**Strålingsbalancen**

Denne øvelses formål er at bestemme netto-solindstrålingen og netto-varmeudstrålingen, og derudfra beregne strålingsbalancen på en bestemt lokalitet og tidspunkt.

Målingen repræsenterer derfor en lokal øjebliksværdi, som skal sættes i relation til variationer over døgnet og året samt mellem forskellige områder på jorden.   
Endelig vurderes betydningen af stigende mængder drivhusgasser.

**Teori:**

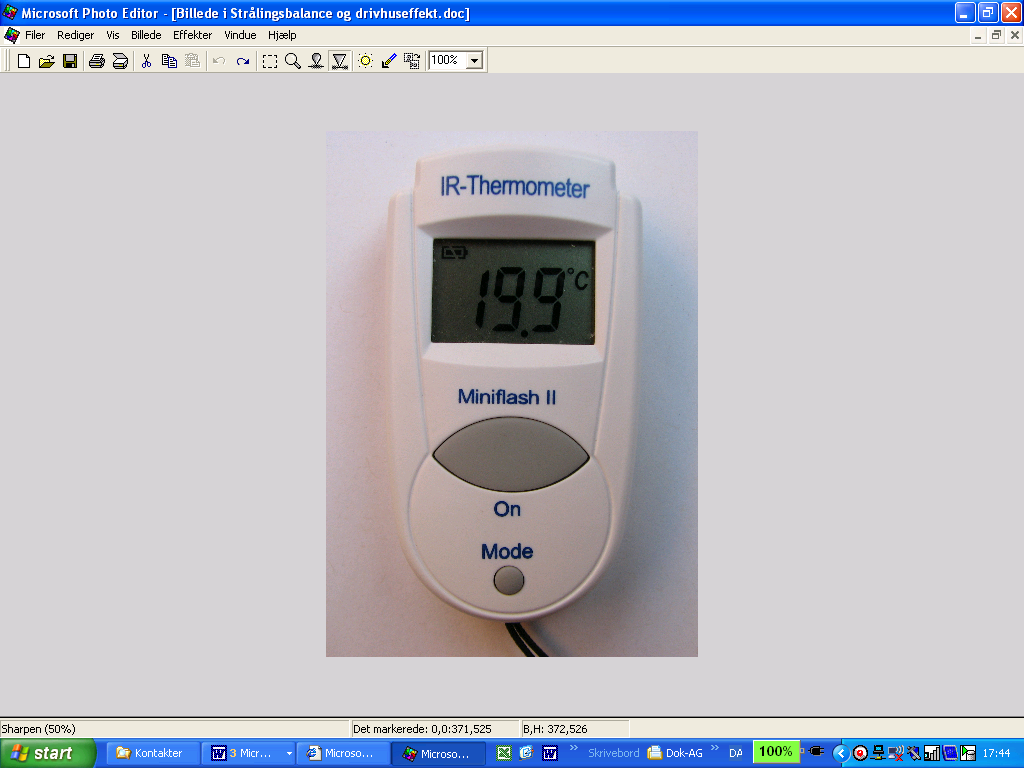
Alle genstande, der er varmere end absolutte 0-punkt (-273 oC), udsender elektromagnetisk stråling. Temperaturen bestemmer, hvilket spektrum af bølgelængder/frekvenser udstrålingen har, samt strålingens intensitet. Jo højere temperatur, desto mere intensiv og kortbølget er strålingen. Den varme Sol (>5000 °C) udsender elektromagnetisk stråling i form af synligt lys, mens Jordens kolde overflade (gennemsnitlig 15 °C) udsender infrarød stråling (IR).

Når solens kortbølgede stråler (synligt lys) kommer ind i atmosfæren, absorberes små mængder stråling, mens en del reflekteres fra bl.a. skyerne. I alt når kun ca. 60 % af lysstrålingen jordoverfladen, hvor strålerne enten reflekteres eller absorberes – afhængigt af overfladens egenskaber. Refleksion kaldes *albedo*. Det, der absorberes, kaldes også *netto-solindstrålingen* og bevirker at jordoverfladen opvarmes.

