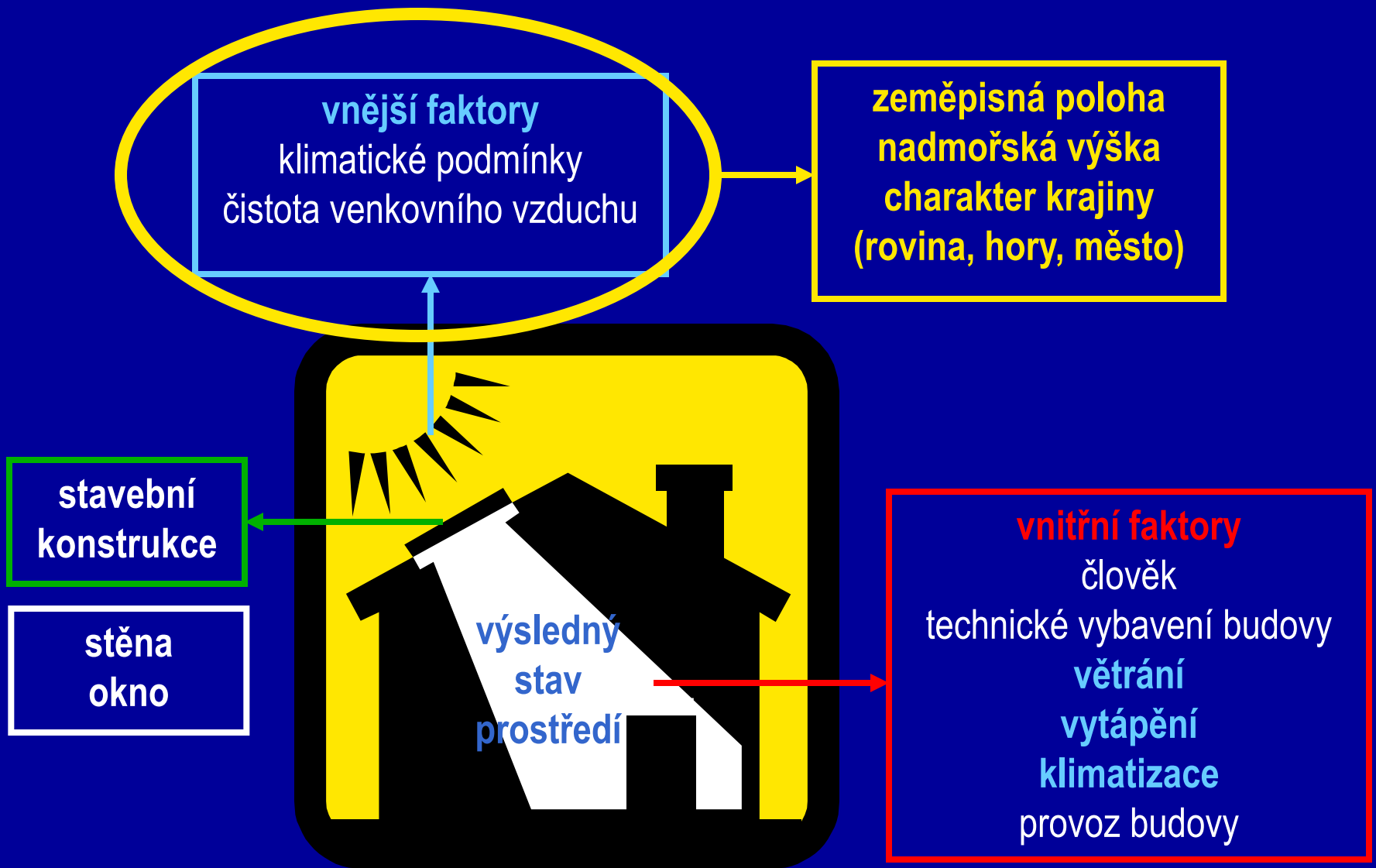


Tepelně vlhkostní mikroklima faktory působící na vnitřní prostředí



Tvorba tepelného vnitřního prostředí staveb



Tvorba tepelně vlhkostního vnitřního prostředí staveb

vnější prostředí



vnější klimatické podmínky
podnebí

vnitřní prostředí



člověk

pohlaví
věk
hmotnost
výška
adaptace
fyzická aktivita
potrava



budova

stavební materiály



vnitřní zařízení

tok tepla a vodní páry

základní mikroklima prostředí

Tepelně vlhkostní mikroklima vnější faktory



Vnější faktory

Vnější makroklimatické podmínky – klimatologické veličiny - meteorologické faktory

- teplota vzduchu
- vlhkost vzduchu (entalpie)
- intenzita slunečního záření
- tlak vzduchu
- vítr
- sluneční svit (délka trvání)

Geografické faktory

- nadmořská výška
- zeměpisná šířka
- orientace ke světovým stranám
- konfigurace terénu



Geografické faktory

Zeměpisná šířka ovlivňuje polohu Slunce na obloze, tím množství dopadajícího záření a celkové teplotní poměry

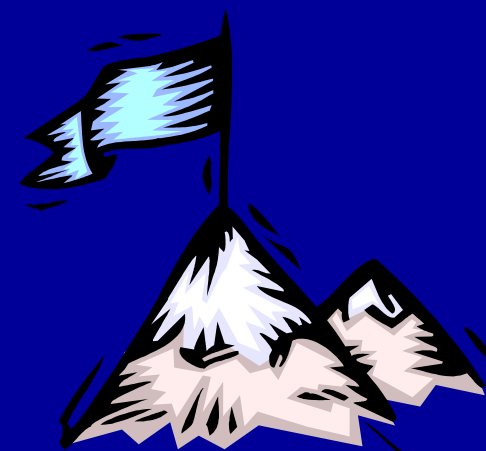
S nadmořskou výškou klesá teplota vzduchu

Nedostupnost slunečního záření v údolích

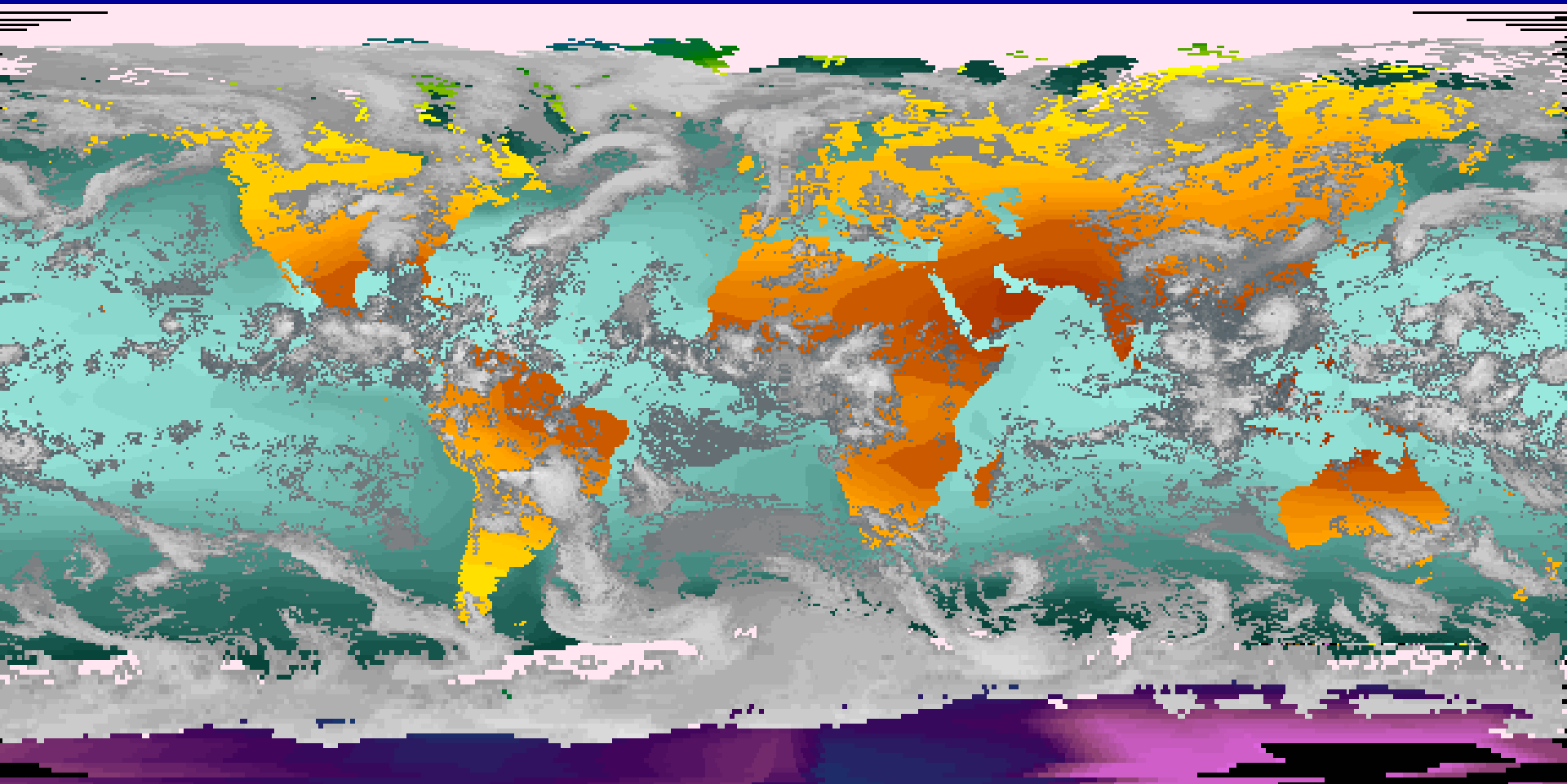
Vyšší polohy ztrácí v noci teplo sáláním proti obloze a chladný vzduch klesá do údolí

Na jižních svazích přichází jaro o 2 týdny dříve

Rozdíl mezi spotřebou energie na vytápění mezi domem na kopci a na svahu může dosáhnout až 20%.



Sluneční záření



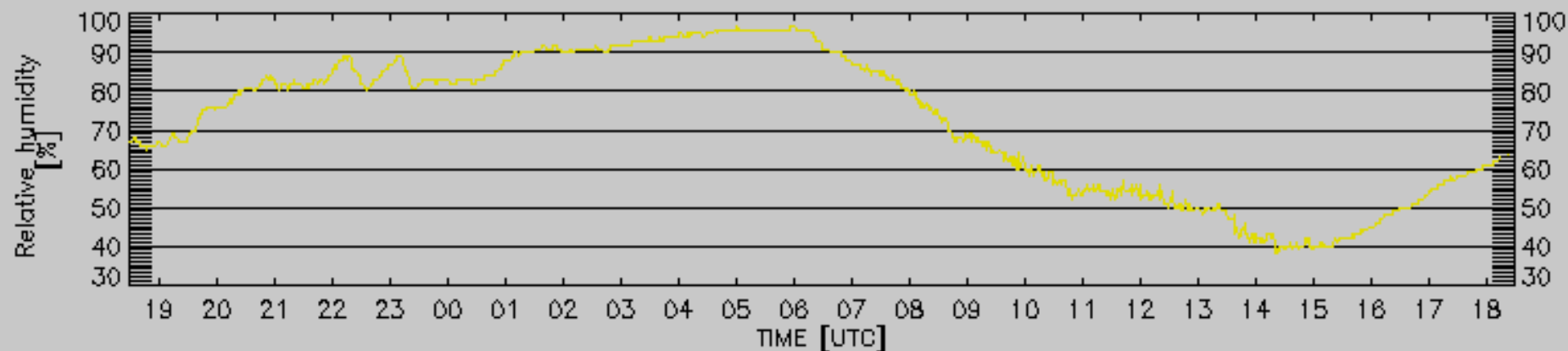
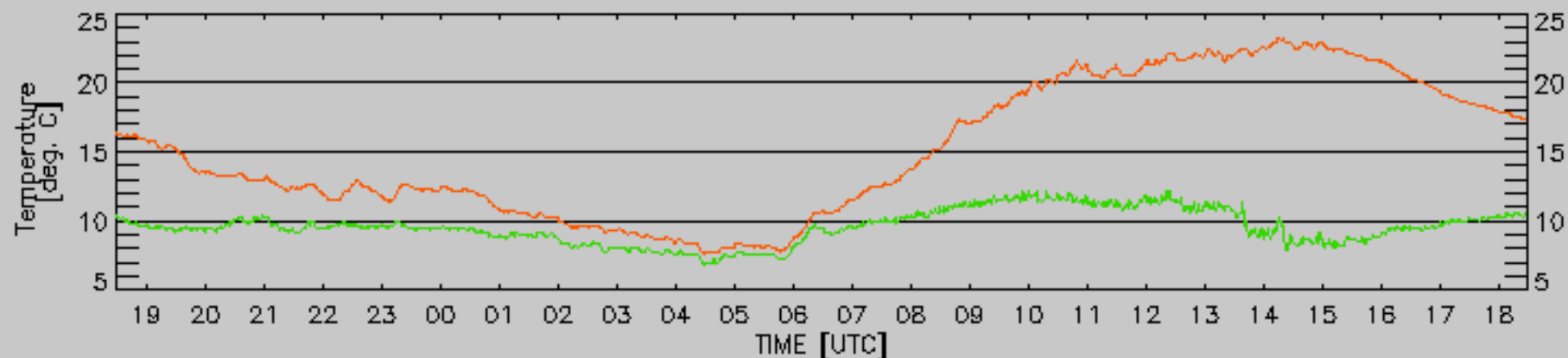
Slunce utváří klimatické poměry na Zemi.

Teplota a vlhkost vzduchu

Teplota venkovního vzduchu má pro dimenzování klimatizačního zařízení stěžejní význam. U zemského povrchu je určována jednak slunečním zářením a pohltivostí zemského povrchu, jednak prouděním vzduchu v atmosféře, větrem. Tím je možné, že i na místech málo osluněných je vysoká teplota vzduchu v důsledku proudění teplého vzduchu z jiných míst. Kvůli těmto závislostem podléhá teplota vzduchu dennímu, ročnímu a místnímu kolísání.



