

# Vytápění elektrickými sálavými panely

## 1. Účel použití

Elektrické sálavé panely se výhodně uplatňují všude tam, kde je vyžadováno vytápění s vysokým uživatelským komfortem. Lze je však použít i k velmi úspornému temperování v podmínkách, kde standardní konvenční topidla jsou méně vhodná.

Sálavá topidla doporučených typů jsou použitelná pro montážní výšky od 2,5 m do 8 m. Lze je velmi dobře kombinovat i s jinými topnými podlahami nebo konvektory. Mohou sloužit i jako přídavné topení.

Podle typu otopného režimu rozlišujeme uplatnění sálavých panelů :

- **v převážně soustavném režimu vytápění, který lze použít v objektech, kde očekáváme poměrně vysoký stupeň pohodlí, a které jsou dostatečně dobře tepelně izolovány.**
  - veřejné a správní úřady, sídla firem , školy
  - kulturní zařízení, výstavní síně
  - zdravotnická zařízení
  - obchodní a prodejní centra
  - výrobní a skladové prostory – haly



- **v přerušovaném topném režimu, kdy v mezidobí dochází ke snížení teploty stěn, stropu a podlahy na relativně nízké hodnoty.**

Jsou to objekty méně izolované a často s velkou tepelnou jímavostí stěn. Jsou využívány jen občas a bylo by nevhodné vytopit prostor standardním způsobem včetně nakumulování tepla do obvodových konstrukcí. V takových případech přináší sálavé topení po uvedení do provozu, téměř okamžitý účinek pocitu tepla přímým sáláním na oděv a exponované části těla. Pocit menšího komfortu v důsledku studených stavebních konstrukcí je kompenzován mimořádnou úsporností provozu, což je zvláště významné u objektů s vysokými stropy.

Typickými objekty v režimu přerušovaného vytápění jsou kostely, kaple, koncertní a přednáškové sítě



## 2. Typická provedení

Sálavé panely jsou vyráběny ve dvou základních provedeních:

- 1) **Vysokoteplotní panely** - jsou vybaveny rovnou vyzařovací plochou, která zajišťuje záření v úhlu až  $180^{\circ}\text{C}$  (tzv. hemisferické záření). Teplota na povrchu sálavých lamel je cca  $350^{\circ}\text{C}$ . Tato vysoká teplota zajišťuje poměrně vysokou hustotu sálavého toku. Proto jsou tyto panely určeny pro zavěšení do větších výšek 5 - 8m.



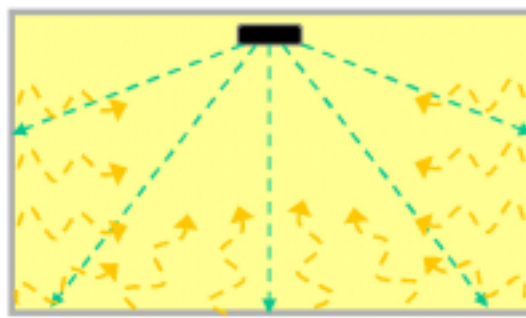
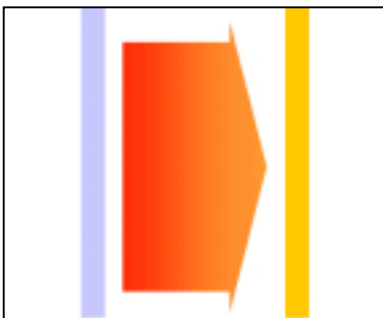
- 2) **Nízkoteplotní panely** – mají rovněž rovnou vyzařovací plochu. Na rozdíl od vysokoteplotních panelů je povrchová teplota vyzařovací plochy max  $110^{\circ}\text{C}$ . Hustota sálavého toku je nižší. Doporučená výška umístění panelů je 2,5 – 3m.

### 3. Přednosti sálavého vytápění

- nižší energetické náklady v porovnání s konvenčním vytápěním
- nedochází k víření prachu
- rovnoměrné rozložení teploty v horizontálním směru ( rozdíl teplot mezi podlahou a stropem pouze 1- 2<sup>0</sup>C).
- zdravější prostředí s vyšší vlhkostí vzduchu, nedochází k vysušování sliznic a k respiračním nemocem
- příznivě působí na nemocné postižené kloubními nemocemi
- volná dispozice interiéru pro rozmíst'ování strojů , nábytku apod.
- žádná údržba sálavých panelů
- vysoká životnost
- žádné emise, šetrný způsob vytápění k životnímu prostředí
- vysoký tepelný komfort

### 4. Podstata přenosu tepla sáláním

- Každé těleso o určité teplotě má nějakou vnitřní tepelnou energii.
- Tepelná energie se průběžně mění v elektromagnetické vlnění, které se šíří prostorem. Pokud tělesu není dodáváno teplo, chladne.
- Jakmile elektromagnetické vlnění zasáhne jiné těleso, je jeho povrchem pohlcováno a průběžně se mění v tepelnou energii. Pokud tělesu není odebíráno teplo, ohřívá se.
- Elektromagnetické vlnění není vázáno na vnější prostředí ( medium), může probíhat i v absolutním vakuu.
- Nejznámější přenos tepla sáláním je přírodní sluneční záření ohřívající povrch země.



Značná část sálavého záření se odráží od stěn zpět do prostoru

Sálavost tělesa ( intenzitu vyzařování) vyjadřuje STEFAN – BOLTZMANNŮV zákon.

$$E = \epsilon \times C_0 \times (T/100)^4$$

Energie vysálaná jednotkou povrchu tělesa je úměrná čtvrté mocnině absolutní teploty.

