



Tehnične in praktične lastnosti rekuperatorjev

Ljubljana, 15.3.2017

Slavko Kobal u.d.i.s.



zehnder
always the
best climate

Ključna področja

ZDRAVJE

1. Zadostno dovajanje svežega zraka
2. Konstantno dovajanje svežega zraka
3. Svež zrak v vseh sobah

UDOBJE

1. Izkoriščanje dobrih vrem. razmer
2. Rekup. zraka v slabih vrem. razm.
3. Neslišno delovanje

ENERGIJA

1. Visok izkoristek
2. Nizka poraba el. energije
3. Garantirano uravnoteženje
4. trajnostno



1.del-Pregled razvoja tehnike rekuperatorjev v preteklosti

2.del-Pregled tehničnih lastnosti najnovejših rekuperatorjev



ZDRAVJE – Kvaliteten zrak je osnova za zdravo bivanje v zaprtih prostorih.



Prezračevalni sistemi se nikoli popolnoma ne izklopijo

Cevi antistatične in antibakterijske – higienski certifikat

Hygiene-Institut des Ruhrgebiets

Institut für Umwelthygiene und Umweltmedizin
Direktor: Prof. Dr. rer. nat. L. Dunemann



Hygiene-Institut - Postfach 10 12 99 - 45812 Gelsenkirchen

Zehnder GmbH
Comfosystems
Almweg 34
77933 Lahr

Rothhauser Str. 19
45879 Gelsenkirchen

Telefon (0209) 9242-0
Telefax (0209) 9242-222
Internet www.hyg.de

Unser Zeichen: W-167794-2-08-Ha
Gelsenkirchen, 12.09.2008

Hygienezertifikat

zur Reinigbarkeit des Lüftungsrohrs Comfortube flat 51 (mit Innenhaut)
mit dem Zentralstaubsauger Comfoclean 3000 der Fa. Zehnder GmbH
(Kurzfassung 2 zum Gutachten W-167794-08-Ho)

Prüfstelle: Hygiene Institut des Ruhrgebiets
Institut für Umwelthygiene und Umweltmedizin
Rothhauser Straße 19
49879 Gelsenkirchen

Auftraggeber: Zehnder GmbH
Comfosystems
Almweg 34
77933 Lahr

Prüfgegenstand: Lüftungsrohr Comfortube flat 51 mit Innenhaut
Zentralstaubsauger Comfoclean 3000 (3000 Watt)

Gutachterin: Dipl.-Ing. (FH) S. Horn

Grundlage der Prüfung: Rohrstücke wurden mit Prüfstaub beaufschlagt und anschließend
mit dem Zentralstaubsauger Comfoclean 3000 (3000 Watt) sowie
mit mechanischer Unterstützung (Reinigungsbürsten) gereinigt.
Die Staubbelastung wurde vor und nach der Reinigung mittels
Wägung bestimmt.
Es wurde eine Staubentfernung von durchschnittlich 94,9 %
bestimmt.



Lüftungsrohr
Comfortube flat 51

Gelsenkirchen, den 12.09.2008

(Priv.-Doz. Dr. G.-J. Tuschewitzki)
Leiter der Abteilung Wasserhygiene
und Umweltmikrobiologie

(Dipl.-Ing. S. Horn)
Abteilung Wasserhygiene
und Umweltmikrobiologie

Die Ergebnisse und Bewertungen beziehen sich auf die untersuchten Proben bzw. Prüfgegenstände und die geltenden gesetzlichen Regelungen.
Die Gültigkeit dieses Dokuments erlischt, wenn sich die gesetzlichen Grundlagen ändern und bei Produkten zusätzlich, wenn der untersuchte
Prüfgegenstand verändert wird.
Dieses Dokument darf ohne unsere schriftliche Genehmigung nur vollständig und unverändert veröffentlicht oder vervielfältigt werden.



Träger des Hygiene-Instituts: Verein zur Bekämpfung der Volkskrankheiten im Ruhrkohlegebiet e.V., Gelsenkirchen

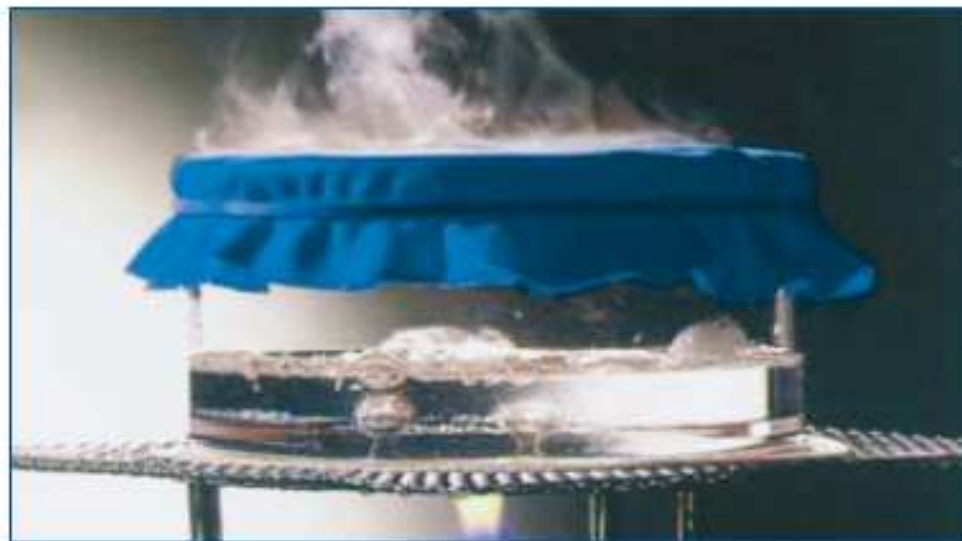
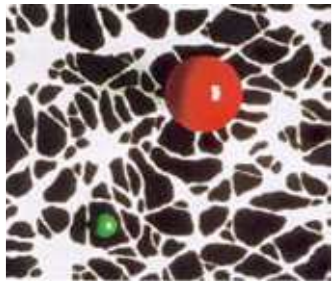
Cevi antistatične in antibakterijske – SKZ certifikat

- SKZ kontrola kakovosti
- Zagotovljena varnost za monterje in končne uporabnike
- Izpolnjevanje najvišjih higienskih zahtev
- Zagotavljanje najvišje kvalitete
- Zanesljivo delovanje

