

ENERGETICKÁ, EKONOMICKÁ A ENVIRONMENTÁLNA BILANCIA BUDOV

Výpočtové softvéry a vzorové príklady

Daniel Kalús

ENERGETICKÁ, EKONOMICKÁ A ENVIRONMENTÁLNA BILANCIA BUDOV

Výpočtové softvéry a vzorové příklady

Táto práca bola podporovaná Ministerstvom školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky prostredníctvom grantu KEGA 044STU-4/2018.

Všetky práva vyhradené. Nijaká časť textu nesmie byť použitá na ďalšie šírenie akoukoľvek formou bez predchádzajúceho súhlasu autorov alebo vydavateľstva.

© doc. Ing. Daniel Kalús, PhD.

Recenzenti: doc. Ing. Radoslav Ponechal, PhD.
Ing. Jozef Lovás, PhD.

Schválila Edičná rada Stavebnej fakulty STU v Bratislave.

ISBN 978-80-227-5135-3

OBSAH

Zoznam fyzikálnych veličín	5
Predslov	11
Úvod	12
1 Energetická analýza budov	14
1.1 Výpočet potreby tepla na vykurovanie budov	14
1.2 Zjednodušený výpočet projektovaného tepelného príkonu na vykurovanie budov	19
1.3 Zjednodušený výpočet potreby tepla na prípravu teplej vody pre budovy	21
1.4 Zjednodušený výpočet projektovaného tepelného príkonu na prípravu teplej vody v budovách	21
1.5 Zjednodušený výpočet potreby tepla na vetranie pre budovy	25
1.6 Zjednodušený výpočet projektovaného príkonu na vetranie pre budovy	26
1.7 Výpočet prípojných hodnôt	27
1.8 Zjednodušený výpočet potreby energie na vykurovanie, prípravu teplej vody, vetranie a chladenie, osvetlenie	28
1.8.1 Ročná potreba energie a merná potreba energie na vykurovanie	28
1.8.2 Ročná potreba energie a merná potreba energie na prípravu teplej vody	31
1.8.3 Ročná potreba energie a merná potreba energie na vetranie	33
1.8.4 Ročná potreba energie a merná potreba energie na osvetlenie	33
1.9 Zjednodušený výpočet celkovej potreby energie budovy, globálneho ukazovateľa – primárnej energie a emisií CO ₂	34
1.9.1 Celková potreba energie a merná potreba energie celkovej potreby budovy	34
1.9.2 Globálny ukazovateľ – primárna energia	38
1.9.3 Výpočet emisií CO ₂	39
1.10 Zjednodušený výpočet potreby paliva	39
2 Vzorový príklad energetickej bilancie budov a výpočet ceny za energiu	40
2.1 Sumarizácia vstupných údajov a pomocné výpočty	40
2.2 Výpočet potreby tepla a energie na vykurovanie	42
2.3 Výpočet ceny za vykurovanie	44
2.4 Výpočet potreby tepla a energie na prípravu TV	45
2.5 Výpočet ceny za prípravu TV	49
2.6 Vstupné údaje pre energetickú bilanciu vetrania budov	51
2.7 Výpočet potreby tepla a energie na vetranie budov	53
2.8 Výpočet ceny za vetranie budov	55

2.9	Sumarizácia energetickej, ekonomickej a environmentálnej analýzy budov	57
3	Vzorový príklad výpočtu tepelných charakteristík pre obytný okrsok	62
3.1	Sumarizácia vstupných údajov a pomocné výpočty	62
3.2	Výpočet plošnej hustoty, priestorovej hustoty, hustoty obyvateľstva a tepelnej hustoty	65
4	Vzorový príklad výpočtu a návrhu tepelného príkonu na prípravu teplej vody	66
4.1	Sumarizácia vstupných údajov a pomocné výpočty	66
4.2	Výpočet tepelného príkonu na prípravu teplej vody v bytových domoch	69
4.3	Výpočet tepelného príkonu na prípravu teplej vody v budovách občianskej vybavenosti	72
4.4	Závislosť tepelného príkonu na prípravu teplej vody od počtu bytov	73
5	Záver	75
	Literatúra	76

Prílohy – digitálne podklady / e-learning / výpočtové softvéry

- [1] KALÚS, D.: *Výpočtový softvér ZBE I. – výpočet energetickej bilancie na vykurovanie, prípravu TV, nútené vetranie a výpočet ceny za energie*. Digitálny dokument v exceli, rok vypracovania 2020.
- [2] KALÚS, D.: *Výpočtový softvér ZBE II. – výpočet hustoty obyvateľstva h_o , plošnej hustoty h_s , priestorovej hustoty h_p , tepelnej hustoty h_t obytného okrsku*. Digitálny dokument v exceli rok vypracovania 2020.
- [3] KALÚS, D.: *Výpočtový softvér ZBE III. – výpočet a návrh tepelného príkonu na prípravu TV pri zásobníkovom, kombinovanom a prietokovom ohreve teplej vody*. Digitálny dokument v exceli, rok vypracovania 2020.
- [4] KALÚS, D.: *Výpočtový softvér ZBE IV. – výpočet tepelného príkonu na prípravu TV v bytových domoch*. Digitálny dokument v exceli, rok vypracovania 2020.
- [5] KALÚS, D.: *Výpočtový softvér EHB I. – Výpočet potreby tepla na vykurovanie*. Digitálny dokument v exceli, rok vypracovania 2020.
- [6] KALÚS, D.: *Výpočtový softvér EHB II. – Zjednodušený výpočet tepelného príkonu na vykurovanie, TV a vetranie*. Digitálny dokument v exceli, rok vypracovania 2020.

ZOZNAM FYZIKÁLNYCH VELIČÍN

A_b	merná plocha (m^2)
A_g	plocha uvažovanej podlahy (m^2)
A_i	podlahová plocha vykurovanej miestnosti (m^2)
A_k	plocha stavebnej konštrukcie (m^2)
A_{skl}	pôdorysná plocha skladu paliva (m^2)
$\Sigma A_i / V_b$	faktor tvaru budovy (m^{-1})
B	potreba paliva pre všetky kotly (m^3/h , kg/h)
B_r	ročná potreba paliva (m^3/rok , kg/rok)
$C_{OBJ-VYK}$	cena za vykurovanie celej budovy (€/rok)
C_{Ab}	cena za energiu na m^2 plochy za rok (€/($m^2 \cdot rok$))
C_{BYT}	cena za energiu na 1 byt za rok (€/rok)
$C_{OBJ-VYK}$	cena za energiu na vykurovanie celej budovy za rok (€/rok)
C_{OBJ-TV}	cena za energiu na prípravu TV celej budovy za rok (€/rok)
C_{OBJ-V}	cena za energiu na vetranie celej budovy za rok (€/rok)
$C_{OBJ-OSV}$	cena za energiu na osvetlenie celej budovy za rok (€/rok)
$C_{E(GJ/a)}$	cena za energiu na vykurovanie na 1 GJ (€/GJ)
$DO_{TV-osoba}$	dávka teplej vody na osobu ($l/(osoba.deň)$)
$DO_{TV-ZO-osoba}$	dávka teplej vody na osobu predpokladaný denný objem TV na osobu pri zásobníkovom ohreve ($l/(osoba.deň)$)
$DO_{TV-KO-osoba}$	dávka teplej vody na osobu predpokladaný denný objem TV na osobu pri kombinovanom ohreve ($l/(osoba.deň)$)
D_{VYK}	počet dennostupňov vo vykurovacom období (-)
D_{VZT}	počet dennostupňov pre vetranie za vykurovacie obdobie (-)
E	celková ročná potreba energie (GJ/rok)
E_{TV}	ročná potreba energie pre prípravu teplej vody (kWh/rok)
E_{VYK}	ročná potreba energie pre vykurovanie (kWh/rok)
E_{VZT}, E_V	ročná potreba energie pre vzduchotechniku (kWh/rok)
E_{OSV}	ročná potreba energie pre osvetlenie (kWh/rok)
E_{EE}	ročná potreba energie na elektrinu (kWh/rok)
$E_{celková}$	celková ročná potreba energie (kWh/rok)
$E_{VYK, TV, V}$	celková ročná potreba energie na vykurovanie, TV a vetranie (kWh/a)
EM_{CO2}	množstvo emisií CO_2 (kWh/rok)
$FZMCT$	fixná zložka maximálnej ceny tepla s primeraným ziskom 165,4317 €/kW; pre Petržalku (od 01.01.2019 do 31.12.2021) podľa Úradu pre reguláciu sieťových odvetví, Rozhodnutie č. 0138/2019/T, číslo spisu: 4291-2018-BA zo 14.12.2018
f_{Pnren}	faktor primárnej energie podľa energetického nosiča v zmysle vyhlášky č. 364/2012 Z. z. doplnenej vyhláškou č. 324/2016 Z. z. a vyhláškou č. 35/2020 Z. z. (-)
h_s	plošná hustota (%)
h_p	priestorová hustota (m^3/km^2)

$h_{osôb}$	plošná obyvateľstva (osôb/km ²)
h_t	tepelná hustota (MW/km ²)
H	celková merná tepelná strata (W/K)
H_T	merná tepelná strata prechodom z vykurovaného priestoru do exteriéru cez obalové konštrukcie (W/K)
H_V	merná tepelná strata vetraním z vykurovaného priestoru do exteriéru cez obalové konštrukcie (W/K)
ΔH_{TM}	merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov (W/K)
H_u	výhrevnosť paliva (kJ/m ³ , kJ/kg), (MJ/m ³ , MJ/kg)
I_{VV}	intenzita výmeny vzduchu za hodinu (1/h)
K_{en}	faktor emisií CO ₂ podľa energetického nosiča v zmysle vyhlášky č. 364/2012 Z. z. doplnenej vyhláškou č. 324/2016 Z. z. a vyhláškou č.35/2020 Z. z. (kg/kWh)
N	charakteristické číslo vzťahnuté k jednotkovému bytu (-)
$obsadenosť$	plocha na jednu osobu v zmysle vyhlášky č. 364/2012 Z.z. doplnenej vyhláškou č. 324/2016 Z. z. a vyhláškou č.35/2020 Z. z. (-)
OZE	zohľadnenie energie z obnoviteľných zdrojov (kWh/rok)
P	obvod uvažovanej podlahy, zahŕňa iba dĺžku vonkajších stien oddeľujúci uvažovaný vykurovaný priestor od vonkajšieho priestoru (m)
PET_V	predpokladaná energetická trieda na vetranie a chladenie pre danú kategóriu budovy (kWh/(m ² .rok))
RPT_{VYK}	merná ročná potreba tepla na vykurovanie (kWh/(m ² .rok))
RPT_{TV}	merná ročná potreba tepla na prípravu teplej vody na plochu priestoru (kWh/(m ² .rok))
RPT_V	merná ročná potreba tepla na vetranie na plochu priestoru (kWh/(m ² .rok))
RPE_{OSV}	merná ročná potreba elektriny (kWh/(m ² .rok))
q_{E-VYK}	merná potreba energie na vykurovanie (kWh/(m ² .rok))
q_{E-TV}	merná potreba energie na prípravu TV (kWh/(m ² .rok))
q_{E-VZT}	merná potreba energie na vetranie (kWh/(m ² .rok))
q_{E-OSV}	merná potreba energie na osvetlenie (kWh/(m ² .rok))
$q_{E-celková}$	merná potreba celkovej potreby energie pre budovu (kWh/(rok.m ²))
$q_{E-primárna}$	globálny ukazovateľ - primárna energia budovy (kWh/(rok.m ²)) v zmysle vyhlášky č. 364/2012 Z. z. doplnenej vyhláškou č. 324/2016 Z. z. a vyhláškou č. 35/2020 Z. z. (kWh/(m ² .rok))
q_{Vb-VYK}	merný tepelný príkon na vykurovanie a na obostavaný priestor V_b (W/m ³)
q_{Vb-TV}	merný tepelný príkon na vykurovanie a na obostavaný priestor V_b (W/m ³)
q_{Vb-V}	merný tepelný príkon na vetranie a na obostavaný priestor V_b (W/m ³)
q_{Ab-VYK}	merný tepelný príkon na vykurovanie a na mernú plochu A_b (W/m ²)

q_{Ab-TV}	merný tepelný príkon na vykurovanie a na mernú plochu A_b (W/m ²)
q_{Ab-V}	merný tepelný príkon na vetranie a na mernú plochu A_b (W/m ²)
Q_h	potreba tepla na vykurovanie (kWh/rok)
Q_i	vnútorné tepelné zisky (kWh/rok)
Q_s	solárne zisky (kWh/rok)
$Q_{h,nd1}$	merná potreba tepla na vykurovanie (kWh/(m ² .rok))
$Q_{h,nd1,r1}$	odporúčaná normová hodnota STN 73 0540 mernej potreby tepla na vykurovanie podľa faktoru tvaru budovy (kWh/(m ² .rok))
$Q_{EP,r1}$	odporúčaná normová hodnota STN 73 0540 mernej potreby tepla na vykurovanie podľa kategórie budovy (kWh/(m ² .rok))
Q_{TV}	ročná potreba tepla pre prípravu teplej vody (GJ/rok)
Q_{VYK}	ročná potreba tepla pre vykurovanie (GJ/rok)
Q_{VZT}, Q_V	ročná potreba tepla pre vzduchotechniku (GJ/rok)
Q_{VYK1}	merná potreba tepla na vykurovanie vzťahnutá na obostavaný priestor V_b (kWh/(m ³ .rok))
Q_{VYK2}	merná potreba tepla na vykurovanie vzťahnutá na mernú plochu A_b (kWh/(m ² .rok))
Q_{TV1}	merná potreba tepla na prípravu TV vzťahnutá na obostavaný priestor V_b (kWh/(m ³ .rok))
Q_{TV2}	merná potreba tepla na prípravu TV vzťahnutá na mernú plochu A_b (kWh/(m ² .rok))
Q_{V1}	merná potreba tepla na vetranie vzťahnutá na obostavaný priestor V_b (kWh/(m ³ .rok))
Q_{V2}	merná potreba tepla na vetranie vzťahnutá na mernú plochu A_b (kWh/(m ² .rok))
$U_{equiv,k}$	ekvivalentný súčiniteľ prechodu tepla stavebnej konštrukcie (W/(m ² .K))
U_k	súčiniteľ prechodu tepla stavebnej konštrukcie (W/(m ² .K))
U_{kc}	korigovaný súčiniteľ prechodu tepla stavebnej konštrukcie (W/(m ² .K))
$U_{e,m,r1}$	priemerný súčiniteľ prechodu tepla (W/(m ² .K))
$U_{e,m}$	priemerný súčiniteľ prechodu tepla stanovený STN 73 0540 (W/(m ² .K))
ΔU	korekčný faktor pre započítanie vplyvu tepelných mostov (W/(m ² .K))
ΔU_{tb}	korekčný faktor závislý od typu stavebnej konštrukcie (W/(m ² .K))
V	vnútorný objem miestnosti (m ³)
V_{OP}	objem obostavaného priestoru (m ³)
V_{AVP}	aktívne využívaný priestor (m ³)
V_{TV-ZO}	predpokladaný denný objem TV pri zásobníkovom ohreve na všetkých obyvateľov / osoby volíme podľa kategórie budovy a účelu, resp. využitia TV (l/deň)
V_{TV-KO}	predpokladaný denný objem TV pri kombinovanom ohreve na všetkých obyvateľov / osoby volíme podľa kategórie budovy a účelu, resp. využitia TV (l/deň)
$V_{zásobník}$	objem akumuláčnej zásobníkovej nádoby (l)

V_i	objem priestoru s núteným vetraním (m^3), objem vykurovaného priestoru určený na základe vnútorných rozmerov (m^3)
V_r	objemové množstvo paliva pre ročnú potrebu energie (m^3/rok)
$VZMCT$	variabilná zložka maximálnej ceny tepla 0,0558 €/kWh pre Petržalku (od 01.01.2019 do 31.12.2021) podľa Úradu pre reguláciu sieťových odvetví, Rozhodnutie č. 0138/2019/T, číslo spisu: 4291-2018-BA zo 14.12.2018
ΔU_{TB}	korekčný súčiniteľ na zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov ($W/(m^2.K)$)
c	merná tepelná kapacita vody ($J/(kg.K)$)
c_p	merná tepelná kapacita vzduchu ($J/(kg.K)$), merná tepelná kapacita vzduchu pri $\theta_{int,i}$ ($Wh/(kg.K)$)
d	počet dní vo vykurovacom období (-)
f_{AS}	návrhový faktor pripojených systémov (-)
f_{DHW}	návrhový faktor systémov pre prípravu teplej vody (-)
f_{HL}	návrhový faktor projektovaného tepelného príkonu pre vykurovanie (-)
$f_{GW,k}$	korekčný faktor zohľadňujúci vplyv podzemnej vody (-)
$f_{U,k}$	korekčný faktor pre vplyv kvality stavebných prvkov a meteorologických podmienok (-)
$f_{ia,k}$	korekčný faktor teploty, zohľadňuje rozdiel medzi teplotou susediaceho priestoru $\theta_{int,a}$ a vonkajšou výpočtovou teplotou θ_e (-), korekčný faktor teploty, zohľadňuje rozdiel medzi teplotou nevykurovaného priestoru θ_u a vonkajšou výpočtovou teplotou θ_e (-)
$f_{ie,k}$	korekčný faktor teploty pre exteriér (-)
$f_{ig,k}$	korekčný faktor teploty, zohľadňuje rozdiel medzi priemernou ročnou vonkajšou teplotou $\theta_{e,m}$ a vonkajšou výpočtovou teplotou θ_e (-)
$f_{\theta ann}$	korekčný faktor zohľadňujúci ročné kolísanie vonkajšej teploty (-)
i	počet obyvateľov (-) počet kotlov (-) intenzita výmeny vzduchu ($1/h$)
l_l	dĺžka lineárneho tepelného mosta medzi interiérom a exteriérom (m)
n	počet rovnakých bytov (-) počet dní (-)
n_{BYT}	počet bytov (-)
$n_{min,i}$	minimálna intenzita výmeny vonkajšieho vzduchu ($1/h$)
p	počet obyvateľov na byt rovnakého typu (-) prirážka zohľadňujúca straty v rozvodoch (-)
q_{TV}	merná denná potreba tepla pre prípravu teplej vody ($kWh/(os. deň)$)
q_n	smerný tepelný príkon pre prípravu teplej vody na jednu osobu (kW/os)
q_o	odberová potreba (Wh)
x	násobnosť výmeny vzduchu za hodinu ($1/h$)
Φ	tepelný výkon (W)
Φ_{AS}	projektovaný tepelný príkon pre vzduchotechniku (W)

	tepelný príkon pripojených systémov (vetranie a klimatizácia, iné) (W)
Φ_{DHW}	projektovaný tepelný príkon pre prípravu teplej vody (W)
$\Phi_{HL,i}$	projektovaný tepelný príkon pre vykurovaný priestor (W)
$\Phi_{T,i}$	projektovaná tepelná strata prechodom tepla (W)
Φ_{SU}	prípojná hodnota (W)
$\Phi_{SU,,max}$	maximálna prípojná hodnota (W)
$\Phi_{V,i}$	projektovaná tepelná strata vetraním vykurovaného priestoru (W)
Φ_{VT}	výkon vykurovacieho telesa (W)
$\Phi_{hu,i}$	tepelný príkon na zakúrenie (W)
Φ_i	projektovaná tepelná strata vykurovaného priestoru (W)
Φ_{k1}	tepelný výkon kotla (alebo súčet tepelných výkonov kotlov pripojených na jeden spoločný komínový prieduch) (W)
Φ_{VVK}	tepelný príkon na vykurovanie (W)
Φ_{TV}	tepelný príkon na prípravu teplej vody (W)
Φ_v	tepelný príkon na vzduchotechniku (W)
Φ_{TV-ZO}	tepelný príkon na prípravu TV zásobníkovým ohrevom (W)
Φ_{TV-KO}	tepelný príkon na prípravu TV kombinovaným ohrevom (W)
Φ_{TV-PO}	tepelný príkon na prípravu TV prietokovým ohrevom (W)
$\Phi_{P\dot{S},1}$	prevádzková špička č. 1, prípojná hodnota č. 1 (W)
$\Phi_{P\dot{S},2}$	prevádzková špička č. 2, prípojná hodnota č. 2 (W)
$\Phi_{VVK-BYT}$	priemerný projektovaný tepelný príkon na vykurovanie jedného bytu (W)
Φ_{TV-BYT}	priemerný projektovaný tepelný príkon na prípravu TV jedného bytu (W)
$\sum \Phi_k$	je súčet výkonov všetkých kotlov – inštalovaný výkon kotolne (W)
$\sum \Phi_s$	prenášaný tepelný tok spotrebiteľskými okruhmi (W)
$\sum \Phi_{VT}$	súčet menovitých tepelných výkonov všetkých výmenníkov tepla v prevádzke (W)
δ	súčiniteľ zohľadňujúci spôsob prípravy teplej vody (-)
ε	súčiniteľ nesúčasnosti prevádzky, druhu regulácie a režimu vykurovania (-)
η	účinnosť kotla, ktorý sa určí z katalógu výrobcu (-)
η_c	účinnosť zariadenia (-)
η_z	účinnosť zdroja tepla pri menovitom výkone (-)
η_o	účinnosť obsluhy (-)
η_r	účinnosť rozvodov (-)
η_{rek}	účinnosť rekuperácie (%)
η_{VS}	predpokladaný faktor transformácie a distribúcie energie pri vykurovaní v zmysle vyhlášky č. 364/2012 Z. z. doplnenej vyhláškou č. 324/2016 Z. z. a vyhláškou č. 35/2020 Z. z. (-)
η_{TV}	predpokladaný faktor transformácie a distribúcie energie pri príprave TV v zmysle vyhlášky č. 364/2012 Z. z. doplnenej vyhláškou č. 324/2016 Z. z. a vyhláškou č. 35/2020 Z. z. (-)

η_V	predpokladaný faktor transformácie a distribúcie energie pri vetraní v zmysle vyhlášky č. 364/2012 Z. z. doplnenej vyhláškou č. 324/2016 Z. z. a vyhláškou č. 35/2020 Z. z. (-)
η_{OSV}	predpokladaný faktor transformácie a distribúcie energie pri osvetlení v zmysle vyhlášky č. 364/2012 Z. z. doplnenej vyhláškou č. 324/2016 Z. z. a vyhláškou č.35/2020 Z. z. (-)
θ_i	vnútorná výpočtová teplota (°C)
$\theta_{i,n}$	vnútorná teplota miestnosti pri daných normatívnych podmienkach (°C)
θ_e	vonkajšia výpočtová teplota (°C)
$\theta_{e,pr}$	priemerná teplota vonkajšieho vzduchu vo vykurovacom období (°C)
$\theta_{int,a}$	vnútorná výpočtová teplota susediaceho priestoru (°C)
$\theta_{int,i}$	vnútorná výpočtová teplota vykurovaného priestoru (°C)
θ_{ch}	teplota vzduchu pred ohrievačom (°C)
$\theta_{m,e}$	priemerná ročná vonkajšia teplota (°C)
θ_{max}	maximálna návrhová poruchová teplota (°C)
θ_p	teplota prírodnej vykurovacej vody danej vetvy (°C)
θ_s	stredná teplota vykurovacej vody (°C)
θ_{sp}	teplota susediaceho priestoru (°C)
θ_{TV}	teplota teplej vody (°C)
θ_{SV}	teplota studenej vody (°C)
θ_u	teplota v susednej nevykurovanej miestnosti (°C)
$\Delta\theta$	teplotný rozdiel prírodnej a vratnej teplonosnej látky (K)
$\varphi_{hu,i}$	merný tepelný príkon na zakúrenie (-)
ρ	hustota (kg/m ³)
ψ_l	lineárny stratový súčiniteľ lineárneho tepelného mosta (W/m)

Poznámka:

Fyzikálne jednotky vzťahnuté na rok sú označované dvojakým spôsobom „**X/rok**“ alebo „**X/a**“.

PREDSLOV

ODBORNÁ PRÍRUČKA – Energetická, ekonomická a environmentálna analýza budov - Výpočtové softvéry a vzorové príklady obsahovo zahŕňa problematiku viacerých disciplín a bude slúžiť na prehĺbenie učiva a uľahčenie samostatnej práce študentov. Úzko súvisí s problematikou energetickej, ekonomickej a environmentálnej analýzy budov z hľadiska vykurovania, prípravy teplej vody, núteného vetrania a čiastočne núteného osvetlenia. Jej hlavným cieľom je poukázať na postup pri voľbe a návrhu optimálnych energetických systémov pre budovy z hľadiska investičných nákladov, prevádzkových nákladov, primárnej energie a emisií CO₂. Úzko nadväzuje na stavebnú fyziku, hodnotenie budov z hľadiska tepelnej ochrany budov v zmysle STN 73 0540 a hodnotenie energetickej hospodárnosti budov v zmysle vyhlášky č. 364/2012 Z. z. doplnenú vyhláškou č. 324/2016 Z. z. a vyhláškou č. 35/2020 Z. z.

Výpočtové softvéry v exceli, vzorové príklady, tabuľky a grafické podklady budú môcť študenti aplikovať na viacerých predmetoch štúdia na SvF STU v Bratislave, na ktorých výuke participujú pedagógovia z Katedry Technických zariadení budov (TZB). Napokon tieto poznatky môžu študenti aplikovať v samotnej praxi po úspešnom ukončení vysokoškolského štúdia na SvF STU v Bratislave.

Zároveň by som sa touto cestou chcel poďakovať svojim učiteľom a neskôr kolegom, doc. Ing. Otilii Lulkovičovej, PhD., prof. Ing. Dušanovi Petrášovi, PhD., a prof. Ing. Jánovi Takácsovi, PhD., ktorí ma do problematiky vykurovania budov, vykurovacích sústav, prevádzky vykurovacích sústav, energetickej hospodárnosti budov a zásobovania budov energiami zasvätili ešte ako študenta a dlhé roky odborne viedli počas nášho spoločného pôsobenia na Katedre TZB.

Autor

ÚVOD

ODBORNÁ PRÍRUČKA – Energetická, ekonomická a environmentálna analýza budov - Výpočtové softvéry a vzorové príklady je zameraná najmä na **výpočet, návrh, voľbu a posúdenie optimálnej vykurovacej sústavy, systému prípravy teplej vody a vetrania budov**. Neoddeliteľnou súčasťou odbornej príručky je aj šesť výpočtových softvérov v exceli, ktoré budú uverejnené v dokumentovom serveri AIS k predmetom: *I1-ZABE Zásobovanie budov energiami (2. TZB)*, *I1-PVS Prevádzka vykurovacích sústav (2. TZB)*, *I1-VYS Vykurovacie sústavy (2. TZB)*, *I1-DP_TZ Diplomová práca (2. TZB)*, *I1-SS_TZ Seminárna práca (2. TZB)*, *I1-V Vykurovanie (1. TZB)*, *I1-AT2_V Ateliérová tvorba 2 (1. TZB)*, *I1-AT6 Ateliérová tvorba 6 (1. PSA)*, *I1-AT8 Ateliérová tvorba 8 (1. PSA)*, *I1-AT10 Ateliérová tvorba 10 (preddiplomový projekt) (2. PSA)*, *B1-TZB2 Technické zariadenia budov 2 (2. PSA, 2. TMS)*, *B1-AT3 Ateliérová tvorba 3 (2. AKP)*, *B1-AT4 Ateliérová tvorba (4. PSA)*.

