

Automata gyalogos- és kerékpárszámlálók az erdei közjólét szolgálatában

Kilián Zsolt – okl. közlekedésmérnök, Eco-Counter Magyarország

Az emberi tevékenységek és az erdőgazdálkodás kölcsönhatásainak pontosabb megismeréséhez és megértéséhez elengedhetetlen az emberi aktivitások számszerűsítése. A közjóléti funkciók iránti növekvő igények következtében a világ számos pontján vezetnek statisztikákat az erdei útvonalak és nevezetességek látogatottságáról.

A közlekedők megszámlálására számtalan eszköz létezik, amelyek két nagy csoportba foglalhatók: kézi és gépi számlálók. A gépjárműforgalomhoz hasonlóan a nem motorizált (gyalogos, kerékpáros, lovas stb.) forgalom nagysága is jól becsülhető rövid idejű mintavételes forgalomszámlálásokkal, amennyiben ismerjük a megfigyelt keresztmetszet jellemző törvényszerűségeit: a forgalom napi, heti, éves lefolyását és az időjárástól való befolyásoltságát.

A forgalomszámlálás alaptétele szerint valamely keresztmetszet évi átlagos napi forgalma ($|Q|$ =áthaladás/nap) jó közelítéssel megadható egy adott nap, adott napszakában felvett forgalomnagyság ($|q|$ =áthaladás/mért időszak) és az 'a', 'b', 'c' és 'i' korrekciós tényezők szorzataként [1]:

$$Q_j = q_{x,ho,nt,j} \cdot a_{x,jelleg2,ho,nt,j} \cdot b_{jelleg1,ho,nt,j} \cdot c_{jelleg1,ho,j} \cdot i_{meteo}$$

A képletben szereplő jelölések:

q – *a forgalom mennyiségi mintája*: az 'x' napszakban, a hét 'nt' naptípusán, 'ho' hónapjában megfigyelt 'j' járműosztály vagy jármód forgalmának nagysága

a – *napszaktényező*: a 24 órás forgalom és egy adott 'x' napszak forgalmának aránya

b – *napi tényező*: a heti (vagy havi) átlagforgalom és a napi forgalom aránya

c – *havi tényező*: az egyes naptípusok évi és havi átlagforgalmának aránya

i – *időjárási tényező*: a hőmérséklet és csapadék hatását fejezi ki az év adott napján

jelleg1 – a forgalom éves és heti lefolyásának jellege

jelleg2 – a forgalom napi lefolyásának jellege

j – járműosztály vagy jármód kategóriája

A képlet szerkezetéből és a benne szereplő kifejezésekből következik, hogy a forgalomleflyási és időjárási tényezők meghatározásához kisebb számú számlálóállomáson (ún. törvényszerűségi állomásokon) tartós számlálásokat kell végezni.

A magyarországi gépjárműforgalom megfigyelő rendszerében ezt a feladatot 600 főállomáson (ebből 350 állandó üzemű) és ezernél is több mellékállomáson végzik. A Magyar Kerékpárosklub és a BKK kezdeményezésére mára több automata kerékpárszámláló is működik Budapesten, illetve eseti jelleggel erdei kilátókba is építettek már gyalogosszámlálókat, de a nem motorizált forgalom komplex megfigyelésére még nem létezik egységes rendszer.

A vonatkozó Útügyi Műszaki Előírás szerint a „hivatásforgalmi és a szabadidős célú kerékpáros forgalom nagyságának meghatározásához jelenleg nem áll rendelkezésre egyszakos módszer”. [2]

Pedig a gyalogos- és kerékpárforgalom számlálása az erdei útvonalakon többletinformációval és visszacsatolással szolgál az erdőgazdálkodás egyes szakterületei számára. A látogatottsági statisztika általánosságban segít megfigyelni és megérteni az erdőhasználók látogatói szokásait, ezenfelül hozzájárulhat a látogatók élményszintjének emeléséhez, valamint a védendő területek megőrzéséhez is.