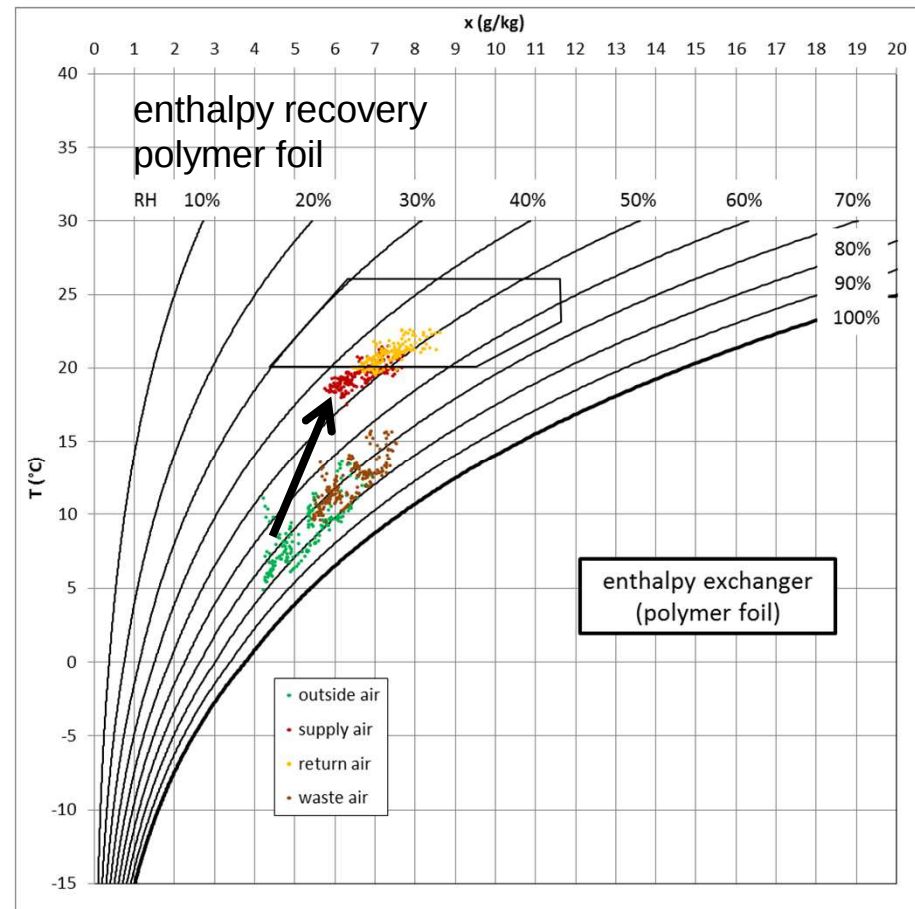
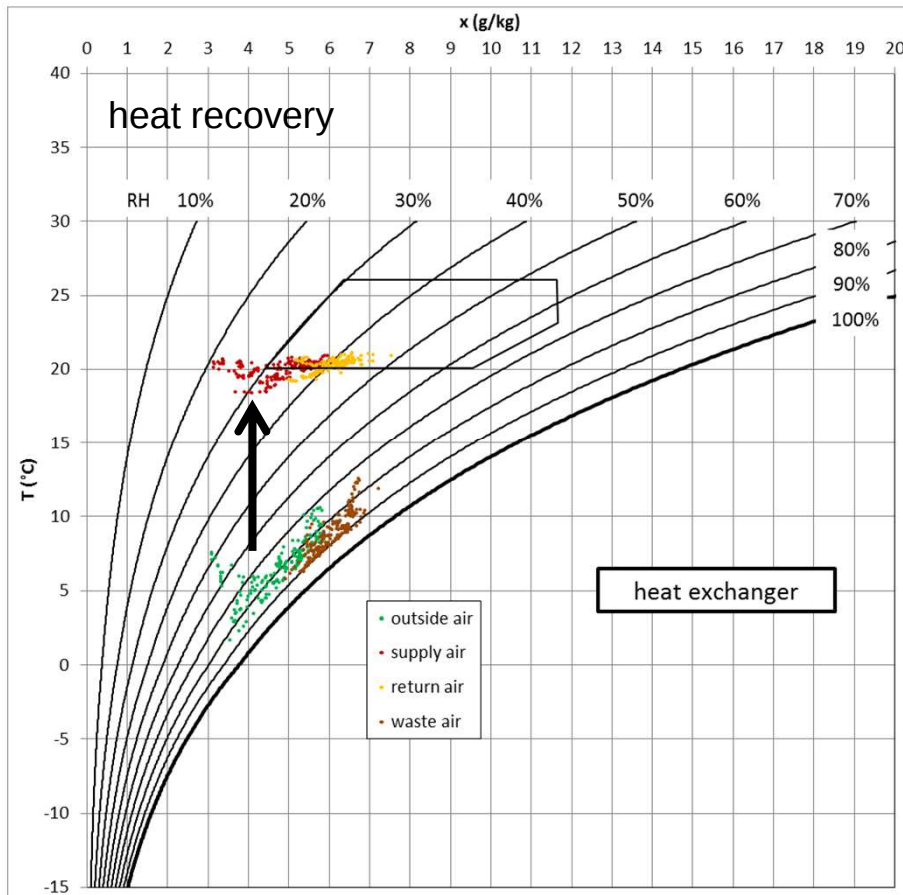


