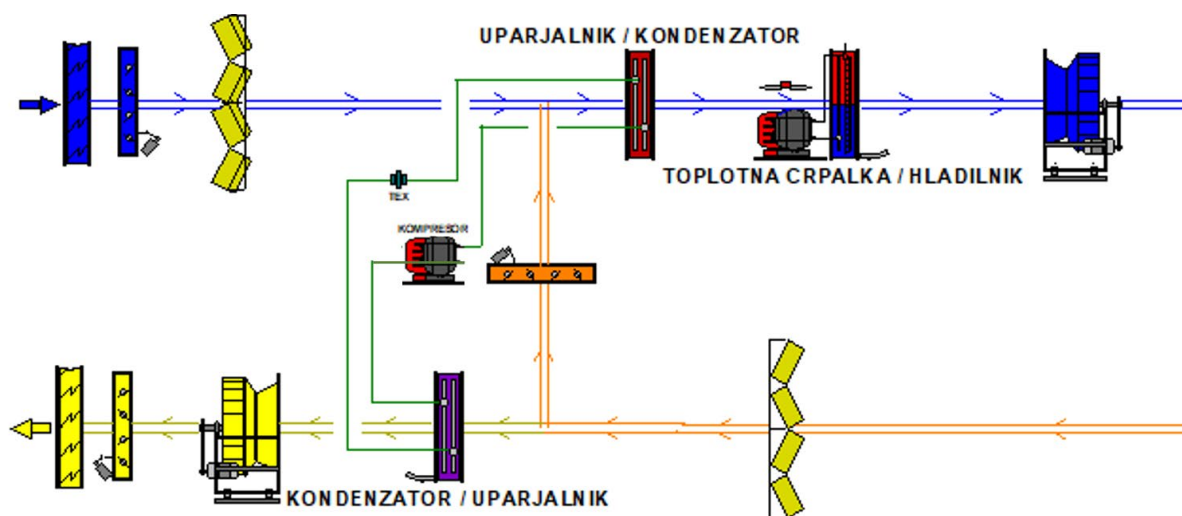


TERMODINAMIČNO ZAJEMANJE ENERGIJE ZAVRŽENEGA ZRAKA V PAKETNIH PREZRAČEVALNIH NAPRAVAH



Slika 1: Shema termodinamičnega zajemanja energije zavrženega zraka

Termodinamično zajemanje energije zavrženega zraka, shematsko predstavljeno na sliki 1, temelji na tehnologiji reverzibilne toplotne črpalke, pri čemer je prvi toplotni menjalnik nameščen v toku zavrženega zraka, drugi toplotni menjalnik v toku vtočnega zraka. Toplotna in hladilna zmogljivost tako izhajata iz toplote zavrženega zraka, kar je ugodno tako za delovanje v načinu gretja kot hlajenja. Razlogi za to so naslednji:

- sezonska zmogljivost je večja kot pri običajnem hladilnem krogu, ki za vir/ponor toplote uporablja zunanji zrak;
- zmogljivost je veliko stabilnejša v primerjavi z zmogljivostjo pasivnih toplotnih menjalnikov, saj se zunanji pogoji močno spreminjajo,
- zaradi neuporabe pasivnih toplotnih menjalnikov je nižja pogonska energija ventilatorjev;
- integrirano je že v samo prezračevalno napravo z obdelavo zraka paketne izvedbe.

Nekaterim PI in NI se ob tem postavlja vprašanje: Je dovoljeno uporabljati naprave s termodinamičnim zajemanjem toplote glede na zapisano v Tehnični smernici TSG-1-004:2022 o zagotavljanju energijske učinkovitosti TSS za mehansko prezračevanje?

Namreč, TSG-1-004 v šesti alineji točke 4.2.5 za TSS za zagotavljanje energijske učinkovitosti mehanskega prezračevanja zahteva »**vgradnjo prenosnika toplote s temperaturnim izkoristkom η_t , pri referenčnih pogojih delovanja, večjim od 0,85 ali vgradnjo sistema za vračanje toplote z obtočno črpalko ali toplotno cevjo z izkoristkom večjim od 0,65.**« Je iz tega potrebno zaključiti, da se morajo pri mehanskem prezračevanju uporabljati vedno in samo naštet sistemi pasivnega zajemanja energije zavrženega zraka, katerih dva primera sta prikazana na slikah 3 in 4?

