
Rádiometrické korekcie

Lekcia 2

Obsah lekcie

1. Rádiometrické veličiny
 2. Konverzia DN na spektrálnu hustotu žiarenia L
 3. Konverzia L na odraznosť
 4. Atmosférické korekcie
 5. Topografické korekcie
-

Rádiometrické veličiny

Energia žiarenia	Q_e	[J]
Žiarivý tok	Φ_e	[W] , resp. [J/s]
Ožiarenie	E_e	[W/m ²]
Vyžarovanie	M_e	[W/m ²]
Žiarivosť	I_e	[W/sr]
Hustota žiarenia	L_e	[W/sr.m ²]
Spektrálna hustota žiarenia	L_λ	[W/sr.m ² .nm]

Energia žiarenia

Energia žiarenia (Radiant energy) Q_e

- ✓ energia, ktorú do svojho okolia vyžaruje zdroj žiarenia, definovaná ako časový integrál žiarivého toku
- ✓ jednotka Joule [J]

$$Q_e = \int_0^t \Phi_e \cdot dt$$

Žiarivý tok

Žiarivý tok (Radiant flux) Φ_e

- ✓ energia žiarenia emitovaná, odrazená, prepustená alebo pohltená za jednotku času
- ✓ jednotka Watt [W] , resp. [J/s]

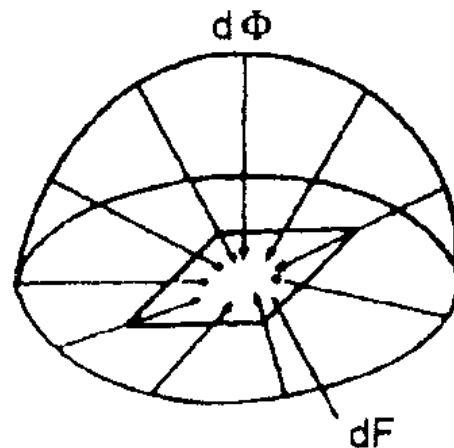
$$\Phi_e = \frac{\partial Q_e}{\partial t},$$

Ožiarenie

Ožiarenie (Irradiance) E_e

- ✓ žiarivý tok prijatý určitou plochou
- ✓ jednotka [W/m²]

$$E_e = \frac{\partial \Phi_e}{\partial A},$$

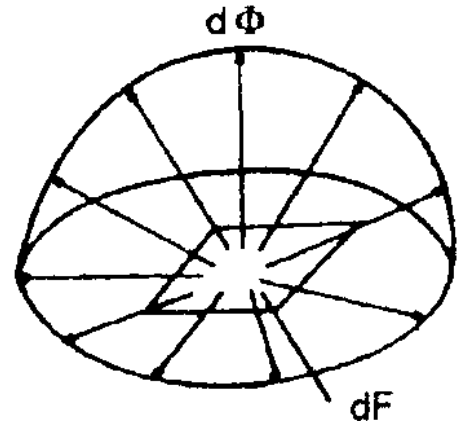


Vyžarovanie

Vyžarovanie (Radiant exitance) M_e

- ✓ žiarivý tok emitovaný určitou plochou do priestoru
- ✓ jednotka [W/m²]

$$M_e = \frac{\partial \Phi_e}{\partial A},$$

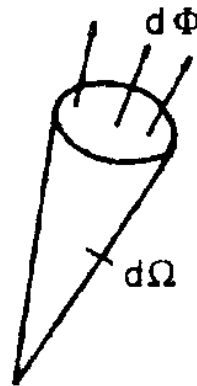


Žiarivosť

Žiarivosť, Intenzita žiarenia (Radiant intensity) I_e

- ✓ žiarivý tok vyžiarený do priestorového uhla
- ✓ jednotka [W/sr]

$$I_e = \frac{d\Phi_e}{d\Omega}$$

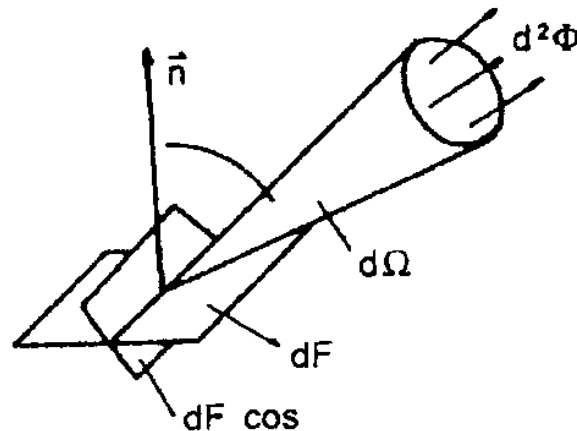


Hustota žiarenia

Hustota žiarenia (Radiance) L_e

- ✓ žiarivý tok vzťahujúci sa na určitú plochu a priestorový uhol
- ✓ jednotka [W/sr.m²]

$$L_{e,\Omega} = \frac{\partial^2 \Phi_e}{\partial \Omega \partial A \cos \theta},$$



