



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

D.1.4.3.05

VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Patrik Konečný

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Tereza Bečkovská, Ph.D.

BRNO 2024

TEPELNÉ ZISKY - VSTUPNÍ HODNOTY

Výpočtová teplota

Venkovní výpočtová teplota	-15 [°C]
Výpočtová teplota sousedního prostoru	18 [°C]
Výpočtová teplota zeminy	5 [°C]

Odpor při přestupu tepla - vnitřní R_{si}

stěna (horizontální tepelný tok)	0,13 [m^2K/W]
střecha (tepelný tok vzhůru)	0,12 [m^2K/W]
Podlaha (tepelný tok dolů)	0,17 [m^2K/W]

Odpor při přestupu tepla - vnější R_{se}

vnější konstrukce	0,04 [m^2K/W]
konstrukce přilehlá k zemině	0,00 [m^2K/W]

Součinitel prostupu tepla konstrukcí U:

Výplně otvorů	1,00 [W/m^2K]
---------------	-------------------

TEPELNÉ ZISKY - VÝPOČET

ČÍSLO MÍSTNOSTI:

NÁZEV MÍSTNOSTI:

DENNÍ MÍSTNOST

VÝPOČTOVÁ TEPLOTA INTERIÉRU: 22 [°C]

VÝPOČTOVÁ TEPLOTA EXTERIÉRU: -15 [°C]

POČET OSOB V MÍSTNOSTI: 26

TEPELNÉ ZISKY OD VNITŘNÍCH ZDROJŮ TEPLA Q_{in} [kW]

a) Tepelné zisky od lidí $Q_{in,1}$ [kW]

Činnost lidí	Místo činnosti	Hodnoty metabolického tepla [W]	Produkce tepla lidí $Q_{in,1}$ ve W pro teplotu vzduchu v °C									
			21		24		25		26		28	
			teplo citelné	vodní pára	teplo citelné	vodní pára	teplo citelné	vodní pára	teplo citelné	vodní pára	teplo citelné	vodní pára
			[W]	[g/h]	[W]	[g/h]	[W]	[g/h]	[W]	[g/h]	[W]	[g/h]
sedící, odpočívající	dívaldo, kino	115	93	33	74	60	68	70	62	79	50	97
sedící, mírně aktivní	kanceláře, byt	140	93	70	74	98	68	107	62	116	50	135
stojící, lehká práce, vaření	obchody, sklady	150	90	89	72	116	66	125	60	134	48	152
chodící, přecházející	obchodní domy, banky	160	96	95	77	124	70	134	64	143	51	162
náročnější fyzická práce	dílny	240	99	203	79	226	73	234	66	244	53	262
mírný tanec		260	116	215	92	250	85	261	77	273	62	296

Pokud je teplota vzduchu <26°C - korekce dle vztahu:

$$Q_{in,1} = i_1 \times 6,2 \times (36 - t_i) \quad [W]$$

$$i_1 \quad - \quad \text{počet lidí} \quad [-]$$

$$t_i \quad - \quad \text{teplota interiéru} \quad [^\circ C]$$

Při různorodém složení skupiny se provede přepočít na ekvivalentní počet i_1 dle vztahu:

$$i_1 = 0,85_{iz} \times 0,75id + i_m \quad [-]$$

Tepelné zisky od lidí

$Q_{in,1}$

2,26

[kW]

b) Tepelné zisky od osvětlení

 $Q_{in,2}$ [kW]

Pracoviště	Intenzita osvětlení [lx]	Produkce tepla	
		žárovky [W/m ²]	zářivky [W/m ²]
Skladiště, byty, restaurace, divadla	120	20 ~ 30	7 ~ 9
Učebny, pokladny, jednoduchá montáž	250	40 ~ 55	13 ~ 18
Kanceláře, čítárny, výzkum, pracoviště, výpočetní stř.	500	75 ~ 105	25 ~ 35
Výstavy, obchodní domy, jemná montáž	750	115 ~ 160	38 ~ 53
Montáž elektrotechniky, retuš	1 000	-	50 ~ 70
Náročnější jemná montáž, elektronika	1 500	-	75 ~ 105
Hodinářství, subminiaturní elektronika	2 000	-	100 ~ 140
Televizní studia	nad 2 000	-	nad 140

Tepelné zisky od osvětlení

 $Q_{in,2}$

1,4 [kW]

b) Tepelné zisky od technologie

 $Q_{in,3}$ [kW]

$$Q_{in,3} = c_1 \times c_2 \times c_3 \times \sum P \quad [\text{kW}]$$

P elektrický příkon zařízení [W]

c_1 součinitel současnosti zdroje tepla [-]

c_2 zbytkový součinitel, bez lokálního odsávání
 $c_2 = 1$ [-]

c_3 součinitel zatížení (využití) technologie -
respektuje také předimenzování zařízení [-]

$$Q_{in,3} = c_1 \times c_2 \times c_3 \times P$$

Tepelné zisky od technologie

 $Q_{in,3}$

0 [kW]

d) Tepelné zisky od elektronického vybavení

$Q_{in,4}$ [kW]

Pokud je trvalý příkon < 100 W, není třeba zdroj uvažovat.

	Provoz	Útlum
Průměrná hodnota	55	35
Bezpečná hodnota	65	40
Velmi bezpečná hodnota	75	45

Přehled výkonů počítačů. [W]

	Provoz	Útlum
Malý monitor 13" - 15"	55	35
Střední monitor 16" - 18"	70	70
Velký monitor 19" - 20"	80	80

Přehled výkonů monitorů. [W]

Velikost zařízení	max výkon [W]	list/ min [W]
Malá stolní	400	85
Velké kancelářské	1 100	400

Přehled výkonů kopírovacích strojů.

Velikost zařízení	max výkon [W]	list/ min [W]	Útlum
Malá stolní	130	75	35
Stolní	215	100	70
Malé kancelářské	320	160	80
Velké kancelářské	550	275	81

Přehled výkonů laserových tiskáren.

Zařízení	Provoz	Útlum
Fax	30	15
Scanner	25	15
Jehličková tiskárna	50	25

Přehled výkonů ostatních kancelářských zařízení. [W]

Tepelné zisky od elektronického vybavení

$Q_{in,4}$

0,0 [kW]

e) Tepelné zisky od pokrmů

$Q_{in,5}$

[kW]

- produkce tepla u jednoho jídelního stolu 5 Wh
- produkce páry 10g
- v restauracích 1. a 2. třídy se počítá 1 jídlo/h na jedno místo u stolu
- v restauracích 3. a 4. třídy se počítá 2 jídla/h na jedno místo u stolu
- v závodních jídelnách se počítá 3 jídla/h na jedno místo u stolu

Tepelné zisky od pokrmů

$Q_{in,5}$

0,3 [kW]

Tepelné zisky od vnitřních zdrojů

Q_{in}

3,92 [kW]

ZÁKLADNÍ VÝPOČTY

Výpočet polohy slunce

Sluneční deklinace δ a výška slunce nad obzorem h

Měsíc	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen
δ [°]	0,0	11,8	20,4	23,5	20,4	11,8	0,0	-11,8

Sluneční deklinace v jednotlivých měsících (vždy ke 21. dni v měsíci)

<https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/54-vypocet-osluneni-zastineni-okenni-plochy>

Výpočet platí pro orientaci okna kolmo ke směru slunečních paprsků a SEČ (středoevropský čas)

Město:

Zeměpisná šířka $\varphi =$ °

Charakteristické dny:

Den, Měsíc:

Čas:

Deklinace Slunce $\delta =$ ° ???

Výška Slunce nad obzorem $h =$ ° ???

Šířka zdi $X =$ m

Výška okna $Y =$ m

Vodorovná vzdálenost zasklení od vnějšího líce zdi $dX_s =$ m

Svislá vzdálenost stínící hrany od horní hrany okna $dY =$ m

Vodorovná vzdálenost stínící hrany od vnějšího líce zdi $dX =$ m

Zastíněná plocha okna $S =$ %

Délka stínu $l =$ m ???

Sluneční deklinace
 δ
20,01 [°]

Výška slunce nad
obzorem h
60,81 [°]

Sluneční azimut α
10 [°]

Sluneční azimut γ
45 [°]

Rozdíl azimutů $\alpha - \gamma$
[°]
35 [°]

Azimutový úhel normály stěny γ

S. strana	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ
γ [°]	0	45	90	135	180	225	270	315

Hodnoty azimutu stěny pro jednotlivé světové strany

Intenzita sluneční radiace

Intenzita přímé sluneční radiace I_D

$$I_D = I_0 \exp \left[-0,097 z (\sin h)^{-0,8} \right]$$

kde I_0 sluneční konstanta $I_0 = 1350 \text{ [W/m}^2\text{]}$
 z součinitel znečištění atmosféry [-]

Součinitel znečištění atmosféry z

Měsíc	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen
z [-]	3,0	4,0	4,0	5,0	5,0	4,0	4,0	3,0

Doporučené hodnoty součinitele atmosféry v jednotlivých měsících.

Intenzita přímé sluneční radiace dopadající na orientovanou plochu I_{DS}

$$I_{DS} = I_0 \exp \left[-0,097 z (\sin h)^{-0,8} \right] \cos \theta$$

Součinitel znečištění atmosféry z

$$z = \frac{\ln(I_D / I_0)}{\ln(I_\xi / I_0)}$$

kde I_ξ intenzita sluneční radiace při průchodu čistou atmosférou $[\text{W/m}^2\text{K}]$

Intenzita difusní sluneční radiace I_d

$$I_d = \left[1350 - I_D - (1080 - 1,4 I_D) \sin^2 \frac{\alpha}{2} \right] \frac{\sinh}{3}$$

Intenzita celkové sluneční radiace I_c

$$I_c = I_{DS} + I_d$$

Intenzita sluneční radiace procházející standartním zasklením

Celková propustnost difusní sluneční radiace T_d standartním sklem

$$T_d = 0,85 \text{ [-]}$$

Celková intenzita sluneční radiace standartním sklem I_o

$$I_o = I_{DS} T_D + I_d T_d$$

21. července, z=5	S	45	87	80	100	117	130	139	141	139	130	117	100	80	87	45
	SV	85	287	361	321	217	135	139	141	139	130	117	100	78	53	24
	V	83	322	481	539	505	389	232	141	139	130	117	100	78	53	24
	JV	41	180	335	452	511	506	437	316	185	130	117	100	78	53	24
	JZ	24	53	78	128	230	335	409	435	409	335	230	128	78	53	24
	JZ	24	53	78	100	117	130	185	316	437	506	511	452	335	180	41
	Z	24	53	78	100	117	130	139	141	232	389	505	539	481	322	83
	SZ	24	53	78	100	117	130	139	141	139	135	217	321	361	287	85
		41	122	249	397	534	640	706	729	706	640	534	397	249	122	41

Celková intenzita sluneční radiace procházející oknem s jednoduchým zasklením a ocelovým rámem při průměrném znečištění atmosféry, pro 50° s.š.

