

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2019

Patrik Chlachula

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra energetiky

Porovnání volně dostupných SW a webových nástrojů pro stanovení tepelných ztrát objektů

Comparison of free SW and web tools for determining building heat losses

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra elektroenergetiky

## Zadání bakalářské práce

Student: **Patrik Chlachula**  
Studijní program: B2649 Elektrotechnika  
Studijní obor: 3907R001 Elektroenergetika  
Téma: Porovnání volně dostupných SW a webových nástrojů pro stanovení  
tepelných ztrát objektů  
Comparison of Free SW and Web Tools for Determining Building Heat  
Losses  
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Výpočet tepelných ztrát, možnosti výpočtu.
2. Software a webové nástroje pro výpočet tepelných ztrát.
3. Volba srovnávacích kritérií.
4. Porovnání jednotlivých SW a webových nástrojů.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] Hradílek, Z., Lázníčková, I., Král, V. Elektrotepelná technika, Praha: ČVUT Praha, 2011, ISBN 978-80-01-043938-9
- [2] Technická zařízení budov [online]. [cit. 2018-09-02]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/>
- [3] Stavební fyzika [online]. [cit. 2018-09-02]. Dostupné z: <https://deksoft.eu/codek/>
- [4] PROTECH [online]. [cit. 2018-09-02]. Dostupné z: [www.protech.cz](http://www.protech.cz)
- [5] TechCON [online]. [cit. 2018-09-02]. Dostupné z: <http://www.techcon.cz>


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Vladimír Král, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2018

Datum odevzdání: 30.04.2019



  
prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.  
vedoucí katedry

  
prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.  
děkan fakulty

## Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně.

Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

Dne: 30. 4. 2019

*Chládek*  
.....

Podpis

## Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce **doc. Ing. Vladimíru Královi, Ph.D.** za odbornou pomoc a konzultaci při vytváření této práce.

## Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je porovnat volně dostupné software a webové nástroje pro výpočet tepelných ztrát objektů. Úvodní část se zaměřuje na základní problematiku tepelných ztrát a na výpočet tepelných ztrát pomocí normy ČSN EN 12831, která vyšla v platnost v roce 2005. Druhá část se zaměřuje na seznámení se z vybranými software a webovými nástroji pro výpočet tepelných ztrát objektů a jejich zhodnocení podle srovnávacích kritérií.

## Klíčová slova

Tepelná ztráta, součinitel prostupu tepla, online kalkulačka

## Abstract

The aim of this Bachelor thesis is to compare free available software and the web tools for calculating the building's loss of heat. The introductory part focuses on the basic issue of the loss of heat by using the standards of ČSN EN 12831 which came into force in 2005. The second part focuses on familiarization with the selected programmes and the web tools for calculating the building's loss of heat and an evaluation according to the comparative criteria.

## Key words

Heat loss, heat transfer coefficient, online calculator

# Seznam použitých symbolů a zkratek

## Veličiny používané v ČSN EN 12831

Označení	Název veličiny	Jednotky
$\Phi_i$	Celková návrhová tepelná ztráta vytápěného prostoru	[W]
$\Phi_{T,i}$	Návrhová tepelná ztráta prostupem tepla vytápěného prostoru	[W]
$\Phi_{V,i}$	Návrhová tepelná ztráta větráním vytápěného prostoru	[W]
$H_{T,ie}$	Součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí pláštěm budovy	[W/K]
$H_{T,iue}$	Součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí nevytápěným prostorem	[W/K]
$H_{T,ig}$	Součinitel tepelné ztráty prostupem do zeminy z vytápěného prostoru do zeminy v ustáleném stavu	[W/K]
$H_{T,ij}$	Součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do sousedního prostoru vytápěného na výrazně jinou teplotu	[W/K]
$\theta_{int,i}$	Výpočtová vnitřní teplota vytápěného prostoru	[°C]
$\theta_e$	Výpočtová venkovní teplota	[°C]
$A_k$	Plocha stavební části	[m <sup>2</sup> ]
$e_k$	Korekční činitel vystavení povětrnostním vlivům	[-]
$e_l$	Korekční činitel vystavení povětrnostním vlivům	[-]
$U_k$	Součinitel prostupu tepla stavební části	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
$l_l$	Délka lineárních tepelných mostů	[m]
$\psi_l$	Činitel lineárního prostupu tepla lineárního tepelného mostu	[W/(m·K)]
$U_{kc}$	Korigovaný součinitel prostupu tepla stavební části, který zahrnuje lineární tepelné mosty	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
$\Delta U_{tb}$	Korekční součinitel závisející na druhu stavební části	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
$b_u$	Teplotní redukční činitel zahrnující teplotní rozdíl mezi teplotou nevytápěného prostoru a venkovní návrhové teploty	[-]
$H_{iu}$	Součinitel tepelné ztráty mezi vytápěným prostorem a nevytápěným prostorem	[W/K]
$H_{ue}$	Součinitel tepelné ztráty z nevytápěného prostoru do venkovního prostředí	[W/K]
$f_{gl}$	Korekční činitel zohledňující vliv ročních změn venkovní teploty	[-]
$f_{g2}$	Teplotní redukční činitel zohledňující rozdíl mezi roční průměrnou venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou	[-]
$U_{equiv,k}$	Ekvivalentní součinitel prostupu tepla stavební části, stanovený podle typologie podlahy	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
$G_W$	Korekční činitel zohledňující vliv spodní vody	[-]

$B'$	Charakteristický parametr	[-]
$A_g$	Plocha uvažované podlahové konstrukce	[m <sup>2</sup> ]
$P$	Obvod uvažované podlahové konstrukce	[m]
$f_{ij}$	Redukční teplotní činitel	[-]
$H_{V,i}$	Součinitel návrhové tepelné ztráty větráním	[W/K]
$V_i$	Výměna vzduchu ve vytápěném prostoru	[m <sup>3</sup> /s]
$\rho$	Hustota vzduchu při $\theta_{int,i}$	[kg/m <sup>3</sup> ]
$c_p$	Měrná tepelná kapacita vzduchu při $\theta_{int,i}$	[kJ/kg·K]
$V_{inf,i}$	Množství vzduchu infiltrací ve vytápěném prostoru	[m <sup>3</sup> /h]
$V_{min,i}$	Minimální výměna vzduchu požadovaná z hygienických důvodů	[m <sup>3</sup> /h]
$V_{su,i}$	Množství přiváděného vzduchu do vytápěné místnosti	[m <sup>3</sup> /h]
$V_{mech,inf,i}$	Rozdíl množství mezi nuceně odváděným a přiváděným vzduchem z vytápěné místnosti	[m <sup>3</sup> /h]
$\theta_{su,i}$	Teplota přiváděného vzduchu do vytápěného prostoru	[°C]
$n_{min}$	Minimální intenzita výměny venkovního vzduchu	[h <sup>-1</sup> ]
$V_i$	Objem vytápěné místnosti	[m <sup>3</sup> ]
$n_{50}$	Intenzita výměny vzduchu při rozdílu tlaků 50 Pa mezi vnitřkem a vnějším budovy a zahrnující účinky přívodů vzduchu	[h <sup>-1</sup> ]
$e_i$	Stínící činitel	[-]
$\epsilon_i$	Výškový korekční činitel	[-]
$V_{ex}$	Množství odváděného vzduchu soustavou pro celou budovu	[m <sup>3</sup> /h]
$V_{su}$	Množství přiváděného vzduchu soustavou pro celou budovu	[m <sup>3</sup> /h]
$\Phi_{RH,i}$	Zátopový tepelný výkon požadovaný pro nahrazení účinku přerušovaného vytápění	[W]
$A_i$	Podlahová plocha vytápěného prostoru	[m <sup>2</sup> ]
$f_{RH}$	Korekční součinitel závisející na době zátoku a předpokládaném poklesu vnitřní teploty v útlumové době	[W/m <sup>2</sup> ]
$\Phi_{HL,i}$	Tepelný výkon vytápěného prostoru	[W]
$\Phi_{HL}$	Tepelný výkon pro funkční část budovy nebo budovu	[W]
$f_{\Delta\theta,i}$	Teplotní korekční činitel zohledňující dodatečné tepelné ztráty místností vytápěných na	[-]
$f_k$	Teplotní korekční činitel pro stavební část při uvažování rozdílu teploty uvažovaného případu a výpočtové venkovní teploty	[-]
$f_{h,i}$	Výškový korekční činitel	[-]
$\theta_r$	Střední radiační teplota	[°C]
$\theta_s$	Střední teplota sálání	[°C]
$\theta_{si}$	Teplota okolní plochy	[°C]
$U_W$	Průměrný součinitel prostupu tepla oken/stěn	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]



## Ostatní veličiny

Označení	Název veličiny	Jednotky
$R_T$	Odpor konstrukce při přestupu tepla	$[\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}]$
$R_{si}$	Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně	$[\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}]$
$R_{se}$	Odpor při přestupu tepla na vnější straně	$[\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}]$
$t$	Tloušťka vrstvy v konstrukci	$[\text{m}]$
$U_{id}$	Součinitel prostupu tepla ideálního výseku konstrukce	$[\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}]$
$\Delta U_{tbk}$	Celkové zvýšení součinitele prostupu tepla vlivem všech tepelných mostů	$[\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}]$
$D$	Počet denostupňů	$[\text{K} \cdot \text{den}]$
$d$	Počet dnů v otopném období	$[\text{°C}]$
$t_{im}$	Průměrná vnitřní teplota v objektu	$[\text{°C}]$
$t_{em}$	Průměrná venkovní teplota v otopném období	$[\text{°C}]$
$Q_{r,vyt}$	Roční spotřeba tepla pro vytápění	$[\text{W} \cdot \text{h}/\text{rok}]$
$\varepsilon$	Opravný součinitel na snížení teploty, zkrácení doby vytápění, nesoučasnost tepel ztráty infiltrací	$[-]$
$t_e$	Výpočtová venkovní teplota	$[\text{°C}]$

## Seznam obrázků

Obrázek 1.4 – Termogram

Obrázek 3.2 - Vlastnosti budovy

Obrázek 3.3 -Vytvoření nové místnosti

Obrázek 3.4 - Grafické rozhraní programu Uponsor

Obrázek 3.4.1 – Výsledný výpočet tepelných ztrát pro celou budovu v programu Uponsor

Obrázek 3.4.2 – Výsledný výpočet tepelných ztrát pro místnost v programu Uponsor

Obrázek 4.2.1 – Přehled zadaných a vypočítaných hodnot po místnostech v programu Ztráty 2018

Obrázek 4.2.2 – Podrobný přehled celkové tepelné ztráty budovy v programu Ztráty 2018

