

A városi energiamérleg modellezése

Krüzselyi Ilona

Kovács Mária

2012.05.18.



TEB

- nagyskálájú modellekben a városokat elégséges csupasz talajjal/növényzettel reprezentálni, de regionális vagy lokális skálán már szükség van a beépített területek pontosabb leírására



Town Energy Balance séma

- városi energiamérleg leírása turbulens fluxusok szimulálásával
- a lokális kanyon séma (egyetlen utca) általánosított formája (általánosan használható legyen, minden városban, minden időjárási helyzetben)

LÉGKÖR

Határfelület

Sugárzási tulajdonságok:

- albedó
- sugárzás-kibocsátó képesség
- felszín sugárzási hőmérséklete

Felszíni áramok:

- momentum
- szenzibilis hő
- látens hő
- CO₂
- kémiai összetevők
- aeroszolok

Légköri kényszerek:

- léghőmérséklet
- specifikus nedvesség
- szélkomponensek
- nyomás
- eső
- hó
- CO₂, kémiai összetevők, aeroszolok koncentrációja

Sugárzási kényszerek:

- napsugárzás
- infravörös sugárzás

S
U
R
F
E
X

a rácspontok között nincs kapcsolat

$$F = f F + f F + f F + f F$$

↑F

↑F

↑F

↑F

Tenger

Tó

Természet

Város

Felszín

f

f

f

f

LÉGKÖR

Határfelület

- + egyéb outputok, pl.:
- tető/út/falak hőmérséklete
 - 2m-es hőmérséklet/nedvesség
 - 10m-es szélesség

Felszíni áramok:

- momentum
- szenzibilis hő
- látens hő
- CO₂
- kémiai összetevők
- aeroszolok

online

o
f
f
i
l
i
n
e

Légekori kényszerek:

- léghőmérséklet
- specifikus nedvesség
- szélkomponensek
- nyomás
- eső
- hó
- CO₂, kémiai összetevők, aeroszolok koncentrációja

Sugárzási kényszerek:

- napsugárzás
- infravörös sugárzás

S
U
R
F
E
X

a rácspontok között nincs kapcsolat

$$F = fF + fF + fF + fF$$

↑F

↑F

↑F

↑F

Tenger

Tó

Természet

Város

Felszín

f

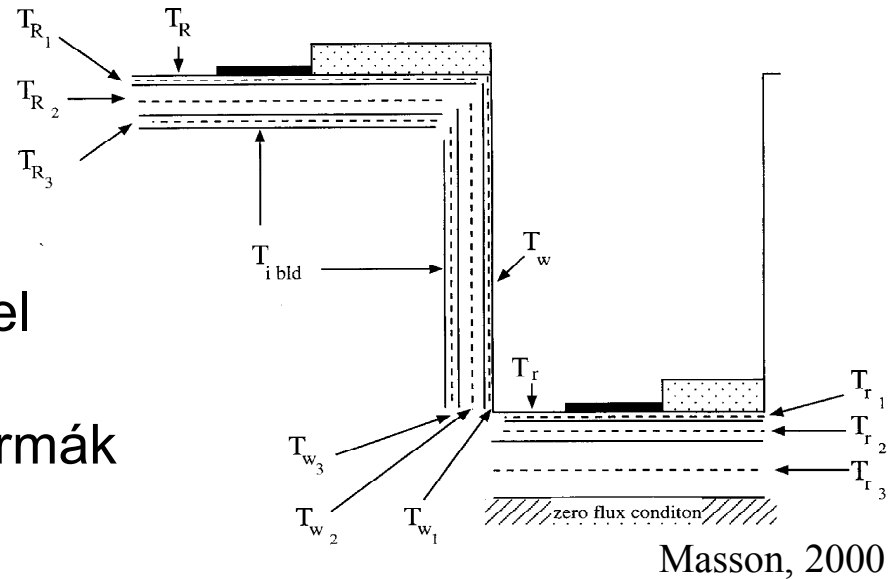
f

f

f

TEB felépítése

- kanyon: egymással szembenálló épüetekkel közrefogott (hosszú) út
- az utak, épüetek egyformák
- a tető magassága = légköri modell felszíne
- minden útirány lehetséges, és azonos valószínűséggel létezik – irányultság hatása átlagolva van az utakra és a falakra
- 3 felszíntípus külön energiaháztartással: tető, út, fal
 - hófelszínre 2 további energiamérleg (tetőre, útra)
- számolás közben nincs egyetlen „városi hőmérséklet” → 1-1 hőmérsékletérték tetőre, falra, útra (progn. változó)
- minden felszíntípus 3 rétegre van osztva, a hővezetés jobb leírása érdekében

