

UREDNIŠTVO

Dr MARTIN BOGNER, dipl. inž.

Mr STEVAN ŠAMŠALOVIĆ, dipl. inž.

ĐORĐE DELIKLADIĆ, dipl. inž.

Pokretanje edicije pod nazivom biblioteka „Procesna tehnika“ ima za cilj okupljanje dela stručne literature iz veoma široke oblasti u kojoj se u našoj zemlji poslednjih godina postižu značajni rezultati. Izdavanje stručnih dela iz ove oblasti stvoriće izvor literature koja treba da služi širokom spektru čitalaca i stručnjaka, kao što su učenici i studenti, te mladim i starijim stručnjacima kao pomoć, odnosno kao priručnik ili podsetnik.

Ovaj priručnik, prvi u seriji, prvenstveno je namenjen studentima zbog obilja potrebnih podataka za rešavanje zadataka iz oblasti termodinamike i prostiranja toplote sa nizom tabela, dijagrama, nomograma, te potrebnih formula.

Takođe, mogu da ga koriste i stručnjaci iz široke oblasti procesne tehnike, zbog toga što se na jednom mestu mogu naći potrebni podaci i formule koje imaju primenu u svakodnevnoj inženjerskoj i tehničarskoj praksi.

UDK 536.2(075.8)—861

Mr ĐORĐE KOZIĆ, dipl. inž.
Mr BOGOSAV VASILJEVIĆ, dipl. inž.
Mr VLADIMIR BEKAVAC, dipl. inž.

PRIRUČNIK ZA TERMODINAMIKU
I PROSTIRANJE TOPLOTE

IRO „GRAĐEVINSKA KNJIGA“
BEOGRAD 1983.

RECENZENTI

Prof. dr Dobrosav Milinčić, dipl. inž.

Prof. dr Dimitrije Voronjec, dipl. inž.

Za IRO „GRAĐEVINSKA KNJIGA“

Milan Višnjić, glavni urednik

Olga Vasiljević, urednik

Snežana Necić, tehnički urednik i naslovna strana

Tiraž: 3000

Štampa: Štamparija „Bakar“, Bor

PREDGOVOR

Za praktične i teorijske proračune iz područja termodinamike, prostiranja toplote i termotehnike uopšte, neophodan je priručnik sa podacima o fizičkim osobinama materijala, karakteristikama procesa i drugim odgovarajućim informacijama. U našoj stručnoj literaturi nedostaje takav priručnik i sa njim se oseća znatna potreba. To pokazuju i dva prethodna izdanja, u obliku skriptata, "Priručnika za termodinamiku - u jedinicama SI" u izdavanju Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, iz kojih je i proizašao ovako koncipirani novi priručnik.

Priručnik je namenjen pre svega studentima, da im olakša pripremanje gradiva iz termodinamike i prostiranja toplote, a može da posluži i onima koji se u praksi bave problemima toplotne tehnike. Iz tog razloga izbor i prikaz materijala dati su tako da priručnik pruža dovoljno podataka, kako opšteg snabijanja, tako i sa podacima koji detaljno obraslađu specifične probleme.

U priručniku je primenjen Međunarodni sistem jedinica (Système International - SI). Jednako, iz praktičnih razloga a i da bi olakšali prelaz na rad sa jedinicama SI, poslužili smo se privremeno dozvoljenom jedinicom pritiska - bar (1 bar = 100 kPa), a pri posivljanju na referentni pritisak, kada je podatak bio dat sa jednu fizičku atmosferu odn. 760 mmHg (pri 0 °C), koristili smo jedinicu 1 atm.

Skredemo takodje pažnju korisnicima priručnika da smo zbog pogodnosti tabelarnog prikazivanja često koristili izrazne tipa $x \cdot 10^n = y$. Pri upotrebi, ove vrednosti treba izraziti u obliku $x = y \cdot 10^{-n}$ (na primer, $v \cdot 10^3 = 0,857 \text{ m}^3/\text{kg}$, tj. $v = 0,000857 \text{ m}^3/\text{kg}$).

Za mnoge korisne sugestije zahvalni smo nastavnicima sa Katedre za termomehaniku Mašinskog fakulteta u Beogradu, prof. dr h.c. Jovanu Šelu, prof. dr Dobrosavu Milinčiću i prof. dr Dimitriju Voronjecu.

Napominjemo da smo svesni činjenice da je u knjigama ovakvog vrste originalnost autora formalne prirode i da se ogleda jedino u pitanjima izbora, raspodela i načina prikazivanja materije. Dobronamerne primedbe i ukazivanja na eventualne greške u mnogome će pomoći pri daljem radu na ovom priručniku.

U Beogradu, marta 1983.

Dj. Kozic

B. Vasiljević

V. Bekavac

S A D R Ž A J

	Strana
PREGLED OZNAKA	9
1. MEĐUNARODNI SISTEM JEDINICA (SI)	12
1.1. Osnovne jedinice	13
1.2. Dopunske jedinice	13
1.3. Neke izvedene jedinice	14
1.4. Predmetci za povećanje i smanjenje jedinica	14
2. TABELA ZA PRERAČUNAVANJE JEDINICA RAZLIČITIH SISTEMA MERA	15
2.1. Jedinice dužine	15
2.2. Jedinice površine	15
2.3. Jedinice zapremine	15
2.4. Jedinice mase	15
2.5. Jedinice gustine	16
2.6. Jedinice sile	16
2.7. Jedinice pritiska	16
2.8. Jedinice energije	17
2.9. Jedinice snage	17
2.10. Jedinice temperature	17
2.11. Jedinice termičke provodnosti	17
2.12. Jedinice koeficijenta prelaza i prolaza toplote	18
2.13. Jedinice konstante zračenja	18
2.14. Jedinice termičkog fluksa po jedinici površine	18
2.15. Jedinice dinamičke viskoznosti	18
2.16. Jedinice kinematičke viskoznosti	18
2.17. Tabela za preračunavanje celobrojnih vrednosti temperature: °C u °F i obrnuto	19
3. GASOVI	21
3.1. Fizičke osobine gasova (I)	21
3.2. Fizičke osobine gasova (II)	22
3.3. Molarne specifične toplote i odnos molarnih specifičnih toplota $\kappa = (M_{cp}) / (M_{cv})$ idealnih gasova (prema kinetičkoj teoriji gasova)	23
3.4. Fizičke osobine nekih idealnih gasova	23
3.5. Molarne izobarske specifične toplote za neke poluidealne gasove	24
3.6. Srednja molarne specifične toplote nekih poluidealnih gasova	25
3.7. Srednja masene specifične toplote nekih poluidealnih gasova	26
3.8. Priraštaj molarne entropije pri izobarskoj promeni stanja nekih poluidealnih gasova	27
3.9. Priraštaj molarne entropije pri izohorskoj promeni stanja nekih poluidealnih gasova	28
3.10. Zavisnosti masene specifične toplote, dinamičke viskoznosti i termičke provodnosti nekih gasova od temperature pri $p = 1 \text{ atm}$	29
3.11. Fizičke osobine suvog vazduha pri $p = 1 \text{ atm}$	30
3.12. Fizičke osobine suvog vazduha za razne temperature i pritiske	31
3.13. "T - p" dijagram za suvi vazduh	32

	Strana
3.14. Faktor kompresibilnosti za realne gasove	33
3.15. Fizičke osobine dimnog gasa pri $p = 1$ atm	34
3.16. Popravka za termičku provodnost dimnih gasova	34
3.17. Popravka za kinematičku viskoznost dimnih gasova	34
3.18. Popravka za Prandtlov broj dimnih gasova	35
3.19. Međunarodna standardna atmosfera	35
4. PARE I TEČNOSTI	36
4.1. Grafički prikaz termičke jednačine stanja	36
4.2. Vodena para i voda	36
4.2.1. " $p - v$ " dijagram za vodu i vodenu paru	36
4.2.2. " $t - v$ " dijagram za vodu i vodenu paru	37
4.2.3. " $t - s$ " dijagram za vodu i vodenu paru	37
4.2.4. Određjivanje veličina stanja vlažne pare	38
4.2.5. Osnovne promene stanja vodene pare	38
4.2.6. Veličine stanja ključale vode i suve pare u zavisnosti od pritiska	39
4.2.7. Veličine stanja ključale vode i suve pare u zavisnosti od temperature	42
4.2.8. Pregrejana vodena para (i voda)	44
4.2.9. Fizičke osobine vode na liniji zasićenja	60
4.2.10. Fizičke osobine vodene pare na liniji zasićenja	61
4.2.11. Izobarska specifična toplota za vodu i vodenu paru	62
4.2.12. Termička provodnost za vodu i vodenu paru	63
4.2.13. Dinamička viskoznost za vodu i vodenu paru	64
4.2.14. Prandtlov broj za vodu i vodenu paru	65
4.3. Vlažan vazduh	66
4.3.1. Osnovne veličine stanja vlažnog vazduha	66
4.3.2. Parcijalni pritisak vodene pare, apsolutna vlažnost i entalpija vlažnog vazduha na liniji zasićenja pri $p = 1$ bar	67
4.3.3. Fizičke osobine vlažnog vazduha na liniji zasićenja pri $p = 1$ atm	69
4.4. Amonijak	70
4.4.1. Veličine stanja amonijaka na liniji zasićenja	70
4.4.2. Amonijak; pregrejana para i tečnost	71
4.4.3. Specifična toplota amonijaka pri $p = 1$ bar	74
4.4.4. Dinamička viskoznost amonijaka na liniji zasićenja	74
4.4.5. Termička provodnost tečnog amonijaka na liniji zasićenja	74
4.4.6. Termička provodnost amonijaka pri $p = 1$ bar	74
4.5. Freon - 11	75
4.5.1. Veličine stanja freona - 11 na liniji zasićenja	75
4.5.2. Veličine stanja pregrejane pare freona - 11	77
4.5.3. Dinamička viskoznost freona - 11 u gasovitom stanju pri $p = 1$ bar	84
4.5.4. Dinamička viskoznost freona - 11 u tečnom stanju	84
4.5.5. Termička provodnost freona - 11 u gasovitom stanju pri $p = 1$ bar	84
4.5.6. Termička provodnost freona - 11 u tečnom stanju	84
4.6. Freon - 12	85
4.6.1. Veličine stanja freona - 12 na liniji zasićenja	85
4.6.2. Veličine stanja pregrejane pare freona - 12	87
4.6.3. Dinamička viskoznost freona - 12 u gasovitom stanju pri $p = 1$ bar	90
4.6.4. Dinamička viskoznost freona - 12 u tečnom stanju	90
4.6.5. Termička provodnost freona - 12 u gasovitom stanju pri $p = 1$ bar	90

	Strana
4.6.6. Termička provodnost freona - 12 u tečnom stanju	90
4.7. Freon - 22	91
4.7.1. Veličine stanja freona - 22 na liniji zasićenja	91
4.7.2. Veličine stanja pregrejane pare freona - 22	93
4.7.3. Fizičke osobine suvozasićenog freona - 22	98
4.7.4. Fizičke osobine tečnog freona - 22 na liniji zasićenja	99
4.8. Ugljendioksid	100
4.8.1. Veličine stanja ugljendioksida na liniji zasićenja	100
4.8.2. Ugljendioksid; veličine stanja pregrejane pare i tečnosti	101
4.8.3. Dinamička viskoznost ugljendioksida pri $p = 1$ bar	107
4.8.4. Termička provodnost tečnog ugljendioksida na liniji zasićenja	107
4.8.5. Termička provodnost ugljendioksida pri $p = 1$ bar	107
4.9. Difil	108
4.9.1. Veličine stanja difila na liniji zasićenja	108
4.9.2. Fizičke osobine difila na liniji zasićenja	109
4.9.10. Linije zasićenja, kritične i trojne tačke za neke materijale	110
5. TEČNOSTI	111
5.1. Fizičke osobine tečnosti (I)	111
5.2. Fizičke osobine tečnosti (II)	112
5.3. Fizičke osobine tečnih metala	113
6. ČVRSTE MATERIJE	114
6.1. Fizičke osobine čvrstih hemijskih elemenata	114
6.2. Koeficijent linearnog širenja, specifične toplote i termička provodnost nekih metala	115
6.3. Specifične toplote i koeficijent linearnog širenja nekih legura	119
6.4. Gustina i termička provodnost nekih legura	120
6.5. Fizičke osobine nekih tehničkih materijala	121
7. OPŠTI DEO	124
7.1. Diferencijalne jednačine termodinamike	124
7.2. Osnovne politropske kvazistatičke promene stanja idealnog gasa	126
7.3. Odnosi veličina stanja pri politropskim promenama stanja idealnog gasa	127
7.4. Nomogram za odredjivanje odnosa veličina stanja pri politropskim promenama stanja idealnog gasa	128
7.5. Neki izrazi za smeše idealnih gasova	129
7.6. Teorijski kružni procesi idealnog gasa	130
7.7. Isticanje	131
7.7.1. Neki odnosi pri kvazistatičkom adijabatskom isticanju	131
7.7.2. Dijagram zavisnosti nekih veličina pri strujanju kroz mlaznik	131
7.7.3. Nomogram za odredjivanje brzine isticanja kroz adijabatski mlaznik	131
8. PROŠTIRANJE TOPLOTE	132
8.1. Pregled osnovnih pojmova i zavisnosti	132
8.1.1. Pregled osnovnih bezdimenzionalnih kriterijuma tehničkih i hidrodinamičkih procesa	134
8.2. Stacionarno provodjenje i prolaz toplote	135
8.2.1. Stacionarno provodjenje i prolaz toplote za ravan, cilindričan i sferičan zid	135
8.2.2. Termički otpori pri stacionarnom provodjenju i prolazu toplote za druge slučajeve	136
8.3. Nestacionarno proširivanje toplote	140

8.3.1. Telo sa malim (unutarnjim) otporima provodjenja toplote	140
8.3.2. Polubeskonačno telo	140
8.3.3. Beskonačan ravan zid	142
8.3.4. Beskonačan cilindar	143
8.3.5. Kugla	144
8.3.6. Ostala tela jednostavnijih oblika	145
8.3.7. Dijagrami za proračun nestacionarnog provodjenja toplote	146
8.3.7.1. Telo sa malim (unutarnjim) otporima provodjenja toplote	146
8.3.7.2. Beskonačan ravan zid	146
8.3.7.3. Beskonačan cilindar	148
8.3.7.4. Kugla	151
8.4. Pregled izraza za izračunavanje koeficijenta prelaza toplote	153
8.4.1. Prinudna konvekcija (I)	153
8.4.2. Prinudna konvekcija (II)	154
8.4.3. Vrednosti c_L pri turbulentnom strujanju	156
8.4.4. Vrednosti c_L pri laminarnom strujanju	156
8.4.5. Vrednosti koeficijenta χ_0	156
8.4.6. Vrednosti c_0 (opstrujavanje cevi)	156
8.4.7. Vrednosti c_0 (opstrujavanje snopa cevi)	156
8.4.8. Vrednosti c_0 (opstrujavanje snopa cevi)	156
8.4.9. Vrednosti konstanti C_0 i n pri opstrujavanju cilindra (cevi)	156
8.4.10. Prirodna konvekcija (I)	156
8.4.11. Prirodna konvekcija (II)	157
8.4.12. Koeficijent prelaza toplote pri stacionarnom procesu filmske kondenzacije (nepokretna para)	158
8.4.13. Koeficijent prelaza toplote pri stacionarnom procesu filmske kondenzacije (para koja struji)	159
8.4.14. Koeficijent prelaza toplote pri razvijenom mehuraštom ključanju tečnosti	160
8.4.15. Popravka na uticaj kondenzata koji se sliva sa gornjih redova na i -ti red	161
8.4.16. Srednja vrednost popravke za ceo cevni snop od n redova	161
8.4.17. Popravka na uticaj brzine pare	161
8.4.18. Dijagram za određivanje koeficijenta prelaza toplote pri mehuraštom ključanju vode	161
8.4.19. Nomogram za određivanje Reynolds-ovog broja	162
8.4.20. Nomogram za određivanje Prandtl-ovog broja	163
8.4.21. Nomogram za određivanje Grashof-ovog broja	164
8.5. Razmena toplote zračenjem	165
8.5.1. Termički fluks pri zračenju sive površine tela "1" na sivu površinu tela "2"	165
8.5.2. Koeficijent emisije zračenja u pravcu normale za neke metale	166
8.5.3. Koeficijent emisije zračenja u pravcu normale na površinu za neke tehničke materijale	168
8.5.4. Koeficijent emisije zračenja u pravcu normale na površinu za neke premaze	169
8.5.5. Geometrijski faktori i efektivna površina uzajamnog zračenja za neke slučajeve	170
8.5.6. Četvrti stepeni apsolutne temperature	173
8.5.7. Termički fluks zračenja od smeše gasova CO_2 i H_2O na sivu površinu tela	174
8.5.7.1. Koeficijent emisije ugljendioksida pri ukupnom pritisku smeše $p_T = 1$ bar	175
8.5.7.2. Popravka γ za različite vrednosti p_T	175
8.5.7.3. Koeficijent emisije vodene pare uslovno redukovano na ukupni pritisak smeše $p_T = 1$ bar i parcijalni pritisak $p_{H_2O} \rightarrow 0$	176
8.5.7.4. Popravka β za različite vrednosti p_{H_2O}	176
8.5.7.5. Popravka α , zbog preklapanja spektra zračenja ugljendioksida i vodene pare	177
8.5.7.6. Efektivne debljine sloja smeše gasova koji zrače	178

8.6. Razmenjivači toplote	179
8.6.1. Neki izrazi za proračun razmenjivača toplote	179
8.6.2. 8.6.3, 8.6.4, 8.6.5, 8.6.6, 8.6.7, 8.6.8, 8.6.9, 8.6.10, 8.6.11, 8.6.12	180
8.6.13. Popravka ϵ_k za unakrsni i kombinovani tok	186
8.6.14. Dijagram za određivanje pomoćne funkcije ϕ pri paralelnom toku fluida	186
8.6.15. Dijagram za određivanje pomoćne funkcije ψ pri suprotnosmernom toku fluida	186
8.7. Orebrene površine	187
8.7.1. Prostiranje toplote kroz štap i rebro	187
8.7.2. Izrazi za uprošćen proračun razmenjene količine toplote za prava podužna rebra promenljive debljine i kružna poprečna rebra konstantne i promenljive debljine	190
8.7.2.1. Popravka ϵ' zbog promenljive debljine rebra	190
8.7.2.2. Popravka ϵ' za kružna poprečna rebra konstantne debljine	191
8.7.3. Koeficijent efikasnosti rebra	191
8.7.3.1. Koeficijent efikasnosti pravog podužnog rebra	191
8.7.3.2. Koeficijent efikasnosti kružnog poprečnog rebra	191
8.7.3.3. Koeficijent efikasnosti pravog podužnog rebra trapeznog profila i kvadratnog poprečnog rebra	192
8.7.3.4. Koeficijent efikasnosti bodljastog rebra	192
8.7.4. Optimalne dimenzije profila pravog podužnog rebra	193
8.7.5. Izrazi za određivanje koeficijenta prelaza toplote sa snopa orebrenih cevi	194
8.7.5.1. Prelaz toplote sa kružnih poprečnih rebara	194
8.7.5.2. Vrednosti konstanti C_i i n	194
8.7.5.3. Popravka ϵ' na uticaj redova u snopu	194
8.7.5.4. Redukovani koeficijenti prelaza toplote	194
9. SAGOREVANJE	195
9.1. Toplotne moći osnovnih goriva	195
9.2. Toplotne moći nekih gasova	195
9.3. Zapreminski sastav i toplotne moći nekih gasovitih goriva	195
9.4. Maseni sastav i toplotne moći nekih tečnih goriva	196
9.5. Maseni sastav i toplotne moći nekih čvrstih goriva	196
10. POMOĆNE MATEMATIČKE TABELE	197
10.1. Besselove (cilindrične) funkcije	197
10.1.1. Gama funkcija	199
10.2. Hiperbolične funkcije	200
10.2.1. Vrednost funkcije sinus-hiperbolikus	200
10.2.2. Vrednost funkcije kosinus-hiperbolikus	201
10.2.3. Vrednost funkcije tangens-hiperbolikus	202
10.3. Gausov integral grešaka	203
10.4. Koreni karakterističnih jednačina i konstante Fourierovih redova	204
10.4.1. Koreni karakteristične jednačine za beskonačan ravan zid	204
10.4.2. Konstante Fourierovog reda za beskonačan ravan zid	205
10.4.3. Koreni karakteristične jednačine za beskonačan cilindar	206
10.4.4. Konstante Fourierovog reda za beskonačan cilindar	207
10.4.5. Koreni karakteristične jednačine za kuglu	208
10.5. Laplaceove transformacije	209
LITERATURA	210

P R I L O G I: Dijagram ϵ , β za vodenu paru (po podacima M. Vukalovića)

P R I L O G II: Dijagram ϵ , β za vlažan vazduh za $p = 1$ bar

PREGLED OZNAKA

Oznaka	Veličina	Jedinica
A	površina, presek	m^2
α	koeficijent apsorpcije	—
a	maseni udeo nesagorivih mineralnih sastojaka (pepela) u gorivu	kg/kg
α	temperaturna provodnost	m^2/s
C	konstanta zračenja	$W/(m^2 \cdot K^4)$
c	lokalna brzina zvuka	m/s
c	masena specifična toplota	J/(kg·K)
c	maseni udeo ugljenika u gorivu	kg/kg
c	specifična toplota po "velikom normalnom" kubnom metru	J/($m_N^3 \cdot K$)
d	koeficijent dijatermije	—
d	prečnik	m
E	energija	J
\dot{E}	energetski fluks (pri zračenju)	W
E_x	eksergija	J
e	specifična energija	J/kg
\dot{e}	energetski fluks (pri zračenju) po jedinici površine	W/m ²
e_x	specifična eksergija	J/kg
F	sila	N
G	težina	N
g	maseni udeo	kg/kg
g	ubrzanje zemljine teže	m/s ²
H_d	donja toplotna moć goriva	J/mol, J/kg
H_g	gornja toplotna moć goriva	J/mol, J/kg
H_{12}	efektivna površina uzajamnog zračenja	m ²
h	maseni udeo vodonika u gorivu	kg/kg
h	visina	m
I	entalpija	J
i	specifična entalpija	J/kg
k	Boltzmann-ova konstanta	J/K
k	koeficijent prolaza toplote za ravan zid	W/(m ² ·K)
k_c	koeficijent prolaza toplote za cilindričan zid	W/(m·K)
k_E	koeficijent prolaza toplote za sferičan zid	W/K
L	apsolutni (zapreminski) rad	J
L_t	tehnički rad	J
L	apsolutni rad po jedinici mase	J/kg
L	dužina, efektivna debljina sloja smeše gasova koji zrače, karakteristična dužina	m
L_t	tehnički rad po jedinici mase	J/kg

Oznaka	Veličina	Jedinica
M	molarna masa	kg/mol
(Mq)	molarna specifična toplota	J/(mol·K)
(Me)	molarna energija	J/mol
(Me_x)	molarna eksergija	J/mol
(Mi)	molarna entalpija	J/mol
(Ml)	apsolutni rad po jedinici količine	J/mol
(Ml_z)	tehnički rad po jedinici količine	J/mol
(Mq)	količina toplote po jedinici količine	J/mol
(MR)	univerzalna gasna konstanta	J/(mol·K)
$(M\theta)$	molarna entropija	J/(mol·K)
(Mu)	molarna unutrašnja energija	J/mol
(Mv)	molarna zapremina	m ³ /mol
m	masa	kg
\dot{m}	maseni protok	kg/s
N_A	Avogadro-ov broj	mol ⁻¹
N	snaga	W
n	eksponent kvazistatičke politrope	—
n	količina materije	mol
n	maseni udeo azota u gorivu	kg/kg
o	maseni udeo kiseonika u gorivu	kg/kg
p	apsolutni pritisak	Pa
p_b	barometarski pritisak	Pa
p_m	natpritisak (manometarski pritisak)	Pa
p_v	potpritisak	Pa
Q	količina toplote	J
\dot{Q}	termički fluks	W
q	količina toplote po jedinici mase	J/kg
\dot{q}	termički fluks po jedinici površine	W/m ²
\dot{q}_o	termički fluks kroz površinu cilindričnog zida dužine jedan metar	W/m
R	gasna konstanta	J/(kg·K)
r	koeficijent refleksije	—
r	poluprečnik	m
r	toplota faze	J/kg
r	zapreminski udeo	m ³ /m ³
S	entropija	J/K
s	korak (cevi kod cevnog snopa)	m
s	maseni udeo sumpora u gorivu	kg/kg
s	specifična entropija	J/(kg·K)

Oznaka	Veličina	Jedinica
T	apsolutna temperatura	K
t	temperatura (po Celsius-ovoj skali)	°C
$\Delta T, \Delta t$	razlika temperatura	K, (°C)
ΔT_m	srednja logaritamska razlika temperatura	K, (°C)
U	unutrašnja energija	J
u	specifična unutrašnja energija	J/kg
V	zapremina	m ³
\dot{V}	zapreminski protok	m ³ /s
v	specifična zapremina	m ³ /kg
W	toplotni kapacitet	J/K
\dot{W}	toplotni kapacitet u jedinici vremena	W/K
w	brzina	m/s
w	maseni udeo vode u gorivu	kg/kg
z	apsolutna vlažnost vazduha	kgw./kg.s.v.
z	koordinata	m
z	stepen suvoće pare	kg/kg
z	koordinata	m
z	faktor kompresibilnosti	—
z	koordinata	m
α	koeficijent prelaza toplote pri konvekciji	W/(m ² ·K)
α_L	temperaturski koeficijent linearnog širenja	K ⁻¹
α_D	koeficijent prelaza toplote pri zračenju	W/(m ² ·K)
β	temperaturski koeficijent zapreminskog širenja	K ⁻¹
γ	izotermički koeficijent stišljivosti	Pa ⁻¹
δ	debljina (zida, sloja)	m
ϵ	koeficijent emisije	—
ϵ	stepen kompresije	—
ϵ_g	faktor grejanja	—
ϵ_h	faktor hlađenja	—
η_D	stepen dobrote (promene stanja, mlaznika)	—
η_T	termodinamički stepen korisnosti kružnog procesa	—
θ	razlika temperatura	K, (°C)
κ	eksponent kvazistatičke adijabate (izentrope)	—
λ	koeficijent viška vazduha	—
λ	termička provodnost	W/(m·K)
ν	dinamička viskoznost	Pa·s
ν	karakteristika goriva	—
ν	kinematička viskoznost	m ² /s
ξ	sastav	kg/kg

Oznaka	Veličina	Jedinica
τ	redukovani pritisak	—
ρ	gustina	kg/m^3
q	unutračnja toplota faze (isparavanja)	J/kg
σ	karakteristika goriva	—
σ	površinski napon	N/m
σ	Stefan-Boltzmann-ova konstanta	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$
τ	redukovana temperatura	—
τ	vreme	—
ϕ	geometrijski faktor uzajamnog zračenja	—
ψ	ravanski ugao	rad
φ	redukovana zapremina	—
φ	relativna vlažnost vazduha	—, %
ϕ	koeficijent trenja	—
ψ	stepen zasićenja vlažnog vazduha	—, %
ψ	koeficijent kontrakcije	—
ω	prostorni ugao	sr
ω	ugaona brzina	$1/\text{s}$

GRČKA ALFABETA

α	alfa	ν	ni
β	beta	ξ	ksi
γ	gama	\omicron	omikron
δ	delta	π	pi
ϵ	epsilon	ρ	ro
ζ	zeta	σ	sigma
η	eta	τ	tau
θ	theta	υ	ipsilon
ι	jota	φ	fi
κ	kapa	χ	hi
λ	lambda	ψ	psi
μ	mi	ω	omega

1. MEĐUNARODNI SISTEM JEDINICA (SI)

1.1 - OSNOVNE JEDINICE

FIZIČKA VELIČINA	JEDINICA	OZNAKA	DEFINICIJA
Dužina	metar	m	"Metar je dužina jednaka 1 650 763,73 talasnih dužina zračenja u vakuumu koja odgovara prelazu između nivoa 2^1P_{10} i 5^1D_5 atoma kriptona 86". (11. CGPM 1960)
Masa	kilogram	kg	"Kilogram je jedinica mase; kilogram je jednak masi međunarodnog etalona kilograma". (1. i 3. CGPM 1889. i 1901)
Vreme	sekunda	s	"Sekunda je trajanje 9 192 631 770 perioda zračenja koja odgovara prelazu između dva hiperfina nivoa osnovnog stanja atoma cezijuma 133". (13. CGPM 1967)
Jačina električne struje	amper	A	"Amper je nepromenljiva električna struja koja prolazi kroz dva pravolinijska paralelna neograničeno dugačka provodnika, zanemarljivog preseka, postavljena u vakuumu na međusobnom odstojanju od 1 metra, uzrokuje između njih silu od 2×10^{-7} njutna po metru dužine". (9. CGPM 1948)
Termodinamička temperatura	kelvin	K	"Kelvin, jedinica termodinamičke temperature je $1/273,16$ deo termodinamičke temperature trojne tačke vode". (13. CGPM 1967) (Osim termodinamičke temperature (T) koja je izražena u kelvinima, upotrebljava se takođe temperatura Celzijusa (t_c) koja je definisana relacijom $t_c = T - T_0$, gde je $T_0 = 273,15 \text{ K}$ po definiciji. Temperatura (t_c) izražava se u stepenima Celzijusa ($^{\circ}\text{C}$).
Jačina svetlosti	kandela	cd	"Kandela je jačina svetlosti u upravnom pravcu, površine od $1/600\,000$ kvadratnog metra crnog tela, na temperaturi ožvrščavanja platine pod pritiskom od $101\,325 \text{ Pa}$ ". (13. CGPM 1967)
Količina materije	mol	mol	"Mol je količina materije sistema koji sadrži toliko elementarnih čestica koliko ima atoma u $0,012$ kilograma nuklida ugljenika 12". (14. CGPM 1971) (Kada se upotrebljava mol, elementarne čestice treba da budu posebno specificirane a mogu da budu atomi, molekuli, ioni, elektroni, druge čestice ili posebno specificirane grupe takvih čestica).

