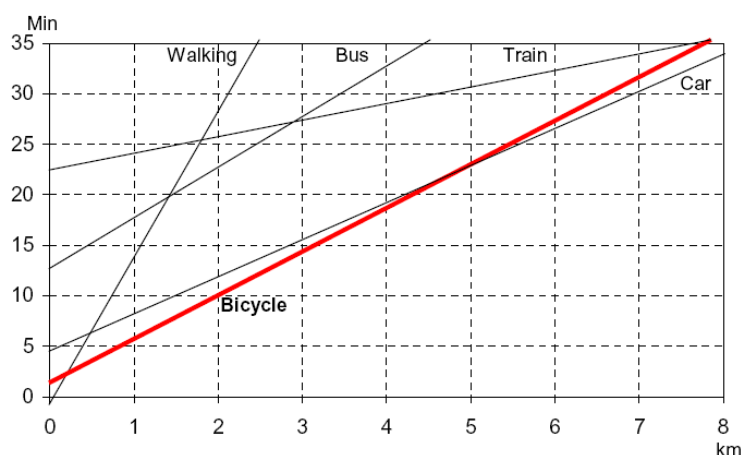
Egyéni hatások biciklihasználat révén

forrás: Németh Ders: *Biciklivel Budapest* (2007)

Hatás	Befolyásoló alaptulajdonság	Hatás becslése	Fontosság (%) Budapest	Fontosság (sorrend) Hollandia
1. Olcsóság	2,3	+++	18,7 %	2.
2. Stressz-szint	1,2,3	++	-	5.
3. Gyors/kiszámítható	2	++ / -	22,8 %	4.
4. Testmozgás	3	++ / -	10,7 %	10.
5. Kitéve az időjárásnak	1	-- / +	-	-
6. Kényelem (hiánya)	3	-	17,4 %	1.
7. Biciklilopás	1,2,3	-	-	-
8. Baleset/biztonság	1,2	-	20,2 %	-
9. Presztízs	1,2,3	-	-	-
+1. Környezetre hatás	3	+	10,1 %	8.

A táblázat szorosan összefügg a kerékpározás fent említett három alaptulajdonságával.

A felhasználók visszajelzése alapján, Budapesten a bicikli biztosította gyors és kiszámítható eljutás az, ami igazi versenyelőnyt jelent a kerékpározás számára. Az egyes közlekedési módokat hasonlítja össze az 1. ábra, mely a városi környezetben megtett távolságot szemlélteti az eljutási idő függvényében. Az ábrán látható, hogy az 5 km alatti távolságok esetén a kerékpár a gépjárművel közel azonos eljutási időt biztosít, ami különösen fontos szempont, ha figyelembe vesszük a tényt, hogy Budapesten az utazások átlagos távolsága 8 km [2].

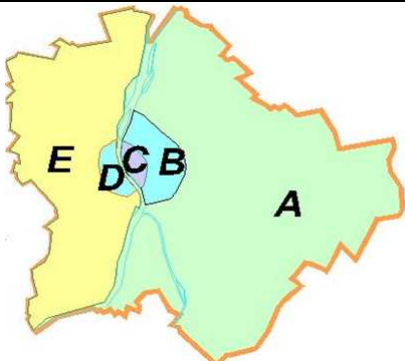


1. ábra Az utazási idő a távolság függvényében különböző közlekedési módok esetén
forrás: http://www.austroads.com.au/images/boc_time.gif

Mivel az 1. ábra egy külföldi tanulmányban jelent meg, ezért jogosan feltételezhetnénk, hogy a magyarországi (viszonylag) alacsony motorizációs szint esetén a személygépkocsi sebessége ennél kedvezőbb lehet. A COWI Magyarország Tervező és Tanácsadó Kft. munkatársai 1998-2003 között folyamatosan vizsgálták a budapesti gépjárműforgalom csúcsórai sebességét. A város különböző körzeteiben mért évenkénti átlagsebességet a 2. táblázat mutatja be. Ez alapján megállapítható, hogy Pesten a Nagykörúton belül 5 év alatt közel 40%-kal csökkent a délelőtti és délutáni csúcsórai átlagsebesség. Sajnos a COWI Kft. nem készített felmérést az utóbbi években, de az Európai Bizottság adatai szerint tovább folytatódott a közlekedés lassulása, és 2005-ben már csak 22,3 kilométer/órával haladtak a gépkocsik. A BKV adatai szintén a forgalom lassulását tükrözik, az autóbuszok átlagos sebessége az 1994. évi 17,2 kilométer/óráról 15,2-re csökkent 2005-re. Különösen nagymértékű volt az autóbuszok sebességcsökkenése 2005-ben, egyetlen év alatt csaknem 1 kilométer/órás (5 százalékos) volt a lassulás. [3] A budapesti átlagos sebességértékek tehát tényleg mutatnak némi eltérést, de a trend további lassulást prognosztizál. Ennek megfelelően az 1. ábrán szemléltetett eljutási időket a belső városrészekben érvényesnek tekinthetjük.

2. Táblázat

A budapesti személygépjárművek átlagos sebességei az egyes városrészekben
forrás: COWI Magyarország Tervező és Tanácsadó Kft.

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Változás (1998-2003, %)
szektor	dél előtt						
A	39	35	31,5	33	28,9	29,8	-24 %
B	30,8	26,8	26	25,8	23,2	25	-19 %
C	26,2	24,7	22,1	22,7	17,1	16,3	-38 %
D	27,9	23,1	19,9	20,4	18	20,3	-27 %
E	44,6	37,1	35,3	34,2	33,7	32,6	-27%
	dél után						
A	40,9	36,1	33,2	34	32,8	32,9	-20 %
B	30,3	23,8	22,3	22	21	22	-27 %
C	21,9	16,4	16,5	13,5	15,3	12,8	-42%
D	26,6	20,6	19,6	20,2	15,9	18,3	-31 %
E	42,6	37,7	37,1	36,4	36,7	33,1	-22 %
Az egyes szektorok meghatározása							
A	Pesten, a városhatár és a Hungária út között						
B	Pesten, a Hungária körúton belül a Nagykörútig						
C	Pesten, a Nagykörúton belül						
D	Budán, a Budai körúton belül						
E	Budán, a városhatár és a Budai körút között						

A Biztonságkutató Mérnöki Iroda saját kezdeményezésére mérés-sorozatot kezdett a kerékpárosok sebesség-megválasztását befolyásoló tényezők felmérésére és a kerékpárosok sebesség-érzetének megállapítására. [4] A megfigyelések szerint a fővárosi és vidéki (3 budapesti és 6 békéscsabai mérőpontról származnak az adatok) kerékpározási szokások korcsoportonként jelentősen eltérnek. A budapesti átlagsebességeket a 3. táblázat tartalmazza.

3. Táblázat

A budapesti kerékpárosok átlagsebességei
forrás: Jankó Domokos – Szőke Bálint: Kerékpárosok sebességének mérése (2010)

	átlagsebesség		legnagyobb mért sebesség	sisakviselési arány
	férfi kerékpáros	női kerékpáros		
Árpád híd hétköznapi: (hétvégén:)	20,8 km/h (17,0 km/h)	18,1 km/h (15,5 km/h)	28 km/h	48% (12%)
Bem rakpart	21,5 km/h	19,0 km/h	36 km/h	31%
Széchenyi rakpart	23,0 km/h	19,5 km/h	30 km/h	33%

Láthatjuk, hogy a sebességeket tekintve a kerékpáros inkább a gépjárműre hasonlít. Egyes megítélések szerint azonban a gépjárművezetők általában nem járműnek, hanem inkább „kétkerekű” gyalogosnak érzékeli a kerékpárost és eszerint is viselkednek velük szemben. [5]

Definíció szerint a kerékpár közlekedési eszköz, amely a jól szervezett kerékpárforgalmi hálózatok és a körültekintően megválasztott kerékpárforgalmi létesítmények segítségével – a települési-táji adottságoktól függően – jelentős mértékben vehet részt a közlekedési munkamegosztásban. Illetve „olyan, legalább kétkerekű jármű, amelyet emberi erő hajt, és ezt legfeljebb 300 W teljesítményű motor segíti”. [6]

Egy kerékpáros mozgási energiája kb. 31-szerese egy gyalogos mozgási energiájának. A kerékpárosok és a gyalogosok által közösen használt felületek konfliktusforrást jelentenek, sőt a gyalogosok számára a kerékpáros veszélyforrást jelent.

A nem motorizált forgalmat meg kell vizsgálni a parkolás, tárolás szempontjából is. Gyalogosok esetén a közösségi közlekedési csomópontokat tekinthetjük közterületi „tároló helynek” – jó esetben csak egészen rövid ideig. A kerékpárok helyigénye relatív kicsi, amit a 3. ábra is jól mutat. Teljes hossza kevesebb, mint 180cm, szélessége kevesebb, mint 70cm. Lánccal vagy lakattal a legkülönbözőbb műtárgyakhoz lehet lezárni, a kerékpárok számának emelkedésével azonban a parkolás hasonló problémákhoz vezethet, mint a gépjárművek esetén. A magyarországi kerékpártárolók kihasználtságáról illetve összes kapacitásáról nem találtam statisztikákat.

Hollandiában és Dániában már most is érdekes kérdéseket vet fel a kétkerekűek rövid és hosszú távú tárolása.



2. ábra - A gépjárművek és kerékpárok helyigényét szemlélteti ez a dán kerékpártároló
forrás: <http://www.cyclehoop.com>

2.2. Helyzetelemzés

Hosszú folyamat eredménye, hogy megjelent az Út 2-1.203 Útügyi Minőségi Előírás a kerékpárforgalmi létesítmények tervezéséről, amelynek célja, hogy a szakminisztérium – elsősorban a kerékpározásra alkalmas létesítmények fejlesztéséhez kiírt pályázatokhoz – olyan szakmai anyagot adjon a tervezőknek, az engedélyező hatóságoknak, az önkormányzatoknak és pályáztatóknak, valamint a kerékpáros civil szervezeteknek, amely a kerékpáros közlekedéssel kapcsolatos kérdésekre széles körű választ adjon. Ez a korszerű előírás csak az országos közutakra kötelező érvényű, az önkormányzati tulajdonú helyi közutak kezelői számára nem kötelező, hanem ajánlásul szolgál. Ennek oka, hogy e két útkategóriára nem terjed ki a minisztérium közútkezelői felügyeleti jogköre, ezért nincs lehetősége a műszaki specifikációk alkalmazását szerződésben előírni. [7]

Az Országos Területrendezési Terv összesen 27 kerékpárutat sorol fel, amely magába foglalja az Euro Velo 6. (Dunamente Kerékpárút) és 11. (Tiszamente Kerékpárút) nyomvonalait is, így csatlakozva a turisztikai előnyökkel kecsegtető európai kerékpáros gerinchálózatra. Az alsó- és felső Dunamenti kerékpárutak Budapesten kapcsolódnak össze, de innen indulnak ki a Kelet-magyarországi és a Délnyugat-magyarországi kerékpárutak is, tehát a térség legjelentősebb csomópontja.

A magyarországi összképről „lesújtó” véleményt nyilvánítottak az Európai Kerékpáros Túra résztvevői, akik 2010 nyarán tekertek a Duna forrásától Donaueschingentől Budapestig. Az 1300 kilométeres túra az Európai Bizottság magyar képviselőjén tartott kerekasztal-beszélgetéssel zárult. A rendezvény során a kerékpározók beszámoltak az út során szerzett tapasztalataikról. Több hozzászóló is kiemelte, hogy míg Németországban és Ausztriában a kerékpárutak kitűnő állapotban vannak és általában a Duna mellett haladnak, addig a magyar hálózat helyzete lesújtó. Elmondták, hogy a Duna melletti bicikliút magyar szakasza a legtöbb helyen gyakorlatilag használhatatlan. Az elvben kerékpárút hol a közúton halad, hol messze a parttól, illetve sokszor gyakorlatilag eltűnik, a városokban pedig követhetetlen.

„A külföldi résztvevők azt kérdezték a kerekasztal-beszélgetésen jelenlévő kevés magyartól, nem gondoljuk-e, hogy a kerékpárutak elhanyagolásával nem csak a hazai lakosokat fosztjuk meg a normális biciklizés lehetőségétől, de jelentős bevételtől is elveszítjük így az ország, hisz sok nyugati kerékpáros turista épp emiatt nem vállalkozik arra, hogy bejöjjön az országunkba. Másutt komoly bevételt jelent a vendéglátóhelyeknek, boltoknak, szállodáknak a nagyszámú kerékpáros turista. A nemzetközi csapat legmeglepőbb tapasztalata az volt, amikor egy magyar településen kritikusan közölték velük, hogy a városok közötti kerekedés nem része a magyar kultúrának.”[8]

Meg kell említeni a kerékpározás közlekedésbiztonsági helyzetét is. A KSH adatai alapján Magyarországon a kerékpáros balesetekben meghalt személyek száma 2001-2009 között 50%-kal csökkent, míg a sérülést szenvedők száma ez idő alatt alig változott.

2.3. Hazai fejlesztések

A nem motorizált forgalom helyzete Magyarországon az európai uniós átlaghoz viszonyítva elmaradott. Az Alföldön számtalan település büszkélkedhet ugyan kimagasló kerékpáros modal-splittel, ám ennek inkább történelmi hagyományai vannak. A felmérések azt mutatják, hogy míg Budapesten 15 év alatt a kerékpáros forgalom közel

ötszörösére nőtt, addig vidéken a kerékpárhasználat enyhén csökkenő tendenciát mutat. Hiányos és rossz minőségű, helyenként magas rizikófaktorú a kerékpárhálózat. Sokszor a közút vonzóbb felület a kerékpárosnak, mint egy önálló vezetésű gyalog- és kerékpárút. A szabályozás ugyanakkor egyre többször él a tiltás lehetőségével.

Összességében elmondható, hogy Budapest kerékpárforgalmi létesítményeinek hálózata európai összehasonlításban nem túl vonzó, mégis azt lehet látni, hogy (például Bécshez hasonlítva) a sokkal kisebb kiterjedésű és alacsonyabb minőségű kerékpárhálózatot évről évre egyre többen használják.

Érdekes, hogy míg Brüsszelben előbb kerékpáros barát infrastruktúrát építettek (hatalmas összegekért), addig Magyarországon az underground kultúra és a civil szervezetek tették „trendivé” és egyre elfogadottabbá a kerékpárt. A Critical Mass Budapest és a Magyar Kerékpárosklub megkerülhetetlen intézményekké nőttek ki magukat az évek során. Az általuk szervezett akciókban (Autómentes Nap, Bringázz a munkába, stb.) mára több tízezrek vesznek részt, ezért a tervező és döntéshozó hatóságoknál sikerrel lobbiznak olyan ügyek esetében, mint a Margit-híd és a Kiskörút felújítása, a KRESZ kerékpáros barát újításai, vagy a diplomaterv tárgyát képező automata kerékpár számláló elindítása.

Ezzel párhuzamosan megvalósult a Belváros szíve presztízspjekt első üteme, az átalakítás során jelentősen bővült a gyalogos- és kerékpáros létesítmények kínálata. Új padok, közösségi terek, kerékpártárolók, forgalomtechnikai átalakítások, útlezárások, ivócsapok és szökőkutak jelentek meg. Szükség is lesz ezekre a fővárosban, ha 2011 nyarán határidőre bevezetik a Községi Kerékpáros Közlekedési Rendszert, más néven Bubit. A tervek szerint 74 dokkoló állomásból álló rendszert építenek ki, 1011 db. igénybe vehető kerékpárral. Pesten 58, Budán 15, a Margitszigeten pedig egy állomás várja a tekerni vágyókat átlagosan 20 kerékpárral, egymástól megközelítőleg 500 méteres távolságban. Az állomások elhelyezkedését mutatja az 3. ábra.



3. ábra – A Bubi 74 dokkoló állomása Budapest városközpontjában
forrás: <http://biciklopedia.hu/bubi-budapesti-berbicikli-rendszer>

A projekt a belső városrészekben jelentős kerékpáros forgalomnövekedést generálhat. A bérbicikli rendszer – természetéből adódóan – magas informatikai színvonala lehetővé teszi, hogy a bérbicikkel történő utazásokat a központi szerveren egy adatbázisban eltárolják. Az így nyert adatokat később komplex értékelések készítésére lehet felhasználni.

A Budapest Közlekedési Rendszerének Fejlesztési Tervében az első két prioritás foglalkozik a nem motorizált forgalommal. Az 1-es prioritás a térszerkezet alakítása és a területhasználat szabályozása a mobilitási igények csökkentése, illetve a nem motorizált forgalom hatékony kielégítése érdekében, míg a 2-es prioritás a nem motorizált közlekedés feltételeinek javítása, a kerékpáros és gyalogos közlekedés feltételrendszerének fejlesztése. A prioritások sorszáma nem értéksorrendet, hanem egyfajta beavatkozási logikát tükröz. [9]

2.4. Külföldi példák a nem motorizált forgalom mérésére

A továbbiakban szeretném bemutatni, hogy más európai nagyvárosokban milyen szinten áll a nem motorizált forgalom helyzete, illetve a nem motorizált forgalmak mérésének már megvalósult eseteit.

2.4.1. Koppenhága

Koppenhágát szokás Európa kerékpáros fővárosaként is emlegetni. Nem véletlenül!

„CPH egy szimbólum. Ami onnan Budapestet érinti, azok a fent említett apróbb technikai megoldások (tolósín a lépcsőkön, zöldhullám, stb.).”

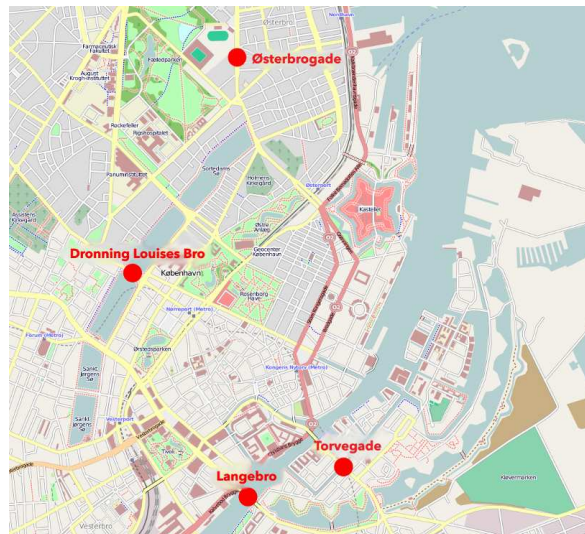
komment egy Koppenhágáról szóló cikkre – criticalmass.hu

A budapesti bérbicikli rendszerhez hasonlólt Koppenhágában is bevezették, annak működési elve azonban inkább a bevásárlókocsi használatára emlékeztet. A kölcsönözhető kerékpárok robosztusak és nehezen kezelhetőek, ezért a lopások és rongálások száma alacsony. A költséges informatikai háttérrel megspórolták a tervezők, a használatbavételhez csupán egy 20 koronás érmét (kb. 750 forint) kell a kormányba helyezni és már kezdhethetjük is szidni túlsúlyos drót szamarunkat. A bérbicikli tehát a világnak ezen a pontján inkább egy romantikus látványosság, mint sem a munkába járás valós alternatívája.

Az 4. ábrán látható Koppenhága belvárosa, piros pontokkal jelölve az állandó mérőhelyek elhelyezkedését. A négy megfigyelt keresztmetszet közül a Langebro és a Dronning Louises Bro hidakat, a Torvegade egy két híd közötti rövid útszakaszt, az Østerbrogade pedig egy a lakóövezet és zöldterület között húzódó összekötő utat jelenítenek. Mindegyik keresztmetszet átlagos kerékpárforgalma világszinten is kimagasló, a gépjárműforgalomhoz viszonyított arányuk pedig az infrastruktúrabeli szerepüktől is függ. [10]

- Dronning Louises Bro	14,400 autó	30,000+ kerékpáros
- Langebro	59,500 autó	30,200 kerékpáros
- Østerbrogade	25,000 autó	20,900 kerékpáros
- Torvegade	4,700 autó	20,600 kerékpáros

A Dronning Louises híd a világ talán legfrekvenciáltabb kerékpáros útvonala. Ezt egyrészt az átlagosan 30000-nél is több biciklis, másrészt az irányonkénti két-két sávós kerékpárútja is alátámasztja.



4. ábra – Állandó mérőpontok Koppenhága belvárosában

forrás: http://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Maps_of_Copenhagen

Az ismertett forgalmi adatok alapján összehasonlítható a kerékpárforgalom az összes forgalommal. Az említett mérési eredmények mellett néhány autópálya gépjárműforgalmát is közölték. Ezek a következők:

- Észak Jutland autópálya Brønderslev és Hjørring között: 11,000 gépjármű/nap
- Limfjords Tunnel: 57,600 gépjármű/nap
- Storebælt Bridge: 25,400 gépjármű/nap

A mérőegységet az 5. ábrán lehet látni működés közben. 2009. május 1-jén állították üzembe és a pontos időn és hőmérsékleten kívül a napi kerékpárforgalmat mutatja meg, valamint a 2009. május 1. óta elhaladt összes megszámlolt kerékpárost. A berendezés érdekessége, hogy a kijelző mellett egy pumpa is található, mely praktikus kiegészítő a biciklisek számára. A buszmegállóra emlékeztető megjelenés egyúttal kiváló kommunikációs eszköz a közlekedés minden résztvevője felé.



5. ábra – A koppenhágai kerékpáros „totem” számláló

forrás: http://photobucket.com/image/bikecountcopenhagen/bicycle/madsberga38_1.jpg

Koppenhága ennél is tovább kívánja fejleszteni már meglévő kerékpárút hálózatát. Az elképzelés szerint a 13 kerékpáros „szupersztráda” az elővárosokig kinyúlva ösztönözné az ingázókat a nagyobb arányú kerékpárhasználatra. Jelenleg a városközpont lakóinak 55%-a pattan naponta nyeregbe, míg a külsőbb kerületekben ez az arány „csupán” 37%. A város egy komplex elképzelés részeként kezeli csupán a kerékpárutak bővítését és fejlesztését. A hálózatfejlesztéssel a külsőbb kerületekből és elővárosokból közel 100.000 ember számára – akik a városközponttól 4-15 km távolságra laknak – kívánják felgyorsítani és egyszerűsíteni a napi utazásaikat. Az említett területeken a kerékpár csupán a 15%-át adja a modal splitnek, a maradék 85% autóval, busszal és kötött pályás közlekedési módok használatával utaznak. Az infrastruktúra átalakításának alapelve, hogy az utazás annál gyorsabb, minél kevesebb megállásra kényszerítik az utazóközönseget, legyen szó gépjárművezetőkről, villamosokról, kerékpárosokról vagy akár gyalogosokról. A fejlesztés a rendelkezésre álló infrastruktúrát figyelembe véve valósul meg, olyan attraktív „szolgáltatások” bevezetésével, mint az egyenletes, sima, az év 4 évszakában tisztított útfelület biztosítása, a lehető legésszerűbb vonalvezetés, az egységes látványelemek használata (útjelző táblák, homogén felfestéssel egyértelműsíteni a kerékpárosok helyét a nagyobb kereszteződésekben), a kerékpársávok mentén létesülő szerviz pontok sűrített levegővel, vízzel, helyben használható szerszámokkal. Az utazósebesség növelése érdekében a sztrádák olyan szélesek lesznek, hogy az előzést és az egymás mellett csevegős tekerést is biztosítani tudják, ezen kívül a kereszteződésekben gyors és biztonságos legyen az átkelés. A jelzőlámpás csomópontokat 20 km/h sebességű zöldhullámokra hangolják át, ahogy ez három jelenlegi útvonalon már működik is.

A teljes beruházás költségvetése nagyjából 250 millió dán korona (10 milliárd forint). Azonban a teljesen szeparált kerékpárutak építése egy másik tervváltozat szerint 1-1,5 milliárd dán koronát (40-60 milliárd forint) emésztett volna fel. A dánok másik fellegetése, Aarhus is hasonló fejlesztést tervez megvalósítani.

2.4.2. Bécs

Bécs városvezetése 2003-ban mutatta be új közlekedési rendszertervét (Vienna Transport Master Plan). Ennek egyik célkitűzése volt, hogy a kerékpáros közlekedés

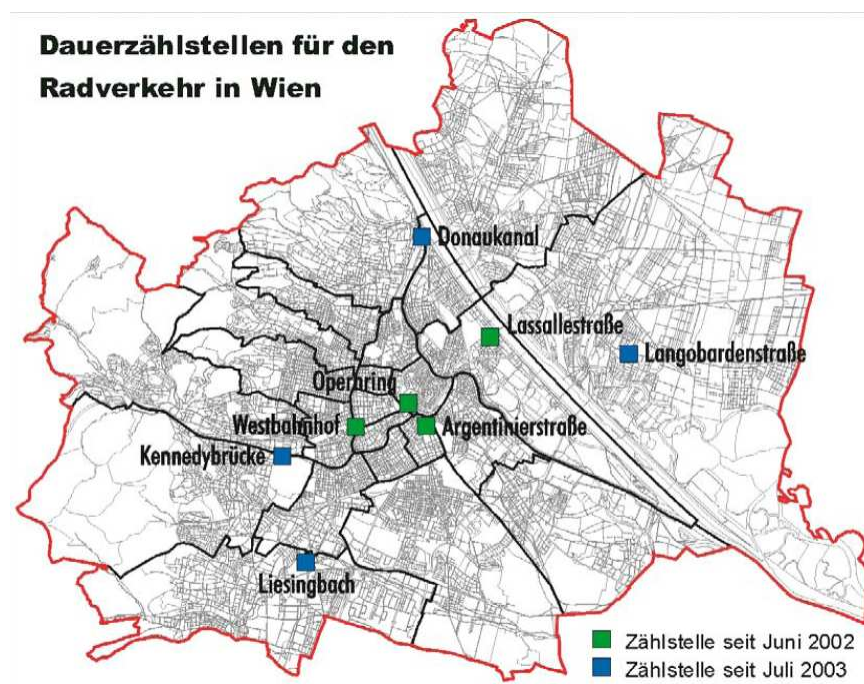
2020-ra a modal split 8%-át adja. A tervezet több intézkedést is megfogalmazott, hogy az elérje céljait. Ilyenek a kerékpáros infrastruktúra fejlesztése, a kerékpározás népszerűsítése, valamint a balesetek számának csökkentése.

Már az előzetes felmérések kezdetekor nyilvánvalóvá vált, hogy a kerékpárforgalmi statisztikák készítésének eszközeit mielőbb fejleszteni szükséges. Ezek a forgalmi adatok segítik ugyanis az érvelést a kerékpárhálózat fejlesztése mellett vagy ellen. Ennek érdekében Bécs egy átfogó felmérésbe kezdett 2002-ben, az alábbi célokkal:

- kerékpárhasználat folyamatos nyomon követése,
- a kerékpárosok szokásainak vizsgálata,
- a kerékpár elutasítottságának vizsgálata,
- a kerékpáros forgalmat befolyásoló tényezők azonosítása,
- a kerékpározás népszerűsítésének PR kampányaihoz statisztikai háttérinformációt szolgáltatni.

Szerte a városban 50 mérőhelyen végeznek kézi számolásokat, évente 3 alkalommal 3 éves rotációs rendszerben. Ezen felül a kerékpárút hálózat 8 pontján automata mérőállomást helyeztek üzembe, melyek az év minden napján, azonnal elérhető számadatokat szolgáltatnak. Az automaták elhelyezkedését a 6. ábra mutatja be. A mérőeszköz működési elvét tekintve egy ultrahangos mozgásérzékelő, amely az adott mérési keresztmetszetben elhaladó mozgó tárgyakat azok sebessége alapján kategorizálja, így szűrve ki a gyalogosokat.

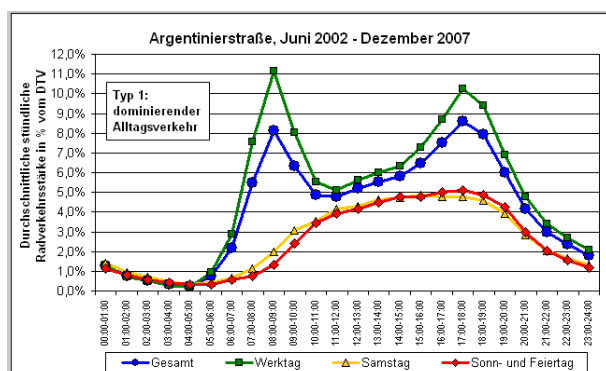
A bemutatott mérési módszerek segítségével csak számszerűsítik a kerékpáros forgalmat. Ezen felül személyes interjúkat és felméréseket is végeznek minden évben a mért keresztmetszetekben, hogy a kerékpáros szokásjellemzőket nyomon követhessék a szakemberek és döntéshozók.



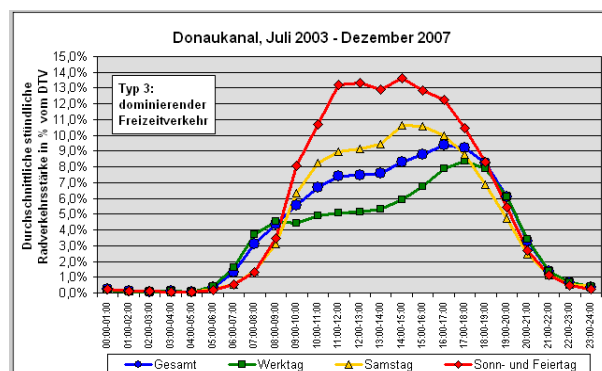
6. ábra - A bécsi automata mérőpontok elhelyezkedése
forrás: Berger, Thomas: Velo Monitoring Vienna (2004)

Lényeges különbség a budapesti és a bécsi kerékpárhálózat között, hogy az osztrákok hatszor hosszabb és – ami talán ennél is fontosabb, hogy – összefüggő infrastruktúrával rendelkeznek. A rendelkezésre álló hálózat mennyiségének és minőségének függvényében is érdemes megvizsgálni a városok biciklis közlekedését. Ennek érdekében az itt következő grafikonok (7-9. ábrák) két – jellegét tekintve különböző – mérőhely forgalmi jellemzőit mutatják be.

A baloldali oszlop az Argentinier Strasse, míg a jobboldali oszlop a Duna menti kerékpárút jellemző forgalmi adatait mutatja be. [11]

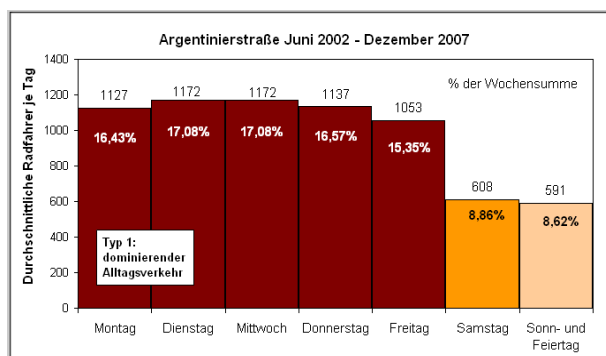


7.a. ábra

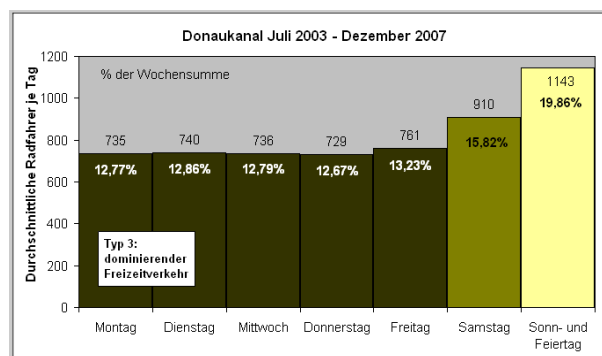


7.b. ábra

A forgalom napi lefolyása munka- és pihenőnapokon, (a diagram a napi összes forgalomhoz viszonyítja az egyes órák arányát)

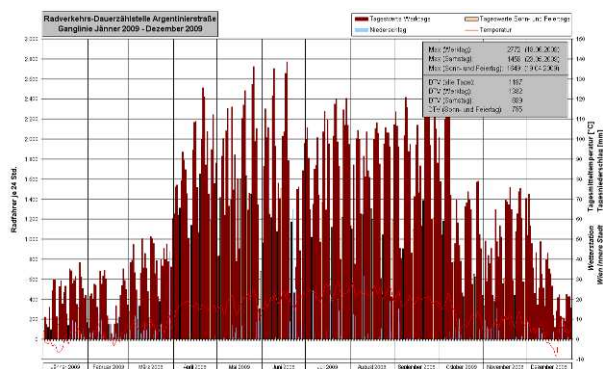


8.a. ábra

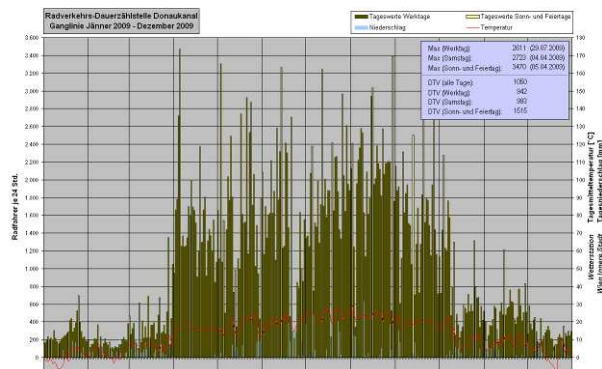


8.b. ábra

A forgalom heti eloszlása, (2002 – 2007 közötti átlag)



9.a. ábra



9.b. ábra

A forgalom éves lefolyása meteorológiai adatokkal, (külön tengelyen ábrázolva a hőmérsékletet és a csapadék mértékét)

2.4.3. Dublin

Az írországi Dublin az elővárosaival együtt közel egymillió embernek az otthona, ráadásul a világ egyik legfiatalabb városa a lakosság életkorát tekintve. Minden második város lakó 25 éven aluli. Ennek megfelelően pezseg az oktatás, a kultúra, az éjszakai élet és nem utolsósorban a kerékpáros élet is.