Den opvarmede jord udsender infrarød stråling (IR/varmestråling) og afkøles derved langsomt. Noget af IR-udstrålingen vil forsætte ud i verdensrummet, men hovedparten (70-85 %) absorberes af drivhusgasser i atmosfæren. Disse opvarmes og udsender en ny IR-stråling i alle retninger (modstråling). Derved opvarmes jordoverfladen yderligere.   
Dette fænomen, at modstrålingen tilbageholder varme-energi i atmosfæren, kaldes for *drivhuseffekten*, og det nedsætter jordens *netto-udstråling* betydeligt.

**Fremgangsmåde:**

Til måling af solstråling og albedo anvendes et simpelt pyranometer (t.v.), mens der anvendes et IR-termometer (t.h.) til at måle IR-udstråling og modstrålings intensitet (omregnet til temperatur)

1. Aflæs Solens indstråling med pyranometeret. Hold solcellen opad og vandret i ca. 1 m. højde – skyg ikke for den. Noter aflæsningen under punkt A i vedlagte skema.
2. Mål albedoen ved at holde pyranometeret nedad (vandret i samme højde) mod forskellige overflader (græs, fliser, m.v.) – og anslå et gennemsnit. Noter gennemsnittet under punkt B.
3. Mål den aktuelle jordoverfladetemperatur med IR-termometeret. Foretag målingen min. 5 forskellige steder, og beregn et gennemsnit. Bestem strålingsintensiteten vha. vedlagte graf. Noter resultaterne under punkt D.
4. Mål atmosfærens temperatur med IR-termometeret. Foretag måling i min. 5 retninger (ikke mod solen), og beregn et gennemsnit. Bestem strålingsintensiteten vha. samme graf. Noter under punkt E.
5. Beregn netto-solindstrålingen (kortbølget) under punkt C, samt netto-varmeudstrålingen (langbølget) under punkt F. Beregn på den baggrund strålingsbalancen for jordoverfladen under punkt G

**Resultater:**

Skema til opgørelse af energiregnskab for strålingen til og fra jordoverfladen

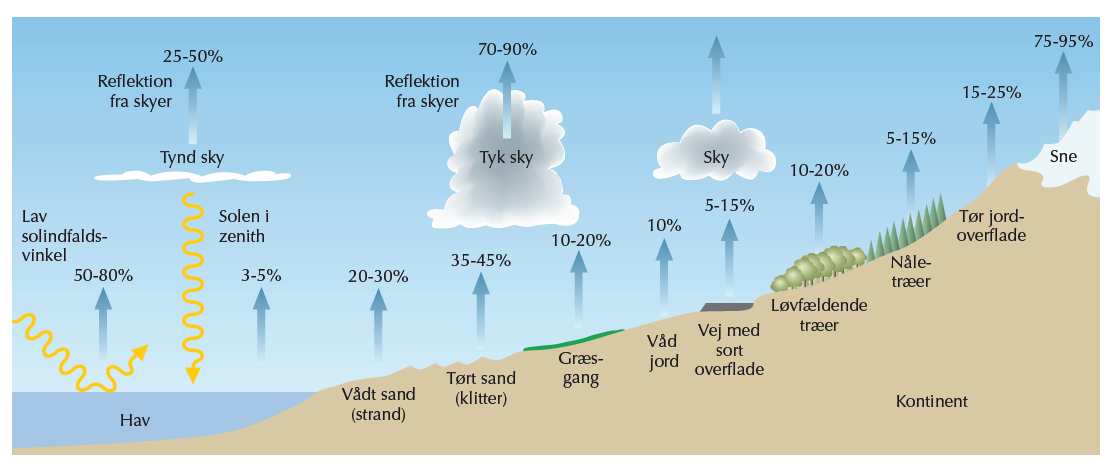
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Sted: | Dato: | kl. | |
|  | **Vejr**: skyet/skyfrit, tørt/regn, blæsende/stille | |  | |
|  | **Lufttemperatur** i skyggen | | °C | |
| A | Solens lys-indstråling til jordoverfladen  → Solstrålingsmåler | |  | W/m2 |
| B | Jordoverfladens reflektion af sollys (= albedo)  → Solstrålingsmåler | |  | W/m2 |
| C | **Netto solindstråling** (**kortbølget)** til jordoverfladen  (= A - B) | |  | W/m2 |
| D | Jordoverfladens IR-udstråling til atmosfæren → IR-termometer og graf | | °C | W/m2 |
| E | Atmosfærens IR-indstråling til jordoverfladen (modstråling)  → IR-termometer og graf | | °C | W/m2 |
| F | **Netto varmestråling** (**langbølget)** fra jordoverfladen  (= D – E) | |  | W/m2 |
| G | **Strålings-balancen** for **jordoverfladen** (= C - F) | | W/m2 | |

