

Prijenos topline

Damić, David

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:157:424558>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-31**



image not found or type unknown *Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering - FCERI Repository](#)



image not found or type unknown

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

David Damić

**Prijenos topline
Transfer of heat**

Završni rad

Rijeka, 2024.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Sveučilišni prijediplomski studij
Građevinarstvo
Fizika**

**David Damić
JMBAG: 0114034195**

**Prijenos topline
Transfer of heat**

Završni rad

Rijeka, Rujan, 2024.

IZJAVA

Završni rad izradio sam samostalno, u suradnji s mentorom i uz poštivanje pozitivnih građevinskih propisa i znanstvenih dostignuća iz područja građevinarstva. Građevinski fakultet u Rijeci je nositelj prava intelektualnog vlasništva u odnosu na ovaj rad.

David Damić

U Rijeci, 02.09.2024.

ZAHVALA

Zahvaljujem se svima koji su mi bili potpora tokom cjelokupnog studiranja, posebno svojim roditeljima koji su mi bili podrška i vjerovali u mene od samog početka, te mentoru uz čiju sam pomoć napravio ovaj završni rad.

SAŽETAK

Tema ovog završnog rada je prijenos topline. U prvom dijelu rada opisat će se pojam topline i smijestiti ga u područje fizike, a zatim će biti rečeno nešto više o prijenosu topline i opisati prijenos topline u sva tri načina njezina prenošenja : vođenje, konvekciju i zračenje. Cilj ovog rada je razumijevanje prijenosa topline u građevinarstvu, što je ključno za projektiranje energetski učinkovitih zgrada i smanjenje potrošnje energije.

Ključne riječi

Ključne riječi: fizika, toplina, prijenos topline, vođenje, konvekcija, zračenje

ABSTRACT

The topic of this final thesis is heat transfer. In the first part of the paper, the concept of heat will be described and placed in the field of physics, and then something more will be said about heat transfer and heat transfer will be described in all three ways of its transfer: conduction, convection and radiation. The aim of this work is to understand heat transfer in construction, which is crucial for designing energy-efficient buildings and reducing energy consumption.

Key words

Key words : physics, heat, heat transfer, conduction, convection, radiation

SAŽETAK

1.UVOD	1
2.POJAM I OSNOVNI PRINCIPI TOPLINE	2
2.1 Povijesni razvoj	4
3.MEHANIZMI PRIJENOSA TOPLINE.....	7
3.1. Prijenos topline kondukcijom.....	8
3.2. Prijenos topline konvekcijom	11
3.2.1. Prirodna i prisilna konvekcija.....	12
3.3 Prijenos topline zračenjem	15
4.GRAĐEVINSKI MATERIJALI I IZOLACIJSKE TEHNOLOGIJE.....	19
5. UTJECAJ PROMJENE TOPLINE NE ENERGETSKU UČINKOVITOST	21
6. ZAKLJUČAK.....	22
7.LITERATURA.....	23

POPIS SLIKA:

Slika 1 : Jouleov uređaj [14]

Slika 2 : načini prijenosa topline [3]

Slika 3 : prijenos topline kondukcijom [3]

Slika 4 : prijenos topline kondukcijom zagrijavanjem jednog dijela metalnog štapa [9]

Slika 5 : toplinska vodljivost nekih materijala [15]

Slika 6 : prijenos topline konvekcijom [3]

Slika 7 : prirodna konvekcija na primjeru radijatora [16]

Slika 8: Prisilna konvekcija na primjeru hladnjaka automobila

Slika 9 : prirodna konvekcija (lijevo) i prisilna konvekcija (desno) [10]

Slika 10 : prijenos topline radijacijom [3]

Slika 11 : refleksija, apsorpcija, prolaz kroz tijelo [3]

Slika 12 : dijagram odnosa intenziteta zračenja i valne duljine u ovisnosti o temperature [18]

Slika 13 : crno tijelo [19]

Slika 14 : prikaz prijenosa topline kroz jednostruko i dvostruko staklo[8]

Slika 15 : termografski snimak kuće sa termo izolacijom(lijevo) i bez izolacije (desno)[12]

POPIS TABLICA:

Tablica 1 :Specifični toplinski kapacitet nekih tvari

Tablica 2 : Toplinska provodljivost nekih tvari

Tablica 3: Boje zračenja u ovisnosti o temperaturi

1.UVOD

Prijenos topline je ključan aspekt u građevinarstvu koji izravno utječe na energetske učinkovitost zgrada i udobnost njihovih korisnika. Razumijevanje prijenosa topline je od vitalnog značaja jer omogućuje odabir materijala s ciljem smanjenja potrošnje energije i povećanja održivosti građevina. Izbor ove teme temelji se na potrebi za boljim razumijevanjem mehanizama prijenosa topline .

Ovaj rad će u prvom dijelu istražiti teorijske osnove prijenosa topline, uključujući kondukciju, konvekciju i zračenje, te njihovo mjesto u fizici. Zatim se istražuje analiza toplinskih svojstva različitih građevinskih materijala i izolacijskih tehnologija te njihova učinkovitost u smanjenju prijenosa topline. Nakon toga prkázat će se modeliranje prijenosa topline putem računalne simulacije i energetske gubici i uštede kod energetske učinkovitosti zgrada. U zadnjem dijelu rada opisat će se utjecaj prijenosa topline na okoliš, te u zaključku sumiranje rezultatima rada.

Cilj ovog rada je pružiti detaljno razumijevanje prijenosa topline u građevinarstvu te bolja informiranost o upravljanju prijenosom topline i optimalnom izboru materijala, čime se direktno utječe na smanjenje potrošnje energije i zaštitu okoliša. Efikasno upravljanje prijenosom topline može doprinijeti smanjenju emisija stakleničkih plinova i pomoći u borbi protiv klimatskih promjena.