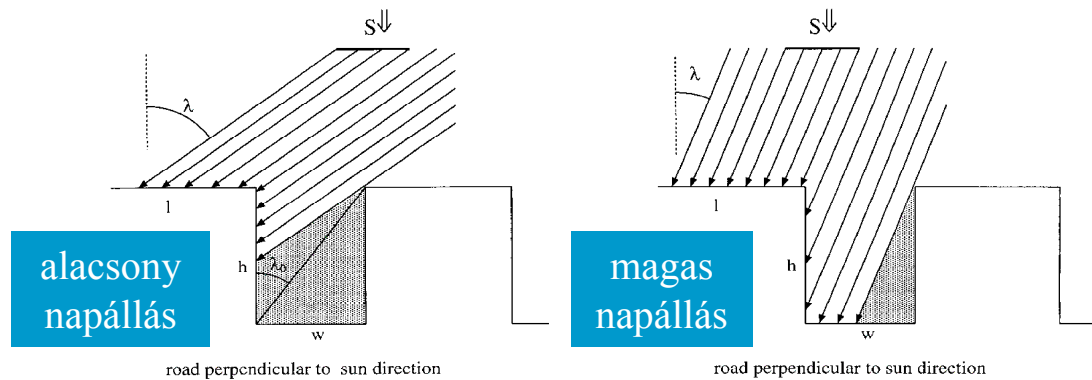




Vízháztartás

- tetők és utak felfogják a csapadékot, és áthatolhatatlan felületként viselkednek
- eső
 - lefolyás a csatornába (csak kis kapacitás a tározásra)
 - ha a levegő telítetlen, a víz addig párolog, míg eltűnik
- köd
 - negatív látens hőfluxus
 - ha levegő nedvességtartalma nagyobb mint felszíni telítési nedvesség, a felszínt nedvesnek tekinti
- hó
 - szublimáció, hővezetés, olvadás, hóalbedó változása (koszolódás) stb. figyelembe véve

Sugárzás



■ hosszúhullámú

- sugárzás befogása – csak egyszeres visszaverődés
- sky-view faktor (látható égbolt aránya)
 - tető esetén az érték =1
 - magas épületeknél sugárzáskicserélődés főként a falak között

■ rövidhullámú

- direkt sugárzás
 - tetőszint megkapja teljes mennyiséget légköri modell 1. szintjéről
 - fal, út – függ a napmagasságtól, és horizontálisan integrálva van minden irányra
- szórt sugárzás (sky-view faktor)
 - légkörből + végtelen számú izotrópikus visszaverődés a kanyonon belül

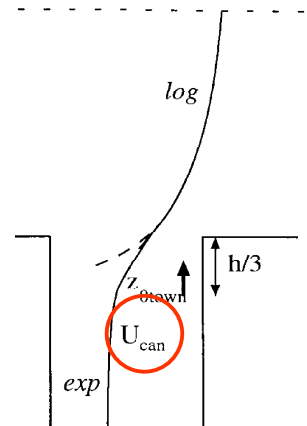


Antropogén fluxusok

- hő- és nedvességfluxusok
- két fő forrás:
 - háztartási fűtés – épületek belső hőmérsékletét konstansnak tekintjük, és a hő hővezetéssel távozik a falakon és tetőkön keresztül
 - egyéb égés
 - közlekedés
 - ipar
- közlekedésből és iparból származó fluxusok nem módosítják közvetlenül a felszíni energiamérleget, hiszen a levegőbe kerülnek
 - közlekedés → kanyon levegője
 - ipar → légkör

Turbulens fluxusok

- momentum- és nedvességfluxusok, szenzibilis és látens hőáramok
- teljes hőáramok a mesterséges felszínekre = fluxusok a tetőről + a kanyonból + ipar
ezek átlagolva többi felszíntípus áramaival → teljes turbulens áramok a felszínről
- szél a kanyonban
 - feltételezés: vertikális széleseb. konstans a kanyonban
 - horizontális széleseb.
 - kanyonmagasság felére van kiszámolva
 - logaritmikus szélprofil a tetőn és fölötte
 - exponenciális profil a kanyonban
 - horizontálisan integrálva → minden útirányt figyelembe vesz