Dublinban 2011 januárjában helyezték üzembe az első kerékpárszámlálót. A berendezés fejlesztése, gyártása, telepítése közel 20.000 eurós (kb. 5,4 millió forint) kiadást jelentett. A költségek jelentős részét a gyártás tette ki, a beszállítónak az Elmore Groupot választották. A számláló egységet az ír Nemzeti Közlekedési Hatóság (National Transport Authority) finanszírozta. A hatóság ezzel párhuzamosan felkért egy tanácsadó céget arra a feladatra, hogy a városban több különböző technológiát is kipróbálva kidolgozzák az írországi kerékpárforgalom felvételének módszertanát.

Maga a számláló berendezés műszakilag megegyezik a budapestivel. Egy indukzív hurokdetektor csatlakozik egy kijelző egységhez, ami a napi illetve az éves összes megszámolt kerékpárost mutatja a helyszínen. Az adatok kiolvasása interneten keresztül is megoldható. A számlálót és a hozzá tartozó totemoszlopot (ami a vezérlő elektronikát és a kijelző egységet rejt magába) a University College Dublin mellett állították fel. Az illetékesek nyilatkozata alapján a cél egyrészt a forgalom nagyságának nyomon követése, másrészt a kommunikáció, a kerékpározás népszerűsítése az egyetemisták és a város lakók körében.

A telepítés érdekessége, hogy a közút mellett vezetett szeparált kerékpárút alatt helyezték el az indukzív hurkot, ugyanakkor a bringások egy része a párhuzamos buszsávban teker – az ír szabályozás szerint teljesen legálisan. A szakemberek ezért kézi számolásokat rendszeresítenének a mérési keresztmetszetben, hogy ne csak a kerékpárút használatáról legyen pontos ismeretük, illetve visszajelzést kapjanak a kerékpáros infrastruktúra attraktivitásáról is.

Pontos mérési eredményeket még nem tettek közzé. A hivatalos tájékoztatás szerint a munkanapok átlagos kerékpárforgalma 500 kerékpáros/nap, egy irányba és csak a kerékpárút keresztmetszetében vizsgálva. Az év első két hónapjában összesen mintegy 17.000 bringást számoltak. [13]

2.4.4. Barcelona

A katalán főváros Barcelona igazi turistacélpont az év minden napján. A városépítészetileg is izgalmas metropolisz közlekedési hálózatának 80-as és 90-es évekbeli fejlesztései látványos javulást eredményeztek a város élhetőségének szempontjából. Az 1992. évi Olimpiai játékok idején még csak a közösségi közlekedésre és a közúthálózatra fordítottak kiemelt figyelmet. Ez a várost elkerülő és keresztbe szelő alagútrendszer, a metró és vasúthálózat bővítése illetve kisebb nagyobb területrendezések jellemezték. Az 1991-ben még 10 km-nél rövidebb kerékpárút hálózat mára megközelíti a 150 km-t, de ami ennél is fontosabb, hogy a nem motorizált forgalmat a közlekedési rendszer szerves részeként kezelik. Európa egyik mintaprojektje pedig épp a Bici, azaz a – Budapesten Bubinak elnevezett és 2011 nyarán induló – barcelonai kerékpáros közösségi közlekedési rendszer (KKKR).

A Barcelona Városháza (Ajuntament de Barcelona) évekre visszamenően publikálja a város és a régió közlekedésével kapcsolatos fontosabb adatokat a város Mobilitási Riportjában. Többek között a város demográfiájának változását, a közlekedési hálózat elemeinek statisztikáit, utazási szokások elemzését, forgalmi adatokat, baleseti kimutatásokat, a levegő átlagos szennyezettségét ismerteti.

A következő táblázat bemutatja a gépjármű, a közösségi közlekedés, valamint a nem motorizált forgalom részesedését az összes, városhatárt át nem lépő utazásokból.

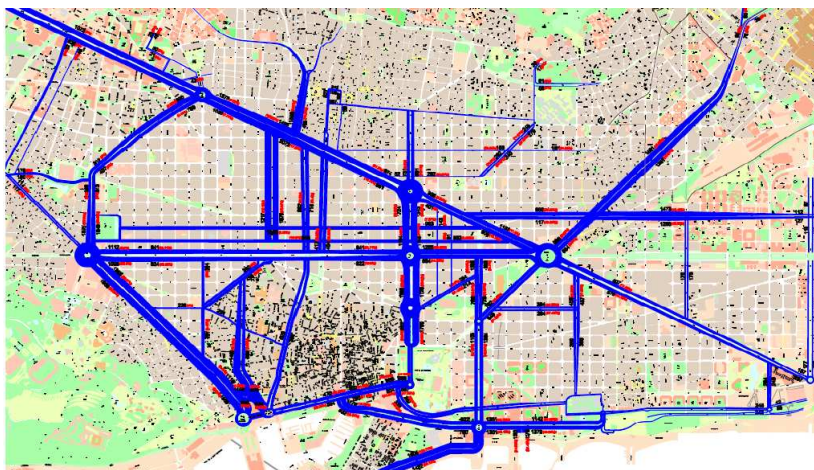
4. Táblázat

A Barcelona városhatáron belüli napi utazások számának változása közlekedési módonként (az adatok ezer utasban vannak kifejezve)

forrás: Dades Basiques 2006 és 2009, Direcció de Serveis de Mobilitat, DOyMO

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	'03/'09
Közösségi közlekedés	1.364	1.405	1.420	1.694	1.736	1.712	1.680	+23%
Gépjármű-használat	1.067	1.104	1.122	926	948	931	907	-15%
Gyalog és kerékpárral	2.084	2.139	2.151	2.193	2.211	2.226	2.246	+8%
Összesen	4.515	4.648	4.693	4.813	4.896	4.869	4.833	+7%

A mobilitási jelentésben a kerékpárforgalom térképi ábrázolását (10. ábra) is bemutatják. A késsel jelzett kerékpáros útvonalak vastagsága a növekvő forgalommal arányosan változik. Jól látható, hogy az egyes szakaszok összefüggő hálózatot alkotnak, a közrefogott területek (mint a Gótikus negyed, a Kiegészítés, az olimpiai falu környéke) egy részén a gépjárműforgalom ki van tiltva, egy része forgalomcsillapított, az utcák nagy részén a forgalom egy irányú.



10. ábra - Barcelona kerékpáros infrastruktúrájának kihasználtsága 2007-ben

forrás: <http://w3.bcn.es/fitxers/mobilitat/dadesbasiques2007.502.pdf> (59. dia)

A kerékpárforgalmi létesítmények iránti növekvő igény tetten érhető a kerékpártárolók elterjedésének ütemén is. A következő táblázat bemutatja a 2003-2009 közötti időszak fejlődését.

5. Táblázat

Kerékpártárolók számának változása Barcelonában, 2003-2009

forrás: Dades Basiques 2006 és 2009, Direcció de Serveis de Mobilitat, DOyMO

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
kerékpártárolók száma közterületen	3.796	4.216	4.522	7.696	14.696	16.450	20.402
felszín alatti kerékpártárolók száma	595	705	1.062	874	1.079	1.052	922

Míg a parkolóházakban található tároló helyek száma hat év alatt 50%-kal bővült, addig a felszíni (közterületi) kerékpártárolás kapacitása több mint ötszörösére emelkedett.

Emellett érdemes még a helyi közbringát, a Bicit megemlíteni. 2008-ban a rendszerben 181.962 felhasználót tartottak nyilván, akik összesen 12.307.828 utazást valósítottak meg a 6.000 speciálisan kialakított kerékpárral, 390 kerékpárdokkoló állomás között. Egy évvel később, 2009-ben a dokkoló állomások száma 419-re, a felhasználók száma pedig 182.062-re emelkedett, a Bicivel történő utazások száma azonban 10.769.256-ra csökkent. Érdekes azonban, hogy a Bici honlapjának látogatottsága 2009-ben 44%-kal növekedett, 1.757.984-ről 2.533.791-re (átlagosan 7.000 látogató naponta). [13]

A városban mellel 70 hektárnyi közterület van gyalogos zónaként nyilvántartva.

2.4.5. USA

Az Amerikai Egyesült Államokban az Alta Planning + Design cég 2004-ben hívta életre a Nemzeti Gyalogos- és Kerékpáros Forgalomfelvételi Projektet (National Bike and Pedestrian Documentation Project), melyet később az ITE Kerékpáros és Gyalogos Tanácsa is szárnyai alá vett. A projekt elindításának prózai oka, hogy nem álltak

rendelkezésre megfelelő mérési eredmények a gyalogos és kerékpáros forgalomról, képzelenség volt meghatározni a trendeket, aktivitási szinteket. A Kézikönyv a nem motorizált forgalom számításának módszereihez (The Guidebook on Methods to Estimate Non-Motorized Travel by the U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Publication N. FHWA-RD-165, July 1999) c. tanulmány már korábban felhívta a figyelmet, hogy „a modellezési technikákat és az adatgyűjtést is fejleszteni kell annak érdekében, hogy a kerékpározást és a gyaloglást a jelenleg elfogadott és használt közlekedési modellekbe, illetve a tervezési folyamatokba integrálhassák”.

A cég a 2004-es induláskor kidolgozta és publikálta a mérési módszertant, a számlálást végzők oktatási segédleteit, valamint a számlálás és a kikérdezés formanyomtatványait. Ezek mindegyike elérhető a '<http://bikepedddocumentation.org>' internetcímen.

Mára az Egyesült Államok több pontján is telepítettek automata gyalogos- és kerékpáros számláló berendezéseket. Azonban a projekt kezdetben kizárólag a kézi forgalomfelvétellel helyezte a hangsúlyt. Ennek következménye, hogy a mérési eredményekből egyelőre csak a gyalog- és kerékpárutak (multi-use pathway) illetve a gyalogos övezetek esetén érvényes összefüggéseket sikerült feltárni. [14] Az említett infrastruktúra típusok esetén nagy valószínűséggel tudják a napi, havi, vagy éves forgalmakat (gyalogos és kerékpáros) számítani a rövid időtartamú mérések alapján.

A mérési útmutató legalább kettő, de inkább három, a napnak ugyanazon időszakában történő mérést ír elő a vizsgálandó keresztmetszetre, lehetőség szerint ugyanazon a héten. Például mérhetjük a 14:00 – 16:00 közötti időszakot a hét egymást követő munkanapjain (keddtől csütörtökig), vagy három különböző munkanapot az egymást követő két héten belül.

Minden egyes mérőponthoz készítenek egy részletes leírást (ún. background data sheet), amely olyan alapvető és kiegészítő információkat tartalmaz, mint a mérőhely környezetének demográfiai jellemzői, a gyalogos és kerékpáros infrastruktúra leírása, a mérőhely környezetének turisztikai vonzereje és területi funkciója (lakóövezet, zöldterület, bevásárló központ, irodaház, ipartelep, vegyes), a csatlakozó létesítmények minősége, az elérhetőség, a párhuzamos gépjárműforgalom átlagos sebessége, az évi átlagos napi forgalom, stb.

A manuális és automata mérések alapján 2009-ben publikálták az órás-, napi- havi korrekciós tényezőket. Ez lehetővé teszi, hogy egy rövid idejű (2 órás) forgalomszámlálás után meg tudjuk becsülni az éves forgalmat. A havi korrekciós tényezőket a mérés éghajlatától tették függővé – nem elfelejtve, hogy félkontinensnyi országról beszélünk. A mérés napjának időjárása és a mérés helyszínének funkciója (turistaút, lakóövezet, kereskedelmi létesítmények vagy közösségi közlekedési csomópont a közelben, stb.) azonban nem befolyásolja a becslésünket, korrekciós tényezőket még nem határoztak meg ezekre.

2.5. Integráció

Európában a közlekedési politika az első olyan politikai területek közé tartozik, amelyek szerepeltek a Római Szerződésben. A közlekedési piacok megnyitása és a tisztességes verseny feltételeinek megteremtése mellett az utóbbi években egyre nagyobb jelentőséget kapott az Európai Unión belül is „fenntartható mobilitás” elképzelése.

Az Európai Parlament meggyőződése, hogy a demográfiai változások következtében, különösen városi övezetekben a közlekedés és a mobilitás terén egyre több lesz a kihívás, és hogy e tekintetben döntő fontosságú a mobilitáshoz való alapvető jog biztosítása, többek között a hozzáférés javítása, az infrastruktúra hiányzó elemeinek pótlása és e jog alkalmazhatóvá tétele révén; hangsúlyozza, hogy e tekintetben városi környezetben az élen járó megoldást a jól integrált multimodális közlekedési láncok jelentik, ideértve a gyalogos és kerékpáros, valamint a tömegközlekedés megerősítését; hangsúlyozza ezzel kapcsolatban, hogy városi környezetben különösen a már meglévő infrastruktúra határozza meg, hogy melyik közlekedési mód a legmegfelelőbb. *(Társadalmi, gazdasági és környezeti kihívások, 2. pont)*

Továbbá hangsúlyozza, hogy a biztonságnak továbbra is a jövő egyik elsődleges közlekedéspolitikai célkitűzésének kell lennie, és hogy az aktív és passzív közlekedési résztvevők biztonságát garantálni kell; úgy véli, hogy rendkívül fontos a közlekedés egészségügyi hatásainak – különösen a korszerű technológiák használata révén történő – csökkentése, valamint az utasok jogainak egyértelmű és átlátható szabályozás által történő biztosítása valamennyi közlekedési mód tekintetében, különös tekintettel a mozgásukban korlátozott utasokra. *(Biztonság, 8. pont)*

A kerékpár a rövid távú (5 km alatti) utazások esetében a leggyorsabb közlekedési eszköz. Attraktivitása, versenyképessége nagyobb távolságok esetén a közösségi közlekedéssel való kombinációval érhető el. A kerékpáros és közösségi közlekedés integrációjára számtalan példa létezik külföldön, hagyományos és összecsoportosított kerékpárok használatával egyaránt. Négy alappillére a kerékpárosbarát úthálózat (ráhordó/elhordó szerep), a B+R kerékpártárolók kiépítése, a kerékpárszállítás megoldása a közösségi közlekedési járműveken, valamint a közösségi közlekedési hálózathoz kapcsolódó kerékpárkölcsonzó rendszer.

Az első lépcsőben megvalósítható lehetőségek között szerepel a közös busz- és kerékpársávok létrehozásának lehetősége, a közösségi közlekedési eszközökön való kerékpárszállítás komfortjának és kapacitásának fejlesztése, a B+R parkolók létesítése, valamint a kerékpárkölcsonzó rendszer bevezetése.

Közös kerékpár és buszsáv a városban 4 helyszínen, összesen 830 méteren került kijelölésre az Alkotmány utca és a Dózsa György út rövid szakaszain. Az „előnyben részesített járművek sávja” nem okoz többletkonfliktust a kerékpárosok és az autóbusz-vezetők között, de fontos, hogy a közlekedőket megfelelő képzések során készítsék fel az együtt közlekedésre. A szélesebb sáv kialakítása nem javasolt.

Budapesten az elővárosi vonalakon közlekedő vasúti kocsikon, a 4 HÉV vonalon és a fogaskerekűn van lehetőség kerékpárok szállítására, azok kapacitása és szolgáltatási színvonala azonban nem teszi lehetővé a tömeges kerékpárszállítást. Javasolt lenne a kerékpárszállítás lehetőségének megteremtése a városi és elővárosi szolgáltatók valamennyi járműtípusán.

Megoldandó feladat a vasúti pályaudvarokon és megállókban – az utasforgalom jövőbeli igényeit is kielégítő minőségű és kapacitású – kerékpártárolókat létesíteni. A B+R kerékpártárolók kiépítése nagyon hatékony módszer mind a közösségi, mind a kerékpáros közlekedés kölcsönös támogatására. Vizsgálatok szerint egy megálló vonzaskörzete 2 km^2 -ről 32 km^2 -re nő, ha oda biztonságos tárolót építenek. Ezzel a közösségi közlekedés kihasználtsága nő, ami a szükséges beruházásokat rentábilissá teszi. Ez a legkisebb költséggel, a leggyorsabban és legnagyobb eredménnyel megvalósítható beruházás, ami a kerékpáros közlekedés terjedését segítheti 2011-ben. [15] A Metró és HÉV megállókba telepítendő kerékpártárolók kialakítására folyamatban van, a tervek elkészültek, a főváros pedig pályázatot nyújtott be a finanszírozás támogatására.

Külföldön nem egy példa létezik az elővárosi vasúton (és bizonyos időkorlátozások mellett metrón és villamoson) történő ingyenes kerékpárszállításra. Jelenleg a MÁV tarifarendszere a kerékpárt egy újabb utasként értelmezi, a kiegészítő jegy ára a teljes árú jegy 50%-a. Ezzel párhuzamosan a BKV Zrt. járatain a kerékpárszállítás normál menetjeggyel történik, amely kerékpár esetén a vonal teljes hosszára érvényes, 2009-ben pedig bevezették a kerékpár bérletmatricát, amely valamennyi HÉV vonalon egy adott naptári hónapra érvényes. Ára havi 500 Ft, tehát egy gödöllői retúr utazás esetén is érdemesebb bérletet vásárolni.

3. A nem motorizált forgalom lehetséges számlálási módjainak bemutatása

„A forgalmi tervezés munkája a forgalmi adatok ismerete nélkül nem végezhető.” [16]

A közúti keresztmetszeti forgalomszámlálásokat a világ minden pontján mintavételes eljárással szokás végezni. Ilyen szempontból nincs különbség a gépjármű- és a nem motorizált forgalom között. Általánosságban elmondható, hogy a forgalom nagyságának vizsgálatára egyaránt felhasználhatóak a keresztmetszeti- és a célforgalmi (csomóponti) felvételek, de a forgalom egyéb jellemzőiről lényegesen több információ gyűjthető össze a kikérdezéses és interjú módszerekkel.

A forgalom keresztmetszeti számlálásának lényege, hogy a vizsgált keresztmetszetet terhelő forgalom nagyságát megismerjük, a forgalom időbeli ingadozását, a forgalom összetételét, az időjárási körülményektől való függését meghatározzuk, vagy a felhasználók útfelület választását feltárjuk.

A célforgalmi felvétel azt vizsgálja, hogy egy jól körülhatárolható csomóponton (illetve területen) belül kialakuló forgalomnak hol van a kiindulási és hol van a végpontja. A csomóponti forgalomfelvétel célja az egyes csomóponti ágak forgalomnagyságának a megismerése, a forgalmak összetételének meghatározása a csomóponti szabályozás megtervezéséhez. Csomóponti vizsgálatokat főleg a közlekedésbiztonsági szint felméréséhez használnak. Sajnos Magyarországon még nem állnak rendelkezésre a gyalogosokra vagy kerékpárosokra fókuszáló relatív baleseti mutatók.

A forgalomszámlálás alapvető célja az évi átlagos napi forgalom (ÁNF, mértékegysége: jármű/nap) és a mértékadó órai forgalom (MOF, mértékegysége: jármű/óra) meghatározása. Ahhoz, hogy a mintavételekből következtetni lehessen az éves forgalomra, ismerni kell a járműtípusra és a mérési helyszínre jellemző – a forgalom napi, heti és havi ingadozásainak – törvényszerűségeit. Egyértelmű továbbá, hogy a nem motorizált forgalom nagysága – a gépjárműforgalomhoz viszonyítva – jelentősen függ a környezeti hatásoktól (hőmérséklet, csapadék, szélereősség, UV sugárzás).

A forgalomszámlálás – gépjárműforgalomra vonatkozó – alaptétele (1. képlet) szerint valamely keresztmetszet évi átlagos napi forgalma (jármű/nap) jó közelítéssel megadható egy adott nap, adott napszakában felvett forgalomnagyság (jármű/mért időszak) és az 'a', 'b', 'c' korrekciós tényezőkkel való szorzataként.

(1)	$Q_j = q_{x,ho,nt,j} \cdot a_{x,jelleg2,ho,nt,j} \cdot b_{jelleg2,ho,nt,j} \cdot c_{jelleg2,ho,j}$
-----	--

A képletben szereplő jelölések:

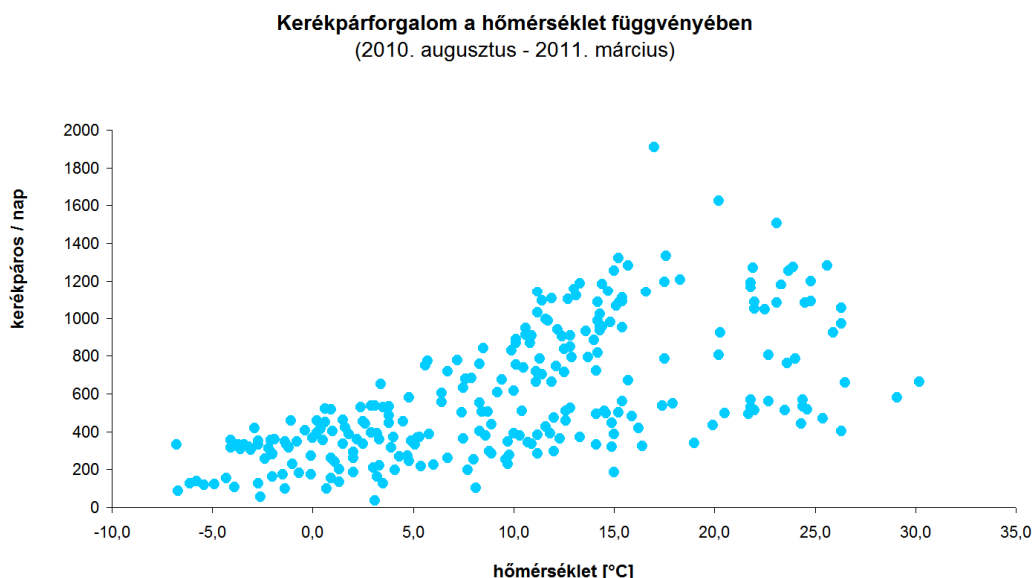
- q – a forgalom mennyiségi mintája: az 'x' napszakban, a hét 'nt' naptípusán, 'ho' hónapjában megfigyelt 'j' járműosztály forgalmának nagysága
- a – napszaktényező: a 24 órás forgalom és egy adott 'x' napszak forgalmának arányát fejezi ki.
- b – napi tényező: a heti (vagy havi) átlagforgalom és a napi forgalom arányát fejezi ki.

c – havi tényező: az egyes naptípusok évi és havi átlagforgalmának arányát fejezi ki.

jelleg 1 – a forgalom éves és heti lefolyásának jellege.

jelleg 2 – a forgalom napi lefolyásának jellege.

Ebbe az (1) képletbe kell plusz változóként bevezetni a hőmérsékletet és a csapadékoságot, illetve felül kell vizsgálni azt is, hogy a képletben szereplő (a gépjárműforgalomra kidolgozott) tényezők alkalmasak-e a gyalogos- vagy kerékpáros forgalom pontos becslésére. A kerékpárforgalom eddigi megfigyelései alapján az időjárástól való függésről azt lehet sejteni, hogy a téli hónapok átlagforgalma jelentősen kisebb (kb. 1/3 része) a tavasztól kora őszig tartó időszak átlagforgalmának. A kerékpárforgalom azokon a napokon esik érezhetően, amikor a reggeli órákban jelentős csapadék hullik, erős szellőkések jelentkeznek, vagy a reggeli hőmérséklet jelentősen csökken az előző napok átlaghőmérsékletéhez képest. A rendelkezésre álló forgalmi adatokat szemlélteti a 11. ábra a megfigyelt napok átlaghőmérsékletének függvényében.



11. ábra - A kerékpárforgalom a hőmérséklet függvényében
forrás: Magyar Kerékpárosklub

Az előbb ismertetett képletben szereplő tényezők közül a napszak-, napi-, és havi tényezők nem motorizált forgalomra történő adoptálása viszonylag kevés mérőpont segítségével is megvalósítható, a forgalom éves (heti) és napi lefolyásának jellegét azonban érdemes lehet minél több ponton vizsgálni.

A nem motorizált forgalom mennyiségi és minőségi jellemzőinek felvételekor a legfontosabb, hogy egyértelműen legyen a mérés célja megfogalmazva, mivel ennek megfelelően kell a módszereket és az eszközöket is megválasztani. A dolgozatnak ebben a fejezetében a mérés céljától függetlenül próbálom összefoglalni a (főként kerékpáros) forgalom felvételének módszereit és eszközeit.

A forgalom nagyságán kívül vannak egyéb, hasonlóan fontos jellemzők, melyek egy adott város közlekedési koncepciójának alakítását befolyásolják. Ilyenek például a for-

galom demográfiai összetétele, az utazás célja, az utazás során megtett távolság, a gyaloglás és a kerékpárhasználat rendszeressége, az infrastruktúra elfogadottsága, a felhasználók igényei, stb. Ezeket az információkat csak úgy kapjuk meg, ha interakcióba lépünk a felhasználókkal. Kérdőíves felméréseket és személyes interjúkat kell a város több pontján (és több időpontban) lefolytatni, hogy pontosabb képet kaphassunk az nem motorizált utazási szokásokról.

A közlekedésben résztvevők megszámlálására számtalan eszköz létezik, de lényegében ezek is két csoportba sorolhatóak: manuális (kézi) és automata (gépi) számlálás.

3.1. Manuális mérések

A kézi számolás lényege, hogy megfelelően képzett személyzet az előre meghatározott tulajdonságok alapján – papíron vagy digitális felületen – lajstromot készít. A kézi forgalomfelvétel nem feltétlenül jelenti a segédeszközök nélkülözését. A legegyszerűbb eszköz – amit a 12. ábra is szemléltet – a „klikker”, amelyet keresztmetszeti mérés során tudunk hatékonyan használni.

Nagy előnye a rugalmasság. Nem csak a kerékpárosok számát képes vizsgálni, de például a bukósisak használatát vagy azt, hogy a keresztmetszet mely részén (villamos pálya, közút, kerékpársáv, járda, stb.) közlekednek.

A személyzet megfelelő képzése és elhivatottsága alapvető követelmény a nemzetközi tapasztalatok alapján, ugyanis ez egy monoton feladat, melyet minőségileg nehéz ellenőrizni, ezért jellemzően civil aktivistákat is bevonnak a felmérésekbe.



12. ábra - Keresztmetszeti forgalomszámláláshoz használt „klikker”

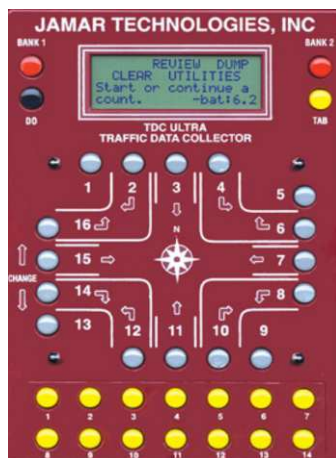
forrás: <http://www.surplusplus.co.uk/acatalog/Tally-Counter.jpg>

Kézi számolást végeznek a csomóponti mérések döntő többségében, valamint a rövid időtartamú keresztmetszeti mintavételek felvételekor is. A mérés időtartamát a célnak megfelelően kell megválasztani. Jellemzően 2-4 órás összefüggő blokkokat mérnek napi egy, két, illetve három alkalommal.

Az 1. számú melléklet tartalmazza a nem motorizált forgalom vizsgálatához készített keresztmetszeti és csomóponti mérőlapokat, amelyek segítségével a papír alapú kézi forgalomszámlálás megvalósítható.

Csomópontok vizsgálatára fejlesztették a TDV Ultra elnevezésű eszközt, melynek kezelői felületét az 13. ábra mutatja be. E gép használatával leegyszerűsödik az adatok kezelése, mivel a forgalmi adatokat egyből digitális formában rögzítjük, a feldolgozás

történhet a beépített algoritmusok alapján, vagy USB porton keresztül a számítógéphez csatlakoztatva az eredményeket átadhatjuk bármely alkalmazásnak.



13. ábra - Manuális célforgalmi felvételt segítő célgép kezelőfelülete
forrás: <http://jamartech.com/TMBs.html>

Véleményem szerint az érintőképernyővel szerelt táblagépek és okostelefonok térhódításával a Jamarhoz hasonló célgépeknek egyre kisebb szerep jut majd. Az akár 8 órás üzemidővel is rendelkező táblagépek – legyen szó iOS, webOS vagy Android platformról – közös jellemzője a tetszőlegesen változtatható kezelőfelület használata. A keresztmetszeti és csomóponti megfigyelések alkalmával a vizsgált terület valósághűen jeleníthető meg a kijelzőn, az egyes parancsok pedig a feladathoz alkalmazható logikus, ergonomikus elrendezés szerint lehetnek. A tablet azonban csak egy eszköz lehet a számolást végző személy munkájának könnyítésére, illetve a digitális jeltárolásnak köszönhetően az adatbeviteli hibalehetőség csak egyszer jelentkezik, szemben a papír alapú strigulázással, ahol a helyszíni kitöltés után a számítógépre vitel közben is fordulhatnak elő hibák, tévedések.



14. ábra Gyalogosok célforgalmi felvétele táblagépre írt szoftver segítségével
forrás: <http://www.trafdata.com/apps.html>

3.2. Automata mérőeszközök

Az automata eszközök széles tárháza áll rendelkezésre ahhoz, hogy egy-egy keresztmetszetben ismeretünk legyen a gyalogos, kerékpáros és járműforgalmakról.

A gépjárműveket régóta működő intézményi keretek között figyelik a helyi szakemberek, állami intézmények egyaránt. Ezek a mérések szolgáltatják az információt többek között a Magyar Közút által gondozott közúthálózati terheltségi statisztikákhoz.

A nem motorizált forgalmat 2010 júniusáig Magyarországon kizárólag manuális módszerekkel vizsgálták, ezért röviden összefoglalom és bemutatom azokat az eszközöket, amiket ma világszerte használnak. A nem motorizált forgalom gépesített számlálására korábban a fénysorompókat, az ultrahangos detektorokat, illetve induktív hurokdetektorokat alkalmazták. Egy időben elterjedt volt a gumitömlős számlálás is, mára a szakemberek ezt a legkevésbé kívánatos megoldásként említik. Az elmúlt húsz év fejlesztéseinek eredményeként napjaink egyre intelligensebb eszközei a pásztázó lézerdetektorok és a CNN (Cellular Neural Network) rendszerben működtethető, saját felfeldolgozó processzorral és memóriával rendelkező hálózati kamerák.

A megfigyelések értékelésekor figyelembe kell venni az alkalmazott eszköz hiba faktorát is. Minden eszköz bizonyos hibahatáron belül működik, ennek aránya azonban tag keretek között mozog. korábban vizsgálták már három olcsó eszköz (passzív infravörös, Doppler radar, ultrahangdetektor) megbízhatóságát és a következő megállapításra jutottak. Portlandben (Oregon) a passzív infradetektor hibaráta kis hatótávon 0%, nagy távolság esetén 1,5%; a Doppler radar esetén átlagosan 7%; az ultrahang detektor pedig kis hatótávon 3%, nagy távolság esetén pedig 45% az érzékelés hibaszintje. A San Diego területén kipróbált infradetektorok a következő hibaszinteket produkáltak: passzív infravörös 12-48%, aktív infravörös 15-21%. Az infravörös eszközök jellemzően alulbecsülik a forgalmat, mivel nem képes az egymás mellett csoportosan mozgó személyek megszámlálására.

