

JUGOSLOVENSKI
STANDARDToplotna tehnika u građevinarstvu
PRORAČUN DIFUZIJE VODENE PARE U ZGRADAMAJUS
U.J5.520

1997.

Heat in civil engineering – Calculation of water vapour diffusion in buildings

Ovaj standard utvrđen je Rešenjem direktora SZS br. 6/2-02-1/187 od 7. novembra 1997. godine.

PREDGOVOR

Ovaj standard je nastao revizijom standarda JUS U.J5.520 iz 1980. godine. Standard je pripremila Komisija za toplotnu tehniku u građevinarstvu na osnovu DIN 4108-5 iz 1981. godine.

Prilog A je informativan.

1 PREDMET I PODRUČJE PRIMENE

Ovim standardom se utvrđuje metoda za proračun difuzije vodene pare u građevinskim pregradama u zgradama.

Metoda obuhvata proračun gustine difuzionog protoka vodene pare, proračun količine kondenzata sadržaja vlage u materijalu i proračun isušenja građevinske pregrade.

U Prilogu A dat je primer za analizu graničnih uslova za spoljašnju građevinsku pregradu. Tabelarno se daju proračunske veličine za izradu dijagrama difuzije u periodu kondenzacije.

2 VEZA SA DRUGIM STANDARDIMA

Odredbe standarda na koje se ovaj standard poziva istovremeno važe i kao odredbe ovog standarda. Navedena izdanja su važila u vreme objavljivanja ovog standarda, a kada se on primenjuje, koriste se najnovija izdanja navedenih standarda.

JUS ISO 7345:1997, *Toplotna izolacija – Fizičke veličine i definicije*

JUS ISO 9346:1997, *Toplotna izolacija – Prenos mase – Fizičke veličine i definicije*

JUS U.J5.600:1997, *Toplotna tehnika u građevinarstvu – Tehnički uslovi za projektovanje i građenje zgrada*

Deskriptori: građevinarstvo, toplotna tehnika, difuzija vodene pare, zgrada, proračun

SAVEZNI ZAVOD ZA STANDARDIZACIJU

3 OSNOVNE OZNAKE I JEDINICE

Za potrebe ovog standarda primenjuju se oznake iz standarda JUS ISO 7345 i JUS ISO 9346 kao i niže navedene oznake:

- d_j – debljina j -tog sloja, u metrima [m],
- $d_{r,j}$ – računska debljina j -tog sloja, u metrima [m],
- g – gustina difuzionog protoka vodene pare, u kilogramima po kvadratnom metru i času [kg/(m²·h)],
- p_i' – pritisak zasićenja vodene pare unutrašnjeg vazduha, u paskalima [Pa],
- $j = 0, 1, 2, \dots, n$ – broj slojeva ($j = 0$ je granična površina unutrašnjeg sloja),
- p_i' – pritisak zasićenja vodene pare na graničnoj površini između slojeva j i $j + 1$, u paskalima [Pa],
- p_e' – pritisak zasićenja spoljašnjeg vazduha, u paskalima [Pa],
- p_i – parcijalni pritisak vodene pare sa unutrašnje strane pregrade, u paskalima [Pa],
- p_e – parcijalni pritisak vodene pare sa spoljašnje strane pregrade, u paskalima [Pa],
- r_j – ekvivalentna debljina vazdušnog sloja za difuziju vodene pare kroz j -ti sloj pregrade, u metrima [m],
- R_i, R_e – proračunske toplotne otpornosti prelaza toplote prema JUS UJ5.600, tabela 1, u kvadratnim metrima i kelvinima po vatu [m²K/W],
- R_j – toplotna otpornost j -tog sloja, u kvadratnim metrima i kelvinima po vatu [m²K/W],
- R_k – ukupna toplotna otpornost pregrade kao suma "n" pojedinačnih otpornosti, u kvadratnim metrima i kelvinima po vatu [m²K/W],
- R – ukupna toplotna otpornost ($R = R_i + R_k + R_e$), u kvadratnim metrima i kelvinima po vatu [m²K/W],
- t_i – temperatura unutrašnjeg (toplijeg) vazduha¹⁾ prema JUS UJ5.600, tabela 10, u stepenima Celzijusa [°C],
- t_e – temperatura spoljašnjeg (hladnijeg) vazduha¹⁾ prema JUS UJ5.600, tabela 11, u stepenima Celzijusa [°C],
- Δt – razlika temperatura unutrašnjeg i spoljašnjeg vazduha, u kelvinima [K],
- t_j – temperatura na granici j -tog sloja (u smeru ka hladnijoj strani pregrade), u stepenima Celzijusa [°C],
- λ_j – toplotna provodljivost j -tog sloja, u vatima po metru i kelvinu [W/mK],
- μ_j – relativni koeficijent difuzije vodene pare j -tog sloja,
- ϕ_i – relativna vlažnost unutrašnjeg (toplijeg) vazduha¹⁾ prema JUS UJ5.600, tabela 11, u procentima [%],
- ϕ_e – relativna vlažnost spoljašnjeg (hladnijeg) vazduha¹⁾ prema JUS UJ5.600, tabela 10, u procentima [%].