Obrázek 4.3 – Výpočet potřeby tepla na vytápění pomocí programu Ztráty 2018

## Seznam tabulek

Tabulka 5 – Výsledky On-line kalkulačky úspor a dotací Zelená úsporám

Tabulka 6 – Hlavní výsledky z Kalkulačky programu Nová zelená úsporám

Tabulka 7 – Výsledky z on-line kalkulačky – Vytápění.cz

Tabulka 8 – Srovnávací kritéria

## Obsah

1. Úvod do problematiky tepelných ztrát .....	2
1.1 Vytápění .....	2
1.2 Tepelná ztráta .....	3
1.3 Součinitel prostupu tepla .....	3
1.4 Tepelné mosty .....	4
2. Výpočet tepelných ztrát podle ČSN EN 12 831 .....	5
2.1 Zásady pro výpočtovou metodu .....	5
2.2 Potřebné údaje pro výpočet .....	6
2.3 Výpočet celkové tepelné ztráty .....	6
2.3.1. Návrhová tepelná ztráta prostupem .....	7
2.3.1.1 Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí .....	7
2.3.1.2 Tepelné ztráty nevytápěným prostorem .....	8
2.3.1.3 Tepelné ztráty do přilehlé zeminy .....	9
2.3.1.4 Tepelné ztráty do nebo z vytápěných prostorů při různých teplotách .....	10
2.3.2 Tepelná ztráta větráním .....	10
2.3.2.1 Přirozené větrání .....	11
2.3.2.2 Nucené větrání .....	12
2.3.3 Prostory s přerušovaným vytápěním .....	13
2.4 Návrhový tepelný výkon .....	14
3. TechCON .....	14
3.1 Uponsor .....	15
3.2 Zadání údajů pro budovu .....	16
3.3 Vytvoření místnosti .....	17
3.4 Grafické rozhraní programu Uponsor .....	18
3.5 Výsledek výpočtu tepelných v programu Uponsor .....	19
4. Ztráty 2018 .....	20
4.1 Zadávání dat do programu .....	20
4.2 Výsledky výpočtu tepelných ztrát .....	21
4.3 Výpočet roční potřeby tepla na vytápění a spotřebu paliva .....	22
5. On-line kalkulačka úspor a dotací Zelená úsporám .....	23
6. Kalkulačka programu Nová zelená úsporám .....	25
7. On-line kalkulačka – Vytápění.cz .....	26
8. Srovnávací kritéria a zhodnocení nástrojů pro výpočet tepelných ztrát objektů .....	27
Závěr .....	30
Seznam použitých zdrojů .....	31

# 1. Úvod do problematiky tepelných ztrát

Z normy ČSN EN 12831, kde je obecně popsán výpočet tepelných ztrát, vycházejí snad všechny aktuální profesionální programy a některé webové nástroje. Na trhu je velké množství programů. Pro svou práci jsem si vybral dva plnohodnotné softwary a tři online webové kalkulačky. Mezi mnou vybranými programy patří program Uponor a program Ztráty 2018. Mezi vybrané webové kalkulačky patří kalkulačka on-line kalkulačka úspor a dotací Zelená úsporám, kalkulačka programu Nová zelená úsporám a jako poslední on-line kalkulačka Vytápění.cz.

## 1.1 Vytápění

Hlavním úkolem vytápění je zajistit, aby ve vytápěném objektu byla docílena příznivá teplota v zimním období, kdy je venkovní teplota nižší než teplota v místnostech. Příznivá teplota v průběhu dne je nejvhodnější mezi 20 a 22 stupni Celsia. Tím jsou na mysli pokoje, kde sledujeme televizi, v dětském pokoji nebo v pracovně. Pro kvalitní spánek je potřeba o 5 stupňů nižší teplota než v ostatních místnostech. Teplotu v místnostech nám ovlivňují například povětrnostní podmínky, které způsobují ochlazování.

Roční potřeba tepla na vytápění je pak množství tepelné energie, kterou musíme do domu dodat, aby v něm byla požadovaná teplota. Počítá se s průměrnou vnější teplotou za vytápěcí období, která je v České republice přibližně 3,8 °C, průměrnou délkou topného období, jenž obvykle trvá okolo 240 dnů a dále s dobou vytápění, která je většinou 20 hodin za den. Do spotřeby energie na vytápění se nezapočítávají nýbrž odčítají pasivní vlivy vnitřních zdrojů tepla a sluneční záření.

Následujícím výpočtem získáme přesný počet takzvaných denostupňů (1.1), který následně využijeme při výpočtu roční spotřeby tepla pro vytápění (1.2).

$$D = d \cdot (t_{im} - t_{em}) \quad (1.1)$$

Kde	D	[K den]	... počet denostupňů,
	d	[den]	... počet dnů v otopném období,
	$t_{im}$	[°C]	... průměrná vnitřní teplota otopném období,
	$t_{em}$	[°C]	... průměrná venkovní teplota v otopném období.

$$Q_{r,vyt} = \frac{24 \cdot Q_c \cdot \varepsilon \cdot D}{t_{im} - t_{em}} \quad (1.2)$$

Kde	$Q_{r,vyt}$	$\left[ W \cdot \frac{h}{rok} \right]$	... roční spotřeba tepla pro vytápění,
	$Q_c$	[W]	... celková tepelná ztráta,
	$\varepsilon$	[-]	... opravný součinitel na šíření teploty, zkrácení doby vytápění, nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací,
	$t_{im}$	[°C]	... průměrná vnitřní teplota v otopném období,
	$t_{em}$	[°C]	... průměrná venkovní teplota v otopném období.

## 1.2 Tepelná ztráta

Tepelná ztráta tepla na vytápění nám vyjadřuje, kolik tepelné energie nám uniká z domu prostupem tepla, větráním nebo zářením skrz průsvitné konstrukce. Tato okamžitá hodnota se vždy počítá na extrémní podmínky v dané lokalitě, tedy v České republice obvykle od -12 °C do -18 °C. Během občasných chladnějších dnů, kdy teploty klesají pod -18 °C, jsme schopni překonat extrémní teplotní ztráty díky akumulaci schopnosti domu. Na tyto extrémní teplotní ztráty během zimních dnů musí být na dimenzovaný tepelný zdroj vytápění a radiátory.

## 1.3 Součinitel prostupu tepla

Součinitel prostupu tepla vyjadřuje, kolik tepla unikne konstrukcí o ploše 1 m<sup>2</sup> při rozdílu teplot jejích povrchů 1 K. Vyjadřuje celkovou výměnu tepla v ustáleném stavu mezi dvěma prostředími vzájemně oddělenými stavební konstrukcí o tepelném odporu R s přilehlými mezními vzduchovými vrstvami, zahrnuje vliv všech tepelných mostů včetně vlivu prostupujících hmoždinek a kotev, které jsou součástí konstrukce, je definován vztahem (1.3). [1]

$$U = \frac{1}{R_t} \quad (1.3)$$

Kde	$U$	$[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$	... součinitel prostupu tepla,
	$R_t$	$[m^2 \cdot K \cdot W^{-1}]$	... odpor konstrukce při přestupu tepla.

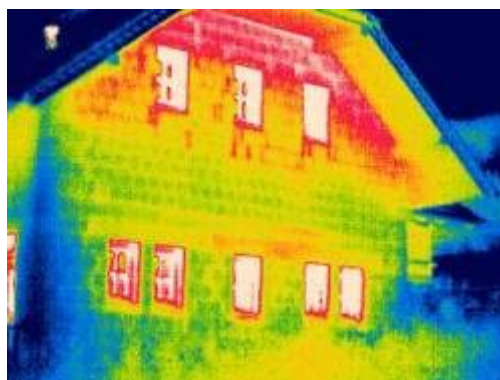
Odpor konstrukce při přestupu tepla je odpor, který brání výměně tepla mezi jednotlivými vrstvami stavební konstrukce. Skládá se z odporů při přestupu tepla na vnitřní a vnější straně konstrukce a z odporů jednotlivých vrstev konstrukce, které jsou definovány jejich tloušťkou a tepelnou vodivostí podle rovnice (1.4).

$$R_T = R_{si} + \sum_{i=1}^n \frac{t_i}{\lambda_i} + R_{se} \quad (1.4)$$

Kde  $R_{si}$  [ $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$ ] ... odpor při přestupu tepla ve vnitřní straně,  
 $t_i$  [m] ... tloušťka vrstvy v konstrukci,  
 $\lambda_i$  [ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ] ... součinitel tepelné vodivosti materiálu,  
 $R_{se}$  [ $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$ ] ... odpor při přestupu tepla na vnější straně.

## 1.4 Tepelné mosty

Tepelný most je místo, kde dochází ke zvýšenému tepelnému toku. Uniká jím více tepelné energie a má v interiéru studenější povrch, a naopak v exteriéru teplejší povrch než okolní konstrukce. Tepelné mosty dokumentuje např. uvedený termogram. Zde jsou patrné tepelné mosty mezi jednotlivými tvárnicemi a mírně také nad okny. [2]



Obr 1.4. – Termogram, převzato z [2]

V dnešní době tepelné mosty nabývají významu:

- ekonomického
- energetického
- hygienického

Z hygienického hlediska jsou tepelné mosty nepřijatelné proto, že na jejich chladných površích v interiéru může kondenzovat vodní pára, či zde může lokálně relativní vlhkost vzduchu stoupnout nad 80 %, což je prostředí, které je ideální pro růst plísní. Ty jsou výraznými zdroji alergenů a tím vytváří vnitřní mikroklima nevhodné pro pobyt lidí. Plísně rostou nejen na viditelných místech, kde se jich můžeme zbavovat různými chemikáliemi, ale také na skrytých místech, kde je sice nevidíme, ale na mikroklima mají katastrofální vliv. [2]

Rozlišujeme tepelné mosty na dva druhy:

- Lineární tepelné mosty – jedná se o tepelné ztráty prouděním, které vznikají netěsnostmi v konstrukci nebo špatnými vlastnostmi izolačních materiálů.
- Bodové tepelné mosty – tepelná ztráta způsobená kotevní hmoždinkou zateplovacího systému s kovovým trnem.

Tepelný únik odvětráváním vnitřního vzduchu z exteriéru mezi konstrukci, tedy například mezi tepelnou izolaci a vnitřní povrch provedený ze sádkkartonu.

Tepelná energie se šíří v konstrukci cestou nejmenšího odporu a množství energie, které prostoupí konstrukcí, je úměrné teplotnímu spádu. Rozlišujeme tři druhy prostupu tepla konstrukcí:

- Jednorozměrné – týká se prostupu tepla v ploše (například v obvodové zdi)
- Dvourozměrné – vzniká v místech styku dvou dělicích konstrukcí
- Třírozměrné – k úniku tepla dochází v rozích místnosti

## 2. Výpočet tepelných ztrát podle ČSN EN 12 831

Norma se nazývá Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu a vešla v platnost v dubnu 2005. Tato norma stanovuje výpočet dodávky tepla nutného k bezpečnému dosažení vypočítané vnitřní teploty. Dále udává postupy pro výpočet návrhové tepelné ztráty a navrhovaného tepelného výkonu při normalizovaných výpočtových podmínkách. Tato evropská norma obsahuje jednu normativní přílohu D a tři informativní přílohy, přílohu A, B a C.

### 2.1 Zásady pro výpočtovou metodu

Výpočtová metoda je založena na následujících předpokladech:

1. Rozložení tepla je rovnoměrné.
2. Tepelné ztráty se počítají pro ustálený stav za předpokladu konstantních vlastností.

Tyto předpoklady se mohou použít pro většinu budov, pokud:

1. Výška místností nepřesahuje 5 metrů.
2. Platí předpoklad trvalého tepelného stavu.
3. Lze předpokládat stejné hodnoty teploty vzduchu a výsledné teploty.

Výrazné rozdíly mohou nastat u slabě izolovaných budov se stropními nebo podlahovými otopnými plochami. Rozdíly mohou nastat mezi teplotou vzduchu a výslednou teplotou. Tyto případy se považují za zvláštní a jsou řešeny v příloze B dané normy.

