HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA

15. Dani Hrvatske komore inženjera građevinarstva Opatija, 2021.

Razvoj sustava za praćenje parametara uvjeta u zgradi nakon energetske obnove - "Smart University"

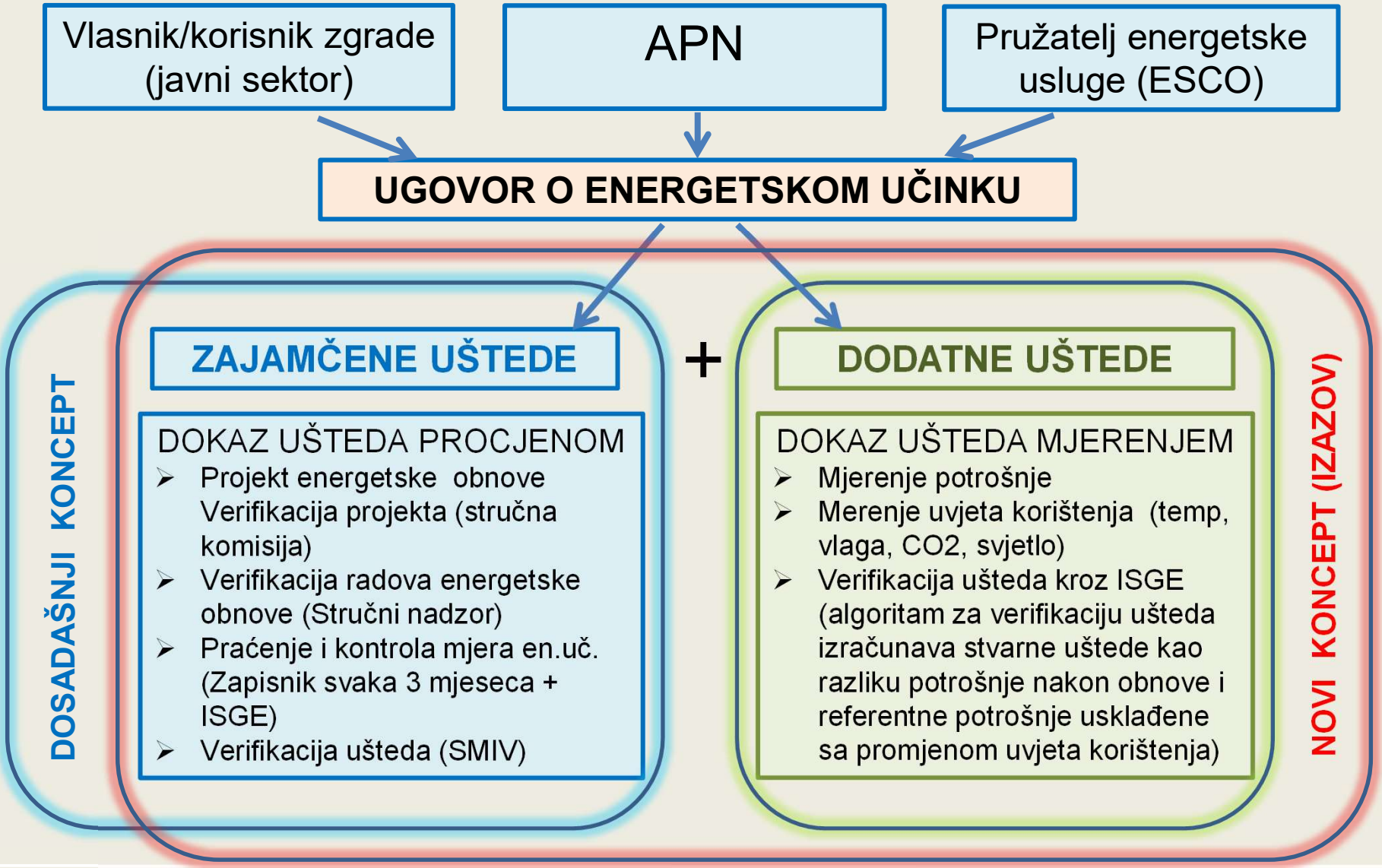
Tomislav Stašić

Doc.dr.sc Tomislav Veliki, Sveučilište Sjever, Varaždin; Iva Fakin, dipl.inž.fiz-geofiz, APN, Zagreb; Damir Vuletić, dipl.inž.građ, APN, Zagreb; mr.sc. Tomislav Stašić, Idea To Project d.o.o., Zagreb; doc.dr.sc. Marino Grozdek, FSB, Zagreb

Sadržaj

- Obnova zgrada javnog sektora po modelu ugovaranja energetske usluge (ESCO),
- Energetska obnova zgrada Sveučilišta sjever,
- Toplinska ugodnost i kvaliteta zraka
  - EU direktive i preporuke,
  - Zakonodavstvo u RH,
  - Norme (HRN EN ISO 7730, HRN EN 15251),
- Zadovoljstvo korisnika (PMV i PPD – HRN EN ISO 7730),
- Temperatura, vlažnost, strujanje zraka,
  stupanj odjevenosti, stupanj fizičke aktivnosti
- Instalacija osjetnika,
- Daljnji koraci…(nastavlja se)

