

Mašus (výkonný redaktor) —
Ing. V. Chalupová, CSc. —
g. B. Jelen — Ing. L. Kubí-
Ing. J. Valchář, CSc.

ního záření	1
a stájové mikroklima	19
na pochod sušení při	27
zu vzduchové neprů- ní analýzy	33
vu hotelu FORUM —	39
hlediska klimatických	43
as of solar radiation	1
rol upon microclima	19
perature upon the upply	27
the airborne sound- ave frequency ana-	33
hotel building Fo-	39
heating season 1985/	43

PŘÍMÉ VYTÁPĚNÍ BUDOV ENERGIÍ SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ

DOC. ING. DR. JAROMÍR CIHELKA

V článku jsou na základě rozboru energetické bilance objasněny možnosti přímého (pasivního) využití energie slunečního záření pro vytápění budov a je uveden postup výpočtu hlavních prvků tohoto způsobu vytápění.

V našich podmínkách je možno s výhodou využít zejména slunečních oken, jejichž přínos ke spotřebě energie pro vytápění může dosáhnout až 60 %. Použití slunečních skleníků a slunečních akumulčních stěn se patrně omezí na výjimečné případy v individuální výstavbě.

Recenzoval: Ing. Karel Brož, CSc.

1. VŠEOBECNĚ O PASÍVNÍCH VYTÁPĚCÍCH SYSTÉMECH

Energii slunečního záření lze pro účely vytápění zachycovat nejen poměrně složitým strojním zařízením se slunečními kolektory, ale také přímo stavbou, pomocí vhodně umístěných a vhodně upravených prvků stavební konstrukce. V tomto případě mluvíme o tzv. pasivním způsobu vytápění na rozdíl od prvního způsobu, který nazýváme způsobem aktivním.

V souvislosti s pasivním vytápěním se také mluví o tzv. sluneční architektuře, při níž je stavba účelně přizpůsobena prostředí tak, aby kladných účinků (např. slunečního záření v zimě) bylo co nejvíce využito, a naopak záporné účinky (např. sluneční záření v létě, vítr apod.) byly co nejvíce potlačeny. Výsledkem pak je podstatné snížení provozních nákladů na vytápění a klimatizaci při přiměřených nákladech investičních.

V podstatě však není sluneční architektura nic nového. Představuje jen návrat k dávným tradicím, přizpůsobený požadavkům moderní stavební techniky. Již v dřívějších dobách vytvářeli architekti domy v plné míře přizpůsobené danému přírodnímu prostředí; příkladů by bylo možno uvést celou řadu.

Klimatické a geografické podmínky jsou různé na různých místech naší planety, a proto nemůže být sluneční architektura kosmopolitní, ale musí být přizpůsobena danému prostředí. Pro nás jsou rozhodující podmínky našeho státu ležícího ve středu Evropy přibližně na 50° s. š. S těmito podmínkami bude také počítáno ve všech úvahách v tomto článku.

Základním elementem pasivního vytápění je zasklená plocha na maximálně osluněné jižní straně budovy, která slouží k zachycování energie slunečního záření. Pro zimní období, kdy slunce prochází poměrně nízko nad obzorem, jsou nejvýhodnější strmě šikmé až svislé plochy s úhlem sklonu 60° až 90°. To je výhodné pro pasivní vytápění, neboť svislá plocha je optimální také z konstrukčního a provozního hlediska. Přitom na svislou plochu dopadá v letním období méně energie než na plochu skloněnou, a kromě toho ji lze poměrně snadno chránit proti nadměrnému oslunění, např. předsunutou stříškou. Lze tedy říci, že svislá zasklená plocha je výhodná jak z hlediska zimního, tak také z hlediska letního provozu.

Zasklená plocha jako základní element je uplatněna u všech hlavních prvků



pasivních vytápěcích systémů, ke kterým se počítá sluneční okno, sluneční skleník a sluneční akumulaciční stěna.

Stavba, která má být vytápěna pasivním systémem, musí splňovat tyto požadavky:

a) Musí být vhodně umístěna v krajině, tj. výhled na jižní stranu musí být otevřený, nezastíněný okolními domy nebo stále zelenými vysokými stromy. Naopak ze strany s převládajícími větry musí být stavba chráněna svahem nebo alespoň lesem.

b) Rozmístění místností v budově musí odpovídat požadavkům pasivního slunečního vytápění, tj. trvale obývané místnosti musí být na jižní straně, a naopak pomocné místnosti na straně severní.

c) Stavba musí být dokonale tepelně izolována a její obvodový plášť dobře utěsněn. Okna u místností na sever mají být jen velmi malá a trojitě zasklená. Výměna vzduchu má být maximálně 0,5násobná za hodinu. Měrná tepelná ztráta by neměla být větší než $1,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ vztaženo k 1 m^2 půdorysné plochy vytápěných místností, tj. asi $0,5 \text{ W/m}^3 \text{ K}$ vztaženo k 1 m^3 vytápěného prostoru.

d) Hodnotě zachycené energie slunečního záření musí odpovídat akumulaciční schopnost stavby. V porovnání s maximálně odlehčenými moderními stavbami to znamená podstatné zvětšení akumulaciční schopnosti.

e) Pro dny bez slunečního svitu a dále pro nejchladnější měsíce otopného období (prosinec, leden a únor) je nutno zajistit doplňkové vytápění tradičním způsobem.

2. ENERGIE SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ

Podkladem pro výpočet energie procházející zasklenými prvky pasivních vytápěcích systémů je tzv. globální sluneční záření dopadající za určitý čas (zpravidla za měsíc) na vodorovnou plochu. U nás v ČSSR je síť meteorologických stanic, kde se

Tab. 1. Globální záření Q_G [kWh/m^2] a poměrná doba slunečního svitu $\bar{\tau} = \tau_{\text{skut}}/\tau_{\text{teor}}$ pro místa v ČSR a SSR; platí pro místa v nadmořské výšce do 600 m

Měsíc	ČSR		SSR	
	Q_G [kWh/m^2]	$\bar{\tau}$	Q_G [kWh/m^2]	$\bar{\tau}$
I	12,4	0,20	14,9	0,25
II	28,6	0,30	31,9	0,35
III	71,6	0,40	78,1	0,45
IV	105,9	0,45	114,6	0,50
V	148,2	0,50	159,3	0,55
VI	168,0	0,55	180,0	0,60
VII	159,3	0,55	170,5	0,60
VIII	127,4	0,55	136,4	0,60
IX	82,5	0,50	88,8	0,55
X	35,4	0,35	42,8	0,45
XI	12,0	0,20	14,4	0,25
XII	6,8	0,15	8,7	0,20
za celý rok	957,8		1 040,4	

měří globální sluneční záření za dlouhodobé období, které má protáhnout do 600 m jen m

Tab. 2. Korekční koeficienty

Měsíc
XII XI—I X—II IX—III VIII—IV VII—V VI
XII XI—I X—II IX—III VIII—IV VII—V VI
XII XI—I X—II IX—III VIII—IV VII—V VI
XII XI—I X—II IX—III VIII—IV VII—V VI

sluneční skleník
 vat tyto poža-
 musí být otev-
 ny. Naopak ze
 nebo alespoň

sluneč-
 ně, a naopak

dobře utěsněn.
 Výměna
 áta by neměla
 ých místností,

akumulační
 i stavbami to

období
 im způsobem.

vytápě-
 (zpravidla za
 stanic, kde se

teor pro místa.