Ne, saj je v četrti alineji iste točke zapisano tudi, da se energijska učinkovitost mehanskega prezračevanja zagotavlja z doseganjem zahtev prezračevalnih enot, kot so navedene v Direktivi 2009/125/ES Evropskega parlamenta in Sveta glede zahtev za okoljsko primerno

zasnovo prezračevalnih enot. Na podlagi imenovane direktive, poznane kot ErP (Energy-related Products), je Evropska komisija sprejela tudi dve uredbi, obe sta navedeni v TSG-1-004:2022, v točki 0.2 Referenčni dokumenti:

- Uredba komisije (EU) št. 1253/2014 z dne 7. julija 2014 o izvajanju Direktive 2009/125/ES Evropskega parlamenta in Sveta glede zahtev za okoljsko primerno zasnovo prezračevalnih enot,
- Uredba komisije (EU) št. 2016/2281 z dne 30. novembra 2016 o izvajanju Direktive 2009/125/ES Evropskega parlamenta in Sveta o vzpostavitvi okvira za določanje zahtev za okoljsko primerno zasnovo izdelkov, povezanih z energijo, glede zahtev za okoljsko primerno zasnovo izdelkov za toplozračno ogrevanje izdelkov za hlajenje in visokotemperaturnih procesnih ohlajevalnikov ter ventilatorskih konvektorjev.

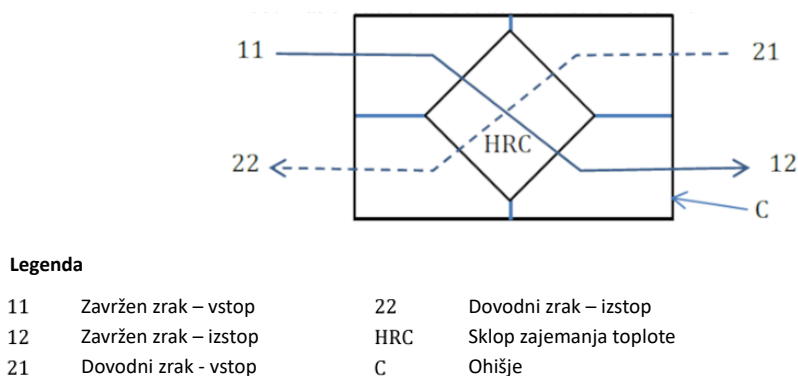
Uredba komisije (EU) št. 1253/2014 ima v 1. členu, točki 2, podtočki g), zapisano, da se ta uredba NE UPORABLJA »za prezračevalne enote, ki vključujejo izmenjevalnik toplote in toplotno črpalko za rekuperacijo toplote...«. Pomeni, ta uredba izrecno ne velja za naprave s termodinamičnim zajemanjem toplote zavrženega zraka! Za te naprave velja druga uredba, to je Uredba komisije (EU) št. 2016/2281.

Sicer Uredba komisije (EU) št. 1253/2014 opredeljuje »toplotni izkoristek (η_t)« (za nestanovanjske prezračevalne enote)¹ z naslednjim: »pomeni razmerje med pridobljeno temperaturo dovodnega zraka in izgubljeno temperaturo odvodnega zraka, ki sta odvisni od zunanje temperature, merjeno v suhih referenčnih pogojih z uravnoveženim masnim pretokom in razliko med notranjo in zunanjo temperaturo zraka 20 K ter brez pridobljene toplote od motorjev ventilatorja in notranjega puščanja«.

Vezano na »referenčne pogoje« iz uredbe, ki jih navaja tudi TSG, ti niso enaki projektnim(!) stanjem zraka. Standard SIST EN 308², posledično Uredba Evropske Komisije (EU) št. 1253/2014³, »toplotni izkoristek« določa z enačbo:

$$\eta_t = (t_{22} - t_{21}) / (t_{11} - t_{21})$$

in shematskim prikazom zračnih tokov na Sliki 2 (sliki 1 standarda):