Tipski ugovor o energetskom učinku



Tipski ugovor o energetskom učinku

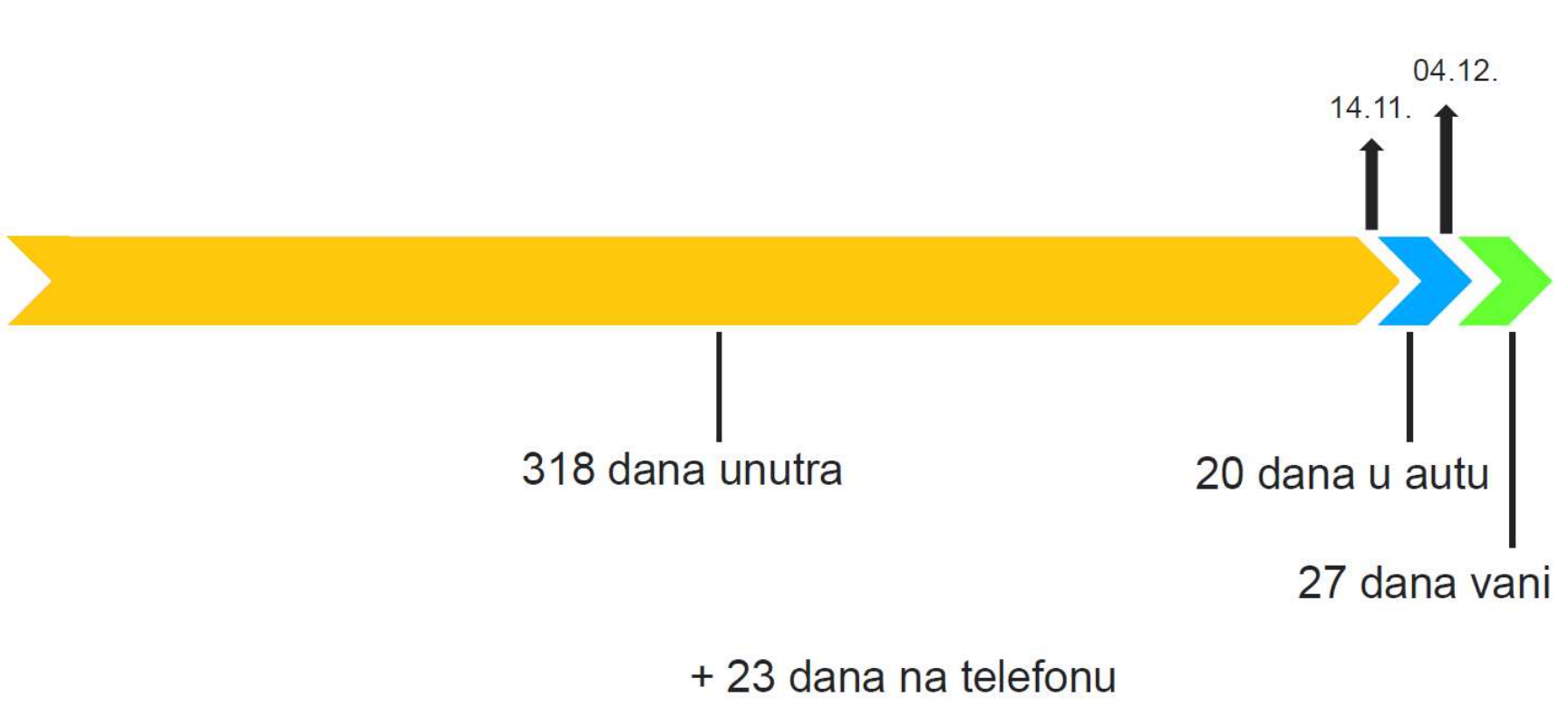
PARAMETRI O KOJIMA OVISI POTROŠNJA ENERGIJE I VODE U ZGRADI	
Energetska svojstva zgrade (energetska svojstva građevinskih, termotehničkih i elektrotehničkih sustava zgrade)	
Energetska svojstva korisničke opreme (specijalizirani uređaji za obavljanje djelatnosti, prateći uređaji - uredski, kuhinjski, praonica rublja ...)	
Režim korištenja	**Vanjski klimatski uvjeti** (temperatura i vlažnost zraka, vjetar, insolacija)
	Intenzitet korištenja (okupiranost prostora korisnicima, intenzitet korištenja korisničke opreme i uređaja)
	Ugoda korištenja (unutarnja temperatura, vlaga, CO2, osvjetljenost...)
	Način korištenja (odgovorno i učinkovito korištenje, upravljanje i održavanje)

Obnova zgrada Sveučiličnog centra Sveučilišta Sjever po modelu ugovaranja energetske usluge (ESCO)

- ESCO modelom su obnovljene zgrade UNIN 1 i UNIN 3
- UNIN2 je obnovljena klasičnim modelom energetske obnove
- Izgrađeno: 1906. g.
- Završetak obnove: 2017. g.
- Ukupna grijana netto podna površina A_K=2.563,44m2
- Postotak uštede: 49,65%
- Godišnja ušteda energije: 334.309,54kWh/god
- Godišnja financijska ušteda, bez PDV-a: 142.367,51kn/god
- Instalirani sustavi daljinskog očitanja

Prije - poslije

Toplinska ugodnost i kvaliteta zraka – zašto je to važno?



Izvor: US Environmental Protection Agency

Definicija ugodnosti

- **Toplinska ugodnost (HRN EN ISO 7730) je definirana kao stanje svijesti koje izražava zadovoljstvo toplinskim stanjem okoliša**

- Osjećaj ugodnosti je:
  - Individualan,
  - Skup veličina stanja okoliša u kojem postotak nezadovoljnih ne prelazi određenu vrijednost

Toplinska ugodnost i kvaliteta zraka – EU direktive i preporuke

- EU direktiva 2018/844 – EPBD

„U smjernicama Svjetske zdravstvene organizacije iz 2009. navodi se da u pogledu kvalitete zraka u unutarnjem prostoru, zgrade boljih energetskih svojstava pružaju veću udobnosti i dobrobit stanarima te doprinose zdravlju.”

Toplinska ugodnost i kvaliteta zraka

- EU direktiva 2018/844 – EPBD

„Dugoročna strategija obnove:

Svaka dugoročna strategija obnove podnosi se u skladu s primjenjivim obvezama planiranja i izvješćivanja te obuhvaća:

(g) Na dokazima utemeljenu procjenu očekivanih ušteda energije i širih koristi, kao što su one povezana sa zdravljem, sigurnošću i kvalitetom zraka.”

Toplinska ugodnost i kvaliteta zraka

- EU direktiva 2018/844 – EPBD

„Zajednički opći okvir za ocjenjivanje pripremljenosti zgrada za pametne tehnologije

3. U okviru metodologije može se dodatno uzeti u obzir slijedeće:

(a) Interoperabilnost među sustavima (pametna brojila, sustavi automatizacije i kontrole zgrada….senzori za kvalitetu zraka u unutarnjem prostoru i ventilacija).”