Softvérová podpora výučby predmetov umožní študentom vypracovať viacero variantov vykurovacích sústav, s rôznymi zdrojmi tepla, rôznymi palivovými základňami, rôznymi vykurovacími systémami, so spôsobmi prípravy TV, vetrania a následne ich porovnať z hľadiska energetickej hospodárnosti budov, primárnej energie (požiadavka energetickej triedy primárnej energie A0 pre nové budovy na bývanie a budovy občianskej vybavenosti od 01.01.2021, pre budovy v štátnej správe od 01.01.2019), prevádzkových nákladov, investičných nákladov, hrubej návratnosti investícií a taktiež posúdiť produkciu emisií CO₂ environmentálneho kritéria na voľbu optimálneho energetického systému.

Prvá kapitola **ENERGETICKÁ ANALÝZA BUDOV** obsahuje postup výpočtu súvisiaceho s tepelnou ochranou budov v zmysle STN EN 73 0540 a energetickou hospodárnosťou budov v zmysle vyhlášky č. 364/2012 Z. z. doplnenú vyhláškou č. 324/2016 Z. z. a vyhláškou č. 35/2020 Z. z. Výpočty je možné uskutočniť aj pomocou výpočtových softvérov:

1. KALÚS, D.: *Výpočtový softvér EHB I. – Výpočet potreby tepla na vykurovanie*. Digitálny dokument v exceli, rok vypracovania 2020.
2. KALÚS, D.: *Výpočtový softvér EHB II. – Zjednodušený výpočet tepelného príkonu na vykurovanie, TV a vetranie*. Digitálny dokument v exceli, rok vypracovania 2020.

V druhej kapitole **VZOROVÝ PRÍKLAD ENERGETICKEJ BILANCIE BUDOV A VÝPOČET CENY ZA ENERGIE** je uvedený krok za krokom vzorový príklad výpočtu energetickej bilancie budov a výpočet ceny za energiu vo výpočtovom softvéri v exceli:

3. KALÚS, D.: *Výpočtový softvér ZBE I. – výpočet energetickej bilancie na vykurovanie, prípravu TV, nútené vetranie a výpočet ceny za energie*. Digitálny dokument v exceli, rok vypracovania 2020.

Tretia kapitola **VZOROVÝ PRÍKLAD VÝPOČTU TEPELNÝCH CHARAKTERISTÍK PRE OBYTNÝ OKRSOK** je zameraná na vzorový príklad výpočtu hustoty obyvateľstva h_o , plošnej hustoty h_s , priestorovej hustoty h_p a tepelnej hustoty h_t obytného okrsku pomocou výpočtového softvéru v exceli:

4. KALÚS, D.: *Výpočtový softvér ZBE II. – výpočet hustoty obyvateľstva h_o , plošnej hustoty h_s , priestorovej hustoty h_p , tepelnej hustoty h_t obytného okrsku*. Digitálny dokument v exceli, rok vypracovania 2020.

V poslednom tematickom celku **VZOROVÝ PRÍKLAD VÝPOČTU A NÁVRHU TEPELNÉHO PRÍKONU NA PRÍPRAVU TEPLEJ VODY** je uvedený vzorový príklad výpočtu a návrhu tepelného príkonu na prípravu TV pri zásobníkovom, kombinovanom a prietokovom ohreve teplej vody vo výpočtových softvéroch v exceli:

5. KALÚS, D.: *Výpočtový softvér ZBE III. – výpočet a návrh tepelného príkonu na prípravu TV pri zásobníkovom, kombinovanom a prietokovom ohreve teplej vody*. Digitálny dokument v exceli, rok vypracovania 2020.
6. KALÚS, D.: *Výpočtový softvér ZBE IV. – výpočet tepelného príkonu na prípravu TV v bytových domoch*. Digitálny dokument v exceli, rok vypracovania 2020.

1 ENERGETICKÁ ANALÝZA BUDOV

V energetickej analýze budov popíšme postup zjednodušených výpočtových metód, ktorými vypočítame:

- projektovaný tepelný príkon na vykurovanie, prípravu teplej vody, vetranie a prípojnú hodnotu,
- potrebu tepla na vykurovanie, prípravu teplej vody a vetranie,
- potrebu energie na vykurovanie, prípravu teplej vody, vetranie a osvetlenie,
- primárnu energiu a emisie CO₂,
- potrebu paliva.

1.1 VÝPOČET POTREBY TEPLA NA VYKUROVANIE BUDOV

Výpočet potreby tepla na vykurovanie budov sa uskutočňuje v zmysle STN 73 0540-2 + Z1 + Z2:2019, (STN EN ISO 13 790: 2009 bola 01.02.2018 zrušená), [7, 8, 9, 10, 58, 59]. Potreba tepla na vykurovanie je teplo v kWh alebo GJ potrebné na pokrytie tepelných strát vykurovaných miestností a samotných budov. Projektovaný tepelný príkon na vykurovanie sa počíta podľa STN EN 12831 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu projektovaného tepelného príkonu. Časť 1: Tepelný príkon, modul M3-3, [7, 8, 9, 10, 11, 52]. Ročná potreba tepla na vykurovanie budovy nám charakterizuje budovu z hľadiska tepelnej ochrany, inými slovami tepelnoizolačnú kvalitu obalových konštrukcií budovy, ich tepelno-technické vlastnosti, tepelný odpor R (m²K/W), resp. súčiniteľ prechodu tepla U (W/(m²K)) stavebných konštrukcií.

Pri výpočte potreby tepla na vykurovanie najprv pre každý objekt určíme:

- **kategóriu budovy** (rodinný dom, bytový dom, administratívna budova, budovy škôl a školských zariadení, budovy nemocníc, budovy hotelov a reštaurácií, športové haly a iné budovy určené na šport, budovy pre veľkoobchodné a maloobchodné služby),
- **súčinitele prechodu tepla pre stavebné konštrukcie U_i** (W/(m²K)) podľa reálnych skladieb, pri novostavbách použijeme hodnoty z tab. č. 1. 1,
- **korekčný súčiniteľ ΔU_{TB}** (STN EN 12831-1), tab. č. 1. 2,
- **počet vykurovaných podlaží n** (-),
- **konštrukčnú výšku h_{km}** (m),
- vypočítame **plochy jednotlivých obalových konštrukcií A_i** (m²),
- vypočítame **mernú plochu (plocha všetkých vykurovaných podlaží s vonkajšími rozmermi STN 73 0540-2 + Z1 + Z2:2019) A_b** (m²),
- vypočítame **obostavaný objem V_{OP}** , vo výpočtoch uvádzaný tiež ako **V_b** (m³).

Tab. č. 1.1A Odporúčané hodnoty súčiniteľov prechodu tepla U_N
podľa STN EN 73 0540-2 + Z1 + Z2:2019 [58, 60]

Druh stavebnej konštrukcie	Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie $W/(m^2 \cdot K)$									
	Maximálna hodnota U_{max}	Normalizovaná (požadovaná) hodnota U_N od 1. 1. 2013	Odporúčaná hodnota U_{r1} normalizovaná (požadovaná) od 1. 1. 2016				Cieľová hodnota od 1. 1. 2021			
			U_{r1}				U_{r2} normalizovaná (požadovaná)			
Vonkajšia stena a šikmá strecha nad obytným priestorom so sklonom $> 45^\circ$ ^{c)}	0,46	0,32	0,22	0,15	0,15	0,10	0,22	0,15	0,15	0,15
Plochá a šikmá strecha $\leq 45^\circ$ ^{b)}	0,30	0,20	0,15	0,15	0,15	0,10	0,15	0,15	0,10	0,10
Strop nad vonkajším prostredím ^{a)}	0,30	0,20	0,15	0,15	0,15	0,10	0,15	0,15	0,10	0,10
Strop pod nevykurovaným priestorom ^{b)}	0,35	0,25	0,20	0,15	0,15	0,10	0,20	0,15	0,15	0,15
Smer tepelného toku										
Stena s vodorovným tepelným tokom ^{c)/} strop s tepelným tokom zdola nahor ^{b)/} strop s tepelným tokom zhora nadol ^{a)} medzi vnútornými priestormi s rozdielnou teplotou vnútorného vzduchu v oddelených priestoroch: – do 10 K – do 15 K – do 20 K – do 25 K – nad 25 K	Vodo- rovne	Zdola nahor	Zhora nadol	Vodo- rovne	Zdola nahor	Zhora nadol	Vodo- rovne	Zdola nahor	Zhora nadol	Vodo- rovne
	2,75	3,35	2,30	1,50	1,70	1,35	1,20	1,20	0,85	1,00
	1,80	2,00	1,60	1,05	1,10	0,95	0,75	0,75	0,60	0,70
	1,30	1,45	1,20	0,80	0,85	0,75	0,60	0,60	0,50	0,55
	1,05	1,10	0,95	0,65	0,70	0,60	0,55	0,50	0,40	0,45
Odpor pri prestupe tepla na vonkajšom povrchu konštrukcie je $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot K/W$.	0,80	0,85	0,75	0,45	0,50	0,40	0,40	0,40	0,30	0,35
	0,60	0,60	0,60	0,35	0,40	0,30	0,35	0,35	0,25	0,30
	0,35	0,35	0,35	0,25	0,30	0,20	0,25	0,25	0,15	0,20
	0,25	0,25	0,25	0,15	0,20	0,10	0,15	0,15	0,05	0,10
	0,15	0,15	0,15	0,05	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
^{a)} Odpor pri prestupe tepla na vnútornom povrchu konštrukcie je $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2 \cdot K/W$ (tepelný tok zhora nadol). ^{b)} Odpor pri prestupe tepla na vnútornom povrchu konštrukcie je $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2 \cdot K/W$ (tepelný tok zdola nahor). ^{c)} Odpor pri prestupe tepla na vnútornom povrchu konštrukcie je $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot K/W$ (tepelný tok vodorovne).										

Tab. č. 1.1B Odporúčané hodnoty súčiniteľov prechodu tepla U_N podľa STN EN 73 0540-2 + Z1 + Z2:2019 [58, 60]

Konštrukcia/ Komponent	Súčiniteľ prechodu tepla $W/(m^2 \cdot K)^{5)}$				
	Maximálna hodnota ¹⁾ $U_{W,max}$	Normalizovaná (požadovaná) hodnota $U_{W,N}$ od 1. 1. 2013	Odporúčaná hodnota $U_{W,r1}$ normalizovaná (požadovaná) od 1. 1. 2016	Cieľová hodnota od 1. 1. 2021	
				$U_{W,r2}$ normalizovaná (požadovaná)	$U_{W,r3}$ odporúčaná
Okná, dvere ²⁾ v obvodovej stene ³⁾	1,70	1,40	1,00	0,85	0,65
Okná v šikmej strešnej konštrukcii	1,70	1,50 ⁴⁾	1,40 ⁴⁾	1,20 ⁴⁾	1,00 ⁴⁾
Dvere do ostatných priestorov					
– bez zádveria	4,30	3,00	2,50	≤ 2,00	
– so zádverím	5,50	4,00	3,00	≤ 2,00	

1) Platí pre budovy, na ktorých sa čiastočné stavebné úpravy vykonali v minulosti.

2) Platí pre balkónové, terasové dvere alebo tzv. francúzske okná z rovnakých konštrukčných prvkov ako okná

3) Požiadavky neplatia pre závesné steny a ľahké obvodové plášte (LOP).

4) Strešné okno sa nadväzuje na STN EN ISO 673 hodnotí s prihliadnutím na sklon strešného okna pri zabudovaní:

- sklon od 20° do ≤ 40° zhoršuje dvojsklo o + 0,4 $W/(m^2 \cdot K)$ a trojsklo o + 0,2 $W/(m^2 \cdot K)$,
- sklon od 40° do ≤ 60° zhoršuje dvojsklo o + 0,3 $W/(m^2 \cdot K)$ a trojsklo o + 0,2 $W/(m^2 \cdot K)$,
- sklon od 60° do ≤ 70° zhoršuje dvojsklo o + 0,2 $W/(m^2 \cdot K)$ a trojsklo o + 0,1 $W/(m^2 \cdot K)$,
- pri sklone nad 70° sa už hodnota zasklenia U_g nezhoršuje.

5) Požiadavky platia pre vonkajšie okná s plochou aspoň 1,8 m²; okná menšej plochy, ktoré nespĺňajú požadované hodnoty, musia byť zhotovené z rovnakých komponentov ako okná spĺňajúce požiadavky.

Tab. č. 1.2 Korekčný súčiniteľ ΔU_{TB} podľa STN EN 12831-1 [58, 60]

Kritériá na výber	Korekčný súčiniteľ ΔU_{TB} (W/(m².K))
Nové budovy s vysokou úrovňou tepelnej izolácie a osvedčeným minimalizovaním tepelných mostov, ktoré presahujú všeobecne uznávané pravidlá praxe	0,02
Nové budovy v súlade so všeobecne uznávanými pravidlami praxe, pokiaľ ide o minimalizáciu tepelných mostov	0,05
Budovy najmä s vnútornou tepelnou izoláciou prerušovanou pevnými stropmi (napr. železobetónové stropy)	0,15
Všetky ostatné budovy	0,10

Následne pre každý objekt vypočítame pomocou pracovného formulára, tab. č. 1.3, **potrebu tepla na vykurovanie** (STN 73 0540-2 + Z1 + Z2:2019) a posúdime či spĺňa požiadavky na energetickú hospodárnosť budov v zmysle príslušnej normy, tab. č. 1.4 a tab. č. 1.5. Výpočet je možné uskutočniť aj pomocou **výpočtového softvéru EHB I**.

Tab. č. 1.3 Pracovný formulár na výpočet potreby tepla na vykurovanie podľa STN 73 0540-2 + Z1 + Z2:2019, (STN EN ISO 13 790: 2009 bola 01.02.2018 zrušená) [58, 60]

Energetické hodnotenie budov STN 73 0540-2 + Z1 + Z2:2019, (STN EN ISO 13 790: 2009 bola 01.02.2018 zrušená)				Formulár	
1. Budova:					
Obostavaný objem [m³]: $V_b = a \cdot b \cdot x \cdot h_{TO} =$		Podlahová plocha [m²]: $A_b = a \cdot b \cdot j =$			
Obytná budova áno ☐ nie ☐		Priemerná konštrukčná výška vykurovaných podlaží [m]: $h_{k,m} = V_b / A_b =$			
Kategória budovy		Rodinný dom ☐ , Bytový dom ☐ , Škola, školské zariadenie ☐ , Administratívna budova ☐ , nemocnica ☐ , Hotel ☐ , Športová hala ☐ , Veľkoobchod, maloobchod ☐			
2. Merná tepelná strata prechodom tepla H_T [W/K]					
Konštrukcia	Plocha A_i m ²	U_i W/(m ² K)	$U_i \cdot A_i$ W/K	Faktor b_x -	$b_x \cdot U_i \cdot A_i$ W/K
Vonkajšia stena				1,0	
Vonkajšie dvere				1,0	
Okná: spolu				1,0	
Strecha plochá (šikmá)				1,0	
Strop nad nevykurovaným suterénom				0,5	
Podlaha na teréne				1,0	
Podlaha podstrešného priestoru (povaly)				0,8	
Stena/strop do temperovaného priestoru				0,35	
Strop nad otvoreným prejazdom				1,0	
Súčty	$\Sigma A_i =$			$\Sigma b_x \cdot U_i \cdot A_i =$	
3. Započítanie vplyvu tepelných mostov: exaktne ☐, paušálne ☐					
Exaktne:			$\Delta U =$		
Paušálne:	$\Delta U = 0,02$ ☐ za predpokladu spojitaj tepelnoizolačnej vrstvy na vonkajšom povrchu konštrukcie a použitia nových murovacích systémov murovaných konštrukcií spĺňajúcich aspoň požiadavky normalizované od 01.01.2016,				
	$\Delta U = 0,05$ ☐ za predpokladu spojitaj tepelnoizolačnej vrstvy na vonkajšom povrchu a použitia nových systémov murovaných konštrukcií najmä po roku 2002,				
	$\Delta U = 0,10$ ☐ pri murovaných, panelových vrstvených betónových a keramických, ľahkých drevených roštových konštrukciách, kovoplastických obvodových plášťov (pred ich obnovou),				
	$\Delta U = 0,20$ ☐ pri zateplení na vnútornej strane vonkajších konštrukcií,				
Vplyv tepelných mostov [W/K]:		$\Delta H_{TM} = \Delta U \Sigma A_i =$			
Merná tepelná strata H_T [W/K]:		$H_T = \Sigma b_x \cdot U_i \cdot A_i + \Delta U \Sigma A_i =$			
Priemerný súčiniteľ prechodu tepla [W/(m ² K)]:		$U_{e,m} = H_T / \Sigma A_i =$			

4. Merná tepelná strata vetraním H_v [W/K]:				
Intenzita výmeny vzduchu v 1/h $n =$	$H_v = 0,264 \cdot n \cdot V_b$		$H_v =$	
5. Merná tepelná strata $H = H_T + H_v$ [W/K]:				
6. Solárne zisky Q_s [kWh]	I_{sj}	$g_{\perp j}$	A_{nj}	$Q_{sj} = I_{sj} \cdot 0,50 \cdot 0,9 g_{\perp j} \cdot A_{nj}$
Juh	320			
Východ	200			
Západ	200			
Sever	100			
Juhozápad/Juhovýchod	260			
Severovýchod/Severozápad	130			
Horizontálna	340			
				$Q_s = \Sigma Q_{sj} =$
7. Vnútorne zisky Q_i [kWh]	$Q_i = 5 \cdot q_i \cdot A_b =$		$Q_i =$	
[W/m ²] : $q_i = 4$	$q_i = 5$	$q_i = 6$		
Rodinný dom ☐	Bytový dom ☐	Verejná budova ☐		
8. Celkové vnútorné zisky $Q_i + Q_s$ [kWh]				$Q_i + Q_s =$
9. Potreba tepla na vykurovanie [kWh/a]:				$Q_h =$
$Q_H = 82,1(H_T + H_v) - 0,95 \cdot (Q_s + Q_i) =$				
10. Merná potreba tepla na vykurovanie [kWh/(m².a)]:				
$Q_{H,nd1} = Q_H / A_b$		$Q_{H,nd1} =$		
11. Faktor tvaru budovy $\Sigma A_i / V_b$		$\Sigma A_i / V_b =$		
12. Odporúčaná (norm.) hodnota [kWh/(m².a)]:		13. Odporúčaná (norm.) hodnota [kWh/(m².a)]		
$Q_{H,nd,r1} = (28,57 + 71,43 \Sigma A_i / V_b) / 2 =$		$Q_{H,nd,r2(3)} =$ (podľa kategórie budovy)		
14. Odporúčaná (normalizovaná) hodnota Priemerný súčiniteľ prechodu tepla $U_{e,m}$ [W/((m ² .K))] a normalizovaná hodnota priemerného súčiniteľa prechodu tepla $U_{e,m,r1} =$ [W/((m ² .K))]		15. Hodnotenie: $U_{e,m} \leq U_{e,m,r1}$ Vyhovuje ?		 Áno Nie ☐ ☐
16. Hodnotenie potreby tepla na vykurovanie pre EHB	$Q_{H,nd1} \leq Q_{H,nd,r1}$	Vyhovuje ?	Áno Nie ☐ ☐	
	$Q_{H,nd1} \leq Q_{H,nd,r2(3)}$		☐ ☐	

Poznámka:

- $U_{e,m}$ [W/(m².K)] je priemerný súčiniteľ prechodu tepla a
- $U_{e,m,r1}$ [W/(m².K)] je priemerný súčiniteľ prechodu tepla – normalizovaná hodnota.

Tab. č. 1.4 Kritérium minimálnej požiadavky na energetickú hospodárnosť budov podľa STN 73 0540-2 + Z1 + Z2:2019 podľa kategórie budovy [58, 60]

Kategórie budov	Faktor tvaru	Konštrukčná výška	Teplota vnútorného vzduchu	Výmena vzduchu	Vnútorná výpočtová teplota počas tlmenej prevádzky	Upravená vnútorná výpočtová teplota pre prerušované vykurovanie	Počet dennostupňov pre vykurovanie obdobie 212 dní	Hodnoty potreby tepla na vykurovanie na preukázanie predpokladu splnenia energetickej hospodárnosti budovy			
								Normalizovaná hodnota $Q_{N,EP}$ od 1. 1. 2013	Odporúčaná hodnota $Q_{t1,EP}$ od 1. 1. 2016	maximálna $Q_{t3,EP}$	Cieľová hodnota od 1. 1. 2021
kWh/(m ² ·a)											
Rodinné domy	0,7	2,9	20	0,5	17	20,0	3 422	81,4	40,7	40,7	20,4
Bytové domy	0,3	2,8	20	0,5	17	20,0	3 422	50,0	25,0	25,0	12,5
Administratívne budovy	0,3	3,3	20	0,5	17	18,5	3 104	53,5	26,8	26,8	13,4
Budovy škôl a školských zariadení	0,3	3,3	20	0,5	17	18,4	3 083	53,2	27,6	27,6	13,8
Budovy nemocníc	0,3	3,3	22	0,5	19	22,0	3 846	66,3	33,2	33,2	16,6
Budovy hotelov a reštaurácií	0,4	3,3	20	0,5	20	20,0	3 422	67,4	33,7	33,7	16,9
Športové haly a iné budovy určené na šport	0,3	4,5	18	0,5	15	16,5	2 680	63,0	31,5	31,5	15,8
Budovy pre veľkoobchodné a maloobchodné služby	0,5	3,6	18	0,5	15	15,9	2 553	61,7	30,9	30,9	15,5
POZNÁMKA. – Pre budovy so zmiešaným účelom sa minimálna požiadavka určí vážením podľa celkovej podlahovej plochy jednotlivých účelov v hodnotenej budove.											

Tab. č. 1.5A Priemerné hodnoty súčiniteľa prechodu tepla $U_{e,m}$
podľa STN 73 0540-2 + Z1 + Z2:2019 podľa faktoru tvaru budovy [58, 60]

Faktor tvaru budovy 1/m	Priemerná hodnota súčiniteľa prechodu tepla $U_{e,m}$ W/(m ² ·K)				
	Maximálna hodnota	Normalizovaná hodnota od 1. 1. 2013	Odporúčaná hodnota od 1. 1. 2016	Cieľová hodnota od 1. 1. 2021	
				maximálna	odporúčaná
≤ 0,3	0,69	0,58	0,38	0,38	0,25
0,4	0,64	0,53	0,35	0,35	0,24
0,5	0,60	0,49	0,33	0,33	0,23
0,6	0,57	0,46	0,31	0,31	0,22
0,7	0,54	0,44	0,30	0,30	0,21
0,8	0,52	0,42	0,29	0,29	0,21
0,9	0,50	0,41	0,28	0,28	0,20
1,0	0,49	0,39	0,27	0,27	0,20

Tab. č. 1.5B Hodnoty mernej tepelnej straty na vykurovanie $Q_{H,nd,N}$
podľa STN 73 0540-2 + Z1 + Z2:2019 podľa faktoru tvaru budovy [58, 60]

Faktor tvaru budovy 1/m	Potreba tepla na vykurovanie v kWh/(m ² ·a)									
	Maximálna hodnota $Q_{H,nd,max}$		Normalizovaná (požadovaná) hodnota $Q_{H,nd,N}$ od 1. 1. 2013		Odporúčaná hodnota normalizovaná (požadovaná) od 1. 1. 2016		Cieľová hodnota od 1. 1. 2021			
							$Q_{H,nd,r2}$ normalizovaná (požadovaná)		$Q_{H,nd,r3}$ odporúčaná	
	$Q_{H,nd,max1}$ kWh/(m ² ·a)	$Q_{H,nd,max2}$ kWh/(m ³ ·a)	$Q_{H,nd,N1}$ kWh/(m ² ·a)	$Q_{H,nd,N2}$ kWh/(m ³ ·a)	$Q_{H,nd,r1,1}$ kWh/(m ² ·a)	$Q_{H,nd,r1,2}$ kWh/(m ³ ·a)	$Q_{H,nd,r2,1}$ kWh/(m ² ·a)	$Q_{H,nd,r2,2}$ kWh/(m ³ ·a)	$Q_{H,nd,r3,1}$ kWh/(m ² ·a)	$Q_{H,nd,r3,2}$ kWh/(m ³ ·a)
≤ 0,3	70,00	25,00	50,00	17,90	25,00	8,93	25,00	8,93	12,50	4,47
0,4	78,60	28,10	57,10	20,40	28,55	10,20	28,55	10,20	14,28	5,10
0,5	87,10	31,10	64,30	23,00	32,15	11,49	32,15	11,49	16,08	5,75
0,6	95,70	34,20	71,40	25,50	35,70	12,75	35,70	12,75	17,85	6,38
0,7	104,30	37,50	78,60	28,10	39,30	14,04	39,30	14,04	19,65	7,02
0,8	112,90	40,30	85,70	30,60	42,85	15,31	42,85	15,31	21,43	7,66
0,9	121,40	43,40	92,90	33,20	46,45	16,60	46,45	16,60	23,23	8,30
≥ 1,0	130,00	46,50	100,00	35,70	50,00	17,86	50,00	17,86	25,00	8,93

1.2 ZJEDNODUŠENÝ VÝPOČET PROJEKTOVANÉHO TEPELNÉHO PRÍKONU NA VYKUROVANIE BUDOV

Na základe vypočítanej mernej straty H (W/K) v pracovnom formulári na výpočet potreby tepla na vykurovanie, tab. č. 1.3, stanovíme zjednodušeným spôsobom (obálkovou metódou) **tepelný príkon na vykurovanie** jednotlivých budov obytného okrsku z rovnice:

$$\Phi_{HL} = H \cdot (\theta_i - \theta_e) + \Phi_{hu} \quad (\text{W}) \quad (1.1)$$

H	celková merná tepelná strata (W/K; W/°C))
θ_i	vnútorná výpočtová teplota vykurovaného priestoru (°C),
θ_e	vonkajšia výpočtová teplota (°C),
Φ_{hu}	projektovaný tepelný príkon na zúrenie (W), pri bytových domoch, resp. budovách s neprerušovanou prevádzkou nie je nutné s ním uvažovať!

Projektovaný tepelný príkon na zúrenie jednotlivých budov vypočítame z rovnice:

$$\Phi_{hu,i} = A_i \cdot \varphi_{hu,i} \quad (\text{W}) \quad (1.2)$$

A_i	celková podlahová plocha vykurovaných miestností (m ²),
$\varphi_{hu,i}$	merný tepelný príkon na zúrenie (W/m ²), tab. č. 1.6, resp. tab. č. 1.7.

