

3. Dani pasivne kuće u Hrvatskoj

Ispitivanje termovizijskom kamerom

Bojan Milovanović, dipl.ing građ.



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET
UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

Što je to infracrvena termografija?

Infracrvena termografija je znanost prikupljanja i analize toplinskih podataka pomoću bezkontaktnih uređaja koji stvaraju toplinsku sliku.

- Temelji se na mjerenju intenziteta infracrvenog zračenja s promatrane površine.



Što je to infracrvena termografija?

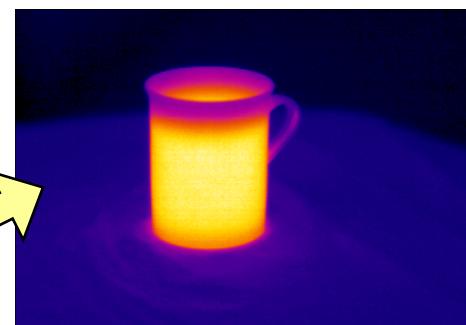
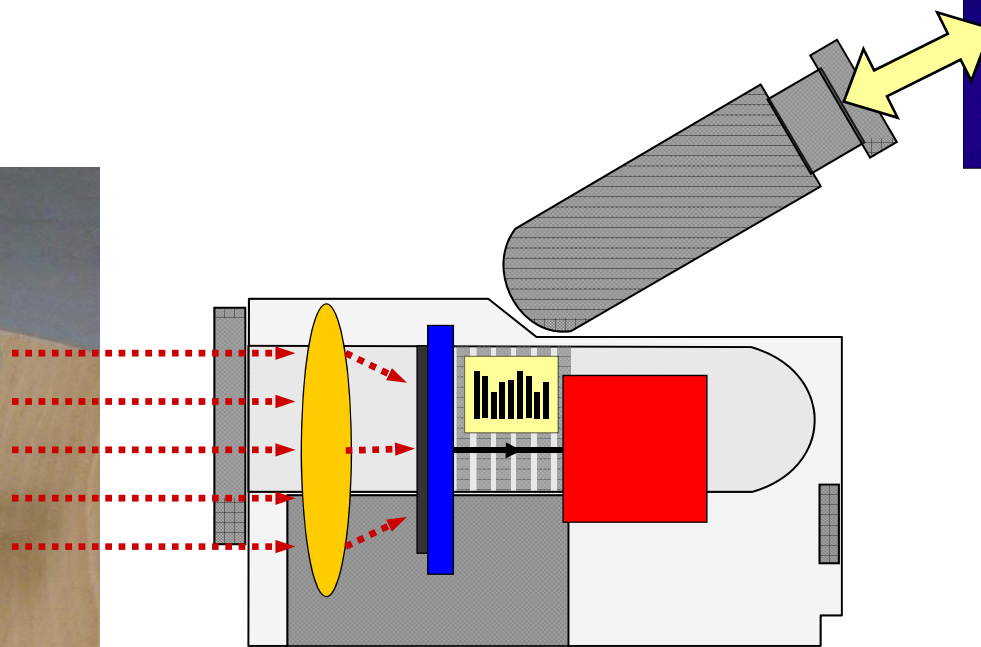
- Kamera ne mjeri temperaturu...



- ...mjeri se zračenje koje dolazi s promatranog tijela

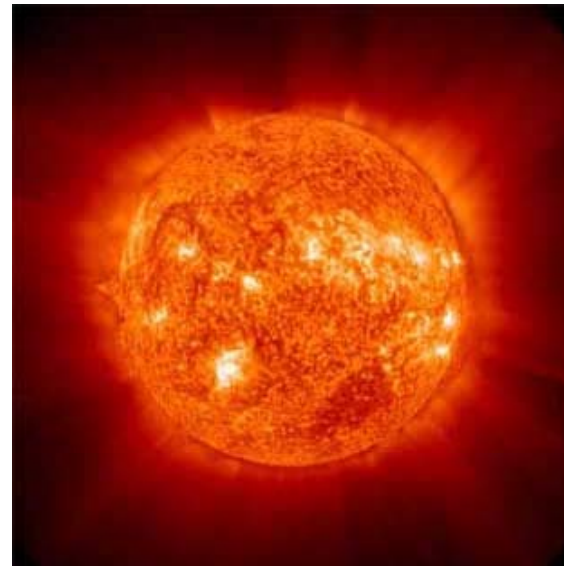
Načelo rada kamere

- Kamera pretvara infracrveno zračenje koje ljudsko oko ne može detektirati u vidljivu sliku