$\bar{\tau}$
0,25
0,35
0,45
0,50
0,55
0,60
0,60
0,60
0,55
0,45
0,25
0,20

měří globální sluneční záření poměrně řídká, a počet míst, pro která jsou k dispozici dlouhodobé průměry, je malý. Přesto však lze odvodit, že na území našeho státu, které má protáhlý tvar ve směru východ-západ, mají místa s nadmořskou výškou do 600 m jen málo rozdílné sluneční podmínky s průměrnými hodnotami globálního

Tab. 2. Korekční součinitel R na orientaci a sklon osluněné plochy

Měsíc	Korekční součinitel R při úhlu sklonu osluněné plochy						
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
Azimut osluněné plochy $a_s = \pm 0^\circ$ (orientace na jih)							
XII	1,00	1,63	2,16	2,48	2,75	2,83	2,85
XI—I	1,00	1,48	1,91	2,19	2,39	2,52	2,55
X—II	1,00	1,37	1,64	1,81	1,92	1,94	1,82
IX—III	1,00	1,18	1,31	1,36	1,31	1,27	1,13
VIII—IV	1,00	1,11	1,19	1,20	1,10	0,96	0,77
VII—V	1,00	1,09	1,14	1,12	0,97	0,77	0,56
VI	1,00	1,07	1,09	1,05	0,93	0,70	0,47
Azimut osluněné plochy $a_s = \pm 15^\circ$							
XII	1,00	1,39	1,91	2,09	2,84	2,89	2,76
XI—I	1,00	1,28	1,74	2,04	2,25	2,37	2,23
X—II	1,00	1,24	1,54	1,75	1,85	1,78	1,62
IX—III	1,00	1,10	1,24	1,30	1,27	1,21	1,08
VIII—IV	1,00	1,09	1,13	1,10	1,04	0,93	0,73
VII—V	1,00	1,04	1,04	0,98	0,85	0,72	0,52
VI	1,00	1,04	1,01	0,93	0,78	0,61	0,45
Azimut osluněné plochy $a_s = \pm 30^\circ$							
XII	1,00	1,29	1,78	2,24	2,41	2,50	2,39
XI—I	1,00	1,30	1,66	1,87	1,96	1,98	1,92
X—II	1,00	1,24	1,49	1,65	1,82	1,65	1,62
IX—III	1,00	1,08	1,23	1,26	1,24	1,12	0,97
VIII—IV	1,00	1,06	1,12	1,09	1,04	0,92	0,74
VII—V	1,00	1,05	1,03	0,96	0,88	0,73	0,54
VI	1,00	1,03	1,01	0,91	0,82	0,66	0,48
Azimut osluněné plochy $a_s = \pm 45^\circ$							
XII	1,00	1,25	1,70	1,91	2,10	2,16	2,01
XI—I	1,00	1,09	1,48	1,63	1,67	1,70	1,66
X—II	1,00	1,27	1,39	1,42	1,51	1,45	1,30
IX—III	1,00	1,09	1,15	1,15	1,12	1,06	0,97
VIII—IV	1,00	1,08	1,09	1,05	0,98	0,90	0,74
VII—V	1,00	1,06	1,01	0,96	0,88	0,76	0,59
VI	1,00	1,03	0,97	0,93	0,79	0,67	0,53

záření podle tab. 1. V tabulce se odlišuje území ČSR s poněkud kratší dobou slunečního svitu od území SSR, kde jsou podmínky o poznání příznivější.¹⁾

Vliv rozdílné zeměpisné šířky je přitom zanedbatelný, neboť rozpětí je poměrně velmi malé, přibližně od 48° s. š. do 51° s. š.

V tab. 1 je uvedeno globální záření Q_G [kWh/m²] pro jednotlivé měsíce a spolu s ním také tzv. poměrná doba slunečního svitu $\bar{\tau} = \tau_{skut}/\tau_{teor}$ (τ_{skut} je skutečná doba slunečního svitu, τ_{teor} — teoretická, tj. astronomická doba).

Pro různě orientované (vzhledem ke světovým stranám) a různě skloněné osluněné plochy se energie dopadajícího slunečního záření vypočítá tak, že se globální záření Q_G z tab. 1 násobí korekčním součinitelem R z tab. 2. V tabulce jsou uvedeny hodnoty R pro plochy orientované na jih ($a_s = \pm 0^\circ$) a skloněné pod úhlem $\alpha = 0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 75^\circ$ a 90° od vodorovné roviny²⁾ a dále pro plochy odchýlené od jižního směru o úhel (azimut) $a_s = \pm 15^\circ, \pm 30^\circ$ a $\pm 45^\circ$.³⁾

Hodnoty Q_G a R z tab. 1 a 2 platí pro reflexní schopnost okolních ploch (tzv. albedo) $r = 0,2$, tj. pro normální krajinu, kde se smíšený porost střídá s komunikacemi a rozptýlenou zástavbou. Ve zvláštních případech se reflexní schopnost okolí liší od $r =$

Tab. 3. Korekce ΔR na reflexní schopnost okolních ploch (na albedo)

Charakteristika okolní krajiny	Korekce ΔR při úhlu sklonu osluněné plochy α^1)		
	60°	75°	90°
řidká zástavba; $r = 0,3$ až $0,4^2)$	0,05	0,08	0,10
hustá zástavba; $r \approx 0,5^2)$	0,08	0,12	0,15
zasněžená krajina; $r = 0,6$ až $0,7$	0,10	0,15	0,20

1) Při $\alpha < 60^\circ$ je $\Delta R = 0$.
2) Předpokládá se světlý povrch fasády.

$= 0,2$, a potom je třeba u šikmých ploch počítat s další korekcí ΔR , která se přičítá k hodnotám R podle tab. 2. Hodnoty ΔR jsou uvedeny v tab. 3. Dopadající energie se pak v obecném případě počítá ze vztahu

$$Q_s = Q_G(R + \Delta R) \quad [\text{kWh/m}^2]. \quad (1)$$

Část energie dopadající na vnější povrch skel se odrazí zpět do okolí, takže zasklenou vrstvou proniká a tedy stavbou je absorbována část

1) Například Praha má celkovou dobu slunečního svitu přibližně 1 900 hodin za rok, kdežto Bratislava 2 200 hodin za rok. Podobně je tomu i na ostatních místech v západní i východní části státu.

2) Úhel $\alpha = 0^\circ$ značí vodorovnou plochu, úhel $\alpha = 90^\circ$ svislou plochu.

3) Hodnoty globálního záření Q_G z tab. 1 a hodnoty korekčního součinitele R z tab. 2 byly vypočítány podle zásad uvedených v publikaci Cihelka, J.: Sluneční vytápěcí systémy, SNTL 1984.

Propustnost zas
jednoduchém z
dvojitém zaskl
trojitém zaskle
průhledné fólii

Spodní hodnoty
pro vrstvy dok
které od povídan

U zasklených
pevnými zástěn
členem $(1 - Z)$
stupně zastíněn
sahovalo rámeč
evropské podm
u nichž lze stup
nou proti nadm
osluněné zaskle

3. TEPELNÁ

Energie proer
přispívá k vytá
prostupem teple

kde n je počet d
 k — součinite
 Δt — rozdíl m

Výsledný (čís
zovat její efekti

Teprve tento v
objektu.

Aby bylo mo
vytápěcích syst
od září (IX) do

$$k = 4,5 \text{ W/m}^2$$

$$k_i^* = 2,5 \text{ W/m}^2$$

$$k = 1,7 \text{ W/m}^2$$

Výsledky jsou v
gramu vyplývav

4) U zasklených
těsnost, a proto se
5) Hrubý tepelný

$$Q_A = aQ_S = aQ_G(R + \Delta R). \quad (2)$$

Propustnost zaskleného prvku, která je totožná s jeho absorpční schopností, je při

jednoduchém zasklení	$a = 0,85$ až $0,90$,
dvojitým zasklení	$a = 0,75$ až $0,80$,
trojitým zasklení	$a = 0,65$ až $0,70$.
průhledné fólii	$a = 0,55$ až $0,65$.

Spodní hodnoty a platí pro mírně znečištěné transparentní vrstvy, horní hodnoty pro vrstvy dokonale čisté. V praxi se doporučuje počítat se spodními hodnotami, které odpovídají normálnímu provoznímu stavu.

U zasklených ploch chráněných proti nadměrnému oslunění v letním období pevnými zástěnami by bylo nutno součinn na pravé straně rovnice (2) doplnit ještě členem $(1 - Z)$, kde $Z \leq 1$ značí stupeň zastínění osluněné plochy. Přesné určení stupně zastínění u pevných zástěn je poměrně složité a vysvětlení postupu by přesahovalo rámec tohoto článku. Kromě toho lze předem uvést, že pro naše středoevropské podmínky jsou výhodnější pohyblivé způsoby zastínění (např. žaluzie), u nichž lze stupeň zastínění podle potřeby regulovat a také spojit s tzv. noční ochranou proti nadměrným tepelným ztrátám. V dalších úvahách se proto se zastíněním osluněné zasklené plochy nebude počítat.