4 OPŠTI USLOVI

Proračuni difuzije vodene pare vrše se za spoljašnje građevinske pregrade, kao i za građevinske pregrade kod kojih je razlika parcijalnih pritisaka sa obe strane pregrade veća od 500 Pa.

Proračun se zasniva na Glaserovom grafičkom postupku za analizu procesa difuzije vodene pare u građevinskim pregradama.

Mogući su sledeći slučajevi (videti sliku 1) u periodu kondenzacije:

- a) difuzija vodene pare bez izdvajanja kondenzata;
- b) difuzija vodene pare sa izdvajanjem kondenzata u jednoj ravni kondenzacije;
- c) difuzija vodene pare sa izdvajanjem kondenzata u zoni građevinske pregrade.

Na slici 2 prikazani su slučajevi (a, b, c) isušavanja građevinske pregrade.

5 TEMPERATURSKA RASPODELA

Temperaturska raspodela se proračunava za uslove stacionarnog temperaturskog polja, pri temperaturama t_i i t_e i otpornostima R_i i R_e .

¹⁾ Za proces isušavanja merodavne su druge vrednosti iz JUS UJ5.600 (tačka 4.2.3).

Temperatura unutrašnjeg vazduha: t_i [°C].

Temperatura unutrašnje površine građevinske pregrade: $t_o = t_i - \Delta t_i$ [°C].

Temperatura na granici j -tog sloja građevinske pregrade: $t_j = t_{j-1} - \Delta t_j$ [°C].

Temperatura spoljašnje površine građevinske pregrade: $t_e = t_j - \Delta t_e$.

Razlika temperatura unutrašnjeg i spoljašnjeg vazduha iznosi: $\Delta t = t_i - t_e$ [K].

Pri tome je:

- pad temperature unutrašnji vazduh/unutrašnja površina $\Delta t_o = \Delta t R_i/R_e$ [K];
- pad temperature na prvom sloju pregrade: $\Delta t_1 = \Delta t (R_1/R)$ [K];
- pad temperature na j -tom sloju pregrade: $\Delta t_j = \Delta t (R_j/R)$ [K];
- pad temperature spoljašnja površina/spoljašnji vazduh: $\Delta t_e = \Delta t (R_e/R)$ [K].

6 PRITISAK ZASIĆENJA VODENE PARE

Pritisak zasićenja vodene pare izračunava se po obrascu:

$$p' = 610,6 \cdot 10^{\frac{9,5 t}{265,5 + t}}, \text{ za } t < 0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$p' = 610,6 \cdot 10^{\frac{7,5 t}{237,5 + t}}, \text{ za } t \geq 0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

ili se određuje na osnovu tabele 1. Obrazac se može primeniti za temperature u opsegu od $-20 \text{ } ^\circ\text{C}$ do $40 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Tabela 1 – Pritisci zasićenja vodene pare p' [Pa] u zavisnosti od temperature vazduha