Presuh zrak pozimi, rešitev entalpijski izmenjevalec

- membrana iz Microban®

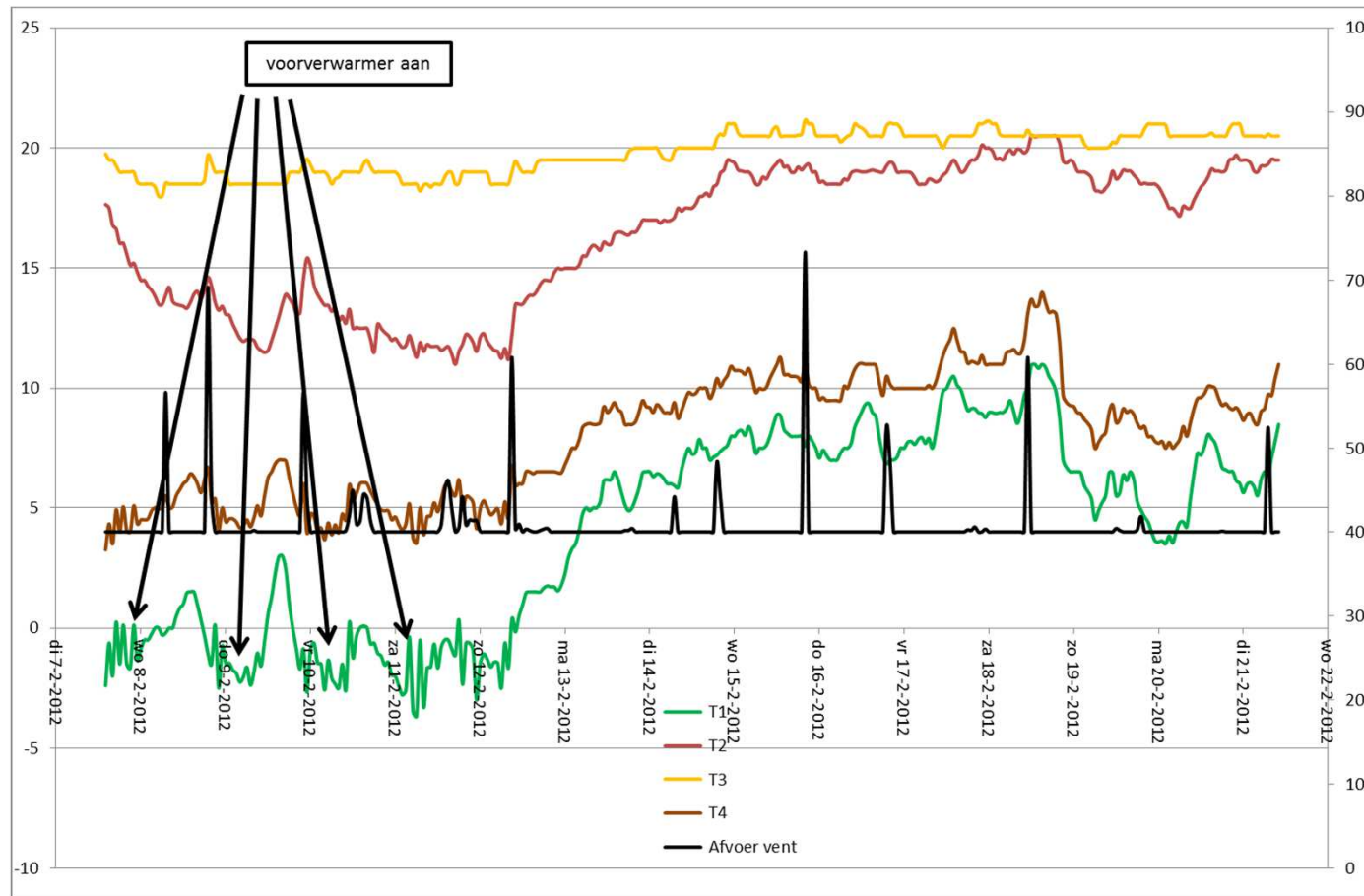


Primerjava med navadnim in entalpijskim izmenjevalcem



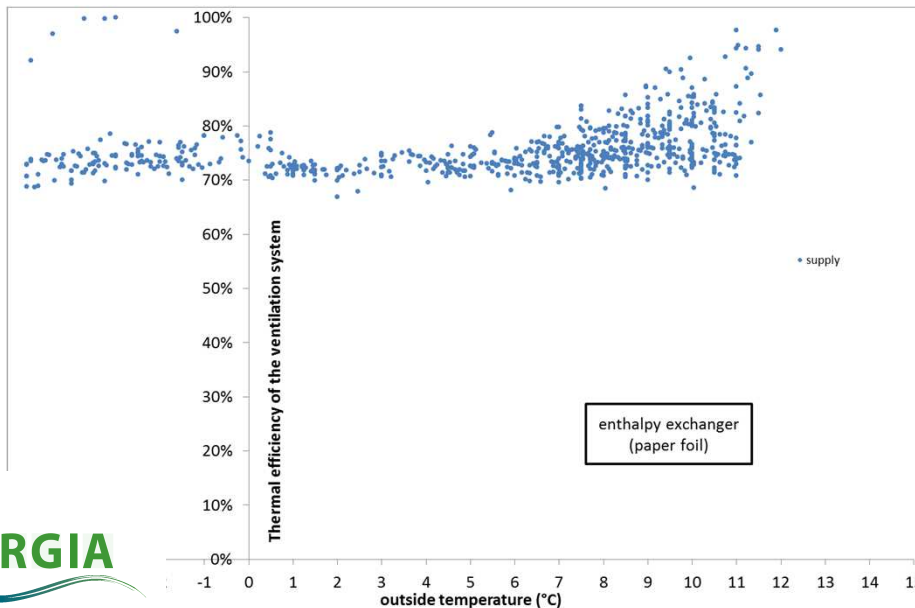
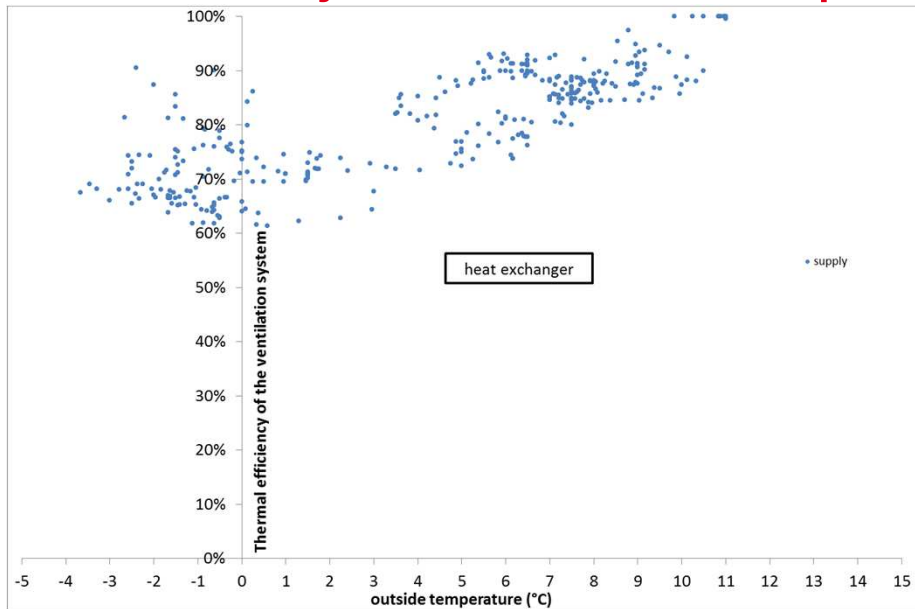
- Navaden izmenjevalec: relativna vlaga v prostoru 35% - 45%
- Entalpijski izmenjevalec: relativna vlaga v prostoru 45% - 50%
- Entalpiski izmenjevalec poveča relativno vlago v prostoru za 10%

Vpliv kondenzacije na izkoristek toplotnega izmenjevalca



- Ko je zunanja temperatura pod 5°C, izkoristek izmenjevalca pade, posledično pade temperatura vpiha v prostor T2
- Razlog je oviranje pretoka odvodnega zraka zaradi kondenzacije

Vpliv kondenzacije na izkoristek toplotnega izmenjevalca



Entalpijski izmejevalec preprečuje kondenzacijo in zato ohrani visoke izkoristke tudi pri zelo nizkih temperaturah.

Pri konstrukciji je pomembna učinkovita izraba notranj. prostora za večje udobje, zdravje in odlične izkoristke



Pri konstrukciji je pomembna učinkovita izraba notranj. prostora za večje udobje zdravje in odlične izkoristke

▪ **Kaj:**

- Več prostora za čim večji izmenjevalec toplote z dobrim izkoristkom in majhnim uporom
- Več prostora za večje ventilatorje manjši upor in tiho delovanje

▪ **Zakaj:**

- Večji prihranki energije zaradi visokih izkoristkov in nizke porabe el. energije
- Več udobja zaradi tihega obratovanja

Področja inovacij



1. Nadzor pretoka zraka na ventilatorjih
2. Pred grelec
3. By-pass - obvod
4. Udobna temperatura
5. Senzorika
6. Opozorilo za menjavo filtrov



Prostorninski zračni tok vs. masni zračni tok

Za maksimalni izkoristek rekuperacije, mora biti masni tok dovoda in odvoda izenačen!

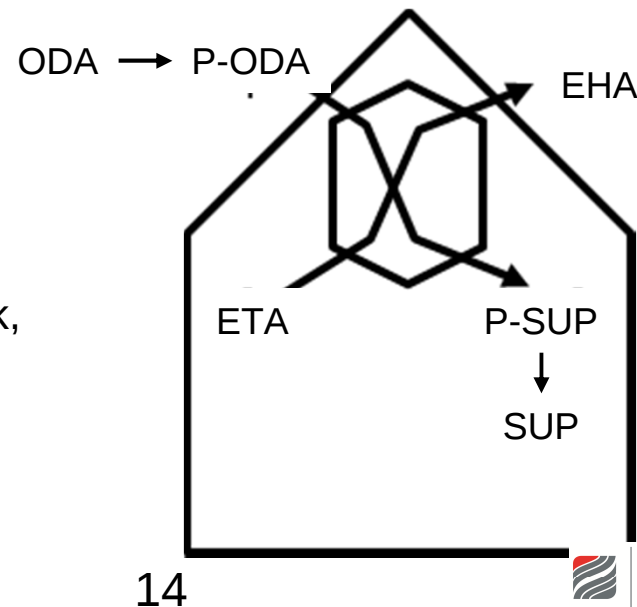
- Zrak pri 20°C : 150 m³/h je enak 180 kg/h
- Zrak pri 0°C : 150 m³/h je enak 194 kg/h

Zaključek:

Med umerjanjem starejših enot, so volumni zraka umerjeni, to pomeni, da je tekom leta masno neravnovesje tudi do 8%, kar pomeni nihanje izkoristka naprave

Poimenovanje zračnih tokov

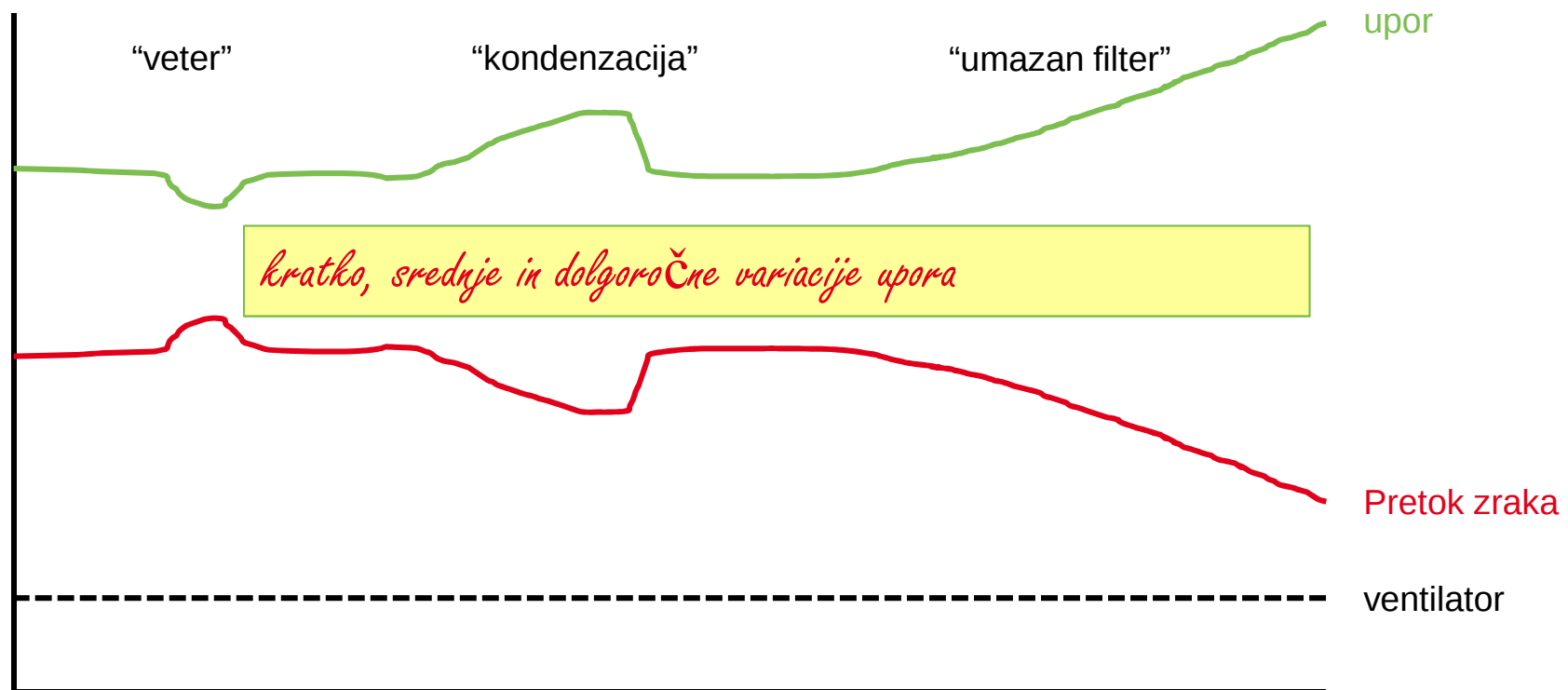
ODA	= zunanji zrak
P-ODA	= pred temperiran zun. zrak,
P-SUP	= pred temperian dovod
SUP	= dovod zraka,
ETA	= odvod zraka,
EHA	= odpadni zrak