1.2 - DOPUNSKE JEDINICE

FIZIČKA VELIČINA	JEDINICA	OZNAKA	DEFINICIJA
Ugao u ravni	radijan	rad	"Radian je ugao u ravni sa temenom u središtu kruga koji zahvata na njegovom obimu luk dužine jednake njegovom poluprečniku". (11. CGPM 1960)
Prostorni ugao	steradian	sr	"Steradian je prostorni ugao sa temenom u središtu sfere (lopte) koji zahvata na njoj površinu jednaku kvadratu njenog poluprečnika". (11. CGPM 1960)

1.3 - NEKE IZVEDENE JEDINICE

VELIČINA	NAZIV JEDINICE	OZNAKA	izraženo u drugim jed. SI
Površina	kvadratni metar	m ²	kgm/s ²
Zapremina	kubni metar	m ³	
Gustina	kilogram po kubnom metru	kg/m ³	
Sila	njutn	N	
Zapreminska težina	njutn po kubnom metru	N/m ³	
Brzina	metar po sekundi	m/s	
Rad i energija	džul	J	
Snaga	vat	W	
Pritisak	paskal	Pa	
Dinamička viskoznost	paskal sekunda	Pa·s	
Kinematička viskoznost	kvadratni metar po sekundi	m ² /s	N·s/m ²
Količina toplote	džul	J	
Specifična toplota	džul po kilogramu i kelvinu	J/(kg·K)	
Gradijent temperature	kelvin po metru	K/m	
Termički fluks	vat	W	
Termički fluks po jedinici površine	vat po kvadratnom metru	W/m ²	
Termička provodnost	vat po metru i kelvinu	W/(m·K)	
Koeficijent prelaza toplote	vat po kvadratnom metru i kelvinu	W/(m ² ·K)	
Temperaturska provodnost	kvadratni metar po sekundi	m ² /s	W/(m ² ·K ⁴)
Konstanta zračenja	vat po kvadratnom metru i kelvinu na četvrti	W/(m ² ·K ⁴)	

1.4 - PREDMETCI ZA POVEĆANJE I SMANJENJE JEDINICA

PREDMETAK KOJI SE STAVLJA ISPRED JEDINICE	OZNAKA PREDMETKA	ČINILAC KOJIM SE MNOŽI JEDINICA
tera	T	10 ¹²
giga	G	10 ⁹
mega	M	10 ⁶
kilo	k	10 ³
hekto	h	10 ²
deka	da	10
deci	d	10 ⁻¹
centi	c	10 ⁻²
milij	m	10 ⁻³
mikro	μ	10 ⁻⁶
nano	n	10 ⁻⁹
piko	p	10 ⁻¹²
femto	f	10 ⁻¹⁵
ato	a	10 ⁻¹⁸

2. TABELE ZA PRERACUNAVANJE JEDINICA RAZLIČITIH SISTEMA MERA

Tabela 2.1 - JEDINICE DUŽINE

NAZIV	OZNAKA	m	in	ft	yd	mile
1 metar	m	1	39,3701	3,28084	1,09361	6,2137·10 ⁻⁴
1 inč	in (")	0,0254	1	0,08333	0,0277778	1,57828·10 ⁻⁵
1 stopa	ft	0,3048	12	1	0,33333	1,89394·10 ⁻⁴
1 jard	yd	0,9144	36	3	1	5,68182·10 ⁻⁴
1 milja	mile	1609,344	63360	5280	1760	1

Tabela 2.2 - JEDINICE POVRŠINE

NAZIV	OZNAKA	m ²	in ²	ft ²	yd ²
1 kvadratni metar	m ²	1	1550,00	10,7639	1,19599
1 kvadratni inč	in ²	6,451·10 ⁻⁴	1	6,9444·10 ⁻³	7,71605·10 ⁻⁴
1 kvadratna stopa	ft ²	0,0929030	144	1	0,11111
1 kvadratni jard	yd ²	0,836127	1296	9	1

Tabela 2.3 - JEDINICE ZAPREME

NAZIV	OZN.	m ³	l	in ³	ft ³	yd ³
1 kubni metar	m ³	1	999,972	61023,7	35,3147	1,30795
1 litar	l	1,000028·10 ⁻³	1	61,0255	0,0353157	1,30799·10 ⁻³
1 kubni inč	in ³	1,63871·10 ⁻⁵	0,0163868	1	5,78704·10 ⁻⁴	2,14335·10 ⁻⁵
1 kubna stopa	ft ³	0,0283168	28,3161	1728	1	0,0370370
1 kubni jard	yd ³	0,764555	764,533	46656	27	1

Tabela 2.4 - JEDINICE MASE

NAZIV	OZNAKA	kg	lb	oz	t.j.m
1 kilogram	kg	1	2,20462	35,27	0,101972
1 funta	lb	0,45359237	1	16	0,0462535
1 unca	oz	0,028	0,0625	1	2,8552·10 ⁻³
1 tehnička jedinica mase	t.j.m	9,80665	21,62	350,236	1

Tabela 2.5 - JEDINICE GUSTINE

OZNAKA	kg/m ³	kp·s ² /m ⁴	lb/ft ³	lb/in ³
1 kg/m ³	1	0,102	6243·10 ⁻⁵	3,616·10 ⁻⁵
1 kp·s ² /m ⁴	9,80665	1	0,6122	3,566·10 ⁻⁴
1 lb/ft ³	16,02	1,633	1	5,787·10 ⁻⁴
1 lb/in ³	2,768·10 ⁴	2,823·10 ³	1,728·10 ³	1

Tabela 2.6 - JEDINICE SILE

NAZIV	OZNAKA	N	kp	dyn	lbf
1 njutn	N=kg·m/s ²	1	0,102	10 ⁵	0,2248
1 kilopond	kp	9,80665	1	9,81·10 ⁵	2,204
1 din	dyn	10 ⁻⁵	1,02·10 ⁻⁶	1	2,25·10 ⁻⁶
1 funta sile	lbf	4,44822	0,4536	4,448·10 ⁵	1

Tabela 2.7 - JEDINICE PRITISKA

NAZIV	OZNAKA	Pa	bar	kp/cm ²	mmHg, Torr
1 paskal	Pa=N/m ²	1	10 ⁻⁵	1,01972·10 ⁻⁵	750,06·10 ⁻⁵
1 bar	bar	10 ⁵	1	1,01972	750,06
1 kilopond po kvadratnom metru	kp/m ²	9,80665	9,80665·10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	735,56·10 ⁻⁴
1 milimetar vodenog stuba*	mmH ₂ O				
1 kilopond po kvadrat. santimetru	kp/cm ²	9,80665·10 ⁴	0,9807	1	735,56
1 atmosfera	at				
1 mm živinog stuba, tor**	mmHg, Torr	1,3332·10 ²	1,3332·10 ⁻³	1,35951·10 ⁻³	1
1 fizička atmosfera	atm	1,01325·10 ⁵	1,01325	1,03323	760
1 funta sile po kvadr. inču	psi=lbf/in ²	0,68948·10 ⁴	0,68948·10 ⁻¹	0,70307·10 ⁻¹	51,715

* Pri 4°C.

** 1 mmHg pri 0°C

Tabela 2.8 - JEDINICE ENERGIJE

NAZIV	OZNAKA	J	kWh	kcal	kpm
1 džul	J=N·m	1	2,7778·10 ⁻⁷	2,388·10 ⁻⁴	0,10197
1 kilovatčas	kWh	3,6·10 ⁶	1	859,845	3,671·10 ⁵
1 kilokalorija	kcal	4,1868·10 ³	1,163·10 ⁻³	1	426,935
1 kilopondmetar	kpm	9,80665	2,724·10 ⁻⁶	2,342·10 ⁻³	1
1 konjskasnagačas	KSh	2,6478·10 ⁶	0,7355	632,416	2,700·10 ⁵
1 britanska termička jedinica	Btu	1,05506·10 ³	2,9307·10 ⁻⁴	0,252	1,0758·10 ²

Tabela 2.9 - JEDINICE SNAGE

NAZIV	OZNAKA	W	kp·m/s	kcal/h	KS
1 vat	W=J/s	1	0,102	859,845·10 ⁻³	1,360·10 ⁻³
1 kilopondmetar po sekundi	kpm/s	9,80665	1	8,4312	0,01333
1 kilokalorija po času	kcal/h	1,163	0,1186	1	1,581·10 ⁻³
1 konjska snaga	KS	735,3	75	632,3	1

Tabela 2.10 - JEDINICE TEMPERATURE

NAZIV	OZNAKA	T, K	t _C , °C	t _F , °F
T kelvina	K	T	t _C + 273,15	$\frac{9}{5}(t_F + 459,67)$
t _C stepeni Celzijusa	°C	T - 273,15	t _C	$\frac{9}{5}(t_F - 32)$
t _F stepeni Farenhajta	°F	$\frac{9}{5}T - 459,67$	$\frac{9}{5}t_C + 32$	t _F

Tabela 2.11 - JEDINICE TERMIČKE PROVDNOSTI

NAZIV	OZNAKA	W/(m·K)	kcal/(m·h·°C)	Btu/(ft·h·°F)	Btu/(in·h·°F)
1 vat po metru i kelvinu	W/(m·K)	1	0,8598	0,57779	0,04815
1 kilokalorija po metru času i stepenu Celzijusa	kcal/(m·h·°C)	1,163	1	0,67197	0,05599
1 britanska termička jedinica po stopl. času i stepenu Farenhajta	Btu/(ft·h·°F)	1,731	1,488	1	0,08333
1 britanska termička jedinica po inču času i stepenu Farenhajta	Btu/(in·h·°F)	20,77	17,86	12	1

Tabela 2.12 - JEDINICE KOEFICIJENATA PRELAZA I PROLAZA TOPLOTE

NAZIV	OZNAKA	$\frac{W}{m^2 \cdot K}$	$\frac{kcal}{m^2 \cdot h \cdot ^\circ C}$	$\frac{Btu}{ft^2 \cdot h \cdot ^\circ F}$	$\frac{Btu}{in^2 \cdot h \cdot ^\circ F}$
1 vat po kvadratnom metru i kelvinu	$\frac{W}{m^2 \cdot K}$	1	0,8598	0,176	$1,222 \cdot 10^{-3}$
1 kilokalorija po kvadratnom metru, času i stepenu Celzijusa	$\frac{kcal}{m^2 \cdot h \cdot ^\circ C}$	1,163	1	0,2047	$1,421 \cdot 10^{-3}$
1 Britanska termička jedinica po kvadratnoj stopi času i step. Farenhajta	$\frac{Btu}{ft^2 \cdot h \cdot ^\circ F}$	5,678	4,882	1	$6,940 \cdot 10^{-3}$
1 Britanska termička jedinica po kvadratnom inču času i step. Farenhajta	$\frac{Btu}{in^2 \cdot h \cdot ^\circ F}$	817,6	703,0	144	1

Tabela 2.13 - JEDINICE KONSTANTE ZRAČENJA

NAZIV	OZNAKA	$\frac{W}{m^2 \cdot K^4}$	$\frac{kcal}{m^2 \cdot h \cdot K^4}$	$\frac{Btu}{ft^2 \cdot h \cdot ^\circ F^4}$
1 vat po kvadratnom metru i kelvinu na četvrti	$\frac{W}{m^2 \cdot K^4}$	1	0,859845	$3,020 \cdot 10^{-2}$
1 kilokalorija po metru kvadratnom, času i kelvinu na četvrti	$\frac{kcal}{m^2 \cdot h \cdot K^4}$	1,163	1	$3,512 \cdot 10^{-2}$
1 Britanska termička jedinica po kvadratnoj stopi, času i stepenu Farenhajta na četvrti	$\frac{Btu}{ft^2 \cdot h \cdot ^\circ F^4}$	33,11	28,48	1

Tabela 2.14 - JEDINICE TERMIČKOG FLUKSA PO JEDINICI POVRŠINE

NAZIV	OZNAKA	$\frac{W}{m^2}$	$\frac{J}{m^2 \cdot h}$	$\frac{kcal}{m^2 \cdot h}$	$\frac{Btu}{ft^2 \cdot h}$
1 vat po kvadratnom metru	$\frac{W}{m^2}$	1	3600	0,8598	0,317
1 džul po kvadratnom metru i času	$\frac{J}{m^2 \cdot h}$	$2,777 \cdot 10^{-4}$	1	$2,388 \cdot 10^{-4}$	$8,805 \cdot 10^{-5}$
1 kilokalorija po kvadratnom metru i času	$\frac{kcal}{m^2 \cdot h}$	1,163	4186,8	1	0,3687
1 Britanska termička jedinica po kvadratnoj stopi i času	$\frac{Btu}{ft^2 \cdot h}$	3,154	$1,135 \cdot 10^4$	2,713	1

Tabela 2.15 - JEDINICE DINAMIČKE VISKOZNOSTI

NAZIV	OZNAKA	Pa·s	P	$\frac{kp \cdot s}{m^2}$	$\frac{lbf \cdot s}{ft^2}$
1 njutn sekunda po kvadratnom metru = paskal sekunda	Pa·s	1	10	0,102	$2,088 \cdot 10^{-2}$
1 poaz	$P = \frac{dyn \cdot s}{cm^2}$	0,1	1	0,0102	$2,088 \cdot 10^{-3}$
1 kilopond sekunda po kvadratnom metru	$\frac{kp \cdot s}{m^2}$	9,80665	98,07	1	0,2048
1 funta sila sekunda po kvadratnoj stopi	$\frac{lbf \cdot s}{ft^2}$	47,88	478,8	4,882	1

Tabela 2.16 - JEDINICE KINEMATIČKE VISKOZNOSTI

NAZIV	OZNAKA	$\frac{m^2}{s}$	St	$\frac{m^2}{h}$	$\frac{ft^2}{s}$
1 kvadratni metar po sekundi	$\frac{m^2}{s}$	1	10^4	3600	10,76
1 stoks	$St = \frac{cm^2}{s}$	10^{-4}	1	0,36	$1,076 \cdot 10^{-3}$
1 kvadratni metar po času	$\frac{m^2}{h}$	$2,777 \cdot 10^{-4}$	2,777	1	$2,99 \cdot 10^{-3}$
1 kvadratna stopa po sekundi	$\frac{ft^2}{s}$	$9,29 \cdot 10^{-2}$	$9,29 \cdot 10^2$	334,49	1

Tabela 2.17 - TABELA ZA PRERAČUNAVANJE CELOBROJNIH VREDNOSTI TEMPERATURE: °C U °F I OBRNUTO*

°C	+	°F	°C	+	°F	°C	+	°F
-273	-459		-35,0	-31	-23,8	-1,7	29	84,2
-268	-450		-34,4	-30	-22,0	-1,1	30	86,0
-262	-440		-33,9	-29	-20,2	-0,6	31	87,8
-257	-430		-33,3	-28	-18,4	0	32	89,6
-251	-420		-32,8	-27	-16,6	0,6	33	91,4
-246	-410		-32,2	-26	-14,8	1,1	34	93,2
-240	-400		-31,7	-25	-13,0	1,7	35	95,0
-234	-390		-31,1	-24	-11,2	2,2	36	96,8
-229	-380		-30,6	-23	-9,4	2,8	37	98,6
-223	-370		-30,0	-22	-7,6	3,3	38	100
-218	-360		-29,4	-21	-5,8	3,9	39	102
-212	-350		-28,9	-20	-4,0	4,4	40	104
-207	-340		-28,3	-19	-2,2	5,0	41	106
-201	-330		-27,8	-18	-0,4	5,6	42	108
-196	-320		-27,2	-17	1,4	6,1	43	109
-190	-310		-26,7	-16	3,2	6,7	44	111
-184	-300		-26,1	-15	5,0	7,2	45	113
-179	-290		-25,6	-14	6,8	7,8	46	115
-173	-280		-25,0	-13	8,6	8,3	47	117
-168	-270	-454	-24,4	-12	10,4	8,9	48	118
-162	-260	-436	-23,9	-11	12,2	9,4	49	120
-157	-250	-418	-23,3	-10	14,0	10,0	50	122
-151	-240	-400	-22,8	-9	15,8	10,6	51	124
-146	-230	-382	-22,2	-8	17,6	11,1	52	126
-140	-220	-364	-21,7	-7	19,4	11,7	53	127
-134	-210	-346	-21,1	-6	21,2	12,2	54	129
-129	-200	-328	-20,6	-5	23,0	12,8	55	131
-123	-190	-310	-20,0	-4	24,8	13,3	56	133
-118	-180	-292	-19,4	-3	26,6	13,9	57	135
-112	-170	-274	-18,9	-2	28,4	14,4	58	136
-107	-160	-256	-18,3	-1	30,2	15,0	59	138
-101	-150	-238	-17,8	0	32,0	15,6	60	140
-95,6	-140	-220	-17,2	1	33,8	16,1	61	142
-90,0	-130	-202	-16,7	2	35,6	16,7	62	144
-84,4	-120	-184	-16,1	3	37,4	17,2	63	145
-78,9	-110	-166	-15,6	4	39,2	17,8	64	147
-73,3	-100	-148	-15,0	5	41,0	18,3	65	149
-67,8	-90	-130	-14,4	6	42,8	18,9	66	151
-62,2	-80	-112	-13,9	7	44,6	19,4	67	152
-56,7	-70	-94,0	-13,3	8	46,4	20,0	68	154
-51,1	-60	-76,0	-12,8	9	48,2	20,6	69	156
-45,6	-50	-58,0	-12,2	10	50,0	21,1	70	158
-40,0	-40	-40,0	-11,7	11	51,8	21,7	71	160
-34,4	-30	-22,0	-11,1	12	53,6	22,2	72	162
-28,9	-20	-4,0	-10,6	13	55,4	22,8	73	163
-23,3	-10	14,0	-10,0	14	57,2	23,3	74	165
-17,8	0	32,0	-9,4	15	59,0	23,9	75	167
-12,2	10	50,0	-8,9	16	60,8	24,4	76	169
-6,7	20	68,0	-8,3	17	62,6	25,0	77	171
-1,1	30	86,0	-7,8	18	64,4	25,6	78	172
4,4	40	104	-7,2	19	66,2	26,1	79	174
9,9	50	122	-6,7	20	68,0	26,7	80	176
15,4	60	140	-6,1	21	69,8	27,2	81	178
20,9	70	158	-5,6	22	71,6	27,8	82	180
26,4	80	176	-5,0	23	73,4	28,3	83	181
31,9	90	194	-4,4	24	75,2	28,9	84	183
37,4	100	212	-3,9	25	77,0	29,4	85	185
42,9	110	230	-3,3	26	78,8	30,0	86	187
48,4	120	248	-2,8	27	80,6	30,6	87	189
53,9	130	266	-2,2	28	82,4	31,1	88	190

*) Primer: $-15^\circ C = 5,0^\circ F$; $-15^\circ F = -26,1^\circ C$. Pri tome je temperaturski interval od $1^\circ F = (5/9)^\circ C$, a temperaturski interval od $1^\circ C = 1,8^\circ F$.

$$\frac{t_C}{100^\circ C} = \frac{t_F - 32^\circ F}{180^\circ F}$$

$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$
31,7	89	192	65,0	149	300	98,3	209
32,2	90	194	65,6	150	302	98,9	210
32,8	91	196	66,1	151	304	99,4	211
33,3	92	198	66,7	152	306	100	212
33,9	93	199	67,2	153	307	101	213
34,4	94	201	67,8	154	309	101	214
35,0	95	203	68,3	155	311	102	214
35,6	96	205	68,9	156	313	102	216
36,1	97	207	69,4	157	315	103	217
36,7	98	208	70,0	158	316	103	218
37,2	99	210	70,6	159	318	104	219
37,8	100	212	71,1	160	320	104	220
38,3	101	214	71,7	161	322	105	221
38,9	102	216	72,2	162	324	106	222
39,4	103	217	72,8	163	325	106	223
40,0	104	219	73,3	164	327	107	224
40,6	105	221	73,9	165	329	107	225
41,1	106	223	74,4	166	331	108	226
41,7	107	225	75,0	167	333	108	227
42,2	108	226	75,6	168	334	109	228
42,8	109	228	76,1	169	336	109	229
43,3	110	230	76,7	170	338	110	230
43,9	111	232	77,2	171	340	111	231
44,4	112	234	77,8	172	342	111	232
45,0	113	235	78,3	173	343	112	233
45,6	114	237	78,9	174	345	112	234
46,1	115	239	79,4	175	347	113	235
46,7	116	241	80,0	176	349	113	236
47,2	117	243	80,6	177	351	114	237
47,8	118	244	81,1	178	352	114	238
48,3	119	246	81,7	179	354	115	239
48,9	120	248	82,2	180	356	116	240
49,4	121	250	82,8	181	358	116	241
50,0	122	252	83,3	182	360	117	242
50,6	123	253	83,9	183	361	117	243
51,1	124	255	84,4	184	363	118	244
51,7	125	257	85,0	185	365	118	245
52,2	126	259	85,6	186	367	119	246
52,8	127	261	86,1	187	369	119	247
53,3	128	262	86,7	177	370	120	248
53,9	129	264	87,2	189	372	121	249
54,4	130	266	87,8	190	374	121	250
55,0	131	268	88,3	191	376	122	260
55,6	132	270	88,9	192	378	132	270
56,1	133	271	89,4	193	379	138	280
56,7	134	273	90,0	194	381	143	290
57,2	135	275	90,6	195	383	149	300
57,8	136	277	91,1	196	385	154	310
58,3	137	279	91,7	197	387	160	320
58,9	138	280	92,2	198	388	166	330
59,4	139	282	92,8	199	390	171	340
60,0	140	284	93,3	200	392	177	350
60,6	141	286	93,9	201	394	182	360
61,1	142	288	94,4	202	396	188	370
61,7	143	289	95,0	203	397	193	380
62,2	144	291	95,6	204	399	199	390
62,8	145	293	96,1	205	401	204	400
63,3	146	295	96,7	206	403	210	410
63,9	147	297	97,2	207	405	216	420
64,4	148	298	97,8	208	406	221	430

3. GASOVI

Tabela 3.1 - FIZIČKE OSOBINE GASOVA (1)

G A S		Gustina gasa*	Molarna masa	Gasna kon- stanta	Specifične toplote pri 20°C, 1 bar		Dina- mička vis- koznost*	Termička provodnost			
		ρ	$M \cdot 10^3$	R	c_p	c_v			$\kappa = \frac{c_p}{c_v}$	$\mu \cdot 10^6$	λ
Acetilen	(C ₂ H ₂)	1,171	26,04	319,6	1683	1352	1,25	9,35	0,0184		
Amonijak	(NH ₃)	0,771	17,03	488,3	2219	1680	1,37	9,18	0,0215		
Argon	(Ar)	1,782	39,94	208,5	532	322	1,65	20,9	0,0173		
Azot	(N ₂)	1,251	28,02	296,7	1047	746	1,40	17,0	0,0228		
Azotoksid	(NO)	1,340	30,01	277,1	975	696	1,38	17,8	0,0221		
Butan	(C ₄ H ₁₀)	2,673	58,12	143,2	1917	1733	1,108	8,10	0,0135		
i-Butan	(C ₄ H ₁₀)	2,668	58,12	143,2	1632	-	-	7,47	0,0139		
Etan	(C ₂ H ₆)	1,357	30,06	276,7	1729	1445	1,20	8,50	0,0180		
Etilen	(C ₂ H ₄)	1,261	28,05	296,6	1528	1222	1,25	9,85	0,0164		
Etiletar	(C ₄ H ₁₀ O)	-	74,12	112,2	2302	-	-	286,0 (težan)	0,1400		
Etilhlorid	(C ₂ H ₅ Cl)	-	64,5	129,0	1340	-	-	9,4 (20 °C)	0,00873		
Helijum	(He)	0,178	4,002	2079	5274	3181	1,66	18,8	0,144		
Hlor	(Cl ₂)	3,217	70,91	117,3	481	355	1,36	12,0 (16 °C)	0,0072		
Hlorovodonik	(HCl)	1,639	36,47	228,0	812	583	1,40	-	-		
Kiseonik	(O ₂)	1,4290	32	259,9	913	653	1,40	20,3	0,024		
Kripton	(Kr)	3,708	83,7	100,3	251	151	1,67	23,2	0,0084		
Ksenon	(Xe)	5,851	131,30	63,84	159	96,3	1,7	21,0	0,00525		
Metan	(CH ₄)	0,717	16,03	518,8	2225	1700	1,31	10,3	0,030		
Metilhlorid	(CH ₃ Cl)	2,308	50,48	164,8	741	582	1,28	9,89	0,0085		
Neon	(Ne)	0,9002	20,18	411,7	1038	620	1,68	29,7	0,0445		
Ozon	(O ₃)	2,22	48,0	173,4	-	-	1,29	-	-		
Pentan	(C ₅ H ₁₂)	-	72,10	115,2	1717	1575	1,09	8,74	0,0128		
Propan	(C ₃ H ₈)	2,020	44,06	188,8	1863	1650	1,13	7,95 (18 °C)	0,0148		
Propilen	(C ₃ H ₆)	1,914	42,05	198,0	1635	1437	1,17	8,35 (20 °C)	-		
Sumpordiksid	(SO ₂)	2,927	64,06	129,8	633	503	1,25	11,7	0,0077		
Sumporvodonik	(H ₂ S)	1,539	34,09	244,2	1059	804	1,30	11,66	0,0132		
Ugljendiksid	(CO ₂)	1,976	44,01	189,0	837	653	1,30	13,7	0,0137		
Ugljenmonoksid	(CO)	1,250	28,01	297,0	1047	754	1,40	16,6	0,0226		
Vazduh	-	1,293	28,95	287,0	1010	720	1,40	17,3	0,0245		
Vodonik	(H ₂)	0,08985	2,016	4125,0	14266	10130	1,407	8,42	0,163		