2. POJAM I OSNOVNI PRINCIPI TOPLINE

Toplina je oblik energije koji se prenosi s tijela više temperature na tijelo niže temperature, sve dok se njihove unutarnje energije ne izjednače. Ovaj proces se odvija između tijela koja su u termičkom kontaktu.

Važno je razumjeti razliku između temperature i topline. Temperatura je mjera koja pokazuje stupanj zagrijanosti tijela, odnosno prosječnu kinetičku energiju molekula unutar tijela. Kada je brzina gibanja molekula manja, temperatura je niža, i obrnuto, veća brzina gibanja molekula znači višu temperaturu.

Toplina (Q), fizikalna veličina kojom se opisuje energija koja prelazi s toplijega tijela na hladnije. Mjerna jedinica topline jest džul (J). Toplina koja se izmjenjuje pri dodiru dvaju tijela različitih temperatura ovisi o toplinskom kapacitetu tijela C tj. o masi m tijela i specifičnom toplinskom kapacitetu c (tablica 1) tvari od koje se tijelo sastoji te o temperaturnoj razlici ΔT :

$$Q = C \cdot \Delta T$$

ili

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T = m \cdot c (T_2 - T_1) \quad (1)$$

Gdje je :

Q - količina topline koju je tijelo primilo [J]

c - specifični toplinski kapacitet [J/Kkg]

m - masa tijela [kg]

ΔT - temperaturna razlika (T_1 - temperatura tijela prije zagrijavanja , T_2 - temperatura tijela nakon zagrijavanja) [K]

Specifični toplinski kapacitet razlog različite brzine zagrijavanja tvari. Tijela većeg specifičnog toplinskog kapaciteta zagrijevaju se sporije od tijela koja imaju manji kapacitet a također se sporije i hlade. U tablici 1 dane su veličine specifičnih plinskih kapaciteta za različite materijale

Tablica 1 :Specifični toplinski kapacitet nekih tvari

<u>Tvar</u>	<u>c (J kg⁻¹ K⁻¹)</u>
<u>voda</u>	4 185
<u>ulje</u>	3 800
<u>alkohol</u>	2 500
<u>led</u>	2 100
<u>aluminij</u>	900
<u>staklo</u>	800
<u>željezo</u>	460
<u>cink</u>	390
<u>bakar</u>	380
<u>živa</u>	140

2.1 Povijesni razvoj

Prilikom obrade metala, engleski fizičar Benjamin Thompson primijetio je značajno oslobađanje topline. Ovim je dokazao postojanje toplinske energije bez fizičke promjene ili usitnjavanja materijala, što je suprotno dotadašnjem vjerovanju da svaki materijal ima ograničenu količinu toplinske energije.

Drugi engleski fizičar James Prescott Joule eksperimentalno je 1843. pokazao da rad električne struje može prelaziti u toplinu. Utvrdio je da se energije međusobno mogu izmjenjivati odnosno da se električna, toplinska i mehanička energija mogu pretvarati jedna u drugu. Jouleova toplina je toplina koju proizvede električna struja prolaskom kroz vodič tijekom nekoga vremena, a jednaka je:

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t \quad (2)$$

Gdje je:

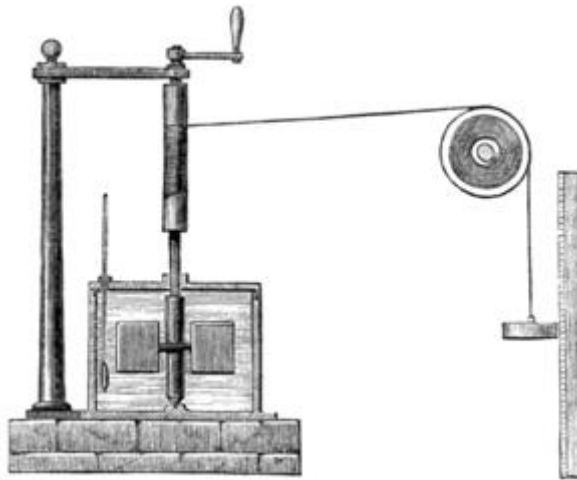
Q – toplina [J]

I - električna struja [A]

R – električni otpor [Ω]

t – vrijeme

Izveo je eksperiment na uređaju (slika 1) kako bi odredio vezu između topline i mehaničkog rada, odnosno mehaničkog ekvivalenta topline. Proučavao je zagrijavanje vode snažnim miješanjem lopatica u posudi. Rotacijom lopatica dodaje se energija vodi, pri čemu je porast temperature proporcionalan obavljenom radu. [13]



Slika 1 : Jouleov uređaj [14]

Sredinom 19. stoljeća, R. J. E. Clausius, L. Boltzmann i drugi razvili su kinetičku teoriju plinova, koja objašnjava da je toplina rezultat mehaničkog gibanja molekula. Ovo gibanje, koje je prvi uočio R. Brown i koje je danas poznato kao Brownovo gibanje, ključno je za razumijevanje ove teorije. Prema kinetičkoj teoriji, temperatura tijela je povezana s prosječnom kinetičkom energijom molekula. Kada se tijelo zagrijava, dolazi do povećanja kinetičke energije molekula. [1] [2]

