

00 - Gauss-Osztrogradsky tétel

2017. március 16.

13:58

HOM

$$\vec{v} = u = \begin{pmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{pmatrix}$$

$$\vec{q} = \begin{pmatrix} q_x \\ q_y \\ q_z \end{pmatrix}$$

$$\text{div}(\vec{q}) = \cancel{\phi}$$

$$\nabla \vec{q} = \cancel{\phi}$$

$$\text{div}(\vec{v}) = \frac{\partial}{\partial x} v_x + \frac{\partial}{\partial y} v_y + \frac{\partial}{\partial z} v_z$$

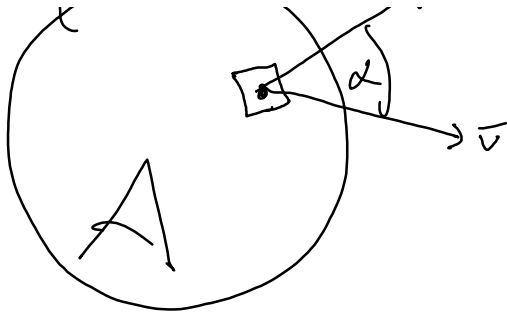
$$\frac{1}{m} \frac{m}{s}$$

$$\dot{Q} = \int \text{div} \vec{v} dV$$

$$\left[\frac{m^3}{s} \right]$$



$$d\dot{Q} = \vec{v} \cdot d\vec{A} =$$



$$d\dot{Q} = \vec{v} \cdot d\vec{A} = |\vec{v}| \cdot |d\vec{A}| \cos(\alpha) \quad \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

ha $\alpha = 90^\circ \rightarrow \cancel{\phi}$

ha $\alpha < 90^\circ \rightarrow$ kiáramlás

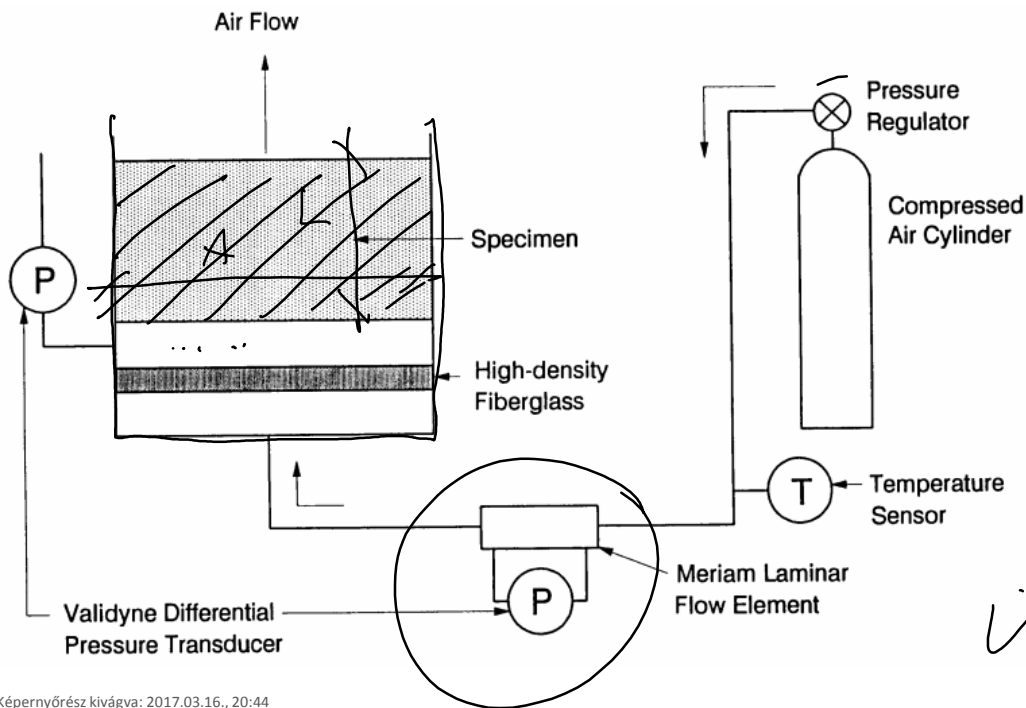
ha $\alpha > 90^\circ \rightarrow$ beáramlás

$$\int_A \vec{v} d\vec{A} = \dot{Q}$$

$$\boxed{\int_A \vec{v} d\vec{A} = \int_V \text{div } \vec{v} dV}$$

01 - Darcy

2017. március 16.
15:26



Képernyőrész kivágva: 2017.03.16., 20:44

$$Q = - \frac{K A \Delta P}{\mu L}$$

$\frac{m^3}{s}$

$Q [m^3/s]$ - térfogatáram

$K [m^2]$ - permeabilitási tényező

$A [m^2]$ - áramlási km.