3.2.1. Infradetektorok

Az infradetektorok működési elve, hogy képesek az infratartományba eső hősugárzás érzékelésére, a detektorhoz csatlakoztatott elektronika pedig képes a fogadott jelek feldolgozására. Az infradetektorok két nagy csoportját különböztetjük meg, úgy mint aktív és passzív infradetektor. Ezek a detektorok felépítésüket tekintve azonosak, az aktív és passzív detektorok közötti különbség a működtetés módja. A passzív infradetektor a sugárzást csak veszi, de semmit nem bocsát ki, az aktív infradetektor ezzel szemben sugározza és veszi is a meghatározott hullámhosszú jeleket, tehát egy adó-vevő párról beszélünk.

Az infradetektor általános felépítése egy érzékelőből és egy optikai elemből áll. A detektorokat több szempont szerint is csoportosíthatjuk, annak fókuszáló rendszere, a detektorban található érzékelők száma, illetve az érzékelő típusa szerint is.

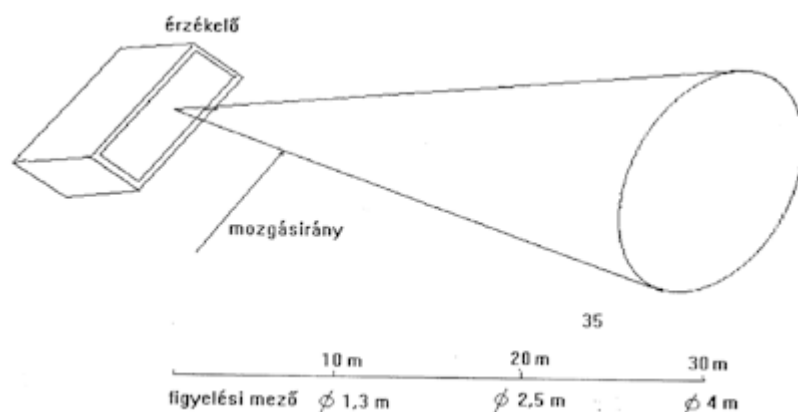
A fókuszáló rendszerek terén megkülönböztetünk tükrös és lencse rendszerű detektorokat. A tükrös infradetektor érzékelőjében a céloknak megfelelő parabolatükör (osztott tükör, teletükör, stb.) van elhelyezve. Ennek fókuszába helyezik az infradiódát, az infrasugarak a tükrőről fókuszálva jutnak a diódára. Lencse rendszerű infradetektorokban általában műanyagból préselt lencserendszert alkalmaznak, és ennek fókuszába helyezik az infraérzékelőt. Más vonatkozásban működésük azonos.

Az érzékelők száma alapján beszélhetünk egy érzékelős illetve ikerérezékelős rendszerről. Az egy érzékelős rendszer a hőmérséklet változását méri a figyelési zónán történő áthaladás közben. Ikerérezékelős rendszer két darab egymás mellett elhelyezett érzékelőből áll. E két érzékelő ugyanannak az objektumnak (járműnek, gyalogosnak) különböző részeit figyeli. Az ikerérezékelős detektorok a megfelelő elektronikával kiegészítve képesek a mozgásirány érzékelésére is.

Az infradetektorok hátránya, hogy zavarra érzékenyek, vagyis egyéb infraforrások zavarhatják a helyes működésüket (a Nap sugárzása, közvilágítási lámpatestek hő kibocsátása), ezért gondoskodni kell ezek hatásainak kiszűréséről. Előny viszont, hogy érzéketlenek olyan téves riasztási forrásokkal szemben mint: léghez, rádiófrekvenciás zavarok, élettelen tárgyak, mechanikus lökések. A detektorok általában nem igényelnek karbantartást, az érzékelő felületen megjelenő nagyobb szennyeződések azonban el kell távolítani. A környezet hőmérsékletének normális változásai az érzékelők szempontjából nem jelentenek zavarforrást.

Normál közúti körülmények között a passzív infradetektorokat mozgó járművek megfigyelésére, emberek érzékelésére és szabad jelzés megadására használják, nem alkalmasak azonban a sebesség mérésére, forgalom irányultságának meghatározására, illetve a gépjárműforgalom számlálására. Gyalogosok és kerékpárosok számlálása abban az esetben lehetséges passzív infradetektorral, ha a mérést a gyalogos vagy kerékpáros útpálya valamely természetes vagy műtárgyi szűkületében végezzük, kizárva ezzel a sűrű és széles alakzatban átkelő csoportok előfordulását és a gépjárműforgalom közelségét. Az infradetektorok általános jellemzője, hogy nem képes különbséget tenni gyalogosok és kerékpárosok között.

Iránykarakterisztika az 15.sz. ábrán is látható azon térbeli elrendezés, amelyen belül a detektor működése biztosított, vagyis a detektor e téren belül képes az érzékelésre. Amennyiben az érzékelő karakterisztikáján belül nem jön létre változás, akkor a detektor nem ad ki jelet, de a sugárzásban beálló változás impulzusjellegű feszültséget hoz létre.

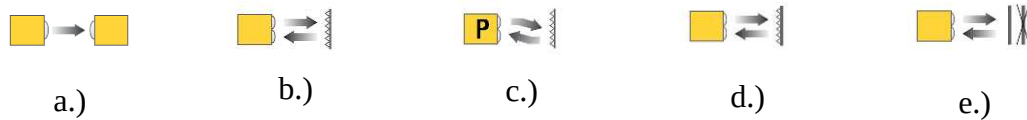


15. ábra - Passzív irányérezékelők karakterisztikája

forrás: Dr. Oláh Ferenc – Járműazonosító és helymeghatározó rendszerek (jegyzet)

Az aktív infradetektorok egy adó-vevő párból állnak, de amennyiben az adó és vevő egység azonos oldalon helyezkedik el, akkor az ellentétes oldalon a sugárzást visszaverő felületet (tükört vagy prizmat) kell alkalmazni. A detektor abban az esetben szolgáltat jelet a kimeneten, ha a vizsgált zónában bármi vagy bárki megszakítja a fénysugarakat.

A kimeneten a jel addig tart, amíg a sugarak meg vannak szakítva. A mérhető keresztmetszet az eszköz típusától és érzékelési módjától (16. ábra) függően 1-5 méter között lehet. Alkalmazása különösen járdákon, illetve szűk keresztmetszetekben (kapu, híd, tanösvény stb.) javasolt.

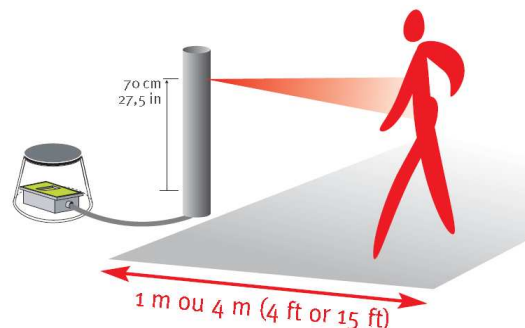


16. ábra - Aktív infravörös detektor különböző érzékelési módjai

- a.) ellentétes (opposed); b.) visszaverődő (retroreflective);
c.) polarizált visszaverődő (polarised retroreflective); d.) elnyeléses (diffuse);
e.) fix-hatósugarú (fixed field)

forrás: Banner s18 sensor technical specification

Az infradetektor olcsó beruházási és üzemeltetési költségek mellett teszi lehetővé kisebb üzletek, múzeumok, járdák, gyalogutak és ösvények forgalmának megfigyelését. Egy lehetséges mérési megoldást mutat be a 17. ábra. A műtárgyba rejtett infradetektorhoz csatlakozó jelfeldolgozó és kommunikációs egység az útfelületbe építhető. A garantált működési idő 10 év, az adatok kiolvasása pedig vezeték nélküli csatornákon is megoldható. A francia gyártó évtizedes tapasztalatokkal rendelkezik a nem motorizált forgalom mérése terén.



17. ábra - Az ECO-Compteur infravörös számlálójának szemléltetése

forrás: <http://www.eco-compteur.com/>

3.2.2. Lézeres megfigyelő eszközök

A lézeres detektorok működési elve a távolságmérésen alapul, egy speciális esete pedig a profilvizsgálat lehetősége a lézersugár mozgatásával. A telepítés és működtetés szempontjából megkülönböztethetünk fénysugár sorompó és pásztázó detektorokat. Előbbi rengeteg hasonlóságot mutat az aktív infradetektorokkal.

A pásztázó lézersugár detektort általában a vizsgálandó terület fölött (ritkábban mellett) helyezik el. Az eszköz egy vagy több lézert alkalmaz egy mozgatható tükörszerkezetre irányítva. A fejlett elektronikai vezérlőegység a tükör forgásával össz-

hangban a távolság mérésére alkalmas rövid fényjeleket küld és fogad, akár tizedmásodpercenként letapogatva ezzel a vizsgált területet.

A vizsgált keresztmetszet a telepítési körülményektől függően akár 26 méter is lehet, ami több lézendetektor együttes összehangolt alkalmazásával sokszorozható. A függesztési magasság pedig 3,5 – 15 méter között változhat.

A profilvizsgálat lehetővé teszi a közlekedők irány szerinti csoportosítását, elviekben pedig lehetséges a kerékpárosok megkülönböztetése is, bár ilyen megoldást nem találtam a világhálón. A vezérlő szoftverek és számláló algoritmusok finomításával definiálható lenne a gyalogos, a kerékpáros, illetve az egyéb kategória is. Ha a gyalogos folt-szerű alakja kiegészül egy vékony nyúlvánnyal mindkét irányba, akkor kerékpárosként számolható, ha a gyalogos profilja egyéb, szélesebb tárggyal egészülne ki, akkor az egyéb kategóriába eső (például kismama babakocsival, vagy mozgásában korlátozott személy) közlekedőként számolható. A piacon kapható lézeres számlálók már alkalmasak a bevásárlókocsik és kisállatok kiszűrésére.

A lézeres detektorok nagy pontosságú, megbízható eszközök. A hőmérséklet ingadozására, fényhatásokra és egyéb környezeti hatásokra érzéketlenek, karbantartást alig igényelnek. A telepítés viszonylag egyszerű. A detektort a felfogatása után a számítógéphez csatlakoztatják, hogy a vizsgálandó keresztmetszethez igazítsák a pásztázó mechanizmus beállításait.

Az egyik legkiforrottabb megoldást a német SICK cég kínálja. LD PeCo típusjelű detektoruk (18.a. ábra) két párhuzamos lézerfüggőnyt alkalmaz, a vezeték nélküli adattovábbítás pedig lehetővé teszi a valós idejű intelligens forgalomfigyelést. A gyártó nagy tapasztalattal rendelkezik a nagy látogatószámú létesítmények (bevásárló központok, repülőterek, stadionok, múzeumok, stb.) gyalogosforgalmának megfigyelésében. A rendszer részét képezi az adatok feldolgozását végző szoftvercsomag, amely előre definiált kimutatásokat készít, valamint vészhelyzetben biztonsági riasztásra is lehetőséget ad – például a látogatók számának gyors ütemű emelkedése vagy csökkenése. Az eszköz lehetséges telepítését (pirossal jelölve a vizsgálandó keresztmetszetet) a 18.b. ábra mutatja.



18.a. ábra



18.b. ábra

Az LD PeCo pásztázó lézendetektor (/a.) és megvalósult telepítése (/b.)

forrás: <https://www.mysick.com/images>

Több pásztázó lézendetektorral lehetőség van a gyalogosok útvonalainak megfigyelésére is. Japánban egy kutatás során a pásztázó lézendetektorok hálózatát kapcsolják össze a

videokamera képeivel, hogy pontos képet kapjanak az épületen belüli mozgásokról. A kutatás során egy japán vasútállomás 20x30 méteres előcsarnokában vizsgálták az érzékelők számának változásának a mérési pontosságra gyakorolt hatását a különböző gyalogossűrűségek esetén. Az 19. ábrán a kamera képére vannak vetítve a lézerdetektor észlelési pontjai és az azok helyváltozásaiból számított útvonalak. Az egyes képkockák szemléltetik a gyalogossűrűség osztályozását. Az 6. táblázatban szerepelnek a vizsgálat eredményei.[17]



kis sűrűség: 0,1 fő/m² közepes sűrűség: 0,5 fő/m² nagy sűrűség: 0,8 fő/m²

19. ábra – Irányvektorok számítása különböző gyalogos sűrűségek esetén
forrás: *Tracking pedestrian by using laser range scanners*

6. Táblázat

A mérés pontossága különböző gyalogossűrűségek esetén az alkalmazott detektorok számának függvényében.

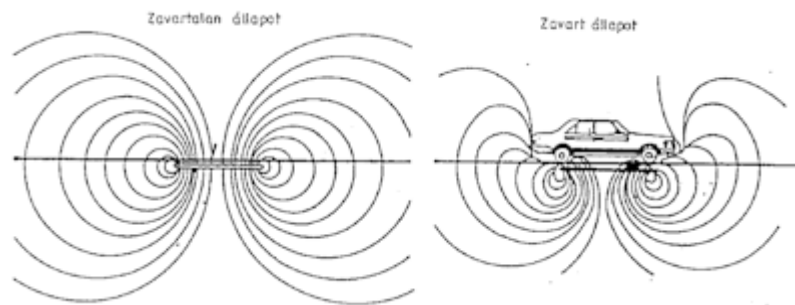
forrás: *Tracking pedestrian by using laser range scanners*

gyalogossűrűség [fő/m ²]	3 detektor	4 detektor	6 detektor
0,1	99%	100%	99%
0,5	94%	98%	99%
0,8	91%	95%	99%

A kutatás során szerzett tapasztalatokból kiindulva a japánok egy lézerdetektorokat és kamerákat is felhasználó hibrid rendszert terveznek megvalósítani, ahol a lézerdetektorok csoportos alkalmazása figyelné a forgalmi jellemzőket, míg a kamerák többlet funkciója az arcfelismerés és a közbiztonság szintjének javítása lenne.

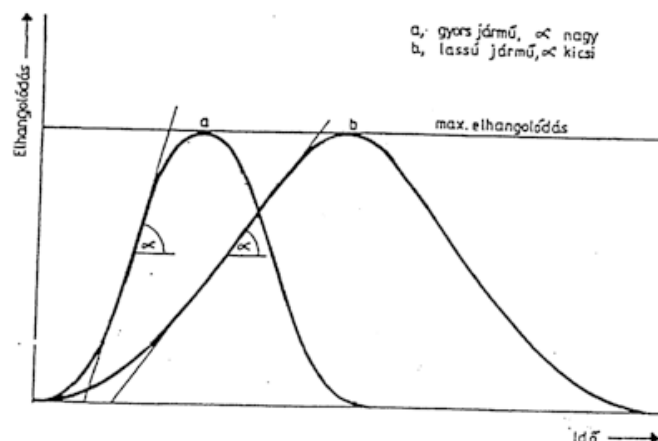
3.2.3. Induktív hurokdetektorok

Az induktív hurokdetektorok a közúti forgalomban résztvevő gépjárművek helymeghatározásának, ezen keresztül a forgalomirányításnak is leggyakrabban használt detektortípusa. A hurokdetektor általános bemutatásán túl a Budapesten alkalmazott műszaki megoldást is részletesen ismertetem.



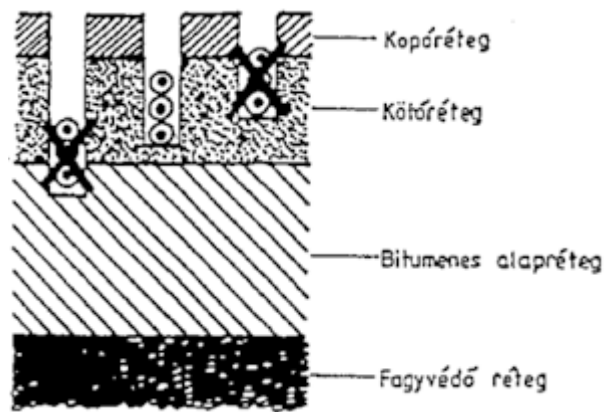
20. ábra - A hurok felett megjelenő fémes tárgy zavaró hatása a mágneses térre
 forrás: Dr. Oláh Ferenc: Járműazonosító és helymeghatározó rendszerek, II. fejezet

A hurokdetektor a mágneses tér változását figyeli oly módon, hogy a hurok körül egy állandó frekvenciájú (jellemzően 20-100 KHz közötti) oszcillátor által keltett mágneses teret hozunk létre. A hurok felett elhaladó fémes tárgyak megváltoztatják a hurok indukтивitását, ami elhangolja az oszcillátort (lásd 20. ábra). Az elhangolási görbe függ a hurok és az elhaladó fémes tárgy geometriai méreteitől, fizikai tulajdonságaitól, a mozgás sebességétől. Egy gyors és egy lassú jármű által keltett elhangolódást mutatja az idő függvényében az 21. ábra.



21. ábra - A hurokdetektor elhangolási görbéje
 forrás: Dr. Oláh Ferenc: Járműazonosító és helymeghatározó rendszerek, II. fejezet

Az induktív hurokdetektor alapvetően két részből áll: a hurok – egy n menetszámmal rendelkező szigetelt vezeték – és a hozzá csatlakoztatott kiértékelő elektronika. A mérőegységhez szükség esetén további perifériákat lehet csatlakoztatni, például komplex meteorológiai mérőállomást, vezeték nélküli kommunikációs eszközöket. A berendezés energiaszükséglete viszonylag alacsony (a budapesti rendszer energia felvétele 20 W, energia igénye a közvilágítási hálózatról 80 Wh). Ez lehetővé teszi az akkumulátorról történő hosszabb távú üzemeltetést. A kis méretű és olcsón beszerezhető napelemek és szélturbinák csatlakoztatása lehetőséget biztosít az ideiglenes mérőpontok független, gyors és egyszerű telepítésére.



22. ábra - Hurokdetektor telepítése az útpályába

forrás: Dr. Oláh Ferenc: Járműazonosító és helymeghatározó rendszerek, II. fejezet

A hurok megfelelő elhelyezése a mérés alapvető követelménye. A hurkot speciális ragasztókkal rögzíthetjük ideiglenesen az útpálya felületére, vagy állandó telepítés esetén 3-10 cm mélyen kell a kötőrétegbe fektetni, lásd 22. ábra

Az értékelhető elhangolódás értéke a kivezetés hosszával arányosan csökken, mert a vezeték hossza akkora induktivitást képvisel, amely már összemérhető a hurok hosszával. A haladási irányra merőleges, téglalap alakú hurok esetén az elhangolódás akkor a legnagyobb, ha a (gép)jármű teljesen lefedi a hurokdetektort, kerékpároknál viszont akkor következik be a legnagyobb elhangolódás, ha a kerékpár a hurok oldala mentén halad el. A hagyományos téglalap alakú hurok esetén a hurok induktivitásának változása kerékpár hatására cca. 0,1%, személygépkocsi hatására pedig cca. 60%. [16] Ezt felismerve a nemzetközi gyártók speciális gyémánt alakú detektorokat fejlesztettek ki, amik képesek a csatlakoztatott jelfeldolgozón keresztül a személygépjárművek és a kerékpárok megkülönböztetésére. Ennek a megoldásnak a francia ECO Counter az egyik úttörője, „selective loop” termékük javasolt telepítési vázlatát szemlélteti az 23. ábra.



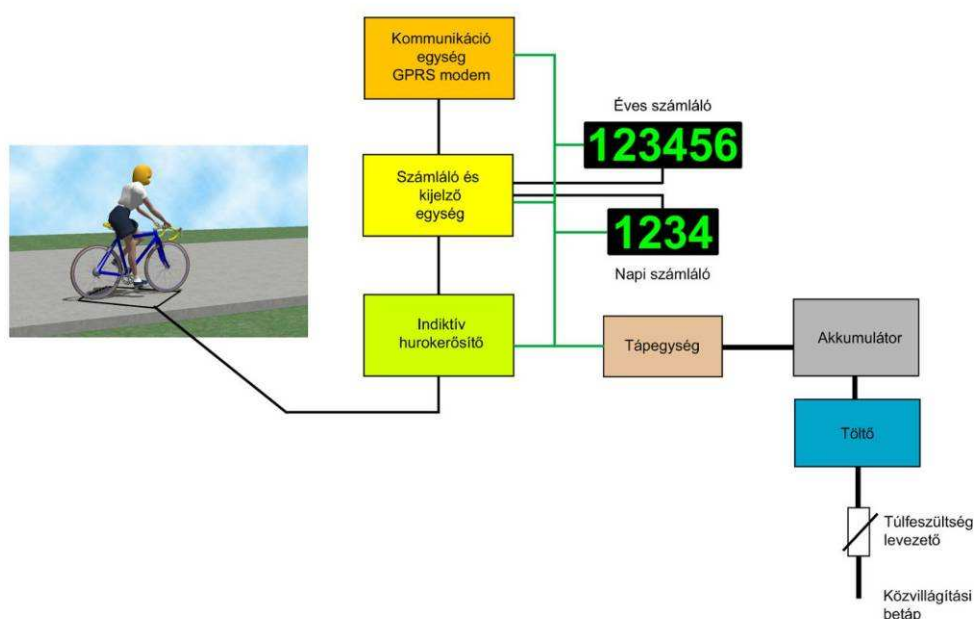
23. ábra - Szelektív hurokdetektorok telepítési vázlata

forrás: Selective Loop: Technical specification (ECO Counter)

A detektor lelket jelentő jelfeldolgozó egység különböző kiértékelési elveket alkalmazhat, úgy mint amplitúdó változás figyelése, fáziseltolódás figyelése, frekvenciaváltozás figyelése. Az oszcillátor által keltett jelek amplitúdója csökken, ha a hurok felett fémes tárgy halad el, mivel a létrejövő örvényáramok energiát vonnak el a rendszerből. A hu-

rok induktivitásának változása esetén megváltozik a kibocsátott jel fázisa, ezt pedig könnyen fel lehet használni a számláló vezérléséhez. Végül meg kell említeni, hogy a fémes tárgy megjelenése a hurok felett az oszcillátor frekvenciájának változását is eredményezi, ami szintén alkalmas a jelfeldolgozásra.

A budapesti műszaki megoldás vázlatát mutatja be a 24. ábra. A berendezés energiaellátása a közvilágítási hálózatról történik. Az egész napos üzemelést teszi lehetővé a töltőn keresztül csatlakozó akkumulátor. Az egyes részegységek innen egy DC/DC átalakítón kapják az áramot (az ábrán zölddel jelölve). A gyémánt alakú hurok a kerékpársávbán lett telepítve, a központi számláló és kijelző egységhez egy induktív hurokerősítőn keresztül kapcsolódik. A számláló egység minden egyes érzékelt kerékpáros esetén megnöveli a 4 illetve 6 számjegyű kijelzők által mutatott értékeket. A 4 számjegyű kijelző minden nap éjfélkor, míg a 6 számjegyű kijelző minden évben január 1-jén, 0:00 órakor kerül kinullázásra. A berendezés tartalmaz egy harmadik számlálót is, amely 15 percenként nullázódik és amely a kinullázás előtt átadja az értéket a GPRS modemnek. A modem a kapott értékekből összeállít egy telegramot, a mérés időpontjával, a detektor azonosítójával, az elhaladt kerékpárosok számával, majd a TCP/IP protokoll szerint csomagolja azt, felépíti a kapcsolatot és elküldi a Magyar Kerékpárosklub szerverére. A mérési eredményeket az eszköz két hétig tárolja, a GPRS kapcsolat hibája esetén a központi egységből a helyszínen bluetooth-on vagy soros porton keresztül lehet kiolvasni azokat. Az adatok hosszú távú tárolása (az adatbázis létrehozása) és az adatfeldolgozás a szerveren történik.



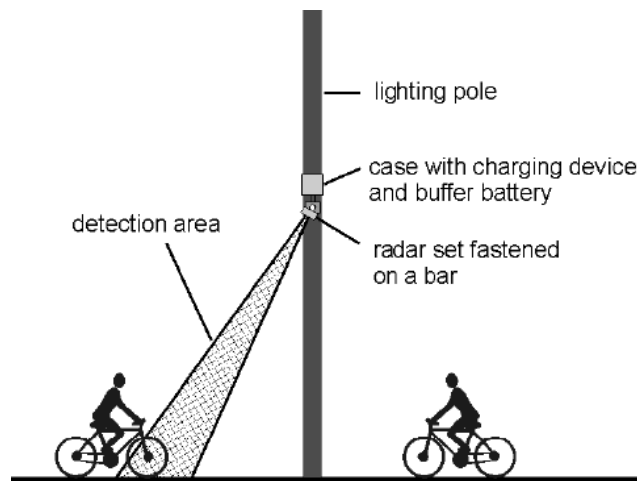
24. ábra - A budapesti kerékpárdetektor vázlata
forrás: Swarco / Magyar Kerékpárosklub

Az induktív hurokdetektor egy „infra kapuval” (esetleg lézeres vagy ultrahangos eszközzel) kombinálva képes a gyalogosok és kerékpárosok megkülönböztetésére. Alacsony energiaigénye miatt 1-2 hetes méréseket lehet végezni akkumulátorról is, ide-

iglenes telepítéssel. Ilyenkor a hurok valamilyen papír- vagy műanyag alapú tartóba van rögzítve, vagy speciális ragasztóval az úttestre ragasztják.

3.2.4. Ultrahangos és mikrohullámú detektorok

Az ultrahang detektorok adó-vevő párból állnak, amelyek rendszerint egyetlen házban helyezkednek el. Működésük azon a jelenségen alapul, hogy az adó által kisugárzott ultrahangok visszaverődnek, amelyeket azután a vevő érzékel, majd feldolgoz (XY. ábra). Az ultrahangos berendezések frekvenciája általában 18.....40 KHz között van, ez ugyanis az emberi fül számára már nem hallható. A lehetséges mérési távolság 1..8 m között van.

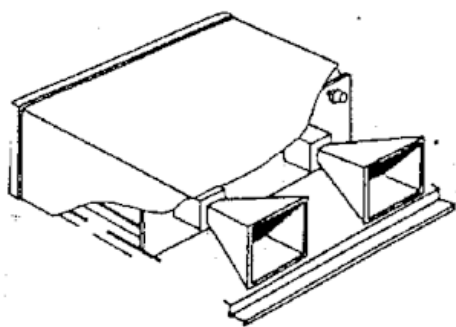


25. ábra - Ultrahangos detektor kerékpárút fölé befüggesztve
forrás: Berger, Thomas: *Velo monitoring Vienna*, 3. ábra

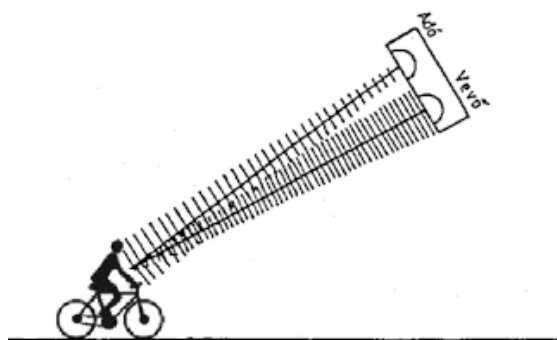
A visszaverődési időből a távolság közvetlenül számítható. Az ultrahangos érzékelőket kétféle módon használhatjuk fel attól függően, hogy a kisugárzott, illetve a visszavert jel mely paramétereit használjuk fel a vevőben. Ennek megfelelően beszélhetünk impulzus módszerről és Doppler módszerről.

Az impulzus módszer lényege, hogy az adó periodikusan bocsát ki jeleket, a vevő pedig az impulzusok közötti időszakban figyeli a visszaverődött jeleket. Az adóvevő a vizsgált keresztmetszet fölé függesztve, vagy annak oldalán elhelyezve is használható.

A Doppler módszer lényege, hogy az ultrahangos mozgásérzékelő egyszerre ad és vesz visszaverődő ultrahanghullámokat. Ha a jelek útjába eső tárgy mozdulatlan, akkor a visszaverődő hullámok frekvenciája megegyezik a kisugárzott hullámokéval. Amennyiben mozgó tárgyak, vagy személyek kerülnek a jelsugár útjába, akkor az adó és vevő frekvenciája eltér egymástól, aszerint, hogy a mozgást végző távolodik (a frekvenciakülönbség csökken) vagy közeledik (a frekvencia nő) az ultrahang forrás felé. A Doppler módszer alkalmazásakor a figyelni kell arra, hogy a megfigyelni kívánt útvonal és a kibocsátott ultrahang útja minél kisebb szöget zárjanak be egymással. A gépjárművek Doppler elven alapuló megfigyelését mutatja be az 26.b. ábra.



26.a. ábra



26.b. ábra

A Doppler módszert használó detektor vázlata (26.a.) és telepítése (26.b.)
 forrás: Dr. Oláh Ferenc: Járműazonosító és helymeghatározó rendszerek, II. fejezet

A Doppler módszert használják fel a mikrohullámú jeleket használó radaroknál is. Működési jellemzőik között az egyetlen eltérés a kibocsátott jelek hullámhossza, a radarok általában a 10 GHz körüli tartományban dolgoznak.

Az ultrahangos detektorok pontosságát az erős szél, hó, esetleg más mellékszörejek jelentősen csökkentik, a radardetektor működési tartományában a köd és a hóesés nem jelentenek zavarforrást.

Bécsben és Brandenburgban is ilyet alkalmaznak.

3.2.5. Pneumatikus (tömlős) eszközök

A pneumatikus detektorok a nyomásváltozást képesek érzékelni a csatlakozó rugalmas tárgyban, általában gumitömlőben. A tömlőt kifeszítik az úttesten, majd egyik végét a jelfeldolgozó egységhez csatlakoztatják. Korábban elterjedt módszer volt a gépjárművek ideiglenes számolására, mivel olcsó, robosztus felépítésű, továbbá telepítése is gyors és egyszerű. Két csatlakoztatott tömlővel szerelt eszköz képes a járművek haladási irányát is megfigyelni.

Léteznek olyan változatai, melyek képesek a két- és négykerekű járműveket megkülönböztetni. Ezek felépítése annyiban tér el a hagyományostól, hogy egy különleges betétet helyeznek a tömlőbe, ami kiszűri a kerékpárnál nehezebb járművek által keltett rezgéseket. A csak kerékpárokat számoló berendezés jelfeldolgozó egységében meg lehet határozni egy sebességhatárt, ami felett a kétkerekűeket motorkerékpárnak tekinti és azokat nem számolja.

Az ilyen típusú mérések pontossága $\pm 5\%$ lehet, amit a forgalom jellege és az eszköz telepítésének minősége is jelentősen befolyásol. A csoportosan haladó kerékpárokat akkor tudja pontosan megszámlálni, ha biciklisek között legalább akkora a távolság, mint a két tömlő között. A tömlők közötti távolság jellemzően 30 cm.

Meg kell említeni, hogy a gumitömlő használata kerékpárosok számolásához nem ajánlott [18]. Megfigyelések alapján balesetveszélyt okoz, mert a kerékpárosok „félnek” tőle és kikerülik. [19]



27. ábra - Szelektív gumitömlős detektor telepítési vázlata

forrás <http://blog.bicyclecoalition.org/2010/08/finally-automatic-bike-counters.html>

Léteznek már lapka formájú pneumatikus detektorok is. Ezeket főleg díszburkolatok alá javasolt telepíteni, de egyúttal alkalmas erdei tanösvények megfigyelésére is.

3.2.6. RFID rendszerek

A forgalomszámlálás egy speciális esete, amikor előre meghatározott csomópontokban vagy keresztmetszetekben egy szűk csoport tagjainak áthaladását kívánjuk csak rögzíteni. A szűk csoport arra utal, hogy a megfigyelni kívánt személyeknek illetve kerékpároknak rendelkezniük kell egy rádiófrekvenciás azonosító eszközzel (RFID). Egy-egy nagyobb volumenű kerékpározást népszerűsítő kampány során már kipróbálásra kerültek hasonló rendszerek.

A megfigyelni kívánt kerékpárt a felhasználó elviszi a mérést vagy kampányt szervező szervezethez, ahol egy kisméretű (kb. 2x4 cm), vandál biztos, egyedi rádióazonosítót szerelnek a küllőkre. A központi számítógépen ekkor egymáshoz rendelik a felhasználót és a járművet.