Fiksno delovanje ventilatorja

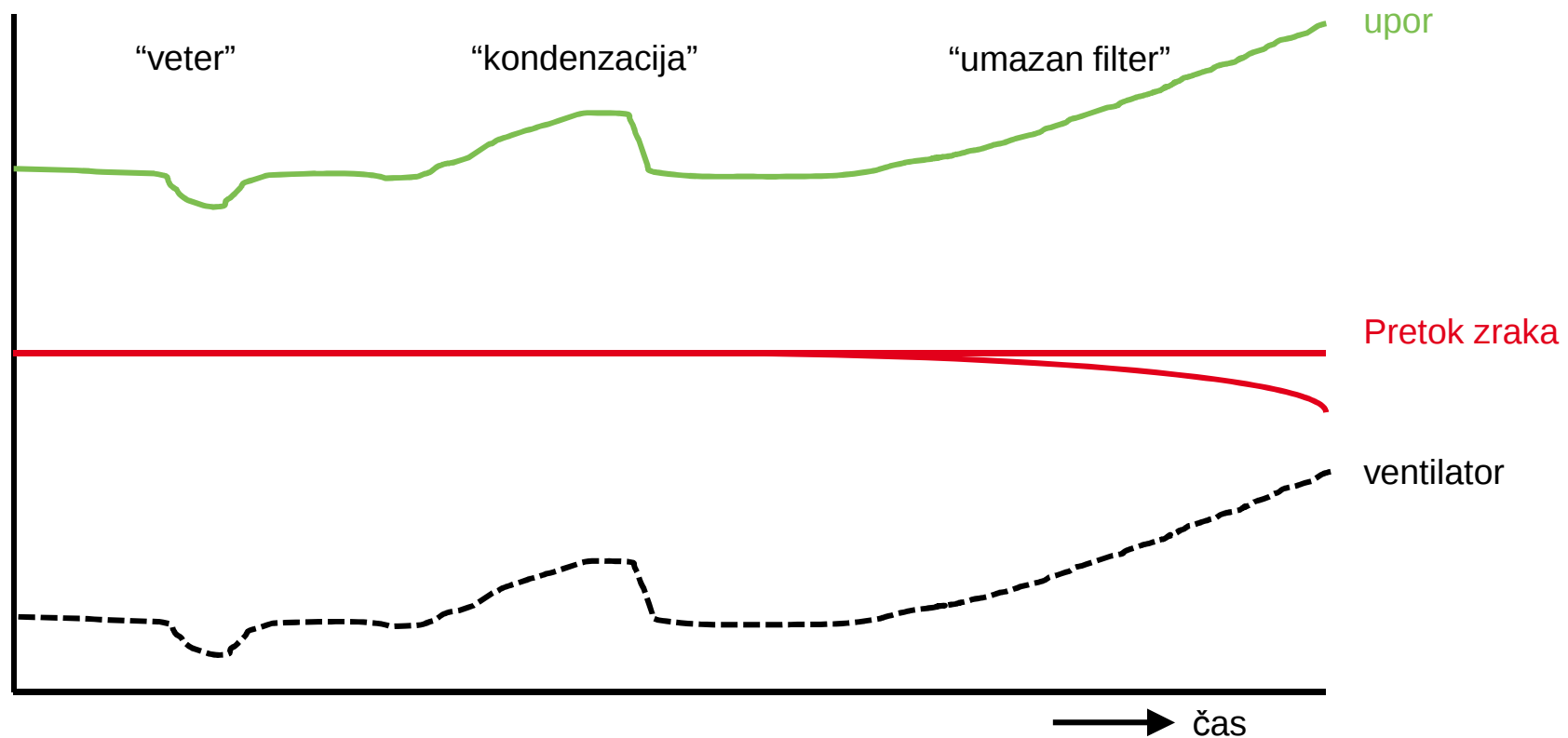


- Pri zagonu se umeri pretok zraka (m^3/h), takrat se nastavi procenke delovanja ventilatorja na projektne pogoje
- Takoj po zagonu so pretoki uravnoteženi, kasneje pa ne



Konstanten volumen

- Pri konstantnem volumnu se pretok glede na pogoje spreminja ves čas in tako ostaja uravnotežen

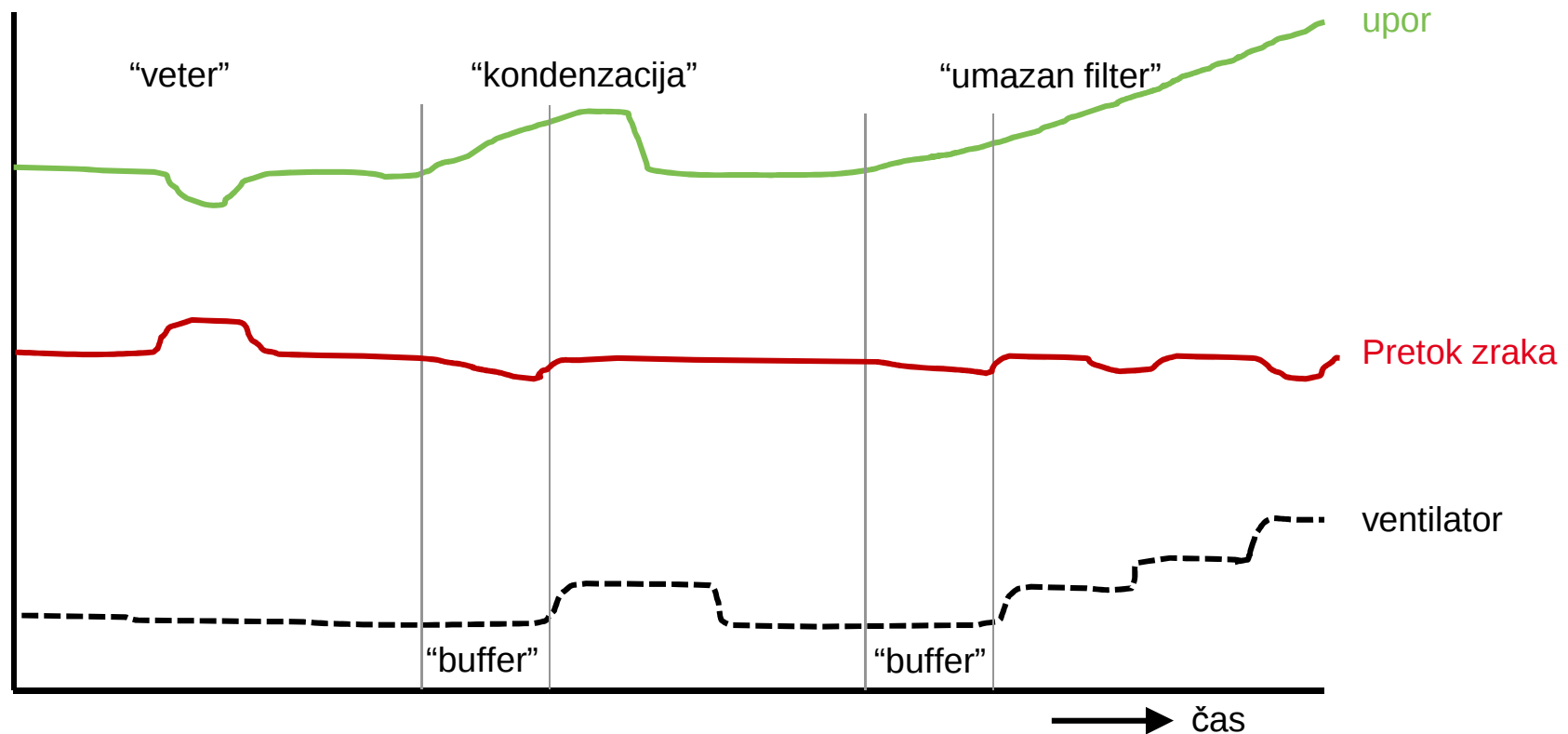


- Pri konstantnem volumnu lahko pride do zaganjanja ventilatorja in hrupnosti saj popravlja vsako najmanjšo spremembo upora

Tehnologija kontrole pretoka



- Umerjen pretok OK, dejanski pretok OK, ni zaganjanja ventilatorja
- Procent delovanja ventilatorja se popravlja samo pri srednje in dolgo ročnih spreminjanjih upora pri kratko ročnih pa samo kadar so velike

