


University of Szeged
 Dep. of Climatology and Landscape Ecology
 

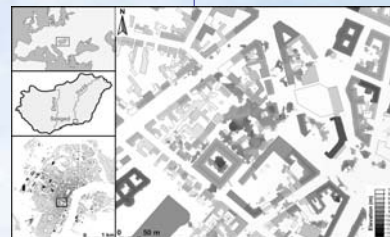
THEORETICAL AND CLIMATOLOGICALLY POTENTIAL SOLAR ENERGY GAIN OF THE BUILDING ROOFS IN A DENSELY BUILT URBAN AREA


Gál, Tamás – Unger, János
 SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék
 tgal@geo.u-szeged.hu, unger@geo.u-szeged.hu
 www.sci.u-szeged.hu/eghajlattan

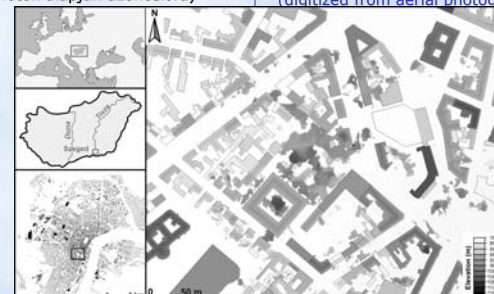
18th Building Services, Mechanical and Building Industry days 11-12 October 2012, Debrecen, Hungary

<p>Bevezetés</p> <p>A szoláris sugárzás jelentős forrás lehet városi környezetekben</p> <p>A felszínre jutó szoláris energia összege függ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nap-Föld geometria évszakos változásától - a hely földrajzi koordinátáitól - a légköri körülményektől (időjárás, légszennyezettség) - a városi felszíngeometriától (épületek, árnyékolás) <p>Fontos feladat a besugárzás kiszámítására az összetett városi környezetben</p>	<p>Introduction</p> <p>Solar radiation is a significant energy source in urban environments</p> <p>The amount of solar energy reaching the surface depends:</p> <ul style="list-style-type: none"> - the seasonal change of the Earth-Sun geometry - the location of the place - the atmospheric conditions (local weather, air pollution) - urban surface geometry (building heights and distribution, shading) <p>It is important to calculate the irradiance in the complex urban surface</p>
--	---

<p>Célkitűzés</p> <p>A besugárzás számítása városi területeken</p> <ul style="list-style-type: none"> - Az épületek kölcsönös leárnyékoló hatását - A fák árnyékoló hatását - Tiszta légkört feltételezve - Klimatológiai szempontból jellemző időjárási viszonyok esetén <p style="text-align: center;">? ↓ Szoláris energia potenciál</p>	<p>Aims and objectives</p> <p>Calculation of the solar radiation for urban areas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mutual shading (buildings, trees) - Clear sky conditions - Climatologically potential sky conditions <p style="text-align: center;">? ↓ quantify potential solar energy</p>
--	---

<p>Vizsgált terület</p> <p>Szeged (46°N, 20°E) magasság 79 m sík terület</p> <p>Számítási terület (C) 0,3 km², 80 000 m² épület 10 m átlag magasság</p> <p style="text-align: center;">↓ Besugárzás számítás</p>	<p>Study area</p> <p>Szeged (46°N, 20°E) SW Hungary at 79 m asl on a flat plain</p> <p>Calculation area (C) 0,3 km², 80 000 m² buildings with 10 m average height</p> <p style="text-align: center;">↓ Irradiance calculation</p>
	

<p>Felhasznált adatok</p> <p>Digitális felületmodell</p> <p style="text-align: center;">↓ Felszín geometria (épületek, fák)</p> <p style="text-align: center;">↓ Besugárzás</p>	<p>Applied data</p> <p>Digital surface model</p> <p style="text-align: center;">↓ Surface geometry (building, trees)</p> <p style="text-align: center;">↓ Solar radiation</p>
	

<p>Digitális felületmodell</p> <p>Alapja</p> <ul style="list-style-type: none"> - digitális domborzat modell (természetes domborzat) - Szeged 3D épület adatbázisa (épület alaprajzok és magasság) - az ereszt és tetőgerinc vonalak (légifotók alapján azonosítva) 	<p>Digital surface model</p> <p>Based on</p> <ul style="list-style-type: none"> - the digital elevation model of the area (natural relief) - 3D building database of Szeged (building footprints, and height) - location of the ridges and eaves (digitized from aerial photographs)
	

<p>Fa adatbázis</p> <p>Előállítása</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3D pontfelhő előállítás fotogrammetriai eszközökkel - Határvonalak lehatárolása magasság és spektrális (NDVI) információk alapján 	<p>Tree crown database</p> <p>Based on</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3D point cloud produced by photogrammetry method - The shapes of the tree crowns was located using spectral indices (NDVI)

