



Közlekedési áramlatok
ELJUTÁSI LEHETŐSÉGEK MINŐSÍTÉSE
MÉRÉS – KIÉRTÉKELÉS

Soltész Tamás



KÖZLEKEDÉSÜZEMI ÉS
KÖZLEKEDÉSGAZDASÁGI TANSZÉK

A CSOMÓPONTOK ÉS ÚTVONALAK MINŐSÍTÉSÉNEK SZÜKSÉGESSÉGE

- A csomópontok és „útvonalak” (jelzőlámpák sorozata révén) az áramlat és az eljutás során feltartóztató tényezőként jelentkeznek.
- A csomóponti és (út)vonali jellemzők számszerűsítése és az eljutás minősítése szükséges:
 - az alternatív útvonalak,
 - az eljutási lehetőség önmagában történő,
 - alágazatok összehasonlítása érdekében.
- Átlagos értékek, szórások és szolgáltatási szintek (minősített esetek) bevezetése szükséges.



Eljutási lehetőségek minősítése

A MÉRÉS LEBONYOLÍTÁSA

ELJUTÁSI LEHETŐSÉGEK MINŐSÍTÉSE

- Az eljutási lehetőségek vizsgálata megadott relációban
 - Különböző közlekedési módokkal
 - Különböző útvonalakon
- A mérés célja:
 - Az egyes eljutási lehetőségek minősítése (idő, sebesség, becsült költség stb. alapján)
 - A eljutási lehetőségek időbeli összetevőinek elemzése
 - Feltartóztatási idők meghatározása, összevetése
 - A használt útvonalak összehangolásának minősítése

A MÉRÉS MENETE

- A mérés:
 - Mindenki egy teljes oda-vissza utat teljesít a megadott útvonalon, időben és eszközzel
 - A mérést GPS berendezéssel rögzíti
 - A fontos időértékeket egyéb módon is felveszi (ld. később)
- Útvonal: Boráros tér ↔ Pesterzsébet-felső, Csepeli átjáró
 - 2-es villamos + HÉV (H6)
 - Autóbusz (23 vagy 23E, 223M)
 - Autó (Soroksári út)



A MÉRÉS MENETE

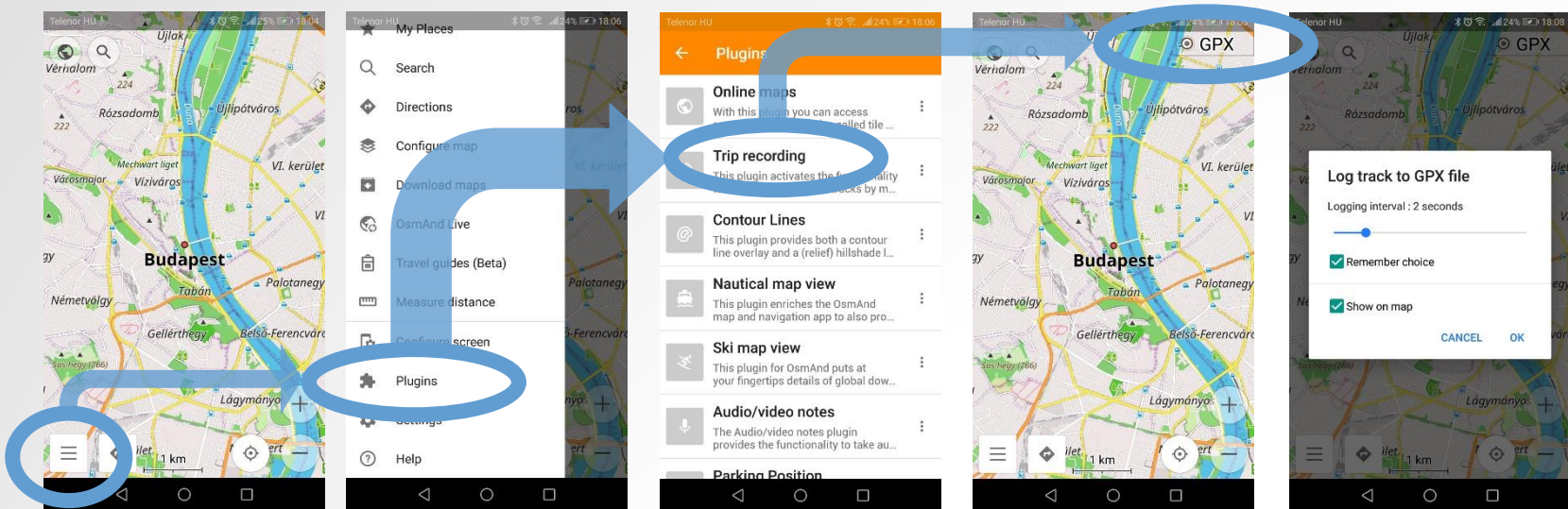
- Az útvonal felvétele a Boráros térről indul, visszafelé odáig tart
 - A rögzítést már indulás előtt el kell indítani
- Közforgalmú eszközzel:
 - Érkezés Pesterzsébet-felső H-hoz
 - *kiv. 23E esetén, ott a János u. megállóba*
 - Visszaindulás minden esetben Pe.-felső H megállótól
 - A megadott indulási időpont előtt legalább 5 perccel meg kell érkezni a megállóba!
 - A H6-nál megadott közvágóhídi időpontoknál min. 12 perccel korábbi 2-es vill. indulást kell elérni a Boráros térről
- Autóval kb. ± 5 perces tűréssel kell áthaladni a kezdőponton

