

STRUČNI SKUP: ZAGREBAČKI ENERGETSKI TJEDAN

Izračun do isporučene i primarne energije u sklopu glavnog projekta racionalne uporabe energije i toplinske zaštite u zgradama

U organizaciji:



Autori:

Dario Ilija Rendulić, dipl.ing.el.,
Ivana Abrashi, dipl.ing.stroj.

ŠTO SE DANAS PODRAZUMIJEVA POD ENERGIJOM U ZGRADARSTVU?



$Q_{h,nd}$ – Potrebna energija za grijanje



$Q_{c,nd}$ – Potrebna energija za hlađenje



PTV – Potrebna energija za pripremu tople vode



Potrebna energija za rasvjetu



Potrebna energija za ventilaciju i klimatizaciju



Edel – Isporučena energija



Eprim – Primarna energija

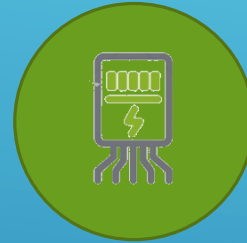
OPĆENITO IMAMO:



Potrebna energija



Tehnički
Sustav



Edel –
Isporučena
energija



Eprim –
Primarna
energija



Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15,70/18., 73/18., 86/18), Članak 4.



primjenjuje se od 1. siječnja 2016.!



37. Tehnički sustav jest tehnička oprema za grijanje, hlađenje, ventilaciju, klimatizaciju i pripremu potrošne tople vode, sustav rasvjete te sustav automatizacije i upravljanja zgrade ili samostalne uporabne cjeline zgrade ili kombinacija navedenog;



13. Isporučena energija jest energija, izražena po nositelju energije, koja se dovodi u tehnički sustav u zgradi kroz granicu sustava kako bi se zadovoljile promatrane potrebe (za grijanjem, hlađenjem, prozračivanjem, toplom vodom za kućanstva, rasvjetom, uređajima itd.) odnosno kako bi se proizvela električna energija;



28. Primarna energija jest energija iz obnovljivih i neobnovljivih izvora koja nije podvrgnuta niti jednom postupku pretvorbe;

OD ČEGA SE SASTOJE E_{del} | E_{prim} ?

OVISI O VRSTI ZGRADE

	Vrsta zgrade	SUSTAV GRIJANJA	SUSTAV HLAĐENJA	SUSTAV PRIPREME PTV-a	SUSTAV MEH. VENTILACIJA I KLIMATIZACIJE	SUSTAV RASVJETE
1	Obiteljske kuće	DA	NE	DA	Uzima se u obzir ukoliko postoji	NE ²
2	Višestambene zgrade	DA	NE	DA		NE ¹
3	Uredske zgrade	DA	DA	NE		DA
4	Zgrade za obrazovanje	DA	NE	NE		DA
5	Bolnice	DA	DA	DA		DA
6	Hoteli i restorani	DA	DA	DA		DA
7	Sportske dvorane	DA	DA	DA		DA
8	Zgrade trgovine	DA	DA	NE		DA
9	Ostale nestambene zgrade	DA	NE	NE		DA

OD $Q_{h,nd}$ -a DO E_{del} I E_{prim} ?

Dobici



Sunčani

Stambena
5 W/m²



Ljudi

Ured i sl.
6 W/m²



Kućanski
i uredski
uređaji



Rasvjeta



Tehnološki
proces, oprema



Gubici



Ventilacija



Transmisija

$Q_{h,nd}$

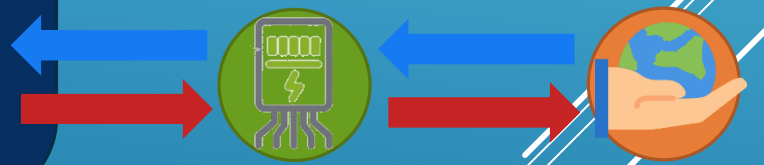


Tehnički sustav

Emisija

Distribucija

Proizvodnja



Edel –
Isporučena
energija

Eprim –
Primarna
energija



TOK ENERGIJE



TOK IZRAČUNA

OD $Q_{c,nd}$ -a DO E_{del} I E_{prim} ?