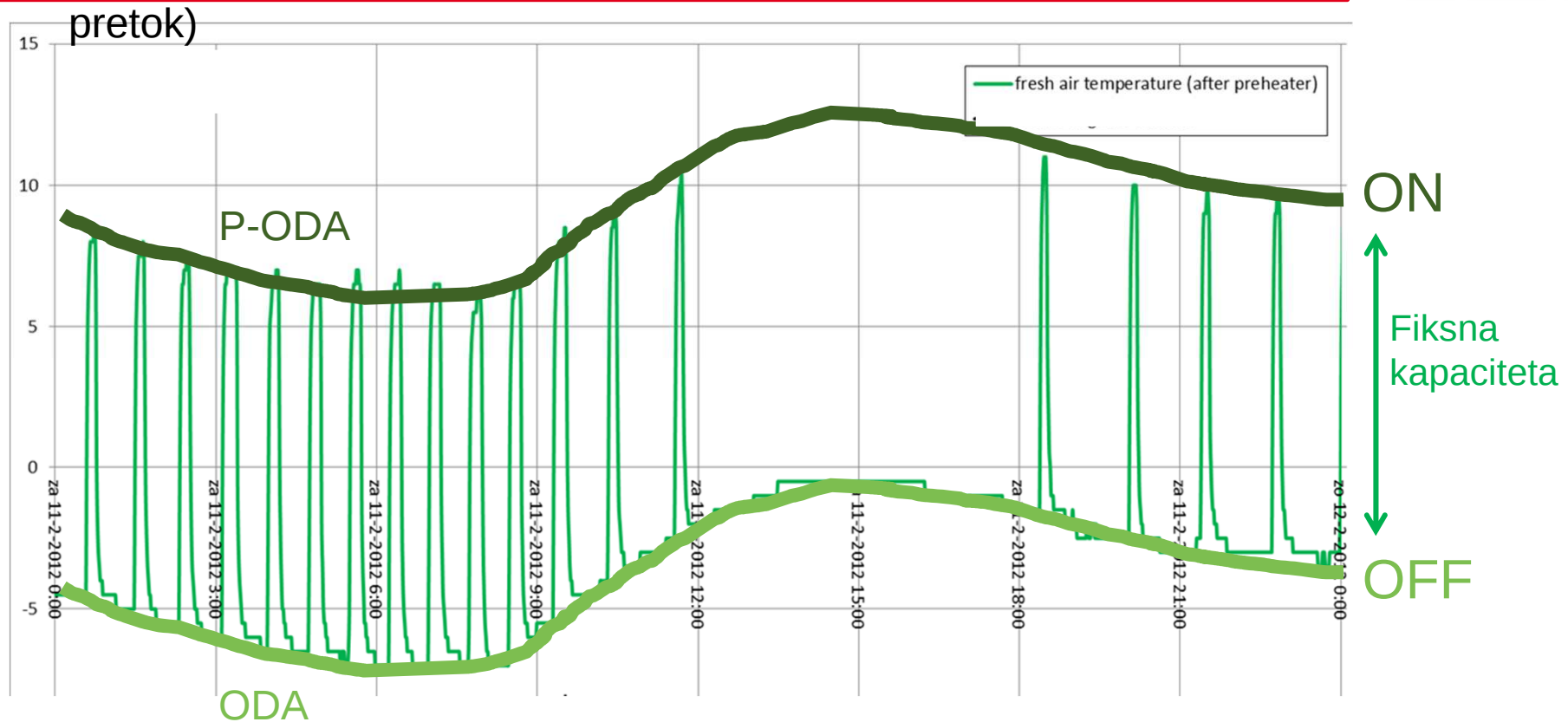


Predgrelec on/off (tehnologija odmrzavanja)