A két legerjedtebb forgalomszámláló eszköz az ún. klikker (1. ábra) és az induktív hurokdetektor. Előbbivel bárhol bárki végezhet rövid idejű mintavételes számlálásokat, utóbbi képes az állandó üzemelésre, de csak fémes tárgyak áthaladását (pl. autó vagy kerékpár) tudja megszámlálni.



1. ábra. Kézi működtetésű forgalomszámláló, ún. klikker

Az automata számlálók működésük alapelveit tekintve nagyon különbözőek lehetnek. [3] Léteznek:

- induktív hurokdetektorok,
- infradetektorok,
- lézeres detektorok,
- ultrahangos és mikrohullámú detektorok,
- pneumatikus (piezo) detektorok,
- rezgésdetektorok,
- RFID rendszerek,
- videodetektorok.

Az *induktív hurokdetektorok* fémes tárgyak érzékelésére szolgálnak. A hurok formájának, méretének, valamint a jel-feldolgozó egység típusának függvényében alkalmasak kerékpárok és/vagy gépjárművek megfigyelésére. A hurkot (ami általában 1,5–2 mm átmérőjű szigetelt rézvezeték négyzet alakban n alkalommal tekercselve) az útburkolatba 4–5 cm mélyen kell elhelyezni, ezért gépjárművek által látogatott útvonalakon csak betonlappal rendelkező szakaszon alkalmazható. Stabilizált földutakon kerékpárok számlálására használható. Energiaszükséglete kedvező, akkumulátorról akár 6–24 hónapig is képes a folyamatos működésre.

Az *infradetektorok* az infratartományba eső hőszugárzást érzékelik, a detektorhoz csatlakoztatott elektronika pedig

képes a fogadott jelek feldolgozására. A detektorokat több szempont szerint is csoportosíthatjuk annak fókuszáló rendszere (tükros vagy lencsés), a detektorban található érzékelők száma (egy- és kétérzékelős), illetve az érzékelő típusa szerint is. 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.

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

A mérhető keresztmetszet az eszköz típusától és érzékelési módjától függően 1–15 méter között lehetséges. Alkalmazása különösen szűk keresztmetszetekben (kapu, híd, tanösvény stb.) javasolt. A passzív infradetektor áramfelvétele minimális, egyes berendezések akkumulátor-üzemideje akár 10 év is lehet.

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 mellette) helyezik el. Az eszköz egy vagy több lézert alkalmaz egy mozgatható tükroszerkezetre irányítva. A fejlett elektronikai vezérlőegység a tükör forgásával összhangban a távolság mérésére alkalmas rövid fényjeleket küld és fogad, akár tizedmásodpercenként letapogatva ezzel a vizsgált területet. A vizsgált keresztmetszet a telepítési körülményektől függően akár 20–60 méter is lehet.

A lézeres detektorok nagy pontosságú, megbízható eszközök. A hőmérséklet ingadozására, fényhatásokra és egyéb környezeti hatásokra érzéketlenek, karbantartást alig igényelnek. A lézer magasabb energiaigénye miatt az akkumulátoros üzemeltetés nem elterjedt.

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 egy elektronika feldolgoz. A visszaverődési időből a távolság közvetlenül számítható. Az adóvevő a vizsgált keresztmetszet fölé függesztve, vagy annak oldalán elhelyezve is használható. Az ultrahangos berendezések frekvenciája általában 18 és 40 KHz között van, ez ugyanis az emberi fül számára már nem hallható. A lehetséges mérési keresztmetszet 1 és 8 m között van. Az ultrahangos érzékelőket kétféle módon alkalmazhatjuk, attól függően, hogy a kisugárzott, illetve a visszavert jel mely paramétereit használjuk fel a vevőben. Ennek megfelelően beszélhetünk impulzusmódszerről és Doppler-módszerről. A Doppler-módszer alkalmazásakor tekintettel kell lenni arra, hogy a megfigyelni kívánt útvonal és a kibocsátott ultrahang útja minél kisebb szöget zárjanak be egymással.

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.