E..... sálavost tělesa ( W/ m<sup>2</sup>)

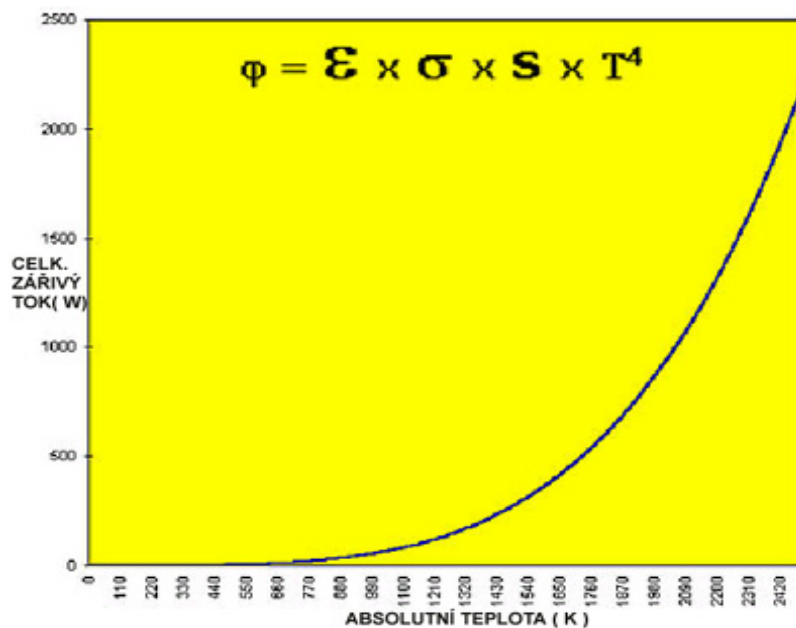
$\epsilon$  ..... poměrná sálavost – emisní schopnost

C<sub>0</sub>... součinitel sálavosti dokonale černého tělesa ( 5,67 W/m<sup>2</sup> . K<sup>4</sup>)

T.... teplota absolutní (°C)

Celkový zářivý tok – výkon sálání tělesa o ploše povrchu S (m<sup>2</sup>)

$$P = E \times S \quad (W)$$



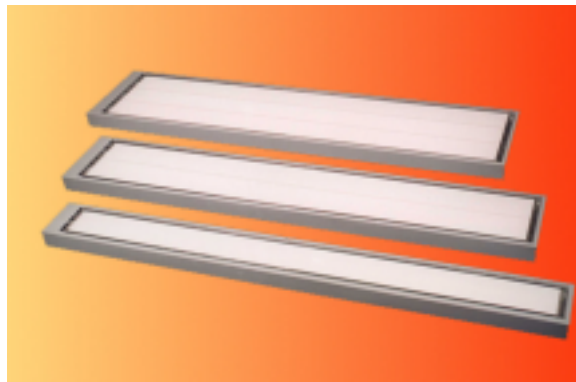
**Vyšší teplota sálavé plochy → větší vyzářený výkon ( W )**

## 5. Základní technické údaje panelů

### - Vysokoteplotní panely - konstrukce

topným elementem jsou hliníkové lamely se zalisovanými topnými tyčemi. Lamely jsou opatřeny speciálním povrchem SILICATING, který zvyšuje vyzařování tepelné energie do vytápěného prostoru. Podle výkonu jsou panely vybaveny 1, 2 nebo 3 – mi lamelami. Tepelná izolace je z minerální vlny. Panely jsou kryty plechovou lakovanou karoserií.

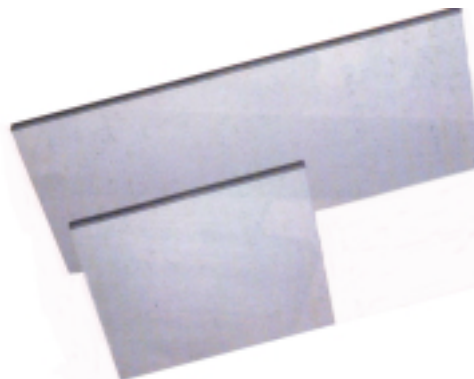
- Základní technické údaje:
- povrchová teplota lamel - cca 350° C.
  - Výkonová řada 900,1200,1800,2400,3000,3600 W
  - krytí IP X4
  - napětí 230V nebo 400V dle příkonu



### - Nízkoteplotní panely - konstrukce

uzavřená karoserie z FeZn plechu opatřená speciálním vnitřním povrchem Thermoquartz a vnějším povrchem Thermocrystal, které zvyšují emisivitu panelu. Topný element - topná folie nebo topný kabel. Vnitřní izolace je z minerální vlny.

- Základní technické údaje:
- povrchová teplota vyzařovací plochy cca 90 - 110° C.
  - výkonová řada 300, 600, 700W
  - krytí IP20, IP44 , IP54, IP65
  - napětí 230V
  - univerzální provedení - možno instalovat do kazetových podhledů



### Nízkoteplotní panely ve speciálním provedení

- panely pro vytápění kostelních lavic – instalace v kostelních lavicích ve svislé poloze před sedícími lidmi. Nižší povrchová teplota cca 80° C .
  - IP20
  - výkonová řada 100,200,270,330,400 W
  
- panely se zvýšeným krytím
  - IP 54, IP 65
  - pro výbušné prostředí EExell T3
  - výkon panelů 700W
  - označení ECOSUN IKP, IN, IN - 2

## 6. Návrh sálavého topení

Při navrhování výkonu, počtu a rozmístění sálavých panelů je vhodné postupovat následovně:

- 1) vypočítat tepelnou ztrátu daného prostoru  $Q$  [W]
- 2) Zvolit topný režim v závislosti na charakteru budoucího provozu objektu

### ▣ Soustavný topný režim s dobrou úrovní tepelného komfortu:

- součinitel prostupu tepla  $k$  (U) :
 

stěny	$< 0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$
podlahy na terénu	$< 0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$
stropy	$< 0.35 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vyšší hodnoty  $k$  (U) zvyšují provozní náklady a snižují topný komfort

- celkový příkon všech topidel stanovit až o 20% vyšší proti vypočtené tepelné ztrátě z důvodu vyšší dynamiky topného systému

$$P = 1,2 Q \text{ [W]}$$

- zkontrolovat velikost příkonu na jednotku plochy , přičemž platí

$$P/S < 150 \text{ W/m}^2 \quad S \dots \dots \dots \text{podlahová plocha prostoru [W]}$$

- stanovit minimální počet topných jednotek  $n$  pro vytvoření homogenního zářivého pole

$$n > S/H^2 \quad H \dots \dots \dots \text{předpokládaná výška instalace [m]}$$

Větší počet topných jednotek zlepšuje topný komfort, zvyšuje však pořizovací náklady.