MÉRÉS – SAJÁT TELEFONNAL

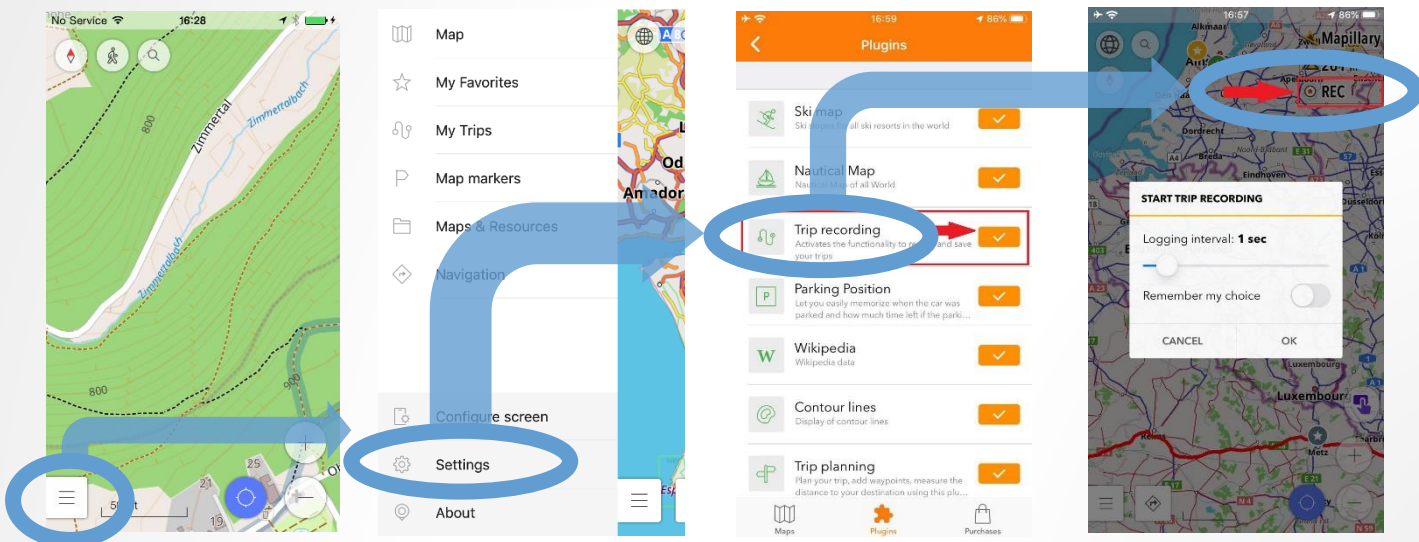


- Javasolt: OsmAnd alkalmazás
 - Android:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=net.osmand>
 - iOS:
<https://itunes.apple.com/app/apple-store/id934850257>
- Útvonalrögzítést engedélyezni kell
 - **Bővítmények** menüben (iOS-ben máshol)
- Rögzítést a térkép képernyőn lehet indítani
 - Rögzítési sűrűség csökkentése (1-2 s-ra)
- Mérés előtt ki kell próbálni!
- A mérést feltöltött akkumulátorral kell kezdeni

ANDROID



IOS (KORÁBBI)



MÉRÉS – SAJÁT TELEFONNAL

- Az útvonalat mérés után menteni kell
 - Felvétel megállításkor (vagy utólag),
Jelenlegi nyomvonal mentése
- A telefonon .gpx fájl jön létre
 - Helye:
Android/data/net.osmand/files/tracks/rec/
 - De megnyitható, ill. továbbítható az alkalmazásból is
(Saját helyek / Nyomvonalak)

RÖGZÍTENDŐ ADATOK

- Mérés közben időadatokat is fel kell venni:

Közforgalmú eszközön:

- megállóhelyre érkezés (ajtónyitás)
- folyamatos utascseré vége
- megállóhelyről indulás (ajtózárás) ideje
- + autóbuszon: „szinkronizálás”

Autóval: szinkronizálás

- Szinkronizálás: a Kvassay út – Határ út szakaszon először érintett jelzőlámpánál, a zöld jelzés felvillanásakor végzendő