Celková intenzita sluneční radiace

I_o

141 [W/m²]

ZÁKLADNÍ VÝPOČTY - SHRUTÍ

Sluneční deklinace δ

20,01 [°]

Sluneční azimut α

10 [°]

Azimutový úhel
normály stěny γ

45 [°]

Rozdíl azimutů $\alpha - \gamma$ [°]

35 [°]

Výška slunce nad
obzorem h

60,81 [°]

Intenzita celkové
sluneční radiace I_o

141 [W/m²]

Intenzita celkové
sluneční radiace $I_{i,dif}$

141 [W/m²]

Teplota venkovního
vzduchu t_e

30,0 [°C]

TEPELNÉ ZISKY Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ		Q_{out}	[kW]
a) Tepelná zátěž okny		$Q_{out,l}$	[kW]

Prostup tepla okny - **KONVEKCE**

$$Q_{ok} = U_o S_o (t_e - t_i) \quad [\text{kW}]$$

Č.	OZN	U	a	v	S_o	t_e	t_i	$(t_e - t_i)$	Q_{ok}
		W/m ² K	[m]	[m]	[m ²]	[K]	[K]	[K]	[kW]
1	4X OKNO 2x2	1,00	2,00	2,00	16,0	-15,0	22,0	-37,0	-0,59
2	OKNO 1,5x2,0	1,00	1,50	2,00	12,0	-15,0	22,0	-37,0	-0,44
3	Okno 4,0x2,5	1,00	4,00	2,50	10,0	-15,0	22,0	-37,0	-0,37

Prostup tepla okny - konvekce	Q_{ok}	-1,4	[kW]
-------------------------------	----------	------	--------

Prostup tepla okny - **RADIACE**

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_o \cdot c_o + (S_o - S_{os}) I_{od}] s \cdot n_o \quad [\text{kW}]$$

Č.	OZN	c_o	a	v	S_o	S_{os}	$S_o - S_{os}$	s	Q_{or}
		[-]	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[-]	[W]
1	4X OKNO 2x2	1,00	2,00	2,00	16,0	3,7	12,3	0,1	264
2	OKNO 1,5x2,0	1,00	1,50	2,00	12,0	2,8	9,2	0,1	198,0
3	Okno 4,0x2,5	1,00	4,00	2,50	10,0	1,6	8,4	0,1	165,0

Prostup tepla okny - radiace	Q_{or}	0,6	[kW]
------------------------------	----------	-----	--------

Druh zasklení	Stínící součinitel s [-]	Stínící prostředky	Stínící součinitel s [-]
jednoduché sklo	1,00	vnitřní žaluzie, lamely 45°, světlé	0,56
dvojité sklo	0,90	vnitřní žaluzie, lamely 45°, střední	0,65
jednoduché determální sklo	0,70	vnitřní žaluzie, lamely 45°, tmavé	0,75
out-determální, in-obyčejné	0,60	vnější žaluzie, lamely 45°, světlé	0,15
reflexní sklo jednoduché	0,70	vnější žaluzie, lamely 45°, 50/50	0,13
reflexní sklo dvojité	0,24	vnější markýzy	0,30
out-reflexní, in-obyčejné	0,60	meziokenní žaluzie	0,50
zdvojené reflexní sklo	0,30	reflexní záclony světlé	0,60
barevné vrstvy stříkané světlé	0,80	závěsy: bavlna, umělá vlákna	0,80
barevné vrstvy stříkané střední	0,70	reflexní záclony tmavé	0,70
reflexní folie tmavá	0,25		
reflexní folie světlá	0,42		
sklo s drátěnou vložkou	0,80		

Tabulka stínících součinitelů

Tepelná zátěž okny	$Q_{out,1}$	-0,8	[kW]
b) Tepelný zisky neprůsvitnými konstrukcemi	$Q_{out,2}$	[kW]	

a) Stěny lehké

$$Q_s = U \times S \times (t_r - t_i)$$

b) Stěny středně těžké

$$Q_s = U \times S[(t_{rm} - t_i) + m(t_{r\psi} - t_{rm})]$$

c) Stěny těžké

$$Q_s = U \times S \times (t_{rm} - t_i)$$

Č.	OZN	a	v	S	U	d	m	t _i	t _{rm}	ψ	t _{rψ}	Q _s
		[m]	[m]	[m ²]	[W/m ² K]	[m]	[-]	[°C]	[°C]	[-]	[°C]	[kW]
1	Stěna	40,5	4,32	137	0,13	0,50	0,10	22	29,7	15,5	23,2	0,13

Tepelný zisky neprůsvitnými konstrukcemi	$Q_{out,2}$	0,1	[kW]
--	-------------	-----	--------

c) Snížení tepelných zisků od osluněných oken	$Q_{out,3}$	[kW]
---	-------------	--------

$$\Delta Q = 0,05 \cdot M \cdot \Delta t \quad [\text{kW}]$$

Hmotnost stěn	267,2	[kg]
Hmotnost stropní konstrukce	617,6	[kg]
Hmotnost podlahy	184,0	[kg]
Hmotnost celkem	783,7	[kg]

Tepelný zisky neprůsvitnými konstrukcemi	$Q_{out,3}$	0,0	[kW]
---	-------------	------------	---------------

Tepelné zisky z vnějšího prostředí	Q_{out}	-0,7	[kW]
---	-----------	-------------	---------------

Celkový tepelný zisk místnosti	Q	3,2	[kW]
---------------------------------------	----------	------------	---------------

TEPELNÉ ZISKY - VSTUPNÍ HODNOTY

Výpočtová teplota

Venkovní výpočtová teplota	-15 [°C]
Výpočtová teplota sousedního prostoru	18 [°C]
Výpočtová teplota zeminy	5 [°C]

Odpor při přestupu tepla - vnitřní R_{si}

stěna (horizontální tepelný tok)	0,13 [m^2K/W]
střecha (tepelný tok vzhůru)	0,12 [m^2K/W]
Podlaha (tepelný tok dolů)	0,17 [m^2K/W]

Odpor při přestupu tepla - vnější R_{se}

vnější konstrukce	0,04 [m^2K/W]
konstrukce přilehlá k zemině	0,00 [m^2K/W]

Součinitel prostupu tepla konstrukcí U:

Výplně otvorů	1,00 [W/m^2K]
---------------	-------------------

TEPELNÉ ZISKY - VÝPOČET

ČÍSLO MÍSTNOSTI:

NÁZEV MÍSTNOSTI:

DENNÍ MÍSTNOST

VÝPOČTOVÁ TEPLOTA INTERIÉRU: 22 [°C]

VÝPOČTOVÁ TEPLOTA EXTERIÉRU: -15 [°C]

POČET OSOB V MÍSTNOSTI: 26

TEPELNÉ ZISKY OD VNITŘNÍCH ZDROJŮ TEPLA Q_{in} [kW]

a) Tepelné zisky od lidí $Q_{in,1}$ [kW]

Činnost lidí	Místo činnosti	Hodnoty metabolického tepla [W]	Produkce tepla lidí $Q_{in,1}$ ve W pro teplotu vzduchu v °C									
			21		24		25		26		28	
			teplo citelné	vodní pára	teplo citelné	vodní pára	teplo citelné	vodní pára	teplo citelné	vodní pára	teplo citelné	vodní pára
			[W]	[g/h]	[W]	[g/h]	[W]	[g/h]	[W]	[g/h]	[W]	[g/h]
sedící, odpočívající	dívaldo, kino	115	93	33	74	60	68	70	62	79	50	97
sedící, mírně aktivní	kanceláře, byt	140	93	70	74	98	68	107	62	116	50	135
stojící, lehká práce, vaření	obchody, sklady	150	90	89	72	116	66	125	60	134	48	152
chodící, přecházející	obchodní domy, banky	160	96	95	77	124	70	134	64	143	51	162
náročnější fyzická práce	dílny	240	99	203	79	226	73	234	66	244	53	262
mírný tanec		260	116	215	92	250	85	261	77	273	62	296

Pokud je teplota vzduchu <26°C - korekce dle vztahu:

$$Q_{in,1} = i_1 \times 6,2 \times (36 - t_i) \quad [W]$$

$$i_1 \quad - \quad \text{počet lidí} \quad [-]$$

$$t_i \quad - \quad \text{teplota interiéru} \quad [^\circ C]$$

Při různorodém složení skupiny se provede přepočít na ekvivalentní počet i_1 dle vztahu:

$$i_1 = 0,85_{iz} \times 0,75id + i_m \quad [-]$$

Tepelné zisky od lidí

$Q_{in,1}$

2,26

[kW]

b) Tepelné zisky od osvětlení

 $Q_{in,2}$ [kW]

Pracoviště	Intenzita osvětlení [lx]	Produkce tepla	
		žárovky [W/m ²]	zářivky [W/m ²]
Skladiště, byty, restaurace, divadla	120	20 ~ 30	7 ~ 9
Učebny, pokladny, jednoduchá montáž	250	40 ~ 55	13 ~ 18
Kanceláře, čítárny, výzkum, pracoviště, výpočetní stř.	500	75 ~ 105	25 ~ 35
Výstavy, obchodní domy, jemná montáž	750	115 ~ 160	38 ~ 53
Montáž elektrotechniky, retuš	1 000	-	50 ~ 70
Náročnější jemná montáž, elektronika	1 500	-	75 ~ 105
Hodinářství, subminiaturní elektronika	2 000	-	100 ~ 140
Televizní studia	nad 2 000	-	nad 140

Tepelné zisky od osvětlení

 $Q_{in,2}$

1,4 [kW]

b) Tepelné zisky od technologie

 $Q_{in,3}$ [kW]

$$Q_{in,3} = c_1 \times c_2 \times c_3 \times \sum P \quad [\text{kW}]$$

P elektrický příkon zařízení [W]

c_1 součinitel současnosti zdroje tepla [-]

c_2 zbytkový součinitel, bez lokálního odsávání
 $c_2 = 1$ [-]

c_3 součinitel zatížení (využití) technologie -
respektuje také předimenzování zařízení [-]

$$Q_{in,3} = c_1 \times c_2 \times c_3 \times P$$

Tepelné zisky od technologie

 $Q_{in,3}$

0 [kW]

d) Tepelné zisky od elektronického vybavení

$Q_{in,4}$ [kW]

Pokud je trvalý příkon < 100 W, není třeba zdroj uvažovat.

	Provoz	Útlum
Průměrná hodnota	55	35
Bezpečná hodnota	65	40
Velmi bezpečná hodnota	75	45

Přehled výkonů počítačů. [W]

	Provoz	Útlum
Malý monitor 13" - 15"	55	35
Střední monitor 16" - 18"	70	70
Velký monitor 19" - 20"	80	80

Přehled výkonů monitorů. [W]

Velikost zařízení	max výkon [W]	list/ min [W]
Malá stolní	400	85
Velké kancelářské	1 100	400

Přehled výkonů kopírovacích strojů.

Velikost zařízení	max výkon [W]	list/ min [W]	Útlum
Malá stolní	130	75	35
Stolní	215	100	70
Malé kancelářské	320	160	80
Velké kancelářské	550	275	81

Přehled výkonů laserových tiskáren.

Zařízení	Provoz	Útlum
Fax	30	15
Scanner	25	15
Jehličková tiskárna	50	25

Přehled výkonů ostatních kancelářských zařízení. [W]

Tepelné zisky od elektronického vybavení

$Q_{in,4}$

0,0 [kW]

e) Tepelné zisky od pokrmů

$Q_{in,5}$

[kW]

- produkce tepla u jednoho jídelního stolu 5 Wh
- produkce páry 10g
- v restauracích 1. a 2. třídy se počítá 1 jídlo/h na jedno místo u stolu
- v restauracích 3. a 4. třídy se počítá 2 jídla/h na jedno místo u stolu
- v závodních jídelnách se počítá 3 jídla/h na jedno místo u stolu

Tepelné zisky od pokrmů

$Q_{in,5}$

0,3 [kW]

Tepelné zisky od vnitřních zdrojů

Q_{in}

3,92 [kW]

ZÁKLADNÍ VÝPOČTY

Výpočet polohy slunce

Sluneční deklinace δ a výška slunce nad obzorem h

Měsíc	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen
δ [°]	0,0	11,8	20,4	23,5	20,4	11,8	0,0	-11,8

Sluneční deklinace v jednotlivých měsících (vždy ke 21. dni v měsíci)

<https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/54-vypocet-osluneni-zastineni-okenni-plochy>

Výpočet platí pro orientaci okna kolmo ke směru slunečních paprsků a SEČ (středoevropský čas)

Město:

Zeměpisná šířka $\varphi =$ °

Charakteristické dny:

Den, Měsíc:

Čas:

Deklinace Slunce: $\delta =$ ° ???

Výška Slunce nad obzorem: $h =$ ° ???

Šířka zdi: $X =$ m

Výška okna: $Y =$ m

Vodorovná vzdálenost zasklení od vnějšího líce zdi: $dX_s =$ m

Svislá vzdálenost stínící hrany od horní hrany okna: $dY =$ m

Vodorovná vzdálenost stínící hrany od vnějšího líce zdi: $dX =$ m

Zastíněná plocha okna: $S =$ %

Délka stínu: $l =$ m ???

