H priedas. Sistemų etalonų charakteristikos

Siekiant įvertinti sistemos ar energinių paslaugų tiekimo grandinės termodinaminį sezoninį efektyvumą (TSE) yra reikalinga turėti atskaitines sistemas, kurių atžvilgiu yra įvertinamas konretus konfiguracijos atvejis. Ši atskaitos sistema formuojama pasitelkiant blogiausio ir aukštą termodinaminį efektyvumą užtikrinančias sistemų konfiguracijas. Esminiai principai, kuriais remiantis fomuojamos prielaidos kiekvienai energinių paslaugų tiekimo posistemei iš kurių susideda pastatą aptarnaujanti sistema, pateikiami lentelėje:

	Blogiausio efektyvumo atvejis	**Aukšto efektyvumo atvejis**
Patalpų šildymas šaltuoju metų laiku	Patalpų šildymo atveju, reikalinga energija yra tiesiogiai tapatinama su termodinaminiu darbu – šilumos generavimui naudojant elektros energiją Qh=E	Patalpas šildo idealizuotas šilumos šaltinis, kurio atiduodamo šilumos srauto temperatūra priklauso nuo reikalingos galios. Daroma prielaida, kad tai paviršinis, žematemperatūrinis šildymo būdas. Taip pat taikoma prielaida, kad visoms aptarnaujamoms zonoms reiklaingas tos pačios temperatūros šilunešis
Patalpų vėsinimas šiltuoju metų	Patalpų vėsinimo atveju taikoma prielaida, kad naudojamas žemo efektyvumo vėsinimo įrenginys aušinanitis vandenį. Esant vėsos poreikiui įtraukiamos cirkuliacinių siurblių sąnaudos. Qc/n=E	Patalpų vėsinimo atveju, vėsą tiekia idealizuotas šilumos šaltinis, kurio šilumnešio temperatūra apskaičiuojama priklausomai nuo reikalingos vėsinimo galios. Daroma prielaida, kad tai pagal projektines sąlygas suprojektuotas aukštatemperatūrinis vėsinimas
Patalpų vėdinimas šaltuoju metų laiku	Tiekiamas oras pašildomas minimalaus privalomo efektyvuo šilumogrąža ir iki reikalingos temperatūros pašildoma elektriniu šildytuvu. Qh=E	Traktuojama, kad tiekiamas oras pašildomas šilumogrąžos pagalba, atgaunant šilumą iš šalinamo oro. Iki reikiamos temperatūros oras pašildomas idealizuoto šilumos šaltinio, kurio tiekiama šilumnešio temperatūra apskaičiuojama priklausomai nuo reikalingos galios.
Patalpų vėdinima s šiltuoju	Tiekiamas oras ataušinamas taikant principus naudojamus patalpų vėsinimo atveju. (A4)	Naudojamas šilumos atgavimas ir oras ataušinamas aukštatemperatūrinio vėsos šaltinio.
Karštas vanduo	Karšto vandens ruošimui reikalinga energija yra tiesiogiai tapatinama su termodinaminiu darbu – šilumos generavimui naudojant elektros energiją Qh=E	Karštą vandenį ruošiantis šaltinis gamina 5K aukštesnės temperatūros šilumešį karšto vandens ruošimui.

Dėl stiprios energijos poreikių ir pastato charakteristikų sąsajos, kiekvienas pastatas vartojantis energiją gali turėti skirtingas blogiausio ir aukšto efektyvumo etalonų reikšmes. Dėl šios priežasties, pastato projektiniai sprendimai atsiliepiantys komfortą ir energines paslaugas užtikrinančių sistemų efektyvumui gali būti veikiami ne tik koreguojant sistemų konfiguraciją, funkcionavimo parametrus ir kitus rodiklius keičiančius vidinių termodinaminių negrįžtamumų atsiradimą. Pastato atitvarų charakteristikos, forma, orientacija, įstiklinimo

kiekis, bei charakteristikos, kartu su kitais parametrais turi ženklų poveikį pastato energijos ir eksergijos poreikiams.

Visos sistemos etalono išraiška

Visos sistemos atveju, sistemos efektyvumas gali būti išreištas apibendrinat visų posistemių srautus ir naudojant prielaidas **„gerai“ ir „blogai“** sistemoms

$$\eta_{II.sist} = \frac{Ex_{hs} + Ex_{cs} + Ex_{vent} + Ex_{DHW}}{\left(Q_{hs} \cdot \eta_c + W_{pumps} + W_{FCU}\right) + \left(Q_{cs} \cdot \eta_c + W_{pumps} + W_{FCU}\right) + \left(Q_{vent} \cdot \eta_c + W_{fans} + W_{pumps}\right) + \left(Q_{DHW} \cdot \eta_c\right)}$$

Sezoninis efektyvumas išreiškiamas analogiškai kaip ir įprastinius atveju, pasinaudojant svoriniu koeficientu Ci.