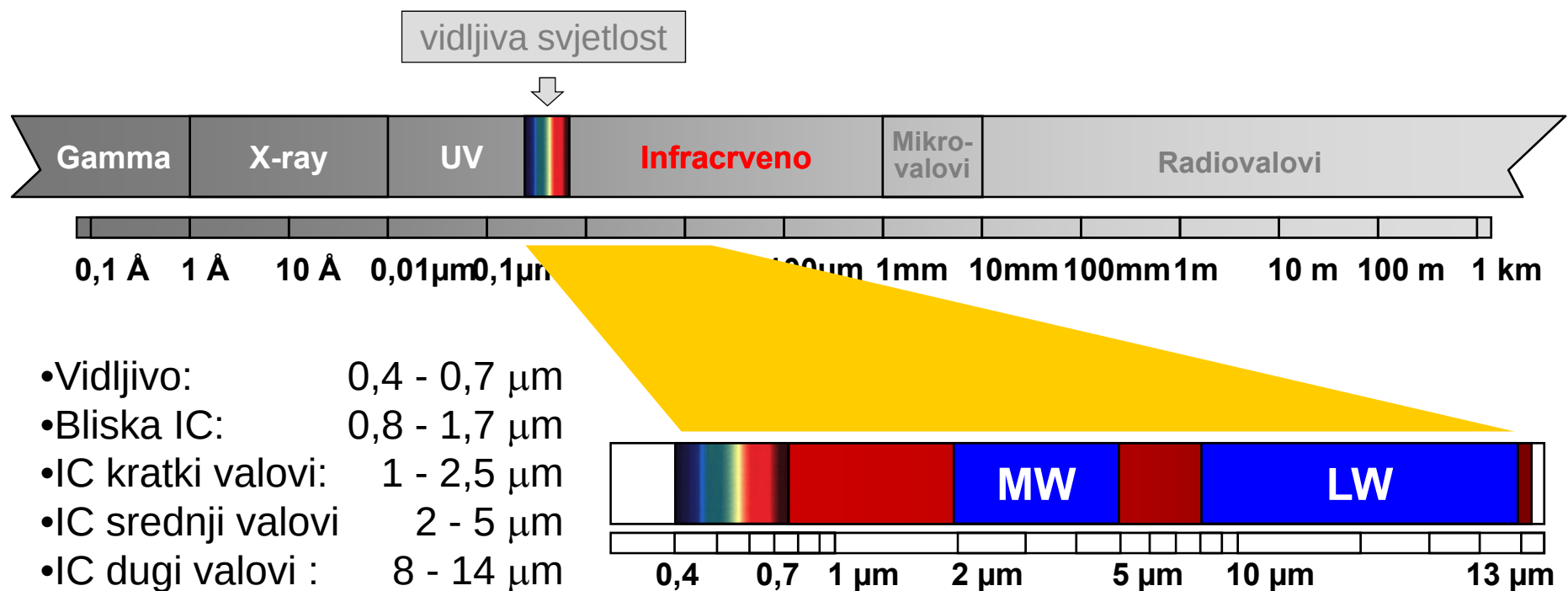
O elektromagnetskom zračenju

- Sva tijela kontinuirano emitiraju elektromagnetsko zračenje, koje kroz vakuum putuje brzinom svjetlosti.
- Elektromagnetski valovi su određeni svojom valnom duljinom λ

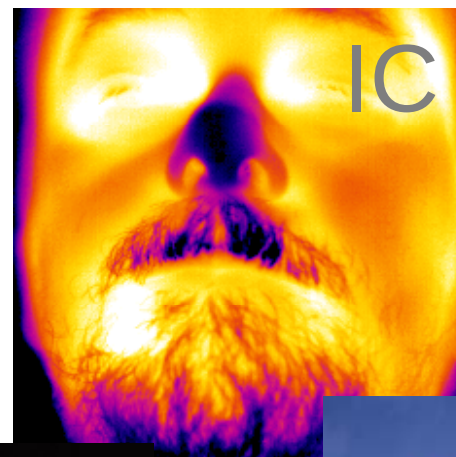


O elektromagnetskom zračenju

- Iako na visokim temperaturama užarena tijela svijetle, vidljiva svjetlost nije jedino zračenje koje ona emitiraju.