$P [Pa]$ - nyomás

$\mu [Pa \cdot s]$ - dinamikai viszkozitás

$L [m]$ - hossz

$$\rightarrow v = \frac{Q}{A} = - \frac{K}{\mu} \nabla P$$

potenciális áramlás

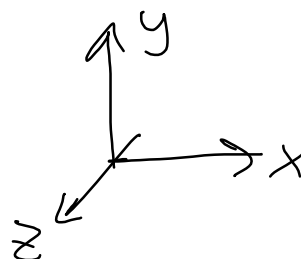
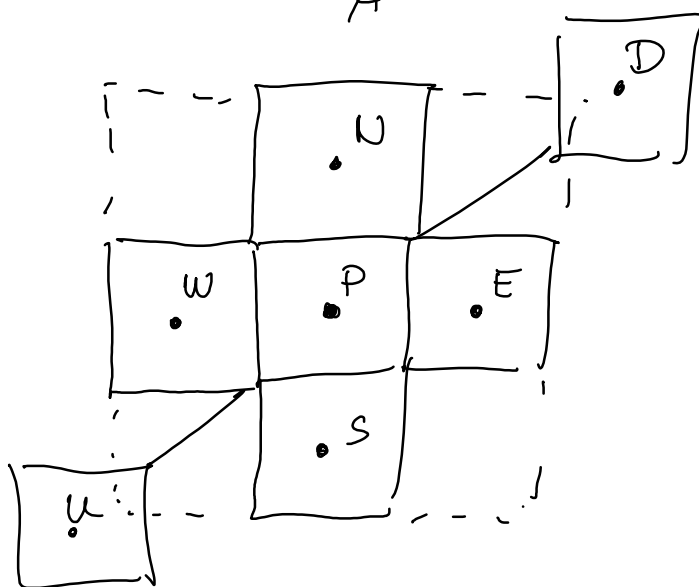
Lamináris áramlás

+ anyagmegmaradási töltéssűrűség
kontinuitási töltéssűrűség

$$\text{div}(\vec{v}) = \phi$$

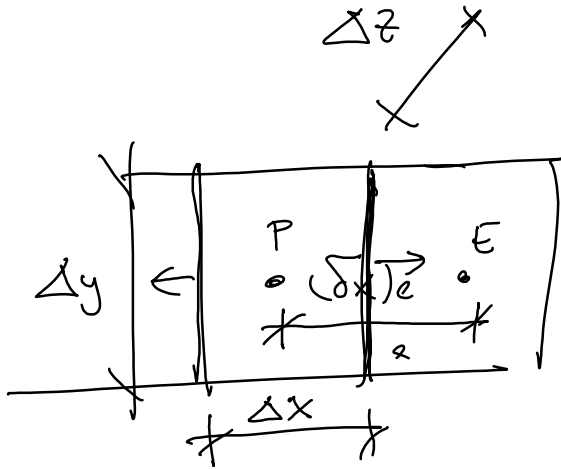
$$\text{div}(\vec{v}) = \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial z} = \phi$$

$$\int_V \text{div}(\vec{v}) dV = \int_A \vec{v} d\vec{A} = \phi$$



$$V_e A_e + V_w \cdot A_w + v_u A_u + v_s A_s + v_a A_a + v_d A_d = \phi$$

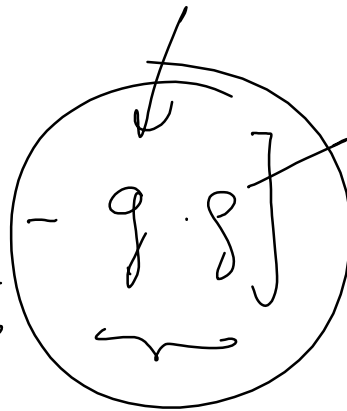
$$V_e A_e = \frac{-K_e (\Delta y \Delta z)}{\mu} \frac{P_E - P_P}{(\delta x)_e}$$