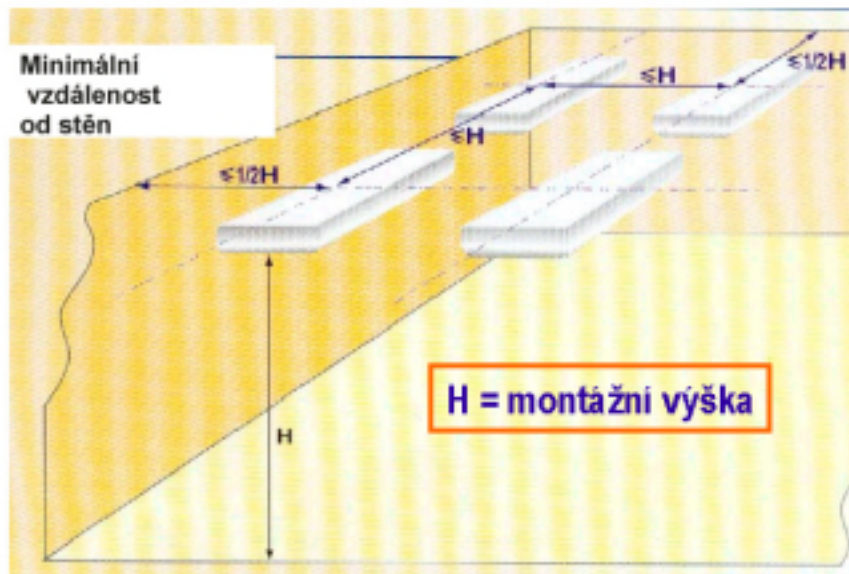
- vypočítat průměrný příkon jedné topné jednotky a z výkonové řady příslušného typu vybrat nejbližší jmenovitou hodnotu.

Upřesnit počet topidel vzhledem k celkovému příkonu

$$P_n = P/n \approx P_{jm}$$

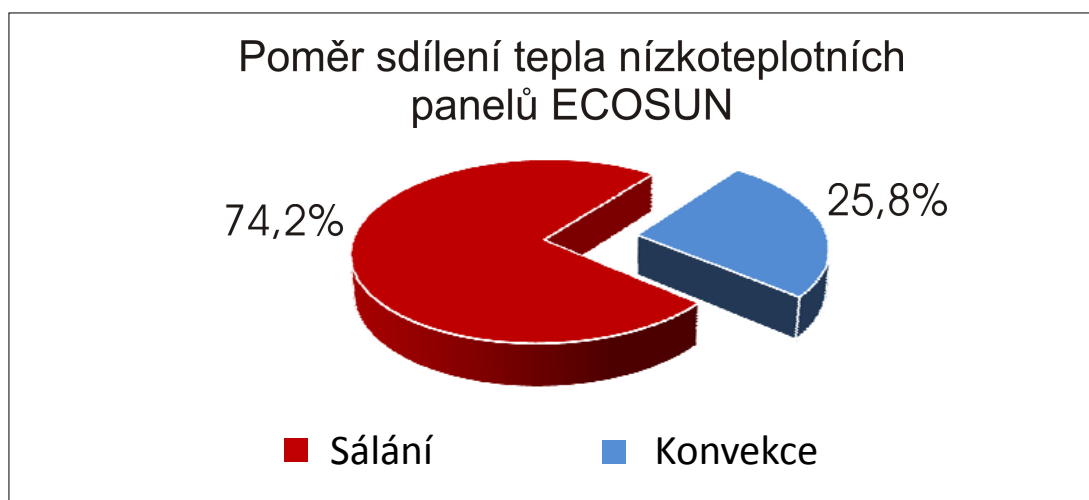
$$n = P/P_{jm}$$

- navrhnout schéma rovnoměrného rozmístění jednotlivých panelů. Je nutno respektovat přitom rámcově odstupové a vzájemné vzdálenosti panelů dle schematického vyobrazení

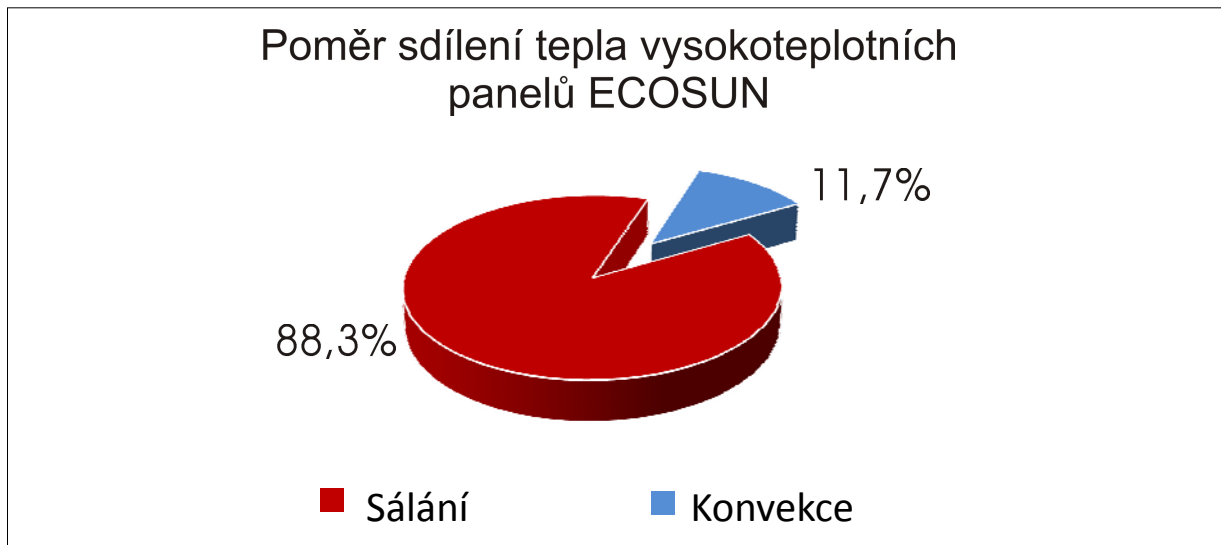


- stanovit montážní výšku podle rámcového doporučení v tabulce nebo pomocí nomogramu