Merný tepelný príkon na zúrenie $\varphi_{hu,i}$ je možné určiť dvomi postupmi:

- na základe času bez používania budovy - tab. č. 1.6,
- na základe poklesu vnútornej teploty počas teplotného útlmu, tab. č. 1.7, [8, 9,10, 11, 52].

Tab. č. 1.6 Merný tepelný príkon na zakúrenie $\phi_{hu,i}$ (W/m²) v čase bez používania medzi 8 až 168 h podľa STN EN 12831 [52]

Obdobie bez používania $t_{du,i}$ (h)														
	8 - nočný teplotný útlm v obytných budovách - dvojzmenná prevádzka				14 - nočný teplotný útlm v administratívnych budovách - jednozmenná prevádzka				62 - víkendový útlm				168 - obdobie dovolenky	
Intenzita výmeny vzduchu počas útlu ^a $n_{sb,i}$ (1/h)														
	0,1		0,5		0,1		0,5		0,1		0,5		-	
Čas zakúrenia $t_{hu,i}$ (h)	Tepelná akumulačná kapacita ^b													
	l	h	l	h	l	h	l	h	l	h	l	h	l	h
	Merný tepelný príkon na zakúrenie $\phi_{hu,i}$ (W/m ²)													
0,5	63	16	74	26	88	38	91	56	92	>100	92	>100	92	>100
1	34	10	43	16	50	29	50	43	55	100	55	>100	55	>100
2	14	3	21	8	28	18	28	29	32	86	32	>100	32	>100
3	5	0	10	2	17	12	18	21	23	73	22	94	23	>100
4	0	0	3	0	11	7	12	15	17	64	17	84	17	95
6	0	0	0	0	3	1	5	5	10	52	10	70	10	81
12	0	0	0	0	0	0	0	0	2	31	2	45	2	57
^a V prípade uzavretia okien a dverí sa môže predpokladať intenzita výmeny vzduchu $n_{sb,i} = 0,1$ 1/h														
^b l – nízka, h – stredná/vysoká														

Tab. č. 1.7 Merný tepelný príkon na zakúrenie $\phi_{hu,i}$ (W/m²) pre budovy na bývanie, nočný teplotný útlm maximálne 8 h podľa STN EN 12831 [52]

Čas zakurovania (h)	Merný tepelný príkon na zakúrenie $\phi_{hu,i}$ (W/m ²)		
	Predpokladané zníženie vnútornej teploty počas teplotného útlu		
	1 K	2 K	3 K
	plošná hmotnosť budovy malá	plošná hmotnosť budovy stredná	plošná hmotnosť budovy vysoká
1	11	22	45
2	6	11	22
3	4	9	16
4	2	7	13

1.3 ZJEDNODUŠENÝ VÝPOČET POTREBY TEPLA NA PRÍPRAVU TEPLEJ VODY PRE BUDOVY

Ročná potreba tepla pre prípravu teplej vody Q_{TV} (kWh/(m².a)) sa zjednodušeným spôsobom určí na základe „ročnej potreby tepla na prípravu teplej vody na plochu priestoru“ stanovenú vo vyhláške č. 364/2012 Z. z. doplnenej vyhláškou č. 324/2016 Z. z. a vyhláškou č. 35/2020 Z. z. pre jednotlivé kategórie budov, tab. č.1.8, [8, 9,10, 11, 12, 13, 42, 43, 44].

$$Q_{TV} = A_b \cdot RPT_{TV} \quad (\text{kWh/rok}) \quad (1.3)$$

A_b merná plocha budovy (m^2),
 RPT_{TV} merná ročná potreba tepla na prípravu teplej vody na plochu priestoru ($\text{kWh/m}^2 \cdot \text{a}$), tab. č. 1.8.

1.4 ZJEDNODUŠENÝ VÝPOČET PROJEKTOVANÉHO TEPELNÉHO PRÍKONU NA PRÍPRAVU TEPLEJ VODY V BUDOVÁCH

Počet obyvateľov jednotlivých budov sa zjednodušeným spôsobom určí na základe „**obsadenosti – stanovenej plochy na jednu osobu**“ pre konkrétnu kategóriu budovy stanovenu vo vyhláske č. 364/2012 Z. z. doplnenej vyhláškou č. 324/2016 Z. z. a vyhláškou č. 35/2020 Z. z. pre jednotlivé kategórie budov, tab. č. 1.8 alebo tab. č. 1.9.

Tab. č. 1.8 Vstupné údaje o požadovanej intenzite výmeny vzduchu za hodinu [8, 9, 10, 11, 12, 13, 42, 43, 44]

Kategória budovy	Typ budovy									Jednotka
	Administratívne budovy	Budovy škôl a školských zariadení	Budovy nemocníc	Reštaurácie	Športové haly a iné budovy určené na šport	Budovy pre veľkoobchodné služby a maloobchodné služby	Zhromažďovacie haly	Obchodné domy	Kryté plavárne	
Vnútorňá požadovaná teplota v zime, vyhláska č. 35/2020 Z. z.	20	20	22	20	18	20	20	18	28	°C
Plocha na osobu (použitie/obsadenosť), vyhláska č. 35/2020 Z. z.	20	10	30	5	20	10	5	100	20	m^2/osoba
Priemerné množstvo vzduchu v m^3 na osobu (podľa viacerých technických podkladov)	40	35	80	60	45	35	30	35	50	$\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{osoba})$
Priemerná intenzita výmeny vzduchu I_{VV} za hodinu (podľa viacerých technických podkladov)	0,67	0,58	1,33	1,00	0,75	0,58	0,50	0,58	0,83	1/h

$$i = A_b / \text{obsadenosť} \quad (\text{osôb}) \quad (1.4)$$

A_b merná plocha budovy (m^2),
 obsadenosť plocha na jednu osobu (m^2/os), tab. č. 1.8 alebo tab. č. 1.9.

Projektovaný tepelný príkon na prípravu TV Φ_{DHW} (kW) zásobníkového, prietokového a kombinovaného ohrievača pre **bytové domy** sa určuje **podľa smerného tepelného príkonu na obyvateľa** podľa vzťahu, [8, 9,10, 11, 12, 13, 42, 43, 44]:

$$\Phi_{DHW} = i \cdot q_n \cdot \delta \quad (\text{kW}) \quad (1.5)$$

i počet obyvateľov (-),
 q_n smerný tepelný príkon pre prípravu teplej vody na jednu osobu (kW/os),
 δ súčiniteľ zohľadňujúci spôsob prípravy teplej vody (-)
 $\delta = 0,8$ zásobníkový spôsob,
 $\delta = 1,0$ zmiešaný (kombinovaný) spôsob,
 $\delta = 1,33$ prietokový spôsob.

Smerný tepelný príkon pre prípravu teplej vody na osobu:

$$q_n = 0,12 + 15 \cdot i^{-\frac{2}{3}} \quad (\text{kW/os}) \quad (1.6)$$

i počet osôb (-).

Projektovaný tepelný príkon na prípravu TV Φ_{DHW} (kW) zásobníkového ohrievača pre **budovy občianskej vybavenosti** sa určuje podľa **dennej potreby teplej vody V_z (l)** a **požadovanej rýchlosti (doby) ohrevu teplej vody z (h)**, [8, 9,10, 11, 12, 13, 42, 43, 44]:

$$\Phi_Z = V_z \cdot (\theta_{TV} - \theta_{SV}) / (860 \cdot z) \quad (\text{kW}) \quad (1.7)$$

V_z denná potreba teplej vody (l),
 θ_{TV} teplota teplej vody (°C),
 θ_{SV} teplota studenej vody (°C),
 z požadovaná rýchlosť (doba) ohrevu (h).

Tab. č. 1.9 Vstupné údaje súvisiace s normalizovaným spôsobom využívania budov (vyhláška č. 364/2012 Z. z. doplnená vyhláškou č. 324/2016 Z. z. a vyhláškou 35/2020 Z. z. z 10.03.2020) [8, 9,10, 11, 12, 13, 42, 43, 44]

Kategória budovy	Typ budovy											Jednotka
	Rodinné domy	Bytové domy	Administratívne budovy	Budovy škôl a školských zariadení	Budovy nemocníc	Reštaurácie	Športové haly a iné budovy určené na šport	Budovy pre veľkoobchodné služby a maloobchodné služby	Zhromažďovacie haly	Obchodné domy	Kryté plavárne	
Vnútorná požadovaná teplota v zime	20	20	20	20	22	20	18	20	20	18	28	°C
Vnútorná požadovaná teplota v lete	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	28	°C
Plocha na osobu (použitie/obsadenosť)	60	40	20	10	30	5	20	10	5	100	20	m ² /osoba
Priemerný celkový tepelný tok na osobu	70	70	80	70	80	100	100	90	80	100	60	W/osoba
Metabolický zisk na plochu priestoru s tepelne upravovanými vnútornými podmienkami	1,2	1,8	4,0	7,0	2,7	20,0	5,0	9,0	16,0	1,0	3,0	W/m ²
Čas prítomnosti za deň (mesačný priemerný čas)	12	12	6	4	16	3	6	12	3	6	4	h
Ročná potreba elektriny na plochu priestoru s tepelne upravovanými vnútornými podmienkami ^{a)}	20	30	20	10	30	30	10	30	20	6	60	kWh/(m ² . a)
Časť potreby elektriny vnútri priestoru s upravovanými podmienkami	0,7	0,7	0,9	0,9	0,7	0,7	0,9	0,8	0,8	0,9	0,7	–
Výmena vzduchu za vonkajší vzduch na plochu priestoru s tepelne upravovanými vnútornými podmienkami ^{a)}	0,7	0,7	0,7	0,7	1,0	1,2	0,7	0,7	1,0	0,3	0,7	m ³ /(h·m ²)
Výmena vzduchu za vonkajší vzduch na osobu	42	28	14	7	30	6	14	7	5	30	14	m ³ /(h·osoba)
Ročná potreba tepla na prípravu teplej vody na plochu priestoru s tepelne upravovanými vnútornými podmienkami ^{a)}	10	20	6	10	30	50	8	6	10	1,4	80	kWh/(m ² . a)

^{a)} Hodnoty sa vzťahujú na celkovú podlahovú plochu vyrátanú z vonkajších rozmerov budovy.

Projektovaný tepelný príkon na prípravu TV Φ_{DHW} (kW) prietokového a kombinovaného ohrievača pre **budovy občianskej vybavenosti** sa určuje podľa potreby tepla na prípravu teplej vody podľa vzťahu, [8, 9,10, 11, 12, 13, 42, 43, 44]:

$$\Phi_O = 0,325 \cdot q_d \cdot \delta \quad (\text{kW}) \quad (1.8)$$

q_d smerný tepelný príkon na prípravu teplej vody na jednu osobu (kW/os),

δ súčiniteľ zohľadňujúci spôsob prípravy teplej vody (-)

$\delta = 1,00$ zmiešaný (kombinovaný) spôsob,

$\delta = 1,33$ prietokový spôsob.

Potreba tepla na prípravu teplej vody (kWh/deň), [8, 9,10, 11, 12, 13]:

$$q_d = q \cdot i \quad (\text{kWh/deň}) \quad (1.9)$$

i počet osôb (-),

q priemerná potreba tepla na osobu (kWh/(os.deň)), zamestnanci, žiaci, učitelia 0,2 až 0,5, športovci 0,8 až 1,5.

1.5 ZJEDNODUŠENÝ VÝPOČET POTREBY TEPLA NA VETRANIE PRE BUDOVY

Ročná potreba tepla na vetranie Q_V (kWh/a) sa zjednodušeným spôsobom určí na základe „**predpokladanej energetickej triedy na vetranie a chladenie pre danú kategóriu budovy**“ stanovenú vo vyhláške č. 364/2012 Z. z. doplnenej vyhláškami č. 324/2016 Z. z. a č. 35/2020 Z. z. pre jednotlivé kategórie budov, tab. č. 1.10. Tento „**reverzný**“ zjednodušený spôsob ročnej potreby tepla na vetranie sa používa na výpočet predpokladanej celkovej potreby energie a primárnej energie budovy pri uvažovaní požadovaných energetických tried pre jednotlivé miesta spotreby.

Bez rekuperácie:

$$Q_V = PET_V \cdot A_b \quad (\text{kWh/a}) \quad (1.10)$$

A_b merná plocha budovy (m²),

PET_V predpokladaná energetická trieda na vetranie a chladenie pre danú kategóriu budovy (kWh/m².a), tab. č. 1.9, [42, 43, 44].

S rekuperáciou:

$$Q_V = PET_V \cdot A_b \cdot \left(1 - \frac{\eta_{rek}}{100}\right) \quad (\text{kWh/a}) \quad (1.11)$$

A_b	merná plocha (m^2),
PET_V	predpokladaná energetická trieda na vetranie a chladenie pre danú kategóriu budovy ($\text{kWh/m}^2 \cdot \text{a}$), tab. č. 1.10, [42, 43, 44],
η_{rek}	účinnosť rekuperácie (%).

1.6 ZJEDNODUŠENÝ VÝPOČET PROJEKTOVANÉHO PRÍKONU NA VETRANIE PRE BUDOVY

Projektovaný tepelný príkon pre nútené vetranie – teplovzdušné vykurovanie (vzduchotechniku) udáva množstvo tepla potrebného pre ohriatie objemového prútu vzduchu prúdiaceho cez ohrievač vzduchotechnickej jednotky. Určuje sa podľa STN 73 0548:1985, [8, 9,10, 11].

Projektovaný tepelný príkon pre vzduchotechniku Φ_{AS} (W) vypočítame:

$$\phi_{AS} = V_V \cdot c_p \cdot \rho \cdot (\theta_i - \theta_{ch}) = V_V \cdot 1010 \cdot 1,2047 \cdot \Delta\theta_{i,ch} \quad (\text{W}) \quad (1.12)$$

V_V	objemový prútok vzduchu pri teplote θ_{ch} , s uvažovaním cirkulácie vzduchu (m^3/s),
c_p	merná tepelná kapacita vzduchu ($\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$), 1010 ($\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$),
ρ	hustota privádzaného vzduchu (kg/m^3), 1,2047 (kg/m^3),
θ_i	teplota vzduchu v interiéri ($^{\circ}\text{C}$),
θ_{ch}	teplota vzduchu pred ohrievačom ($^{\circ}\text{C}$), - pri 100 % množstve nasávaného vzduchu $\theta_{ch} = \theta_e + 8$ (θ_e – vonkajšia výpočtová teplota), napr. $\theta_{ch} = -11+8 = -3$ $^{\circ}\text{C}$, $\Delta\theta_{i,ch} = 20 - (-3) = +23$ $^{\circ}\text{C}$ - pri spätnom získavaní tepla $\theta_{ch} = 12$ až 14 $^{\circ}\text{C}$, napr. $\Delta\theta_{i,ch} = 20 - 12 = +8$ $^{\circ}\text{C}$, [8, 9,10, 11, 12, 13, 42, 43, 44].

Potom **objemový prietok vzduchu V_V (m^3/s)** bude:

$$V_V = 0,8 \cdot V_b \cdot (I_{VV}/3600) \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (1.13)$$

V_b obostavaný priestor budovy (m^3),

I_{VV} intenzita výmeny vzduchu za hodinu (1/h), tab. č. 1.8 alebo tab. č. 1.9, [8, 9, 10, 11].

Tab. č. 1.10 Škála **energetických tried pre potrebu energie na vetranie** v $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ [42, 43, 44]

Miesto spotreby	Kategorie budov	Triedy energetickej hospodárnosti budovy						
		A	B	C	D	E	F	G
Nútené vetranie a chladenie	rodinné domy	nehodnotí sa						
	bytové domy	nehodnotí sa						
	administratívne budovy	≤ 15	16 – 30	31 – 45	46 – 59	60 – 74	75 – 89	> 89
	budovy škôl a školských zariadení	nie je určené						
	budovy nemocníc	≤ 26	27 – 51	52 – 76	77 – 101	102 – 126	127 – 152	> 152
	budovy hotelov a reštaurácií	≤ 14	15 – 28	29 – 42	43 – 56	57 – 70	71 – 84	> 84
	športové haly a iné budovy určené na šport	nie je určené						
	budovy pre veľkoobchodné služby a maloobchodné služby	≤ 33	34 – 66	67 – 99	100 – 132	133 – 165	166 – 198	> 198

1.7 VÝPOČET PRÍPOJNÝCH HODNÔT

Kolísaním dennej vonkajšej teploty a kolísaním odberu tepla vplyvom prevádzky vykurovaných objektov max. požadovaný príkon inštalovaných kotlov nie je algebraickým súčtom ich výkonov. **V praxi sa môžu vyskytovať dve prevádzkové špičky. Rozlišujeme tzv. prípojné hodnoty:** [6, 8, 11]

1. Ak tepelný príkon na vykurovanie je 80 %, na prípravu TV 100 % a na nútené vetranie 80 %, potom môžeme napísať:

$$\Phi_{P\check{S},1} = 0,8.\Phi_{VYK} + 1,0.\Phi_{TV} + 0,8.\Phi_{VZT} \quad (\text{kW}) \quad (1.14)$$

2. Ak tepelný príkon na vykurovanie je 100 % a na nútené vetranie 100 %, potom môžeme napísať:

$$\Phi_{P\check{S},2} = 1,0.\Phi_{VYK} + 1,0.\Phi_{VZT} \quad (\text{kW}) \quad (1.15)$$

Φ_{VYK} tepelný príkon na vykurovanie [W],
 Φ_{TV} tepelný príkon na prípravu teplej vody [W],
 Φ_V tepelný príkon na vzduchotechniku [W].

Výpočty je možné uskutočniť aj pomocou **výpočtového softvéru EHB II.**

1.8 ZJEDNODUŠENÝ VÝPOČET POTREBY ENERGIE NA VYKUROVANIE, PRÍPRAVU TEPLEJ VODY, VETRANIE A CHLADENIE, OSVETLENIE

Na základe vypočítaných potrieb tepla pre jednotlivé energetické systémy a predpokladaných faktorov transformácie a distribúcie pri vykurovaní, príprave teplej vody a vetraní, vypočítame potrebu energie pre jednotlivé miesta odberu a určíme energetické triedy. Zjednodušeným spôsobom stanovíme energetickú triedu na osvetlenie.

1.8.1 Ročná potreba energie a merná potreba energie na vykurovanie

Ročnú potrebu energie na vykurovanie vypočítame z nasledovnej rovnice:

$$E_{VYK} = \frac{Q_h}{\eta_{VS}} - OZE \quad (\text{kWh/a}) \quad (1.16)$$

Q_h potreba tepla na vykurovanie (kWh/a),
 OZE zohľadnenie energie z obnoviteľných zdrojov (kWh/a),
 η_{VS} predpokladaný faktor transformácie a distribúcie energie pri vykurovaní (-),
 tab. č. 1.11, [42, 43, 44].

Potom **merná potreba energie na vykurovanie** bude:

$$q_{E-VYK} = \frac{E_{VYK}}{A_b} \quad (\text{kWh/m}^2.\text{a}) \quad (1.17)$$

E_{VYK} potreba energia na vykurovanie (kWh/a),
 A_b merná plocha (m²).

Z vyhlášky č. 364/2012 Z. z. doplnenou vyhláškou č. 324/2016 Z. z. a vyhláškou 35/2020 Z. z. určíme **energetickú triedu na vykurovanie** pre jednotlivé kategórie budov, tab. č.1.12, [42, 43, 44].

Tab. č. 1.11 Predpokladaný faktor transformácie a distribúcie pri vykurovaní (vyhláška č. 364/2012 Z.z. doplnená vyhláškou č. 324/2016 Z.z. a vyhláškou č. 35/2020 Z.z. z 10.03.2020)

Energetický nosič	Zdroj tepla	Vykurovacia sústava	Predpokladaný faktor transformácie a distribúcie energie pri vykurovaní η_{vs} (-)
Zemný plyn	štandardný kotol – starý	konvekčné vykurovanie	0,80 – 0,85
		sálavé vykurovanie	0,81 – 0,86
	štandardný kotol – nový	konvekčné vykurovanie	0,82 – 0,87
		sálavé vykurovanie	0,83 – 0,88
	nízko-teplotný kotol	konvekčné vykurovanie	0,84 – 0,89
		sálavé vykurovanie	0,85 – 0,90
	kondenzačný kotol	konvekčné vykurovanie	0,86 – 0,91
		sálavé vykurovanie	0,87 – 0,92
	kombinovaná výroba	konvekčné vykurovanie	0,82 – 0,87
		sálavé vykurovanie	0,83 – 0,88
	štandardný kotol – nový	konvekčné vykurovanie	0,82 – 0,87
		sálavé vykurovanie	0,83 – 0,88
LPG	nízko-teplotný kotol	konvekčné vykurovanie	0,84 – 0,89
		sálavé vykurovanie	0,85 – 0,90
	kondenzačný kotol	konvekčné vykurovanie	0,86 – 0,91
		sálavé vykurovanie	0,87 – 0,92
Koks čiernouhoľný	kotol na tuhé palivo	konvekčné vykurovanie	0,78 – 0,83
		sálavé vykurovanie	0,79 – 0,84
Čierne uhlie	kotol na tuhé palivo	konvekčné vykurovanie	0,76 – 0,81
		sálavé vykurovanie	0,77 – 0,82
Hnedé uhlie tried.	kotol na tuhé palivo	konvekčné vykurovanie	0,75 – 0,80
		sálavé vykurovanie	0,76 – 0,81
Ľahký vykurovací olej	štandardný kotol – starý	konvekčné vykurovanie	0,79 – 0,84
		sálavé vykurovanie	0,80 – 0,85

	štandardný kotol – nový	konvekčné vykurovanie	0,81 – 0,86
		sálavé vykurovanie	0,82 – 0,87
	nízкотеплотný kotol – starý	konvekčné vykurovanie	0,83 – 0,88
		sálavé vykurovanie	0,84 – 0,89
	nízкотеплотný kotol – nový	konvekčné vykurovanie	0,85 – 0,90
		sálavé vykurovanie	0,86 – 0,91
Drevené peletky	kotol na biomasu	konvekčné vykurovanie	0,84 – 0,89
		sálavé vykurovanie	0,85 – 0,90
Drevná štiepka	kotol na biomasu	konvekčné vykurovanie	0,76 – 0,81
		sálavé vykurovanie	0,77 – 0,82
Kusové drevo	kotol na biomasu	konvekčné vykurovanie	0,75 – 0,80
		sálavé vykurovanie	0,76 – 0,81
Kusové drevo	kotol na biomasu so splyňovaním	konvekčné vykurovanie	0,82 – 0,87
		sálavé vykurovanie	0,83 – 0,88
Zemný plyn	diaľkové vykurovanie	konvekčné vykurovanie	0,84 – 0,89
		sálavé vykurovanie	0,85 – 0,90
Čierne uhlie	diaľkové vykurovanie	konvekčné vykurovanie	0,79 – 0,84
		sálavé vykurovanie	0,80 – 0,85
Hnedé uhlie	diaľkové vykurovanie	konvekčné vykurovanie	0,75 – 0,80
		sálavé vykurovanie	0,76 – 0,81
Drevná štiepka	diaľkové vykurovanie	konvekčné vykurovanie	0,78 – 0,83
		sálavé vykurovanie	0,79 – 0,84
Ťažký vykur. olej	diaľkové vykurovanie	konvekčné vykurovanie	0,79 – 0,84
		sálavé vykurovanie	0,80 – 0,85
Zemný plyn	diaľkové vykurovanie – kombinovaná výroba elektriny a tepla	konvekčné vykurovanie	0,84 – 0,89
		sálavé vykurovanie	0,85 – 0,90
Hnedé uhlie	diaľkové vykurovanie – kombinovaná výroba elektriny a tepla	konvekčné vykurovanie	0,79 – 0,84
		sálavé vykurovanie	0,80 – 0,85
Čierne uhlie	diaľkové vykurovanie – kombinovaná výroba elektriny a tepla	konvekčné vykurovanie	0,82 – 0,87
		sálavé vykurovanie	0,83 – 0,88
Jadrová energia	diaľkové vykurovanie – kombinovaná výroba elektriny a tepla	konvekčné vykurovanie	0,85 – 0,90
		sálavé vykurovanie	0,86 – 0,91
Zemný plyn	plynové tepelné čerpadlo vzduch-voda nízкотеплотné vykurovanie	konvekčné vykurovanie	1,4
	plynové tepelné čerpadlo vzduch-voda radiátorové vykurovanie	sálavé vykurovanie	1,5
Elektrina	elektrické vykurovanie, chladenie	sálavé vykurovanie	0,99
	elektrický ohrev pitnej vody		0,99
	tepelné čerpadlo vzduch-voda/ radiátorové vykurovanie	konvekčné vykurovanie	2,6
	tepelné čerpadlo vzduch-voda/ nízкотеплотné vykurovanie	sálavé vykurovanie	2,9

	tepelné čerpadlo vzduch-vzduch (vzduch sa ohrieva do 35 °C)	konvekčné vykurovanie	2,9
	tepelné čerpadlo zem-voda/radiátorové vykurovanie	konvekčné vykurovanie	2,9
	tepelné čerpadlo zem-voda/nízkoteplotné vykurovanie	sálavé vykurovanie	3,4
	tepelné čerpadlo voda-voda/radiátorové vykurovanie	konvekčné vykurovanie	3,4
	tepelné čerpadlo voda-voda/nízkoteplotné vykurovanie	sálavé vykurovanie	3,9
	tepelné čerpadlo voda od 18 °C – voda/radiátorové vykurovanie	konvekčné vykurovanie	4
	tepelné čerpadlo voda od 18 °C – voda/nízkoteplotné vykurovanie	sálavé vykurovanie	4,4

Tab. č. 1.12 Škála energetických tried pre potrebu energie na vykurovanie v kWh/(m².a) [42, 43, 44]

Miesto spotreby	Kategórie budov	Triedy energetickej hospodárnosti budovy						
		A	B	C	D	E	F	G
Vykurovanie	rodinné domy	≤ 43	44 – 86	87 – 129	130 – 172	173 – 215	216 – 258	> 258
	bytové domy	≤ 27	28 – 53	54 – 80	81 – 106	107 – 133	134 – 159	> 159
	administratívne budovy	≤ 28	29 – 56	57 – 84	85 – 112	113 – 140	141 – 168	> 168
	budovy škôl a školských zariadení	≤ 28	29 – 56	57 – 84	85 – 112	113 – 140	141 – 168	> 168
	budovy nemocníc	≤ 35	36 – 70	71 – 105	106 – 140	141 – 175	176 – 210	> 210
	budovy hotelov a reštaurácií	≤ 36	37 – 71	72 – 107	108 – 142	143 – 178	179 – 213	> 213
	športové haly a iné budovy určené na šport	≤ 33	34 – 66	67 – 99	100 – 132	133 – 165	166-198	> 198
	budovy pre veľkoobchodné služby a maloobchodné služby	≤ 33	34 – 65	66 – 98	99 – 130	131 – 163	164 – 195	> 195

1.8.2 Ročná potreba energie a merná potreba energie na prípravu teplej vody

Ročnú potrebu energie na prípravu TV vypočítame nasledovne, [8, 9,10, 11,12, 13, 42, 43, 44]:

$$E_{TV} = \frac{Q_{TV}}{\eta_{TV}} - OZE \quad (\text{kWh/a}) \quad (1.18)$$

Q_{TV} potreba tepla na prípravu TV (kWh/a),

OZE zohľadnenie energie z obnoviteľných zdrojov (kWh/a),

η_{TV} predpokladaný faktor transformácie a distribúcie energie pri príprave teplej vody (-), tab. č. 1.13.