A *pneumatikus detektorokban* a nyomás változását legtöbbször egy piezokristály alakítja digitális jellé, a kristály végein mechanikai erő hatására elektromos feszültség jelenik meg. Az útvonalon jelentkező nyomásváltozás vizsgálható gumitömlővel (gépjárművek és/vagy kerékpárok esetén), illetve nyomásérzékeny lapkákkal (jellemzően gyalogosok esetén). Megfelelő körülmények között pontosságuk meghaladja a 95%-os szintet. Libasorban haladó gyalogosok számlálására a legjobb megoldások egyike a nyomásérzékeny

eco counter
EMBEREKET SZÁMLÁLUNK,
ADATOKAT ELEMZÜNK.

Az Eco-Counter elhivatott szakembergárdája 1998 óta kínálja gyalogos- és kerékpárszámláló megoldásait mind városi, mind erdei környezetbe. Mára több mint 15.000 számlálónk üzemel a világ 53 országában, köztük Magyarországon is.

Projektjeink sikerének záloga a gondos előkészítés, ezért többek között ingyenes konzultációval segítjük partnereink munkáját.

Kollégáink állnak rendelkezésére, ha szeretné Ön is a világ vezető eszközeivel számlálni látogatóit.

www.eco-counter.hu
hungary@eco-counter.com

lapka, mert energiafelvétele minimális, telepítés után pedig teljesen láthatatlan, ezáltal tökéletesen vandálbiztos.

A rezgésdetektorokat az útpályába vagy annak közvetlen környezetébe telepítik, az elhaladó kerékpárok vagy gépjárművek által keltett mikrorezgéseket képesek érzékelni. Alkalmazásuk főleg természetes útvonalakon ajánlott, mert a terep gumival szerelt hegyikerékpárok itt nagyobb rezgést keltenek és ezzel javítják a mérés amúgy alacsony pontosságát.

A forgalomszámlálás egy speciális esete, amikor az előre meghatározott pontokon csak egy szűk csoport tagjainak áthaladását kívánják rögzíteni. A szűk csoport jelen esetben azt jelenti, hogy a megszámlálni kívánt személyeknek rendelkezniük kell egy rádiófrekvenciás azonosító eszközzel, egy ún. RFID-val. A technológiát elsősorban beléptető rendszerek használják, de külföldön a kerékpározást és testmozgást népszerűsítő kampányok kiegészítő eszközeként is alkalmazzák. Például Hollandiában a Bringázz a Munkába! kampány során egyes cégek pénzjutalommal is díjazták a jól teljesítő munkatársakat, a biciklik küllőjére szerelt egyedi azonosítónak köszönhetően az adminisztráció pedig rendkívül egyszerű.

A rádiófrekvenciás eszközök egy speciális csoportja a Wi-Fi és Bluetooth szkennerek. Ezek az eszközök a zsebünkben hordott okoseszközöket képesek érzékelni. Áramfelvételük közepes, az év nagyobb részében napellellemmel kiegészítve megoldható az akkumulátoros működtetésük.

A (pixel alapú) videodetektoros 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 képsoroktat.

A videodetektorok kínálata ma már bőséges, ezért érdemes a megfelelő típus kiválasztása előtt megemlíteni azokat a tulajdonságokat, amelyekre a forgalomszámláláshoz szükség van: a megfelelően nagy felbontás és kontraszt, az optika minimális fényigénye, az adatok továbbításának gazdaságos módja, a jelfeldolgozás helye és az áramellátás módja mind szerepet játszik abban, hogy a rendszer pontosan és megbízhatóan üzemeljen.