$$V_w A_w = \frac{K_w \Delta y \Delta z}{\mu} \frac{P_P - P_w}{(\delta x)_w}$$

$$9,81 \frac{m}{s^2}$$

$$V_u A_u = - \frac{K_u \Delta x \Delta y}{\mu} \left[\frac{P_u - P_P}{(\delta z)_u} - g \cdot g \right]$$



$$\frac{m}{s} \cdot \frac{m^2}{s} = \frac{m^3}{s}$$

$$\rho \approx \rho_0 (1 - \beta (T - T_0))$$

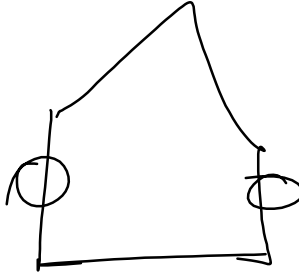
↑
referencia
sűrűség

$$\beta \approx \frac{1}{T}$$

↑
referencia
hőmérséklet



Ap



$$q = -\lambda \nabla T$$

csak hő vezetés

+ légáramlás!

$$q = q_{\text{cond}} + q_{\text{conv}}$$

$\swarrow$
 $\searrow$

$$-\lambda \nabla T$$

$$\underbrace{\frac{W}{mK} \frac{K}{m}}_{\frac{W}{m^2}}$$

$$-\rho \cdot c_p u T$$

$$\underbrace{\frac{kg}{m^3} \frac{J}{kgK} \frac{m}{s} K}_{\frac{W}{m^2}}$$

$$\text{div}(q) \neq 0 = \frac{\partial}{\partial x} \left(-\lambda \frac{\partial T}{\partial x} - \rho c_p u T \right) =$$

$$= \frac{\partial}{\partial x} \lambda \frac{\partial T}{\partial x} - \rho c_p u \frac{\partial T}{\partial x}$$