Slika 2: Vrste zraka

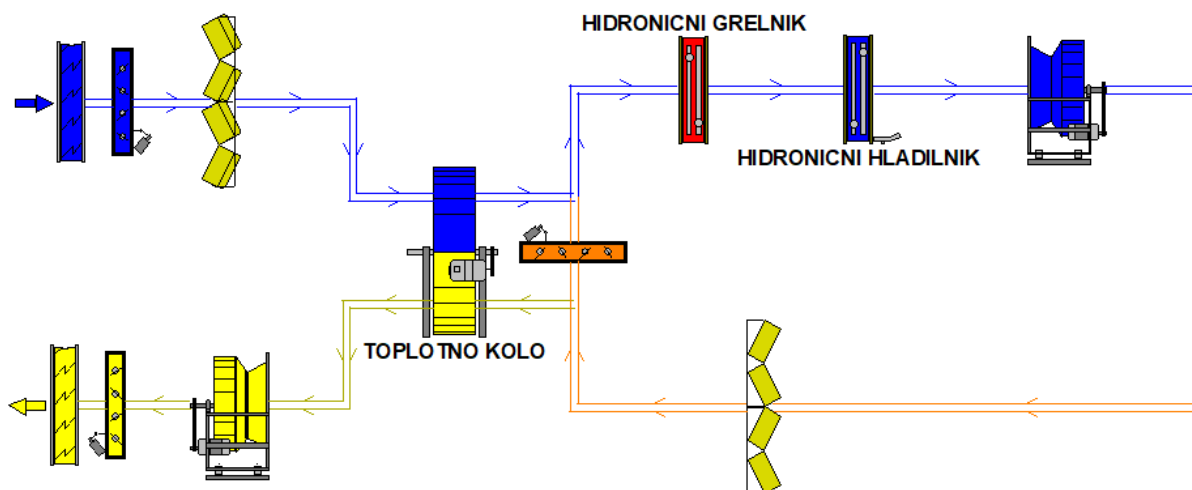
¹ Pri tem so pogoji za sistem za rekuperacijo toplote (HRS) opredeljeni ločeno za stanovanjske in nestanovanjske prezračevalne enote, za prve s temperaturno razliko 13 K in za druge z 20 K.

² Danes veljavni standard predstavlja izdaja 2022, predhodna izdaja je iz leta 1997.

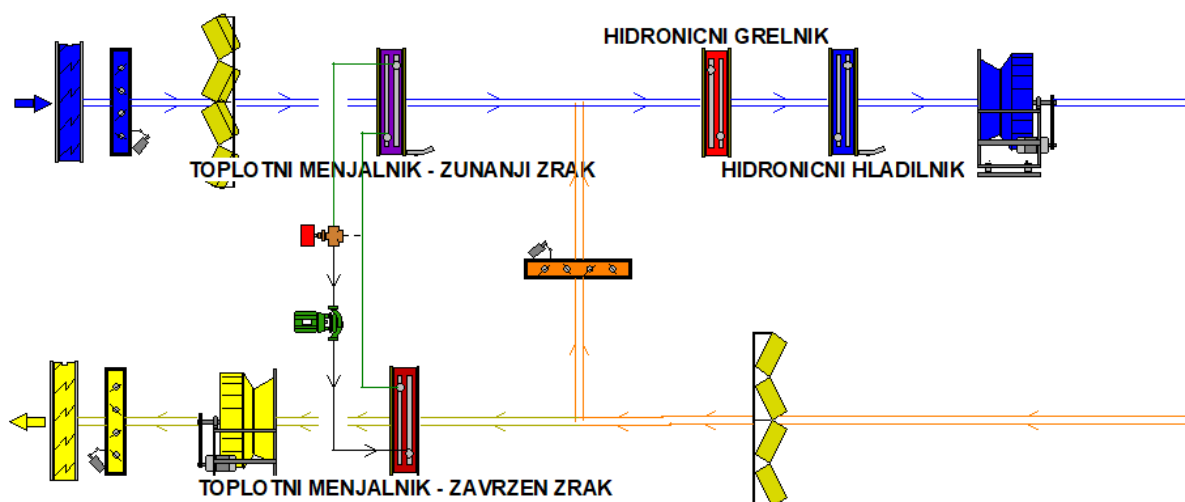
³ S tem v zvezi glej novico na medmrežni strani IZS: <http://arhiv.izs.si/fileadmin/dokumenti/aktualno/aktualno-letno-2015/Clanek-Naj-te-ne-povozi-evropska-direktiva-27-10-15.pdf>, ki zahteva najmanjši temperaturni izkoristek za necentralizirane prezračevalne sisteme vsaj 68% in za vse ostale najmanj 73 %.

