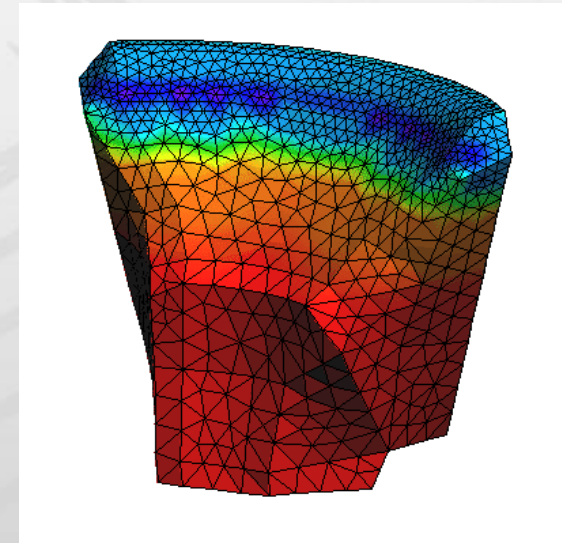
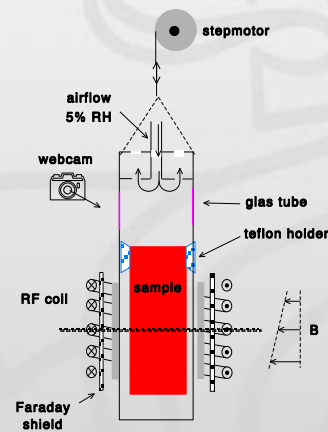
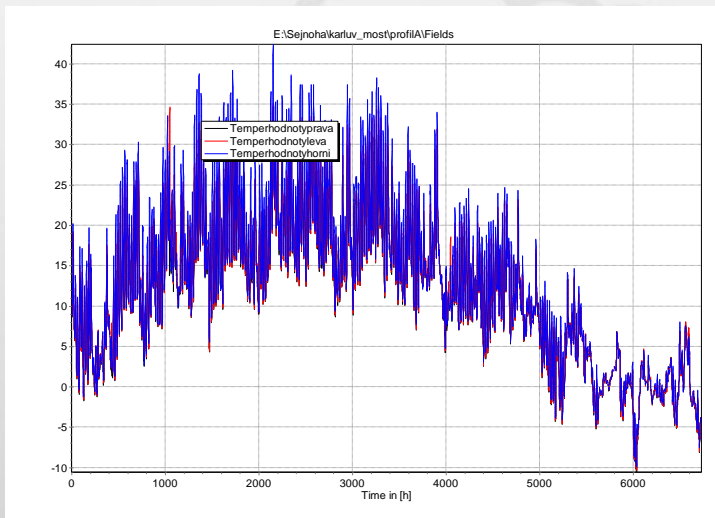




Vliv prostředí na stavební materiály

2P + 2C





ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Okrajové podmínky

- Typ použití
 - Dirichletova o. p.
 - Neumannova o. p.
 - Newtonova o.p.
- Typ dat
 - Návrhové hodnoty – normy
 - Naměřená data „in situ“
 - Klimatická data - TRY



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Vliv prostředí na stavební materiály

5. přednáška

Okrajové podmínky

- Dirichletova podmínka
- Neumannova podmínka
- Newtonova podmínka



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Vliv prostředí na stavební materiály

5. přednáška

Dirichletova okr. podmínka

Teplo:

$$T(1) = T_0$$

Vlhkost:

$$RH(1) \dots$$



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Vliv prostředí na stavební materiály

5. přednáška

Newtonova okr. podmínka

Teplo:

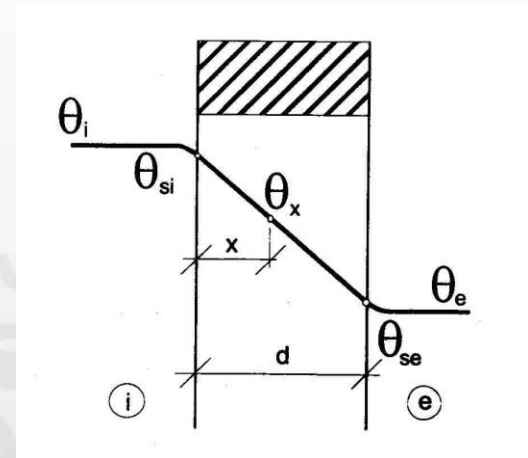
$$T(l) = \alpha(T - T_e)$$

α ... součinitel přestupu tepla

Vlhkost:

$$RH(l) = \beta(RH - RH_e)$$

β ... součinitel přestupu vlhkosti





ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Neumannova okr. podmínka

$$T(l) = q_t$$

- Tok tepla
 - teplota
 - sluneční záření
- Tok vlhkosti
 - difúze vodní páry
 - vlhkosti
 - déšť



Neumannova okr. podmínka - TRY

Přenos tepla

- $q_t = 0$
- $q_t = \alpha(T - T_{env})$

$$\alpha = \alpha_{exch} + k_{\alpha} \sqrt{v_{wind}}$$

- vliv větru –

$$\alpha_{Exch} = \begin{cases} \alpha_{Exch,0} + k_{\alpha} \sqrt{v_{Wind}} & \text{if } \beta_{Wind} < \frac{\pi}{2} \\ \alpha_{Exch,0} & \text{if } \beta_{Wind} \geq \frac{\pi}{2} \end{cases}$$
$$\beta_{Wind} = \begin{cases} |\alpha^{Wall} - \alpha^{Wind}| & \text{if } |\alpha^{Wall} - \alpha^{Wind}| \leq \pi \\ 2\pi - |\alpha^{Wall} - \alpha^{Wind}| & \text{if } |\alpha^{Wall} - \alpha^{Wind}| > \pi \end{cases}$$



Neumannova okr. podmínka - TRY

Krátké sluneční záření

- $q_t = 0$
- $q_t = \alpha_{sw} q_k^{ShW}$
- rozšířený model - vliv difúzního a přímého slunečního záření

$$q = q_k^{dif} \cos^2\left(\frac{\beta^{stětě}}{2}\right) + \alpha_{Alb} (q_k^{dif} + q_k^{dir}) \sin^2\left(\frac{\beta^{stětě}}{2}\right)$$



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Vliv prostředí na stavební materiály

5. přednáška

Neumannova okr. podmínka - TRY

Dlouhovlnné emisní sluneční záření

- $q_t = 0$
- $q_t = \varepsilon_{lw} (q_k^{\text{Emis}} + q_k^{\text{Sky}})$



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Vliv prostředí na stavební materiály

5. přednáška

Neumannova okr. podmínka - TRY

Kontakt s vodou

- $q_w = 0$
- $q_w = \gamma_{\text{exch}} (\theta_1^{\text{Env}} - \theta_1)$



Neumannova okr. podmínka - TRY

Déšť

- $q_w = 0$
- Rozšířený výpočet

$$\beta_{\text{Wind}} = \begin{cases} |\alpha^{\text{Wall}} - \alpha^{\text{Wind}}| & \text{if } |\alpha^{\text{Wall}} - \alpha^{\text{Wind}}| \leq \pi \\ 2\pi - |\alpha^{\text{Wall}} - \alpha^{\text{Wind}}| & \text{if } |\alpha^{\text{Wall}} - \alpha^{\text{Wind}}| > \pi \end{cases}$$
$$k_{\text{Wind}} = \begin{cases} \frac{\cos(\beta_{\text{Wind}})}{\sqrt{1 + 1141 \frac{\sqrt{3600 \cdot g_k^{\text{Ver}}}}{(v_k^{\text{Wind}})^4}} \exp\left(-\frac{12}{5 \cdot \sqrt[4]{3600 \cdot g_k^{\text{Ver}}}}\right)} & \text{if } \left(\beta_{\text{Wind}} < \frac{\pi}{2}\right) \text{ and } (v_k^{\text{Wind}} > 0) \text{ and } (g_k^{\text{Ver}} > 0) \\ 0 & \text{if } \left(\beta_{\text{Wind}} \geq \frac{\pi}{2}\right) \text{ or } (v_k^{\text{Wind}} \leq 0) \text{ or } (g_k^{\text{Ver}} \leq 0) \end{cases}$$



Neumannova okr. podmínka - TRY

Déšť

$$k_{\text{RainEff}} = \begin{cases} 1 & \text{if } g_k^{\text{Nor}} < g_k^{\text{MinRain}} \\ k_{\text{Rain}} & \text{if } g_k^{\text{Nor}} \geq g_k^{\text{MinRain}} \end{cases}$$

$$j_k^{\text{NorRain}} = \begin{cases} 0 & \text{if } T^{\text{Env}} \leq T^{\text{MinRain}} \\ k_{\text{Wind}} k_{\text{RainEff}} g_k^{\text{Nor}} & \text{if } T^{\text{Env}} > T^{\text{MinRain}} \end{cases}$$

$$j_k^{\text{MaxWat}} = \gamma_{\text{Exch}} (\theta_{\text{Sat}} - \theta_l)$$

$$j_k^{m_1} = \begin{cases} j_k^{\text{NorRain}} & \text{if } j_k^{\text{NorRain}} < j_k^{\text{MaxWat}} \\ j_k^{\text{MaxWat}} & \text{if } j_k^{\text{NorRain}} \geq j_k^{\text{MaxWat}} \end{cases}$$

$$j_k^{H_1} = u_w (T^{\text{Rain}})^{0.1247} j_k^{m_1} \quad \text{with} \quad T^{\text{Rain}} = (\varphi^{\text{Env}})^{0.1247} (109.8 + T^{\text{Env}}) - 109.8$$

ExchCoeff	γ_{Exch}	kg/m2s	$\gamma_{\text{Exch}} \geq 0$	Value+unit
RainCoeff	k_{Rain}	---	$0 \leq k_{\text{Rain}} \leq 1$	
MinRainTemp	T^{MinRain}	K	$-40^\circ\text{C} \leq T^{\text{MinRain}} \leq 0^\circ\text{C}$	
MinRainFlux	g_k^{MinRain}	l/m2s	$g_k^{\text{MinRain}} \geq 0$	



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Vliv prostředí na stavební materiály

5. přednáška

Neumannova okr. podmínka - TRY

Vodní pára

$$J_{k, \text{diff}}^{m_v} = \begin{cases} \beta_{\text{Exch}}(p_v^{\text{Env}} - p_v) & \text{if } (p_v^{\text{Env}} - p_v) < 0 \\ \frac{\theta_{\text{Sat}} - \theta_1}{\theta_{\text{Sat}}} \beta_{\text{Exch}}(p_v^{\text{Env}} - p_v) & \text{if } (p_v^{\text{Env}} - p_v) \geq 0 \end{cases}$$

with $p_v^{\text{Env}} = p_{\text{Sat}}(T^{\text{Env}}) \varphi^{\text{Env}}$

$$J_{k, \text{diff}}^{H_v} = h_v(T^{\text{Vap}}) J_{k, \text{diff}}^{m_v} \quad \text{with} \quad T^{\text{Vap}} = \frac{T^{\text{Env}} + T}{2}$$



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Vliv prostředí na stavební materiály

5. přednáška

Okrajové podmínky

- Návrhové hodnoty – normy
- Naměřená data „in situ“
- Klimatická data - TRY





ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Vliv prostředí na stavební materiály