3. TEPELNÁ BILANCE ZASKLENÉ PLOCHY

Energie procházející zasklenou plochou a absorbovaná stavbou $Q_A = aQ_S$ [kWh/m²] přispívá k vytápění místností. Současně však je také zasklená plocha ochlazována prostupem tepla.⁴⁾ Tepelnou ztrátu za měsíc lze vyjádřit vztahem

$$Q_{ztr} = 0,024nk \Delta t \quad [\text{kWh/m}^2], \quad (3)$$

kde n je počet dnů v měsíci,

k — součinitel prostupu tepla [W/m² K],

Δt — rozdíl mezi vnitřní a venkovní teplotou [K].

Výsledný (čistý) tepelný zisk osluněné zasklené plochy, podle kterého lze posuzovat její efektivnost, je dán rozdílem

$$\Delta Q = Q_{zisk} - Q_{ztr}. \quad (4)$$

Teprve tento výsledný zisk lze považovat za skutečný příspěvek k vytápění celého objektu.

Aby bylo možno rozhodnout o nejvhodnějším způsobu zasklení prvků pasivních vytápěcích systémů, byla sestavena tepelná bilance pro vrstvy s 1, 2 a 3 skly v období od září (IX) do května (V). Tepelná ztráta byla přitom počítána se součinitelem

$k = 4,5$ W/m ² K	pro 1 sklo,
$k = 2,5$ W/m ² K	pro 2 skla,
$k = 1,7$ W/m ² K	pro 3 skla.

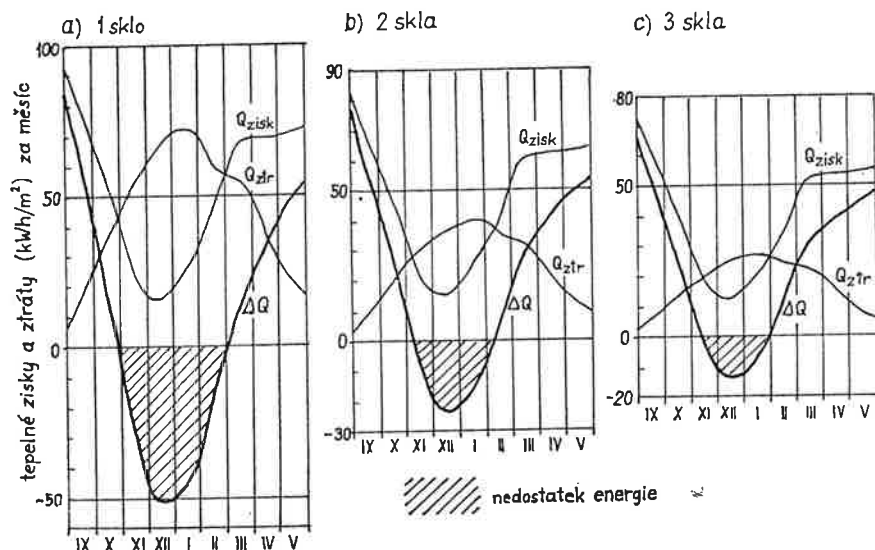
Výsledky jsou uvedeny v tab. 4 a graficky znázorněny na obr. 1. Z tabulky a diagramu vyplývají tyto poznatky:

⁴⁾ U zasklených ploch prvků pasivních vytápěcích systémů se předpokládá dokonalá těsnost, a proto se nepočítá s tepelnou ztrátou infiltrací jako u normálních otevíratelných oken.

⁵⁾ Hrubý tepelný zisk je v tomto případě $Q_{zisk} = Q_A = aQ_S$.

Tab. 4. Tepelná bilance vswlé zasklené plochy orientované na jih a složené z 1, 2 a 3 skel; složky tepelné bilance pro jednotlivé měsíce jsou uvedeny v kWh/m²

Měsíc	1 sklo; $k = 4,5, a = 0,85$			2 skla; $k = 2,5, a = 0,75$			3 skla; $k = 1,7, a = 0,65$		
	Q_{zisk}	Q_{ztr}	ΔQ	Q_{zisk}	Q_{ztr}	ΔQ	Q_{zisk}	Q_{ztr}	ΔQ
IX	79,2	16,5	62,7	69,9	9,2	60,7	60,6	6,2	54,4
X	54,7	35,5	19,2	48,3	19,7	28,6	41,9	13,4	25,5
XI	26,0	54,4	-28,4	23,0	30,2	-7,2	19,9	20,6	-0,7
XII	16,5	67,6	-51,1	16,4	37,6	-23,0	12,6	25,5	-12,9
I	26,9	72,0	-45,1	23,7	40,0	-16,3	20,5	27,2	-6,7
II	44,3	60,5	-16,2	39,1	33,6	5,5	33,9	22,8	11,1
III	68,5	56,2	12,3	60,5	31,2	29,3	52,4	21,2	31,2
IV	69,3	36,3	33,0	61,1	20,2	40,9	53,0	13,7	39,3
V	70,6	21,4	49,2	62,3	11,9	50,4	54,0	8,1	45,9



Obr. 1. Průběh jednotlivých složek tepelné bilance vswlé zasklené plochy složené z 1, 2 a 3 skel a orientované na jih

Výsledný tepelný zisk zasklenou plochou orientovanou na jih je největší v okrajových měsících otopného období, kdy však je potřeba tepla pro vytápění malá, takže zachycená energie často nemůže být plně využita.

Naopak v nejhladnějších měsících vykazuje zasklená plocha zápornou tepelnou bilanci. Nejnepriznivější poměry jsou u jednoduchého zasklení, kde období se zápornou tepelnou bilancí trvá plně 4 měsíce (od začátku listopadu do konce února) a také energetické manko se zápornými hodnotami ΔQ je značně velké.

Priznivější poměry jsou u dvojitého zasklení, kde období se zápornou bilancí trvá sice také skoro tři měsíce, ale energetické manko je výrazně menší. Poměry

se ještě poněkud příliš velký.

Na základě r... doporučit dvoj... proti nadměrné osluněných stra... být zbytečně v...

4. VÝPOČET

Zasklená plo... ším zimním ob... pění objektu. T... nebo akumulac... ovšem vytápě... a poměrná doba... 0,2 i méně. VZ...

Energie dop... různě orientova...

Tab. 5. Teoretick... na

Poloha oslun...	
vodorovná plo...	
vswlá plocha $\alpha = 90^\circ$ při odchýlení od jižního směru o azimut $\pm \alpha_s$	$a_s = \dots$
	$a_s = \dots$
	$a_s = \dots$
	$a_s = \dots$
	$a_s = \dots$
Poznámka: Pro... ze z... činn...	

plochy s úhlem... že se hodnoty z tab. 2.

2 a 3 skel; složky

$\mu = 1,7, \alpha = 0,65$

Q_{ztr}	ΔQ
6,2	54,4
13,4	25,5
20,6	-0,7
25,5	-12,9
27,2	-6,7
22,8	11,1
21,2	31,2
13,7	39,3
8,1	45,9



ené z 1, 2 a 3 skel

největší v okra-
vytápění malá,

ornou tepelnou
období se zápor-
ce února) a také

ápornou bilancí
menší. Poměry

se ještě poněkud zlepší u trojitého zasklení, ale rozdíl od dvojitého zasklení není již příliš velký.

Na základě rozboru lze pro osluněné plochy prvků pasívních vytápěcích systémů doporučit dvojitě zasklení, podle možností ještě doplněné pohyblivou ochranou proti nadměrnému ochlazení v noci. Okna na neosluněných nebo jen částečně osluněných stranách budovy (na S, V a Z) by měla mít trojitě zasklení a neměla by být zbytečně velká.

4. VÝPOČET PRVKŮ PASÍVNÍCH VYTÁPĚCÍCH SYSTÉMŮ

Zasklená plocha prvků pasívních systémů má být tak velká, aby i v nejméně příznivém zimním období ve slunečný den zachytila dostatečné množství energie k vytápění objektu. To je podmínka pro určení velikosti prvků (slunečního okna, skleníku nebo akumulací stěny), která zaručuje jisté optimální řešení. Nezajišťuje se tím ovšem vytápění za každých okolností, neboť slunečných dnů je v zimě velmi málo a poměrná doba slunečního svitu je u nás v nejméně příznivých zimních měsících krátká, 0,2 i méně. Vždy je tedy nutné počítat ještě s doplňkovým vytápěním.