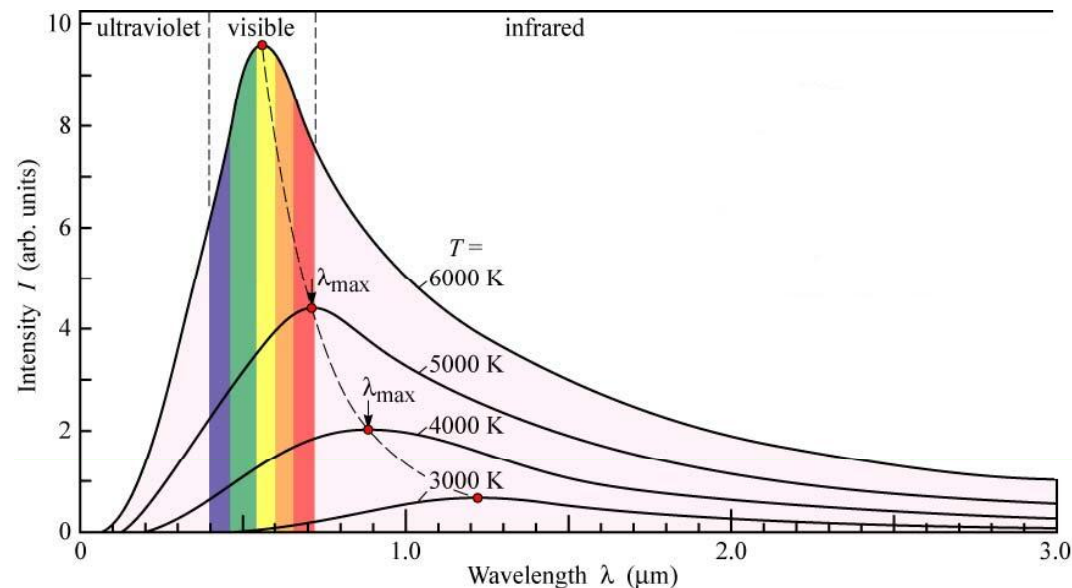


Pojasevi valnih duljina



Toplinsko zračenje

- Intenzitet emitirane energije s promatranog objekta ovisi o temperaturi i valnoj duljini zračenja.
- Ukoliko je temperatura niža od 500°C emitirano toplinsko zračenje je u potpunosti unutar granica infracrvenog područja valnih duljina.



Stefan-Boltzmannov zakon

- Temperatura se za poznatu energiju zračenja dobije iz Stefan Boltzmanovog zakona.

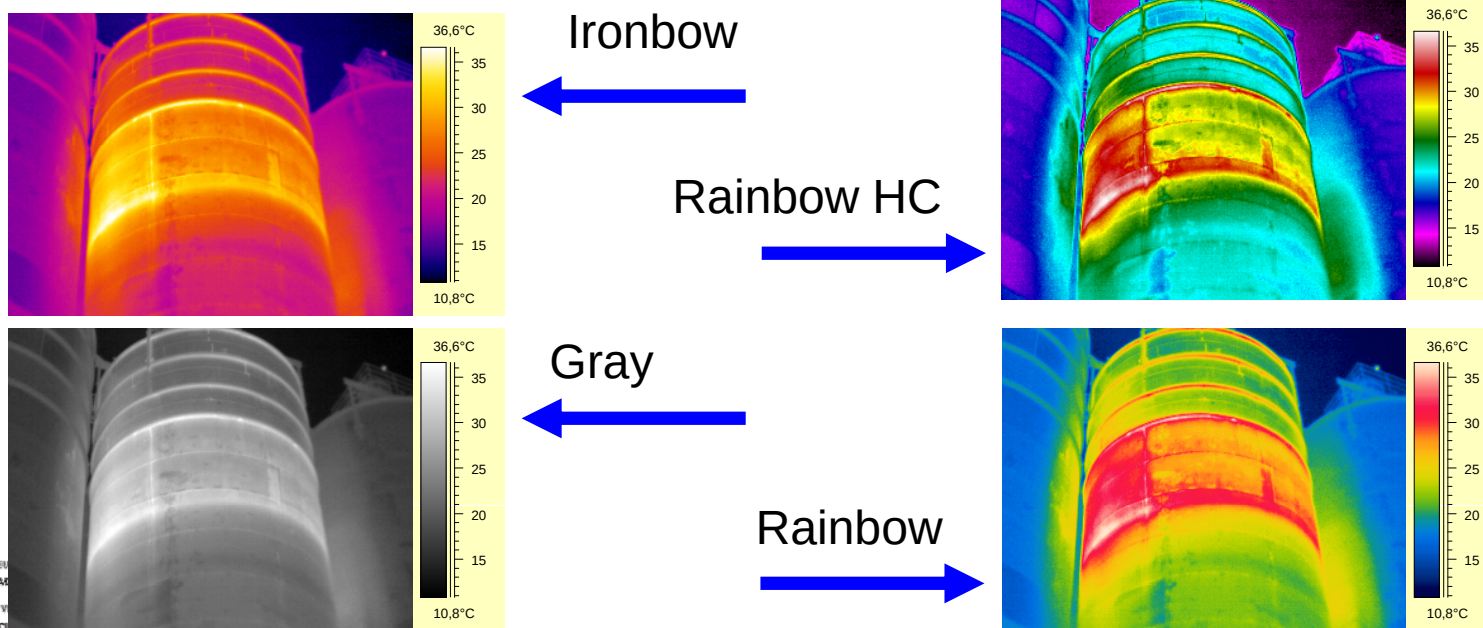
$$W_{uk} = \sigma \cdot \varepsilon \cdot T^4 \left[\frac{W}{m^2} \right]$$