Denní průběh teploty a vlhkosti vzduchu



Záznam ČHMÚ 25.9.2005

Tepelná bilance stavby

Vnější prostředí



Intenzita slunečního záření, teplota vnějšího vzduchu

Tepelně technické vlastnosti obálky budovy

Výpočtové klimatické podmínky pro vytápění a větrání pro Českou republiku podle AHRAE – zimní výpočtová teplota vzduchu

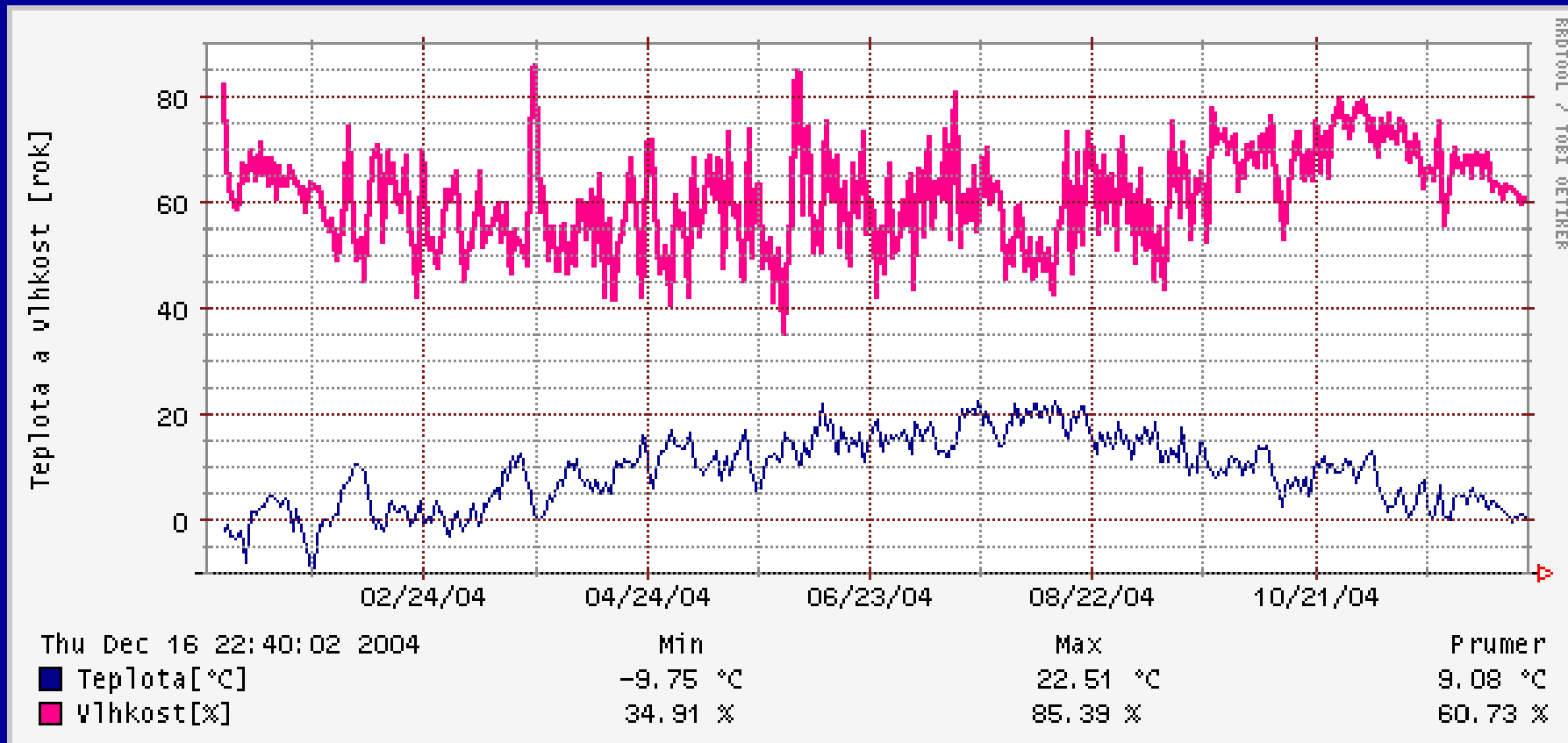
místo	Teplota vzduchu t_{e} (°C)	
	99,6% (35 hodin)	99,0% (88 hodin)
Brno	-14,4	-10,9
Cheb	-15,6	-12,4
Ostrava	-17,1	-12,9
Plzeň	-16,7	-12,8
Praděd	-19,0	-16,4
Praha	-16,1	-12,4
Příbyslav	-16,2	-13,0



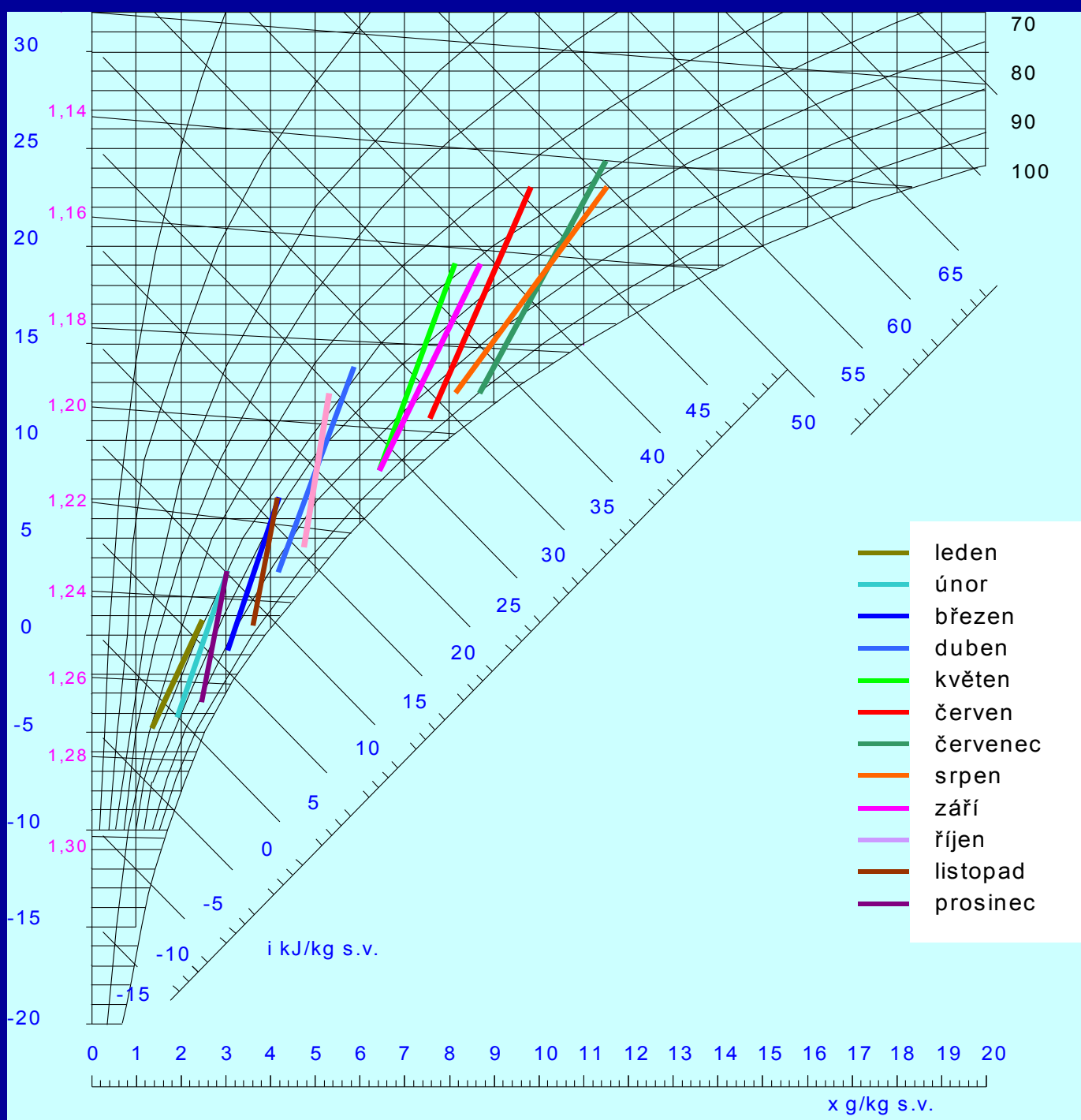
Vytápění
Větrání
Klimatizace

VOLBA EXTRÉMních KLIMATICKÝCH PODMÍNEK

Roční průběh teploty a vlhkosti vzduchu

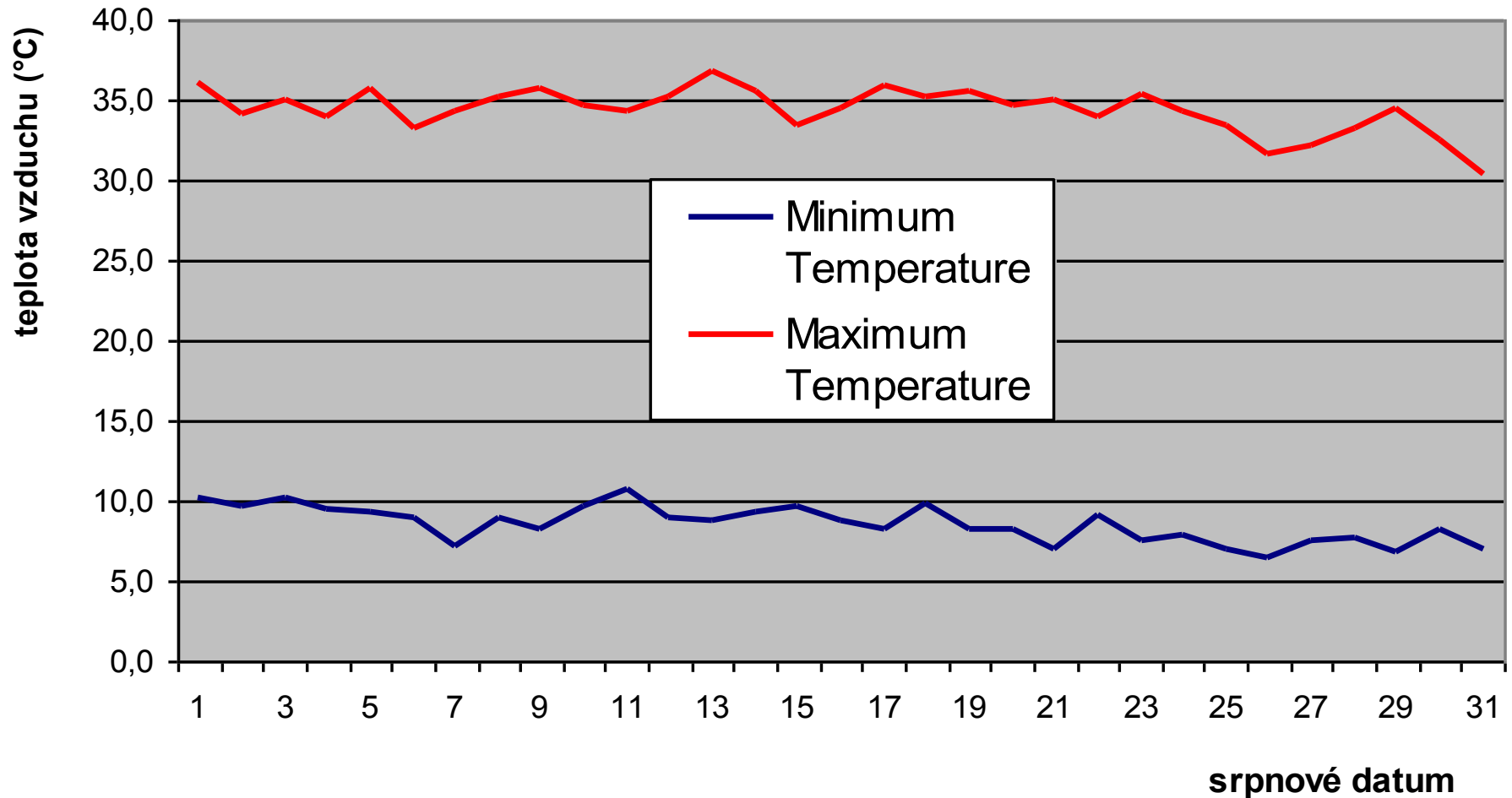


Aproximace jednotlivých měsíců



Rozptyl teploty vzduchu v měsíci srpnu

**Maximální a minimální teploty
od roku 1780 do současnosti (Klementinum)**



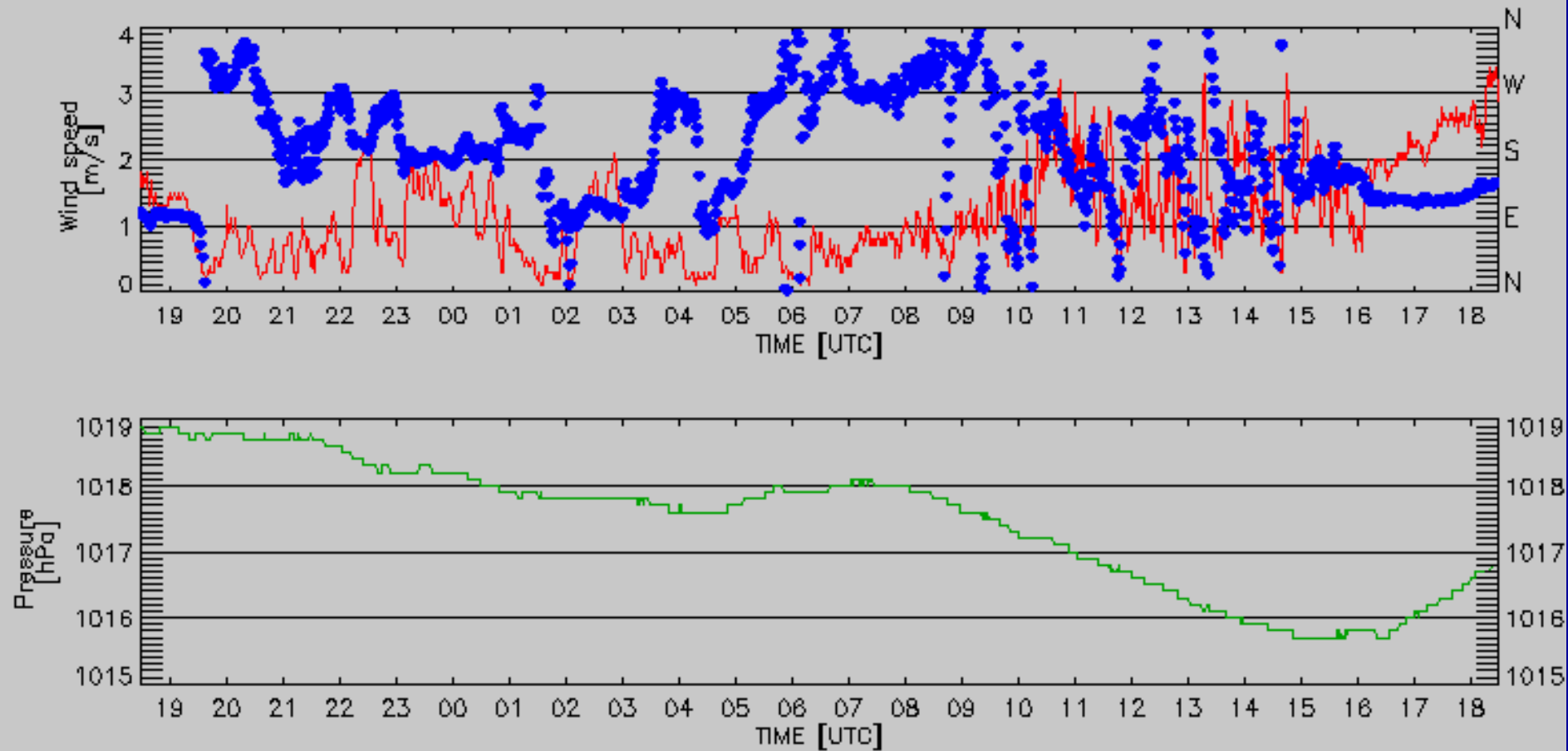
Vítr

Jako vítr se označuje proudění vzduchu v troposféře. Jeho příčinou jsou tlakové rozdíly. Rychlost větru vykazuje roční, denní a místní kolísání.