Šildymo sistemos etalono išraiška

Dydis	**Formulė**
Šildymo sistemos termodinaminis efektyvumas	$\eta_{hs} = \frac{Ex_{hs}}{Q_{hs} \cdot \eta_c + W_{pumps} + W_{FCU}}$
Carno faktorius	
Blogos sistemos atveju	η=1
Bendroji išraiška geros sistemos atveju	$\eta_c = 1 - \frac{T_a}{T_i - T_o} \cdot \ln\left(\frac{T_i}{T_o}\right)$
Itekančio šilumnešio temperatūra	$T_i = \left(T_{i.des} - T_{i.no-load}\right) \cdot \frac{P_i}{P_{des}} - T_{i.des}$
Ištekančio šilumnešio temperatūra	$T_o = T_i - \frac{P_i}{m \cdot C_p}$
Sudaryta naudojant temperatūros išraiškas	$\eta_c = 1 - \frac{T_a}{-\frac{P}{m \cdot C_p}} \cdot \ln\left(\frac{\left(T_{i.des} - T_{i.no-load}\right) \cdot \frac{P_i}{P_{des}} - T_{i.des}}{\left(\left(T_{i.des} - T_{i.no-load}\right) \cdot \frac{P_i}{P_{des}} - T_{i.des}\right) - \frac{P_i}{m \cdot C_p}}\right)$
Cirkuliacinių siurblių dedamoji skaičiuojama tuo atvejui, jei Qhs>0 Cirkuliacinių siurblių:	
Hidraulinis pasipriešinimas	$P_{hidr} = m \cdot \frac{\Delta P}{\rho}$ čia m – kg/s, dP – Pa, rho kg/m^3 *ΔP/ρ =10m, remiantis prielaida, kad tai tikslinis dydis pagal kurį yra projektuojamos sistemos.*
Geriausiu atveju W_{pumps} [W]	$W_{pump} = 1.7 \cdot P_{hidr} + 17 \cdot \left(1 - e^{-0.3 \cdot P_{hidr}}\right)$
Blogiausiu atveju:	$W_{pump} = \frac{P_{hidr}}{\varepsilon_{\min}}$ *ε_{min}=0.32, apskaičiuotuota, pagal prasčiausias leistinas sąlygas ASHRAE 90.1 metodą, kaip W_{pump}= 300W/(l/s) esant H=10m.*
Ventiliatorinių konvektorių sąnaudos	

Dydis	Formulė
Geros sistemos atveju	**W_{FCU}=0**
Blogos sistemos atveju	$W_{FCU} = \frac{Q_{cs}}{FCEER}$ Čia FCEER=25, pagal Eurovent E klasė orą šildantiems, ortakyne montuojamiems ventiliatoriniams konvektoriams.

Vėsinimo sistemos etalono išraiška

Dydis	Formulė
	$\eta_{cs} = \frac{Ex_{cs}}{\frac{Q_{cs}}{COP_c} \cdot \eta_c + W_{pumps} + W_{FCU}}$
COP apskaičiuojamas	
Blogos sistemos atveju	COPc=1
Geros sistemo atveju	$COP_c = n \cdot \frac{T_{cold}}{T_a - T_{cold}}$ kai Tcold=7+273.15
Korekcijos koeficientas n	$n = \frac{1.7}{\frac{7+273.15}{35-7}} = 0.17$ Čia, 1,7 – G klasė pagal Eurovent, „Air Cooled ducted“, kai projektinės sąlygos Tamb=35 / Tsup=7
Carno faktorius	
Blogos sistemos atveju	η=1
Geros sistemos atveju	$\eta_c = 1 - \frac{T_a}{-\frac{P}{m \cdot C_p}} \cdot \ln\left(\frac{(T_{i.des} - T_{i.no-load}) \cdot \frac{P_i}{P_{des}} - T_{i.des}}{\left((T_{i.des} - T_{i.no-load}) \cdot \frac{P_i}{P_{des}} - T_{i.des}\right) - \frac{P_i}{m \cdot C_p}}\right)$
Cirkuliacinių siurblių galia apskaičiuojama ***analogiškai šildymo sistemos atvejui.***	
Ventiliatorinių konvektorių sąnaudos	
geros sistemos atveju	**W_{FCU}=0**
blogos sistemos atveju	$W_{FCU} = \frac{Q_{cs}}{FCEER}$ Čia FCEER=25, pagal Eurovent E klasė vėsinantiems oratakyne montuojamiems ventiliatoriniams konvektoriams.