Potom **merná potreba energie na prípravu teplej vody** bude, [8, 9,10, 11, 12, 13, 42, 43, 44]:

$$q_{E-TV} = \frac{E_{TV}}{A_b} \quad (\text{kWh/m}^2.\text{a}) \quad (1.19)$$

E_{TV} potreba energia na prípravu teplej vody (kWh/a),
 A_b merná plocha (m²).

Z vyhlášky č. 364/2012 Z. z. doplnenou vyhláškou č. 324/2016 Z. z. a vyhláškou 35/2020 Z. z. určíme **energetickú triedu na prípravu teplej vody** pre jednotlivé kategórie budov, tab. č. 1.14.

Tab. č. 1.13 Predpokladaný faktor transformácie a distribúcie pri príprave TV
(hodnoty určené empiricky na základe energetických certifikátov)

Zdroj tepla	Spôsob prípravy TV	Predpokladaný faktor transformácie a distribúcie energie pri príprave TV η_{TV} (-)
Všetky energetické nosiče a zdroje tepla vrátane diaľkového vykurovania okrem zdrojov tepla využívajúcich OZE	zásobníkový ohrev, s cirkuláciou	0,65 – 0,70
	zásobníkový ohrev, bez cirkulácie	0,75 – 0,85
	prietokový ohrev, taktiež CZT s cirkuláciou	0,75 – 0,85
	prietokový ohrev, bez cirkulácie	0,85 – 0,95
plynové tepelné čerpadlo vzduch-voda	zásobníkový ohrev, s cirkuláciou	1,0 – 1,2
	zásobníkový ohrev, bez cirkulácie	1,1 – 1,3
	prietokový ohrev, s cirkuláciou	1,2 – 1,4
	prietokový ohrev, bez cirkulácie	1,3 – 1,5
tepelné čerpadlo vzduch-voda	zásobníkový ohrev, s cirkuláciou	2,1 – 2,3
	zásobníkový ohrev, bez cirkulácie	2,2 – 2,4
	prietokový ohrev, s cirkuláciou	2,3 – 2,5
	prietokový ohrev, bez cirkulácie	2,2 – 2,6
tepelné čerpadlo zem-voda	zásobníkový ohrev, s cirkuláciou	2,4 – 2,6
	zásobníkový ohrev, bez cirkulácie	2,5 – 2,7
	prietokový ohrev, s cirkuláciou	2,6 – 2,8
	prietokový ohrev, bez cirkulácie	2,7 – 2,9
tepelné čerpadlo voda-voda	zásobníkový ohrev, s cirkuláciou	3,0 – 3,1
	zásobníkový ohrev, bez cirkulácie	3,0 – 3,2
	prietokový ohrev, s cirkuláciou	3,1 – 3,3
	prietokový ohrev, bez cirkulácie	3,2 – 3,4

Tab. č. 1.14 Škála energetických tried pre potrebu energie na prípravu TV v kWh/(m².a)
[42, 43, 44]

Miesto spotreby	Kategoríe budov	Triedy energetickej hospodárnosti budovy						
		A	B	C	D	E	F	G
Príprava teplej vody	rodinné domy	≤ 12	13 – 24	25 – 36	37 – 48	49 – 60	61 – 72	> 72
	bytové domy	≤ 13	14 – 26	27 – 39	40 – 52	53 – 65	66 – 78	> 78
	administratívne budovy	≤ 4	5 – 8	9 – 12	13 – 16	17 – 20	21 – 24	> 24
	budovy škôl a školských zariadení	≤ 6	7 – 12	13 – 18	19 – 24	25 – 30	31 – 36	> 36
	budovy nemocníc	≤ 26	27 – 52	53 – 78	79 – 104	105 – 130	131 – 156	> 156
	budovy hotelov a reštaurácií	≤ 32	33 – 64	65 – 96	97 – 128	129 – 160	161 – 192	> 192
	športové haly a iné budovy určené na šport	≤ 6	7 – 12	13 – 18	19 – 24	25 – 30	31 – 36	> 36
	budovy pre veľkoobchodné služby a maloobchodné služby	≤ 5	6 – 9	10 – 14	15 – 18	19 – 23	24 – 27	> 27

1.8.3 Ročná potreba energie a merná potreba energie na vetranie

Ročnú potrebu energie na vetranie vypočítame z nasledovného vzťahu:

$$E_V = \frac{Q_V}{\eta_V} - OZE \quad (\text{kWh/a}) \quad (1.20)$$

Q_V potreba tepla na vetranie (kWh/a),

OZE zohľadnenie energie z obnoviteľných zdrojov (kWh/a),

η_V predpokladaný faktor transformácie a distribúcie energie pri vetraní 0,85 až 0,90 (-).

Potom **merná potreba energie na vetranie**:

$$q_{E-V} = \frac{E_V}{A_b} \quad (\text{kWh/m}^2.\text{a}) \quad (1.21)$$

E_V potreba energia na vetranie (kWh/a),

A_b merná plocha (m²).

Z vyhlášky č. 364/2012 Z. z. doplnenou vyhláškou č. 324/2016 Z. z. a vyhláškou č. 35/2020 Z. z. určíme **energetickú triedu na vetranie** pre jednotlivé kategórie budov,
tab. č. 1.10.

1.8.4 Ročná potreba energie a merná potreba energie na osvetlenie

Pre **ročnú potrebu energie na osvetlenie** použijeme nasledovnú rovnicu:

$$E_{OSV} = \frac{RPE_{OSV} \cdot A_b}{0,99} - OZE \quad (\text{kWh/a}) \quad (1.22)$$

RPE_{OSV} merná ročná potreba elektriny (kWh/m².a), tab. č. 9,
 OZE zohľadnenie energie z obnoviteľných zdrojov (kWh/a),
 A_b merná plocha (m²).

Potom **merná potreba energie na osvetlenie** bude:

$$q_{E-OSV} = \frac{E_{OSV}}{A_b} \quad (\text{kWh/m}^2.\text{a}) \quad (1.23)$$

E_{OSV} potreba energia na osvetlenie (kWh/a),
 A_b merná plocha (m²).

Z vyhlášky č. 364/2012 Z. z. doplnenou vyhláškou č. 324/2016 Z. z. a vyhláškou č. 35/2020 Z. z. určíme **energetickú triedu na osvetlenie** pre jednotlivé kategórie budov, tab. č. 1. 15.

Tab. č. 1.15 Škála energetických tried pre potrebu energie na osvetlenie v kWh/(m².a)
[42, 43, 44]

Miesto spotreby	Kategórie budov	Triedy energetickej hospodárnosti budovy						
		A	B	C	D	E	F	G
Osvetlenie	rodinné domy	nehodnotí sa						
	bytové domy	nehodnotí sa						
	administratívne budovy	≤ 15	16 – 30	31 – 45	46 – 60	61 – 75	76 – 90	> 90
	budovy škôl a školských zariadení	≤ 9	10 – 18	19 – 27	28 – 36	37 – 45	46 – 54	> 54
	budovy nemocníc	≤ 16	17 – 32	33 – 48	49 – 64	65 – 80	81 – 96	> 96
	budovy hotelov a reštaurácií	≤ 12	13 – 24	25 – 36	37 – 48	49 – 60	61 – 72	> 72
	športové haly a iné budovy určené na šport	≤ 21	22 – 42	43 – 63	64 – 84	85 – 105	106 – 126	> 126
	budovy pre veľkoobchodné služby a maloobchodné služby	≤ 37	38 – 74	75 – 111	112 – 148	149 – 185	186 – 222	> 222

1.9 ZJEDNODUŠENÝ VÝPOČET CELKOVEJ POTREBY ENERGIE BUDOVY, GLOBÁLNEHO UKAZOVATEĽA – PRIMÁRNEJ ENERGIE A EMISÍÍ CO₂

Po čiastkových výpočtoch potreby energie pre jednotlivé energetické systémy v budovách vypočítame celkovú dodanú energiu pre budovu, primárnu energiu a emisie CO₂. Budovy podľa kategórií zaradíme do energetickej triedy podľa primárnej energie do energetických tried A0 až G.

1.9.1 Celková potreba energie a merná potreba energie celkovej potreby budovy

Celková ročná potreba energie budovy predstavuje súčet potrieb energie na jednotlivé miesta spotreby, energetické systémy, teda vykurovanie, prípravu teplej vody, nútené vetranie a osvetlenie, [8, 9,10, 11, 12, 13, 42, 43, 44]. Stanoví sa z nasledovného vzťahu:

$$E_{celková} = E_{VYK} + E_{TV} + E_V + E_{OSV} \quad (\text{kWh/a}) \quad (1.24)$$

E_{VYK} ročná potreba energie na vykurovanie (kWh/a),
 E_{TV} ročná potreba energie na prípravu TV (kWh/a),
 E_V ročná potreba energie na vetranie (kWh/a),
 E_{OSV} ročná potreba energie na osvetlenie (kWh/a).

Potom **merná potreba energie celkovej potreby budovy** bude:

$$q_{E-celková} = \frac{E_{celková}}{A_b} \quad (\text{kWh/m}^2.\text{a}) \quad (1.25)$$

$Q_{E-celková}$ celková potreba energie budovy (kWh/a),
 A_b merná plocha (m²).

Z vyhlášky č. 364/2012 Z. z. doplnenou vyhláškou č. 324/2016 Z. z. a vyhláškou č. 35/2020 Z. z. určíme **energetickú triedu celkovej potreby energie budovy** pre jednotlivé kategórie budov, tab. č. 1.16.

Tab. č. 1.16 Škála **energetických tried celkovej potreby energie budovy** v kWh/(m² . a)
 [42, 43, 44]

Miesto spotreby	Kategórie budov	Triedy energetickej hospodárnosti budovy						
		A	B	C	D	E	F	G
Celková potreba energie v budove	rodinné domy	≤ 55	56 – 110	111 – 165	166 – 220	221 – 275	276 – 330	> 330
	bytové domy	≤ 40	41 – 79	80 – 119	120 – 158	159 – 198	199 – 237	> 237
	administratívne budovy	≤ 62	63 – 124	125 – 186	187 – 247	248 – 309	310 – 371	> 371
	budovy škôl a školských zariadení	≤ 43	44 – 86	87 – 129	130 – 172	173 – 215	216 – 258	> 258
	budovy nemocníc	≤ 103	104 – 205	206 – 307	308 – 409	410 – 511	512 – 614	> 614
	budovy hotelov a reštaurácií	≤ 94	95 – 187	188 – 281	282 – 374	375 – 468	469 – 561	> 561
	športové haly a iné budovy určené na šport	≤ 60	61 – 120	121 – 180	181 – 240	241 – 300	301 – 360	> 360
	budovy pre veľkoobchodné služby a maloobchodné služby	≤ 108	109 – 214	215 – 322	323 – 428	429 – 536	537 – 642	> 642

Tab. č. 1.17 Transformačné a prepočítavacie faktory účinnosti výroby a distribúcie tepla, emisií oxidu uhličitého, primárnej energie a hodnoty výhrevnosti palív [42, 43, 44]

Energetický nosič	Spôsob transformácie	Merná jednotka (m. j.)	Výhrevnosť kWh/m. j.	Faktor		
				transformácie a distribúcie energie ^{b), f), g)}	emisie CO ₂ K kg/kWh	primárnej energie f _{Pnren}
Zemný plyn	štandardný kotol – starý	m ³	9,59	0,83 – 0,89	0,220 ^{h)}	1,1
	štandardný kotol – nový	m ³	9,59	0,89 – 0,90	0,220 ^{h)}	1,1
	nízkoteplotný kotol	m ³	9,59	0,90 – 0,93	0,220 ^{h)}	1,1
	kondenzačný kotol	m ³	9,59	0,97 – 1,05 ^{c)}	0,220 ^{h)}	1,1
	kombinovaná výroba	m ³	9,59	0,85	0,220 ^{h)}	1,1
LPG	štandardný kotol – nový	kg	12,788	0,89 – 0,90	0,2484	1,35
	nízkoteplotný kotol	kg	12,788	0,90 – 0,93	0,2484	1,35
	kondenzačný kotol	kg	12,788	0,97 – 1,05 ^{c)}	0,2484	1,35
Koks čiernouhoľný	kotol na tuhé palivo	kg	7,79	0,72 – 0,75	0,360 ^{h)}	1,1
Čierne uhlie	kotol na tuhé palivo	kg	6,99	0,69 – 0,78	0,360 ^{h)}	1,1
Hnedé uhlie tried.	kotol na tuhé palivo	kg	4,31	0,65 – 0,75	0,360 ^{h)}	1,1
Ľahký vykurovací olej	štandardný kotol – starý	kg	11,67	0,82	0,290 ^{h)}	1,1
	štandardný kotol – nový	kg	11,67	0,85	0,290 ^{h)}	1,1
	nízkoteplotný kotol – starý	kg	11,67	0,87	0,290 ^{h)}	1,1
	nízkoteplotný kotol – nový	kg	11,67	0,91	0,290 ^{h)}	1,1
Drevené peletky	kotol na biomasu	kg	4,72	0,86	0,020	0,20
Drevná štiepka	kotol na biomasu	kg	3,19	0,78	0,020	0,15
Kusové drevo	kotol na biomasu	kg	3,19	0,70	0,020	0,10
Kusové drevo	kotol na biomasu so splyňovaním	kg	3,19	0,83	0,020	0,10
Zemný plyn	diaľkové vykurovanie	kWh		0,84	0,220 ^{h)}	1,3 ⁱ⁾
Čierne uhlie	diaľkové vykurovanie	kWh		0,80	0,360 ^{h)}	1,3 ⁱ⁾
Hnedé uhlie	diaľkové vykurovanie	kWh		0,65 – 0,70	0,360 ^{h)}	1,3 ⁱ⁾
Drevná štiepka	diaľkové vykurovanie	kWh		0,72 – 0,80	0,020	1,3 ⁱ⁾
Ťažký vykur. olej	diaľkové vykurovanie	kWh		0,80	0,330	1,3 ⁱ⁾
Zemný plyn	diaľkové vykurovanie – kombinovaná výroba elektriny a tepla	kWh		0,80 – 0,84	0,220 ^{h)}	0,7 ⁱ⁾
Hnedé uhlie	diaľkové vykurovanie – kombinovaná výroba elektriny a tepla	kWh		0,60 – 0,70	0,360 ^{h)}	0,7 ⁱ⁾
Čierne uhlie	diaľkové vykurovanie – kombinovaná výroba elektriny a tepla	kWh		0,65 – 0,75	0,360 ^{h)}	0,7 ⁱ⁾

Jadrová energia	diaľkové vykurovanie – kombinovaná výroba elektriny a tepla	kWh		0,88 ^{d)}	0,016	0,7 ⁱ⁾
Zemný plyn	plynové tepelné čerpadlo vzduch-voda nízkoteplotné vykurovanie	m ³	9,59	1,5	0,220 ^{h)}	1,1
	plynové tepelné čerpadlo vzduch-voda radiátorové vykurovanie	m ³	9,59	1,4	0,220 ^{h)}	1,1
Elektrina	elektrické vykurovanie, chladenie	kWh		0,99	0,167 ^{h)}	2,2 ^{e)}
	elektrický ohrev pitnej vody	kWh		0,99	0,167 ^{h)}	2,2 ^{e)}
	tepelné čerpadlo vzduch-voda/ radiátorové vykurovanie	kWh		2,6 ^{j)}	0,167 ^{h)}	2,2 ^{e)}
	tepelné čerpadlo vzduch-voda/ nízkoteplotné vykurovanie	kWh		2,9 ^{j)}	0,167 ^{h)}	2,2 ^{e)}
	tepelné čerpadlo vzduch-vzduch (vzduch sa ohrieva do 35 °C)	kWh		2,9 ^{j)}	0,167 ^{h)}	2,2 ^{e)}
	tepelné čerpadlo zem-voda/ radiátorové vykurovanie	kWh		2,9 ^{j)}	0,167 ^{h)}	2,2 ^{e)}
	tepelné čerpadlo zem-voda/ nízkoteplotné vykurovanie	kWh		3,4 ^{j)}	0,167 ^{h)}	2,2 ^{e)}
	tepelné čerpadlo voda-voda/ radiátorové vykurovanie	kWh		3,4 ^{j)}	0,167 ^{h)}	2,2 ^{e)}
	tepelné čerpadlo voda-voda/ nízkoteplotné vykurovanie	kWh		3,9 ^{j)}	0,167 ^{h)}	2,2 ^{e)}
	tepelné čerpadlo voda od 18 °C-voda/ radiátorové vykurovanie	kWh		4,0 ^{j)}	0,167 ^{h)}	2,2 ^{e)}
	tepelné čerpadlo voda od 18 °C-voda/ nízkoteplotné vykurovanie	kWh		4,4 ^{j)}	0,167 ^{h)}	2,2 ^{e)}
	fotovoltaika	kWh		1,00	0,00 ^{h)}	0,0 ^{e)}

1.9.2 Globálny ukazovateľ – primárna energia

Globálny ukazovateľ – primárna energia budovy predstavuje súčet súčinov jednotlivých merných potrieb energie a faktorov primárnej energie podľa energetických nosičov, [9, 42, 43, 44]. Vypočíta sa podľa nasledovnej rovnice:

$$q_{E-\text{primárna}} = q_{E-VYK} \cdot f_{Pnren} + q_{E-TV} \cdot f_{Pnren} + q_{E-V} \cdot f_{Pnren} + q_{E-OSV} \cdot f_{Pnren} \quad (\text{kWh/m}^2.\text{a}) \quad (1.26)$$

q_{E-VYK}	merná ročná potreba energie na vykurovanie (kWh/m ² .a),
q_{E-TV}	merná ročná potreba energie na prípravu TV (kWh/m ² .a),
q_{E-V}	merná ročná potreba energie na vetranie (kWh/m ² .a),
q_{E-OSV}	merná ročná potreba energie na osvetlenie (kWh/m ² .a),
f_{Pnren}	faktor primárnej energie podľa energetického nosiča (-), tab. č. 1.17.

Z vyhlášky č. 364/2012 Z. z. doplnenou vyhláškou č. 324/2016 Z. z. a vyhláškou č. 35/2020 Z. z. určíme **energetickú triedu primárnej energie** pre jednotlivé kategórie budov, tab. č. 1.18.

Tab. č. 1.18 Škála **energetických tried globálneho ukazovateľa – primárna energia** v kWh/(m².a) [42, 43, 44]

Miesto spotreby	Kategórie budov	Triedy energetickej hospodárnosti budovy							
		A0*)	A1	B	C	D	E	F	G
Globálny ukazovateľ – primárna energia	rodinné domy	≤ 54	55 – 108	109 – 216	217 – 324	325 – 432	433 – 540	541 – 648	> 648
	bytové domy	≤ 32	33 – 63	64 – 126	127 – 189	190-252	253 – 315	316 – 378	> 378
	administratívne budovy	≤ 61	62 – 122	123 – 244	245 – 366	367-488	489 – 610	611 – 732	> 732
	budovy škôl a školských zariadení	≤ 34	35 – 68	69 – 136	137 – 204	205-272	273 – 340	341 – 408	> 408
	budovy nemocníc	≤ 98	99 – 196	197 – 392	393 – 588	589-784	785 – 980	981 – 1176	>1176
	budovy hotelov a reštaurácií	≤ 82	83 – 164	165 – 328	329 – 492	493-656	657 – 820	821 – 984	> 984
	športové haly a iné budovy určené na šport	≤ 46	47 – 92	93 – 184	185 – 276	277-368	369 – 460	461 – 552	> 552
	budovy pre veľkoobchodné služby a maloobchodné služby	≤ 107	108 – 214	215 – 428	429 – 642	643-856	857 – 1070	1071 – 1284	>1284

1.9.3 Výpočet emisií CO₂

Množstvo emisií CO₂ sa vypočíta ako súčet súčinov jednotlivých merných potrieb energie a faktorov emisií CO₂ podľa energetických nosičov podľa nasledovnej rovnice, [9, 42, 43, 44]:

$$EM_{CO_2} = q_{E-VYK} \cdot K_{en} + q_{E-TV} \cdot K_{en} + q_{E-V} \cdot K_{en} + q_{E-OSV} \cdot K_{en} \quad (\text{kg/m}^2.\text{a}) \quad (1.27)$$

q_{E-VYK}	merná ročná potreba energie na vykurovanie (kWh/m ² .a),
q_{E-TV}	merná ročná potreba energie na prípravu TV (kWh/m ² .a),
q_{E-V}	merná ročná potreba energie na vetranie (kWh/m ² .a),
q_{E-OSV}	merná ročná potreba energie na osvetlenie (kWh/m ² .a),
K_{en}	faktor emisií CO ₂ podľa energetického nosiča (kg/kWh), tab. č. 1.17.

1.10 ZJEDNODUŠENÝ VÝPOČET POTREBY PALIVA

Ročná potreba paliva závisí od veľkosti celkovej ročnej potreby energie a výhrevnosti spaľovaného paliva v danom zdroji tepla, tab. č. 1.17. Ročná potreba paliva sa vypočíta, [6, 8, 9, 11, 12, 13]:

$$B_r = \frac{E_{VYK,TV,V}}{H_u} = \frac{E_{VYK}}{H_u} + \frac{E_{TV}}{H_u} + \frac{E_V}{H_u} \quad (\text{m}^3/\text{a}, \text{kg/a}) \quad (1.28)$$

$E_{VYK,TV,V}$	celková ročná potreba energie na vykurovanie, TV a vetranie (kWh/a),
E_{VYK}	ročná potreba energie na vykurovanie (kWh/a),
E_{TV}	ročná potreba energie na prípravu TV (kWh/a),
E_V	ročná potreba energie na vzduchotechniku (kWh/a),
H_u	výhrevnosť paliva (kWh/m.j.), tab. č. 1.17.

2 VZOROVÝ PRÍKLAD ENERGETICKEJ BILANCIE BUDOV A VÝPOČET CENY ZA ENERGIE

Výpočet energetickej bilancie budov a výpočet ceny za energiu uskutočníme vo výpočtovom softvéri *ZBE I.* v exceli. V nasledujúcich kapitolách postupne popíšeme jednotlivé kroky výpočtu a vstupných údajov.

2.1 SUMARIZÁCIA VSTUPNÝCH ÚDAJOV A POMOCNÉ VÝPOČTY

Pre jednotlivé budovy zaznamenáme vstupné údaje týkajúce sa rozmerov a počtu podlaží jednotlivých budov:

1	2	3	4	5	6	7
Poradové číslo	Číslo objektu	dĺžka	šírka	konštrukčná výška	zastavaná plocha jedného podlažia	počet podlaží
		l	b	k_v	$A_i = l \cdot b$	n
		(m)	(m)	(m)	(m ²)	-
1	BD1 (nezateplený)	60,67	10,53	3,07	639,13	9,00
2	BD1 (zateplený)	60,67	10,53	3,07	639,13	9,00
3	BD1 (zateplený + rekuperácia)	60,67	10,53	3,07	639,13	9,00
4	AB (nezateplená)	70,55	12,80	3,37	902,98	7,00
5	AB (nezateplená + VZT s rekuperáciou)	70,55	12,80	3,37	902,98	7,00

1. stĺpec – poradové číslo budovy,
2. stĺpec – číslo, názov objektu napr. **BD1** = bytový dom č. 1, **AB** = administratívna budova, prípadne poznámka (zateplený, nezateplený, s rekuperáciou...),
3. stĺpec – dĺžka budovy, vonkajšie rozmery l (m),
4. stĺpec – šírka budovy, vonkajšie rozmery b (m),
5. stĺpec – konštrukčná výška jedného podlažia k_v (m),

6. stĺpec – zastavaná plocha jedného podlažia (uvažujeme s vonkajšími rozmermi)

$$A_i = l \cdot b \quad (\text{m}^2) \quad (2.1),$$

7. stĺpec – počet podlaží n (-).

Ďalej vypočítame potrebné plochy, objemy, počty merných bytov a predpokladaný počet obyvateľov:

1	8	9	10	11	12
Poradové číslo	celková zastavaná plocha vykurovaných podlaží	Obostavaný priestor celej budovy	Obostavaný priestor bytov (15 až 25 % plocha chodieb, schodísk, spoločných priestorov)	Počet merných bytov (merný byt 200 m ³)	Počet obyvateľov alebo osôb podľa tab. č. 1 Vyhláška č. 35/2020 Z.z. (BD 40 m ² /os, AB 20 m ² /os, školy 10 m ² /os)
	$A_b = A_i \cdot n$	$V_b = A_b \cdot k_v$	$V_{OP-BYTY} = 0,8 \cdot V_b$	$n_{BYT} = V_{OP-BYTY}/200$	$n_{osôb} = A_b/40$
	(m ²)	(m ³)	(m ³)	(bytov)	(osôb)
1	5 752,13	17 641,77	14 113,42	71	144
2	5 752,13	17 641,77	14 113,42	71	144
3	5 752,13	17 641,77	14 113,42	71	144
					$n_0 = A_b/20$
4	6 320,84	44 245,85			316
5	6 320,84	44 245,85			316

8. stĺpec – celková zastavaná plocha vykurovaných podlaží, merná plocha

$$A_b = A_i \cdot n \quad (\text{m}^2) \quad (2.2),$$

9. stĺpec – obostavaný priestor celej budovy $V_b = A_b \cdot k_v$ (m³) (2.3),

10. stĺpec – obostavaný priestor bytov (15 až 25 % plocha chodieb, schodísk, spoločných priestorov), $V_{OP-BYTY} = 0,8 \cdot V_b$ (m³) (2.4),

11. stĺpec – počet merných bytov (merný byt 200 m³), $n_{BYT} = V_{OP-BYTY}/200$ (-) (2.5),

12. stĺpec – počet obyvateľov/osôb podľa tab. č. 1 Vyhláška č. 35/2020 Z. z. (BD 40 m²/os, AB 20 m²/os, školy 10 m²/os), plocha na obyvateľa/obsadenosť **OBS**, $n_{osôb} = A_b/OBS$ (osôb) (2.6), napr. počet osôb v bytovom dome $n_{osôb} = A_b/40$ (osôb) (2.7), [9, 42, 43, 44].