Pri tem so kot referenčni temperaturni pogoji v standardu navedeni, $t_{11} = 25\text{ °C}$ (pri vlažnem termometru $< 14\text{ °C}$) za zavržen zrak in $t_{21} = 5\text{ °C}$ za dovodni (zunanji) zrak.

Kot izhaja iz enačbe za »toplotni izkoristek (η_t)«, ta na noben način ne vključuje pogonske energije motorjev za vrtenje kolesa, črpalke, tudi ne energije za premagovanje padcev tlaka v toplotnem/ih menjalniku/ih in podobno. Enačba preprosto vsebuje vrednosti temperatur in zato direktiva, enako tudi TSG, zahteva samo izpolnitev predpisanega najmanjšega TEMPERATURNEGA izkoristka (pri referenčnih pogojih). Pomeni, ne Uredba, ne TSG, ne predpisujeta ničesar tudi glede prenosa vlage iz zraka oziroma v njega! Kar omogoča uporabo različnih sistemov za zajemanje SAMO občutene (senzibilne) toplote zavrženega zraka.



Slika 3: Zajemanje toplote zavrženega zraka s toplotnim ali energijskim kolesom



Slika 4: Zajemanje toplote zavrženega zraka s povezanimi toplotnima menjalnikoma

V TSG-1-004:2022 predpisan temperaturni izkoristek pri »referenčnih pogojih« (predstavljenih temperaturah) je še kako preprosto doseči s toplotno črpalko, vendar s tem energijsko primerjamo neprimerljivo! Zato je v primerih uporabe reverzibilnih toplotnih črpalk potrebno upoštevati zahteve druge uredbe, to je Uredbe komisije (EU) št. 2016/2281. Ta določa Zahteve za okoljsko primerno zasnovo za dajanje na trg in/ali dajanje v uporabo (med drugim) tudi paketnih naprav, ki so povsod poznane pod izrazom »rooftop«. Uredba

(med drugim) določa zahteve za paketne naprave kot toplotne črpalke in naprave za kondicioniranje, pri čemer so oboje opredeljene z naslednjim:

- Paketna naprava vrste toplotna črpalka je opredeljena kot toplotna črpalka zrak-zrak, ki jo poganja električni kompresor, pri čemer so uparjalnik, kompresor in kondenzator združeni v enovit paket.
- Paketna naprava za kondicioniranje je opredeljena kot hladilna naprava zrak-zrak, ki jo poganja električni kompresor, pri čemer so uparjalnik, kompresor in kondenzator združeni v enovit paket.

Zahteve zanje so postavljene v dveh Stopnjah, pri čemer so prve začele veljati 1. januarja 2018 in druge 1. januarja 2021. Z rabo energije povezane zahteve zanje so predstavljene v tabeli 1.

Vrsta paketne naprave	Stopnja 1	Stopnja 2
Delovanje kot toplotna črpalka	$\eta_{s,h} > 115$	$\eta_{s,h} > 125$
Delovanje kot kondicioner	$\eta_{s,c} > 117$	$\eta_{s,c} > 138$

Tabela 1: Z rabo energijo povezane zahteve za paketne naprave

Glavna standarda za preskušanje in ocenjevanje delovanja (tudi) paketnih naprav sta EN 14511:2018 in EN 14825:2018. Prvi standard, EN 14511:2018, podaja opredelitve in preskusne metode za naslednje glavne podatke glede performančnosti:

- Hladilna zmogljivost
- Grelna zmogljivost
- Skupna vhodna električna moč v načinu gretja in v načinu hlajenja
- Razmerje energijske učinkovitosti (EER) pri hlajenju
- Performančno razmerje (COP) pri gretju
- Zunanji statični tlak in nazivni pretok zraka

Drugi standard, EN 14825:2018, zadeva preskušanje in ocenjevanje pri pogojih delnih obremenitev ter izračun sezone performančnosti. Glavni kazalniki, opredeljeni v tem standardu, so naslednji:

- Sezonsko razmerje energijske učinkovitosti (SEER) za obdobje hlajenja
- Sezonsko performančno razmerje (SCOP) za obdobje gretja
- Sezonska energijska učinkovitost pri prostorskem hlajenju ($\eta_{s,c}$)
- Sezonska energijska učinkovitost pri prostorskem gretju ($\eta_{s,h}$)

Načrtovano je bilo, da bo Uredba Komisije (EU) 2016/2281 v lanskem letu podvržena pregledu, vendar se to ni zgodilo. Razlog je iskati v osnutku standarda prEN 17625, ki določa izraze, preskusne pogoje in preskusne metode ocenjevanja performančnosti izrecno za namen paketnih enot z električno gnanimi kompresorji, ki so lahko opremljene z dodatnim grelnikom. Osutek standarda zajema enote zrak-zrak in voda-zrak z 2, 3 ali 4-imi žaluzijami. Razlog za nov standard je v specifičnih lastnostih in delovanju paketnih naprav, ki se bistveno razlikujejo od drugih naprav za obdelavo zraka. Kot se napoveduje, je objavo standarda mogoče pričakovati v začetku leta 2024, nakar je pričakovati tudi pregled Uredbe (EU) 2016/2281 in uskladitev z njim. Do takrat pa veljajo za paketne naprave zahteve, predstavljene v tabeli 1.

Sedaj odgovor na v izhodišču postavljeno vprašanje: Da, uporaba termodinamičnega zajemanja toplote zavrženega zraka v paketnih napravah je skupaj z njimi skladna tudi z

zahtevami TSG-1-004 ob izpolnjevanju zahtev Uredbe komisije (EU) št. 2016/2281. Pomeni, da je podana izjava, smiselno podobna naslednji: »Izdelek je skladen z evropsko direktivo ErP (Energy Related Products), ki vključuje delegirano uredbo Komisije (EU) št. 2016/2281, znano tudi kot sklop Ecodesign Lot21.«

Še kratka predstavitev paketnih (»strešnih« - rooftop) enot, saj pri nas niso močno uveljavljene. Prve so se pojavile v osemdesetih letih prejšnjega stoletja. V preteklosti so bile paketne enote sinonim za nizkocenovne in nezahtevne rešitve HVAC. Z nespremenljivim pretokom zraka, ročnim vklopom/izklopom, zgolj najosnovnejšimi sklopi in brez integriranih pametnih krmilnikov, kar je pomenilo, da te naprave niso bile niti energijsko učinkovite niti enostavne za krmiljenje. Danes teh pomanjkljivosti ni več, Današnje paketne (strešne) enote so najsodobnejše HVAC naprave, ki ponujajo zelo visoko energijsko učinkovitost in prilagodljivost delovanja spreminjajočim pogojem. Vgrajeni pametni krmilniki so združljivi s katerim koli sistemom za upravljanje stavbe (BMS), kar pomeni, da so paketne (strešne) enote skozi odčitke tipal in funkcij inteligentnega upravljanja nastavljive v širokem območju delovanja in lahko svoje zmogljivosti prilagajajo vremenskim razmeram in različnim namembnostim. Paketne (strešne) enote ponuja na območju Evropske Skupnosti preko 10 evropskih proizvajalcev.

Paketne (strešne) enote se popolnoma ujemajo tudi z evropskim zelenim dogovorom (European Green Deal), ki je strategija za podnebno nevtralnost Evropske unije (EU) do leta 2050. Trije ključni elementi te strategije so: 1. spodbujanje tehnologije toplotnih črpalk, 2. zmanjšanje vpliva hladiv in 3. politika krožnega gospodarstva.

V primerjavi z drugimi možnimi projektnimi rešitvami, kot je na primer uporaba modulnih prezračevalno-klimatizirnih naprav za prezračevanje in drugih dodatnih naprav in sistemov za zagotavljanje toplotnega ugodja, tehnična rešitev, temelječa na paketni (strešni) enoti, ponuja poenostavitev sistema HVAC z uporabo ene same enovite in avtonomne enote z vsemi funkcijami in sklopi, ki so bile zasnovane, optimizirane, tovarniško preskušene in zagnane s strani enega samega dobavitelja!

Novico pripravil predsednik UO MSS, Mitja Lenassi, PI, CxA, BEMP