A mérés során elvileg korlátlan számú RFID olvasót is telepíthetnénk, pontosabb képet kapva az útvonal választási szokásokról is. Az olvasó egység teljes beszerzési és üzemeltetési költsége azonban nem túl olcsó. Felhasználása kevésbé alkalmas tudományos vizsgálatokra, ellenben megfelelő eszköz lehet a kerékpárosok tényleges helyváltoztatásának ellenőrzésében. Ha egyes várospolitikai nézetek szerint a gépjárműforgalmat vissza lehet szorítani az úthasználati díj városközpontokban vagy autópályákon történő alkalmazásával, akkor a környezetkímélő és helytakarékos kerékpárt választó közlekedők akár jutalmat is kaphatnak döntésükért. Egy ilyen rendszert Budapesten a Bringázz A Munkába (BAM) kampány során lehetne leginkább felhasználni. A 28. ábrán késsel a kerékpár RFID azonosítója, míg a póznára erősített narancssárga doboz a vevő és jelefeldolgozó egység, melynek energiaellátása megoldható szél- vagy napenergiával is.



28. ábra - A küllőkre helyezett RFID azonosító (kékekkel jelölve)
<http://www.dero.com/products/zap/zap-gallery.html>

3.2.7. Video detektorok, kamerás megfigyelő rendszerek

A kamera alapú megfigyelések első időszakában a technológia a kép továbbítását és eltárolását volt hivatott szolgálni, a jelfeldolgozás emberek által történt egy központi megjelenítő eszközön, valós időben vagy felvételtől visszanezve a képsorokat. A modern kamerák képének minősége, éjszakai felhasználhatósága, a kommunikációs hálózatok fejlődése és a tárhelykapacitás bővülése egy ideje lehetővé teszi a szoftveres központi képfeldolgozást, a legújabb technológiák pedig a mesterséges intelligencia nyújtotta lehetőségeket is képesek kiaknázni.

A video detektorok kínálata bőséges, ezért érdemes a megfelelő típus kiválasztása előtt megemlíteni azokat a típusjelzőségeket, amikre a forgalomszámláláshoz szükség van. A megfelelő felbontás és kontraszt, az optika minimális fényigénye, az adatok továbbításának módja, a jelfeldolgozás helye, a rongálásálló burkolat és az áramellátás módja mind szerepet játszik abban, hogy a rendszer pontosan és megbízhatóan üzemeljen.

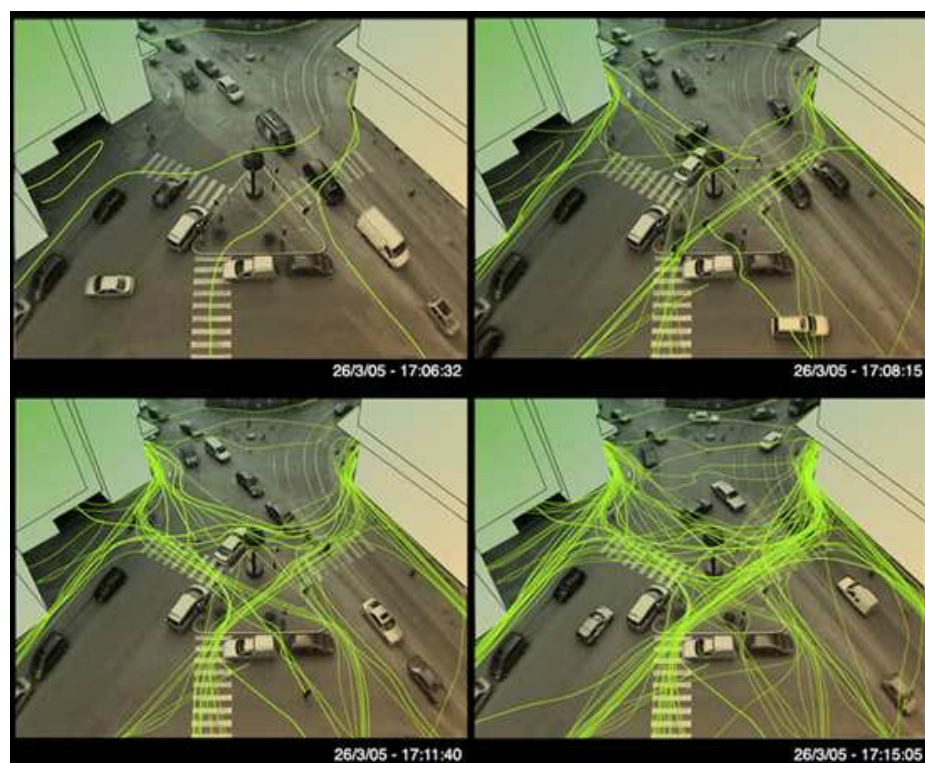
A CCD és MOS detektorlapkák felbontása a vízszintes sorok és függőleges oszlopok számának szorzata, az optikán keresztül a látott kép a raszter pontjain érzékelt jelekké alakulnak át. Azonos felbontás esetén a látószög növelésével csökken a felismerhetőség. Alapvető különbség van az analóg és digitális képérzékelők között. A kisebb felbontású „hagyományos” (jellemzően 480 vagy 520 soros) érzékelők helyett egyre inkább a nagy felbontású kameratípusokat telepítik a közlekedési célú felhasználás során. Elterjedt felbontások a vezető kameragyártóknál a 800x600 (SVGA), a HD720 és HD1080, de nem szabad elfelejteni, hogy a 3D eszközök esetén a felbontás a duplája lesz. A felvételeket a gyorsabb adatátvitel érdekében különböző tömörítési eljárásokat alkalmaznak. Célszerű alacsony lux-értékű színes kamerákat alkalmazni, lehetővé téve a minőségi éjszakai megfigyelést.

A kamera által rögzített jelek feldolgozása történhet egy központi számítógépen, decentralizált alközpontokban vagy a detektorhoz közvetlenül illesztett nagy kapacitású processzoron. Az első esetben jelentős a CCTV rendszerben kiépített kamerák által rögzített képek továbbításához szükséges sávszélesség és a központi jelfeldolgozás hardver igénye. A kamerába integrált jelfeldolgozó és vezérlő processzorok fejlődése lehetővé teszi a helyszíni kiértékelést – például egy karakterfelismerő és mozgáskövető szoftver

megszámolja a látószögébe eső járdaszakaszon áthaladók számát – így az ún. CNN rendszerű (Cellular Neural Network) kamerák csupán a vizsgálati eredményt, egy néhány kilobyte-os adatcsomagot küldenek a központi adatbázist kezelő szerverre.

A telepítésnél ajánlott ellenálló külső burkolatot alkalmazni és nehezen hozzáférhető magasságba felszerelni az eszközt. Az energiaellátás történhet az elektromos hálózatról, vagy akkumulátorról, amit szolár cellával és vertikális tengelyű szélturbinával lehetőség szerint folyamatosan töltünk. Állandó mérőpont kialakítása esetén célszerű a közvilágítási hálózatra is csatlakozni, ideiglenes mérőpont esetén azonban egyszerűbb megoldás egy önellátó, mobil rendszert alkalmazni.

A kamera segítségével vizsgálhatunk szűkebb keresztmetszeteket és komplex csomópontokat (29. ábra) egyaránt. A gépjárműforgalom megfigyelésére már kiforrott és megbízható megoldásokat kínálnak. Jelenleg kevés hardver illetve szoftver alkalmas kifejezetten a nem motorizált forgalom vizsgálatára, de a következő években véleményem szerint jelentős fejlődés várható.

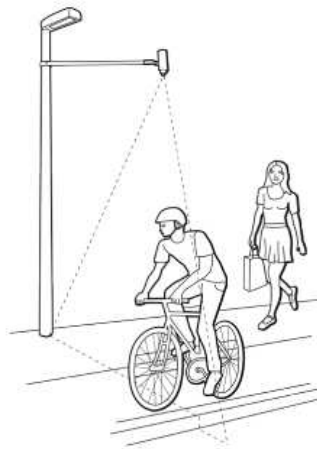


29. ábra - Csomópont átnézeti vizsgálata során rögzített gyalogos trajektóriák
forrás: <http://pruned.blogspot.com/2005/06/pedestrian-levitation.html>

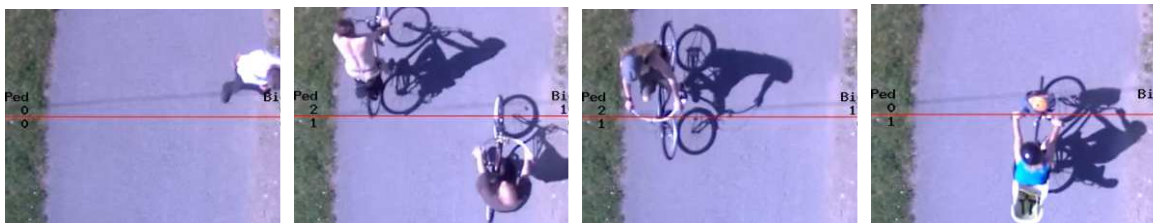
Megjelentek a piacon az első olyan IP alapú hálózati kamerák, melyek képesek egy integrált processzoron a képet feldolgozni – gépjárműveket, gyalogosokat, kerékpárosokat megkülönböztetni és irányonként megszámlálni – és a statisztikai adatokat akár 3G kapcsolaton keresztül azonnal elérhetővé tenni.

2010-ben jelent meg a svéd Cognimatics AG Trueview Bicycle szoftvere. A specifikáció szerint maximálisan 5 méter széles gyalog- és kerékpárút keresztmetszeti forgalmát tudja irány és közlekedési mód szerint osztályozni. [20] Az alkalmazás az Axis céggel való együttműködés eredménye. A program jelenleg két kameratípusra telepíthető (Axis

PTZ 212 és Axis P3343). A kamera telepítését a 30. ábra, a kamera által felvett képkockákat pedig a 31. ábra szemlélteti.



30. ábra - Gyalog- és/vagy kerékpárút keresztmetsztének vizsgálata kamerával
forrás: TrueView Bicycle, Cognimatics AG



31. ábra - A kamera látómezeje keresztmetszeti vizsgálat esetén
forrás: TrueView Bicycle, Cognimatics AG

3.2.8. Rezgésdetektorok

A rezgésdetektorokat az útpálya alapjába vagy turista utak esetén a talajba telepítik. Az elhaladó kerékpárok által kibocsátott mikro rezgéseket érzékelik és dolgozzák fel. Az eszköz telepítése egyszerű, beszerzése olcsó, beépített akkumulátor segítségével az üzemidő akár több év is lehet. Alkalmazása főleg a természetes gyalog- és kerékpárutakon javasolt, ugyanis az ilyen helyen alkalmazott – terepre alkalmas – gumik mintázata nagyobb mértékű rezgéseket kelt és a detektor mérési pontossága ekkor a legjobb. A rezgésdetektorok között megkülönböztethetünk kompakt és szőnyeg formájú változatokat. A kompakt kivitel telepítése főleg erdei ösvényeken, mountain bike típusú kerékpárok számolására ajánlott. A szőnyeg formájú detektorokat szintén a felszín alá telepítik, nagyobb területi kiterjedésük miatt gyalogosok érzékelésére is alkalmas. A 32. ábrákon látható az amerikai TRAFx kompakt detektorának és a francia ECO Counter szőnyeg formájú rezgésdetektorának telepítési vázlata.



32.a. ábra



32.b. ábra

Különböző rezgésdetektorok telepítési változata

forrás: TRAFx.net / ECO Counter

3.3. A magyarországi alkalmazhatóság vizsgálata

A mintegy 30 ezer km hosszúságú országos közúthálózat, valamint az ehhez kapcsolódó egyéb műszaki létesítmények üzemeltetésében, fenntartásában és fejlesztésében a közúti szakirányítás számára nélkülözhetetlen a közúti forgalom nagyságának, összetételének, jellemzőinek megfelelő ismerete. A forgalmi adatok egyik fő forrása az országos keresztmetszeti forgalomszámlálás és annak az országos közúti adatbankban (OKA) tárolt eredményei.

Mivel a nem motorizált forgalom automatizált, hosszú távú megfigyelése – egy esetet leszámítva – eddig Magyarországon nem létezett, ezért a külföldi tapasztalatok alapján egy korszerű és költséghatékony megfigyelő hálózat kiépítése lenne lehetséges és célszerű.

Magyar viszonyok között alapvető elvárás, hogy a rendszer legyen olcsó és megbízható! Az előző pontokban felsorolt eszközök közül a legolcsóbbak az infradetektorok, fénysorompók, induktív hurokdetektorok és ultrahang detektorok. Ezek telepítésében több cégnek is nagy tapasztalata van, valamint léteznek hazai gyártású és fejlesztésű típusok is. Pontosságuk kielégítő, karbantartást alig igényelnek és megbízhatóságuk kellőképp magas. Hátrányuk a korlátozott felhasználhatóság. Kerékpárt (pontosabban fémes test elhaladását) az induktív hurokdetektor képes csak számolni ezek közül.

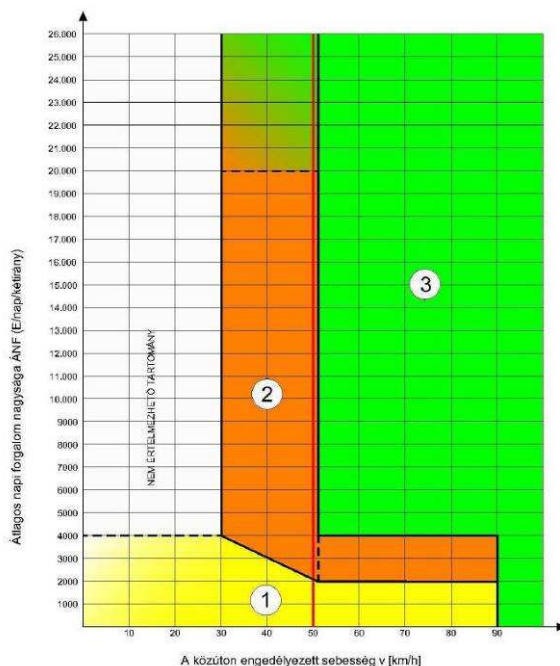
Egy sokkal drágább megoldás a pásztázó lézerdetektor és/vagy video detektorok – nagyobb kiterjedésű terek vizsgálata esetén több detektorból álló rendszerek – alkalmazása. A piacon beszerezhető fejlett lézeres- és videodetektor megoldások ára jóval magasabb például egy infra kapu és induktív hurokdetektor kombinációjánál (ezek együttes alkalmazása esetén lehetséges külön a gyalogosok és külön a kerékpárral közlekedők megszámlálása), de egy jól kalibrált lézer- vagy videodetektor szolgáltatásai jóval fejlettebbek, megbízhatóságuk jobb.

Az ország nagyrészen elérhető GPRS szolgáltatás, a sűrűn lakott városi övezetekben és kiemelt fontosságú turisztikai célpontok körül pedig szélessávú mobil kapcsolatra (3G) is lehetőség nyílik. Ennek megfelelően az adatkiolvasás módját inkább a rendelkezésre álló pénz határozza meg. A helyszínen – kábelen keresztül – történő kézi kiolvasás költ-

ségkímélőbb megoldás lehet, ha a mérési eredményre nincs azonnal szükség, illetve ha a kiszállás a számlálóhoz nem jelent plusz költségeket.

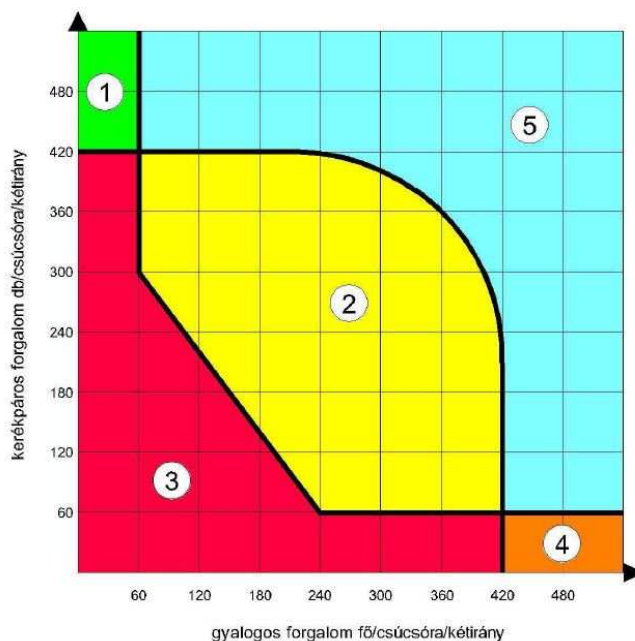
A Magyar Útügyi Társaság által gondozott és a közúti infrastruktúrára vonatkozó Útügyi Műszaki Előírások egyik fontos újítása volt 2010-ben (ÚT 2-1.201:2010), hogy megfogalmazza a gyalogos- és kerékpáros felületek kialakításának követelményeit, mégpedig a párhuzamos gépjárműforgalom sebességének illetve a nem motorizált módok forgalomnagyságának a függvényében.

A 33. ábra szemlélteti a megengedett maximális sebesség és az átlagos napi forgalom nagyságának (E/nap/kétirány) függvényében a motorizált és nem motorizált közlekedési módok közlekedési felületeinek egymás közti megosztását. Az 1-es tartományban megengedett a vegyes forgalom, ha a kerékpárforgalom nem éri el a 400 kerékpáros/óra/irány nagyságot. Az átmeneti 2-es tartományban az ÁNF függvényében különböző forgalomtechnikai megoldásokat lehet alkalmazni, de a közúti forgalom növekedésével a nem motorizált forgalmat minél inkább el kell különíteni a gépjárműforgalomtól. A 3-as tartományban a forgalom nagysága és a sebességkülönbségek pedig megkövetelik a gyalog- és/vagy kerékpárút építését.



33. ábra - Gépjármű- és kerékpárforgalom elválasztása
Forrás: ÚT 2-1.203:2010, 31. oldal

Amennyiben a nem motorizált forgalmat bármely okból el kell különíteni a gépjárműforgalomtól, akkor a gyalogos- és kerékpárforgalom függvényében alkalmazható kerékpárforgalmi létesítményeket az 34. ábráról olvashatjuk le. A jelölések jelentése: 1-es zóna az önálló vezetésű kerékpárút; 2-es zóna az elválasztott gyalog- és kerékpárút; 3-as zóna az elválasztás nélküli gyalog- és kerékpárút; 4-es zóna a gyalogút; 5-ös zóna az elválasztott kialakítású kerékpárút és külön gyalogjárda, vagy gyalogút.



34. ábra - A kerékpáros és gyalogos forgalom szétválasztása
Forrás: ÚT 2-1.203:2010, 31. oldal

A mérések tehát nem csupán lehetségesek, de bizonyos szinten kötelezően szükségesek is! A szakemberek számára elengedhetetlen, hogy a becslések helyett (vagy azokat kiegészítve) valós forgalmi adatokkal rendelkezzenek és a valós viszonyoknak megfelelő legjobb megoldást ajánlják megvalósításra.

A közlekedés tervezését segítő számítógépes szimulációk szintén sokat fejlődtek. Az egyik legismertebb és legfejlettebb szoftvercsomagja, a PTV által fejlesztett „PTV vision”, amely magába foglalja a makro- és mikroszkopikus modellezés és szimuláció lehetőségeit. A program legújabb változatának már része a gyalogosforgalom szimulációja is a közúti forgalom és a közforgalmú közlekedési járművek kapcsolatában. A szoftver ezáltal lehetőséget nyújt a forgalom különböző nézőpontjainak vizsgálata közben arra, hogy a tervezők a gyalogosforgalomra is összpontosíthatnak. A szoftverfejlesztők már a bétaverzió készítése közben bevonták a fejlesztésbe a jövőbeli felhasználókat, Magyarországról a Közlekedés Kft. szakértő munkatársait. A fejlesztők célja egy újfajta működési modell alkalmazása volt, ami a gyalogosok viselkedését nem a járdákhoz és gyalogátkelőkhöz köti, hanem a valóságnak megfelelően írja le a viselkedéseket. A választás a Dirk Helbing és Molnár Péter által 1995-ben Németországban kifejlesztett ún. „social force” modellre esett. A modell azért ideális, mert folyamatosan figyelembe veszi a rendelkezésre álló közlekedési felületet, és alkalmas arra, hogy a gyalogosok mozgását valósághűen bemutassa. [21]

Napjainkban a városi közlekedéstervezés új korszakában járunk, amely sok tekintetben az előző korszak alapjainak tagadására épül. Mivel a korszakváltás nem hirtelen, hanem fokozatosan ment és megy végbe, így még nehezebb a tervezői gondolkodásmód megváltoztatása.[22] Az „új elvek” szerint a gyalogosoknak az a legjobb, ha az aluljáró helyett a felszínen kelhetnek át (pl. Petőfi-híd budai hídfő, 4-6 villamosvonal akadálymentesítése). Ajánlott továbbá a vegyes forgalmú lakó-pihenő övezetek (angolul

woonerf, németül Verkehrsberuhigter Bereich) kialakítása is, ami az átmenő forgalmat az övezetek határán húzódó főútvonalakra tereli, a zónán belül pedig gyalogos-, kerékpáros- és gépkocsiforgalom korlátozott sebességgel (általában 20 km/h, Hollandiában 15 km/h) közös területet megosztva használjanak. Általánosan elfogadott tény továbbá, hogy a kerékpár nem sporteszköz, hanem közlekedési eszköz a városlakók számára.

Az Európai Unió a Zöld könyvben foglaltak alapján cselekvési tervet dolgozott ki a városi mobilitásra, az egyes cselekvésekhez pedig meghatározta a határidőket, a szereplők felelősségi köreit. A városi mobilitásról szóló cselekvési tervnek szakpolitikailag két fő célja van. Az első ilyen cél támogatni a nemzeti, regionális és helyi szinteket abban, hogy a városi mobilitás javítása érdekében szükséges célok elérésére irányuló terveiket kidolgozhassák és végrehajthassák, egyéni igényeiknek megfelelően, de összhangban az uniós irányelvekkel és ajánlásokkal. A második cél pedig a tervek kidolgozásához, a szakpolitikák kimunkálásához szükséges szakmai, jogi, pénzügyi tudásanyagot szolgáltatni, hogy valóban egy jól megalapozott, az Európai Unióban összegyűjtött legjobb tudást felhasználó integrált és innovatív megoldás valósulhasson meg.

A cselekvési terv 5. témaköre a „tapasztalat- és tudásmegosztás”, amely három intézkedést fogalmaz meg, zárójelben azok tervezett megvalósításának évével:

16. intézkedés: Az adatok és statisztikák naprakésszé tétele (2010)

17. intézkedés: Városi mobilitási megfigyelő központ létrehozása (2009)

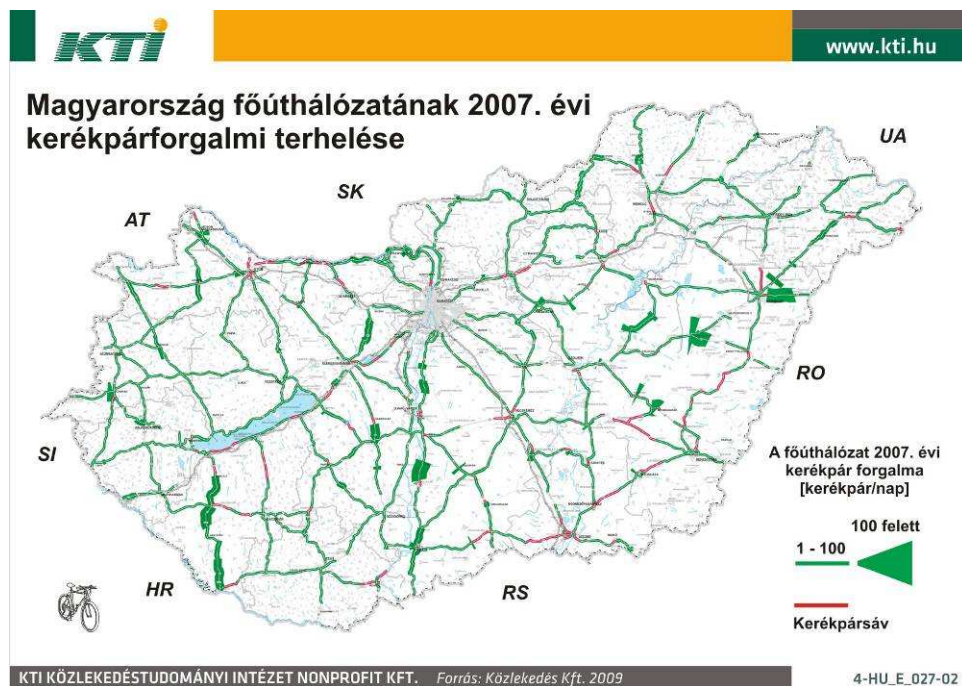
18. Részvétel a nemzetközi párbeszédben és információcserében (2010)

Az adatok és statisztikák naprakésszé tétele már a Kerékpáros Budapest koncepciótervben is szerepelt, a terv szerint 2008-tól kezdve rendszeres kerékpáros forgalomszámlálásokat kellene tartani [23], a dolgok jelen állása szerint annyi valósult meg, hogy a főváros egyetlen útszakaszán (és csak egy irányban) automata kerékpárszámláló létesült, illetve további néhány keresztmetszetben történtek alkalmi megfigyelések.

4. Az eddigi budapesti mérések értékelése

Azt hiszem nem túlzás kijelenteni, hogy a nem motorizált forgalom mérése Magyarországon ma még gyerekcipőben jár. A mérési megbízások jellemzően valamilyen új beruházás hatástanulmányához kapcsolódnak. A mérések szinte kivétel nélkül rövid időtartamú kézi számolások, ráadásul meglehetősen kevés mérőpontról származnak. Közlekedési szakemberek és a civil szervezetek is felszólaltak már az ellen, hogy a kerékpáros infrastruktúra bővítésekor vagy átalakításakor nem a valóságnak megfelelő kerékpár- és gyalogos forgalmat veszik a tervezők figyelembe. Jó példa lehet erre a Margit híd felújítása, amikor az utolsó pillanatban is vita tárgya volt a kétoldali kerékpárút, pedig gyalogos és kerékpáros szempontból is a legforgalmasabb hídról beszélünk.

A Magyar Közút megbízásából készített országos közúti keresztmetszeti forgalomszámlálás során a kerékpárforgalmat is figyelemmel kísérik, törvényszerűségi állomásokat azonban nem üzemeltetnek. A 35. ábra a mérési eredmények és a már korábban ismertett matematikai összefüggések alapján kiszámított átlagos napi kerékpárforgalmat ábrázolja az országos közúthálózaton. Látható, hogy létezik a városhatárt átlépő kerékpárforgalom, a városon belüli forgalmi viszonyokról azonban semmit sem mond ez a felmérés.



35. ábra - Magyarország főúthálózatának 2007. évi kerékpárforgalmi terhelése
forrás: Közlekedéstudományi Intézet

A Budapesten belüli kerékpáros forgalom mérésével eddig legtöbbet a Metróber Tervező és Tanácsadó Kft. foglalkozott. Kertesy Géza vezetésével a cég több alkalommal végzett méréseket a BFFH Közlekedési Ügyosztály számára.

A 2. melléklet mutatja az összes eddigi kerékpárforgalmi mérés helyszínét. A mérések döntő többsége csomóponti mérés volt, feltehetően azért, hogy a kerékpáros útvonalak találkozásánál az egyes ágak forgalmát külön-külön is vizsgálni lehessen.

4.1. Metróber Tervező és Tanácsadó Kft.

Először 1994. őszén készült forgalomszámlálás 7 helyszínen, majd 1995. tavaszán másikkal 33 mérési ponton. [24] A tavaszi mérések a budapesti kerékpárút-hálózat beruházásaihoz kapcsolódtak. A mérés célja az egyes helyszíneken a beruházásokat megelőző kerékpáros forgalom nagyságának regisztrálása volt. Az összesen 40 mérési pont felét a IV. kerületben jelölték ki. A csomópontok 55%-ában a mértékadó közúti gépjárműforgalmat is megfigyelték. [25]

Kedvezőtlen időjárási körülmények között nem végeztek mérést, de előfordult, hogy a megfelelően jó időjárás csapadékosra változott.

A méréseket hétköznap kedden, szerdán vagy csütörtökön, valamint hétvégén szombaton vagy vasárnap végezték az alábbi időpontokban:

<u>hétköznap:</u>	délelőtt	7:00 – 10:00
	délután	15:00 – 18:00
<u>hétvégén:</u>	délelőtt	9:00 – 12:00
	délután	15:00 – 18:00

1998-ban készült a következő felmérés - tavasszal, nyáron és ősszel összesen 26 budapesti helyszínen, melyből 18 mérőhely valamilyen beruházáshoz kapcsolódóan került kijelölésre. A mérések olyan új szempontokkal is kiegészültek, mint a gyalogos forgalom nagysága vagy a kerékpárút használati aránya.

További mérésekre került sor 1999-ben (48 mérőhely), 2006-ban (20 mérőhely), 2007-ben (5 mérőhely) és 2010-ben (6 mérőhely). A csomóponti mérésekről összességében megállapítható, hogy tett egy stratégiai lépést azzal, hogy „a kerékpáros forgalom számszerűsítése megtörtént”, a megrendelő azonban egyre kevesebb információra volt kíváncsi a kerékpáros forgalmat tekintve. A mérések az év különböző időszakában lettek felvéve, a hosszú távú mérések hiányában nem állnak rendelkezésre a szükséges korrekciós tényezők, vagyis a méréssorozat ad egy jó alapnak számító elképzelést, ennek pontossága azonban kérdéses.

Az 1999. évi mérés során 5 mérőállomáson egész napos (jellemzően 7:00-19:00 óra között) mérésekre is sor került. Az 7. táblázat tartalmazza a mérések eredményeit, míg a 3. mellékletben megtalálható a 12 órás mérések grafikus ábrázolása is. Fontos azonban megemlíteni, hogy a mérés végrehajtása során eltértek a specifikációtól (hétfőn és pénteken is végeztek „munkanapi” mérést, illetve pénteken végeztek hétvégi mérést), továbbá minden mérést csupán egyetlen alkalommal végeztek, ezért a mérési eredmények pontossága megkérdőjelezhető.

Kertesy Géza a 2010. évi Európai Mobilitási Hét alkalmával tartott előadásán felhívta a figyelmet az Astoria csomópont kerékpáros forgalmának radikális fellendülésére. Az 1997-es első forgalomfelvétel során nyáron hétköznap 112, hétvégén 171 kerékpárost számoltak össze a 2x3 órás mérés időtartamában. Majd 1998 és 2010 között iskolai időszakban hétköznap közel 16-szorosára nőtt az Astoria csomóponton keresztülhaladó kerékpárosok száma. [26]

7. Táblázat

12 órás kerékpárforgalmi megfigyelések Budapesten 1999-ben

(forrás: Metróber – Rendszeres budapesti kerékpáros forgalomszámlálás, 1999.)

Mérési helyszín	Napi kerékpárforgalom [kerékpáros / 12 óra]			
	munkanap		pihenőnap	
	nyár	ősz	nyár	ősz
Oktogon	1066**	500	961	424
Szentendrei út a városhatárnál	n.a.	158	2185	578
Mogyoródi út – Róna utca	958*	208**	1023	73***
Könyves K. krt. – Kőbányai út	312	202	227	207
Kerepesi út – Keresztúri út	553	151	305**	267

Magyarázat: * hétfő, ** péntek, *** csapadékos időjárás a mérés során

4.2. BKV – Transman

A Budapest Főváros Főpolgármesteri Hivatala megbízásából a Transman Közlekedési Rendszergazdálkodási Tanácsadó Kft. készített felmérést „A kerékpározási szokások vizsgálata Budapesten” címmel, még 1999. novemberben. A háztartásfelvétel során 2041 háztartás került kikérdezésre. A minta adatok feldolgozására 7 területegységre bontva került sor. [27]

A budapesti lakosok többsége napi két helyváltoztatást végez, az átlagos fajlagos helyváltoztatásszám 2,38 helyváltoztatás/fő/nap. A budapesti helyváltoztatások átlagos úthossza: 8,2 km, eljutási-idő értéke 29,2 perc. A legrövidebb utak vásárlás indokúak (4,6 km), a leghosszabbak pedig a hivatalos és magán ügyintézőkkel kapcsolatosak (10-11 km). A helyváltoztatások 70-80%-a, a kijelölt területegységeken belül bonyolódik le. A napi helyváltoztatások több mint 90%-a reggel 5 és este 18 óra között bonyolódik le.

A budapesti háztartások kerékpár-ellátottsága: 66,8 db/100 háztartás, ez az érték Budán magasabb: 73,0 db/100 háztartás, Pesten pedig alacsonyabb: 64,3 db/100 háztartás. A kerékpárok átlagos életkora 7 év (Budán 6,3 év, Pesten 7,3 év).