wind profile

Hazai vizsgálatok

Város	Időszak	Vizsgált változók
Budapest	1961-70	Hőmérséklet, szél

ALADIN-Climate
10 km-es felbontás

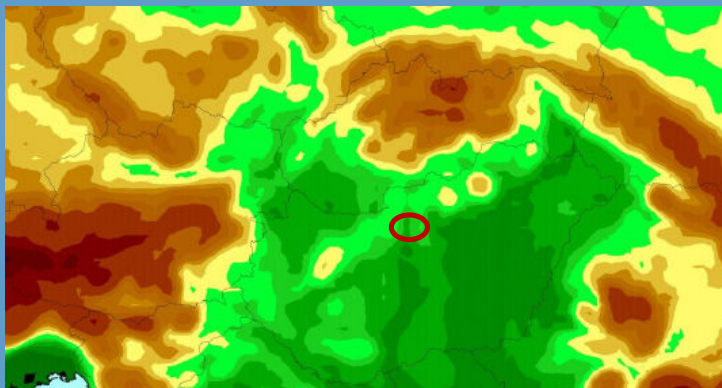
interpoláció

ALADIN-Climate
1 km

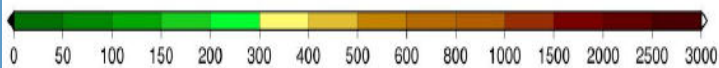


TEB
1 km

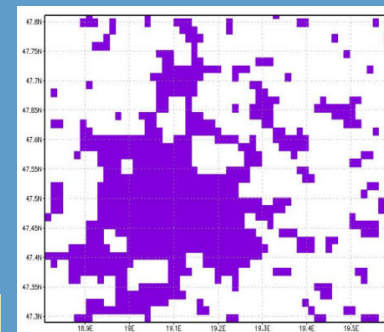
(offline futtatás)



ALADIN-Climate, Kárpát-medence



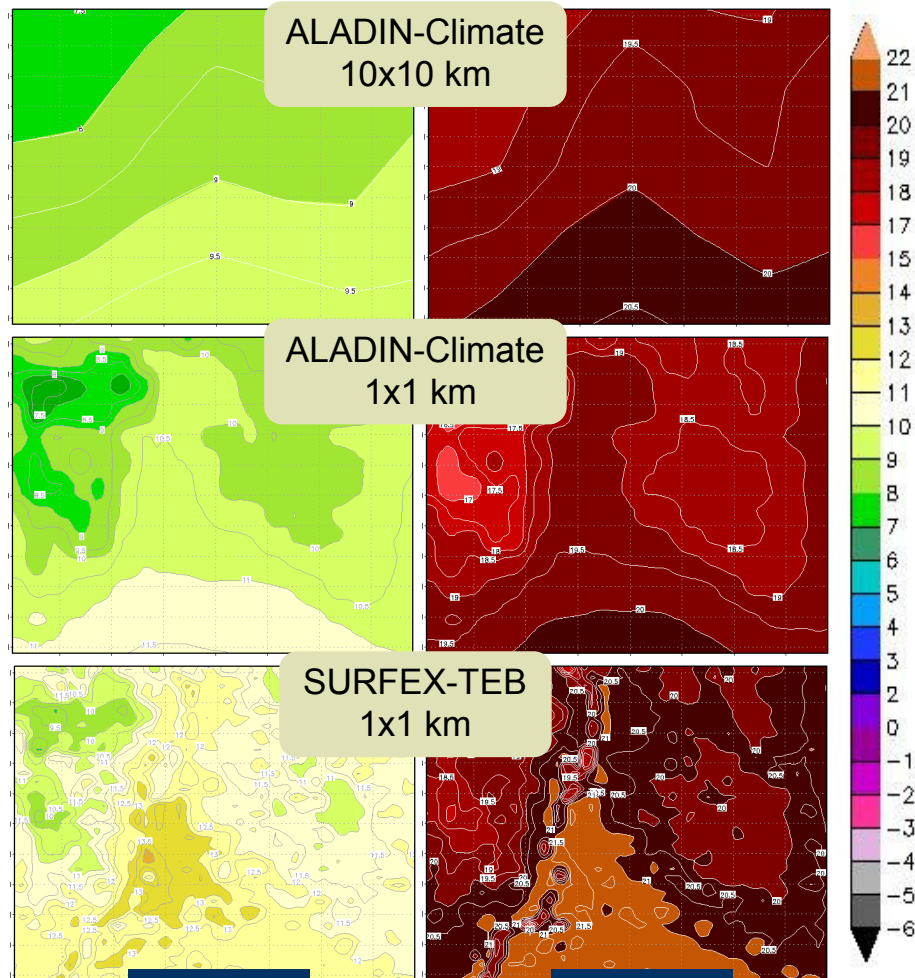
TEB, Budapest



Finomabb felbontás + felszíni séma hatása

- finomabb felbontáson jobban érzékelhető a domborzat hatása
 - megjelennek a hűvösebb Budai-hegyek
- kirajzolódik a Duna vonala
- tavasszal elkülöníthető a város belsejében kialakuló hősziget