* Vrednosti pri 0°C i 1 bar

Tabela 3.2 - FIZIČKE OSOBINE GASOVA (II)

G A S	Temperatura ključanja pri 1 bar	Temperatura topljenja pri 1 bar	Toplota isparavanja pri 1 bar	Toplota topljenja	Gustina tečne faze (pri t _{kr})	Kritično stanje		
						t _{kr}	P _{kr}	ρ _{kr}
	°C	°C	kJ/kg	kJ/kg	kg/m ³	°C	bar	kg/m ³
Acetilen (C ₂ H ₂)	-83,6	-81,8	830	-	613(-80)	35,7	62,4	231
Amonijak (NH ₃)	-33,4	-77,7	1375	351	683(-34)	132,4	113	236
Argon (Ar)	-185,87	-189,3	163	28,1	1374(-183)	-122,44	48,6	531
Azot (N ₂)	-195,78	-210,01	199,5	25,6	808(-196)	-147,13	33,93	311
Azotoksid (NO)	-151,8	-163,7	446	77,1	1226(-89)	-94	65,9	520
Butan (C ₄ H ₁₀)	-0,5	-138,3	386	80	601(-0,5)	152	38	225
I-Butan (C ₄ H ₁₀)	-11,72	-159,4	381	78,4	584(0)	133,7	37	-
Etan (C ₂ H ₆)	-88,50	-183,65	486	122,3	546(-88,5)	32,1	49,5	210
Etilen (C ₂ H ₄)	-103,7	-169,15	481,5	119,5	610(-102)	9,7	51,4	220
Etiletar (C ₄ H ₁₀ O)	+34,48	-116,3	360	100,6	714(+20)	194	36,8	265
Etilhlorid (C ₂ H ₅ Cl)	+12,6	-	135,5	-	919(0)	185	53,2	330
Helijum (He)	-268,95	-271,4	19,5	5,72	125(-269)	-267,96	2,29	69,3
Hlor (Cl ₂)	-33,8	-101,0	306	126	1469(0)	144	77,1	573
Hlorovodonik (HCl)	-85	-112,0	444	56,1	-	51,4	84,1	610
Kiseonik (O ₂)	-182,98	-218,83	213	13,8	1140(-183)	-118,82	50,37	430
Kripton (Kr)	-153,21	-157,17	119,5	8,0	2160(-146)	-63,75	54,9	780
Ksenon (Xe)	-109,1	-140	99,3	23,6	3060(-107)	16,6	58,93	1154
Metan (CH ₄)	-161,58	-182,6	511	60,7	424(-161)	-82,15	46,2	162
Metilhlorid (CH ₃ Cl)	-24,1	-91,5	406	-	954(0)	148	66,9	370
Neon (Ne)	-246,08	-248,6	85,8	14,25	1204(-246)	-228,7	27,2	484
Ozon (O ₃)	-112,0	-251,4	251,2	-	537(-5)	-5	67,9	537
Pentan (C ₅ H ₁₂)	+36,08	-129,7	369	-	626(+20)	197,1	33,4	232
Propan (C ₃ H ₈)	-42,1	-187,71	427	80,5	582(-44)	95,6	43,6	232
Propilen (C ₃ H ₆)	-47,7	-185,25	440	71,6	610(-47)	91,4	96,7	233
Sumpordloksid (SO ₂)	-10,8	-72,1	394	135	1472(-10)	157,5	78,8	520
Sumporvodonik (H ₂ S)	-60,2	-83,0	549	77,5	960(-60)	100,4	191,4	-
Ugljendioksid (CO ₂)	-78,5	-56,6	574	190 (-56,3°C)	1155(-50)	31,1	73,9	460
Ugljenmonoksid (CO)	-191,48	-209,44	211,5	33,5	814(-195)	-140,2	35,0	311
Vazduh	-192 do -195	-	197	-	861(-194)	-140,75	37,74	310 do 350
Vodonik (H ₂)	-252,75	-259,2	454,5	58,7	70,9(-252)	-239,9	12,97	31

Tabela 3.3 - MOLARNE SPECIFIČNE TOPLOTE I ODNOS MOLARNIH SPECIFIČNIH TOPLOTA

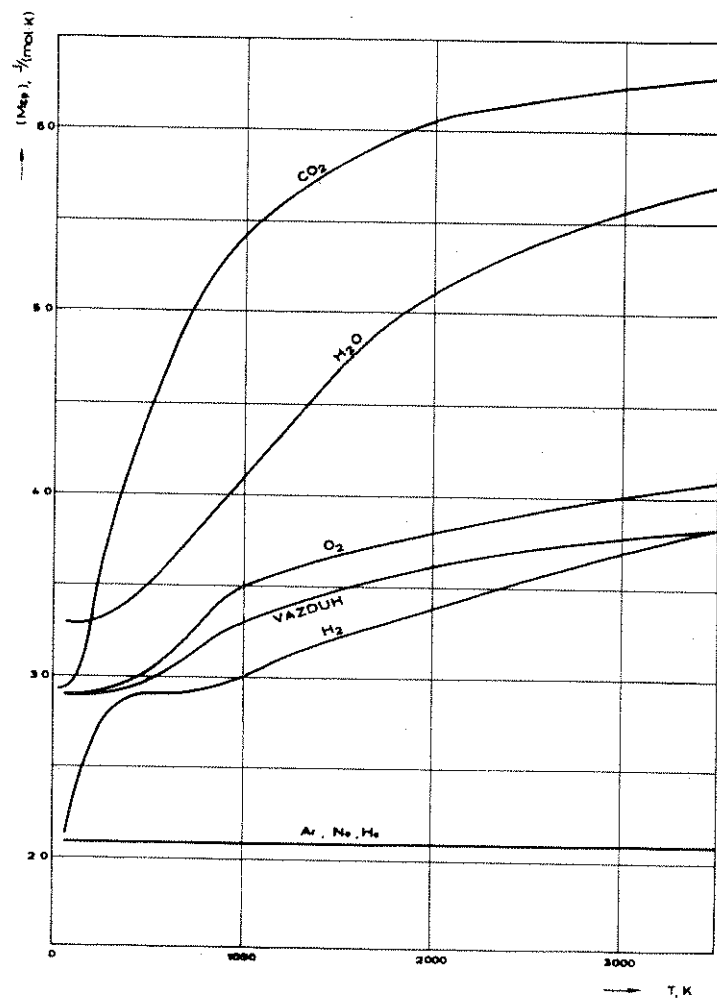
 $\kappa = (Mc_p)/(Mc_v)$ IDEALNIH GASOVA (PREMA KINETIČKOJ TEORIJI GASOVA)

IDEALNI GAS	(Mc _v)		(Mc _p)		κ
	J/mol·K	kcal/mol·K	J/mol·K	kcal/mol·K	
Jednoatomni	12,5	3	20,8	5	1,67
Dvoatomni	20,8	5	29,1	7	1,40
Trioatomni i višeatomni	29,1	7	37,4	9	1,28

Tabela 3.4 - FIZIČKE OSOBINE NEKIH IDEALNIH GASOVA¹⁾

G A S	M · 10 ³ kg/mol	R J/kg·K	c _p J/kg·K	c _v J/kg·K	κ
Acetilen (C ₂ H ₂)	26	320	1,44	1,12	1,28
Amonijak (NH ₃)	17	489	2,20	1,71	1,28
Argon (Ar)	40	208	0,52	0,31	1,67
Azot (N ₂)	28	297	1,04	0,74	1,40
Benzol (C ₆ H ₆)	78	107	0,48	0,37	1,28
Butan (C ₄ H ₁₀)	58	143	0,64	0,50	1,28
Etan (C ₂ H ₆)	30	277	1,25	0,97	1,28
Etilen (C ₂ H ₄)	28	297	1,34	1,04	1,28
Etilhlorid (C ₂ H ₅ Cl)	64,5	129	0,58	0,45	1,28
Helijum (He)	4	2078	5,20	3,12	1,67
Hlorovodonik (HCl)	36,5	228	0,80	0,57	1,40
Kiseonik (O ₂)	32	260	0,91	0,65	1,40
Metan (CH ₄)	16	520	2,34	1,82	1,28
Metilhlorid (CH ₃ Cl)	50,5	165	0,74	0,58	1,28
Neon (Ne)	20	416	1,04	0,62	1,67
Ozon (O ₃)	48	173	0,78	0,61	1,28
Pentan (C ₅ H ₁₂)	72	115	0,52	0,40	1,28
Propan (C ₃ H ₈)	44	189	0,85	0,66	1,28
Sumpordloksid (SO ₂)	64	130	0,58	0,45	1,28
Sumporvodonik (H ₂ S)	34	244	1,19	0,86	1,28
Ugljendioksid (CO ₂)	44	189	0,85	0,66	1,28
Ugljenmonoksid (CO)	28	297	1,04	0,74	1,40
Vazduh	29	287	1,00	0,72	1,40
Vodonik (H ₂)	2	4157	14,55	10,40	1,40

¹⁾ Zaokružene vrednosti, dobijene pomoću vrednosti (MR) = 8,314 J/(mol·K) i vrednosti iz tabele 3.3



Slika 3.5 - Molarna izobarska specifična toplota za neke poluidealne gasove

Tabela 3.6 - SREDNJA MOLARNA SPECIFIČNA TOPLOTA $(M_{cp})|_0^t$, J/(mol·K)

NEKIH POLUIDEALNIH GASOVA*)

t °C	H ₂	N ₂ čist	O ₂	CO	H ₂ O	CO ₂	SO ₂	Vazduh	N ₂ iz vazd.**
0	28,98	29,12	29,07	29,09	33,48	36,11	38,9	29,03	28,97
100	29,03	29,16	29,50	29,16	33,76	38,24	40,8	29,16	29,03
200	29,08	29,25	29,94	29,31	34,12	40,15	42,5	29,33	29,14
300	29,13	29,40	30,40	29,53	34,55	41,85	44,0	29,54	29,30
400	29,19	29,61	30,87	29,80	35,05	43,36	45,3	29,79	29,51
500	29,25	29,86	31,33	30,11	35,61	44,70	46,4	30,08	29,76
600	29,32	30,15	31,76	30,44	36,18	45,89	47,4	30,40	30,04
700	29,41	30,46	32,15	30,77	36,77	46,96	48,3	30,73	30,35
800	29,52	30,76	32,50	31,09	37,37	47,92	49,0	31,04	30,65
900	29,65	31,05	32,82	31,39	37,98	48,79	49,7	31,33	30,94
1000	29,79	31,33	33,11	31,68	38,59	49,58	50,2	31,61	31,21
1100	29,94	31,59	33,38	31,95	39,19	50,29	50,7	31,87	31,47
1200	30,11	31,84	33,63	32,20	39,78	50,93	51,1	32,12	31,72
1300	30,29	32,08	33,86	32,44	40,36	51,51	51,5	32,35	31,95
1400	30,48	32,30	34,07	32,66	40,92	52,06	51,9	32,57	32,17
1500	30,66	32,51	34,27	32,86	41,47	52,58	52,2	32,77	32,38
1600	30,84	32,71	34,47	33,05	42,00	53,06	52,5	32,96	32,58
1700	31,02	32,90	34,66	33,23	42,50	53,50	52,8	33,15	32,76
1800	31,20	33,08	34,83	33,40	42,98	53,90	53,1	33,33	32,93
1900	31,38	33,24	35,00	33,56	43,45	54,28	53,4	33,49	33,09
2000	31,56	33,39	35,17	33,71	43,90	54,63	53,6	33,65	33,24
2100	31,73	33,54	35,33	33,87	44,34	54,96		33,80	33,39
2200	31,90	33,68	35,48	34,00	44,77	55,27		33,94	33,53
2300	32,07	33,81	35,63	34,12	45,19	55,57		34,07	33,66
2400	32,23	33,93	35,78	34,24	45,59	55,85		34,20	33,78
2500	32,39	34,05	35,92	34,35	45,98	56,12		34,32	33,89
2600	32,54	34,16	36,06	34,46	46,36	56,37		34,43	34,00
2700	32,69	34,26	36,19	34,56	46,73	56,61		34,54	34,10
2800	32,83	34,36	36,32	34,65	47,09	56,84		34,65	34,20
2900	32,97	34,46	36,45	34,74	47,44	57,05		34,75	34,30
3000	33,10	34,55	36,58	34,83	47,78	57,25		34,85	34,39

*) $(M_{cp})|_0^t = (M_{cp})|_0^t - (MR)$;

** Zapreminski sastav suvoga vazduha je sledeći: $x_{O_2} = 0,2099$; $x_{N_2} = 0,7803$;

$x_{Ar} = 0,00933$; $x_{CO_2} = 0,0003$; $x_{Ne+He+Kr+Xe} = 0,000024$. Smeša koja se dobije posle uklanjanja kiseonika iz vazduha, naziva se azotom iz vazduha.

Tabela 3.7 - SREDNJA MASENA SPECIFIČNA TOPLOTA $|\sigma_p|_0^t$, kJ/(kg·K)
NEKIH POLUIDEALNIH GASOVA^{a)}

t °C	H ₂	N ₂ čist	O ₂	CO	H ₂ O	CO ₂	SO ₂	Vazduh	N ₂ iz vazd.
0	14,38	1,039	0,9084	1,039	1,858	0,8205	0,607	1,004	1,026
100	14,40	1,041	0,9218	1,041	1,874	0,8689	0,637	1,007	1,031
200	14,42	1,044	0,9355	1,046	1,894	0,9122	0,663	1,013	1,035
300	14,45	1,049	0,9500	1,054	1,918	0,9510	0,687	1,020	1,041
400	14,48	1,057	0,9646	1,064	1,946	0,9852	0,707	1,029	1,048
500	14,51	1,066	0,9791	1,075	1,976	1,016	0,724	1,039	1,057
600	14,55	1,076	0,9926	1,087	2,008	1,043	0,740	1,050	1,067
700	14,59	1,087	1,005	1,099	2,041	1,067	0,754	1,061	1,078
800	14,64	1,098	1,016	1,110	2,074	1,089	0,765	1,072	1,088
900	14,71	1,108	1,026	1,121	2,108	1,109	0,776	1,082	1,099
1000	14,78	1,118	1,035	1,131	2,142	1,126	0,784	1,092	1,108
1100	14,85	1,128	1,043	1,141	2,175	1,143	0,791	1,100	1,117
1200	14,94	1,137	1,051	1,150	2,208	1,157	0,798	1,109	1,126
1300	15,03	1,145	1,058	1,158	2,240	1,170	0,804	1,117	1,134
1400	15,12	1,153	1,065	1,166	2,271	1,183	0,810	1,124	1,142
1500	15,21	1,160	1,071	1,173	2,302	1,195	0,815	1,132	1,150
1600	15,30	1,168	1,077	1,180	2,331	1,206	0,821	1,138	1,157
1700	15,39	1,174	1,083	1,186	2,359	1,216	0,824	1,145	1,163
1800	15,48	1,181	1,089	1,193	2,386	1,225	0,829	1,151	1,169
1900	15,56	1,186	1,094	1,198	2,412	1,233	0,834	1,145	1,175
2000	15,65	1,192	1,099	1,204	2,437	1,241	0,837	1,162	1,180
2100	15,74	1,197	1,104	1,209	2,461	1,249		1,167	1,186
2200	15,82	1,202	1,109	1,214	2,485	1,256		1,172	1,191
2300	15,91	1,207	1,114	1,218	2,508	1,263		1,176	1,195
2400	15,99	1,211	1,118	1,222	2,530	1,269		1,181	1,200
2500	16,07	1,215	1,123	1,226	2,552	1,275		1,185	1,204
2600	16,14	1,219	1,127	1,230	2,573	1,281		1,189	1,207
2700	16,22	1,223	1,131	1,234	2,594	1,286		1,193	1,211
2800	16,28	1,227	1,135	1,237	2,614	1,292		1,196	1,215
2900	16,35	1,230	1,139	1,240	2,633	1,296		1,200	1,218
3000	16,42	1,233	1,143	1,243	2,652	1,301		1,203	1,221

a) $|\sigma_p|_0^t = |\sigma_p|_0^t - R$

Tabela 3.8 - PRIRAŠTAJ MOLARNE ENTROPIJE PRI IZOBARSKOJ PROMENI STANJA NEKIH
POLUIDEALNIH GASOVA

$$|\Delta(Ms)_p|_0^t = \int_{273}^T \frac{(M\sigma_p)}{T} dT, \text{ J/(mol·K)}$$

t °C	H ₂	O ₂	N ₂ čist	N ₂ iz vazd.	Vazduh	CO	H ₂ O	CO ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	SO ₂
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	2,211	2,262	2,273	2,265	2,265	2,276	2,597	2,963	2,83	4,35	3,14
100	8,843	9,048	9,090	9,060	9,060	9,102	10,387	11,853	11,304	17,38	12,56
200	15,805	16,262	16,048	15,998	16,052	16,086	18,615	21,813	21,269	33,58	23,06
300	21,411	22,265	21,742	21,671	21,796	21,826	25,397	30,459	30,480	48,94	32,03
400	26,134	27,465	26,607	26,515	26,716	26,745	31,280	38,129	39,147	63,68	39,94
500	30,212	32,054	30,886	30,781	31,049	31,087	36,509	45,033	47,311	77,79	47,01
600	33,821	36,174	34,725	34,608	34,939	34,985	41,257	51,313	55,140	91,15	53,37
700	37,074	39,917	38,221	38,087	38,473	38,531	45,632	57,074	62,593	103,92	59,20
800	40,034	43,333	41,433	41,286	41,717	41,788	49,697	62,396	69,585	115,93	64,48
900	42,764	46,486	44,405	44,246	44,715	44,803	53,511	67,340	76,367	127,45	69,32
1000	45,310	49,413	47,168	47,001	47,508	47,604	57,116	71,950	82,857	138,54	73,84
1100	47,683	52,138	49,760	49,576	50,116	50,225	60,537	76,271	89,179	149,18	78,08
1200	49,928	54,692	52,193	51,996	52,565	52,683	63,794	80,332	95,250	159,39	82,02
1300	52,059	57,100	54,483	54,253	54,851	55,002	66,905	84,163			
1400	54,081	59,373	56,652	56,438	57,058	57,192	69,878	87,789			
1500	56,007	61,525	58,707	58,485	59,126	59,264	72,725	91,226			
1600	57,849	63,577	60,663	60,432	61,094	61,236	75,488	94,492			
1700	59,616	65,532	62,530	62,287	62,969	63,166	78,126	97,607			
1800	61,307	67,399	64,309	64,058	64,761	64,908	80,680	100,592			
1900	62,936	69,195	66,013	65,754	66,478	66,625	83,150	103,427			
2000	64,506	70,920	67,646	67,378	68,123	68,270	85,536	106,152			
2100	66,022	72,578	69,212	68,940	69,706	69,848	87,797	108,765			
2200	67,483	74,173	70,723	70,443	71,226	71,364	90,016	111,277			
2300	68,902	75,718	72,176	71,887	72,695	72,825	92,151	113,693			
2400	70,275	77,213	73,575	73,282	74,106	74,232	94,245	116,020			
2500	71,607	78,662	74,927	74,626	75,475	75,593	96,255	118,265			
2600	72,896	80,060	-	-	-	-	98,180	-			
2700	74,148	81,425	-	-	-	-	100,023	-			
3000	77,540	87,044	80,554	-	-	81,433	104,586	128,786			

Tabela 3.9 - PRIRASTAJ MOLARNE ENTROPIJE PRI IZOHORSKOJ PROMENI STANJA NEKIH POLUIDEALNIH GASOVA

$$\left[\Delta(MB)_v \right]_0^T = \int_{273}^T \frac{T (M_{0,v})}{T^2} dT, \quad J/(mol \cdot K)$$

t °C	H ₂	O ₂	N ₂ čist	N ₂ iz vazd.	Vazduh	CO	H ₂ O	CO ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	SO ₂
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	1,562	1,613	1,624	1,611	1,612	1,627	1,948	2,315	2,18	3,70	2,49
100	6,249	6,454	6,496	6,446	6,448	6,508	7,793	9,259	8,710	14,79	9,97
200	11,237	11,694	11,480	11,430	11,484	11,518	14,047	17,245	16,701	29,01	18,49
300	15,249	16,103	15,580	15,509	15,634	15,664	19,235	24,297	24,318	42,78	25,87
400	18,635	19,966	19,108	19,016	19,217	19,246	23,781	30,630	31,648	56,18	32,44
500	21,561	23,403	22,235	22,130	22,398	22,436	27,858	36,382	38,660	69,14	38,36
600	24,159	26,512	25,063	24,946	25,277	25,323	31,595	41,651	45,478	81,49	43,71
700	26,510	29,353	27,657	27,523	27,909	27,967	35,068	46,510	52,029	93,36	48,64
800	28,657	31,956	30,056	29,909	30,340	30,411	38,320	51,019	58,208	104,55	53,10
900	30,646	34,368	32,287	32,128	32,597	32,685	41,393	55,222	64,249	115,33	57,20
1000	32,512	36,615	34,370	34,203	34,710	34,806	44,318	59,152	70,059	125,74	61,04
1100	34,256	38,711	36,333	36,149	36,689	36,798	47,110	62,844	75,752	135,75	64,65
1200	35,917	40,681	38,182	37,985	38,554	38,672	49,783	66,321	81,239	145,38	68,01
1300	37,502	42,543	39,926	39,696	40,294	40,445	52,348	69,606			
1400	39,011	44,303	41,582	41,368	41,988	42,122	54,808	72,719			
1500	40,454	45,972	43,154	42,932	43,573	43,711	57,172	75,673			
1600	41,840	47,568	44,654	44,423	45,085	45,227	59,479	78,483			
1700	43,175	49,091	46,089	45,846	46,528	46,675	61,685	81,166			
1800	44,455	50,547	47,457	47,206	47,909	48,056	63,827	83,740			
1900	45,692	51,951	48,769	48,510	49,234	49,381	65,906	86,183			
2000	46,888	53,302	50,028	49,760	50,505	50,652	67,918	88,534			
2100	48,046	54,612	51,236	50,964	51,730	51,872	69,821	90,789			
2200	49,164	55,854	52,404	52,124	52,907	53,045	71,697	92,958			
2300	50,253	57,069	53,527	53,238	54,046	54,176	73,502	95,044			
2400	51,309	58,247	54,609	54,316	55,140	55,266	75,279	97,154			
2500	52,418	59,473	55,738	55,437	56,286	56,404	77,066	99,076			
2600	53,330	60,494	-	-	-	-	78,614	-			
2700	54,298	61,575	-	-	-	-	80,173	-			
3000	56,640	66,144	59,654	-	-	60,533	83,686	107,886			

Tabela 3.10 - ZAVISNOSTI MASENE SPECIFIČNE TOPLOTE, DINAMIČKE VISKOZNOSTI I TERMIČKE PROVODNOSTI NEKIH GASOVA OD TEMPERATURE PRI $p = 1 \text{ atm}^a$

GAS	t, °C	0	100	200	300	400	500	600	700	800
Azot (N ₂)	c _p	1,039	1,042	1,052	1,069	1,091	1,115	1,139	1,161	1,181
	μ · 10 ⁶	16,6	20,8	24,6	28,0	31,1	33,9	36,6	39,0	41,3
	λ · 10 ³	24,31	31,52	38,50	44,89	50,71	55,82	60,36	64,20	67,45
Argon (Ar)	c _p	0,522	0,521	0,521	0,521	0,521	0,520	0,520	0,520	0,520
	μ · 10 ⁶	21,2	27,1	32,1	36,7	41,0	45,22	48,7	-	-
	λ · 10 ³	16,51	21,17	25,59	29,89	33,96	37,91	39,43	-	-
Butan (C ₄ H ₁₀)	c _p	1,591	2,026	2,453	2,813	3,127	3,403	3,642	-	-
	μ · 10 ⁶	6,84	9,26	1,67	14,03	16,38	18,74	21,09	-	-
	λ · 10 ³	13,26	23,50	36,52	51,87	29,78	90,25	113,0	-	-
Etan (C ₂ H ₆)	c _p	1,647	2,067	2,49	2,87	3,214	3,519	3,787	4,022	4,216
	μ · 10 ⁶	8,55	11,5	14,1	16,4	19,0	21,4	23,8	-	-
	λ · 10 ³	18,0	31,7	47,7	65,9	-	-	-	-	-
Etilen (C ₂ H ₄)	c _p	1,406	1,737	2,064	2,394	2,721	3,052	3,382	3,709	4,039
	μ · 10 ⁶	9,6	12,7	15,6	18,2	20,6	22,8	24,9	26,8	28,7
	λ · 10 ³	16,4	29,54	44,19	59,43	75,71	92,34	108,39	123,3	134,9
Helijum (He)	c _p	5,204	5,204	5,204	5,204	5,204	5,204	5,204	5,204	5,204
	μ · 10 ⁶	18,74	22,96	26,98	30,80	34,33	37,57	40,32	-	-
	λ · 10 ³	143	179,1	212,8	244,2	275,6	304,7	332,6	-	-
Kiseonik (O ₂)	c _p	0,915	0,934	0,963	0,995	1,024	1,048	1,069	1,086	1,10
	μ · 10 ⁶	19,2	24,4	29	33,1	36,9	40,3	43,5	46,5	49,3
	λ · 10 ³	24,66	32,91	40,70	48,03	55,01	61,52	67,45	72,80	77,69
Metan (CH ₄)	c _p	2,165	2,448	2,807	3,175	3,529	3,856	4,153	4,421	4,659
	μ · 10 ⁶	10,4	13,3	16,1	18,5	20,8	22,7	24,6	26,5	28,2
	λ · 10 ³	30,24	41,29	51,87	62,34	72,22	81,88	91,30	100,5	109,3
Propan (C ₃ H ₈)	c _p	1,549	2,017	2,458	2,834	3,161	3,449	3,697	3,916	4,093
	μ · 10 ⁶	7,5	10,06	12,48	14,75	17,15	19,4	21,8	-	-
	λ · 10 ³	15,0	27,4	41,7	57,9	76,0	95,8	-	-	-
Propilen (C ₃ H ₆)	c _p	1,426	1,8	2,16	2,476	2,753	2,992	3,2	3,388	3,54
	μ · 10 ⁶	7,84	10,73	13,4	15,92	-	-	-	-	-
	λ · 10 ³	14,0	25,6	38,9	53,7	-	-	-	-	-
Sumpordiksid (SO ₂)	c _p	0,607	0,662	0,712	0,754	0,783	0,808	0,825	0,837	0,850
	μ · 10 ⁶	12,1	16,1	20	23,8	27,5	31,3	35	38,6	42,1
	λ · 10 ³	8,37	12,33	16,63	21,17	25,82	30,70	35,82	41,05	46,29
Ugljendioksid (CO ₂)	c _p	0,815	0,914	0,993	1,057	1,110	1,155	1,192	1,223	1,249
	μ · 10 ⁶	13,8	18,4	22,6	26,4	29,9	33,2	36,2	38,1	41,8
	λ · 10 ³	14,65	22,79	30,94	39,08	47,22	54,89	62,10	68,85	75,13
Ugljenmonoksid (CO)	c _p	1,104	1,045	1,058	1,08	1,106	1,132	1,157	1,179	1,999
	μ · 10 ⁶	16,6	20,9	24,6	27,8	30,3	33,8	36,7	38,7	41
	λ · 10 ³	23,26	30,12	36,52	42,57	48,50	54,08	59,66	65,01	70,13
Vodonik (H ₂)	c _p	14,195	14,448	14,504	14,533	14,581	14,662	14,779	14,930	15,115
	μ · 10 ⁶	8,4	10,3	12,1	13,9	15,4	16,9	18,3	19,6	21,0
	λ · 10 ³	174,4	216,3	253,2	300,1	341,9	383,8	425,7	467,5	509,4

^{a)} c_p, kJ/(kg·K); μ, Pa·s; λ, W/(m·K)