5. přednáška

Konstantní návrhové hodnoty ČSN 730540

Vnější prostředí

1. Teplotní oblast $T_e = -15^\circ\text{C}$
2. Teplotní oblast $T_e = -18^\circ\text{C}$

$$\phi_e = 84\%$$

Vnitřní prostředí

$$T_i = 21^\circ\text{C}$$

$$\phi_i = 55\%$$



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

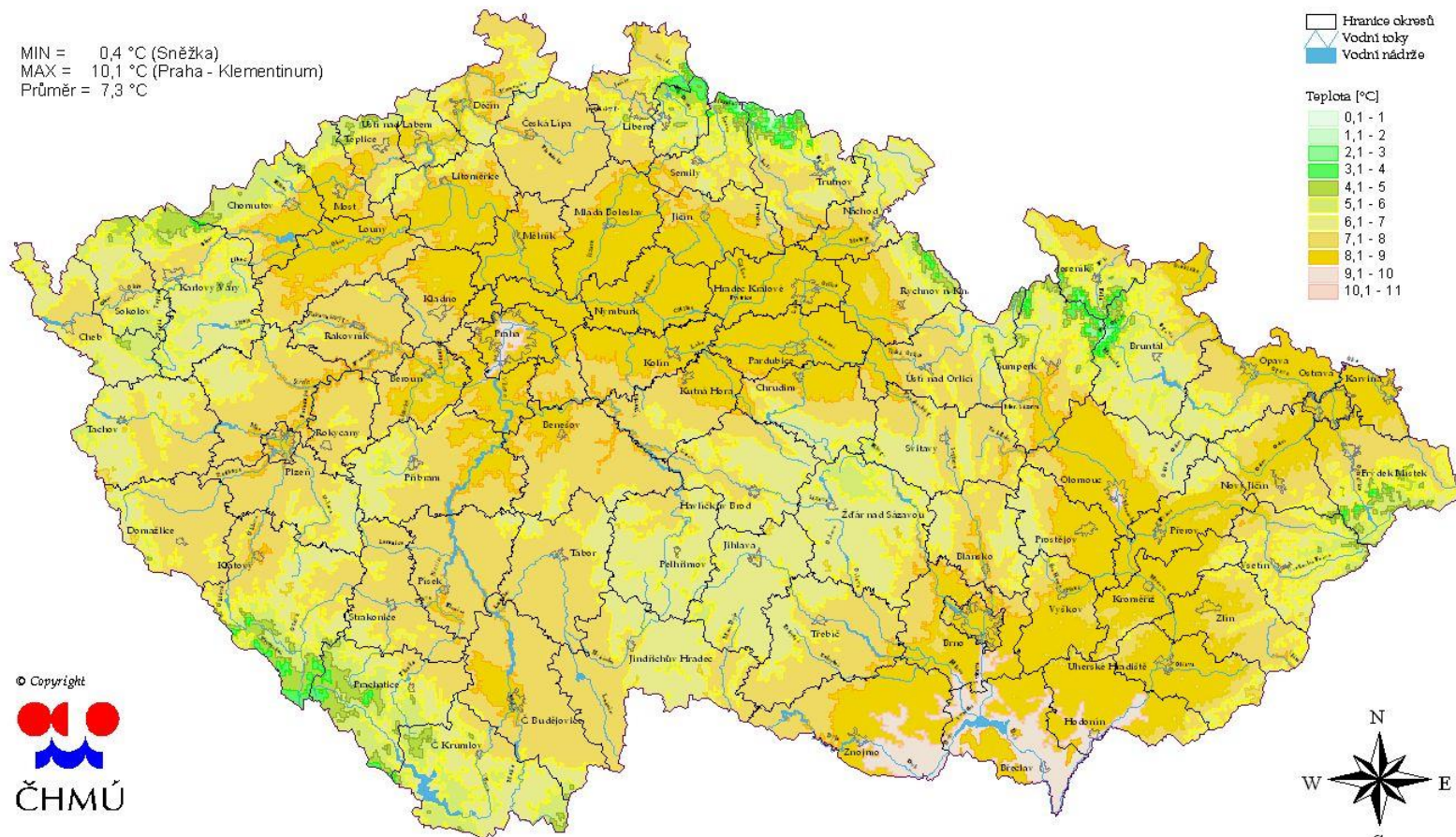
Vliv prostředí na stavební materiály

5. přednáška

Průměrné hodnoty

Průměrná roční teplota vzduchu za období 1961-1990 [°C]. Česká republika.

MIN = 0,4 °C (Sněžka)
MAX = 10,1 °C (Praha - Klementinum)
Průměr = 7,3 °C



© Copyright



Zpracoval (1999):

RNDr. Vít Kouřil, CSc., Ing. Tomáš Rett, CSc., Ing. Milan Rybák



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

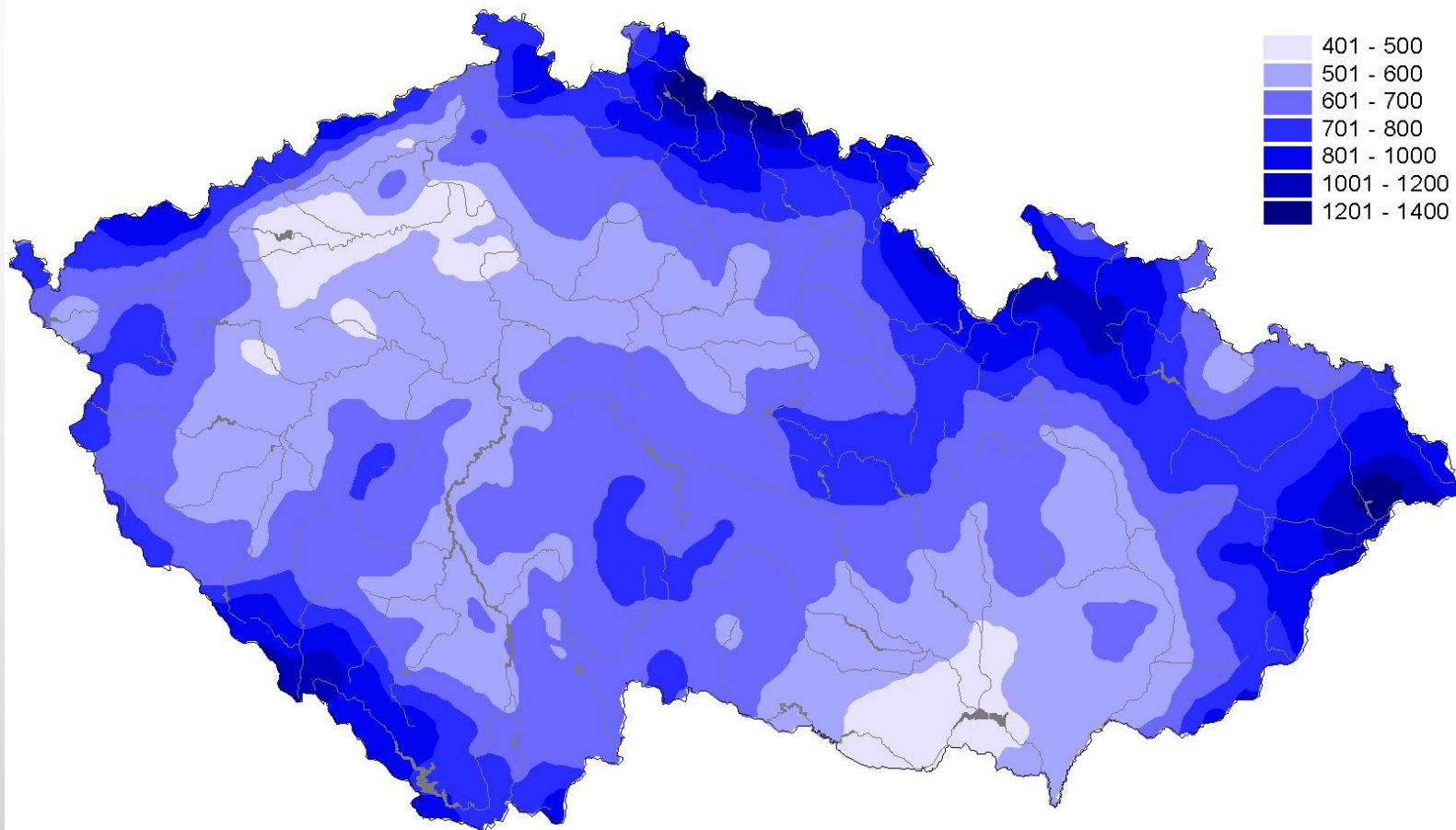
Vliv prostředí na stavební materiály

5. přednáška

Průměrné hodnoty

Normály ročních srážkových úhrnů 1961 - 90 [mm]

(Metoda spliningu dr. Kočtoně a ing. Retta)



**ČVUT**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Vliv prostředí na stavební materiály

5. přednáška

Konstantní návrhové hodnoty

ČSN 730540

Součinitele přestupu tepla

Povrch, poloha a druh stavební konstrukce		Součinitel přestupu tepla h_{si}, h_{se} [Wm ⁻² K ⁻¹]	Odpor při přestupu tepla R_{si}, R_{se} [m ² KW ⁻¹]	
1	objekty pozemních staveb kromě ad 2			
vnější	zimní období	23	0,043	
	zimní období, při nadmořské výšce > 1000 m.n.m	30	0,033	
	letní období	15	0,067	
vnitřní, zimní i letní období	svislá konstrukce	8	0,125	
	vodorovná konstrukce při tepelném toku	zdola nahoru	8	0,125
		shora dolů	6	0,167
vnitřní kouty místnosti, zimní období	svislé	5,2	0,192	
	vodorovné	4,7	0,123	
kontakt se zeminou	svislé, vodorovné	→ ∞ *	0	
2	produkční stáje zemědělských objektů, průmyslové haly teplovzdušně vytápěné a s výraznými zdroji tepla			
vnitřní zimní období	svislé konstrukce	14	0,071	
	vodorovné konstrukce	14	0,071	



ČVUT

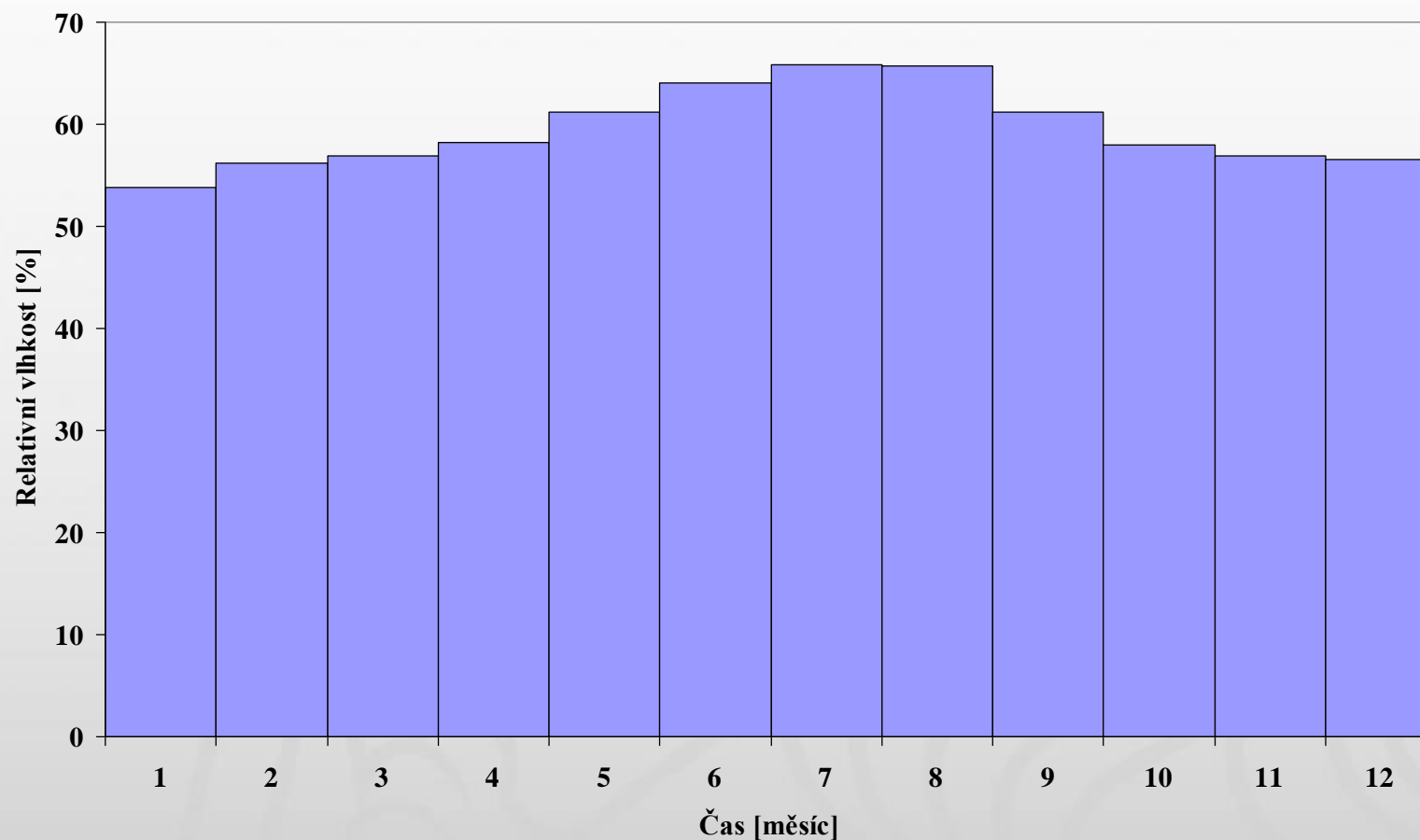
ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Vliv prostředí na stavební materiály