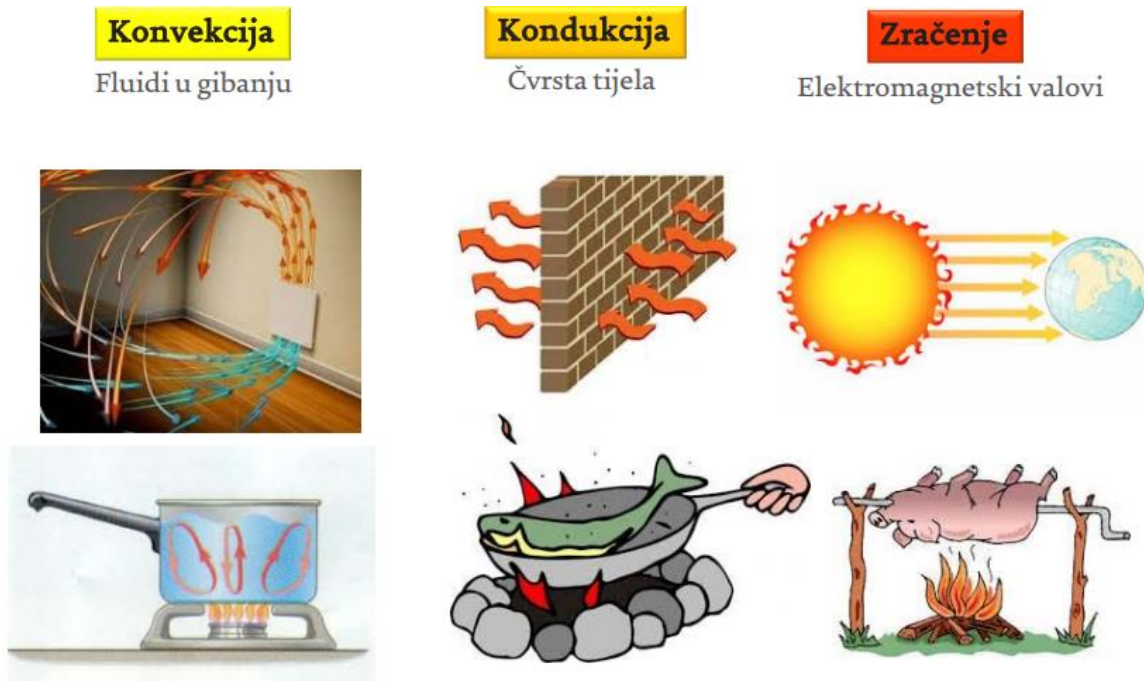
Njihova istraživanja postavila su temelje za moderno razumijevanje prijenosa topline. Za razumijevanje prijenosa topline, ključno je poznavanje osnovnih zakona termodinamike:

1. Prvi zakon termodinamike – energija se ne može stvoriti, već samo prelazi iz jednog oblika u drugi.
2. Drugi zakon termodinamike – toplina se prenosi s toplijeg tijela na hladnije tijelo, a ne obrnuto.
3. Treći zakon termodinamike – kako se temperatura sustava približava apsolutnoj nuli, entropija sustava teži ka minimalnoj vrijednosti.

Ovi zakoni pružaju osnovu za daljnje proučavanje prijenosa topline i razumjevanja kako energija prelazi između različitih sustava i materijala, koja će biti obrađena u ostatku rada. [5]

3.MEHANIZMI PRIJENOSA TOPLINE

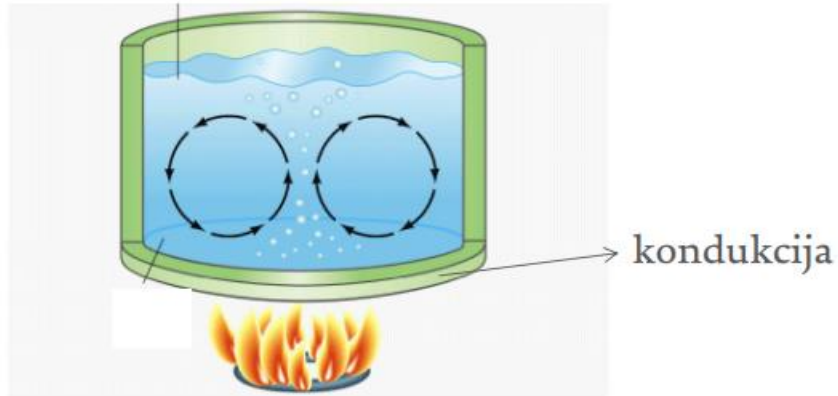
Prijenos topline može se opisati kao proces u kojem toplina prelazi s tijela više temperature na tijelo niže temperature. Brzina prijenosa topline ovisi o razlici u temperaturi između dva tijela, što je veća razlika, to je brži prijenos topline. Toplinska energija se prenosi na nekoliko načina (slika 2). Vođenje ili kondukcija je prijenos topline kroz materijale putem molekularne interakcije. Strujanje ili konvekcija je prijenos topline putem strujanja fluida, poput zraka ili vode. Toplinsko zračenje ili termalna radijacija je prijenos topline elektromagnetskim zračenjem, poput sunčevih zraka koje zagrijevaju prostoriju kroz prozor. [4]



Slika 2 : načini prijenosa topline [3]

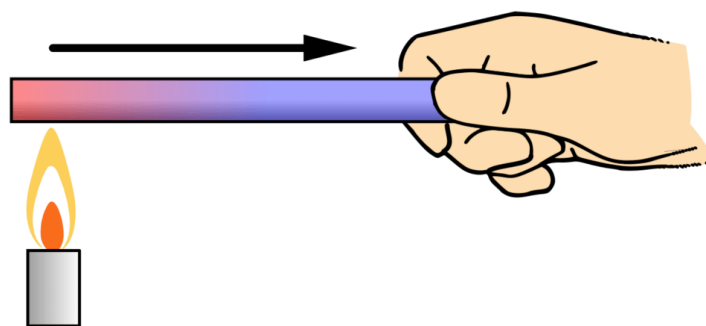
3.1. Prijenos topline kondukcijom

Vođenje (kondukcija) je prijenos topline gdje jedan dio tijela stavljamo u dodir izravno s toplinom, a drugi dijelovi se postepeno redom zagrijevaju (slika 3).