V zimním období jsou nejdůležitějšími klimatickými faktory teplota vnějšího vzduchu a rychlost větru, mezi kterými lze nalézt i závislost, kdy pokles teploty vzduchu pro většinu oblastí s kontinentálním klimatem je obvykle spojený se snížením rychlosti větru. V přímořských oblastech je tomu obráceně. Z pozorování vyplynulo, že v převládajícím směru se převážně vyskytují i největší rychlosti větru. Minimální jsou často ve směru kolmém na nejrychlejší vítr.



Denní průběh rychlosti a směru větru a tlak vzduchu



Záznam ČHMÚ 25.9.2005

Zeleň

- ohraničení prostoru
- snížení slunečního jasu a tepelného záření
- regulace obtékání budovy větrem - větrná a hluková bariéra
- omezení denního vzestupu teploty (adiabatickým chlazením) a nočního sálání – z listů se odpaří 10x více vody než ze stojaté hladiny se stejnou plochou. 1 m² ostříhaného trávníku má plochu až 150 m²
- čištění vzduchu a produkce kyslíku
- listnaté stromy v létě stíní a v zimě umožňují pasivní solární zisky



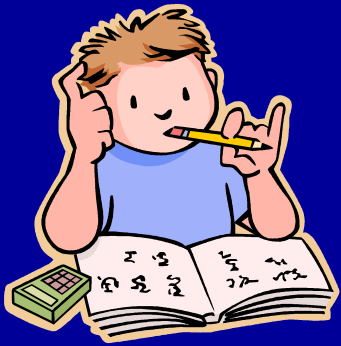
Vodní plochy

Akumulace tepelné energie – zmenšení kolísání (amplitudy) vzduchu

Menší noční sálání půdy v důsledku vyšší vlhkosti vzduchu

Menší výskyt jarních a podzimních mrazíků



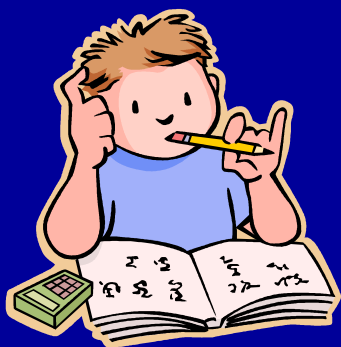


Teplota venkovního vzduchu a vnitřní prostředí:

Teplota vzduchu je stěžejním faktorem tepelné bilance v zimním období. Téměř 300 dnů v roce se venkovní teplota pohybuje v rozmezí 0- 20 C.

Aktuální teplota vnějšího vzduchu je významná zejména pro větrání (dimenzování výměníků, distribuce teplotně neupraveného vzduchu).

Volba výpočtové teploty ovlivňuje tepelný komfort za extrémních klimatických podmínek a také velikost zdrojů tepla a chladu.

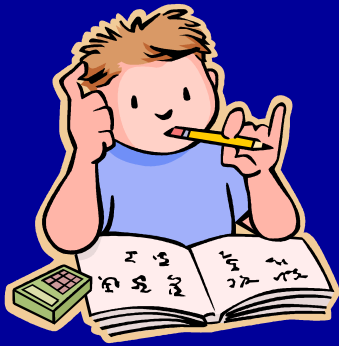


Vlhkost venkovního vzduchu a vnitřní prostředí:

Obsah vodní páry ve vzduchu závisí významně na jeho teplotě, proto v ročním cyklu vykazuje vlhkost vzduchu velké kolísání, nejnižší je v zimě a nejvyšší v létě. Proto je v zimě v interiéru budov suchý vzduch, zatímco v létě je vlhkost vysoká.

Vlhkost vzduchu v konkrétní lokalitě ovlivňují také vodní plochy a rostliny (odparem). To ovlivňuje vlhkostní bilanci budov.

Nejvyšší teploty vzduchu nejsou doprovázeny nejvyšší vlhkostí – maxima teploty a vlhkosti vzduchu nejsou současná. Nejvyšší absolutní vlhkost má venkovní vzduch při cca 20 C.



Vítr a vnitřní prostředí

Obtékání budovy větrem má při vyšší vzduchotěsnosti obálky ($n_{50} > 5-10$) vliv na proudění vzduchu v budově.

Průtok vzduchu infiltrací je v důsledku proměnlivosti povětrnostních podmínek neustálený.

Směr a rychlost větru mají vliv na přestup tepla konvekcí, který ochlazuje budovu.

Směr a rychlost větru v konkrétní lokalitě závisí na konfiguraci terénu, okolní zástavbě, zeleni.

Maximální rychlost větru se nevyskytuje při minimálních teplotách, ale přibližně při teplotách o 10 C vyšších.

Původcem veškeré energie na Zemi je Slunce.

Na každý čtvereční metr zemského povrchu dopadá v našich podmínkách za jeden rok 1200kWh sluneční energie, to je srovnatelné s množstvím energie uvolněné při spálení 250kg uhlí. Přenos energie od Slunce na zemský povrch trvá přibližně 8 minut. Spektrum slunečního záření zahrnuje:

ultrafialové záření (cca 7%)

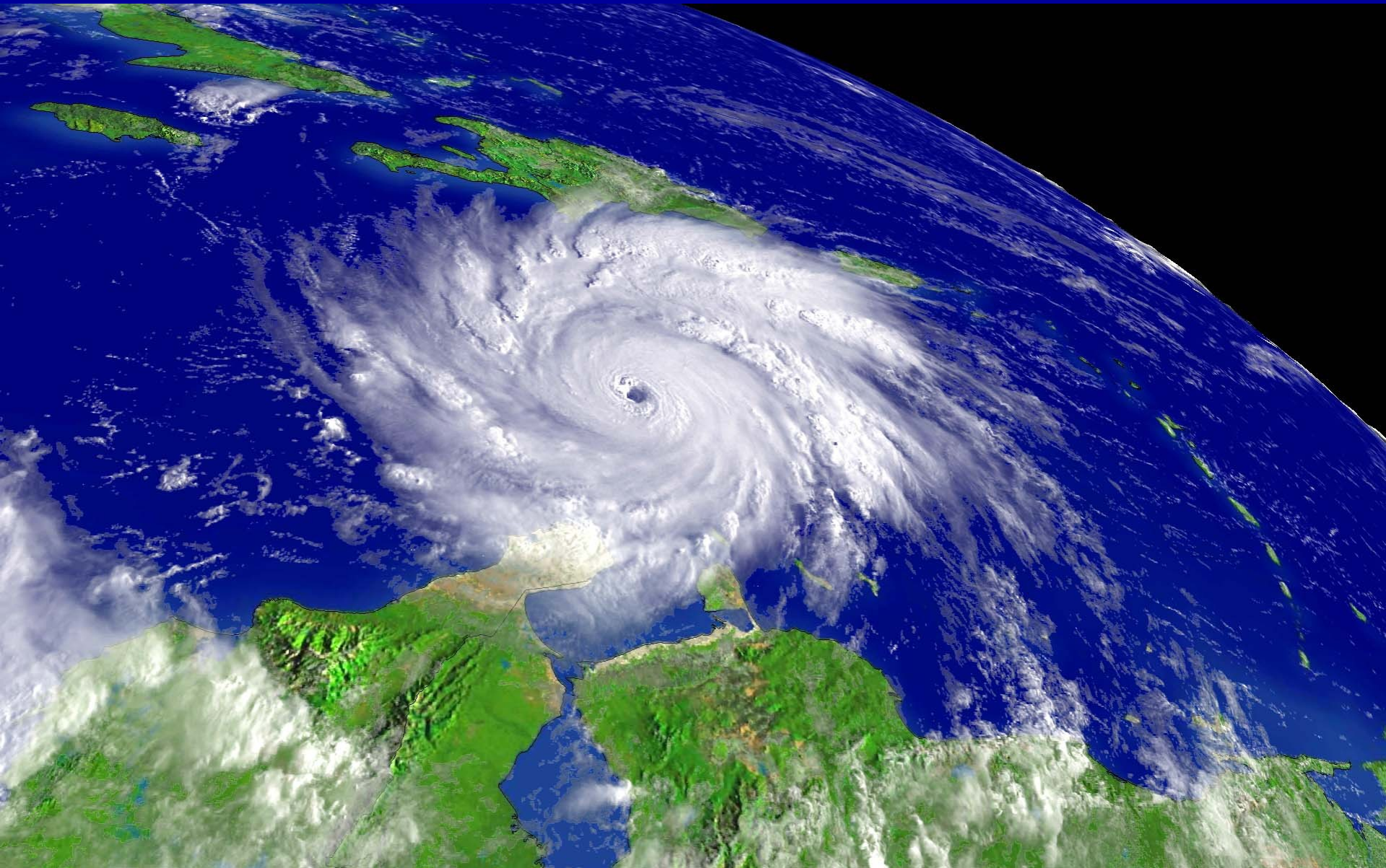
viditelné záření (cca 48 %)

infračervené záření (cca 45 %)

- intenzita slunečního záření
- teplota vzduchu
- vlhkost vzduchu (entalpie)
- tlak vzduchu
- vítr
- sluneční svit (délka trvání)