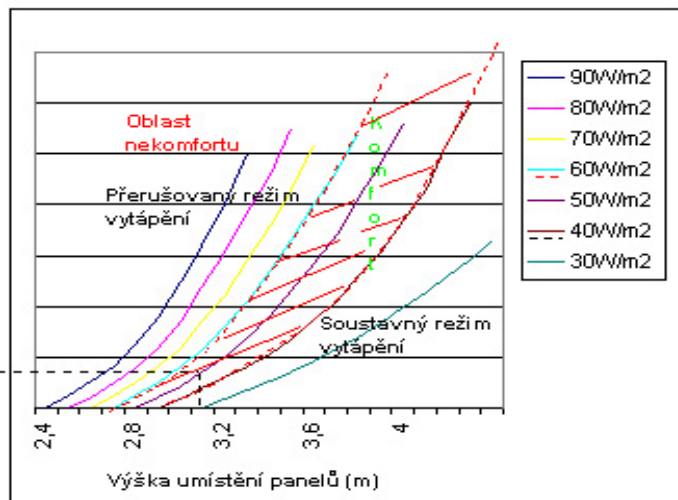
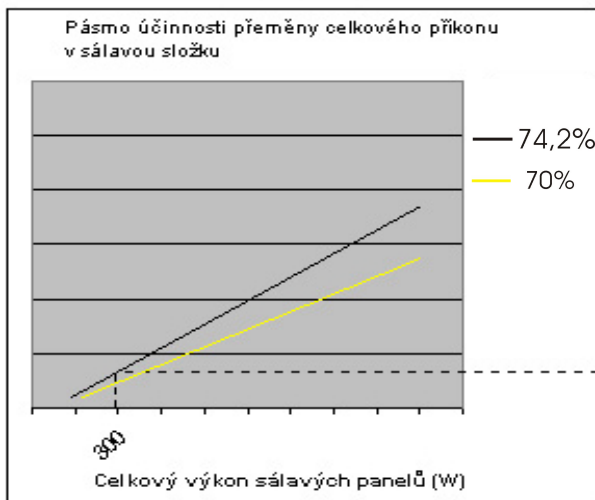
U nízkoteplotních panelů je pásmo účinnosti přeměny celkového příkonu v sálavou složku cca 75% dle typu panelu.



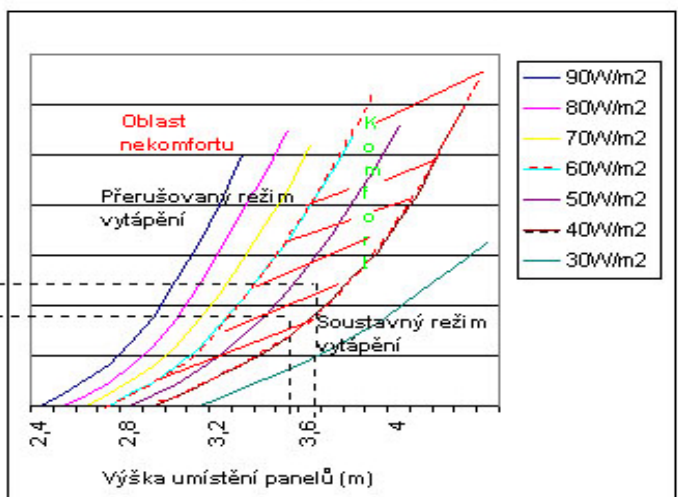
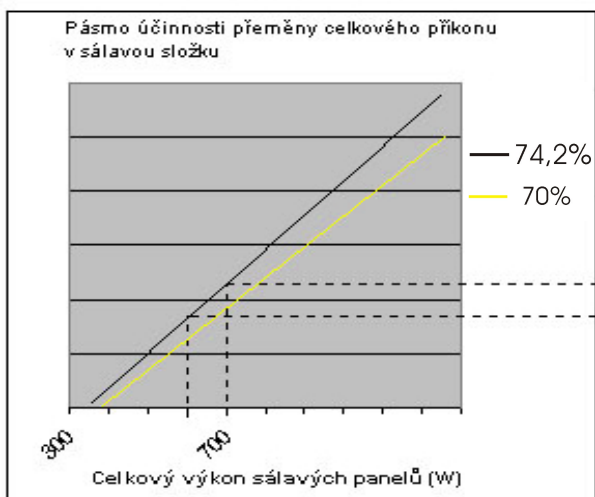
U vysokoteplotních panelů je pásmo účinnosti přeměny celkového příkonu v sálavou složku cca 88% dle typu panelu.