**Diskussion:**Når du i det følgende gennemgår resultaterne, så husk at henvise til de målte størrelser.

1. Er solindstrålingens størrelse (A), som det kan forventes ud fra årstid, vejrtype og tidspunkt på dagen? Sammenlign med DMI 🡪 Borgervejr 🡪 parameter solindstråling
2. Hvor mange procent af solindstrålingen er albedoen (B)? - passer det med tabelværdien nedenfor?
3. Hvordan vil du forvente, at strålings-balancen er på andre årstider og tider af døgnet?  
   - og på årsbasis?
4. Hvilke af jeres målinger (A, B, D, E) vil især ændres, hvis CO2-koncentrationen øgedes i atmosfæren?

|  |  |
| --- | --- |
| **Overflade-type** | **Refleksion / Albedo %** |
| Tør jordoverflade | 15-25 |
| Våd jordoverflade | 10-15 |
| Tørt sand | 35-45 |
| Vådt sand | 20-30 |
| Bebyggelse, mørk overflade | 5-15 |
| Græs | 10-20 |
| Skov | 5-20 |
| Hav (lav solindfaldsvinkel) | 50-80 |
| Tæt skydække | 50-80 |
| Sne / is | 75-95 |

*Figur A: Sammenhæng mellem overfladetype og albedo/refleksion.*

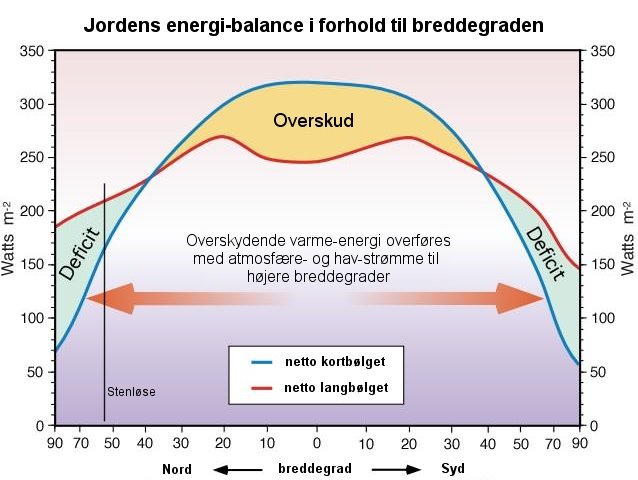


*Figur B: Albedo fra forskellige overflader. (Kilde Naturgeografi C, L&R uddannelse. )*

*Figur C: Temperaturens betydning for strålingsintensiteten*

*Figur D: Gennemsnitlig solindstråling pr. måned. (Baseret på data fra DMI, Wang et al. 2013)*

|  |
| --- |
|  |



Figur E: Jordens energi-balance i forhold til breddegraden.   
(Kilde: [— Earth’s energy balance. The Earth absorbs more sunlight at the... | Download Scientific Diagram (researchgate.net)](https://www.researchgate.net/figure/Earths-energy-balance-The-Earth-absorbs-more-sunlight-at-the-equator-than-the-poles_fig2_45884771)

|  |
| --- |
| Gem jeres svar og data, så de kan indgå i besvarelsen af den overordnede problemstilling ”Hvorfor sulter de på Afrikas Horn?”  De eksperimentelle målinger skal gemmes, så de nemt kan indgå i opgavebesvarelsen og medbringes til eksamen.  **HUSK:** *Jo bedre data – des bedre argumentation.* |