Vėdinimo sistemos etalono išraiška

Dydis	Formulė
	$\eta_{vent} = \frac{Ex_{vent}}{Q_{vent} \cdot \eta_{c.vent} + W_{fans} + W_{pumps}}$
Carno faktorius	

Dydis	Formulė
Blogos sistemos atveju	$\eta_{c.vent}=1$
Geros sistemos atveju:	$\eta_{c.vent} = 1 - \frac{T_a}{-\frac{P}{m \cdot C_p}} \cdot \ln\left(\frac{\left(T_{i.des} - T_{i.no-load}\right) \cdot \frac{P_i}{P_{des}} - T_{i.des}}{\left(\left(T_{i.des} - T_{i.no-load}\right) \cdot \frac{P_i}{P_{des}} - T_{i.des}\right) - \frac{P_i}{m \cdot C_p}} \right)$
Ventiliatorių elektros sąnaudos	
	Šio darbo ribose, nėra nagrinėjami parametrai darantys poveikį vėdinimo įrenginių ventiliatorių sąnaudoms, todėl ventiliatoriams tenkanti galia apskaičiuojama W_{fans} [W] $W_{fans} = \frac{m}{\rho} \cdot SFP$ Blogos sistemos atveju: SFP=2000 W/(m3/s), pagal SFP 4 klasę, Geros sistemos atveju SFP=500+300=800 W/(m3/s), pagal SFP 1 klasę remiantis , EN 13779:2007 6.5. skyriumi.
Cirkuliacinių siurblių galia apskaičiuojama ***analogiškai šildymo sistemos atveju.***	
Eksergijos srautai dėl vėdinimo įrenginio šilumogrąžos	
	Šilumogrąžos efektyvumas geriausiu atveju 0,9 $Q_{vent} = \left(V \cdot C_p \cdot \rho\right)\left(T_{\text{int}} - \left(T_{ext} + \varepsilon_{\text{T.A}}\left(T_{\text{int}} - T_{ext}\right)\right)\right)$
	$Ex_{dem.heat.vent} = \left(V \cdot C_p \cdot \rho\right)\left(\begin{array}{l} \left(T_{\text{int}} - \left(T_{ext} + \varepsilon_{\text{T.A}}\left(T_{\text{int}} - T_{ext}\right)\right)\right) - \\ - T_a \ln\left(\frac{T_{\text{int}}}{T_{ext} + \varepsilon_{\text{T.A}}\left(T_{\text{int}} - T_{ext}\right)} \right) \end{array} \right)$
	blogiausiu atveju - 0,65

Karšto vandens etalono išraiška

Dydis	Formulė
	$\eta_{DHW} = \frac{Ex_{DHW}}{Q_{DHW} \cdot \eta_c + W_{pump}}$
Blogos sistemos atveju	$\eta_c=1$
Geriausiu atveju apskaičiuojamas:	$\eta_c = 1 - \frac{T_a}{T_{HS\sup} - T_{HSret}} \cdot \ln\left(\frac{T_{HS\sup}}{T_{HSret}} \right)$
Temperatūros apskaičiuojamos tokia tvarka:	$T_{HS\sup} = \frac{T_{DHW} + \left(\frac{NTU}{1+NTU}\right) \cdot T_{CW} - T_{CW}}{\left(\frac{NTU}{1+NTU}\right)}$ NTU=10.
į šaltinį grįžtančio šilumnešio temperatūra apskaičiuojama pagal	$T_{HSret} = T_{HS\sup} - \frac{Q_{DHW}}{m \cdot C_p} = T_{HS\sup} - \frac{\left(\frac{NTU}{1+NTU}\right) \cdot m \cdot C_p \left(T_{HS\sup} - T_{CW}\right)}{m \cdot C_p}$

Dydis	**Formulė**
atiduotą šiluminės energijos kiekį	
Išraiška	$T_{HSret} = \frac{T_{DHW} + \left(\frac{NTU}{1+NTU}\right) \cdot T_{CW} - T_{CW}}{\left(\frac{NTU}{1+NTU}\right)} - \left(\frac{NTU}{1+NTU}\right) \cdot \left(\left(\frac{T_{DHW} + \left(\frac{NTU}{1+NTU}\right) \cdot T_{CW} - T_{CW}}{\left(\frac{NTU}{1+NTU}\right)} \right) - T_{CW} \right)$