Toplinska ugodnost i kvaliteta zraka – zakonodavstvo u RH

- Uredba o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 77/2020)
- Pravilnik o tehničkim normativima za ventilacijske ili klimatizacijske sisteme (NN 53/1991, 69/1997)
- Tehnički propis o sustavima ventilacije, djelomične klimatizacije i klimatizacije zgrada (NN 03/2007)
- Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 105/2020)
- Pravilnik o maksimalno dopustivim koncentracijama štetnih tvari u atmosferi radnih prostorija i prostora i o biološkim graničnim vrijednostima (NN 92/1993)
- Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/2015, 70/2018, 73/2018, 86/2018, 102/2020)

Toplinska ugodnost i kvaliteta zraka - norme

- ***HRN EN 15251:2008 Ulazni mikroklimatski parametri za projektiranje i ocjenjivanje energijskih značajka zgrada koji se odnose na kvalitetu zraka, toplinsku lagodnost, osvjetljenje i akustiku***
- HRN EN 13779:2007 – Ventilacija u nestambenim zgradama – Zahtjevi za sustave ventilacije i klimatizacije (EN 13779:2007)
- HRN EN 15242:2008 – Ventilacija u nestambenim zgradama – Metode proračuna za određivanje protoka zraka u zgradama uključujući infiltraciju (EN 15242:2007)
- HRN EN ISO 7726:2003 Ergonomija toplinskog okoliša – Instrumenti za mjerenje fizikalnih veličina (ISO 7726:1998; EN ISO 7726:2001)
- HRN EN 12599:2013 Ventilacija u zgradama – Postupci ispitivanja i metode mjerenja za primopredaju sustava ventilacije i klimatizacije (EN 12599:2012)
- ***HRN EN ISO 7730:2008: Ergonomija toplinskog okoliša -- Analitičko utvrđivanje i tumačenje toplinske udobnosti uporabom izračuna PMV i PPD indeksa i lokalnih toplinskih kriterija udobnosti (ISO 7730:2005; EN ISO 7730:2005)***

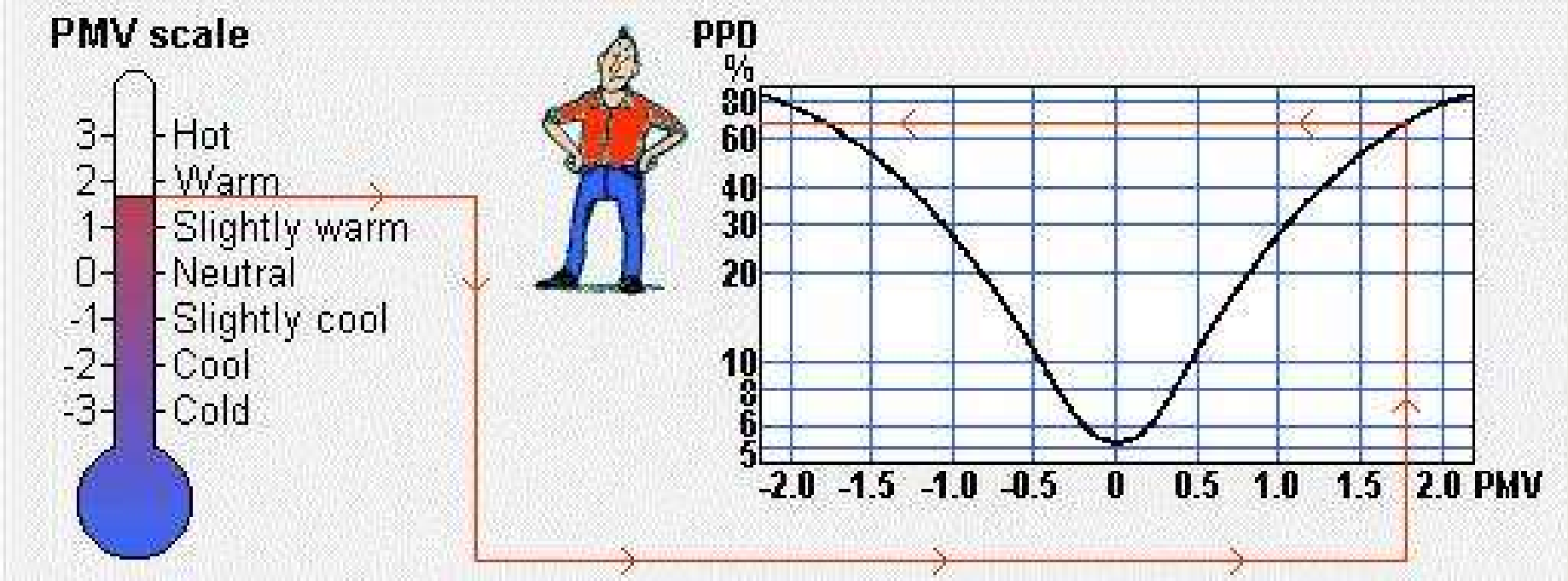
HRN EN ISO 7730:2008 Ergonomija toplinskog okoliša

- Analitičko utvrđivanje i tumačenje toplinske udobnosti uporabom izračuna PMV i PPD indeksa i lokalnih kriterija udobnosti

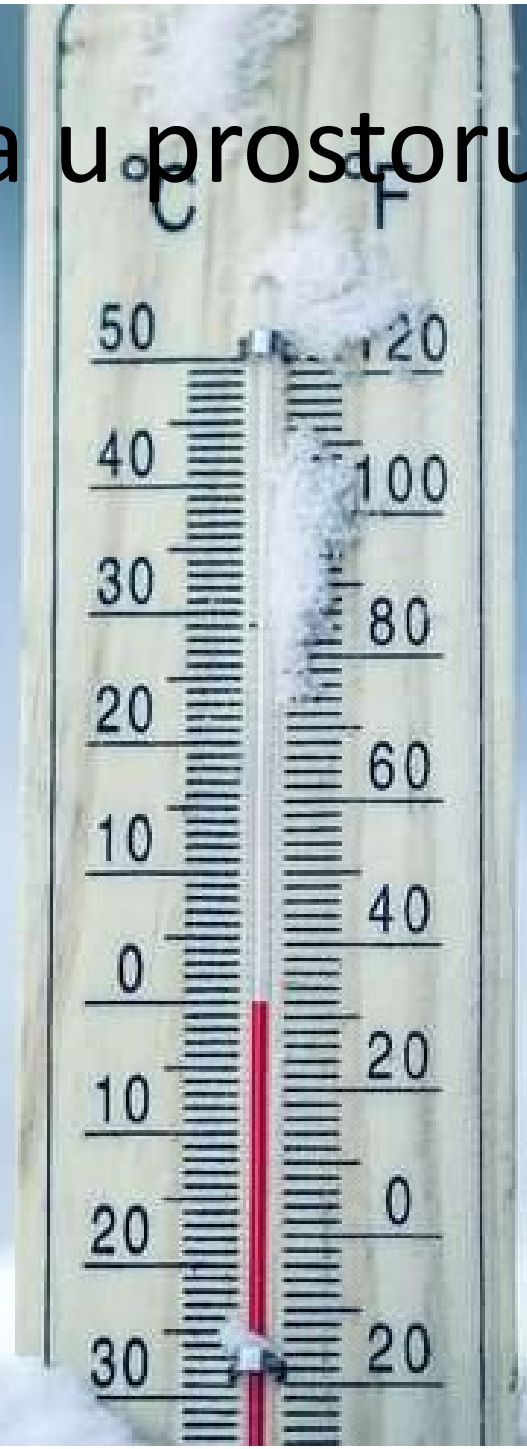
➢ PMV (*Predicted Mean Vote*) – predviđa kako će grupa ljudi ocijeniti ugodnost boravka u prostoriji