W_{uk} - ukupna toplinska energija koju zrači jedinična površina realnog tijela

σ - konstanta zračenja crnog tijela $5,67 \cdot 10^{-8} [W/m^2K^4]$

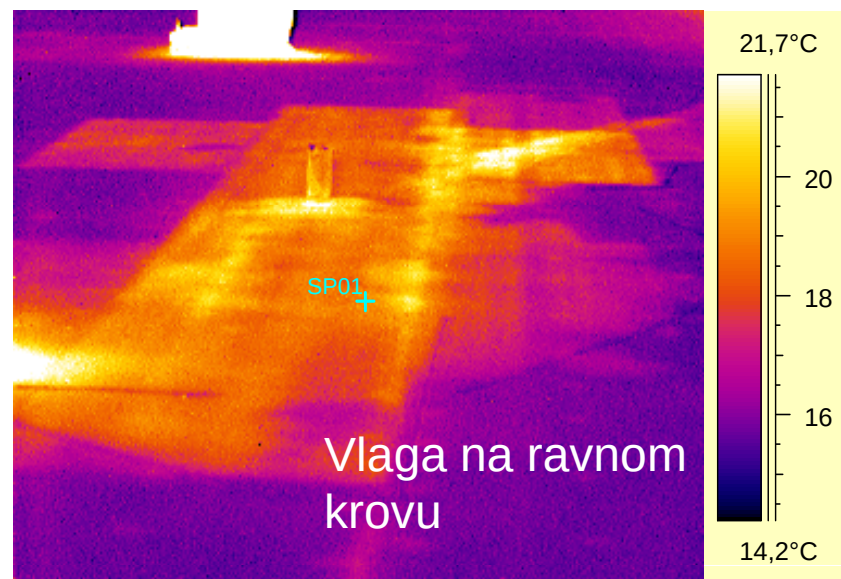
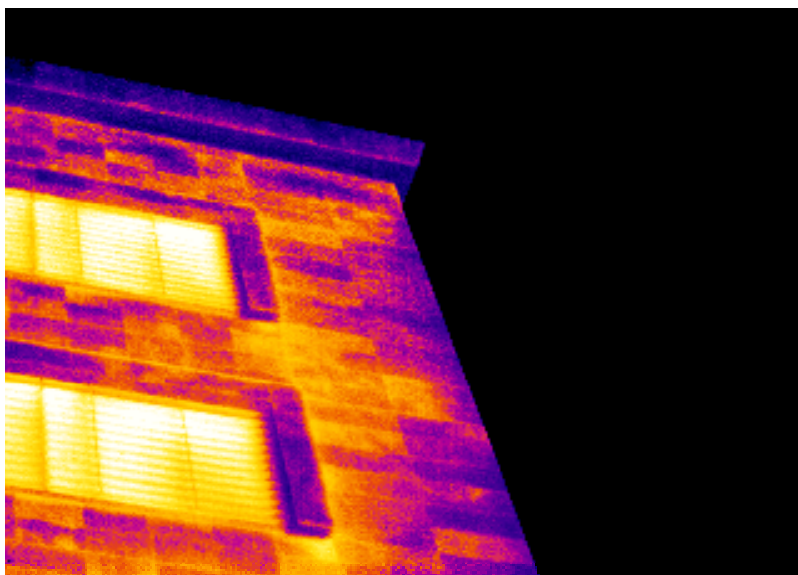
Rezultat termografskog mjerenja

- Rezultat termografskog mjerenja je **termogram**,
 - zapis raspodjele **infracrvenog zračenja** koje dolazi s površine promatranog objekta
 - On u sivim tonovima ili nekom kodu boja daje sliku raspodjele **privedne temperature** na površini promatranog objekta.