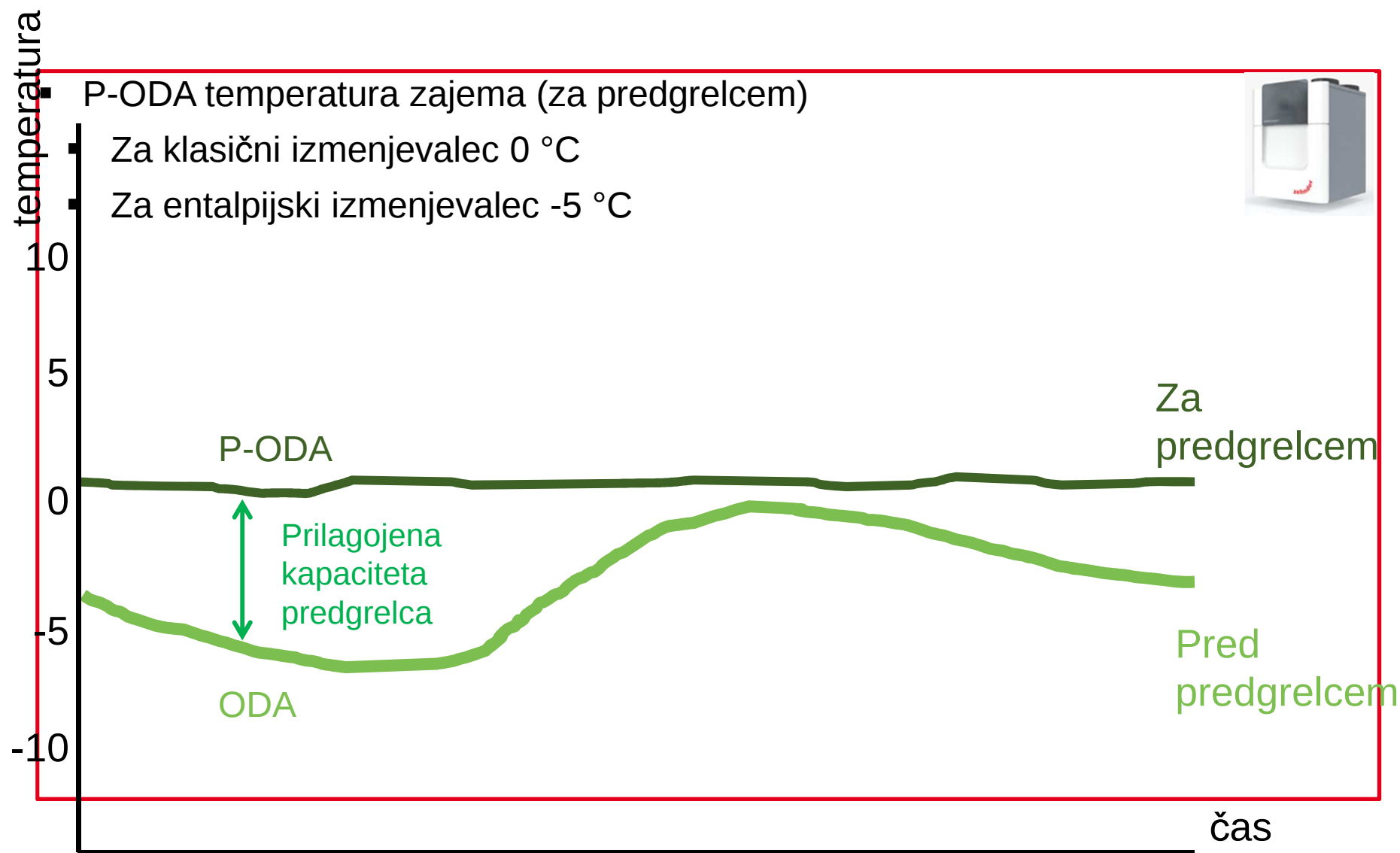


Predgrelec z fiksno kapaciteto se prižiga on/off

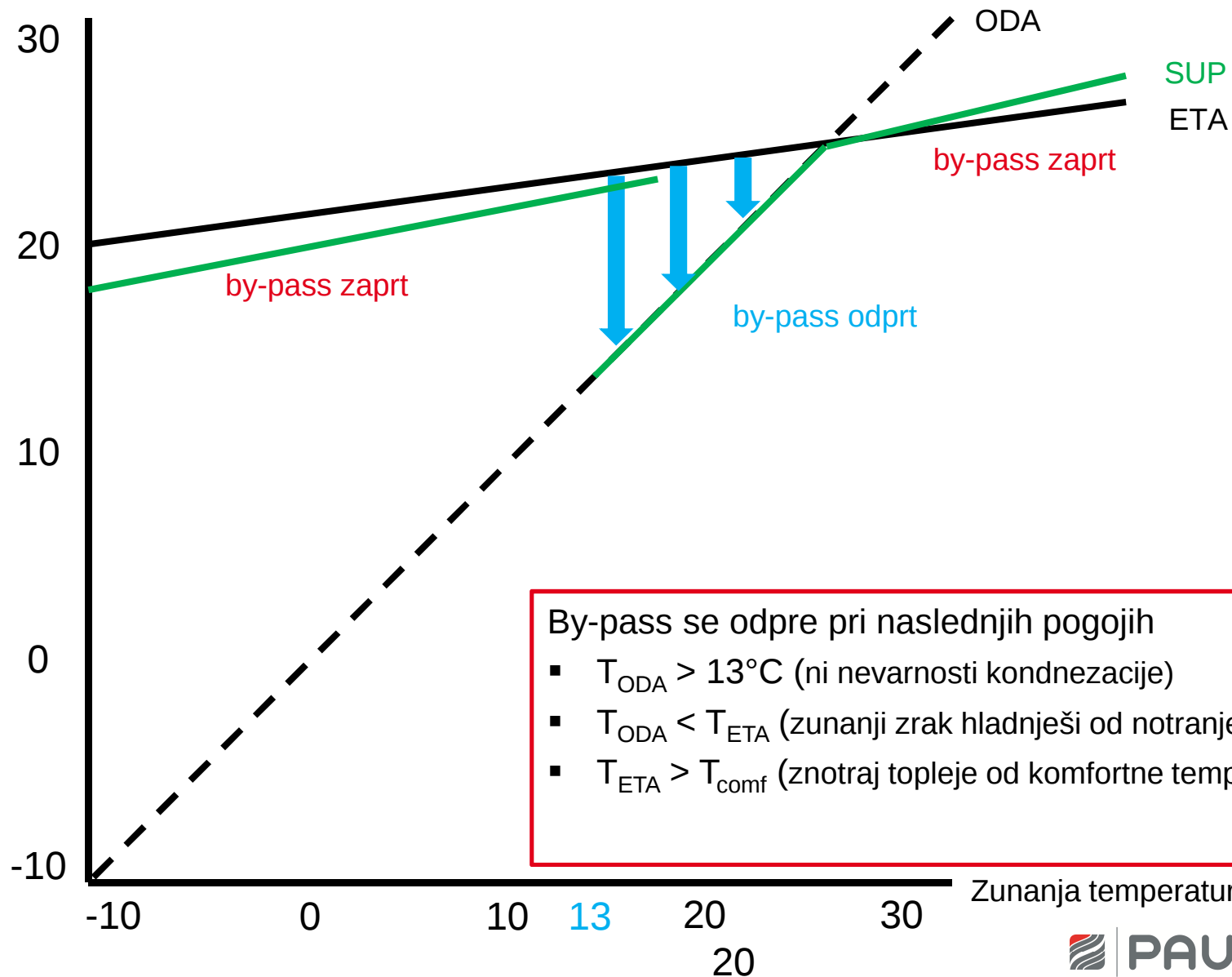
- Težava z izkoristki: zunanji zrak niha med -5 in $+8$ °C
- Težava z udobjem: dovodni zrak niha med 12 °C in 16 °C
(izmenjevalec, v katerem kondenzacija onemogoča