➢ PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied*) – predviđa postotak nezadovoljnih

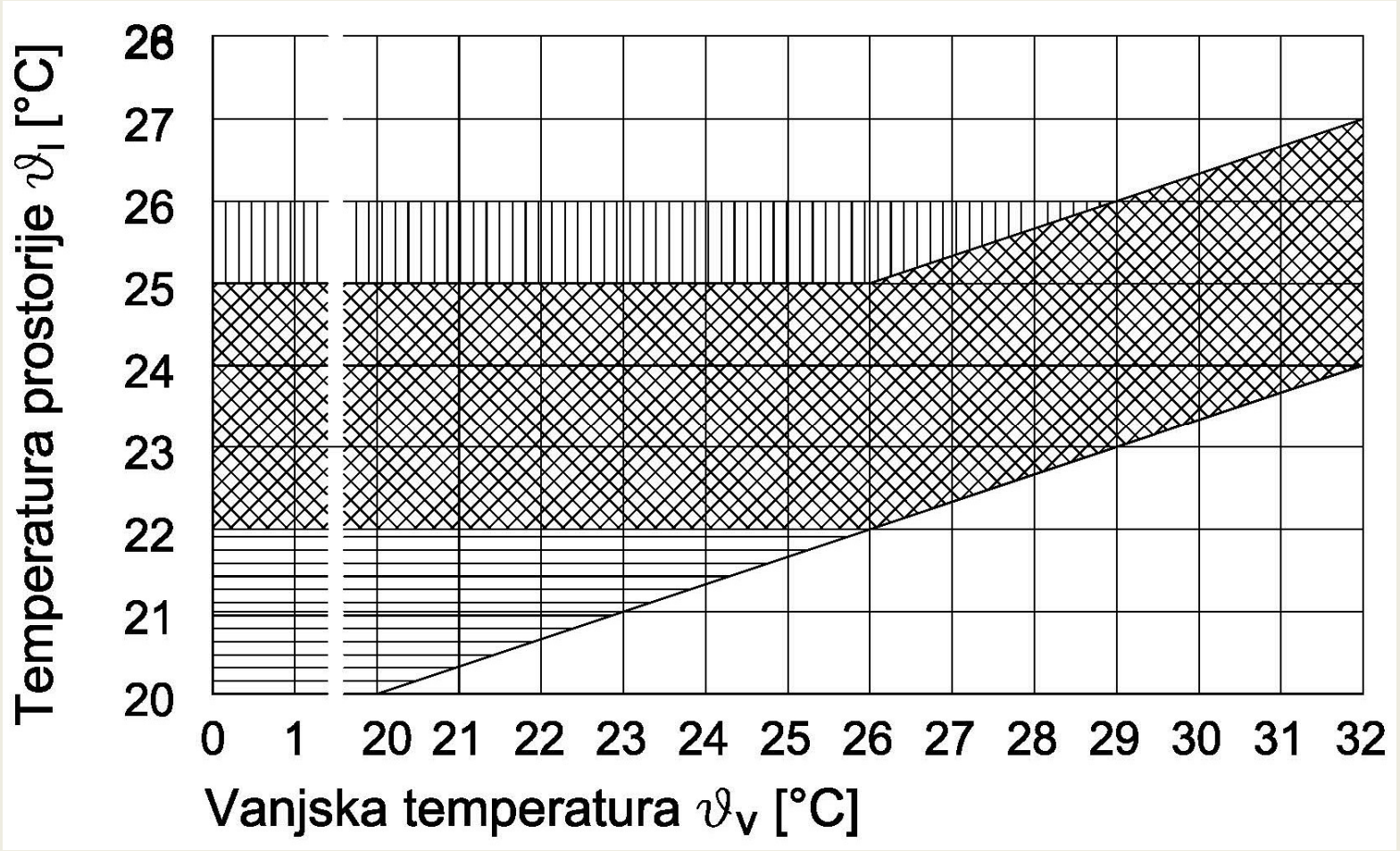
Međusobna zavisnost PMV i PPD indeksa (model toplinske ravnoteže)