## 2.2 Potřebné údaje pro výpočet

Pro výpočet tepelných ztrát potřebujeme znát následující údaje:

1. Klimatické údaje
  - stanovit výpočtovou venkovní teplotu  $\theta_e$  pro výpočet návrhových tepelných ztrát vnějšího prostředí
  - znát průměrnou roční venkovní teplotu  $\theta_{me}$  pro výpočet tepelné ztráty do přilehlé zeminy
2. Výpočtová vnitřní teplota
  - $\theta_{int}$  je vnitřní teplota která se využívá pro výpočet návrhových tepelných ztrát.
3. Údaje o budově
  - $V_i$  [ $m^3$ ] ... vnitřní objem vzduchu všech místností,
  - $A_k$  [ $m^2$ ] ... plocha stavebních částí,
  - $U_k$  [ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ] ... součinitel prostupu tepla pro každou stavební část,
  - $\psi_i$  [ $W \cdot m^{-2} \cdot K$ ] ... lineární činitel prostupu tepla pro každý tepelný most,
  - $l_1$  [ $m$ ] ... délka každého lineárního tepelného mostu.
4. Výpočet měrné tepelné ztráty větráním
  - $n_{min}$  [ $h^{-1}$ ] ... nejmenší intenzita výměny vzduchu,
  - $n_{50}$  [ $h^{-1}$ ] ... intenzita výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa,
  - $V_{inf}$  [ $m^3 \cdot s^{-1}$ ] ... objemový tok vzduchu infiltrací netěsnostmi obvod. pláště
  - $V_{su}$  [ $m^3 \cdot s^{-1}$ ] ... objemový tok přiváděného vzduchu,
  - $V_{ex}$  [ $m^3 \cdot s^{-1}$ ] ... objemový tok odváděného vzduchu,
  - $n_v$  [%] ... účinnost zpětného získávání tepla z odváděného vzduchu

Dle normy ČSN EN ISO 13 789 můžeme použít vnější nebo vnitřní rozměry budovy. Po výběru rozměrů je musíme dodržovat pro celý výpočet.

## 2.3 Výpočet celkové tepelné ztráty

Celková tepelná ztráta se skládá z tepelné ztráty prostupem tepla, tepelné ztráty větráním a trvalých tepelných zisků.

$$\theta_i = \theta_{t,i} + \theta_{v,i} \quad (2.1)$$

Kde  $\theta_i$  [W] ... celková návrhová tepelná ztráta vytápěného prostoru,  
 $\theta_{t,i}$  [W] ... návrhová teplota prostupem tepla vytápěného prostoru,  
 $\theta_{v,i}$  [W] ... návrhová tepelná ztráta větráním vytápěného prostoru.



### 2.3.1. Návrhová tepelná ztráta prostupem

Návrhová tepelná ztráta prostupem vytápěného prostoru se vypočítá dle rovnice (2.2).

$$\theta_{t,i} = (H_{t,ie} + H_{t,iue} + H_{t,ig} + H_{t,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad (2.2)$$

Kde $\theta_{t,i}$ [W]	... návrhová tepelná ztráta prostupem tepla,
$H_{t,ie}$ [ $W \cdot K^{-1}$ ]	... součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru (i) do venkovního prostředí (e) pláštěm budovy,
$H_{t,iue}$ [ $W \cdot K^{-1}$ ]	... tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru (i) do venkovního prostředí (e) nevytápěným prostupem (u),
$H_{t,ig}$ [ $W \cdot K^{-1}$ ]	... součinitel tepelné ztráty prostupem do zeminy z vytápěného prostoru (i) do zeminy (g) v ustáleném stavu,
$H_{t,ij}$ [ $W \cdot K^{-1}$ ]	... součinitel tepelné ztráty z vytápěného prostoru (i) do sousedního prostoru (j) vytápěného na výrazně jinou teplotu,
$\theta_{int,i}$ [ $^{\circ}C$ ]	... výpočtová vnitřní teplota vytápěného prostoru (i),
$\theta_e$ [ $^{\circ}C$ ]	... výpočtová venkovní teplota.

#### 2.3.1.1 Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

Součinitel tepelné ztráty z vytápěného (i) do vnějšího (e) prostředí  $H_{t,ie}$  zahrnuje všechny části které jsou mezi vytápěným prostorem a venkovním prostředím. Do těchto částí patří strop, dveře, okna, podlahy, stěny ale také i lineární mosty.

$$H_{t,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot e_l \quad (2.3)$$

Kde $A_k$ [ $m^2$ ]	... plocha stavební části,
$e_k, e_l$ [-]	... korelační činitel vystavení povětrnostním vlivům při uvažování klimatických vlivů jako je různé oslnění, pohlcování vlhkosti stavebními díly, rychlost větru a tepla,
$U_k$ [ $W \cdot (m^{-2} \cdot K^{-1})$ ]	... součinitel prostupu tepla staveb,
$\psi_l$ [ $W \cdot (m^{-1} \cdot K^{-1})$ ]	... činitel lineárního prostupu tepla lineárního tepelného mostu,
$l_l$ [m]	... délka lineárních tepelných mostů mezi venkovním a vnitřním prostředím.

Hodnota součinitele prostupu tepla se stanoví na základě ČSN EN ISO 6946 pro neprůsvitné části a ČSN EN ISO 10077-1 pro dveře a okna, nebo z údajů uvedených v

evropských technických schváleních. Hodnoty korekčních činitelů  $e_k$ ,  $e_l$  by měly být stanoveny na národní úrovni, ale nejsou, proto je nutné použít základní hodnotu z ČSN EN 12831 příloha D.4.1. Činitelé lineárního prostupu tepla lineárního tepelného mostu se buď stanoví z ČSN EN ISO 14683, nebo se vypočtou podle ČSN EN ISO 10211-2.

### 2.3.1.2 Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

Je-li mezi vytápěným prostorem a venkovním prostředím (e) nevytápěný prostor (u), návrhový součinitel tepelné ztráty prostupem tepla z vytápěného prostoru do venkovního prostředí se vypočte podle rovnice (2.4).

$$H_{t,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot e_l \quad (2.4)$$

Kde  $b_u$  [-] ... teplotní redukční činitel zahrnující teplotní rozdíl mezi teplotou nevytápěného prostoru a venkovní návrhové teploty.

Teplotní redukční činitel se stanovuje jedním ze tří postupů:

a. Je-li teplota nevytápěného prostoru  $\theta_u$  stanovena nebo navržena podle návrhových podmínek:

$$b_u = \frac{\theta_{int,i} - \theta_u}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad [-]. \quad (2.5)$$

b. Když  $\theta_u$  neznám, vypočte se  $b_u$ :

$$b_u = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} \quad [-]. \quad (2.6)$$

Kde  $H_{iu}$  [ $W \cdot K^{-1}$ ] ... součinitel tepelné ztráty mezi vytápěným prostorem (i) a nevytápěným prostorem (u) přičemž se zohledňují:

- tepelné ztráty prostupem (z vytápěného prostoru do nevytápěného prostoru),
- tepelné ztráty větráním (výměna vzduchu mezi vytápěným a nevytápěným prostorem),

$H_{ue}$  [ $W \cdot K^{-1}$ ] ... součinitel tepelné ztráty z nevytápěného prostoru (u) do venkovního prostředí (e) přičemž se zohledňují:

- tepelné ztráty prostupem (do venkovního prostředí a do přilehlé zeminy),
- tepelné ztráty větráním (mezi nevytápěným a venkovním prostředím).

- c. Redukční činitel  $b_u$  se pro každý případ stanoví v národní příloze k této normě. Neexistují-li národní hodnoty, používají se základní hodnoty uvedené v D.4.2.

### 2.3.1.3 Tepelné ztráty do přilehlé zeminy

Tento výpočet, který závisí na více činitelích, stanovuje norma ČSN EN ISO 13370, ve které se zahrnují ztráty podlahami nebo základovými stěnami a přímým nebo nepřímým stykem s přilehlou zeminou.

$$H_{t,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w \quad (2.7)$$

Kde	$f_{g1}$	[-]	... korekční činitel zohledňující vliv ročních změn venkovní teploty,
	$A_k$	[m <sup>2</sup> ]	... plocha stavebních částí (k), které se dotýkají zeminy,
	$f_{g2}$	[-]	... tepelný redukční činitel zohledňující rozdíl mezi roční průměrnou venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou,
	$U_{equiv,k}$	[W · (m <sup>-2</sup> · K <sup>-1</sup> )]	... ekvivalentní součinitel prostupu tepla stavební částí (k)
	$G_w$	[-]	... korekční činitel zohledňující vliv spodní vody.

Korekční činitel  $G_w$  se počítá pouze, jestliže se úroveň podlahy nachází méně než 1 metr nad hladinou spodní vody. Velikost se počítá podle normy ČSN EN ISO 13370, nebo se mohou použít hodnoty z přílohy D.4.3.

Hodnota korekčního činitele  $f_{g1}$  by měla být stanovena jako národní. Nemá-li stanovena, použije se základní hodnota uvedená v příloze D.4.3. Teplotní součinitel  $f_{g2}$  se stanoví podle rovnice (2.8).

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{m,e}}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad (2.8)$$

Kde	$\theta_{m,e}$	[°C]	... průměrná roční venkovní teplota,
	$\theta_{int,i}$	[°C]	... výpočtová vnitřní teplota vytápěného prostoru,
	$\theta_e$	[°C]	... výpočtová venkovní teplota.

Ekvivalentní součinitel prostupu tepla se volí podle typologie podlahy. Jeho velikost závisí na součiniteli prostupu tepla konstrukce a parametru  $B'$  určeného dle rovnice (2.9).

$$B' = \frac{Ag}{0,5 \cdot P} \quad (2.9)$$

Kde	$Ag$	[m <sup>2</sup> ]	... plocha uvažované podlahové konstrukce,
	$P$	[m]	... obvod uvažované podlahové konstrukce,
	$B'$	[m]	... charakteristický parametr.

### 2.3.1.4 Tepelné ztráty do nebo z vytápěných prostorů při různých teplotách

Vyjadřuje tok tepla prostupem z vytápěného prostoru do sousedního vytápěného prostoru vytápěné na výrazně odlišnou teplotu.

$$H_{t,ij} = \sum_k f_{i,j} \cdot A_k \cdot U_k \quad (2.10)$$

Kde  $A_k$  [ $m^2$ ] ... plocha stavebních částí (k), které se dotýkají zeminy,  
 $U_k$  [ $W \cdot (m^{-2} \cdot K^{-1})$ ] ... součinitel prostupu tepla staveb,  
 $f_{i,j}$  [-] ... redukční teplotní činitel.

Redukční teplotní činitel koriguje teplotní rozdíl mezi teplotou sousedního prostoru a venkovní výpočtové teploty. Jeho hodnota závisí na směru proudění tepelného toku, to znamená že může být jeho hodnota záporná, vyjadřuje se vztahem (2.11).

$$f_{i,j} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{vytápěného\ sousedního\ prostoru}}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad (2.11)$$

### 2.3.2 Tepelná ztráta větráním

Návrhová tepelná ztráta větráním  $\theta_{v,i}$  pro vytápěný prostor se vypočte z následující rovnice:

$$\theta_{v,i} = H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad (2.12)$$

Kde  $H_{v,i}$  [ $W \cdot K^{-1}$ ] ... součinitel návrhové tepelné ztráty větráním,  
 $\theta_{int,i}$  [ $^{\circ}C$ ] ... výpočtová vnitřní teplota vytápěného prostoru,  
 $\theta_e$  [ $^{\circ}C$ ] ... výpočtová venkovní teplota.