#### Nomogram pro určení výšky zavěšení nízkoteplotních panelů ECOSUN E300W

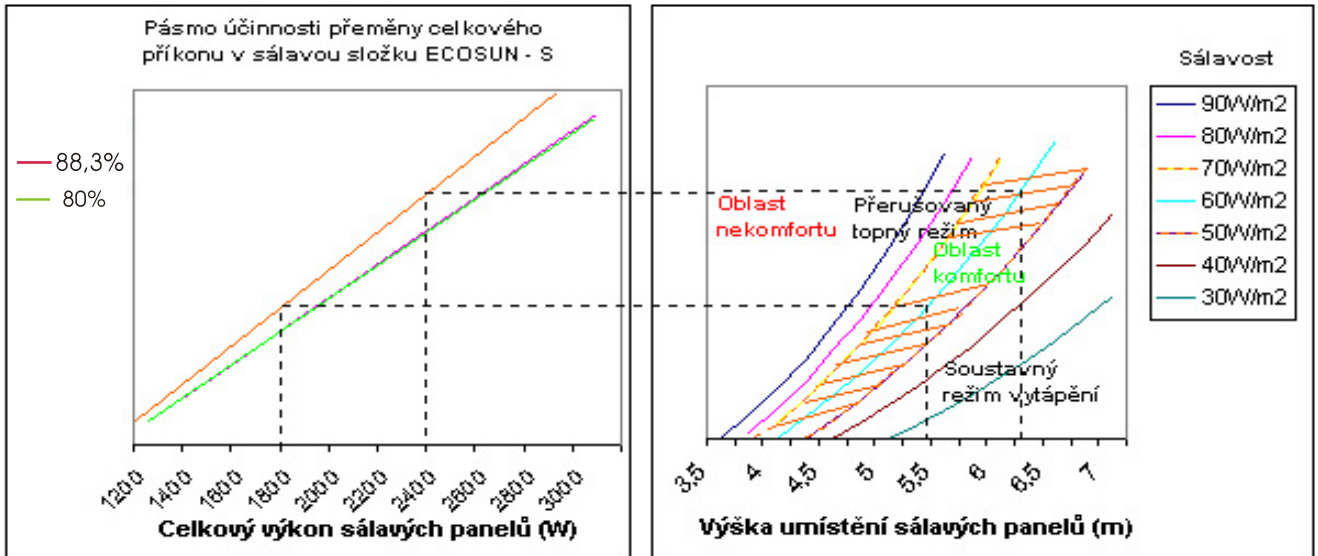


#### Nomogram pro určení výšky zavěšení nízkoteplotních panelů ECOSUN - pro typy 600 a 700W

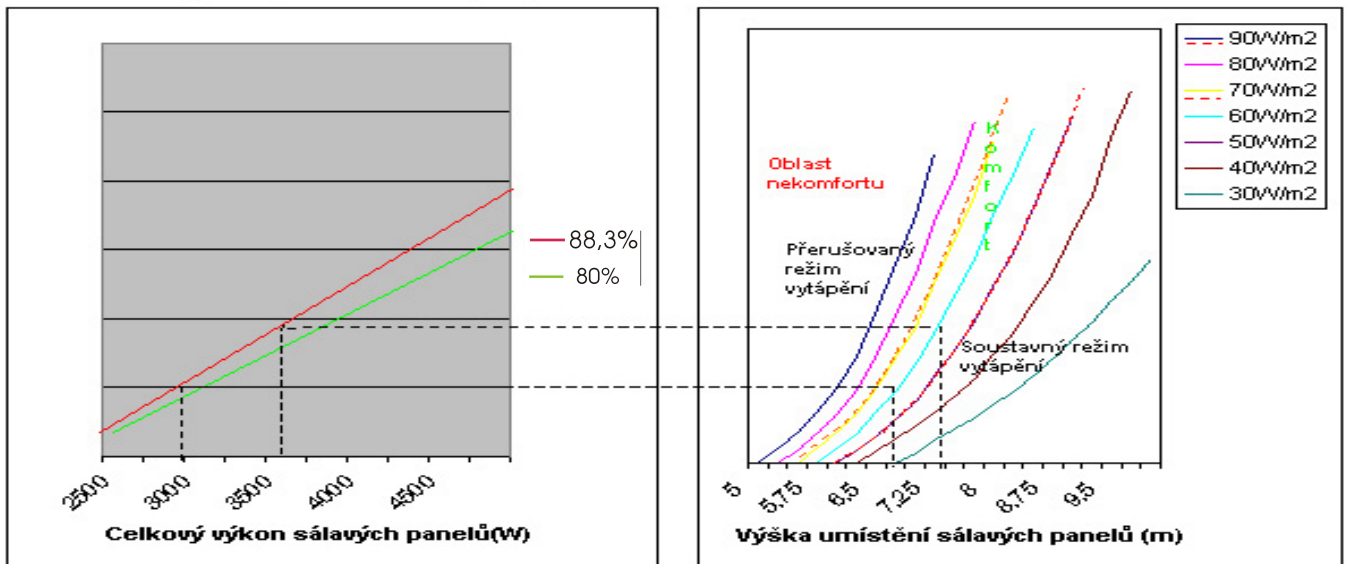




### Nomogram pro určení výšky instalace vysokoteplotních panelů ECOSUN S ( 1200 - 3000W )



### Nomogram pro určení výšky zavěšení panelů ECOSUN S30-S36



bude < 8K, zaručující topný komfort. Po realizaci se doporučuje měřením teplot ověřit skutečnou velikost.

### ■ Soustavný topný režim s nižší úrovní tepelného komfortu

Zonální topení je způsob ohřevu kdy v relativně velkém celoplošně nevytápěném prostoru jsou sálavým teplem vytápěny pouze exponované, relativně malé plochy (případy málo zateplených hal)

- součinitel prostupu tepla pláště objektu  $k(U) > 2 \text{ W} / \text{m}^2 \text{K}$
- podlaha alespoň minimálně tepelně izolovaná, pokud ne, zajistit kvalitní izolaci vůči vlhkosti u nepodsklepených objektů
- příkon stanovit ve vztahu k velikosti plochy topné zóny, počtu a výšce zavěšení  $H$  [m] panelů. Požadavek vyšší sálavosti vyžaduje pro zonální topení používat výhradně VT panely. Výška zavěšení se pohybuje mezi 3,5 – 4,5m. Počítáme s efektivním příkonem  **$P_e=0,6 P$  ( popř.  $0,7P$  )** ( příkon zvoleného panelu) na efektivní plochu zóny o velikosti

$$S = (1 + 0,6H) (W + 0,6H)$$

$l$ .....délka panelu [m ]

$W$ .....šířka panelu [m ]

Prakticky při výšce zavěšení 4m takto obsáhne VT sálavý panel konstrukce FENIX efektivní plochu cca 3,8 x 2,7m, zhruba 10m<sup>2</sup>. Hustota sálavého toku se pohybuje od 180 –220 W/m<sup>2</sup> podle výkonu VT panelu se 3 topnými segmenty. Tato hodnota by měla být vyšší jak 150 W/m<sup>2</sup>.