A kerékpárállomány minőségi jellemzőit tekintve megállapítható, hogy 37% hagyományos váltó nélküli, 51,2% a 35.000 forintnál olcsóbb többsebességű, 11,8 % pedig 35.000 forintnál drágább többsebességű.

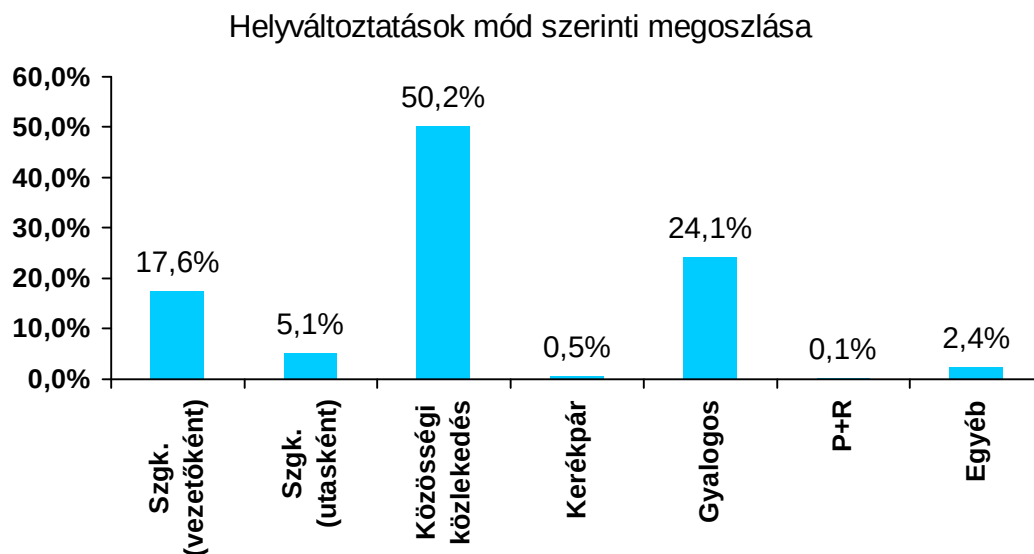
A budapestiek 30 %-a kerékpározik legalább alkalmoszerűen, a másik 70% soha. A „nemkerékpározás” indokai: nincs kerékpárja (43,6%), kora miatt (21,4%), egészségi állapota miatt (11,1%), nem tud (10,5%), egyéb (13,4%).

A kerékpározók 82,0 %-a csak szezonálisan, jó időben használja kerékpárját, a maradék 18,0 % egész évben. A kerékpárhasználat gyakoriság szerinti megoszlása: hetente többször: 24,6%, hetente 3-4: 14,5%, hetente 1-2: 31,0%, havonta 1-2: 14,1%, ritkábban: 15,9%. A kerékpáros utazások távolság szerinti százalékos megoszlása: 0-2 km: 16,2%, 2-5 km: 33,7%, 5-10 km: 26,3%, >10 km: 23,9%; az átlagos kerékpáros úthossz: 5,2 km, a kerékpárral jellemzően megtett távolság 2-5 km. A férfiak és a személygépkocsival rendelkezők többet kerékpároznak, mint a nők és a személygépkocsival nem rendelkezők. A személygépkocsival nem rendelkezők jóval nagyobb arányban használják a kerékpárjukat munkába, iskolába járásra, valamint ügyintézésre (10%-körüli érték munka/iskola és 22%-körül ügyintézés) mint a személygépkocsival rendelkezők (3%-körül munka/iskola, 15% ügyintézés). A személygépkocsival rendelkezők inkább sportszerként kezelik kerékpárjukat, és minél magasabb jövedelmi kategóriájú egyéneket vizsgálunk ez annál inkább így van. Az aktívak és a tanulók kerékpárhasználatának indokai nagyjából megegyezők. Az inaktívak viszont jóval nagyobb arányban használják a kerékpárt vásárlásra és ügyintézésre, mint a többi csoport.

A válaszadók szerint a kerékpározás legfőbb akadályozó tényezője a közúti közlekedés veszélyessége és a kerékpározásra alkalmas utak hiánya. Az előzőekben említett hiányosságok kiküszöbölése esetén a Budapestiek 60%-a továbbra sem kerékpározna többet, 9% többet használná kerékpárját munkába/iskolába járásra, 11% vásárlásra és ügyintézésre, 20% pedig kikapcsolódásra. A mindennapi kerékpározáshoz mindenki a forgalmas út mellett vezetett járdát vagy önálló kerékpársávot tartaná megfelelőnek. A sportoláshoz viszont mindenki kerékpárutat venne igénybe még nagyobb kerülő árán is. Kerékpározásra alkalmas felületek kialakításánál mindenki a gépkocsik által használt teret csökkentené a kerékpárosok javára (60%), ezt követi a járda (25%) és a zöldterület (15%). [27]

Ha a helyváltoztatások mód szerinti megoszlását elemezzük, illetve az összehasonlítás kedvéért feltüntetjük a korábbi vizsgálatokból származó értékeket az alábbi megoszlást kapjuk (lásd még 30. ábra). A „személygépkocsi” használata (22,7%) megoszlik a vezető (17,6%) és az „utas” (5,1%) kategória között. Az „egyéb” módba sorolódnak a teherszállításra alkalmas járművek, motorkerékpárok, és a taxi.

A jelenlegi adatok elemzésénél mindenképpen tekintettel kell lenni arra, hogy a kikérdezés kései időpontja (Okt. 28.-Dec. 15.), valamint az időjárási viszonyok miatt a kapott adatok nem minden esetben tekinthetők reprezentatívnak (pl. általában véve a személygépkocsi- és kerékpáros közlekedésnek nagyobb részarány valószínűsíthető). A korábbi adatokkal való összehasonlítást pedig nehezíti a megelőző felvételeknél alkalmazott eltérő adatstruktúra (pl. 1984-ben a gyalogos helyváltoztatások valószínűleg az egyéb kategóriába kerültek).



36. ábra – A budapesti helyváltoztatások mód szerinti megoszlása, 2000.
forrás: Transman Kft. – A kerékpározási szokások vizsgálata Budapesten (30. ábra)

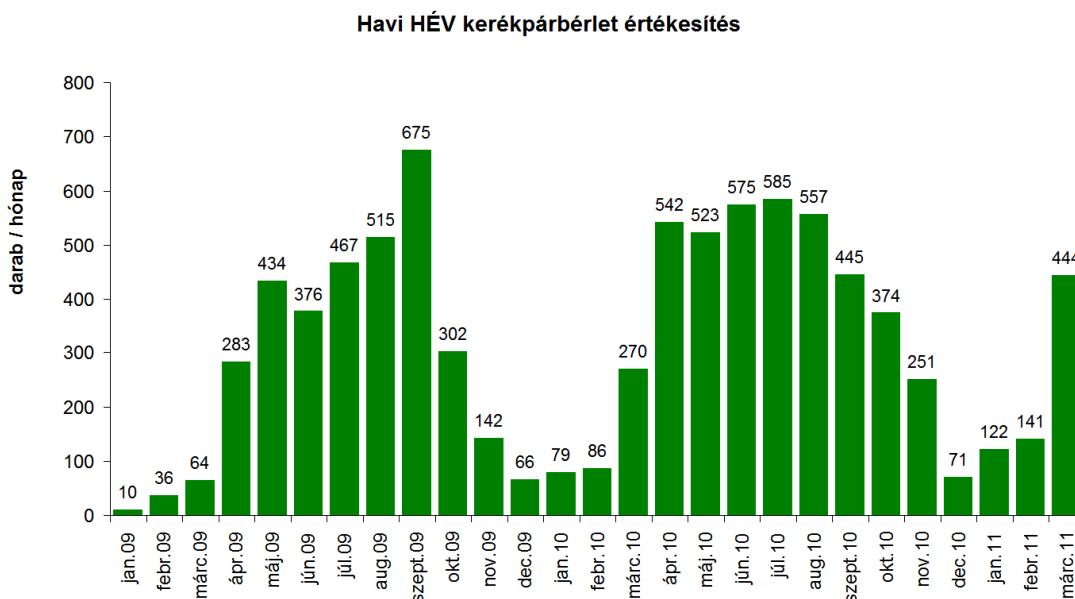
A BKV azóta nem készített hasonló kikérdezést. Az utazási szokásokat legmélyebben feltáró 2004-es háztartásfelvétel szerint Budapesten a kerékpáros modal split 1,5% körül alakul.

A diplomaterv írása közben megkerestem a BKV Zrt. sajtóosztályát, hogy a fogaskerekű és a HÉV vonalakon meghirdetett kerékpár bérlet-matrica (lásd a 37. ábrán) értékesítésének alakulását később összevethessem a kerékpárszámláló eredményeivel.



37. ábra – BKV kerékpár bérlet-matrica
(forrás: www.bkv.hu)

A bérlet-matrica 2009. januárban került bevezetésre, az összes értékesített matrica 2011. márciusig 8435 darab volt. A havi értékesítés alakulását mutatja be a 38. ábra. Az átlagos havi értékesítés 2009-ben 281 bérlet/hó, 2010-ben 363 bérlet/hó volt. Egyértelműen látszik, hogy a kerékpár-szállítási igény november március között jóval kisebb, mint az év más időszakában. Érdekes azonban megfigyelni, hogy a 2011. év eleji értékesítések jelentős növekedést mutatnak. Ez betudható egyrészt a rendszeresen kerékpárral közlekedők számának növekedésével, másrészt a termék bevezetése utáni természetes fellendülést is.

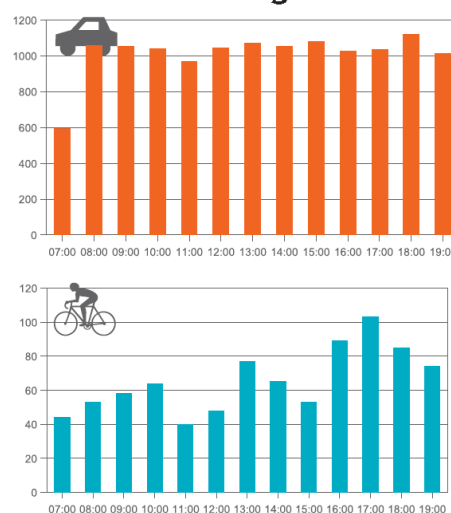


38. ábra – A BKV Zrt. kerékpár bérlet-matrica értékesítése
(forrás: BKV Zrt. Sajtóosztály)

4.3. Magyar Kerékpárosklub

2009. szeptember 9-én, szerdán a Magyar Kerékpárosklub kerékpáros forgalom számlálást végzett a Nagykörúton két keresztmetszetben. Negyedórás bontásban számolták a kerékpárosokat az úton, a villamospályán és a járdán. A járdán mind a két irányban haladó kerékpárosokat megszámlálták. A gépjárműforgalom nagyságát az automata számlálók (induktív hurokdetektorok) mérési eredményeit vették alapul. A mérések alapján megállapítható, hogy a járdán és az úton haladók aránya 40–60% között változik a körúton, főleg a forgalmi viszonyok, az út és a járda telítettségének függvényében, és a közlekedők úti célja szerint. A 39. ábrán látható oszlopdiagramok a gépjárműforgalom és a kerékpáros forgalom napi lefolyását mutatják. Látható, hogy a kerékpáros forgalom eloszlása hasonlít a gépjárműforgalmáéra, egyértelműen megállapítható tehát, hogy napi közeledési céllal naponta 900–1000-an kerékpároznak a körúton mindkét irányban. A napi gépjárműforgalom irányonként 16–18 ezer J/nap. [28]

Sajnos a mérés nem lett megismételve a hét más napjain, vagy a hétvégén, ezért ezek a mérések sem igazán következetesek. A mérés célja – mint általában a Kerékpárosklub megmozdulásai – inkább a kommunikáció lehetett. A közlekedők felé megmutatva a növekvő kerékpárhasználatot, illetve felhívni az illetékes hatóságok figyelmét a kerékpárforgalmi adatok hiányosságára.

Békkocsis utcánál Blaha L. tér felé**Aradi utcánál Oktogon felé**

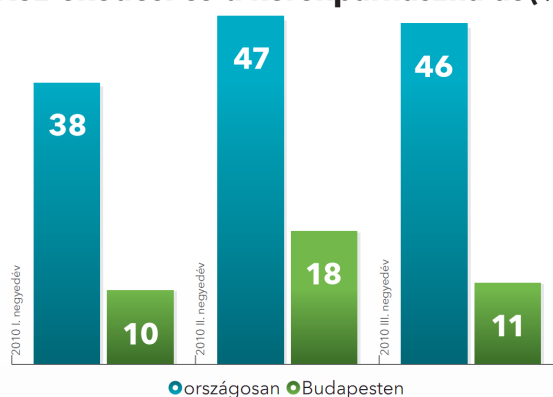
39. ábra – Gépjármű- és kerékpárforgalom a körúton
 (forrás: Magyar Kerékpárosklub, 2009. szeptember)

2010. tavaszától a Magyar Kerékpárosklub negyedévente országos reprezentatív adatokat publikál a magyarországi kerékpárhasználat alakulásáról. Az adatfelvétel rendszeres elvégzését támogató partnere, a TNS Hungary piackutató cég vállalta. Az adatfelvétel második hullámára 2010. május 15. és 27. között került sor, az eredmények a kérdezés előtti 2 hétre (azaz május elejére) vonatkoznak. Az 1000 fős minta a főbb szocio-demográfiai jellemzők (nem, életkor, iskolai végzettség, településtípus és régió) mentén a 15 éves vagy idősebb magyarországi állandó lakosokra reprezentatív. [29]

Főbb eredmények összefoglalva. Májusban a teljes 15 év feletti magyar lakosság 49%-a használt kerékpárt közlekedésre vagy túrázásra. Közlekedési eszközként a magyar lakosság 47%-a használt kerékpárt országos szinten. Ugyanez az arány Budapesten 18% volt. A vizsgált időszakban a kerékpárt közlekedési eszközként használók 38%-a mindennap közlekedett kerékpárjával. Budapesten egyértelműen a felsőfokú végzettségűek közlekedtek kerékpárral a legnagyobb arányban, s az iskolai végzettség szintjének csökkenésével párhuzamosan csökkent a kerékpáros közlekedési kedv.

A pontos kérdés a következő volt: „Az elmúlt két hétben (14 napban) hány napon használta kerékpárját közlekedési céllal és hány napon használta túrázni/kirándulni? Ha egy nap többször is használta, az is 1 napnak számít.”

Közlekedési célú kerékpárhasználat (%)



40. ábra – Közlekedési célú kerékpárhasználat a fővárosban és országos szinten
(forrás: TNS Modus Kft. / Magyar Kerékpárosklub)

A 40. ábrán látható 2010. első felének kiértékelése a közlekedési célú kerékpárhasználat elterjedtségét tekintve.

4.4. Közösségi forgalomszámlálás

Az év minden napján kerékpárral közlekedők számára érdekes az a folyamat, ahogy a tavaszi bringa-boom és az év végi fagyos hajnalok között a kerékpárosok száma megsokszorozódik, majd ismét a kemény magra zsugorodik. Közülük kerültek ki azok a lelkes önkéntesek, akik 2009. június óta minden munkanap ugyanakkor (reggel a munkába menet) megszámlálják a jelzőlámpa ciklusideje alatt a csomóponton áthaladó kerékpárosokat. A városban 3 helyszínen (Deák Ferenc tér, Árpád híd – pesti hídfő, valamint az Andrássy út Izabella utca sarka) ilyen jellegű megfigyelés. [30] A mérési eredmények grafikus ábrázolását a 4. melléklet tartalmazza.

Mindhárom mérési helyszínen megfigyelhető a kerékpárforgalom évszakonkénti ingadozása, azonban 2010 végén a forgalom kisebb intenzitással csökkent, mint az azt megelőző évben. A téli időszakban tehát egyre többen kerékpároznak. Az Andrássy úton megfigyelhető továbbá a kerékpárforgalom dinamikus növekedése is. A másik két mérőponton ez nem kimutatható, bár meg kell jegyezni, hogy 2010-ben a Deák tér környékén több építkezés is zajlott, az Árpád híd forgalmának egy része pedig a részlegesen használható Margit hídra terelődött.

4.5. A KKKR-hez kapcsolódó számlálások

A budapesti KKKR (Bubi) rendszer tervezéséhez kapcsolódóan, a Nemzeti Fejlesztési Ügynökség szükségesnek tartotta egy infrastrukturális vizsgálati és intézkedési javaslat-terv elkészítését. Ezt végül a Tandem Mérnökiroda készítette el Pej Kálmán vezetésével.

Az intézkedési terv magába foglalta a szolgáltatási területen belül eső Duna hidak nem motorizált forgalmának felvételét is (a gépjárműforgalom nagysága és a közösségi közlekedési járművek menetrendje ismert volt). A 2010. májusában elvégzett kézi forgalomszámlálások során a délelőtti (8:00-9:00) és délutáni (16:15-17:15) mértékadó

óra forgalmat vizsgálták, a mérőlapokon feltüntetve a járda legszűkebb keresztmetszetét. [31]

Az egyes hidakra jellemző gyalogos és kerékpáros forgalomnagyságokat az ÚT 2-1.203 Útügyi Műszaki Előírás alapján vizsgálták. Az intézkedési terv a X. táblázatban szereplő forgalmi adatok alapján tesz javaslatot a kerékpáros közlekedés kialakítására. A javaslatok megvalósításának időigényei eltérőek, ezért 3 lépésben határozza meg azok határidejét: az első ütem a KKRR bevezetése előtt, a második ütem a 3. évet, a harmadik ütem pedig az 5. évet jelenti.

8. Táblázat

A belvárosi Duna hidak nem motorizált forgalma délelőtt és délután
(forrás: Tandem Mérnökiroda)

	délelőtti mértékadó óra forgalom			délutáni mértékadó óra forgalom		
	kerékpárosok száma [db / óra / két irány]	kerékpárosok az útpá- lyán	gyalogosok száma [db / óra / két irány]	kerékpárosok száma [db / óra / két irány]	kerékpárosok az útpá- lyán	gyalogosok száma [db / óra / két irány]
Lánchíd	226	23	123	267	58	812
Erzsébet híd	49	7	61	35	7	314
Szabadság híd	262	13	186	132	10	266
Petőfi híd	76	28	67	112	44	123

Meg kell jegyezni azonban, hogy a KKRR szolgáltatási területén kívül eső hidakon jelentős forgalom tapasztalható munka- és pihenőnapokon egyaránt. A Megyeri híd egyben városhatár is, tehát érdekes lenne megvizsgálni. Az Árpád hídon kijelölt kerékpárút vezet át, csakúgy, mint a Lágymányosi hídon. A Margit híd kerékpárforgalma a felújítás befejezése után valószínűleg „rekordokat” fog dönteni.

5. A nem motorizált forgalom mérésének szükségessége és lehetőségei

A motorizált járművek esetén az egységjármű fogalmának bevezetésével a forgalom homogénné alakítható. Nem motorizált járművek esetén ezt nem lehet ilyen egyszerűen megtenni. A kerékpáros és gyalogos forgalom általában térben jól szeparált. Ahol közös felületen közlekednek, ott pedig fontos a két csoport nagyságának meghatározása. 100 kerékpáros/6 óra forgalomnagyság fölött ajánlott a kerékpár közútra terelése, vagy bizonyos gyalogosforgalom fölött a kerékpárokat kitiltani a gyalogútról.

A nem motorizált forgalom vizsgálata azonban nem csak a közlekedési útvonalak megfelelő kialakításához jelenthet támpontot. Az alábbiakban összeírom – nemzetközi példák alapján – a mérési eredmények felhasználhatóságát. A lehetőségeket a szerint csoportosítottam, hogy azok közvetlenül a közlekedéstervezést, a finanszírozási (illetve közlekedéspolitikai) döntések mérlegelését, a város folyamatos fejlődését vagy a műszaki- gazdasági tanulmányok létrejöttét segítik.

Mérési eredmények felhasználhatósága:

Közlekedés

- A lokális kihasználtságok és összes forgalom meghatározásához
- A közlekedés előnyeinek számításához
- Utazási hajlandóságot meghatározni
- Közlekedési modellek pontos modal splitjének meghatározása
- A szolgáltatási színvonal meghatározása
- Forgalom nagyságára vonatkozó trendek meghatározása
- Forgalomnagyság alakulása egyes beruházások előtt és után
- Létező forgalomfigyelő rendszerbe integrálható
- Létező levegőtisztasági és forgalomirányítási rendszerekbe integrálható
- A szükséges kapacitások felmérése

Finanszírozás és politika

- A gyalogos és kerékpáros közlekedési módok állami támogatása
- Kommunikációs és marketing kampányok részeként
- Helyi és regionális projektek prioritizálása
- Esélyegyenlőség a városrendezési projektekben a nem motorizált forgalom elhelyezésére
- Közlekedési hatástanulmányok a szükséges és/vagy az államilag támogatott fejlesztésekről
- A közút szolgáltatási szintjének és kapacitásának változása
- Klímaváltozással összefüggő kutatások

Folyamatos fejlődés

- Szűk keresztmetszetek azonosítása
- Balesetek megelőzése! A kerékpáros és gyalogos infrastruktúra esetén is szükséges a relatív baleseti mutatókat meghatározni, az eredmények ismeretében a felmerülő problémákat és hiányosságokat meg kellene szüntetni.

Kapcsolódó tanulmányok

- A gyalogos és kerékpáros közlekedés függése a külső tényezőktől (időjárás, népességi jellemzők, területhasználat, elérhető? szolgáltatások típusai (pl. tároló, alacsonypadlós vasúti járművek), stb.
- Ingázási szokásokra, várostervezésre és a helyi jogalkotásra gyakorolt hatás

6. Esettanulmány: Budapest, Múzeum körút

A Critical Mass közösség alapító tagjai többször felhívták már a figyelmet arra a tényre, hogy a budapesti kerékpárforgalomról nagyon nehéz szakmai szempontok szerint véleményt formálni, vitatkozni, döntést hozni. Ennek egyik oka, hogy meglehetősen kevés mért adatunk van a nem motorizált forgalom térbeli-időbeli eloszlásáról. Az egyén szubjektív megítélése alapján viszont érezhető a kerékpáros forgalom robbanásszerű növekedése és a kerékpáros kultúra pezsgése.

A nyugat-európai totemoszlopra hasonlító számlálók által inspirálva kezdett körvonalazódni az igény egy olyan eszközre, amely a helyszínen (és az interneten) azonnali visszajelzést ad a kerékpárforgalom alakulásáról – nem csak kerékpárosoknak. A kijelző egység kommunikációs értéke legalább akkora, mint a puszta adatok publikus hozzáférhetősége.

Az európai hírnévvel büszkélkedő budapesti felvonulás szimpatizánsai ezért a sok kicsi sokra megy elvet követve közadakozást indítottak a Magyar Kerékpárosklubbal együttműködve. Az MK a projektkoordinációs feladatokat látja el. A lehetséges technikai megoldások elemzése és értékelése után a MK - Közlekedési Munkacsoportja az indukzív hurokdetektor beszerzését javasolta. A kivitelező kiválasztásakor fontos szempont volt a helyi támogatás biztosítása, ezért a Swarco Hungária munkatársa, dr. Kupcsulik András lett felkérve a berendezés fejlesztésére és szervizelésére is.

A szükséges források előteremtésével párhuzamosan egyeztetések indultak a BFFH közreműködésével az engedélyeztetés és a kivitelezés tekintetében. A Múzeum körút felújítása miatt a detektort a kopóréteg kiépítése előtt a kötőrétegbe kellett helyezni.

6.1. Az automata kerékpáros forgalomszámláló műszaki bemutatása

A berendezés részét képező indukzív hurokdetektor működését a 3. fejezetben már ismertettem. A Budapesten megvalósított kerékpárszámláló azonban nem csak a kerékpárok érzékelését és a 15 perces forgalmi adatok eltárolását végzi. A jelfeldolgozó egység egyszerre két csatornán keresztül mutatja a forgalmi adatokat: egy helyszíni kijelzőn és egy interneten hozzáférhető dinamikus frissülő hirdetésen keresztül.

A jelfeldolgozó egység a meghatározott időközönként (jelenleg 15 perc, az online banner miatt javasolt lenne 5 perc) egy üzenetet küld a szerverre, ahol egy program értelmezi a jeleket a SVJ02 GPRS protokoll alapján. Jelenleg a teljes adatcsomag 66 byte. Az első 16 karakter az eszköz gyártási azonosítója, ezt követi még 50 byte bináris adat.

9. Táblázat

SVJ02 GPRS protokoll szerinti adatcsomag
(forrás: Swarco Traffic Hungária Kft.)

pozíció	1-16.	17.	18.	19.	20.	21.	26-27.	60-61.
jelentés	mérő-hely	év	hónap	nap	óra	perc	mért érték	hiba-jelzés
formátum	16 byte	1 byte TBCD	1 byte TBCD	1 byte TBCD	1 byte TBCD	1 byte TBCD	2 byte	2 byte

Kommunikációs hiba esetén a szerverre nem érkeznek adatok. Az adatküldés újraindítása után viszont az online tárolt adatok lekérdezése nem tükrözi a helyszíni kijelző értékeit. A hibajelenség kiküszöbölhető, ha az üzenet tartalmazza a számláló által a kijelzőre küldött napi és éves értékeket is, ezzel a helyszíni és internetes kijelzők teljes szinkronba kerülnek. A berendezés a mérési eredményeket 14 napig tárolja, amit a helyszínen bármikor ki lehet olvasni, a kimaradt adatokat tehát lehetséges pótolni.

A beérkező adatcsomagokat soronként rögzítve kapjuk meg a 'bikelog' adatbázist.

A szerveren egy rövid PHP program fut le a meghatározott időközönként, ami a 'bikelog' adatbázis alapján kiszámítja a napi és éves forgalmakat, majd ugyanazon JPG kiterjesztésű grafikus fájlt (41. ábra) ír felül minden futtatás végén.



41. ábra – Interneten frissülő grafikus fájl
(forrás: Magyar Kerékpárosklub)

Az üzemeltetési tapasztalatok alapján a fejlesztő kezdeményezte az adatküldés gyakoriságának növelését. Ennek elsődleges célja, hogy a banner minél aktuálisabb információt jelenítsen meg.

6.2. Az üzemeltetési tapasztalatok összefoglalása

Az induktív hurokdetektorok széleskörű elterjedésének kulcsa, hogy egyszerű és robusztus felépítés mellett jó pontosságot szolgáltat kedvező áron. A gépjárművek

megfigyelésére évtizedek óta használt technológia kerékpárosok megfigyelésére való adaptálásának egyértelmű következménye, hogy a módosítások miatt rendellenes működést produkál. Az üzembe helyezés óta eltelt közel egy év alatt a következő rendellenességek jelentkeztek.

Részletes hibalista:

- A próbaüzem kezdetekor a detektor nem volt képes különbséget tenni kerékpár és gépjármű között. Ezért az aszfaltozás előtt egy más geometriájú érzékelő hurok került beépítésre, amellyel a kerékpárt nem csak az okozott jel nagysága, hanem a jel alakja alapján tudja megkülönböztetni az eszköz.
- 3 alkalommal a GPRS elérhetőséggel voltak problémák a modem szoftveres része miatt. Ez szeptember 3-án a program módosításával javítva lett. Információvesztés ezekben az esetekben nem történt.
- 2 alkalommal a számláló vezérlő egységének alkatrésze ment tönkre. Július 2-16. és szeptember 9-14. időszakokban a berendezés nem működött, így az adott időszakokról nem rendelkezünk forgalmi adatokkal.
- A szeptember 14-ei javítást követően egy biztosíték égett ki, ami az éves számláló kijelzési hibáját okozta. Adatok keletkeztek és továbbításra kerültek, csupán a helyszíni kijelző volt hibás (123123 értéket mutatott).
- Szeptember 22-én, a CM idején derült fény a napi kijelző rendellenességére (az ezres helyi érték nem jelzett), amelyet a kivitelező 2 napon belül korrigálta.
- 2011. április elején egy szerver oldali változtatás miatt ideiglenesen nem kerültek rögzítésre a beérkező adatcsomagok. A hiányzó adatok egy helyszíni kiolvasás után az adatbázisba is bekerültek
- 2011. március óta a berendezés egy ritkán előforduló – ám annál kellemetlenebb – hibajelenséget produkál: a detektor üzemzerű működése mellett a modem időnként „elfelejti” elküldeni a 15 perces adatokat, pontosabban 0 értéket küld. Ennek eredményeként a helyszíni és az internetes kijelzők között egy hónap alatt jelentős eltérés alakult ki. A hiba elhárítása az adatcsomag tartalmának változtatásával történt, ami most már a kijelzőn látható „hiteles” értékeket is elküldi, így a kimaradt adatokat az összesített számok alapján meg lehet határozni.

6.3. A forgalmi adatok vizsgálata

Az automata számláló üzembe helyezése óta eltelt időszak lehetővé teszi, hogy minden eddiginél részletesebb információnk legyen a budapesti kerékpárforgalom változásairól. Az eltelt 10 hónap alatt megfigyelhettük többek között a téli időszak kerékpárforgalmának regresszív és progresszív változásait, a forgalom napi- és heti eloszlását, a havi átlagforgalmakat és nem utolsósorban 300 nap forgalmi- és meteorológiai mérései kerültek rögzítésre.

A munka- és pihenőnapi kerékpárforgalom változását mutatja be a 10. táblázat.

10. Táblázat

A kerékpárforgalom munka- és pihenőnapokon, Budapest Múzeum krt.
(forrás: Magyar Kerékpárosklub)

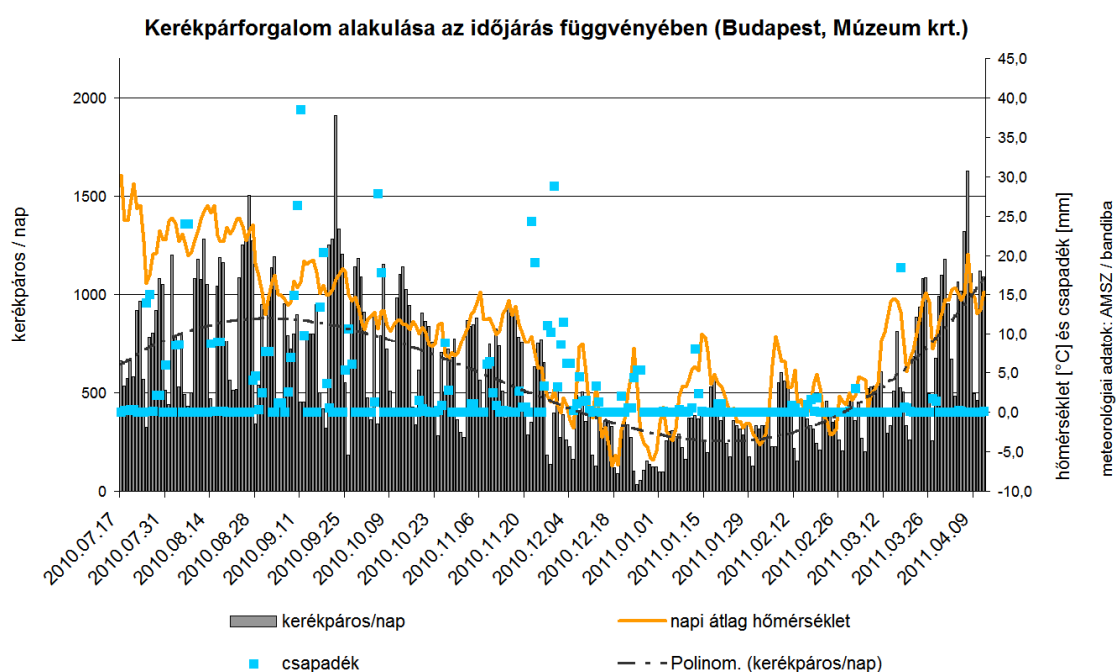
vizsgált időszak	átlagos kerékpár- forgalom munkanapokon [kerékpáros/nap]]	átlagos kerékpár- forgalom pihenőnapokon [kerékpáros/nap]]	napi átlag- hőmérséklet
2010. augusztus	1012	464	22,4°C
2010. szeptember	1040	384	16,0°C
2010. október	829	381	10,3°C
2010. november	715	359	9,6°C
2010. december	301	125	-0,4°C
2011. január	364	175	1,6°C
2011. február	415	218	1,8°C
2011. március	716	332	8,6°C
2011. április	1228	510	15,3°C

A munkanapok átlagos forgalma (2010. július – 2011. április): 670 kerékpáros/nap.