5. přednáška

Návrhové hodnoty – ČSN 13 788

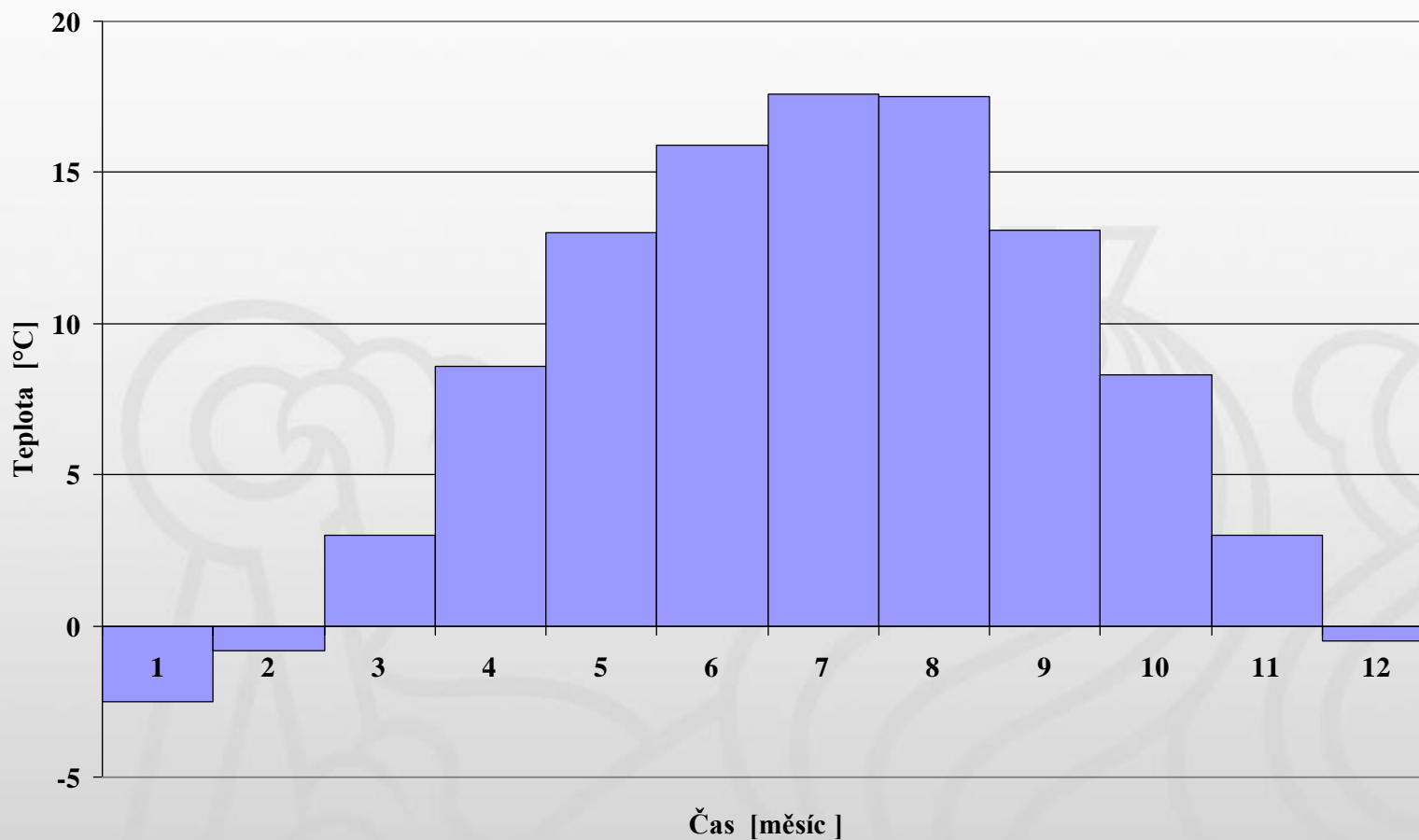
Vnitřní prostředí





Návrhové hodnoty – ČSN 13 788

Vnější prostředí





ČVUT

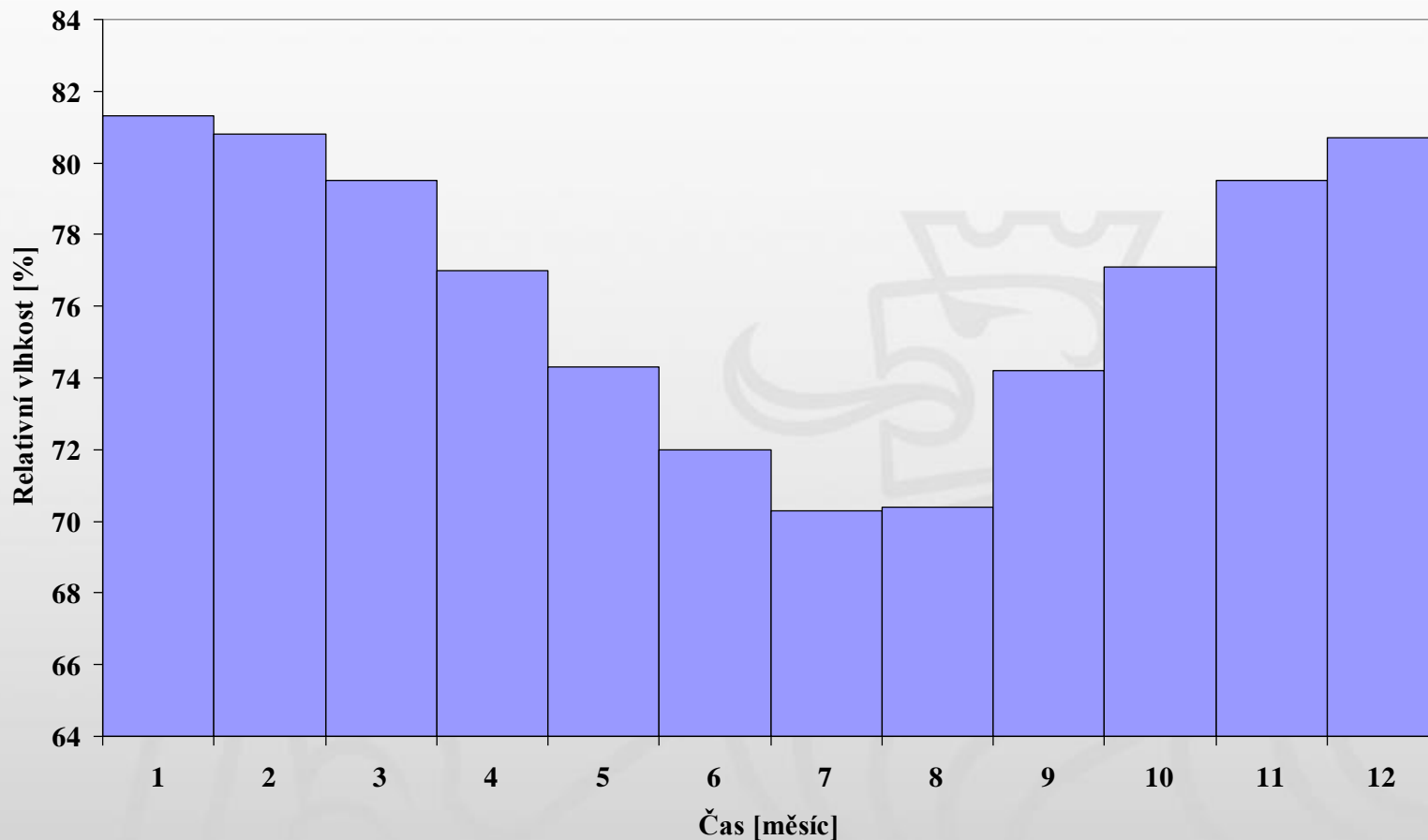
ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Vliv prostředí na stavební materiály

5. přednáška

Návrhové hodnoty – ČSN 13 788

Vnější prostředí





ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Vliv prostředí na stavební materiály

5. přednáška

Naměřená data „in situ“

- Český hydrometeorologický ústav



<http://www.chmi.cz>

např: Miloš

- Meteorologická stanice

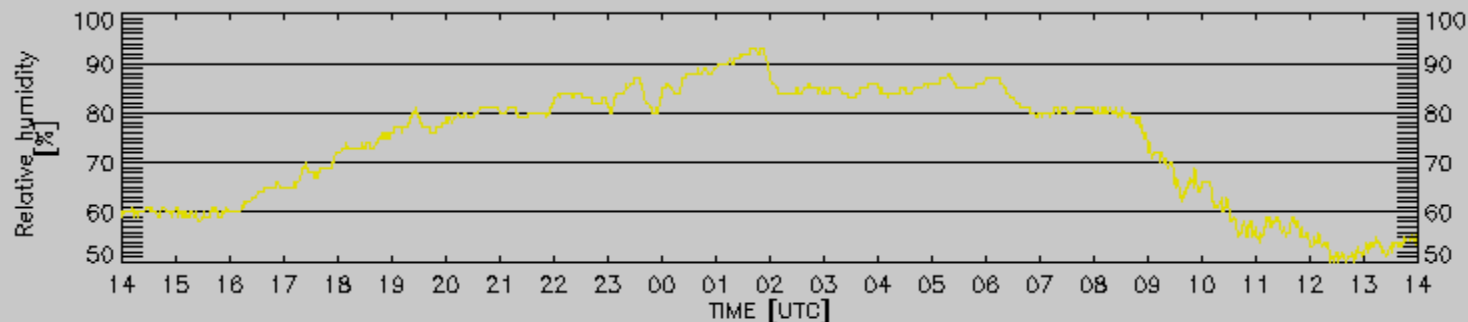
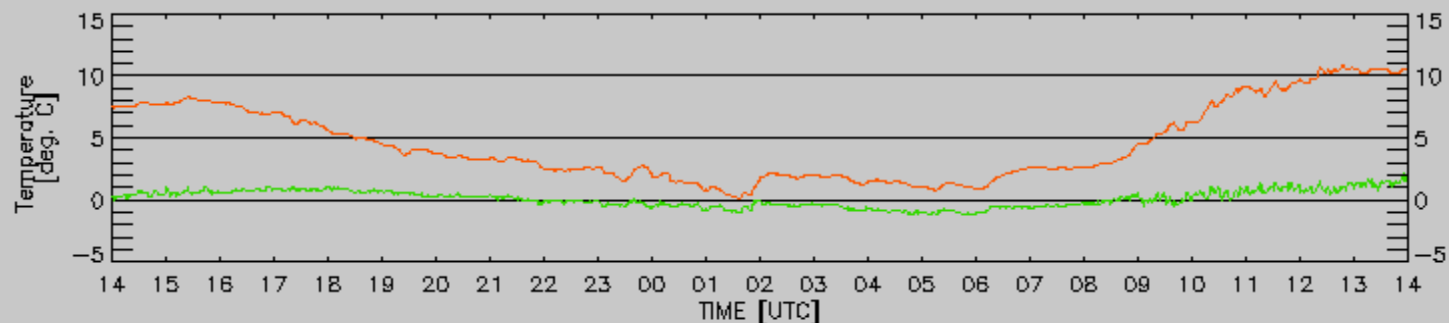


Radar - Miloš

PRAGUE-LIBUS (11520)

lat:50.008N lon:14.447E alt:304m
04.03.2007 14:00 - 05.03.2007 14:00 UTC

- temperature at 2m above ground /current value/ / 10.6 °C/
- dew point at 2m above ground / 1.7 °C/
- relative humidity / 54.0 %/
- wind speed (2 min. average) / 2.0 ms⁻¹/
- • • wind direction (2 min. average) /212 deg./
- pressure reduced to sea level (according the standard atm.) /1019.6 hPa/
- cumulative precipitation (hourly) / 0.0 mm/
- global solar radiation / 160.0 Wm⁻²/
- theoretical solar radiation (on the top of the atmosphere) / 501.8 Wm⁻²/
- • • • • cloud base heights above ground #1, #2 / 0, 0 m/