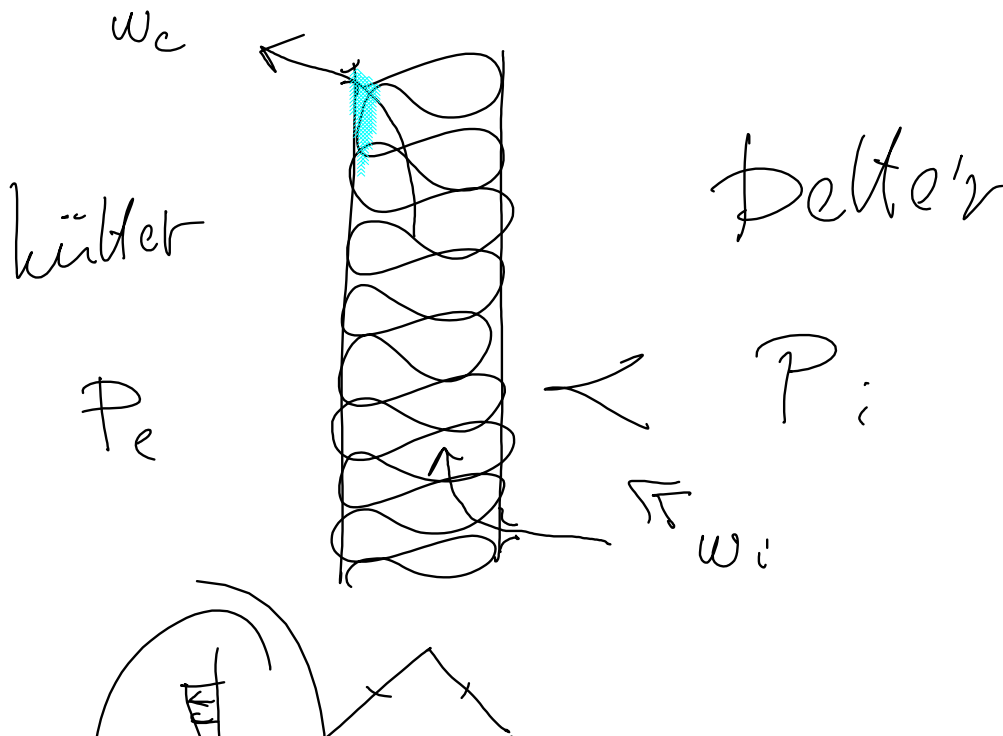
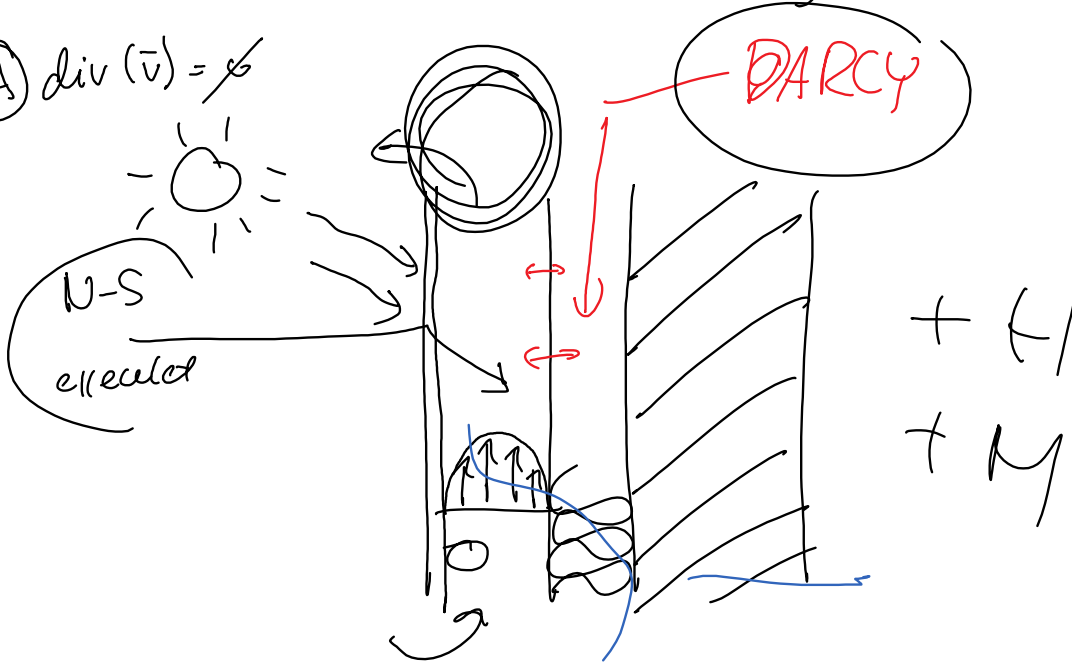
$$\neq 0 = \underbrace{\text{div}(-\lambda \nabla T)}_{\text{konduktív}} \boxed{-\rho c_p u \cdot \nabla T}$$

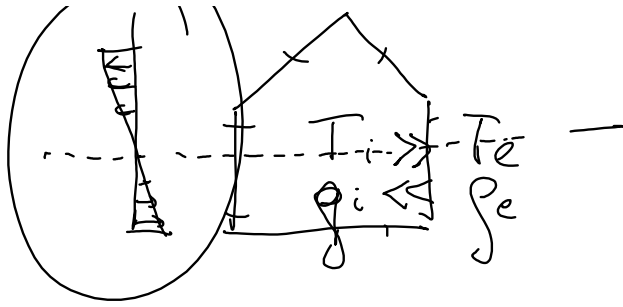
$$-\lambda \Delta T$$

$$(H) \left(\rho_{diy} c_p + w \cdot c_{p,w} \right) \frac{\partial T}{\partial t} = \nabla \left(\lambda(w, T) \nabla T \right) + h_v \nabla \left(\frac{\dot{\sigma}_o(T)}{\mu(w)} \nabla (\varphi - p_{sat}(T)) \right) + u_{ga} c_{p,a} \nabla T + \dot{Q}_r$$

$$(M) \frac{\partial w}{\partial \varphi} \frac{\partial \varphi}{\partial t} = \nabla \left(D_w(w) \frac{\partial w}{\partial \varphi} \nabla \varphi + \frac{\dot{\sigma}_o(T)}{\mu(w)} \nabla (\varphi - p_{sat}(T)) \right) + u \nabla w + \dot{Q}_M$$