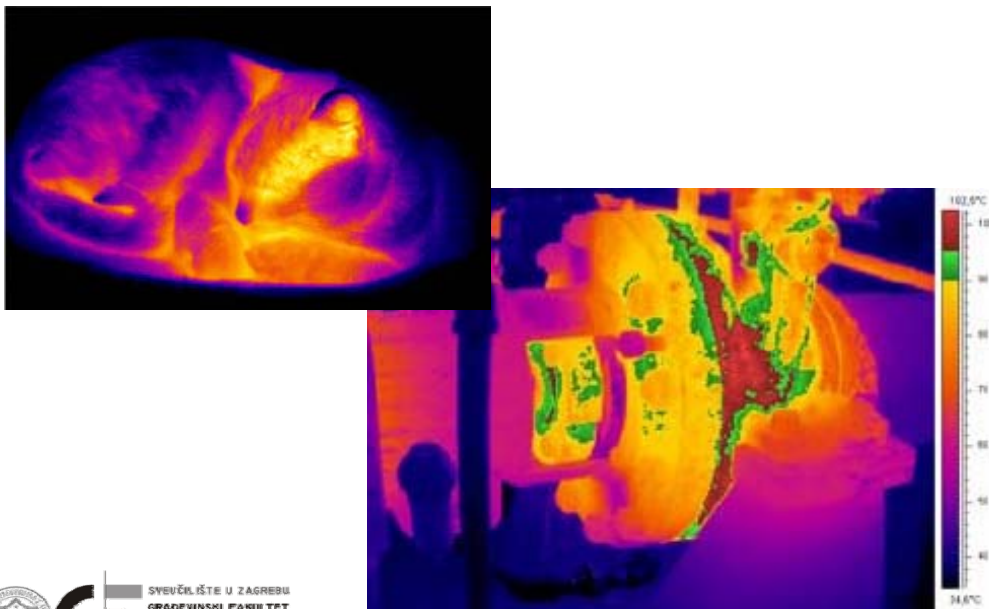
Rezultat termografskog mjerenja

- raspodjela IC zračenja posredno daje informaciju o:
 - različitim stanjima same površine
 - ili je pak odraz strukture i unutrašnjeg stanja promatranog objekta.

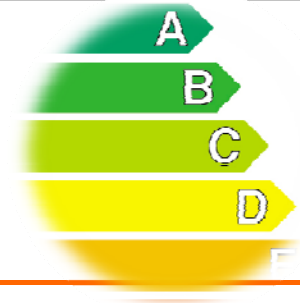


Aktivna i pasivna termografija

- Prema pristupu mjerenjima i obradi rezultata termografija se dijeli na:
 - aktivnu i pasivnu,
 - kvalitativnu i kvantitativnu



Certificiranje zgrada



- Metodologija provođenja energetskeg pregleda zgrada i mjerenje...
- Kada postoji opravdana sumnja u točnost ulaznih podataka, dopušta se provođenje mjerenja:
 - toplinskih gubitaka kroz vanjsku ovojnicu korištenjem **infracrvene termografije**, te mjerenje **zrakopropusnosti** (Blower Door Test), mjerenje **toplinskog otpora**,...

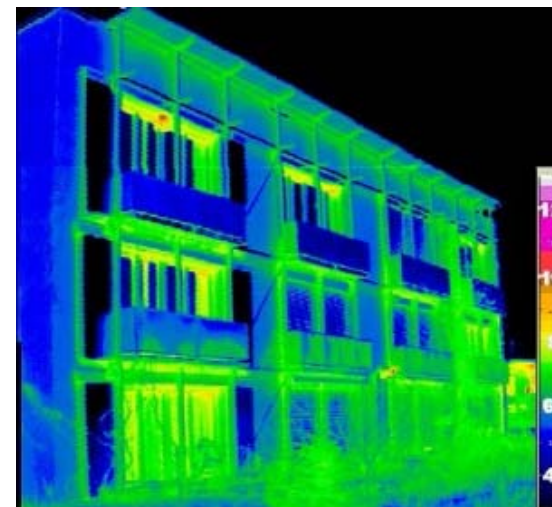


Norme – termografska ispitivanja u graditeljstvu

- Norma **HRN EN 13187:2000** - *Toplinske značajke zgrada - Kvalitativno otkrivanje toplinskih mostova u obodnim konstrukcijama zgrada - Metoda infracrvenog snimanja*
- Primjenom termografskih mjerenja, sukladno navedenoj normi **moguće je brzo i učinkovito utvrditi nepravilnosti** u toplinskoj slici zbog:
 - defekata u toplinskoj izolaciji,
 - postojanju vlažnih područja i/ili
 - mjesta zrakopropusnosti vanjske ovojnice zgrade.