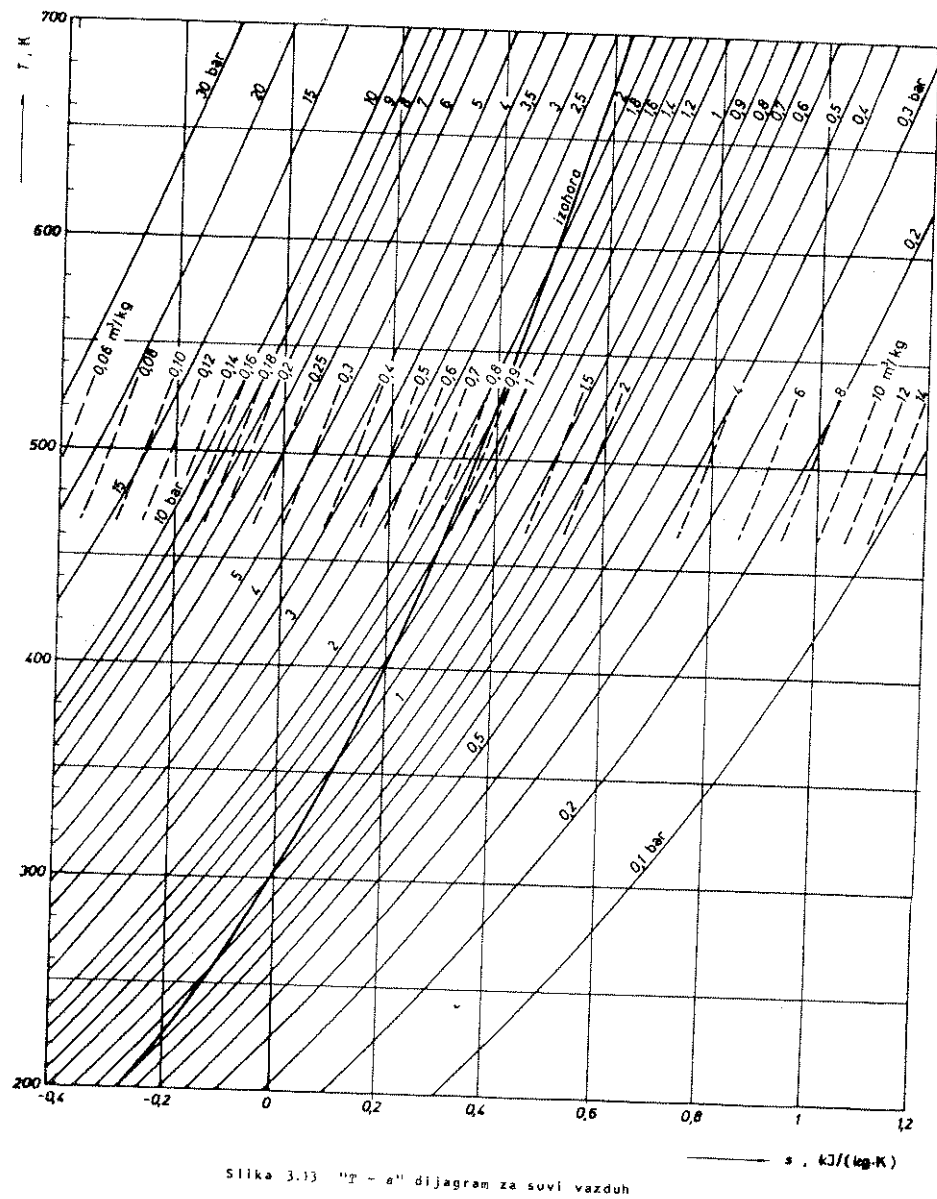
Tabela 3.11 - FIZIČKE OSOBINE SUVOG VAZDUHA PRI $p = 1 \text{ atm}$

t $^{\circ}\text{C}$	ρ kg/m^3	c_p $\text{kJ/(kg}\cdot\text{K)}$	$\lambda \cdot 10^2$ $\text{W/(m}\cdot\text{K)}$	$\alpha \cdot 10^6$ m^2/s	$\mu \cdot 10^6$ $\text{Pa}\cdot\text{s}$	$\nu \cdot 10^6$ m^2/s	Pr -
-50	1,584	1,013	2,04	12,7	14,6	9,23	0,728
-40	1,515	1,013	2,12	13,8	15,2	10,04	0,728
-30	1,453	1,013	2,20	14,9	15,7	10,80	0,723
-20	1,395	1,009	2,28	16,2	16,2	12,79	0,716
-10	1,342	1,009	2,36	17,4	16,7	12,43	0,712
0	1,293	1,005	2,44	18,8	17,2	13,28	0,707
10	1,247	1,005	2,51	20,0	17,6	14,16	0,705
20	1,205	1,005	2,59	21,4	18,1	15,06	0,703
30	1,165	1,005	2,67	22,9	18,6	16,00	0,701
40	1,128	1,005	2,76	24,3	19,1	16,96	0,699
50	1,093	1,005	2,83	25,7	19,6	17,95	0,698
60	1,060	1,005	2,90	27,2	20,1	18,97	0,696
70	1,029	1,009	2,96	28,6	20,6	20,02	0,694
80	1,000	1,009	3,05	30,2	21,1	21,09	0,692
90	0,972	1,009	3,13	31,9	21,5	22,10	0,690
100	0,946	1,009	3,21	33,6	21,9	23,13	0,688
120	0,898	1,009	3,34	36,8	22,8	25,45	0,686
140	0,854	1,013	3,49	40,3	23,7	27,80	0,684
160	0,815	1,017	3,64	43,9	24,5	30,09	0,682
180	0,779	1,022	3,78	47,5	25,3	32,49	0,681
200	0,746	1,026	3,93	51,4	26,0	34,85	0,680
250	0,674	1,038	4,27	61,0	27,4	40,61	0,677
300	0,615	1,047	4,60	71,6	29,7	48,33	0,674
350	0,566	1,059	4,91	81,9	31,4	55,46	0,676
400	0,524	1,068	5,21	93,1	33,0	63,09	0,678
500	0,456	1,093	5,74	115,3	36,2	79,38	0,687
600	0,404	1,114	6,22	138,3	39,1	96,89	0,699
700	0,362	1,135	6,71	163,4	41,8	115,4	0,706
800	0,329	1,156	7,18	188,8	44,3	134,8	0,713
900	0,301	1,172	7,63	216,2	46,7	155,1	0,717
1000	0,277	1,185	8,07	245,9	49,0	177,1	0,719
1100	0,257	1,197	8,50	276,2	51,2	199,3	0,722
1200	0,239	1,210	9,15	316,5	53,5	233,7	0,724

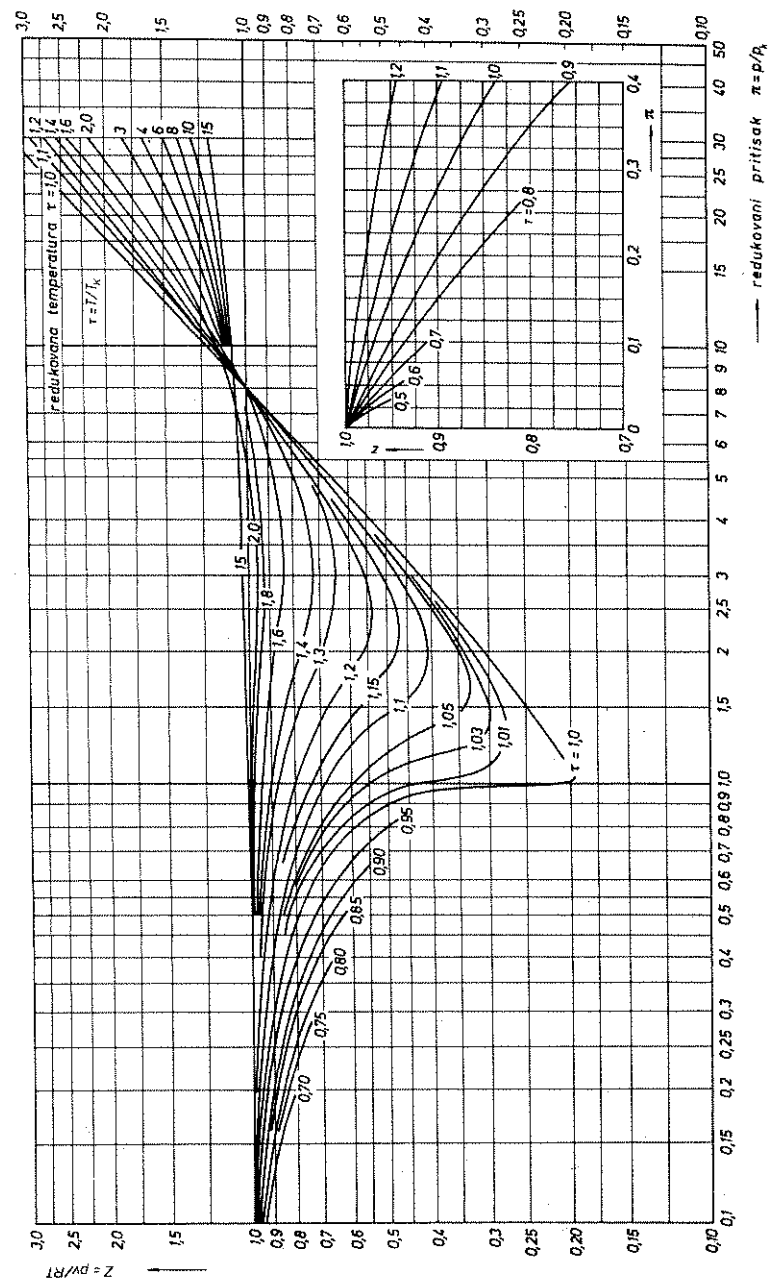
Tabela 3.12 - FIZIČKE OSOBINE SUVOG VAZDUHA ZA RAZNE

TEMPERATURE I PRITISKE								
$t, ^{\circ}\text{C}$	-50	0	50	100	150	200	300	400
Gustina $\rho, \text{kg/m}^3$								
1 bar	1,563	1,275	1,078	0,932	0,8226	0,7356	0,6072	0,5170
50 bar	83,794	65,198	53,964	46,25	40,57	36,18	29,80	25,37
100 bar	175,648	131,36	107,07	91,13	79,66	70,92	58,37	49,71
200 bar	340,34	253,7	205,4	174,3	152,2	135,6	111,8	95,41
300 bar	449,30	350,8	288,6	246,7	216,4	193,4	160,3	137,4
Specifična toplota $c_p, \text{kJ/(kg}\cdot\text{K)}$								
1 bar	1,007	1,006	1,008	1,012	1,018	1,026	1,046	1,069
50 bar	1,212	1,112	1,085	1,075	1,055	1,049	1,061	1,080
100 bar	1,430	1,216	1,133	1,096	1,078	1,072	1,075	1,090
200 bar	1,623	1,361	1,229	1,161	1,126	1,108	1,099	1,107
300 bar	1,604	1,409	1,282	1,204	1,160	1,135	1,117	1,120
Termička provodnost $\lambda, \text{W/(m}\cdot\text{K)}$								
1 bar	0,0204	0,0243	0,0288	0,0314	(0,0340)	(0,038)	(0,045)	(0,051)
50 bar	0,0237	0,0270	0,0302	0,0333	(0,0366)	(0,040)	(0,046)	(0,052)
100 bar	0,0269	0,0298	0,0325	0,0352	(0,0380)	(0,041)	(0,047)	(0,052)
200 bar	0,0354	0,0365	0,0378	0,0396	(0,0415)	(0,044)	(0,048)	(0,053)
300 bar	0,0447	0,0442	0,0444	0,0448	(0,0456)	(0,047)	(0,050)	(0,054)
Temperaturna provodnost $\alpha = \lambda / (c_p \cdot \rho) \cdot 10^6, \text{m}^2/\text{s}$								
1 bar	12,96	18,94	26,51	33,26	(41,68)	(50,35)	(70,85)	(92,28)
50 bar	0,233	0,372	0,516	0,700	(0,855)	(1,054)	(1,46)	(1,90)
100 bar	0,1071	0,187	0,468	0,352	(0,443)	(0,539)	(0,749)	(0,960)
200 bar	0,0641	0,106	0,150	0,196	(0,242)	(0,293)	(0,391)	(0,502)
300 bar	0,0613	0,0894	0,120	0,151	(0,182)	(0,214)	(0,270)	(0,351)
Dinamička viskoznost $\mu \cdot 10^6, \text{Pa}\cdot\text{s}$								
1 bar	14,65	17,20	19,61	21,82	23,92	25,85	29,47	32,76
50 bar	(16,7)	19,42	20,57	22,59	24,40	(26,4)	(29,9)	(33,1)
100 bar	(18,3)	20,2	21,7	23,4	25,1	(26,9)	(30,4)	(33,5)
200 bar	(22,8)	23,6	24,4	25,6	26,8	(28,5)	(31,5)	(34,7)
300 bar	(28,7)	27,8	27,5	28,1	28,8	(30,1)	(33,1)	(36,1)
Kinematička viskoznost $\nu = \mu / \rho \cdot 10^6, \text{m}^2/\text{s}$								
1 bar	9,375	13,49	18,20	23,39	29,07	35,14	48,53	63,37
50 bar	(0,199)	0,298	0,381	0,488	0,602	(0,730)	(1,00)	(1,30)
100 bar	(0,104)	0,154	0,203	0,257	0,315	(0,380)	(0,521)	(0,674)
200 bar	(0,0670)	0,0930	0,119	0,147	0,176	(0,219)	(0,282)	(0,364)
300 bar	(0,0639)	0,0793	0,0953	0,114	0,133	(0,156)	(0,206)	(0,263)
Prandtl-ov broj $Pr = \nu / \alpha$								
1 bar	0,723	0,712	0,687	0,703	0,698	(0,698)	(0,685)	(0,687)
50 bar	(0,854)	0,801	0,739	0,698	(0,704)	(0,693)	(0,69)	(0,68)
100 bar	(0,971)	0,824	0,757	0,730	(0,711)	(0,71)	(0,70)	(0,70)
200 bar	(1,045)	0,877	0,793	0,750	(0,727)	(0,72)	(0,72)	(0,73)
300 bar	(1,042)	0,887	0,794	0,755	(0,731)	(0,73)	(0,74)	(0,75)

* (U zagrada su vrednosti dobijene interpolacijom)



Slika 3.13 "t - s" dijagram za suvi vazduh

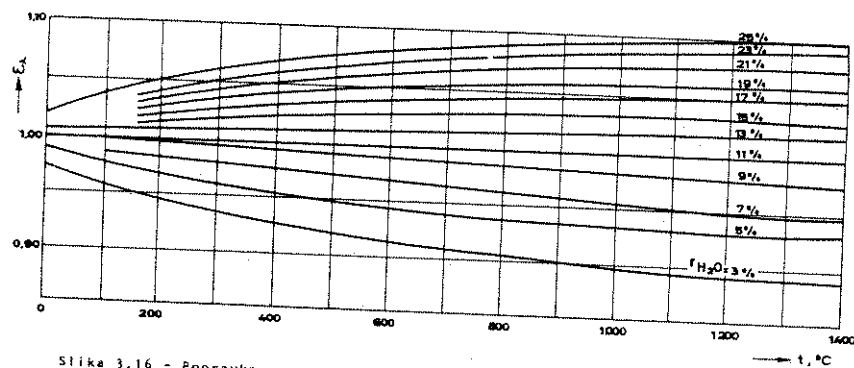


Slika 3.14 Faktor kompresibilnosti za realne gasove

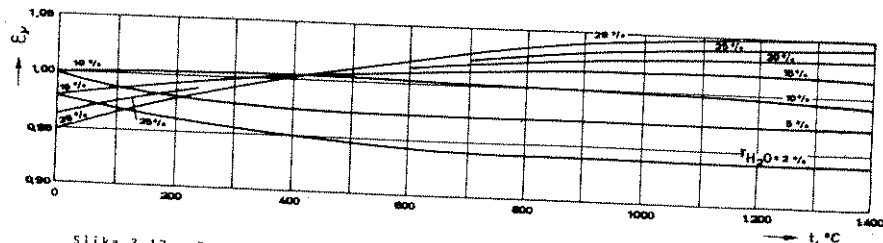
Tabela 3.15 - FIZIČKE OSOBINE DIMNOG GASA^a ($x_{\text{CO}_2}=0,13$; $x_{\text{H}_2\text{O}}=0,11$; $x_{\text{N}_2}=0,76$) PRI $P = 1 \text{ atm}$

t $^{\circ}\text{C}$	ρ kg/m^3	α_p $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	$\lambda \cdot 10^{-2}$ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$a \cdot 10^6$ m^2/s	$\mu \cdot 10^6$ $\text{Pa}\cdot\text{s}$	$\nu \cdot 10^6$ m^2/s	Pr -
0	1,295	1,042	2,28	16,9	15,8	12,20	0,72
100	0,950	1,068	3,13	30,8	20,4	21,54	0,69
200	0,748	1,097	4,01	48,9	24,5	32,80	0,67
300	0,617	1,122	4,84	69,9	28,2	45,81	0,65
400	0,525	1,151	5,70	94,3	31,7	60,38	0,64
500	0,457	1,185	6,56	121,1	34,8	76,30	0,63
600	0,405	1,214	7,42	150,9	37,9	93,61	0,62
700	0,363	1,239	8,27	183,8	40,7	112,1	0,61
800	0,330	1,264	9,15	219,7	43,4	131,8	0,60
900	0,301	1,290	10,00	258,0	45,9	152,5	0,59
1000	0,275	1,306	10,90	303,4	48,4	174,3	0,58
1100	0,257	1,323	11,75	345,5	50,7	197,1	0,57
1200	0,240	1,340	12,62	392,4	53,0	221,0	0,56

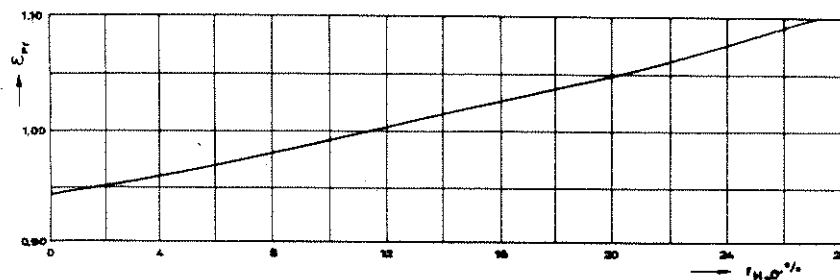
^a Za dimne gasove drugog zapreminskog sastava vrednosti za λ , ν i Pr zavise uglavnom od zapreminskog udela vodene pare, pa tablične vrednosti treba pomnožiti sa odgovarajućom vrednošću popravke c_λ , c_ν i c_{Pr} .



Slika 3.16 - Popravka za termičku provodnost dimnih gasova pri $x_{\text{H}_2\text{O}} \neq 11 \%$



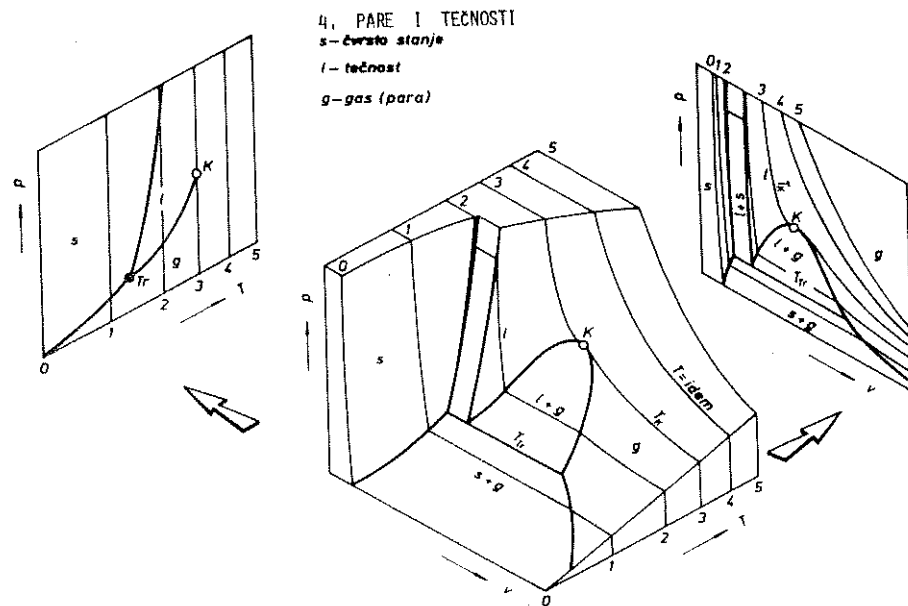
Slika 3.17 - Popravka za kinematičku viskoznost dimnih gasova pri $x_{\text{H}_2\text{O}} \neq 11 \%$



Slika 3.18 - Popravka za Prandtl-ov broj dimnih gasova pri $x_{\text{H}_2\text{O}} \neq 11 \%$

Tabela 3.19 - MEDJUNARODNA STANDARDNA ATMOSFERA

Visina km	Temperatura		Pritisak		Gustina kg/m^3
	$^{\circ}\text{C}$	K	mmHg	bar	
0	15	288	760	1,013	1,225
1	8,5	281,5	674	0,899	1,112
2	2,0	275	596	0,795	1,007
3	-4,5	268,5	526	0,701	0,909
4	-11,0	262	462	0,616	0,819
5	-17,5	255,5	405	0,540	0,736
6	-24,0	249	354	0,472	0,660
7	-30,5	242,5	308	0,411	0,590
8	-37,0	236	267	0,356	0,525
9	-43,5	229,5	230	0,307	0,466
10	-50,0	223	198	0,264	0,413
11	-56,5	216,5	169	0,225	0,364
12			145	0,193	0,310
13			124	0,165	0,265
14			106	0,141	0,226
15			90	0,120	0,193
16	-56,5	216,5	77	0,103	0,165
17			66	0,088	0,141
18			56	0,075	0,120
19			48	0,064	0,103
20			41	0,055	0,088
21	-56,5	216,5	35	0,047	0,075
22			30	0,040	0,064
23			25	0,033	0,055
24			22	0,029	0,047
25			19	0,025	0,040
26	-56,5	216,5	16	0,0213	0,034
27			14	0,0187	0,029
28			12	0,0160	0,025
29			10	0,0133	0,022
30	-56,5	216,5	8	0,0107	0,018



Slika 4.1 – Grafički prikaz termičke jednačine stanja

4.2 – VODENA PARA I VODA

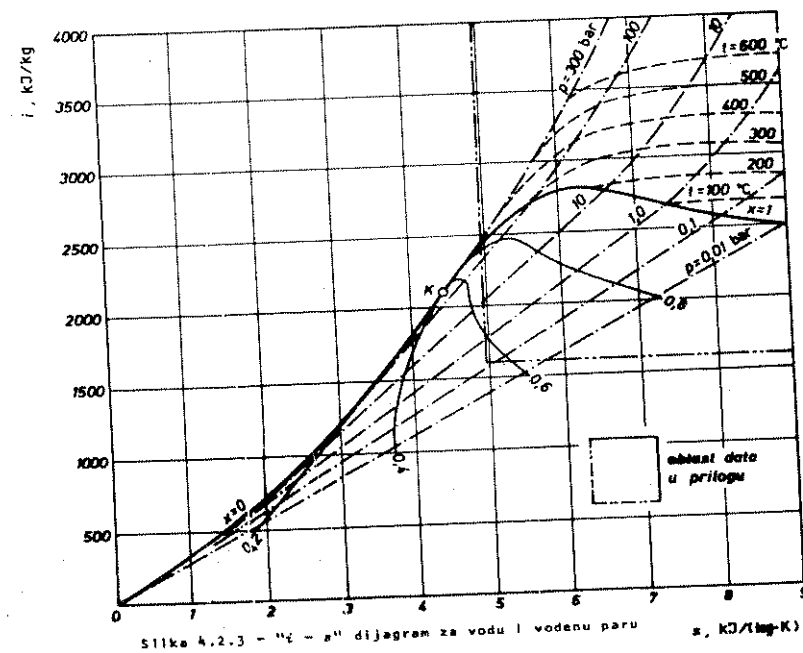
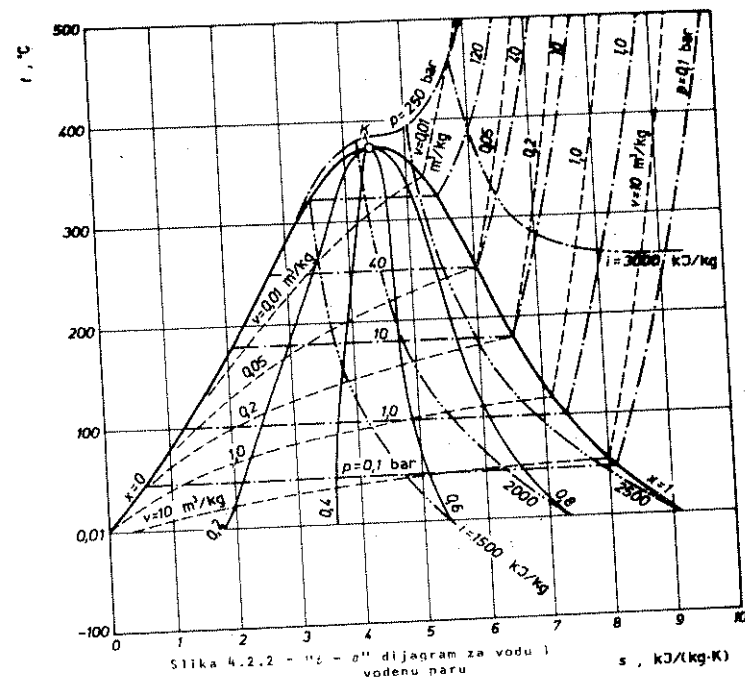
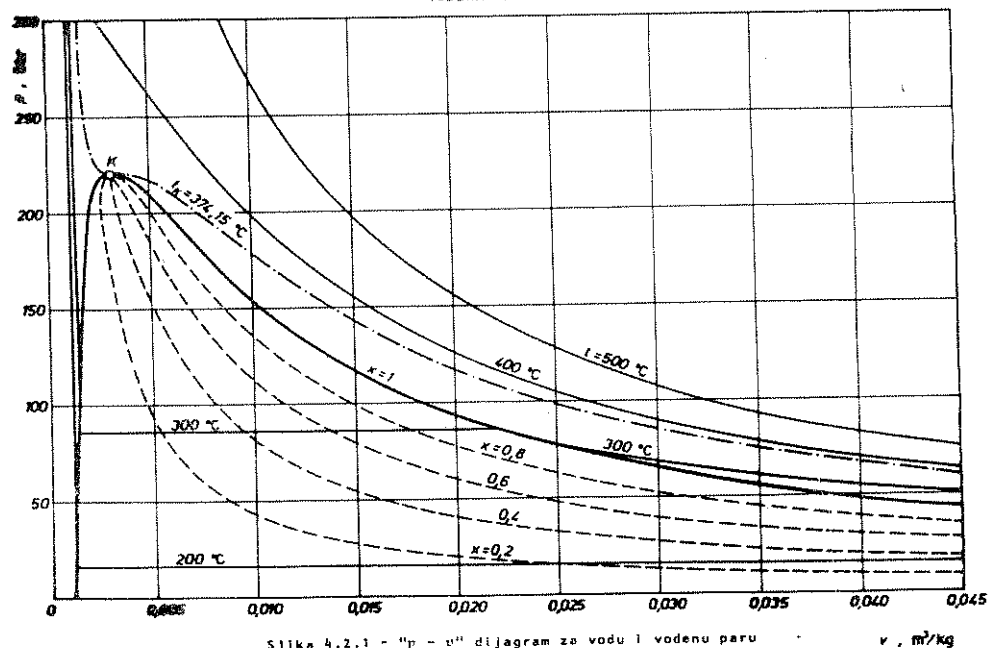


Tabela 4.2.4 ODREĐJIVANJE VELIČINA STANJA VLAŽNE PARE

suvoće

$$x = \frac{m''}{m'} = \frac{m''}{m' + m''}$$

u m' i m'' - masa ključale tečnosti i masa suvozasicene pare.

ta faze

$$x = \frac{m''}{m'} = \frac{m''}{m' + m''} = \frac{u'' - u'}{u_g - u'} = \frac{h'' - h'}{h_g - h'} = \frac{s'' - s'}{s_g - s'}$$

fizična zapremina

$$v_x = v' + x(v'' - v')$$

fizična entalpija

$$h_x = h' + x(h'' - h')$$

u: v', h', s', u' - veličine stanja ključale vode (x = 0); v'', h'', s'', u'' - veličine stanja zasićene pare (x = 1); T_g - temperatura zasićenja za odgovarajući pritisak p_g; ρ, ψ - unutrašnja toplota faze i rad usled porasta zapremine.