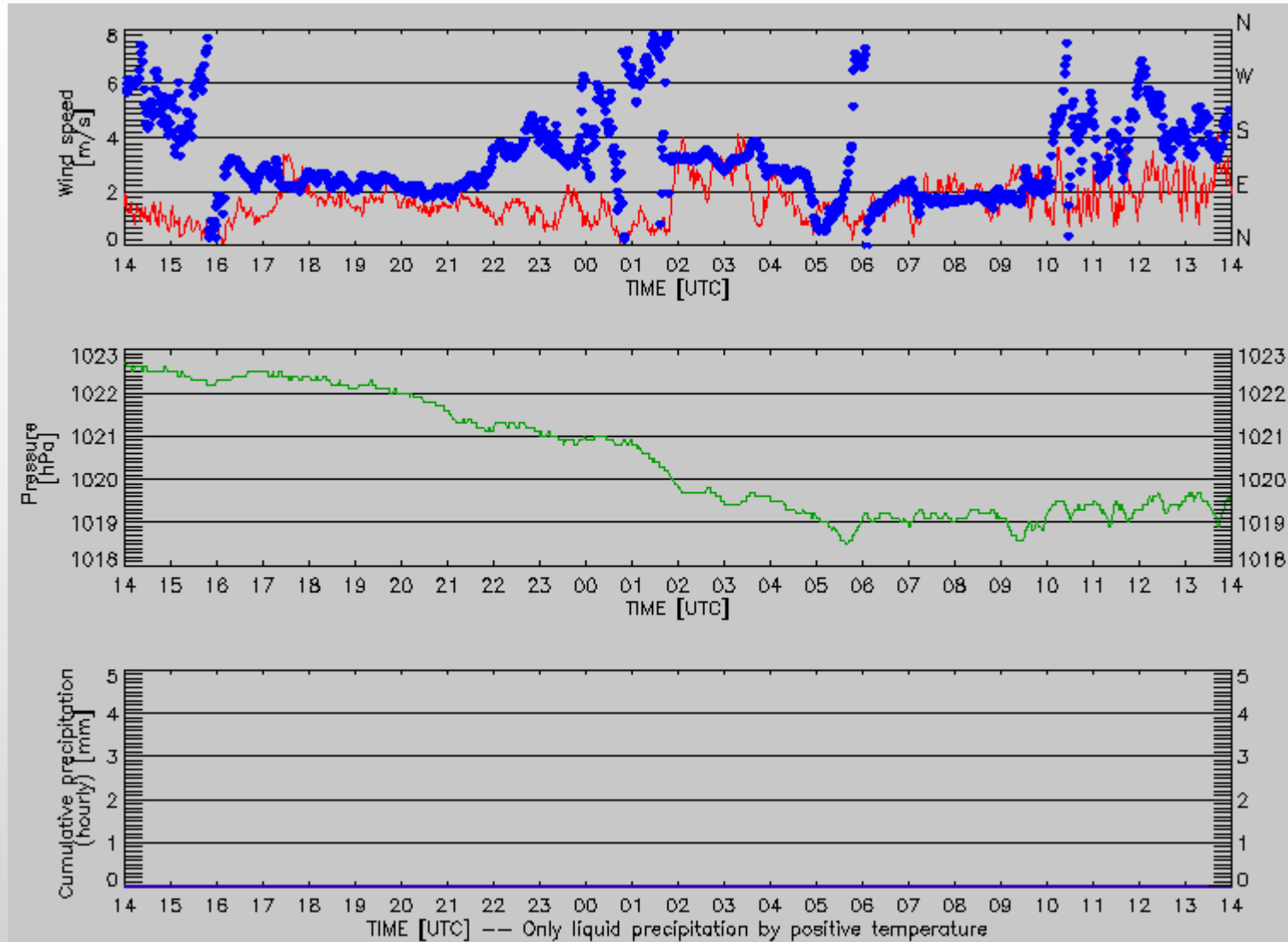
ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Vliv prostředí na stavební materiály

5. přednáška

Radar - Miloš





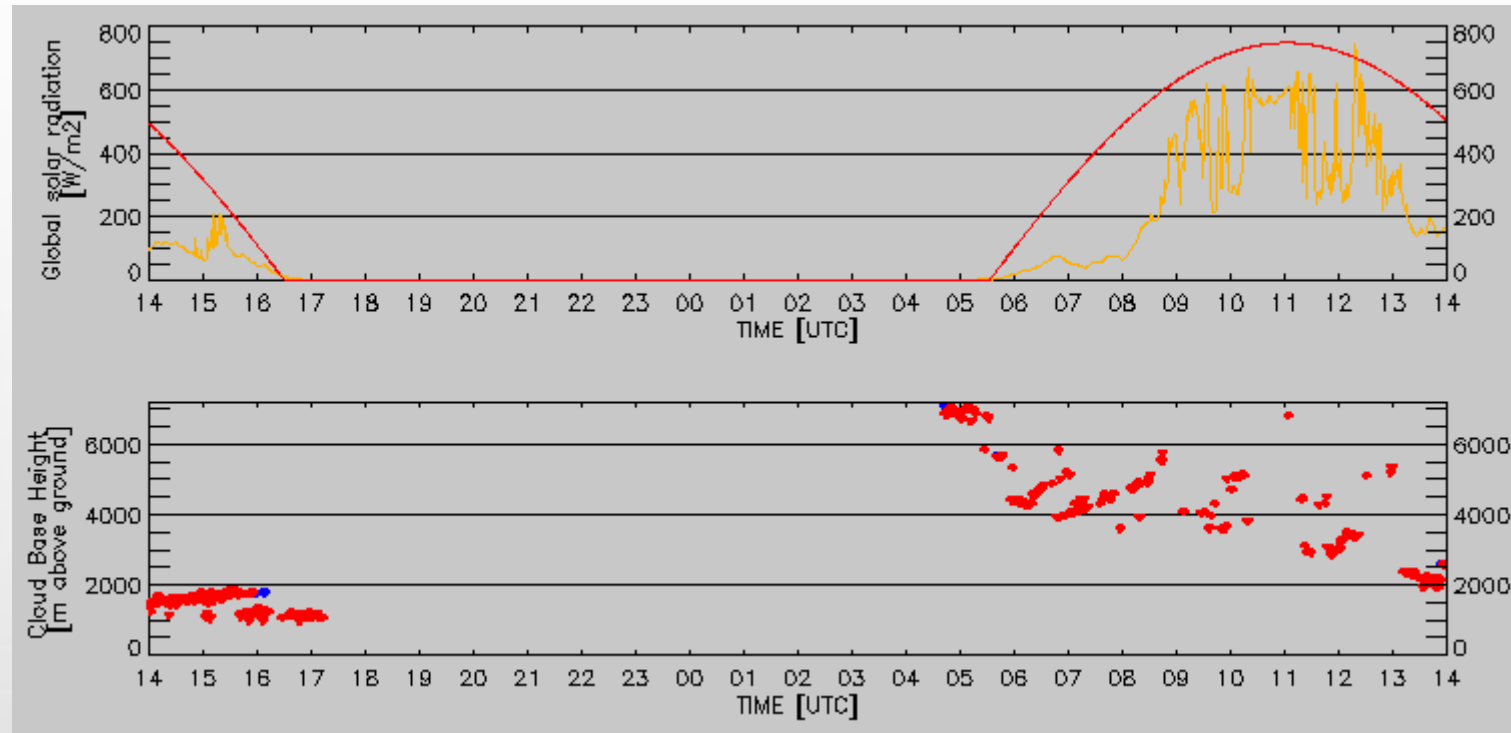
ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Vliv prostředí na stavební materiály

5. přednáška

Radar - Miloš



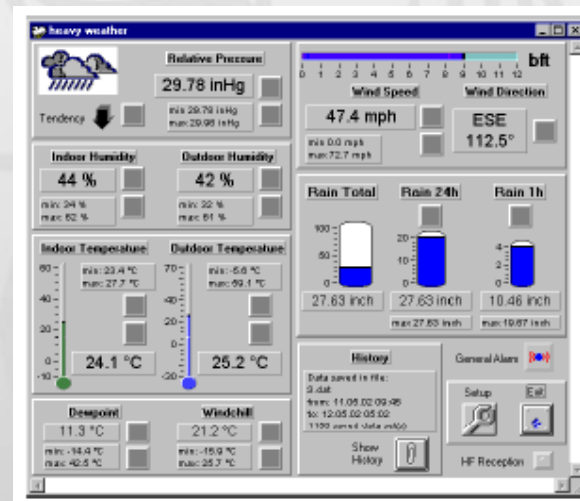
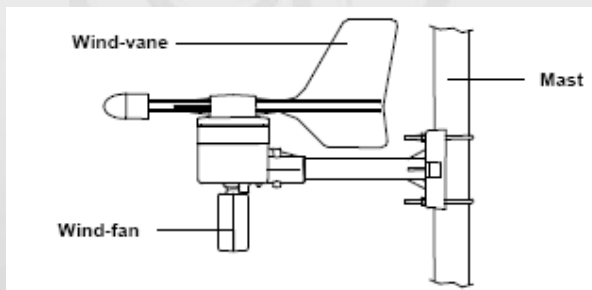