Součinitel návrhové tepelné ztráty závisí na objemu toku vzduchu a je dán rovnicí (2.13).

$$H_{v,i} = V_i \cdot \rho \cdot c_p \quad (2.13)$$

Kde  $V_i$  [ $m^3 \cdot m^{-1}$ ] ... výměna vzduchu ve vytápěném prostoru,  
 $\rho$  [ $kg \cdot m^{-3}$ ] ... hustota vzduchu,  
 $c_p$  [ $kJ \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ ] ... měrná tepelná kapacita vzduchu.

Při předpokladu konstantní hustoty vzduchu a měrné tepelné kapacity vzduchu se rovnice (2.13) zjednoduší:

$$H_{v,i} = 0,34 \cdot V_i \quad (2.14)$$

Tento vztah platí jen tehdy, pokud v uvažované místnosti nemáme větrací soustavu.

### 2.3.2.1 Přírozené větrání

U přírozeného větrání pracujeme s předpokladem, že přiváděný vzduch má tepelné vlastnosti venkovního vzduchu, tudíž tepelná ztráta je úměrná rozdílu teplot vnitřní výpočtové teploty a venkovní teploty. Větší hodnota výměny vzduchu vytápěného prostoru je způsobena infiltrací a minimální výměna vzduchu požadovaná z hygienických důvodů.

$$V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i}) \quad (2.15)$$

Kde  $V_{inf,i}$  [ $m^3 \cdot h^{-1}$ ] ... množství vzduchu infiltrací ve vytápěném prostoru,

$V_{min,i}$  [ $m^3 \cdot h^{-1}$ ] ... minimální výměna vzduchu požadovaná z hygienických důvodů.

Množství vzduchu infiltrací vytápěného prostoru je způsobené větrem a účínkem vztlaku na plášť budovy, se může vypočítat podle vztahu (2.16).

$$V_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i \quad (2.16)$$

Kde  $n_{50}$  [ $h^{-1}$ ] ... intenzita výměny vzduchu při rozdílu tlaků 50 Pa a mezi vnitřkem a vnějškem budovy a zahrnující účínky přívodu vzduchu,

$e_i$  [-] ... stínící činitel,

$\varepsilon_i$  [-] ... výškový korekční činitel, který zohledňuje zvýšení rychlosti, proudění vzduchu s výškou prostoru nad povrchem země.

V rovnici (2.16) je zaveden činitel 2, protože hodnota  $n_{50}$  je dána pro celou budovu. Výpočet musí uvažovat s nejhorsím případem, kdy všechen infiltrovaný vzduch vstupuje na jedné straně budovy. Hodnoty pro výpočet  $n_{50}$  by měly být v národní příloze, která není dostupná, ale najdeme je v příloze D.5.2. Stejná situace nastává u stínícího a výškového korekčního činitele, kde nejsou hodnoty na národní úrovni k dispozici, a proto můžeme použít základní hodnoty z přílohy D.5.3 a D.5.4.

$$V_{min,i} = n_{min} V_i \quad (2.17)$$

Kde  $n_{min}$  [ $h^{-1}$ ] ... minimální intenzita výměny venkovního vzduchu,

$V_i$  [ $m^3$ ] ... objem vytápěné místnosti vypočítaný z vnitřních rozměrů.

Minimální intenzita výměny vzduchu je stanovena normou ČSN EN 12831 v příloze D.5.1.

### 2.3.2.2 Nucené větrání

Větrací soustava, která přivádí vzduch do objektu, nemusí nutně přivádět vzduch s venkovními parametry. Přiváděný vzduch může být ústředně přehřívám, nebo může být přiváděný ze sousedních místností. V těchto případech se použije redukční činitel zohledňující rozdíl teplot přiváděného vzduchu a výpočtové venkovní teploty.

Množství vzduchu do vytápěné místnosti při nuceném větrání se vypočte dle (2.18).

$$V_i = V_{inf,i} + V_{su,i} + f_{vi,i} + V_{mech,inf,i} \quad (2.18)$$

Kde  $V_{inf,i}$  [ $m^3 \cdot h^{-1}$ ] ... množství vzduchu infiltrací ve vytápěné místnosti,  
 $V_{su,i}$  [ $m^3 \cdot h^{-1}$ ] ... množství přiváděného vzduchu do vytápěné místnosti,  
 $V_{mech,inf,i}$  [ $m^3 \cdot h^{-1}$ ] ... rozdíl množství mezi nuceně odváděným a přiváděným vzduchem z vytápěné místnosti,  
 $f_{vi,i}$  [-] ... teplotní redukční činitel.

Redukční teplotní činitel  $f_{vi,i}$  se vypočítá dle následujícího vztahu (2.19).

$$f_{vi,i} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{su,i}}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad (2.19)$$

Kde  $\theta_{su,i}$  [ $^{\circ}C$ ] ... teplota přiváděného vzduchu do vytápěného prostoru.

Při použití zařízení pro zpětné využití tepla se může  $\theta_{su,i}$  vypočítat z účinnosti zařízení.

Rozdíl množství nuceně odváděného a přiváděného vzduchu je vyrovnán venkovním vzduchem přiváděným obvodovým pláštěm budovy. Není-li toto množství vzduchu stanoveno jiným způsobem, může být vypočteno dle vztahu (2.20).

$$V_{mech,inf,i} = \max(V_{ex} - V_{su}, 0) \quad (2.20)$$

Kde  $V_{ex}$  [ $m^3 \cdot h^{-1}$ ] ... množství odváděného vzduchu soustavou pro celou budovu

$V_{su}$  [ $m^3 \cdot h^{-1}$ ] ... množství přiváděného vzduchu soustavou pro celou budovu

$V_{mech,inf,i}$  se stanoví nejprve pro celou budovu. Následně se rozdělí množství venkovního vzduchu do každého prostoru podle provzdušnění každého prostoru v poměru k provzdušnění celé budovy. Chybí-li hodnoty průvzdušnosti, rozdělí se venkovní množství vzduchu podílem objemů jednotlivých prostorů.

$$V_{mech,inf,i} = V_{mech,inf} \cdot \frac{V_i}{\sum V_i} \quad (2.21)$$

kde  $V_i$  [ $m^3 \cdot s^{-1}$ ] ... objem prostoru

Tato rovnice se také použije pro určení množství přiváděného vzduchu do každého prostoru, je-li známo pouze přiváděné množství vzduchu pro celou budovu.

### 2.3.3 Prostory s přerušovaným vytápěním

Prostory s přerušovaným vytápěním po útlumu v určeném čase vyžadují zátopový tepelný výkon k dosažení požadované výpočtové vnitřní teploty, který je závislý na následujících činitelích:

- akumulačních vlastnostech stavebních částí
- době zátopu
- teplotním poklesu po dobu útlumu
- vlastnostech regulačního a řídicího systému

Je dán zjednodušenou metodou, kterou lze použít v normou stanovených případech a její hodnotu lze vypočítat podle rovnice (2.22).

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH} \quad (2.22)$$

Kde  $\Phi_{RH,i}$  [W] ... zátopový tepelný výkon,

$A_i$  [ $m^2$ ] ... podlahová plocha vytápěného prostoru,

$f_{RH}$  [ $W \cdot m^{-2}$ ]... korekční činitel závisející na době zátopu a předpokládaném poklesu vnitřní teploty.

Hodnoty korekčního činitele jsou uvedeny v normě ČSN EN 12831 v příloze D.6.

## 2.4 Návrhový tepelný výkon

Návrhový tepelný výkon je součet návrhové tepelné ztráty a zátopového výkonu, jeho hodnota pro vytápěný prostor se stanoví dle (2.23).

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i} \quad (2.23)$$

Kde  $\Phi_{HL,i}$  [W] ... tepelný výkon pro vytápěný prostor,  
 $\Phi_{T,i}$  [W] ... tepelná ztráta prostupem tepla vytápěného prostoru,  
 $\Phi_{V,i}$  [W] ... tepelná ztráta větráním vytápěného prostoru,  
 $\Phi_{RH,i}$  [W] ... zátopový tepelný výkon požadovaný pro vyrovnání účinků přerušovaného vytápění vytápěného prostoru.

Při výpočtu tepelného výkonu pro funkční část budovy je tepelný výkon roven součtu celkových tepelných ztrát a zátopových výkonů podle rovnice (2.24).

$$\Phi_{HL} = \sum \Phi_{T,i} + \sum \Phi_{V,i} + \sum \Phi_{RH,i} \quad (2.24)$$

Kde  $\Phi_{HL}$  [W] ... tepelný výkon funkční části budovy,  
 $\sum \Phi_{T,i}$  [W] ... suma tepelných ztrát prostupem tepla všech vytápěných prostorů s výjimkou tepla sdíleného uvnitř funkčních částí budovy,  
 $\sum \Phi_{V,i}$  [W] ... suma tepelných ztrát větráním všech vytápěných prostorů s výjimkou tepla sdíleného uvnitř funkčních částí budovy,  
 $\sum \Phi_{RH,i}$  [W] ... suma tepelných zátopových výkonů všech vytápěných prostorů požadujících vyrovnání účinků přerušovaného vytápění.

## 3. TechCON

Programy řeší výpočet tepelných ztrát budov, zpracované v projektové dokumentaci v 2D a 3D prostoru, dimenzování otopných soustav, hydraulické vyregulování otopných soustav, výpočet podlahového vytápění a specifikaci prvků spolu s celkovou cenovou nabídkou.[4] TechCON je v nabídce jednotlivých modulů flexibilní. Zákazník si může koupit nebo pronajmout profesionální edici, která obsahuje všechny moduly s neomezenou databází a funkcemi, ale také i jednotlivé moduly, u kterých jsou databáze a funkce zredukovány. Jednotlivé moduly se dělí na:

- TS – modul pro výpočet tepelných ztrát
- ÚK – modul pro návrh ústředního vytápění (radiátory)
- PDL – modul pro návrh podlahového vytápění
- PPSS – modul pro vytvoření suchého systému podlahového vytápění



- ČS+A – modul pro návrh čerpadel a anuloid
- BVS – modul pro návrh bytových výměňkových stanic
- STN + STR - modul pro návrh stěnového a stropního vytápění a chlazení
- KOM – modul pro návrh komínů
- ZTI – modul pro návrh vnitřního vodovodu a kanalizace
- PDL – TAB - modul pro výpočet podlahového vytápění

Firma TechCON má v nabídce také TechCON magazín, který vychází dvakrát ročně. Hlavní náplní tohoto časopisu jsou odborné články zaměřené na projektování v oblasti stavebnictví a technických zařízení budov, poskytující informace a doporučení přímo od výrobců nebo z technických univerzit. [5]

### 3.1 Uponsor

Uponsor je modul sloužící k výpočtu tepelných ztrát, k návrh ústředního vytápění a k návrh podlahového vytápění, který pracuje s formátem DXF, což je vektorový formát, jenž se používá zejména při přenášení grafických informací mezi různými systémy typu CAD a modelovacími programy, a také s formátem DWG. Výsledný projekt je možné exportovat do souboru formátu DXF, výpočty a specifikace do souborů formátu HTML a XLS.[6] Jelikož Uponsor nenačítá kóty, odkazové čáry a další různé položky, tak je v AutoCADu nemusíme mazat. V nabídce je grafická verze programu, ve které je možné pracovat jak ve 2D tak 3D prostoru, ale také je i v nabídce tabulková verze programu.