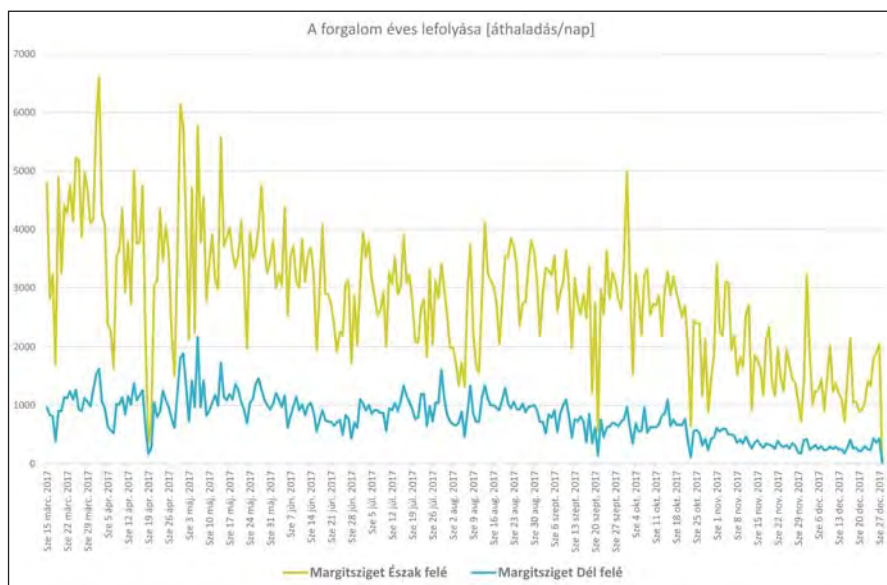
A kamera által rögzített jelek feldolgozása történhet egy központi számítógépen, decentralizált alközpontokban vagy újabban a kamerába beágyazott nagy kapacitású processzoron. Az első esetben jelentős a CCTV rendszerben kiépített kamerák képének továbbításához szükséges sávszélesség és a központi hardverigény is.

A kamerába integrált jelfeldolgozó processzorok dinamikus fejlődése lehetővé teszi a helyszíni jelfeldolgozást (pl. egy karakterfelismerő és mozgáskövető szoftver megszámlálja a látószögébe eső

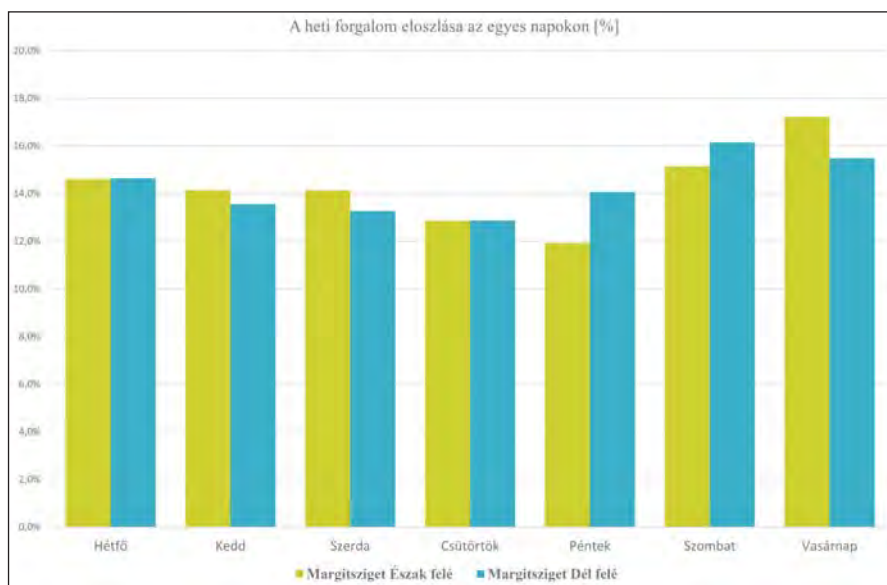
járdaszakaszon áthaladók számát), és így az ún. CNN rendszerű (Cellular Neural Network) kamerák csupán a számlálás eredményét, egy néhány kilobyte-os adatsomagot küldenek a központi szerverre. Legnagyobb hátrányuk a jelentős áramfogyasztás, ami állandó hálózati tápellátást igényel.

A technológiák áttekintése után néhány gondolat az adatok felhasználásáról. Az adatok gyors és kényelmes kezelése talán mindennél fontosabb. Ennek alapfeltétele a megfelelő informatikai háttér (tárhely, processzorkapacitás, sávszélesség stb.), ami magában foglalja az adatbáziskezelő szoftvert is. A szoftver lehet akár saját fejlesztésű Excel-táblázatok láncolata, de több mérési helyszín és több felhasználó esetén mindenképp érdemes modern, felhő alapú online megoldást alkalmazni, amely legalább az alábbi funkciókat képes megvalósítani:

- a nyers adatok beolvasása fájlból és/vagy az interneten keresztül automatikusan;
- az adatsorok validálása, korrekciós tényezők alkalmazása;
- általános és egyedi lekérdezések megjelenítése táblázatos és grafikus formában;
- az adatok publikus megjelenítése.