Tabela 4.2.5 OSNOVNE PROMENE STANJA VODENE PARE

izotermna promena, p = const

$$u_2 = u_1, \quad t_{12} = 0, \quad t_{12} = v(p_1 - p_2) = (u_2 - u_1) - (t_2 - t_1)$$

t₁₂

izobarska promena, p = const

$$u_2 = u_1, \quad t_{12} = p(v_2 - v_1) = (t_2 - t_1) - (u_2 - u_1),$$

$$t_{12} = 0$$

izotermna promena, T = const

$$u_2 = T(s_2 - s_1), \quad t_{12} = T(s_2 - s_1) - (u_2 - u_1)$$

$$t_{12} = T(s_2 - s_1) - (t_2 - t_1)$$

adiabatsko priгуšivanje, i = const

$$u_2 = 0, \quad t_{12} = 0, \quad t_{12} = 0$$

Tabela 4.2.6 - VELIČINE STANJA KLJUČALE VODE I SUVE PARE U ZAVISNOSTI OD PRITISKA

P	t	v'	v''	u'	u''	h'	h''	s'	s''	u'	u''
bar	°C	m ³ /kg	m ³ /kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/(kg·K)	kJ/(kg·K)	kJ/(kg·K)	kJ/(kg·K)	kJ/kg	kJ/kg
0,010	6,92	0,0010001	129,9	29,32	2484	0,1054	8,975	0,1054	8,975	29,32	2383
0,015	13,038	0,0010007	87,90	54,75	2470	0,1958	8,827	0,1958	8,827	54,75	2393
0,02	17,514	0,0010014	66,97	73,52	2459	0,2609	8,722	0,2609	8,722	73,52	2399
0,03	24,097	0,0010028	45,66	101,04	2444	0,3546	8,576	0,3546	8,576	101,04	2406
0,04	28,979	0,0010041	34,81	121,42	2433	0,4255	8,473	0,4255	8,473	121,42	2415
0,05	32,88	0,0010053	28,19	137,83	2423	0,4761	8,393	0,4761	8,393	137,83	2420
0,06	36,18	0,0010064	23,74	151,50	2415	0,5207	8,328	0,5207	8,328	151,50	2425
0,08	41,54	0,0010085	18,10	173,9	2402	0,5927	8,227	0,5927	8,227	173,9	2431
0,10	45,84	0,0010103	14,68	191,9	2392	0,6482	8,149	0,6482	8,149	191,9	2437
0,12	49,45	0,0010119	12,35	207,0	2384	0,6866	8,085	0,6866	8,085	207,0	2443
0,15	54,00	0,0010140	10,02	226,1	2373	0,7550	8,007	0,7550	8,007	226,1	2449
0,20	60,08	0,0010171	7,647	251,4	2358	0,8321	7,907	0,8321	7,907	251,4	2456
0,25	64,99	0,0010199	6,202	272,0	2346	0,8934	7,830	0,8934	7,830	272,0	2463
0,30	69,12	0,0010222	5,226	289,3	2336	0,9481	7,769	0,9481	7,769	289,3	2468
0,40	75,88	0,0010264	3,994	317,7	2318	1,0261	7,670	1,0261	7,670	317,7	2476
0,50	81,35	0,0010299	3,239	340,6	2304	1,0910	7,593	1,0910	7,593	340,6	2483
0,60	85,95	0,0010330	2,732	360,0	2293	1,1453	7,531	1,1453	7,531	360,0	2489
0,70	89,97	0,0010359	2,364	376,8	2283	1,1918	7,479	1,1918	7,479	376,8	2495
0,80	93,52	0,0010385	2,087	391,8	2273	1,2330	7,434	1,2330	7,434	391,8	2498
0,90	96,72	0,0010409	1,869	405,3	2265	1,2696	7,394	1,2696	7,394	405,3	2502
1,0	99,64	0,0010432	1,694	417,4	2258	1,3026	7,360	1,3026	7,360	417,4	2506
1,1	102,32	0,0010452	1,550	428,9	2250	1,3327	7,328	1,3327	7,328	428,9	2509
1,2	104,81	0,0010472	1,429	439,4	2244	1,3666	7,298	1,3666	7,298	439,4	2512
1,3	107,14	0,0010492	1,325	449,2	2238	1,3866	7,271	1,3866	7,271	449,2	2515
1,4	109,33	0,0010510	1,236	458,5	2232	1,4109	7,246	1,4109	7,246	458,5	2517
1,5	111,38	0,0010527	1,159	467,2	2226	1,4336	7,223	1,4336	7,223	467,2	2519
1,6	113,32	0,0010543	1,091	475,4	2221	1,4550	7,202	1,4550	7,202	475,4	2521
1,8	116,94	0,0010575	0,9773	490,7	2211	1,4943	7,163	1,4943	7,163	490,7	2526
2,0	120,23	0,0010605	0,8854	504,8	2202	1,5302	7,127	1,5302	7,127	504,8	2530
2,2	123,27	0,0010633	0,8098	517,8	2193	1,5630	7,096	1,5630	7,096	517,8	2533

nastavek

P	t	u'	u''	z'	z''	r'	r''	g'	g''	u'	u''
2,4	136,09	0,0010659	0,7465	529,8	2715	2185	1,5929	7,067	529,55	2536	2536
2,6	138,73	0,0010685	0,6925	540,9	2719	2178	1,621	7,040	540,63	2539	2539
2,8	141,20	0,0010709	0,6461	551,4	2722	2173	1,647	7,015	551,1	2541	2541
3,0	131,54	0,0010733	0,6057	561,4	2725	2164	1,672	6,992	561,1	2543	2543
3,2	135,75	0,0010754	0,5701	571,1	2728	2157	1,695	6,971	570,8	2546	2546
3,4	137,86	0,0010776	0,5386	580,2	2731	2151	1,717	6,951	579,8	2548	2548
3,6	139,87	0,0010797	0,5104	588,7	2734	2145	1,738	6,932	588,3	2550	2550
3,8	141,79	0,0010817	0,4852	596,8	2736	2139	1,758	6,914	596,4	2552	2552
4,0	143,62	0,0010836	0,4622	604,7	2738	2133	1,777	6,897	604,3	2553	2553
4,2	145,92	0,0010853	0,4419	613,4	2744	2121	1,821	6,857	622,9	2558	2558
4,4	147,84	0,0010877	0,4247	620,1	2749	2109	1,860	6,822	639,4	2562	2562
4,6	149,84	0,0011007	0,4156	627,5	2757	2086	1,931	6,761	663,8	2568	2568
4,8	151,84	0,0011081	0,4078	637,2	2764	2067	1,992	6,709	696,4	2573	2573
5,0	154,96	0,0011149	0,4003	720,9	2769	2046	2,046	6,663	720,0	2577	2577
5,2	157,35	0,0011213	0,4149	742,8	2774	2031	2,094	6,623	741,8	2581	2581
5,4	159,88	0,0011273	0,4346	762,7	2778	2015	2,138	6,587	761,6	2583	2583
5,6	162,05	0,0011331	0,4575	781,1	2781	2000	2,179	6,554	779,9	2586	2586
5,8	164,95	0,0011385	0,4833	798,3	2785	1987	2,216	6,523	796,9	2588	2588
6,0	167,50	0,0011438	0,5112	814,5	2787	1973	2,251	6,495	813,0	2590	2590
6,2	169,84	0,0011490	0,5408	830,0	2790	1960	2,284	6,469	828,4	2593	2593
6,4	172,28	0,0011539	0,5717	844,6	2792	1947	2,314	6,445	842,9	2594	2594
6,6	174,36	0,0011586	0,6038	858,3	2793	1935	2,344	6,422	856,4	2595	2595
6,8	176,30	0,0011632	0,6371	871,6	2795	1923	2,371	6,400	869,6	2597	2597
7,0	178,10	0,0011678	0,6714	884,4	2796	1912	2,397	6,379	882,3	2597	2597
7,2	179,78	0,0011722	0,7067	896,6	2798	1901	2,422	6,359	894,4	2598	2598
7,4	181,37	0,0011766	0,7430	908,5	2799	1891	2,447	6,340	906,1	2600	2600
7,6	182,74	0,0011811	0,7801	920,9	2801	1879	2,472	6,305	928,3	2602	2602
7,8	184,05	0,0011851	0,8178	933,4	2802	1850	2,494	6,272	948,9	2602	2602
8,0	185,21	0,0011892	0,8561	946,1	2803	1831	2,513	6,242	968,6	2603	2603
8,2	186,33	0,0011932	0,8948	959,4	2803	1813	2,534	6,213	987,0	2603	2603

nastavek

P	t	u'	u''	z'	z''	r'	r''	g'	g''	u'	u''
30	233,81	0,0012163	0,06665	1008,3	2804	1796	2,646	6,186	1004,7	2604	2604
32	237,44	0,0012238	0,06246	1025,3	2803	1778	2,679	6,161	1021,4	2603	2603
34	240,88	0,0012310	0,05875	1041,9	2801	1761	2,710	6,137	1037,7	2603	2603
36	244,16	0,0012380	0,05543	1057,5	2802	1745	2,740	6,113	1053,0	2602	2602
38	247,31	0,0012450	0,05246	1072,7	2802	1729	2,769	6,091	1068,0	2603	2603
40	250,33	0,0012520	0,04977	1087,5	2801	1713	2,796	6,070	1082,5	2602	2602
42	253,24	0,0012588	0,04732	1101,7	2800	1698	2,823	6,049	1096,4	2601	2601
44	256,05	0,0012656	0,04508	1115,3	2798	1683	2,849	6,029	1109,7	2600	2600
46	258,75	0,0012724	0,04305	1128,8	2797	1668	2,874	6,010	1122,9	2599	2599
48	261,37	0,0012790	0,04118	1141,8	2796	1654	2,898	5,991	1135,7	2598	2598
50	263,91	0,0012857	0,03944	1154,4	2794	1640	2,921	5,973	1148,0	2597	2597
60	275,56	0,0013185	0,03243	1213,9	2785	1570,8	3,027	5,890	1206,0	2598	2598
70	285,80	0,0013510	0,02737	1287,4	2772	1504,9	3,122	5,814	1257,9	2580	2580
80	294,98	0,0013838	0,02352	1317,0	2758	1441,1	3,208	5,745	1315,9	2570	2570
90	303,32	0,0014174	0,02048	1363,7	2743	1379,3	3,287	5,678	1350,9	2555	2555
100	310,96	0,0014521	0,01803	1407,7	2725	1317,0	3,360	5,615	1393,2	2545	2545
110	318,04	0,0014899	0,01598	1450,2	2705	1255,4	3,430	5,553	1433,8	2539	2539
120	324,63	0,0015277	0,01426	1491,1	2685	1193,5	3,496	5,492	1472,8	2514	2514
130	330,81	0,0015677	0,01277	1531,5	2662	1130,8	3,561	5,432	1511,1	2496	2496
140	336,63	0,0016111	0,01149	1570,8	2638	1066,9	3,623	5,372	1548,2	2527	2527
150	342,11	0,0016588	0,01035	1610	2611	1001,1	3,684	5,310	1585	2456	2456
160	347,32	0,0017110	0,009318	1650	2582	932,0	3,746	5,247	1623	2433	2433
170	352,26	0,0017688	0,008382	1690	2548	858,3	3,807	5,177	1660	2406	2406
180	356,96	0,0018337	0,007504	1732	2510	778,2	3,871	5,107	1699	2375	2375
190	361,44	0,0019211	0,00668	1776	2466	690	3,938	5,027	1740	2339	2339
200	365,71	0,0020204	0,00585	1827	2410	583	4,015	4,928	1786	2293	2293
210	369,79	0,002121	0,00498	1888	2336	448	4,108	4,803	1842	2231	2231
220	373,7	0,00223	0,00367	2016	2168	152	4,303	4,591	1956	2087	2087
221,29	374,15	0,00326		2100	4,430	0			2028		

Tabela 4.2.7 - VELIČINE STANJA KLJUČALE VODE I SUVE PARE U ZAVISNOSTI OD TEMPERATURE

t	P	v'	v''	i'	i''	r	e'	e''	u'	u''
°C	bar	m ³ /kg								
0,01	0,006108	0,0010002	206,3	0	2501	2501	0	9,1544	0	2375
5	0,008719	0,0010004	147,2	21,05	2510	2489	0,0762	9,0241	21,05	2382
10	0,012277	0,0010006	106,42	42,04	2519	2477	0,1510	8,8994	42,04	2388
15	0,017041	0,0010010	77,91	62,97	2528	2465	0,2264	8,7866	62,97	2395
20	0,02337	0,0010018	57,84	83,36	2537	2453	0,2964	8,6665	83,36	2402
25	0,03166	0,0010030	43,40	104,81	2547	2442	0,3672	8,5570	104,81	2410
30	0,04241	0,0010044	32,93	125,71	2556	2430	0,4366	8,4523	125,71	2416
35	0,05622	0,0010061	25,24	146,60	2565	2418	0,5049	8,3519	146,60	2423
40	0,07375	0,0010082	19,55	167,50	2574	2406	0,5723	8,2559	167,50	2430
45	0,09584	0,0010099	15,28	188,40	2582	2394	0,6384	8,1638	188,40	2436
50	0,12335	0,0010121	12,04	209,3	2592	2383	0,7038	8,0753	209,3	2443
55	0,15740	0,0010145	9,258	230,2	2600	2370	0,7679	7,9901	230,2	2449
60	0,19917	0,0010171	7,094	251,1	2609	2358	0,8311	7,9084	251,1	2456
65	0,2501	0,0010200	5,251	272,1	2617	2345	0,8934	7,8297	272,1	2462
70	0,3117	0,0010228	3,845	293,0	2626	2333	0,9549	7,7544	293,0	2469
75	0,3855	0,0010258	2,813	314,0	2635	2321	1,0157	7,6812	314,0	2476
80	0,4736	0,0010290	2,098	334,9	2643	2308	1,0753	7,6102	334,9	2482
85	0,5781	0,0010324	1,618	355,9	2651	2295	1,1342	7,5418	355,9	2490
90	0,7011	0,0010359	1,261	377,0	2659	2282	1,1925	7,4757	377,0	2493
95	0,8451	0,0010396	0,982	398,0	2668	2270	1,2502	7,4155	398,0	2501
100	1,0131	0,0010435	0,773	419,1	2676	2257	1,3071	7,3567	419,1	2507
105	1,2079	0,0010474	0,618	440,2	2683	2243	1,3632	7,2989	440,2	2512
110	1,4316	0,0010515	0,509	461,3	2691	2230	1,4184	7,2437	461,3	2518
115	1,6955	0,0010559	0,429	482,5	2698	2216	1,4733	7,1906	482,5	2523
120	1,9854	0,0010603	0,377	503,7	2706	2202	1,5277	7,1396	503,7	2529
125	2,3208	0,0010649	0,341	525,0	2713	2188	1,5814	7,0912	525,0	2534
130	2,7011	0,0010697	0,318	546,3	2721	2174	1,6345	7,0452	546,3	2540
135	3,130	0,0010747	0,303	567,5	2727	2159	1,6869	6,9998	567,5	2545
140	3,614	0,0010798	0,293	589,0	2734	2145	1,7382	6,9564	589,0	2550
145	4,155	0,0010851	0,286	610,5	2740	2130	1,7907	6,9159	610,5	2555
150	4,760	0,0010906	0,286	632,2	2746	2114	1,8418	6,8783	632,2	2559
155	5,433	0,0010962	0,286	654,2	2753	2099	1,8924	6,8430	654,2	2565
160	6,180	0,0011021	0,286	676,3	2759	2082	1,9427	6,8098	676,3	2572
165	7,008	0,0011081	0,286	698,5	2766	2066	1,9924	6,7784	698,5	2577
170	7,920	0,0011144	0,286	720,7	2772	2050	2,0417	6,7486	720,7	2583

nastavak

t	P	u'	u''	i'	i''	s'	s''	u'	u''	z'	z''
175	8,925	0,0011208	0,2166	741,1	2773	2032	2,0909	6,6256	740,1	2580	
180	10,027	0,0011275	0,1939	763,1	2778	2015	2,1395	6,5858	762,0	2584	
185	11,234	0,0011344	0,1729	785,2	2782	1997	2,1876	6,5465	783,9	2587	
190	12,553	0,0011415	0,1564	807,5	2786	1979	2,2357	6,5074	806,1	2590	
195	13,989	0,0011489	0,1409	829,9	2789	1960	2,2834	6,4694	828,3	2593	
200	15,551	0,0011565	0,1222	852,4	2792	1941	2,3308	6,4318	851,6	2595	
205	17,245	0,0011644	0,1051	875,0	2795	1921	2,3777	6,3945	873,0	2598	
210	19,080	0,0011726	0,0897	897,7	2798	1900	2,4246	6,3572	895,5	2599	
215	21,062	0,0011812	0,0765	920,7	2800	1879	2,4715	6,3201	918,2	2601	
220	23,201	0,0011900	0,0660	943,7	2802	1858	2,5179	6,2849	940,9	2602	
225	25,504	0,0011992	0,0587	966,9	2803	1835	2,5640	6,2488	963,8	2602	
230	27,979	0,0012087	0,0537	990,4	2804	1813	2,6101	6,2133	984,6	2603	
235	30,635	0,0012187	0,0505	1013,9	2804	1790	2,6561	6,1780	1010,2	2604	
240	33,480	0,0012291	0,0482	1037,5	2804	1766	2,7021	6,1425	1033,4	2603	
245	36,524	0,0012399	0,0465	1061,6	2803	1741	2,7478	6,1073	1057,1	2603	
250	39,776	0,0012512	0,0450	1085,7	2801	1715	2,7934	6,0721	1080,7	2602	
255	43,245	0,0012631	0,0442	1109,2	2799	1689	2,8394	6,0366	1104,7	2600	
260	46,941	0,0012754	0,0438	1133,1	2796	1661	2,8851	6,0013	1129,1	2598	
265	50,877	0,0012880	0,0435	1157,3	2794	1634	2,9307	5,9657	1153,4	2597	
270	55,05	0,0013003	0,0435	1181,5	2790	1605	2,9764	5,9297	1178,1	2594	
275	59,49	0,0013129	0,0437	1205,7	2785	1574,2	3,0223	5,8938	1202,9	2589	
280	64,19	0,0013259	0,0438	1230,0	2780	1542,5	3,0681	5,8573	1228,3	2587	
285	69,18	0,0013391	0,0440	1254,3	2776	1510,2	3,1146	5,8205	1253,8	2584	
290	74,45	0,0013525	0,0442	1278,6	2773	1476,3	3,1611	5,7827	1279,8	2578	
295	80,02	0,0013661	0,0444	1311,2	2768	1441,0	3,2079	5,7443	1306,0	2570	
300	85,92	0,0014036	0,04264	1344,9	2759	1404,2	3,2548	5,7049	1332,8	2563	
305	92,14	0,001425	0,04192	1377,4	2750	1365,6	3,3026	5,6647	1360,0	2552	
310	98,70	0,001447	0,04182	1409,1	2742	1325,2	3,3508	5,6233	1387,8	2543	
315	105,61	0,001472	0,04168	1440,7	2734	1282,3	3,3996	5,5802	1416,1	2536	
320	112,90	0,001499	0,041545	1469,1	2700	1237,8	3,4495	5,5353	1445,2	2531	
325	120,57	0,001529	0,041417	1498,6	2694	1190,3	3,5022	5,4891	1475,2	2524	
330	128,55	0,001562	0,041297	1528,1	2666	1139,6	3,5522	5,4412	1505,9	2518	
335	137,14	0,001599	0,041184	1559,8	2648	1085,7	3,6008	5,3925	1537,7	2512	
340	146,08	0,001639	0,041078	1593,7	2622	1027,0	3,6485	5,3438	1570,7	2506	
345	155,48	0,001686	0,0409771	1632	2595	963,5	3,7184	5,2949	1606	2500	
350	165,37	0,001741	0,0408803	1671	2565	893,5	3,7786	5,2457	1642	2494	
355	175,77	0,001807	0,0407889	1714	2537	813,0	3,8482	5,1955	1682	2488	
360	186,74	0,001884	0,0406993	1762	2508	729,2	3,9274	5,1443	1727	2482	
365	198,30	0,001972	0,0406159	1817	2478	638,2	4,0166	5,0919	1777	2476	
370	210,53	0,002072	0,040539	1893	2431	538,4	4,1137	5,0351	1836	2470	
374	220,87	0,002200	0,040347	2032	2197	114,7	4,3258	4,5029	1970	2028	
374,15	221,25	0,00326		2100	0		4,430				

Tabela 4.2.8 - PREGREJANA VODENA PARA (1 VODA)

pritisak P	0,01 bar			0,05 bar		
	temp. °C	v m ³ /kg	i kJ/kg	e kJ/(kg·K)	v m ³ /kg	i kJ/kg
0		0,001000	0	0,000	0,001000	0
10		131,3	2518	8,995	0,001000	42
20		136,0	2537	9,056	0,001002	84
30		140,7	2556	9,117	0,001004	126
40		145,4	2575	9,178	28,87	2574
50		150,0	2594	9,238	29,80	2593
60		154,7	2613	9,296	30,73	2612
70		159,4	2632	9,352	31,65	2631
80		164,0	2651	9,406	32,58	2650
90		168,7	2669	9,459	33,50	2669
100		173,3	2688	9,510	34,43	2688
120		182,6	2726	9,609	36,28	2726
140		191,9	2764	9,703	38,13	2764
160		201,1	2803	9,793	39,98	2803
180		210,4	2841	9,880	41,83	2841
200		219,8	2880	9,963	43,68	2880
220		229,1	2918	10,044	45,53	2918
240		238,3	2958	10,121	47,37	2958
260		247,6	2997	10,196	49,22	2997
280		256,9	3037	10,269	51,07	3037
300		266,2	3077	10,340	52,92	3077
320		275,4	3117	10,408	54,77	3117
340		284,8	3157	10,474	56,62	3157
360		294,1	3198	10,539	58,47	3198
380		303,4	3238	10,603	60,32	3238
400		312,6	3280	10,665	62,16	3280
420		321,9	3321	10,726	64,00	3321
440		331,2	3363	10,786	65,85	3363
460		340,5	3405	10,844	67,70	3405
480		349,8	3448	10,902	68,54	3448
500		359,0	3490	10,958	71,39	3490
520		368,3	3533	11,014	73,24	3533
540		377,6	3576	11,068	75,09	3576
560		386,9	3619	11,122	76,94	3619
580		396,2	3663	11,174	78,79	3663
600		405,6	3707	11,226	80,64	3707
620		414,8	3751	11,276	82,49	3751
640		424,1	3796	11,325	84,34	3796
660		433,4	3841	11,373	86,19	3841
680		442,6	3886	11,421	88,04	3886
700		451,9	3931	11,468	89,88	3931

nastavak

pritisak P	0,1 bar			0,5 bar		
	temp. °C	v m ³ /kg	i kJ/kg	e kJ/(kg·K)	v m ³ /kg	i kJ/kg
0		0,001000	0,0	0,000	0,001000	0,1
10		0,001000	41,9	0,151	0,001000	42,0
20		0,001001	83,7	0,296	0,001001	83,8
30		0,001004	125,6	0,436	0,001004	125,6
40		0,001007	167,5	0,572	0,001007	167,5
50		15,00	2590	8,170	0,001012	209,3
60		15,35	2611	8,227	0,001017	251,1
70		15,81	2630	8,283	0,001022	293,0
80		16,27	2649	8,337	0,001029	334,9
90		16,74	2669	8,390	3,324	2663
100		17,20	2688	8,442	3,420	2683
120		18,13	2726	8,542	3,608	2722
140		19,06	2764	8,636	3,795	2761
160		19,98	2802	8,727	3,982	2799
180		20,90	2841	8,814	4,169	2838
200		21,83	2879	8,897	4,355	2877
220		22,76	2918	8,978	4,540	2916
240		23,68	2957	9,056	4,726	2956
260		24,60	2997	9,131	4,912	2995
280		25,53	3037	9,203	5,098	3035
300		26,46	3077	9,274	5,284	3076
320		27,38	3117	9,343	5,470	3116
340		28,30	3157	9,410	5,656	3156
360		29,23	3198	9,475	5,841	3197
380		30,15	3238	9,539	6,027	3237
400		31,08	3280	9,601	6,212	3279
420		32,00	3321	9,662	6,397	3320
440		32,93	3363	9,722	6,582	3362
460		33,85	3405	9,780	6,766	3404
480		34,77	3448	9,838	6,951	3447
500		35,70	3490	9,895	7,136	3489
520		36,63	3533	9,950	7,321	3532
540		37,55	3576	10,004	7,506	3576
560		38,47	3619	10,058	7,690	3619
580		39,40	3663	10,110	7,874	3663
600		40,32	3707	10,162	8,058	3707
620		41,24	3751	10,212	8,242	3751
640		42,17	3796	10,262	8,427	3795
660		43,10	3841	10,310	8,612	3840
680		44,02	3886	10,358	8,797	3885
700		44,94	3931	10,405	8,982	3930

nastavak

pritisak p	1 bar			2 bar		
	temp. C	v m ³ /kg	i kJ/kg	h kJ/(kg·K)	v m ³ /kg	i kJ/kg
0	0,001000	0,1	0,000	0,001000	0,2	0,000
20	0,001001	83,9	0,296	0,001001	84,0	0,296
40	0,001007	167,5	0,571	0,001007	167,6	0,571
60	0,001017	251,1	0,830	0,001017	251,2	0,830
80	0,001028	334,9	1,074	0,001028	335,0	1,074
100	1,695	2676	7,361	0,001043	419,0	1,306
120	1,795	2717	7,465	0,001060	503,7	1,526
140	1,889	2757	7,562	0,9357	2749	7,227
160	1,984	2796	7,654	0,9840	2790	7,324
180	2,078	2835	7,743	1,032	2830	7,415
200	2,172	2875	7,828	1,080	2870	7,501
220	2,266	2914	7,910	1,128	2910	7,583
240	2,359	2954	7,988	1,175	2950	7,663
260	2,452	2993	8,064	1,222	2990	7,740
280	2,545	3033	8,139	1,269	3030	7,815
300	2,638	3074	8,211	1,316	3071	7,887
320	2,731	3114	8,281	1,363	3111	7,957
340	2,825	3155	8,348	1,410	3153	8,025
360	2,918	3195	8,414	1,457	3194	8,092
380	3,010	3236	8,478	1,503	3235	8,156
400	3,102	3278	8,541	1,549	3276	8,219
420	3,195	3319	8,602	1,595	3318	8,280
440	3,288	3361	8,661	1,641	3360	8,340
460	3,380	3403	8,719	1,687	3402	8,398
480	3,472	3446	8,777	1,734	3445	8,456
500	3,565	3488	8,833	1,781	3487	8,512
520	3,658	3531	8,888	1,828	3530	8,567
540	3,751	3575	8,942	1,874	3574	8,621
560	3,843	3618	8,995	1,920	3617	8,674
580	3,935	3662	9,047	1,967	3661	8,726
600	4,028	3706	9,097	2,013	3705	8,776
620	4,121	3750	9,146	2,060	3749	8,825
640	4,214	3795	9,195	2,107	3794	8,874
660	4,306	3840	9,243	2,153	3839	8,922
680	4,398	3885	9,291	2,199	3884	8,970
700	4,491	3929	9,338	2,245	3928	9,018
750	4,722	4042	9,453	2,361	4041	9,133
800	4,952	4157	9,563	2,476	4157	9,242
850	5,183	4276	9,670	2,591	4276	9,351
900	5,413	4395	9,774	2,706	4395	9,455
1000	5,874	4636	9,973	2,937	4635	9,653