Opterećenje



Sunčani

Stambena
5 W/m²



Ljudi

Ured i sl.
6 W/m²



Kućanski
i uredski
uređaji



Rasvjeta



Tehnološki
proces, oprema



Gubici



Ventilacija



Transmisija

$Q_{c,nd}$

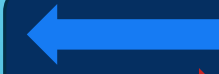


Tehnički sustav

Emisija

Distribucija

Proizvodnja



TOK ENERGIJE

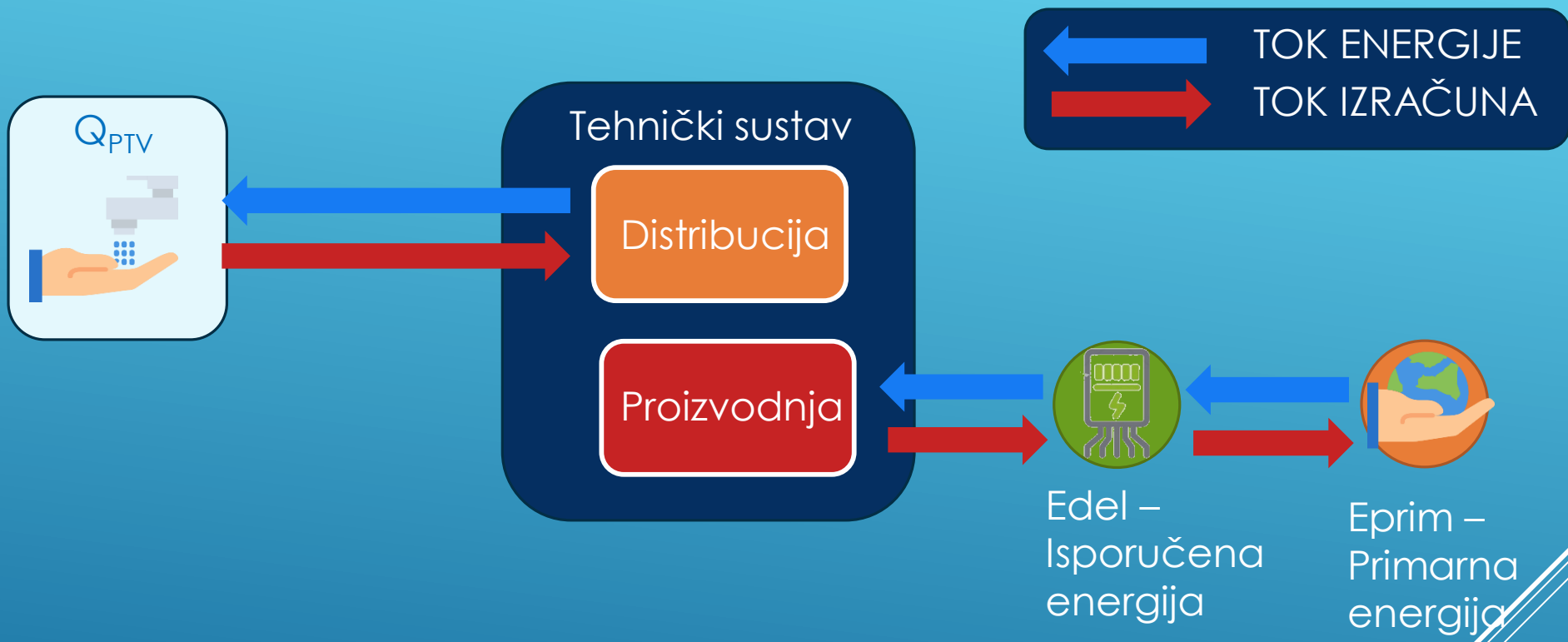


TOK IZRAČUNA

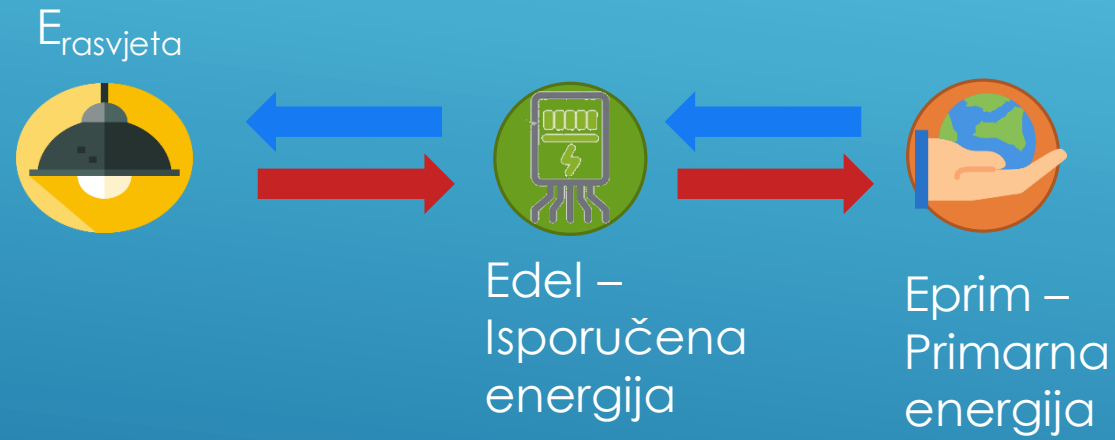
Edel –
Isporučena
energija

Eprim –
Primarna
energija

OD Q_{PTV} DO E_{del} I E_{prim} ?



OD E_{rasvjeta} DO E_{del} I E_{prim} ?



TEMELJEM ČEGA RAČUNAMO DO PRIMARNE ENERGIJE?

(6) Primarna energija iz stavaka 1. i 2. ovoga članka računa se u skladu s Algoritmom za izračun energetske svojstva zgrade koji je sastavni dio Metodologije za provođenje energetskih pregleda građevina (dalje u tekstu – Algoritam), osim dijelova koji su definirani ovim propisom.



$Q_{h,nd}$ – Potrebna energija za grijanje HRN EN ISO 13790:2008



$Q_{c,nd}$ – Potrebna energija za hlađenje HRN EN ISO 13790:2008



PTV – Potrebna energija za pripremu tople vode, Tehnički propis, članak 25