Vliv prostředí na stavební materiály

5. přednáška

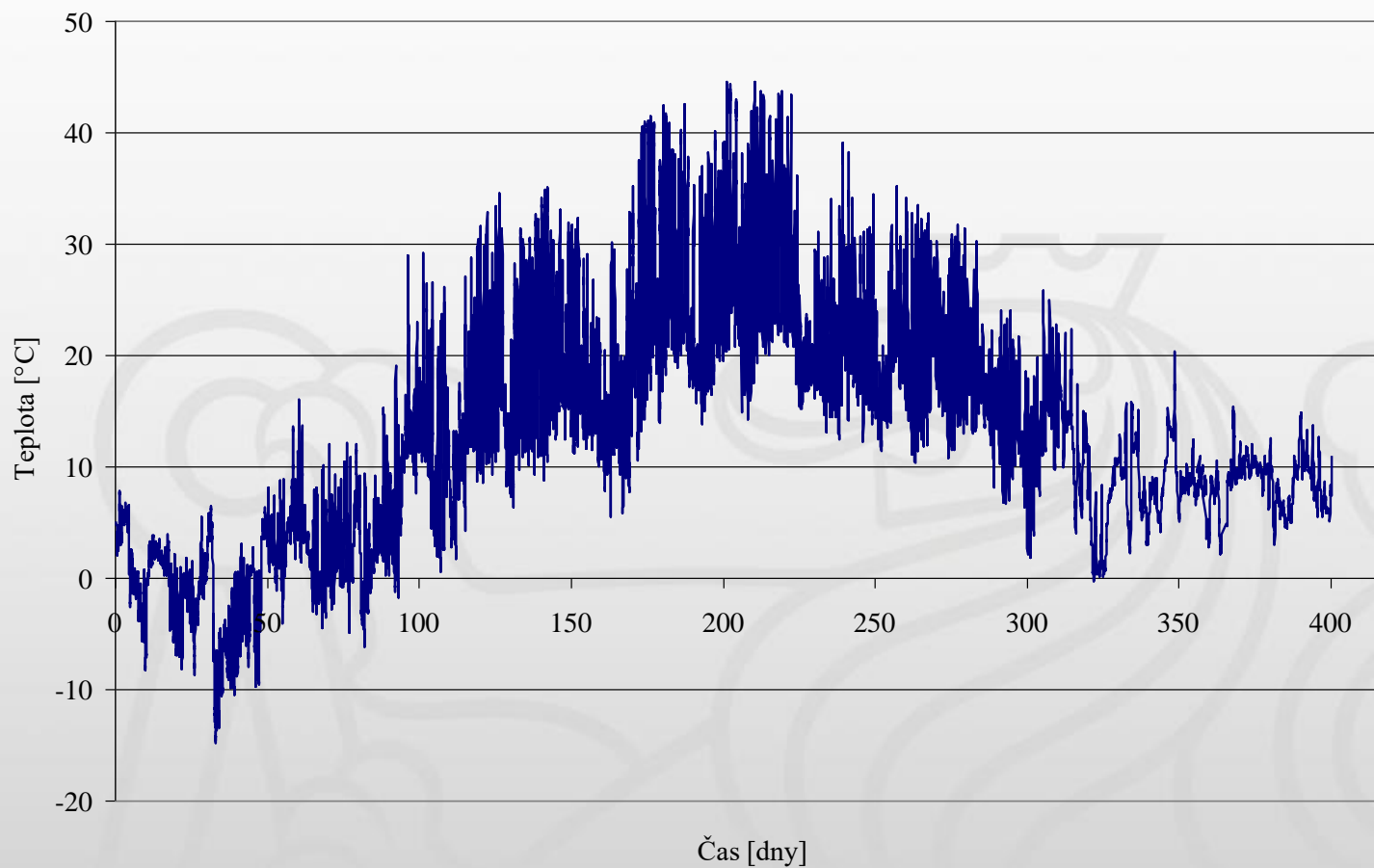
Naměření „in situ“

Naměřená data přímo u zkoumaného vzorku





Teplota





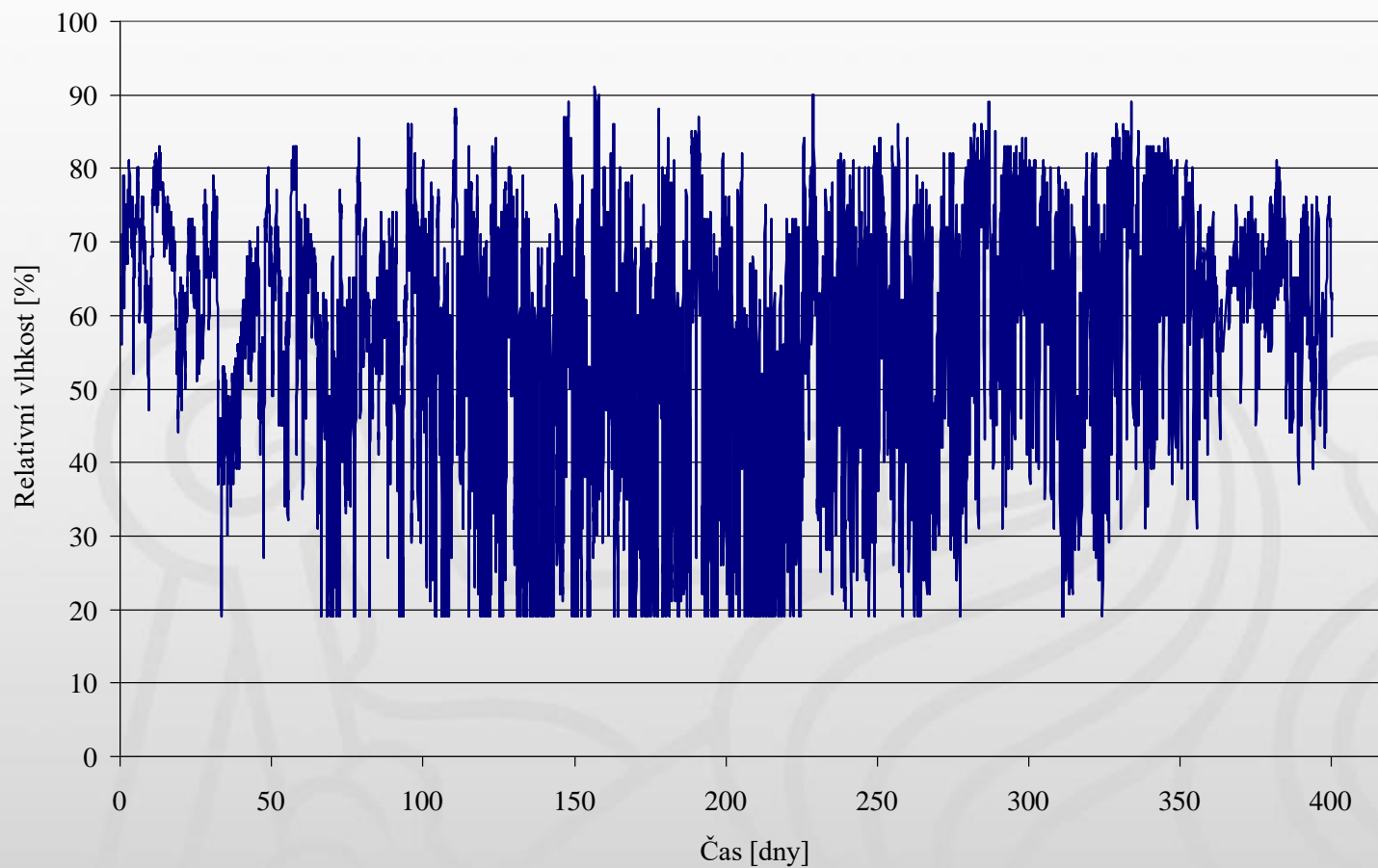
ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Vliv prostředí na stavební materiály

5. přednáška

Relativní vlhkost





ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Klimatická databáze - TRY

- Tvorba TRY - ČSN EN ISO 15927 –(1-6)
- <https://www.chmi.cz/informace-a-sluzby/referencni-klimaticky-rok>

Všeobecně

Norma ISO 15927 „Tepelně vlhkostní chování budov – Výpočet a uvádění klimatických dat“ sestává z následujících částí:

- Část 1: Měsíční a roční průměry jednotlivých meteorologických prvků
- Část 2: Hodinová data pro návrhovou tepelnou zátěž

POZNÁMKA V ČSN EN ISO 15927-1 je uveden název Část 2: Údaje pro návrh chladicí zátěže a nebezpečí přehřátí, v ČSN EN ISO 15927-6 je uveden název Část 2: Hodinová data pro návrh zátěže chladem

- Část 3: Výpočet indexu hnaného deště pro svislé povrchy z hodinových dat větru a dešťových srážek
- Část 4: Hodinová data pro posuzování roční energetické potřeby pro vytápění a chlazení
- Část 5: Data pro návrhové tepelné zatížení pro vytápěný prostor
- Část 6: Akumulované teplotní rozdíly (dennostupně)



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Klimatická databáze - TRY

- Tvorba TRY - ČSN EN ISO 15927 –(1-6)
- <https://www.chmi.cz/informace-a-sluzby/referencni-klimaticky-rok>
- Teplota
- Relativní vlhkost vzduchu
- Směr a rychlost větru
- Sluneční záření
- Déšť - problematické
- <http://tpm.fsv.cvut.cz/webapps/>



ČVUT

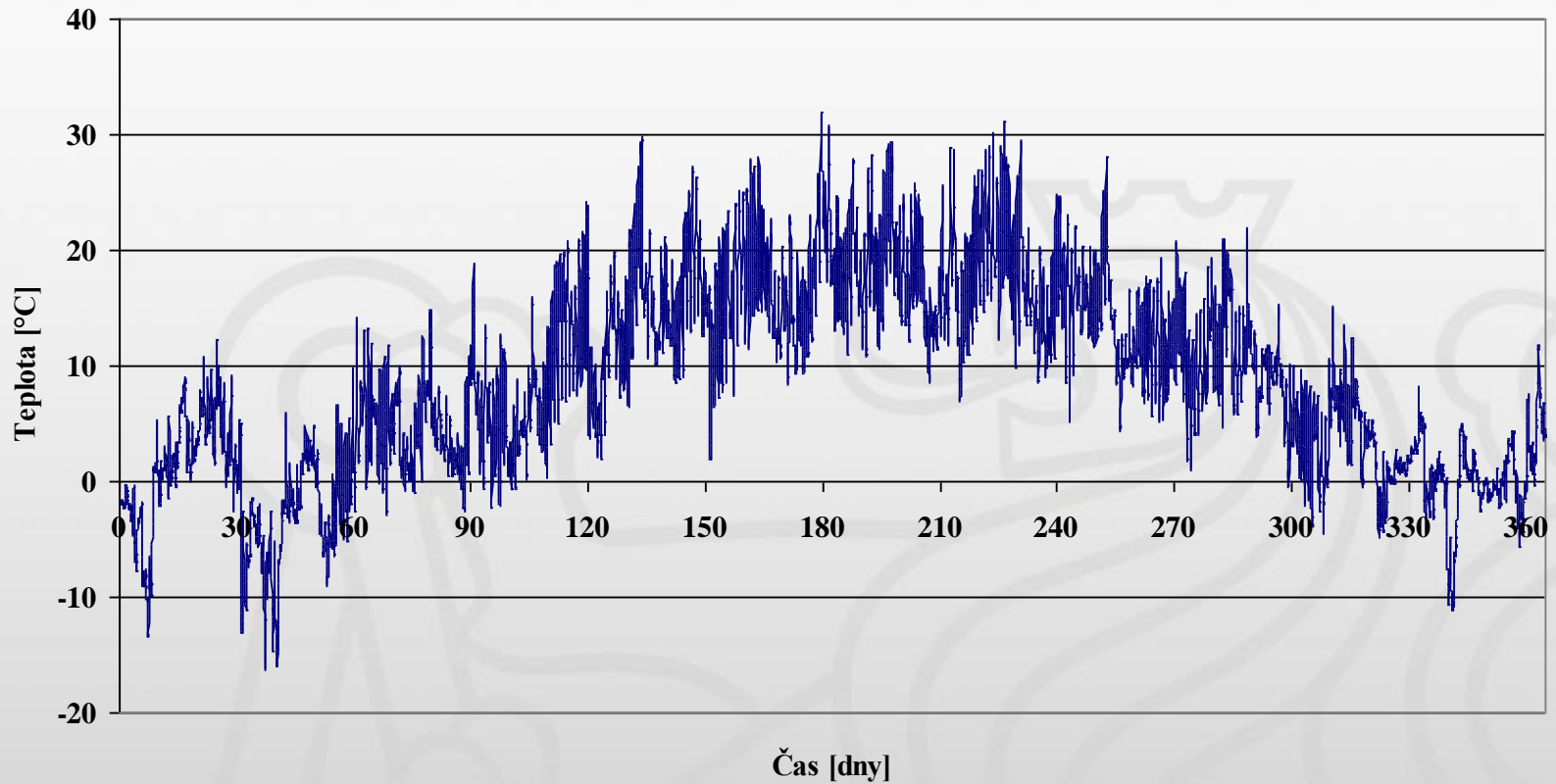
ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Vliv prostředí na stavební materiály

5. přednáška

TRY - teplota

Průběh teploty





ČVUT

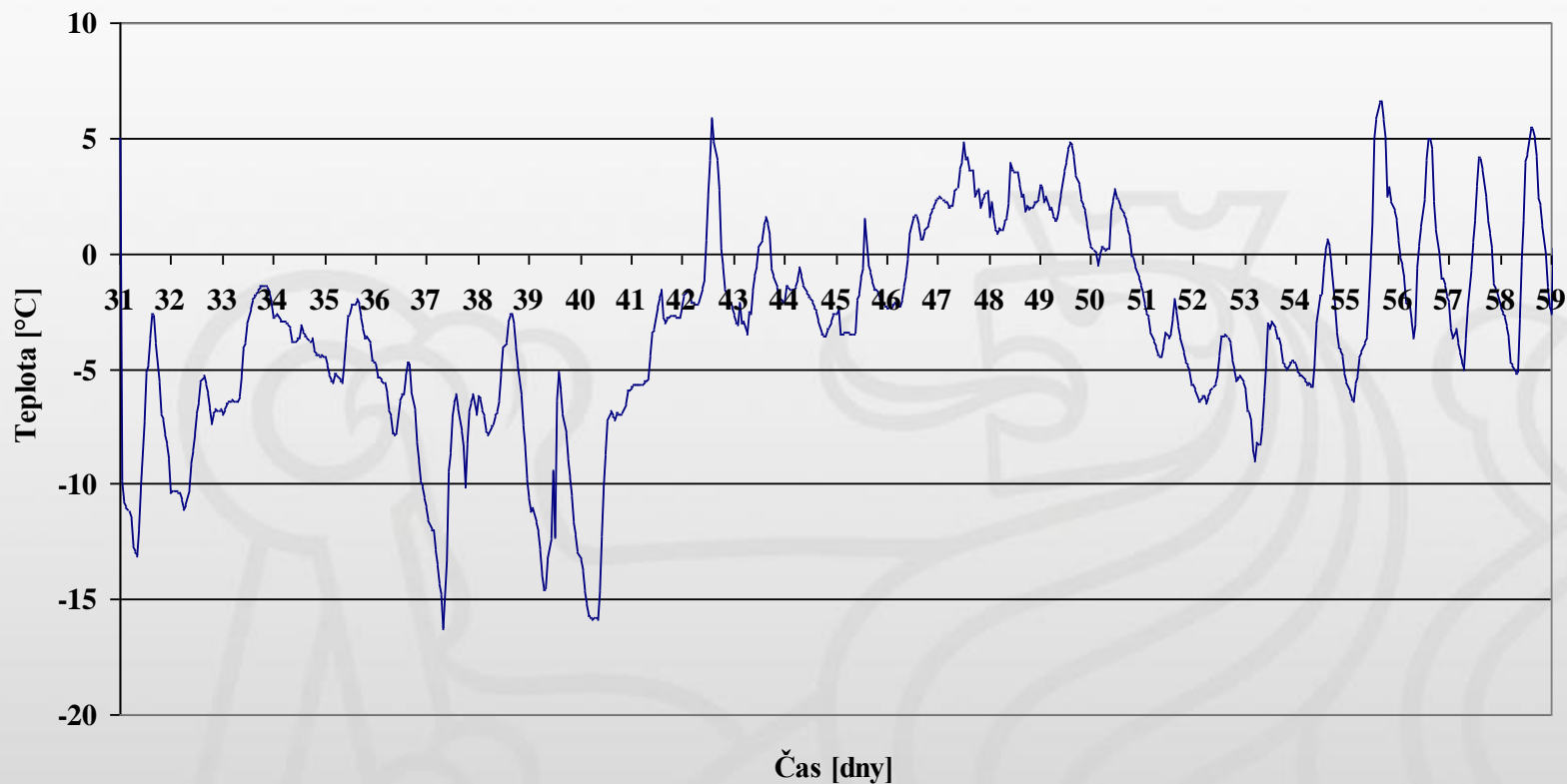
ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Vliv prostředí na stavební materiály