Energie dopadající za slunečný den $Q_{S\text{den}}$ [Wh/m²] na vodorovnou plochu a na různě orientovanou (podle azimutu a_s) svislou plochu je uvedena v tab. 5. Pro šikmé

Tab. 5. Teoreticky možné množství energie dopadající za slunečný den $Q_{S\text{den}}$ [Wh/m²] na vodorovnou a svislou plochu; platí pro 50° s. š.

Poloha osluněné plochy	Energie dopadající za slunečný den $Q_{S\text{den}}$ [Wh/m ²] v jednotlivých měsících							
	XII	I XI	II X	III IX	IV VIII	V VII	VI	
vodorovná plocha $\alpha = 0^\circ$	1 090	1 550	2 740	4 930	6 730	8 380	9 160	
svislá plocha $\alpha = 90^\circ$ při odchýlení od jižního směru o azimut $\pm a_s$	$a_s = \pm 0^\circ$ (J)	3 110	3 960	5 000	5 560	5 190	4 490	4 310
	$a_s = \pm 15^\circ$	3 010	3 450	4 450	5 340	4 890	4 320	4 090
	$a_s = \pm 30^\circ$	2 610	2 980	4 450	4 790	5 010	4 550	4 420
	$a_s = \pm 45^\circ$	2 190	2 570	3 570	4 800	4 970	4 950	4 900
	$a_s = \pm 90^\circ$ (V, Z)	1 000	1 350	2 170	3 350	4 440	5 390	5 850

Poznámka: Pro šikmé plochy s libovolným úhlem sklonu α lze hodnoty $Q_{S\text{den}}$ vypočítat ze základní hodnoty pro vodorovnou plochu $\alpha = 0^\circ$ násobením korekčním součinitelem R z tab. 2.

plochy s úhlem sklonu $\alpha = 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ a 75° lze hodnoty $Q_{S\text{den}}$ vypočítat tak, že se hodnoty pro vodorovnou plochu z tab. 5 násobí korekčním součinitelem R z tab. 2.

Denní potřeba tepla pro vytápění se vypočítá z maximální tepelné ztráty Q_{\max} [W] určené podle ČSN 06 0210 pro výpočtovou venkovní teplotu $t_{e\min} = -12, -15$ nebo -18 °C a pro intenzitu výměny vzduchu $i = 0,3$ až $0,5$ h⁻¹.⁶⁾

Pro další výpočty se s výhodou vyjádří tzv. *tepelný faktor budovy* (měrná tepelná ztráta)

$$q = \frac{Q_{\max}}{S_n \Delta t_{\max}} \quad [\text{W/m}^2 \text{ K}], \quad (5)$$

kde S_n je půdorysná plocha vytápěných místností [m²],
 Δt_{\max} — výpočtový rozdíl teplot podle ČSN 06 0210.

Zasklená plocha prvků pasivních systémů se obecně počítá ze vztahu

$$Q_{S\text{ den}} \frac{S_{xy}}{S_n} \eta_{xy} = 24q \Delta t \quad [\text{Wh/m}^2], \quad (6)$$

kde S_{xy} je zasklená plocha slunečního prvku [m²],
 η_{xy} — účinnost slunečního prvku. Obecný index xy se nahradí indexem:

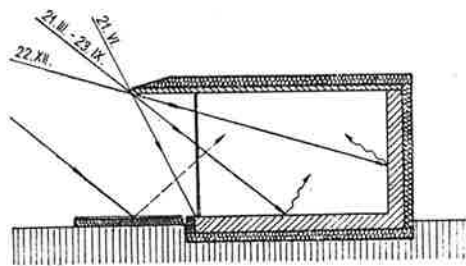
- ok ... u slunečního okna,
- sk ... u slunečního skleníku,
- st ... u sluneční akumulární stěny.

a) Sluneční okno

Sluneční okno (obr. 2) je součástí obvodového pláště budovy. Jeho tepelná ztráta je zahrnuta v tepelné ztrátě celého objektu. Účinnost slunečního okna se proto počítá ze vztahu

$$\eta_{ok} = \frac{\Delta Q}{Q_{S\text{ den}}} = a - \frac{k \Delta t \tau_{\text{teor}}}{Q_{S\text{ den}}}, \quad (7)$$

kde τ_{teor} je teoretická doba slunečního svitu v daném měsíci (viz tab. 6),
 Δt — rozdíl mezi vnitřní teplotou t_i a průměrnou venkovní teplotou t_e .



Obr. 2. Schéma slunečního okna

⁶⁾ Tepelná ztráta větráním se počítá ze vztahu

$$Q_v = iOc\Delta t \quad [\text{W}],$$

kde i je intenzita výměny vzduchu [h⁻¹],
 O — objem vytápěných místností [m³],
 c — měrná tepelná kapacita vzduchu [$c = 0,36$ Wh/m³·K].

Pro jednotlivé sluneční okna měřných veličin

Tab. 6. Výpočet účinnosti $k = 2,5$ W

Veličiny pro výpočet účinnosti
$Q_{S\text{ den}}$ [Wh/m ²]
τ_{teor} [h]
$\Delta t = 20 - t_e$
η_{ok}
Poznámka:

Zvolí-li se $p = 3500$ Wh/m² podle rovnice (6)

To je značné osvětlení u normálního slunečního okna s sorberem slunečním

Obr. 3. Tepelná

ztráty Q_{\max} [W]
 $n = -12, -15$

(měrná tepelná

(5)

stahu

(6)

o tepelná ztráta
 o okna se proto

(7)

Pro jednotlivé měsíce otopného období je výpočet účinnosti dvojitě zaskleného slunečního okna uveden v tab. 6. V tabulce jsou také uvedeny hodnoty všech proměnných veličin z rovnice (7).

Tab. 6. Výpočet účinnosti η_{ok} dvojitě zaskleného slunečního okna orientovaného na jih;
 $k = 2,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, $\alpha = 0,75$

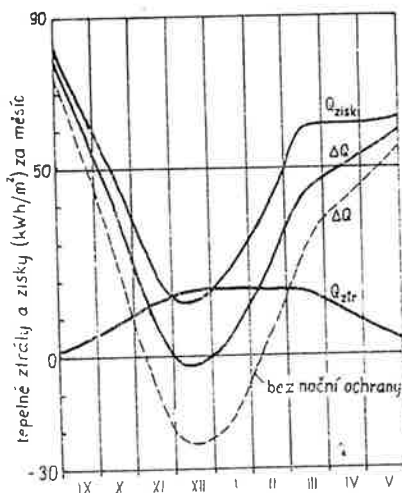
Veličiny pro výpočet účinnosti	Účinnost slunečního okna η_{ok} v jednotlivých měsících									
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	
$Q_{S \text{ den}}$ [Wh/m ²]	5 560	5 000	3 960	3 110	3 960	5 000	5 560	5 190	4 490	
τ_{teor} [h]	12,00	10,12	8,26	7,85	8,26	10,12	12,00	13,90	15,70	
$\Delta t = 20 - t_e$	5,10	10,60	16,80	20,20	21,50	20,00	16,80	11,20	6,40	
η_{ok}	0,72	0,70	0,66	0,62	0,64	0,65	0,66	0,68	0,69	

Poznámka: Rozdíl teplot Δt platí pro průměrné měsíční teploty t_e v Praze.

Zvolí-li se pro výpočet plochy slunečního okna „zimní“ hodnoty $Q_{S \text{ den}} = 3 500 \text{ Wh/m}^2$, $\Delta t = 20 \text{ K}$ (při $t_e = 0^\circ \text{C}$) a $\eta_{ok} = 0,65$, je při $q = 1,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ podle rovnice (6)

$$\frac{S_{ok}}{S_n} = \frac{24q \Delta t}{Q_{S \text{ den}} \eta_{ok}} = \frac{24 \cdot 1,5 \cdot 20}{3 500 \cdot 0,65} = 0,32 \text{ (32 \%)}.$$

To je značně větší poměrná plocha okna než se požaduje s ohledem na přirozené osvětlení u normálních oken, pro které poměr S_{ok}/S_n nemá být větší než 0,2 (20 %). Sluneční okno však je možno považovat za zvláštní případ (plní také funkci absorberu slunečního záření), na který se nevztahují normy normálních staveb.