 - Tanszéki műszeren: külön gombbal
 - Saját telefonon: óráról leolvasott időpont felírása

RÖGZÍTENDŐ ADATOK

- A gyűjtött adatokból a következőket kell majd kiszámítani a kiértékeléshez:
 - Az eljutás időbeli összetevői:
 - Gyaloglás, megállóhelyi várakozás
 - Utazás: - megállóhelyi tartózkodás,
- feltartóztatás ÉS
- tiszta menetidő
 - A jelzőlámpa-hangolás minősítéséhez:
 - Megállások száma
 - Utazási sebesség, menetseb. átlaga, szórása
 - Megállási (feltartóztatási) idő aránya
 - Menetvonal hangolási ábrába illesztése

BEOSZTÁS

- Indulási időpontok a táblázat szerint
*H6-nál az időpontok a Közvágóhídra vonatkoznak,
 villamossal legalább 12-15 perccel korábbi indulást kell elérni!*

Idősor	Csoport	H (H6)	B (23)	E (23E)	M (223M)	A (autó)
1	Oda	12:35	12:34			12:30
	Vissza	12:58	12:54			~ 12:45
2	Oda	12:55	12:57	13:00		
	Vissza	13:18	13:16	*B 13:24		
3	Oda	13:15	13:12	13:15	13:08	
	Vissza	13:33	13:31	*B 13:39	*B 13:24/31	
4	Oda	13:35	13:29	13:30	13:38	
	Vissza	13:48	13:46	*B 13:56	14:06	

* A gyorsjáratok visszafelé csak 14 órától közlekednek, ezért visszafelé az alap 23-as busszal kell utazni (B útvonal; a megadott időpont arra vonatkozik).