Hőmérséklet (1961-1970)

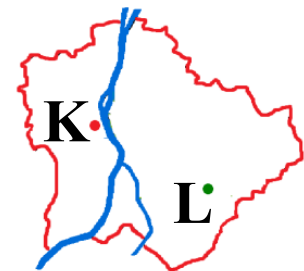


Vértési, 2011

tavasz

nyár

Validáció



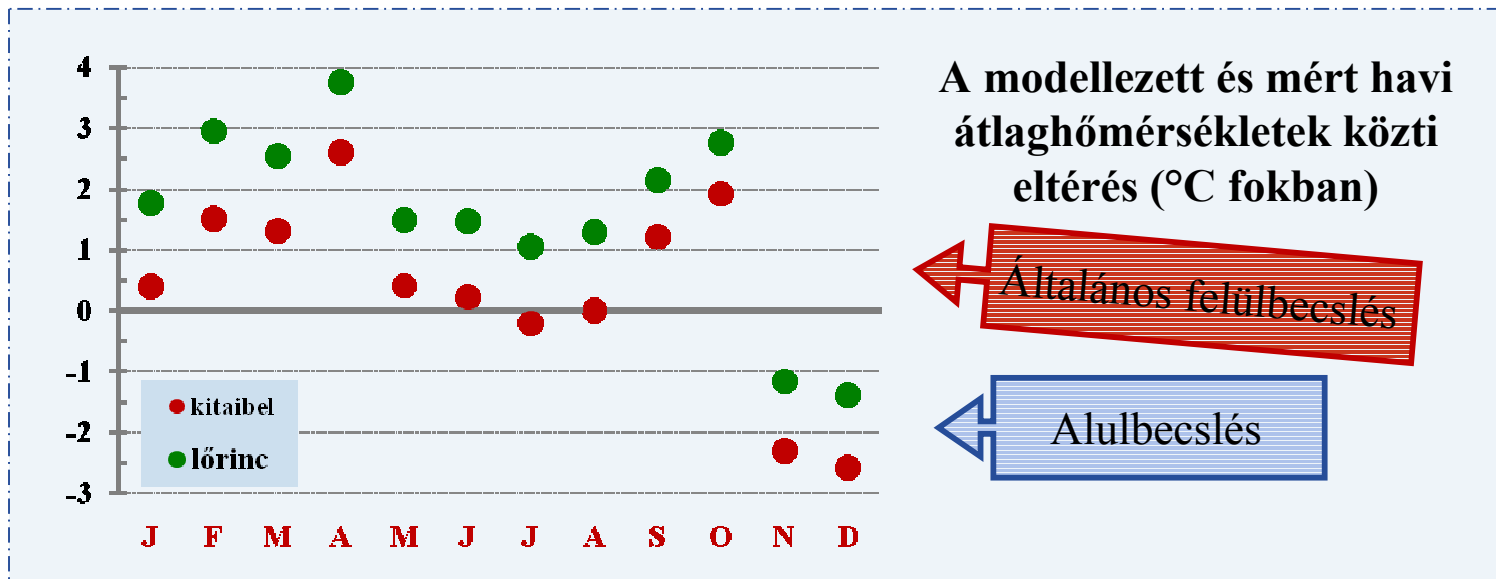
Kitaibel Pál utca (K)

- belvárosi állomás
- környezete nem nagyon tér el az 1961-70 közötti állapottól

Pestszentlőrinc (L)