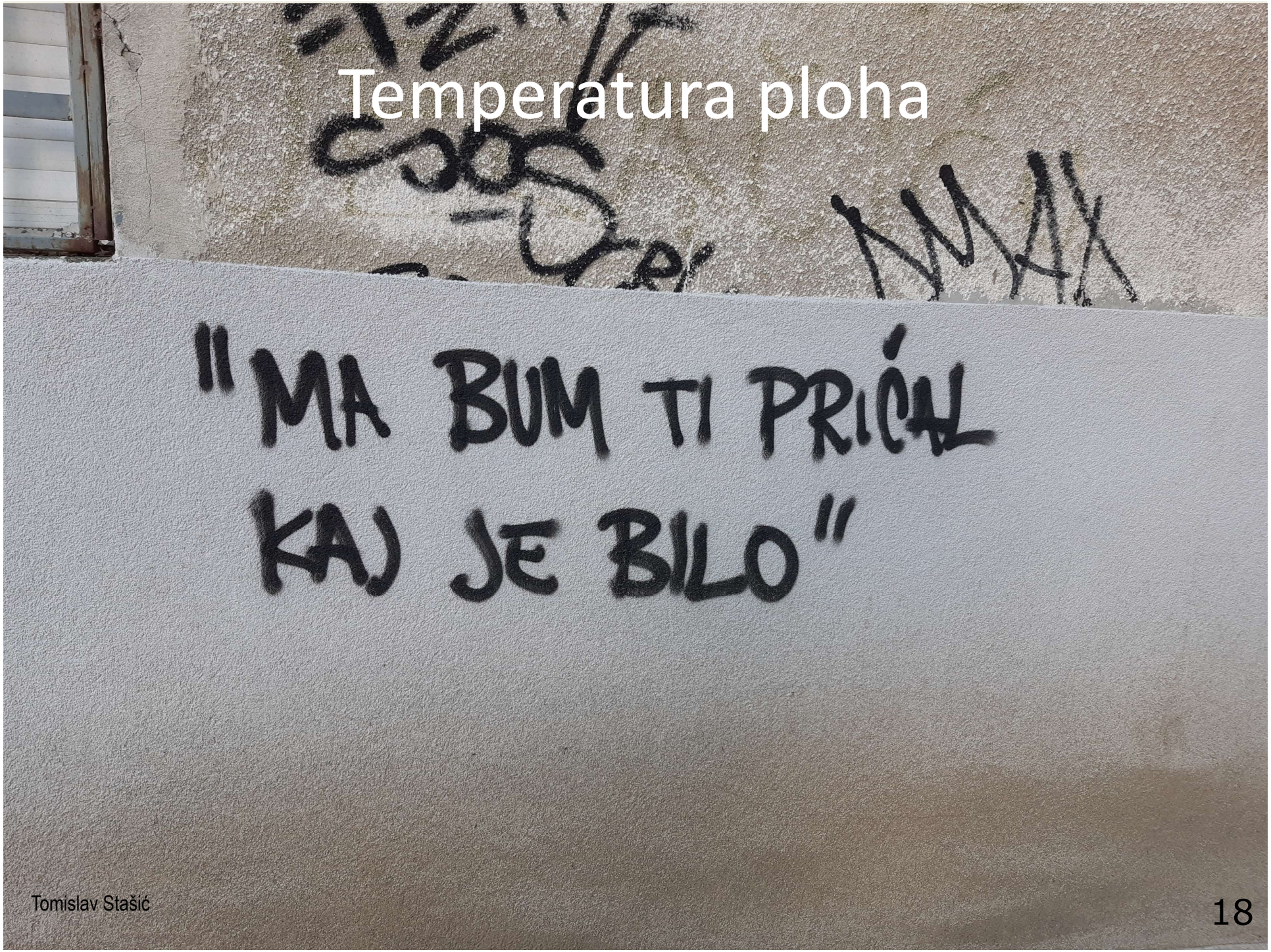
Temperatura zraka u prostoru



Preporučene vrijednosti temperature zraka (DIN 1946 – dio 2)



Temperatura ploha



Osjetna temperatura prostorije

- Srednja temperatura zraka i ploha (t_o)

$$t_o = \frac{t_{zr} + t_{sr}}{2}$$

$$t_{sr} = \frac{\sum A_i \cdot t_i}{\sum A_i}$$

Pri čemu je:

t_o - Osjetna temperatura

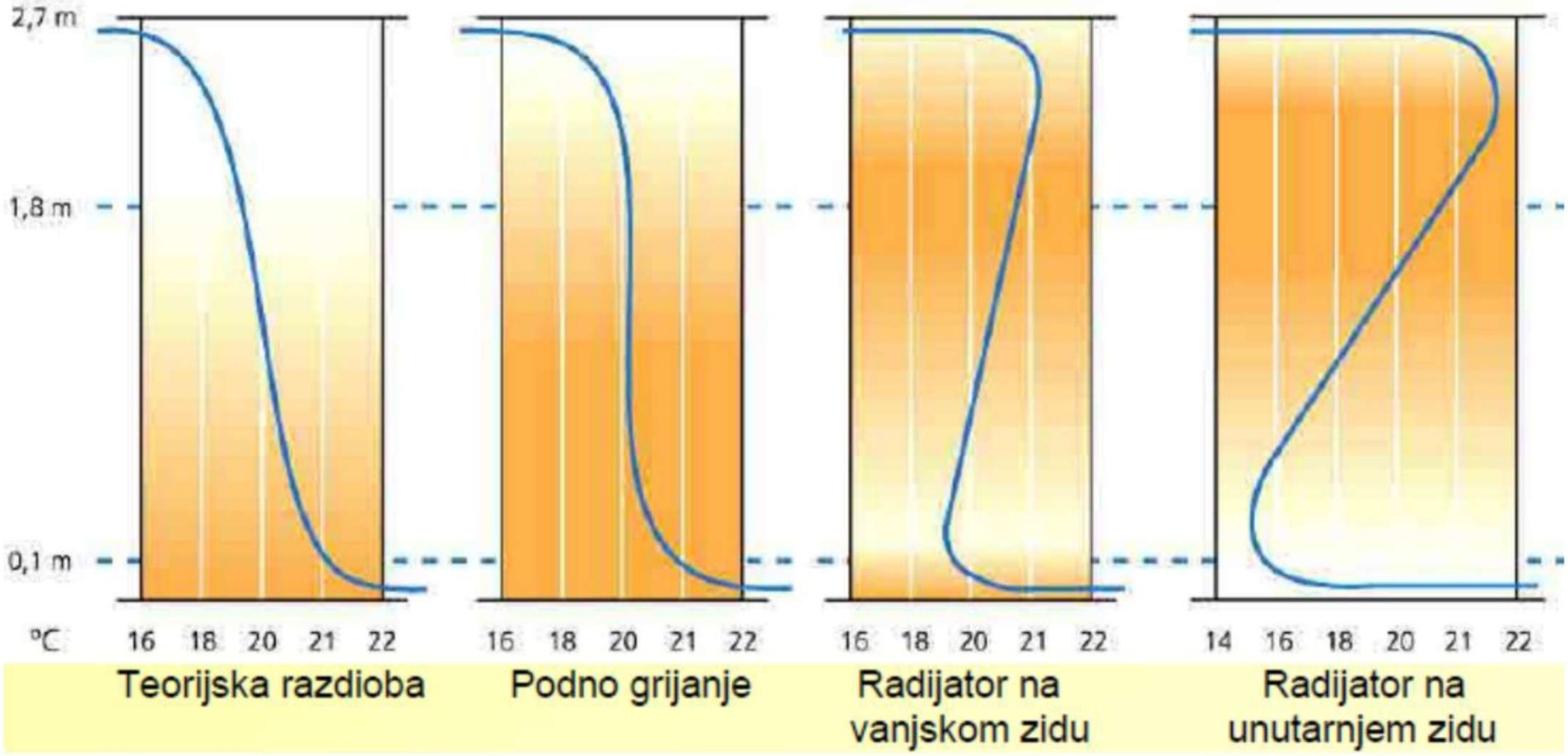
t_{zr} - Temperatura zraka u prostoriji

t_{sr} - Srednja temperatura svih ploha

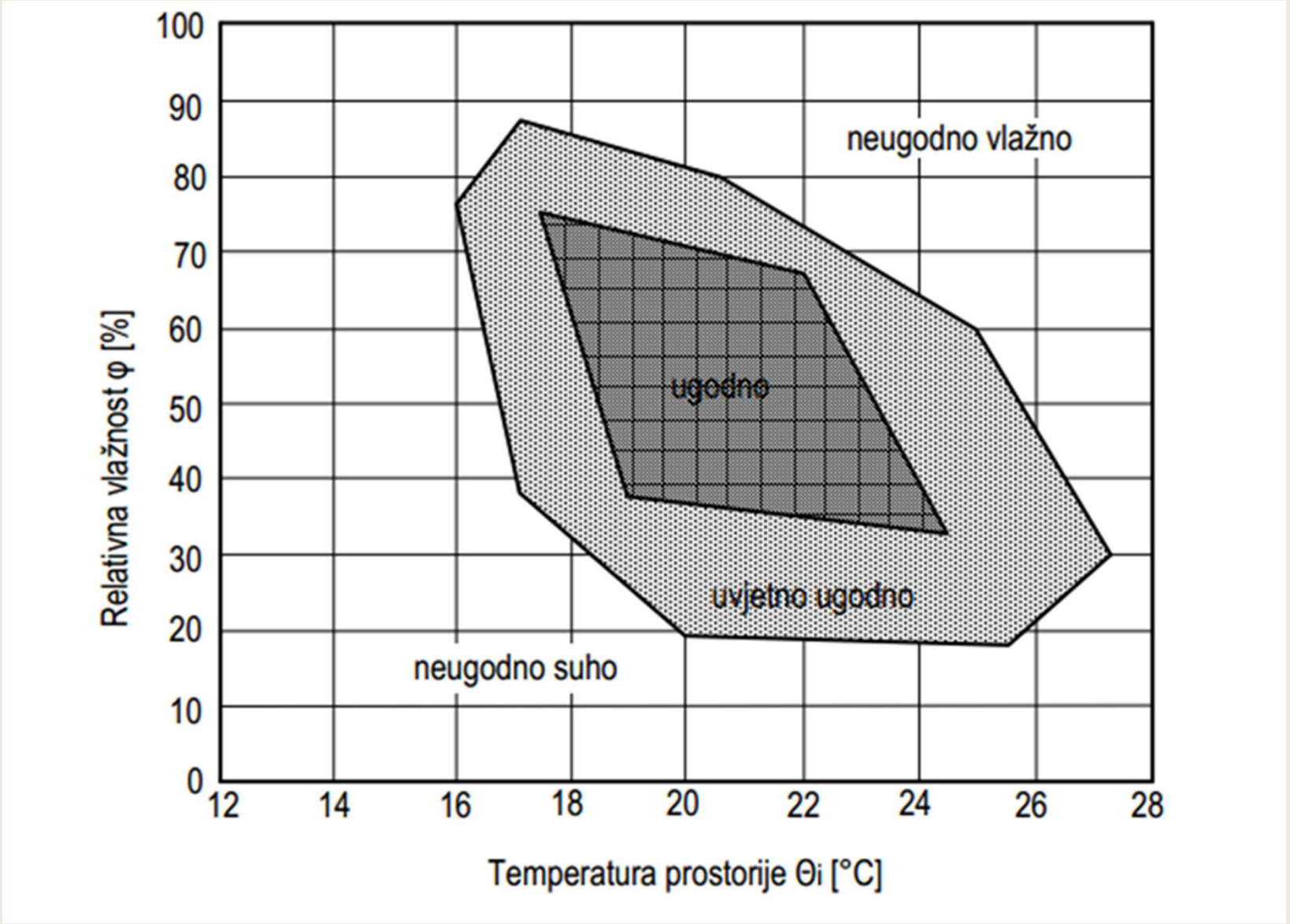
A_i - Ploha prostorije (zidovi, pod, strop, ljudi itd.) [m^2]

t_i- - Temperatura pojedine plohe prostorije [°C]