Potrebna energija za rasvjetu HRN EN 15193:2008 i HRN EN 15193:2008/Ispr.1:2011



Potrebna energija za ventilaciju i klimatizaciju, Algoritam HVAC; Izmjene zraka za nestambene sukladno tablici 2.1 standardne vrijednosti vremena rada sustava mehaničke ventilacije za nestambene zgrade

NA ČEGA SE POSTAVLJAJU UVJETI U TEHNIČKOM PROPISU?

Izdvojili smo:



max dop: $Q_{h,nd}/A_k$ [kWh/m²] tj. $Q_{h,nd}/A_k'$ [kWh/m²] u slučaju zgrada visine veće od 4,2 m



max dop: E_{prim}/A_k [kWh/m²] tj. E_{prim}/A_k' [kWh/m²] u slučaju zgrada visine veće od 4,2 m



max dop: $E_{del-ras}/A_k$ [kWh/m²] osim obiteljskih kuća i višestambenih zgrada



SAUZ - razredom učinkovitosti sustava automatizacije i upravljanja zgrade



OIE - udjelom obnovljivih izvora energije u ukupnoj potrošnji primarne energije

UVJETI SPRAM DOPUŠTENIH VRIJEDNOSTI ZA **NOVE ZGRADE:**

Tablica 8. – Najveće dopuštene vrijednosti za nove zgrade i zgrade gotovo nulte energije zgrade grijane i/ili hladene na temperaturu 18 °C ili više