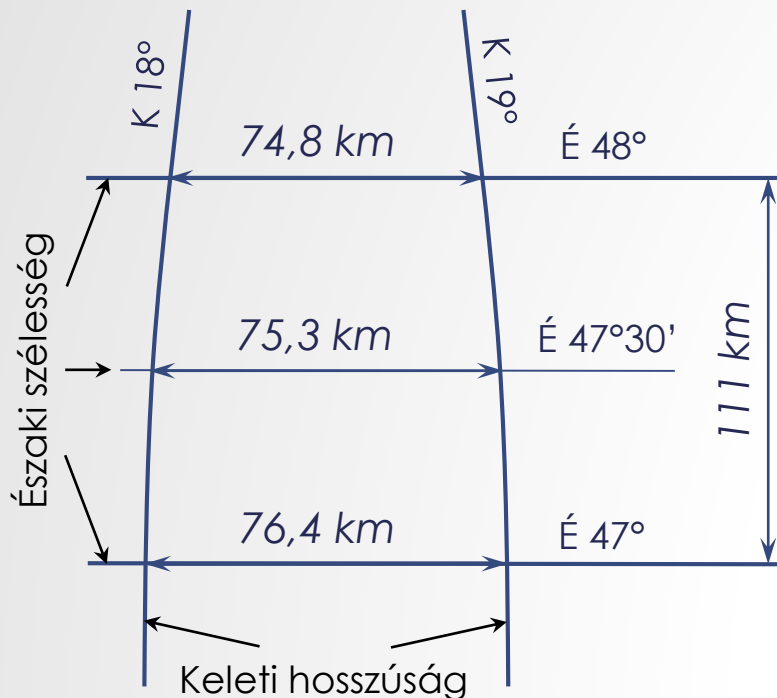


Eljutási lehetőségek minősítése

KIÉRTÉKELÉS

ELMOZDULÁSOK SZÁMÍTÁSA

- A GPS berendezés által szolgáltatott adatok:
 - Idő (másodpercenként)
 - Északi szélesség (N), Keleti hosszúság (E); ált. fokban, pl. $47,512^\circ$
- **ELSŐ LEHETŐSÉG:** egyszerűen **Pithagorasz-tétel** alapján



- Az északi szélességek alapján É-D irányú távolság ($1^\circ = 111,1 \text{ km}$)
- A keleti hosszúságok alapján K-Ny irányú távolság ($1^\circ \approx 75,3 \text{ km}$ – a Budapesten átfutó $N47,5^\circ$ szélességi kör esetén)
- A szélességi és hosszúsági távolságértékekből meghatározható a két mérési pont között megtett távolság.

ELMOZDULÁSOK SZÁMÍTÁSA

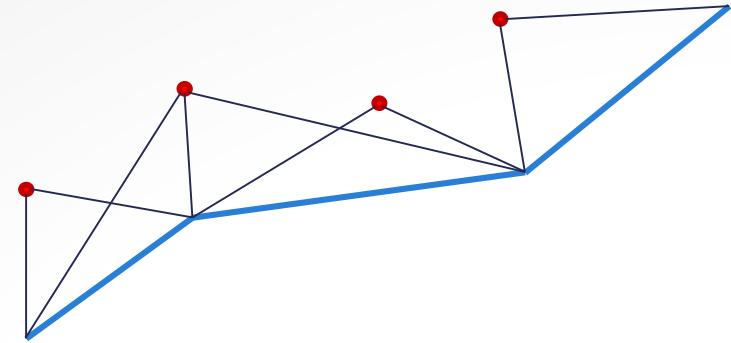
- Probléma: mérési pozíciók „szóródása”
 - Önmagában nem jelentős hiba, de konzekvensen növeli a távolságot (pl. várakozáskor is van megtett út)
 - Ezért diagramban (pl. hangolási ábrán) ábrázolva a menetvonalat a számított pozíciók nem lesznek szinkronban a valósággal (ábra tengelyével)
- ➔ Megoldás: a pontok útvonalra illesztése
- **MÁSODIK LEHETŐSÉG: Referenciapontok** segítségével (az útvonal mentén referenciapontok felvétele, majd a mérési pontoknak ezekhez rendelése – *ld. ITS anyag*)
 - Az útvonalra merőleges hibát elimináljuk
 - Hosszirányban egy-egy pont helyét csak közelítően becsüljük (pontosság a felosztás finomságától függ)
 - De a hibák már nem összegződnek