Hlavní výhody programu Uponsor jsou:

- různé typy instalací, potrubí a fixačních metod
- automatický nebo manuální výpočetní mód
- výstupní teplota ze zdroje může být stanovena uživatelem, nebo vypočtena programem
- automatický výpočet rozestupů potrubí nebo ruční nastavení pro každou místnost
- tepelné ztráty mohou být přednastavené průměrnou hodnotou nebo nastavené pro každou místnost jednotlivě
- systém bezdrátové regulace
- možnost vytvoření cenové nabídky
- kalkulace lze uložit na pevný disk počítače a je možné je kdykoliv upravovat
- při dostupnosti nové verze se program automaticky aktualizuje [6]

## 3.2 Zadání údajů pro budovu

Po kliknutí na tlačítko Budova se nám zobrazí tabulka (3.1.3). Do části označené jako Popis zadáváme obecné informace o stavbě jako je název stavby, místo, projektant a datum. V části s názvem Tepelné ztráty zadáváme obecné informace z normy. Po výběru lokality, které jsou už přednastavené v databázi, ze které si program automaticky vyplní venkovní výpočtovou teplotu a průměrnou venkovní teplotu ve vytápěném období. Dále si zvolíme počet výměny vzduchu pro celou budovu, kde se program dotazuje na kvalitu těsnosti obvodového pláště domu a o jaký typ budovy se jedná, např. rodinný dům s jednou bytovou jednotkou. Nesmíme zapomenout na třídu ochrany proti větru, jelikož je to jedna z veličin pro výpočet tepelných ztrát, sloužící pro upřesnění výpočtu, ale také díky ní si uvědomíme, kde se daný dům nachází a díky tomu můžeme volit vhodnější materiál pro naši stavbu, rekonstrukci či zateplení.

Vlastnosti budovy (ČSN EN 12831) ×

Export

**Popis**

Stavba:

Místo:

Projektant:

Datum:

**Tepelné ztráty**

Zadání

Lokalita:

Venkovní výpočtová teplota ( $\theta_{e}$ ):  °C

Průměrná venkovní teplota v top.obd. ( $\theta_{m,e1}$ ):  °C

Počet výměny vzduchu pro celou budovu ( $n_{50}$ ):  1/h

Součinitel ochrany budovy proti větru ( $e$ ):  [-]



Zjednodušená metoda výpočtu tepelných mostů

Počítat sousední byt jako nevytápěný

**Místnosti**

Číslo	Název
1.1	WC
1.2	Koupelna
1.3	Jídlna s kuchyňským koutem
1.4	Pokoj

**Stěny**  Okna  Dveře  Podlahy  Stropy  Střecha

č.	Konstrukce	U [W/m <sup>2</sup> K]	e <sub>k</sub> [-]	Tzk [°C]	ΔU <sub>tb</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	Tloušťka [m]	Barva	Poznámka:
1	SO	0.503	1	EXT	0/1	0.3		Cementová omítka + F
2	SN	1.244	1	20.0	1/0	0.15		Sádkokarton 50 mm p...

Výška budovy:  m

Šířka budovy:  m

Délka budovy:  m

Objem budovy:  m<sup>3</sup>

Obr. 3.2 - Vlastnosti budovy

V pravé části tabulky vytváříme jednotlivé konstrukce, které později budeme vkládat do pozadí. Všechny záložky jsou principiálně úplně stejné, jenom u dveří a oken zadáváme jejich výšku a délku.

Po přidání řádku vyplníme pro lepší orientaci název konstrukce a poté si z katalogu konstrukcí vybíráme vhodnou skladbu konstrukce. V katalogu najdeme výběr z předem přichystaných skladeb konstrukcí, ale také si ho můžeme libovolně upravovat a vytvářet nové, u kterých musíme znát jejich tloušťku, tepelnou vodivost a tepelný odpor materiálu. Program následně vypočte součinitel prostupu tepla a sečte tloušťky materiálů a tepelné odpory u nově vytvořených konstrukcí, které se ukládají do záložních knihoven, tudíž při opětovné instalaci programu s nimi můžeme dále pracovat.

Dále se do tabulky zadává součinitel  $e_k$ . Jedná se o korekční faktor součinitele prostupu tepla, který je normou udáváný hodnotou 1, pokud se nejedná o výjimky. V dalším kroku zadáváme do softwaru teplotu za konstrukcí  $T_{zk}$ . Po rozkliknutí se objeví tabulka, ve které volíme mezi exteriérem, vytápěným interiérem, nevytápěným interiérem nebo místností v sousední budově. Po zvolení možnosti, např. vytápěným interiérem program automaticky dosadí hodnotu 20 °C (jedná se pouze o orientační hodnotu), ale reálně se daná konstrukce zadává do jednotlivých místností, ve kterých je teplota stanovena. Jako poslední hodnotu zadáváme korekční faktor  $\Delta U_{tb}$ , kde zadáváme počet horizontálních (podlaha, strop) a vertikálních (stěny zateplené zevnitř) konstrukcí, kterými stěna přerušuje izolaci. V předposlední řadě určujeme barvu, která je podstatným estetickým prvkem programu, jelikož díky ní získáme lepší přehlednost při zadávání různých typů stěn, dveří a oken. V poznámce se nám zobrazují podrobné informace o dané konstrukci, např. z kolika části se skládá, jakou mají jednotlivé části tloušťku nebo tepelnou vodivost a tepelný odpor konstrukce.

### 3.3 Vytvoření místnosti

Abychom mohli graficky vkládat jednotlivé konstrukce do pozadí, tak je zapotřebí vytvořit místnosti. Po zadání čísla místnosti, kde první číslo vyjadřuje patro a námi určené druhé číslo vyjadřuje místnost na daném podlaží, volíme účel místnosti. Účelů najdeme v databázi velké množství od kategorie typů místností nacházející se v rodinných domech přes kategorie místností v plovárnách až po kategorie místností v průmyslových provozech. Při výpočtu tepelných ztrát u panelového domu můžeme k jednotlivým místnostem přiřadit čísla bytů, získáme tím tak lepší přehlednost v konečném rejstříku.

Dále volíme korekční faktor  $G_w$ , který vyjadřuje předpokládanou hloubku podzemní vody pod stavbou. Po rozkliknutí minimální intenzita výměny venkovního vzduchu  $n_{min}$ , se nám zobrazí tabulka s

možností výměny vzduchu pro rodinné domy (při změně kategorie místnosti se tabulka změní na námi zvolenou kategorii) a nám už poté stačí vybrat, v našem případě koupelnu.

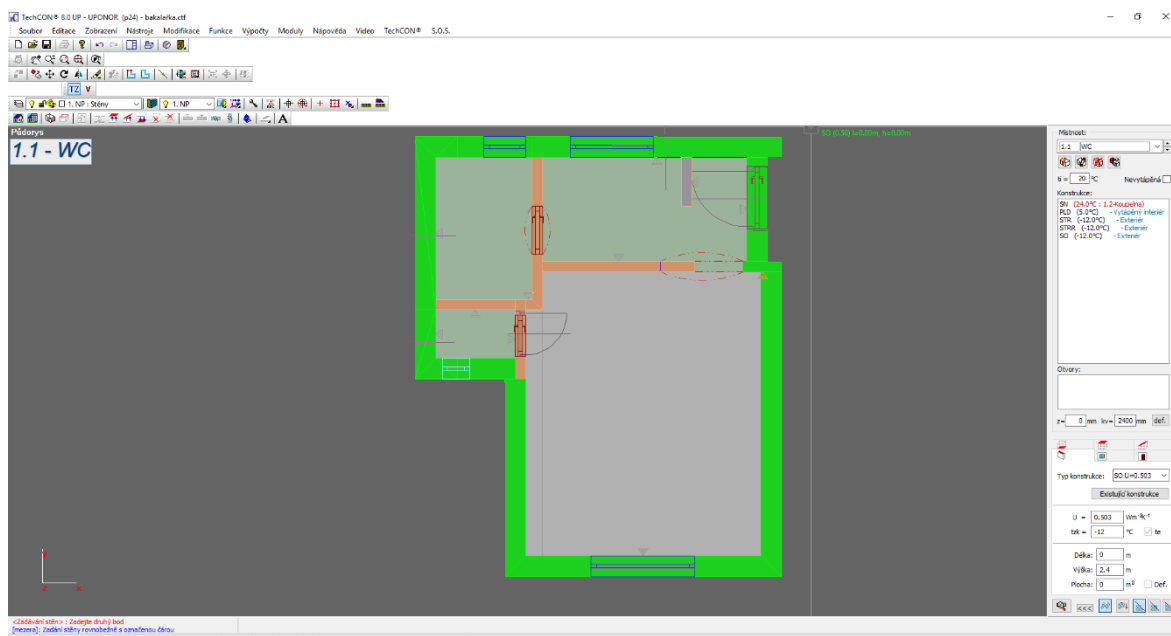
Obr. 3.3 -Vytvoření nové místnosti

Obdobně se volí prostor s přerušovaným vytápěním, kde volíme dobu útlumu, dobu zatápění a snížení vnitřní teploty během teplotního útlumu. Jakmile zadáme všechny tři hodnoty, program korekční faktor zátopu automaticky vypočítá. Šířku a délku místnosti můžeme zadat ručně, nebo po zadání jednotlivých konstrukcí do místnosti se šířka a délka místnosti spolu s plochou podlahy automaticky dopočítají.

### 3.4 Grafické rozhraní programu Uponsor

Pro výpočet tepelných ztrát objektu, je nutné v softwaru Uponsor nejprve vytvořit poschodí a následně do vytvořeného poschodí nahrát pozadí. Pozadí musí být ve formátu DXF nebo BMP, vytvořeno nejlépe v programu AutoCAD. Následně do pozadí vkládáme jednotlivé konstrukce (okna, dveře, stěny, podlahy, stropy, střechu), které jsme si vytvořili nebo které jsou již vytvořené v katalogu.

Pomocí panelu v pravé části obrázku (3.4) vybíráme a vkládáme jednotlivé typy konstrukce do pozadí. Nejprve se zakreslují stěny, do kterých se vkládají okna a dveře a následně se zakreslují podlahy, stropy a nakonec střecha. Po zakreslení nebo vložení konstrukce do pozadí se v pravé dolní části obrázku (3.4) zobrazí její parametry (délka, výška, plocha a součinitel prostupu tepla). Musíme dbát důraz na to, abychom jsme konstrukci vkládali či zakreslili do správné místnosti. Pro kontrolu je vhodné sledovat rejstřík zakreslených konstrukcí a popřípadě vložených otvorů v dané místnosti.