5. přednáška

TRY - teplota

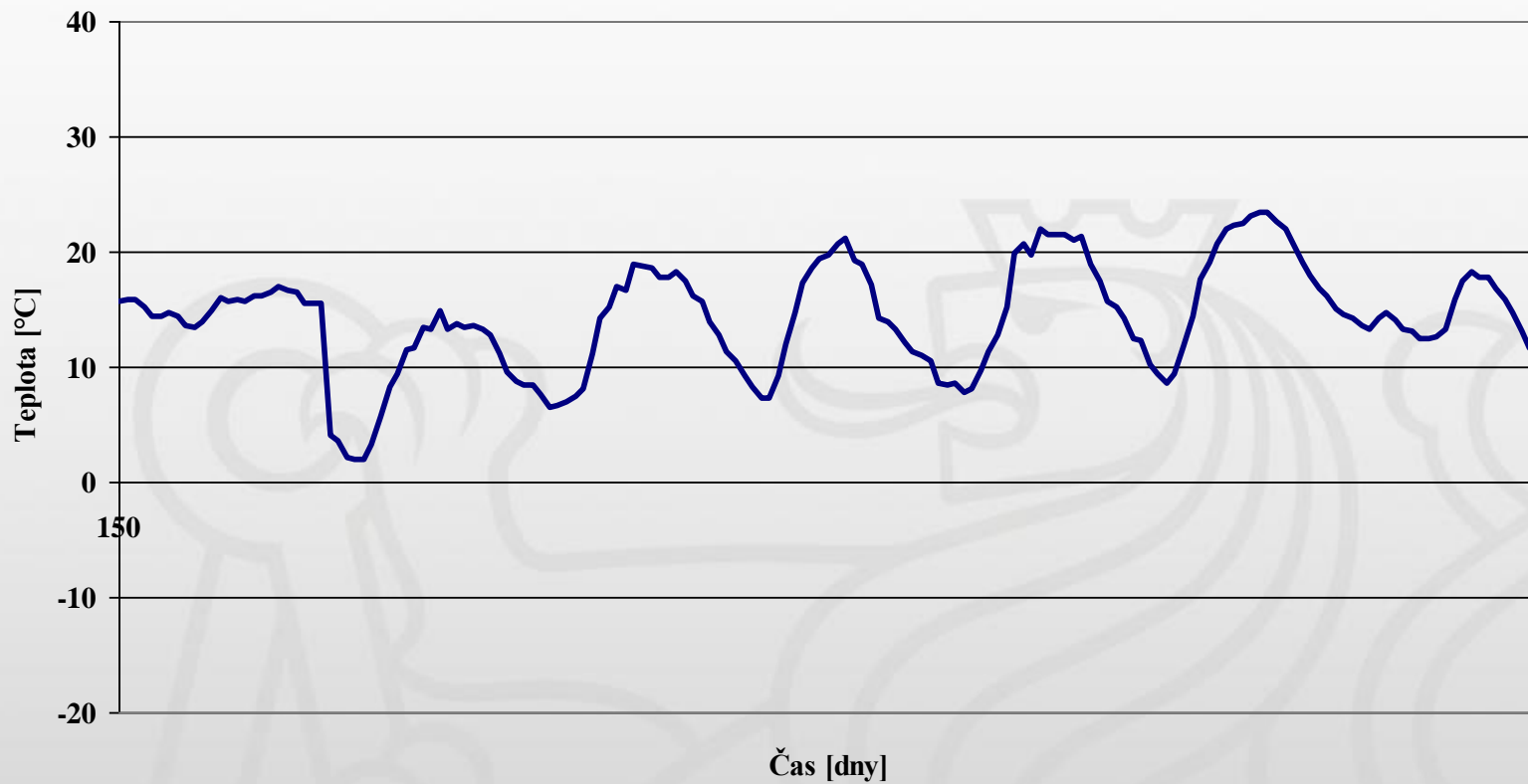
Průběh teploty - únor





TRY - teplota

Průběh teploty - týden





ČVUT

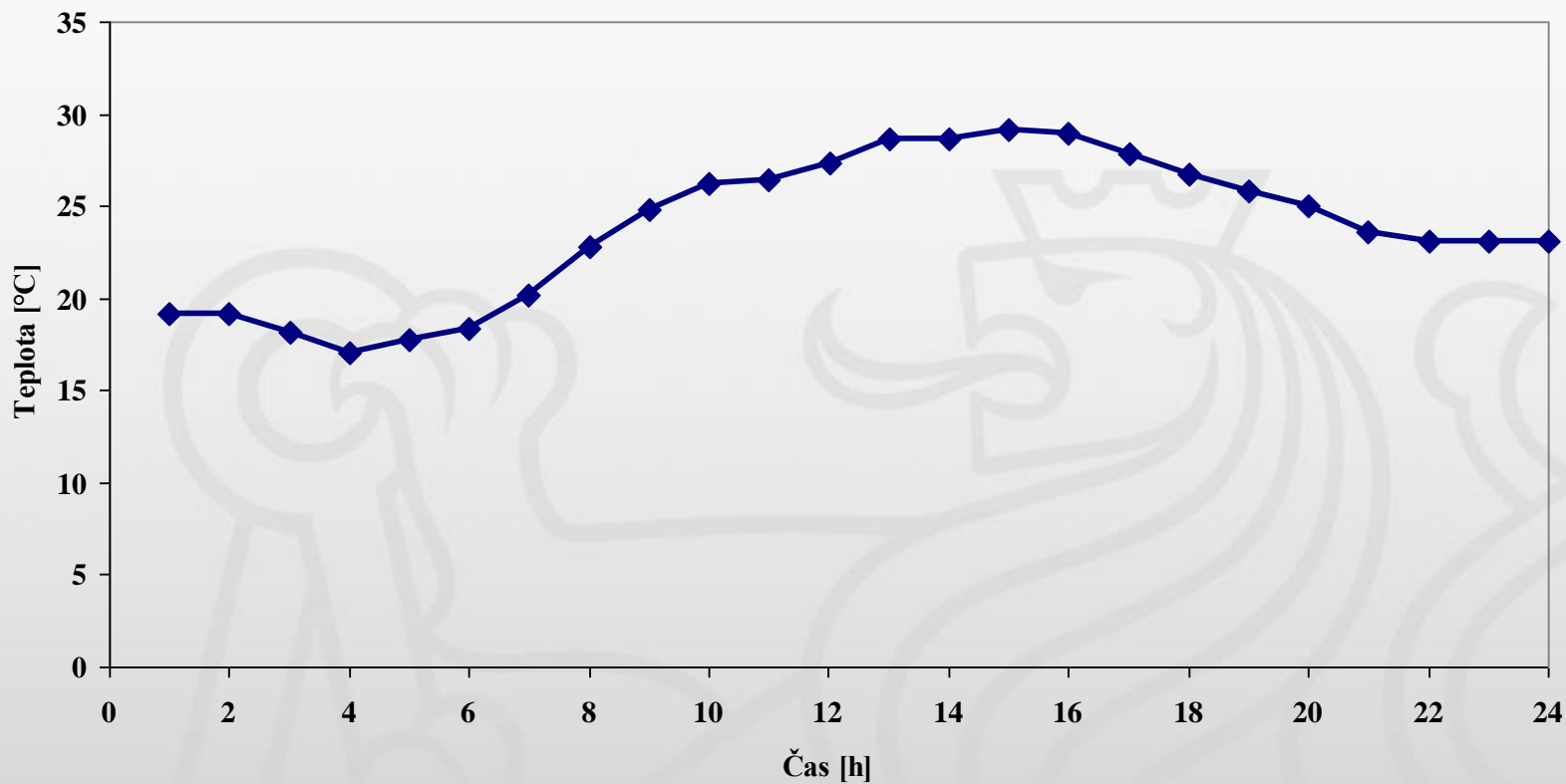
ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Vliv prostředí na stavební materiály

5. přednáška

TRY - teplota

Teplota - 1 den





ČVUT

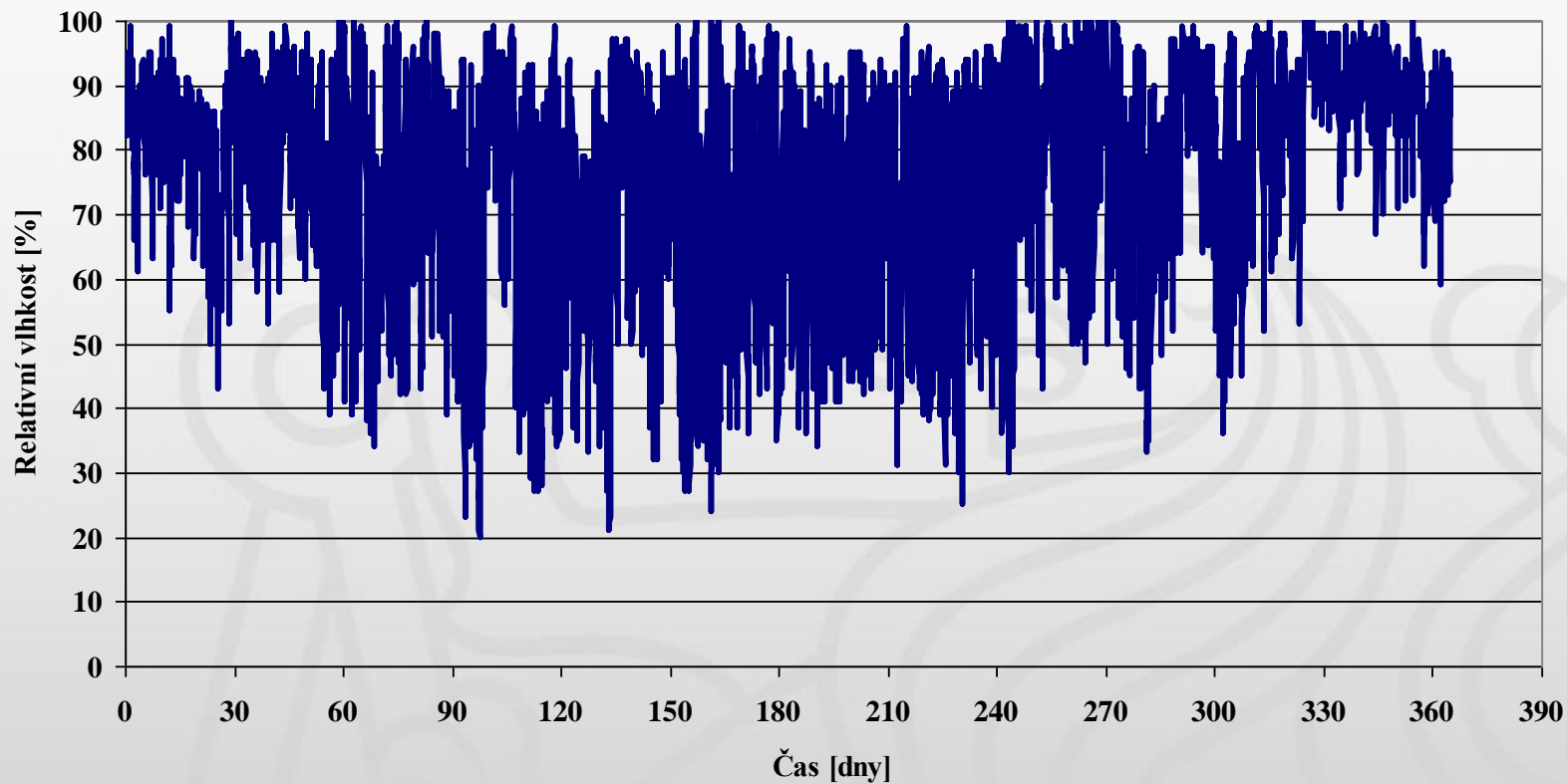
ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Vliv prostředí na stavební materiály