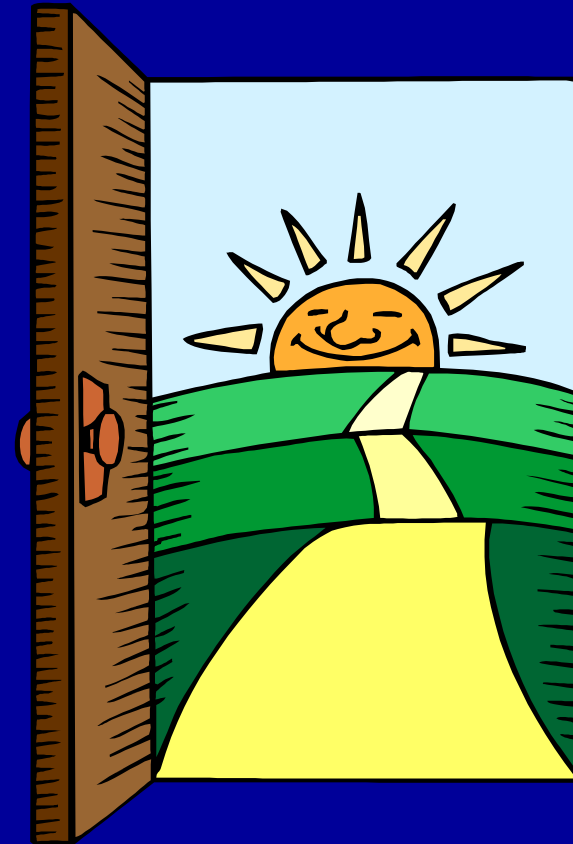


Působení sluneční energie v atmosféře - Hurikán

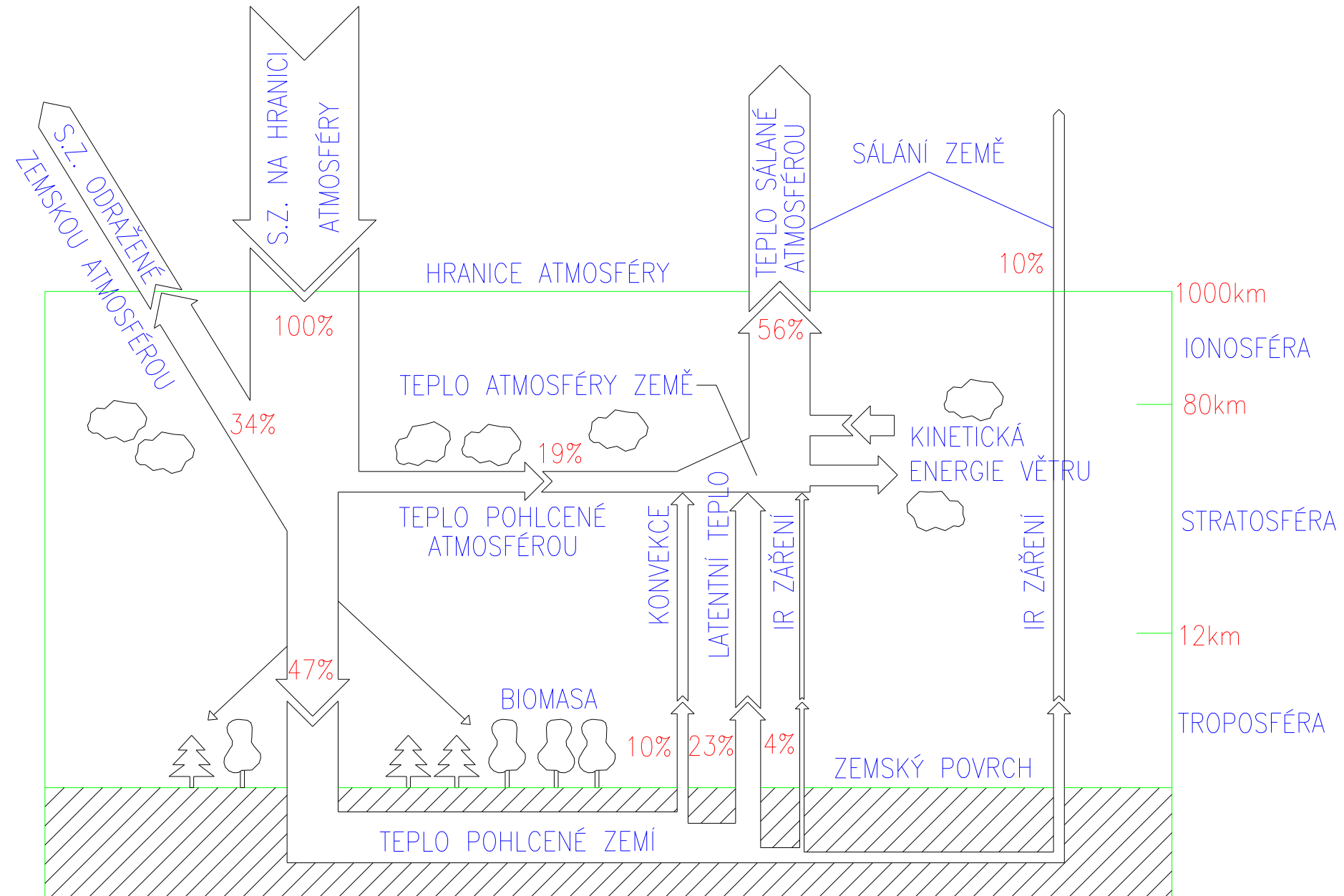


Význam Slunce v lidských obydlích

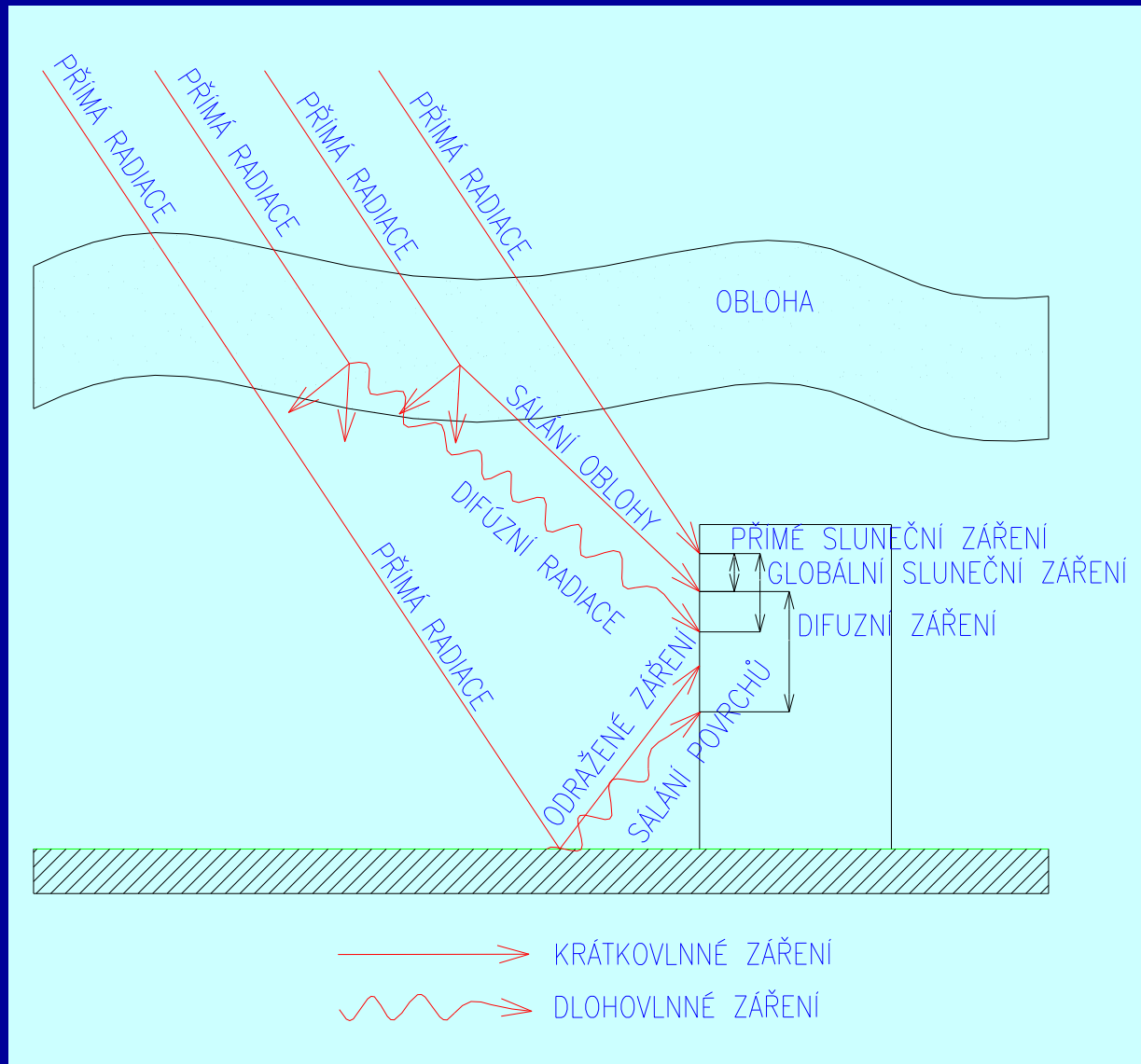
- + tvorba vitamínu D
potlačuje tvorbu plísní
chuť k jídlu a k životu vůbec
- rakovina kůže, zánět spojivek
popáleniny



Distribuce slunečního záření na Zemi



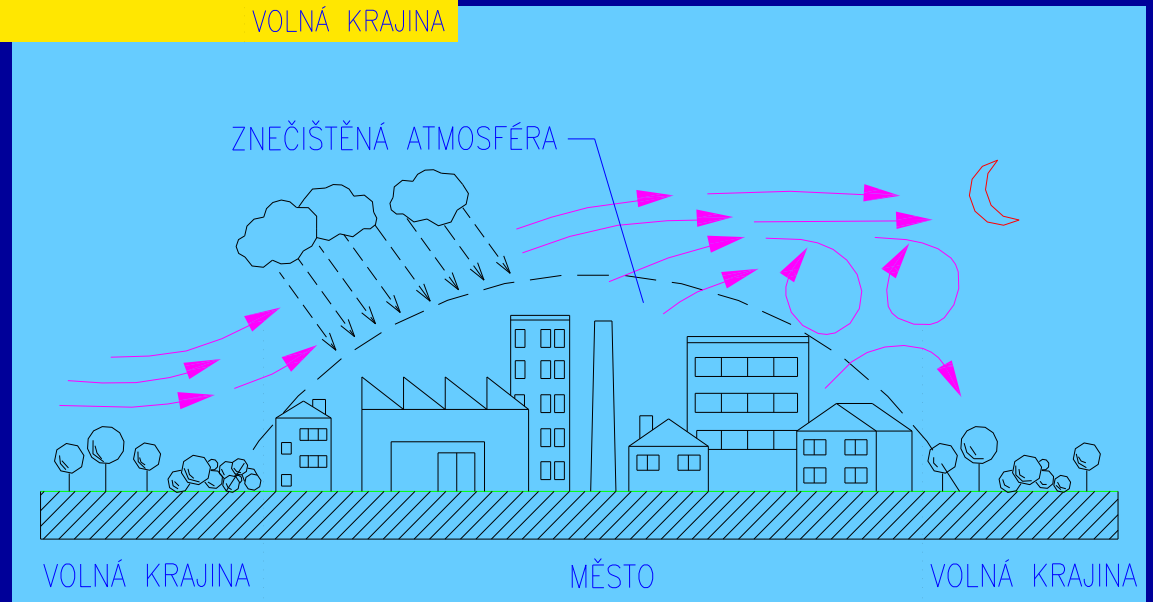
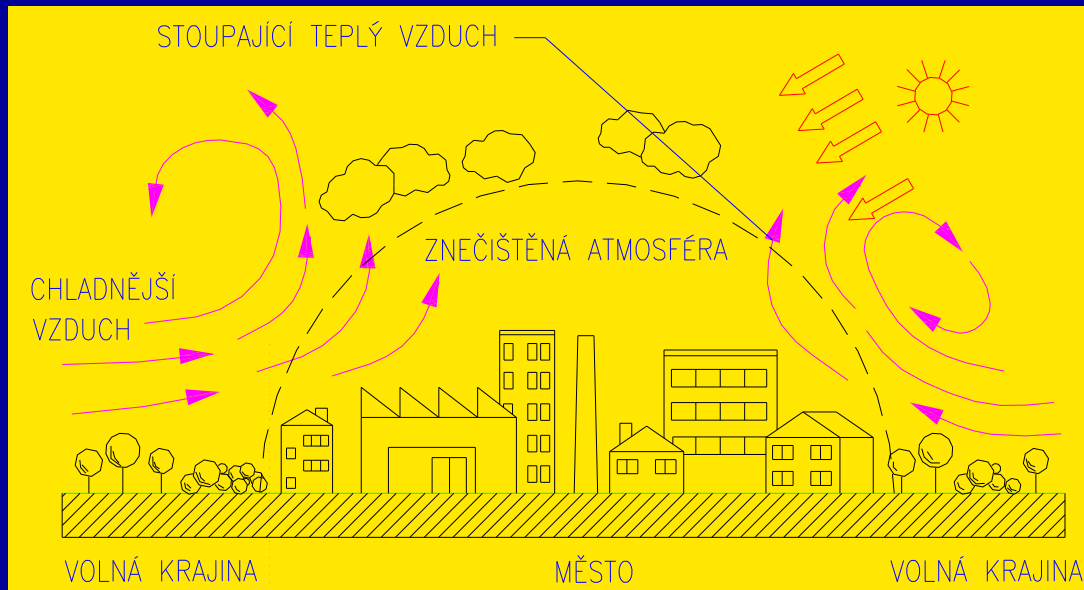
Distribuce slunečního záření na Zemi



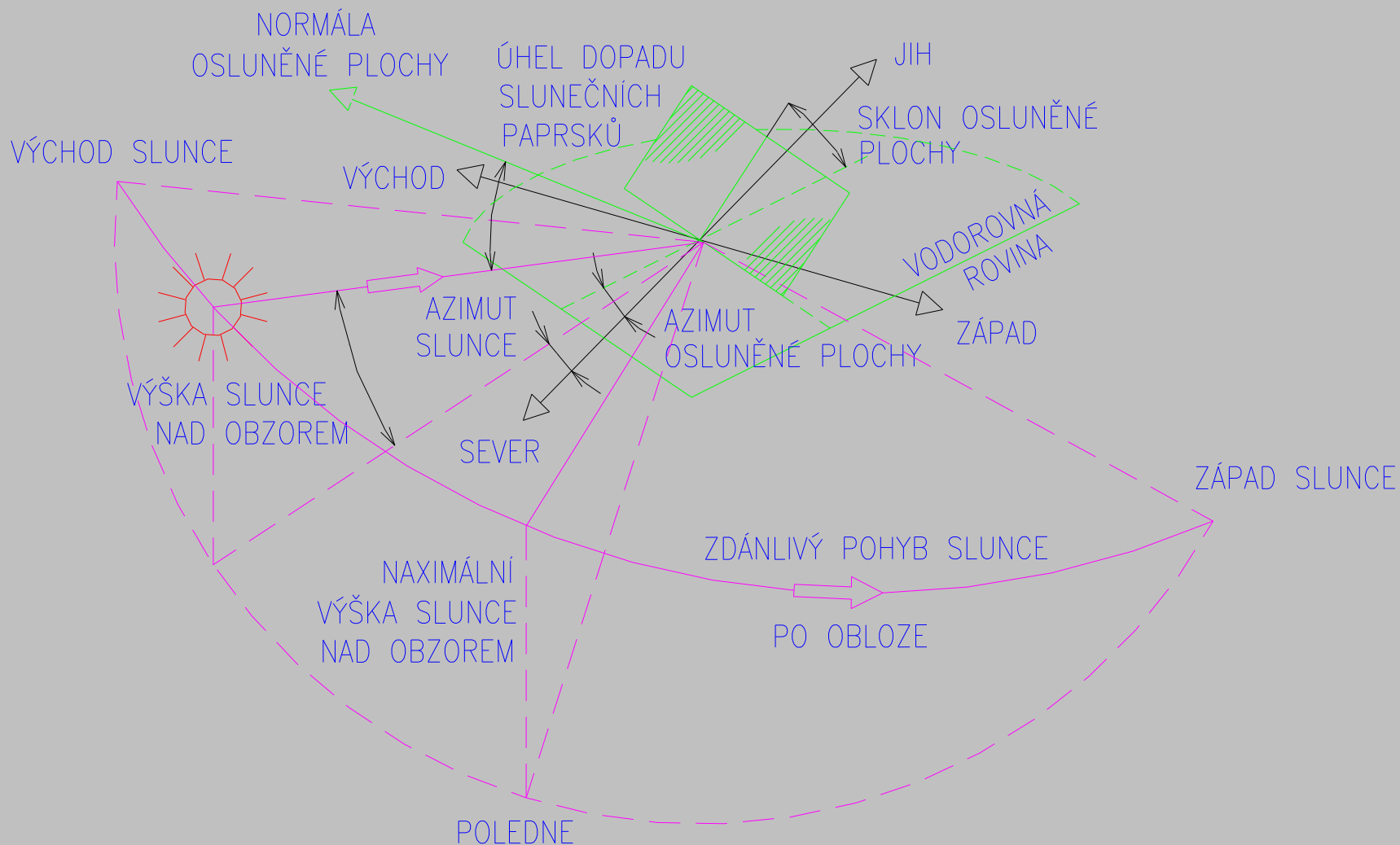
Průměrné měsíční hodnoty znečištění atmosféry z

měsíc	ČSN 73 0548 běžné podmínky	Cihelka				Řehánek	
		Horské oblasti	venkov	Města	Průmyslové oblasti	Hradec Králové (280mn.m.)	Milešovka (835 m n.m.)
Leden		1,5	2,1	3,1	4,1	2,8	2,2
Únor		1,6	2,2	3,2	4,3	3,2	2,6
Březen	3	1,8	2,5	3,5	4,7	3,3	2,7
Duben	4	1,9	2,9	4,0	5,3	3,8	3,4
Květen	5	2,0	3,2	4,2	5,5	4,1	3,6
Červen	5	2,3	3,4	4,3	5,7	4,3	4,0
Červenec	5	2,3	3,5	4,4	5,8	4,1	3,8
Srpen	4	2,3	3,3	4,3	5,7	4,0	3,5
Září	4	2,1	2,9	4,0	5,3	3,8	3,1
Říjen	3	1,8	2,6	3,6	4,9	3,6	2,7
Listopad		1,6	2,3	3,3	4,5	3,0	2,5
Prosinec		1,5	2,2	3,1	4,2	2,8	2,1