Sluneční deklinace
 δ
20,01 [°]

Výška slunce nad obzorem h
60,81 [°]

Sluneční azimut α
10 [°]

Sluneční azimut γ
135 [°]

Rozdíl azimutů $\alpha - \gamma$
[°]
125 [°]

Azimutový úhel normály stěny γ

S. strana	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ
γ [°]	0	45	90	135	180	225	270	315

Hodnoty azimutu stěny pro jednotlivé světové strany

Intenzita sluneční radiace

Intenzita přímé sluneční radiace I_D

$$I_D = I_0 \exp \left[-0,097 z (\sin h)^{-0,8} \right]$$

kde I_0 sluneční konstanta $I_0 = 1350 \text{ [W/m}^2\text{]}$
 z součinitel znečištění atmosféry [-]

Součinitel znečištění atmosféry z

Měsíc	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen
z [-]	3,0	4,0	4,0	5,0	5,0	4,0	4,0	3,0

Doporučené hodnoty součinitele atmosféry v jednotlivých měsících.

Intenzita přímé sluneční radiace dopadající na orientovanou plochu I_{DS}

$$I_{DS} = I_0 \exp \left[-0,097 z (\sin h)^{-0,8} \right] \cos \theta$$

Součinitel znečištění atmosféry z

$$z = \frac{\ln(I_D / I_0)}{\ln(I_\xi / I_0)}$$

kde I_ξ intenzita sluneční radiace při průchodu čistou atmosférou $[\text{W/m}^2\text{K}]$

Intenzita difusní sluneční radiace I_d

$$I_d = \left[1350 - I_D - (1080 - 1,4 I_D) \sin^2 \frac{\alpha}{2} \right] \frac{\sinh}{3}$$

Intenzita celkové sluneční radiace I_c

$$I_c = I_{DS} + I_d$$

Intenzita sluneční radiace procházející standartním zasklením

Celková propustnost difusní sluneční radiace T_d standartním sklem

$$T_d = 0,85 \text{ [-]}$$

Celková intenzita sluneční radiace standartním sklem I_o

$$I_o = I_{DS} T_D + I_d T_d$$

21. července, z=5	S	45	87	80	100	117	130	139	141	139	130	117	100	80	87	45
	SV	85	287	361	321	217	135	139	141	139	130	117	100	78	53	24
	V	83	322	481	539	505	389	232	141	139	130	117	100	78	53	24
	JV	41	180	335	452	511	506	437	316	185	130	117	100	78	53	24
	JZ	24	53	78	128	230	335	409	435	409	335	230	128	78	53	24
	JZ	24	53	78	100	117	130	185	316	437	506	511	452	335	180	41
	Z	24	53	78	100	117	130	139	141	232	389	505	539	481	322	83
	SZ	24	53	78	100	117	130	139	141	139	135	217	321	361	287	85
		41	122	249	397	534	640	706	729	706	640	534	397	249	122	41

Celková intenzita sluneční radiace procházející oknem s jednoduchým zasklením a ocelovým rámem při průměrném znečištění atmosféry, pro 50° s.š.

Celková intenzita sluneční radiace

I_o

141

[W/m²]

ZÁKLADNÍ VÝPOČTY - SHRUTÍ

Sluneční deklinace δ

20,01 [°]

Sluneční azimut α

10 [°]

Azimutový úhel
normály stěny γ

135 [°]

Rozdíl azimutů $\alpha - \gamma$ [°]

125 [°]

Výška slunce nad
obzorem h

60,81 [°]

Intenzita celkové
sluneční radiace I_o

141 [W/m²]

Intenzita celkové
sluneční radiace $I_{i,dif}$

141 [W/m²]

Teplota venkovního
vzduchu t_e

30,0 [°C]

TEPELNÉ ZISKY Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ		Q_{out}	[kW]
a) Tepelná zátěž okny		$Q_{out,l}$	[kW]

Prostup tepla okny - KONVEKCE

$$Q_{ok} = U_o S_o (t_e - t_i) \quad [\text{kW}]$$

Č.	OZN	U	a	v	S_o	t_e	t_i	$(t_e - t_i)$	Q_{ok}
		W/m ² K	[m]	[m]	[m ²]	[K]	[K]	[K]	[kW]
1	4X OKNO 2x2	1,00	2,00	2,00	16,0	-15,0	22,0	-37,0	-0,59
2	OKNO 1,5x2,0	1,00	1,50	2,00	12,0	-15,0	22,0	-37,0	-0,44
3	Okno 4,0x2,5	1,00	4,00	2,50	10,0	-15,0	22,0	-37,0	-0,37

Prostup tepla okny - konvekce	Q_{ok}	-1,4	[kW]
-------------------------------	----------	------	--------

Prostup tepla okny - RADIACE

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_o \cdot c_o + (S_o - S_{os}) I_{od}] s \cdot n_o \quad [\text{kW}]$$

Č.	OZN	c_o	a	v	S_o	S_{os}	$S_o - S_{os}$	s	Q_{or}
		[-]	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[-]	[W]
1	4X OKNO 2x2	1,00	2,00	2,00	16,0	3,7	12,3	0,1	264
2	OKNO 1,5x2,0	1,00	1,50	2,00	12,0	2,8	9,2	0,1	198,0
3	Okno 4,0x2,5	1,00	4,00	2,50	10,0	1,6	8,4	0,1	165,0

Prostup tepla okny - radiace	Q_{or}	0,6	[kW]
------------------------------	----------	-----	--------

Druh zasklení	Stínící součinitel s [-]	Stínící prostředky	Stínící součinitel s [-]
jednoduché sklo	1,00	vnitřní žaluzie, lamely 45°, světlé	0,56
dvojité sklo	0,90	vnitřní žaluzie, lamely 45°, střední	0,65
jednoduché determální sklo	0,70	vnitřní žaluzie, lamely 45°, tmavé	0,75
out-determální, in-obyčejné	0,60	vnější žaluzie, lamely 45°, světlé	0,15
reflexní sklo jednoduché	0,70	vnější žaluzie, lamely 45°, 50/50	0,13
reflexní sklo dvojité	0,24	vnější markýzy	0,30
out-reflexní, in-obyčejné	0,60	meziokenní žaluzie	0,50
zdvojené reflexní sklo	0,30	reflexní záclony světlé	0,60
barevné vrstvy stříkané světlé	0,80	závěsy: bavlna, umělá vlákna	0,80
barevné vrstvy stříkané střední	0,70	reflexní záclony tmavé	0,70
reflexní folie tmavá	0,25		
reflexní folie světlá	0,42		
sklo s drátěnou vložkou	0,80		

Tabulka stínících součinitelů

Tepelná zátěž okny	$Q_{out,1}$	-0,8	[kW]
b) Tepelný zisky neprůsvitnými konstrukcemi	$Q_{out,2}$	[kW]	

a) Stěny lehké

$$Q_s = U \times S \times (t_r - t_i)$$

b) Stěny středně těžké

$$Q_s = U \times S[(t_{rm} - t_i) + m(t_{r\psi} - t_{rm})]$$

c) Stěny těžké

$$Q_s = U \times S \times (t_{rm} - t_i)$$

Č.	OZN	a	v	S	U	d	m	t _i	t _{rm}	ψ	t _{rψ}	Q _s
		[m]	[m]	[m ²]	[W/m ² K]	[m]	[-]	[°C]	[°C]	[-]	[°C]	[kW]
1	Stěna	30,2	4,32	92	0,13	0,50	0,10	22	29,7	15,5	23,2	0,09

Tepelný zisky neprůsvitnými konstrukcemi	$Q_{out,2}$	0,1	[kW]
--	-------------	-----	--------

c) Snížení tepelných zisků od osluněných oken	$Q_{out,3}$	[kW]
---	-------------	--------

$$\Delta Q = 0,05 \cdot M \cdot \Delta t \quad [\text{kW}]$$

Hmotnost stěn	267,2	[kg]
Hmotnost stropní konstrukce	617,6	[kg]
Hmotnost podlahy	184,0	[kg]
Hmotnost celkem	783,7	[kg]

Tepelný zisky neprůsvitnými konstrukcemi	$Q_{out,3}$	0,0	[kW]
---	-------------	------------	---------------

Tepelné zisky z vnějšího prostředí	Q_{out}	-0,7	[kW]
---	-----------	-------------	---------------

Celkový tepelný zisk místnosti	Q	3,2	[kW]
---------------------------------------	----------	------------	---------------

TEPELNÉ ZISKY - VSTUPNÍ HODNOTY

Výpočtová teplota

Venkovní výpočtová teplota	-15 [°C]
Výpočtová teplota sousedního prostoru	18 [°C]
Výpočtová teplota zeminy	5 [°C]

Odpor při přestupu tepla - vnitřní R_{si}

stěna (horizontální tepelný tok)	0,13 [m^2K/W]
střecha (tepelný tok vzhůru)	0,12 [m^2K/W]
Podlaha (tepelný tok dolů)	0,17 [m^2K/W]

Odpor při přestupu tepla - vnější R_{se}

vnější konstrukce	0,04 [m^2K/W]
konstrukce přilehlá k zemině	0,00 [m^2K/W]

Součinitel prostupu tepla konstrukcí U:

Výplně otvorů	1,00 [W/m^2K]
---------------	-------------------

TEPELNÉ ZISKY - VÝPOČET

ČÍSLO MÍSTNOSTI:

NÁZEV MÍSTNOSTI:

DENNÍ MÍSTNOST

VÝPOČTOVÁ TEPLOTA INTERIÉRU: 22 [°C]

VÝPOČTOVÁ TEPLOTA EXTERIÉRU: -15 [°C]

POČET OSOB V MÍSTNOSTI: 26

TEPELNÉ ZISKY OD VNITŘNÍCH ZDROJŮ TEPLA Q_{in} [kW]

a) Tepelné zisky od lidí $Q_{in,1}$ [kW]

Činnost lidí	Místo činnosti	Hodnoty metabolického tepla [W]	Produkce tepla lidí $Q_{in,1}$ ve W pro teplotu vzduchu v °C									
			21		24		25		26		28	
			teplo citelné	vodní pára	teplo citelné	vodní pára	teplo citelné	vodní pára	teplo citelné	vodní pára	teplo citelné	vodní pára
			[W]	[g/h]	[W]	[g/h]	[W]	[g/h]	[W]	[g/h]	[W]	[g/h]
sedící, odpočívající	dívaldo, kino	115	93	33	74	60	68	70	62	79	50	97
sedící, mírně aktivní	kanceláře, byt	140	93	70	74	98	68	107	62	116	50	135
stojící, lehká práce, vaření	obchody, sklady	150	90	89	72	116	66	125	60	134	48	152
chodící, přecházející	obchodní domy, banky	160	96	95	77	124	70	134	64	143	51	162
náročnější fyzická práce	dílny	240	99	203	79	226	73	234	66	244	53	262
mírný tanec		260	116	215	92	250	85	261	77	273	62	296

Pokud je teplota vzduchu <26°C - korekce dle vztahu:

$$Q_{in,1} = i_1 \times 6,2 \times (36 - t_i) \quad [W]$$

$$i_1 \quad - \quad \text{počet lidí} \quad [-]$$

$$t_i \quad - \quad \text{teplota interiéru} \quad [^\circ C]$$

Při různorodém složení skupiny se provede přepočít na ekvivalentní počet i_1 dle vztahu:

$$i_1 = 0,85_{iz} \times 0,75id + i_m \quad [-]$$

Tepelné zisky od lidí

$Q_{in,1}$

2,26

[kW]

b) Tepelné zisky od osvětlení

 $Q_{in,2}$ [kW]

Pracoviště	Intenzita osvětlení [lx]	Produkce tepla	
		žárovky [W/m ²]	zářivky [W/m ²]
Skladiště, byty, restaurace, divadla	120	20 ~ 30	7 ~ 9
Učebny, pokladny, jednoduchá montáž	250	40 ~ 55	13 ~ 18
Kanceláře, čítárny, výzkum, pracoviště, výpočetní stř.	500	75 ~ 105	25 ~ 35
Výstavy, obchodní domy, jemná montáž	750	115 ~ 160	38 ~ 53
Montáž elektrotechniky, retuš	1 000	-	50 ~ 70
Náročnější jemná montáž, elektronika	1 500	-	75 ~ 105
Hodinářství, subminiaturní elektronika	2 000	-	100 ~ 140
Televizní studia	nad 2 000	-	nad 140

Tepelné zisky od osvětlení

 $Q_{in,2}$

1,4 [kW]

b) Tepelné zisky od technologie

 $Q_{in,3}$ [kW]

$$Q_{in,3} = c_1 \times c_2 \times c_3 \times \sum P \quad [\text{kW}]$$

P elektrický příkon zařízení [W]

c_1 součinitel současnosti zdroje tepla [-]

c_2 zbytkový součinitel, bez lokálního odsávání
 $c_2 = 1$ [-]

c_3 součinitel zatížení (využití) technologie -
respektuje také předimenzování zařízení [-]

$$Q_{in,3} = c_1 \times c_2 \times c_3 \times P$$

Tepelné zisky od technologie

 $Q_{in,3}$

0 [kW]

d) Tepelné zisky od elektronického vybavení

$Q_{in,4}$ [kW]

Pokud je trvalý příkon < 100 W, není třeba zdroj uvažovat.