2. ábra. A forgalom éves lefolyása [áthaladás/nap]



3. ábra. A forgalom heti eloszlása az egyes napokon [%]

Az általános lekérdezések lényegét könnyen megérthetjük az 2–5. ábrákra tekintve. Az adatsor forrása egy passzív infradetektoros gyalogosszámláló, amit Budapesten a margitszigeti futókörre helyeztünk ki 2017. március 15. és december 28. között.

A forgalom nagysága és jellemző lefolyása irányonként jelentős eltéréseket mutat munkanapokon és pihenőnapokon egyaránt. A forgalom éves lefolyása jól követi a napi átlaghőmérséklet változását, különös tekintettel az olyan negatív csúcsokra, mint amit az április 19–20. közötti hirtelen lehűléskor tapasztaltunk.

A mérési eredmények nyilvános bemutatásának egyik jó példája a budapesti kerékpárszámlálók térképes összefoglaló weboldala (www.kerekpárszamlalo.velovelo.org).

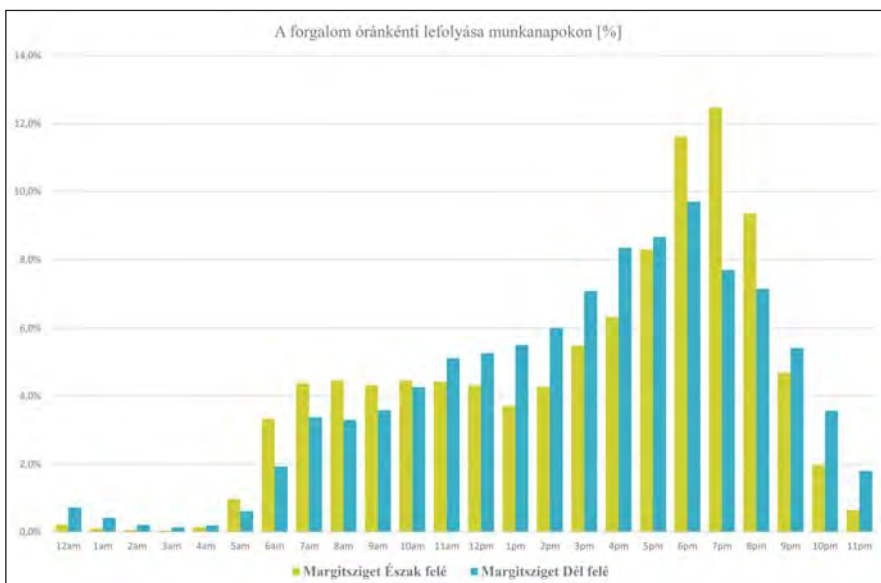
Összességében elmondható, hogy a megfigyelni kívánt helyszín adottságai és a mérés célja együttesen fogják meghatározni az alkalmazható eszközöket. Önmagában egyetlen eszköz sem képes a gyalogosok és kerékpárosok megkülönböztetésére, viszont a megfelelő szenzorok kombinálásával lehetőség van a járművek külön-külön vizsgálatára. Az erdei környezetben a négy legfontosabb kérdés, hogy

- milyen széles keresztmetszetben történik a számlálás;
- a közlekedők mely csoportját/csoportjait számláljuk;
- mekkora az eszköz áramszükséglete (mennyi ideig lehet akkumulátorról üzemeltetni);
- elérhető-e telekommunikációs szolgáltatás.