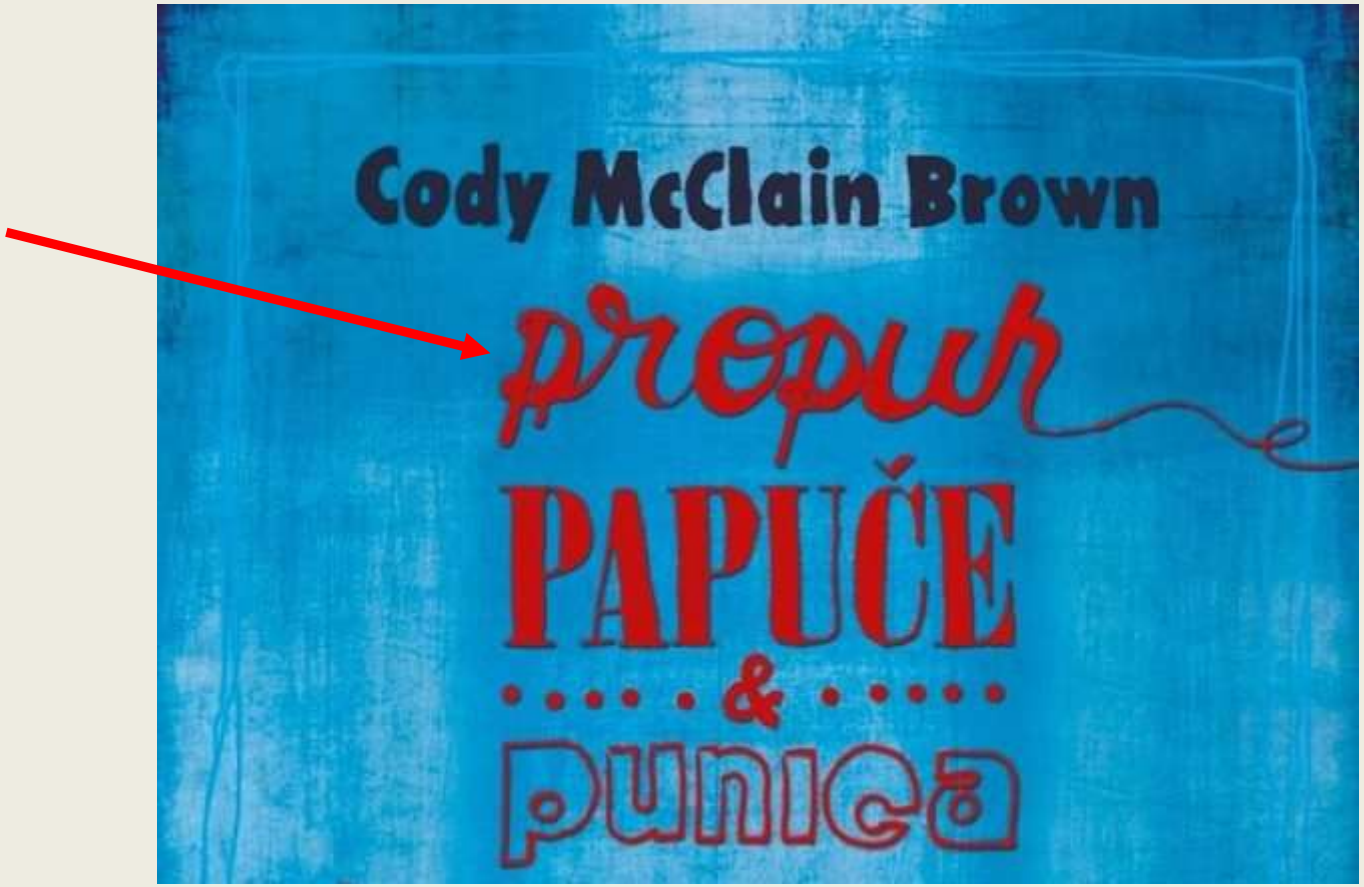
Temperature ploha prostora



Vlažnost zraka

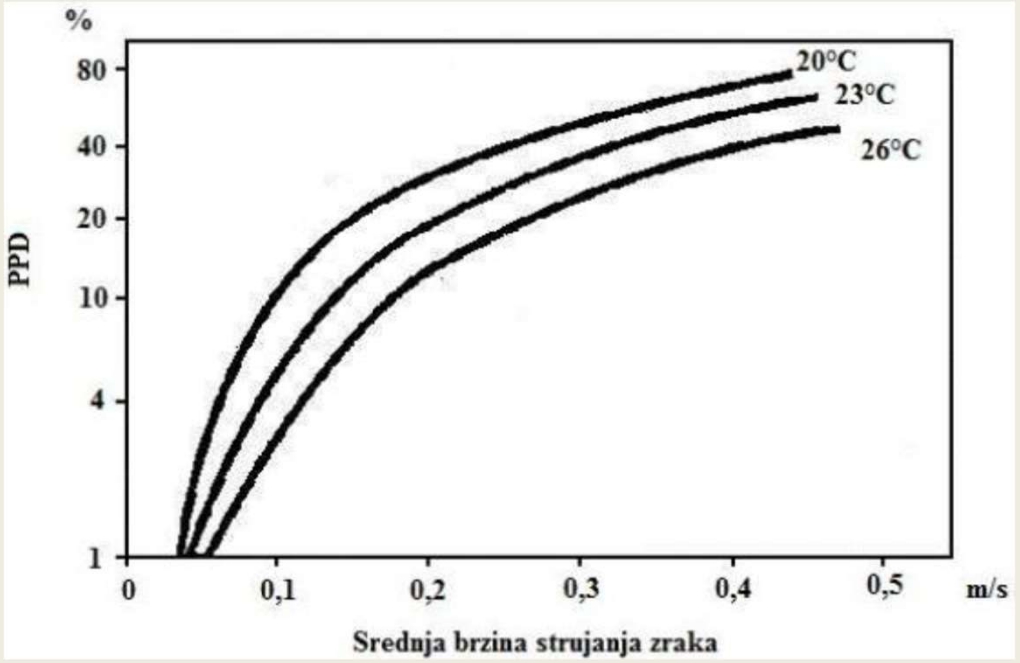

100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
12
14
16
18
20
22
24
26
28
Relativna vlažnost φ [%]
Temperatura prostorije Θi [°C]
neugodno vlažno
ugodno
uvjetno ugodno
neugodno suho