ZAHTJEVI ZA NOVE ZGRADE i G0EZ	Q'' _{H,nd} [kWh/(m ² ·a)]						E _{prim} [kWh/(m ² ·a)]			
	NOVA ZGRADA i G0EZ						NOVA		G0EZ	
	VRSTA ZGRADE	kontinent, θ _{mm} ≤ 3 °C			primorje, θ _{mm} > 3 °C			kont θ _m ≤ 3 °C	prim θ _{mm} > 3 °C	kont θ _{mm} ≤ 3 °C
f ₀ ≤ 0,20		0,20 < f ₀ < 1,05	f ₀ ≥ 1,05	f ₀ ≤ 0,20	0,20 < f ₀ < 1,05	f ₀ ≥ 1,05				
Višestambena	40,50	32,39 + 40,58·f ₀	75,00	24,84	19,86 + 24,89·f ₀	45,99	120	90	80	50
Obiteljska kuća	40,50	32,39 + 40,58·f ₀	75,00	24,84	17,16 + 38,42·f ₀	57,50	115	70	45	35
Uredska	16,94	8,82 + 40,58·f ₀	51,43	16,19	11,21 + 24,89·f ₀	37,34	70	70	35	25
Obrazovna	11,98	3,86 + 40,58·f ₀	46,48	9,95	4,97 + 24,91·f ₀	31,13	65	60	55	55
Bolnica	18,72	10,61 + 40,58·f ₀	53,21	46,44	41,46 + 24,89·f ₀	67,60	300	300	250	250
Hotel i restoran	35,48	27,37 + 40,58·f ₀	69,98	11,50	6,52 + 24,89·f ₀	32,65	130	80	90	70
Sportska dvorana	96,39	88,28 + 40,58·f ₀	130,89	37,64	32,66 + 24,91·f ₀	58,82	400	170	210	150
Trgovina	48,91	40,79 + 40,58·f ₀	83,40	13,90	8,92 + 24,91·f ₀	35,08	450	280	170	150
Ostale nestambene	40,50	32,39 + 40,58·f ₀	75,00	24,84	19,86 + 24,89·f ₀	45,99	150	100	/	/

Kod zgrade ili zone zgrade visine kata veće od 4,2 m može se izraditi proračunski iskaz AK' kao računске vrijednosti za provjeru zadovoljavanja uvjeta iz tablica 8. i 9. iz ovog priloga propisa, na način da se zgrada ili dio zgrade visine kata veće od 4,2 m podijeli na horizontalne odsječke visine po 4,2 m i za broj odsječaka visine 4,2 se multiplicira stvarni AK tog dijela zgrade.



max dop: $Q_{h,nd}/A_k$ [kWh/m²] tj. $Q_{h,nd}/A_k'$ [kWh/m²] u slučaju zgrada visine veće od 4,2 m



max dop: E_{prim}/A_k [kWh/m²] tj. E_{prim}/A_k' [kWh/m²] u slučaju zgrada visine veće od 4,2 m



ŠTO AKO NE MOŽEMO ISPUNITI UVJET SPRAM Q'_{nhd-a} ?

U čemu je problem?



Izmjene zraka za nestambene sukladno tablici 2.1 standardne vrijednosti vremena rada sustava mehaničke ventilacije za nestambene zgrade (članak 27, stavak 2)

Namjena prostora	Period korištenja (h)*	Broj sati korištenja sustava t_{kor} (h/dan)	Broj sati rada sustava grijanja/hlađenja**, $t_{v,mech}$ (h/dan)	Minimalno potrebni protok vanjskog zraka po jedinici površine, \dot{V}_A , ($m^3/(m^2h)$)
Uredske, administrativne i druge poslovne zgrade slične pretežite namjene	07:00 – 18:00	11	13	4
Školske, fakultetske zgrade, i druge odgojne i obrazovne ustanove	08:00 – 20:00	12	14	10
Vrtići	07:00 – 18:00	11	13	10
Knjižnice – prostorije za čitanje	08:00 – 20:00	12	14	8
Knjižnice – prostorije s policama	08:00 – 20:00	12	14	2
Bolnice i zgrade za rehabilitaciju	00:00 – 24:00	24	24	4
Hoteli, moteli i sl.	00:00 – 24:00	24	24	3
Muzeji	00:00 – 24:00	24	24	4
Ostale zgrade sa stalnim radom (kolodvori, i sl.)	00:00 – 24:00	24	24	4
Robne kuće, trgovački centri, trgovine	08:00 – 21:00	13	15	4
Sportske zgrade	08:00 – 23:00	15	17	3
Radionice i proizvodne hale	07:00 – 19:00	12	14	20
Kongresni centri	09:00 – 18:00	9	11	7
Kazališta i kina	13:00 – 23:00	10	12	25
Kantine	08:00 – 15:00	7	9	18
Restorani	10:00 – 00:00	14	16	18
Kuhinje	10:00 – 23:00	13	15	90
Serverske sobe, kompjuterski centri	00:00 – 24:00	24	24	1,3
Garaže	00:00 – 24:00	24	24	16
Spremišta opreme, arhive	07:00 – 18:00	11	13	0,15
Zgrade koje nisu navedene	07:00 – 19:00	12	14	10