ELMOZDULÁSOK SZÁMÍTÁSA

- **HARMADIK LEHETŐSÉG: Vonal menti távolság** számítása (a mérési pontból merőleges bocsátása a legközelebbi szakaszra, majd a vetület vonal mentén mért távolságának számítása)
 - Így már minden pont a legvalószínűbb helyére kerül
 - A hosszirányú hibák is (elméletileg) eliminálva lesznek
 - Megállásoknál még érdemes tisztítani az adatokat (a szóródásból előre-hátra ingadozás lehet).
- Vetületi rendszer fontos: ha nem függőleges a nézőpont, a merőlegesség nem teljesül
- Függőleges nézet pl. az EOVI vagy UTM vetületekkel biztosítható (Magyarországon: UTM 34 N)

VONAL MENTI TÁVOLSÁGOK SZÁMÍTÁSA

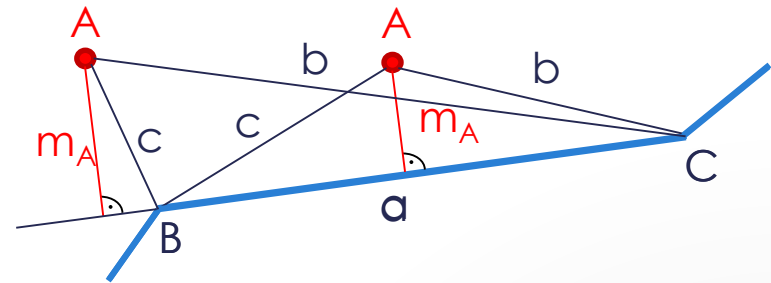
- Geometriai feladat: a pontokhoz a töröttvonal legközelebbi szakaszának legközelebbi pontját rendelni. Elve:



1. Előállítani minden pont távolságát az összes törésponttól

2. Pontok távolsága a szakaszoktól:

- Ha β és γ szög is $< 90^\circ \rightarrow d = m_A$
- Ha β vagy γ szög $> 90^\circ \rightarrow d = \min(b, c)$ (tompaszög van az a oldal mellett)



- Számítás menete:

1. Pontok távolságai Pitagorasz-tétellel

2. Szakasztávolságok:

- A feltétel a koszinusztétel alapján: ha $|b^2 - c^2| > a^2$, akkor van tompaszög a mellett
- Magasság a Hérón-képletből: $T = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)} = a \cdot m_A / 2$

3. Vonall menti távolság:

korábbi szakaszok hossza + vetületi pont távolsága

VONAL MENTI TÁVOLSÁGOK SZÁMÍTÁSA QGIS-BEN

0. LEHETSÉGES MÓDSZEREK

- Több elv mentén is végre lehet hajtani a számítást:
 - 1) Az útvonal alaposabb előkészítésével QGIS-ben, ekkor a végeredmény rögtön használható → ez a javasolt
 - 2) Az útvonal egyszerű kijelölésével; ekkor az eredmény még utófeldolgozást igényel Excelben
 - 3) A pontok áthelyezésével a útvonalra, majd az új pozícióik alapján számítva a távolságukat

A csak egyféle módszerhez szükséges lépések a megfelelő színnel vannak írva, míg a fekete színűek mindegyikhez szükségesek.

- A feladathoz szükséges a GRASS modul
 - A QGIS 3.x... with GRASS ikont kell elindítani és a modult engedélyezni kell (ha még nincs)

A GRASS eszközök nem mindig kezelik jól a szóközös, ill. ékezetes map-pákat, elérési utakat, ezeket kerülni kell (pl. áthelyezve a rétegeket).