- Doporučená opatření: ve větších objektech dochází při zonálním topení k nekontrolované cirkulaci a prochlazování vlastní vytápěné zóny. Podle okolností je vhodné ohraničit zónu jednoduchou prefabrikovanou nebo plachtovou konstrukcí o výšce alespoň 2,5m

### ■ Přerušovaný topný režim v objektech temperovaných ke krátkodobému pobytu lidí. Jsou to zejména kostely, koncertní sítě v historických objektech apod. s vysokými stropy, společenské sály

tyto velkoprostorové objekty je velmi nákladné vytápět v přerušovaném režimu konvenčními topidly jako jsou např. akumulární kamna, konvektory a různé typy „radiátorů“.

Tyto vysoké provozní náklady jsou způsobeny tím, že je nutno ohřát velmi velký objem vzduchu z nízkých teplot na teplotu požadovanou ( komfortní) a to v poměrně krátkém čase. Protože sálavé záření vzduch ohřívá až sekundárně od osálaných předmětů, lze komfortního prostředí dosáhnout oproti konvenčnímu vytápění v takovýchto prostorech několikanásobně rychleji. Proto je sálavé vytápění při přerušovaném režimu vytápění mnohem efektivnější .

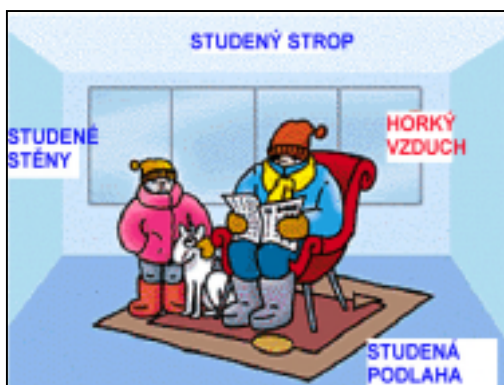
- součinitel prostupu tepla pláště objektu  $k > 1.3 \text{ W} / \text{m}^2 \text{K}$ , často se jedná o kamenné zdi s velkou tepelnou jímavostí. Určitý tepelný komfort je docilován přímým osáláním osob obdobně jako u zonálního topení.
- velikost instalovaného topného příkonu se řeší obdobně jako u zonálního topení
- topný efekt může být významně zlepšen kombinací s topnou elektrickou podlahou. Kabel se ukládá bezprostředně pod dlažbu s odpovídajícím plošným příkonem, pokud možno s tepelně izolovaným podkladem. Toto řešení je velmi vhodné aplikovat při rekonstrukcích starých nebo výstavbě nových objektů. Sálavost VT panelů může potom dosahovat úrovně cca 70% sálavosti potřebné pro zonální topení.

## 7. Charakteristika tepelného komfortu

K dobré tepelné pohodě nestačí jenom ohřát vzduch na dostatečnou teplotu. Pocity vnímání tepla a chladu jsou komplexnější a jsou dále ovlivňovány:

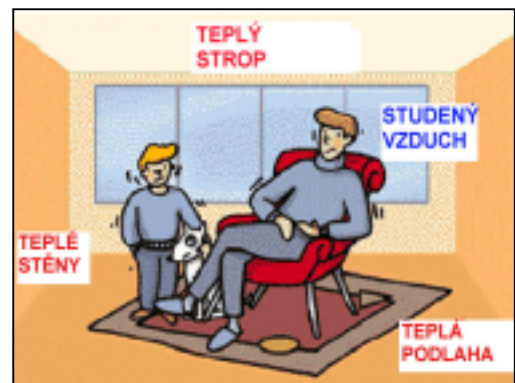
- teplotami ploch ohraničujících vytápěný prostor
- rychlostí proudění vzduchu v místnosti ( průvan)
- činností člověka a jeho oblečením

Určující význam mají teploty ploch ohraničujících vytápěný prostor tj. stěny, strop, podlaha, okna. Chladné stěny odnímají vysálané teplo z obnažené pokožky a z oděvu. Pocitově je tak vnímán chlad stěn případně opačně vysoká teplota sálavého zdroje nad hlavou.

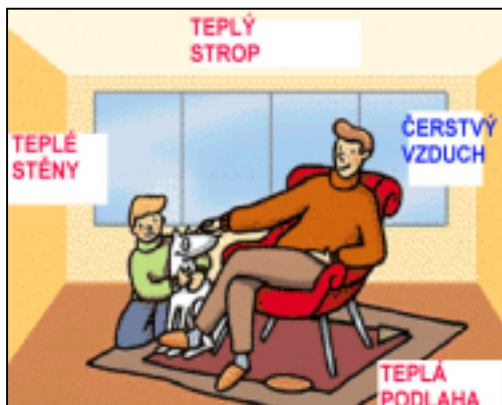


Příklad 1: horký vzduch do 30<sup>0</sup> C

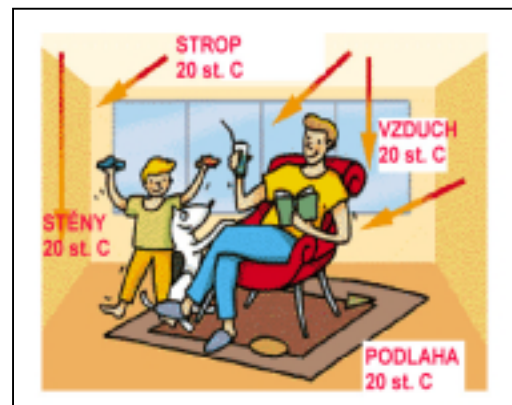
Stěny, strop, podlaha do 10<sup>0</sup> C  
**NEKOMFORT - příliš zima**