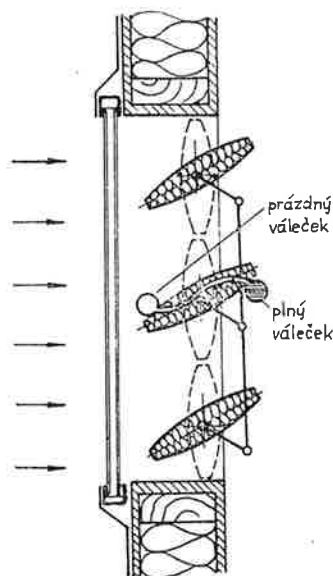
Obr. 3. Tepelná bilance dvojitě zasklené plochy s noční ochranou ($k' = 0,6 \text{ W/m}^2 \text{ K}$)

Tepelnou ztrátu slunečního okna v noci, tj. v době $(24 - \tau_{\text{teor}})$, lze zmenšit přidáním další tepelně izolační vrstvy. Jde o tzv. pohyblivou noční ochranu, kterou se původní součinitel prostupu tepla $k = 2,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ zmenší až na $k' = 0,6 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Zmenšení tepelné ztráty Q_{ztr} a zvětšení výsledného tepelného zisku ΔQ , kterého se tím dosáhne, je patrné z diagramu na obr. 3.⁷⁾ Manko v tepelné bilanci v jediném měsíci (v prosinci) je v tomto případě nepatrné.

Noční ochrana může být provedena různým způsobem. Jeden z možných způsobů s automatickým natáčením izolační vrstvy je znázorněn na obr. 4 (systém SKYLID).

b) Sluneční skleník

Sluneční skleník (obr. 5) je zvláštní samostatný prostor bez doplňkového vytápění. Teplo zachycené skleníkem se předává do ostatních místností prostřednictvím přilehlých stěn a rozváděného teplého vzduchu.



Obr. 4. Pohyblivá ochrana slunečního okna proti nadměrné tepelné ztrátě v noci (systém SKYLID)

Tepelné ztráty skleníku nejsou započítány do tepelných ztrát vytápěné budovy. Počítá se však s nimi při výpočtu jeho účinnosti, která je vyjádřena vztahem

$$\eta_{\text{sk}} = a - \frac{24k \Delta t}{Q_{\text{Sdenred}}} \quad (8)$$

V rovnici (8) je nutno počítat s tzv. redukováným množstvím energie

⁷⁾ Zmenšení tepelné ztráty slunečního okna v noci se projeví zmenšením tepelného faktoru budovy q . Účinnost slunečního okna η_{ok} podle rovnice (7) se však tím nezmění.

tj. společnou hod

a) I

Pro tři zákl
měsíce uvede
měrně malá (se
podmínky lze

$\eta_{\text{sk}} = 0,15$ až $0,25$
 $\eta_{\text{sk}} = 0,20$ až $0,30$
 $\eta_{\text{sk}} = 0,30$ až $0,40$

Počítá-li se
 $= 0,25$ a $q =$

⁸⁾ Za vesta
straně budovy

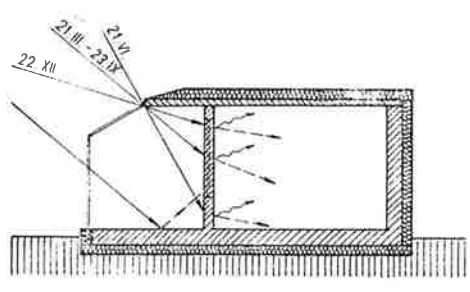
lze zmenšit při-
 ranu, kterou se
 = 0,6 W/m² K.
 ΔQ, kterého se
 ianci v jediném

žných způsobů
 tém SKYLID).

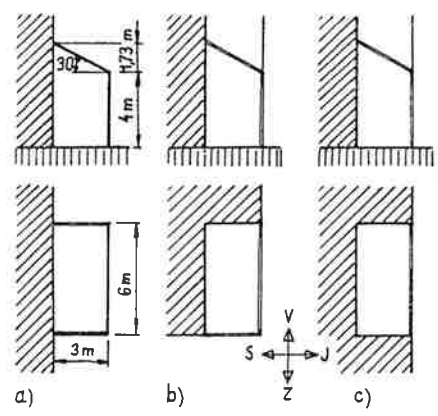
vého vytápění.
 nictvím přileh-

$$Q_{S \text{ den red}} = \frac{\Sigma(QS)}{\Sigma S} \quad [\text{Wh/m}^2],$$

tj. společnou hodnotou pro všechny různě orientované zasklené plochy skleníku.



Obr. 5. Schéma slunečního skleníku



Obr. 6. Typy slunečního skleníku

a) předsunutý skleník, b) rohový skleník, c) vestavěný skleník

Pro tři základní typy slunečního skleníku (obr. 6), jsou hodnoty η_{sk} pro jednotlivé měsíce uvedeny v tab. 7. Z tabulky vyplývá, že účinnost slunečního skleníku je poměrně malá (sotva poloviční než je účinnost slunečního okna). Pro výpočtové zimní podmínky lze počítat s účinností:

- $\eta_{sk} = 0,15$ až $0,25$ pro předsunutý skleník (obr. 6a)
- $\eta_{sk} = 0,20$ až $0,30$ pro rohový skleník (obr. 6b)
- $\eta_{sk} = 0,30$ až $0,35$ pro vestavěný skleník (obr. 6c).^{a)}

Počítá-li se s průměrnými hodnotami $Q_{S \text{ den red}} = 2\,500 \text{ Wh/m}^2$, $\Delta t = 20 \text{ K}$, $\eta_{sk} = 0,25$ a $q = 1,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, je podle rovnice (6) poměrná plocha skleníku

$$\frac{S_{sk}}{S_n} = \frac{24q \Delta t}{Q_{S \text{ den red}} \eta_{sk}} = \frac{24 \cdot 1,5 \cdot 20}{2\,500 \cdot 0,25} = 1,15.$$

^{a)} Za vestavěný skleník je možno považovat také zasklené verandy a lodžie na osluněné straně budovy. V tomto případě jde zpravidla o skleník s jedinou zasklenou plochou.

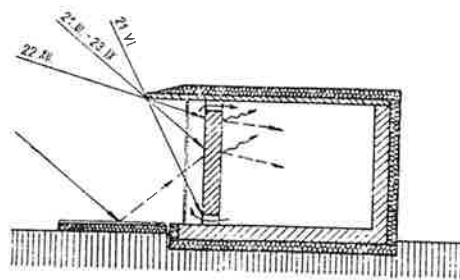
Tab. 7. Výpočet účinnosti η_{sk} slunečních skleníků s dvojitým zasklením
($k = 2,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, $a = 0,75$)

Typ skleníku	Účinnost slunečního skleníku η_{sk} v jednotlivých měsících									
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	
a) předsunutý skleník podle obr. 6a; $\Sigma S = 74,0 \text{ m}^2$										
$Q_{s \text{ denred}} [\text{Wh/m}^2]$	4 840	3 670	2 570	1 990	2 570	3 670	4 840	5 570	6 040	
η_{sk}	0,69	0,58	0,36	0,14	0,25	0,42	0,54	0,63	0,69	
b) rohový skleník podle obr. 6b; $\Sigma S = 59,4 \text{ m}^2$										
$Q_{s \text{ denred}} [\text{Wh/m}^2]$	5 210	4 040	3 030	2 230	2 880	4 040	5 210	5 850	6 190	
η_{sk}	0,69	0,59	0,42	0,21	0,30	0,45	0,56	0,64	0,69	
c) vestavěný skleník podle obr. 6c; $\Sigma S = 44,8 \text{ m}^2$										
$Q_{s \text{ denred}} [\text{Wh/m}^2]$	5 820	4 640	3 380	2 630	3 380	4 640	5 820	6 310	6 460	
η_{sk}	0,70	0,61	0,45	0,29	0,37	0,46	0,58	0,64	0,69	

To znamená, že skleník by musel mít větší zasklenou plochu S_{sk} než je půdorysná plocha vytápěných místností S_n . To ovšem by bylo velmi nákladné zařízení, kterého by ani nebylo možno v bytové stavbě racionálně využít. Proto se (jen ve zvláštních případech) používají skleníky menších rozměrů a kombinují se s jinými slunečními prvky.

c) Sluneční akumulční stěna

Sluneční akumulční stěna (obr. 7) slouží jako zvláštní stavební prvek k akumulaci tepla procházejícího slunečním oknem. Může zachytit jen tolik tepla, kolik ho okno propustí, a proto účinnost akumulční stěny je shodná s účinností slunečního okna, tj. $\eta_{st} = \eta_{ok}$ podle rovnice (7). Také velikost akumulční stěny se určí podle plochy



Obr. 7. Schéma sluneční akumulční stěny

okna vypočítá
mětu akumul
Akumulace
Vodní stěny
nádob (zásob
Tepelná k
které projde

Obr. 8. Vodní

období (např.
hodnější je v
než by odpov
citu), většim

Povrch ak
absorpční se
může být sv
lační stěně v
zasklený. U
notlivými zá
do okolí.