	Provoz	Útlum
Průměrná hodnota	55	35
Bezpečná hodnota	65	40
Velmi bezpečná hodnota	75	45

Přehled výkonů počítačů. [W]

	Provoz	Útlum
Malý monitor 13" - 15"	55	35
Střední monitor 16" - 18"	70	70
Velký monitor 19" - 20"	80	80

Přehled výkonů monitorů. [W]

Velikost zařízení	max výkon [W]	list/ min [W]
Malá stolní	400	85
Velké kancelářské	1 100	400

Přehled výkonů kopírovacích strojů.

Velikost zařízení	max výkon [W]	list/ min [W]	Útlum
Malá stolní	130	75	35
Stolní	215	100	70
Malé kancelářské	320	160	80
Velké kancelářské	550	275	81

Přehled výkonů laserových tiskáren.

Zařízení	Provoz	Útlum
Fax	30	15
Scanner	25	15
Jehličková tiskárna	50	25

Přehled výkonů ostatních kancelářských zařízení. [W]

Tepelné zisky od elektronického vybavení

$Q_{in,4}$

0,0 [kW]

e) Tepelné zisky od pokrmů

$Q_{in,5}$

[kW]

- produkce tepla u jednoho jídelního stolu 5 Wh
- produkce páry 10g
- v restauracích 1. a 2. třídy se počítá 1 jídlo/h na jedno místo u stolu
- v restauracích 3. a 4. třídy se počítá 2 jídla/h na jedno místo u stolu
- v závodních jídelnách se počítá 3 jídla/h na jedno místo u stolu

Tepelné zisky od pokrmů

$Q_{in,5}$

0,3 [kW]

Tepelné zisky od vnitřních zdrojů

Q_{in}

3,92 [kW]

ZÁKLADNÍ VÝPOČTY

Výpočet polohy slunce

Sluneční deklinace δ a výška slunce nad obzorem h

Měsíc	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen
δ [°]	0,0	11,8	20,4	23,5	20,4	11,8	0,0	-11,8

Sluneční deklinace v jednotlivých měsících (vždy ke 21. dni v měsíci)

<https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/54-vypocet-osluneni-zastineni-okenni-plochy>

Výpočet platí pro orientaci okna kolmo ke směru slunečních paprsků a SEČ (středoevropský čas)

Město	Brno	Šířka zdi	X = 0.5 m
Zeměpisná šířka $\varphi =$	49.2 °	Výška okna	Y = 1.500 m
Charakteristické dny	Červenec	Vodorovná vzdálenost zasklení od vnějšího líce zdi	dXs = 0.2 m
Den. Měsíc.	23 07	Svislá vzdálenost stínící hrany od horní hrany okna	dY = 0.500 m
Čas	12 00	Vodorovná vzdálenost stínící hrany od vnějšího líce zdi	dX = 0 m
Deklinace Slunce $\delta =$	20.01 ° ???		
Výška Slunce nad obzorem $h =$	60.81 ° ???		

Zastíněná plocha okna S = 23.9 % Délka stínu l = 0.358 m ???

Sluneční deklinace
 δ
20,01 [°]

Výška slunce nad
obzorem h
60,81 [°]

Sluneční azimut α
10 [°]

Sluneční azimut γ
225 [°]

Rozdíl azimutů $\alpha - \gamma$
[°]
215 [°]

Azimutový úhel normály stěny γ

S. strana	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ
γ [°]	0	45	90	135	180	225	270	315

Hodnoty azimutu stěny pro jednotlivé světové strany

Intenzita sluneční radiace

Intenzita přímé sluneční radiace I_D

$$I_D = I_0 \exp \left[-0,097 z (\sin h)^{-0,8} \right]$$

kde I_0 sluneční konstanta $I_0 = 1350 \text{ [W/m}^2\text{]}$
 z součinitel znečištění atmosféry [-]

Součinitel znečištění atmosféry z

Měsíc	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen
z [-]	3,0	4,0	4,0	5,0	5,0	4,0	4,0	3,0

Doporučené hodnoty součinitele atmosféry v jednotlivých měsících.

Intenzita přímé sluneční radiace dopadající na orientovanou plochu I_{DS}

$$I_{DS} = I_0 \exp \left[-0,097 z (\sin h)^{-0,8} \right] \cos \theta$$

Součinitel znečištění atmosféry z

$$z = \frac{\ln(I_D / I_0)}{\ln(I_\xi / I_0)}$$

kde I_ξ intenzita sluneční radiace při průchodu čistou atmosférou $[\text{W/m}^2\text{K}]$

Intenzita difusní sluneční radiace I_d

$$I_d = \left[1350 - I_D - (1080 - 1,4 I_D) \sin^2 \frac{\alpha}{2} \right] \frac{\sinh}{3}$$

Intenzita celkové sluneční radiace I_c

$$I_c = I_{DS} + I_d$$

Intenzita sluneční radiace procházející standartním zasklením

Celková propustnost difusní sluneční radiace T_d standartním sklem

$$T_d = 0,85 \text{ [-]}$$

Celková intenzita sluneční radiace standartním sklem I_o

$$I_o = I_{DS} T_D + I_d T_d$$

21. července, z=5	S	45	87	80	100	117	130	139	141	139	130	117	100	80	87	45
	SV	85	287	361	321	217	135	139	141	139	130	117	100	78	53	24
	V	83	322	481	539	505	389	232	141	139	130	117	100	78	53	24
	JV	41	180	335	452	511	506	437	316	185	130	117	100	78	53	24
	JZ	24	53	78	128	230	335	409	435	409	335	230	128	78	53	24
	JZ	24	53	78	100	117	130	185	316	437	506	511	452	335	180	41
	Z	24	53	78	100	117	130	139	141	232	389	505	539	481	322	83
	SZ	24	53	78	100	117	130	139	141	139	135	217	321	361	287	85
		41	122	249	397	534	640	706	729	706	640	534	397	249	122	41

Celková intenzita sluneční radiace procházející oknem s jednoduchým zasklením a ocelovým rámem při průměrném znečištění atmosféry, pro 50° s.š.

Celková intenzita sluneční radiace

I_o

141 [W/m²]

ZÁKLADNÍ VÝPOČTY - SHRUTÍ

Sluneční deklinace δ

20,01 [°]

Sluneční azimut α

10 [°]

Azimutový úhel
normály stěny γ

225 [°]

Rozdíl azimutů $\alpha - \gamma$ [°]

215 [°]

Výška slunce nad
obzorem h

60,81 [°]

Intenzita celkové
sluneční radiace I_o

141 [W/m²]

Intenzita celkové
sluneční radiace $I_{i,dif}$

141 [W/m²]

Teplota venkovního
vzduchu t_e

30,0 [°C]

TEPELNÉ ZISKY Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ		Q_{out}	[kW]
a) Tepelná zátěž okny		$Q_{out,l}$	[kW]

Prostup tepla okny - KONVEKCE

$$Q_{ok} = U_o S_o (t_e - t_i) \quad [\text{kW}]$$

Č.	OZN	U	a	v	S_o	t_e	t_i	$(t_e - t_i)$	Q_{ok}
		W/m ² K	[m]	[m]	[m ²]	[K]	[K]	[K]	[kW]
1	4X OKNO 2x2	1,00	2,00	2,00	16,0	-15,0	22,0	-37,0	-0,59
2	OKNO 1,5x2,0	1,00	1,50	2,00	12,0	-15,0	22,0	-37,0	-0,44
3	Okno 4,0x2,5	1,00	4,00	2,50	10,0	-15,0	22,0	-37,0	-0,37

Prostup tepla okny - konvekce	Q_{ok}	-1,4	[kW]
-------------------------------	----------	------	--------

Prostup tepla okny - RADIACE

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_{o \cdot} \cdot c_o + (S_o - S_{os}) I_{od}] s \cdot n_o \quad [\text{kW}]$$

Č.	OZN	c_o	a	v	S_o	S_{os}	$S_o - S_{os}$	s	Q_{or}
		[-]	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[-]	[W]
1	4X OKNO 2x2	1,00	2,00	2,00	16,0	3,7	12,3	0,1	264
2	OKNO 1,5x2,0	1,00	1,50	2,00	12,0	2,8	9,2	0,1	198,0
3	Okno 4,0x2,5	1,00	4,00	2,50	10,0	1,6	8,4	0,1	165,0

Prostup tepla okny - radiace	Q_{or}	0,6	[kW]
------------------------------	----------	-----	--------

Druh zasklení	Stínící součinitel s [-]	Stínící prostředky	Stínící součinitel s [-]
jednoduché sklo	1,00	vnitřní žaluzie, lamely 45°, světlé	0,56
dvojité sklo	0,90	vnitřní žaluzie, lamely 45°, střední	0,65
jednoduché determální sklo	0,70	vnitřní žaluzie, lamely 45°, tmavé	0,75
out-determální, in-obyčejné	0,60	vnější žaluzie, lamely 45°, světlé	0,15
reflexní sklo jednoduché	0,70	vnější žaluzie, lamely 45°, 50/50	0,13
reflexní sklo dvojité	0,24	vnější markýzy	0,30
out-reflexní, in-obyčejné	0,60	meziokenní žaluzie	0,50
zdvojené reflexní sklo	0,30	reflexní záclony světlé	0,60
barevné vrstvy stříkané světlé	0,80	závěsy: bavlna, umělá vlákna	0,80
barevné vrstvy stříkané střední	0,70	reflexní záclony tmavé	0,70
reflexní folie tmavá	0,25		
reflexní folie světlá	0,42		
sklo s drátěnou vložkou	0,80		

Tabulka stínících součinitelů

Tepelná zátěž okny	Q_{out,1}	-0,8	[kW]
b) Tepelný zisky neprůsvitnými konstrukcemi	Q _{out,2}	[kW]	

a) Stěny lehké

$$Q_s = U \times S \times (t_r - t_i)$$

b) Stěny středně těžké

$$Q_s = U \times S[(t_{rm} - t_i) + m(t_{r\psi} - t_{rm})]$$

c) Stěny těžké

$$Q_s = U \times S \times (t_{rm} - t_i)$$

Č.	OZN	a	v	S	U	d	m	t _i	t _{rm}	ψ	t _{rψ}	Q _s
		[m]	[m]	[m ²]	[W/m ² K]	[m]	[-]	[°C]	[°C]	[-]	[°C]	[kW]
1	Stěna	30,0	4,32	92	0,13	0,50	0,10	22	29,7	15,5	23,2	0,08

Tepelný zisky neprůsvitnými konstrukcemi	Q_{out,2}	0,1	[kW]
---	--------------------------	------------	---------------

c) Snížení tepelných zisků od osluněných oken	$Q_{out,3}$	[kW]
---	-------------	--------

$$\Delta Q = 0,05 \cdot M \cdot \Delta t \quad [\text{kW}]$$

Hmotnost stěn	267,2	[kg]
Hmotnost stropní konstrukce	617,6	[kg]
Hmotnost podlahy	184,0	[kg]
Hmotnost celkem	783,7	[kg]