2.2 VÝPOČET POTREBY TEPLA A ENERGIE NA VYKUROVANIE

Pre jednotlivé budovy v nasledovných krokoch vypočítame projektovaný tepelný príkon na vykurovanie zjednodušenou metódou a merné tepelné príkony na vykurovanie v závislosti od obostavaného priestoru a mernej plochy budovy:

13	14	15	16	17
Merná tepelná strata (dosadiť z výpočtu potreby tepla v zmysle STN 73 0540)	Projektovaný tepelný príkon (zjednodušená metóda) STN EN 12 831	Priemerný projektovaný tepelný príkon na vykurovanie jedného bytu	merný tepelný príkon na vykurovanie obostavaného priestoru V_b	merný tepelný príkon na vykurovanie mernej plochy A_b
$H = H_T + H_V$	$\Phi_{HL} = H \cdot (\theta_i - \theta_e) + A_{i, \phi_{hu, i}}$	$\Phi_{HL-BYT} = \Phi_{HL} / n_{BYT}$	$q_{Vb-VYK} = \Phi_{HL} / V_b$	$q_{Ab-VYK} = \Phi_{HL} / A_b$
(W/K)	(W)	(W)	(W/m ³)	(W/m ²)
6 293,80	195 107,80	2 764,86	11,06	33,92
4 896,90	151 803,90	2 151,20	8,60	26,39
2 938,14	91 082,34	1 290,72	5,16	15,83
14 145,47	463 792,91		10,48	73,38
11 923,25	394 904,09		8,93	62,48

13. stĺpec – merná tepelná strata na vykurovanie každej budovy vypočítaná formulárom v učebnej pomôcke č.1, tab. č.3, str. 5 a 6, TOB – tepelná ochrana budov, STN EN 73 0540, $H = H_T + H_V$ (W/K) (2.8), [8, 9, 11, 42, 43, 44, 61],
14. stĺpec – projektovaný tepelný príkon (zjednodušená metóda) STN EN 12 831 $\Phi_{HL} = H \cdot (\theta_i - \theta_e) + A_{i, \phi_{hu, i}}$ (W) (2.9), $\Phi_{hu} = A_{i, \phi_{hu, i}}$ (W) (2.10) projektovaný tepelný príkon na zákur (W), **pri bytových domoch, resp. budovách s neprerušovanou prevádzkou nie je nutné s ním uvažovať**, [8, 9, 11, 42, 43, 44, 61], výpočet podľa kapitoly č. 1, str. 24 až 26,
15. stĺpec – priemerný projektovaný tepelný príkon na vykurovanie jedného bytu $\Phi_{HL-BYT} = \Phi_{HL} / n_{BYT}$ (W) (2.11),
16. stĺpec – merný tepelný príkon na vykurovanie obostavaného priestoru V_b $q_{OP-VYK} = \Phi_{HL} / V_b$ (W/m³) (2.12),
17. stĺpec – merný tepelný príkon na vykurovanie mernej plochy A_b $q_{OP-VYK} = \Phi_{HL} / A_b$ (W/m²) (2.13), [8, 9, 11, 42, 43, 44, 61].

Následne pre jednotlivé budovy vypočítame potrebu tepla na vykurovanie, mernú potrebu tepla a energie na vykurovanie v závislosti na mernej ploche budovy a stanovíme energetickú triedu budovy na vykurovanie:

18	19	20	21	22	23
Potreba tepla na vykurovanie (dosadiť z výpočtu potreby tepla v zmysle STN 73 0540)	Merná potreba tepla na vykurovanie vzťahnutá na obostavaný priestor V_b	Merná potreba tepla na vykurovanie vzťahnutá na celkovú plochu A_b	Predpokladaný faktor transformácie a distribúcie pri vykurovaní	Merná potreba energie na vykurovanie vzťahnutá na celkovú plochu A_b	Energetická trieda na vykurovanie - Vyhláška č. 35/2020 Z. z. (vyhláška č. 364/2012 Z. z., vyhláška č. 324/2016 Z. z.)
Q_h	$Q_{hnd1} = Q_h/V_b$	$Q_{hnd2} = Q_h/A_b$	η_{vs}	$q_{E-VYK} = (Q_{hnd2}/\eta_{vs}).100$	
(kWh/a)	(kWh/(m ³ .a))	(kWh/(m ² .a))	(%)	(kWh/(m ² .a))	
325 624,50	18,46	56,61	82,00	69,04	
211 175,40	11,97	36,71	85,00	43,19	C (54 – 80)
126 705,24	7,18	22,03	85,00	25,91	B (28 – 53)
					A (≤27)
656 664,60	14,84	103,89	85,00	122,22	E (113 – 140)
553 504,14	12,51	87,57	85,00	103,02	D (85 – 112)

18. stĺpec – potreba tepla na vykurovanie každej budovy vypočítaná formulárom v učebnej pomôcke č. 1, tab. č. 3, str. 5 a 6, TOB – tepelná ochrana budov, STN EN 73 0540, Q_h (kWh/a), [7, 8, 9, 10, 11, 42, 43, 44, 58, 59, 61],
19. stĺpec – merná potreba tepla na vykurovanie vzťahnutá na obostavaný priestor V_b $Q_{hnd1} = Q_h/V_b$ (kWh/(m³.a) (2.14),
20. stĺpec – merná potreba tepla na vykurovanie vzťahnutá na mernú/celkovú plochu A_b $Q_{hnd2} = Q_h/A_b$ (kWh/(m².a) (2.15),
21. stĺpec – celková účinnosť vykurovacej sústavy, predpokladaný faktor transformácie a distribúcie pri vykurovaní, kapitola č. 1, tab. č. 1.11, str. 35 a 36, η_{vs} (%), [42, 43, 44],
22. stĺpec – merná potreba energie na vykurovanie vzťahnutá na plochu A_b , $q_{E-VYK} = (Q_{hnd2}/\eta_{vs}).100$ (kWh/(m².a) (2.16),
23. stĺpec – energetická trieda na vykurovanie určená podľa Vyhlášky č. 35/2020 Z. z. (vyhláška č. 364/2012 Z. z., vyhláška č. 324/2016 Z. z.), [42, 43, 44].

2.3 VÝPOČET CENY ZA VYKUROVANIE

V ďalších krokoch pre jednotlivé budovy vypočítame ročnú potrebu energie na vykurovanie pre celú budovu, cenu za vykurovanie celej budovy, potrebu energie na vykurovanie jedného bytu:

24		25	26
Potreba energie na vykurovanie pre celú budovu, $E_{VYK(kWh/a)} = q_{E-VYK} \cdot A_b$ (kWh/a); $E_{VYK(GJ/a)} = 3,6 \cdot q_{E-VYK} \cdot A_b / 1000$ (GJ/a)		Cena za vykurovanie celej budovy $C_{OBJ-VYK} = VZMCT \cdot E_{VYK} + FZMCT \cdot (\Phi_{HL} / 1000)$ VZMCT – variabilná zložka maximálnej ceny tepla 0,0558 €/kWh; FZMCT – fixná zložka maximálnej ceny tepla s primeraným ziskom 165,4317 €/kW; pre Petržalku (od 01.01.2019 do 31.12.2021)	Potreba energie na vykurovanie v jednom byte, $E_{VYK, BYT(GJ/a)} = E_{VYK(GJ/a)} / n_{BYT}$
(kWh/a)	(GJ/a)	(€/rok)	(GJ/a)
397 103,05	1 429,57	54 435,37	20,26
248 441,65	894,39	38 976,22	12,67
149 064,99	536,63	23 385,73	7,60
772 546,59	2 781,17	119 834,15	
651 181,34	2 344,25	101 665,57	

24. stĺpec – potreba energie na vykurovanie pre celú budovu,

$$E_{VYK(kWh/a)} = q_{E-VYK} \cdot A_b \quad (\text{kWh/a}) \quad (2.17),$$

$$E_{VYK(GJ/a)} = 3,6 \cdot q_{E-VYK} \cdot A_b / 1000 \quad (\text{GJ/a}) \quad (2.18),$$

25. stĺpec – cena za vykurovanie celej budovy

$$C_{OBJ-VYK} = VZMCT \cdot E_{VYK} + FZMCT \cdot (\Phi_{HL} / 1000) \quad (\text{€/rok}) \quad (2.19),$$

VZMCT – variabilná zložka maximálnej ceny tepla 0,0558 €/kWh;

FZMCT – fixná zložka maximálnej ceny tepla s primeraným ziskom 165,4317 €/kW; pre Petržalku (od 01.01.2019 do 31.12.2021) podľa Úradu pre reguláciu sieťových odvetví, Rozhodnutie č. 0138/2019/T, číslo spisu: 4291-2018-BA zo 14.12.2018), [51]

26. stĺpec – potreba energie na vykurovanie jedného bytu,

$$E_{VYK, BYT(GJ/a)} = E_{VYK(GJ/a)} / n_{BYT} \quad (\text{GJ/a}) \quad (2.20).$$

Následne pre jednotlivé budovy vypočítame ceny za vykurovanie na plochu budovy, cenu za vykurovanie bytu (ročná a mesačná), cenu energie za vykurovanie na 1 GJ:

27	28		29
Cena za energiu na vykurovanie na m ² plochy za rok	Cena za vykurovanie na byt (ročná a mesačná)		Cena energie za vykurovanie na 1 GJ
$C_{ab} = C_{OBJ-VYK}/A_b$	$C_{BYT} = C_{OBJ-VYK}/n_{BYT}$	$C_{BYT} = (C_{OBJ-VYK}/n_{BYT})/12$	$C_{E(GJ/a)} = C_{OBJ-VYK}/E_{VYK(GJ/a)}$
(€/m ² .a))	(€/rok)	(€/mesiac)	(€/GJ)
9,46	771,40	64,28	38,08
6,78	552,33	46,03	43,58
4,07	331,40	27,62	43,58
18,96			43,09
16,08			43,37

27. stĺpec – cena za energiu na vykurovanie na m² plochy za rok

$$C_{Ab} = C_{OBJ-VYK}/A_b \quad (€/m^2.a)) \quad (2.21),$$

28. stĺpec – cena za vykurovanie na byt (ročná a mesačná),

$$C_{BYT} = C_{OBJ-VYK}/n_{BYT} \quad (€/rok) \quad (2.22),$$

$$C_{BYT} = (C_{OBJ-VYK}/n_{BYT})/12 \quad (€/mesiac) \quad (2.23),$$

29. stĺpec – cena energie za vykurovanie na 1 GJ

$$C_{E(GJ/a)} = C_{OBJ-VYK}/E_{VYK(GJ/a)} \quad (€/GJ) \quad (2.24).$$

2.4 VÝPOČET POTREBY TEPLA A ENERGIE NA PRÍPRAVU TV

Pomocné výpočty – projektovaný tepelný príkon na prípravu TV vypočítame podľa postupu uvedenom v 1. kapitole. Potom pre jednotlivé budovy vypočítame projektovaný tepelný príkon na prípravu TV a merné tepelné príkony na prípravu TV v závislosti od obostavaného priestoru, resp. mernej plochy budovy:

30	31	32	33	34
Predpokladaný denný objem TV na všetkých obyvateľov / osoby volíme podľa kategórie budovy a využitia TV	Projektovaný tepelný príkon na prípravu TV	Priemerný projektovaný tepelný príkon na prípravu TV jedného bytu	merný tepelný príkon na prípravu TV a na obostavaný priestor V_b	merný tepelný príkon na prípravu TV a na celkovú plochu A_b
$V_{TV} = DO_{TV-osoba} \cdot n_{osôb}$	Φ_{TV}	$\Phi_{TV-BYT} = \Phi_{TV}/n_{BYT}$	$q_{Vb-TV} = \Phi_{TV}/V_b$	$q_{Ab-TV} = \Phi_{TV}/A_b$
(l/deň)	(W)	(W)	(W/m ³)	(W/m ²)
3 595,08	95 842,79	1 358,18	5,43	16,66
3 595,08	95 842,79	1 358,18	5,43	16,66
3 595,08	95 842,79	1 358,18	5,43	16,66
1 580,21	40 982,72		1,92	6,48
1 580,21	40 982,72		1,92	6,48

30. stĺpec – predpokladaný denný objem TV na všetkých obyvateľov/osoby volíme podľa kategórie budovy a využitia TV), [7, 8, 9, 10, 11, 42, 43, 44, 58, 59, 61], $V_{TV} = DO_{TV-osoba} \cdot n_{osôb}$ (l/deň) (2.25), pre BD volíme 20 až 35 l na osobu, pre AB, školy, obchody volíme 5 až 10 l osoby, športové prevádzky, telocvične, plavárne 20 až 35 l na osobu, prípadne iných požiadaviek), [7, 8, 9, 10, 11, 42, 43, 44, 58, 59, 61],

31. stĺpec – projektovaný tepelný príkon na prípravu TV vypočítame podľa kapitoly č. 1, Φ_{TV} (W),

32. stĺpec – priemerný projektovaný tepelný príkon na prípravu TV jedného bytu, $\Phi_{TV-BYT} = \Phi_{TV}/n_{BYT}$ (W) (2.26),

33. stĺpec – merný tepelný príkon na prípravu TV a na obostavaný priestor V_b , $q_{Vb-TV} = \Phi_{TV}/V_b$ (W/m³) (2.27),

34. stĺpec – merný tepelný príkon na prípravu TV a na celkovú plochu A_b , $q_{Ab-TV} = \Phi_{TV}/A_b$ (W/m²) (2.28).

Tab. č. 2.1 Pomocný výpočet projektovaného tepelného príkonu na prípravu TV v bytovom dome (postup uvedený v kapitole č. 1), [8, 9, 11, 12,13]

Bytové domy		
Počet obyvateľov $n_{osôb}$ (stĺpec č. 12)	i (-)	144
Smerný výkon	$q_n = 0,12 + 15 \cdot i^{-2/3}$ (W)	666,486
Príkon zásobníkový ohrev TV	$Q_z = 0,8 \cdot i \cdot q_n$ (W)	76 674,23
Príkon na zmiešaný ohrev TV	$Q_{z-o} = i \cdot q_n$ (W)	95 842,79
Príkon na prietokový ohrev TV	$Q_o = \delta \cdot i \cdot q_n$ (W)	127 470,91

Tab. č. 2.2 Pomocný výpočet projektovaného tepelného príkonu na prípravu TV pre budovy občianskej vybavenosti (postup uvedený v kapitole č. 1) [8, 9, 11, 12,13]

Budovy občianskej vybavenosti (školy, AB, obchody...)		
Počet osôb, $n_{osôb}$ (stĺpec č. 12)	i (-)	316
Potreba tepla na prípravu TV, q (kWh/(os.deň) volíme podľa potreby tepla na prípravu TV na osobu	$q_d = q \cdot i$ (kWh/deň)	94,81
Príkon zásobníkový ohrev TV	$Q_z = V_z \cdot (\theta_r - \theta_s) / (860 \cdot z)$ (W)	27 561,78
Príkon na zmiešaný ohrev TV	$Q_{z-o} = 0,325 \cdot Q_d \cdot \delta$ (W)	30 814,07
Príkon na prietokový ohrev TV	$Q_o = 0,325 \cdot Q_d \cdot \delta$ (W)	40 982,72

Tab. č. 2.3 Priemerná potreba tepla na osobu [8, 9, 11, 12,13]

Priemerná potreba tepla na prípravu TV na osobu (kWh/(os.deň))	q
zamestnanci, žiaci, učitelia	0,2 až 0,5
športovci	0,8 až 1,5
δ pre zmiešaný spôsob prípravy TV	1,00
δ pre prietokový spôsob prípravy TV	1,33

Ďalej pre jednotlivé budovy vypočítame potrebu tepla na prípravu TV, mernú potrebu tepla a energie na prípravu TV v závislosti od obostavaného priestoru, taktiež mernej plochy budovy a stanovíme energetickú triedu na prípravu TV:

35	36	37	38	39	40
Potreba tepla na prípravu teplej vody v zmysle vyhlášky č. 35/2020 Z. z. pre BD $Q_{TV} = 20.A_b$, pre AB $Q_{TV} = 6.A_b$	Merná potreba tepla na prípravu TV vzťahnutá na obostavaný priestor V_b	Merná potreba tepla na prípravu TV vzťahnutá na celkovú plochu A_b	Predpokladaný faktor transformácie a distribúcie pri príprave TV	Merná potreba energie na prípravu TV vzťahnutá na celkovú/mernú plochu A_b	Energetická trieda na prípravu TV – Vyhláška č. 35/2020 Z. z. (vyhláška č. 364/2012 Z. z., vyhláška č. 324/2016 Z. z.)
$Q_{TV1} = Q_{TV}/V_b$	$Q_{TV2} = Q_{TV}/A_b$	η_{TV}	$q_{E-TV} = (Q_{TV2}/\eta_{TV}).100$		
(kWh/a)	(kWh/(m ³ .a))	kWh/(m ² .a)	(%)	(kWh/(m ² .a))	
115 042,54	6,52	20,00	75,00	26,67	C (27 – 39)
115 042,54	6,52	20,00	80,00	25,00	B (14 – 26)
115 042,54	6,52	20,00	80,00	25,00	B (14 – 26)
$Q_{TV} = 6.A_b$					
37 925,01	1,78	6,00	80,00	7,50	B (5 – 8)
37 925,01	1,78	6,00	80,00	7,50	B (5 – 8)

35. stĺpec – potreba tepla na prípravu teplej vody v zmysle vyhlášky č. 35/2020 Z.z.,

napr. pre BD $Q_{TV} = 20.A_b$ (kWh/a) (2.29), pre AB $Q_{TV} = 6.A_b$ (kWh/a) (2.30),

36. stĺpec – merná potreba tepla na prípravu TV vzťahnutá

na obostavaný priestor V_b , $Q_{TV1} = Q_{TV}/V_b$ (kWh/(m³.a)) (2.31),

37. stĺpec – merná potreba tepla na prípravu TV vzťahnutá na celkovú plochu A_b ,

$Q_{TV1} = Q_{TV}/A_b$ (kWh/(m².a)) (2.32),

38. stĺpec – faktor transformácie a distribúcie pri príprave TV η_{TV} (%),

39. stĺpec – merná potreba energie na prípravu TV vzťahnutá na mernú plochu A_b ,

$q_{E-TV} = (Q_{TV2}/\eta_{TV}).100$ (kWh/(m².a)) (2.33),

40. Stĺpec – energetická trieda na prípravu TV – Vyhláška č. 35/2020 Z. z.

(vyhláška č. 364/2012 Z. z., vyhláška č. 324/2016 Z. z.), [42, 43, 44].

2.5 VÝPOČET CENY ZA PŘÍPRAVU TEPLEJ VODY

Pre jednotlivé budovy vypočítame potrebu energie na prípravu TV, cenu za prípravu teplej vody pre celú budovu a na jeden byt:

41		42	43
Potreba energie na prípravu TV celej budovy, $E_{TV(kWh/a)} = q_{E-TV} \cdot A_b$ (kWh/a); $E_{TV(GJ/a)} = 3,6 \cdot q_{E-TV} \cdot A_b / 1000$ (GJ/a)		Cena za prípravu TV na celú budovu $C_{OBJ-TV} = VZMCT \cdot E_{TV} + FZMCT \cdot (\Phi_{TV}/1000)$ VZMCT – variabilná zložka maximálnej ceny tepla 0,0558 €/kWh; FZMCT – fixná zložka maximálnej ceny tepla s primeraným ziskom 165,4317 €/kW; pre Petržalku (od 01.01.2019 do 31.12.2021)	Potreba energie na prípravu TV jedného bytu, $E_{TV,BYT(GJ/a)} = E_{TV(GJ/a)} / n_{BYT}$
		$C_{OBJ-TV} = 0,0558 \cdot E_{TV} + 165,4317 \cdot (\Phi_{TV}/1000)$	
(kWh/a)	(GJ/a)	(€/rok)	(GJ/a)
153 390,06	552,20	24 414,60	7,83
143 803,18	517,69	23 879,65	7,34
143 803,18	517,69	23 879,65	7,34
47 406,27	170,66	9 425,11	
47 406,27	170,66	9 425,11	

41. stípec – potreba energie na prípravu TV celej budovy,

$$E_{TV(kWh/a)} = q_{E-TV} \cdot A_b \quad (\text{kWh/a}) \quad (2.34),$$

$$E_{TV(GJ/a)} = 3,6 \cdot q_{E-TV} \cdot A_b / 1000 \quad (\text{GJ/a}) \quad (2.35),$$

42. stípec – cena za prípravu TV na celú budovu

$$C_{OBJ-TV} = VZMCT \cdot E_{TV} + FZMCT \cdot (\Phi_{TV}/1000) \quad (\text{€/rok}) \quad (2.36),$$

VZMCT – variabilná zložka maximálnej ceny tepla 0,0558 €/kWh;

FZMCT – fixná zložka maximálnej ceny tepla s primeraným ziskom 165,4317 €/kW; pre Petržalku (od 01.01.2019 do 31.12.2021) podľa Úradu pre reguláciu sieťových odvetví, Rozhodnutie č. 0138/2019/T, číslo spisu: 4291-2018-BA zo 14.12.2018, [51],

43. stípec – potreba energie na prípravu TV v jednom byte,

$$E_{TV,BYT(GJ/a)} = E_{TV(GJ/a)} / n_{BYT} \quad (\text{GJ/a}) \quad (2.37).$$

Ďalej vypočítame cenu za energiu na prípravu TV na plochu, cenu za prípravu TV na byt, cenu energie za prípravu TV na 1 GJ:

44	45		46
Cena za energiu na prípravu TV na m ² plochy za rok	Cena za prípravu TV na byt		Cena energie za prípravu TV na 1 GJ
$C_{ab} = C_{OBJ-TV}/A_b$	$C_{BYT} = C_{OBJ-TV}/n_{BYT}$	$C_{BYT} = (C_{OBJ-TV}/n_{BYT})/12$	$C_{E(GJ/a)} = C_{OBJ-TV}/E_{TV(GJ/a)}$
(€/m ² .a))	(€/rok)	(€/mesiac)	(€/GJ)
4,24	345,98	28,83	44,21
4,15	338,40	28,20	46,13
4,15	338,40	28,20	46,13
1,49			55,23
1,49			55,23

44. stĺpec – cena za energiu na prípravu TV na m² plochy za rok,

$$C_{Ab} = C_{OBJ-TV}/A_b \quad (€/(\text{m}^2 \cdot \text{a})) \quad (2.38),$$

45. stĺpec – cena za prípravu TV na byt,

$$C_{BYT} = C_{OBJ-TV}/n_{BYT} \quad (€/rok) \quad (2.39),$$

$$C_{BYT} = (C_{OBJ-TV}/n_{BYT})/12 \quad (€/mesiac) \quad (2.40),$$

46. stĺpec – cena energie za prípravu TV na 1 GJ,

$$C_{E(GJ/a)} = C_{OBJ-TV}/E_{TV(GJ/a)} \quad (€/GJ) \quad (2.41).$$

2.6 VSTUPNÉ ÚDAJE PRE ENERGETICKÚ BILANCIU VETRANIA BUDOV

Pre jednotlivé budovy stanovíme množstvo vzduchu na osobu, intenzitu výmeny vzduchu v budove, množstvo vzduchu podľa intenzity výmeny vzduchu za hodinu, faktor na zohľadnenie účinnosti rekuperácie

47	48	49	50
Množstvo vzduchu v m ³ na osoby (podľa viacerých technických podkladov) – učebná pomôcka č. 1, tab. č. 8, str. 13	intenzita výmeny vzduchu podľa - učebná pomôcka č. 1, tab. č. 8, str. 13	Množstvo vzduchu pri uvažovanej intenzite výmeny vzduchu	Faktor na zohľadnenie rekuperácie, bez rekuperácie 0 %, s rekuperáciou 60 až 70 %
$V_{osoby} = n_{osôb} \cdot DO$	I_{VV}	$V_V = 0,8 \cdot V_b \cdot I_{VV}$	η_{REKUP}
(m ³ /h)	(1/h)	(m ³ /s)	(%)
Nehodnotí sa.			
Nehodnotí sa.			
Nehodnotí sa.			
40,00			
14 447,62	0,67	8,60	0
14 447,62	0,67	8,60	65

47. stĺpec – množstvo vzduchu v m³ na osoby (podľa viacerých technických podkladov) – kapitola č. 1,

$$V_{osoby} = n_{osôb} \cdot DO \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (2.42),$$

48. stĺpec – intenzita výmeny vzduchu podľa – kapitola č. 1, tabuľka č. 1.8,

$$I_{VV} \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (2.43),$$

49. stĺpec – množstvo vzduchu pri uvažovanej intenzite výmeny vzduchu,

$$V_V = 0,8 \cdot V_b \cdot I_{VV} \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (2.44),$$

50. stĺpec – faktor na zohľadnenie rekuperácie, bez rekuperácie 0 %, s rekuperáciou 60 až 70 %, η_{rekup} (%), [7, 8, 9, 10].

2.7 VÝPOČET POTREBY TEPLA A ENERGIE NA VETRANIE BUDOV

Pre jednotlivé budovy vypočítame projektovaný tepelný príkon na vetranie, merný tepelný príkon na vetranie v závislosti od obostavaného priestoru, resp. mernej plochy budovy a stanovíme predpokladanú potrebu energie na vetranie:

51	52	53	54
Projektovaný tepelný príkon na vetranie	Merný tepelný príkon na vetranie na obostavaný priestor V_b	Merný tepelný príkon na vetranie na celkovú/mernú plochu A_b	PETv predpokladaná energetická trieda na vetranie a chladenie podľa vyhlášky č. 35/2020 Z. z. budovy (kWh/m ² .a) na vetranie a na celkovú plochu A_b
$\Phi_V = V_V \cdot \rho \cdot c_p \cdot (\theta_i - \theta_{ch})$	$q_{Vb-V} = \Phi_V / V_b$	$q_{Ab-V} = \Phi_V / A_b$	
(W)	(W/m ³)	(W/m ²)	(kWh/(m ² .a))
Nehodnotí sa.			
Nehodnotí sa.			
Nehodnotí sa.			
129 065	2,23	17,87	35,00
24 092	0,42	3,34	35,00

51. stĺpec – projektovaný tepelný príkon na vetranie, kapitola č. 1,

$$\Phi_V = V_V \cdot \rho \cdot c_p \cdot (\theta_i - \theta_{ch}) = V_V \cdot 1010 \cdot 1,2047 \cdot \Delta\theta_{i,ch} \quad (\text{W}) \quad (2.45),$$

- pri 100 % množstve nasávaného vzduchu $\theta_{ch} = \theta_e + 8$ (θ_e – vonkajšia výpočtová teplota), napr. $\theta_{ch} = -11 + 8 = -3$ °C, $\Delta\theta_{i,ch} = 20 - (-3) = +23$ °C
- pri spätnom získavaní tepla $\theta_{ch} = 12$ až 14 °C, napr. $\Delta\theta_{i,ch} = 20 - 12 = +8$ °C, [8, 9, 11],

52. stĺpec – merný tepelný príkon na vetranie na obostavaný priestor V_b ,

$$q_{Vb-V} = \Phi_V / V_b \quad (\text{kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})) \quad (2.46),$$

53. stĺpec – merný tepelný príkon na vetranie na celkovú/mernú plochu A_b ,

$$q_{Ab-V} = \Phi_V / A_b \quad (\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})) \quad (2.47),$$

54. stĺpec – PETv predpokladaná energetická trieda na vetranie a chladenie podľa vyhlášky č. 35/2020 Z. z., kapitola č. 1.