VONAL MENTI TÁVOLSÁGOK SZÁMÍTÁSA QGIS-BEN*

I. PONTOK ELŐFELDOLGOZÁSA

- Mérési pontok megnyitása (gpx stb.) / importálása (txt, csv)
 - Ez általában még **WGS 84**-ben van, így kell megnyitni
- Pontok transzformálása UTM vetületbe (mentés másként)
- Új attribútum mező(k) a pontokhoz (attr. táblában):
 - vonal mentén mért távolság (valós típus),
 - vonalelem (szakasz) azonosítója (egész szám),
 - pontok vetületének koordinátái: vetX, vetY (valós).

*: Funkciók magyar-angol szöszedetét ld. később

VONAL MENTI TÁVOLSÁGOK SZÁMÍTÁSA QGIS-BEN

II. ÚTVONAL FELVÉTELE

- Útvonal elmentése új UTM rétegbe:
 - minden érintett elem kijelölése az alaptérképről,
 - ezek másolása, majd (minél pontosabb) körbevágása
 - ha a két irányban eltérő az útvonal, érdemes külön rétegben kezelni (először egy közös réteg minden szakasszal, ebből 2 másolat, majd a felesleg törlése)
- Tisztítás (töréspontok összevonása, „szálkák” levágása):
 - Illesztési beáll.: engedélyezés az útvonal rétegre, majd a Töréspont eszközzel egyesével (VAGY: GRASS, v.clean.snap eszköz)
- Útvonal összefűzése egy vonallánccá (elemmé):
 - Szelektált elemek összevonása
- Útvonal rétegben új attribútumok felvétele, feltöltése:
 - Sorrend (kézzel kitöltve); Hossz (kalkulátor \$length fv.)

VONAL MENTI TÁVOLSÁGOK SZÁMÍTÁSA QGIS-BEN

III. PONTOK VETÍTÉSE AZ ÚTVONALRA

- Feldolg. eszköztár → `v.distance` eszköz. Beállítások:
 - From mező: pontok; To mező: útvonal
 - Maximum távolság (eddig keres közeli szakaszt): kb. 50-100 m
 - 'Upload' (számítandó értékek/funkciók kiválasztása):
 - vonal menti távolság: `to_along`;
 - legközelebbi szakasz adott tulajdonsága: `to_attr`;
a választott tul. (esetünkben a szakasz sorszáma) megadása:
`Column name of nearest feature...` listából kiválasztva;
 - vetület koordinátái: `to_x`, `to_y`
 - Column names where values... will be uploaded:
 - itt ugyanannyi mezőt kell kiválasztani, ahány értéket az előbb,
 - ezekbe kerülnek a kiszámolt értékek (azonos sorrendben)
 - Menteni elég a `Legközelebbi` nevű eredmény réteget
 - a pont réteggel azonos lesz, de már a számított adatmezőkkel

VONAL MENTI TÁVOLSÁGOK SZÁMÍTÁSA QGIS-BEN

IV/A. UTÓFELDOLGOZÁS

- **Probléma a 2. módszer esetén:** a kapott távolságkoordináta az útvonal egyes elemein értelmezett, ezért:
 - minden új elemen (szakaszon) újraindul, és
 - a növekedés iránya is különböző lehet.

(Az 1. módszernél irányonként egyetlen elemből áll az útvonal, ott ilyen probléma nem jelentkezik.)
- Az abszolút távolság az útvonalszakaszok sorrendje és hossza alapján számítható (pl. Excelben):
 - az adott elem sorszáma ismert, így a korábbiak összhossza hozzáadható a koordinátához;
 - figyelni kell a növekedés irányára is (ha ez a menetiránnyal ellentétes, akkor a távot a szakasz hosszából kell levonni); ill.
 - az oda-vissza úton eltérhet az útvonal (elemek sorrendje).