Tepelný zisky neprůsvitnými konstrukcemi	$Q_{out,3}$	0,0	[kW]
---	-------------	------------	---------------

Tepelné zisky z vnějšího prostředí	Q_{out}	-0,7	[kW]
---	-----------	-------------	---------------

Celkový tepelný zisk místnosti	Q	3,2	[kW]
---------------------------------------	----------	------------	---------------

TEPELNÉ ZISKY - VSTUPNÍ HODNOTY

Výpočtová teplota

Venkovní výpočtová teplota	-15 [°C]
Výpočtová teplota sousedního prostoru	18 [°C]
Výpočtová teplota zeminy	5 [°C]

Odpor při přestupu tepla - vnitřní R_{si}

stěna (horizontální tepelný tok)	0,13 [m^2K/W]
střecha (tepelný tok vzhůru)	0,10 [m^2K/W]
Podlaha (tepelný tok dolů)	0,17 [m^2K/W]

Odpor při přestupu tepla - vnější R_{se}

vnější konstrukce	0,04 [m^2K/W]
konstrukce přilehlá k zemině	0,00 [m^2K/W]

Součinitel prostupu tepla konstrukcí U:

Výplně otvorů	1,00 [W/m^2K]
---------------	-------------------

TEPELNÉ ZISKY - VÝPOČET

ČÍSLO MÍSTNOSTI:

NÁZEV MÍSTNOSTI:

ŘEDITELNA

VÝPOČTOVÁ TEPLOTA INTERIÉRU: 20 [°C]

VÝPOČTOVÁ TEPLOTA EXTERIÉRU: -15 [°C]

POČET OSOB V MÍSTNOSTI: 1

TEPELNÉ ZISKY OD VNITŘNÍCH ZDROJŮ TEPLA Q_{in} [kW]

a) Tepelné zisky od lidí $Q_{in,1}$ [kW]

Činnost lidí	Místo činnosti	Hodnoty metabolického tepla [W]	Produkce tepla lidí $Q_{in,1}$ ve W pro teplotu vzduchu v °C									
			21		24		25		26		28	
			teplo citelné	vodní pára	teplo citelné	vodní pára	teplo citelné	vodní pára	teplo citelné	vodní pára	teplo citelné	vodní pára
			[W]	[g/h]	[W]	[g/h]	[W]	[g/h]	[W]	[g/h]	[W]	[g/h]
sedící, odpočívající	dívaldo, kino	115	93	33	74	60	68	70	62	79	50	97
sedící, mírně aktivní	kanceláře, byt	140	93	70	74	98	68	107	62	116	50	135
stojící, lehká práce, vaření	obchody, sklady	150	90	89	72	116	66	125	60	134	48	152
chodící, přecházející	obchodní domy, banky	160	96	95	77	124	70	134	64	143	51	162
náročnější fyzická práce	dílny	240	99	203	79	226	73	234	66	244	53	262
mírný tanec		260	116	215	92	250	85	261	77	273	62	296

Pokud je teplota vzduchu <26°C - korekce dle vztahu:

$$Q_{in,1} = i_1 \times 6,2 \times (36 - t_i) \quad [W]$$

i_1 - počet lidí [-]

t_i - teplota interiéru [°C]

Při různorodém složení skupiny se provede přepoččet na ekvivalentní počet i_1 dle vztahu:

$$i_1 = 0,85_{iz} \times 0,75id + i_m \quad [-]$$

Tepelné zisky od lidí $Q_{in,1}$ 0,10 [kW]

b) Tepelné zisky od osvětlení

 $Q_{in,2}$ [kW]

Pracoviště	Intenzita osvětlení [lx]	Produkce tepla	
		žárovky [W/m ²]	zářivky [W/m ²]
Skladiště, byty, restaurace, divadla	120	20 ~ 30	7 ~ 9
Učebny, pokladny, jednoduchá montáž	250	40 ~ 55	13 ~ 18
Kanceláře, čítárny, výzkum, pracoviště, výpočetní stř.	500	75 ~ 105	25 ~ 35
Výstavy, obchodní domy, jemná montáž	750	115 ~ 160	38 ~ 53
Montáž elektrotechniky, retuš	1 000	-	50 ~ 70
Náročnější jemná montáž, elektronika	1 500	-	75 ~ 105
Hodinářství, subminiaturní elektronika	2 000	-	100 ~ 140
Televizní studia	nad 2 000	-	nad 140

Tepelné zisky od osvětlení

 $Q_{in,2}$

0,18 [kW]

b) Tepelné zisky od technologie

 $Q_{in,3}$ [kW]

$$Q_{in,3} = c_1 \times c_2 \times c_3 \times \sum P \quad [\text{kW}]$$

P elektrický příkon zařízení [W]

c_1 součinitel současnosti zdroje tepla [-]

c_2 zbytkový součinitel, bez lokálního odsávání
 $c_2 = 1$ [-]

c_3 součinitel zatížení (využití) technologie -
respektuje také předimenzování zařízení [-]

$$Q_{in,3} = c_1 \times c_2 \times c_3 \times P$$

Tepelné zisky od technologie

 $Q_{in,3}$

0 [kW]

d) Tepelné zisky od elektronického vybavení

$Q_{in,4}$ [kW]

Pokud je trvalý příkon < 100 W, není třeba zdroj uvažovat.

	Provoz	Útlum
Průměrná hodnota	55	35
Bezpečná hodnota	65	40
Velmi bezpečná hodnota	75	45

Přehled výkonů počítačů. [W]

	Provoz	Útlum
Malý monitor 13" - 15"	55	35
Střední monitor 16" - 18"	70	70
Velký monitor 19" - 20"	80	80

Přehled výkonů monitorů. [W]

Velikost zařízení	max výkon [W]	list/ min [W]
Malá stolní	400	85
Velké kancelářské	1 100	400

Přehled výkonů kopírovacích strojů.

Velikost zařízení	max výkon [W]	list/ min [W]	Útlum
Malá stolní	130	75	35
Stolní	215	100	70
Malé kancelářské	320	160	80
Velké kancelářské	550	275	81

Přehled výkonů laserových tiskáren.

Zařízení	Provoz	Útlum
Fax	30	15
Scanner	25	15
Jehličková tiskárna	50	25

Přehled výkonů ostatních kancelářských zařízení. [W]

Tepelné zisky od elektronického vybavení

$Q_{in,4}$

0,4 [kW]

e) Tepelné zisky od pokrmů

$Q_{in,5}$

[kW]

- produkce tepla u jednoho jídelního stolu 5 Wh
- produkce páry 10g
- v restauracích 1. a 2. třídy se počítá 1 jídlo/h na jedno místo u stolu
- v restauracích 3. a 4. třídy se počítá 2 jídla/h na jedno místo u stolu
- v závodních jídelnách se počítá 3 jídla/h na jedno místo u stolu

Tepelné zisky od pokrmů

$Q_{in,5}$

0,0 [kW]

Tepelné zisky od vnitřních zdrojů

Q_{in}

0,72 [kW]

ZÁKLADNÍ VÝPOČTY

Výpočet polohy slunce

Sluneční deklinace δ a výška slunce nad obzorem h

Měsíc	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen
δ [°]	0,0	11,8	20,4	23,5	20,4	11,8	0,0	-11,8

Sluneční deklinace v jednotlivých měsících (vždy ke 21. dni v měsíci)

<https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/54-vypocet-osluneni-zastineni-okenni-plochy>

Výpočet platí pro orientaci okna kolmo ke směru slunečních paprsků a SEČ (středoevropský čas)

Město	Brno	Šířka zdi	X = 0,5 m
Zeměpisná šířka φ =	49,2 °	Výška okna	Y = 1,500 m
Charakteristické dny	Červenec	Vodorovná vzdálenost zasklení od vnějšího líce zdi	dXs = 0,2 m
Den, Měsíc	23 07	Svislá vzdálenost stínící hrany od horní hrany okna	dY = 0,500 m
Čas	12 00	Vodorovná vzdálenost stínící hrany od vnějšího líce zdi	dX = 0 m
Deklinace Slunce δ =	20,01 ° ???		
Výška Slunce nad obzorem h =	60,81 ° ???		

Zastíněná plocha okna S = 23,9 % Délka stínu l = 0,358 m ???

Sluneční deklinace
 δ
20,01 [°]

Výška slunce nad
obzorem h
60,81 [°]

Sluneční azimut α
305 [°]

Sluneční azimut γ
0 [°]

Rozdíl azimutů $\alpha - \gamma$
[°]
305 [°]

Azimutový úhel normály stěny γ

S. strana	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ
γ [°]	0	45	90	135	180	225	270	315

Hodnoty azimutu stěny pro jednotlivé světové strany

Intenzita sluneční radiace

Intenzita přímé sluneční radiace I_D

$$I_D = I_0 \exp \left[-0,097 z (\sin h)^{-0,8} \right]$$

kde I_0 sluneční konstanta $I_0 = 1350 \text{ [W/m}^2\text{]}$
 z součinitel znečištění atmosféry [-]

Součinitel znečištění atmosféry z

Měsíc	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen
z [-]	3,0	4,0	4,0	5,0	5,0	4,0	4,0	3,0

Doporučené hodnoty součinitele atmosféry v jednotlivých měsících.

Intenzita přímé sluneční radiace dopadající na orientovanou plochu I_{DS}

$$I_{DS} = I_0 \exp \left[-0,097 z (\sin h)^{-0,8} \right] \cos \theta$$

Součinitel znečištění atmosféry z

$$z = \frac{\ln(I_D / I_0)}{\ln(I_\xi / I_0)}$$

kde I_ξ intenzita sluneční radiace při průchodu čistou atmosférou $[\text{W/m}^2\text{K}]$

Intenzita difusní sluneční radiace I_d

$$I_d = \left[1350 - I_D - (1080 - 1,4 I_D) \sin^2 \frac{\alpha}{2} \right] \frac{\sinh}{3}$$

Intenzita celkové sluneční radiace I_c

$$I_c = I_{DS} + I_d$$

Intenzita sluneční radiace procházející standartním zasklením

Celková propustnost difusní sluneční radiace T_d standartním sklem

$$T_d = 0,85 \text{ [-]}$$

Celková intenzita sluneční radiace standartním sklem I_o

$$I_o = I_{DS} T_D + I_d T_d$$

21. července, z=5	S	45	87	80	100	117	130	139	141	139	130	117	100	80	87	45
	SV	85	287	361	321	217	135	139	141	139	130	117	100	78	53	24
	V	83	322	481	539	505	389	232	141	139	130	117	100	78	53	24
	JV	41	180	335	452	511	506	437	316	185	130	117	100	78	53	24
	JZ	24	53	78	128	230	335	409	435	409	335	230	128	78	53	24
	JZ	24	53	78	100	117	130	185	316	437	506	511	452	335	180	41
	Z	24	53	78	100	117	130	139	141	232	389	505	539	481	322	83
	SZ	24	53	78	100	117	130	139	141	139	135	217	321	361	287	85
		41	122	249	397	534	640	706	729	706	640	534	397	249	122	41

Celková intenzita sluneční radiace procházející oknem s jednoduchým zasklením a ocelovým rámem při průměrném znečištění atmosféry, pro 50° s.š.