Znečištění atmosféry v blízkosti velkých měst



Sluneční souřadnice



Sluneční souřadnice

Sluneční souřadnice pro 21. den každého měsíce (výška Slunce nad obzorem; azimut)

Měsíc	dekli- nace	Sluneční čas (h)														
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	18
Prosinec	-23,5					6	12	15	17	15	12	6				
						139	152	166	180	194	208	221				
Leden	-20,4				3	10	15	19	20	19	15	10	3			
listopad					125	138	151	165	180	195	209	222	235			
Únor	-11,8			0	10	17	23	27	29	27	23	17	1	0		
Říjen				109	121	134	148	164	180	196	212	226	239	241		
Březen	0		1	10	19	27	34	39	40	39	34	27	19	10	1	
Září			89	101	114	127	143	160	180	200	217	233	246	259	271	
Duben	11,8	0	9	18	28	37	44	49	51	49	44	37	28	18	9	0
srpen		72	83	94	106	120	137	157	180	203	223	240	254	266	277	288
květen	20,4	6	15	25	34	44	52	58	60	58	52	44	34	25	15	6
Červenec		67	77	88	100	114	131	152	180	208	229	246	260	272	283	293
červen	23,5	9	18	27	37	46	55	61	63	61	55	46	37	27	18	9
		64	74	85	97	110	128	151	180	209	232	250	263	275	286	296

Intenzita sluneční radiace dopadající na stěnu

Intenzita sluneční radiace I (W/m^2) dopadající na různě orientované svislé stěny

Směr	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
S	59	136	110	117	138	153	163	166	163	153	138	117	110	136	59
SV	98	333	432	417	325	189	163	166	163	153	138	117	92	63	28
V	96	372	555	628	605	505	351	166	163	153	138	117	92	63	28
JV	55	230	407	540	611	615	556	442	289	153	138	117	92	63	28
J	28	63	92	204	340	454	530	556	530	454	340	204	92	63	28
JZ	28	63	92	117	138	153	289	442	556	615	611	540	407	230	55
Z	28	63	92	117	138	153	163	166	351	505	605	628	555	372	92
SZ	28	63	92	117	138	153	163	166	163	189	325	417	432	333	98
H	54	177	332	491	634	747	819	843	819	747	634	491	332	177	54

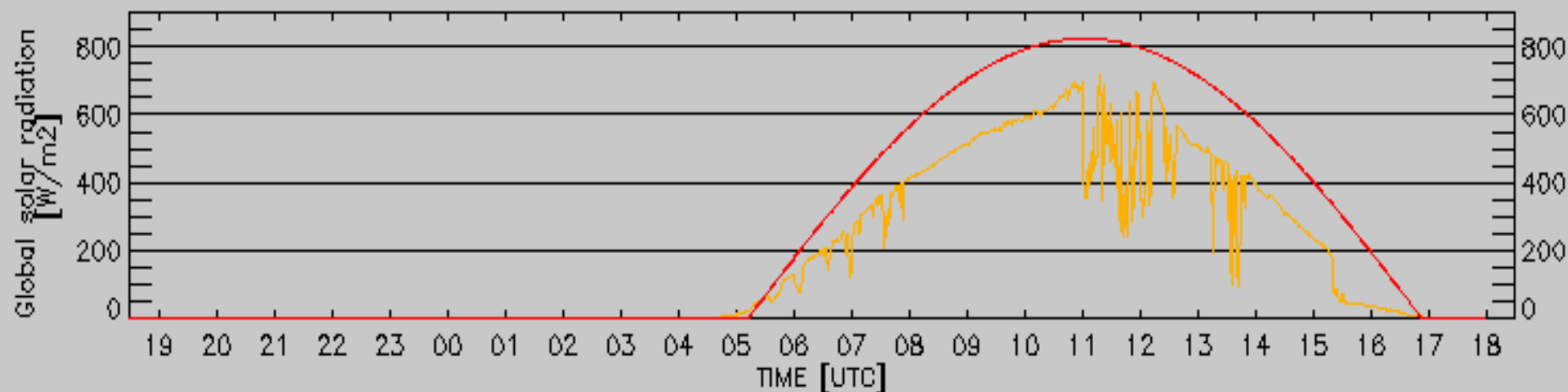
$$I_p = I_k \cdot e^{z \cdot a} = I_k \cdot \exp \left[-0,1 \cdot z \cdot \left(\frac{16000 - H}{16000 + H} \right)^{-0,8} \right]$$

Intenzita sluneční radiace procházející oknem

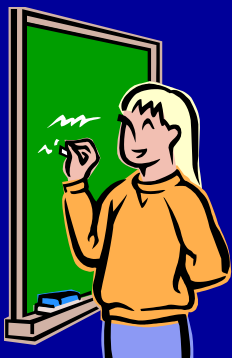
Intenzita sluneční radiace I (W/m^2) procházející jednoduchých oknem s ocelovým rámem

Směr	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
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
J	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
H	41	122	249	379	534	640	706	729	706	640	534	397	249	122	41

Denní průběh sluneční radiace

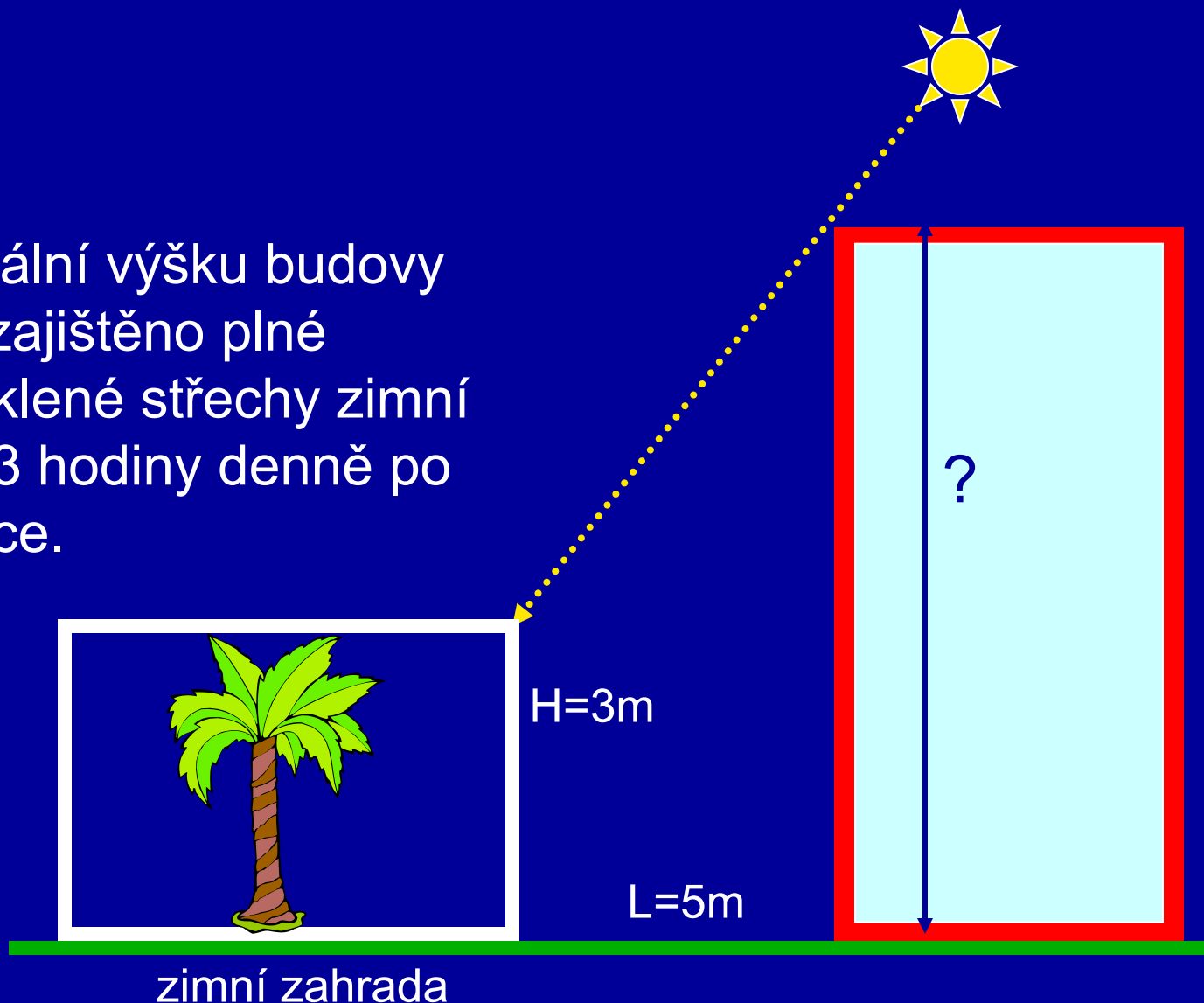


Záznam ČHMÚ 25.9.2005



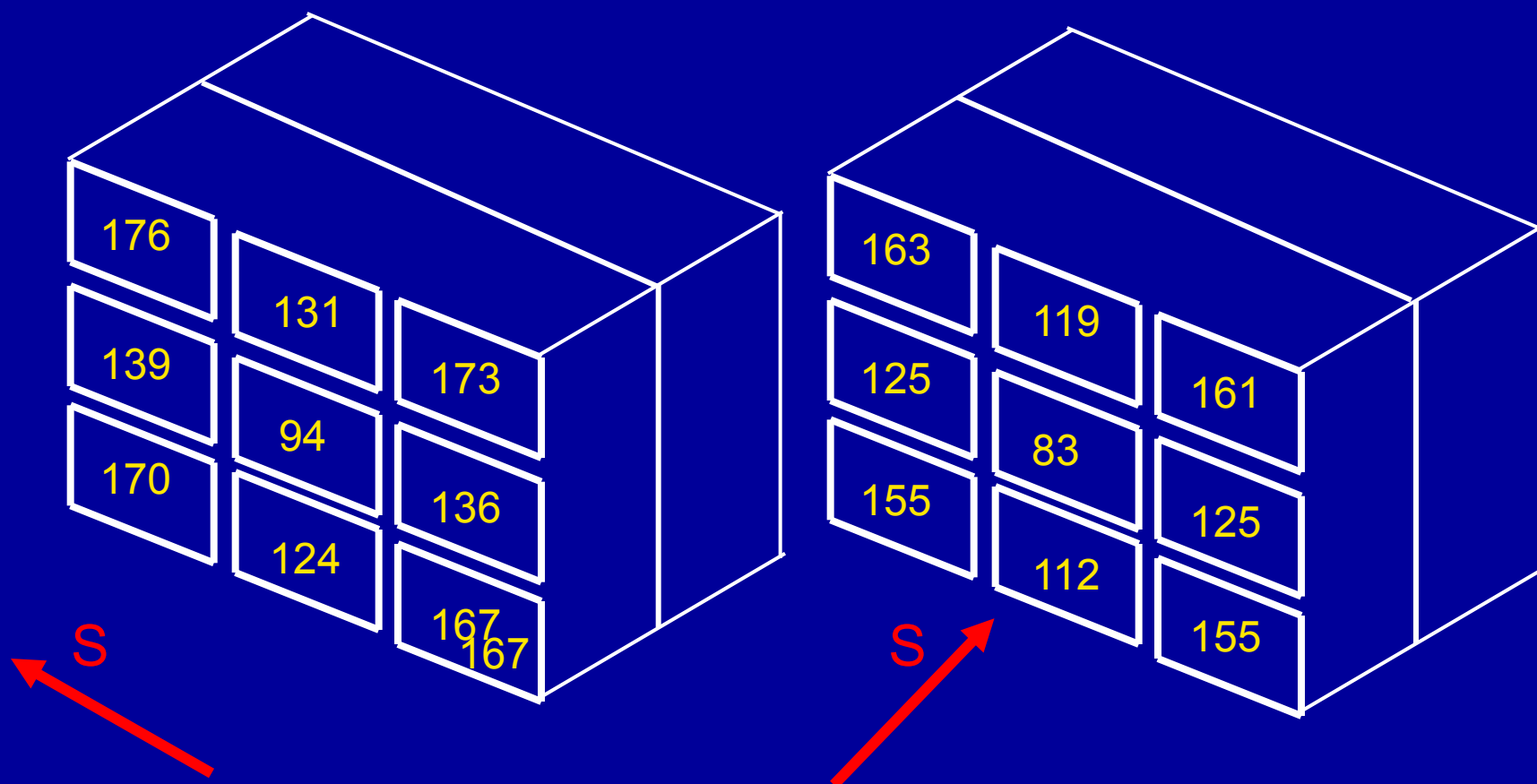
Příklad – Ať Svítí !

Určete maximální výšku budovy tak, aby bylo zajištěno plné oslunění prosklené střechy zimní zahrady min. 3 hodiny denně po 9 měsíců v roce.