$$(A) \operatorname{div}(\vec{v}) = \neq$$





$$q_{50} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{h}} \right] \rightarrow q = |\Delta P| \frac{q_{50}}{50}$$

$$\Delta P = \rho \cdot \frac{T_e - T_i}{T_i} \cdot g \cdot \frac{h}{2}$$

légtárolási osztály

A

q_{50}

1,0

$q_{50}(\text{szorkezo})$

0,07 $\left[\frac{\text{m}^3}{\text{h} \cdot \text{m}^2} \right]$

B

3,0

0,20

C

5,0

0,33

$$\rightarrow \dot{m} = \frac{q_{50}}{50 \rho_c} \cdot \Delta P \cdot (w_i - w_{sat})$$

$\frac{\text{m}^3}{\text{h} \cdot \text{m}^2}$

03 - HAM

2017. március 16.
15:47

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{extenzív mennyiség} \\ \text{időbeli megváltozása} \\ \text{egy elemi térfogatban} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{extenzív mennyiség} \\ \text{vezetési ki- és beáramlásának} \\ \text{előjeles összege} \\ \text{az elemi térfogatban} \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|} \hline \text{extenzív mennyiség} \\ \text{forrása} \\ \text{az elemi térfogatban} \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|} \hline \text{extenzív mennyiség} \\ \text{konvektív ki- és beáramlásának} \\ \text{előjeles összege} \\ \text{az elemi térfogatban} \\ \hline \end{array}$$

Konvekció pórusos anyagokban:

$$Ra_D = \frac{g \beta \rho c_p}{\nu} \cdot \frac{d \Delta T}{\lambda}$$

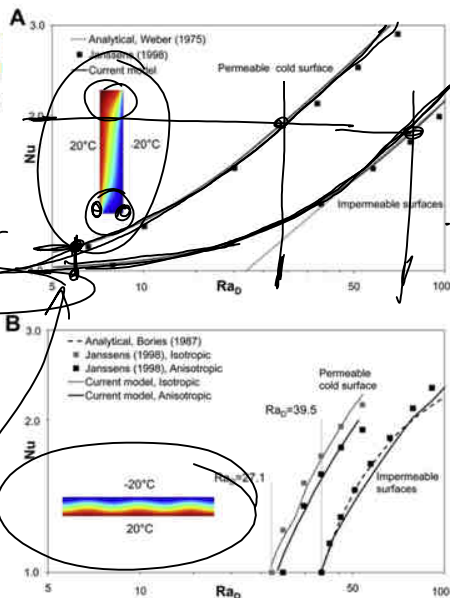
Kritikus határ: $R_{aD} \geq R_{aM}$

Ram =

horiz	2.5	
fel	15	(nem légz.)
fel	30	(légzáró)