Celková intenzita sluneční radiace

I_o

141 [W/m²]

ZÁKLADNÍ VÝPOČTY - SHRUTÍ

Sluneční deklinace δ

20,01 [°]

Sluneční azimut α

305 [°]

Azimutový úhel
normály stěny γ

0 [°]

Rozdíl azimutů $\alpha - \gamma$ [°]

305 [°]

Výška slunce nad
obzorem h

60,81 [°]

Intenzita celkové
sluneční radiace I_o

141 [W/m²]

Intenzita celkové
sluneční radiace $I_{i,dif}$

141 [W/m²]

Teplota venkovního
vzduchu t_e

30,0 [°C]

TEPELNÉ ZISKY Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ		Q_{out}	[kW]
a) Tepelná zátěž okny		$Q_{out,l}$	[kW]

Prostup tepla okny - **KONVEKCE**

$$Q_{ok} = U_o S_o (t_e - t_i) \quad [\text{kW}]$$

Č.		U	a	v	S_o	t_e	t_i	$(t_e - t_i)$	Q_{ok}
		W/m ² K	[m]	[m]	[m ²]	[K]	[K]	[K]	[kW]
1	OZN OKNO	1,00	2,50	1,50	3,8	-15,0	20,0	-35,0	-0,13

Prostup tepla okny - konvekce		Q_{ok}	-0,1	[kW]
-------------------------------	--	----------	------	--------

Prostup tepla okny - **RADIACE**

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_o \cdot c_o + (S_o - S_{os}) I_{od}] s \cdot n_o \quad [\text{kW}]$$

Č.		c_o	a	v	S_o	S_{os}	$S_o - S_{os}$	s	Q_{or}
		[-]	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[-]	[W]
1	OZN OKNO	1,00	3,00	1,50	4,5	1,0	3,5	0,2	133,2

Prostup tepla okny - radiace		Q_{or}	0,1	[kW]
------------------------------	--	----------	-----	--------

Druh zasklení	Stínící součinitel s [-]	Stínící prostředky	Stínící součinitel s [-]
jednoduché sklo	1,00	vnitřní žaluzie, lamely 45°, světlé	0,56
dvojité sklo	0,90	vnitřní žaluzie, lamely 45°, střední	0,65
jednoduché determální sklo	0,70	vnitřní žaluzie, lamely 45°, tmavé	0,75
out-determální, in-obyčejné	0,60	vnější žaluzie, lamely 45°, světlé	0,15
reflexní sklo jednoduché	0,70	vnější žaluzie, lamely 45°, 50/50	0,13
reflexní sklo dvojité	0,24	vnější markýzy	0,30
out-reflexní, in-obyčejné	0,60	meziokenní žaluzie	0,50
zdvojené reflexní sklo	0,30	reflexní záclony světlé	0,60
barevné vrstvy stříkané světlé	0,80	závěsy: bavlna, umělá vlákna	0,80
barevné vrstvy stříkané střední	0,70	reflexní záclony tmavé	0,70
reflexní folie tmavá	0,25		
reflexní folie světlá	0,42		
sklo s drátěnou vložkou	0,80		

Tabulka stínících součinitelů

Tepelná zátěž okny	$Q_{out,1}$	0,0	[kW]
b) Tepelný zisk neprůsvitnými konstrukcemi	$Q_{out,2}$		[kW]

a) Stěny lehké

$$Q_s = U \times S \times (t_r - t_i)$$

b) Stěny středně těžké

$$Q_s = U \times S [(t_{rm} - t_i) + m(t_{r\psi} - t_{rm})]$$

c) Stěny těžké

$$Q_s = U \times S \times (t_{rm} - t_i)$$

Č.	OZN	a	v	S	U	d	m	t _i	t _{rm}	ψ	t _{rψ}	Q _s
		[m]	[m]	[m ²]	[W/m ² K]	[m]	[-]	[°C]	[°C]	[-]	[°C]	[kW]
1	Stěna	4,80	4,32	16,2	0,12	0,50	0,10	20	29,7	15,5	23,2	0,02

Tepelný zisk neprůsvitnými konstrukcemi	$Q_{out,2}$	0,0	[kW]
---	-------------	-----	--------

c) Snížení tepelných zisků od osluněných oken	$Q_{out,3}$	[kW]
---	-------------	--------

$$\Delta Q = 0,05 \cdot M \cdot \Delta t \quad [kW]$$

Hmotnost vnitřních stěn	267,2	[kg]
Hmotnost stropní konstrukce	617,6	[kg]
Hmotnost podlahy	184,0	[kg]
Hmotnost celkem	1 068,8	[kg]

Tepelný zisky neprůsvitnými konstrukcemi	$Q_{out,3}$	0,1	[kW]
---	-------------------------------	------------	---------------

Tepelné zisky z vnějšího prostředí	Q_{out}	0,0	[kW]
---	-----------------------------	------------	---------------

Celkový tepelný zisk místnosti	Q	0,7	[kW]
---------------------------------------	-----------------------	------------	---------------

TEPELNÉ ZISKY - VSTUPNÍ HODNOTY

Výpočtová teplota

Venkovní výpočtová teplota	-15 [°C]
Výpočtová teplota sousedního prostoru	18 [°C]
Výpočtová teplota zeminy	5 [°C]

Odpor při přestupu tepla - vnitřní R_{si}

stěna (horizontální tepelný tok)	0,13 [m^2K/W]
střecha (tepelný tok vzhůru)	0,12 [m^2K/W]
Podlaha (tepelný tok dolů)	0,17 [m^2K/W]

Odpor při přestupu tepla - vnější R_{se}

vnější konstrukce	0,04 [m^2K/W]
konstrukce přilehlá k zemině	0,00 [m^2K/W]

Součinitel prostupu tepla konstrukcí U:

Výplně otvorů	1,00 [W/m^2K]
---------------	-------------------

TEPELNÉ ZISKY - VÝPOČET

ČÍSLO MÍSTNOSTI:

NÁZEV MÍSTNOSTI:

SBOROVNA

VÝPOČTOVÁ TEPLOTA INTERIÉRU: 20 [°C]

VÝPOČTOVÁ TEPLOTA EXTERIÉRU: -15 [°C]

POČET OSOB V MÍSTNOSTI: 13

TEPELNÉ ZISKY OD VNITŘNÍCH ZDROJŮ TEPLA Q_{in} [kW]

a) Tepelné zisky od lidí $Q_{in,1}$ [kW]

Činnost lidí	Místo činnosti	Hodnoty metabolického tepla [W]	Produkce tepla lidí $Q_{in,1}$ ve W pro teplotu vzduchu v °C									
			21		24		25		26		28	
			teplo citelné	vodní pára	teplo citelné	vodní pára	teplo citelné	vodní pára	teplo citelné	vodní pára	teplo citelné	vodní pára
			[W]	[g/h]	[W]	[g/h]	[W]	[g/h]	[W]	[g/h]	[W]	[g/h]
sedící, odpočívající	dívaldo, kino	115	93	33	74	60	68	70	62	79	50	97
sedící, mírně aktivní	kanceláře, byt	140	93	70	74	98	68	107	62	116	50	135
stojící, lehká práce, vaření	obchody, sklady	150	90	89	72	116	66	125	60	134	48	152
chodící, přecházející	obchodní domy, banky	160	96	95	77	124	70	134	64	143	51	162
náročnější fyzická práce	dílny	240	99	203	79	226	73	234	66	244	53	262
mírný tanec		260	116	215	92	250	85	261	77	273	62	296

Pokud je teplota vzduchu <26°C - korekce dle vztahu:

$$Q_{in,1} = i_1 \times 6,2 \times (36 - t_i) \quad [W]$$

$$i_1 \quad - \quad \text{počet lidí} \quad [-]$$

$$t_i \quad - \quad \text{teplota interiéru} \quad [^\circ C]$$

Při různorodém složení skupiny se provede přepočít na ekvivalentní počet i_1 dle vztahu:

$$i_1 = 0,85_{iz} \times 0,75id + i_m \quad [-]$$

Tepelné zisky od lidí

$Q_{in,1}$

1,29

[kW]

b) Tepelné zisky od osvětlení

 $Q_{in,2}$ [kW]

Pracoviště	Intenzita osvětlení [lx]	Produkce tepla	
		žárovky [W/m ²]	zářivky [W/m ²]
Skladiště, byty, restaurace, divadla	120	20 ~ 30	7 ~ 9
Učebny, pokladny, jednoduchá montáž	250	40 ~ 55	13 ~ 18
Kanceláře, čítárny, výzkum, pracoviště, výpočetní stř.	500	75 ~ 105	25 ~ 35
Výstavy, obchodní domy, jemná montáž	750	115 ~ 160	38 ~ 53
Montáž elektrotechniky, retuš	1 000	-	50 ~ 70
Náročnější jemná montáž, elektronika	1 500	-	75 ~ 105
Hodinářství, subminiaturní elektronika	2 000	-	100 ~ 140
Televizní studia	nad 2 000	-	nad 140

Tepelné zisky od osvětlení

 $Q_{in,2}$

0,9 [kW]

b) Tepelné zisky od technologie

 $Q_{in,3}$ [kW]

$$Q_{in,3} = c_1 \times c_2 \times c_3 \times \sum P \quad [\text{kW}]$$

P elektrický příkon zařízení [W]

c_1 součinitel současnosti zdroje tepla [-]

c_2 zbytkový součinitel, bez lokálního odsávání
 $c_2 = 1$ [-]

c_3 součinitel zatížení (využití) technologie -
respektuje také předimenzování zařízení [-]

$$Q_{in,3} = c_1 \times c_2 \times c_3 \times P$$

Tepelné zisky od technologie

 $Q_{in,3}$

0 [kW]

d) Tepelné zisky od elektronického vybavení

$Q_{in,4}$ [kW]

Pokud je trvalý příkon < 100 W, není třeba zdroj uvažovat.

	Provoz	Útlum
Průměrná hodnota	55	35
Bezpečná hodnota	65	40
Velmi bezpečná hodnota	75	45

Přehled výkonů počítačů. [W]

	Provoz	Útlum
Malý monitor 13" - 15"	55	35
Střední monitor 16" - 18"	70	70
Velký monitor 19" - 20"	80	80

Přehled výkonů monitorů. [W]

Velikost zařízení	max výkon [W]	list/ min [W]
Malá stolní	400	85
Velké kancelářské	1 100	400

Přehled výkonů kopírovacích strojů.

Velikost zařízení	max výkon [W]	list/ min [W]	Útlum
Malá stolní	130	75	35
Stolní	215	100	70
Malé kancelářské	320	160	80
Velké kancelářské	550	275	81

Přehled výkonů laserových tiskáren.

Zařízení	Provoz	Útlum
Fax	30	15
Scanner	25	15
Jehličková tiskárna	50	25

Přehled výkonů ostatních kancelářských zařízení. [W]

Tepelné zisky od elektronického vybavení

$Q_{in,4}$

0,5 [kW]

e) Tepelné zisky od pokrmů

$Q_{in,5}$

[kW]

- produkce tepla u jednoho jídelního stolu 5 Wh
- produkce páry 10g
- v restauracích 1. a 2. třídy se počítá 1 jídlo/h na jedno místo u stolu
- v restauracích 3. a 4. třídy se počítá 2 jídla/h na jedno místo u stolu
- v závodních jídelnách se počítá 3 jídla/h na jedno místo u stolu

Tepelné zisky od pokrmů

$Q_{in,5}$

0,3 [kW]

Tepelné zisky od vnitřních zdrojů

Q_{in}

2,99

[kW]

ZÁKLADNÍ VÝPOČTY

Výpočet polohy slunce

Sluneční deklinace δ a výška slunce nad obzorem h

Měsíc	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen
δ [°]	0,0	11,8	20,4	23,5	20,4	11,8	0,0	-11,8

Sluneční deklinace v jednotlivých měsících (vždy ke 21. dni v měsíci)

<https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/54-vypocet-osluneni-zastineni-okenni-plochy>

Výpočet platí pro orientaci okna kolmo ke směru slunečních paprsků a SEČ (středoevropský čas)

Město	Brno	Šířka zdi	X = 0,5 m
Zeměpisná šířka $\varphi =$	49,2 °	Výška okna	Y = 1,500 m
Charakteristické dny	Červenec	Vodorovná vzdálenost zasklení od vnějšího líce zdi	dXs = 0,2 m
Den. Měsíc.	23 / 07	Svislá vzdálenost stínící hrany od horní hrany okna	dY = 0,500 m
Čas	12 / 00	Vodorovná vzdálenost stínící hrany od vnějšího líce zdi	dX = 0 m
Deklinace Slunce $\delta =$	20,01 °		
Výška Slunce nad obzorem $h =$	60,81 °		

Zastíněná plocha okna S = 23,9 % Délka stínu l = 0,358 m

Sluneční deklinace
 δ
20,01 [°]

Výška slunce nad
obzorem **h**
60,81 [°]

Sluneční azimut **α**
10 [°]

Sluneční azimut **γ**
315 [°]

Rozdíl azimutů $\alpha - \gamma$
[°]
305 [°]

Azimutový úhel normály stěny γ

S. strana	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ
γ [°]	0	45	90	135	180	225	270	315

Hodnoty azimutu stěny pro jednotlivé světové strany

Intenzita sluneční radiace

Intenzita přímé sluneční radiace I_D

$$I_D = I_0 \exp \left[-0,097 z (\sin h)^{-0,8} \right]$$

kde I_0 sluneční konstanta $I_0 = 1350 \text{ [W/m}^2\text{]}$
 z součinitel znečištění atmosféry [-]

Součinitel znečištění atmosféry z

Měsíc	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen
z [-]	3,0	4,0	4,0	5,0	5,0	4,0	4,0	3,0

Doporučené hodnoty součinitele atmosféry v jednotlivých měsících.