nastavak

pritisak p	3 bar			4 bar		
	temp. C	v m ³ /kg	i kJ/kg	h kJ/(kg·K)	v m ³ /kg	i kJ/kg
0	0,001000	0,3	0,000	0,001000	0,5	0,000
20	0,001001	84,1	0,296	0,001001	84,1	0,296
40	0,001007	167,7	0,571	0,001007	167,7	0,571
60	0,001017	251,3	0,830	0,001017	251,3	0,830
80	0,001028	335,1	1,074	0,001028	335,1	1,074
100	0,001043	419,1	1,306	0,001043	419,1	1,306
120	0,001060	503,7	1,526	0,001060	503,7	1,526
140	0,6171	2740	7,025	0,001079	589,1	1,738
160	0,6512	2783	7,126	0,4840	2776	6,980
180	0,6838	2824	7,218	0,5094	2818	7,077
200	0,7161	2864	7,306	0,5341	2859	7,166
220	0,7482	2905	7,389	0,5585	2900	7,251
240	0,7802	2946	7,470	0,5827	2941	7,332
260	0,8120	2986	7,547	0,6068	2982	7,410
280	0,8436	3027	7,623	0,6307	3023	7,486
300	0,8750	3068	7,695	0,6545	3065	7,560
320	0,9064	3109	7,766	0,6782	3106	7,631
340	0,9377	3150	7,835	0,7019	3148	7,700
360	0,9690	3192	7,902	0,7254	3190	7,767
380	1,000	3233	7,967	0,7488	3231	7,832
400	1,032	3275	8,030	0,7723	3273	7,895
420	1,063	3317	8,091	0,7957	3315	7,957
440	1,094	3359	8,151	0,8190	3358	8,017
460	1,125	3401	8,210	0,8424	3400	8,076
480	1,156	3444	8,268	0,8657	3443	8,134
500	1,187	3486	8,324	0,8890	3485	8,190
520	1,218	3529	8,379	0,9123	3528	8,245
540	1,248	3573	8,433	0,9357	3572	8,299
560	1,279	3616	8,486	0,9590	3615	8,352
580	1,310	3660	8,538	0,9822	3659	8,404
600	1,341	3704	8,588	1,0054	3703	8,455
620	1,372	3748	8,638	1,0287	3747	8,504
640	1,403	3793	8,686	1,0519	3792	8,553
660	1,434	3838	8,735	1,0752	3837	8,602
680	1,465	3883	8,783	1,0983	3882	8,650
700	1,496	3927	8,830	1,1214	3926	8,697
750	1,573	4041	8,945	1,1793	4040	8,812
800	1,650	4157	9,056	1,2372	4156	8,923
850	1,728	4275	9,163	1,2950	4275	9,030
900	1,804	4395	9,267	1,3525	4394	9,134
1000	1,958	4635	9,466	1,4679	4635	9,333

pritisak p temp. °C	6 bar			8 bar		
	ρ m ³ /kg	τ kJ/kg	θ kJ/(kg·K)	ρ m ³ /kg	τ kJ/kg	θ kJ/(kg·K)
0	0,000999	0,7	0,000	0,000999	0,9	0,000
20	0,001001	84,3	0,296	0,001001	84,3	0,296
40	0,001007	167,9	0,571	0,001007	168,1	0,571
60	0,001016	251,5	0,830	0,001016	251,7	0,830
80	0,001028	335,2	1,074	0,001028	335,3	1,074
100	0,001043	419,1	1,306	0,001043	419,2	1,306
120	0,001060	503,7	1,526	0,001060	503,8	1,526
140	0,001079	589,1	1,738	0,001079	589,1	1,737
160	0,001102	675,3	1,941	0,001102	675,3	1,941
180	0,3167	2759	6,767	0,2473	2792	6,715
200	0,3348	2805	6,869	0,2609	2839	6,814
220	0,3520	2849	6,963	0,2739	2883	6,905
240	0,3688	2891	7,051	0,2867	2926	6,991
260	0,3855	2933	7,135	0,2993	2969	7,073
280	0,4019	2975	7,215	0,3118	3011	7,151
300	0,4181	3017	7,292	0,3240	3054	7,226
320	0,4342	3059	7,366	0,3362	3096	7,299
340	0,4502	3101	7,437	0,3482	3139	7,369
360	0,4661	3143	7,507	0,3602	3181	7,438
380	0,4820	3185	7,575	0,3722	3224	7,504
400	0,4979	3228	7,640	0,3842	3267	7,568
420	0,5136	3270	7,704	0,3960	3309	7,631
440	0,5293	3312	7,766	0,4079	3352	7,692
460	0,5450	3355	7,827	0,4196	3395	7,751
480	0,5607	3397	7,886	0,4315	3437	7,809
500	0,5763	3440	7,944	0,4432	3481	7,866
520	0,5919	3483	8,001	0,4549	3524	7,921
540	0,6075	3526	8,056	0,4667	3567	7,975
560	0,6230	3570	8,110	0,4784	3611	8,029
580	0,6387	3613	8,163	0,4901	3655	8,081
600	0,6542	3657	8,215	0,5018	3699	8,132
620	0,6697	3701	8,266	0,5135	3744	8,182
640	0,6852	3745	8,316	0,5253	3788	8,232
660	0,7007	3790	8,365	0,5369	3833	8,280
680	0,7162	3835	8,413	0,5485	3878	8,328
700	0,7317	3880	8,461	0,5601	3924	8,375
720	0,7472	3925	8,508	0,5893	4038	8,490
740	0,7627	4039	8,624	0,6182	4155	8,601
760	0,7782	4155	8,734	0,6471	4273	8,709
780	0,7937	4274	8,842	0,6761	4392	8,814
800	0,8092	4393	8,946	0,7338	4634	9,013
820	0,8247	4515	9,050			
840	0,8402	4634	9,154			
860	0,8557	4756	9,258			
880	0,8712	4878	9,362			
900	0,8867	4999	9,466			
920	0,9022	5121	9,570			
940	0,9177	5243	9,674			
960	0,9332	5365	9,778			
980	0,9487	5487	9,882			
1000	0,9642	5609	9,986			

pritisak p temp. °C	10 bar			12 bar		
	ρ m ³ /kg	τ kJ/kg	θ kJ/(kg·K)	ρ m ³ /kg	τ kJ/kg	θ kJ/(kg·K)
0	0,000999	1,1	0,000	0,000999	1,3	0,000
20	0,001001	84,7	0,296	0,001001	84,9	0,295
40	0,001007	168,3	0,571	0,001007	168,5	0,571
60	0,001016	251,8	0,829	0,001016	251,9	0,829
80	0,001028	335,4	1,074	0,001028	335,5	1,073
100	0,001043	419,3	1,305	0,001042	419,4	1,305
120	0,001059	503,9	1,526	0,001059	504,0	1,525
140	0,001079	589,2	1,737	0,001079	589,3	1,737
160	0,001101	675,4	1,941	0,001101	675,5	1,940
180	0,1949	2778	6,588	0,001127	763,2	2,138
200	0,2060	2827	6,692	0,1693	2816	6,588
220	0,2169	2874	6,788	0,1788	2865	6,688
240	0,2274	2918	6,877	0,1879	2911	6,780
260	0,2377	2962	6,961	0,1967	2955	6,866
280	0,2478	3005	7,040	0,2054	2999	6,947
300	0,2578	3048	7,116	0,2139	3042	7,025
320	0,2677	3091	7,189	0,2221	3086	7,099
340	0,2774	3134	7,261	0,2302	3129	7,171
360	0,2871	3177	7,330	0,2384	3173	7,241
380	0,2968	3220	7,397	0,2466	3216	7,308
400	0,3065	3263	7,461	0,2547	3260	7,373
420	0,3160	3306	7,524	0,2627	3302	7,437
440	0,3255	3349	7,585	0,2707	3346	7,499
460	0,3351	3392	7,645	0,2786	3390	7,559
480	0,3445	3435	7,703	0,2865	3433	7,617
500	0,3539	3479	7,761	0,2944	3477	7,674
520	0,3634	3522	7,817	0,3023	3520	7,730
540	0,3728	3566	7,871	0,3103	3564	7,784
560	0,3824	3609	7,924	0,3182	3608	7,838
580	0,3917	3653	7,976	0,3261	3652	7,890
600	0,4010	3698	8,027	0,3339	3696	7,942
620	0,4104	3742	8,077	0,3417	3740	7,992
640	0,4199	3787	8,127	0,3495	3785	8,042
660	0,4292	3832	8,176	0,3573	3830	8,091
680	0,4384	3877	8,224	0,3651	3875	8,139
700	0,4477	3923	8,272	0,3728	3921	8,187
720	0,4571	4037	8,387	0,3923	4036	8,302
740	0,4664	4154	8,498	0,4117	4153	8,413
760	0,4757	4272	8,606	0,4310	4272	8,521
780	0,4849	4392	8,710	0,4504	4391	8,626
800	0,4942	4515	8,814	0,4699	4515	8,730
820	0,5035	4634	8,918	0,4890	4632	8,825
840	0,5128	4756	9,022			
860	0,5221	4878	9,126			
880	0,5314	4999	9,230			
900	0,5407	5121	9,334			
920	0,5500	5243	9,438			
940	0,5593	5365	9,542			
960	0,5686	5487	9,646			
980	0,5779	5609	9,750			
1000	0,5872	5731	9,854			

pritisak p temp. °C	16 bar			20 bar		
	v m ³ /kg	i kJ/kg	e kJ/(kg·K)	v m ³ /kg	i kJ/kg	e kJ/(kg·K)
0	0,000999	1,7	0,000	0,000999	2,1	0,000
20	0,001001	85,3	0,295	0,001000	85,7	0,295
40	0,001007	168,8	0,571	0,001007	169,2	0,570
60	0,001016	252,2	0,829	0,001016	252,6	0,829
80	0,001028	335,8	1,073	0,001028	336,2	1,073
100	0,001042	419,7	1,305	0,001042	420,1	1,304
120	0,001059	504,3	1,525	0,001059	504,7	1,525
140	0,001079	589,6	1,736	0,001078	589,9	1,736
160	0,001101	675,7	1,940	0,001101	675,9	1,939
180	0,001127	763,2	2,137	0,001126	763,2	2,136
200	0,001156	852,4	2,329	0,001156	852,4	2,328
220	0,1309	2844	6,524	0,1021	2821	6,385
240	0,1382	2893	6,622	0,1084	2875	6,491
260	0,1452	2940	6,711	0,1143	2924	6,585
280	0,1519	2986	6,796	0,1200	2972	6,674
300	0,1585	3030	6,877	0,1255	3019	6,757
320	0,1649	3075	6,953	0,1308	3065	6,837
340	0,1712	3120	7,027	0,1358	3111	6,913
360	0,1775	3164	7,098	0,1410	3156	6,985
380	0,1838	3209	7,166	0,1461	3201	7,055
400	0,1899	3253	7,233	0,1511	3246	7,122
420	0,1960	3297	7,298	0,1560	3291	7,187
440	0,2021	3341	7,360	0,1609	3335	7,251
460	0,2082	3384	7,420	0,1659	3379	7,312
480	0,2141	3428	7,479	0,1707	3423	7,371
500	0,2201	3472	7,537	0,1755	3468	7,429
520	0,2261	3516	7,593	0,1804	3512	7,486
540	0,2320	3560	7,648	0,1851	3556	7,542
560	0,2381	3606	7,702	0,1900	3600	7,596
580	0,2441	3648	7,754	0,1948	3645	7,649
600	0,2499	3693	7,806	0,1995	3690	7,701
620	0,2558	3737	7,857	0,2043	3735	7,752
640	0,2617	3782	7,907	0,2090	3780	7,802
660	0,2676	3828	7,956	0,2137	3825	7,851
680	0,2735	3873	8,004	0,2185	3871	7,899
700	0,2783	3919	8,052	0,2232	3917	7,947
750	0,2940	4034	8,168	0,2350	4032	8,063
800	0,3086	4151	8,279	0,2467	4150	8,174
850	0,3231	4270	8,387	0,2583	4269	8,283
900	0,3377	4390	8,492	0,2700	4380	8,388
1000	0,3666	4632	8,691	0,2933	4630	8,588

pritisak temp. °C	25 bar			30 bar		
	v m ³ /kg	i kJ/kg	e kJ/(kg·K)	v m ³ /kg	i kJ/kg	e kJ/(kg·K)
0	0,000998	2,6	0,000	0,000998	3,1	0,000
20	0,001000	86,2	0,295	0,001000	86,7	0,295
40	0,001006	169,7	0,570	0,001006	170,1	0,570
60	0,001015	253,1	0,829	0,001015	253,5	0,829
80	0,001027	336,6	1,072	0,001027	337,0	1,072
100	0,001042	420,5	1,304	0,001041	420,9	1,303
120	0,001059	505,1	1,524	0,001058	505,4	1,524
140	0,001075	590,3	1,735	0,001078	590,6	1,735
160	0,001100	676,2	1,938	0,001100	676,4	1,938
180	0,001126	763,5	2,135	0,001125	763,7	2,134
200	0,001155	852,5	2,327	0,001155	852,6	2,326
220	0,001189	943,6	2,516	0,001189	943,5	2,514
240	0,08453	2850	6,351	0,06826	2823	6,225
260	0,08962	2904	6,454	0,07294	2882	6,337
280	0,09437	2955	6,547	0,07720	2937	6,438
300	0,0989	3004	6,635	0,08119	2988	6,530
320	0,1033	3052	6,717	0,08500	3038	6,615
340	0,1075	3099	6,795	0,08870	3087	6,696
360	0,1117	3146	6,870	0,09230	3136	6,773
380	0,1159	3192	6,941	0,09582	3182	6,847
400	0,1201	3238	7,010	0,0992	3229	6,916
420	0,1241	3283	7,076	0,1027	3275	6,984
440	0,1281	3328	7,140	0,1061	3321	7,048
460	0,1321	3373	7,202	0,1095	3366	7,111
480	0,1360	3417	7,262	0,1128	3411	7,172
500	0,1399	3462	7,321	0,1161	3456	7,231
520	0,1438	3507	7,378	0,1194	3501	7,289
540	0,1477	3552	7,434	0,1227	3547	7,345
560	0,1516	3597	7,488	0,1260	3592	7,400
580	0,1555	3641	7,542	0,1292	3637	7,454
600	0,1593	3686	7,594	0,1325	3682	7,506
620	0,1631	3732	7,646	0,1357	3728	7,558
640	0,1670	3777	7,696	0,1389	3773	7,608
660	0,1708	3822	7,746	0,1421	3819	7,658
680	0,1746	3868	7,794	0,1453	3865	7,707
700	0,1784	3914	7,842	0,1484	3911	7,755
750	0,1879	4030	7,958	0,1564	4027	7,872
800	0,1971	4147	8,070	0,1641	4145	7,984
850	0,2065	4267	8,179	0,1720	4265	8,093
900	0,2158	4387	8,284	0,1798	4386	8,199
1000	0,2345	4629	8,484	0,1953	4628	8,399

nastavak

pritisak temp. °C	40 bar			50 bar		
	v m ³ /kg	i kJ/kg	a kJ/(kg K)	v m ³ /kg	i kJ/kg	a kJ/(kg K)
0	0,000998	4,2	0,080	0,000997	5,2	0,080
20	0,001000	87,6	0,295	0,000999	88,5	0,295
40	0,001006	171,0	0,570	0,001005	171,9	0,569
60	0,001015	254,4	0,828	0,001014	255,3	0,827
80	0,001027	337,8	1,071	0,001026	338,7	1,070
100	0,001041	421,7	1,303	0,001040	422,5	1,302
120	0,001058	506,2	1,523	0,001057	506,9	1,522
140	0,001077	591,2	1,734	0,001076	591,9	1,733
160	0,001099	677,0	1,936	0,001099	677,7	1,935
180	0,001125	764,2	2,133	0,001124	764,9	2,131
200	0,001154	853,0	2,324	0,001153	853,6	2,322
220	0,001187	943,8	2,512	0,001186	944,1	2,510
240	0,001228	1037,4	2,698	0,001226	1037,4	2,696
260	0,05174	2834	6,133	0,001274	1135,1	2,882
280	0,05550	2898	6,249	0,04224	2854	6,083
300	0,05888	2955	6,352	0,04539	2920	6,200
320	0,06201	3010	6,446	0,04817	2980	6,304
340	0,06496	3062	6,532	0,05071	3036	6,397
360	0,06781	3113	6,613	0,05316	3090	6,483
380	0,07062	3162	6,690	0,05553	3142	6,564
400	0,07337	3211	6,762	0,05781	3193	6,640
420	0,07606	3259	6,832	0,06004	3242	6,712
440	0,07870	3306	6,900	0,06224	3291	6,781
460	0,08130	3353	6,965	0,06439	3339	6,848
480	0,08388	3399	7,027	0,06650	3386	6,912
500	0,08642	3445	7,087	0,06858	3433	6,974
520	0,08895	3491	7,146	0,07064	3480	7,033
540	0,09145	3537	7,203	0,07268	3527	7,091
560	0,09394	3583	7,259	0,07471	3574	7,148
580	0,09640	3629	7,313	0,07672	3620	7,203
600	0,09885	3674	7,367	0,07870	3666	7,257
620	0,1013	3720	7,419	0,08065	3713	7,310
640	0,1037	3766	7,470	0,08260	3759	7,362
660	0,1061	3812	7,520	0,08454	3805	7,412
680	0,1085	3858	7,570	0,08648	3852	7,462
700	0,1109	3905	7,618	0,08842	3899	7,510
750	0,1169	4022	7,735	0,09323	4017	7,529
800	0,1228	4141	7,848	0,09800	4136	7,742
850	0,1288	4261	7,958	0,1027	4257	7,852
900	0,1346	4382	8,064	0,1075	4378	7,958
1000	0,1464	4625	8,265	0,1170	4622	8,159

nastavak

pritisak temp. °C	60 bar			80 bar		
	v m ³ /kg	i kJ/kg	a kJ/(kg K)	v m ³ /kg	i kJ/kg	a kJ/(kg K)
0	0,000997	6,2	0,080	0,000996	8,2	0,080
20	0,000999	89,4	0,294	0,000998	91,3	0,294
40	0,001003	172,8	0,569	0,001004	174,6	0,568
60	0,001014	256,1	0,896	0,001013	257,8	0,826
80	0,001026	339,5	1,070	0,001025	341,2	1,068
100	0,001040	423,3	1,301	0,001039	424,9	1,299
120	0,001057	507,7	1,521	0,001056	509,1	1,519
140	0,001076	592,6	1,732	0,001075	593,9	1,730
160	0,001098	678,4	1,934	0,001097	679,6	1,931
180	0,001123	765,5	2,129	0,001122	766,7	2,126
200	0,001152	854,0	2,320	0,002250	855,0	2,317
220	0,001185	944,5	2,508	0,001183	945,1	2,504
240	0,001224	1037,6	2,693	0,001222	1037,9	2,688
260	0,001272	1134,8	2,879	0,001268	1134,4	2,873
280	0,03315	2803	5,923	0,001327	1235,4	3,059
300	0,03620	2880	6,060	0,02429	2784	5,788
320	0,03884	2948	6,177	0,02687	2874	5,943
340	0,04118	3010	6,279	0,02904	2951	6,070
360	0,04334	3067	6,371	0,03098	3017	6,177
380	0,04542	3121	6,456	0,03274	3077	6,272
400	0,04742	3174	6,535	0,03438	3135	6,358
420	0,04935	3225	6,610	0,03595	3190	6,439
440	0,06124	3275	6,681	0,03746	3244	6,515
460	0,05309	3324	6,750	0,03894	3296	6,588
480	0,05490	3373	6,815	0,04037	3347	6,637
500	0,05667	3421	6,878	0,04177	3397	6,722
520	0,05842	3469	6,939	0,04315	3447	6,785
540	0,06016	3517	6,999	0,04449	3496	6,846
560	0,06189	3564	7,056	0,04583	3544	6,905
580	0,06358	3611	7,111	0,04716	3592	6,963
600	0,06525	3658	7,165	0,04844	3640	7,019
620	0,06691	3705	7,219	0,04972	3688	7,073
640	0,06855	3751	7,271	0,05098	3736	7,126
660	0,07019	3798	7,322	0,05225	3784	7,178
680	0,07183	3846	7,372	0,05350	3832	7,230
700	0,07347	3893	7,422	0,05475	3881	7,260
750	0,07751	4012	7,542	0,05785	4002	7,401
800	0,08153	4132	7,655	0,06092	4122	7,515
850	0,08554	4253	7,765	0,06398	4245	7,625
900	0,08953	4375	7,872	0,06700	4367	7,732
1000	0,09740	4619	8,073	0,07295	4614	7,936

nastavak

pritisak p	100 bar			120 bar		
	temp. $^{\circ}\text{C}$	m^3/kg	kJ/kg $\text{kJ}/(\text{kg K})$	temp. $^{\circ}\text{C}$	m^3/kg	kJ/kg $\text{kJ}/(\text{kg K})$
0	0,000995	10,2	0,000	0,000994	12,2	0,000
20	0,000997	93,2	0,293	0,000996	95,1	0,293
40	0,001003	176,4	0,567	0,001002	178,2	0,566
60	0,001012	259,6	0,824	0,001011	261,4	0,823
80	0,001024	342,9	1,067	0,001023	344,6	1,066
100	0,001038	426,5	1,298	0,001037	428,1	1,296
120	0,001055	510,5	1,518	0,001054	512,0	1,516
140	0,001074	595,3	1,728	0,001073	596,7	1,727
160	0,001095	681,0	1,929	0,001094	682,4	1,927
180	0,001120	768,0	2,123	0,001118	769,1	2,121
200	0,001148	856,0	2,314	0,001146	857,0	2,311
220	0,001180	945,8	2,500	0,001178	946,6	2,497
240	0,001218	1038,3	2,684	0,001216	1038,7	2,680
260	0,001265	1134,1	2,868	0,001251	1133,9	2,863
280	0,001321	1234,5	3,053	0,001316	1233,7	3,046
300	0,001397	1342,2	3,244	0,001388	1340,0	3,235
320	0,01926	2778	5,705	0,001493	1459,3	3,441
340	0,02150	2878	5,872	0,01624	2789	5,667
360	0,02337	2958	6,002	0,01816	2892	5,832
380	0,02498	3028	6,111	0,01973	2974	5,963
400	0,02646	3093	6,207	0,02113	3049	6,071
420	0,02784	3154	6,294	0,02239	3116	6,168
440	0,02915	3211	6,377	0,02357	3177	6,236
460	0,03042	3266	6,454	0,02471	3235	6,338
480	0,03163	3320	6,527	0,02578	3291	6,415
500	0,03281	3372	6,596	0,02681	3347	6,487
520	0,03397	3424	6,662	0,02782	3400	6,556
540	0,03510	3474	6,725	0,02880	3452	6,621
560	0,03621	3524	6,786	0,02976	3503	6,684
580	0,03730	3572	6,845	0,03070	3553	6,744
600	0,03837	3621	6,901	0,03163	3603	6,803
620	0,03941	3670	6,957	0,03253	3653	6,859
640	0,04045	3719	7,011	0,03342	3703	6,915
660	0,04149	3768	7,064	0,03431	3753	6,968
680	0,04252	3818	7,116	0,03519	3804	7,021
700	0,04354	3867	7,167	0,03605	3853	7,073
750	0,04606	3989	7,289	0,03820	3977	7,196
800	0,04856	4111	7,406	0,04031	4102	7,314
850	0,05103	4235	7,519	0,04240	4226	7,427
900	0,05347	4358	7,627	0,04446	4351	7,536
1000	0,05829	4606	7,832	0,04850	4600	7,741

nastavak

pritisak p	140 bar			160 bar		
	temp. $^{\circ}\text{C}$	m^3/kg	kJ/kg $\text{kJ}/(\text{kg K})$	temp. $^{\circ}\text{C}$	m^3/kg	kJ/kg $\text{kJ}/(\text{kg K})$
0	0,000993	14,2	0,000	0,000992	16,2	0,000
20	0,000995	96,9	0,293	0,000994	98,9	0,292
40	0,001001	179,9	0,566	0,001000	181,7	0,565
60	0,001010	263,0	0,822	0,001009	264,7	0,821
80	0,001022	346,2	1,064	0,001021	347,9	1,063
100	0,001036	429,6	1,295	0,001035	431,2	1,293
120	0,001053	513,4	1,514	0,001052	514,9	1,513
140	0,001071	598,0	1,724	0,001070	599,4	1,722
160	0,001093	683,6	1,925	0,001091	684,9	1,922
180	0,001117	770,2	2,118	0,001115	771,3	2,116
200	0,001144	857,9	2,308	0,001143	858,8	2,305
220	0,001176	947,3	2,493	0,001174	948,0	2,489
240	0,001213	1039,1	2,676	0,001210	1039,5	2,672
260	0,001257	1133,8	2,858	0,001253	1133,7	2,853
280	0,001311	1232,9	3,040	0,001306	1232,2	3,035
300	0,001380	1338,0	3,226	0,001373	1336,2	3,218
320	0,001479	1454,1	3,427	0,001466	1449,8	3,141
340	0,01197	2672	5,436	0,001616	1586,3	3,642
360	0,01425	2812	5,654	0,01106	2711	5,457
380	0,01588	2914	5,813	0,01289	2843	5,662
400	0,01726	3000	5,942	0,01429	2945	5,816
420	0,01847	3077	6,051	0,01549	3031	5,941
440	0,01957	3141	6,146	0,01655	3103	6,042
460	0,02061	3203	6,233	0,01752	3169	6,136
480	0,02158	3262	6,314	0,01844	3233	6,223
500	0,02252	3321	6,390	0,01930	3294	6,303
520	0,02342	3376	6,461	0,02012	3352	6,377
540	0,02431	3430	6,529	0,02092	3407	6,448
560	0,02516	3482	6,594	0,02171	3461	6,515
580	0,02600	3534	6,656	0,02249	3514	6,578
600	0,02683	3585	6,716	0,02322	3567	6,640
620	0,02763	3637	6,775	0,02394	3620	6,701
640	0,02842	3688	6,832	0,02465	3672	6,758
660	0,02919	3739	6,886	0,02535	3724	6,814
680	0,02995	3790	6,939	0,02603	3777	6,869
700	0,03071	3841	6,992	0,02671	3829	6,922
750	0,03258	3966	7,118	0,02839	3955	7,049
800	0,03442	4092	7,238	0,03001	4082	7,171
850	0,03624	4217	7,352	0,03162	4209	7,287
900	0,03803	4343	7,462	0,03320	4335	7,397
1000	0,04152	4593	7,667	0,03628	4587	7,603