5. přednáška

TRY – relativní vlhkost

Průběh teploty





ČVUT

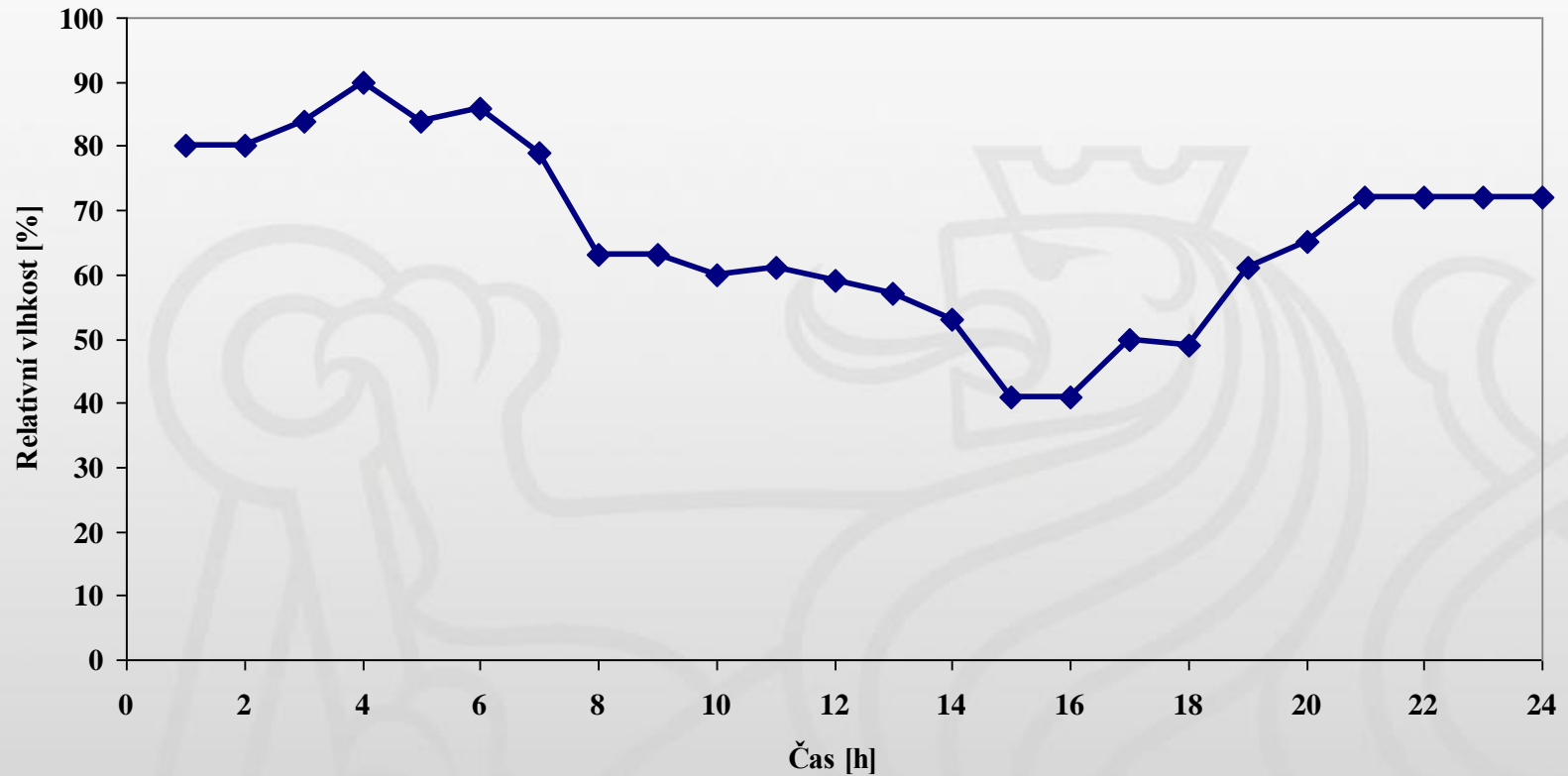
ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Vliv prostředí na stavební materiály

5. přednáška

TRY – relativní vlhkost

Relativní vlhkost - 1 den





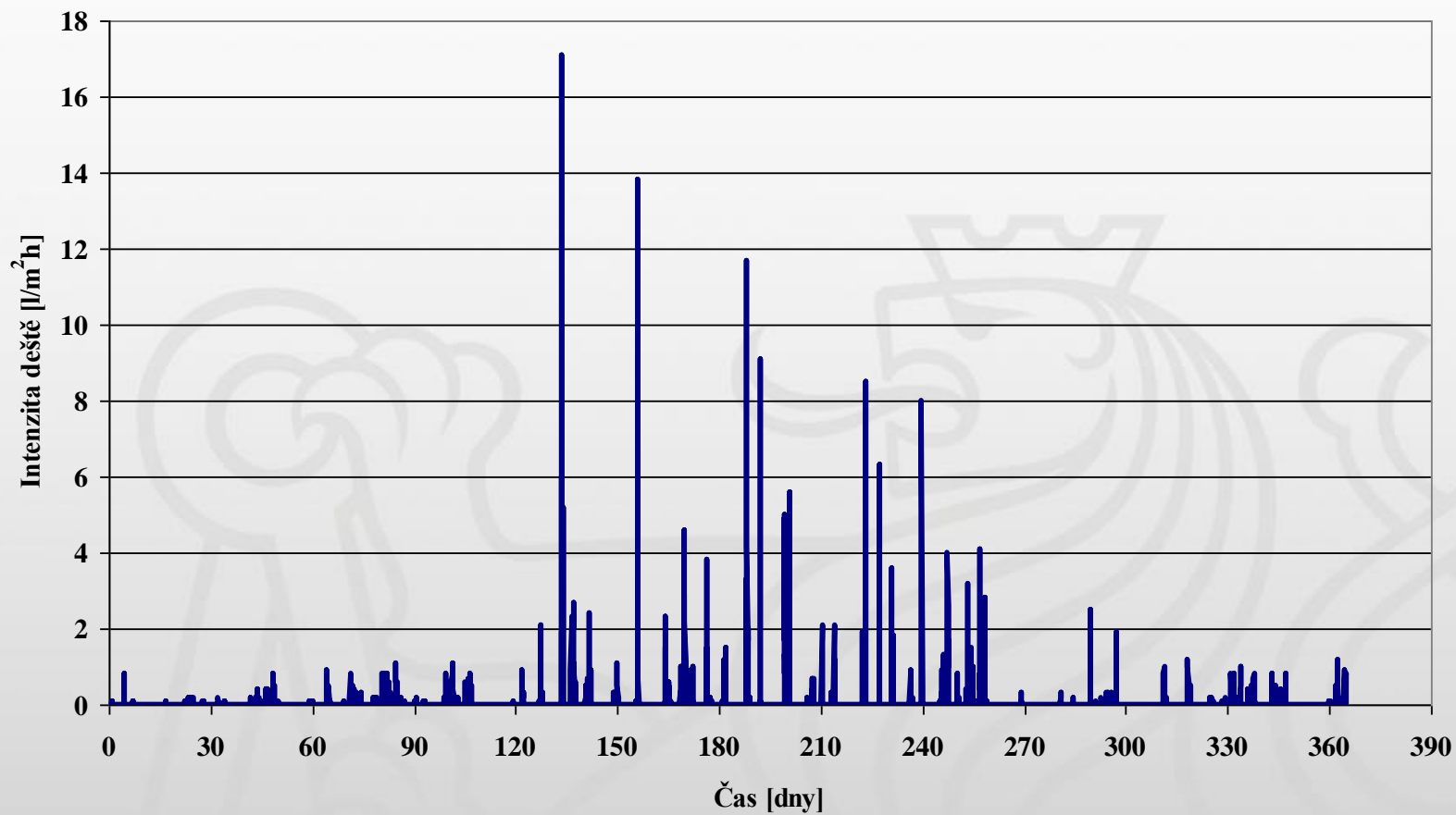
ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Vliv prostředí na stavební materiály

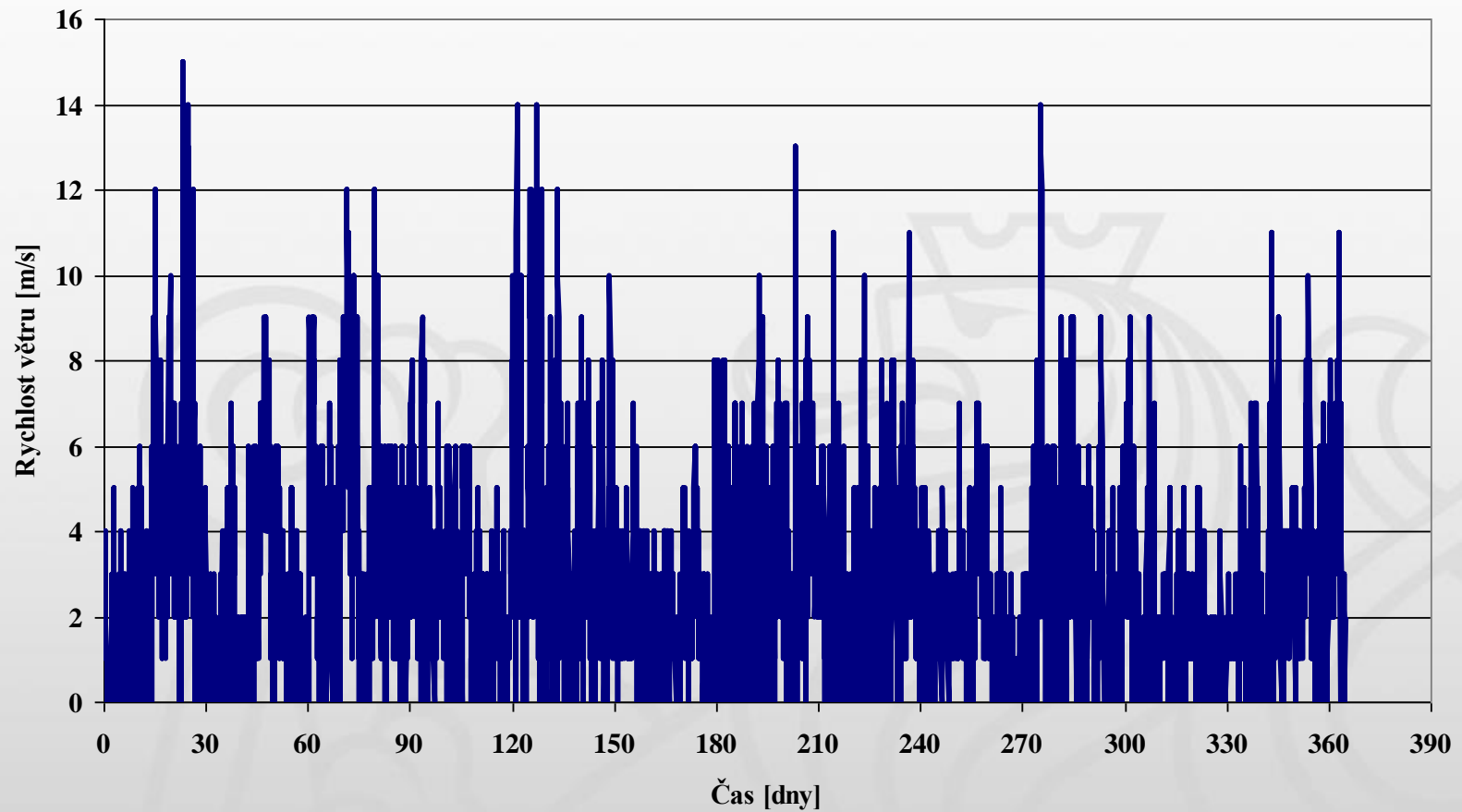
5. přednáška

TRY





TRY





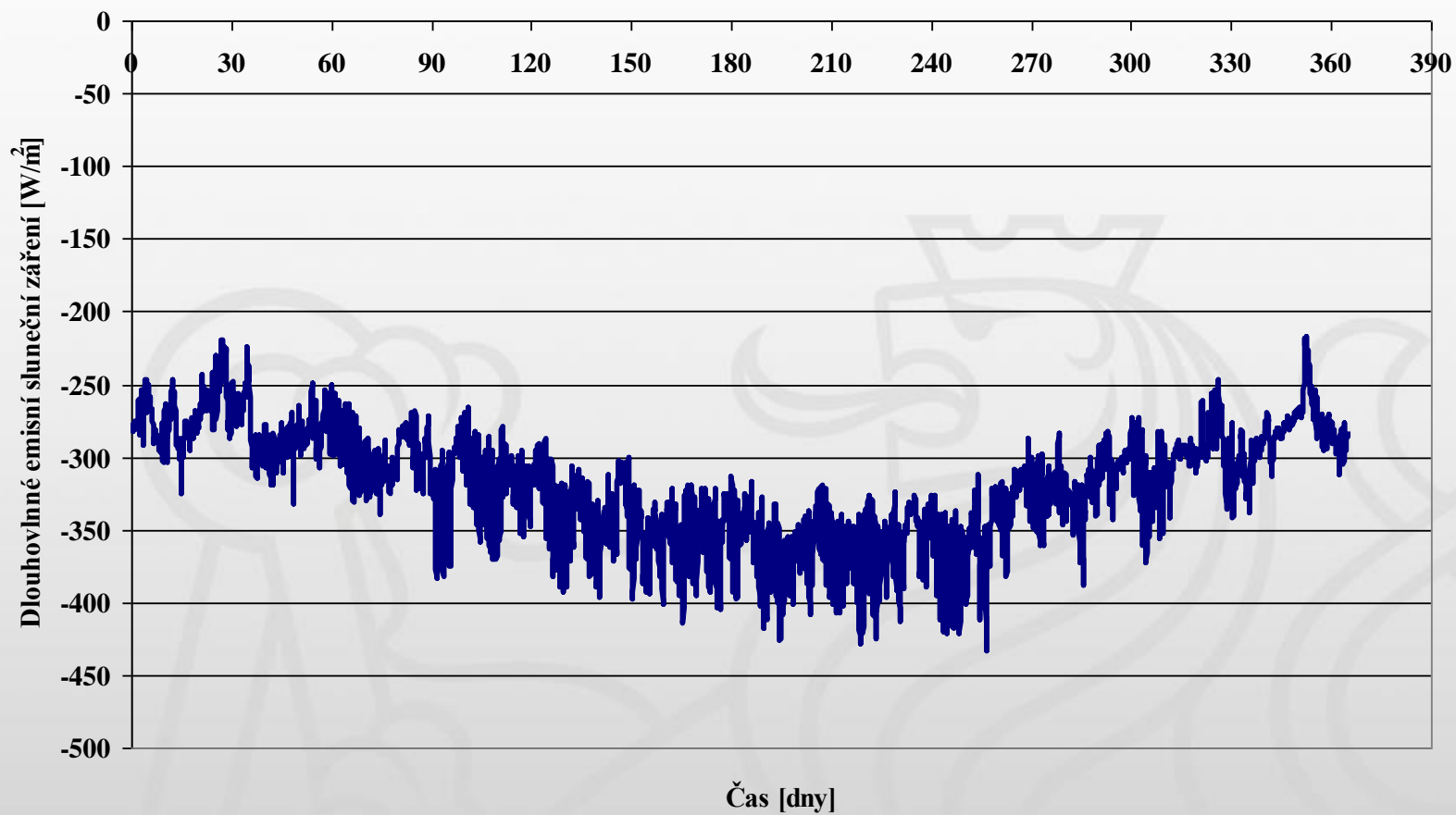
ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Vliv prostředí na stavební materiály