Norme – termografska ispitivanja u graditeljstvu

- **HRN EN 13187:2000** - definira **kvalitativnu metodu** termografskih pregleda i to u dva oblika:
 - za **kontrolu cjelokupne učinkovitosti novih zgrada** i rezultata obnove starih zgrada
 - **jednostavniji pregledi** koji se provode tijekom energetske pregleda, npr. kod obnove objekata, kontroli proizvodnje ili drugih rutinskih pregleda.



Norme – termografska ispitivanja u graditeljstvu

- Norma ***HRN EN 13187:2000*** se **ne primjenjuje** za
 - Određivanje stupnja toplinske izolacije
 - Određivanje zrakopropusnosti zgrade.
- Primjena termografskih mjerenja spominje se još i u normi ***HRN EN 15603:2008 - Energy performance of buildings - Overall energy use and definition of energy ratings***
 - u dijelu koji opisuje načine pronalaska toplinskih mostova u zgradama.

Norme - Osoblje

- Za kvalitativnu i kvantitativnu analizu termograma
- **potrebno je osposobiti osoblje** koje za traženu primjenu mora ovladati termografskim sustavom i poznavati problematiku koja se rješava.



UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING



Certificiranje termografista

- Izobrazba i osposobljavanje osoba se vrši prema normi **HRN EN 473:2008** - *Nerazorno ispitivanje - Kvalifikacija i potvrđivanje NDT-osoblja - Opća načela*
- GF-ITC www.grad.hr/gfitc



Certificiranje termografista

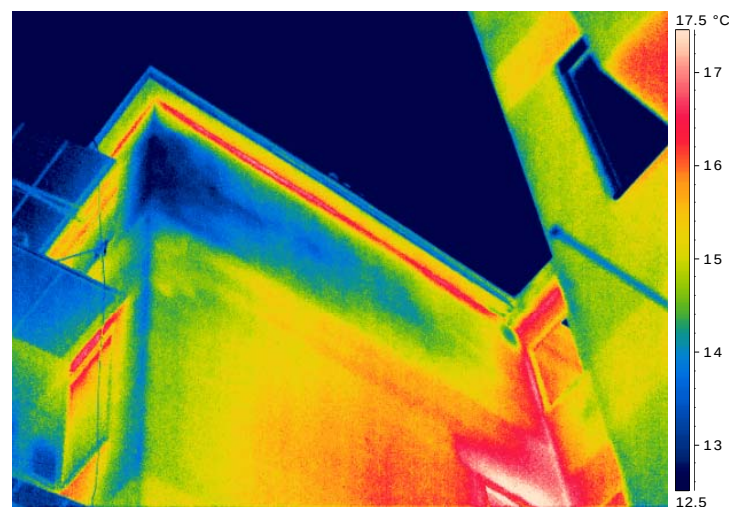
- *Level 1*
 - Termografisti **sljedeće utvrđenu proceduru** za ocjenjivanje specifičnih tipove opreme, koriste IC kamere i programske pakete **za identifikaciju i mjerenje toplinskih anomalija**, a sve na osnovu iskustva i rasporeda topline na sličnoj opremi.
- *Level 2*
 - Termografisti koriste više oblika dijagnostičke opreme za **utvrđivanje izvora problema i predlažu načine popravaka**.
- *Level 3*
 - Termografisti su primarno osobe koje **izrađuju i vode programe održavanja i pregleda** za pojedine tvrtke, **razvijaju procedure ispitivanja i kriterije ozbiljnosti**