Příklad 2: stěny, strop, podlaha do 25<sup>0</sup> C  
vzduch do 5<sup>0</sup> C  
**NEKOMFORT - chlad**

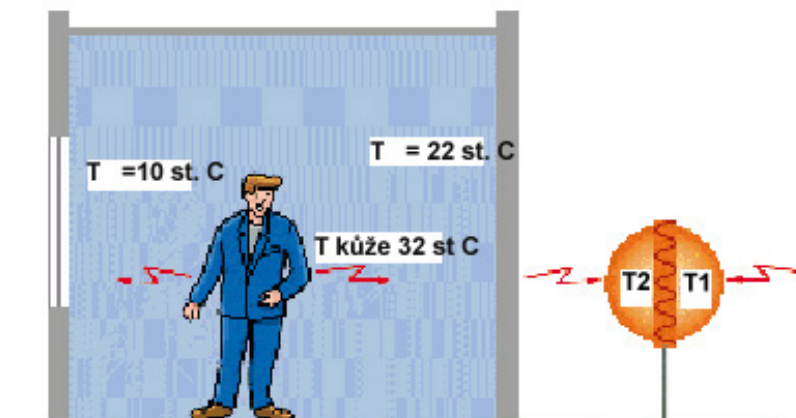
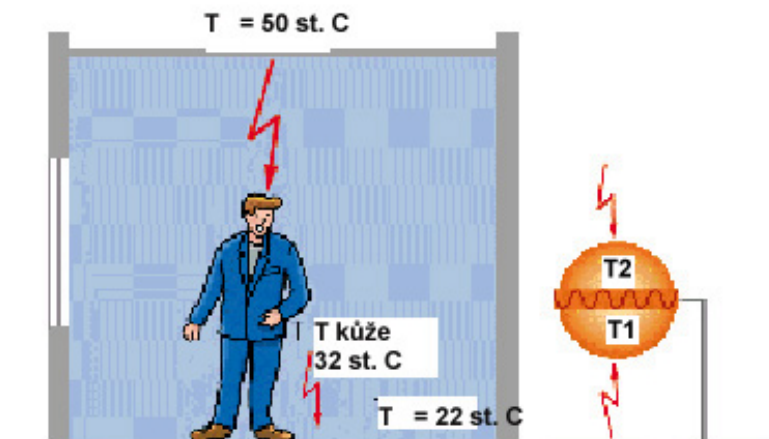


Příklad 3: stěny strop a podlaha do 26<sup>0</sup> C  
Čerstvý vzduch do 15<sup>0</sup> C  
**PŘIJATELNĚ**



Příklad 4: vzduch 20<sup>0</sup> C  
stěny , podlaha, strop 20<sup>0</sup> C  
**KOMFORT !!!**

V případě sálavého topení jsou hmoty uvnitř místnosti včetně ohraničujících ploch ohřívány a současně probíhá proces ochlazování sdílením tepla vedením, sáláním a v menší míře prouděním. U stěn a velkými plochami je proces ochlazování závislý na stavu jejich tepelné izolovanosti. Jedním z kritérií pro posouzení tepelného komfortu prostředí je tzv. nesouměrnost sálavého tepla , zejména ve vertikálním směru.



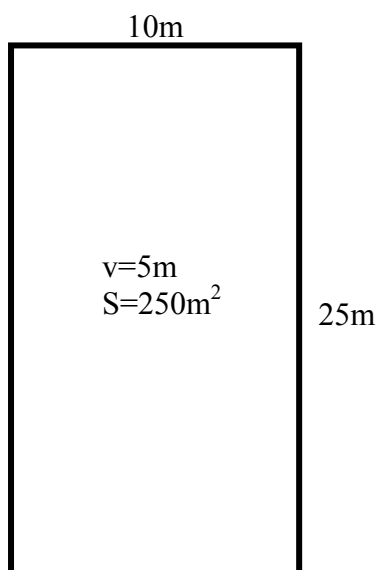
Komfort  $T_1 - T_2 < 8 \text{ K}$

Výše teploty naměřené na polosféře kulového teploměru závisí na teplotě zdroje a na vzdálenosti mezi zdrojem a bodem měření.

K dosažení uspokojivého tepelného pocitu osoby vystavené sálavému záření má být respektována nesouměrnost nejvýše 8 K.

Komfortní prostředí může být charakterizována i vztahem mezi teplotami vzduchu a stěn. Polovina jejich součtu by měla být v okolí  $18^{\circ} \text{ C}$  při proudění vzduchu nepřevyšující 0,25 m/s a relativní vlhkosti 40–60%.