Spektrálna hustota žiarenia

Spektrálna hustota žiarenia (Spectral radiance) L_λ

- ✓ žiarivý tok o určitej vlnovej dĺžke vzťahujúci sa na určitú plochu a priestorový uhol
- ✓ jednotka [W/sr.m².nm]

$$L_{e,\Omega,\lambda} = \frac{\partial L_{e,\Omega}}{\partial \lambda},$$

Odraznosť

Odraznosť (Reflectance) R

- ✓ podiel odrazenej a prijatej energie žiarenia
- ✓ vyjadruje efektívnosť povrchu alebo materiálu pri odrážaní žiarenia
- ✓ závisí od vlnovej dĺžky žiarenia
- ✓ bez jednotiek

$$R = \frac{\Phi_e^r}{\Phi_e^i},$$

Konverzia DN → radiance

Spektrálna hustota žiarivého toku (at-sensor radiance):

$$L_{\lambda} = M_L * Q_{cal} + A_L$$

- M_L band-specific multiplicative rescaling factor
 - A_L band-specific additive rescaling factor
 - Q_{cal} quantized and calibrated pixel values (DN)
-

Konverzia radiance → reflectance

Odraznosť (Top-of-atmosphere or TOA reflectance):

$$\rho_p = (\pi * L_\lambda * d^2) / (ESUN_\lambda * \cos\theta_s)$$

d vzdialenosť Zem-Slnko v astronomických jednotkách

$ESUN_\lambda$ priemerné vyžarovanie slnka (mimo atmosféry)

θ_s zenitový uhol Slnka v stupňoch, pričom:

$$\theta_s = 90^\circ - \theta_E$$

θ_E výška Slnka nad obzorom v stupňoch

Atmosférické korekcie

Konverzia:

at-sensor radiance → surface radiance

TOA reflectance → surface reflectance:

$$\rho = [\pi * (L_\lambda - L_p) * d^2] / [T_v * ((ESUN_\lambda * \cos\theta_s * T_z) + E_{down})]$$

L_p spektrálna hustota žiar.toku cesty (path radiance)

T_v priepustnosť atmosféry v smere záberu

T_z priepustnosť atmosféry v smere osvetlenia

E_{down} spätné difúzne vyžarovanie atmosféry

Atmosférické korekcie

DOS (Dark Object Subtraction)

- ✓ zjednodušaná korekcia založená na vlastnostiach snímky (image-based)
- ✓ presnosť menšia ako pri fyzikálne založených korekciách

$$L_p = L_{min} - L_{DO1\%}$$

$$L_{min} = M_L * DN_{min} + A_L$$

L_{min} minimálna spektrálna hustota ž.toku (0,01% pixlov)

$L_{DO1\%}$ spektrálna hustota ž.toku tmavého objektu (s predpokladanou odraznosťou 0,01)

Atmosférické korekcie

DOS (Dark Object Subtraction)

$$L_{DO1\%} = 0.01 * [(ESUN_{\lambda} * \cos\theta_s * T_z) + E_{down}] * T_v / (\pi * d^2)$$

$$L_p = M_L * DN_{min} + A_L - 0.01 * [(ESUN_{\lambda} * \cos\theta_s * T_z) + E_{down}] * T_v / (\pi * d^2)$$

DOS1

DOS2

DOS3

DOS4

$$T_v = 1$$

$$T_v = 1$$

$$T_z = 1$$

$$T_z = \cos\theta_s \ (\lambda < 1)$$

$$E_{down} = 0$$

$$T_z = 1 \ (\lambda > 1)$$

$$E_{down} = 0$$

Atmosférické korekcie

DOS1

$$L_p = M_L * DN_{min} + A_L - 0.01 * ESUN_{\lambda} * \cos\theta_s / (\pi * d^2)$$

$$\rho = [\pi * (L_{\lambda} - L_p) * d^2] / (ESUN_{\lambda} * \cos\theta_s)$$