Temperatura [°C]	Pritisak, p' [Pa]									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
40	7 359	7 398	7 438	7 478	7 517	7 557	7 598	7 638	7 679	7 719
39	6 976	7 014	7 051	7 089	7 127	7 165	7 204	7 242	7 281	7 320
38	6 610	6 646	6 682	6 718	6 755	6 791	6 828	6 865	6 902	6 939
37	6 261	6 296	6 330	6 364	6 399	6 434	6 469	6 504	6 539	6 575
36	5 929	5 961	5 994	6 027	6 060	6 093	6 126	6 160	6 194	6 227
35	5 611	5 642	5 673	5 705	5 736	5 768	5 800	5 832	5 864	5 896
34	5 309	5 338	5 368	5 398	5 428	5 458	5 488	5 519	5 549	5 580
33	5 020	5 048	5 077	5 105	5 134	5 163	5 192	5 221	5 250	5 279
32	4 746	4 772	4 799	4 827	4 854	4 881	4 909	4 936	4 964	4 992
31	4 484	4 510	4 535	4 561	4 587	4 613	4 639	4 666	4 692	4 719
30	4 235	4 259	4 284	4 309	4 333	4 358	4 383	4 408	4 433	4 459
29	3 998	4 022	4 045	4 068	4 092	4 115	4 139	4 163	4 187	4 211
28	3 773	3 795	3 817	3 840	3 862	3 884	3 907	3 930	3 952	3 975
27	3 559	3 580	3 601	3 622	3 643	3 665	3 686	3 708	3 730	3 751
26	3 356	3 376	3 396	3 416	3 436	3 456	3 477	3 497	3 518	3 538
25	3 163	3 181	3 200	3 219	3 239	3 258	3 277	3 297	3 316	3 336
24	2 979	2 997	3 015	3 033	3 051	3 070	3 088	3 107	3 125	3 144
23	2 805	2 822	2 839	2 856	2 874	2 891	2 908	2 926	2 944	2 961
22	2 640	2 656	2 672	2 689	2 705	2 721	2 738	2 755	2 771	2 788
21	2 483	2 499	2 514	2 529	2 545	2 561	2 576	2 592	2 608	2 624
20	2 335	2 349	2 364	2 379	2 393	2 408	2 423	2 438	2 453	2 468
19	2 194	2 208	2 222	2 236	2 250	2 264	2 278	2 292	2 306	2 321
18	2 061	2 074	2 087	2 100	2 114	2 127	2 140	2 154	2 167	2 181
17	1 935	1 948	1 960	1 972	1 985	1 997	2 010	2 023	2 035	2 048
16	1 816	1 828	1 839	1 851	1 863	1 875	1 887	1 899	1 911	1 923
15	1 703	1 714	1 725	1 736	1 748	1 759	1 770	1 782	1 793	1 804
14	1 597	1 607	1 618	1 628	1 639	1 649	1 660	1 671	1 682	1 692
13	1 496	1 506	1 516	1 526	1 536	1 546	1 556	1 566	1 576	1 586
12	1 401	1 410	1 420	1 429	1 438	1 448	1 457	1 467	1 477	1 486
11	1 311	1 320	1 329	1 338	1 347	1 356	1 365	1 374	1 383	1 392

Tabela 1 (završetak)

Temperatura [°C]	Pritisak, p' [Pa]									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
10	1 227	1 235	1 243	1 252	1 260	1 269	1 277	1 286	1 294	1 303
9	1 147	1 155	1 163	1 171	1 178	1 186	1 194	1 202	1 211	1 219
8	1 072	1 079	1 087	1 094	1 101	1 109	1 116	1 124	1 132	1 139
7	1 001	1 008	1 015	1 022	1 029	1 036	1 043	1 050	1 057	1 065
6	934	941	947	954	961	967	974	981	987	994
5	872	878	884	890	896	903	909	915	922	928
4	813	819	824	830	836	842	848	854	860	866
3	757	763	768	774	779	785	790	796	801	807
2	705	710	715	721	726	731	736	741	747	752
1	656	661	666	671	676	681	685	690	695	700
0	611	615	620	624	629	633	638	642	647	652
-0	611	606	601	596	591	586	581	576	572	567
-1	562	557	553	548	544	539	535	530	526	522
-2	517	513	509	504	500	496	492	488	484	480
-3	476	472	468	464	460	456	452	448	444	441
-4	437	433	430	426	422	419	415	412	408	405
-5	401	398	394	391	388	384	381	378	375	371
-6	368	365	362	359	356	353	350	347	344	341
-7	338	335	332	329	326	323	320	318	315	312
-8	309	307	304	301	299	296	294	291	288	286
-9	283	281	278	276	274	271	269	266	264	262
-10	259	257	255	253	250	248	246	244	242	239
-11	237	235	233	231	229	227	225	223	221	219
-12	217	215	213	211	209	207	205	203	202	200
-13	198	196	194	193	191	189	187	186	184	182
-14	181	179	177	176	174	173	171	169	168	166
-15	165	163	162	160	159	157	156	154	153	152
-16	150	149	147	146	145	143	142	141	139	138
-17	137	135	134	133	132	130	129	128	127	126
-18	124	123	122	121	120	119	118	116	115	114
-19	113	112	111	110	109	108	107	106	105	104
-20	103	102	101	100	99	98	97	96	95	94

7 PARCIJALNI PRITISAK VODENE PARE

Parcijalni pritisci vodene pare određeni su relacijama:

a) $p_i = \varphi_i \cdot p_i' \text{ [Pa]}$ za unutrašnji vazduh;

b) $p_e = \varphi_e \cdot p_e' \text{ [Pa]}$ za spoljašnji vazduh.