*Sustav grijanja/hlađenja s radom počinje 2 sata prije početka korištenja prostora

**U Algoritmu prema HRN EN ISO 13790 ove vrijednosti se odnose na broj sati rada sustava grijanja/hlađenja t_d (h/d).

U slučaju da pojedini prostori imaju poznate vrijednosti rada (muzejski prostori sa kontroliranim uvjetima), koji nisu manji od gore navedenih, potrebno je računati sa njima

U slučaju da zona obuhvaća više prostorija sa različitim dnevnim vremenima korištenja mehaničke ventilacije, za t_{kor} se uzima maksimalni iznos.

Primjer:

Školska učionica:

$$A_k = 50 \text{ m}^2$$

$$h = 3 \text{ m}^2$$

$$\dot{V}_A = 10 \text{ (m}^3\text{/(m}^2\text{h))}$$

$$V = A_k * h = 150 \text{ m}^3$$

$$\text{Min. protok} = A_k * \dot{V}_A = 50 * 10 = 500 \text{ m}^3\text{/h}$$

$$n = \text{min. protok} / V = 500 / 150 = 3.33 \text{ h}^{-1}$$



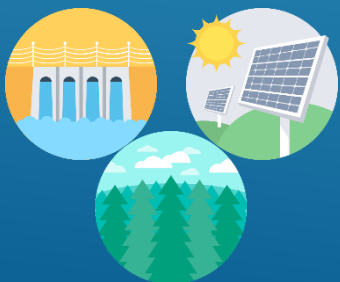
Veliki ventilacijski gubici zbog kojih se može dogoditi da ne možemo ispuniti uvjet spram $Q'_{h,nd-a}$ [kWh/m²]



ŠTO AKO NE MOŽEMO ISPUNITI UVJET SPRAM Q'_{nhd-a} ?

1. **Postići 20% manje proračunate vrijednosti E_{prim} (kWh/m²a) od vrijednosti propisanim tehničkim propisom [članak 9, stavak 7] jer se u tom slučaju smatra da je uvjet Q'_{nhd-a} spram ispunjen.**
2. **Ugraditi sustav grijanja na obnovljive izvore energije! (članak 11):** Dopuštena godišnja potrebna toplinska energija za grijanje iz odredbi članka 9. ovoga propisa ne primjenjuje se na:
 - zgradu koja najmanje 70% potrebne toplinske energije za grijanje podmiruje iz obnovljivih izvora energije
 - zgradu kod koje se više od 50% toplinskih gubitaka nadoknađuje unutarnjim izvorima topline iz tehnološkog procesa.
3. **Ugraditi mehaničku ventilaciju s rekuperacijom**

Što je to OIE?



(članak 4, stavak 6) 6. Energija iz obnovljivih izvora jest energija iz obnovljivih nefosilnih izvora, tj. energija vjetera, sunčeva energija, aerotermalna, geotermalna, hidrotermalna energija i energija mora, hidroenergija, biomasa, deponijski plin, plin iz postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda i bioplinovi;

UVJETI SPRAM DOPUŠTENIH VRIJEDNOSTI ZA POSTOJEĆE ZGRADE:

Tablica 9. – Najveće dopuštene vrijednosti za postojeće zgrade grijane i/ili hlađene na temperaturu 18 °C ili višu prilikom rekonstrukcije prema članku 45. stavku 7.