nastavak

pritisak p	180 bar			200 bar		
	temp °C	m^3/kg	$\frac{z}{kJ/kg}$	$\frac{a}{kJ/(kg K)}$	m^3/kg	$\frac{z}{kJ/kg}$
0	0,000991	18,2	0,001	0,000990	20,2	0,001
20	0,000993	100,7	0,292	0,000993	102,6	0,291
40	0,000999	183,5	0,564	0,000999	185,3	0,564
60	0,001009	266,5	0,820	0,001008	268,1	0,818
80	0,001020	349,5	1,062	0,001020	351,1	1,060
100	0,001034	432,7	1,292	0,001033	434,2	1,290
120	0,001051	516,4	1,511	0,001050	517,8	1,509
140	0,001069	600,8	1,721	0,001068	602,1	1,719
160	0,001090	686,2	1,921	0,001089	687,4	1,919
180	0,001114	772,4	2,114	0,001112	773,5	2,112
200	0,001141	859,7	2,302	0,001139	860,6	2,299
220	0,001172	948,7	2,486	0,001170	949,4	2,483
240	0,001208	1039,9	2,668	0,001205	1040,3	2,664
260	0,001250	1133,7	2,848	0,001247	1133,5	2,843
280	0,001301	1231,6	3,028	0,001296	1230,9	3,023
300	0,001366	1334,6	3,211	0,001359	1333,2	3,204
320	0,001455	1446,3	3,403	0,001444	1442,9	3,394
340	0,001592	1576,6	3,620	0,001569	1569,1	3,603
360	0,00810	2563	5,194	0,001824	1739	3,876
380	0,01042	2759	5,498	0,00828	2655	5,309
400	0,01194	2884	5,688	0,00998	2816	5,553
420	0,01314	2981	5,830	0,01119	2928	5,719
440	0,01419	3062	5,943	0,01224	3019	5,847
460	0,01512	3136	6,044	0,01317	3098	5,956
480	0,01597	3203	6,137	0,01401	3170	6,055
500	0,01678	3267	6,221	0,01478	3238	6,144
520	0,01755	3327	6,300	0,01550	3301	6,227
540	0,01830	3384	6,373	0,01619	3361	6,304
560	0,01903	3440	6,441	0,01687	3418	6,374
580	0,01975	3494	6,507	0,01752	3474	6,442
600	0,02043	3549	6,572	0,01816	3530	6,508
620	0,02108	3603	6,633	0,01877	3586	6,571
640	0,02172	3656	6,691	0,01937	3640	6,631
660	0,02235	3709	6,748	0,01996	3695	6,689
680	0,02296	3763	6,804	0,02053	3749	6,745
700	0,02357	3815	6,858	0,02109	3803	6,800
750	0,02511	3944	6,987	0,02249	3933	6,931
800	0,02658	4072	7,110	0,02383	4063	7,056
850	0,02803	4200	7,227	0,02515	4191	7,173
900	0,02945	4327	7,338	0,02645	4319	7,284
1000	0,03221	4501	7,545	0,02894	4575	7,494

nastavak

pritisak	225 bar			250 bar		
	temp. °C	m^3/kg	$\frac{z}{kJ/kg}$	$\frac{a}{kJ/(kg K)}$	m^3/kg	$\frac{z}{kJ/kg}$
0	0,000989	22,7	0,001	0,00988	25,2	0,001
20	0,000991	105,0	0,291	0,000990	107,3	0,290
40	0,000997	187,6	0,563	0,000996	189,7	0,562
60	0,001007	270,3	0,817	0,001006	272,3	0,816
80	0,001018	353,1	1,059	0,001017	355,1	1,057
100	0,001032	436,1	1,289	0,001031	438,0	1,287
120	0,001048	519,7	1,507	0,001047	521,5	1,505
140	0,001066	603,9	1,716	0,001065	605,6	1,714
160	0,001087	689,0	1,916	0,001085	690,5	1,914
180	0,001110	775,0	2,109	0,001108	776,3	2,107
200	0,001137	861,9	2,296	0,001134	863,0	2,293
220	0,001167	950,4	2,479	0,001164	951,3	2,475
240	0,001202	1041,0	2,660	0,001199	1041,6	2,655
260	0,001242	1133,9	2,838	0,001238	1134,1	2,833
280	0,001291	1230,5	3,016	0,001286	1230,2	3,009
300	0,001352	1331,9	3,196	0,001344	1330,7	3,187
320	0,001432	1439,9	3,382	0,001421	1437,3	3,371
340	0,001546	1561,1	3,585	0,001527	1555,3	3,567
360	0,001745	1713	3,829	0,001695	1696	3,794
380	0,00550	2438	4,947	0,00224	1926	4,149
400	0,00788	2714	5,365	0,00602	2579	5,137
420	0,00923	2855	5,576	0,00758	2772	5,420
440	0,01028	2962	5,728	0,00868	2896	5,604
460	0,01121	3048	5,849	0,00962	2994	5,743
480	0,01202	3126	5,955	0,01043	3080	5,860
500	0,01274	3199	6,052	0,01113	3157	5,965
520	0,01343	3267	6,142	0,01179	3230	6,059
540	0,01409	3330	6,223	0,01242	3299	6,145
560	0,01472	3391	6,297	0,01302	3362	6,225
580	0,01531	3449	6,367	0,01358	3423	6,298
600	0,01589	3507	6,435	0,01413	3483	6,367
620	0,01646	3563	6,499	0,01465	3542	6,433
640	0,01702	3620	6,562	0,01517	3600	6,498
660	0,01757	3677	6,622	0,01566	3658	6,560
680	0,01810	3731	6,679	0,01615	3714	6,618
700	0,01861	3786	6,734	0,01662	3770	6,674
750	0,01986	3919	6,868	0,01779	3905	6,810
800	0,02112	4050	6,995	0,01891	4038	6,938
850	0,02230	4180	7,113	0,02000	4169	7,058
900	0,02345	4310	7,225	0,02106	4300	7,170
1000	0,02569	4568	7,436	0,02310	4560	7,383

nastavak

pritisak P	300 bar			400 bar		
	temp. °C	v m ³ /kg	i kJ/kg	s kJ/(kg·K)	v m ³ /kg	i kJ/kg
0	0,000985	30,1	0,001	0,000981	39,7	0,000
20	0,000988	112,0	0,290	0,000984	121,2	0,287
40	0,000994	194,1	0,560	0,000990	202,9	0,555
60	0,001004	276,5	0,814	0,001000	284,8	0,809
80	0,001015	359,1	1,054	0,0010011	367,0	1,048
100	0,001029	441,9	1,283	0,001024	449,5	1,275
120	0,001045	525,1	1,501	0,001040	532,4	1,491
140	0,001062	609,0	1,709	0,001057	615,8	1,699
160	0,001082	693,6	1,908	0,001076	699,8	1,898
180	0,001105	779,1	2,100	0,001088	784,6	2,089
200	0,001130	865,4	2,287	0,001122	870,4	2,274
220	0,001159	953,3	2,468	0,001150	957,5	2,454
240	0,001193	1042,9	2,647	0,001181	1045,9	2,630
260	0,001231	1134,7	2,822	0,001217	1136,6	2,803
280	0,001276	1229,9	2,996	0,001258	1230,2	2,975
300	0,001331	1329,0	3,171	0,001307	1326,7	3,145
320	0,001403	1433,2	3,351	0,001367	1426,7	3,315
340	0,001496	1546,8	3,539	0,001442	1533,1	3,493
360	0,001634	1676	3,747	0,001545	1648,1	3,679
380	0,00188	1836	3,995	0,00169	1773	3,873
400	0,00283	2155	4,476	0,00192	1934	4,115
420	0,00493	2559	5,070	0,00237	2154	4,433
440	0,00621	2743	5,340	0,00321	2401	4,790
460	0,00719	2880	5,536	0,00414	2613	5,093
480	0,00800	2986	5,682	0,00496	2770	5,312
500	0,00869	3073	5,799	0,00562	2898	5,482
520	0,00932	3155	5,906	0,00620	3008	5,620
540	0,00989	3232	6,001	0,00673	3101	5,739
560	0,01043	3303	6,088	0,00722	3185	5,844
580	0,01094	3370	6,167	0,00767	3264	5,939
600	0,01144	3434	6,242	0,00809	3338	6,025
620	0,01191	3497	6,312	0,00849	3409	6,104
640	0,01237	3559	6,379	0,00887	3477	6,180
660	0,01281	3620	6,444	0,00923	3542	6,253
680	0,01323	3678	6,507	0,00958	3606	6,321
700	0,01365	3736	6,566	0,00993	3668	6,384
750	0,01465	3876	6,706	0,01074	3818	6,534
800	0,01562	4013	6,837	0,01152	3962	6,673
850	0,01655	4147	6,959	0,01227	4103	6,800
900	0,01746	4281	7,075	0,01296	4242	6,918
1000	0,01919	4544	7,290	0,01434	4513	7,138

nastavak

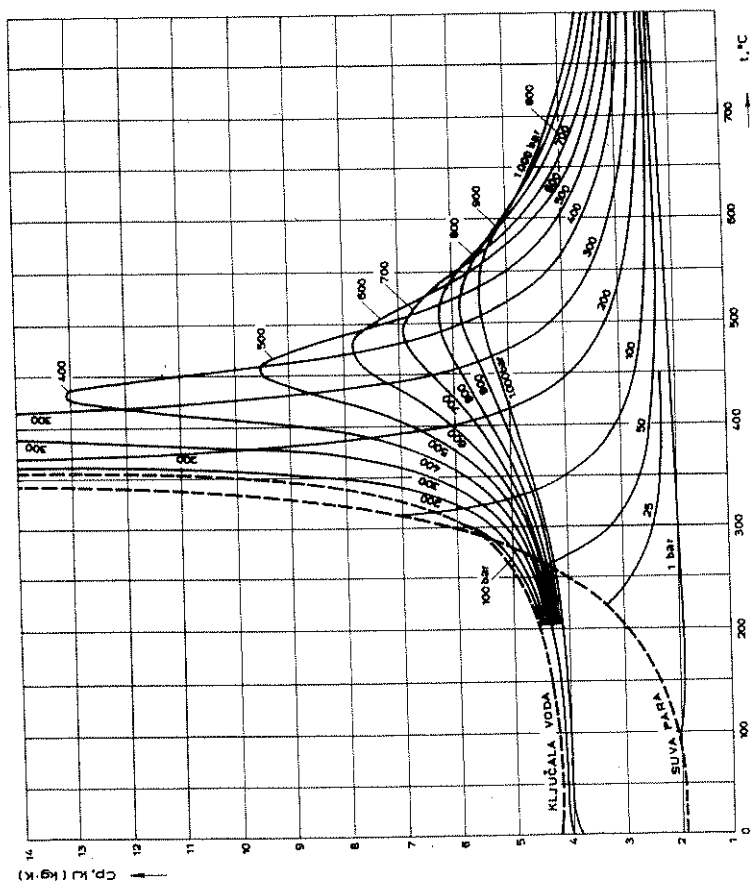
pritisak p	600 bar			950 bar		
	temp. °C	v m ³ /kg	i kJ/kg	s kJ/(kg·K)	v m ³ /kg	i kJ/kg
0	0,000972	58,8	-0,0009	0,000958	91,3	-0,002
20	0,000976	139,2	+0,292	0,000962	169,9	+0,274
40	0,000982	220,0	0,547	0,000970	249,1	0,535
60	0,000992	301,1	0,798	0,000979	329,1	0,782
80	0,001003	382,5	1,036	0,000990	409,6	1,016
100	0,001016	464,4	1,262	0,001002	490,7	1,238
120	0,001030	546,7	1,476	0,001015	571,9	1,450
140	0,001046	629,4	1,681	0,001030	653,1	1,652
160	0,001065	712,5	1,878	0,001047	734,7	1,845
180	0,001085	796,3	2,067	0,001065	816,9	2,030
200	0,001107	880,7	2,249	0,001084	899,5	2,208
220	0,001132	966,0	2,426	0,001106	982,6	2,380
240	0,001161	1052,6	2,598	0,001131	1066,4	2,546
260	0,001193	1141,2	2,767	0,001158	1151,3	2,708
280	0,001229	1232,2	2,933	0,001188	1238,0	2,866
300	0,001270	1326,0	3,097	0,001222	1326,9	3,022
320	0,001319	1422,3	3,261	0,001261	1417,4	3,175
340	0,001376	1521,5	3,425	0,001305	1509,8	3,326
360	0,001445	1623,8	3,589	0,001353	1604,2	3,476
380	0,001530	1732	3,758	0,001407	1701	3,624
400	0,00163	1847	3,933	0,00146	1800	3,772
420	0,00177	1973	4,117	0,00153	1901	3,919
440	0,00196	2111	4,312	0,00161	2005	4,067
460	0,00222	2258	4,521	0,00170	2111	4,215
480	0,00256	2418	4,742	0,00181	2219	4,363
500	0,00295	2579	4,957	0,00195	2328	4,513
520	0,00336	2720	5,142	0,00209	2441	4,665
540	0,00375	2844	5,301	0,00226	2556	4,815
560	0,00413	2937	5,439	0,00243	2668	4,959
580	0,00449	3060	5,562	0,00261	2777	5,093
600	0,00482	3152	5,672	0,00280	2883	5,219
620	0,00514	3238	5,772	0,00300	2984	5,337
640	0,00544	3319	5,864	0,00319	3081	5,447
660	0,00573	3397	5,949	0,00338	3172	5,549
680	0,00600	3470	6,028	0,00356	3260	5,644
700	0,00627	3540	6,103	0,00374	3344	5,731
750	0,00689	3708	6,272	0,00417	3542	5,931
800	0,00746	3868	6,423	0,00457	3725	6,106
850	0,00800	4021	6,562	0,00495	3897	6,264
900	0,00853	4169	6,690	0,00532	4064	6,405
1000	0,00952	4455	6,918	0,00602	4377	6,650

Tabela 4.2.9 - FIZIČKE OSOBINE VODE NA LINIJI ZASIĆENJA

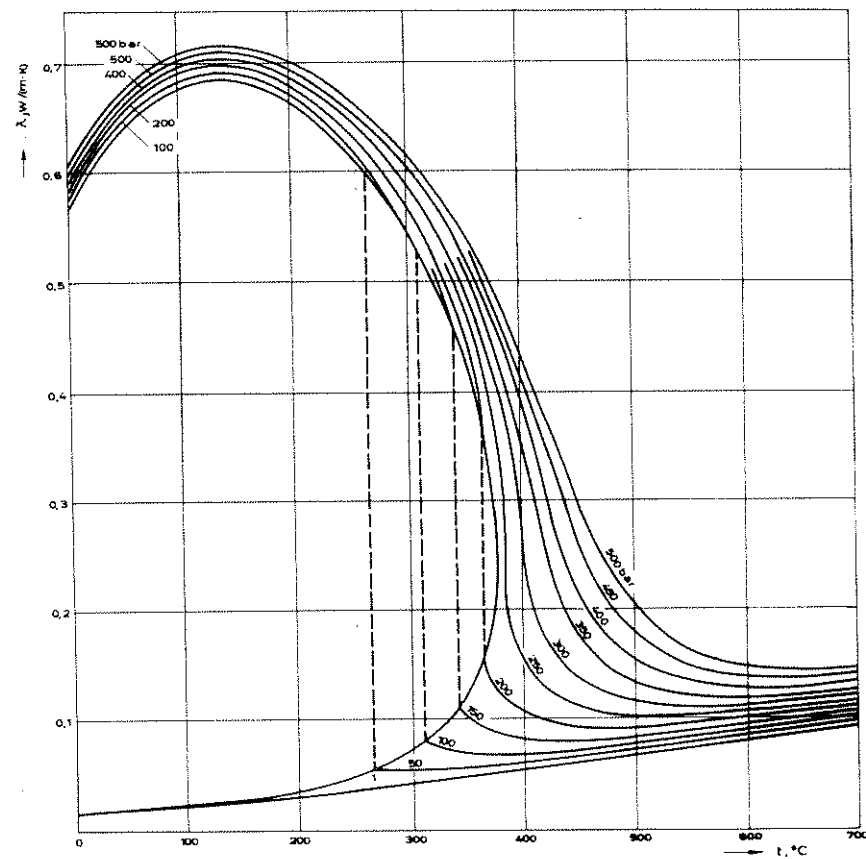
t °C	p bar	ρ kg/m³	c _p kJ/(kg·K)	λ·10 ² W/(m·K)	α·10 ⁶ m²/s	ν·10 ¹⁰ Pa·s	ν·10 ⁶ m²/s	β·10 ⁴ 1/K	σ·10 ⁴ N/m	Pr
0	0,0061	999,8	4,217	56,9	13,49	1752,5	1,753	-0,855	755,0	12,99
10	0,0123	999,7	4,193	58,6	13,98	1299,2	1,299	+0,821	744,0	9,30
20	0,0234	998,3	4,182	60,2	14,42	1001,5	1,003	2,066	729,0	6,96
30	0,0424	995,7	4,179	61,7	14,83	797,0	0,800	3,056	712,0	5,40
40	0,0737	992,3	4,179	63,0	15,19	651,3	0,656	3,890	695,0	4,32
50	0,1233	988,0	4,181	64,3	15,56	544,0	0,550	4,624	678,0	3,54
60	0,1992	983,2	4,185	65,3	15,87	463,0	0,471	5,288	661,0	2,97
70	0,3116	977,7	4,190	66,2	16,16	400,5	0,410	5,900	644,0	2,54
80	0,4736	971,6	4,197	66,9	16,40	351,0	0,361	6,473	627,0	2,20
90	0,7011	965,2	4,205	67,5	16,63	311,3	0,322	7,019	609,0	1,94
100	1,013	958,1	4,216	68,0	16,83	279,0	0,291	7,547	590,0	1,73
110	1,43	950,7	4,229	68,3	16,99	252,2	0,265	8,068	570,0	1,56
120	1,98	942,9	4,245	68,5	17,11	230,0	0,244	8,590	550,0	1,43
130	2,70	934,6	4,263	68,7	17,24	211,0	0,226	9,121	529,0	1,31
140	3,61	925,8	4,285	68,7	17,32	195,0	0,211	9,667	508,0	1,22
150	4,76	916,8	4,310	68,6	17,36	181,0	0,197	10,24	487,0	1,14
160	6,18	907,3	4,339	68,4	17,37	169,0	0,186	10,84	466,0	1,07
170	7,92	897,3	4,371	68,1	17,36	158,5	0,177	11,48	444,0	1,02
180	10,03	886,9	4,408	67,6	17,29	149,3	0,168	12,16	422,0	0,97
190	12,55	876,0	4,449	67,1	17,22	141,2	0,161	12,91	400,0	0,94
200	15,55	864,7	4,497	66,4	17,07	133,8	0,155	13,72	378,0	0,91
210	19,08	852,8	4,551	65,7	16,93	127,3	0,149	14,62	355,0	0,88
220	23,20	840,3	4,614	64,8	16,71	121,5	0,144	15,63	322,0	0,86
230	27,98	827,3	4,686	63,9	16,48	116,2	0,140	16,76	309,0	0,85
240	33,48	813,6	4,770	62,9	16,21	111,4	0,137	18,06	285,0	0,85
250	39,78	799,2	4,869	61,7	15,85	107,0	0,134	19,55	261,0	0,84
260	46,94	783,9	4,986	60,4	15,45	103,0	0,131	21,30	237,0	0,85
270	55,05	767,7	5,130	58,9	14,95	99,4	0,129	23,38	213,0	0,86
280	64,19	750,5	5,300	57,3	14,40	96,1	0,128	25,89	189,0	0,89
290	74,45	732,1	5,510	55,7	13,81	93,0	0,127	29,00	166,0	0,92
300	85,92	712,2	5,770	54,0	13,14	90,1	0,126	32,93	143,0	0,96
310	98,70	690,6	6,120	52,2	12,35	86,5	0,125	38,08	120,0	1,01
320	112,90	666,9	6,590	50,3	11,44	83,0	0,124	45,10	98,4	1,09
330	128,65	640,4	7,250	48,2	10,38	79,0	0,123	55,31	76,9	1,19
340	146,08	610,1	8,270	46,0	9,12	74,8	0,122	71,67	56,1	1,34
350	165,37	574,5	10,080	43,5	7,51	70,0	0,122	103,9	36,4	1,62
360	186,74	528,3	14,990	40,1	5,06	64,4	0,122	192,8	18,5	2,41
370	210,53	448,2	53,900	33,8	1,40	56,4	0,126	981,8	4,2	8,99

Tabela 4.2.10 - FIZIČKE OSOBINE VODENE PARE NA LINIJI ZASIĆENJA

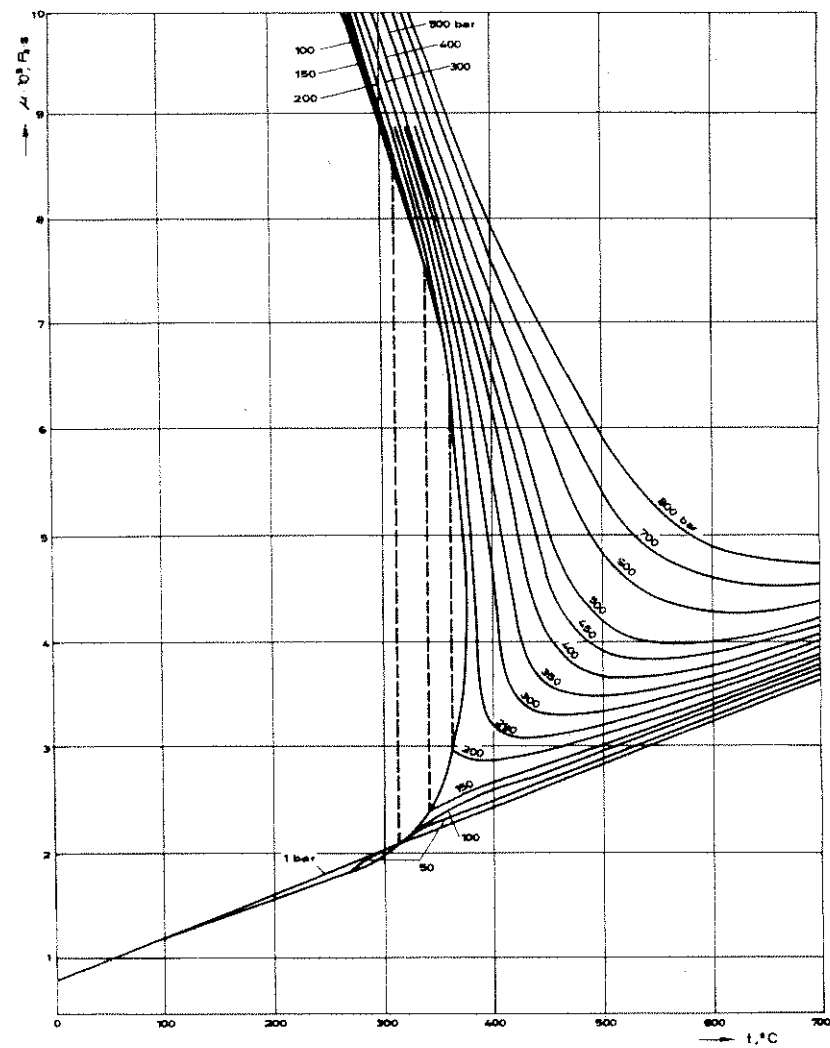
t °C	p bar	ρ kg/m³	c _p kJ/(kg·K)	λ·10 ² W/(m·K)	α·10 ⁶ m²/s	ν·10 ¹⁰ Pa·s	ν·10 ⁶ m²/s	β·10 ⁴ 1/K	Pr
0	0,0061	0,0048	1,864	1,76	1967,1	8,04	1675,0	36,69	0,85
10	0,0123	0,0094	1,868	1,82	1036,5	8,45	898,94	35,44	0,87
20	0,0234	0,0173	1,874	1,88	579,88	8,85	511,56	34,31	0,88
30	0,0424	0,0304	1,883	1,94	338,90	9,26	304,60	33,27	0,90
40	0,0737	0,0511	1,894	2,01	207,68	9,66	189,04	32,33	0,91
50	0,1233	0,0830	1,907	2,09	132,04	10,00	120,48	31,50	0,92
60	0,1992	0,1302	1,924	2,16	86,22	10,50	80,64	30,76	0,94
70	0,3116	0,1981	1,944	2,23	57,90	10,90	55,02	30,12	0,95
80	0,4736	0,2932	1,969	2,31	40,01	11,30	38,54	29,58	0,96
90	0,7011	0,4233	1,999	2,39	28,24	11,70	27,64	29,15	0,98
100	1,013	0,5974	2,034	2,48	20,41	12,1	20,25	28,82	0,99
110	1,43	0,8260	2,075	2,58	15,05	12,4	15,01	28,61	1,00
120	1,98	1,1210	2,124	2,67	11,21	12,8	11,42	28,51	1,02
130	2,70	1,4958	2,180	2,78	8,525	13,2	8,82	28,53	1,04
140	3,61	1,9656	2,245	2,88	6,526	13,5	6,87	28,68	1,05
150	4,76	2,5470	2,320	3,00	5,077	13,9	5,46	28,97	1,08
160	6,18	3,2589	2,406	3,13	3,992	14,2	4,36	29,41	1,09
170	7,92	4,1222	2,504	3,26	3,158	14,6	3,54	30,01	1,12
180	10,03	5,1597	2,615	3,41	2,527	14,9	2,89	30,78	1,14
190	12,55	6,3975	2,741	3,57	2,036	15,3	2,39	31,74	1,17
200	15,55	7,8653	2,883	3,75	1,654	15,6	1,98	32,91	1,20
210	19,08	9,5951	3,043	3,94	1,349	16,0	1,67	34,32	1,24
220	23,20	11,625	3,223	4,15	1,107	16,3	1,40	35,99	1,27
230	27,98	14,000	3,426	4,39	0,915	16,7	1,19	37,98	1,30
240	33,48	16,767	3,656	4,65	0,758	17,1	1,02	40,36	1,34
250	39,78	19,992	3,918	4,95	0,632	17,4	0,870	43,21	1,38
260	46,94	23,742	4,221	5,28	0,527	17,8	0,750	46,65	1,42
270	55,05	28,114	4,574	5,66	0,440	18,2	0,647	50,86	1,47
280	64,19	33,223	4,996	6,09	0,367	18,7	0,563	56,08	1,53
290	74,45	39,208	5,507	6,60	0,306	19,3	0,492	62,67	1,61
300	85,92	46,253	6,144	7,19	0,253	19,8	0,428	71,17	1,69
310	98,70	54,675	6,962	7,91	0,208	20,5	0,375	82,42	1,80
320	112,90	64,767	8,053	8,78	0,168	21,4	0,330	97,85	1,96
330	128,65	77,160	9,589	9,89	0,134	22,5	0,292	120,20	2,18
340	146,08	92,764	11,92	11,30	0,102	23,8	0,256	155,00	2,51
350	165,37	113,353	15,95	13,00	0,072	25,6	0,226	217,30	3,14
360	186,74	143,472	26,79	15,00	0,0389	28,2	0,196	389,90	5,04
370	210,53	201,694	112,9	18,30	0,0080	33,5	0,166	1709,00	20,66



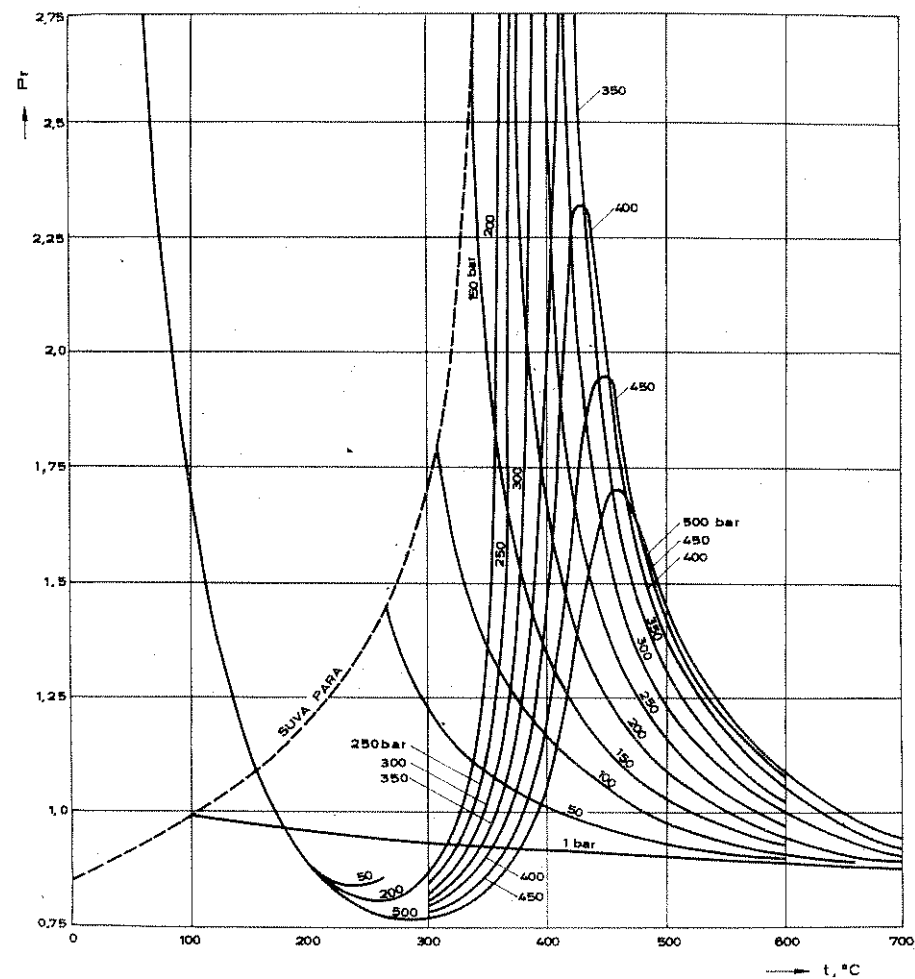
Slika 4.2.11 - Izobarska specifična toplota za vodu i vodenu paru