VONAL MENTI TÁVOLSÁGOK SZÁMÍTÁSA QGIS-BEN

IV/B. PONTOK ÁTHELYEZÉSE, TÁVOLSÁGUK

- **3. módszer befejező lépése:** távolságszámítás a pontok útvonalra eső vetületei között
- A pontok áthelyezésére két lehetőség van:
 - Elmentett vetületi koordináták kimásolása, mentése csv-be, majd ennek importálása új réteggként
 - Mező kalkulátor: `<geometry>` tulajdonság felülírása:
pl. `geom_from_wkt` függvénnnyel (bemenete: „`POINT(X,Y)`”)
- A távolságszámítás is két módon hajtható végre:
 - Pithagorasz-tétellel (ez Excelben is számítható, ekkor nem is szükséges a pontok szerkesztése/újra megnyitása QGIS-ben)
 - Mező kalkulátorban, a `distance`, `geometry` és `get_feature` függvények segítségével (előző id-jű ponttól vett távolság)
- Hibalehetőség: előre-hátra ingadozás növeli a távolságot
 - Ezt utófeldolgozással kezelni kell (pl. egyes sorok törlésével)

QGIS FUNKCIÓK LISTÁJA, SZÓSZEDETE

	Ikón	Magyar elnevezés	Angol elnevezés
0.		Modulok\Modulok kezelése és telepítése	Plugins\Manage and install plugins
I. Pontok		Adatforrás kezelő\Vektor	Data source manager\Vector
		Adatforrás kezelő\Tagolt szöveg	Data source manager\Delimited text
		Attribútum tábla	Attribute table
		Új mező	New field
		Réteg\Mentés másként...	Layer\Save as...
II. Útvonal		Szerkesztés be-/kikapcsolása	Toggle editing
		Elemek darabolása	Split features
		Projekt\Illesztési beállítások...	Project\Snapping options...
		Töréspont eszköz	Vertex tool
		Kiválasztott elemek összevonása	Merge selected features
		Mező kalkulátor	Field Calculator
III. Vektítés		Feldolg. eszköztár\GRASS\vektor\ v.distance (Vektor geometria elemzés)	Processing Toolbox\GRASS\vector\ v.distance (Vector geometry analysis)
		Maximum távolság	Maximum distance
		Legközelebbi – Távolság	Nearest – Distance

IDŐBELI PARAMÉTEREK

- A távolságokból számított sebesség és a mérés során felvett időértékek alapján időben is szakaszokra osztható az eljutás:
 - gyaloglási idő
 - megállóhelyi várakozási idő
 - utazási idő:
 - menetben töltött idő
 - megállóhelyi tartózkodási idő
 - feltartóztatási idő ($v < 5\text{km/h}$)
- A fentiekből számítandó:
 - menetsebesség (utazási távolság / menetben töltött idő)
 - utazási sebesség (utazási távolság / utazási idő)
 - eljutási seb. (elindulástól a megállásig megtett út / eltelt idő)
 - feltartóztatások száma (összesen, ill. km-enként)
 - feltartóztatási idő aránya az utazási időhöz képest

HÁZI FELADAT (4.)

- Adatsor feldolgozása térinformatikai szoftverrel (QGIS)
- Adatsor elemzése:
 - Sebességek meghatározása a megtett útból
 - Megállások azonosítása, csoportosítása (megállóhely / forgalmi ok)
- Eljutás minősítése az időbeli összetevők elemzésével
 - Egyes eljutások összehasonlítása az időelemek nagysága, ill. részaránya alapján
 - Sebességértékek összehasonlítása a különböző eszközöknél
- Hangolás minősítése a megfelelő paraméterek kiszámításával, szolgáltatási szint meghatározása
- Eredmények ábrázolása:
 - Térképes megjelenítés (megállások, sebességek)
 - Menetvonal hangolási ábrába illesztése

KÖSZÖNJÜK A FIGYELMET!

SOLTÉSZ Tamás

tudományos segédmunkatárs

soltesz.tamas@mail.bme.hu

St épület 426.



KÖZLEKEDÉSÜZEMI ÉS
KÖZLEKEDÉSGAZDASÁGI TANSZÉK