Obr. 3.4 - Grafické rozhraní programu Uponsor

### 3.5 Výsledek výpočtu tepelných v programu Uponor

Výpočet tepelných ztrát (EN 12831) X

Soubor Bilance

Budova Místnosti

$\theta_{e} = -12$  °C  $\theta_{m,e} = 3.6$  °C

č.	č.m.	Účel místnosti	$\theta_{int,i}$ [°C]	$A_i$ [m²]	$V_i$ [m³]	$\epsilon_i$ [-]	$V'_{inf,i}$ [m³/h]	$V'_{suj,i}$ [m³/h]	$\theta_{su}$ [°C]	$V'_{ex,i}$ [m³/h]	$V'_{mech,i}$ [m³/h]	$V'_{su,sm}$ [m³/h]	$V'_i$ [m³/h]	$n$ [1/h]	$n_{min}$ [1/h]	$V_{min,i}$ [m³/h]	$V'_{lv}$ [m³/h]	$\Phi_{v,i}$ [W]	$\Phi_{t,i}$ [W]	$f_{h,i}$ [-]	$\Phi_{ZH,i}$ [W]	$\Phi_{H,i}$ [W]
1	1.1	WC	20.0	2.40	5.22	1.0	1.0	-	-	-	-	-	1.0	0.2	0.5	2.6	2.6	28	98	1.00	17	143
2	1.2	Koupelna	24.0	7.50	16.52	1.0	3.3	-	-	-	-	-	3.3	0.2	1.5	24.8	24.8	303	343	1.00	52	699
3	1.3	Jídelna s kuchy	20.0	11.44	30.22	1.0	9.1	-	-	-	-	-	9.1	0.3	1.5	45.3	45.3	493	581	1.00	80	1154
4	1.4	Pokoj	20.0	31.34	80.66	1.0	16.1	-	-	-	-	-	16.1	0.2	0.5	40.3	40.3	439	748	1.00	219	1406
<b>Spolu:</b>				<b>52.7</b>	<b>132.6</b>			<b>0.0</b>		<b>0.0</b>	<b>0.0</b>							<b>1264</b>	<b>1770</b>		<b>369</b>	<b>3402</b>

Výsledky

- $\Phi_T$  - Součet tepelných ztrát přechodem tepla všech vytápěných prostorů (mimo tepla šířícího se uvnitř budovy - např. tepelné ztráty mezi jednotlivými byty)  $\Phi_T = 1770$  W
- $\Phi_V$  - Tepelné ztráty větráním všech vytápěných prostorů ( $\Sigma V_i = 0.5 \cdot \Sigma V_{inf,i} + \Sigma V_{suj,i} \cdot \theta_{su} + \Sigma V_{ex,i} \cdot \theta_{su} + \Sigma V_{mech,i}$ )  $\Phi_V = 1264$  W
- $\Phi_{ZH}$  - Součet tepelných příkonů na zátáp všech vytápěných prostorů potřebných na vyrovnání vlivu přerušovaného vytápění  $\Phi_{ZH} = 369$  W
- $\Phi_{H,i}$  - Projektovaný tepelný příkon pro celou budovu  $\Phi_{H,i} = 3402$  W  
 Projektovaný tepelný příkon není součtem tepelných ztrát místností. Nezapočítává teplo, které se šíří přechodem nebo větráním uvnitř obalových konstrukcí, např. tepelné ztráty mezi jednotlivými byty.  
 Pro celou budovu se také počítá menší objemový tok vzduchu (pro ztráty větráním), podle vzorce:  $\max(0.5 \cdot \Sigma V_{inf,i}, \Sigma V_{min,i})$

OK Zrušit

Obr. 3.4.1 – Výsledný výpočet tepelných ztrát pro celou budovu v programu Uponor

Výpočet tepelných ztrát (EN 12831) X

Soubor Bilance

Budova Místnosti

1.2 - Koupelna

$\theta_{int,i} = 24$  °C  $\theta_e = -12$  °C  $\theta_{m,e} = 3.6$  °C  $A_i = 7.5$  m²  $V_i = 16.52$  m³  $f_{q1} = 1.45$   $G_W = 1$   $A_a = 2.87$  m²  $P = 3.6$  m  $B = 1.59$  m

č.	konstr.	tloušťka [mm]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	počet otvorů	plocha otvorů [m²]	plocha bez otvorů [m²]	$U_k$ [W/m²·K]	$\Delta U_{k,b}$ [W/m²·K]	$U_{k,c}$ [W/m²·K]	$e_k$ [-]	$U_{eq,ext,k}$ [W/m²·K]	$\theta_{int...}$ [°C]	$\theta_{sk}$ [°C]	$\Delta\theta$ [°C]	Typ prostoru za konstr.	$H_{t,i,k}$ [W/K]	$\Phi_{t,i,k}$ [W]	
1	PLD		2.05	1.40	2.87	-	-	2.87	0.544	-	0.544	1.00	-	24.0	5.0	19.0	Vytápěný interier	0.8	30	
2	SO	300	3.60	2.40	8.29	1	0.36	7.93	0.503	0.10	0.603	1.00	-	24.0	-12.0	36.0	Exterier	4.8	173	
3	-OKKOU	-	0.60	0.60	0.36	-	-	0.36	0.769	0.50	1.269	1.00	-	24.0	-12.0	36.0	Exterier	0.5	17	
4	SN	150	2.15	2.40	5.16	1	1.40	3.76	1.244	-	1.244	1.00	-	24.0	20.0	4.0	Vytápěný interier	0.5	19	
5	-D1	-	0.70	2.00	1.40	-	-	1.40	3.497	-	3.497	1.00	-	24.0	20.0	4.0	Vytápěný interier	0.6	20	
6	STR		2.05	1.40	2.87	-	-	2.87	0.185	-	0.185	1.00	-	24.0	20.0	4.0	Vytápěný interier	0.1	3	
7	STRR		2.50	1.85	5.09	-	-	5.09	0.239	-	0.239	1.00	-	24.0	-12.0	36.0	Exterier	1.2	44	
8	SN	150	1.15	2.05	2.36	-	-	2.36	1.244	-	1.244	1.00	-	24.0	20.0	4.0	Vytápěný interier	0.3	12	
9	SN	150	1.15	2.40	2.76	1	1.19	1.57	1.244	-	1.244	1.00	-	24.0	20.0	4.0	Vytápěný interier	0.2	8	
10	-D2	-	0.60	1.98	1.19	-	-	1.19	3.497	-	3.497	1.00	-	24.0	20.0	4.0	Vytápěný interier	0.5	17	
<b>Spolu:</b>																			<b>9.5</b>	<b>343</b>

Projektovaná tepelná ztráta přechodem tepla:  $\Phi_{T,i} = 343$  W Tepelné mosty: 35.0 W

Měrná tepelná ztráta přechodem tepla:  $H_{t,i} = 9.5$  W/K - celková  
 $H_{t,i,c} = 6.5$  W/K - přímo do exteriéru  
 $H_{t,i,nc} = 0$  W/K - přes nevytápěný prostor  
 $H_{t,i,j} = 3$  W/K - z/do vytápěných prostorů  
 $H_{t,i,a} = 0$  W/K - přes zeminu

Projektovaná tepelná ztráta větráním:  $\Phi_{V,i} = 303$  W  $V'_{lv} = 24.8$  m³/h  
 Objemový tok infiltrací:  $V'_{inf,i} = 3.3$  m³/h  $n_{50} = 5$  1/h  $\epsilon_i = 0.02$   
 Nucené větrání:  $V'_{suj,i} =$  m³/h  $\theta_{su} =$  °C  
 $V'_{ex,i} =$  m³/h  $V'_{mech,i} =$  m³/h  $V'_{su,sm} =$  m³/h

Tepelný příkon na zátáp:  $\Phi_{ZH,i} = 52$  W  $f_{ZH} = 7$  W/m²

Tepelné zisky:  $\Phi_{H,i} = 0$  W

Projektovaný tepelný příkon:  $\Phi_{H,i} = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) \cdot f_{h,i} + \Phi_{ZH,i} - \Phi_{H,i}$   
 $f_{h,i} = 1$  pro výšku > 5m  
 $\Phi_{H,i} = 699$  W

OK Zrušit

Obr. 3.4.2 – Výsledný výpočet tepelných ztrát pro místnost v programu Uponor

## 4. Ztráty 2018

Program Ztráty 2018 od společnosti K-CAD spol. s r. o. působící v činnosti prodeje značkové výpočetní techniky a vývoj a prodej softwarových aplikací pro stavebnictví a architekturu.

Firma K-CAD spol. s r.o. náleží k českým firmám, které vyvíjejí původní nadstavby pro stavebnictví a architekturu v prostředí AutoCADu, které respektují ČSN a národní zvyklosti. Součástí podpory projekčních kanceláří je software pro komplexní řešení problematiky Stavební Fyziky – Svoboda software. [7]

Ztráty 2018 nabízí:

- výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností, dílčích podlaží a celé budovy včetně vlivu přerušovaného vytápění
- výpočet průměrného součinitele prostupu tepla budovy
- výpočet potřeby tepla na vytápění denostupňovou metodou
- zpracování energetického štítku obálky budovy podle ČSN 730540-2
- katalogy stavebních materiálů, konstrukcí a okrajových podmínek pro snazší zadávání vstupních dat
- pomocné výpočty pro řadu zadávaných parametrů (např. pro činitele teplotní redukce, plochy konstrukcí, součinitele prostupu tepla...)
- podrobný tisk protokolu o výpočtu ve formátu RTF s rozsáhlými možnostmi formátování [8]

### 4.1 Zadávání dat do programu

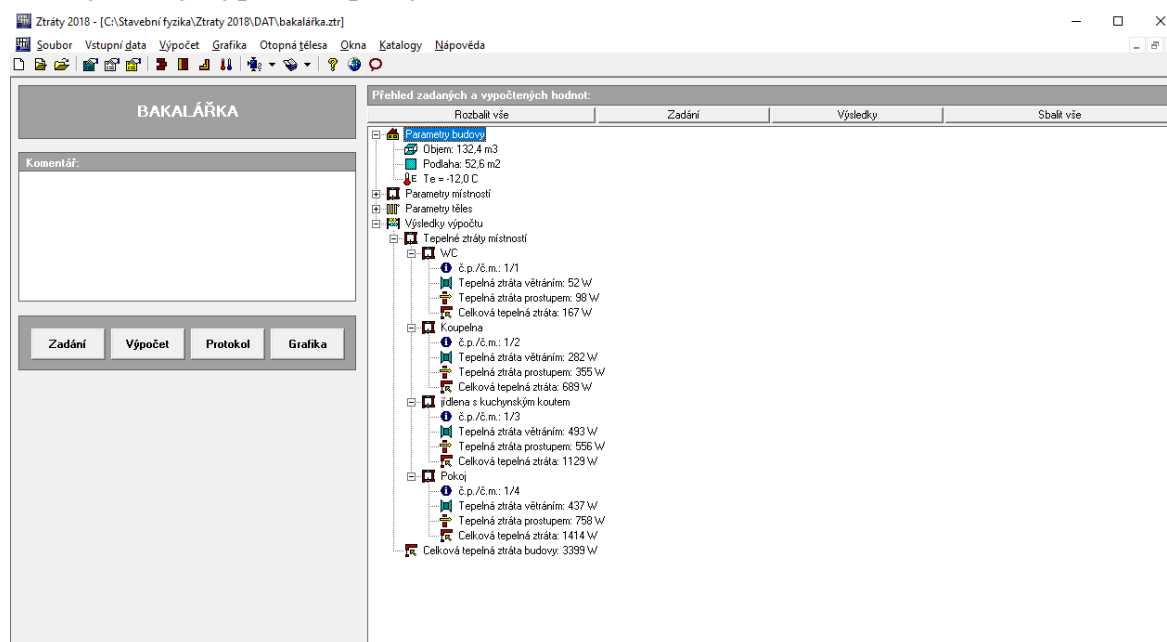
Jedná se o tabulkový výpočetní software, jenž pracuje na podobném principu výpočtu jako program Uponsor. Hlavní rozdíl programu Ztráty 2018 a Uponsor je ten, že program Uponsor je závislý na grafickém editoru, do kterého se vkládají jednotlivé konstrukce domu. V programu Ztráty 2018 je to vyřešeno formulářovým způsobem. Po založení nového formuláře pro místnost a vyplnění základních parametrů místnosti, geometrie místnosti a přerušovaného vytápění se dále pokračuje tím, že se zadávají jednotlivé konstrukce přímo do daného formuláře, který je samozřejmě dělen na jednotlivé typy ztrát:

- a) ztráty větráním
- b) ztráty prostupem do exteriéru
- c) ztráty prostupem do zeminy
- d) ztráty prostupem do nevytápěných prostorů
- e) ztráty či zisk prostupem do odlišně vytápěných prostorů.