8 IZRAČUNAVANJE EKVIVALENTNE DEBLJINE

Ekvivalentna debljina (vazdušnog sloja za difuziju vodene pare kroz j -ti sloj građevinske pregrade), r_j , izračunava se iz relacije:

$$r_j = d_j \cdot \mu_j \text{ [m]}$$

Suma ekvivalentnih debljina vazdušnog sloja r_j pojedinačnih slojeva građevinske pregrade daje ukupnu ekvivalentnu debljinu:

$$r = \sum_1^m r_j \text{ [m]}$$

Na slici 3 dat je šematski prikaz raspodele temperatura pritisaka zasićenja vodene pare i parcijalnih pritisaka vodene pare na primeru troslojne građevinske pregrade.

9 DIJAGRAM DIFUZIJE (ISUŠENJA)

Kod proračuna isušenja iz ravni (ili zone) kondenzacije u ravni (ili zoni) kondenzacije vladaju uslovi koji odgovaraju 100 %-tnoj relativnoj vlažnosti.

U modifikovanom grafičkom prikazu poprečnog preseka građevinske pregrade, u kojem su pojedini slojevi umesto debljinama d_j predstavljeni odgovarajućim ekvivalentnim debljinama vazdušnog sloja r_j , crtaju se:

a) linija pritisaka zasićenja vodene pare, $p' \text{ [Pa]}$;

b) linija parcijalnih pritisaka vodene pare, $p \text{ [Pa]}$.

Odgovarajući mogući slučajevi difuzije (isušenja) dati su dijagramima difuzije na slikama 1 i 2.

10 PRORAČUN GUSTINE DIFUZIONOG PROTOKA VODENE PARE, $g_z \text{ [kg/(m}^2\text{h)]}$

Postupak proračuna je zasnovan na stacionarnoj difuziji kroz pregradu pri definisanim graničnim uslovima. Koeficijent $0,67 \cdot 10^{-6}$ je srednja vrednost difuzione konstante za difuziju vodene pare kroz vazduh za interval temperatura od -20°C do 30°C .

10.1 Difuzija vodene pare bez izdvajanja kondenzata

Gustina ulaznog difuzionog protoka vodene pare u pregradu jednaka je gustini izlaznog difuzionog protoka vodene pare iz pregrade [slika 1a)] i iznosi:

$$g_z = 0,67 \cdot 10^{-6} \cdot (p_i - p_e) / \sum r \text{ [kg/(m}^2\text{h)]}$$

10.2 Difuzija vodene pare sa izdvajanjem kondenzata u ravni

Masa vodene pare po površini i vremenu koja se zadržava u pregradi [slika 1b)] jednaka je razlici gustine ulaznog difuzionog protoka vodene pare u pregradu i gustine izlaznog difuzionog protoka vodene pare iz pregrade i iznosi:

$$g_z = 0,67 \cdot 10^{-6} \left[(p_1 - p'_k)/r' - (p'_k - p_e)/r'' \right] \left[\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \right]$$

gde je:

- p'_k – pritisak zasićenja vodene pare koji odgovara temperaturi ravni kondenzacije, u paskalima [Pa];
- r' – suma ekvivalentnih debljina vazdušnih slojeva od unutrašnje površine pregrade do ravni kondenzacije, u metrima [m];
- r'' – suma ekvivalentnih debljina vazdušnih slojeva od ravni kondenzacije do spoljašnje površine pregrade, u metrima [m].

10.3 Difuzija vodene pare sa izdvajanjem kondenzata u zoni

Posmatra se slučaj izdvajanja kondenzata u zoni širine d_z [m], slika 1c).

Masa vodene pare koja se kondenzuje u jedinici vremena po jedinici površine u pregradi jednaka je razlici gustine ulaznog difuzionog protoka vodene pare u pregradu i gustine izlaznog difuzionog protoka vodene pare iz pregrade i iznosi:

$$g_z = 0,67 \cdot 10^{-6} \left[(p_1 - p'_{k1})/r' - (p'_{k2} - p_e)/r'' \right] \left[\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \right]$$

gde je:

- p'_{k1} – pritisak zasićenja vodene pare na mestu unutrašnje površine zone kondenzacije, u paskalima [Pa];
- p'_{k2} – pritisak zasićenja vodene pare na mestu spoljašnje površine zone pregrade, u paskalima [Pa];
- r' – suma ekvivalentnih debljina vazdušnih slojeva od unutrašnje površine pregrade do unutrašnje površine zone kondenzacije, u metrima [m];
- r'' – suma ekvivalentnih debljina vazdušnih slojeva od spoljašnje površine zone kondenzacije do spoljašnje površine pregrade, u metrima [m].