A munkanapok forgalmának szórása: 287 kerékpáros/nap.

A pihenőnapok átlagos forgalma (2010. július – 2011. április): 302 kerékpáros/nap.

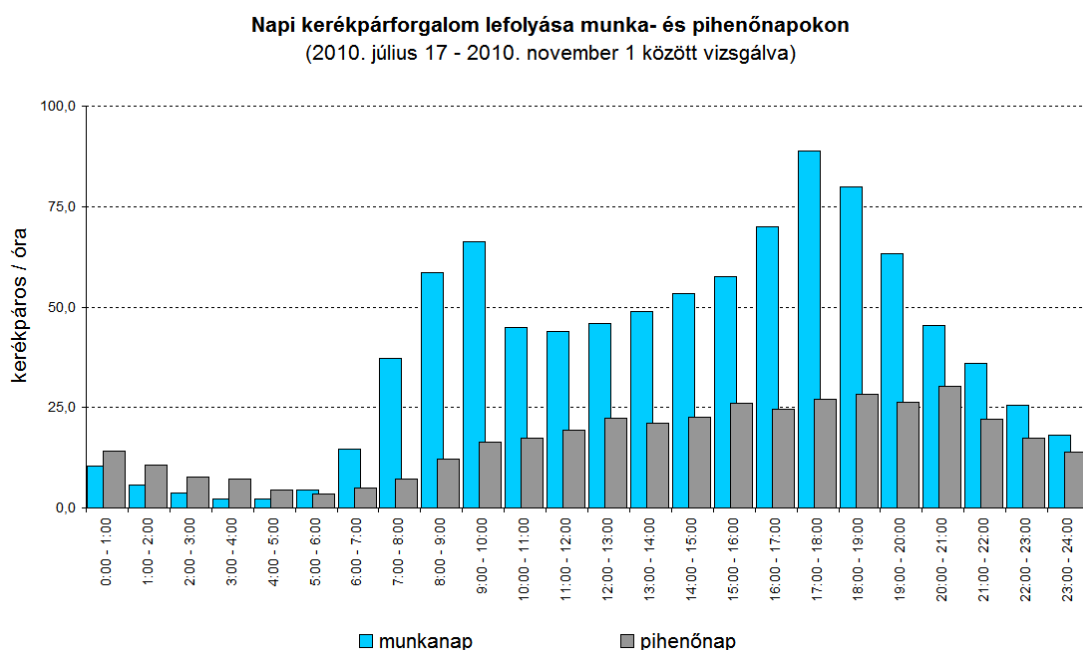
A pihenőnapok forgalmának szórása: 118 kerékpáros/nap.



42. ábra – Kerékpárforgalom alakulása a vizsgált időszakban
(forrás: Magyar Kerékpárosklub)

A 42. ábrán szemléltetem a forgalom alakulását a vizsgált időszak alatt. Jól látható, hogy a hőmérséklet esésével a forgalom csökken, továbbá a csapadékosság kockázata is negatívan hat a kerékpárosokra. A kerékpárforgalom novembertől januárig folyamatosan csökken, majd a hőmérséklet és a napsütéses órák számának függvényében ismét növekedni kezd. A grafikonon az is jól látható, hogy a tavasz beköszöntével a forgalom gyorsabb ütemben növekszik, mint ahogy év végén csökken.

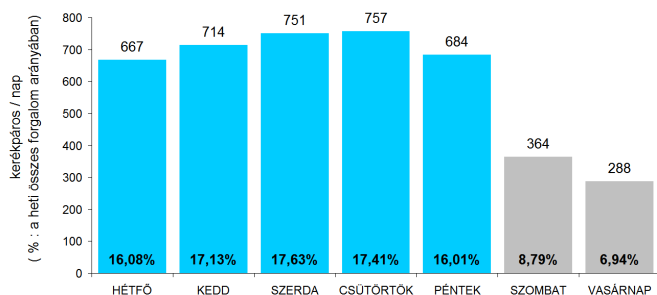
A napi lefolyás alakulása az év különböző időszakaiban megegyezik, tehát változatlan jelleg mellett a forgalom nagysága változik. A 43. ábrán látható az első 3 mért hónap alapján számított átlagos napi forgalomlefordulás. A 5. számú mellékletben megtalálható a napi forgalom lefordulásának alakulása az év különböző időszakaiban.



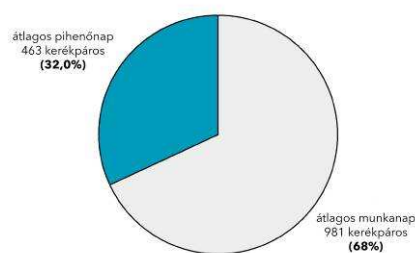
43. ábra – A napi átlagos kerékpárforgalom munka- és pihenőnapokon
forrás: Magyar Kerékpárosklub, 2010.

A grafikonon egyértelműen látszik, hogy a vizsgált keresztmetszetben a hivatásforgalom dominál és a pihenőnapokon jóval kevesebb a kerékpáros. A hétvégén azonban megemlítendő az éjszakai forgalom erőteljesebb megjelenése. A nemzeti ünnepek alkalmával a forgalom nagysága és lefordulása a hónapnak megfelelő hétfői forgalommal közel azonos, a március 15-ei hétfőt nem számítva, amikor a Nemzeti Múzeum kertjében (kellemes tavaszi időjárás mellett) rendezvényt tartottak.

A 44.a. és 44.b. ábrák szemléltetik a kerékpárforgalom heti eloszlását.



44.a. ábra



44.b. ábra

A heti kerékpárforgalom eloszlása a hét egyes napjain
(forrás: Magyar Kerékpárosklub)

A 6. számú mellékletben részletesen bemutatom a kerékpárforgalom alakulását a megfigyelt teljes hónapokban (2010. augusztus – 2011. április), ábrázolva a napi átlagos hőmérsékletet, valamint a csapadék mennyiségét is. Ezeken a grafikonokon jól látható a forgalom függése az időjárástól, ami a forgalom heti eloszlását is jelentősen befolyásolhatja.

A 11. ábrán már ábrázoltam a napi kerékpárforgalmakat a napi átlaghőmérséklet függvényében. A hőmérséklet és a kerékpárforgalom nagysága közötti kapcsolatot a korrelációs együttható segítségével elemeztem külön a munka- és a pihenőnapokra. Munkanapokon ennek értéke $r=0,758$, pihenőnapokon $r=0,819$. A szignifikanciaszint mindkét esetben $p<0,01$.

Ez alapján azt mondhatjuk, hogy a hőmérséklet és a kerékpárforgalom nagysága pozitívan korrelál (az együttjárás nagyobb, mint 0,75, tehát igen erős) és lineáris összefüggés mutatható ki közöttük. Azaz minél melegebb az idő annál többen kerékpároznak.

A két érték együttmozgásának képletét regresszió analízissel számoltam ki, lineáris kapcsolatot feltételezve, külön a munka- és pihenőnapokra, 95%-os megbízhatósági szint mellett:

- munkanapokon: $Y(X)=32,525X + 408,44$ ($R^2=0,5751$)
- pihenőnapokon: $Y(X)=15,986X+176,33$ ($R^2=0,6715$)

A kerékpárforgalom nagysága tehát nagymértékben függ a hőmérséklettől, de egyéb tényezők is befolyásolják, melyek közül a legfontosabb a csapadékosság (a nem csapadékos munkanapokra számított determinációs együttható (R^2) értéke 0,856).

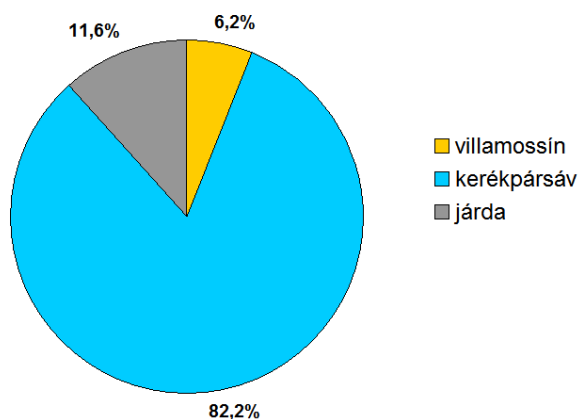
Az eszköz mérési pontosságának meghatározása érdekében 5 alkalommal (2010. augusztus 23 – szeptember 2 között, munkanapokon 17-19 óra között) végeztem kézi számlálásokat. Mivel a megfigyelt szakasz jól belátható, ezért a mérés során lehetőség nyílt a kerékpárosok irányonkénti útfelület választásának vizsgálatára is (lásd 45. ábra).

A megfigyelés időtartama alatt összesen 3668 kerékpárost sikerült a kézi számolással feljegyezni. A kerékpárosok közül 1736 (47,3%) a Kálvin tér felé, 1932 (52,7%) pedig az Astoria csomópont felé haladt. Érdekes megfigyelni a különbséget az egyes irányok

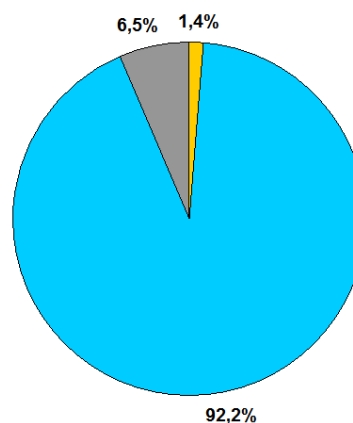
jellemző felületválasztása között; a kerékpársávot az Astoria irányában a bringásoknak csak a 82,2%-a vette igénybe. Ennek elsődleges oka az lehet, hogy a Kálvin téren az építkezés miatt a forgalom egy sávra szűkül, ahol forgalmi torlódás esetén a kerékpárosok a villamos pályán araszolnak a jelzőlámpáig (kb. 100 méteren) és a forgalom megindulása után egyszerűbb (és talán biztonságosabb is) a visszasorolás helyett a sínen haladni egy darabig.

A kerékpársávban üzemelő hurokdetektor a vizsgált időtartam alatt összesen 31 alkalommal hagyott figyelmen kívül kerékpárt. A kézi számolás szerint a forgalom 1588, míg a detektor szerint 1557 kerékpáros volt. Az eszköz pontossága a 3 mérés alapján így 98,0%-ra adódik.

Felületválasztás az Astoria irányába



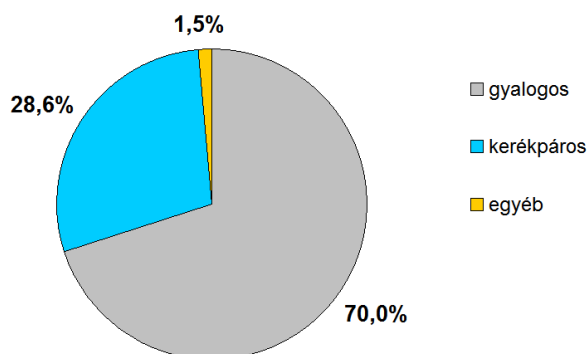
Felületválasztás a Kálvin tér irányába



45. ábra – A kerékpárosok felületválasztása a Múzeum körúton
forrás: saját forrás

További kézi mérésre került sor annak érdekében, hogy a vizsgált keresztmetszetben meghatározzam a nem motorizált forgalom összetételét (gyalogos, kerékpáros és egyéb kategóriákat alkalmazva). A mérések alapján készült a 46. ábra. A kézi mérések során használt mérőlapokat az 1. melléklet tartalmazza.

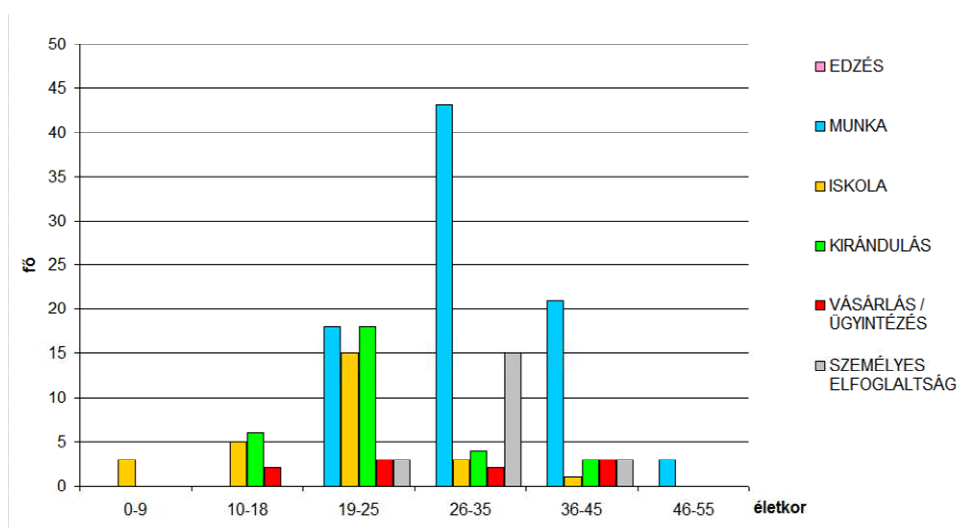
A nem motorizált forgalom összetétele



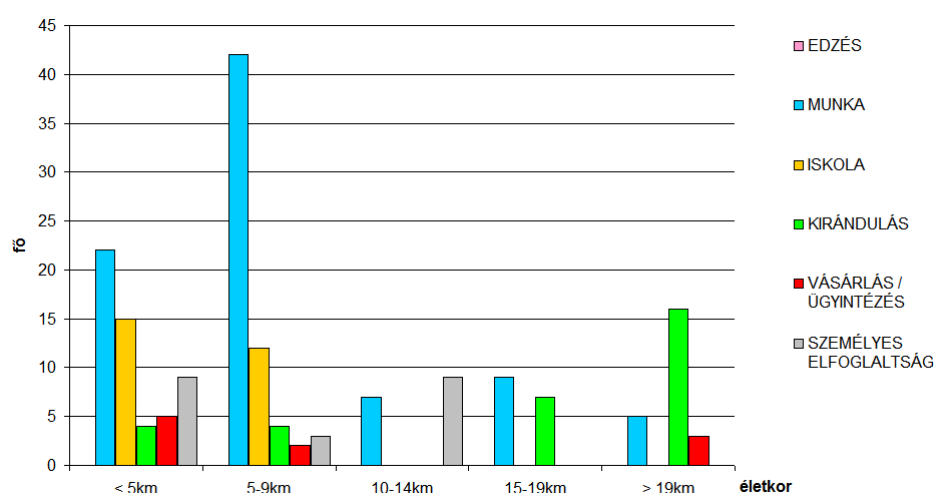
46. ábra – A nem motorizált forgalom összetétele
forrás: saját forrás

A forgalmi adatok alapján tehát megfelelő a Múzeum körút keresztmetszetének felosztása az egyes közlekedési módok között. A 33. és 34. ábra (az ÚT 2-1.203 Útügyi Műszaki előírásból) alapján jól látható, hogy a kerékpárforgalom számára önálló útfelület szükséges.

A forgalmi adatok részletesebb feltárásának érdekében kérdőíves felmérést is végeztem a helyszínen. Összesen 174 kerékpárost sikerült az 1. mellékletben szereplő kérdőív segítségével kikérdezni. A kikérdezés munkanapokon történt, jellemzően a reggeli és délutáni órákban, amikor jelentős a kerékpáros forgalom. A 47. és 48. ábrán bemutatom a megkérdezett kerékpárosok életkori összetételét és a megtett utazások hosszát az utazás céljának függvényében.



47. ábra – Életkor az utazás céljának függvényében
forrás: saját forrás



48. ábra – Az utazás távolsága az utazás céljának függvényében
forrás: saját forrás

A válaszokból kiderül, hogy a délelőtti időszakban az utazás célja elsősorban a munkába és iskolába járás, a délutáni időszakban azonban egyre több a szabadidős (idegen szóval rekreációs) tevékenységet és a személyes elfoglaltságot bonyolító kerékpáros városlakó.

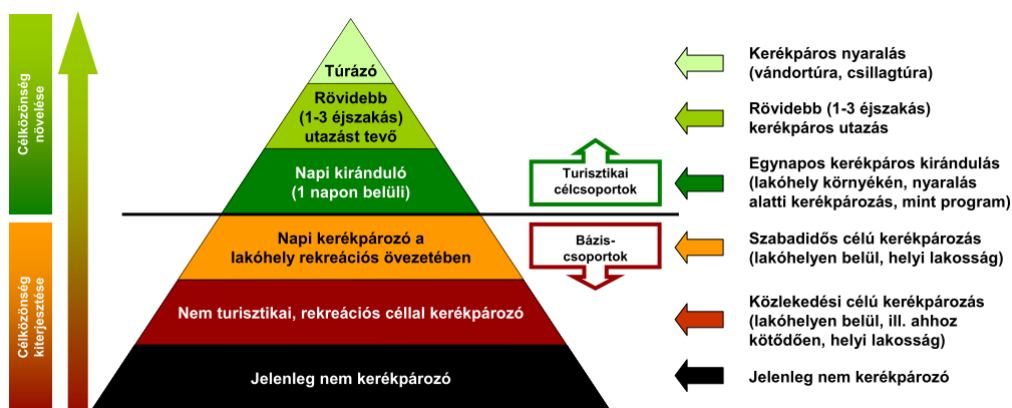
Az idő előre haladtával egyre több adat fog rendelkezésre állni. A Kerékpárosklub honlapján a forgalmi adatokat havonta frissítik, így a nyáron már lehetőség lesz a forgalom éves változásának kimutatására is, illetve a forgalom szezonálisának pontosabb megismerésére.

A későbbiekben érdekes lenne az ellenkező irány napi forgalomlefordítását vizsgálni.

7. Javaslatétel Budapest hosszú távú kerékpáros forgalomfelvételére

A BME Út és Vasútépítési Tanszéke a Magyar Kerékpárosklub közreműködésével 2008-ban elkészítették a Kerékpáros Budapest Konceptiót, ami foglalkozik a kerékpáros forgalom vizsgálatának kérdésével is. [32] A koncepcióban szereplő célmeghatározást alapul véve az általam javasolt mérési módszertan célja a következő. A kerékpárforgalmi létesítmények fejlesztésének és karbantartási folyamatainak tervezése és utókövetése érdekében rendszeres időközönként kell kérdőíves felméréseket, valamint forgalmi vizsgálatokat és számlálásokat végezni a kerékpáros infrastruktúra – funkcióját tekintve – különböző pontjain annak érdekében, hogy meghatározzuk a kerékpárforgalom főbb jellemzőit, a kerékpárosok közlekedési szokásait, valamint adatokat szolgáltatassunk a közlekedésbiztonsági statisztikákhoz. Ez a tevékenység lényeges mind a status quo feltárása, mind a későbbi fejlődési irányok elemzése szempontjából.

A meghatározásba új elemként került be, hogy a mérést az infrastruktúra különböző rendeltetésű pontjain kell elvégezni. Erre azért van szükség, hogy a kerékpárhasználat komplex vizsgálatára legyen lehetőség, lévén Budapest kiemelt turisztikai célpont, az országos kerékpárút hálózat fő csomópontja. 2010-ben készült el a Kerékpáros turizmus fejlesztési stratégiája, amely – a nemzetközi gyakorlatnak megfelelően – az utazás időtartama alapján szegmentálja a kerékpáros turizmus célközönségét (lásd 47. ábra).[33]



49. ábra – A kerékpározás célcsoportjainak nagysága és egymásra épülése
(forrás: EconoConsult Kft. / COWI Magyarország Kft.)

A kerékpáros turizmus vizsgálata tehát kiemelt szempont, amit figyelembe kell venni a mérőpontok kijelölésekor, a mérés időpontjának, rendszerességének és időtartamának megválasztásakor, továbbá a kikérdezéshez használt kérdőívek összeállításakor is.

A mérés céljának meghatározásával választ kaptunk arra, hogy miért szeretnénk megfigyelni a kerékpárosokat. Ezek után összefoglalnám azokat a kérdéseket, amire választ szeretnék adni.

Mekkora a kerékpáros infrastruktúra szakaszainak átlagos napi forgalma és hogyan változik az idő függvényében? Milyen funkciót tölt be a kerékpár ezeken a szakaszokon? Megfelel az infrastruktúra forgalmi kapacitása a kerékpáros igényeknek? Megfelel a kerékpárforgalmi létesítmények szolgáltatási színvonala a felhasználók elvárásainak? Mennyire eredményesek a kerékpárhasználatot népszerűsítő kampányok, akciók?

A mérési módszertan koncepciója nagyrészt az országos közúti forgalomfelvételen alapul. E szerint a forgalom időbeli lefolyásában mutatkozó különbségek a forgalom jellegétől függenek. A forgalomlefordítás törvényszerűségeit – azonos forgalomjellegű számlálóhelyeken – közel azonosnak tekintjük. A forgalomlefordítás törvényszerűségeinek vizsgálatát különböző forgalomjellegű és fekvésű, állandó telepítésű számlálóállomásokkal kell biztosítani. A forgalom nagysága valamely éven belül az idő függvényében változik, ezért a forgalomlefordítás törvényszerűségeit kifejező tényezőket (törvényszerűségi szorzókat) több hónap számlálási eredményeiből kell levezetni. A mintavételes eljárással végzett átlagérték-bebecslést hibák terhelik, ezért – a hiba hatását csökkentve – az átlagos napi kerékpárforgalom számításához többször ismételt, rövid időtartamú számlálásokat kell tartani. [34]

A rövid időtartamú méréseket célszerű – az országos közúti forgalomfelvételhez hasonlóan, de rövidebb ciklusidejű – úgynevezett „gördülő” rendszerben végrehajtani.

A kerékpárforgalom jellege jelentősen eltér a motorizált forgalométól, azért a (1) képletben alkalmazott tényezők esetünkben nem alkalmazhatóak. Kiindulási alap lehet a bécsi megfigyelések alapján meghatározott kategóriarendszer. A már említett 8 állandó mérőpont által nyert adatok elemzése után összesen 3 kategóriát határoztak meg: jellemzően hivatásforgalmat; jellemzően szabadidőforgalmat; illetve szabadidős- és hivatásforgalmat egyenletesen bonyolító kerékpárút. Elképzelhető, hogy ennél több forgalomjelleg alkalmazása pontosabb bebecsléseket tenne lehetővé (gondolok itt például a forgalom éves lefordításának különbözőségére), de ameddig Budapesten nem állnak rendelkezésre – a Múzeum körúton kívül más keresztmetszetekben – a hosszú távú forgalmi adatok, addig javasolt az említett 3 alapkategóriával dolgozni. A városon belüli és környéki zöldterületek és turisztikai úti célok sokszínűsége miatt feltehetően vannak olyan útvonalak, amelyek egyes szakaszai különböző kategóriát képviselnek (pl. Bartók Béla út, Andrássy út, EuroVelo 6, stb.).

Fontos továbbá a korábbi mérések eredményeinek párhuzamba állítása, vagyis a javasolt mérőpontok egy része szükségszerűen az eddigi mérési helyszínek közül kerül majd kiválasztásra. (A 2. melléklet tartalmazza a Metróber Kft. által megfigyelt helyszínek listáját)

Az állandó forráshiány miatt valószínűsíthető, hogy csak a lehető legköltséghatékonyabb koncepció juthat el a megvalósításig. A mellékállomásokra alkalmazott gördülő rendszer egy praktikus módja annak, hogy a költségek alacsonyan tartása mellett a lehető legtöbb adatot tudjuk gyűjteni.

A kerékpárút hálózat szolgáltatási színvonalának – mindenhol legalább kielégítő szintre történő – javításához a közlekedésmérnököknek naprakész és hiteles információkra van szüksége a létesítmények minőségi tervezéséhez, a biztonságérzet javítását célzó forgalomtechnikai megoldások kidolgozásához, a források elosztásának objektív megítéléséhez.

Nem szabad elfelejteni, hogy Budapest egy – viszonylag kedvezőtlen városszerkezetű – hatalmas kiterjedésű világváros, amely célul tűzte ki a kerékpáros közlekedés arányának növekedését!

A számlálóállomások között meg kell különböztetni az automata mérőeszköz használatát igénylő főállomásokat (ahol a törvényszerűségi szorzók meghatározása történik), illetve elsőrendű mellékállomásokat (ahol egész napos keresztmetszeti mérést végeznek az év 7 napján) és másodrendű mellékállomásokat (ahol 3 órás csomóponti méréseket végeznek az év 5 különböző napján). A mellékállomásokon a számlálás időszakos és gördülő rendszerben történik. Elsőrendű mellékállomásokon 2 évente javasolt 12 órás méréseket végezni az év 7 különböző napján)

A számlálóállomások számának növekedésével együtt a telepítési és üzemeltetési költségek is rohamosan emelkednek. Nyilvánvaló, hogy értelmetlen és lehetetlen a város valamennyi útszakaszának kerékpárforgalmi felvétele.

Az alábbiakban három különböző kiépítési változatot (a minimálisan elvárt, a „realista” és az idealista változatok) fogok bemutatni azok költségvonzatát vizsgálva.

Az automata mérőeszközök beszerzési költsége típustól függően 200.000 forint és 5 millió forint között mozog, a számítás során 750.000 forintos beszerzéssel és 100.000 forintos telepítési költséggel kalkuláltam. A detektorok éves üzemeltetési költségét attól tettem függővé, hogy állandó vagy ideiglenes telepítésről van szó. Állandó telepítés esetén a költségek az energiaellátásra, a karbantartásra és a mérési eredmények begyűjtésére (online kiolvasás esetén a mobil kommunikációs hálózat használati díja, offline kiolvasás esetén a kiszállás költségére) korlátozódik (a számítás során évente 100.000 forint). Ideiglenes telepítés esetén az üzemeltetési költségeket növeli a mérőeszköz gyakori áthelyezése (a számítás során 50.000 Ft/alkalom), de egy detektort több mérőpont között is meg tudunk osztani (a számítás során 4 ideiglenes mérőpont igényel egy detektort). A kézi mérés esetén a költség főleg a munkadíj függvénye (a számítás során 2.000 Ft/óra), de szerepet játszik a megfigyelés helyszíne és kiterjedése is. Nagyobb csomópontok megfigyelésére egyszerre több embert kell alkalmazni (a számítás szerint 6 ember szükséges 5 mérőállomásra).

Az elsőrendű mellékállomások megfigyelése történhet kézi és gépi számlálással, ezért arra is készíték kimutatást, hogy hosszú távon (3 teljes ciklus, tehát 9 év) mennyibe kerül egyik illetve másik megoldás.

11. Táblázat

Az egyes kiépítési javaslatok összehasonlítása

	1-es kiépítési változat	2-es kiépítési változat	3-as kiépítési változat
főállomások száma (állandó telepítésű)	3	7	15
elsőrendű mellékállomások száma (12 órás)	10	20	40
másodrendű mellékállomások száma(3 órás)	22	48	95
mérés ismételtsének száma 12 ÓRÁS	5 alk./év	7 alk./év	10 alk./év
mérés ismételtsének száma 3 ÓRÁS	5 alk./év	5 alk./év	5 alk./év
kérdőíves kikérdezéssel kiegészített mérőállomások száma évente	10 helyszín	25 helyszín	50 helyszín

12. Táblázat

Az egyes kiépítési javaslatok költségei állomástípusonként (forintban kifejezve)
(forrás: saját forrás)

	1-es kiépítési változat	2-es kiépítési változat	3-as kiépítési változat
főállomások kiépítésének költsége	2.550.000	5.950.000	12.750.000
főállomások teljes üzemeltetési költsége 9 évre számolva	5.250.000	12.250.000	26.250.000
az elsőrendű állomások éves működési költsége kézi számlálás esetén	720.000	2.880.000	5.760.000
az elsőrendű állomások 9 éves költsége kézi számlálás esetén	6.480.000	25.920.000	51.840.000
az elsőrendű állomások 9 éves költsége automata detektorok használatával	6.375.000	12.750.000	25.500.000
a másodrendű állomások kézi számlálásának éves költsége	264.000	576.000	720.000
kérdőíves kikérdezések éves költsége	216.000	540.000	1.080.000
összes költség 9 év alatt automata elsőrendű állomásokkal	15.945.000	35.044.000	67.950.000
összes költség 9 év alatt kézi számlálású elsőrendű állomásokkal	16.050.000	40.438.000	94.290.000

A számítások azt mutatják, hogy az automata detektorok alkalmazása javasolt lehet nem csak a főállomásokon, de a hosszabb időtartamú elsőrendű állomásokon is. Az egyes változatok eltérő éves mérési gyakoriságot határoznak meg az elsőrendű állomásokra. A minimális változat esetén az automata eszközök alkalmazása csak a 9. évben válik gazdaságosabbá, míg a 2-es változat esetén ez az időtartam 4 év, a jóval költségesebb 3-as változat esetén pedig mindössze 2 év.

Véleményem szerint a 2-es kiépítési változatot lenne érdemes megvalósítani minél több automata elsőrendű állomással.

A főállomások és elsőrendű mérőállomások kijelölése előtt célszerű lenne előzetes forgalmi vizsgálatokat lefolytatni. Forráshiány miatt erre nekem nincs lehetőségem, ezért elsősorban olyan helyszínekre teszek javaslatot, ahol a (szűk környezetemben megkérdezett) kerékpárosok véleménye szerint már most is jelentős a kerékpárforgalom.

A főállomásokat a BKV háztartásfelvételének értékeléséhez alkalmazott 7 városkörzetben helyezném el úgy, hogy az alkalmazott 3 különböző forgalomjelleg mindegyike legalább 2 főállomáson megfigyelhető legyen. Az állandó telepítésű berendezések esetén javasolnám továbbá az adatok GPRS hálózaton történő rendszeres lekérdezését.

Az elsőrendű mérőállomások kijelölésekor prioritást adnék a legszűkebb keresztmetszetek (beleértve valamennyi Duna hidat), illetve a nagy szabadidős forgalmat lebonyolító útvonalak (különösen az Eurovelo és a kelet-nyugati turistautak) vizsgálatára, de szűk-

ségesnek látnám olyan útszakaszok vizsgálatát is, mint a forgalomcsillapított Kecskeméti utca vagy a Dohány utca (a kerékpárosok kedvelt alternatívája a Rákóczi út helyett).

A másodrendű állomások jelentős részét a Metróber által már korábban kijelölt csomópontokban javasolnám megvalósítani.

A 7. számú mellékletben felsorolom a kerékpárforgalmi megfigyelő rendszer mérőpontjainak egy lehetséges változatát.

8. Irodalomjegyzék

1. Németh Ders: Biciklivel Budapesten, 2007
2. KSH: A lakossági közösségi és egyéni közlekedés jellemzői, 2009
3. Erhart Szilárd: A budapesti közlekedési dugók okai és következményei 2007.
4. Jankó Domokos – Szőke Bálint: Kerékpárosok sebességének mérése, 2010
5. ÚT 2-1.203 Útügyi Műszaki Előírás, 2010.
6. A közúti közlekedés szabályairól szóló 1/1975. (II. 5.) KPM–BM együttes rendelet
7. http://www.maut.hu/magyar/eloiras/magyar_0.html
8. <http://criticalmass.hu/blogbejegyzes/20100914/lesujto-magyar-kerekparut-halozat-helyzete>
9. Budapest Közlekedési Rendszerének Fejlesztési Terve, 2009
10. <http://www.copenhagenize.com/2009/05/bicyclists-count-in-copenhagen.html>
11. <http://www.snizek.at/radverkehr/dauerzaehlung2.php>
12. Irish Examiner Friday (napilap), 2011. március 11.
13. Direcció de Serveis de Mobilitat / DOyMO: Dades Basiques, 2006 és 2009
14. National Bike and Pedestrian Documentation Project: Fact Sheet 2009
15. <http://kerekparosklub.hu/beszamolo-a-kerekparos-tervezoi-forumrol-2011-marcius-16>
16. Dr. Oláh Ferenc – Járműazonosító és helymeghatározó rendszerek (jegyzet),
17. <http://www.isprs.org/proceedings/XXXV/congress/comm4/papers/536.pdf>
18. Személyes interjú Szőke Bálinttal (COWI) 2010. március
19. Személyes interjú Gerardo Hernandez-szel, a BACC (Katalán Kerékpárosklub) munkatársával, Barcelona, 2010. augusztus
20. <http://www.cognimatics.com/downloads/trueview-bicycle-product-sheet.pdf>
21. Dávid Gábor – Zubor Lajos – Nitsch Gergely: Korszerű számítástechnikai eszközök a gyalogos létesítmények forgalmi tervezésében (Városi Közlekedés 2010 / 1. szám, 13. oldal)
22. Ercsényi Balázs: Új kihívások a közlekedéstervezésben – gondolatok a Budapest szíve-program kapcsán, Városi Közlekedés, 2011/1-2.
23. BME Út és Vasútépítési Tanszéke, Magyar Kerékpárosklub: Kerékpáros Budapest, Konceptió 2008
24. Metróber: A budapesti kerékpáros forgalom mennyiségi és minőségi jellemzőinek, időbeni tendenciáinak vizsgálata (TSZ.: 241/M), 1994
25. Metróber: A budapesti kerékpárút-hálózat beruházásaihoz kapcsolódó kiegészítő kerékpáros forgalomfelvétel.” (TSZ.: 321), 1995
26. Kertesy Géza: Kerékpárforgalom-számlálás, tanulságokkal, 2010

27. TRANSMAN (Horváth Balázs – Dr. Monigl János – Berki Zsolt): A kerékpározási szokások vizsgálata Budapesten, 2000
28. <http://kerekparosklub.hu/kerekparosbarat-nagykorut>
29. <http://kerekparosklub.hu/friss-orszagos-adatok-a-kerekparhasznalatrol-a-kutatas-masodik-hullamanak-eredmenyei>
30. <http://criticalmass.hu/blogbejegyzes/20091202/kozossegi-forgalomszamlalas>
31. Tandem Mérnökiroda: Budapest közösségi kerékpáros közlekedési rendszer bevezetéséhez szükséges infrastruktúra (Intézkedési javaslatok, TSZ: 666/2010)
32. BME Út és Vasútépítési Tanszéke, Magyar Kerékpárosklub: Kerékpáros Budapest, Konceptió 2008
33. EconoConsult - COWI Magyarország: Kerékpáros turizmus fejlesztési stratégiája, 2010
34. Magyar Közút: A közúti forgalom figyelemmel kísérése, 2009.