Linijski, prilagodljivi predgrelec



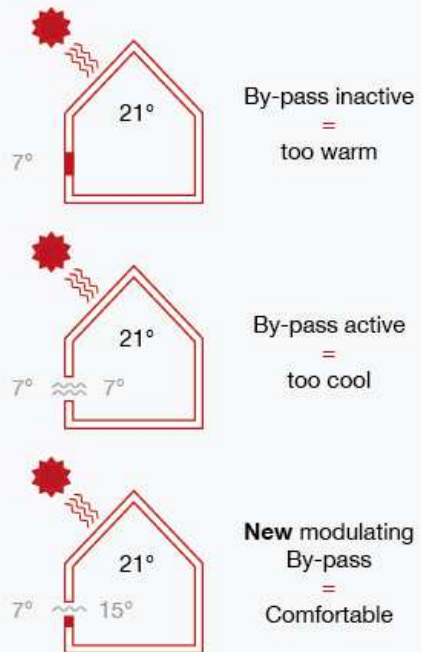
Zaprt ali odprt klasični bypass



Linijski zvezni by-pass

By-pass

Modulating by-pass



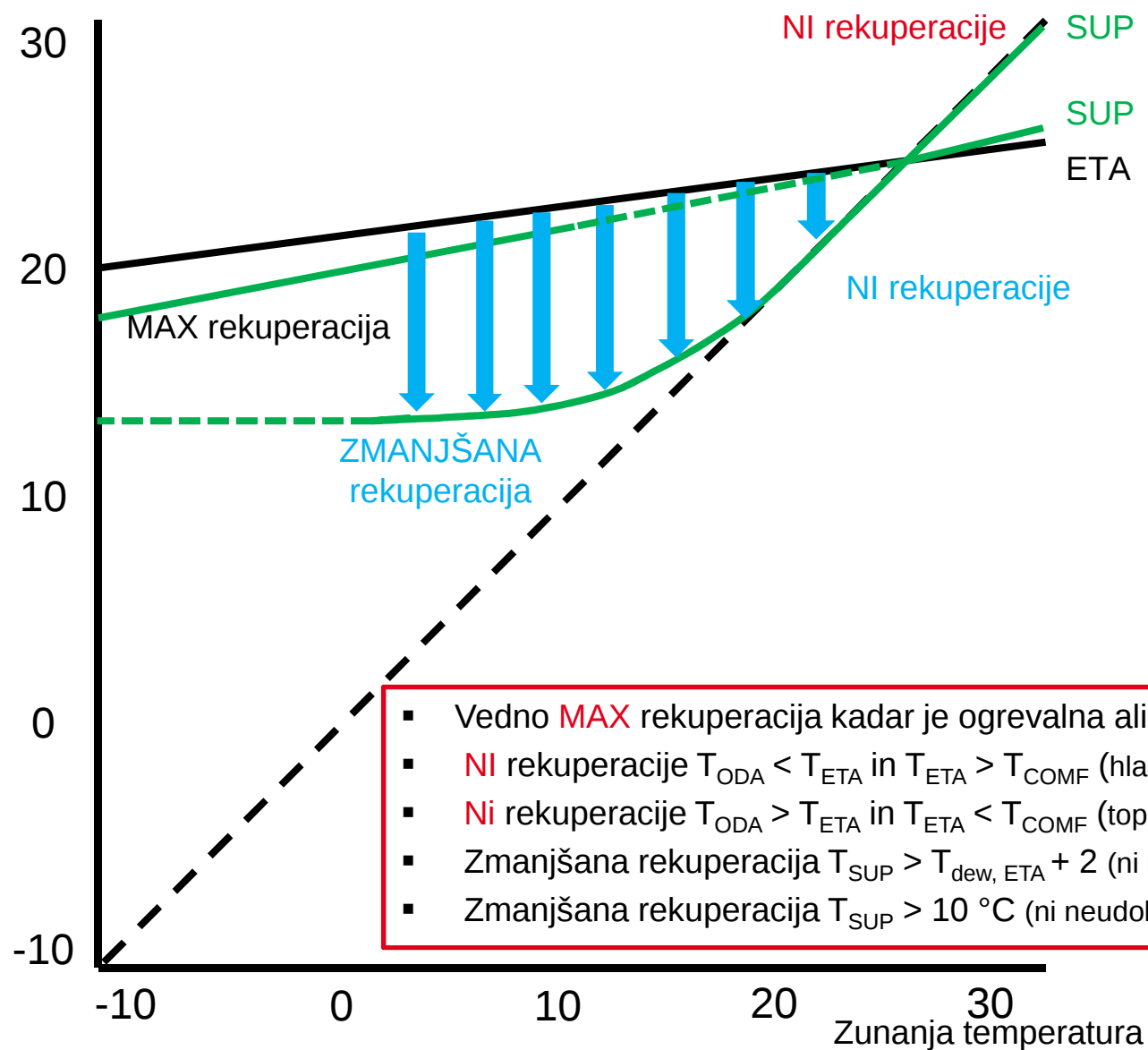
Inactive = maximum heat recovery



Active = partial or no heat recovery

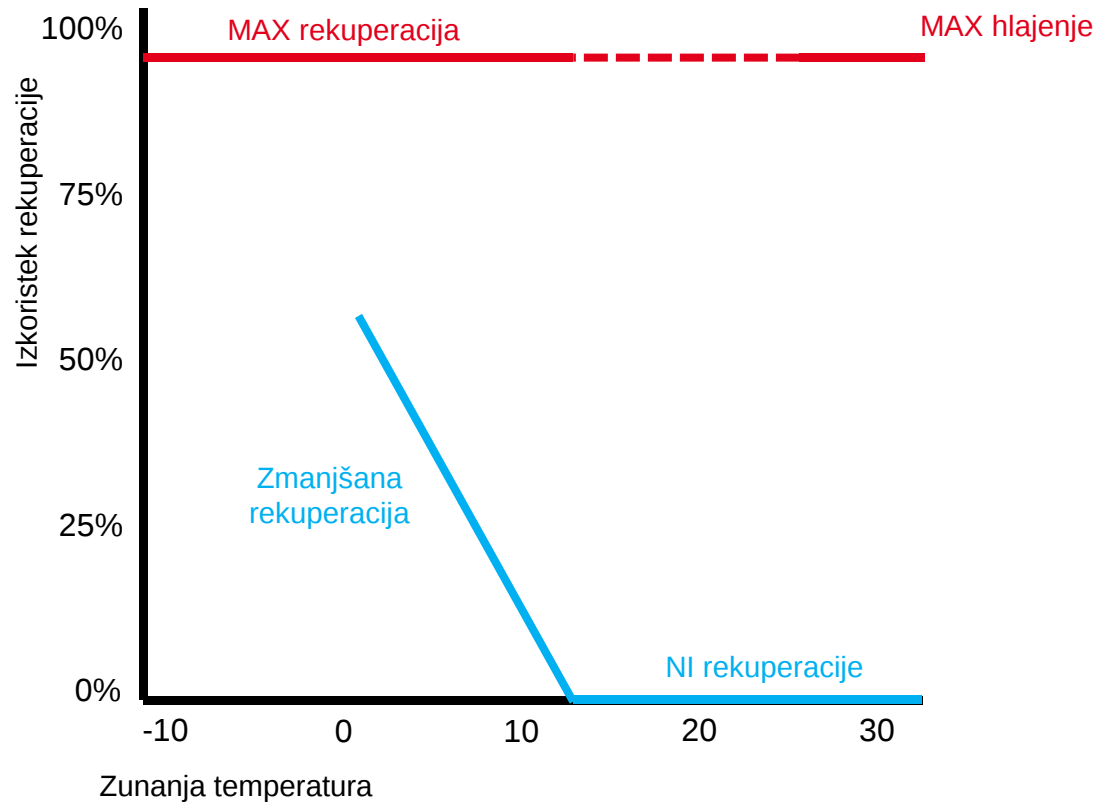


Linijski zvezni by-pass



- Vedno **MAX** rekuperacija kadar je ogrevalna ali hladilna sezona
- **NI** rekuperacije $T_{ODA} < T_{ETA}$ in $T_{ETA} > T_{COMF}$ (hladen zrak v pretoplo hišo)
- **Ni** rekuperacije $T_{ODA} > T_{ETA}$ in $T_{ETA} < T_{COMF}$ (topel zrak v prehladno hišo)
- Zmanjšana rekuperacija $T_{SUP} > T_{dew, ETA} + 2$ (ni kondenzacije na ceveh)
- Zmanjšana rekuperacija $T_{SUP} > 10\text{ °C}$ (ni neudobja)

Linijski zvezni by-pass



- Možnost dovajanja hladnega zraka v pretoplo hišo
- Možnost dovajanja toplega zraka v prehladno hišo
- Avtomatsko zaznavanje letnega časa(ogrevanje /hlajenje) , glede na povprečno zunanjo temperaturo zadnjih 5 dni

Razlika med 15°C spomladi in jeseni



≠



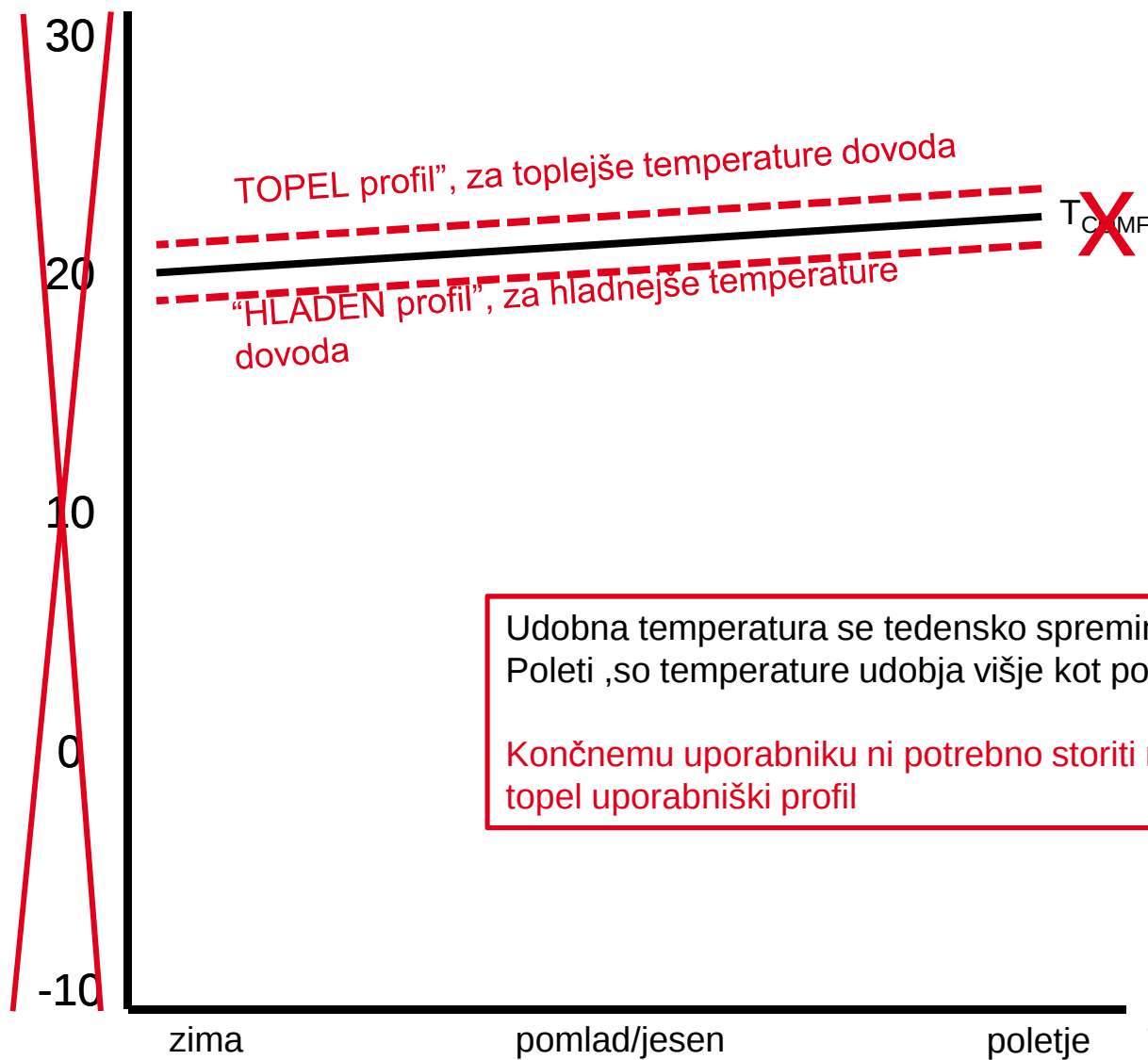
≠



Občutek toplote

Občutek mraza

Upravljanje temperature na podlagi sprememb temperatur in vlažnosti dovodnega in odvodnega



Ljudje se prilagajamo podnebju

Udobna temperatura se tedensko spreminja z vremenom:
Poleti, so temperature udobja višje kot pozimi

Končnemu uporabniku ni potrebno storiti nič drugega kot nastaviti hladen ali topel uporabniški profil

Zunanja temp. povprečna (RMOT)

Upravljanje temperature na podlagi sprememb temperatur in vlažnosti dovodnega in odvodnega



Zakaj uporaba RMOT za doseg udobne temperature?