5. přednáška

TRY -





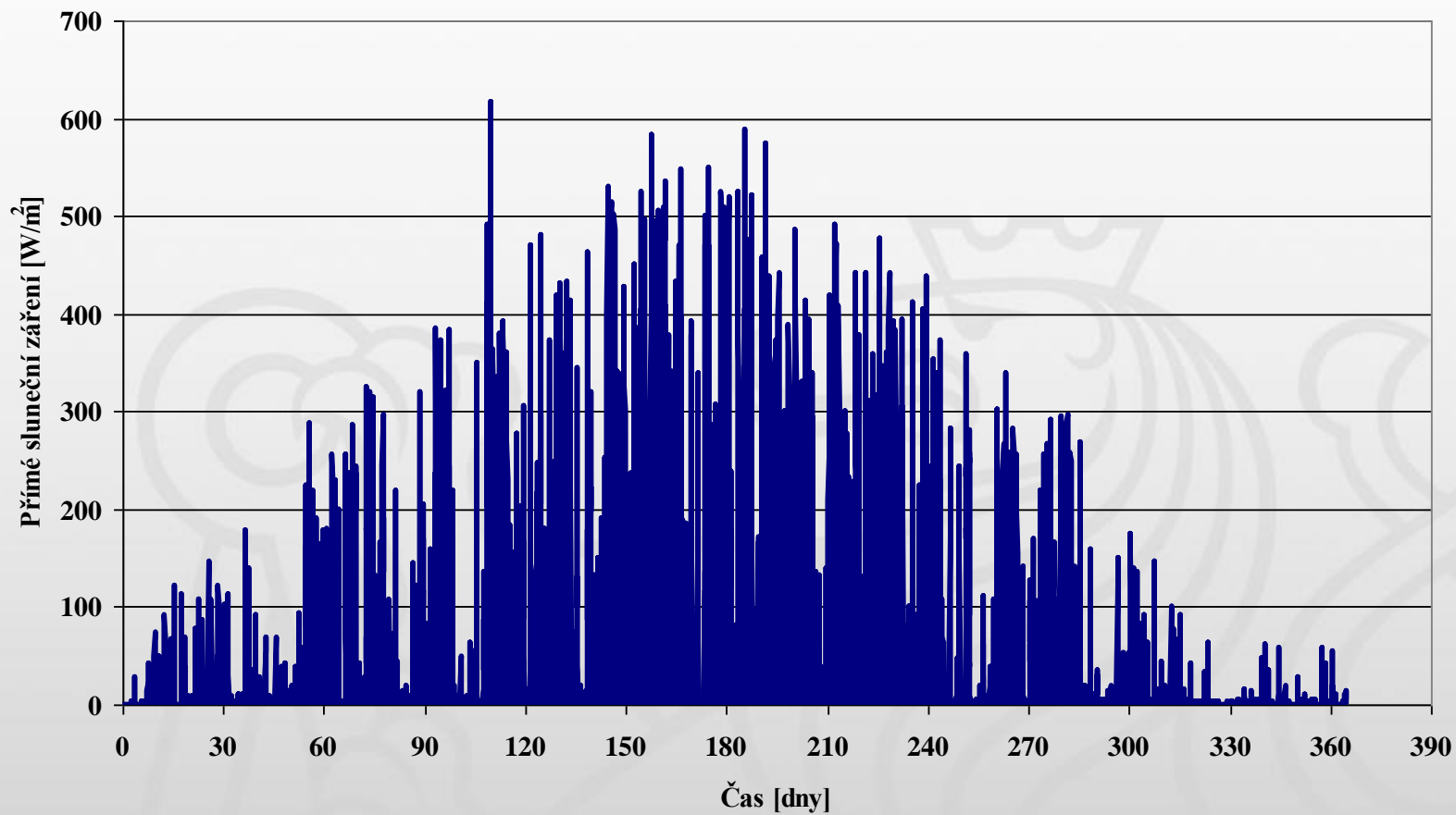
ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Vliv prostředí na stavební materiály

5. přednáška

TRY -





ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Vliv prostředí na stavební materiály

5. přednáška

Okrajové podmínky - porovnání

- Návrhové hodnoty – normy
- Klimatická data - TRY



ČVUT

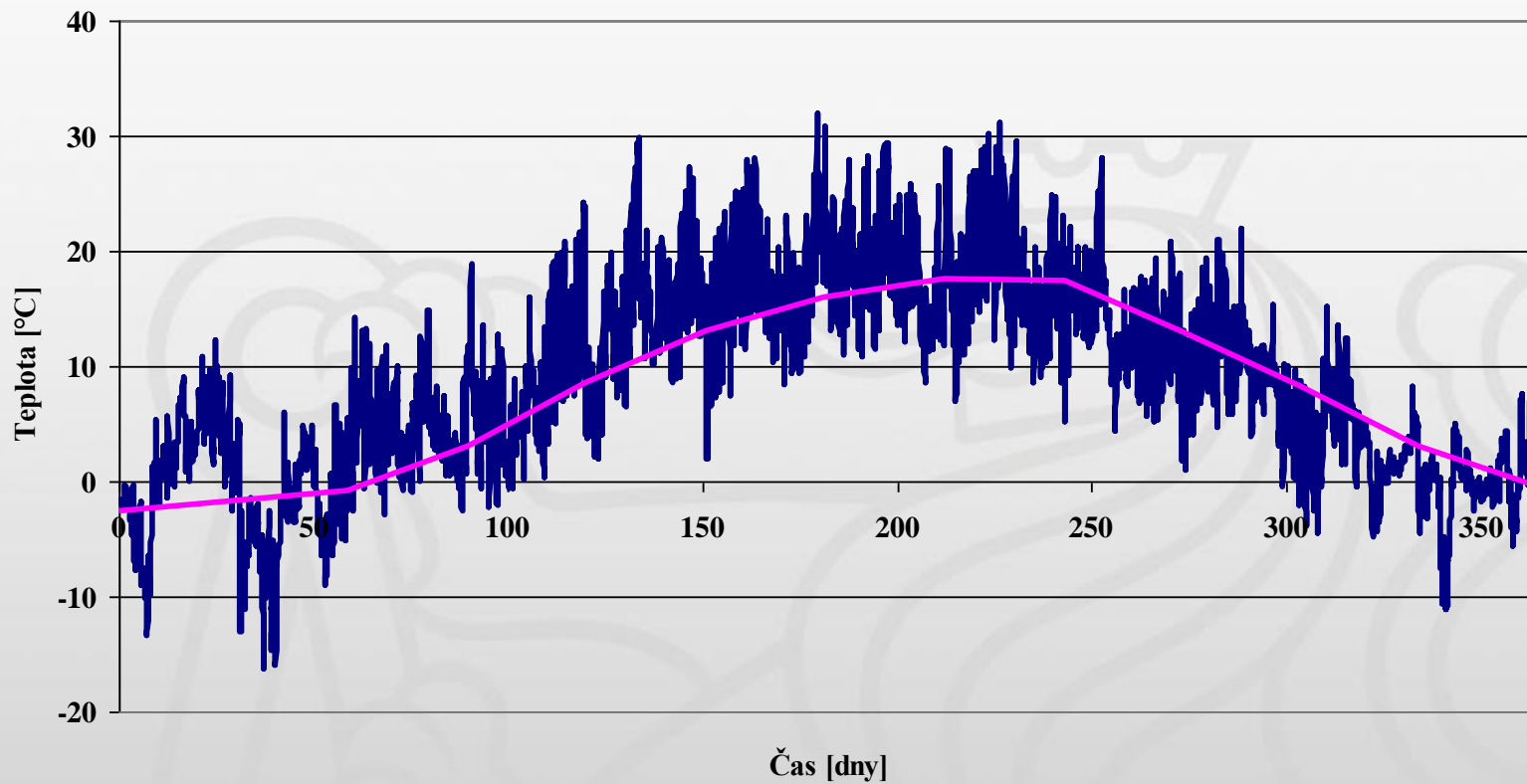
ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Vliv prostředí na stavební materiály

5. přednáška

TRY – ČSN

Průběh teploty





ČVUT

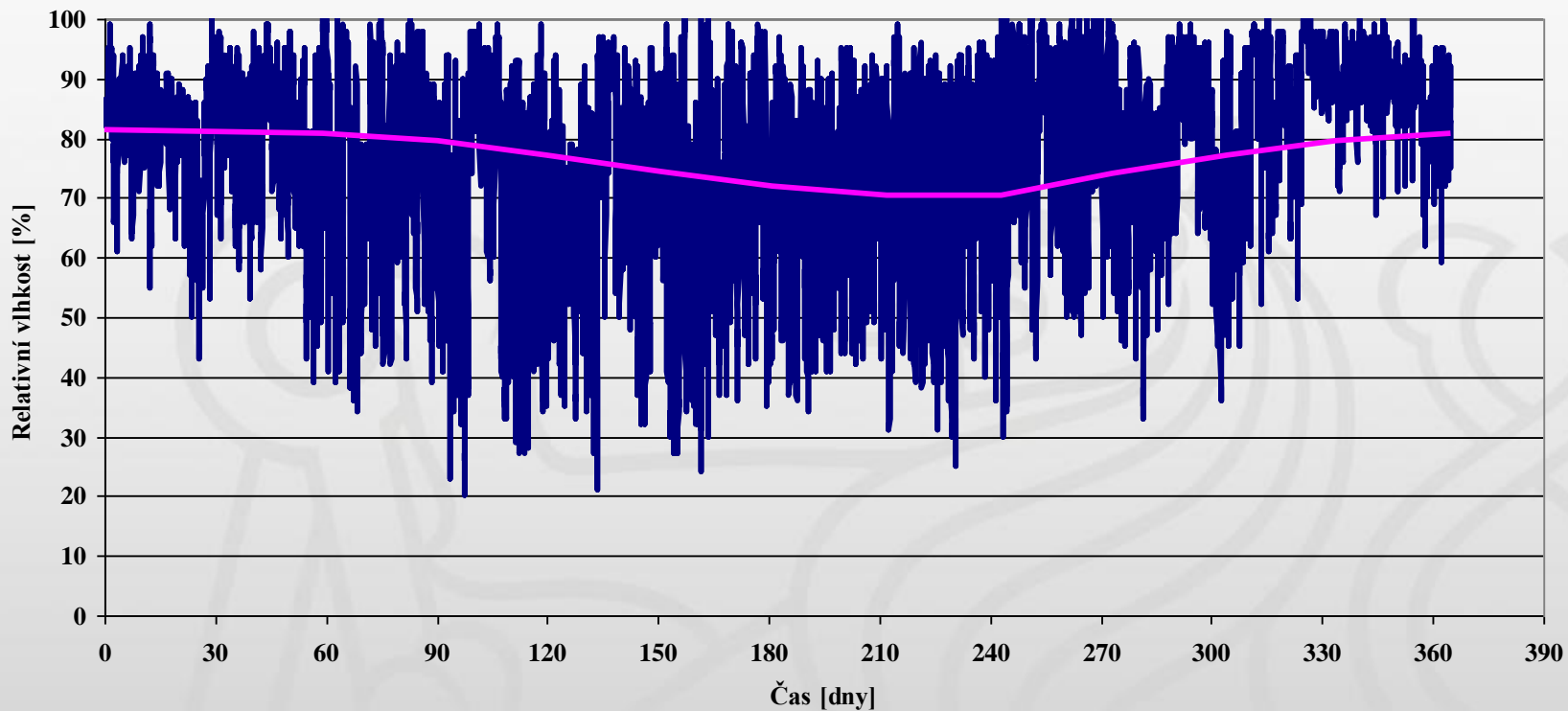
ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Vliv prostředí na stavební materiály

5. přednáška

TRY – ČSN

Průběh relativní vlhkosti





ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Vliv prostředí na stavební materiály

5. přednáška

Okrajové podmínky - porovnání

- Referenční rok
- Pozitivní rok
- Kritický rok

