



# ГРАДЕЖНА ФИЗИКА

## ПРИМЕР



**Обука за енергетска ефикасност**



# ПРИМЕР

Конструкција на надворешен ѕид се состои од следните слоеви од внатре кон надвор:

<i>слој</i>	<i>дебелина[m]</i>	<i>коэф.на топлинска спроводливост <math>\lambda[W/m*K]</math></i>	<i>релативен коэф.на дифузија <math>\mu</math></i>
малтер	0.02	0.870	15
ѕид од тула	0.12	0.58	5
тервол	0.04	0.04	1
ѕид од тула	0.12	0.58	5
малтер	0.03	0.870	15

Температурата внатре изнесува  $T_{in}=20^{\circ}C$ , а влажноста на воздухот е  $\phi_{in}=50\%$ , а надвор се:  $T_e=-10^{\circ}C$  и  $\phi_e=90\%$ .

Да се дефинира температурниот профил низ ѕидот и појавата на кондензација.



# ПРИМЕР

- Топлински отпори:

$$R_{si} = 0.13(m^2 * K) / W$$

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_1} = \frac{0.02}{0.87} = 0.023$$

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_2} = \frac{0.12}{0.58} = 0.207$$

$$R_3 = \frac{d_3}{\lambda_3} = \frac{0.04}{0.04} = 1.0$$

$$R_4 = \frac{d_4}{\lambda_4} = \frac{0.12}{0.58} = 0.207$$

$$R_5 = \frac{d_5}{\lambda_5} = \frac{0.03}{0.87} = 0.034$$

$$R_{se} = 0.04(m^2 * K) / W$$

$$R_T = R_{si} + \sum R + R_{se} = 0.13 + 1.471 + 0.04 = 1.641(m^2 * K) / W$$

слој	дебелина[m]	коэф.на топлинска спроводливост $\lambda[W/m*K]$	релативен коэф.на дифузија $\mu$
малтер	0.02	0.870	15
сид од тула	0.12	0.58	5
тервол	0.04	0.04	1
сид од тула	0.12	0.58	5
малтер	0.03	0.870	15

- Коефициент на пренос на топлината:

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{1.641} = 0.609W / m^2 * K$$

# ПРИМЕР

- Пад на температурата во слоевите:

$$\Delta\theta = 20 - (-10) = 30^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta\theta_i = \frac{\Delta\theta}{R_T} * R_{si} = \frac{30}{1.641} * 0.13 = 2.38$$

$$\theta_{si} = 20 - 2.38 = 17.62^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta\theta_1 = \frac{\Delta\theta}{R_T} * R_1 = \frac{30}{1.641} * 0.023 = 0.42$$

$$\theta_{1-2} = 17.62 - 0.42 = 17.2^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta\theta_2 = \frac{\Delta\theta}{R_T} * R_2 = \frac{30}{1.641} * 0.207 = 3.78$$

$$\theta_{2-3} = 17.2 - 3.78 = 13.42^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta\theta_3 = \frac{\Delta\theta}{R_T} * R_3 = \frac{30}{1.641} * 1.0 = 18.28$$

$$\theta_{3-4} = 13.42 - 18.28 = -4.86^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta\theta_4 = \frac{\Delta\theta}{R_T} * R_4 = \frac{30}{1.641} * 0.207 = 3.78$$

$$\theta_{4-5} = -4.86 - 3.78 = -8.64^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta\theta_5 = \frac{\Delta\theta}{R_T} * R_5 = \frac{30}{1.641} * 0.034 = 0.62$$

$$\theta_{se} = -8.64 - 0.62 = -9.26^{\circ}\text{C}$$

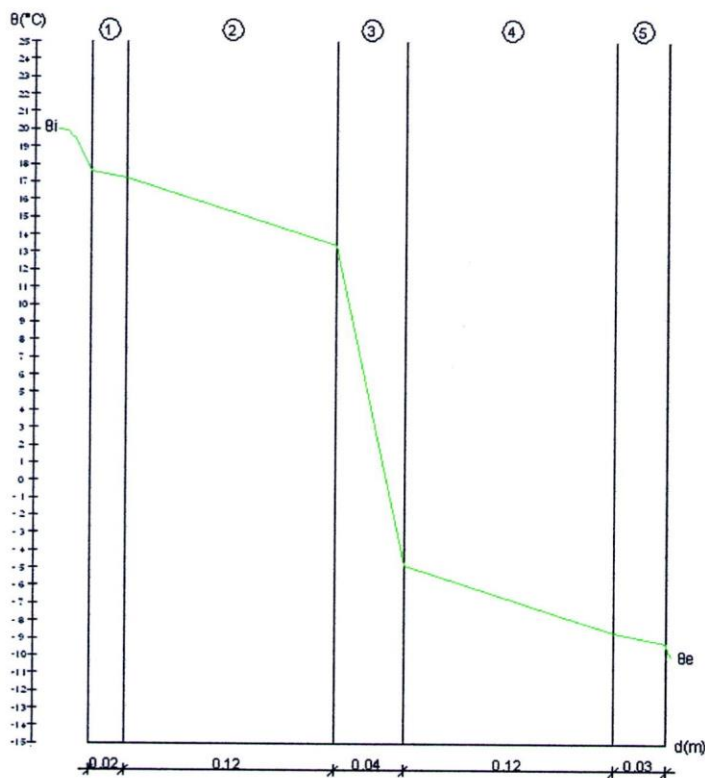
$$\Delta\theta_{se} = \frac{\Delta\theta}{R_T} * R_{se} = \frac{30}{1.641} * 0.04 = 0.73$$