Udobna temperatura ni odvisna od dejanske zunanje temperature, odvisna je od povprečne zunanje temperature v zadnjih 5 dneh

En tople dan ne vpliva takoj na spremembo udobne temperature
prvi sončen pomladni dan z dejansko zun. temperaturo 15 °C → RMOT 10 °C →
by-pass se bo verjetno vklopil → toplota se odvede iz hiše
5 zaporednih toplih dni bo nekoliko zvišalo udobno temperaturo

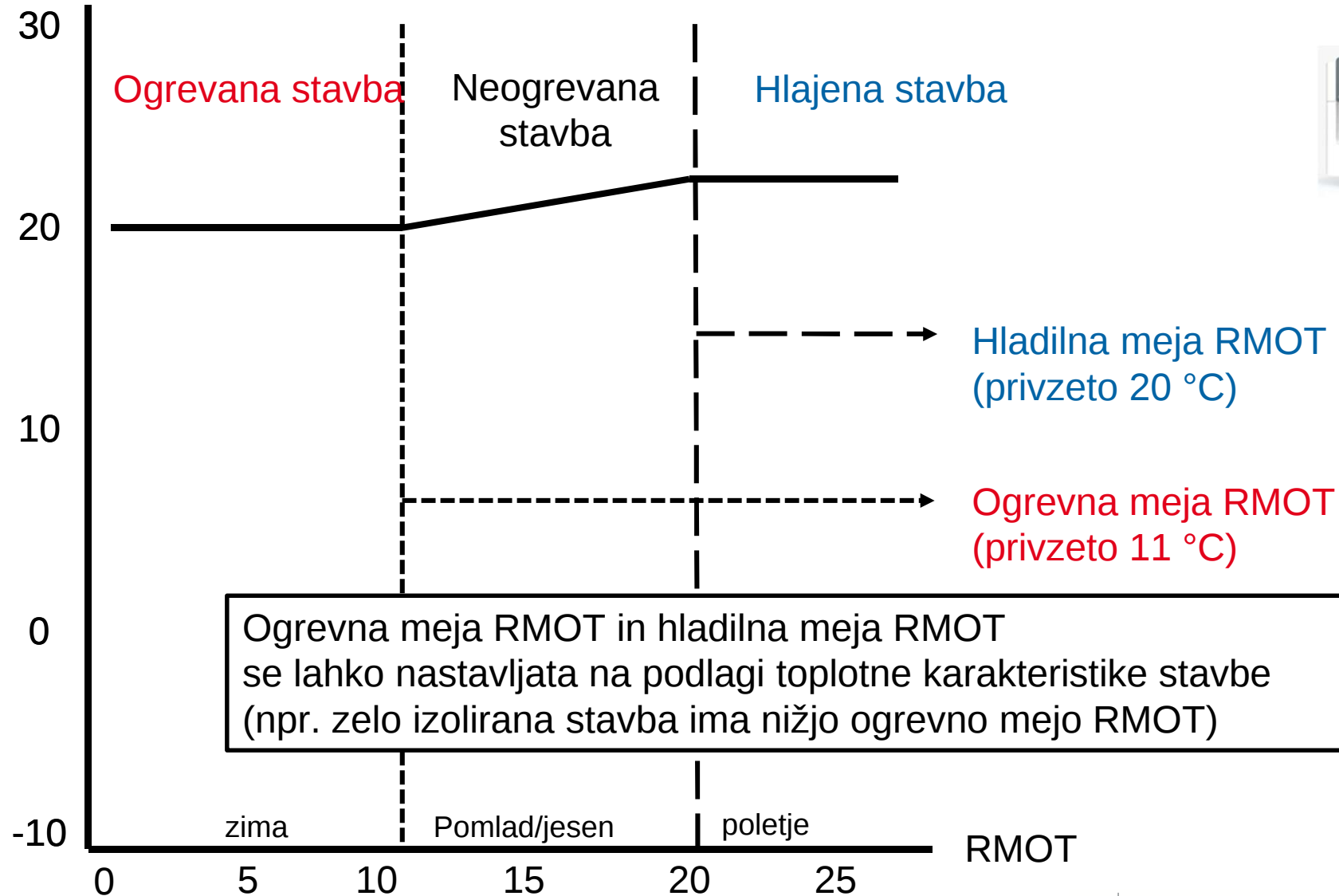
En hladen dan ne vpliva takoj na spremembo udobne temperature
prvi oblačen jesenski dan z dejansko zun. temperaturo 15 °C → RMOT 20 °C →
by-pass se verjetno ne bo vklopil → toplota ostane v hiši
5 zaporednih hladnih dni bo nekoliko znižalo udobno temperaturo

fiksna udobna temperatura vodi do pretiravanja v spreminjanju nastavitve udobne temperature

Upravnana udobna temperatura: udobje brez skrbi!

Zaznavanje letnega časa

notranja temp



Ogrevna meja RMOT in hladilna meja RMOT se lahko nastavljata na podlagi toplotne karakteristike stavbe (npr. zelo izolirana stavba ima nižjo ogrevno mejo RMOT)

Standardna kontrola pretoka

Pretok je odvisen od:

- Ročna nastavitve
- Nastavitve po urniku
- CO₂ senzor
- Sobno tipalo vlage

Tipalo vlage v kopalnici

- Merjena je relativna vlaga v kopalnici
- Povečanje pretoka kadar nivo vlage v kopalnici preseže mejno vrednost

Nadzor vlage z HygroPresence tipalom

- Merjena je absolutna vlaga v prostoru
- Kadar se notranja vlaga dviga počasi, je možno, da se dviga zaradi zunanje vlage, zato se nič ne zgodi
- Kadar se notranja vlaga dviga hitro, se zaradi notranjega vira vlage(kopalnica, kuhinja), zato se dvigne intenzivnost prezračevanja



Regulacija s senzorji temperature in vlage



- Osnovno prezračevanje po urniku ali z CO₂ tipali
- Senzorji tipajo temperaturo in vlago v zunanjem in odvodnem zraku
- Intenzivnost prezračevanja nikoli ni nižja od osnovno nastavljene
- Intenzivnost prezračevanja se lahko dvigne za izravnavo vlage in temperature

- 4 tipi regulacije z senzorji:
 1. TEMPERATURNO PASIVNO
maksimiziranje pasivnega hlajenja ali ogrevanja pri ustreznih pogojih(z obvodom)
 2. TEMPERATURNO AKTIVNO
maksimiziranje aktivnega hlajenja ali ogrevanja pri ustreznih pogoji (kadar ima sistem vgrajeno hlajenje ali post-grelec)
 3. VLAŽENJE ZA UDOBJE
vzdrževanje vlage v območju udobja(maksimiranje pasivnega razvlaževanja oz. vlaženja)
 4. ZAŠČITA PRED VLAGO
izogibanje previsoki vlagi pri ustreznih pogojih

Regulacija s senzorji temperature in vlage



TEMPERATURNO PASIVNO

Intenzivnost prezračevanja se poveča kadar

- Zahteva po hlajenju hkrati pa je pasivno hlajenje omogočeno
- Zahteva po ogrevanju hkrati pa je pasivno ogrevanje omogočeno

TEMPERATURNO AKTIVNO

Intenzivnost prezračevanja se poveča kadar

- Zahteva po hlajenju hkrati pa je aktivno hlajenje omogočeno(klima)
- Zahteva po ogrevanju hkrati pa je aktivno ogrevanje omogočeno(post grelec)

Regulacija s senzorji temperature in vlage



- Senzorji tipajo absolutno vlago v zunanjem in odvodnem zraku
- Predpostavka:
notranja vlaga je lahko za 2 g/kg višja od zunanje zaradi zasedenosti stavbe



VLAŽENJE ZA UDOBJE

Intenzivnost prezračevanja se poveča

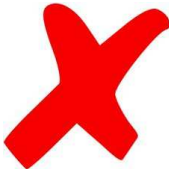
- Razvlaževanje je zahtevano ter pasivno razvlaževanje je na voljo
(notranja absolutna vlaga je 2 g/kg višja kot zunanja absolutna vlaga)
- Relativna vlaga je izven območja udobja, zato izrabimo vlago v zunanjem zraku
(relativna vlage je nad 65% in zunanji zrak je manj vlažen kot notranji)
(relativna vlaga je pod 30% in zunanji zrak je bolj vlažen)

ZAŠČITA PRED VLAGO

Intenzivnost prezračevanja se poveča kadar:

- Relativna vlaga je izven območja udobja, zato izrabimo vlago v zunanjem zraku
(relativna vlage je nad 65% in zunanji zrak je manj vlažen kot notranji)
(relativna vlaga je pod 30% in zunanji zrak je bolj vlažen)

Primer: kadar je zunanja vlaga previsoka...

primer 1: zunaj manj vlage kot znotraj	primer 2: zunaj več vlage kot znotraj
	
	

V primeru 2, naprava ne dovoli povečanja intenzivnosti

Opozorilo za zamenjavo filtrov na podlagi pretečenega časa

Opozorilo o menjavi filtra se pojavi na podlagi pretečenega časa

- Ne glede na intenzivnost prezračevanja



Opozorilo za zamenjavo filtrov na podlagi dovedenega zraka

- Zamenjava filtra poteka glede na m³ ali na pol leta(odvisno kateri pogoj je prej dosežen)
- se pravi, da se opzoroilo pojavi prej pri intezivnem prezračevanju



Povezljivost



Hvala za pozornost...