5. TEPELNÁ PŘI PÁS

Při tepelné
ceným slune
statek tepla

²⁾ U vodní
níků, a potom

Za předpoklad
 $\eta_{st} = 0,5\eta_{ok}$

mésicích	
IV	V
5 570 0,63	6 040 0,69
5 850 0,64	6 190 0,69
6 310 0,64	6 460 0,69

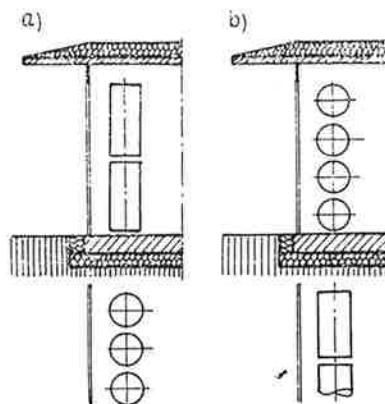
je půdorysná
zařízení, kte-
jen ve zvlášť-
jinými sluneč-

k akumulaci
kolik ho okno
ečního okna,
podle plochy

okna vypočítané podle rovnice (6); zpravidla se volí $S_{st} = S_{ok}$, kde S_{st} je plocha průmětu akumulací stěny do roviny okna.⁹⁾

Akumulací stěny jsou buď keramické (z cihel nebo betonu), nebo vodní (obr. 8). Vodní stěny jsou nejčastěji sestaveny z vertikálních nebo horizontálních válcových nádob (zásobníků) naplněných vodou.

Tepelná kapacita akumulací stěny má odpovídat maximálnímu množství tepla, které projde oknem za slunečný den v některém z okrajových měsíců otopného



Obr. 8. Vodní akumulací stěna a) svislé zásobníky, b) vodorovné zásobníky

období (např. v dubnu). Nejčastěji se volí tloušťka keramické stěny 20 až 40 cm; výhodnější je větší tloušťka. Objem vody u vodní stěny by mohl být poněkud menší, než by odpovídalo objemu keramické stěny (voda má větší měrnou tepelnou kapacitu), většinou se však volí stejný objem.

Povrch akumulací stěny na straně k oknu má být tmavý a matný, aby měl velkou absorpční schopnost pro sluneční záření. Zadní strana stěny směrem do místnosti může být světlá. Aby se umožnilo přirozené osvětlení místnosti, musí být v akumulací stěně vynechán otvor. Tento otvor nemá být zbytečně velký, a nemusí být zasklený. U vodních stěn většinou stačí k přirozenému osvětlení mezery mezi jednotlivými zásobníky. Zvláštní otvor se provede jen tehdy, vyžaduje-li se výhled do okolí.

5. TEPELNÁ BILANCE BUDOVY PŘI PASÍVNÍM SLUNEČNÍM VYTÁPĚNÍ

Při tepelné bilanci budovy se porovnává potřeba tepla pro vytápění s teplem zachyceným slunečními prvky pasívního systému. Rozdíl obou hodnot značí buď nedostatek tepla, který je nutno hradit zvláštním doplňkovým vytápěním, nebo naopak

⁹⁾ U vodních akumulací stěn (obr. 8) se někdy počítá s plochou celého povrchu zásobníků, a potom platí, že

$$S_{st} \eta_{st} = S_{ok} \eta_{ok}.$$

Za předpokladu, že takto definovaná plocha akumulací stěny je $S_{st} = 2S_{ok}$, je její účinnost $\eta_{st} = 0,5\eta_{ok}$.

přebytek tepla, kterému je třeba zabránit (např. zastíněním slunečního okna nebo větráním slunečního skleníku), neboť by znamenal nežádoucí tepelnou zátěž a vedl by k přetápění místností.

Potřebu tepla pro vytápění lze pro jednotlivé měsíce vypočítat ze vztahu

$$Q_{vyt} = 0,024nq \Delta t S_n \quad [\text{kWh}]. \quad (9)$$

U slunečního okna je jeho tepelná ztráta započítána do hodnoty Q_{vyt} , takže teplo jím zachycené je dáno hrubým tepelným ziskem

$$Q_{ok} = aQ_s S_{ok} \quad [\text{kWh}], \quad (10)$$

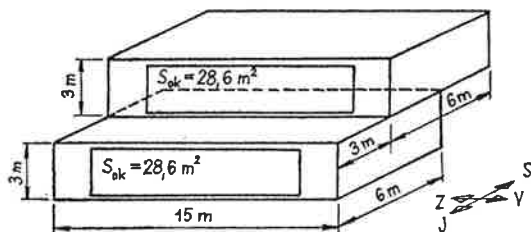
kde Q_s je energie dopadající na sluneční okno za měsíc $[\text{kWh}/\text{m}^2]$,
 S_{ok} — plocha slunečního okna $[\text{m}^2]$.

U slunečního skleníku se jeho tepelné ztráty do hodnoty Q_{vyt} nepočítají, a proto je možno za teplo jím zachycené považovat jen čistý tepelný zisk

$$\Delta Q_{sk} = aQ_{sred} S_{sk} - 0,024nk \Delta t S_{sk}, \quad (11)$$

kde Q_{sred} je redukované množství energie dopadající na povrch skleníku za měsíc $[\text{kWh}/\text{m}^2]$, které se určí stejným způsobem jako $Q_{sdenred}$ pro výpočet účinnosti skleníku podle rovnice (8).

Jako příklad je uveden výpočet tepelné bilance pro dvoupodlažní rodinný dům podle obr. 9; celková půdorysná plocha je 180 m^2 , tepelný faktor $q = 1,5 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K}$. K pasivnímu vytápění slouží dvojité zasklené sluneční okno na jižní straně.



Obr. 9. Dvoupodlažní rodinný dům se slunečními okny

Podle rovnice (6) vychází při výpočtových hodnotách $Q_{sden} = 3500 \text{ Wh}/\text{m}^2$, $\Delta t = 20 \text{ K}$ a $\eta_{ok} = 0,65$ celková plocha slunečního okna

$$S_{ok} = \frac{24q \Delta t Q_n}{Q_{sden} \eta_{ok}} = \frac{24 \cdot 1,5 \cdot 20 \cdot 180}{3500 \cdot 0,65} = 56,97 \text{ m}^2.$$

Zvolí-li se rozměr slunečního okna v obou podlažích domu $2,6 \times 11,0 \text{ m}$, je skutečná plocha $S_{ok} = 57,2 \text{ m}^2$.

Další výpočet jednotlivých složek tepelné bilance je uveden v tab. 8. Teplo chybějící ve čtyřech nejchladnějších měsících je nutno hradit doplňkovým vytápěním. Je to celkem $10\,080 \text{ kWh}$, tj. přibližně 40 % z celkové potřeby tepla pro vytápění.¹⁰⁾

¹⁰⁾ Část tepla pro vytápění dodají také vnitřní zdroje (elektrické spotřebiče, osvětlení, pobývající lidé atd.).

Tab. 8. Výpočet tepelné bilance pro jednotlivé měsíce a celkové veličiny

Měsíc	t_e [°C]
IX	14,9
X	9,4
XI	3,2
XII	-0,2
I	-1,5
II	0,0
III	3,2
IV	8,8
V	13,6
celkem	

Naopak přebytek tepla vzniká v zimě z důvodu zaslunění slunečního okna, což způsobuje tepelnou zátěž v místnosti.