ZAHTJEVI REKONSTRUKCIJA	Q'' _{H,nd} [kWh/(m ² ·a)]						E _{prim} [kWh/(m ² ·a)]	
	kontinent, θ _{mm} ≤ 3 °C			primorje, θ _{mm} > 3 °C			kontinent θ _{mm} ≤ 3 °C	primorje θ _{mm} > 3 °C
	f ₀ ≤ 0,20	0,20 < f ₀ < 1,05	f ₀ ≥ 1,05	f ₀ ≤ 0,20	0,20 < f ₀ < 1,05	f ₀ ≥ 1,05		
Višestambena	50,63	40,49 + 50,73·f ₀	93,75	27,00	21,59 + 27,06·f ₀	50,00	180	130
Obiteljska kuća	50,63	40,49 + 50,73·f ₀	93,75	27,00	19,24+38,82·f ₀	60,00	135	80
Uredska	21,18	11,03 + 50,73·f ₀	64,29	17,60	12,19 + 27,06·f ₀	40,60	75	75
Obrazovna	14,98	4,84 + 50,73·f ₀	58,10	10,81	5,40 + 27,06·f ₀	33,83	90	75
Bolnica	23,40	13,26 + 50,73·f ₀	66,51	50,48	45,06 + 27,06·f ₀	73,48	340	330
Hotel i restoran	44,35	34,21 + 50,73·f ₀	87,48	12,50	7,09 + 27,06·f ₀	35,50	145	115
Sportska dvorana	120,49	110,35 + 50,73·f ₀	163,61	40,91	35,50 + 27,06·f ₀	63,93	420	215
Trgovina	61,14	50,99 + 50,73·f ₀	104,25	15,11	9,71 + 27,06·f ₀	38,13	475	300
Ostale nestambene	50,63	40,49 + 50,73·f ₀	93,75	27,00	21,59 + 27,06·f ₀	50,00	180	130

Kod zgrade ili zone zgrade visine kata veće od 4,2 m može se izraditi proračunski iskaz AK' kao računске vrijednosti za provjeru zadovoljavanja uvjeta iz tablica 8. i 9. iz ovog priloga propisa, na način da se zgrada ili dio zgrade visine kata veće od 4,2 m podijeli na horizontalne odsječke visine po 4,2 m i za broj odsječaka visine 4,2 se multiplicira stvarni AK tog dijela zgrade.



max dop: $Q_{h,nd}/A_k$ [kWh/m²] tj. $Q_{h,nd}/A_k'$ [kWh/m²] u slučaju zgrada visine veće od 4,2 m



max dop: E_{prim}/A_k [kWh/m²] tj. E_{prim}/A_k' [kWh/m²] u slučaju zgrada visine veće od 4,2 m



ŠTO AKO NE MOŽEMO ISPUNITI UVJET SPRAM Q'_{nhd-a} ?

U čemu je problem?



Izmjene zraka za nestambene sukladno **tablici 2.1 Algoritma** standardne vrijednosti vremena rada sustava mehaničke ventilacije za nestambene zgrade (**članak 27, stavak 2**)