11 MASA KONDENZATA PO JEDINICI POVRŠINE U TOKU "z" DANA KONDENZACIJE

Masa vodene pare koja se zadržava u pregradi, g_z , izračunata prema tački 10, određuje masu kondenzata koji se izdvaja u periodu kondenzacije od "z" dana. Broj dana, z, utvrđen je u JUS U.J5.600 (videti 3.2.4). Masa kondenzovane vodene pare po jedinici površine u toku z dana dobija se iz relacije:

$$g'_z = g_z \cdot 24 \cdot z \left[\text{kg}/\text{m}^2 \right]$$

12 IZRAČUNAVANJE MASENE VLAŽNOSTI MATERIJALA USLED KONDENZACIJE, X'_{diff} [%]

Na završetku razdoblja difuzije vodene pare, povećanje vlažnosti materijala pregrade usled kondenzacije dato je izrazom:

$$X'_{\text{diff}} = (g'_z \cdot 100)/(d_r \cdot \rho_o) \left[\% \right]$$

gde je:

- d_r – računaska debljina sloja pregrade u kome se kondenzovala vodena para (videti JUS U.J5.600, 3.2.4.2), u metrima [m];
- ρ_o – zapreminska masa (gustina) materijala sloja pregrade u isušenom stanju (prema JUS U.J5.600, tabela 5), u kilogramima po kubnom metru [kg/m^3].

13 PRORAČUN ISUŠENJA GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE

Ako je parcijalni pritisak vazduha sa obe strane (unutrašnje i spoljašnje) građevinske pregrade manji od pritiska zasićenja vodene pare u ravni kondenzacije, odnosno na ravnama koje ograničavaju zonu kondenzacije, dolazi do isušenja građevinske pregrade pojavom difuzije vodene pare iz pregrade prema spoljnoj sredini. Mogući slučajevi dati su na slici 2 [a), b) i c)].

13.1 Bez kondenzacije

Slučaj kada nije bilo kondenzacije u pregradi, pa ne dolazi do isušenja [slika 2a)].

13.2 Difuzija vodene pare pri isušanju iz ravni kondenzacije

Gustina difuzionog protoka vodene pare koja se oslobađa iz konstrukcije jednaka je zbiru gustine difuzionog protoka vodene pare prema unutrašnjem prostoru i gustine difuzionog protoka vodene pare prema spoljašnjem prostoru [slika 2b)] i iznosi:

$$g_l = 0,67 \cdot 10^{-6} \left[(p'_k - p_i)/r' + (p'_k - p_e)/r'' \right] \left[\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \right]$$

gde je:

p'_k – pritisak zasićenja vodene pare na mestu isušenja, u paskalima [Pa];

r' – suma ekvivalentnih debljina vazdušnih slojeva od unutrašnje površine pregrade do ravni isušenja, u metrima [m];

r'' – suma ekvivalentnih debljina vazdušnih slojeva od ravni isušenja do spoljašnje površine pregrade, u metrima [m].

13.3 Difuzija vodene pare usled isušenja iz zone građevinske pregrade

Posmatra se slučaj isušenja iz zone građevinske pregrade, širine d_z [m].

Gustina difuzionog protoka vodene pare usled isušenja iz zone jednaka je zbiru gustine difuzionog protoka vodene pare koja se oslobađa ka unutrašnjem prostoru i gustine difuzionog protoka vodene pare koja se oslobađa ka spoljašnjem prostoru i iznosi:

$$g_l = g_{l,i} + g_{l,e} \left[\text{kg}/\text{m}^2 \text{h} \right]$$

Pri tome se smatra da se iz polovine zone kondenzacije vodena para oslobađa ka unutrašnjem prostoru, a iz druge polovine ka spoljašnjem prostoru [slika 2c)].

Uspostavljaju se relacije:

$$g_{l,i} = 0,67 \cdot 10^{-6} \left[(p'_k - p_i)/r' + 0,5r_z \right] \left[\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \right]$$

$$g_{l,e} = 0,67 \cdot 10^{-6} \cdot \left[(p'_k - p_e)/(0,5r_z + r'') \right] \left[\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \right]$$

gde je:

p'_k – pritisak zasićenja vodene pare koji odgovara temperaturi zone isušenja, u paskalima [Pa];

r' – suma ekvivalentnih debljina od prvog sloja pregrade do unutrašnje površine zone isušenja, u metrima [m];

r_z – suma ekvivalentnih debljina zone isušenja, u metrima [m];

r'' – suma ekvivalentnih debljina od spoljašnje površine zone isušenja do spoljašnje površine građevinske pregrade, u metrima [m].