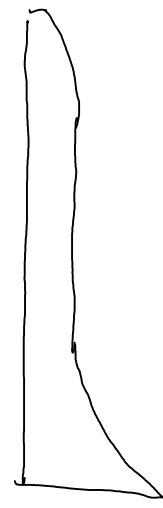
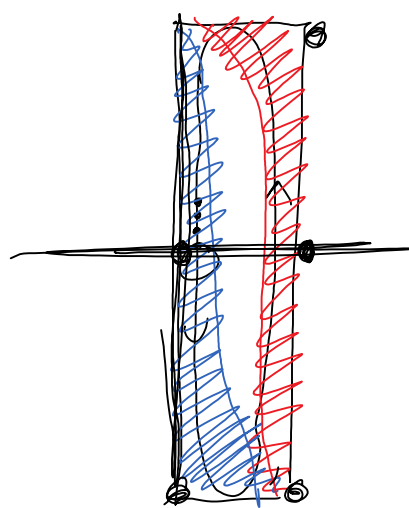
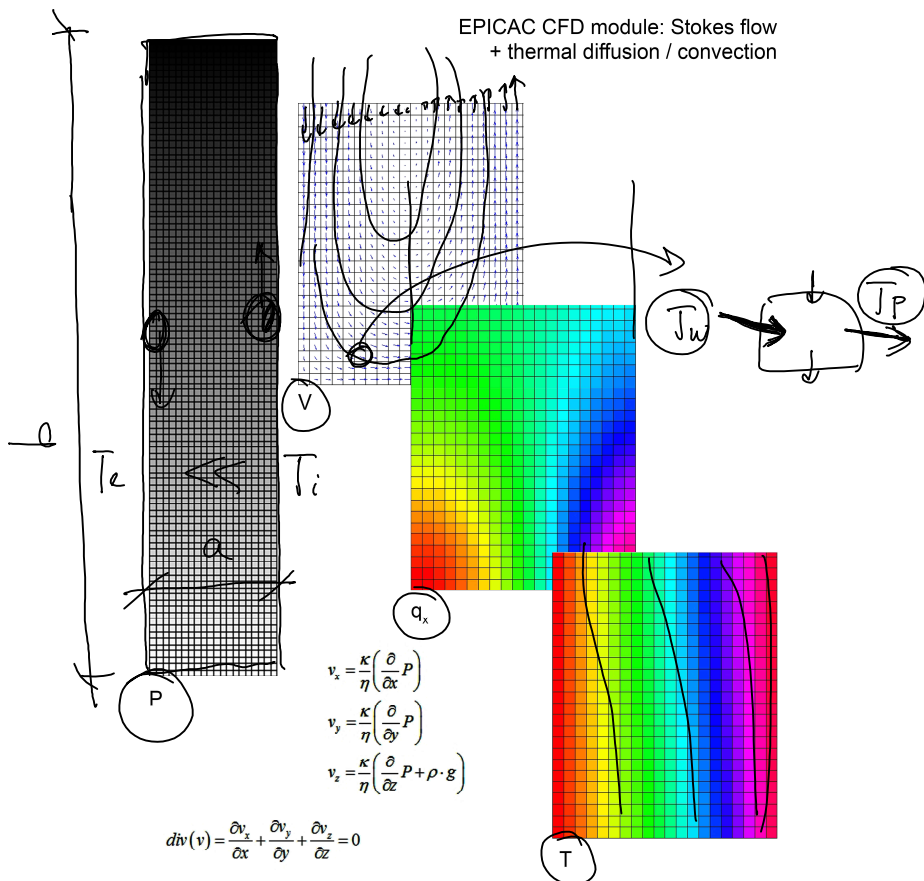
Kőzetgvap.	~ 0.34
Üveggyap (40kg/m ³)	~ 6.1
Szalma	???

($\Delta T = 20 [^{\circ}\text{C}]$ és $d = 20 \text{ cm}$)



Képernyőrész kivágva: 2017.03.16.. 15:57

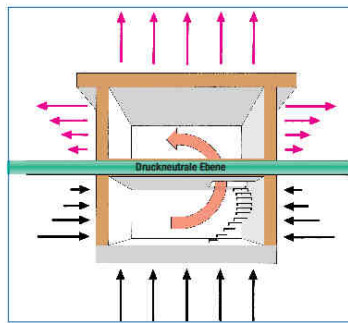
EPICAC CFD module: Stokes flow
+ thermal diffusion / convection



Trocknungsreserven schaffen

Einfluss des Feuchteintrags aus Dampfkongvektion

Hygrothermische Simulationen stellen mittlerweile den Stand der Technik zur Beurteilung der Feuchtesicherheit von Baukonstruktionen dar [1]. Meist wird dazu eine eindimensionale Berechnung für den Regelquerschnitt des Bauteils durchgeführt. Ebenso wie beim sog. „Glaserverfahren“ werden hierbei Undichtheiten vernachlässigt, so dass beidseitig diffusionsdichte Konstruktionen im Widerspruch zu den praktischen Erfahrungen häufig als unproblematisch erscheinen. Da selbst bei sorgfältig luftdicht ausgeführten Konstruktionen immer Restleckagen haben und damit kleine Feuchteinträge verbleiben, sind diese zur Schadensvermeidung durch eine entsprechende Trocknungsreserve zu kompensieren. Eine quantitative Erfassung der Auswirkung von Dampfkongvektionsvorgängen ist daher dringend erforderlich. Basierend auf einer umfangreichen Literaturrecherche wurde deshalb in [2] ein vereinfachtes Modell zur Berücksichtigung der Dampfkongvektion bei hygrothermischen Simulationsrechnungen vorgestellt. Die Hintergründe, Annahmen und Voraussetzungen für dieses Modell werden im Folgenden zusammengefasst und seine praktische Relevanz mit einem Anwendungsbeispiel untermauert.