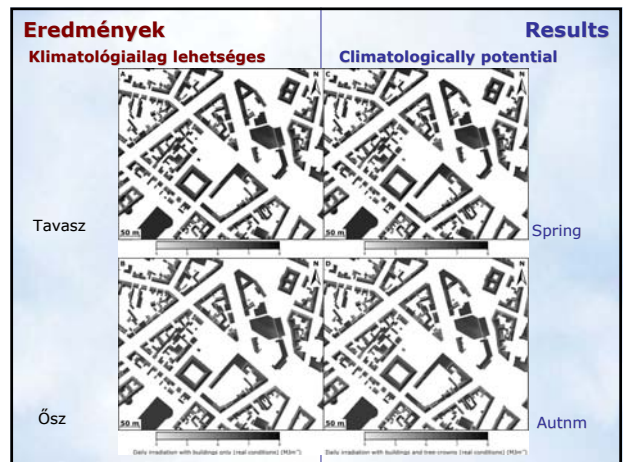
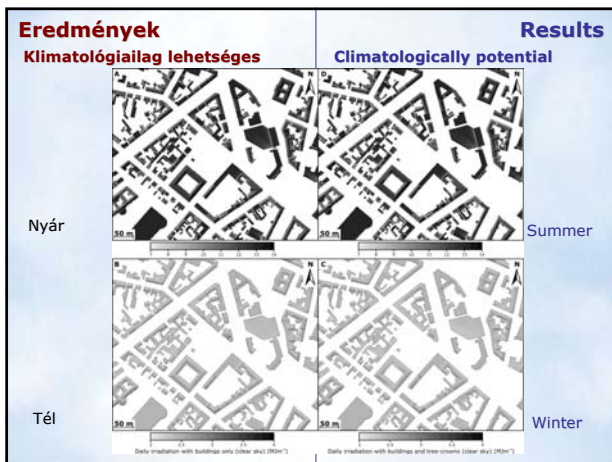
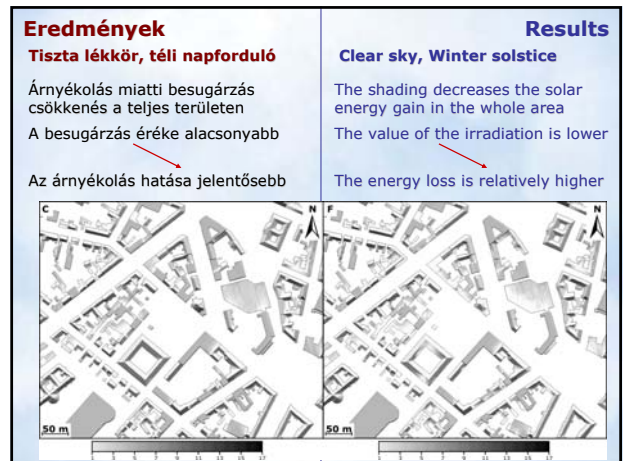
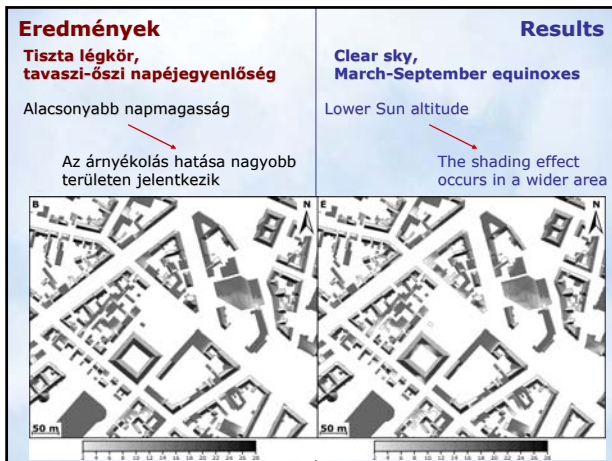
<p>A besugárzás számítása</p> <p>A besugárzás számításának alapja adott felszín vagy tető normálisának és a Nap iránya közötti szög (i)</p> $\cos i = \cos h_{slope} \cdot \sin h_{sun} + \sin h_{slope} \cdot \cos h_{sun} \cdot \cos(a_{sun} - a_{slope})$ <p> h_{sun}: Nap horizont feletti magassága a_{sun}: Nap azimut szöge h_{slope}: lejtőszög a_{slope}: kitértség </p> <p>A direkt (I_{dir}), szórt (I_{diff}) és a reflektált (I_{refl}) sugárzás:</p> $I_{dir} = I_0 \cdot \tau \cdot \cos i$ $I_{diff} = I_0 \cdot (0.271 - 2.294 \cdot \tau) \cdot \cos^2 \frac{h_{slope}}{2} \cdot \sin h_{sun}$ $I_{refl} = 0.15 \cdot I_0 \cdot (0.271 + 0.706 \cdot \tau) \cdot \sin^2 \frac{h_{slope}}{2} \cdot \cos h_{sun}$ <p> I_0: napállandó τ: a légkör átbocsátási együtthatója </p>	<p>Calculation of the solar radiation</p> <p>The key parameter is the angle (i) between the direction of the Sun and normal of the slope</p> <p> h_{sun}: solar altitude angle a_{sun}: solar azimuth angle h_{slope}: slope angle a_{slope}: slope aspect </p> <p>A direct (I_{dir}), diffuse (I_{diff}) and reflected (I_{refl}) radiation:</p> <p> I_0: solar constant τ: atmospheric transmittance </p>
--	--