14 PRORAČUN VREMENA POTREBNOG ZA ISUŠENJE GRAĐEVINSKE PREGRADE

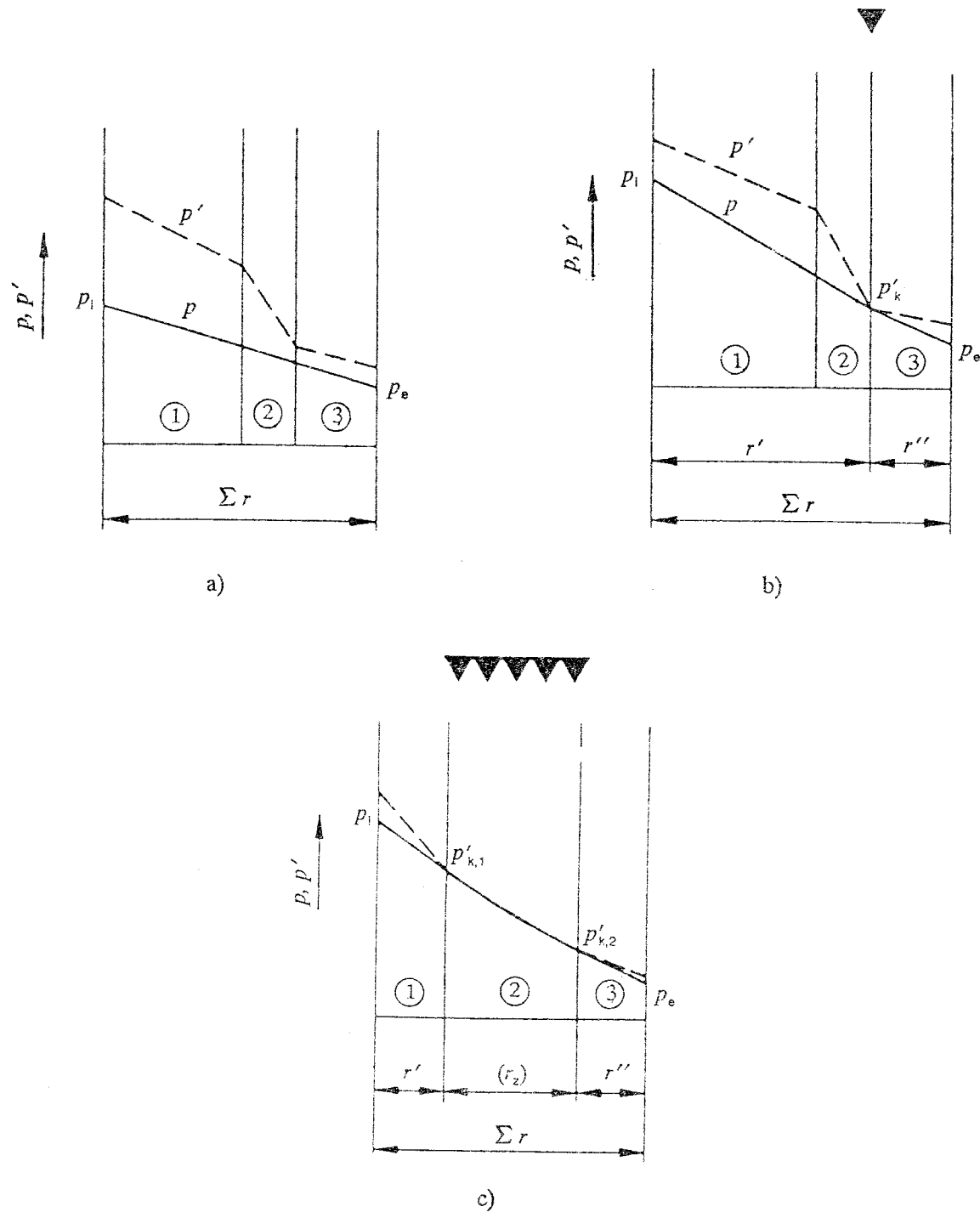
Potrebno vreme za isušenje građevinske pregrade, z_1 dana, mora da bude jednako dozvoljenom vremenu isušenja ili kraća od njega, $z_{1\text{ doz}}$ dana, prema JUS U.J5.600, tabela 4:

$$z_1 \leq z_{1\text{ doz}}$$

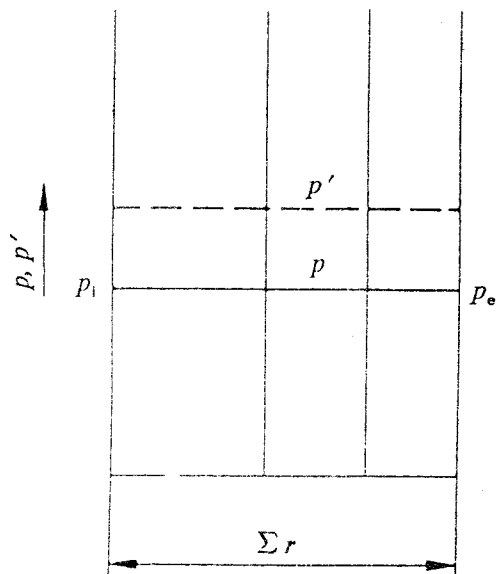
Vreme potrebno za isušenje građevinske pregrade dato je izrazom:

$$z_1 = 1,3 g'_z / (24 g_l) \text{ [dan]}$$

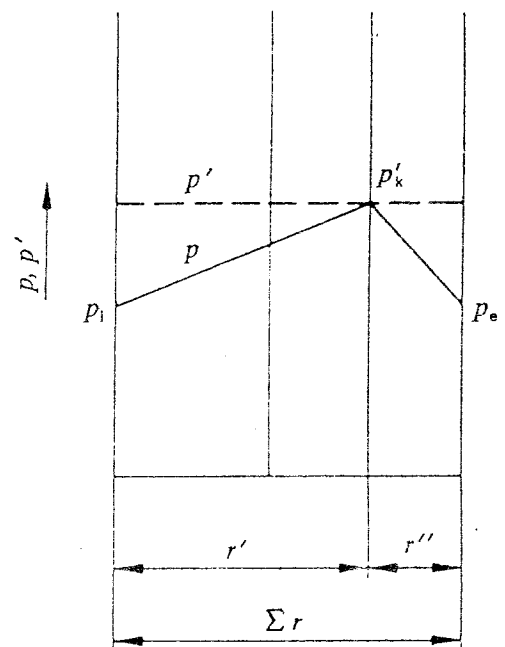
Koeficijentom 1,3 uvažava se usporavanje isušenja usled postepenog smanjenja difuzionog protoka.



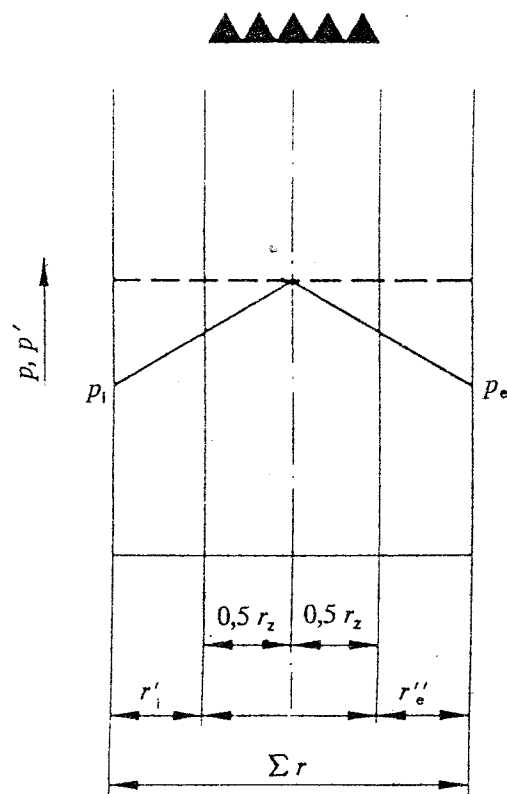
Slika 1 – Dijagram difuzije vodene pare – period kondenzacije



a)