9. Mellékletek

- 1. sz. melléklet: A diplomatervhez felhasznált kérdőív és mérőlapok
- 2. sz. melléklet: A Metróber által végzett mérések helyszínei
- 3. sz. melléklet: 12 órás kézi mérések
- 4. sz. melléklet: Közösségi forgalomszámlálás
- 5. sz. melléklet: A napi kerékpárforgalom alakulása az év különböző időszakában
- 6. sz. melléklet: A Múzeum körút kerékpárforgalmának ábrázolása meteorológiai adatokkal (2010. augusztus – 2011. április)
- 7. sz. melléklet: A javasolt mérőpontok

9.1. 1. sz. melléklet: A diplomatervezés során használt kérdőív és mérőlapok

KERESZTMETSZETI MÉRŐLAP

Gyalogos- és/vagy kerékpárút egy irányának megfigyelésére
(gyalogos – kerékpáros vegyes forgalom)

Név: _____

Dátum: _____

Helyszín: _____

Mérés kezdete: _____

Időjárás: _____

Mérés vége: _____

Kérlek, töltsd ki a mérőlap fejlécét! Az időjárást próbáld pontosan leírni! A hőmérsékleten kívül a szélereősséget, a csapadékot, a felhőzetet és a fényviszonyokat célszerű feljegyezni.

A mérés során az adott keresztmetszeten áthaladó összes gyalogost és kerékpárost kell megszámolni és kategorizálni a táblázat szerint.

- Két órán keresztül, 15 perces időközöket mérj
- A kerékpáron utazók számát és ne a kerékpárokat
- A gyalogosok közé tartoznak a kerekesszékesek, babakocsival közlekedők, stb.
- Az egyéb kategóriába tartoznak azok, akik gördeszkával, görkorcsolyával, rollerral vagy egyéb (nem motorizált) eszközzel közlekednek.

	Gyalogos		Kerékpáros		Egyéb
	nő	férfi	nő	férfi	
0:00 – 0:15					
0:15 – 0:30					
0:30 – 0:45					
0:45 – 1:00					
1:00 – 1:15					
1:15 – 1:30					
1:30 – 1:45					
1:45 – 2:00					
ÖSSZESEN					

KERESZTMETSZETI MÉRŐLAP
A kerékpárforgalom nagyságának és útfelület választásának
vizsgálatára
(kerékpárforgalom az egyes útfelületeken)

Név: _____ Dátum: _____
 Helyszín: _____ Mérés kezdete: _____
 Időjárás: _____ Mérés vége: _____

Kérlek, töltsd ki a mérőlap fejlécét! Az időjárást próbáld pontosan leírni! A hőmérsékleten kívül a szélereősséget, a csapadékot, a felhőzetet és a fényviszonyokat célszerű feljegyezni.

A mérés során az adott keresztmetszeten áthaladó összes gyalogost és kerékpárost kell megszámolni és kategorizálni a táblázat szerint.

- Két órán keresztül, 15 perces időközöket mérj
- A kerékpáron utazók számát és ne a kerékpárosok számát mérd

időszak	'A' irány			'B' irány		
	járda	kerékpárút	villamos pálya	járda	kerékpárút	villamos pálya
' :00 – 0:15						
0:15 – 0:30						
0:30 – 0:45						
0:45 – 1:00						
1:00 – 1:15						
1:15 – 1:30						
1:30 – 1:45						
1:45 – 2:00						
részösszeg						
%						
ÖSSZESEN						

Megjegyzések:

.....
aláírás

CSOMÓPONTI MÉRŐLAP (1. oldal)

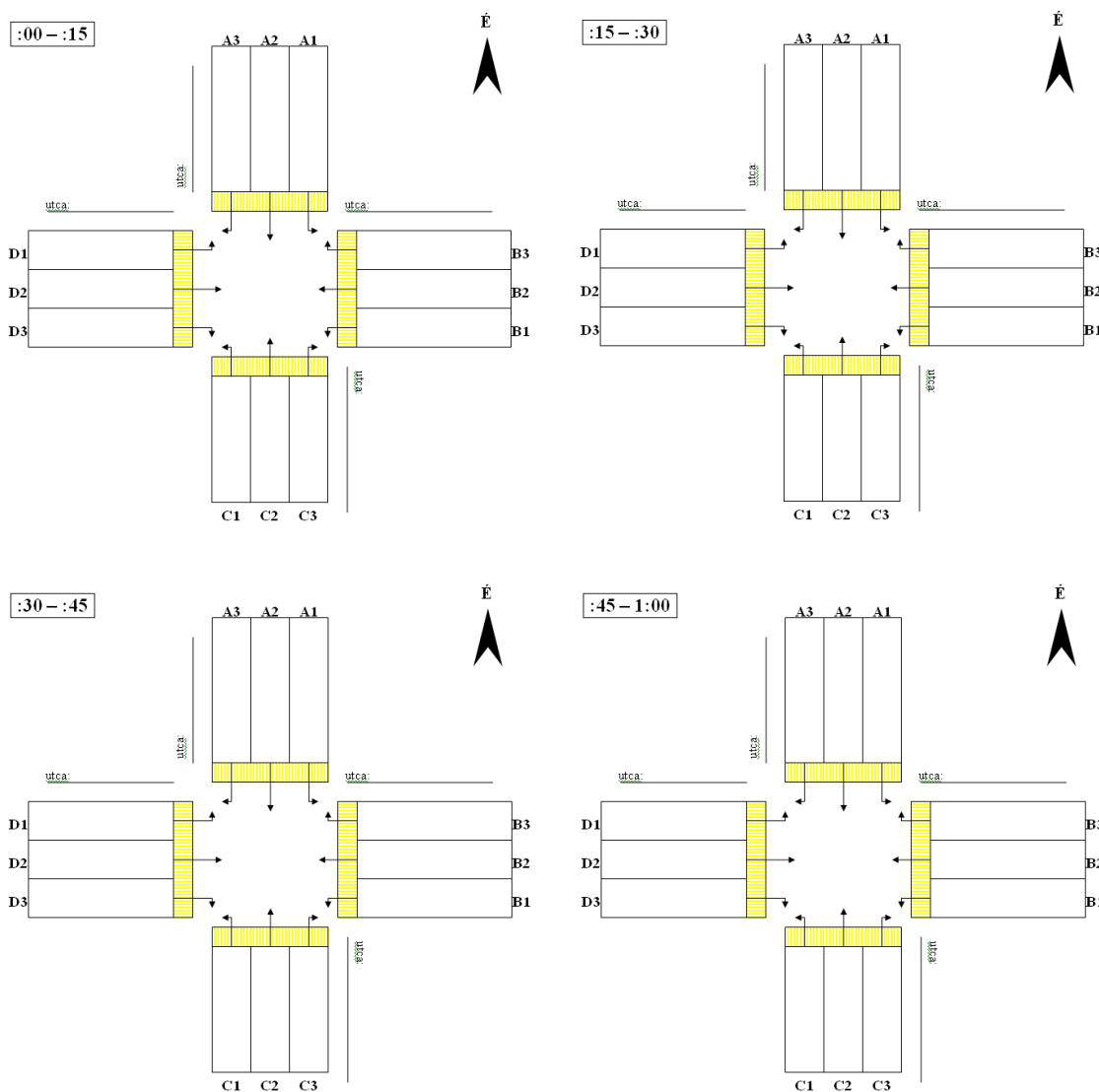
Név: _____ **Dátum:** _____

Helyszín: _____ **Mérés kezdete:** _____

Időjárás: _____ **Mérés vége:** _____

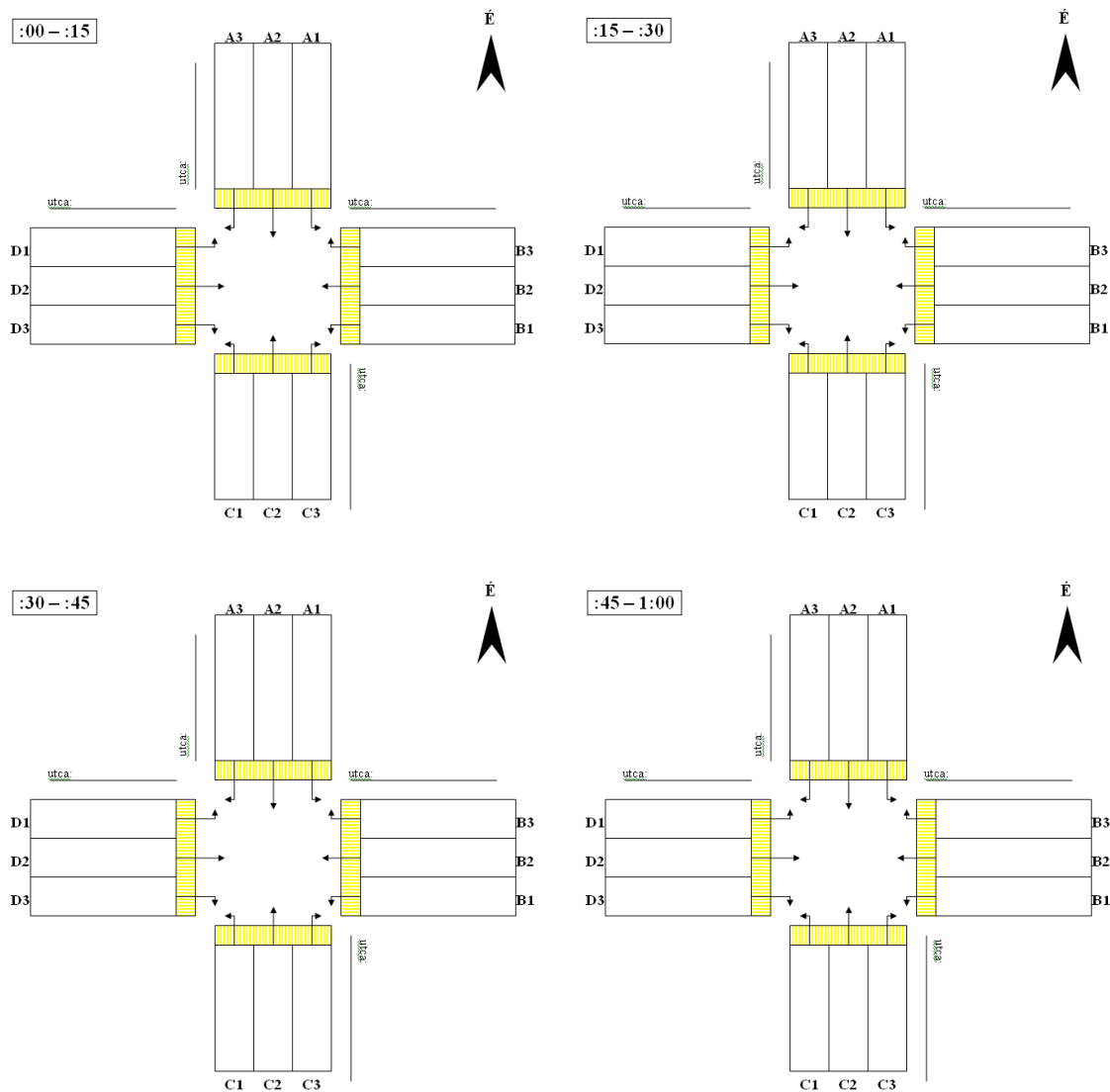
Kérlek, töltsd ki a fejléct!

- Minden egyes áthaladást külön kell jelölni, az ábrán jelzett kategóriák valamelyikében
- 15 perces intervallumokban összesen két órán át kell a mérést végezni. Külön ábrák jelzik az egyes időszakokat.
- A kerékpáron utazók számát kell mérni (nem a kerékpárok számát!)



CSOMÓPONTI MÉRŐLAP (2. oldal)

A második óra mérési lapja:



Megjegyzések:

.....
aláírás

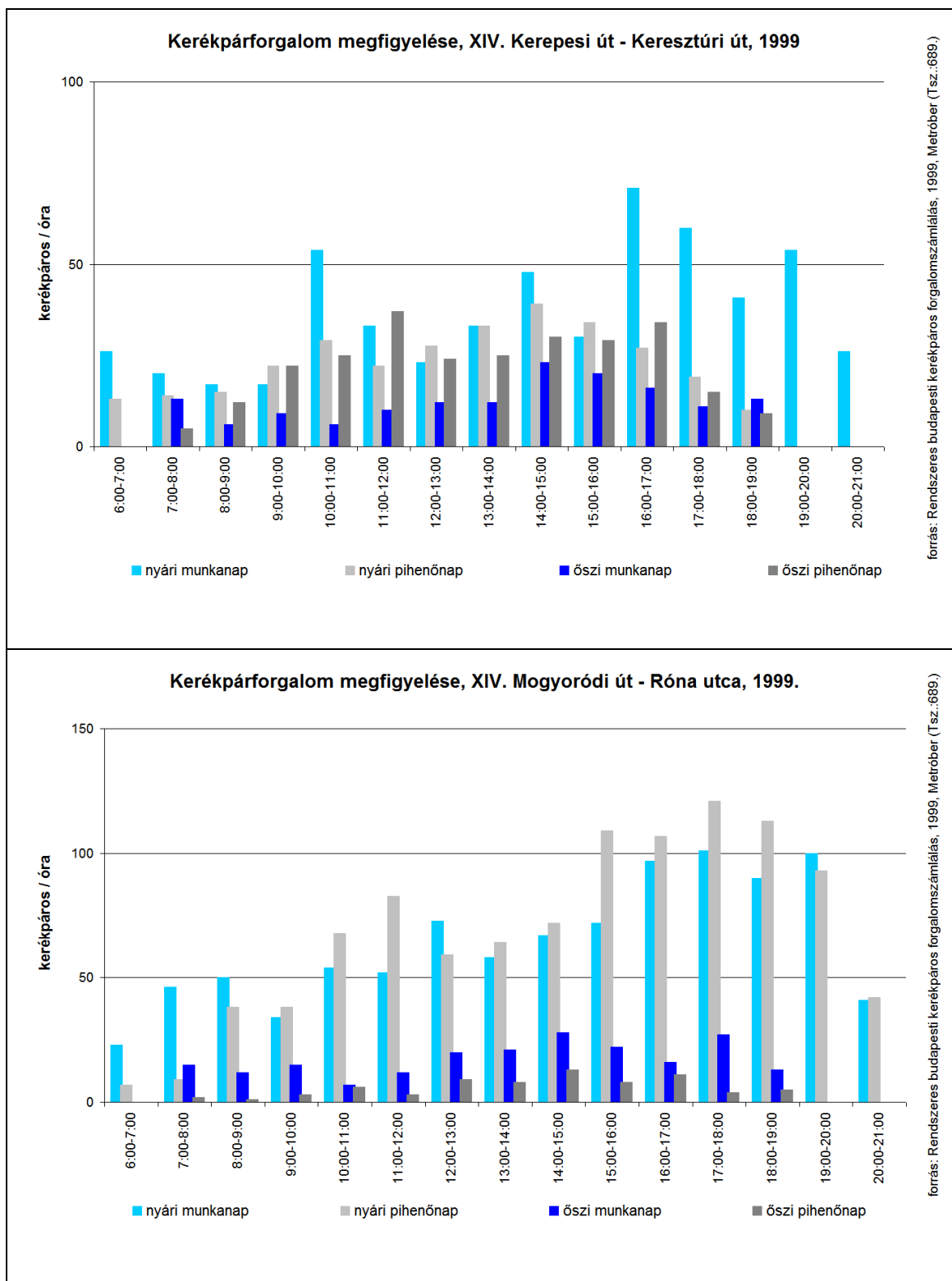
2. számú melléklet

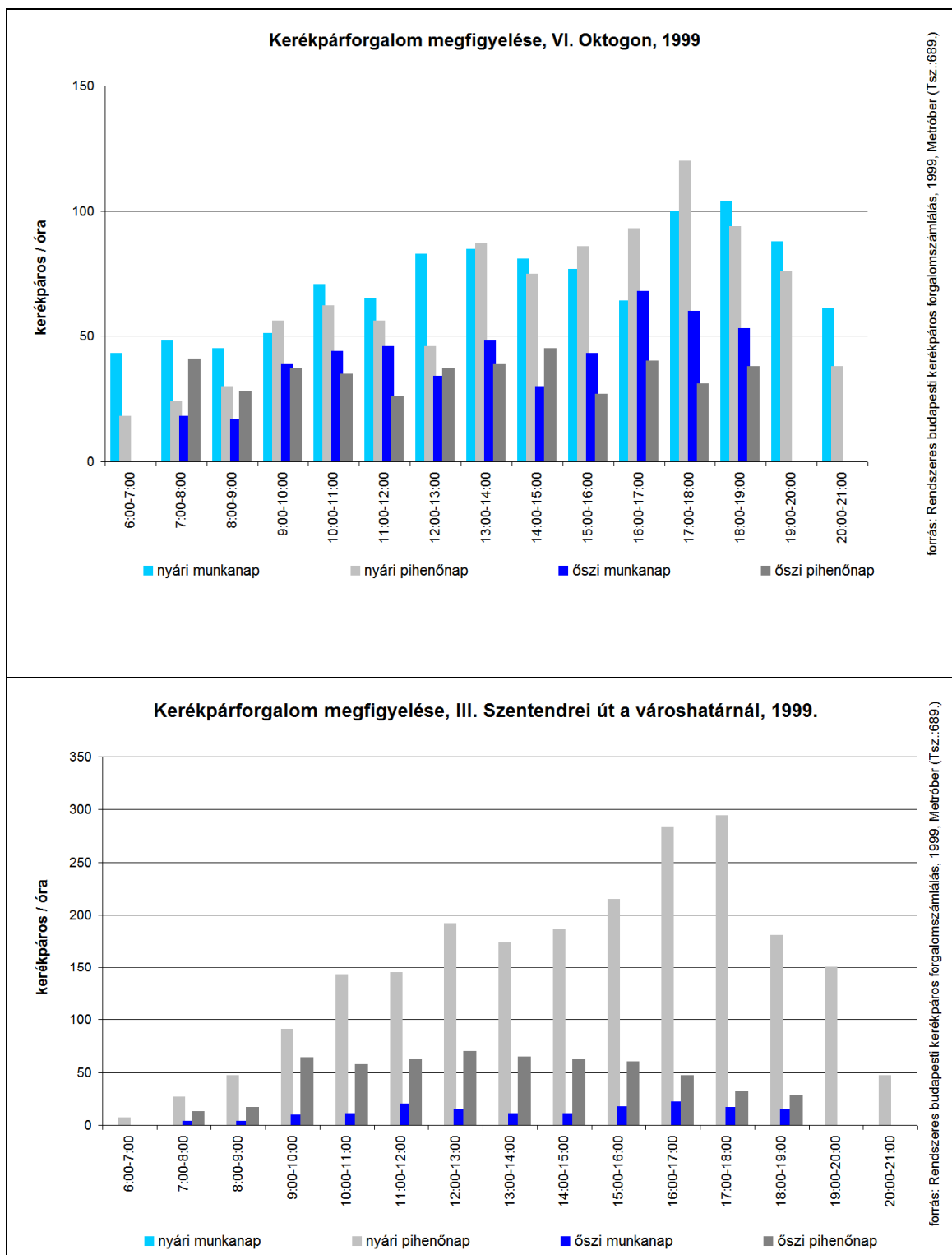
A Metróber által végzett kerékpárforgalmi felvételek helyszínei
 forrás: Metróber Tervező és Tanácsadó Kft.

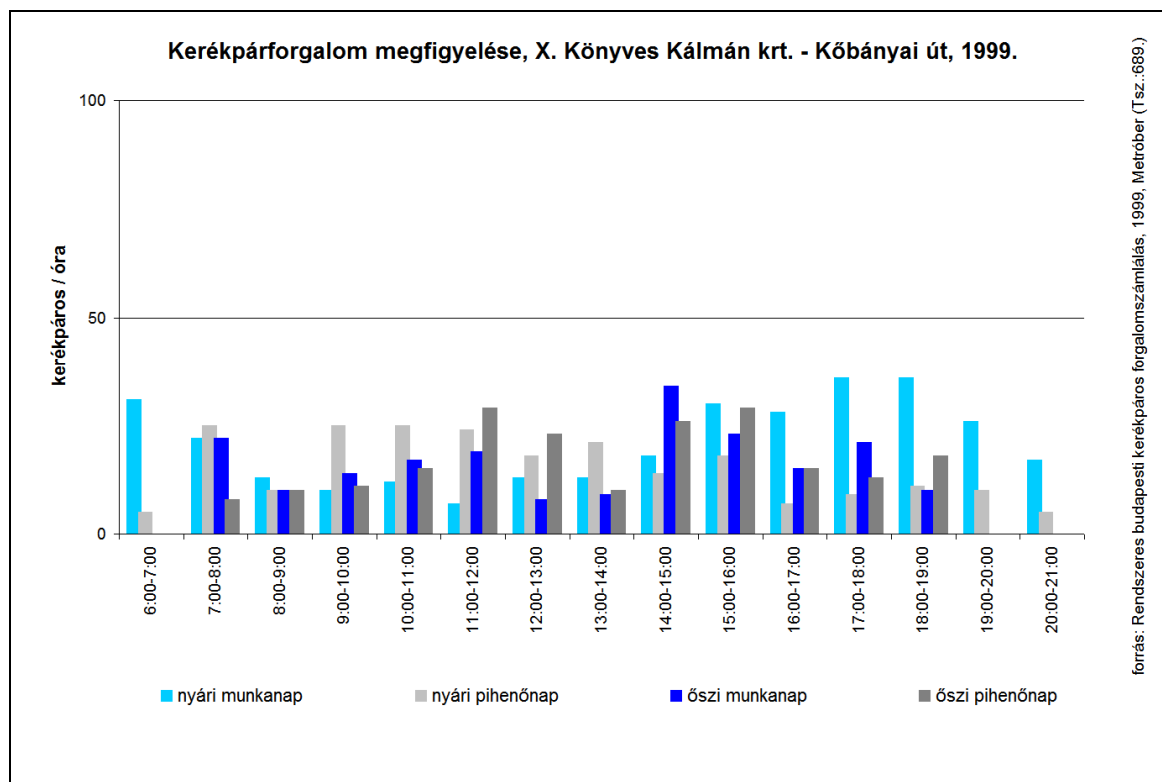
Mérőhely száma	Kerület	Mérőhely neve
10.	I	Budai felső rkp. A Lánchídnál
XVIII.	I	Attila út - Alagút utca
II.	II	Margit híd budai hídfő
XX.-42.	II	Szilágyi E. fasor -Retek u. - Krisztina krt. - Ignotus u.
8.	III	Budai felső rkp. Az Árpád hídnál
1.	III.	Szentendrei út Városhatárnál
06/1.	III.	Barát patak híd (Királyok útja) VH
III.	III.	Mozaik utca - Leányfalu u.
IV.	III.	Szentendrei út - Záhony utca
43.	III.	Vörösvári út - Bécsi út
24.	III.	Bécsi út - Aranyvölgyi u. (vasúti átj.)
Ú/59	III.	Napfény utca - Pünkösdfürdő utca
Ú/77	III.	Pünkösdfürdő u. - 11-es út
Ú/60	III.	Vitorla utca - Római part
Ú/61	III.	Vitorla utca - Nánási u.
Ú/78	III.	Nagyszombat utca - Pacsirtamező u.
XXII.	IV.	Váci út - Északi összekötő vasúti híd
XXII.	IV.	Északi összekötő vasúti híd a Népszigeti lejárónál
XXX.	IV.	Újpest városkapu metróáll. Újpesti kijárat
XXXVIII.	IV.	Deák Ferenc u. - Nádor u.
XXXVI.	IV.	Attila utca - József A. u.
XXIII.	IV.	Pozsonyi út - Tél u.
XXXVII.	IV.	Munkásotthon u. - Virág u.
XIV.	IV.	Berlini u. - Elem u.
XXVI.	IV.	Árpád út - Rózsa u.
XXXV.	IV.	Árpád út - István út
XXXIII.	IV.	Nyár u. - Istvántelegi u.
XV.	IV.	Árpád úti felüljáró az Istvántelegi utcánál
19.	IV.	Váci út - Fóti út
XXVIII.	IV.	Váci út a Szilaspataknál
XLI.	IV.	Megyeri út - Fóti út
XXIV.	IV.	Fóti út - Leningen u.
XXV.	IV.	Fóti út - Szilágyi u.
XXXIV.	IV.	Óceánárok u. (MÁV átjáró, Töltés utcánál
XXXIX.	IV.	Tábor u. - Sporttelep u.
XL.	IV.	Óceánárok u. - Sporttelep u.
XXVII.	IV.	Szilágyi u. - Megyeri út
Ú/57.	V.	Astoria
Ú/76.	V.	Kossuth tér - Alkotmány u.
06/2.	VI.	Bajcsy Zsilinszky út - Andrássy út
49.	VI.	Oktogon
Ú/69.	VI.	Dózsa György út - Andrássy út
Ú/71.	VI.	Dózsa György út - Szondi u.
Ú/54.	IX.	Könyves Kálmán körút - Gyáli út
XVIII.	IX.	Üllői út - Ecseri út
14.	X.	Könyves Kálmán körút - Kőbányai út
XXI.	X.	Kápolna tér
26.	X.	Keresztúri út az EGIS mellett
12.	XI.	Budai felső rkp. A Szabadság hídnál
Ú/53.	XI.	Lágymányosi híd budai rakpart

Ú/55.	XI.	Szerémi út - Hengermalom út
39.	XI.	Bocskai út - Fehérvári út
XIX.	XI.	Etele út - Tétényi út
37.	XI.	Budaörsi út - Gazdagréti út
36.	XI.	70-es út a Menyecske utcánál
16.	XI.	Dunaparti kp. Út a Mezőkövesd u. és a Duna u. között
Ú/62.	XIII.	Margit híd pesti hídfő
51.	XIII.	Árpád híd szigeti lejáró
Ú/68.	XIII.	Váci út - Árva utca
Ú/79.	XIII.	Róbert Károly krt. - Pap Károly u.
Ú/64.	XIII.	Szegedi u. - Dévényi u.
3.	XIII.	Tatai út - Szegedi út
IX.	XIII.	Göncöl utca a Rákos pataknál
Ú/56.	XIII.	Váci út - Meder u.
VIII.	XIII.	Göncöl utca - Kámfor utca
Ú/73.	XIII.	Béke út - Szegedi út
XIII.	XIII.	Kámfor u. - Berliu u.
Ú/63.	XIII.	Népfürdő u. - Dagály u.
Ú/75.	XIII.	Népfürdő u. - Dráva u.
51.	XIII.	Margitszigeti lejáró az Árpád hídnál
52.	XIII.	Margit híd szigeti lejáró
Ú/70.	XIII.	Hősök tere - Kós Károly sétány
17.	XIII.	Dózsa György út - Vágány utca
5.	XIV.	Hungária körút - Stefánia út
Ú/74.	XIV.	Nagy Lajos király útja - Róna u. - Dorozsmai u.
45.	XIV.	Hungária körút - Kerepesi út
Ú/65.	XIV.	Csömöri út - Rákos patak
Ú/72.	XIV.	Rákos patak - Dorozsmai u.
23.	XIV.	Fogarasi út - Gvadányi út
Ú/82.	XIV.	Róna u. Mogyoródi út
Ú/83.	XIV.	Kerepesi út - Keresztúri út
Ú/80.	XV.	Fő út - vasúti átjáró
Ú/58.	XV.	Széchenyi tér
21.	XV.	Régi Fóti út - Szilas patak
6.	XVI.	Veres Péter út - Jókai u.
1.	XVI.	Szabadsföld út - Magtár u.
28.	XVII.	Pesti út - Csabai út
Ú/66.	XVII.	Táncsics M. út - Lőrinci vasúti átjáró
29.	XVIII.	4-es út a Városhatárnál
30.	XVIII.	Nagykőrösi út - Hunyadi u.
XVII.	XIX.	Zalaegerszegi u. - Pannónia út
XXXII.	XIX.	Nagykőrösi út a Wekerle telepnél
XXXI.	XX.	Határ út - Nagykőrösi út
Ú/81.	XX.	Helsinki út - Topánka u.
Ú/67.	XX.	Gubacsi híd
VII.	XXI.	Szabadkikötő út - Corvin út
VI.	XXI.	Bajcsy Zsilinszky út - Ady Endre út
34.	XXI.	Rákóczi Ferenc út - Csepeli út
V.	XXI.	Rákóczi Ferenc út - Erdősor u.
06/3..	XXII.	Nagytétényi út -Növény utca
X.	XXII.	6-os út melletti kp.út a Duna utcánál
XI.	XXII.	6-os út melletti kp.út a Vágóhíd utca térségében
35.	XXII.	6-os út bevezetés - Nagytétényi út
33.	XXII.	Grassalkovich utca - Haraszi út