V ďalších krokoch pre jednotlivé budovy vypočítame potrebu tepla na vetranie, mernú potrebu tepla a energie na vetranie stanovíme energetickej triedy na vetranie:

55	56	57	58	59	60
Potreba tepla na vetranie – učebná pomôcka č. 1, str. 12	Merná potreba tepla na vetranie vzťanúť na obostavaný priestor V_b	Merná potreba tepla na vetranie vzťanúť na celkovú plochu A_b	Predpokladaný faktor transformácie a distribúcie pri vetraní	Merná potreba energie na vetranie vzťanúť na celkovú plochu A_b	)Energetická trieda na vetranie – vyhláška č. 35/2020 Z. z. (vyhláška č. 364/2012 Z. z., vyhláška č. 324/2016 Z. z.)
$Q_V = PET_V.A_b.(1-\eta_{rek}/100)$	$Q_{V1} = Q_V/V_b$	$Q_{V2} = Q_V/A_b$	η_V	$q_{E-V} = (Q_{V2}/\eta_V).100$	
(kWh/a)	(kWh/(m³.a))	(kWh/(m².a))	(%)	(kWh/(m².a))	
Nehodnotí sa.					
Nehodnotí sa.					
Nehodnotí sa.					
252 833,42	4,38	35,00	80,00	43,75	C (31 – 45)
88 491,70	1,53	12,25	85,00	14,41	A (≤15)

55. stĺpec – potreba tepla na vetranie – kapitola č.1,

$$Q_V = PET_V \cdot A_b \cdot (1 - \eta_{rek}/100) \quad (\text{kWh/a}) \quad (2.48),$$

56. stĺpec – merná potreba tepla na vetranie vzťahnutá na obostavaný priestor V_b ,

$$Q_{V1} = Q_V / V_b \quad (\text{kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})) \quad (2.49),$$

57. stĺpec – merná potreba tepla na vetranie vzťahnutá na celkovú plochu A_b ,

$$Q_{V2} = Q_V / A_b \quad (\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})) \quad (2.50),$$

58. stĺpec – predpokladaný faktor transformácie a distribúcie pri vetraní η_V (%),

59. stĺpec – merná potreba energie na vetranie vzťahnutá na celkovú plochu A_b ,

$$q_{E-V} = (Q_{V2} / \eta_V) \cdot 100 \quad (\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})) \quad (2.51),$$

60. stĺpec – energetická trieda na vetranie – Vyhláška č. 35/2020 Z. z.

(vyhláška č. 364/2012 Z. z., vyhláška č. 324/2016 Z. z.), [42, 43, 44].

2.8 VÝPOČET CENY ZA VETRANIE BUDOV

Pre jednotlivé budovy vypočítame potrebu energie a cenu za vetranie budovy:

61		62	63
Potreba energie na vetranie, $E_{V(kWh/a)} = q_{E-V} \cdot A_b$ (kWh/a); $E_{V(GJ/a)} = 3,6 \cdot q_{E-V} \cdot A_b / 1000$ (GJ/a)		Cena za vetranie celej budovy $C_{OBJ-V} = VZMCT \cdot E_V + FZMCT \cdot (\Phi_V / 1000)$ VZMCT – variabilná zložka maximálnej ceny tepla 0,0558 €/kWh; FZMCT – fixná zložka maximálnej ceny tepla s primeraným ziskom 165,4317 €/kW; pre Petržalku (od 01.01.2019 do 31.12.2021)	Potreba energie na vetranie jedného bytu, $E_{V,BYT(GJ/a)} = E_{V(GJ/a)} / n_{BYT}$
		$C_{OBJ-V} = 0,0558 \cdot E_V + 165,4317 \cdot (\Phi_V / 1000)$	
(kWh/a)	(GJ/a)	(€/rok)	(GJ/a)
Nehodnotí sa.			
Nehodnotí sa.			
Nehodnotí sa.			
316 041,78	1 137,75	38 986,65	Nehodnotí sa.
104 107,88	374,79	9 794,84	Nehodnotí sa.

61. stĺpec – potreba energie na vetranie,

$$E_{V(kWh/a)} = q_E - V \cdot A_b \quad (\text{kWh/a}) \quad (2.52),$$

$$E_{V(GJ/a)} = 3,6 \cdot q_E - V \cdot A_b / 1000 \quad (\text{GJ/a}) \quad (2.53),$$

62. stĺpec – cena za vetranie na celý stavebný objekt,

$$C_{OBJ-V} = VZMCT \cdot E_V + FZMCT \cdot (\Phi_V / 1000) \quad (\text{€/rok}) \quad (2.54)$$

VZMCT – variabilná zložka maximálnej ceny tepla 0,0558 €/kWh;

FZMCT – fixná zložka maximálnej ceny tepla s primeraným ziskom 165,4317 €/kW; pre Petržalku (od 01.01.2019 do 31.12.2021) podľa Úradu pre reguláciu sieťových odvetví, Rozhodnutie č. 0138/2019/T, číslo spisu: 4291-2018-BA zo 14.12.2018, [51],

63. stĺpec – potreba energie na vetranie jedného bytu,

$$E_{V,BYT(GJ/a)} = E_{V(GJ/a)} / n_{BYT} \quad (\text{GJ/a}) \quad (2.55).$$

Pre jednotlivé budovy vypočítame cenu za energiu na vetranie na plochu, a cenu energie za vetranie na 1 GJ:

64	65		66
Cena za energiu na vetranie na m ² plochy za rok	Cena za vetranie na byt		Cena energie za vetranie na 1 GJ
$C_{ab} = C_{OBJ-V}/A_b$	$C_{BYT} = C_{OBJ-V}/n_{BYT}$	$C_{BYT} = (C_{OBJ-V}/n_{BYT})/12$	$C_{E(GJ/a)} = C_{OBJ-V}/E_{V(GJ/a)}$
(€/m ² .a))	(€/rok)	(€/mesiac)	(€/GJ)
Nehodnotí sa.			
Nehodnotí sa.			
Nehodnotí sa.			
5,40	Nehodnotí sa.		34,27
1,36	Nehodnotí sa.		26,13

64. stĺpec – cena za energiu na vetranie na m² plochy za rok,

$$C_{Ab} = C_{OBJ-V}/A_b \quad (€/(\text{m}^2.\text{a})) \quad (2.56),$$

65. stĺpec – cena za vetranie na byt,

$$C_{BYT} = C_{OBJ-V}/n_{BYT} \quad (€/rok), \quad C_{BYT} = (C_{OBJ-V}/n_{BYT})/12 \quad (€/mesiac) \quad (2.57),$$

66. stĺpec – cena energie za vetranie na 1 GJ,

$$C_{E(GJ/a)} = C_{OBJ-V}/E_{V(GJ/a)} \quad (€/GJ) \quad (2.58).$$

2.9 SUMARIZÁCIA ENERGETICKEJ, EKONOMICKEJ A ENVIRONMENTÁLNEJ ANALÝZY BUDOV

Pre jednotlivé budovy zosumarizujeme projektované tepelné príkony na vykurovanie, prípravu TV, vetranie a vypočítame prevádzkové tepelné špičky:

67	68	69	70	71	72	73	74	75
Poradové číslo	Číslo objektu	celková zastavaná plocha vykurovaných podlaží	Obostavaný priestor budovy	Projektovaný tepelný príkon (zjednodušená metóda) STN EN 12 831	Projektovaný tepelný príkon na prípravu TV	Projektovaný tepelný príkon na vetranie	Tepelná špička I $\Phi_I = 0,8 \cdot \Phi_{HL} + 1 \cdot \Phi_{TV} + 0,8 \cdot \Phi_V$	Tepelná špička II $\Phi_{II} = 1 \cdot \Phi_{HL} + 1 \cdot \Phi_V$
		$A_b = A_i \cdot n$	$V_b = A_b \cdot k_v$	$\Phi_{HL} = H \cdot \Delta(\theta_i - \theta_e)$	Φ_{TV}	$\Phi_V = V_v \cdot \rho \cdot c_p \cdot (\theta_i - \theta_{ch})$		
		(m ²)	(m ³)	(kW)	(kW)	(kW)	(kW)	(kW)
1	BD1 (nezateplný)	5 752,13	17 641,77	195,11	95,84		251,93	195,11
2	BD1 (zateplný)	5 752,13	17 641,77	151,80	95,84		217,29	151,80
3	BD1 (zateplný + rekuperácia)	5 752,13	17 641,77	91,08	95,84		168,71	91,08
4	AB (nezateplená)	6 320,84	44 245,85	463,79	40,98	129,07	515,27	592,86
5	AB (nezateplená + VZT s rekuperáciou)	6 320,84	44 245,85	394,90	40,98	24,09	376,18	419,00

67. stĺpec – poradové číslo budovy obytného okrsku,

68. stĺpec – číslo a názov objektu,

69. stĺpec – celková zastavaná/merná plocha A_b (m²),

70. stĺpec – obostavaný priestor budovy V_b (m³),

71. stĺpec – projektovaný tepelný príkon (zjednodušená metóda) STN EN 12 831, $\Phi_{HL} = H \cdot \Delta(\theta_i - \theta_e)$ (kW) (2.59),

72. stĺpec – projektovaný tepelný príkon na prípravu TV Φ_{TV} (kW),

73. stĺpec – projektovaný tepelný príkon na vetranie, $\Phi_V = V_v \cdot \rho \cdot c_p \cdot (\theta_i - \theta_{ch})$ (kW) (2.60),

74. stĺpec – tepelná špička I, $\Phi_I = 0,8 \cdot \Phi_{HL} + 1 \cdot \Phi_{TV} + 0,8 \cdot \Phi_V$ (kW) (2.61),

75. stĺpec – tepelná špička II, $\Phi_{II} = 1,0 \cdot \Phi_{HL} + 1,0 \cdot \Phi_V$ (kW) (2.62).

Následne pre jednotlivé budovy zosumarizujeme merné potreby energie pre jednotlivé miesta odberu:

		76	77	78	79	80	81	82	83
Poradové číslo	Číslo objektu	Merná potreba energie na vykurovanie vztiahnutá na celkovú plochu A_b	Potreba energie na vykurovanie	Merná potreba energie na prípravu TV vztiahnutá na celkovú plochu A_b	Potreba energie na prípravu TV	Merná potreba energie na vetranie vztiahnutá na celkovú plochu A_b	Potreba energie na vetranie	Merná potreba energie elektriny vztiahnutá na celkovú plochu A_b	Potreba energie – elektriny
		q_{E-VYK}	E_{VYK}	q_{E-TV}	E_{TV}	q_{E-V}	E_V	q_{E-EE}	E_{EE}
		(kWh/(m ² .a))	(kWh/a)	(kWh/(m ² .a))	(kWh/a)	(kWh/(m ² .a))	(kWh/a)	(kWh/(m ² .a))	(kWh/a)
1	BD1 (nezateplený)	69,04	397 103,05	26,67	153 390,06			30,00	172 563,82
2	BD1 (zateplený)	43,19	248 441,65	25,00	143 803,18			30,00	172 563,82
3	BD1 (zateplený + rekuperácia)	25,91	149 064,99	25,00	143 803,18			30,00	172 563,82
4	AB (nezateplená)	122,22	772 546,59	7,50	47 406,27	43,75	276 536,55	20,00	126 416,71
5	AB (nezateplená + VZT s rekuperáciou)	103,02	651 181,34	7,50	47 406,27	14,41	91 094,39	20,00	126 416,71

76. stĺpec – merná potreba energie na vykurovanie vztiahnutá na celkovú plochu A_b , q_{E-VYK} (kWh/(m².a)) (2.63),

77. stĺpec – potreba energie na vykurovanie E_{VYK} (kWh/a),

78. stĺpec – merná potreba energie na prípravu TV vztiahnutá na celkovú plochu A_b , q_{E-TV} (kWh/(m².a)) (2.64),

79. stĺpec – potreba energie na prípravu TV E_{TV} (kWh/a),

80. stĺpec – merná potreba energie na vetranie vztiahnuté na celkovú plochu A_b , q_{E-V} (kWh/(m².a)) (2.65),

81. stĺpec – potreba energie na vetranie E_V (kWh/a),

82. stĺpec – merná potreba energie na elektrinu vztiahnutá na celkovú plochu A_b , q_{E-EE} (kWh/(m².a)) (2.66),

83. stĺpec – potreba energie na elektrinu E_{EE} (kWh/a).

V ďalších krokoch pre jednotlivé budovy vypočítame primárnu energiu, stanovíme energetickú triedu primárnej energie, vypočítame emisie CO₂ a celkovú cenu za vykurovanie, prípravu TV a vetranie budovy:

Poradové číslo	Číslo objektu	84	85	86	87				88
		Globálny ukazovateľ – primárna energia, vypočítaný faktor primárnej energie pre Petržalku, $f_{PE} = 0,49$ podľa Vyhlášky Ministerstva hospodárstva Slovenskej republiky č. 308/2016 Z. z.	Energetická trieda GU-PE	Emisie CO ₂ , faktor emisií CO ₂ pre Petržalku, $f_{CO_2} = 0,426$ podľa Vyhlášky Ministerstva hospodárstva Slovenskej republiky č. 308/2016 Z. z.	Cena za dodanú energiu na vykurovanie, prípravu TV, vetranie a elektrinu na celú budovu $C_{OBJ} = VZMCT \cdot E_{CELK} + FZMCT \cdot (\Phi_{CELK}/1000)$ VZMCT – variabilná zložka maximálnej ceny tepla 0,0558 €/kWh; FZMCT – fixná zložka maximálnej ceny tepla s primeraným ziskom 165,4317 €/kW; pre Petržalku (od 01.01.2019 do 31.12.2021), cena elektriny byty, tarifa DD2 = 0,13 €/kWh + 6 €/mesačne, AB, tarifa DMP1 = 0,147 €/kWh				Cena celkom na objekt
		GU-PE		EmCO ₂	C _{OBJ-VYK}	C _{OBJ-TV}	C _{OBJ-V}	C _{OBJ-EE}	
		(kWh/(m ² .a))		(kg/(m ² .a))	(€/rok)	(€/rok)	(€/rok)	(€/rok)	
1	BD1 (nezateplený)	46,67	A1 (33 – 63)	40,57	54 435,37	24 414,60	0,00	22 505,30	101 355,26
2	BD1 (zateplený)	33,26	A1 (33 – 63)	28,91	38 976,22	23 879,65	0,00	22 505,30	85 361,17
3	BD1 (zateplený + rekuperácia)	24,83	A0 (≤32)	21,58	23 385,73	23 879,65	0,00	22 505,30	69 770,68
4	AB (nezateplená)	203,51	B (123 – 255)	203,51	119 834,15	9 425,11	38 986,65	18 583,26	186 829,16
5	AB (nezateplená + VZT s rekuperáciou)	129,60	B (123 – 255)	129,60	101 665,57	9 425,11	9 794,84	18 583,26	139 468,78

84. stĺpec – **globálny ukazovateľ - primárna energia**, vypočítaný faktor primárnej energie pre Petržalku, $f_{PE} = 0,49$ podľa Vyhlášky Ministerstva hospodárstva Slovenskej republiky č. 308/2016 Z. z., **GU-PE** (kWh/(m².a), [42,43, 44],
85. stĺpec – energetická trieda **GU-PE**,
86. stĺpec – **emisie CO₂**, faktor emisií CO₂ pre Petržalku, $f_{CO_2} = 0,426$ podľa Vyhlášky Ministerstva hospodárstva Slovenskej republiky č. 308/2016 Z. z., **EmCO₂** (kg/(m².a), [42, 43, 44],
87. stĺpec – Cena za dodanú energiu na vykurovanie, prípravu TV, vetranie a elektrinu na celú budovu
- $$C_{OBJ} = VZMCT \cdot E_{CELK} + FZMCT \cdot (\Phi_{CELK}/1000) \quad (\text{€/rok}) \quad (2.67),$$
- VZMCT** – variabilná zložka maximálnej ceny tepla 0,0558 €/kWh;
- FZMCT** – fixná zložka maximálnej ceny tepla s primeraným ziskom 165,4317 €/kW; pre Petržalku (od 01.01.2019 do 31.12.2021), podľa Úradu pre reguláciu sieťových odvetví, Rozhodnutie č. 0138/2019/T, číslo spisu: 4291-2018-BA zo 14.12.2018, cena elektriny byty, tarifa DD2 = 0,13 €/kWh + 6 €/mesačne, AB, tarifa DMP1 = 0,147 €/kWh, [51],
88. stĺpec – cena celkom na objekt **C_{OBJ-CELMOM}** (€/rok).

Na záver pre jednotlivé budovy vypočítame a stanovíme cenu za dodanú energiu pre jednotlivé miesta odberu vzťahnuté na plochu budovy a jeden byt:

		89	90	91	92	93
Poradové číslo	Číslo objektu	Cena za dodanú energiu na vykurovanie, prípravu TV, vetranie a elektrinu na m ² plochy objektu za rok	Cena za dodanú energiu na vykurovanie, prípravu TV a elektrinu na jeden byt za mesiac			
			UK	TV	EE	UK+TV+EE
		(€/m ² .a)	(€/byť.mesiac)	(€/byť.mesiac)	(€/byť.mesiac)	(€/byť.mesiac)
1	BD1 (nezateplený)	17,62	64,28	28,83	26,58	119,69
2	BD1 (zateplený)	14,84	46,03	28,20	26,58	100,80
3	BD1 (zateplený + rekuperácia)	12,13	27,62	28,20	26,58	82,39
4	AB (nezateplená)	29,56	Nehodnotí sa.			
5	AB (nezateplená + VZT s rekuperáciou)	22,06	Nehodnotí sa.			

89. stípec – cena za dodanú energiu na vykurovanie, prípravu TV, vetranie a elektrinu na m² plochy objektu za rok, $C_{Ab} = C_{OBJ-CELKOM}/A_b$ (€/m².a)) (2.68),
90. stípec – cena za dodanú energiu na vykurovanie na jeden byt za mesiac,
 $C_{BYT, VYK} = (C_{OBJ-VYK}/n_{BYT})/12$ (€/byt.mesiac)) (2.69),
91. stípec – cena za dodanú energiu na prípravu TV na jeden byt za mesiac,
 $C_{BYT, TV} = (C_{OBJ-TV}/n_{BYT})/12$ (€/byt.mesiac)) (2.70),
92. stípec – cena za dodanú energiu na elektrinu na jeden byt za mesiac,
 $C_{BYT, EE} = (C_{OBJ-EE}/n_{BYT})/12$ (€/byt.mesiac)) (2.71),
93. stípec – celková cena za dodanú energiu na vykurovanie, prípravu TV a elektrinu na jeden byt za mesiac,
 $C_{BYT-CELKOM} = (C_{OBJ-CELKOM}/n_{BYT})/12$ (€/byt.mesiac)) (2.72)

3 VZOROVÝ PRÍKLAD VÝPOČTU TEPELNÝCH CHARAKTERISTÍK PRE OBYTNÝ OKRSOK

Výpočet hustoty obyvateľstva h_o , plošnej hustoty h_s , priestorovej hustoty h_p a tepelnej hustoty h_t uskutočníme vo výpočtovom softvéri *ZBE II.* v exceli. V nasledujúcich kapitolách postupne popíšeme jednotlivé kroky výpočtu a vstupných údajov, [77].

3.1 SUMARIZÁCIA VSTUPNÝCH ÚDAJOV A POMOCNÉ VÝPOČTY

Pre jednotlivé budovy v obytnom okrsku zaznamenáme a vypočítame vstupné údaje:

1	2	3	4	5	6	7	8
Poradové číslo	Názov objektu	Dĺžka objektu	Šírka objektu	Konštrukčná výška	Zastavaná plocha jedného podlažia	Počet podlaží	Výška budovy
		l	b	k_v	$A_i = l \cdot b$	n	$h = n \cdot k_v$
		(m)	(m)	(m)	(m ²)	-	(m)
1	BD1 (nový)	40,00	15,00	3,00	600,00	8	24
2	BD2 (zateplený)	50,00	15,00	3,00	750,00	8	24
3	BD3 (zateplný pred 15 rokmi)	30,00	21,00	3,00	630,00	13	39
4	BD4 (nezateplený)	90,00	12,00	3,00	1 080,00	13	39
5	Reštaurácia (nezateplený)	50,00	20,00	3,00	1 000,00	2	6
6	AB (nová budova)	60,00	20,00	3,00	1 200,00	10	30
7	Škola (zateplená)	80,00	30,00	3,00	2 400,00	3	9
8	Obchod (nezateplený)	80,00	30,00	5,00	2 400,00	5	25
9	Športová hala (nová budova)	40,00	40,00	5,00	1 600,00	1	5
10	Nemocnica (zateplená)	80,00	20,00	3,00	1 600,00	12	36
$\Sigma=$					13 260,00		

1. stĺpec – poradové číslo budovy,
2. stĺpec – číslo, názov objektu napr. **BD1** = bytový dom č. 1, **AB** = administratívna budova, prípadne poznámka (zateplený, nezateplený, s rekuperáciou...),
3. stĺpec – dĺžka budovy, vonkajšie rozmery l (m),
4. stĺpec – šírka budovy, vonkajšie rozmery b (m),
5. stĺpec – konštrukčná výška jedného podlažia k_v (m),
6. stĺpec – zastavaná plocha jedného podlažia (uvažujeme s vonkajšími rozmermi) $A_i = l \cdot b$ (m²) (3.1),
7. stĺpec – počet podlaží n (-),
8. výška budovy $h = n \cdot k_v$ (m) (3.2).

V ďalších krokoch vypočítame pre každú budovu v obytnom okrsku celkovú zastavanú plochu vykurovaných podlaží, obostavaný priestor, aktívne využívaný priestor, počet merných bytov, predpokladaný počet obyvateľov alebo osôb v jednotlivých budovách obytného okrsku:

9	10	11	12	13	
Celková zastavaná plocha vykurovaných podlaží	Obostavaný priestor celého BD	Aktívne využívaný priestor (15 až 25 % plocha chodieb, schodísk, spoločných priestorov)	Počet merných bytov (merný byt 200 m ³)	Počet obyvateľov alebo osôb podľa tab. č. 1 Vyhláška č. 35/2020 Z. z.	
$A_b = A_i \cdot n$	$V_b = A_b \cdot k_v$	$V_{AVP} = 0,8 \cdot V_b$	$n_{BYT} = V_{AVP}/200$	Plocha na osobu/obsadenosť OBS	Počet osôb $n_{osôb} = A_b/OBS$
(m ²)	(m ³)	(m ³)	(byty)	(m ² /os.)	(osoby)
4 800,00	14 400,00	11 520,00	58	40	120
6 000,00	18 000,00	14 400,00	72	40	150
8 190,00	24 570,00	19 656,00	98	40	205
14 040,00	42 120,00	33 696,00	168	40	351
2 000,00	6 000,00	4 800,00		5	400
12 000,00	36 000,00	28 800,00		20	600
7 200,00	21 600,00	17 280,00		10	720
12 000,00	60 000,00	48 000,00		100	120
1 600,00	8 000,00	6 400,00		20	80
19 200,00	57 600,00	46 080,00		30	640
87 030,00	288 290,00	230 632,00			3 385,75

9. stĺpec – celková zastavaná plocha vykurovaných podlaží, $A_b = A_i \cdot n$ (m²) (3.3),
10. stĺpec – obostavaný priestor celého BD, $V_b = A_b \cdot k_v$ (m³) (3.4),
11. stĺpec – aktívne využívaný priestor (15 až 25 % plocha chodieb, schodísk, spoločných priestorov), $V_{AVP} = 0,8 \cdot V_b$ (m³) (3.5),
12. stĺpec – počet merných bytov (merný byt 200 m³), $n_{BYT} = V_{AVP}/200$ (byty) (3.6)
13. stĺpec – počet obyvateľov alebo osôb podľa tab. č. 1 Vyhláška č. 35/2020 Z. z., plocha na osobu/obsadenosť **OBS** podľa kapitoly č. 1, počet osôb $n_{osôb} = A_b/OBS$ (osoby) (3.7), [42, 43, 44]

Potom pre jednotlivé budovy v obytnom okrsku zaznamenáme a vypočítame tepelné príkony na vykurovanie, prípravu TV a vetranie, merné tepelné straty na vykurovanie, prípravu TV a vetranie v závislosti od obostavaného priestoru, celkový tepelný príkon a prevádzkové tepelné špičky:

14	15	16	17	18	19	20	21	22
Tepelný príkon na vykurovanie Φ_{HL}	Merná teplená strata na vykurovanie q_{VVK}	Tepelný príkon na prípravu TV Φ_{TV}	Merná teplená strata na prípravu TV q_{TV}	Tepelný príkon na vetranie Φ_V	Merná teplená strata na vetranie q_V	Celkový tepelný príkon na vykurovanie, prípravu TV a vetranie Φ_{celkom}	Tepelná špička I $\Phi_I = 0,8 \cdot \Phi_{HL} + 1 \cdot \Phi_{TV} + 0,8 \cdot \Phi_V$	Tepelná špička II $\Phi_{II} = 1 \cdot \Phi_{HL} + 1 \cdot \Phi_V$
(W)	(W/m³)	(W)	(W/m³)	(W)	(W/m³)	(W)	(W)	(W)
100 800	7	115 200	8		0	216 000	195 841	100 800
180 000	10	144 000	8		0	324 000	288 001	180 000
368 500	15	196 560	8		0	565 060	491 361	368 500
842 400	20	336 960	8		0	1 179 360	1 010 881	842 400
360 000	60	168 000	28	120 000	20	648 000	456 001	480 000
75 600	2	21 600	1	32 400	1	129 600	82 081	108 000
216 000	10	64 800	3		0	280 800	237 601	216 000
648 000	11	72 000	1	108 000	2	828 000	590 401	756 000
56 000	7	80 000	10	64 000	8	200 000	124 801	120 000
345 600	6	307 200	5	384 000	7	1 036 800	583 681	729 600
3 192 900,00		1 506 320,00		708 400,00		5 407 620,00		

14. stípec – tepelný príkon na vykurovanie Φ_{HL} (W), výpočet uskutočniť podľa pomôcky č. 2 – energetická bilancia obytného okrsku,
15. stípec – merná tepelná strata na vykurovanie q_{vyk} (W/m³),
16. stípec – tepelný príkon na prípravu TV Φ_{TV} (W), výpočet uskutočniť podľa pomôcky č. 2 – energetická bilancia obytného okrsku,
17. stípec – merná tepelná strata na prípravu TV q_{TV} (W/m³),
18. stípec – tepelný príkon na vetranie Φ_V (W), výpočet uskutočniť podľa pomôcky č. 2 – energetická bilancia obytného okrsku,
19. stípec – merná tepelná strata na vetranie q_V (W/m³),
20. stípec – celkový tepelný príkon na vykurovanie, prípravu TV a vetranie
 $\Phi_{celkom} = \Phi_{HL} + \Phi_{TV} + \Phi_V$ (W) (3.8),
21. stípec – tepelná špička I $\Phi_I = 0,8 \cdot \Phi_{HL} + 1,0 \cdot \Phi_{TV} + 0,8 \cdot \Phi_V$ (W) (3.9),
22. stípec – Tepelná špička II $\Phi_{II} = 1,0 \cdot \Phi_{HL} + 1,0 \cdot \Phi_V$ (W) (3.10).