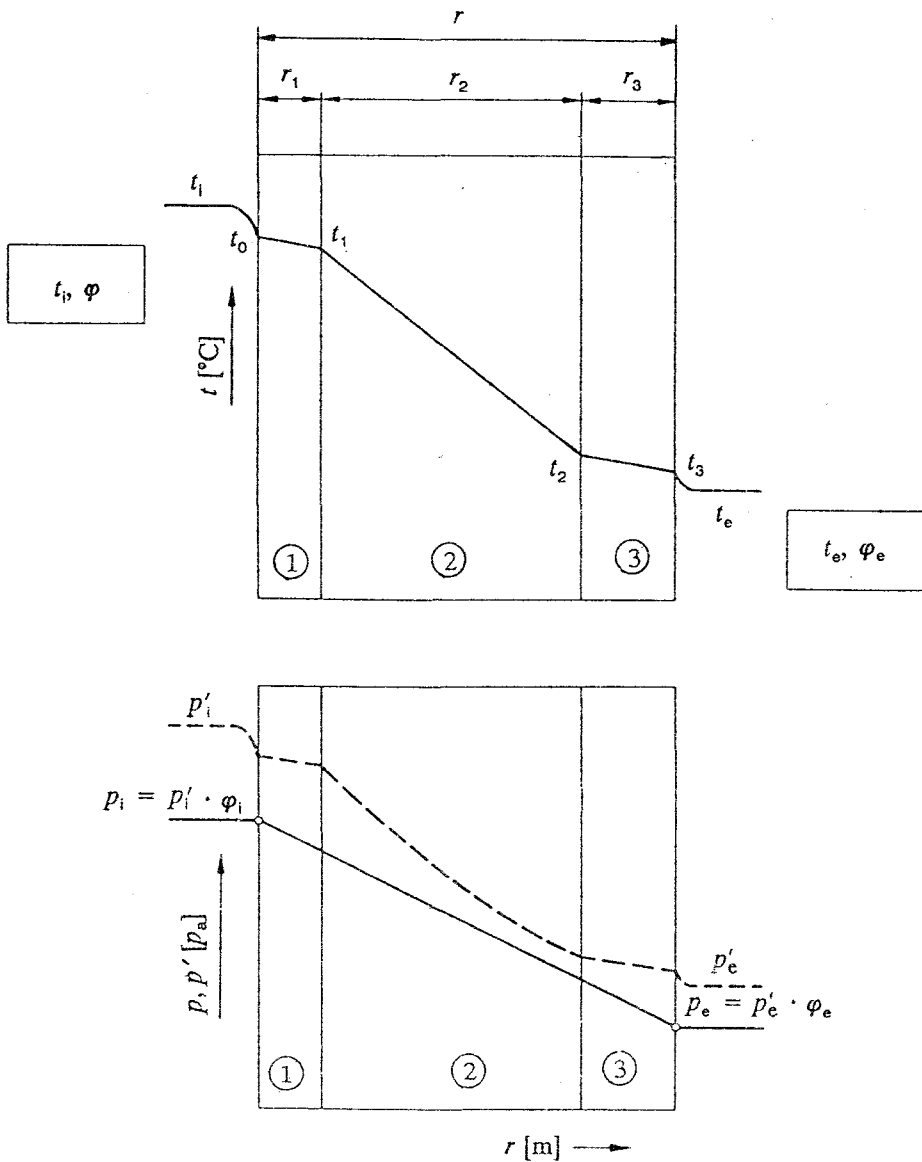


b)



c)

Slika 2 – Dijagram difuzije vodene pare – period isušenja



Slika 3 – Šematski prikaz raspodele temperatura, pritiska zasićenja vodene pare i parcijalnih pritiska vodene pare na primeru troslojne građevinske konstrukcije

PRILOG A
(informativan)

**PRAKTIČAN PRIMER ZA ANALIZU GRANIČNIH USLOVA ZA SPOLJNU GRAĐEVINSKU PREGRADU
PRORAČUN VELIČINA ZA IZRADU DIJAGRAMA DIFUZIJE (ISUŠENJA)**

Građevinska pregrada je u II građevinskoj klimatskoj zoni. U svakom konkretnom slučaju usvajaju se odgovarajuće vrednosti prema JUS U.J5.600. U tabeli A.1 daju se proračunske veličine za dijagram difuzije u periodu kondenzacije.

Tabela A.1 – Proračunske veličine za dijagram difuzije u periodu kondenzacije

Opis konstrukcije	d [cm]	ρ [kg/m ³]	λ [W/(°C·m)]	c [J/(kg K)]	μ [1]	d/λ [m ² ·K/W]	t [°C]	p_s [Pa]	p_p [Pa]	$\mu \cdot d$ [m]
unutra (vazduh)							20,0	2 335		
uza zid (vazduh)						0,125 0	18,8	2 162	1 634	
produžni malter	2,0	1 800	0,870 0	1 050	20	0,023 0	18,5	2 131	1 398	0,40
puna opeka	12,0	1 800	0,760 0	920	12	0,157 9	17,0	1 931	547	1,44
mineralna vuna	8,0	50	0,041 0	840	1	1,95	-2,4	500	500	0,08
giter opeka	12,0	1 400	0,610 0	920	6	0,196 7	-4,4	424	424	0,72
cementni malter	3,0	2 100	1,4	1 050	30	0,021 4	-4,6	416	361	0,90
uza zid (vazduh)						0,043 0	-4,6	416	361	
spolja (vazduh)							-5,0	401		
Vlažnost $\varphi_e = 90 \%$, $\varphi_i = 70 \%$										