$$\theta_e = -9.26 - 0.73 = -9.99 = -10^{\circ}\text{C}$$



# ПРИМЕР

Пад на температурата низ сидот



$$\theta_{si} = 20 - 2.38 = 17.62^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_{1-2} = 17.62 - 0.42 = 17.2^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_{2-3} = 17.2 - 3.78 = 13.42^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_{3-4} = 13.42 - 18.28 = -4.86^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_{4-5} = -4.86 - 3.78 = -8.64^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_{se} = -8.64 - 0.62 = -9.26^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_e = -9.26 - 0.73 = -9.99 = -10^{\circ}\text{C}$$



# ПРИМЕР

- Релативни отпори на дифузија:

$$r = d * \mu$$

$$r_1 = 0.02 * 15 = 0.3m$$

$$r_2 = 0.12 * 5 = 0.6m$$

$$r_3 = 0.04 * 1 = 0.04m$$

$$r_4 = 0.12 * 5 = 0.6m$$

$$r_5 = 0.03 * 15 = 0.45m$$

---

$$\Sigma r = 1.99m$$

слој	дебелина [m]	коэф.на топлинска спроводливост $\lambda [W/m*K]$	релативен коэф.на дифузија $\mu$
малтер	0.02	0.870	15
сид од тула	0.12	0.58	5
тервол	0.04	0.04	1
сид од тула	0.12	0.58	5
малтер	0.03	0.870	15

# ПРИМЕР

## Обука за енергетска ефикасност

Температура $\theta$ (°C)	Притисоци на заситување на водена пара, $p'$ (Pa)									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
20	2338	2353	2367	2382	2397	2411	2426	2441	2456	2471
19	2198	2211	2225	2239	2253	2267	2281	2295	2309	2324
18	2064	2077	2090	2104	2117	2130	2143	2157	2170	2184
17	1938	1951	1963	1975	1988	2001	2013	2026	2039	2051
16	1819	1831	1842	1854	1866	1878	1890	1902	1914	1926
15	1706	1717	1728	1739	1751	1762	1773	1785	1796	1808
14	1600	1610	1621	1631	1642	1652	1663	1674	1685	1695
13	1499	1509	1519	1529	1539	1549	1559	1569	1579	1589
12	1404	1413	1422	1432	1441	1451	1460	1470	1479	1489
11	1314	1323	1332	1340	1349					
10	1229	1238	1246	1254	1263					
9	1149	1157	1165	1173	1181					
8	1074	1081	1089	1096	1104					
7	1003	1010	1017	1024	1031					
6	936	943	949	956	962					
5	873	879	886	892	898					
4	814	820	826	831	837					
3	758	764	769	775	780					
2	706	711	716	722	727					
1	657	662	667	671	676					
0	611	615	620	625	629					
-0	611	607	602	597	592					
-1	563	559	554	550	545					
-2	518	514	510	505	501					
-3	476	472	468	464	461					
-4	438	434	430	427	423					
-5	402	398	395	392	388					
-6	369	366	362	359	356					
-7	338	335	332	329	327					
-8	310	307	305	302	299					
-9	284	281	279	276	274					
-10	260	258	255	253	251					
-11	238	236	234	231	229					
-12	217	215	213	212	210					
-13	199	197	195	193	191					
-14	181	180	178	176	175					
-15	165	164	162	161	159					
-16	151	149	148	147	145					
-17	137	136	135	134	132	131	130	129	127	126
-18	125	124	123	122	120	119	118	117	116	115
-19	114	113	112	111	110	109	107	106	105	104
-20	103	102	101	101	100	99	98	97	96	95

- Притисоци на заситување:

- за  $\theta_i = +20^\circ\text{C}$   $p'_i = 2.338\text{KPa}$
- за  $\theta_{si} = +17.62^\circ\text{C}$   $p'_{si} = 2.016\text{KPa}$
- за  $\theta_{1-2} = +17.20^\circ\text{C}$   $p'_{1-2} = 1.963\text{KPa}$
- за  $\theta_{2-3} = +13.42^\circ\text{C}$   $p'_{2-3} = 1.541\text{KPa}$
- за  $\theta_{3-4} = -4.86^\circ\text{C}$   $p'_{3-4} = 0.407\text{KPa}$
- за  $\theta_{4-5} = -8.65^\circ\text{C}$   $p'_{4-5} = 0.293\text{KPa}$
- за  $\theta_{se} = -9.26^\circ\text{C}$   $p'_{se} = 0.278\text{KPa}$
- за  $\theta_e = -10^\circ\text{C}$   $p'_e = 0.260\text{KPa}$

# ПРИМЕР

- Парцијални притисоци:

Внатре во објектот

$$p_i = \varphi_i * p_i = 0.5 * 2.338 = 1.169 \text{ KPa}$$

Надвор од објектот

$$p_e = \varphi_e * p_e = 0.9 * 0.26 = 0.234 \text{ KPa}$$

На граница помеѓу слоевите:

$$r = d * \mu$$

$$r_1 = 0.02 * 15 = 0.3 \text{ m}$$

$$r_2 = 0.12 * 5 = 0.6 \text{ m}$$

$$r_3 = 0.04 * 1 = 0.04 \text{ m}$$

$$r_4 = 0.12 * 5 = 0.6 \text{ m}$$

$$r_5 = 0.03 * 15 = 0.45 \text{ m}$$

-----

$$\Sigma r = 1.99 \text{ m}$$

$$p_j = \frac{p_i - p_e}{\sum_1^n r} \sum_{j+1}^n r + p_e$$

$$p_{1-2} = \frac{1.169 - 0.234}{1.99} * 1.69 + 0.234 = 1.028 \text{ KPa}$$

$$p_{2-3} = 0.47 * 1.09 + 0.234 = 0.746 \text{ KPa}$$

$$p_{3-4} = 0.47 * 1.05 + 0.234 = 0.728 \text{ KPa}$$

$$p_{4-5} = 0.47 * 0.45 + 0.234 = 0.446 \text{ KPa}$$



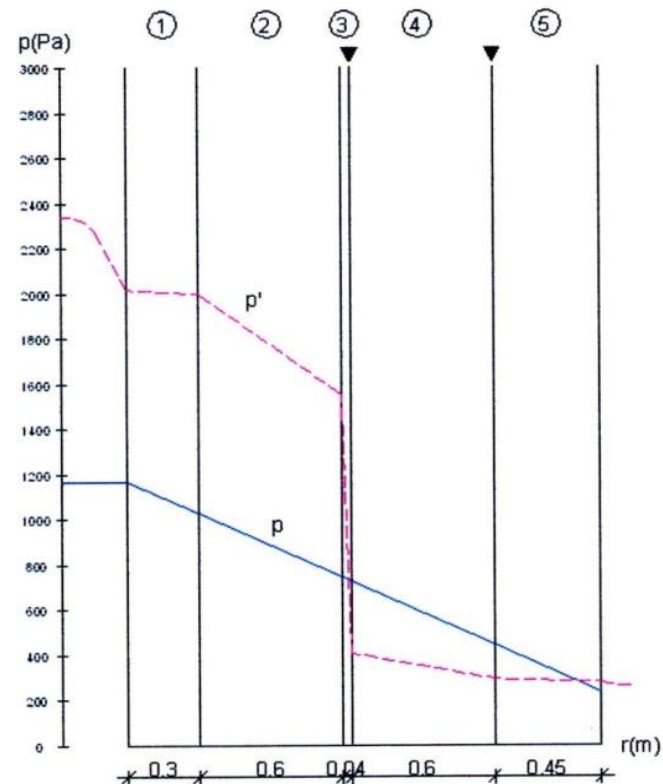
# ПРИМЕР

- Споредба на притисоците на заситување и парцијалните

	$p'$ (kPa)	споредба	$p$ (kPa)
-внатрешна површина	2,016	>	1,169
-граница меѓу слој 1-2	1,963	>	1,028
-граница меѓу 2-3	1,541	>	0,746
-граница меѓу 3-4	0,407	<	0,728
- граница меѓу 4-5	0,293	<	0,446
-надворешна површина	0,278	>	0,234

→ Кондензација на водена пара се јавува во слој 4

Дијаграм на дифузија на водена пара



Прашања



**Обука за енергетска ефикасност**

Благодарам за вниманието