Slika 3 : prijenos topline kondukcijom [3]

Stavimo li jedan dio metalnog štapa u peć na zagrijavanje, toplina će se širiti vođenjem. Što je veća temperaturna razlika između hladnog i toplog dijela štapa to je brzina prenošenja topline veća. Kako su metali dobri vodiči električnog naboja tako su i dobri vodiči topline, a toplinsku vodljivost pripisujemo gibanju slobodnih elektrona (slika 4). [1]



Slika 4 : prijenos topline kondukcijom zagrijavanjem jednog dijela metalnog štapa
[9]

Širenje topline unutar metala uzrokuju slobodni atomi koji se odvajaju od svojih matičnih atoma, brzo prenoseći energiju iz toplijeg u hladnije područje. Toplina se prenosi iz toplijih prema hladnijim dijelovima materijala kroz vibracije i sudare molekula. Efikasnost ovog prijenosa ovisi o toplinskoj provodljivosti materijala (k), koja varira između različitih materijala (tablica 2).

Iznos topline Q prenesene kroz šipku za određeno vrijeme t je:

$$Q = \frac{k \cdot A \cdot \Delta T \cdot t}{L} \quad (3)$$

Gdje je:

Q – toplinski tok

k – toplinska provodljivost

ΔT – razlika temperature

A – površina kroz koju toplina prolazi

L – duljina šipke

Tablica 2 : Toplinska provodljivost nekih tvari

TVAR	TOPLINSKA PROVODLJIVOST, k (W/mK)
Zrak	0,025
Voda	0,580
Staklo	0,800
Cigla	0,600
Beton	2,000
Ekspandirani polistiren	0,030-0,040
Kamena vuna	0,035-0,040

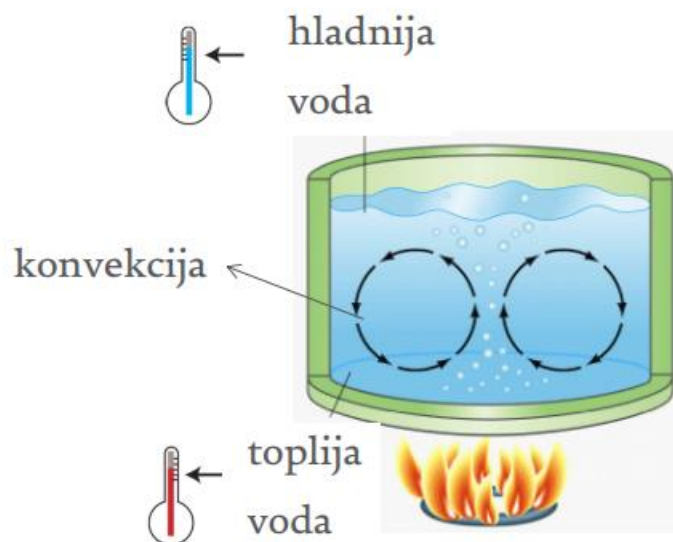
U svakodnevnom životu, posebno u građevinarstvu, važno je razlikovati dobre od loših vodiča topline. Neke materijale poredane po toplinskoj vodljivosti možemo vidjeti na slici 5. Dobri vodiči, poput metala, zagrijevaju se brzo, no brzo se i hlade. Nasuprot tome, loši vodiči, poput drva ili cigle, sporije se zagrijevaju i hlade. To je zato što elektroni u takvim materijalima teško prelaze između atoma, pa ne mogu brzo prenijeti toplinu susjednim atomima. Zbog toga se takvi materijali koriste kao izolatori. Njihova uloga je sprječavanje izlaska toplog zraka iz kuće u hladnijem periodu i ulaska topline u kuću tijekom ljetnih mjeseci.



Slika 5 : toplinska vodljivost nekih materijala [15]

3.2. Prijenos topline konvekcijom

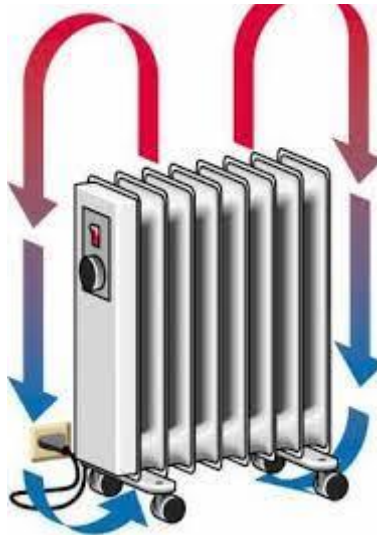
Konvekcija ili strujanje je proces prijenosa topline putem kretanja plinova i tekućina. Proces se događa u tvarima koje se mogu slobodno kretati, a nastaje zbog razlika u gustoći između toplijih i hladnijih dijelova. Kada se tvar zagrijava, čestice počinju brže kretati, pri čemu toplije čestice prenose svoju energiju na hladnije. Primjer konvekcije je zagrijavanje vode odozdo (prikazano na slici 6). Čestice bliže izvoru topline se zagrijavaju, šire i udaljavaju, što smanjuje njihovu gustoću. Zbog toga postaju lakše i podižu se prema gornjim slojevima, dok hladnija voda zauzima njihovo mjesto. [1]



Slika 6 : prijenos topline konvekcijom [3]

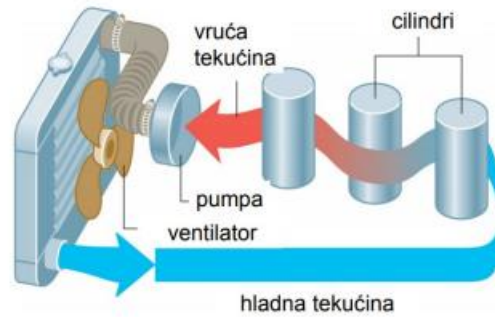
3.2.1. Prirodna i prisilna konvekcija

Prirodna konvekcija je proces prijenosa topline koji se događa zbog razlika u gustoći tekućine ili plina koje nastaju uslijed temperaturnih promjena. Kada se neki dio tekućine ili plina zagrije, njegove čestice postaju manje guste i dižu se prema gore. Istovremeno, hladnije i gušće čestice padaju prema dolje, stvarajući kružnu struju koja omogućava prijenos topline. Ovaj proces ne zahtijeva vanjske sile ili uređaje da bi se dogodio; umjesto toga, pokreću ga prirodne razlike u temperaturi i gustoći. Primjer prirodne konvekcije je zagrijavanje zraka iznad radijatora u prostoriji (slika 7) ili miješanje toplije i hladnije vode (slika 9 –lijevo).