Intenzita přímé sluneční radiace dopadající na orientovanou plochu I_{DS}

$$I_{DS} = I_0 \exp \left[-0,097 z (\sin h)^{-0,8} \right] \cos \theta$$

Součinitel znečištění atmosféry z

$$z = \frac{\ln(I_D / I_0)}{\ln(I_\xi / I_0)}$$

kde I_ξ intenzita sluneční radiace při průchodu čistou atmosférou $[\text{W/m}^2\text{K}]$

Intenzita difusní sluneční radiace I_d

$$I_d = \left[1350 - I_D - (1080 - 1,4 I_D) \sin^2 \frac{\alpha}{2} \right] \frac{\sinh}{3}$$

Intenzita celkové sluneční radiace I_c

$$I_c = I_{DS} + I_d$$

Intenzita sluneční radiace procházející standartním zasklením

Celková propustnost difusní sluneční radiace T_d standartním sklem

$$T_d = 0,85 \text{ [-]}$$

Celková intenzita sluneční radiace standartním sklem I_o

$$I_o = I_{DS} T_D + I_d T_d$$

21. července, z=5	S	45	87	80	100	117	130	139	141	139	130	117	100	80	87	45
	SV	85	287	361	321	217	135	139	141	139	130	117	100	78	53	24
	V	83	322	481	539	505	389	232	141	139	130	117	100	78	53	24
	JV	41	180	335	452	511	506	437	316	185	130	117	100	78	53	24
	JV	24	53	78	128	230	335	409	435	409	335	230	128	78	53	24
	JZ	24	53	78	100	117	130	185	316	437	506	511	452	335	180	41
	Z	24	53	78	100	117	130	139	141	232	389	505	539	481	322	83
	SZ	24	53	78	100	117	130	139	141	139	135	217	321	361	287	85
		41	122	249	397	534	640	706	729	706	640	534	397	249	122	41

Celková intenzita sluneční radiace procházející oknem s jednoduchým zasklením a ocelovým rámem při průměrném znečištění atmosféry, pro 50° s.š.

Celková intenzita sluneční radiace

I_o

141 [W/m²]

ZÁKLADNÍ VÝPOČTY - SHRUTÍ

Sluneční deklinace δ

20,01 [°]

Sluneční azimut α

10 [°]

Azimutový úhel
normály stěny γ

315 [°]

Rozdíl azimutů $\alpha - \gamma$ [°]

305 [°]

Výška slunce nad
obzorem h

60,81 [°]

Intenzita celkové
sluneční radiace I_o

141 [W/m²]

Intenzita celkové
sluneční radiace $I_{i,dif}$

141 [W/m²]

Teplota venkovního
vzduchu t_e

30,0 [°C]

TEPELNÉ ZISKY Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ		Q_{out}	[kW]
a) Tepelná zátěž okny		$Q_{out,l}$	[kW]

Prostup tepla okny - **KONVEKCE**

$$Q_{ok} = U_o S_o (t_e - t_i) \quad [\text{kW}]$$

Č.	OZN	U	a	v	S_o	t_e	t_i	$(t_e - t_i)$	Q_{ok}
		W/m ² K	[m]	[m]	[m ²]	[K]	[K]	[K]	[kW]
1	2x OKNO 2,5x1,5	1,00	2,50	1,50	7,5	-15,0	22,0	-37,0	-0,28
2	2x OKNO 1,5x2,0	1,00	1,50	2,00	6,0	-15,0	22,0	-37,0	-0,22

Prostup tepla okny - konvekce	Q_{ok}	-0,5	[kW]
-------------------------------	----------	------	--------

Prostup tepla okny - **RADIACE**

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_{o \cdot} \cdot c_o + (S_o - S_{os}) I_{od}] s \cdot n_o \quad [\text{kW}]$$

Č.	OZN	c_o	a	v	S_o	S_{os}	$S_o - S_{os}$	s	Q_{or}
		[-]	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[-]	[W]
1	4X OKNO 2x2	1,00	2,50	1,50	7,5	1,7	5,8	0,1	124
2	OKNO 1,5x2,0	1,00	1,50	2,00	6,0	1,4	4,6	0,1	99,0

Prostup tepla okny - radiace	Q_{or}	0,2	[kW]
------------------------------	----------	-----	--------

Druh zasklení	Stínící součinitel s [-]	Stínící prostředky	Stínící součinitel s [-]
jednoduché sklo	1,00	vnitřní žaluzie, lamely 45°, světlé	0,56
dvojité sklo	0,90	vnitřní žaluzie, lamely 45°, střední	0,65
jednoduché determální sklo	0,70	vnitřní žaluzie, lamely 45°, tmavé	0,75
out-determální, in-obyčejné	0,60	vnější žaluzie, lamely 45°, světlé	0,15
reflexní sklo jednoduché	0,70	vnější žaluzie, lamely 45°, 50/50	0,13
reflexní sklo dvojité	0,24	vnější markýzy	0,30
out-reflexní, in-obyčejné	0,60	meziokenní žaluzie	0,50
zdvojené reflexní sklo	0,30	reflexní záclony světlé	0,60
barevné vrstvy stříkané světlé	0,80	závěsy: bavlna, umělá vlákna	0,80
barevné vrstvy stříkané střední	0,70	reflexní záclony tmavé	0,70
reflexní folie tmavá	0,25		
reflexní folie světlá	0,42		
sklo s drátěnou vložkou	0,80		

Tabulka stínících součinitelů

Tepelná zátěž okny	$Q_{out,1}$	-0,3	[kW]
b) Tepelný zisky neprůsvitnými konstrukcemi	$Q_{out,2}$	[kW]	

a) Stěny lehké

$$Q_s = U \times S \times (t_r - t_i)$$

b) Stěny středně těžké

$$Q_s = U \times S[(t_{rm} - t_i) + m(t_{r\psi} - t_{rm})]$$

c) Stěny těžké

$$Q_s = U \times S \times (t_{rm} - t_i)$$

Č.	OZN	a	v	S	U	d	m	t _i	t _{rm}	ψ	t _{rψ}	Q _s
		[m]	[m]	[m ²]	[W/m ² K]	[m]	[-]	[°C]	[°C]	[-]	[°C]	[kW]
1	Stěna	22,9	4,32	85	0,13	0,50	0,10	22	29,7	15,5	23,2	0,08

Tepelný zisky neprůsvitnými konstrukcemi	$Q_{out,2}$	0,1	[kW]
--	-------------	-----	--------

c) Snížení tepelných zisků od osluněných oken	$Q_{out,3}$	[kW]
---	-------------	--------

$$\Delta Q = 0,05 \cdot M \cdot \Delta t \quad [\text{kW}]$$

Hmotnost stěn	267,2	[kg]
Hmotnost stropní konstrukce	617,6	[kg]
Hmotnost podlahy	184,0	[kg]
Hmotnost celkem	783,7	[kg]

Tepelný zisky neprůsvitnými konstrukcemi	$Q_{out,3}$	0,0	[kW]
---	-------------	------------	---------------

Tepelné zisky z vnějšího prostředí	Q_{out}	-0,2	[kW]
---	-----------	-------------	---------------

Celkový tepelný zisk místnosti	Q	2,8	[kW]
---------------------------------------	----------	------------	---------------

TEPELNÉ ZISKY - VSTUPNÍ HODNOTY

Výpočtová teplota

Venkovní výpočtová teplota	-15 [°C]
Výpočtová teplota sousedního prostoru	18 [°C]
Výpočtová teplota zeminy	5 [°C]

Odpor při přestupu tepla - vnitřní R_{si}

stěna (horizontální tepelný tok)	0,13 [m^2K/W]
střecha (tepelný tok vzhůru)	0,10 [m^2K/W]
Podlaha (tepelný tok dolů)	0,17 [m^2K/W]

Odpor při přestupu tepla - vnější R_{se}

vnější konstrukce	0,04 [m^2K/W]
konstrukce přilehlá k zemině	0,00 [m^2K/W]

Součinitel prostupu tepla konstrukcí U:

Výplně otvorů	1,00 [W/m^2K]
---------------	-------------------

TEPELNÉ ZISKY - VÝPOČET

ČÍSLO MÍSTNOSTI:

NÁZEV MÍSTNOSTI:

KANCELÁŘ

VÝPOČTOVÁ TEPLOTA INTERIÉRU: 20 [°C]

VÝPOČTOVÁ TEPLOTA EXTERIÉRU: -15 [°C]

POČET OSOB V MÍSTNOSTI: 2

TEPELNÉ ZISKY OD VNITŘNÍCH ZDROJŮ TEPLA Q_{in} [kW]

a) Tepelné zisky od lidí $Q_{in,1}$ [kW]

Činnost lidí	Místo činnosti	Hodnoty metabolického tepla [W]	Produkce tepla lidí $Q_{in,1}$ ve W pro teplotu vzduchu v °C									
			21		24		25		26		28	
			teplo citelné	vodní pára	teplo citelné	vodní pára	teplo citelné	vodní pára	teplo citelné	vodní pára	teplo citelné	vodní pára
			[W]	[g/h]	[W]	[g/h]	[W]	[g/h]	[W]	[g/h]	[W]	[g/h]
sedící, odpočívající	dívaldo, kino	115	93	33	74	60	68	70	62	79	50	97
sedící, mírně aktivní	kanceláře, byt	140	93	70	74	98	68	107	62	116	50	135
stojící, lehká práce, vaření	obchody, sklady	150	90	89	72	116	66	125	60	134	48	152
chodící, přecházející	obchodní domy, banky	160	96	95	77	124	70	134	64	143	51	162
náročnější fyzická práce	dílny	240	99	203	79	226	73	234	66	244	53	262
mírný tanec		260	116	215	92	250	85	261	77	273	62	296

Pokud je teplota vzduchu <26°C - korekce dle vztahu:

$$Q_{in,1} = i_1 \times 6,2 \times (36 - t_i) \quad [W]$$

$$i_1 \quad - \quad \text{počet lidí} \quad [-]$$

$$t_i \quad - \quad \text{teplota interiéru} \quad [^\circ C]$$

Při různorodém složení skupiny se provede přepočít na ekvivalentní počet i_1 dle vztahu:

$$i_1 = 0,85_{iz} \times 0,75id + i_m \quad [-]$$

Tepelné zisky od lidí $Q_{in,1}$ 0,20 [kW]

b) Tepelné zisky od osvětlení

 $Q_{in,2}$

[kW]

Pracoviště	Intenzita osvětlení [lx]	Produkce tepla	
		žárovky [W/m ²]	zářivky [W/m ²]
Skladiště, byty, restaurace, divadla	120	20 ~ 30	7 ~ 9
Učebny, pokladny, jednoduchá montáž	250	40 ~ 55	13 ~ 18
Kanceláře, čítárny, výzkum, pracoviště, výpočetní stř.	500	75 ~ 105	25 ~ 35
Výstavy, obchodní domy, jemná montáž	750	115 ~ 160	38 ~ 53
Montáž elektrotechniky, retuš	1 000	-	50 ~ 70
Náročnější jemná montáž, elektronika	1 500	-	75 ~ 105
Hodinářství, subminiaturní elektronika	2 000	-	100 ~ 140
Televizní studia	nad 2 000	-	nad 140

Tepelné zisky od osvětlení

 $Q_{in,2}$

0,27

[kW]

b) Tepelné zisky od technologie

 $Q_{in,3}$

[kW]

$$Q_{in,3} = c_1 \times c_2 \times c_3 \times \sum P \quad [\text{kW}]$$

P elektrický příkon zařízení [W]

c_1 součinitel současnosti zdroje tepla [-]

c_2 zbytkový součinitel, bez lokálního odsávání
 $c_2 = 1$ [-]

c_3 součinitel zatížení (využití) technologie -
respektuje také předimenzování zařízení [-]

$$Q_{in,3} = c_1 \times c_2 \times c_3 \times P$$

Tepelné zisky od technologie

 $Q_{in,3}$

0

[kW]

d) Tepelné zisky od elektronického vybavení

$Q_{in,4}$ [kW]

Pokud je trvalý příkon < 100 W, není třeba zdroj uvažovat.