Primjena termografskih ispitivanja u zgradarstvu

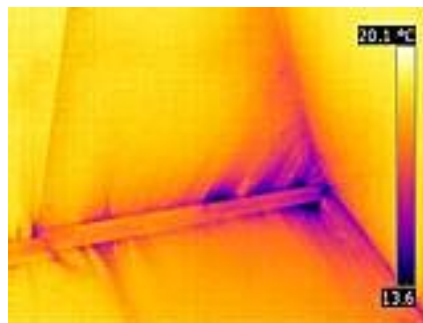
- Toplinski mostovi



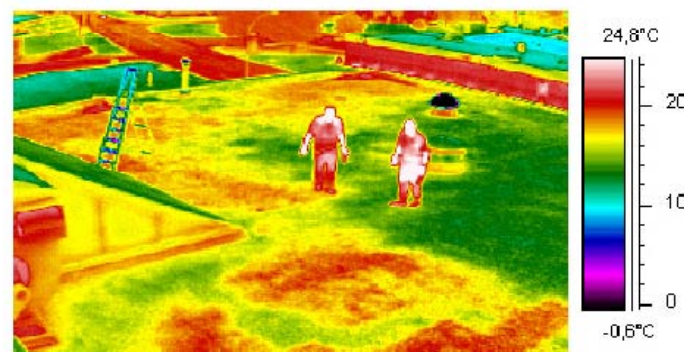
- Nedostajuća ili oštećena izolacija



- Infiltracija zraka

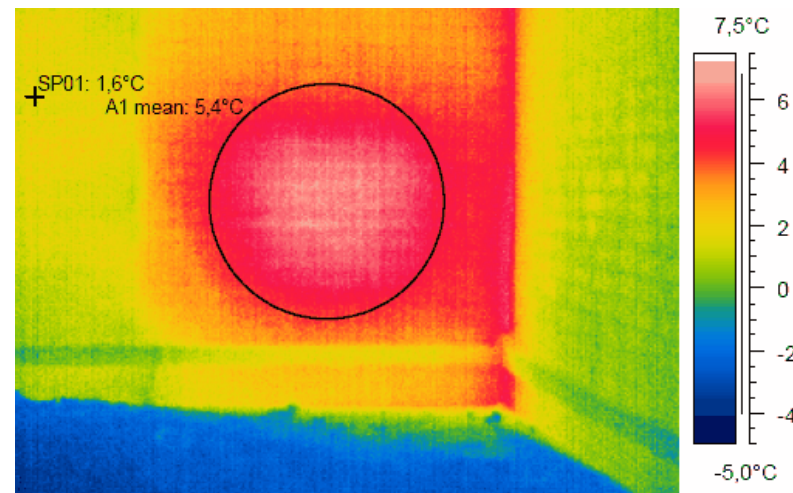
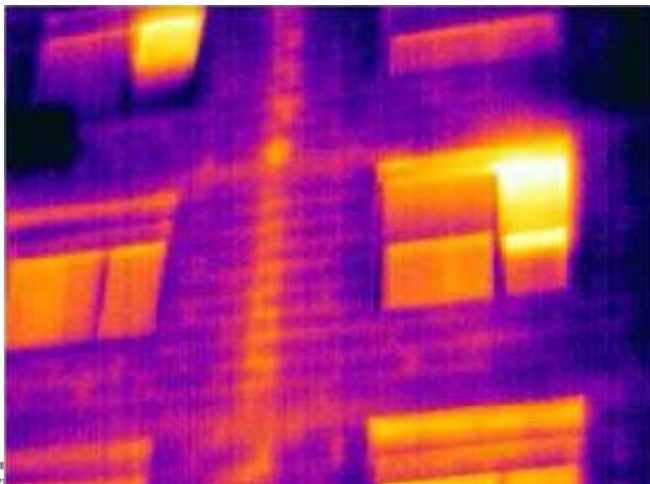


- Vlaga



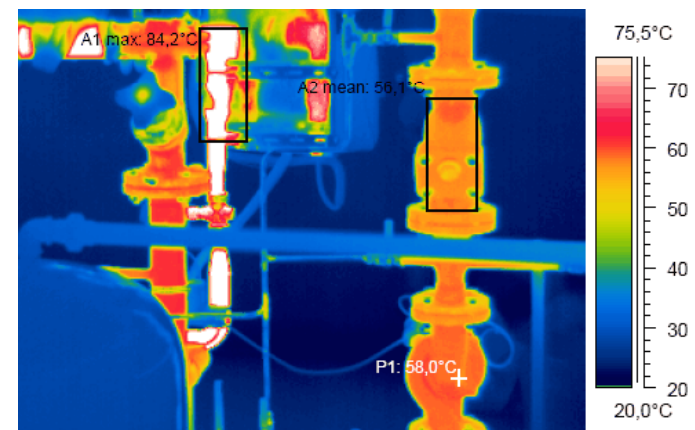
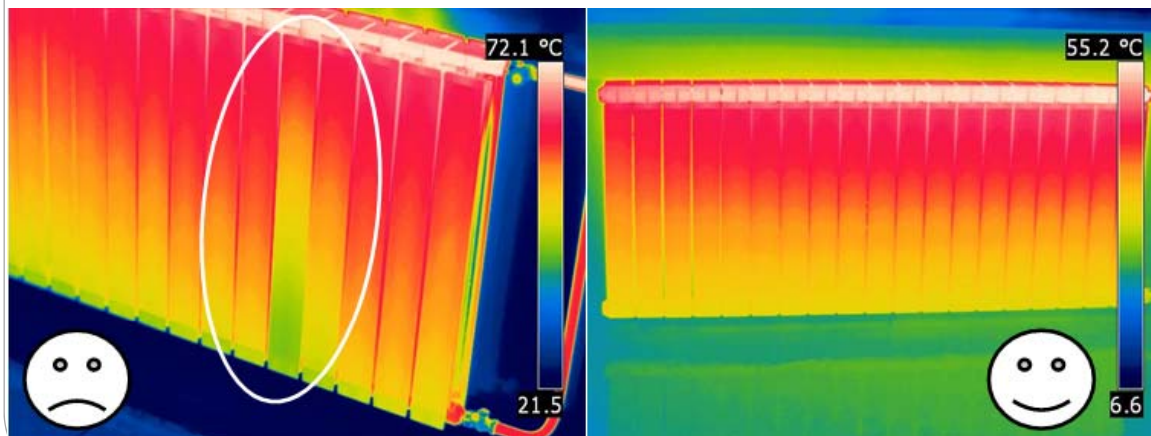
Primjena termografskih mjerenja kod energetskih pregleda