9.3. 3. sz. melléklet: Kerékpárforgalom 12 órás megfigyelése Budapesten

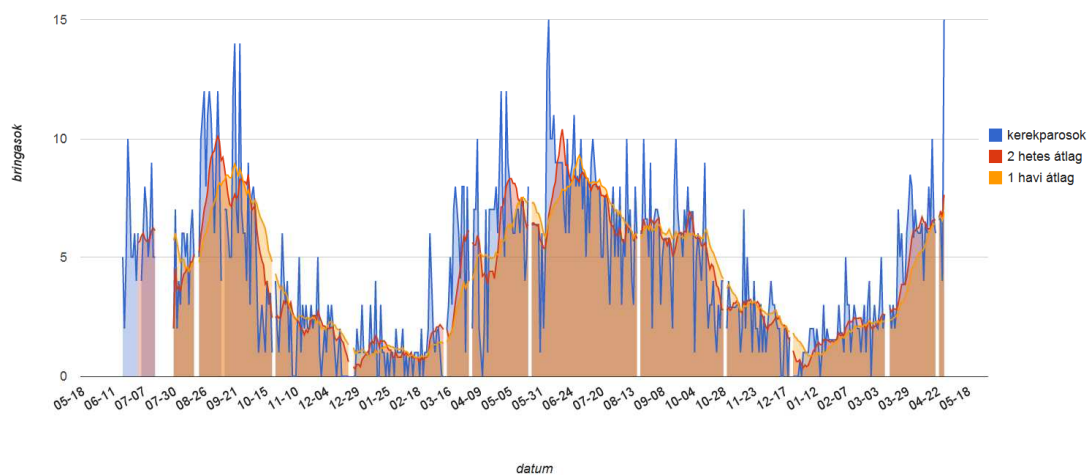




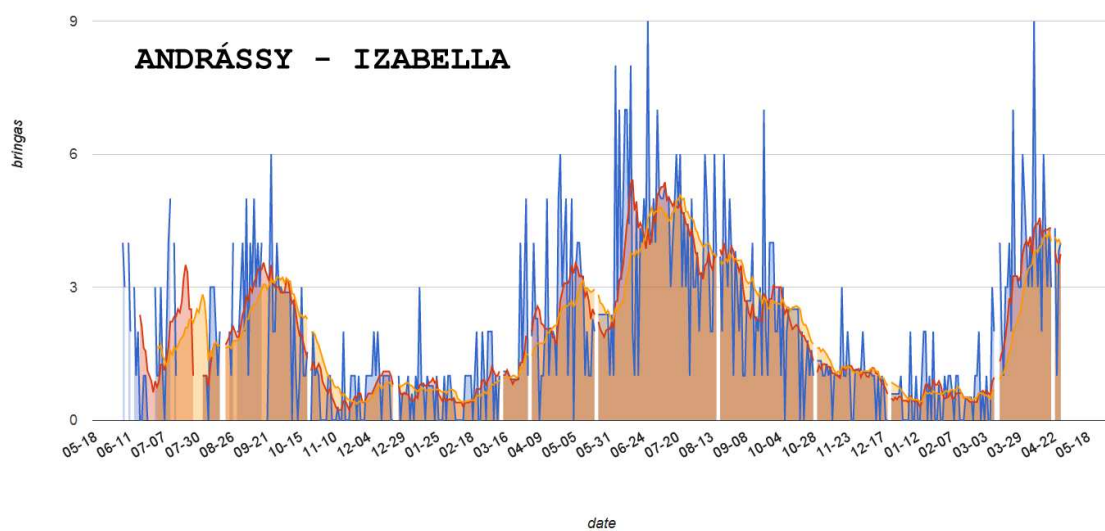


9.4. 4. sz. melléklet: A közösségi forgalomszámlálás grafikus ábrázolása

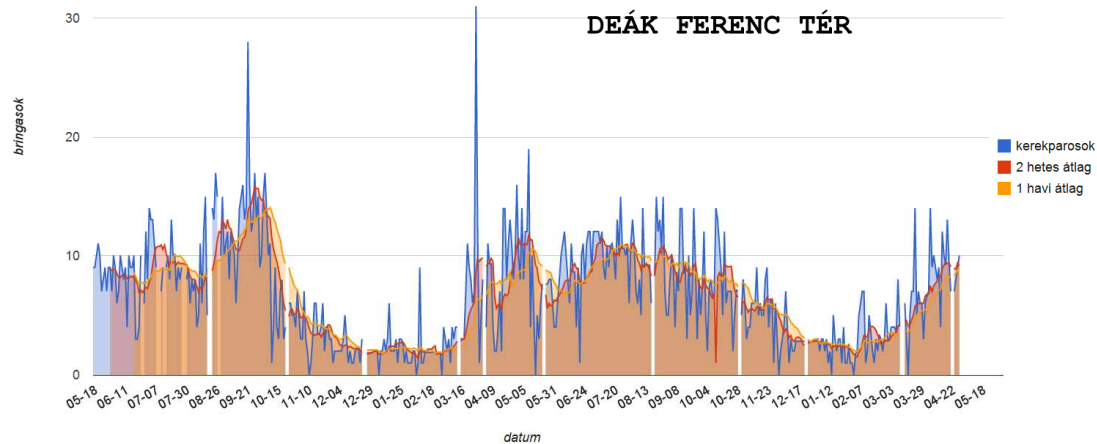
ÁRPÁD HÍD – PESTI OLDAL



ANDRÁSSY – IZABELLA

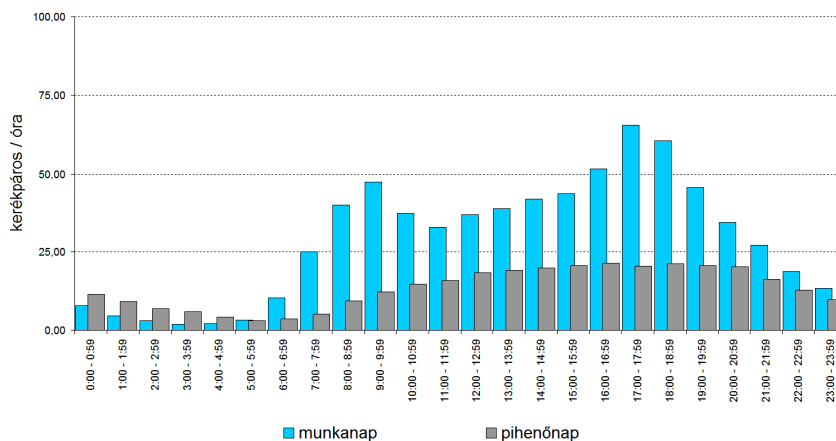


DEÁK FERENC TÉR

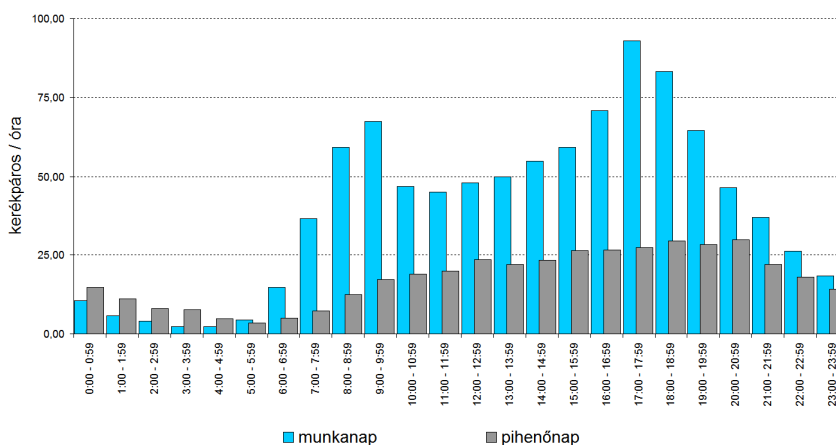


9.5. 5. számú melléklet: A napi forgalomlefordítás összehasonlítása az év különböző időszakaiban

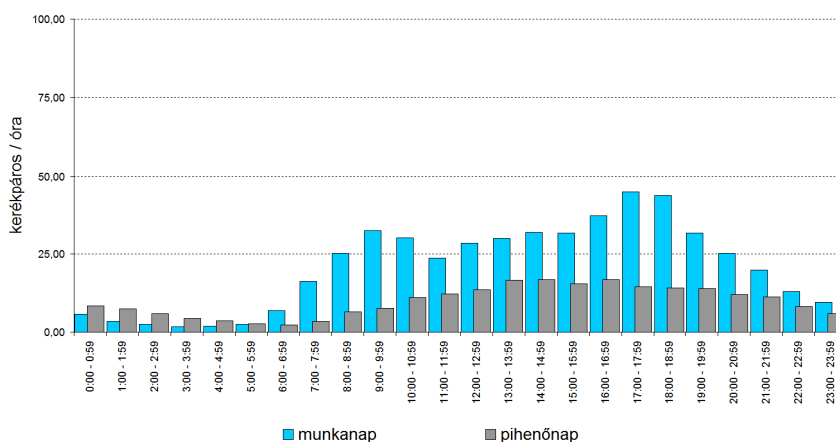
Napi kerékpárforgalom lefordítása munka- és pihenőnapokon
(2010. július 17. - 2011. április 25. között vizsgálva)



Napi kerékpárforgalom lefordítása munka- és pihenőnapokon
(2010. november 1. - 2011. március 31. közötti időszakot NEM vizsgálva)

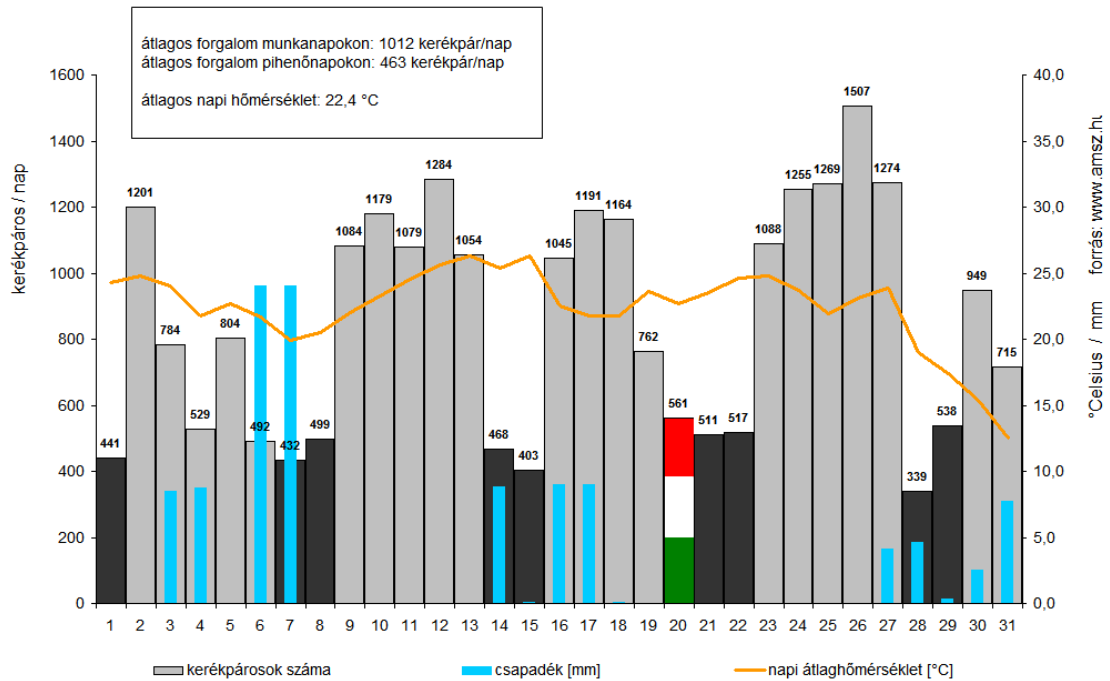


Napi kerékpárforgalom lefordítása munka- és pihenőnapokon
(2010. november 1. - 2011. március 31. között vizsgálva)

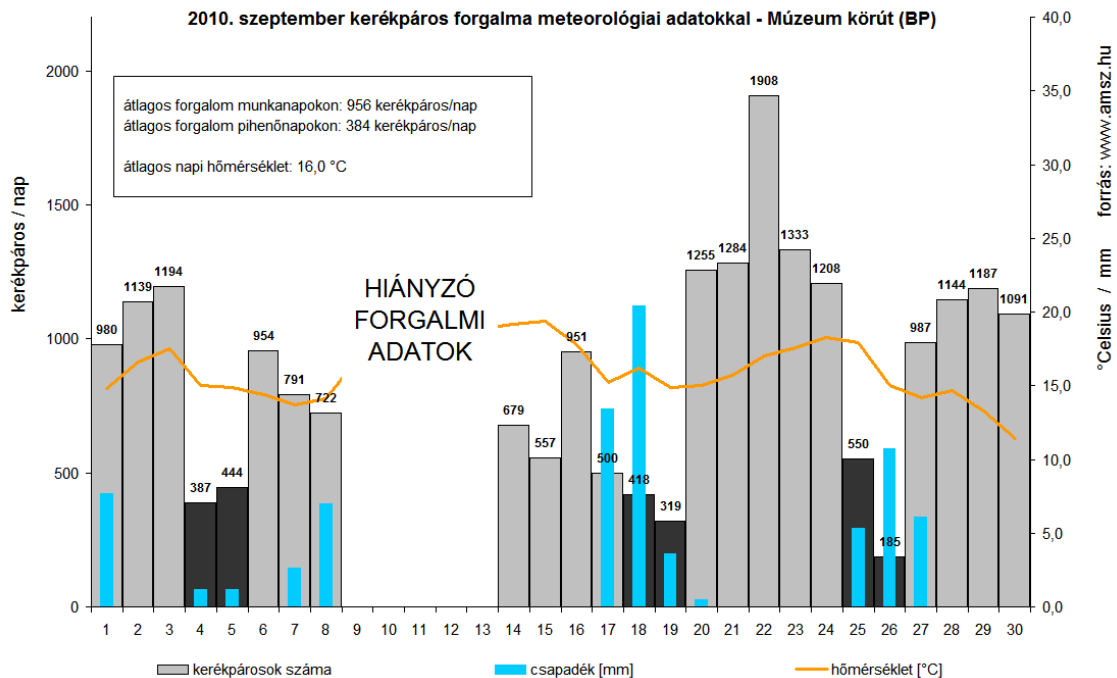


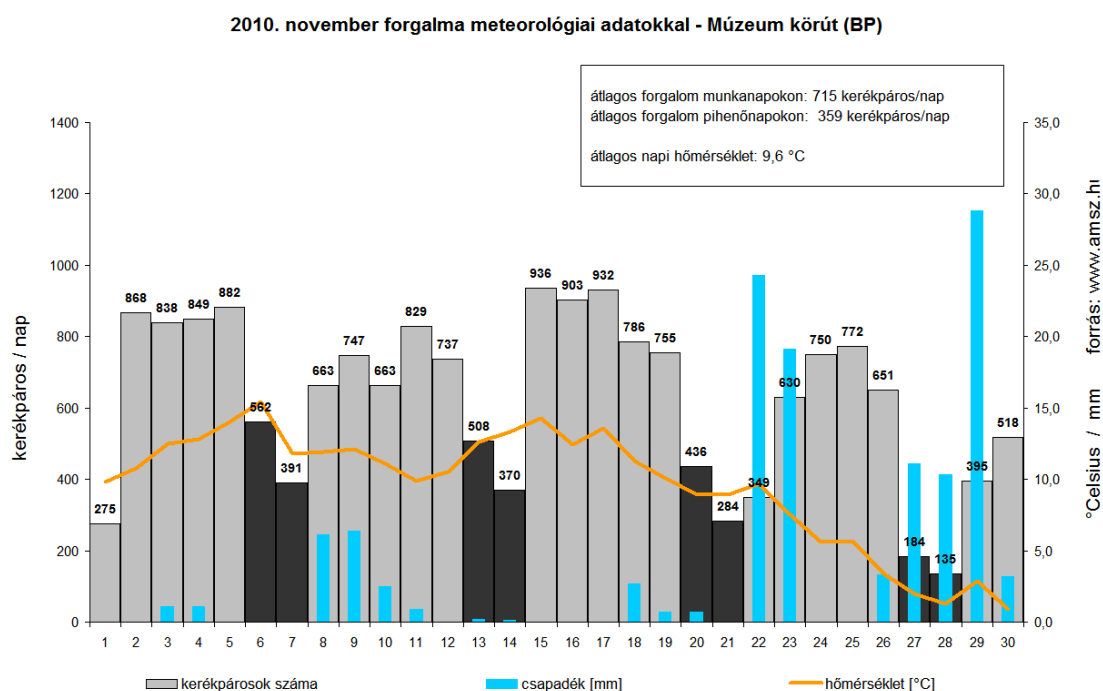
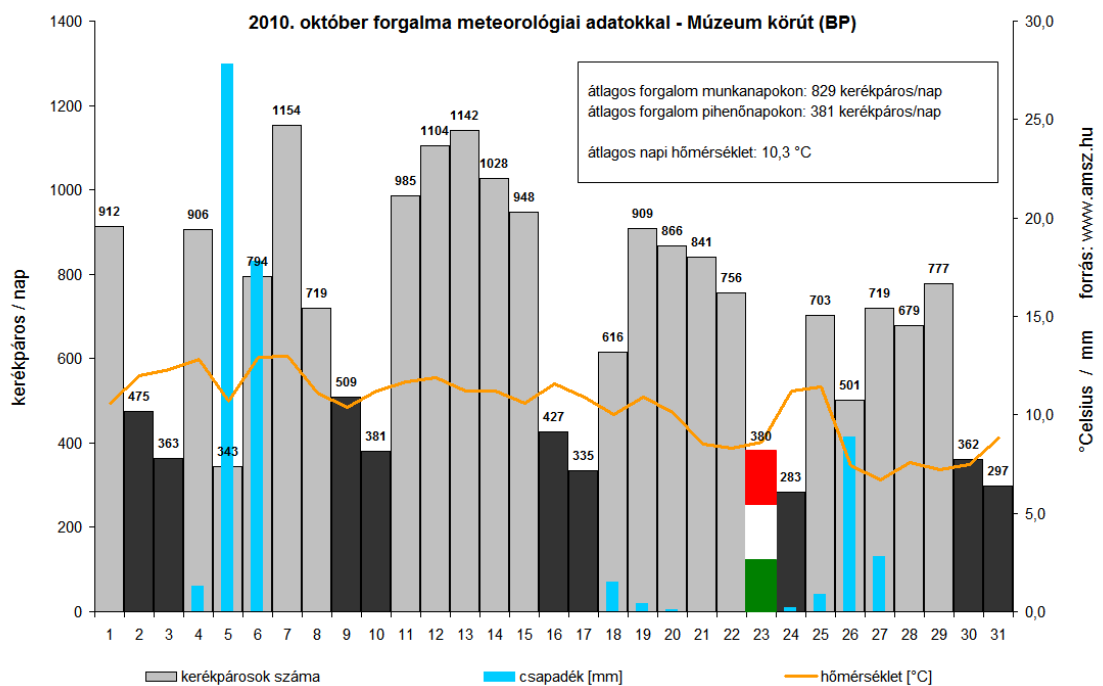
9.6. 6. sz. melléklet: A Múzeum körút kerékpárforgalma

2010. augusztus kerékpáros forgalma meteorológiai adatokkal - Múzeum körút (BP)

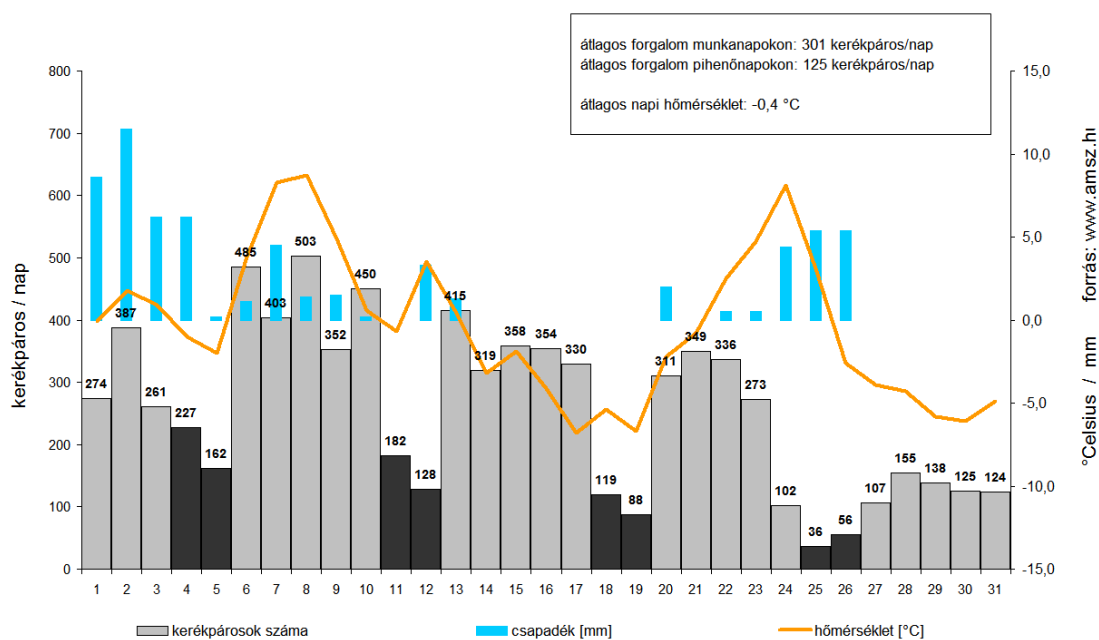


2010. szeptember kerékpáros forgalma meteorológiai adatokkal - Múzeum körút (BP)

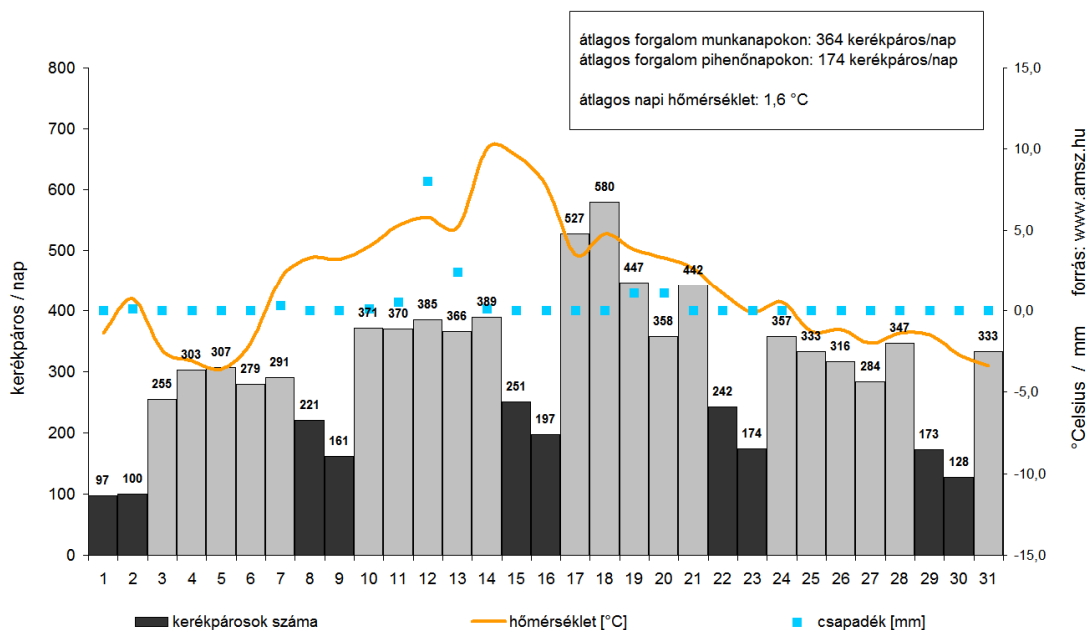




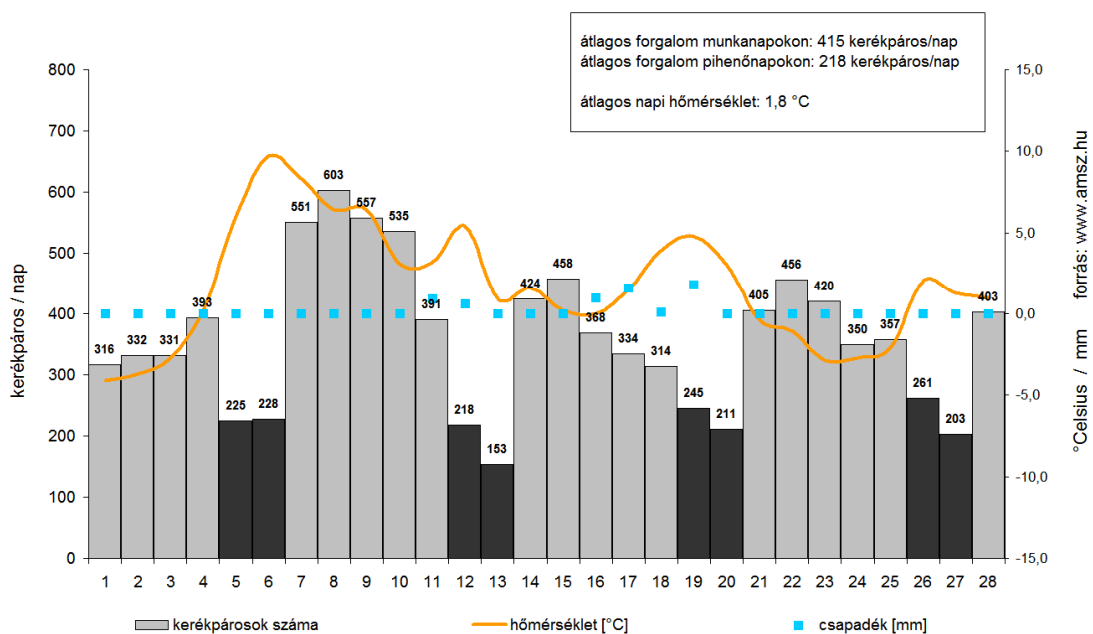
2010. december forgalma meteorológiai adatokkal - Múzeum körút (BP)



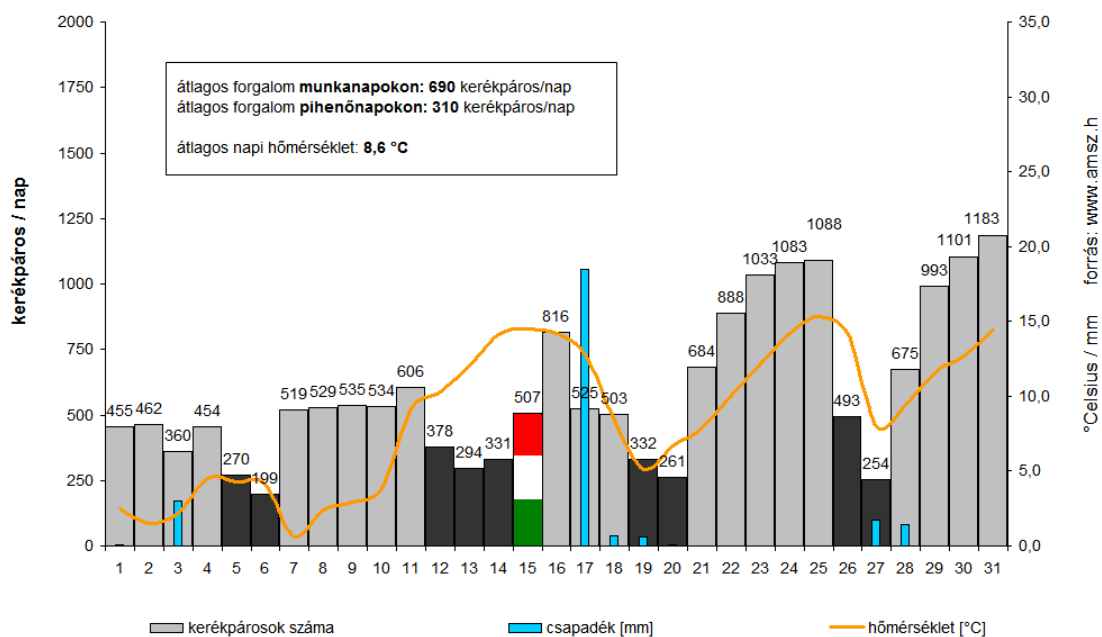
2011. januári forgalma meteorológiai adatokkal - Múzeum körút (BP)



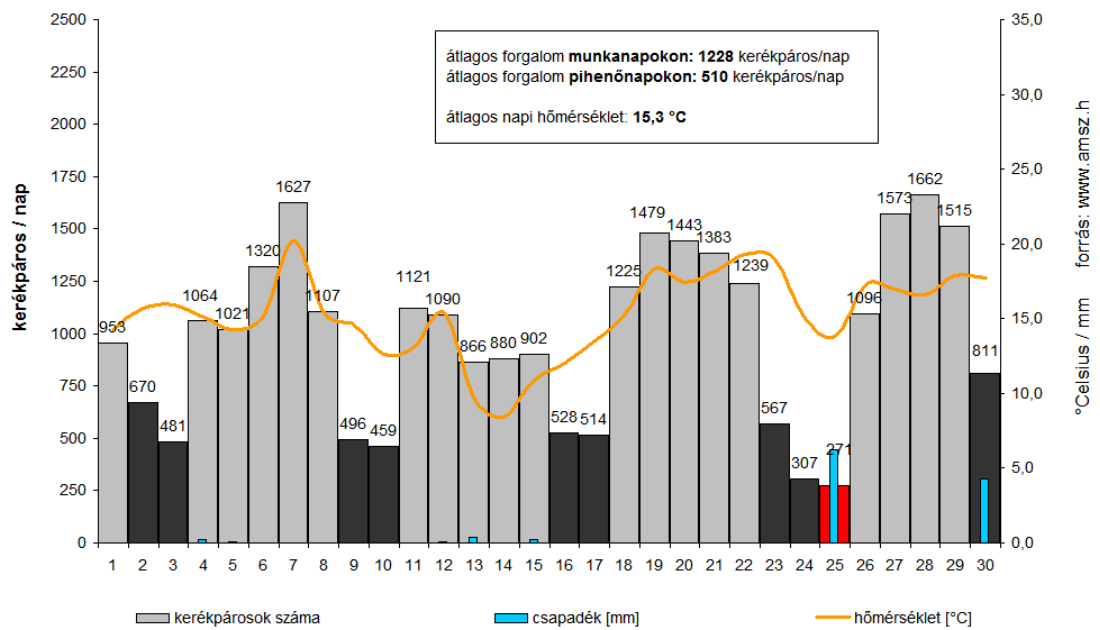
2011. februári forgalma meteorológiai adatokkal - Múzeum körút (BP)



2011. március forgalma meteorológiai adatokkal - Múzeum körút (BP)



2011. április forgalma meteorológiai adatokkal - Múzeum körút (BP)



7. sz. melléklet
A javasolt mérőpontok

Javasolt főállomások		
sorszám	kerület	közterület megnevezése
1.	VIII.	Múzeum körút
2.	V.	Petőfi Sándor utca
3.	XIV.	Rákospatak utca
4.	III.	Római part
5.	XI.	Szerémi út
6.	II.	Szilágyi Erzsébet fasor
7.	XXIII.	Vízisport út

Javasolt elsőrendű mérőállomások		
sorszám	kerület	közterület megnevezése
1.	VI.	Andrássy út
2.	III.	Árpád híd
3.	XI.	Bartók Béla út
4.	I.	Bem rakpart
5.	XXII.	Dr. Papp Elemér út
6.	VIII.	Kőbányai út
7.	XI.	Lágymányosi híd
8.	XXI.	Szabadkikötő út
9.	XIII.	Újpest rakpart
10.	XVI.	Veres Péter út

Javasolt másodrendű mérőállomások		
sorszám	kerület	közterület megnevezése
1.	I.	Attila út - Alagút utca
2.	II.	Margit híd budai hídfő
3.	III.	Barát patak híd (Királyok útja) VH
4.	III.	Mozaik utca - Leányfalu u.
5.	III.	Bécsi út - Aranyvölgyi u. (vasúti átj.)
6.	III.	Nagyszombat utca - Pacsirtamező u.
7.	IV.	Északi összekötő vasúti híd a Népszigeti lejárónál
8.	IV.	Újpest városkapu metróáll. Újpesti kijárat
9.	IV.	Pozsonyi út - Tél u.
10.	IV.	Munkásotthon u. - Virág u.
11.	IV.	Berlini u. - Elem u.
12.	IV.	Fóti út - Szilágyi u.
13.	IV.	Óceánárok u. (MÁV átjáró, Töltés utcánál)
14.	IV.	Tábor u. - Sporttelep u.
15.	V.	Astoria
16.	V.	Kossuth tér - Alkotmány u.
17.	VI.	Oktogon
18.	VI.	Dózsa György út - Szondi u.
19.	IX.	Könyves Kálmán körút - Gyáli út

20.	IX.	Üllői út - Ecseri út
21.	X.	Kápolna tér
22.	X.	Keresztúri út az EGIS mellett
23.	XI.	Budai felső rkp. A Szabadság hídnál
24.	XI.	Bocskai út - Fehérvári út
25.	XI.	Etele út - Tétényi út
26.	XI.	Budaörsi út - Gazdagréti út
27.	XIII.	Róbert Károly krt. - Pap Károly u.
28.	XIII.	Szegedi u. - Dévényi u.
29.	XIII.	Váci út - Meder u.
30.	XIII.	Hősök tere - Kós Károly sétány
31.	XIII.	Dózsa György út - Vágány utca
32.	XIV.	Nagy Lajos király útja - Róna u. - Dorozsmai u.
33.	XIV.	Hungária körút - Kerepesi út
34.	XIV.	Fogarasi út - Gvadányi út
35.	XIV.	Kerepesi út - Keresztúri út
36.	XV.	Széchenyi tér
37.	XV.	Régi Fóti út - Szilas patak
38.	XVII.	Pesti út - Csabai út
39.	XVII.	Táncsics M. út - Lőrinci vasúti átjáró
40.	XVIII.	4-es út a Városhatárnál
41.	XVIII.	Nagykőrösi út - Hunyadi u.
42.	XIX.	Zalaegerszegi u. - Pannónia út
43.	XIX.	Nagykőrösi út a Wekerle telepnél
44.	XX.	Gubacsi híd
45.	XXI.	Bajcsy Zsilinszky út - Ady Endre út
46.	XXI.	Rákóczi Ferenc út - Erdősor u.
47.	XXII.	6-os út bevezetés - Nagytétényi út
48.	XXII.	Grassalkovich utca - Haraszi út