6. MOŽNOSTI VYUŽITÍ V NAŠICH DOMĚCH

Podle rozboru tepelné bilance různých domů a domů s pasivním slunečním vytápěním lze říci:

Především by bylo vhodné hlavním a prítokovým oknem viduální výstavby, aby míře vyhovět vzhledem k (umístění stavby, akumulaci vlastního tepla, možno dosáhnout tepelné bilance pro vytápění, tj. možno snadno a rychle a které nejsou přímými viduálními zásobami výměny nebo elektrickým případ velmi obvyklým.

Tab. 8. Výpočet tepelné bilance při pasivním slunečním vytápění domu podle obr. 9; stálé veličiny $S_n = 180 \text{ m}^2$, $q = 1,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, $S_{ok} = 57,2 \text{ m}^2$, $a = 0,75$

Měsíc	Proměnné veličiny			Potřeba tepla pro vytápění $Q_{vyt} = 0,024nq\Delta t S_n$ [kWh]	Teplu zachycené slunečním oknem $Q_{ok} = a \cdot Q_s \cdot S_{ok}$ [kWh]	Rozdíl $Q_{ok} - Q_{vyt}$ [kWh]
	t_e [°C]	$\Delta t = 20 - t_e$ [K]	Q_s [kWh/m ²]			
IX	14,9	5,1	93,2	990	4 000	3 010
X	9,4	10,6	64,4	2 130	2 760	630
XI	3,2	16,8	30,6	3 270	1 310	-1 960
XII	-0,2	20,2	19,4	4 060	830	-3 230
I	-1,5	21,5	31,6	4 320	1 360	-2 960
II	0,0	20,0	52,1	3 630	2 240	-1 390
III	3,2	16,8	80,9	3 370	3 470	100
IV	8,8	11,2	81,5	2 180	3 500	1 320
V	13,6	6,4	83,0	1 290	3 560	2 270
celkem				25 240		

Naopak přebytkům tepla v okrajových měsících otopného období je nutno zabránit zateplením slunečních oken. Stejným způsobem je nutno chránit budovu také před tepelnou zátěží v letním období.

6. MOŽNOSTI PRO POUŽITÍ PASIVNÍHO SLUNEČNÍHO VYTÁPĚNÍ V NAŠICH PODMÍNKÁCH

Podle rozboru energetické bilance a s přihlédnutím ke způsobu výstavby bytových domů a domů občanského vybavení lze vyvodit tyto závěry pro uplatnění pasivního slunečního vytápění v našich podmínkách:

Především by bylo možno uplatnit v celé naší výstavbě sluneční okno, které je hlavním a přitom samo o sobě velmi účinným prvkem pasivních systémů. Při individuální výstavbě drobných staveb (např. rodinných domů) by bylo možno v plné míře vyhovět všem požadavkům na stavební úpravu domů pro pasivní vytápění (umístění stavby v terénu, orientace ke světovým stranám, tepelně izolační a tepelně akumulací vlastnosti stavby, rozmístění místností v domě atd.), a proto by bylo možno dosáhnout v tomto případě maximálně možných úspor ve spotřebě tepla pro vytápění, tj. až 60%. Také doplňkové vytápění pro tyto drobné stavby by bylo možno snadno a s úspěchem zajistit. Většinou jde o stavby v rozptýlené zástavbě, které nejsou připojeny na městské centralizované zásobování teplem, a při individuálním zásobování je pak výhodné doplňkové vytápění lokálními topidly plynovými nebo elektrickými, popřípadě i topidly na tuhá paliva; v cizině jsou pro tento případ velmi oblíbená kachlová kamna.

U vícepodlažních velkých budov by bylo splnění požadavků na stavební úpravy daleko obtížnější, a proto by bylo nutno se zpočátku spokojit jen s částečným uplatněním pasivního vytápění při dílčích stavebních úpravách. Průměrné úspory, kterých by při tom bylo možno dosáhnout, lze odhadnout na 30 až 40 % z celkové spotřeby tepla pro vytápění. Plné uplatnění slunečního okna u vícepodlažních budov by bylo otázkou zásadních změn v koncepci těchto staveb, a v tomto směru je nutno počítat s postupným a dlouhodobým vývojem. Pro doplňkové vytápění u vícepodlažních budov by byla vhodná plynová nebo elektrická lokální topidla.

Sluneční skleník není možno v našich podmínkách považovat za vhodný prvek pro pasivní sluneční vytápění. Je to velmi nákladné zařízení, které zabere ve stavbě velký prostor, a při tom je jeho tepelná účinnost malá. Lze tedy počítat s tím, že by se mohl uplatnit v kombinaci se slunečními okny jen ve zcela výjimečných případech u individuálně stavěných rodinných domů. U vícepodlažních budov by se s úspěchem mohly uplatnit zasklené verandy a lodžie, které jsou také jistým druhem slunečních skleníků.

Sluneční akumulární stěna může být považována za doplněk slunečního okna. Umožňuje výhodnější rozvádění tepla v domě s pasivním vytápěním, je však současně také cizorodou částí stavby, která zabírá velký prostor a zhoršuje přirozené osvětlení místností. Lze tedy předpokládat, že v našich podmínkách by se mohla uplatnit jen ve zvláštních případech podobně jako sluneční skleník.

Závěrem lze říci, že důsledné uplatnění zásad *sluneční architektury* je možné jen při zásadní změně názoru architektů a všech ostatních pracovníků a institucí zúčastněných při výstavbě na funkci a provoz stavby. Je třeba si uvědomit, že stavba musí zajišťovat všechny funkce k životu a práci lidí v souladu s okolním prostředím a při co nejmenších nárocích na spotřebu energie v provozu. Místo budov s neúměrně velkými nároky na spotřebu energie v zimních i letních podmínkách, je třeba stavět budovy, které by byly schopny využívat podmínky daného prostředí tak, aby jejich energetická náročnost byla přiměřená a poměr mezi investičními a dlouhodobými provozními náklady byl optimální.

LITERATURA

- [1] Cihelka, J.: Sluneční vytápěcí systémy. Praha 1984.
- [2] Kéraly, J.: Architektur mit der Sonne, Karlsruhe 1984.
- [3] Sabady, P. R.: Biologischer Sonnenhausbau, Zürich 1980.
- [4] Wachberger, M. u. H.: Mit der Sonne bauen. Anwendung passiver Solarenergie, 1983.
- [5] Wright, D.: Sonne, Natur, Architektur, Karlsruhe 1984.

ПРЯМОЕ ОТОПЛЕНИЕ ЗДАНИЙ ЭНЕРГИЕЙ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ

Доц. Инж. Д-р Яромир Цягелка

В статье объясняются на основе анализа энергетического баланса возможности прямого (пассивного) использования энергии солнечной радиации для отопления зданий и приводится порядок вычисления главных элементов этого способа отопления. В условиях Чехословакии можно выгодно использовать главным образом солнечных окон вклад которых в расход энергии для отопления может достигнуть до 60 %. Использование солнечных теплиц и солнечных аккумуляционных стен очевидно ограничится на исключительные случаи в индивидуальном строительстве.

DIRECT HEATING OF SOLAR ENERGY

Doc. Ing. Dr. J. Cihelka

Possibilities of direct heating of buildings by solar radiation are explained on the basis of an energy balance article on the subject. It is possible to use solar energy for heating, especially for single-family houses, to a considerable extent.

DIREKTIVES DER SOLAR-ENERGIE

Doc. Ing. Dr. J. Cihelka

Im Artikel werden die Möglichkeiten der direkten Heizung von Gebäuden durch Sonnenenergie erläutert. Es ist möglich, die Sonnenenergie in erheblichem Maße für die Heizung von Gebäuden zu nutzen.

CHAUFFAGE DIRECT PAR LE RAYONNEMENT SOLAIRE

Doc. Ing. Dr. J. Cihelka

Dans l'article, les possibilités de chauffage direct des bâtiments par l'énergie solaire sont expliquées à l'aide d'un bilan énergétique. Il est possible d'utiliser l'énergie solaire de manière très intéressante pour le chauffage des bâtiments, en particulier des maisons individuelles.

DOCENT INŽENÝR

Na začátku článku je v Brně, kde působí jako profesor a inženýr.

Pochází z řady přednášek k zakladatelským úkolům v itele významného odborníka.

Také docentem a přednáškou na stavební fakultě v Brně, kde působí jako profesor a přednáškovce.