3.2 VÝPOČET PLOŠNEJ HUSTOTY, PRIESTOROVEJ HUSTOTY, HUSTOTY OBYVATEĽSTVA A TEPELNEJ HUSTOTY

Pre jednotlivé budovy v obytnom okrsku vypočítame, [77]:

23	24	25	26
PLOŠNÁ HUSTOTA h_s	PRIESTOROVÁ HUSTOTA h_p	HUSTOTA OBYVATEĽSTVA $h_{osôb}$	TEPELNÁ HUSTOTA h_t
$h_s = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{S_{okrsok}} \cdot 100$	$h_p = \frac{\sum_{i=1}^n V_b}{S_{okrsok}} \cdot 100$	$h_{osôb} = \frac{\sum_{i=1}^n n_{osôb}}{S_{okrsok}} \cdot 100$	$h_t = \frac{\sum_{i=1}^n \Phi_{celkom}}{S_{okrsok}} \cdot 100$
(%)	(m ³ /km ²)	(osôb/km ²)	(MW/km ²)
Plocha okrsku S_{okrsok}			
m ²	km ²		
76 733,00	0,076733		
17,28%	3 757 053,68	44 123,78	70,47

23. stípec – plošná hustota $h_s = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{S_{okrsok}} \cdot 100$ (%) (3.11),
24. stípec – priestorová hustota $h_p = \frac{\sum_{i=1}^n V_b}{S_{okrsok}} \cdot 100$ (m³/km²) (3.12),
25. stípec – hustota obyvateľstva $h_{osôb} = \frac{\sum_{i=1}^n n_{osôb}}{S_{okrsok}} \cdot 100$ (osôb/km²) (3.13),
26. stípec – tepelná hustota $h_t = \frac{\sum_{i=1}^n \Phi_{celkom}}{S_{okrsok}} \cdot 100$ (MW/km²) (3.14).

4 VZOROVÝ PRÍKLAD VÝPOČTU A NÁVRHU TEPELNÉHO PRÍKONU NA PRÍPRAVU TEPLEJ VODY

Výpočet a návrh tepelného príkonu na prípravu TV pri zásobníkovom, kombinovanom a prietokovom ohreve uskutočníme vo výpočtovom softvéri ZBE III. a ZBE IV. v exceli. V nasledujúcich kapitolách postupne popíšeme jednotlivé kroky výpočtu a vstupných údajov.

4.1 SUMARIZÁCIA VSTUPNÝCH ÚDAJOV A POMOCNÉ VÝPOČTY

Pre jednotlivé budovy zaznamenáme a vypočítame vstupné údaje:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Poradové číslo	Názov objektu	Dĺžka objektu	Šírka objektu	Konštrukčná výška	Zastavaná plocha jedného podlažia	Počet podlaží	Výška budovy	Celková zastavaná plocha vykurovaných podlaží	Obostavaný priestor celého BD
		l	b	k_v	$A_i = l \cdot b$	n	$h = n \cdot k_v$	$A_b = A_i \cdot n$	$V_b = A_b \cdot k_v$
		(m)	(m)	(m)	(m ²)	-	m	(m ²)	(m ³)
1	BD1 (nový)	40,00	15,00	3,00	600,00	8	24	4 800,00	14 400,00
2	BD2 (zateplený)	50,00	15,00	3,00	750,00	8	24	6 000,00	18 000,00
3	BD3 (zateplný pred 15 rokmi)	30,00	21,00	3,00	630,00	13	39	8 190,00	24 570,00
4	BD4 (nezateplený)	90,00	12,00	3,00	1 080,00	13	39	14 040,00	42 120,00
5	Reštaurácia (nezateplený)	50,00	20,00	3,00	1 000,00	2	6	2 000,00	6 000,00
6	AB (nová budova)	60,00	20,00	3,00	1 200,00	10	30	12 000,00	36 000,00
7	Škola (zateplená)	80,00	30,00	3,00	2 400,00	3	9	7 200,00	21 600,00
8	Obchod (nezateplený)	80,00	30,00	5,00	2 400,00	5	25	12 000,00	60 000,00
9	Športová hala (nová budova)	40,00	40,00	5,00	1 600,00	1	5	1 600,00	8 000,00
10	Nemocnica (zateplená)	80,00	20,00	3,00	1 600,00	12	36	19 200,00	57 600,00

1. stĺpec – poradové číslo budovy,
2. stĺpec – číslo, názov objektu napr. **BD1** = bytový dom č. 1,
AB = administratívna budova, prípadne poznámka (zateplený, nezateplený, s rekuperáciou...),
3. stĺpec – dĺžka budovy, vonkajšie rozmery l (m),

4. stĺpec – šírka budovy, vonkajšie rozmery **b** (m),
5. stĺpec – konštrukčná výška jedného podlažia **k_v** (m),
6. stĺpec – zastavaná plocha jedného podlažia (uvažujeme s vonkajšími rozmermi)
 $A_i = l \cdot b$ (m²) (4.1),
7. stĺpec – počet podlaží **n** (-),
8. výška budovy $h = n \cdot k_v$ (m) (4.2),
9. stĺpec – celková zastavaná plocha vykurovaných podlaží, $A_b = A_i \cdot n$ (m²) (4.3),
10. stĺpec – obostavaný priestor celého BD, $V_b = A_b \cdot k_v$ (m³) (4.4).

Pre jednotlivé budovy zaznamenáme a vypočítame predpokladaný denný objem TV pri zásobníkovom a kombinovanom ohreve, navrhujeme akumulačnú zásobníkovú nádobu:

11	12	13		14	15	16		17	18
Aktívne využívaný priestor (15 až 25 % plocha chodieb, schodísk, spoločných priestorov)	Počet merných bytov (merný byt 200 m ³)	Počet obyvateľov alebo osôb podľa tab. č. 1 Vyhláška č. 35/2020 Z. z.		Predpokladaný denný objem TV na osobu pri zásobníkovom ohreve $DO_{TV-ZO-osoba}$	Predpokladaný denný objem TV na osobu pri kombinovanom ohreve (prietokový ohrev s akumulačným zásobníkom) - uvažujeme so zaradením akumulačného zásobníka s 25% potrebou objemu na jednu osobu $DO_{TV-KO-osoba}$	Predpokladaný denný objem TV pri zásobníkovom a kombinovanom ohreve na všetkých obyvateľov / osoby volíme podľa kategórie budovy a využitia TV		Návrh akumulačnej zásobníkovej nádoby pri zásobníkovom ohreve TV $V_{zásobník} = 0,3 \cdot V_{TV-ZO}$	Návrh akumulačnej zásobníkovej nádoby pri kombinovanom ohreve TV $V_{zásobník} = 0,5 \cdot V_{TV-KO}$
$V_{AVP} = 0,8 \cdot V_b$	$n_{BYT} = V_{AVP} / 200$	Plocha na osobu/obsadenosť OBS	Počet osôb $n_{osôb} = A_b / OBS$			$V_{TV-ZO} = DO_{TV-ZO-osoba} \cdot n_{osôb}$	$V_{TV-KO} = DO_{TV-KO-osoba} \cdot n_{osôb}$		
(m ³)	(byty)	(m ² /os.)	(osoby)	(l/osoba)	(l/osoba)	(l/deň)	(l/deň)	(l)	(l)
11 520,00	58	40	120	39,30	9,83	4 716	1 179	1 000	500
14 400,00	72	40	150	39,30	9,83	5 895	1 474	1 500	600
19 656,00	98	40	205	39,30	9,83	8 047	2 012	2 000	800
33 696,00	168	40	351	39,30	9,83	13 794	3 449	3 000	1 500
4 800,00		5	400	12,30	3,08	4 920	1 230	1 476	1 250
28 800,00		20	600	7,60	1,90	4 560	1 140	1 000	400
17 280,00		10	720	6,40	1,60	4 608	1 152	1 500	600
48 000,00		100	120	3,40	0,85	408	102	300	100
6 400,00		20	80	9,20	2,30	736	184	500	200
46 080,00		30	640	42,40	10,60	27 136	6 784	8 000	3 200

11. stĺpec – aktívne využívaný priestor (15 až 25 % plocha chodieb, schodísk, spoločných priestorov), $V_{AVP} = 0,8 \cdot V_b$ (m³) (4.5),
12. stĺpec – počet merných bytov (merný byt 200 m³), $n_{BYT} = V_{AVP} / 200$ (byty) (4.6),
13. stĺpec – počet obyvateľov alebo osôb podľa tab. č. 1 Vyhláška č. 35/2020 Z.z., plocha na osobu/obsadenosť **OBS** podľa kapitoly č. 1, [42, 43, 44], počet osôb $n_{osôb} = A_b / OBS$ (osoby) (4.7),

14. stípec – predpokladaný denný objem TV na osobu pri **zásobníkovom ohreve**
 $DO_{TV-ZO-osoba}$ (l/osoba),
15. stípec – predpokladaný denný objem TV na osobu pri **kombinovanom ohreve**
 (prietokový ohrev s akumulárným zásobníkom) – uvažujeme so zaradením
 akumulárného zásobníka s 25 % potrebou objemu na jednu osobu
 $DO_{TV-KO-osoba}$ (l/osoba),
16. stípec – predpokladaný denný objem TV pri zásobníkovom a kombinovanom
 ohreve na všetkých obyvateľov/osoby volíme podľa kategórie budovy a účelu,
 resp. využitia TV,

<u>zásobníkový ohrev</u>	$V_{TV-ZO} = DO_{TV-ZO-osoba} \cdot n_{osôb}$	(l/deň) (4.8),
<u>kombinovaný ohrev</u>	$V_{TV-KO} = DO_{TV-KO-osoba} \cdot n_{osôb}$	(l/deň) (4.9),
17. stípec – návrh akumulárnej zásobníkovej nádoby pri **zásobníkovom ohreve**
 TV
 $V_{zásobník} = 0,3 \cdot V_{TV-ZO}$ (l) (4.10),
18. stípec – návrh akumulárnej zásobníkovej nádoby pri **kombinovanom ohreve**
 TV
 $V_{zásobník} = 0,5 \cdot V_{TV-KO}$ (l) (4.11).

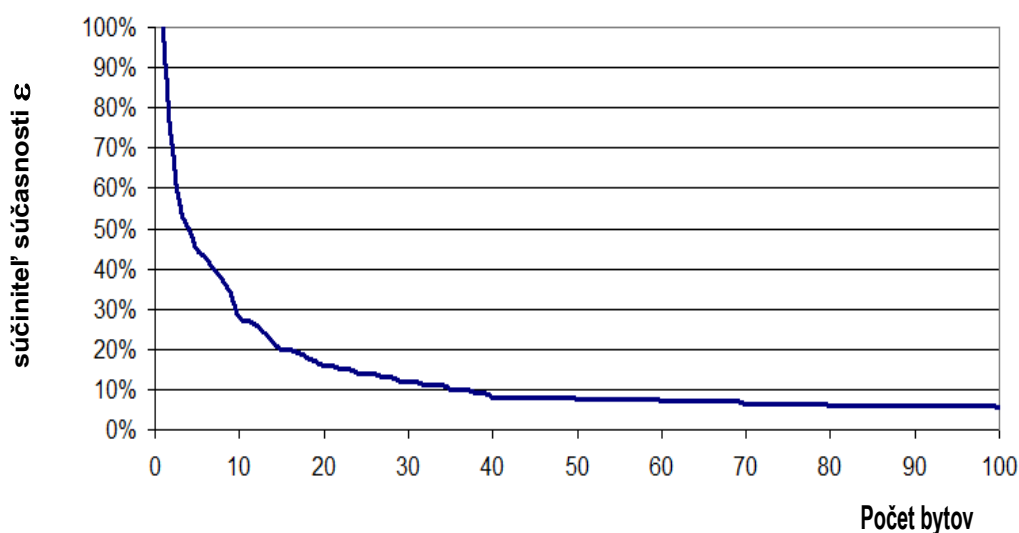
4.2 VÝPOČET TEPELNÉHO PRÍKONU NA PRÍPRAVU TEPLEJ VODY V BYTOVÝCH DOMOCH

Pre jednotlivé bytové domy vypočítame:

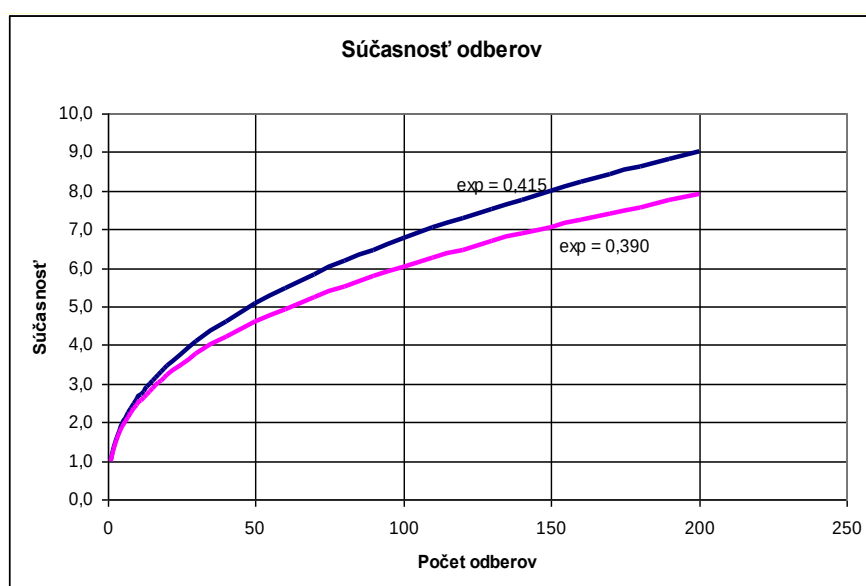
19		20		21		22		23		24		25										
Bytové domy																						
Smerný tepelný príkon na osobu/obyvateľa		Tepelný príkon na prípravu TV <u>zásobníkovým ohrevom</u> $\delta = 0,6$ až $0,8$ (podľa dĺžky ohrevu 2 až 4 hodiny), resp. podľa predpokladaného objemu TV a doby ohrevu TV				Tepelný príkon na prípravu TV <u>kombinovaným ohrevom</u> $\delta = 1,0$				Tepelný príkon na prípravu TV <u>prietokovým ohrevom</u> $\delta = 1,33$				Percentuálne zníženie príkonu na TV kombinovaným ohrevom voči prietokovému ohrevu		Tepelný príkon na prípravu TV <u>prietokovým ohrevom</u> podľa súčiniteľa súčasnosti a smerného príkonu na prípravu TV (graf HERZ) na jeden byt $q_{byt} = 30 \text{ kW/byt}$		Tepelný príkon na prípravu TV <u>prietokovým ohrevom</u> podľa súčiniteľa súčasnosti a smerného príkonu na prípravu TV (graf podľa Ing. Danka) na jeden byt $q_{byt} = 30 \text{ kW/byt}$				
$q_{n(Valášek)} = 0,4 + 15 \cdot n_{osób}^{-2/3}$	$q_{n(nový)} = 0,12 + 15 \cdot n_{osób}^{-2/3}$	$Q_{TV-ZO} = 0,7 \cdot n_{osób} \cdot q_{n(Valášek)}$	$Q_{TV-ZO} = 0,7 \cdot n_{osób} \cdot q_{n(nový)}$	$Q_{TV-ZO} = V_{zásobník} \cdot (\theta_{TV} - \theta_{sV}) / (860 \cdot z)$	$Q_{TV-ZO-priemer}$	Percentuálne zníženie príkonu pri novom výpočte	$Q_{TV-KO} = 1,0 \cdot n_{osób} \cdot q_{n(Valášek)}$	$Q_{TV-KO} = 1,0 \cdot n_{osób} \cdot q_{n(nový)}$	$Q_{TV-KO-priemer}$	Percentuálne zníženie príkonu pri novom výpočte	$Q_{TV-PO} = 1,33 \cdot n_{osób} \cdot q_{n(Valášek)}$	$Q_{TV-PO} = 1,33 \cdot n_{osób} \cdot q_{n(nový)}$	$Q_{TV-PO-priemer}$	Percentuálne zníženie príkonu pri novom výpočte	Percentuálne zníženie príkonu na TV kombinovaným ohrevom voči prietokovému ohrevu	počet bytov n_{bytov}	súčiniteľ súčasnosti ε	$Q_{TV-PO-HERZ} = n_{bytov} \cdot q_{byt} \cdot \varepsilon$	súčiniteľ súčasnosti $\varepsilon = n_{bytov}^{0,390}$	súčiniteľ súčasnosti $\varepsilon = n_{bytov}^{0,415}$	súčiniteľ súčasnosti - $\varepsilon_{priemer}$	$Q_{TV-PO-DANKO} = n_{bytov} \cdot q_{byt} \cdot \varepsilon_{priemer}$
kW/os	kW/os	(kW)	(kW)	(kW)	(kW)	(%)	(kW)	(kW)	(kW)	(%)	(kW)	(kW)	(kW)	(%)	(%)	(byty)	(%)	(kW)	(%)	(%)	(%)	(kW)
1,02	0,74	85,39	61,87	82,26	76,51	27,54	121,99	88,39	105,19	27,54	162,24	117,55	139,90	27,54	24,81	58	8,00	138,24	4,86	5,38	5,12	88,44
0,93	0,65	97,79	68,39	102,82	89,67	30,06	139,70	97,70	118,70	30,06	185,80	129,94	157,87	30,06	24,81	72	7,25	156,60	5,30	5,90	5,60	120,96
0,83	0,55	119,22	79,09	140,35	112,88	33,66	170,31	112,98	141,64	33,66	226,51	150,26	188,39	33,66	24,81	98	6,50	191,65	5,98	6,71	6,35	187,18
0,70	0,42	172,35	103,55	240,60	172,17	39,92	246,21	147,93	197,07	39,92	327,46	196,75	262,10	39,92	24,81	168	6,15	310,85	7,39	8,39	7,89	398,79

19. stĺpec – **smerný tepelný príkon na osobu/obyvateľa výpočtová metóda č. 1**
(Valášek a kol. Zdravotnotechnické zariadenia budov, kap. 5, str. 205 vychádzala z potrebného denného objemu TV na osobu 80 l/deň)
 $q_{n(Valášek)} = 0,4 + 15 \cdot n_{osôb}^{-2/3}$ (kW/osoba) (4.12),
smerný tepelný príkon na osobu/obyvateľa výpočtová metóda č. 2
(upravený výpočet podľa novej STN, ktorá uvádza na osobu 20 až 30 l/deň)
 $q_{n(Valášek)} = 0,12 + 15 \cdot n_{osôb}^{-2/3}$ (kW/osoba) (4.13),
20. stĺpec – **tepelný príkon na prípravu TV zásobníkovým ohrevom** $\delta = 0,6$ až $0,8$ (podľa dĺžky ohrevu 2 až 4 hodiny), resp. podľa predpokladaného objemu TV a doby ohrevu TV vypočítame:
a) so smerným tepelným príkonom podľa Valáška
 $\Phi_{TV-ZO} = \delta \cdot n_{osôb} \cdot q_{n(Valášek)} = 0,7 \cdot n_{osôb} \cdot q_{n(Valášek)}$ (kW) (4.14),
b) so smerným tepelným príkonom podľa nových požiadaviek
 $\Phi_{TV-ZO} = \delta \cdot n_{osôb} \cdot q_{n(nový)} = 0,7 \cdot n_{osôb} \cdot q_{n(nový)}$ (kW) (4.15),
c) podľa predpokladaného objemu TV a doby ohrevu TV
 $\Phi_{TV-ZO} = V_{zásobník} \cdot (\theta_{TV} - \theta_{sv}) / (860 \cdot z)$ (kW) (4.16),
d) priemerný tepelný príkon na prípravu TV vypočítaných predchádzajúcimi dvomi výpočtovými metódami $\Phi_{TV-ZO-priemer}$ (kW), taktiež vypočítame **percentuálne zníženie príkonu príkonu** pri novom výpočte, úspory pri metóde b) vzhľadom na metódu a),
21. stĺpec – **tepelný príkon na prípravu TV kombinovaným ohrevom** $\delta = 1,0$, vypočítame:
a) so smerným tepelným príkonom podľa Valáška
 $\Phi_{TV-KO} = \delta \cdot n_{osôb} \cdot q_{n(Valášek)} = 1,0 \cdot n_{osôb} \cdot q_{n(Valášek)}$ (kW) (4.17),
b) so smerným tepelným príkonom podľa nových požiadaviek
 $\Phi_{TV-KO} = \delta \cdot n_{osôb} \cdot q_{n(nový)} = 1,0 \cdot n_{osôb} \cdot q_{n(nový)}$ (kW) (4.18),
c) priemerný tepelný príkon na prípravu TV vypočítaných predchádzajúcimi tromi výpočtovými metódami $\Phi_{TV-KO-priemer}$ (kW).
Taktiež vypočítame **percentuálne zníženie príkonu príkonu** pri novom výpočte, úspory pri metóde b) vzhľadom na metódu a),
22. stĺpec – **tepelný príkon na prípravu TV prietokovým ohrevom** $\delta = 1,33$, vypočítame:
a) so smerným tepelným príkonom podľa Valáška
 $\Phi_{TV-PO} = \delta \cdot n_{osôb} \cdot q_{n(Valášek)} = 1,33 \cdot n_{osôb} \cdot q_{n(Valášek)}$ (kW) (4.19),
b) so smerným tepelným príkonom podľa nových požiadaviek
 $\Phi_{TV-PO} = \delta \cdot n_{osôb} \cdot q_{n(nový)} = 1,33 \cdot n_{osôb} \cdot q_{n(nový)}$ (kW) (4.20),
c) priemerný tepelný príkon na prípravu TV vypočítaných predchádzajúcimi dvomi výpočtovými metódami $\Phi_{TV-PO-priemer}$ (kW).
Taktiež vypočítame **percentuálne zníženie príkonu príkonu** pri novom výpočte, úspory pri metóde b) vzhľadom na metódu a),
23. stĺpec – percentuálne zníženie príkonu na TV kombinovaným ohrevom vzhľadom na prietokový ohrev,

24. stĺpec – tepelný príkon na prípravu TV prietokovým ohrevom podľa súčiniteľa súčasnosti a smerného príkonu na prípravu TV (**HERZ – výpočtová metóda č. 3**, obr. 1 – Závislosť súčiniteľa súčasnosti ε od počtu bytov/odberných miest), na jeden byt uvažujeme $q_{byt} = 30 \text{ kW/byt}$, $\Phi_{TV-PO-HERZ} = n_{bytov} \cdot q_{byt} \cdot \varepsilon$ (kW) (4.21),
25. stĺpec – tepelný príkon na prípravu TV prietokovým ohrevom podľa súčiniteľa súčasnosti a smerného príkonu na prípravu TV (**Danko – výpočtová metóda č. 4**, obr. 2 – Závislosť súčiniteľa súčasnosti ε od počtu bytov/odberných miest), na jeden byt uvažujeme $q_{byt} = 30 \text{ kW/byt}$, súčiniteľ súčasnosti sa vypočíta v rozpätí $\varepsilon = n_{bytov}^{0,390}$ až $\varepsilon = n_{bytov}^{0,415}$ (-), v závislosti od počtu bytov, pri výpočte uvažujeme s priemernou hodnotou súčiniteľa súčasnosti $\varepsilon_{priemer} = (\varepsilon_{0,390} + \varepsilon_{0,415})/2$ (-) (4.22), potom tepelný príkon na prietokový ohrev vypočítame $\Phi_{TV-PO-DANKO} = n_{bytov} \cdot q_{byt} \cdot \varepsilon_{priemer}$ (kW) (4.23).