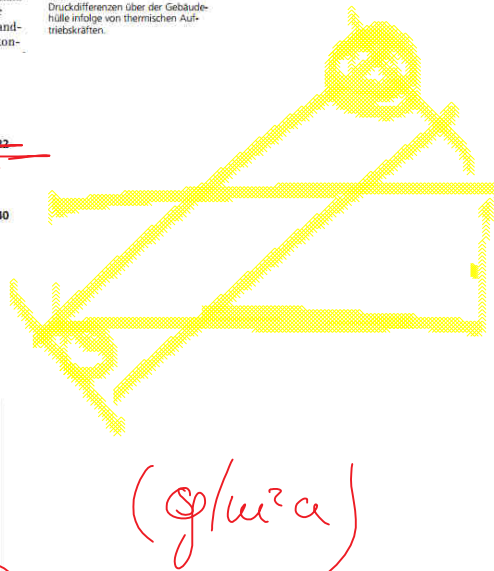
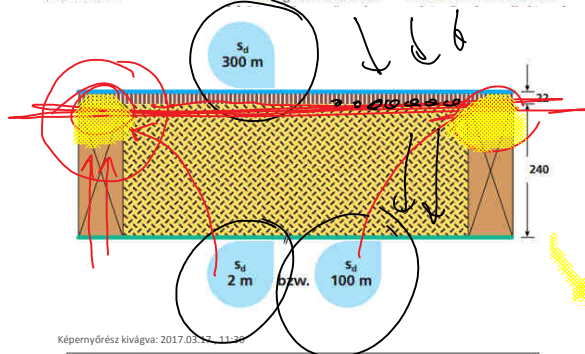


Autoren:
Hartwig M. Künzel und
Daniel Zirkelbach
Fraunhofer-Institut für Bauphysik
(IBP), Holzkirchen

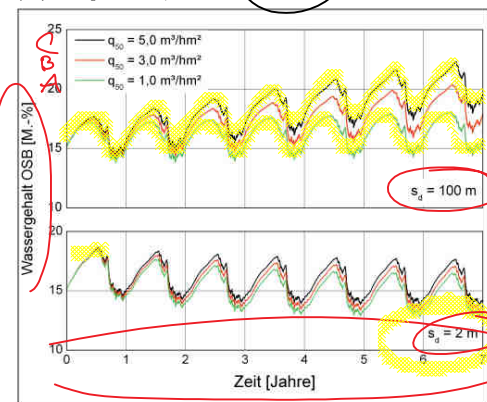
gene Einbeziehung einer Kongvektionsaustauschermenge von 250 g/m^2 bei der Diffusionsberechnung nach Glaser dar

werden könnten [2]. Deshalb dient die damals für eine nordorientierte Außenwandkonstruktion ermittelte kon-

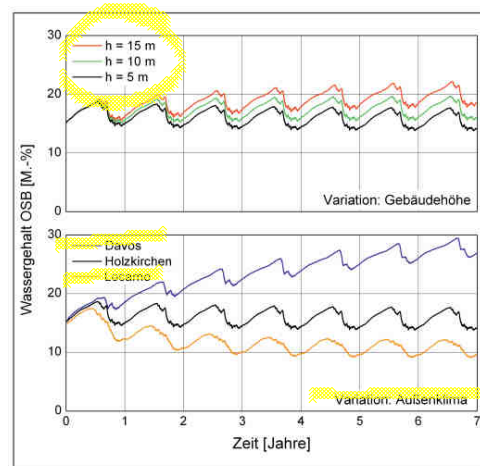
Abb. 1:
Druckdifferenzen über der Gebäudehülle infolge von thermischen Auftriebskräften.



Képernyőész kivágva: 2017.03.17., 11:30



Képernyőész kivágva: 2017.03.17., 11:30



Képernyőész kivágva: 2017.03.17., 11:31

2