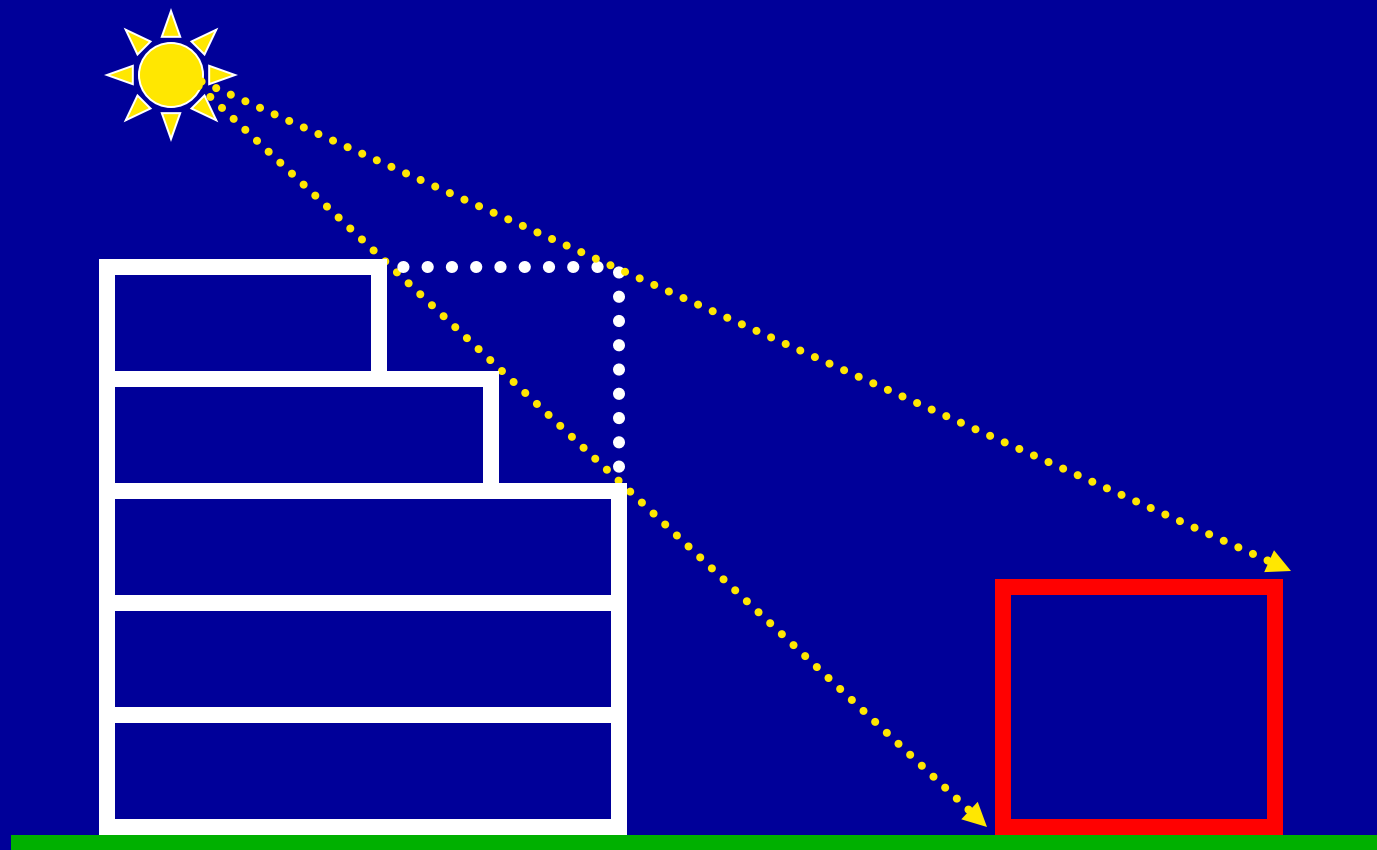
Vliv orientace ke světovým stranám

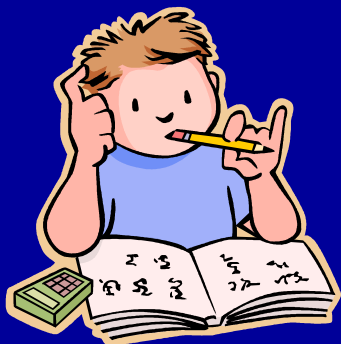
Vliv orientace obytné místnosti ke světovým stranám a polohy v objektu na celkovou tepelnou bilanci za otopné období



Stínění okolní zástavbou

Změna stínícího účinku budovy jejím tvarem





Sluneční záření a vnitřní prostředí:

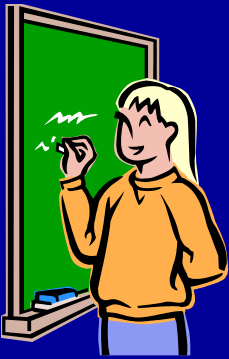
Sluneční záření je zdrojem veškeré energie na Zemi. Od hodnoty dopadajícího slunečního záření a jeho proměnlivosti v čase se odvíjí teplota vzduchu v atmosféře.

Osluněnost obálky budovy determinuje jak světelné, tak tepelné podmínky. V důsledku pohybu Slunce po obloze se oslunění budovy během roku mění. Poloha Slunce na obloze se mění se zeměpisnou šířkou.

Znečištění oblohy, typ krajiny ovlivňuje množství dodaného slunečního záření až o 100%.

Poloha osluněné roviny ovlivňuje přijatý tepelný tok přímou radiací, difúzní záření je stejné pro všechny směry.

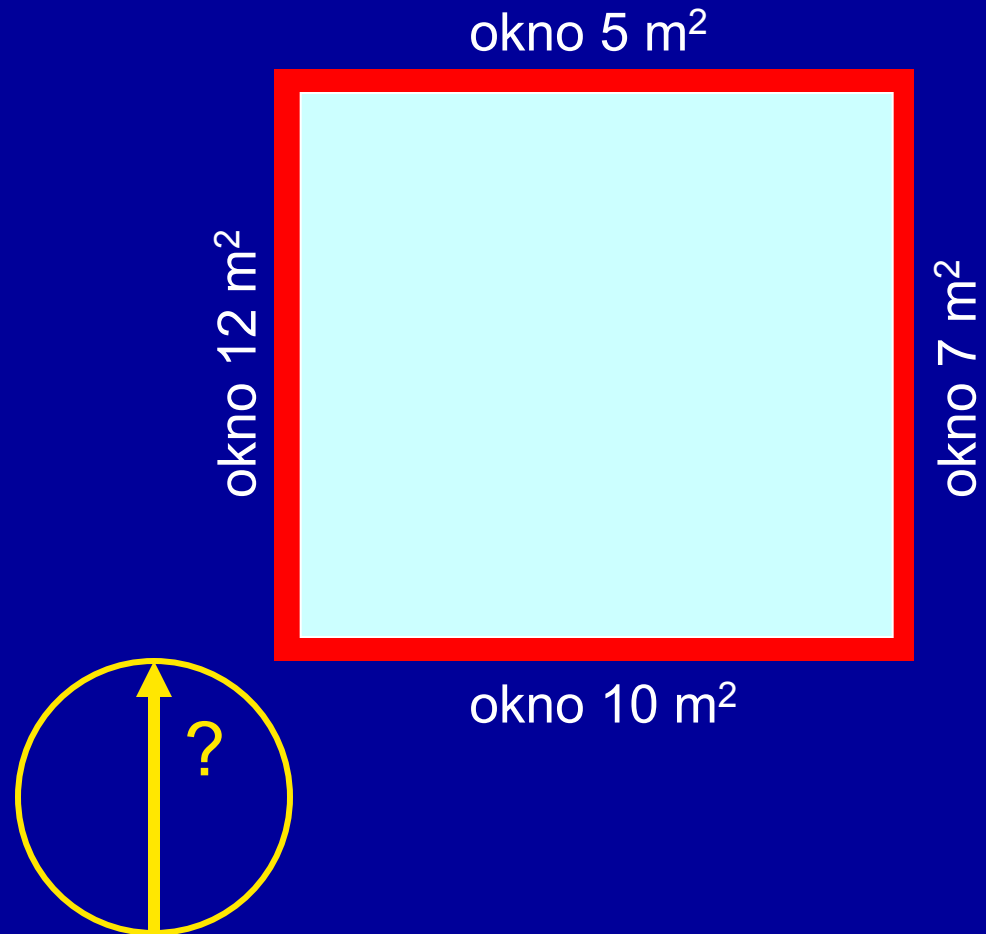
Vliv slunečního záření je dominantní v letním, u lehkých izolovaných staveb také v přechodném období



Příklad – Hledejte sever

Určete orientaci objektu vzhledem ke světovým stranám s přesností na 45 tak, aby celková hodnota dopadajícího slunečního záření v nejkritičtější hodinu do místnosti byla:

- a) minimální,
- b) maximální



Tepelně vlhkostní mikroklima faktory stavby

Tepelně technické vlastnosti OP
Prosklení a stínění



Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí

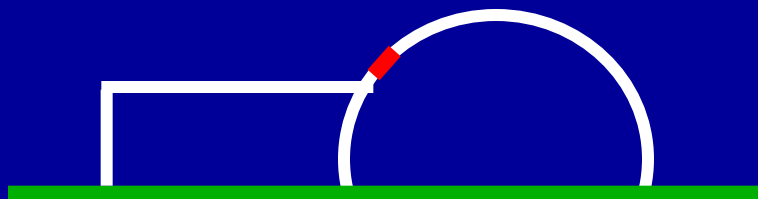
základní

- hustota ρ
- měrná tepelná kapacita c
- tepelná vodivost λ
- poměrná pohltivost slunečního záření ϵ

odvozené

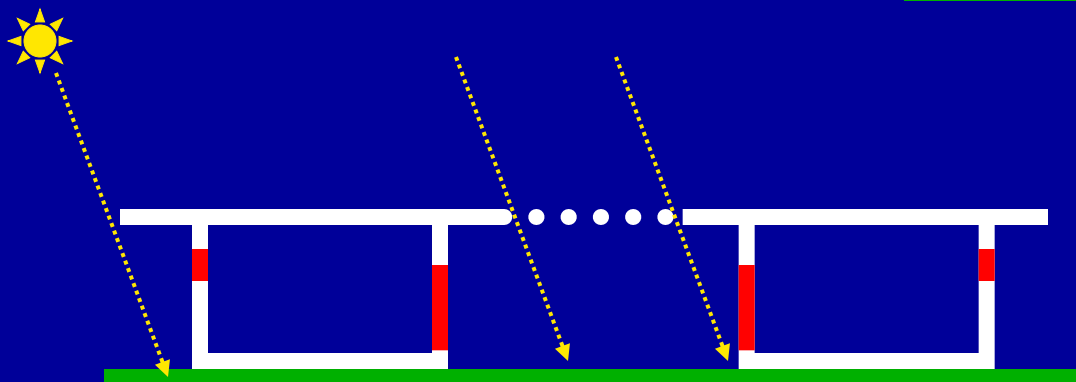
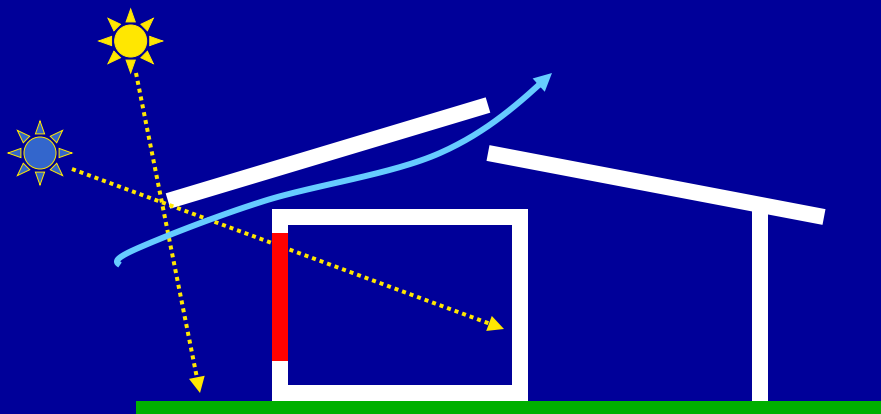
materiál	Pohltivost - emisivita
Kovy lesklé	0,05 – 0,10
Beton, cihly, dřevo, omítka	0,90

Tvar stavby



Drsné studené podnebí
Minimální povrch ku objemu
Nárazové prostory

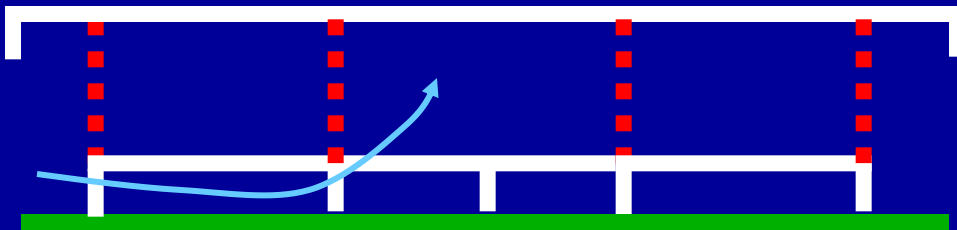
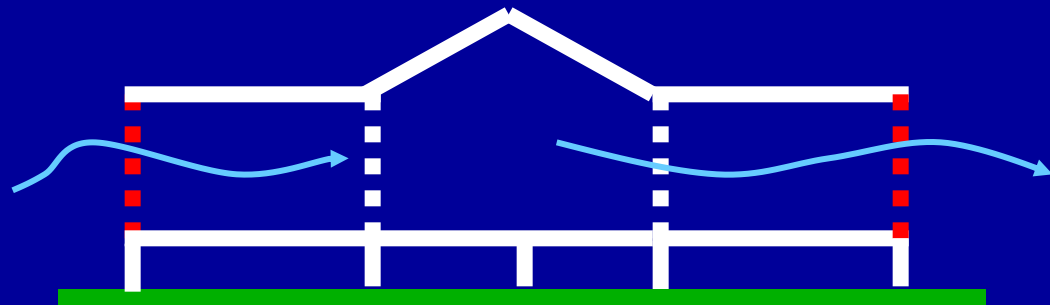
Mírné podnebí
Dobrá tepelná izolace
Zimní insolace a letní stínění



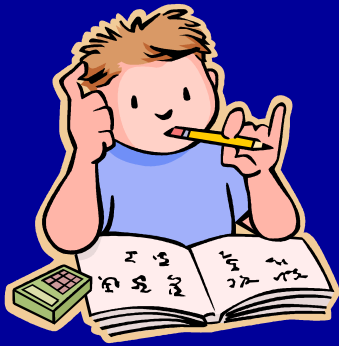
Horké suché podnebí
Masivní atriová budova
s malými okny

Tvar stavby

Horké vlhké podnebí
Účinné větrání
Kryté verandy



Velmi horké a suché
podnebí
Chlazení a zvlhčování
vzduchu vodou
odpařovanou ze
stavební konstrukce



Stavební konstrukce a vnitřní prostředí:

Význam tepelně technických vlastností konstrukcí obvodového pláště je značný, dominantní vliv má prosklení.