Katalog je v programu Ztráty 2018 velmi podrobný a je dělen na katalog konstrukcí (182 předem přichystaných konstrukcí) a katalog materiálu (2072 vložených materiálů pro

tvorbu konstrukcí), které jsou plně editovatelné. Součástí jsou i informace o výrobci včetně kontaktních údajů, datu zápisu do databáze, a hlavně je zde vysvětleno k, čemu se daná konstrukce nebo materiál používá v praxi. V katalogu najdeme také výpočet součinitele tepelné vodivosti pro uzavřené a slabě větrané vzduchové mezery, pro nehomogenní vrstvy složené se dvou materiálů, pro vrstvy s kovovými profily, pro vrstvy s bodovými mosty a tepelné mosty.

## 4.2 Výsledky výpočtu tepelných ztrát



Obr. 4.2.1. – Přehled zadaných a vypočítaných hodnot po místnostech v programu Ztráty 2018

## PŘEHLEDNÁ TABULKA VŠECH HODNOCENÝCH MÍSTNOSTÍ

Návrhová venkovní teplota v dané lokalitě  $T_{e,o}$ : -12.0 C

Návrhová venkovní teplota pro hodnocenou budovu  $T_e$ : -12.0 C

Označ. místnosti a název	Tep- lota $T_i$ [C]	Podlah. plocha $A_f$ [m <sup>2</sup> ]	Objem vzduchu $V$ [m <sup>3</sup> ]	Celková ztráta $F_{iHL}$ [W]	% ze součtu $F_{iHL}$	Podíl $F_{iHL}/(T_i - T_e)$ [W/K]
1 WC	20.0	2.4	5.2	167	4.0%	4.39
2 Koupelna	24.0	7.5	16.5	689	19.5%	19.13
3 jídelna s k	20.0	11.4	30.2	1129	36.4%	40.09
4 Pokoj	20.0	31.2	80.4	1414	40.1%	44.19
Součet:		52.5	132.3		100.0%	

## CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY BUDOVY

**Celk. tep. ztráta (tep. výkon)  $F_{i,HL}$ : 3.399 kW 100.0 %**

Tepelná ztráta prostupem  $F_{i,T}$ : 1.767 kW 52,92 %

Tepelná ztráta větráním  $F_{i,V}$ : 1.264 kW 37.95 %

Zátopový výkon snížený

o tep. zisky ( $F_{i,hu} - F_{i,gain}$ ): 0.367 kW 9.13 %

Obr. 4.2.2. – Podrobný přehled celkové tepelné ztráty budovy v programu Ztráty 2018

### 4.3 Výpočet roční potřeby tepla na vytápění a spotřebu paliva

Software Ztráty 2018 dokáže určit kromě energetického štítku domu taktéž potřebu tepla na vytápění a spotřebu paliva denostupňovou metodou. Pro co nejpřesnější výsledek je nutné znát tyto parametry:

- a) celková tepelná ztráta budovy
- b) hodnoty pro klimatický charakter místa budovy
- c) provoz
- d) regulace a typ vytápěcího zařízení
- e) palivo – účinnost tepelného zdroje, účinnost rozvodů a typ paliva.



Ztráty 2018 - výsledky : BAKALÁŘKA.SPT

Soubor Úpravy Písmo Vyhodnocení

Arial 6 B I U

Tepelné ztráty a tepelný výkon

### **POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ**

**Denostupňová metoda v úpravě dle Ing. D. Ptákové, VVI 1998**

**Rekapitulace vstupních dat:**

Celková tepelná ztráta budovy:	3,40 kW
Délka otopného období ve dnech:	222
Návrhová vnitřní teplota:	20,0 C
Prům. vnitřní teplota během otop. období:	19,0 C
Návrhová venkovní teplota:	-12,0 C
Prům. vnější teplota během otop. období:	3,2 C
Součinitel vlivu nesoučasnosti:	0,75
Součinitel vlivu režimu vytápění:	0,84
Součinitel vlivu zvýšení vnitřní teploty:	1,14
Typ vytápěcího zařízení:	otopná tělesa, ak.topidla s nuceným výdejem tepla
Regulační zařízení:	aut.regulace dle vnitřní teploty v refer.místnosti
Účinnost topného zdroje:	0,83
Účinnost rozvodů:	0,97
Typ paliva:	zemní plyn karbonský (31,38 MJ/m3)

**Výsledky výpočtu:**

Roční spotřeba tepla na vytápění:	24,04 GJ
Roční spotřeba paliva:	952,0 m3

Ztráty 2018, (c) 2018 Svoboda Software.

Obr. 4.3. – Výpočet potřeby tepla na vytápění pomocí programu Ztráty 2018

## 5. On-line kalkulačka úspor a dotací Zelená úsporám

Jedná se o jednu z nejlepších on-line kalkulaček pro výpočet tepelných ztrát a potřeby tepla na vytápění obálky budovy. Je to způsobeno tím, že do této kalkulačky můžeme zadávat mnohem více vstupních informací než u kalkulaček Nová zelená úsporám a Vytápění.cz a tím více upřesníme výpočet námi počítané budovy.

Mezi hlavní výhodu této on-line kalkulačky patří tabulka, do které zadáváme hodnoty součinitele prostupu tepla, jelikož díky němu můžeme blíže specifikovat stavbu jednotlivých konstrukcí. Dále můžeme zadávat trvalé tepelné zisky a solární tepelné zisky. U solárních tepelných zisků je možné zadat vlastní hodnotu, kterou si musíme předem vypočítat ve specializovaném programu, nebo lze využít velice přibližného výpočtu dle vyhlášky. Do trvalých tepelných zisků se zahrnují zisky od spotřebičů (100 W/byt) a teplo od lidí, kteří využívají interiér (70 W/osoba). Kromě braní v úvahu vlivu přirozeného větrání kalkulačka počítá jiným způsobem intenzitu výměny vzduchu, než je předepsané v normě ČSN EN 12 831, a to podle vzorce (5.1).

$$n = \frac{25 \cdot k \cdot p_{os}}{V} \quad (5-1)$$

kde  $p_{os}$  [-] ...počet osob využívající interiér  
 $k$  [-] ...koeficient přítomnosti osob  
 $V$  [ $m^3$ ] ...objem budovy

Číslo 25 vyjadřuje výměnu čerstvého vzduchu v otopném období pro účely větrání za přítomnosti jedné osoby na hodinu.

Dalším aspektem je volba lineárních tepelných mostů, které volíme pro celou budovu a řadí se do pěti kategorií:

1. konstrukce bez započítání tepelných mostů
2. konstrukce téměř bez tepelných mostů
3. konstrukce s mírnými tepelnými mosty
4. konstrukce s běžnými tepelnými mosty
5. konstrukce s výraznými tepelnými mosty.

Tato on-line kalkulačka díky větší volbě vstupů, než jak můžeme vidět u ostatních dostupných on-line kalkulaček klade větší nároky na uživatele tím, že uživatel musí znát základní parametry domu ať už jsou to plochy dílčích konstrukcí, objem budovy, nebo součinitele přestupu tepla spolu s intenzitou větrání a v poslední řadě určení lineárních tepelných mostů. Kromě energetického štítku obálky budovy tento on-line webový nástroj zvládne vypočítat i orientační roční spotřebu energií na vytápění.

Konstrukce	Tepelná ztráta
-	[W]
Obvodový plášť	1539
Podlaha	123
Střecha	184
Okna, dveře	382
Jiné konstrukce	0
Tepelné mosty	193
Větrání	672
Celkem	3093

Tab. 5 – Výsledky On-line kalkulačky úspor a dotací Zelená úsporám

## 6. Kalkulačka programu Nová zelená úsporám

Aplikace je určena pro potenciální žadatele o podporu v rámci dotačního titulu Nová zelená úsporám. Je zaměřena na rekonstrukce stávajících budov. Aplikace může rovněž sloužit jako zjednodušená výpočetní pomůcka pro energetické specialisty a projektanty v úvodních fázích návrhu rekonstrukce. Aplikace ukáže možnosti získání podpory a případnou výši dotace.[9] Tato kalkulačka je vhodná pro každého, jelikož vždy po kliknutí na buňku, do které zadáváme hodnotu nebo vybíráme z možné nabídky, které jsou obsaženy v aplikaci, se zobrazí nápověda v horní části obrazovky, která je zde příjemným pomocníkem při zadávání údajů.

Nejdříve v aplikaci zadáme název projektu, zpracovatele a rok výstavby. Dále máme možnost výběru z dvanácti domů, ze kterých vybereme ten, který má podobnou geometrii jako náš dům a následně zadáváme jednotlivé rozměry konstrukce domu. Aplikace dále využívá jednoduchého nebo podrobnějšího zadání hodnot pro výpočet. V jednoduchém zadání hodnot pro výpočet zadáváme pouze jestli jsme daný dům zateplovali či nikoli. V podrobnějším výpočtu zadáváme do aplikace plochy oken spolu s orientací na světové strany a plochu vstupních dveří. Jelikož se jedná o orientační dotační kalkulačku, která počítá kromě tepelných ztrát i úsporu energií po zateplení domu, proto do aplikace můžeme zadávat tloušťku izolačních vrstvy zateplení pro střechu, podlahu, obvodové stěny, ale také můžeme navrhnout možné změny stávajících oken a dveří. U zateplení stěn se jedná pouze o tloušťku případného izolačního materiálu, nikoliv o přesnější zadávání jednotlivých vrstev. U oken a dveří se volí pouze ze šesti kategorií jako jsou např. horší standard, standard, lepší standard. Kalkulačka zohledňuje okrajově i technické zařízení budov. Bere v potaz zdroj tepla spolu s cenou paliva, kterou zadáváme ručně nebo můžeme ponechat v buňce slovo „stanovit automaticky“, díky kterému se dosadí částky podle uvedené tabulky v nápovědě.

Výstupem Kalkulačky programu Nová zelená úsporám je protokol v PDF, ve kterém se dozvíme výsledný efekty úsporných opatření před zateplením a po zateplení domu, např. průměrný součinitel prostupu tepla, referenční součinitel prostupu tepla, roční potřeba tepla na vytápění, úspora v roční potřebě tepla na vytápění. V protokolu je také obsažen výpis stávajících stavů plateb za spotřebu teplé vody, platbu za jistič nebo roční provozní náklady.

Průměrný součinitel prostupu tepla	0,54	[W/(m <sup>2</sup> · K)]
Roční potřeba tepla na vytápění	5182	[kWh]
Měrná potřeba tepla na vytápění	173	[kWh /m <sup>2</sup> ]
Tepelná ztráta budovy	2,5	[kW]

Tab. 6. – Hlavní výsledky z Kalkulačky programu Nová zelená úsporám

## 7. On-line kalkulačka – Vytápění.cz

Jedná se pouze odhadovaný výpočet tepelných ztrát a roční potřeby tepla, a to z důvodu velice omezených vstupních informací, které může uživatel volit, a ty jsou:

- lokalita budovy
- chránění objektu v krajině
- prosklení objektu – poměr vůči fasádě
- průměrná vnitřní výpočtová teplota
- vnější výpočtová teplota
- průměrná venkovní teplota otopného období
- celková vytápěná plocha objektu
- průměrná konstrukční výška.