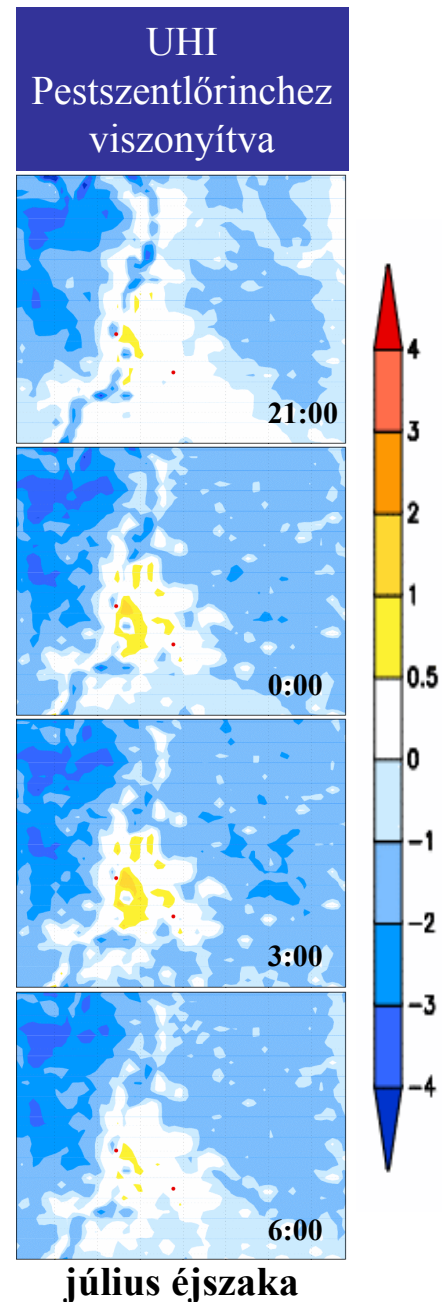
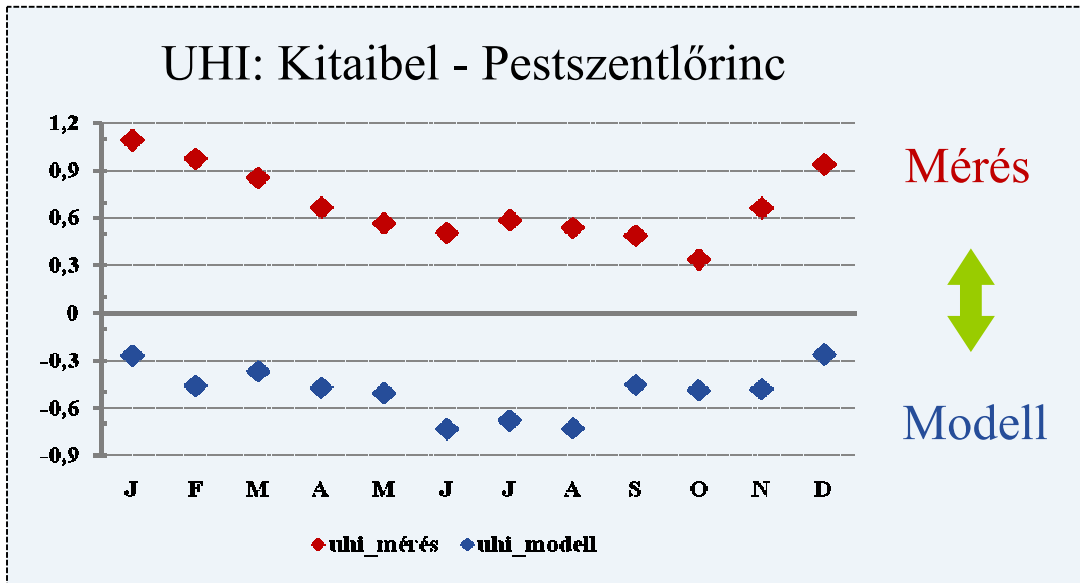
- külvárosi állomás
- beépítettség aránya valószínűleg növekedett a az elmúlt 50 évben

- ECOCLIMAP felszínleíró adatbázis – 2006-os viszonyok, mindkét pont mérsékelt meleg külváros
 - Lőrinc beépítettségét valószínűleg túlbecsüli, Kitaibelét pedig alul
 - Lőrincen nagyobb felülbecslések



Városi hősziget

- a modell a napi járás jellegzetességeit jól visszaadja
 - max. UHI napnyugat után 5-6 órával, aztán csökken
- a mérésekben kimutatható belvárosi hőmérsékleti többlet azonban nem jelenik meg a modell eredményeiben, sőt Kitaibel hidegebb
 - azonos várostípus
 - ALADIN-ból származó orográfiai hatás





Összefoglalás

- mezoskálán szükség van várost leíró modellre
- TEB
 - kanyonséma, sok folyamat explicit leírása (pl. sugárzás)
 - antropogén hatások pontosabb figyelembevétele
- eredmények
 - input: ALADIN-Climate adatok; terület: Budapest
 - a városi hősziget kimutatható a városon kívüli területekhez viszonyítva
- tervek
 - eredmények mélyebb megértése
 - időben közelebbi időszakra futtatás
 - Szeged (folyamatban)
 - érzékenységvizsgálatok
 - jövőre vonatkozó vizsgálatok

A decorative vertical bar on the left side of the slide, composed of various colored segments including shades of blue, black, yellow, and grey.

Köszönöm a figyelmet!

Forrás: V. Masson, 2000: A Physically-based Scheme for the Urban Energy Budget in Atmospheric Models