Mírou přenosu tepla z vnějšího prostředí je u neprůsvitných konstrukcí **součinitel prostupu tepla** (tepelný odpor obálky budovy)

Kolísání vnitřní teploty je závislé na teplotním útlumu obvodových konstrukcí, rozhodující je jejich hmotnost a měrná tepelná kapacita (vysoká plošná hmotnost a tloušťka), významná je také **akumulační schopnost** vnitřních konstrukcí

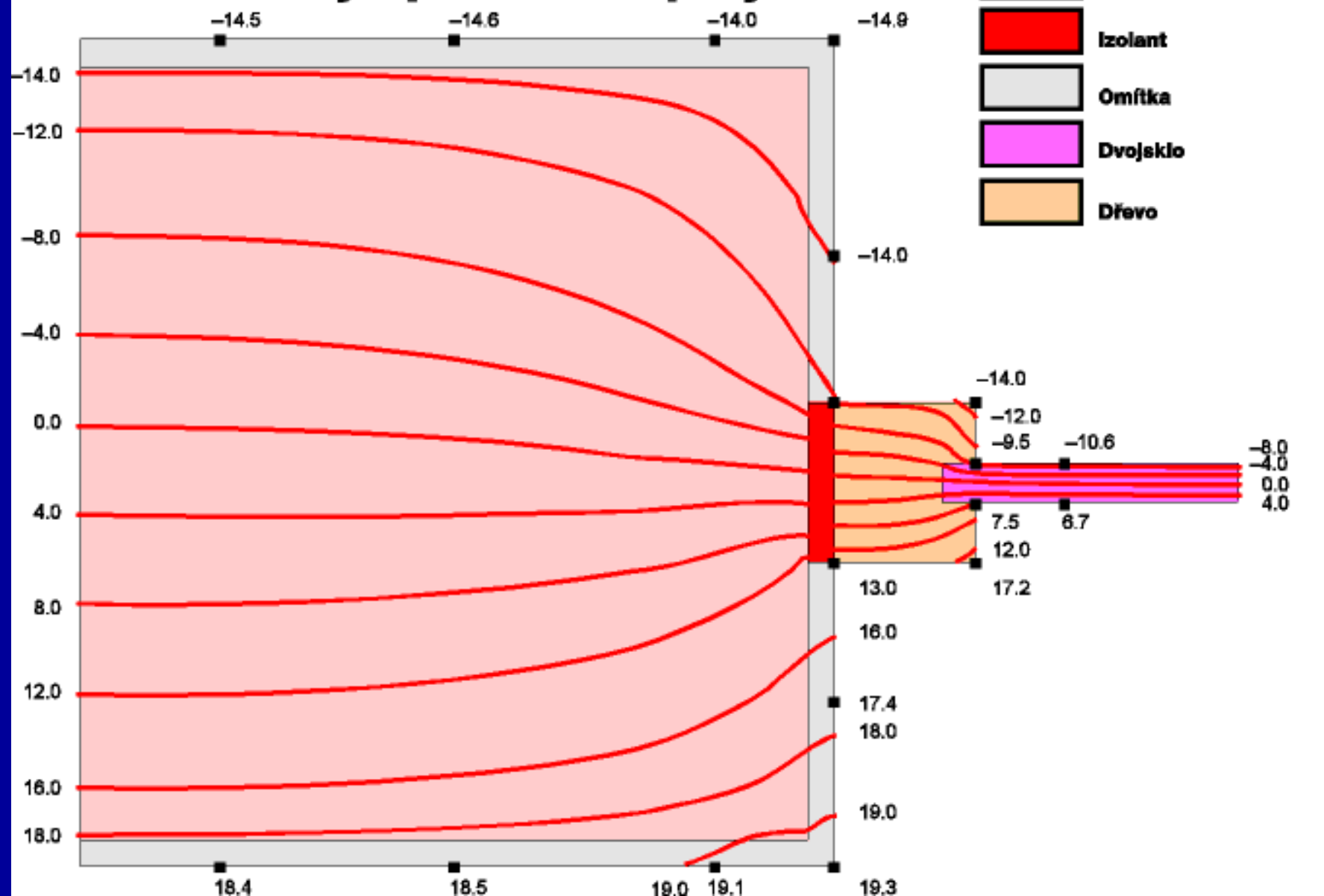
Průsvitné konstrukce předávají teplo zejména sálavé sluneční radiace, mírou je **stínící součinitel**.