- Termografsko mjerenje:
 - Brza, jeftina i učinkovita metoda,
 - Zadovoljavajuća **kvalitativna metoda** pri energetskim auditima zgrada
 - Uglavnom za lokaciju toplinskih mostova na vanjskoj ovojnici zgrade

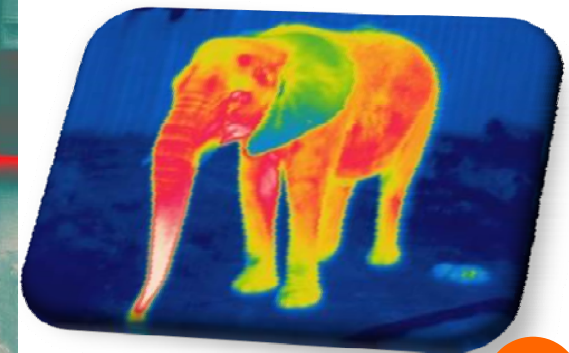


Primjena termografskih mjerenja kod energetski pregleda

- Moguće proširenje primjene:
 - prikupljanje podataka za pojašnjenje uvjeta rada teško dostupnih i nedostupnih instalacija grijanja
 - ventilacije i klimatizacije
 - identificiranje problema s električnim i strojarskim instalacijama pod punim radnim opterećenjem

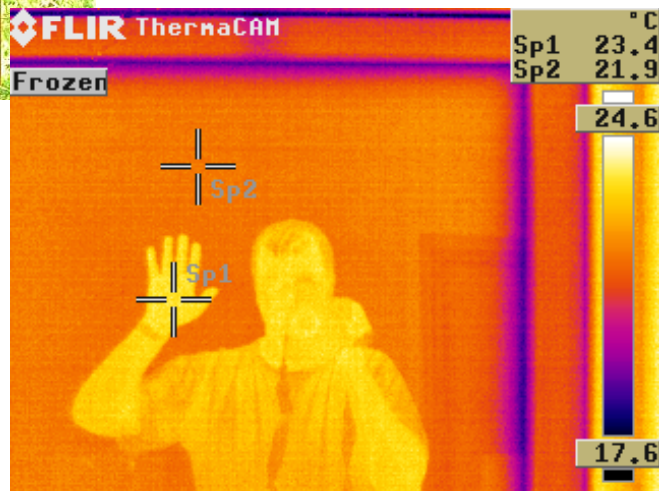
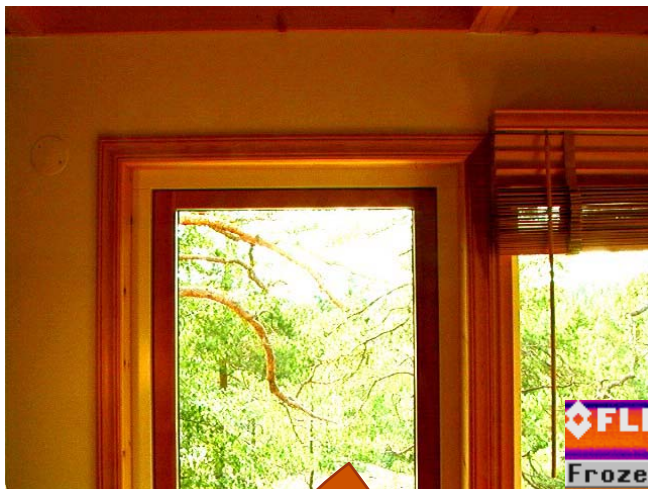


Pogledajmo svijet oko sebe drugim očima...



Detaljnije i intrigantnije...

- ...na radionici popodne...





SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET
UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

Hvala na pozornosti!

KONTAKT:

bmilovanovic@grad.hr

gfitc@grad.hr