Namjena prostora	Period korištenja (h)*	Broj sati korištenja sustava t_{kor} (h/dan)	Broj sati rada sustava grijanja/hlađenja**, $t_{v,mech}$ (h/dan)	Minimalno potrebni protok vanjskog zraka po jedinici površine, \dot{V}_A , ($m^3/(m^2h)$)
Uredske, administrativne i druge poslovne zgrade slične pretežite namjene	07:00 – 18:00	11	13	4
Školske, fakultetske zgrade, i druge odgojne i obrazovne ustanove	08:00 – 20:00	12	14	10
Vrtići	07:00 – 18:00	11	13	10
Knjižnice – prostorije za čitanje	08:00 – 20:00	12	14	8
Knjižnice – prostorije s policama	08:00 – 20:00	12	14	2
Bolnice i zgrade za rehabilitaciju	00:00 – 24:00	24	24	4
Hoteli, moteli i sl.	00:00 – 24:00	24	24	3
Muzeji	00:00 – 24:00	24	24	4
Ostale zgrade sa stalnim radom (kolodvori, i sl.)	00:00 – 24:00	24	24	4
Robne kuće, trgovački centri, trgovine	08:00 – 21:00	13	15	4
Sportske zgrade	08:00 – 23:00	15	17	3
Radionice i proizvodne hale	07:00 – 19:00	12	14	20
Kongresni centri	09:00 – 18:00	9	11	7
Kazališta i kina	13:00 – 23:00	10	12	25
Kantine	08:00 – 15:00	7	9	18
Restorani	10:00 – 00:00	14	16	18
Kuhinje	10:00 – 23:00	13	15	90
Serverske sobe, kompjuterski centri	00:00 – 24:00	24	24	1,3
Garaže	00:00 – 24:00	24	24	16
Spremišta opreme, arhive	07:00 – 18:00	11	13	0,15
Zgrade koje nisu navedene	07:00 – 19:00	12	14	10

*Sustav grijanja/hlađenja s radom počinje 2 sata prije početka korištenja prostora

**U Algoritmu prema HRN EN ISO 13790 ove vrijednosti se odnose na broj sati rada sustava grijanja/hlađenja t_d (h/d).

U slučaju da pojedini prostori imaju poznate vrijednosti rada (muzejski prostori sa kontroliranim uvjetima), koji nisu manji od gore navedenih, potrebno je računati sa njima

U slučaju da zona obuhvaća više prostorija sa različitim dnevnim vremenima korištenja mehaničke ventilacije, za t_{kor} se uzima maksimalni iznos.

Primjer:

Školska učionica:

$$A_k = 50 \text{ m}^2$$

$$h = 3 \text{ m}^2$$

$$\dot{V}_A = 10 \text{ (m}^3\text{/(m}^2\text{h))}$$

$$V = A_k * h = 150 \text{ m}^3$$

$$\text{Min. protok} = A_k * \dot{V}_A = 50 * 10 = 500 \text{ m}^3\text{/h}$$

$$n = \text{min. protok} / V = 500 / 150 = 3.33 \text{ h}^{-1}$$



Veliki ventilacijski gubici zbog kojih se može dogoditi da ne možemo ispuniti uvjet spram $Q'_{h,nd-a}$ [kWh/m²]



ŠTO AKO NE MOŽEMO ISPUNITI UVJET SPRAM Q'_{nhd-a} ?

1. Postići 20% manje proračunate vrijednosti E_{prim} (kWh/m²a) od vrijednosti propisanim tehničkim propisom [članak 45, stavak 8] jer se u tom slučaju smatra da je uvjet Q'_{nhd-a} spram ispunjen.
2. Ugraditi mehaničku ventilaciju s rekuperacijom kako bi smanjili ventilacijske gubitke
3. DOKAZATI U GLAVNOM PROJEKTU da ispunjenje uvjeta iz tablice 9, prilogB nije:
 - Gospodarski isplativo
 - Tehnički ili funkcionalno izvedivo



UVJETI SPRAM RASVJETE?