Při zadávání vstupních informací uživatel musí zaokrouhlovat na celá čísla, jelikož aplikace nepodporuje desetinné čárky.

Výsledný odhad kalkulačky pro roční potřeby tepla na vytápění a tepelné ztráty objektu nám dělí objekt do pěti skupin:

1. Pasivní dům
2. Nízkoenergetický dům
3. Dům, který splňuje novodobé požadavky na tepelné vlastnosti
4. Dům, který splňuje požadavky na tepelné vlastnosti odpovídající letem 1993-2003
5. Dům, který splňuje požadavky na tepelné vlastnosti odpovídající letem před rokem 1993

Jelikož v kalkulačce nemůžeme volit tepelné vlastnosti konstrukcí a další důležité parametry, tak ji lze označit jako krajního pomocníka při výpočtu tepelných ztrát objektů, jelikož při volbě kategorie domů mohou vzniknout poměrně velké nepřesnosti. Když budeme uvažovat, že námi počítaný dům má nová okna a pravděpodobně splňuje současné požadavky pro danou kategorii, ale naopak stěny jsou málo izolované, tak výsledky budou plně dostačující pro investiční rozhodování.

Typ budovy	Tepelná ztráta objektu	Roční potřeba tepla na vytápění
	[kW]	[kWh/rok]
Pasivní dům	0,4	675
Nízkoenergetický dům	1,2	1575
Dům, který splňuje novodobé požadavky na tepelné vlastnosti	4,4	9726
Dům, který splňuje požadavky na tepelné vlastnosti odpovídající letem 1993-2003	5,2	11442
Dům, který splňuje požadavky na tepelné vlastnosti odpovídající letem před rokem 1993	6,2	13652

Tab. 7. – Výsledky z on-line kalkulačky – Vytápění.cz

## 8. Srovnávací kritéria a zhodnocení nástrojů pro výpočet tepelných ztrát objektů

Na začátku jsem si v programu Uponsor vytvořil všechny potřebné konstrukce pomocí katalogu konstrukcí. Poté jsem do programu Uponsor vložil pozadí domu, do kterého jsem postupně vkládal vybrané konstrukce. Tím jsem si vytvořil budovu s definovanými rozměry obálky budovy, s definovanými rozměry jednotlivých místností, se všemi potřebnými údaji týkajícími se ploch (stěn, podlah, stropů, oken a dveří) a také objemů. Po vytvoření střešní roviny a vložení střešní konstrukce do roviny mi program Uponsor vypočítal všechny potřebné geometrické parametry střechy. Tímto způsobem jsem si vytvořil všechny parametry, které jsem v pozdější části bakalářské práce vkládal do ostatních výpočtových programů. Výpočet tepelných ztrát pomocí programu Ztráty 2018 mi vyšel stejně (rozdíl menší než 0,2 %), jelikož se oba tyto programy drží při výpočtech citované normy. Proto je oba považujeme při mém posouzení za přesné.

Jako srovnávací kritéria jsem zvolil:

a) Přesnost výpočtu:

Programy Uponsor a Ztráty 2018

Tyto programy se zařazují mezi profesionální, ve kterých závisí přesnost výpočtu na kvalitě vstupních informací. Tyto programy jsem zařadil do kategorie přesných programů, jelikož do nich můžeme zadat velké množství vstupních informací a tím co nejpřesněji konkretizovat počítaný objekt. Výsledná tepelná ztráta obou programů je obdobná (3400 W), jelikož jsem v programu Uponsor vybral z katalogu konstrukce, které jsem následně vložil do výpočtového software Ztráty 2018.

### On-line kalkulačku Zelená úsporám

Zařadil jsem ji mezi orientační výpočty, jelikož se do kalkulačky zadávají alespoň struktury jednotlivých konstrukcí a tím výpočet upřesníme, než je tomu u zbylých hodnocených on-line kalkulaček. Samotný výsledek tepelných ztrát se liší pouze o 307 W (-9 %).

U zbylých dvou se jedná pouze o odhadovaný výpočet, jelikož do výpočtu jsou zahrnuty pouze základní geometrické vlastnosti konstrukce budovy. Výsledný výpočet tepelných ztrát se u kalkulačky programu Nová zelená úsporám se výsledný výpočet tepelných ztrát liší o 900 W (-27 %) a u Vytápění.cz se výsledný výpočet tepelných ztrát liší o 1 000 W (+29 %) ve srovnání s profesionálními programy.

### b) Licence:

Uponor

Modul pro výpočet tepelných ztrát, ústředního a podlahového vytápění se prodává za 300 EUR (7 700,- Kč). Licence zůstane na trvalo i v případě vydání nového upgradu, který si nezakoupím.

### Ztráty 2018

Základní cena tohoto programu se pohybuje na 9 900,- Kč, ale je jej možné pronajmout na jeden měsíc za 1 000,- Kč (+ příplatek za pronajmutí HW klíče). Licence zůstane na trvalo i v případě vydání nového upgradu, který si nezakoupím. Ostatní software jsou volně dostupné na internetových stránkách.

### c) Náročnost programu vzhledem k vstupním údajům:

Uponor a Ztráty 2018

Do obou zmiňovaných programů musíme zadat informace kromě rozměrů budovy a jednotlivých rozměrů místností také celkovou skladbu konstrukce od interiéru až po exteriér v případě obvodové zdi, abychom se dobrali k uspokojivému výsledku. Je potřeba znát termíny jako např.: měrná tepelná kapacita, součinitel tepelné vodivosti, tepelná vodivost konstrukce, tepelný odpor konstrukce nebo tloušťku jednotlivých materiálů skladby konstrukce. Programy zkrátka kladou důraz na znalost celého objektu. Dále je potřeba se orientovat v obsáhlých katalozích, ve kterých jsou dopodrobna rozepsány všechny charakteristické hodnoty pro materiály, ze kterých se konstrukce skládají.

### Kalkulačku Zelená úsporám

Sice jsou u této on-line kalkulačky konstrukce brány jako celek, ale i tak se uživatel nevyhne termínům jako je součinitel prostupu tepla nebo tepelné mosty. Uživatel je nucen být obeznámen s těmito termíny a nadále vyhledat v katalogu součinitele prostupu tepla, aby mohl dojít k co nejpřesnějšímu výsledku.

## Nová zelená úsporám

Celý výpočet je založen na podrobnější znalosti geometrie budovy.

### d) Náročnost ovládání programu

#### Uponor

Jelikož to jako u jediného mnou hodnoceného programu je kladen důraz na grafickém rozhraní tak si dovoluji tento program zařadit do kategorie těžké náročnosti. Pokud bychom zakreslili místo obvodové stěny jiný typ stěny, nebo bychom opomněli vložit do stěny například okno či dveře, tak by to mělo vliv na výpočet tepelných ztrát.

#### Ztráty 2018

Ovládání programu je celkově jednoduché a přehledné. Největší nevýhoda programu Ztráty 2018 oproti Uponoru je ta, že se vložené konstrukce nedají zkontrolovat v 3D modelu. Chybu v zadávání hodnot do formulářů nebo dokonce zapomnění vložení nějaké konstrukce zjistíme většinou až u samotných výsledků. V porovnání s on-line kalkulačkami se zde nachází o mnohem více vstupů bez kterých není program schopný výpočtu.

### e) Roční potřeba energie na vytápění

Všechny uvedené programy dokáží vypočítat roční potřebu energii na vytápění, ale nejde s přesností určit, která z hodnot je referenční. Uponor vypočítal potřebu tepla (29,6 GJ/rok), což je o 21 % vyšší ve srovnání s programem Ztráty (24,4 GJ/rok). Uvažujeme-li pro další srovnání hodnotu 27,0 GJ (aritmetický průměr hodnot z profesionálních programů Uponor a Ztráty 2018), vychází nám:

- +25 % podle online kalkulačky Zelená úsporám (33,67 GJ/rok),
- -32 % podle Nová zelená úsporám (18,45 GJ/rok),
- +30 % podle Vytápění.cz (35 GJ/rok).

Zvolené srovnávací kritéria	Název programu nebo softwaru pro výpočet tepelných ztrát				
	Uponor	Ztráty 2018	Zelená úsporám	Nová zelená úsporám	Vytápění.cz
Přesnost výpočtu	přesný	přesný	orientační	odhad	odhad
Licence	doživotní	doživotní	volně dostupný	volně dostupný	volně dostupný
Náročnost programu vzhledem k vstupním údajům	těžká	těžká	střední	lehká	lehká
Náročnost ovládání programu	těžká	střední	lehká	lehká	lehká
Roční potřeba energie na vytápění	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Energetický štítek obálky budovy	ANO	ANO	ANO	NE	NE

Tab. 8 – Srovnávací kritéria

## Závěr

Cílem bakalářské práce bylo porovnat dostupné programy a webové nástroje pro výpočet tepelných ztrát objektů. Nejprve jsem shrnul problematiku tepelných ztrát dle normy ČSN EN 12831. V navazujících kapitolách jsem se seznámil s jednotlivými programy a nástroji, dále zvolil srovnávací kritéria a programy porovnal.

Profesionální programy Uponsor a Ztráty vyžadují při používání odborné znalosti a poskytují přesné výsledky. Online kalkulačky se svými výstupy k výstupům profesionálních programů pouze přibližují a to zejména z důvodu přístupnějšího ovládní pro širší veřejnost.

Na práci by bylo možné navázat například vytvořením vlastního programu pro přesný výpočet podle normy nebo méně přesný odhad zjednodušeným výpočtem.



## Seznam použitých zdrojů

- [1] *TZB-info* [online]. Topinfo s. r. o. [vid. 2019-11-15]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/315-soucinitel-prostupu-tepla>
- [2] *TZB-info* [online]. Topinfo s. r. o. [vid. 2019-11-16]. Dostupné z <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/2526-tepelne-mosty-ve-stavebnich-konstrukcich>
- [3] ČSN EN 12831: *Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu*, 2005
- [4] *TechCON* [online]. Atcon systems s. r. o. [vid. 2019-04-03].  
Dostupné z <http://www.techcon.sk/index.php?page=pinfo>
- [5] *TechCON* [online]. Atcon systems s. r. o. [vid. 2019-04-03].  
Dostupné z <http://www.techcon.sk/casopis.html>
- [6] *Topení, chlazení, instalace a řešení infrastruktury [online]*. Program pro výpočet systémů podlahového vytápění a chlazení Uponor. . [vid. 2019-04-03].  
Dostupné z: <https://www.uponor.cz/servis/software/techcon>
- [7] *Stavební fyzika - Ztráty 2018 | K-CAD, spol. s r.o..* [online]. [vid. 2019-04-]  
Dostupné z: <http://kcad.cz/cz/o-nas/predstaveni-spolecnosti/>
- [8] *Stavební fyzika - Ztráty 2018 | K-CAD, spol. s r.o..* [online]. [vid. 2019-04-]  
Dostupné z: <http://kcad.cz/cz/stavebni-fyzika/tepelna-technika/ztraty/>
- [9] *Kalkulačka programu nová zelená úsporám* [online] Kalkulačka programu nová zelená úsporám [vid. 2019-04-16] Dostupné z: <http://kalkulacka-rd.novazelenausporam.cz/>