Strujanje zraka



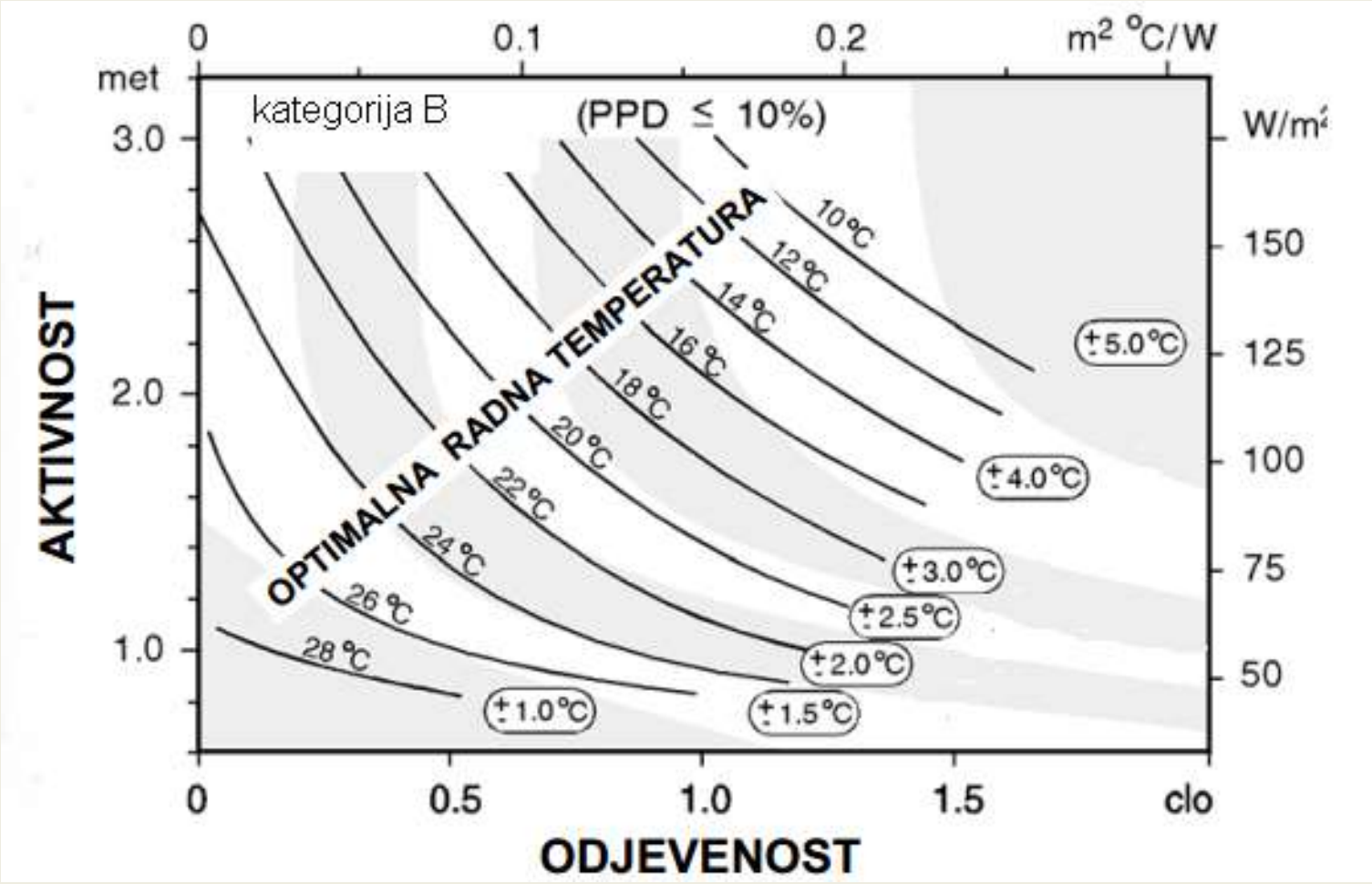
Strujanje zraka

- Za standardne temperaturne uvjete, brzine strujanja zraka u zoni boravka do 0,15 m/s na utječu značajno na toplinsku ugodnost



Stupanj odjevenosti

Stupanj odjevenosti



Stupanj fizičke aktivnosti

Stupanj fizičke aktivnosti

Instalacija osjetnika na Sveučilištu sjever

- Instaliraju se osjetnici:
  - Temperature,
  - Relativne vlažnosti,
  - CO_2,
  - VOC (hlapljivi organski spojevi)

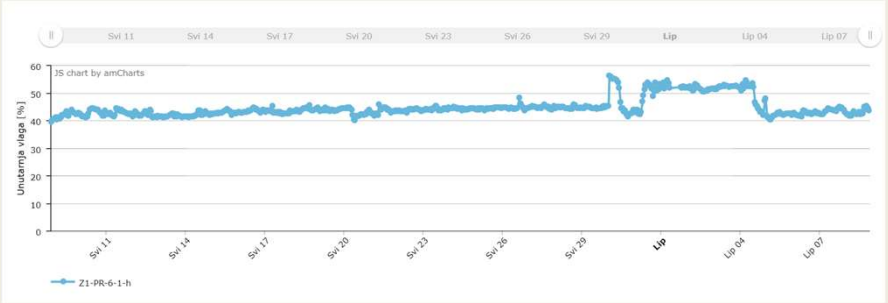
- Spajanje na ISGE

Instalacija osjetnika na Sveučilištu sjever

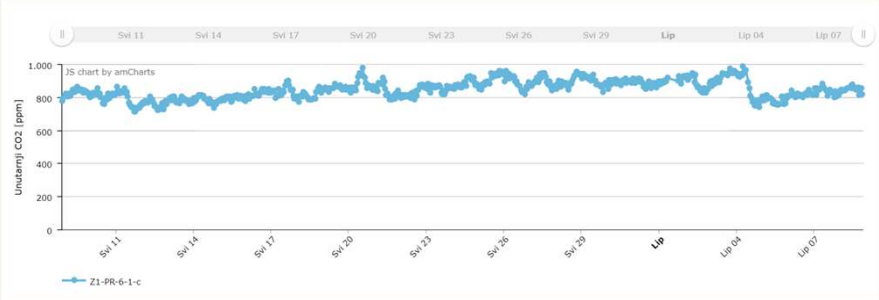
Instalacija osjetnika na Sveučilištu sjever

Očitanja

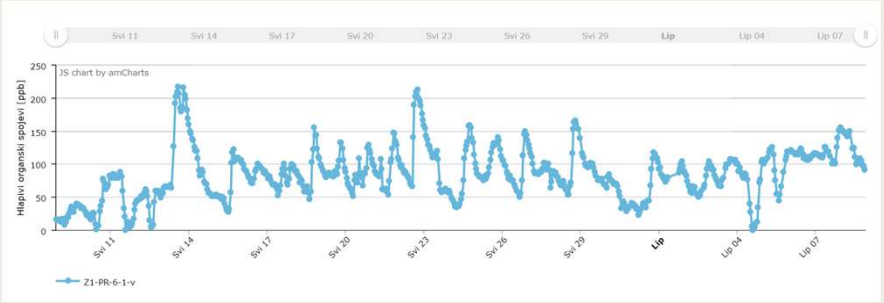
Unutarnja temperatura



Vlaga



CO_2



VOC (hlapljivi organski spojevi)

Daljnji koraci

Analiza i usporedba:

- Podataka unutarnje kvalitete zraka,
- Potrošnje energije,
- Ponašanja korisnika.

- Provesti analizu utjecaja parametara toplinske ugodnosti na potrošnju energije

Hvala na pažnji!

www.apn.hr