K úctyhodnému věku ještě dlouho bude žít.

DIRECT HEATING OF BUILDINGS BY MEANS OF SOLAR RADIATION ENERGY

Doc. Ing. Dr. Jaromír Cihelka

Possibilities of direct (passive) solar radiation energy utilization for heating of buildings and the calculation method of the main elements of this heating principle are explained in the article on the basis of the energy balance analysis. In conditions being in Czechoslovakia it is possible to use serviceably especially solar windows and thus to save even 60% of energy for heating. An application of solar green-houses and solar storage walls will be limited apparently for singular cases in individual building.

DIREKTHEIZUNG VON GEBÄUDEN DURCH DIE SONNENSTRAHLUNGSENERGIE

Doz. Ing. Dr. Jaromír Cihelka

Im Artikel werden die Möglichkeiten der direkten (passiven) Ausnutzung der Sonnenstrahlungsenergie für die Heizung von Gebäuden auf Grund einer Energiebilanzanalyse erläutert und man führt die Berechnungsmethode der Hauptelemente dieses Heizungsverfahrens ein. In den Bedingungen der Tschechoslowakei ist es möglich mit dem Vorteil besonders die Sonnenfenster, deren Beitrag zum Energieverbrauch für die Heizung bis 60% erreichen kann, auszunutzen. Die Anwendung der Sonnenverglasungen und -akkumulationswände beschränkt sich wahrscheinlich auf die Ausnahmefälle im individuellen Ausbau.

CHAUFFAGE DIRECT DES BÂTIMENTS PAR LE RAYONNEMENT SOLAIRE

Doc. Ing. Dr. Jaromír Cihelka

Dans l'article présenté en vertu d'une analyse du bilan énergétique, on explique les possibilités de l'utilisation directe (passive) de l'énergie solaire pour le chauffage des bâtiments et on présente le procédé de calcul des éléments principaux de ce mode de chauffage. Dans les conditions de la Tchécoslovaquie, il est possible d'utiliser avec l'avantage surtout les fenêtres solaires dont l'apport au besoin de l'énergie pour le chauffage peut atteindre jusqu'à concurrence de 60%. L'utilisation des vitrages solaires et des parois à accumulation solaires se borne aux cas exceptionnels dans la construction individuelle évidemment.

DOCENT ING. ALEXANDR GRIMM — 85 LET

Na začátku tohoto roku se dožívá 85 let doc. Ing. Alexandr Grimm. Narodil se 14. ledna 1902 v Brně, kde pak také vystudoval na vysoké škole technické jak obor strojní, tak i obor elektrotechnický.

Pochází z rodu významných techniků. Jeho otec byl vysokoškolským profesorem v Brně a patřil k zakladatelům naší technické mechaniky, jeho předkové z 18. století vytvořili jako architekti a stavitelé významné stavby v Brně a jinde na Moravě.

Také docent Grimm se zapsal do vývoje našeho oboru. Podílel se na projektech vytápěcích a klimatizačních zařízení pro četné velké objekty naší doby. Známá je také jeho pedagogická činnost na stavební fakultě VUT v Brně, kde vedl katedru technických zařízení budov. Dále je autorem četných patentů z oboru vytápění a vzduchotechniky a bohatá je i jeho činnost publikační, posudková a přednášková.

K úctyhodnému životnímu jubileu přejeme doc. Grimmovi mnoho zdraví a spokojenosti, aby se ještě dlouho mohl těšit z výsledků své práce.

Redakční rada

VLIV REG
NA STÁJO

ING. PAVEL K
VŠZ Praha, ÚTZ

1. ÚVOD

Větrací systém
klima, odpovídá
ných zvířat. Ne
prostředí. Pro zim
stájového vzduch
Výkonnost ve
potřebě ustájení
přívodu O₂ do
plynných škodliv
dén tepelný to
v zimním období
Některé ze s
z tohoto důvod
v závislosti na v
ruční regulace.
V další části
míněk z hledisk
regulací intenzit

2. ZKOUMAN

Na utváření
vzduchu, relatu
rychlost proudě
Při provozu
náhodně a neo
vlastností je urc
izolací, způsob
Studované o
některé ze zákl
s celoročním p
vybrány objekty

● Stanovení infiltrace vzduchu v rodinných domcích

Ke stanovení infiltrace vzduchu malých budov je třeba znát netěsnosti jejich pláště. Ke stanovení netěsností se ve světě používají různé způsoby, vykazující rozdílné přesnosti. Ve Švédsku byla vyvinuta jednoduchá metoda, pomocí níž se dá určit celková propustnost budovy. Její podstata spočívá v tom, že se v budově vyvolá určitý přetlak nebo podtlak vůči okolí a k tomu se stanoví příslušný objemový průtok vzduchu. Tato metoda byla již v některých státech normalizována pro rodinné domky, jako např. ve Švédsku, Norsku, Kanadě a USA.

Diferenční tlak se vyvolá pomocí ventilátoru, který se vsadí do dveřního otvoru. Za tím účelem se vsadí křídlo domovních dveří a na místo něho se nasadí dveře s připojeným ventilátorem, takže se nemusí dělat žádný zásah do pláště budovy. Aby bylo měření objektivní, měření se má provádět za bezvětří a při stejných teplotách vně a uvnitř. Ke stanovení závislosti součinitele propustnosti spár na tlakovém rozdílu se měření provádí při různých tlacích.

Pro možnost srovnání musí být tlakový rozdíl jednotný a jeho hodnota se vesměs předepisuje 50 Pa. Normy jednotlivých států předepisují pak maximální výměny při tomto tlakovém rozdílu. Tak např. švédská norma připouští pro novostavby rodinných domků nejvýše dvojnásobnou výměnu za hodinu, a tak hned po dokončení budovy se provádějí měření pomocí „ventilátorových dveří“ při vyvolání přetlaku uvnitř, aby se zjistily a odstranily netěsnosti v plášti.

CCI 5/85

(Ku)

● Odsiřování spalin z malých zdrojů

Cenu Phillipa Morrise za výzkum z r. 1985 získal vedoucí vývojového odd. fy Kroll, Paul Christian za vynález malé turbo-pračky, která má zachytit až 96 % oxidu siřičitého, unikajícího ve spalinách z komínů obytných domů a malých provozoven. Uvádí se, že z těchto zdrojů uniká do ovzduší v NSR za rok na 280 tis. tun oxidu siřičitého.

CCI 9/85

(Ku)

● Odvlhčovač ILKA pro koupelny

Podnik Feutron Greiz (NDR) uvedl na trh nově vyvinutý odvlhčovač pro koupelny LEG, typ 4512/02, který může být použit i pro jiné místnosti do obsahu 50 m³.

Charakteristickým rysem přístroje je jeho nástěnné řešení. Obsahuje chladicí agregát na jehož výparníku se sráží voda, která se pak odvádí plastickým potrubím. V důsledku uvolňování kondenzačního tepla a tepla z motorů ventilátoru a kompresoru přispívá přístroj i k vytápění místnosti. Vzduch je nasáván mřížkou na jedné straně čelní stěny přístroje a po úpravě vyfukován mřížkou na druhé straně čelní stěny.

Technická data přístroje:

Odvlhčovací výkon při 26 °C a 80 % r. v.	0,3 kg/h
Příkon	0,3 kW
Celkový výdej tepla	660 W
Výška	300 mm
Šířka	760 mm
Hloubka	200 mm
Hmotnost	28 kg
Hladina akustického výkonu	53 dB(A)

LuK 1/85

(Ku)

● Nové dokumenty Euroventu

EUROVENT — evropský komitét výrobců vzduchotechnických zařízení a sušáren umožňuje vydáváním různých pokynů, směrnic a technických doporučení obchodní výměnu mezi členskými zeměmi. Na posledním generálním shromáždění v Helsinkách v červnu 1985 předložila technická komise dva dokumenty: Dokument č. 4/8 „Zkoušení netěsností vysoce účinných aerosolových filtrů v zabudovaném stavu v oblastech kontrolované prašnosti“ (DOP-test) a dokument č. 2/5 „Určování stupně propustnosti vody u protidešťových žaluzií“.

Současně byl předložen nový návrh dokumentu č. 9/1 „Nuceně větrané chladicí věže, jejich volba, instalace a údržba.“

CCI 8/85

(Ku)