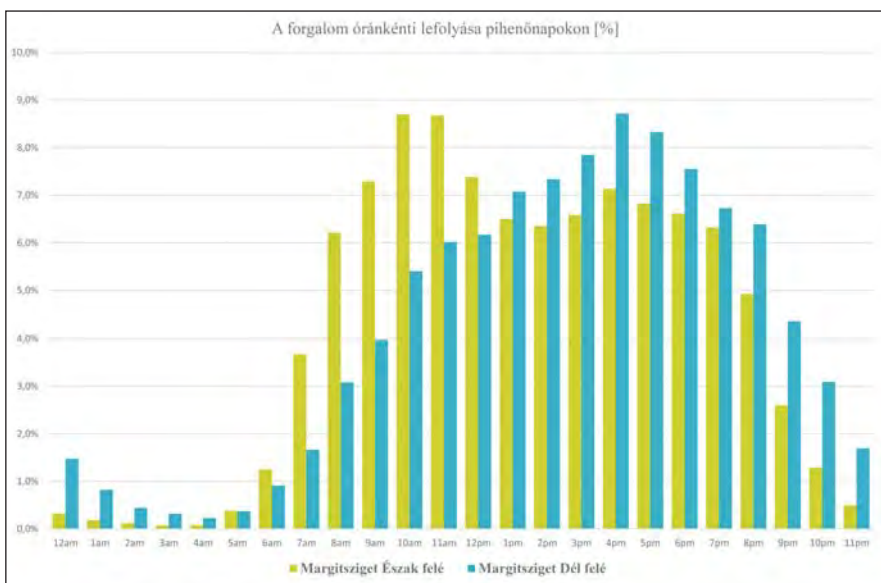
A mérőpont beruházási és üzemeltetési költségeit ezenfelül egy tényező befolyásolja: az eszköz pontossága. Szerencsére a pontosság szorosan összefügg a keresztmetszet szélességével, általánosságban pedig elmondható, hogy a jól elkülönülő személyek vagy tárgyak áramlását a legegyszerűbb eszközök is jó pontossággal képesek számolni. Érdekes a mérőeszközöket olyan helyre telepíteni, ahol magától kialakul a „libasorban” történő áthaladás. Ilyen helyszínek lehetnek a természetes szűkületek, kapuk, lépcsők stb.

A mérőeszközök üzemeltetésének költségvonzata az illetékes kollégák munkabéréin felül az áramforrás cseréjét és az adatok kezelését foglalja magában, ezért érdemes olyan eszközöket használni, amelyek képesek hosszú időn keresztül megbízhatóan működni és az adatokat mobilinterneten továbbítani.

Az internetes elérés nemcsak kényelmessé, de megbízhatóbbá is teszi a mérőrendszereket, mert egy esetleges műszaki hiba szinte azonnal kiderül, így a gyártó és az üzemben tartó rövid időn belül képes elhárítani a problémát. Akkumulátorról való üzemeltetés esetén viszont számolni kell a modem áramfelvételével is, tehát célszerű a napi kapcsolódások számát minimális értéken tartani.



4. ábra. A forgalom óránkénti lefolyása munkanapokon [%]



5. ábra. A forgalom óránkénti lefolyása pihenőnapokon [%]

A számlálások kvantitatív adatai önmagukban is értelmezhetők, azonban egy komplex monitoringrendszer képes a kézi és gépi forgalomszámlálások adatai mellett számos egyéb adatforrás központi feldolgozására. A látogatottsági adatok összevethetők többek között a látogatók körében végzett kérdőíves felmérésekkel, a vendégéjszakák alakulásával, szakmai vélekedésekkel, a helyi turisztikai szolgáltatók értékesítési adataival stb., ezenfelül a médiamegjelenések és kampányok hatékonyságáról is hasznos visszajelzést nyújtanak.

A pontos adatokon alapuló elemzések és tanulmányok hosszú távon az erdőgazdálkodás, a természetvédelem és az ökoturisztika szakmai fejlődéséhez is hozzájárulhatnak.

Irodalomjegyzék

- [1] Magyar Útügyi Társaság (2010): UT 2-1.203 Útügyi Műszaki Előírás.
- [2] Magyar Közút Nonprofit Zrt. (2016.): *A közúti forgalom figyelemmel kísérése.*
- [3] Kilián Zs. (2010): *Nem motorizált forgalom felvétele automata eszközökkel Budapesten.* 27–41. 🌿