<p>A besugárzás számítása</p> <p>τ: a légkör átbocsátási együtthatója</p> <p>Tiszta légkör esetén</p> $M = \sqrt{1229 + (614 \cdot \sin h_{sun})^2} - 614 \cdot \sin h_{sun}$ $\tau = 0.56 \cdot (e^{-0.65M} + e^{-0.095M})$ <p>Klimatológiailag tipikus esetben</p> <p>10 év besugárzás adatainak felhasználásával egy iterációs számítással került kiszámításra</p>	<p>Calculation of the solar radiation</p> <p>τ: atmospheric transmittance</p> <p>Clear sky conditions</p> <p>Climatologically potential case</p> <p>It was approximated with an iteration algorithm using the 10-year long measured irradiation dataset</p>
--	--

<p>A besugárzás számítása</p> <p>A besugárzás az árnyékolás figyelembevételével ($K_{\downarrow shade}$):</p> <p>Ha az adott pont</p> <p> Napon van $\rightarrow K_{\downarrow} = I_{dir} + I_{diff} + I_{refl}$ (not in shade) Árnyékban van $\rightarrow K_{\downarrow} = I_{diff} + I_{refl}$ (in shade) </p> <p>Számítás \rightarrow Avenue algoritmus</p> <p>4 jellegzetes napon</p> <p>30 perces felbontással</p>	<p>Calculation of the solar radiation</p> <p>The irradiation with the shading effect ($K_{\downarrow shade}$):</p> <p>If the point is</p> <p> Napon van $\rightarrow K_{\downarrow} = I_{dir} + I_{diff} + I_{refl}$ (not in shade) Árnyékban van $\rightarrow K_{\downarrow} = I_{diff} + I_{refl}$ (in shade) </p> <p>Calculation \rightarrow Avenue algorithm</p> <p>4 representative day</p> <p>30 min time step</p>
---	--

<p>Eredmények</p> <p>Külterületi és Belterületi mért besugárzási adatainak összevetése</p> <p>A különbség mérési hibahatáron belüli</p>	<p>Results</p> <p>Urban Rural comparison of the measured irradiance data</p> <p>The difference is within the accuracy of the measurement</p>
---	--

<p>Eredmények</p> <p>Tiszta légkör, nyári napforduló</p> <p>Maximum \rightarrow Déli tetőkön</p> <p>A számos helyen</p> <p>Az alacsony épületeken besugárzás csökkenés</p>	<p>Results</p> <p>Clear sky, Summer solstice</p> <p>Maximum \rightarrow Southern roofs</p> <p>Several places</p> <p>Energy loss at the low buildings</p>
---	---



<p>Összegzés</p> <ul style="list-style-type: none"> - Létrehoztunk egy módszert a besugárzás számítására - Ez az új módszer figyelembe veszi az épületek egymásra és a fák épületekre gyakorolt árnyékhátását - Kiszámítottuk egy jelentős méretű városi terület potenciális energia szoláris energia bevételeit - Rámutatunk, hogy a homogén tetőmagasságú városrészek a napenergia alkalmazás szempontjából előnyösebb 	<p>Conclusions</p> <ul style="list-style-type: none"> - We have developed a method for irradiance calculation - This novel method takes into account the effect of the mutual shading and the shading of the trees - We carried out irradiance calculation for a large urban area - Our results reveal the importance of the effect of mutual shading on the possible solar energy gain
---	--

<p>University of Szeged Dep. of Climatology and Landscape Ecology</p>	
<p>Köszönjük a figyelmet! Thank You for your attention!</p>	
<p>Gál, Tamás – Unger, János SZTE, Eghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék tgal@geo.u-szeged.hu, unger@geo.u-szeged.hu www.sci.u-szeged.hu/eghajlattan</p>	
<p>18th Building Services, Mechanical and Building Industry days 11-12 October 2012, Debrecen, Hungary</p>	