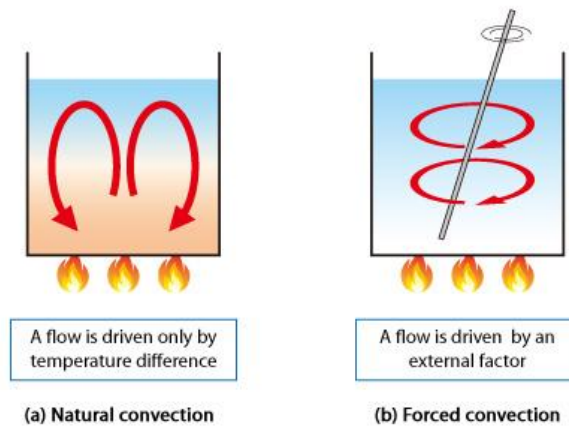
Slika 7 : prirodna konvekcija na primjeru radijatora [16]

Prisilna konvekcija, s druge strane, koristi vanjsku silu ili uređaj da bi se stvorio protok tekućine ili plina i time omogućio prijenos topline. Ova vanjska sila može biti ventilator, pumpa ili neki drugi mehanički uređaj. Prisilna konvekcija je često učinkovitija od prirodne konvekcije jer omogućuje kontroliraniji i brži prijenos topline. Primjeri prisilne konvekcije uključuju hlađenje motora automobila pomoću ventilatora (slika 8), cirkulaciju vode u sustavima centralnog grijanja, ili hlađenje računala pomoću ventilatora.



Slika 8: Prisilna konvekcija na primjeru hladnjaka automobila

Prirodna konvekcija nastaje zbog uzgona uzrokovanog razlikama u temperaturi, dok se prisilna konvekcija javlja kada vanjska sila pokreće fluid, povećavajući prijenos topline (slika 9).



Slika 9 : prirodna konvekcija (lijevo) i prisilna konvekcija (desno) [10]

Konvekcijski prijenos topline vrlo je složen proces i ne postoji jednostavna jednačba koja bi ga opisala. Međutim postoji, kao veoma pojednostavljeni izraz, Newtonov zakon hlađenja opisuje konvekciju, izražen kao:

$$q = -h * \Delta T \quad (4)$$

Gdje je :

q – toplinski tok [W/m²]

h- koeficijent prijelaza topline

ΔT – razlika temperature

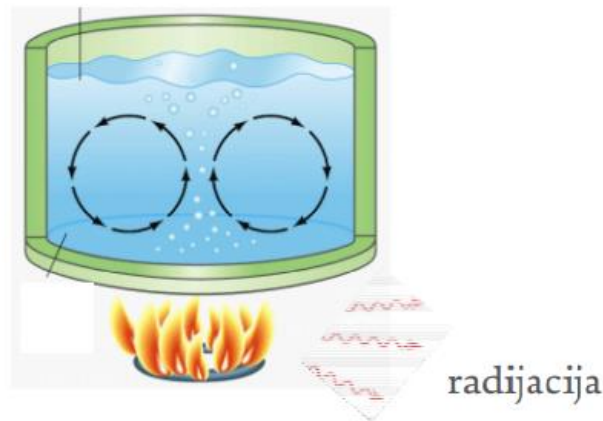
Konvekciju primjenjujemo u građevinarstvu jer je važna za procjenu toplinskih gubitaka kroz ventilacijske sustave i procjenu toplinske udobnosti unutar prostora.

[6]

3.3 Prijenos topline zračenjem

Zračenje (radijacija) prijenos je topline među tijelima koja nisu u dodiru, zagrijano tijelo emitira elektromagnetsko zračenje, a hladnije tijelo zagrijava se apsorpcijom energije zračenja (slika 10). Tako Zemlja prima toplinu od Sunca.

Elektromagnetski valovi koji prenose toplinu uglavnom su u obliku infracrvenog zračenja, iako svi objekti emitiraju zračenje preko širokog spektra valnih duljina. Količina zračenja koju tijelo emitira ovisi o njegovoj temperaturi; topliji objekti emitiraju više zračenja nego hladniji objekti (tablica 3). Prema Stefan-Boltzmannovom zakonu, ukupna energija zračenja emitirana s površine tijela proporcionalna je četvrtoj potenciji apsolutne temperature tijela. [1]



Slika 10 : prijenos topline radijacijom [3]

Tablica 3: Boje zračenja u ovisnosti o temperaturi

°C	Pripadajuća boja
480	zagasiti crveni sjaj
580	tamno crvena
730	izrazito crvena, skoro narančasta
930	tamno narančasta
1100	blijedo žuto narančasta
1300	žuto bijela
> 1400	bijela (iz daljine žućkasta)

Zračenje topline odvija se putem elektromagnetskih valova, pri čemu topliji objekti zrače više energije. Stefan-Boltzmannov zakon opisuje zračenje topline. Stefan-Boltzmannov zakon izražen je kao:

$$Q = \sigma * A * \varepsilon * (T_s^4 - T_\infty^4) \quad (5)$$

Gdje je:

σ - Stefan-Boltzmannova konstanta ($\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ Js}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-4}$)

ε - emisivnost materijala

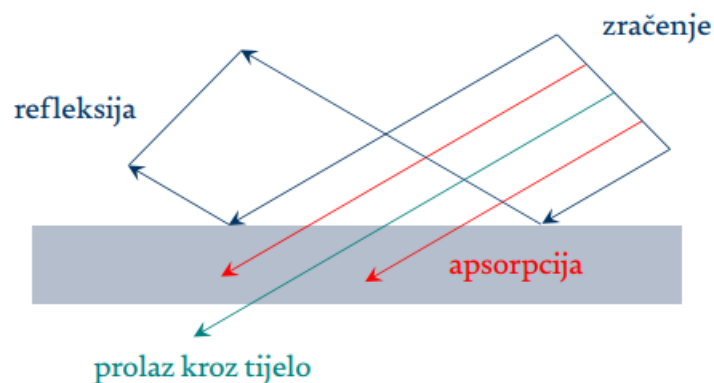
A - površina

T_s - temperatura površine

T_∞ - temperatura fluida

Promjena boja uzrokovana je promjenom valnih duljina zračenja. S porastom temperature, valne duljine postaju kraće, dok tijelo ne postane bijele boje. Nasuprot tome, tijelo koje izgleda crveno zrači na valnim duljinama koje su duže unutar vidljivog spektra.

Tijelo može toplinsko zračenje reflektirati, propustiti ili apsorbirati (slika 11).



Slika 11 : refleksija, apsorpcija, prolaz kroz tijelo [3]

Količinu zračenja koja dolazi do nekog tijela možemo izraziti kao:

$$Q = Q_A + Q_R + Q_P \quad (6)$$

Gdje je:

Q_A - apsorbirani dio energije $\Rightarrow a \cdot Q$

Q_R - reflektirani dio energije $\Rightarrow r \cdot Q$

Q_P - propušteni dio energije $\Rightarrow d \cdot Q$

$$a + r + d = 1 \quad (7)$$

a - apsorpcijski faktor

r - refleksijski faktor

d - faktor propusnosti ili dijametrije

Ako je apsorpcijski faktor jednak jedan ($a = 1$), tada se radi o crnom tijelu koje potpuno apsorbira zračenje. Kada je refleksijski faktor izjednačen s jedinicom ($r = 1$), to znači da se zračenje potpuno reflektira, kao kod zrcala ili bijelog tijela.

Prozračno tijelo propušta zračenje, pa je faktor propusnosti jednak jedan ($d = 1$).

Ako je zbroj apsorpcijskog i refleksijskog faktora jednak jedan ($a + r = 1$), to označava kapljevine i čvrsta tijela koja su nepropusna za zračenje. [3]

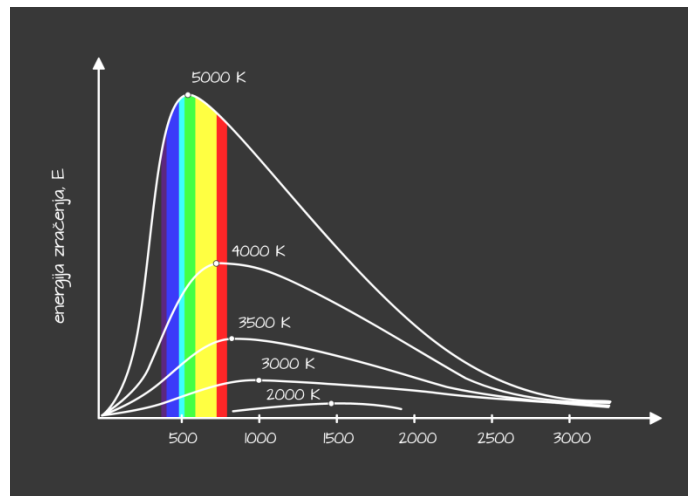
Tijelo koje ima sposobnost potpune apsorpcije zračenja naziva se savršenim crnim tijelom. Ovo tijelo također najučinkovitije emitira zračenje. Savršeno crno tijelo može apsorbirati sve valne duljine bez gubitaka i emitirati ih. Zbog tih karakteristika, koristi se za istraživanje zakona zračenja, uključujući Kirchhoffov, Wienov, Planckov i Stefan-Boltzmannov zakon.

Kirchhoffov zakon definira odnos između apsorbirane i emitirane energije, tvrdeći da je taj odnos konstantan i jednak emitiranoj energiji savršenog crnog tijela.

Wienov zakon pomaka daje jednadžbu koja pokazuje da je valna duljina zračenja obrnuto proporcionalna temperaturi, kao što je prikazano na dijagramu (slika 12).

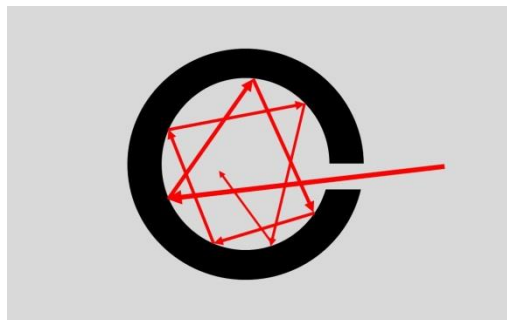
[17]

$$\lambda_m T = \text{konst.}$$



Slika 12 : dijagram koji prikazuje zavisnost intenziteta zračenja od valne duljine pri različitim temperaturama [18]

Savršeno crno tijelo ne postoji u stvarnosti, ali se može postići u laboratoriju pomoću malog otvora u izotermnom tijelu (slika 13). Stvarna tijela emitiraju samo dio ukupnog zračenja, a taj dio se izražava stupnjem emisije, koji zavisi od valne duljine, temperature i kuta emisije .