## Návrh sálavého vytápění – příklad



$$Q = 27\,940\text{W}$$

$$P = 1,2 * Q$$

$$P = 1,2 * 27\,940$$

$$\underline{P = 33\,528\text{W}}$$

$$P/S < 150\text{W/m}^2$$

$$33\,528 < 150\text{W/m}^2$$

$$\underline{134 < 150}$$

**Minimální množství panelů (n):**  $H=v$

$$n > S/H^2$$

$$n > 250/5^2$$

$$n > 10$$

$$\underline{n_{\min} = 11}$$

$$P_n = P/n$$

$$P_n = 33\,528/11$$

$$\underline{P_n = 3048\text{W (nejblíže S30 } P_{jm} = 3000\text{W)}}$$

$$n = P/P_{jm}$$

$$n = 33\,528/3000$$

$$n = 11,18$$

$$\underline{n = 11}$$

$P_{jm} =$	S09 = 900W
	S12 = 1200W
	S18 = 1800W
	S24 = 2400W
	S30 = 3000W
	S36 = 3600W

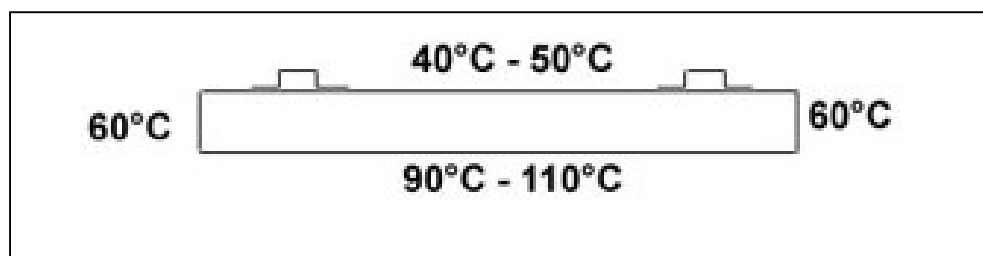
**K vytápění objektu je nutné použít minimálně 11ks panelů S30.**

## 8. Provozně technické parametry sálavých panelů ECOSUN

### Nízkoteplotní sálavé panely ECOSUN

Typ	Rozměry	Hmotnost	Příkon	Napětí	Krytí	Doporučená	Použití
	mm					kg	
E100K	500x320x35	2,5	100	230	IP20	Svislá poloha	Temperace kostelních lavic a kancelářských stolů
E200K	750x320x35	3,7	200				
E270K	1000x320x35	5,2	270				
E330K	1250x320x35	6,6	330				
E400K	1500x320x35	7,9	400				
E 300 U	592x592x30	5	300	230	IP44	2,5-3	Univerzální panel pro bytové i nebytové prostory, montáž na strop i do kazetových podhledů
E 600 U	1192x592x30	10,1	600			2,7-3,8	
E 700 U	1192x592x30	10,5	700			2,7-3,8	
E 700 IKP	1192x592x30	10,6	700	230	IP54	Po posouzení místních podmínek	Průmyslové a zemědělské objekty, dílny,skleníky,chov zvířat odpovídající danému krytí
E 700 IN	1192x592x30	10,9	700		IP65		
E 700 IN-2	1192x592x30	10,9	700		Eexell T3		

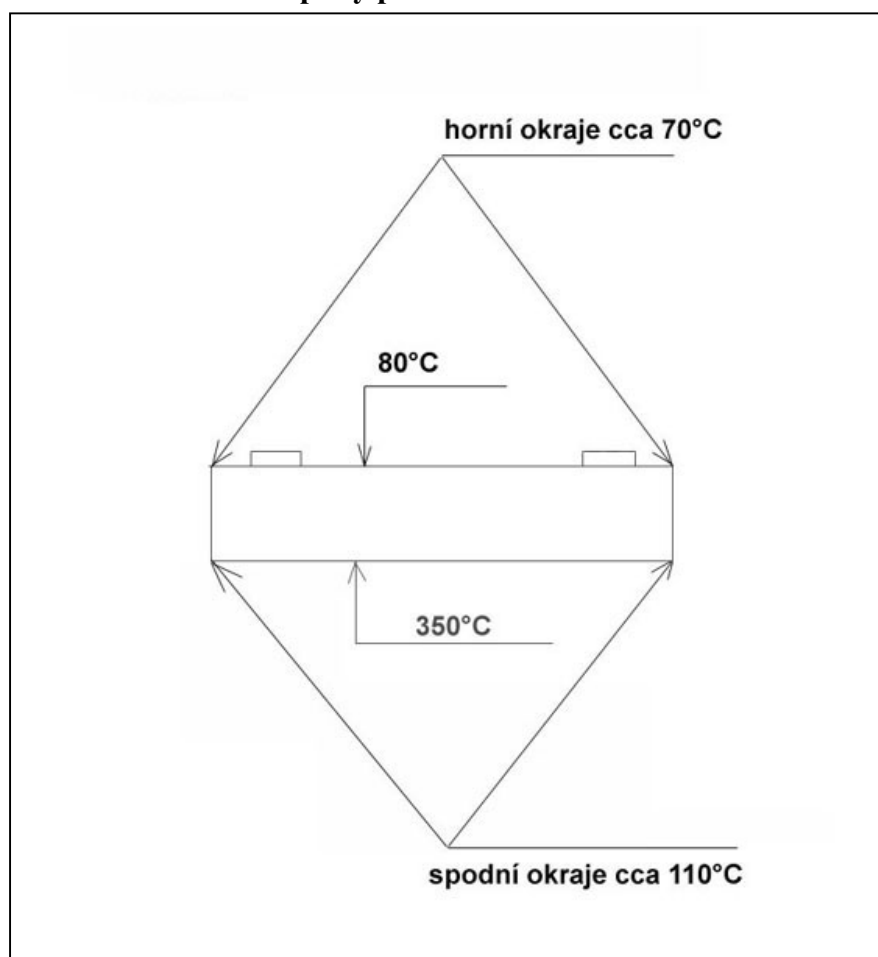
### Povrchové teploty nízkoteplotního panelu



## Vysokoteplotní sálavé panely ECOSUN S

Typ	Rozměry	Hmotnost	Příkon	Napětí	Krytí	Doporučená výška instalace	Použití
	mm	Kg	W	V		m	
E S09	1500x155x60	8,5	900	230	IP X4	Po posouzení místních podmínek celoplošné vytápění 5-8m. Zonální vytápění 3,5-4,5m.	Průmyslové haly, tělocvičny, sály, dílny, zemědělské objekty s prostředím odpovídajícím danému krytí
E S12			1200				
E S18	1500x256x60	13,5	1800				
E S24			2400				
E S30	1500x 357x60	18	3000	400			
E S36			3600	3N			

## Povrchové teploty panelu ECOSUN S



V Jeseníku 21.01.2002  
 Ing. Milan Rydvan  
 Ing. Pavel Halama

Ing. Pavel Halama