Obr. 4.1 Graf na stanovenie súčasnosti odberu TV od firmy HERZ [63, 65, 66, 77]



Obr. 4.2 Graf na stanovenie súčasnosti odberu TV od Ing. Danko [76, 77]

4.3 VÝPOČET TEPELNÉHO PRÍKONU NA PRÍPRAVU TEPLEJ VODY V BUDOVÁCH OBČIANSKEJ VYBAVENOSTI

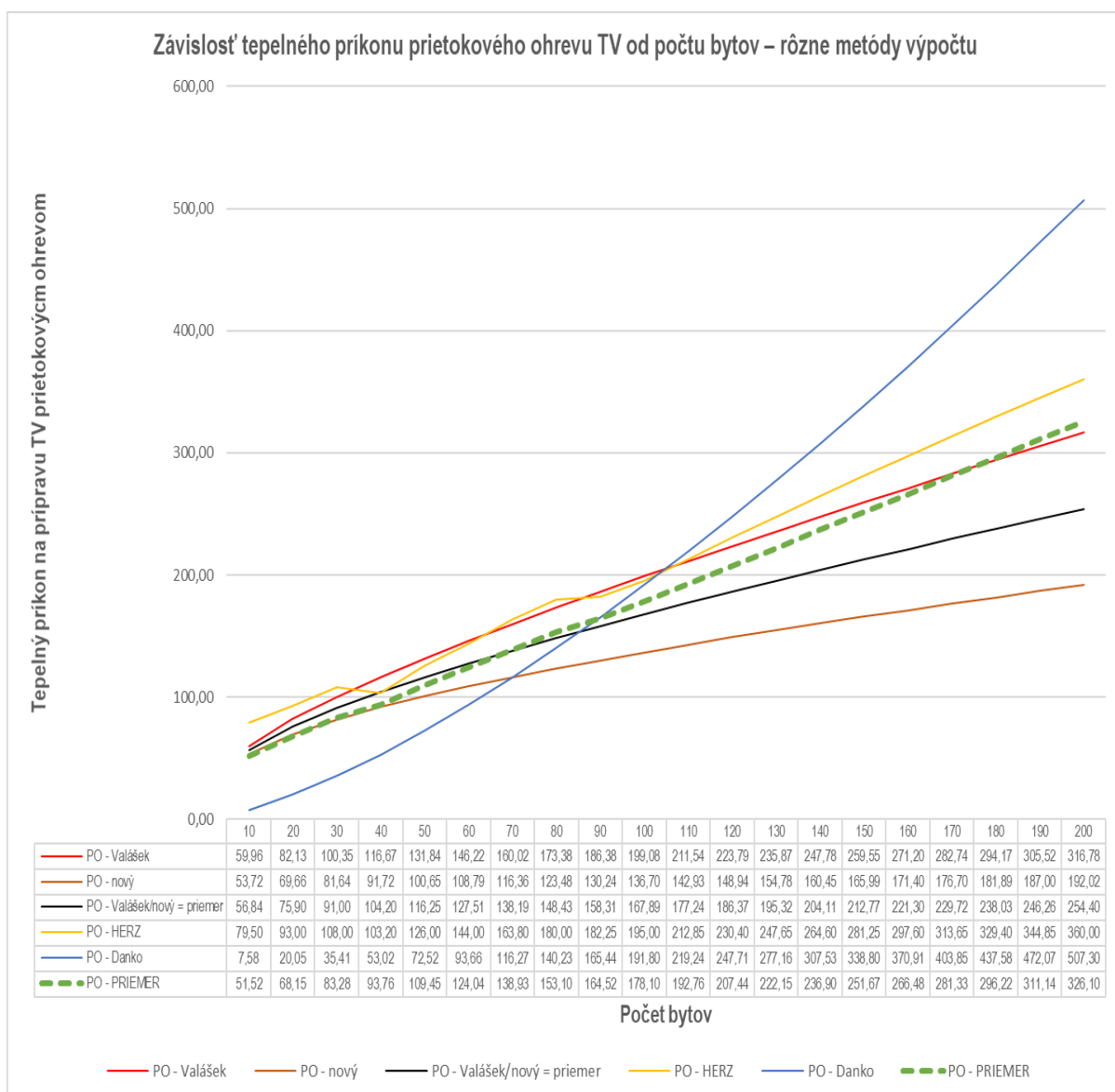
Pre jednotlivé budovy občianskej vybavenosti vypočítame:

26	27	28	29	30
Budovy občianskej vybavenosti (školy, AB, obchody, reštaurácia, nemocnice, športové haly ...)				
Kategória budovy a potreba tepla na prípravu TV na osobu q (kWh/(os.deň)) volíme podľa kategórie budovy	Denná potreba tepla na prípravu TV podľa kategórie budovy	Tepelný príkon na prípravu TV <u>zásobníkovým ohrevom</u> (dĺžka ohrevu 2 až 4 hodiny)	Tepelný príkon na prípravu TV <u>kombinovaným ohrevom</u> $\delta = 1,0$	Tepelný príkon na prípravu TV <u>prietokovým ohrevom</u> $\delta = 1,33$
	$q_d = q \cdot n_{osob}$	$Q_{TV-ZO} = V_{zásobník} \cdot (\theta_{TV} - \theta_{SV}) / (860 \cdot z)$	$Q_{TV-KO} = 0,325 \cdot q_d \cdot \delta$	$Q_{TV-PO} = 0,4323 \cdot q_d \cdot \delta$
Kategória budovy	(kWh/(os.deň))	(kWh/deň)	(kW)	(kW)
Reštaurácia (0,37 až 1,15)	0,71	284	128,72	92,30
AB (0,48 až 0,78)	0,44	264	79,53	85,80
Škola (0,18 až 0,57)	0,37	266	80,37	86,58
Obchod (0,13 až 0,40)	0,47	56	7,12	18,33
Športová hala (0,32 až 1,03)	0,53	42	12,84	13,78
Nemocnica (1,71 až 5,38)	2,47	1 581	473,30	513,76

26. stĺpec – kategória budovy občianskej vybavenosti a potreba tepla na prípravu TV na osobu q kWh/(os.deň) volíme podľa kategórie budovy, účelu a využitia TV v budove,
27. stĺpec – denná potreba tepla na prípravu TV podľa kategórie budovy $q_d = q \cdot n_{osob}$ (kWh/deň),
28. stĺpec – tepelný príkon na prípravu TV zásobníkovým ohrevom (dĺžka ohrevu 2 až 4 hodiny) $\Phi_{TV-ZO} = V_{zásobník} \cdot (\theta_{TV} - \theta_{SV}) / (860 \cdot z)$ (kW) (4.24),
29. stĺpec – tepelný príkon na prípravu TV kombinovaným ohrevom $\delta = 1,0$, $\Phi_{TV-KO} = 0,325 \cdot q_d \cdot \delta = 0,325 \cdot q_d$ (kW) (4.25),
30. stĺpec – tepelný príkon na prípravu TV prietokovým ohrevom $\delta = 1,33$, $\Phi_{TV-KO} = 0,4323 \cdot q_d \cdot \delta = 0,4323 \cdot q_d$ (kW) (4.26).

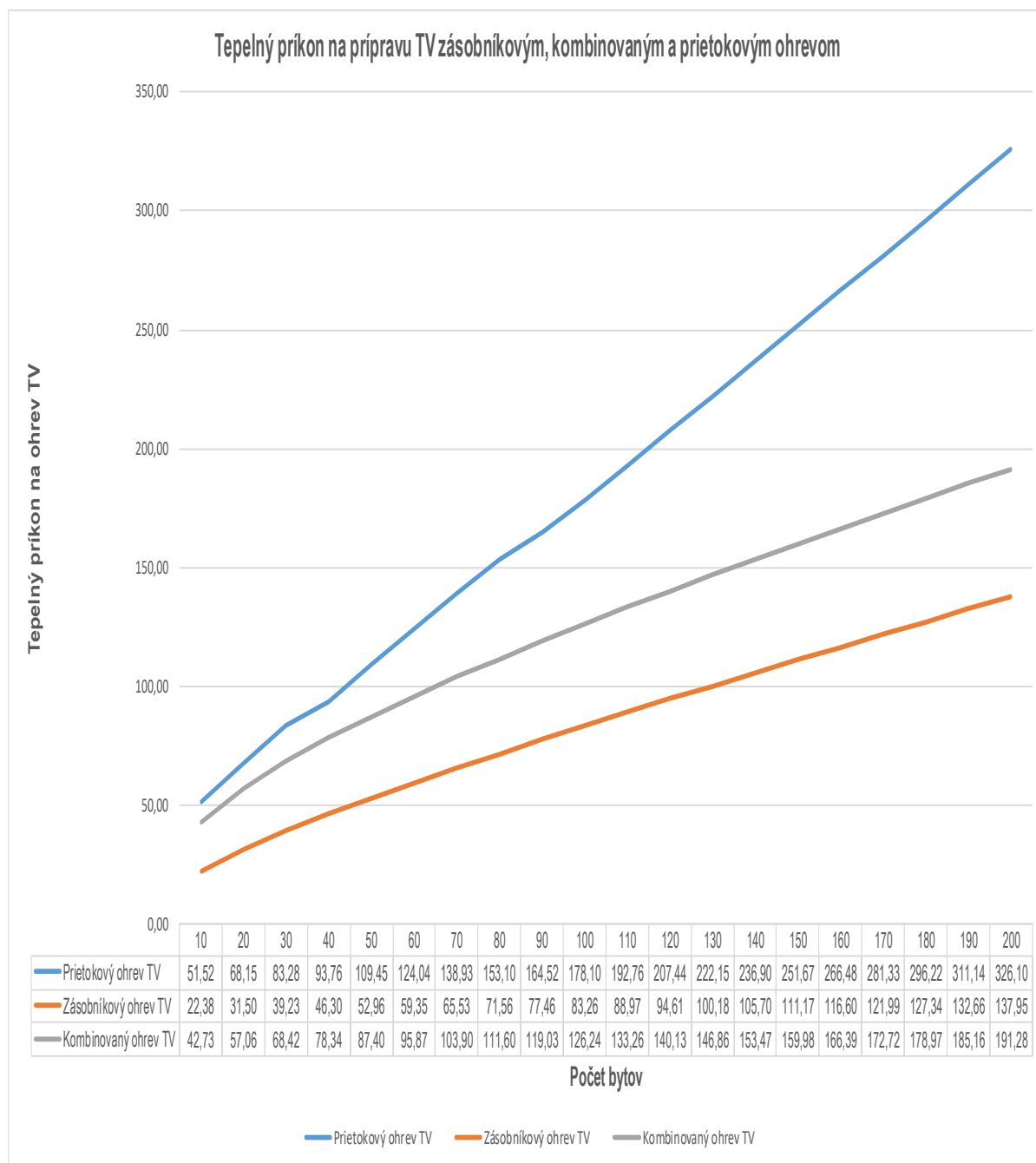
4.4 ZÁVISLOSŤ TEPELNÉHO PRÍKONU NA PRÍPRAVU TEPLEJ VODY OD POČTU BYTOV

V grafe na obr. 4.3 je znázornená závislosť tepelného príkonu na prietokový ohrev TV v bytových domoch v závislosti od počtu bytov/odberných miest rôznymi výpočtovými metódami. Pri zjednodušenom výpočte tepelného príkonu sa odporúča uvažovať s krivkou znázorňujúcou priemerný tepelný príkon (čiarkovaná čiara).



Obr. 4.3 Závislosť tepelného príkonu prietokového ohrevu TV v bytových domoch od počtu bytov pre rôzne metódy výpočtu [80, 81]

V grafe na obr. 4.4 je znázornená závislosť tepelného príkonu pri zásobníkovom (spodná krivka), kombinovanom (stredná krivka) a prietokovom (horná krivka) ohreve TV v bytových domoch v závislosti od počtu bytov, resp. odberných miest.



Obr. 4.4 Závislosť tepelného príkonu zásobníkového, kombinovaného a prietokového ohrevu TV v bytových domoch od počtu bytov pre rôzne metódy výpočtu [80, 81]

5 ZÁVER

ODBORNÁ PRÍRUČKA – Energetická, ekonomická a environmentálna analýza budov, Postup výpočtu a vzorové príklady sa venuje postupu výpočtu a vzorovým príkladom energetickej bilancie budov pri rôznych variantoch vykurovacích sústav, zdrojov tepla, vykurovacích systémov, palivovej základne, spôsobu prípravy TV a vetrania. Postup výpočtu a hodnotenia budov nadväzuje na stavebnú fyziku, hodnotenie budov z hľadiska tepelnej ochrany budov v zmysle STN 73 0540 a hodnotenie energetickej hospodárnosti budov v zmysle vyhlášky č. 364/2012 Z. z. doplnenú vyhláškou č. 324/2016 Z. z. a vyhláškou č. 35/2020 Z. z. Ekonomické hodnotenie prevádzky vykurovacích sústav je z hľadiska prevádzkových nákladov vťahnuté na celú budovu, na byt, resp. prevádzku, taktiež na 1 m² plochy budovy.

Súčasťou odbornej príručky sú výpočtové softwary v exceli, ktoré budú uverejnené na dokumentovom serveri k príslušným predmetom v AIS Stavebná fakulta STU v Bratislave. V zmysle zákona č. 185/2015 Z. z. Autorský zákon, § 87 – 89, sú počítačové programy výsledkom tvorivej duševnej činnosti autora. Autor počítačového programu udeľuje na jeho použitie súhlas prostredníctvom uzavretia licenčnej zmluvy. **Súhlas autora na použitie počítačového programu sa nevyžaduje iba v prípade výnimiek a obmedzení majetkových práv autora k počítačovému programu.** Počítačové programy majú **jednak osobitnú úpravu výnimiek a obmedzení (§ 89) a jednak sa na ne môžu aplikovať niektoré ďalšie všeobecné výnimky a obmedzenia majetkových práv** (napr. výnimka na použitie diela na vyučovacie účely a pri výskume, výnimka na dočasné vyhotovenie rozmnoženiny diela alebo výnimka na náhodné použitie diela).

Výpočtové softvéry v exceli, vzorové príklady, tabuľky a grafické podklady slúžia na prehĺbenie učiva a uľahčenie samostatnej práce študentov v predmetoch: *I1-ZABE Zásobovanie budov energiami (2. TZB), I1-PVS Prevádzka vykurovacích sústav (2. TZB), I1-VYS Vykurovacie sústavy (2. TZB), I1-DP_TZ Diplomová práca (2. TZB), I1-SS_TZ Seminárna práca (2. TZB), I1-V Vykurovanie (1. TZB), I1-AT2_V Ateliérová tvorba 2 (1. TZB), I1-AT6 Ateliérová tvorba 6 (1. PSA), I1-AT8 Ateliérová tvorba 8 (1. PSA), I1-AT10 Ateliérová tvorba 10 (preddiplomový projekt) (2. PSA), B1-TZB2 Technické zariadenia budov 2 (2. PSA, 2. TMS), B1-AT3 Ateliérová tvorba 3 (2. AKP), B1-AT4 Ateliérová tvorba (4. PSA)* a taktiež ako pracovná pomôcka v samotnej praxi po úspešnom ukončení vysokoškolského štúdia na SvF STU v Bratislave.

LITERATÚRA

Monografie a skriptá

- [1] PETRÁŠ, D. a kol.: *Vykurovanie rodinných a bytových domov*. Bratislava : Jaga. 2005, ISBN 80-8076-012-8, 246 s.
- [2] LULKOVÍČOVÁ, O. a kol.: *Zdroje tepla a domové kotolne*. Bratislava : Jaga. 2004, ISBN 80-8076-001-2, 223 s.
- [3] CIHELKA, J. a kol.: *Vytápění, větrání a klimatizace*. Praha : SNTL. 1985, ISBN 04-201-85, 648 s.
- [4] PEKAROVIČ, J. K. a kol.: *Vykurovanie I. diel*. Bratislava : SVŠT. 1990, ISBN 80-227-334-6, 268 s.
- [5] PEKAROVIČ, J. K. a kol.: *Vykurovanie II. diel*. Bratislava : SVŠT. 1991, ISBN 80-227-0334-6, 493 s.
- [6] TAKÁCS, J. – MACKO, P. – PETRÁŠ, D.: *Technické zariadenia budov II. Vykurovanie budov, cvičenia a ateliérová tvorba*. Bratislava : SVŠT. 1996, ISBN 80-227-0876-3, 254 s.
- [7] CHMÚRNY, I. a kol.: *Komentár a návrh výpočtu energetickej certifikácie budov*. Bratislava : MVR SR. 2007, ISBN 978-80-89113-44-6, 269 s.
- [8] DAHLSVEEN, T. – PETRÁŠ, D. – CHMÚRNY, I. – SMOLA, A. – LULKOVÍČOVÁ, O. – FÜRI, B. – KONKOL, R. *Energetický audit a certifikácia budov*. Bratislava : Jaga. 2008, ISBN 978-80-8076-063-2.
- [9] KRAJČÍK, M. – PETRÁŠ, D. – SKALÍKOVÁ, I. *Energetické hodnotenie budov*. Bratislava : SPEKTRUM STU. 2019, ISBN 978-80-227-4903-9.
- [10] CHMÚRNY, I. *Tepelná ochrana budov*. Bratislava : Jaga. 2003, ISBN 80-889-0527-3.
- [11] KURČOVÁ, M. – KOUDELKOVÁ, D.: *Vykurovanie*. Bratislava : SPEKTRUM STU. 2020, ISBN 978-80-227-5002-8.
- [12] JIROUT, V. a kol.: *Příprava teplé vody*. Praha : Společnost pro techniku prostředí. 2007, ISBN 978-80-02*01910-7.
- [13] PERÁČKOVÁ, J. a kol.: *Technické zariadenia budov I, zdravotná technika - cvičenia a ateliérová tvorba*. Bratislava : STU. 2004, 312 s. ISBN 80-227-2035-6
- [14] SKALÍKOVÁ, I.: *Analýza prevádzkových podmienok nízkoteplotných sústav odovzdávania energie v budovách. An analysis of the operating conditions of low temperature systems and the transmission of energy within the buildings*. Dizeračná práca. Bratislava : STU. 2020, 150 s.

Odborné články z časopisov a zborníkov

- [15] HORBAJ P. – TAUŠ P. – OPÁTH R.: *Odpájanie odberateľov od sústav centralizovaného zásobovania teplom z hľadiska ceny energie*. Plavnica 20. – 22.5.2009, s. 25-34.

- [16] VRANAYOVÁ, Z. – KOŠIČANOVÁ, D.: *Legionella infection risk from hot water systems*. Selected Scientific Paper - Journal of Civil Engineering, Vol. 1, 2006, p. 57-68.
- [17] OČIPOVÁ, D.: *Teplá voda a jej hygienické zabezpečenie*. 2008 <https://voda.tzb-info.cz/priprava-teple-vody/4818-tepla-voda-a-jej-hygienickezabezpecenie?fbclid=IwAR2lrjqame0yDz4jAwaBtS5TcC0CMnF55Q4ZBsQjBbdX7NtqwGYG-mFTnnM> (prístupné 21.05.2020)
- [18] NIKOVÁ, I.: *Energeticky takmer nulové domy (nZEB) - jediné riešenie*. Dom a byt: 22. s. 12-13.
- [19] ŽIVNER, L. – SKALÍKOVÁ, I.: *Efektívnosť prípravy teplej vody tepelným čerpadlom v zimnej sezóne*. In: PETRÁŠ, D. – ŠVECOVÁ, Z. Obnoviteľné zdroje energie 2016: zborník prednášok zo 16. vedecko-odbornej konferencie so zahraničnou účasťou na tému „Nízkoexergetické systémy pre zásobovanie budov teplom“. Štrbské Pleso, SR, 17. – 18. 5. 2016 [elektronický zdroj]. 1. vyd. Bratislava : SSTP, 2016, s. 123-127. ISBN 978-80-89216-91-8.
- [20] ŽIVNER, L. – NIKOVÁ, I.: *Efektívnosť tepelného čerpadla v režime prípravy teplej vody cez letnú sezónu*. In: PETRÁŠ, D. – ŠVECOVÁ, Z. Vykurovanie 2016: zborník prednášok z 24. medzinárodnej vedecko-odbornej konferencie na tému Zelená úsporám energie v budovách. Stará Ľubovňa, SR, 7. – 11. 3. 2016 [elektronický zdroj]. 1. vyd. Bratislava : SSTP. 2016, s. 279-282. ISBN 978-80-89216-87-1.
- [21] SKALÍK, L. – SKALÍKOVÁ, I.: *Podpora pre využívanie slnečných energetických systémov*. In: PETRÁŠ, D. – ŠVECOVÁ, Z. Vykurovanie 2019. Bratislava : Slovenská spoločnosť pre techniku prostredia. 2019, s. 291-294. ISBN 978-80-89878-42-0.
- [22] SKALÍKOVÁ, I.: *Tepelné čerpadlá a možnosti ich využitia pre bytové domy*. In Komplexná obnova bytových domov 2019. Energetická náročnosť a kvalita vnútorného prostredia budov. Bratislava : Združenie pre podporu obnovy bytových domov. 2019, s. 42-45. ISBN 978-80-972493-8-0.
- [23] FÜRI, B. – SKALÍKOVÁ, I.: *Tepelné čerpadlá pri obnove bytových domov na Slovensku*. In: Komplexná obnova bytových domov 2018. Budovy s takmer nulovou potrebou energie. Bratislava : Združenie pre podporu obnovy bytových domov. 2018, s. 41-49. ISBN 978-80-972493-6-6.
- [24] NIKO, I. – NIKOVÁ, I.: *Výpočtový postup podľa STN EN 15316-4-2 v softwarovej aplikácii I+X6*. In: PETRÁŠ, D. – ŠVECOVÁ, Z. Obnoviteľné zdroje energie 2017. Bratislava : SSTP. 2017, s. 127-130. ISBN 978-80-89878-10-9.

Nariadenia, smernice, zákony a vyhlášky

- [25] Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2018/1999 z 11. decembra 2018 o riadení energetickej únie a opatrení v oblasti klímy
- [26] Zákon č. 251/2012 Z. z. o energetike a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- [27] Zákon č. 100/2014 Z. z. ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 657/2004 Z. z. o tepelnej energetike v znení neskorších predpisov

- [28] Zákon č. 657/2004 Z. z. o tepelnej energetike
- [29] Zákon č. 250/2012 Z. z. o regulácii v sieťových odvetviach
- [30] Zákon č. 150/2013 Z. z. o štátnom fonde rozvoja bývania
- [31] Zákon č. 321/2014 Z. z. o energetickej efektívnosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- [32] Zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- [33] Zákon č. 300/2012 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon) v znení neskorších predpisov
- [34] Zákon č. 378/2019 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov
- [35] Smernica Európskeho parlamentu a rady (EÚ) 2018/844 z 30.mája 2018, ktorou sa mení smernica 2010/31/EÚ o energetickej hospodárnosti budov a smernica 2012/27/EÚ o energetickej efektívnosti
- [36] Smernica Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2009/28/ES z 23. apríla 2009 o podpore využívania energie z obnoviteľných zdrojov energie a o zmene a doplnení a následnom zrušení smerníc 2001/77/ES a 2003/30/ES
- [37] Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2018/2002 ktorou sa mení smernica 2012/27/EÚ o energetickej efektívnosti
- [38] Smernica Európskeho parlamentu a rady 2010/31/EÚ z 19. mája 2010 o energetickej hospodárnosti budov
- [39] Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2012/27/EÚ o energetickej efektívnosti
- [40] Smernica Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2018/2001 z 11. decembra 2018 o podpore využívania energie z obnoviteľných zdrojov
- [41] Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2009/125/ES o vytvorení rámca na stanovenie požiadaviek na ekodizajn energeticky významných výrobkov
- [42] Vyhláška č. 364/2012 Z. z. Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky, ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov
- [43] Vyhláška č. 324/2016 Z. z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky č. 364/2012 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov
- [44] Vyhláška č. 35/2020 Z. z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky č. 364/2012 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov v znení vyhlášky č. 324/2016 Z. z.

- [45] Vyhláška č. 308/2016 Z. z. Ministerstva hospodárstva Slovenskej republiky, ktorou sa ustanovuje postup pri výpočte faktora primárnej energie systému centralizovaného zásobovania teplom
- [46] Vyhláška č. 248/2016 Z. z. Úradu pre reguláciu sieťových odvetví, ktorou sa ustanovuje cenová regulácia v tepelnej energetike
- [47] Vyhláška č. 223/2016 Z. z. Úradu pre reguláciu sieťových odvetví, ktorou sa ustanovuje cenová regulácia v plynárenstve
- [48] Integrovaný národný energetický a klimatický plán na roky 2021-2030, spracovaný podľa nariadenia EP a rady (EÚ) č. 2018/1999 o riadení energetickej únie a opatrení v oblasti klímy, Bratislava 2019
- [49] Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 355/2006 o ochrane zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou chemickým faktorom pri práci
- [50] Vyhláška Ministerstva zdravotníctva č. 259/2008 Z.z. o podrobnostiach o požiadavkách na vnútorné prostredie budov a na byty nižšieho štandardu v znení neskorších zmien
- [51] Rozhodnutie č. 0138/2019/T, číslo spisu: 4291-2018-BA zo 14.12.2018, Úrad pre reguláciu sieťových odvetví

Normy

- [52] STN EN 12831: 2019 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu projektovaného tepelného príkonu. Časť 1: Tepelný príkon, Modul M3-3
- [53] STN EN 12828/A1: 2014 Vykurovacie systémy v budovách. Navrhovanie teplovodných vykurovacích systémov
- [54] STN 38 3350 Zásobovanie teplom. Všeobecné zásady
- [55] DIN 4708 Zentrale Wassererwärmungsanlagen, 1994
- [56] ČSN 60 0830: 2006 Zabezpečovací zařízení pro ústřední vytápění a ohřívání užitkové vody.
- [57] STN 73 0548:1985 Výpočet tepelnej záťaže klimatizovaných priestorov.
- [58] STN 730540-2 + Z1 + Z2:2019 Tepelná ochrana budov. Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Časť 2: Funkčné požiadavky. Konsolidované znenie
- [59] STN 730540-3: 2012 Tepelná ochrana budov. Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Časť 3: Vlastnosti prostredia a stavebných výrobkov
- [60] STN EN ISO 13790/NA Energetická hospodárnosť budov. Výpočet potreby energie na vykurovanie a chladenie (ISO 13790: 2008) – 01-02-2018 zrušená
- [61] STN EN 15316-4-2: 2017 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 4-2: Systémy výroby tepla, systémy tepelného čerpadla
- [62] STN 83 0616: 1987 Kvalita teplej úžitkovej vody

Internetové zdroje

- [63] Projekčné podklady firmy Herz
- [64] Projekčné podklady firmy Alfa Laval
- [65] Projekčné podklady firmy Herz: Herz-Product brochure-Biomatic (220 – 500).pdf
- [66] Projekčné podklady firmy Herz: Herz_universa_podlahove_vykurovanie_pdf
- [67] www.ec.europa.eu
- [68] www.urso.gov.sk
- [69] www.sepemo.ehpa.org
- [70] www.euroactiv.sk
- [71] www.ifri.org
- [72] www.openexp.eu
- [73] www.smartcity.gov.sk
- [74] www.szchkt.or

Ostatné podklady

- [75] Výpočtová metóda na stanovenie potrebného množstva TV – Ing. Peter Danko
- [76] Prednášky a podklady prof. Ing. Takács, PhD.

Digitálne podklady / e-learning / výpočtové softwary

- [77] KALÚS, D.: *Výpočtový softvér ZBE I. – výpočet energetickej bilancie na vykurovanie, prípravu TV, nútené vetranie a výpočet ceny za energiu*. Digitálny dokument v exceli, rok vypracovania 2020.
- [78] KALÚS, D.: *Výpočtový softvér ZBE II. – výpočet hustoty obyvateľstva h_o , plošnej hustoty h_s , priestorovej hustoty h_p , tepelnej hustoty h_t obytného okrsku*. Digitálny dokument v exceli rok vypracovania 2020.
- [79] KALÚS, D.: *Výpočtový softvér ZBE III. – výpočet a návrh tepelného príkonu na prípravu TV pri zásobníkovom, kombinovanom a prietokovom ohreve teplej vody*. Digitálny dokument v exceli, rok vypracovania 2020.
- [80] KALÚS, D.: *Výpočtový softvér ZBE IV. – výpočet tepelného príkonu na prípravu TV v bytových domoch*. Digitálny dokument v exceli, rok vypracovania 2020.
- [81] KALÚS, D.: *Výpočtový softvér EHB I. – výpočet potreby tepla na vykurovanie*. Digitálny dokument v exceli, rok vypracovania 2020.
- [82] KALÚS, D.: *Výpočtový softvér EHB II. – zjednodušený výpočet tepelného príkonu na vykurovanie, TV a vetranie*. Digitálny dokument v exceli, rok vypracovania 2020.

doc. Ing. Daniel Kalús, PhD.

ENERGETICKÁ, EKONOMICKÁ A ENVIRONMENTÁLNA BILANCIA BUDOV
Výpočtové softvéry a vzorové príklady

Vydala Slovenská technická univerzita v Bratislave vo Vydavateľstve SPEKTRUM
STU, Bratislava, Vazovova 5, v roku 2021.

Edícia odborných príručiek

Rozsah 81 strán, 4 obrázky, 26 tabuliek, 3,673 AH, 3,820 VH, 1. vydanie,
edičné číslo 6094, vydané v elektronickej forme.

85 – 228 – 2021

ISBN 978-80-227-5135-3