Slika 13 : crno tijelo [19]

4.GRAĐEVINSKI MATERIJALI I IZOLACIJSKE TEHNOLOGIJE

Građevinski materijali i izolacijske tehnologije imaju ključnu ulogu za prijenos topline u zgradama. Različiti materijali imaju različita toplinska svojstva koja utječu na njihovu sposobnost da zadrže ili prenesu toplinu, dok je toplinska izolacija osobina opiranja prolaska topline kroz tvari ili prostor, te pomaže u optimizaciji promjena topline.

Toplinska provodljivost (k): Mjera sposobnosti materijala da provodi toplinu (tablica 2). Materijali s niskom toplinskom provodljivošću, poput stiropora i staklene vune, djeluju kao dobri izolatori, dok materijali s visokom toplinskom provodljivošću, poput metala, lako provode toplinu.

Toplinski kapacitet (c): Količina topline potrebna za promjenu temperature jedinice mase materijala za jedan stupanj Celzija. Materijali s visokim toplinskim kapacitetom mogu pohraniti veliku količinu topline, što je korisno za stabilizaciju unutarnjih temperatura (tablica 1).

Gustoća (ρ): Masa po jedinici volumena materijala. Materijali s visokom gustoćom često imaju veći toplinski kapacitet.

Odabir materijala temelji se na njihovim toplinskim svojstvima:

Beton: Ima visoku gustoću i toplinski kapacitet, što ga čini dobrim za pohranu topline. Međutim, njegova toplinska provodljivost je viša nego kod izolacijskih materijala, pa je često potrebno kombinirati beton s izolacijskim slojevima.

Drvo: Ima nisku toplinsku provodljivost i umjereni toplinski kapacitet, što ga čini dobrim izolatorom za određene primjene, posebno u konstrukcijama s drvenim okvirima.

Cigla: Ima višu toplinsku provodljivost od izolacijskih materijala, ali se često koristi u kombinaciji s izolacijskim slojevima kako bi se postigla optimalna toplinska zaštita.

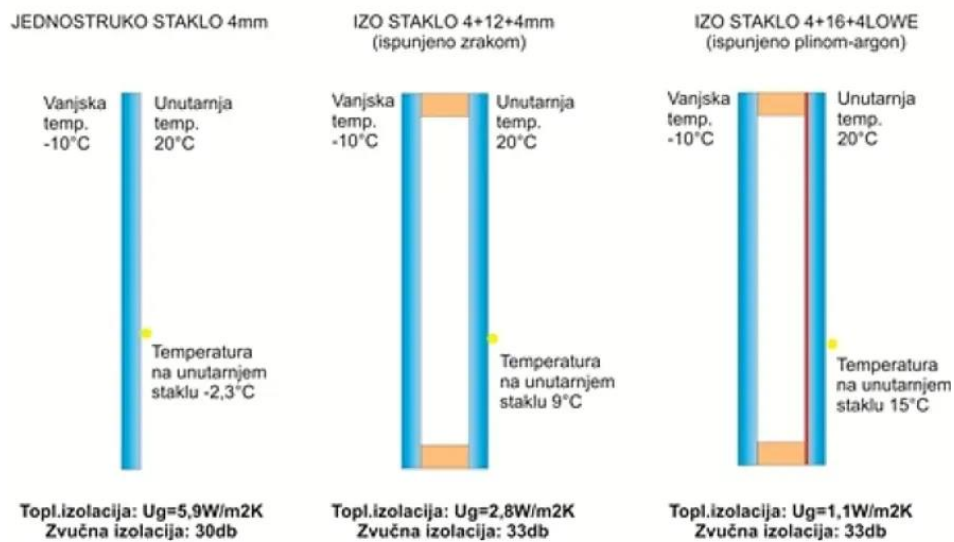
Stiropor (EPS) i Staklena vuna: Materijali s vrlo niskom toplinskom provodljivošću, idealni za toplinsku izolaciju zidova, krovova i podova [7]

Efikasnost izolacijskih tehnologija ovisi o njihovoj pravilnoj primjeni:

Vanjski zidovi: Kombinacija materijala s visokim toplinskim kapacitetom i niskom toplinskom provodljivošću može značajno smanjiti toplinske gubitke.

Krovovi: Dobar dizajn krovne izolacije može smanjiti toplinske gubitke i osigurati ugodnu unutarnju temperaturu tijekom ljetnih i zimskih mjeseci.

Prozori i vrata: Korištenje višeslojnih staklenih jedinica može smanjiti prijenos topline zračenjem i konvekcijom (slika 14).



Slika 14 : prikaz prijenosa topline kroz jednostruko i dvostruko staklo[8]

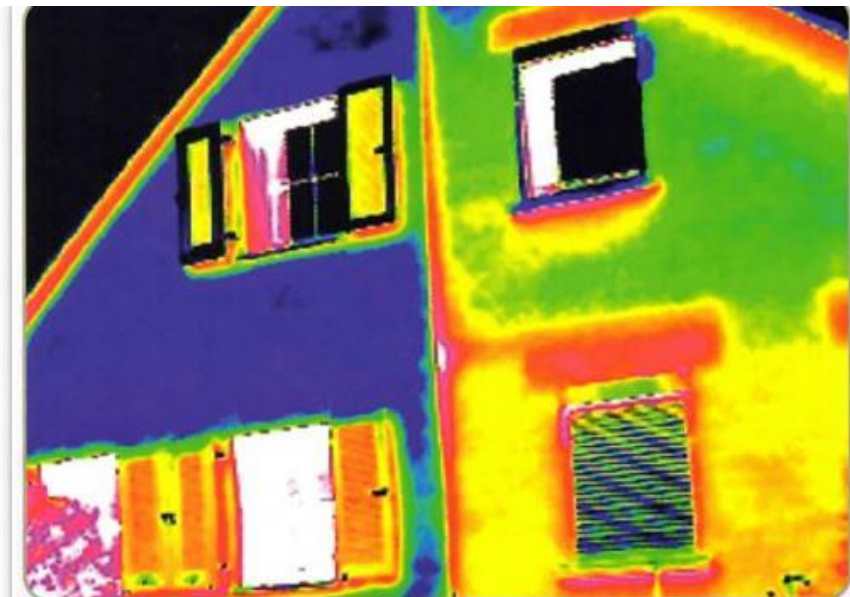
5. UTJECAJ PROMJENE TOPLINE NE ENERGETSKU UČINKOVITOST