	Provoz	Útlum
Průměrná hodnota	55	35
Bezpečná hodnota	65	40
Velmi bezpečná hodnota	75	45

Přehled výkonů počítačů. [W]

	Provoz	Útlum
Malý monitor 13" - 15"	55	35
Střední monitor 16" - 18"	70	70
Velký monitor 19" - 20"	80	80

Přehled výkonů monitorů. [W]

Velikost zařízení	max výkon [W]	list/ min [W]
Malá stolní	400	85
Velké kancelářské	1 100	400

Přehled výkonů kopírovacích strojů.

Velikost zařízení	max výkon [W]	list/ min [W]	Útlum
Malá stolní	130	75	35
Stolní	215	100	70
Malé kancelářské	320	160	80
Velké kancelářské	550	275	81

Přehled výkonů laserových tiskáren.

Zařízení	Provoz	Útlum
Fax	30	15
Scanner	25	15
Jehličková tiskárna	50	25

Přehled výkonů ostatních kancelářských zařízení. [W]

Tepelné zisky od elektronického vybavení

$Q_{in,4}$

0,6 [kW]

e) Tepelné zisky od pokrmů

$Q_{in,5}$

[kW]

- produkce tepla u jednoho jídelního stolu 5 Wh
- produkce páry 10g
- v restauracích 1. a 2. třídy se počítá 1 jídlo/h na jedno místo u stolu
- v restauracích 3. a 4. třídy se počítá 2 jídla/h na jedno místo u stolu
- v závodních jídelnách se počítá 3 jídla/h na jedno místo u stolu

Tepelné zisky od pokrmů

$Q_{in,5}$

0,0 [kW]

Tepelné zisky od vnitřních zdrojů

Q_{in}

1,06 [kW]

ZÁKLADNÍ VÝPOČTY

Výpočet polohy slunce

Sluneční deklinace δ a výška slunce nad obzorem h

Měsíc	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen
δ [°]	0,0	11,8	20,4	23,5	20,4	11,8	0,0	-11,8

Sluneční deklinace v jednotlivých měsících (vždy ke 21. dni v měsíci)

<https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/54-vypocet-osluneni-zastineni-okenni-plochy>

Výpočet platí pro orientaci okna kolmo ke směru slunečních paprsků a SEČ (středoevropský čas)

Město:

Zeměpisná šířka φ = °

Charakteristické dny:

Den, Měsíc:

Čas:

Deklinace Slunce δ = ° ???

Výška Slunce nad obzorem h = ° ???

Šířka zdi X = m

Výška okna Y = m

Vodorovná vzdálenost zasklení od vnějšího líce zdi dX_s = m

Svislá vzdálenost stínící hrany od horní hrany okna dY = m

Vodorovná vzdálenost stínící hrany od vnějšího líce zdi dX = m

Zastíněná plocha okna S = %

Délka stínu l = m ???

Sluneční deklinace δ
20,01 [°]

Výška slunce nad obzorem h
60,81 [°]

Sluneční azimut α
10 [°]

Sluneční azimut γ
45 [°]

Rozdíl azimutů $\alpha - \gamma$
[°]
35 [°]

Azimutový úhel normály stěny γ

S. strana	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ
γ [°]	0	45	90	135	180	225	270	315

Hodnoty azimutu stěny pro jednotlivé světové strany

Intenzita sluneční radiace

Intenzita přímé sluneční radiace I_D

$$I_D = I_0 \exp \left[-0,097 z (\sin h)^{-0,8} \right]$$

kde I_0 sluneční konstanta $I_0 = 1350 \text{ [W/m}^2\text{]}$
 z součinitel znečištění atmosféry [-]

Součinitel znečištění atmosféry z

Měsíc	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen
z [-]	3,0	4,0	4,0	5,0	5,0	4,0	4,0	3,0

Doporučené hodnoty součinitele atmosféry v jednotlivých měsících.

Intenzita přímé sluneční radiace dopadající na orientovanou plochu I_{DS}

$$I_{DS} = I_0 \exp \left[-0,097 z (\sin h)^{-0,8} \right] \cos \theta$$

Součinitel znečištění atmosféry z

$$z = \frac{\ln(I_D / I_0)}{\ln(I_\xi / I_0)}$$

kde I_ξ intenzita sluneční radiace při průchodu čistou atmosférou $[\text{W/m}^2\text{K}]$

Intenzita difusní sluneční radiace I_d

$$I_d = \left[1350 - I_D - (1080 - 1,4 I_D) \sin^2 \frac{\alpha}{2} \right] \frac{\sinh}{3}$$

Intenzita celkové sluneční radiace I_c

$$I_c = I_{DS} + I_d$$

Intenzita sluneční radiace procházející standartním zasklením

Celková propustnost difusní sluneční radiace T_d standartním sklem

$$T_d = 0,85 \text{ [-]}$$

Celková intenzita sluneční radiace standartním sklem I_o

$$I_o = I_{DS} T_D + I_d T_d$$

21. července, z=5	S	45	87	80	100	117	130	139	141	139	130	117	100	80	87	45
	SV	85	287	361	321	217	135	139	141	139	130	117	100	78	53	24
	V	83	322	481	539	505	389	232	141	139	130	117	100	78	53	24
	JV	41	180	335	452	511	506	437	316	185	130	117	100	78	53	24
	JZ	24	53	78	128	230	335	409	435	409	335	230	128	78	53	24
	JZ	24	53	78	100	117	130	185	316	437	506	511	452	335	180	41
	Z	24	53	78	100	117	130	139	141	232	389	505	539	481	322	83
	SZ	24	53	78	100	117	130	139	141	139	135	217	321	361	287	85
		41	122	249	397	534	640	706	729	706	640	534	397	249	122	41

Celková intenzita sluneční radiace procházející oknem s jednoduchým zasklením a ocelovým rámem při průměrném znečištění atmosféry, pro 50° s.š.

Celková intenzita sluneční radiace

I_o

141 [W/m²]

ZÁKLADNÍ VÝPOČTY - SHRUTÍ

Sluneční deklinace δ

20,01 [°]

Sluneční azimut α

10 [°]

Azimutový úhel
normály stěny γ

45 [°]

Rozdíl azimutů $\alpha - \gamma$ [°]

35 [°]

Výška slunce nad
obzorem h

60,81 [°]

Intenzita celkové
sluneční radiace I_o

141 [W/m²]

Intenzita celkové
sluneční radiace $I_{i,dif}$

141 [W/m²]

Teplota venkovního
vzduchu t_e

30,0 [°C]

TEPELNÉ ZISKY Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ		Q_{out}	[kW]
a) Tepelná zátěž okny		$Q_{out,l}$	[kW]

Prostup tepla okny - **KONVEKCE**

$$Q_{ok} = U_o S_o (t_e - t_i) \quad [\text{kW}]$$

Č.	OZN	U	a	v	S_o	t_e	t_i	$(t_e - t_i)$	Q_{ok}
		W/m ² K	[m]	[m]	[m ²]	[K]	[K]	[K]	[kW]
1	OKNO	1,00	2,50	1,50	3,8	-15,0	20,0	-35,0	-0,13
2	OKNO	1,00	0,75	2,00	1,5	-15,0	20,0	-35,0	-0,05

Prostup tepla okny - konvekce	Q_{ok}	-0,2	[kW]
-------------------------------	----------	------	--------

Prostup tepla okny - **RADIACE**

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_o \cdot c_o + (S_o - S_{os}) I_{od}] s \cdot n_o \quad [\text{kW}]$$

Č.	OZN	c_o	a	v	S_o	S_{os}	$S_o - S_{os}$	s	Q_{or}
		[-]	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[-]	[W]
1	OKNO	1,00	3,00	1,50	4,5	1,0	3,5	0,1	74,2
2	OKNO	1,00	0,75	2,00	1,5	0,3	1,2	0,1	24,7

Prostup tepla okny - radiace	Q_{or}	0,1	[kW]
------------------------------	----------	-----	--------

Druh zasklení	Stínící součinitel s [-]	Stínící prostředky	Stínící součinitel s [-]
jednoduché sklo	1,00	vnitřní žaluzie, lamely 45°, světlé	0,56
dvojité sklo	0,90	vnitřní žaluzie, lamely 45°, střední	0,65
jednoduché determální sklo	0,70	vnitřní žaluzie, lamely 45°, tmavé	0,75
out-determální, in-obyčejné	0,60	vnější žaluzie, lamely 45°, světlé	0,15
reflexní sklo jednoduché	0,70	vnější žaluzie, lamely 45°, 50/50	0,13
reflexní sklo dvojité	0,24	vnější markýzy	0,30
out-reflexní, in-obyčejné	0,60	meziokenní žaluzie	0,50
zdvojené reflexní sklo	0,30	reflexní záclony světlé	0,60
barevné vrstvy stříkané světlé	0,80	závěsy: bavlna, umělá vlákna	0,80
barevné vrstvy stříkané střední	0,70	reflexní záclony tmavé	0,70
reflexní folie tmavá	0,25		
reflexní folie světlá	0,42		
sklo s drátěnou vložkou	0,80		

Tabulka stínících součinitelů

Tepelná zátěž okny	$Q_{out,1}$	-0,1	[kW]
b) Tepelný zisky neprůsvitnými konstrukcemi	$Q_{out,2}$	[kW]	

a) Stěny lehké

$$Q_s = U \times S \times (t_r - t_i)$$

b) Stěny středně těžké

$$Q_s = U \times S[(t_{rm} - t_i) + m(t_{r\psi} - t_{rm})]$$

c) Stěny těžké

$$Q_s = U \times S \times (t_{rm} - t_i)$$

Č.	OZN	a	v	S	U	d	m	t _i	t _{rm}	ψ	t _{rψ}	Q _s
		[m]	[m]	[m ²]	[W/m ² K]	[m]	[-]	[°C]	[°C]	[-]	[°C]	[kW]
1	Stěna	6,10	4,32	21,9	0,12	0,50	0,10	20	29,7	15,5	23,2	0,02

Tepelný zisky neprůsvitnými konstrukcemi	$Q_{out,2}$	0,0	[kW]
--	-------------	-----	--------

c) Snížení tepelných zisků od osluněných oken	$Q_{out,3}$	[kW]
---	-------------	--------

$$\Delta Q = 0,05 \cdot M \cdot \Delta t \quad [\text{kW}]$$

Hmotnost vnitřních stěn	267,2	[kg]
Hmotnost stropní konstrukce	617,6	[kg]
Hmotnost podlahy	184,0	[kg]
Hmotnost celkem	1 068,8	[kg]

Tepelný zisky neprůsvitnými konstrukcemi	$Q_{out,3}$	0,1	[kW]
---	-------------	------------	---------------

Tepelné zisky z vnějšího prostředí	Q_{out}	-0,1	[kW]
---	-----------	-------------	---------------

Celkový tepelný zisk místnosti	Q	0,9	[kW]
---------------------------------------	----------	------------	---------------