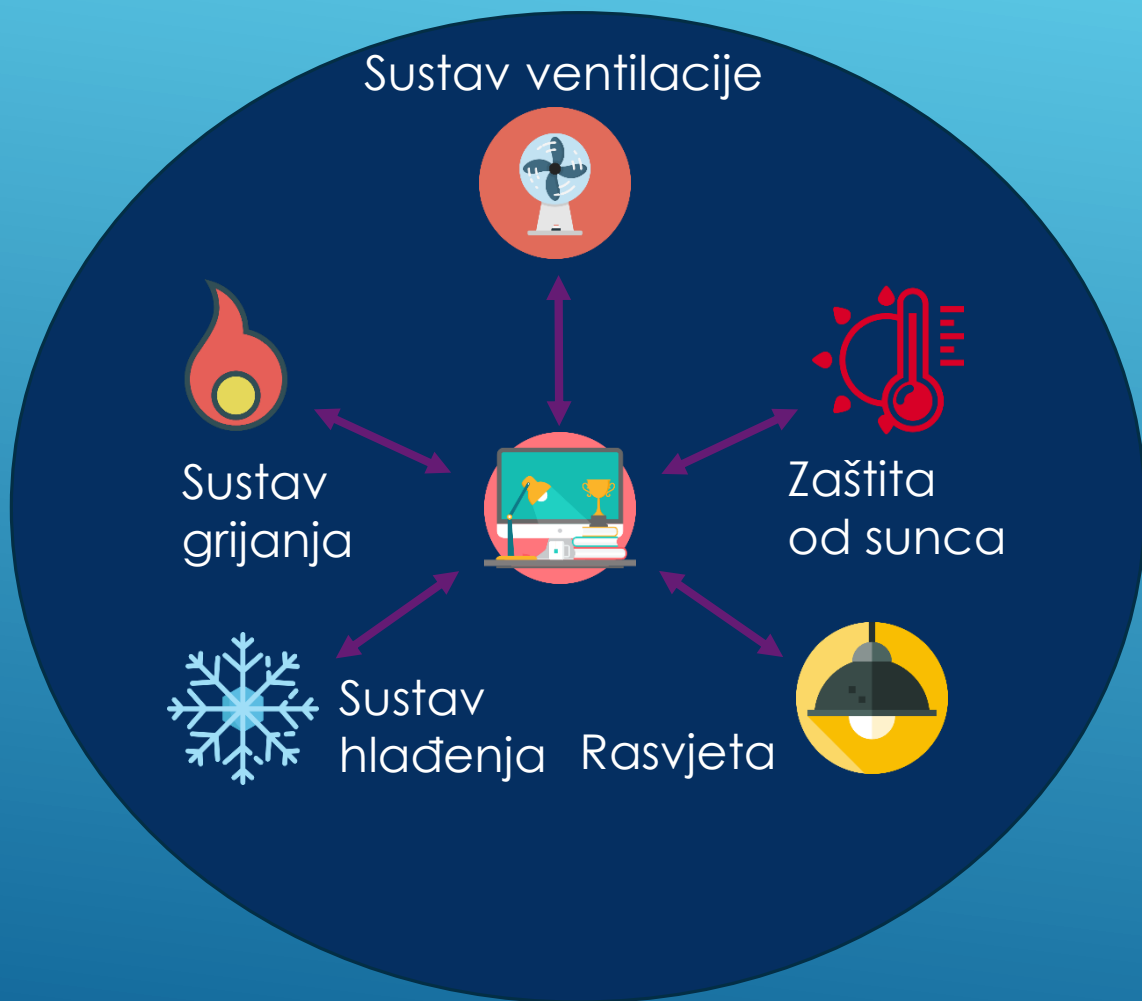
Članak 38, stavak (2) prvi dio: Dopuštene vrijednosti numeričkog indikatora energije rasvjete [kWh/(m² a)] iz dodatka F norme HRN EN 15193:2008 i HRN EN 15193:2008/Ispr.1:2011 se ne smiju prekoračiti.



Što ako su zahtjevi za klasu svjetlotehničkog rješenja visoki?

Članak 38, stavak (2) nastavak: Ukoliko su zahtjevi za klasu svjetlotehničkog rješenja visoki, pa je i ukupna instalirana snaga rasvjete velika, potrebno je primijeniti dodatne tehničke mogućnosti koje smanjuju godišnju potrošnju energije rasvjete.

SAUZ- SUSTAVI AUTOMATIZACIJE I UPRAVLJANJA?



1. Razred učinkovitosti HRN EN 15232:2012:

- A: zgrade s visoko učinkovitim SAUZ,
- B: zgrade s naprednim SAUZ,
- C: standardni SAUZ,
- D: energetski neučinkoviti sustavi SAUZ

2. Kako projektirano SAUZ?

Članak 39, stavak 3: U novim zgradama i postojećim zgradama koje se rekonstruiraju a u kojima se projektira sustav automatizacije i upravljanja, isti se mora projektirati i izvesti u razredu učinkovitosti A ili B ili C

3. Kako određujemo SAUZ?

Prilog E, tablice 1-5