Prijenos topline igra ključnu ulogu u postizanju energetske učinkovitosti u zgradama, industrijskim procesima i energetske sustavima. Promjena topline može značajno utjecati na količinu energije potrebnu za grijanje i hlađenje, a time i na ukupnu potrošnju energije.

Jedan od najvažnijih aspekata energetske učinkovitosti zgrada je kvaliteta toplinske izolacije. Dobro izolirane zgrade zahtijevaju manje energije za grijanje zimi i hlađenje ljeti, što smanjuje potrošnju energije (slika 15). Sustavi grijanja i hlađenja koji učinkovito upravljaju prijenosom topline mogu znatno poboljšati energetske učinkovitost.

Pasivni solarni dizajn koristi prirodne izvore energije za grijanje i hlađenje zgrada. Korištenjem principa pasivnog dizajna moguće je značajno smanjiti potrebu za umjetnim sustavima grijanja i hlađenja.

Optimizacija prijenosa topline ne samo da poboljšava energetske učinkovitost, već i smanjuje negativan utjecaj na okoliš. Smanjena potrošnja energije rezultira manjim emisijama stakleničkih plinova i zagađenja, doprinosi očuvanju resursa. [11]



Slika 15 : termografski snimak kuće sa termo izolacijom(lijevo) i bez izolacije (desno)[12]

6. ZAKLJUČAK

Ovaj rad bavio se temom prijenosa topline, područjem fizike koje se istražuje od 18. stoljeća. Poznati znanstvenici poput Rumforda, Jamesa Prescottta Joulea, Rudolfa Clausiusa i Daniela Bernoullija postavili su temelje današnjeg razumijevanja načina prijenosa topline. Prijenos topline uvijek se odvija s toplijeg na hladnije tijelo, a postoje tri osnovna načina: kondukcija, konvekcija i radijacija.

Kondukcija ili vođenje topline uključuje prijenos energije između atoma unutar materijala. Konvekcija se događa u fluidima kroz kretanje tekućina ili plinova i može biti prirodna ili prisilna. Radijacija prenosi toplinu putem elektromagnetskih valova, uključujući vidljivu svjetlost različitih boja.

Iako su osnovni principi prijenosa topline dobro razumljivi, točni matematički izrazi koji opisuju te procese, osobito konvekciju, još uvijek nisu potpuno definirani. Ovo ukazuje na složenost fenomena i potrebu za daljnjim istraživanjima.

Zaključno, prijenos topline je stalan i sveprisutan proces koji utječe na mnoge aspekte svakodnevnog života i prirodnih pojava. Buduća istraživanja će zasigurno donijeti nova otkrića i dublje razumijevanje ovog važnog područja fizike.

7.LITERATURA

- [1] <https://www.enciklopedija.hr/clanak/toplina#poglavlje2> ,pristup 6.7.2024.
- [2] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Toplina> , pristup 6.7.2024.
- [3] <https://www.fkit.unizg.hr/download/repository/prijenosTopline.pdf> , pristup 9.7.2024.
- [4] Petković, T., Uvod u znanost o toplini i termodinamici, Element, Zagreb, 2016.
- [5] Simeon, V., Termodinamika, Školska knjiga, Zgreb, 1980.
- [6] <https://www.youtube.com/playlist?list=PLZOZfX TaWAHZOgn8CRjppqRElp5Dd-GaY> ,pristup 9.7.2024.
- [7] https://hr.wikipedia.org/wiki/Toplinska_izolacija ,pristup 10.7.2024.
- [8] <https://plastomet.hr/koeficijent-prolaznosti-topline-prozora-i-vrata/> ,pristup 10.7.2024.
- [9] <https://chemicalengineeringworld.com/modes-of-heat-transfer/> ,pristup 11.7.2024.
- [10] <https://www.cradle-cfd.com/media/column/a73> , pristup 11.7.2024.
- [11] Toth, T., Štedljivije grijanje, Majstor press d.o.o., Zagreb, 2008.
- [12] <https://www.energetskocertificiranje.com.hr/author/energet/> , pristup 11.7.2024.
- [13] https://en.wikipedia.org/wiki/James_Prescott_Joule , pristup 12.7.2024.
- [14] https://enciklopedija.cc/wiki/James_Prescott_Joule , pristup 12.7.2024
- [15] <https://www.stemlittleexplorers.com/hr/pokus-toplinske-kondukcije/> , pristup 13.7.2024.
- [16] https://arhiva-2021.loomen.carnet.hr/pluginfile.php/4514578/mod_resource/content/1/Konvekcija%20-%20predavanja.pdf , pristup 13.7.2024.
- [17] https://hr.wikipedia.org/wiki/Kirchhoffov_zakon_toplinskog_zra%C4%8Denja ,prostup 13.7.2024.
- [18] <https://gradivo.hr/pages/zakoni-zracenja-crnog-tijela> , pristup 13.7.2024.
- [19] <https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/1872730/kvanti-elektromagnetskog-zracenja.html> , pristup 13.7.2024.