Nehomogenity v teplotních polích

tepelné mosty a jejich vliv
na povrchovou teplotu a vlhkost stěn

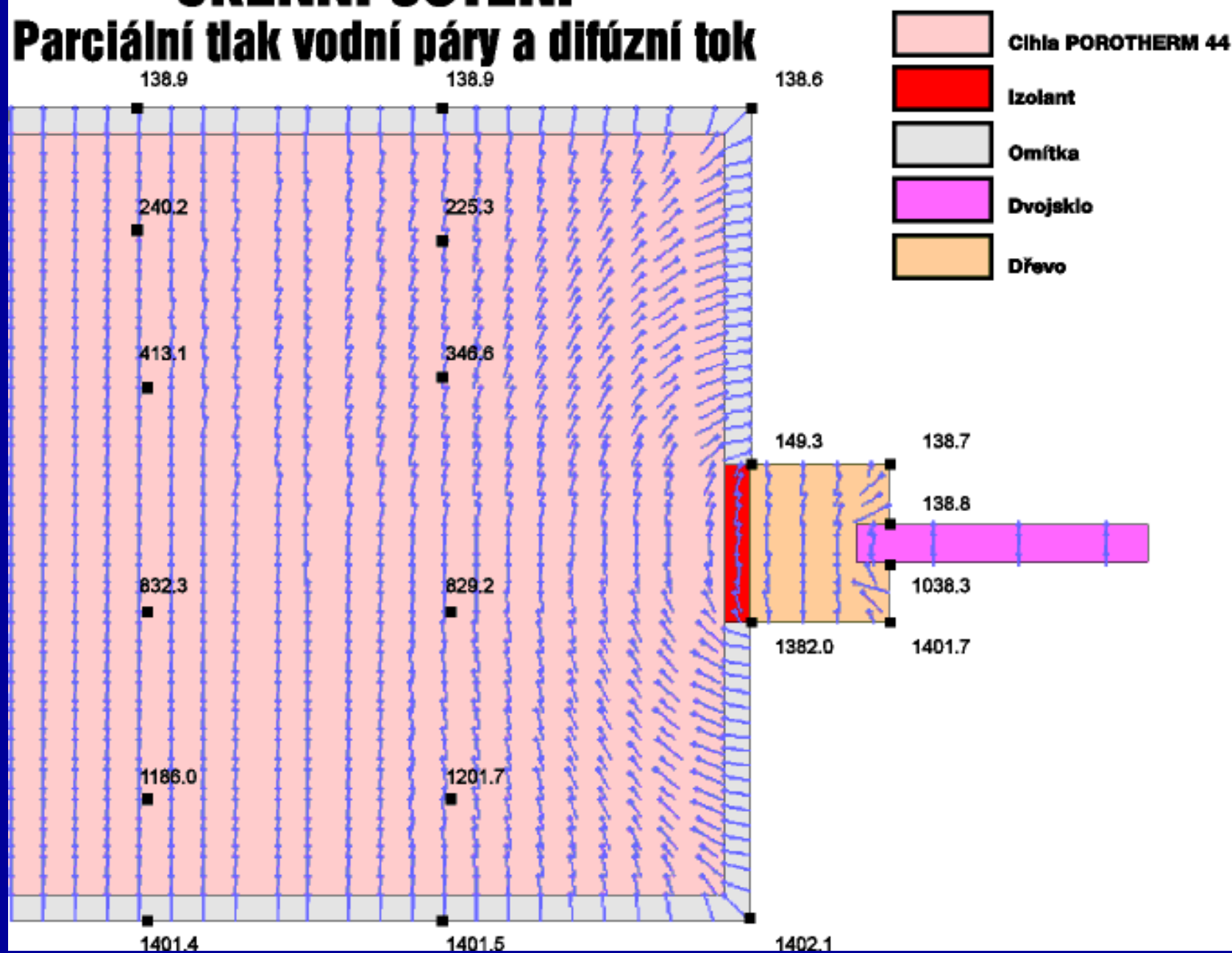
OKENNÍ OSTĚNÍ

Izotermy a povrchové teploty



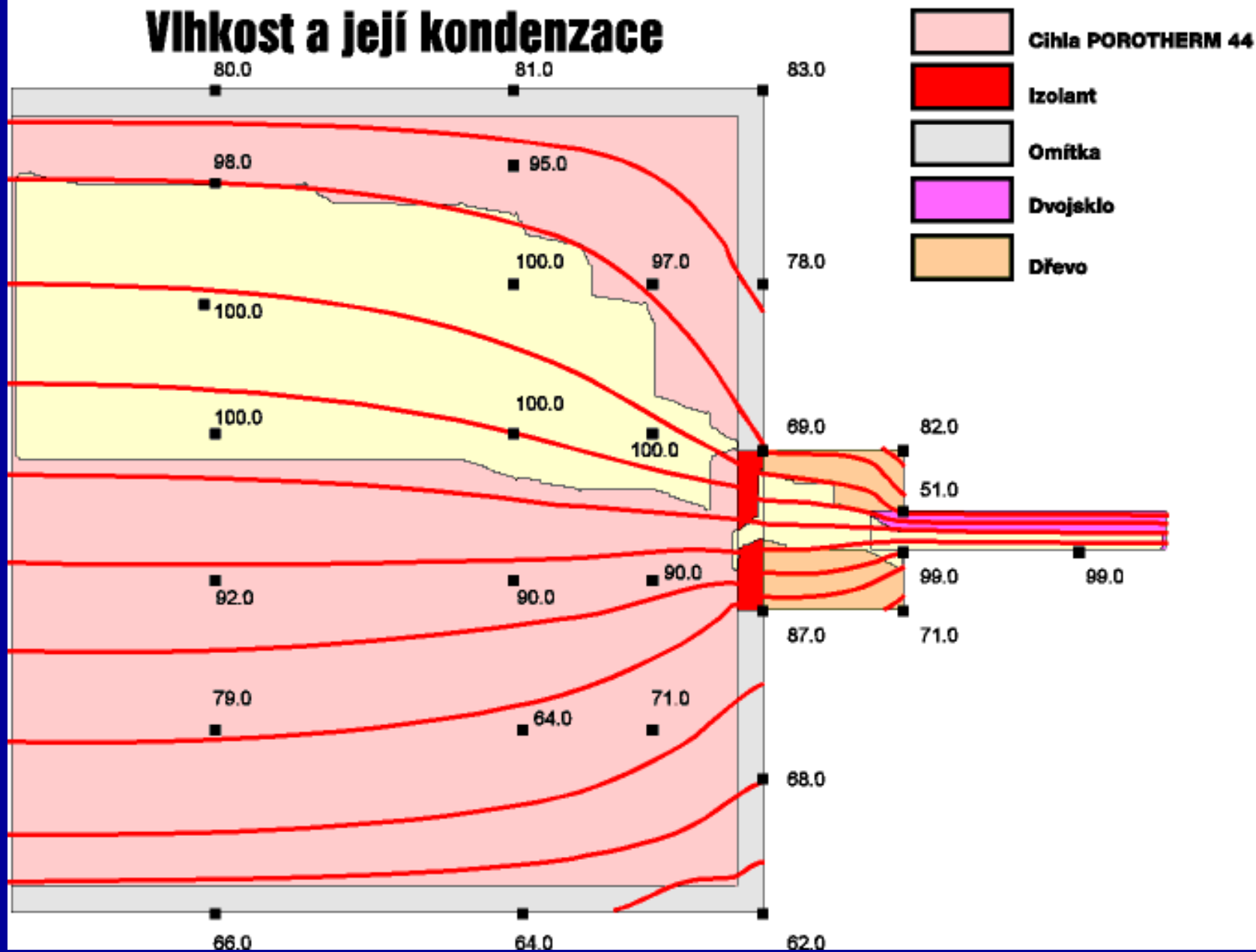
OKENNÍ OSTĚNÍ

Parciální tlak vodní páry a difúzní tok



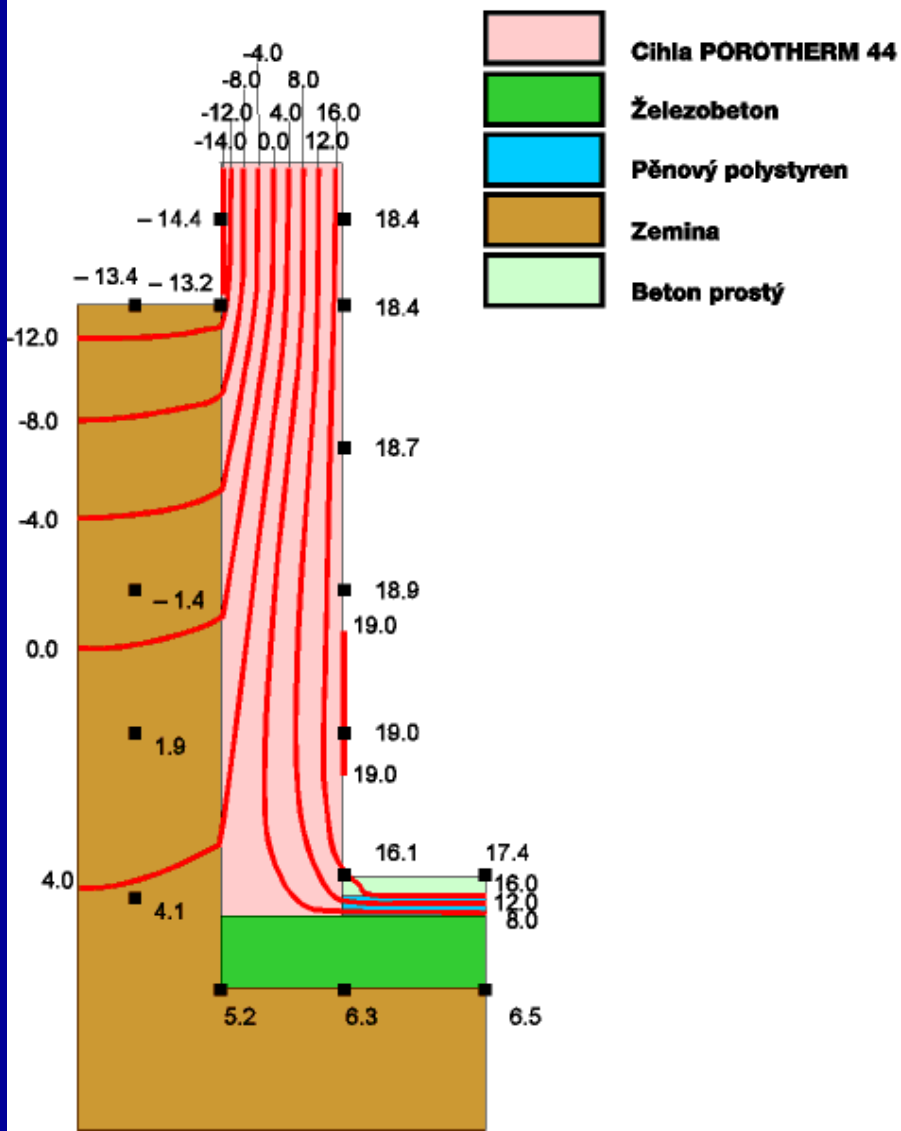
OKENNÍ OSTĚNÍ

Vlhkost a její kondenzace



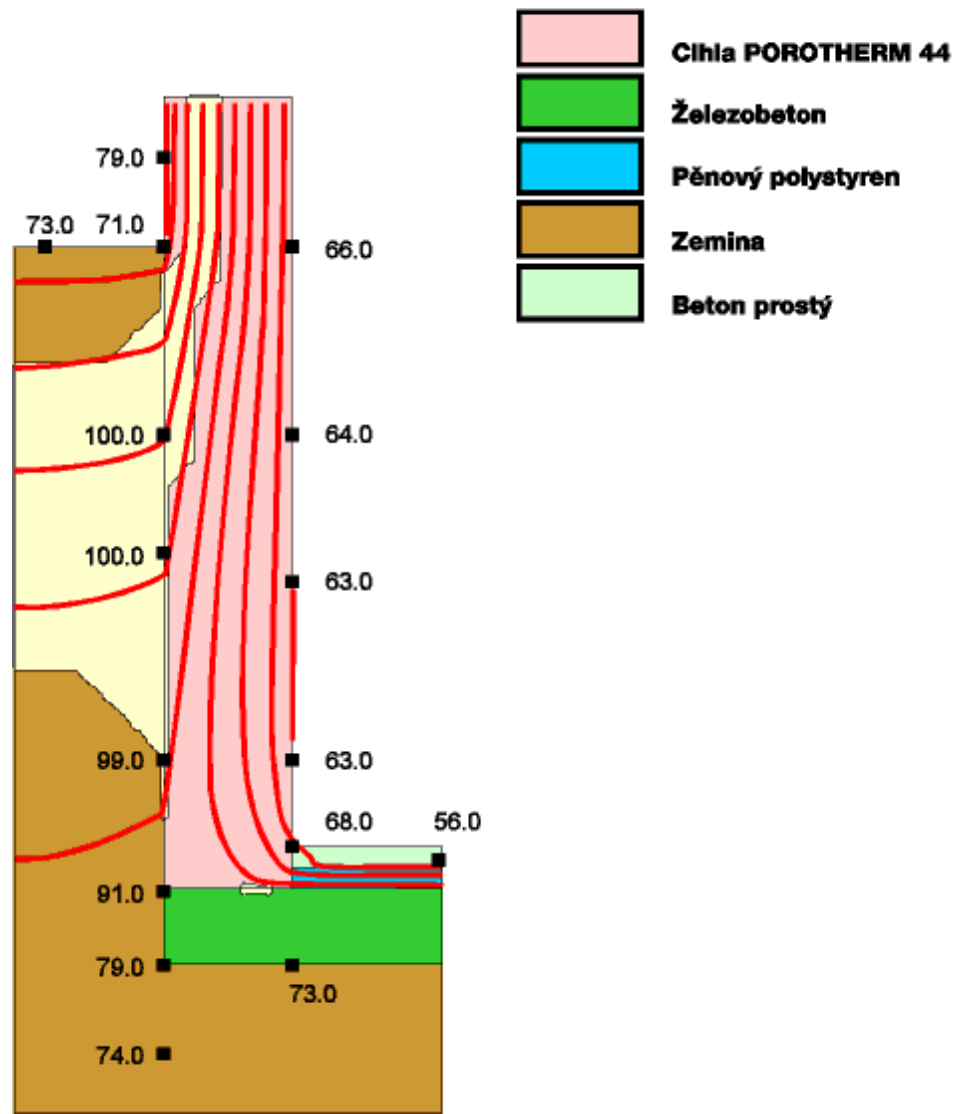
PLNÁ STĚNA POD TERÉNEM

Izotermy a povrchové teploty



PLNÁ STĚNA POD TERÉNEM

Vlhkost a její kondenzace



Tepelně vlhkostní mikroklima vnitřní faktory

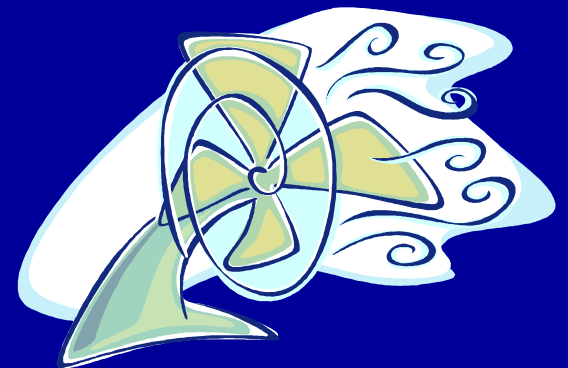
člověk

teplá jídla

odpar z vodních ploch

vnitřní vybavení budov (svítidla, elektronika)

větrání, vytápění klimatizace



Tvorba tepelně vlhkostního vnitřního prostředí staveb

vnější prostředí



vnější klimatické podmínky
podnebí

vnitřní prostředí



člověk

pohlaví
věk
hmotnost
výška
adaptace
fyzická aktivita
potrava



budova

stavební materiály

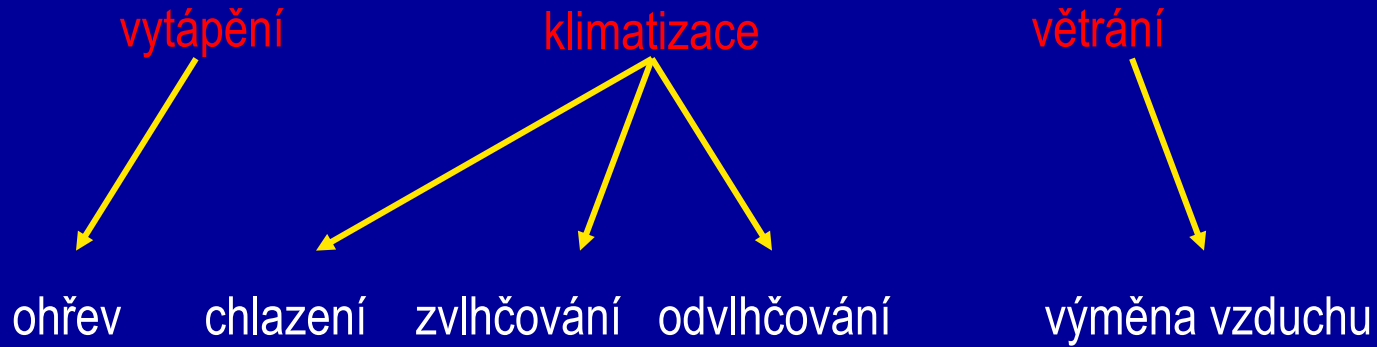


vnitřní zařízení

tok tepla a vodní páry

základní mikroklima prostředí

základní mikroklima prostředí



výsledný stav prostředí



hypotermie neutrální pásmo mokré pocení hypertermie

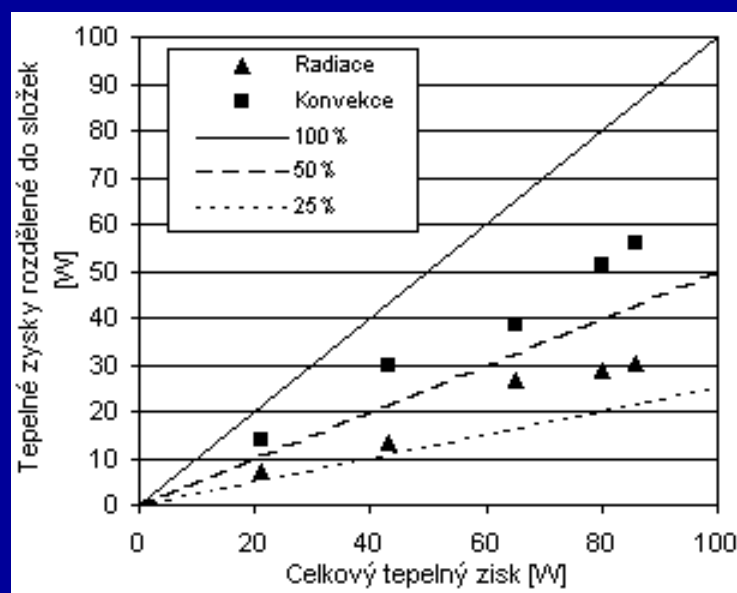
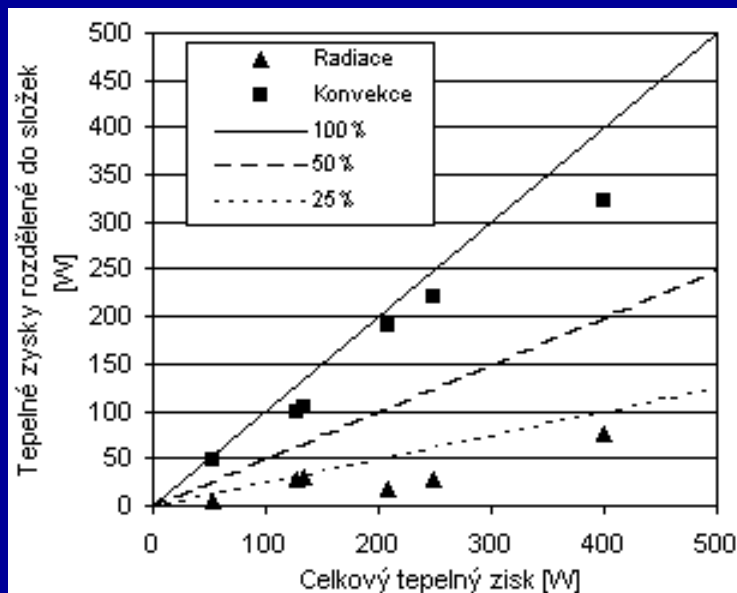
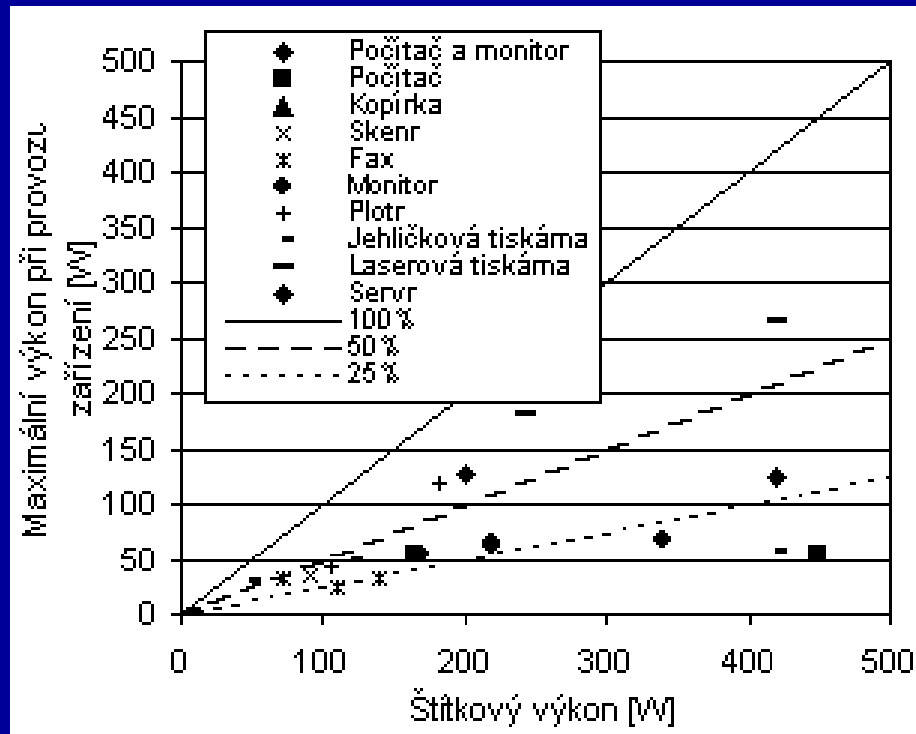
← chladné optimální pásmo horké →

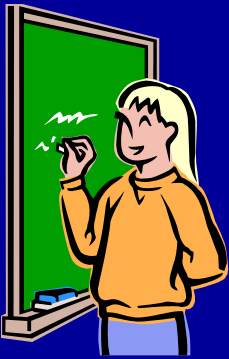
Tepelné zisky elektroniky administrativních budov

monitor 55-80 W

stolní laser. tiskárna 35-215 W

počítač 55-75 W





Příklad – Úpravy vzduchu

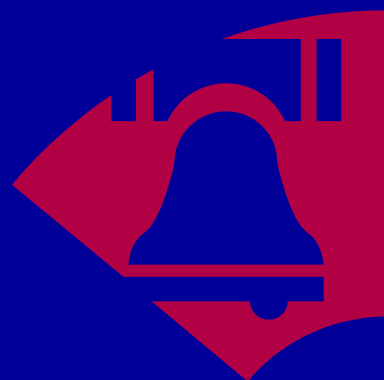
ohřev chlazení zvlhčování odvlhčování - vzduchu

Zakreslete v hx diagramu základní úpravy vzduchu.

Jaké úpravy vzduchu použijete v počasí:

- velmi chladném
- chladném a vlhkém
- teplém a suchém
- teplém a vlhkém

A zazvonil



a máme tady konec.