Slika 4.2.12 - Termička provodnost za vodu i vodenu paru



Slika 4.2.13 - Dinamička viskoznost za vodu i vodenu paru



Slika 4.2.14 - Prandtlov broj za vodu i vodenu paru

4.3 VLAŽAN VAZDUH

4.3.1 OSNOVNE VELIČINE STANJA VLAŽNOG VAZDUHA

1. Materijalni bilans:	
$m_{vv} = m_{sv} + m_w = m_{sv} + m_p + m_t + m_z$	
gde se indeksi odnose na:	
vv - vlažan vazduh	p - vodena para
sv - suvi vazduh	t - tečnost (voda)
w - vlaga	z - čvrsta faza (led, inje)
2. Dalton-ov zakon	
Ukupan pritisak vlažnog vazduha	
$p = p_p + p_{sv}$, gde je $p_p \leq p_{ps}$	
3. Apolutna vlažnost (stepen vlažnosti)	
U opštem slučaju	
$x = \frac{m_w}{m_{sv}} = \frac{m_p + m_t + m_z}{m_{sv}} = x_p + x_t + x_z$, $\frac{\text{kg w}}{\text{kg s.v.}}$	
U slučaju nezasićenog vlažnog vazduha	
$x_p = \frac{m_p}{m_{sv}} = \frac{M_p}{M_{sv}} \frac{p_p}{p - p_p} = 0,622 \frac{p_p}{p - p_p} = 0,622 \frac{p_p}{p - p_p} \frac{p_{ps}}{p_{ps}}$, pri $x_p \leq x_{ps}$	
4. Relativna vlažnost	
$\varphi = \frac{p_p}{p_{ps}} = \frac{(\rho_p) p_p T}{(\rho_{ps}) p_{ps} T}$, pri $p_p \leq p_{ps}$	
5. Koncentracija vlage	
$\rho_p = \frac{m_p}{V_{vv}} = (\rho_p) p_p T$, $\frac{\text{kg w}}{\text{m}^3 \text{ v.v.}}$ pri $p_p \leq p_{ps}$	
6. Zapremina	
$V_{vv} = m_{sv} v_{1+x}$, $\text{m}^3 \text{ v.v.}$	
$v_{1+x} = \frac{V_{vv}}{m_{sv}}$, $\frac{\text{m}^3 \text{ v.v.}}{\text{kg s.v.}}$	
v_{1+x} - zapremina u kojoj se nalazi nezasićeni vlažan vazduh pritiska p i temperature t, koji se sastoji iz 1 kg suvog vazduha pritiska p_{sv} i temperature t i x_p kg pre-grejane vodene pare pritiska p_p i temperature t; dimenzije su $\text{m}^3/(1+x) \text{ kg v.v.}$ ili $\text{m}^3/\text{kg s.v.}$	
Na sličan način definišu se i ostale specifične veličine stanja vlažnog vazduha u odnosu na $(1+x) \text{ kg v.v.}$ ili 1 kg s.v.	
Specifična zapremina vlažnog vazduha u odnosu na 1 kg vlažnog vazduha	
$v_{vv} = \frac{V_{vv}}{m_{vv}} = \frac{m_{sv} v_{1+x}}{m_{sv} (1+x)} = \frac{v_{1+x}}{1+x}$, $\frac{\text{m}^3}{\text{kg v.v.}}$	
7. Gustina	
$\rho_{vv} = \frac{1}{v_{vv}} = \frac{1+x}{v_{1+x}} = \frac{m_{sv} (1+x)}{m_{sv} v_{1+x}} = (\rho_{sv}) p_{sv} T (1+x)$	
8. Entalpija	
$I = m_{sv} i_{1+x}$	
- nezasićen vlažan vazduh ($x \leq x_{ps}$):	
$i_{1+x} = c_{psv} \cdot t + x_p (c_{pp} \cdot t + r_0) = 1,00 \cdot t + x_p (1,86 \cdot t + 2500)$	
- zasićen vlažan vazduh ($x > x_{ps}$) pri $t > 0^\circ \text{C}$:	
$i_{1+x} = c_{psv} \cdot t + x_{ps} (c_{pp} \cdot t + r_0) + (x - x_{ps}) c_{ct} \cdot t = 1,00 \cdot t + x_{ps} (1,86 \cdot t + 2500) + (x - x_{ps}) \cdot 4,186 \cdot t$	
- zasićen vlažan vazduh ($x > x_{ps}$) pri $t < 0^\circ \text{C}$:	
$i_{1+x} = c_{psv} \cdot t + x_{ps} (c_{pp} \cdot t + r_0) + (x - x_{ps}) (r_z + c_{ct} \cdot t) = 1,00 \cdot t + x_{ps} (1,86 \cdot t + 2500) + (x - x_{ps}) (332,4 + 2,04 \cdot t)$	
9. Unutrašnja energija	
$U = m_{sv} u_{1+x}$, $u_{1+x} = i_{1+x} - p v_{1+x}$	

Tabela 4.3.2 - PARCIJALNI PRITISAK VODENE PARE, APSOLUTNA VLAŽNOST

I ENTALPIJA VLAŽNOG VAZDUHA NA LINIJI ZASIĆENJA PRI

p = 1 bar

t °C	$p_{ps} \cdot 10^3$ bar	x_{ps} kg/kg s.v.	$i_{1+x_{ps}}$ kJ/kg s.v.	t °C	$p_{ps} \cdot 10^3$ bar	x_{ps} kg/kg s.v.	$i_{1+x_{ps}}$ kJ/kg s.v.
-40	0,124	0,000077	-40,03	-5	4,010	0,002504	+1,21
-39	0,140	0,000087	-39,00	-4	4,368	0,002729	2,78
-38	0,159	0,000099	-37,97	-3	4,754	0,002971	4,40
-37	0,179	0,000111	-36,93	-2	5,172	0,003234	6,06
-36	0,200	0,000124	-35,90	-1	5,621	0,003516	7,78
-35	0,223	0,000139	-34,85	0	6,108	0,00382	9,56
-34	0,247	0,000154	-33,81	1	6,566	0,00411	11,29
-33	0,273	0,000170	-32,77	2	7,054	0,00441	13,08
-32	0,303	0,000189	-31,72	3	7,575	0,00474	14,91
-31	0,336	0,000209	-30,66	4	8,129	0,00509	16,81
-30	0,373	0,000232	-29,60	5	8,719	0,00547	18,76
-29	0,415	0,000258	-28,53	6	9,347	0,00586	20,77
-28	0,460	0,000286	-27,45	7	10,01	0,00629	22,85
-27	0,511	0,000318	-26,37	8	10,72	0,00674	25,00
-26	0,567	0,000353	-25,28	9	11,47	0,00721	27,22
-25	0,628	0,000391	-24,18	10	12,27	0,00772	29,52
-24	0,695	0,000432	-23,07	11	13,11	0,00826	31,90
-23	0,768	0,000478	-21,95	12	14,01	0,00884	34,37
-22	0,848	0,000527	-20,82	13	14,96	0,00945	36,93
-21	0,935	0,000582	-19,68	14	15,97	0,01009	39,59
-20	1,029	0,000641	-18,53	15	17,04	0,01078	42,3
-19	1,133	0,000705	-17,37	16	18,17	0,01151	45,2
-18	1,247	0,000777	-16,18	17	19,36	0,01228	48,2
-17	1,369	0,000853	-14,99	18	20,62	0,01310	51,3
-16	1,504	0,000937	-13,77	19	21,96	0,01397	54,5
-15	1,651	0,001029	-12,54	20	23,37	0,01488	57,8
-14	1,809	0,001127	-11,28	21	24,86	0,01585	61,3
-13	1,981	0,001235	-10,01	22	26,43	0,01688	65,0
-12	2,169	0,001352	-8,72	23	28,08	0,01797	68,8
-11	2,373	0,001479	-7,39	24	29,82	0,01912	72,8
-10	2,594	0,001618	-6,04	25	31,66	0,02034	76,9
-9	2,833	0,001767	-4,66	26	33,60	0,02163	81,2
-8	3,094	0,001930	-3,25	27	35,64	0,02299	85,8
-7	3,376	0,002107	-1,80	28	37,79	0,02442	90,5
-6	3,681	0,002298	-0,31	29	40,04	0,02594	95,4

nastavak

t °C	$p_{ps} \cdot 10^3$ bar	ρ_{ps} kg/kg s.v.	i_{1+ps} kJ/kg s.v.	t °C	$p_{ps} \cdot 10^3$ bar	ρ_{ps} kg/kg s.v.	i_{1+ps} kJ/kg s.v.
30	42,41	0,02755	100,6	65	250,1	0,2074	609,3
31	44,91	0,02925	106,0	66	261,5	0,2202	644,2
32	47,53	0,03104	111,6	67	273,3	0,2339	681,7
33	50,29	0,03294	117,5	68	285,6	0,2487	721,8
34	53,18	0,03494	123,7	69	298,4	0,2645	764,9
35	56,22	0,0370	130,3	70	311,7	0,2815	811,3
36	59,40	0,0392	137,1	71	325,4	0,2999	860,7
37	62,74	0,0416	144,2	72	339,6	0,319	914,7
38	66,24	0,0441	151,7	73	354,3	0,341	972,7
39	69,91	0,0467	159,6	74	369,6	0,364	1036
40	73,75	0,0495	167,8	75	385,5	0,390	1105
41	77,77	0,0524	176,4	76	401,9	0,417	1180
42	81,98	0,0555	185,5	77	418,9	0,448	1262
43	86,39	0,0588	195,1	78	436,5	0,481	1352
44	91,01	0,0622	205,1	79	454,7	0,518	1452
45	95,84	0,0659	215,6	80	473,6	0,559	1582
46	100,8	0,0697	226,7	81	493,1	0,605	1685
47	106,1	0,0738	238,4	82	513,3	0,655	1822
48	111,6	0,0781	250,7	83	534,2	0,713	1976
49	117,3	0,0827	263,7	84	555,8	0,778	2151
50	123,3	0,0875	277,5	85	578,1	0,852	2350
51	129,6	0,0926	291,7	86	601,1	0,937	2579
52	136,1	0,0980	306,9	87	624,9	1,036	2845
53	142,9	0,1037	322,9	88	649,5	1,152	3158
54	150,0	0,1097	339,9	89	674,9	1,291	3531
55	157,4	0,1161	357,8	90	701,1	1,458	3982
56	165,1	0,1229	376,8	91	728,1	1,665	4537
57	173,1	0,1302	396,8	92	756,0	1,927	5240
58	181,4	0,1378	418,1	93	784,8	2,268	6156
59	190,1	0,1460	440,6	94	814,5	2,731	7399
60	199,1	0,1547	464,6	95	845,1	3,39	9178
61	208,6	0,1639	490,0	96	876,7	4,42	11942
62	218,4	0,1738	517,0	97	909,3	6,23	16811
63	228,5	0,1843	545,8	98	942,9	10,27	27600
64	239,1	0,1954	576,5	99	977,5	198,2	72631
				100	1013,1		

Tabela 4.3.3 - FIZIČKE OSOBINE VLAŽNOG VAZDUHA NA LINIJI

ZASIĆENJA PRI $p = 1 \text{ atm}$

t °C	$\rho_{(p,t)}$ kgw/m³ v.v.	v_{1+ps} m³/kg s.v.	$v \cdot 10^4$ m²/s	c_p kJ/(kg·K)	λ W/(m·K)
0	0,004846	0,7781	13,25	1,0108	0,02380
2	0,005557	0,7845	13,43	1,0120	0,02413
4	0,006358	0,7911	13,61	1,0134	0,02427
6	0,007257	0,7977	13,79	1,0149	0,02440
8	0,008267	0,8046	13,97	1,0167	0,02454
10	0,009396	0,8116	14,15	1,0186	0,02466
12	0,01066	0,8187	14,34	1,0208	0,02478
14	0,01206	0,8261	14,52	1,0233	0,02490
16	0,01363	0,8337	14,71	1,0260	0,02500
18	0,01536	0,8415	14,89	1,0291	0,02511
20	0,01729	0,8497	15,08	1,0325	0,02520
22	0,01942	0,8511	15,27	1,0364	0,02529
24	0,02177	0,8669	15,46	1,0407	0,02537
26	0,02437	0,8761	15,65	1,0455	0,02544
28	0,02723	0,8857	15,84	1,0509	0,02508
30	0,03036	0,8958	16,03	1,0569	0,02556
32	0,03380	0,9065	16,22	1,0635	0,02561
34	0,03758	0,9178	16,41	1,0710	0,02565
36	0,04171	0,9297	16,61	1,0793	0,02567
38	0,04622	0,9425	16,80	1,0885	0,02569
40	0,05114	0,9560	17,00	1,0989	0,02569
42	0,05650	0,9706	17,20	1,1103	0,02568
44	0,06233	0,9862	17,39	1,1232	0,02666
46	0,06867	1,0030	17,59	1,1375	0,02563
48	0,07553	1,0213	17,79	1,1534	0,02558
50	0,08298	1,0410	17,99	1,1713	0,02552
52	0,09103	1,0626	18,19	1,1913	0,02545
54	0,09974	1,0861	18,39	1,2137	0,02536
56	0,1091	1,1112	18,59	1,2389	0,02526
58	0,1193	1,1405	18,79	1,2673	0,02514
60	0,1302	1,1721	18,99	1,2994	0,02501
62	0,1419	1,2073	19,19	1,3357	0,02487
64	0,1545	1,2467	19,38	1,3770	0,02471
66	0,1680	1,2910	19,57	1,4241	0,02455
68	0,1826	1,3412	19,76	1,4782	0,02437
70	0,1981	1,3986	19,94	1,5418	0,02418
72	0,2146	1,4643	20,01	1,6132	0,02399
74	0,2324	1,5411	20,28	1,6986	0,02379
76	0,2514	1,6309	20,44	1,7994	0,02360
78	0,2717	1,7375	20,58	1,9199	0,02341
80	0,2933	1,8663	20,71	1,0664	0,02323
82	0,3162	2,0247	20,81	2,2477	0,02307
84	0,3406	2,2238	20,90	2,4767	0,02294
86	0,3666	2,4810	20,96	2,7739	0,02285
88	0,3942	2,8235	20,99	3,1708	0,02281
90	0,4235	3,3047	20,99	3,7304	0,02283
92	0,4545	4,029	20,94	4,574	0,02295
94	0,4873	5,238	20,84	5,987	0,02318
96	0,5221	7,662	20,69	8,820	0,02355
98	0,5588	14,939	20,47	17,338	0,02409
100	0,5977	-	20,08	-	0,02486

4.4 - AMONIJAK (NH_3)

$M = 17,032 \text{ kg/kmol}$; $t_{\text{klj}} = -33,4 \text{ }^\circ\text{C}$ (pri $p = 1 \text{ atm}$); $t_{\text{kr}} = 132,4 \text{ }^\circ\text{C}$;

$t_{\text{toplj.}} = -77,7 \text{ }^\circ\text{C}$; $p_{\text{kr}} = 112,9 \text{ bar}$;

$v_{\text{kr}} = 4,255 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$

Tabela 4.4.1 - VELIČINE STANJA AMONIJAKA NA LINIJI ZASIĆENJA

T K	p bar	$v' \cdot 10^3$ m^3/kg	$v'' \cdot 10^3$ m^3/kg	i' kJ/kg	i'' kJ/kg	e' kJ/(kg·K)	e'' kJ/(kg·K)
195,42	0,06076			613,1	2087	4,206	11,748
200	0,08666	1,372	11140	632,7	2103	4,307	11,657
210	0,1779	1,394	5686,8	676,2	2124	4,518	11,413
220	0,3391	1,417	3115,9	720,0	2144	4,720	11,195
230	1,0258	1,441	1813,9	764,2	2162	4,916	10,993
240	1,6536	1,467	1110,0	809,0	2177	5,103	10,804
250	1,6536	1,495	709,72	854,0	2192	5,288	10,642
260	2,559	1,524	471,41	899,5	2207	5,465	10,492
270	3,819	1,556	323,2	945,7	2219	5,637	10,354
280	5,518	1,589	227,9	992,1	2230	5,804	10,226
290	7,753	1,626	164,6	1039,6	2240	5,968	10,106
300	10,624	1,667	121,3	1087,3	2246	6,128	9,993
310	14,249	1,711	90,71	1135,7	2251	6,286	9,884
320	18,66	1,760	68,93	1185,1	2255	6,440	9,776
330	24,22	1,815	52,85	1235,7	2255	6,593	9,680
340	30,82	1,878	40,87	1288,1	2250	6,743	9,577
350	38,70	1,952	31,73	1341,9	2241	6,893	9,459
360	48,03	2,039	24,62	1398,2	2225	7,043	9,341
370	58,91	2,148	19,02	1457,5	2202	7,195	9,208
380	71,54	2,292	14,50	1517,7	2162	7,360	9,046
390	86,06	2,502	10,72	1591,4	2099	7,537	8,847
400	102,8	2,903	7,310	1675,3	1982	7,638	8,525
405,6	113,0	4,255	4,255	1825,2	1825	8,122	8,122

Tabela 4.4.2 - AMONIJAK; PREGREJANA PARA I TEČNOST

T K	$v \cdot 10^3$ m^3/kg	i kJ/kg	e kJ/(kg·K)	$v \cdot 10^3$ m^3/kg	i kJ/kg	e kJ/(kg·K)
$p = 1 \text{ bar}$						
300	1450,6	2309	11,31	277,2	2287	10,48
320	1550,8	2351	11,44	299,7	2333	10,63
340	1650,5	2394	11,57	321,2	2379	10,77
360	1749,6	2439	11,70	342,2	2426	10,90
380	1848,5	2485	11,82	363,0	2473	11,03
400	1947,2	2531	11,93	383,5	2521	11,15
420	2045,7	2577	12,05	403,9	2568	11,27
440	2144,1	2624	12,16	424,1	2616	11,38
460	2242,3	2671	12,26	444,3	2664	11,49
480	2340,5	2719	12,36	464,3	2713	11,60
500	2438,6	2768	12,48	484,3	2762	11,70
520	2536,6	2818	12,56	504,2	2813	11,79
540	2534,7	2868	12,66	524,1	2864	11,89
560	2696,9	2920	12,75	543,9	2916	11,99
580	2830,6	2961	12,84	563,7	2960	12,09
$p = 5 \text{ bar}$						
300	129,8	2255	10,04			
320	142,9	2306	10,21	90,07	2276	9,94
340	155,1	2358	10,36	99,11	2336	10,11
360	166,5	2409	10,51	107,7	2391	10,27
380	177,6	2459	10,65	115,6	2444	10,42
400	188,4	2508	10,78	123,1	2496	10,55
420	198,9	2557	10,91	130,5	2546	10,68
440	209,4	2606	11,03	137,8	2596	10,80
460	219,8	2655	11,14	144,9	2646	10,91
480	230,0	2705	11,24	151,9	2697	11,02
500	240,3	2756	11,34	158,9	2749	11,12
520	250,5	2807	11,44	165,8	2801	11,22
540	260,6	2858	11,54	172,6	2853	11,32
560	270,6	2911	11,63	179,5	2906	11,42
580	280,6	2963	11,73	186,2	2959	11,51
$p = 10 \text{ bar}$						
310	1,71	1135	6,28			
320	1,76	1185	6,44			
340	1,76	2312	9,92	54,03	2285	8,75
360	77,03	2373	10,10	60,30	2352	9,94
380	84,41	2429	10,25	65,32	2413	10,11
400	90,48	2483	10,39	70,92	2470	10,26
420	96,29	2534	10,53	75,80	2523	10,40
440	101,98	2586	10,65	80,50	2575	10,53
460	107,50	2637	10,78	85,02	2628	10,64
480	112,90	2689	10,88	89,42	2681	10,75
500	118,25	2742	10,98	93,65	2734	10,86
520	123,59	2794	11,08	98,05	2788	10,96
540	128,82	2848	11,18	102,34	2842	11,06
560	133,98	2901	11,28	106,56	2896	11,16
580	139,09	2955	11,38	110,79	2950	11,26
$p = 20 \text{ bar}$						
310	1,71	1135	6,28			
320	1,76	1185	6,44			
340	1,76	2312	9,92	54,03	2285	8,75
360	77,03	2373	10,10	60,30	2352	9,94
380	84,41	2429	10,25	65,32	2413	10,11
400	90,48	2483	10,39	70,92	2470	10,26
420	96,29	2534	10,53	75,80	2523	10,40
440	101,98	2586	10,65	80,50	2575	10,53
460	107,50	2637	10,78	85,02	2628	10,64
480	112,90	2689	10,88	89,42	2681	10,75
500	118,25	2742	10,98	93,65	2734	10,86
520	123,59	2794	11,08	98,05	2788	10,96
540	128,82	2848	11,18	102,34	2842	11,06
560	133,98	2901	11,28	106,56	2896	11,16
580	139,09	2955	11,38	110,79	2950	11,26
$p = 25 \text{ bar}$						
310	1,71	1135	6,28			
320	1,76	1185	6,44			
340	1,76	2312	9,92	54,03	2285	8,75
360	77,03	2373	10,10	60,30	2352	9,94
380	84,41	2429	10,25	65,32	2413	10,11
400	90,48	2483	10,39	70,92	2470	10,26
420	96,29	2534	10,53	75,80	2523	10,40
440	101,98	2586	10,65	80,50	2575	10,53
460	107,50	2637	10,78	85,02	2628	10,64
480	112,90	2689	10,88	89,42	2681	10,75
500	118,25	2742	10,98	93,65	2734	10,86
520	123,59	2794	11,08	98,05	2788	10,96
540	128,82	2848	11,18	102,34	2842	11,06
560	133,98	2901	11,28	106,56	2896	11,16
580	139,09	2955	11,38	110,79	2950	11,26

nastavak						
T	$v \cdot 10^3$	\bar{z}	\bar{s}	$v \cdot 10^3$	\bar{z}	\bar{s}
p = 40 bar			p = 50 bar			
310	1,70	1136	6,27	1,69	1136	6,26
320	1,75	1186	6,42	1,74	1186	6,42
330	1,80	1235	6,58	1,80	1235	6,57
340	1,87	1287	6,73	1,86	1286	6,72
350	1,95	1341	6,88	1,94	1339	6,88
360	32,65	2276	9,54	2,04	1397	7,04
380	37,40	2358	9,76	27,59	2315	9,56
400	41,32	2424	9,94	31,32	2391	9,77
420	44,84	2484	10,10	34,46	2458	9,94
440	48,13	2543	10,24	37,33	2529	10,09
460	51,27	2600	10,37	40,42	2580	10,22
480	54,29	2656	10,48	42,57	2639	10,34
500	57,20	2713	10,59	45,02	2698	10,46
520	60,06	2769	10,70	47,40	2756	10,57
540	62,88	2825	10,80	49,72	2814	10,68
560	65,64	2881	10,91	51,99	2871	10,79
580	68,28	2937	11,01	54,20	2928	10,89
p = 100 bar			p = 200 bar			
310	1,68	1138	6,24	1,60	1143	6,21
320	1,72	1187	6,40	1,69	1190	6,35
330	1,77	1235	6,54	1,73	1237	6,50
340	1,83	1285	6,69	1,78	1284	6,64
350	1,89	1335	6,84	1,83	1332	6,78
360	1,97	1388	6,99	1,90	1381	6,91
370	2,08	1445	7,15	1,96	1431	7,05
380	2,22	1507	7,32	2,05	1484	7,19
390	2,42	1581	7,50	2,15	1541	7,34
400	8,65	2064	8,73	2,27	1603	7,49
420	13,29	2292	9,28	2,69	1747	7,83
440	15,48	2390	9,51	3,72	1952	8,33
460	17,40	2473	9,70	5,45	2171	8,81
480	19,10	2549	9,86	6,96	2323	9,16
500	20,66	2619	10,01	8,23	2435	9,40
520	22,10	2688	10,14	9,25	2527	9,57
540	23,47	2754	10,26	10,19	2607	9,72
560	24,78	2819	10,38	11,07	2688	9,86
580	26,05	2881	10,49			
p = 300 bar			p = 400 bar			
310	1,63	1140	6,18	1,61	1156	6,15
320	1,67	1194	6,32	1,64	1200	6,29
330	1,70	1239	6,46	1,67	1244	6,42
340	1,74	1286	6,59	1,71	1288	6,55
350	1,79	1332	6,72	1,75	1333	6,68
360	1,84	1379	6,85	1,80	1379	6,80
370	1,90	1427	6,98	1,84	1425	6,93
380	1,96	1476	7,11	1,90	1472	7,04
390	2,04	1527	7,24	1,96	1520	7,17
400	2,12	1580	7,37	2,02	1570	7,30
420	2,34	1693	7,65	2,18	1674	7,56
440	2,63	1818	7,94	2,38	1784	7,82
460	3,12	1964	8,28	2,62	1900	8,09
480	3,80	2116	8,61	2,94	2022	8,36
500	4,56	2255	8,91	3,34	2146	8,62
520	5,31	2373	9,14	3,80	2262	8,84
540	6,04	2472	9,33	4,27	2366	9,05
560	6,72	2556	9,49	4,76	2456	9,21

nastavak						
T	$v \cdot 10^3$	\bar{z}	\bar{s}	$v \cdot 10^3$	\bar{z}	\bar{s}
p = 500 bar			p = 600 bar			
310	1,59	1164	6,12	1,57	1172	6,09
320	1,62	1207	6,26	1,60	1214	6,23
330	1,65	1250	6,39	1,63	1255	6,36
340	1,68	1293	6,51	1,66	1297	6,48
350	1,72	1336	6,64	1,70	1340	6,60
360	1,76	1379	6,76	1,73	1383	6,72
370	1,81	1425	6,88	1,77	1426	6,84
380	1,86	1470	6,99	1,81	1471	6,95
390	1,91	1517	7,12	1,86	1516	7,07
400	1,96	1565	7,24	1,91	1563	7,19
420	2,08	1664	7,49	2,01	1660	7,43
440	2,23	1763	7,74	2,12	1761	7,67
460	2,40	1875	7,98	2,27	1862	7,96
480	2,63	1983	8,22	2,43	1962	8,12
500	2,97	2091	8,44	2,61	2060	8,32
520	3,16	2196	8,65	2,82	2156	8,52
540	3,49	2294	8,84	3,05	2148	8,69
560	3,83	2385	9,00	3,31	2236	8,85
p = 800 bar			p = 900 bar			
310	1,54	1189	6,04	1,53	1198	6,02
320	1,57	1229	6,17	1,55	1237	6,15
330	1,59	1268	6,30	1,57	1276	6,27
340	1,62	1309	6,42	1,60	1315	6,39
350	1,65	1349	6,53	1,63	1355	6,50
360	1,68	1391	6,64	1,66	1396	6,62
370	1,71	1432	6,76	1,69	1437	6,73
380	1,75	1475	6,87	1,73	1479	6,84
390	1,79	1519	6,99	1,76	1523	6,95
400	1,83	1566	7,10	1,80	1569	7,06
420	1,91	1660	7,34	1,87	1662	7,30
440	2,00	1756	7,56	1,95	1758	7,52
460	2,09	1852	7,78	2,03	1851	7,72
480	2,20	1944	7,98	2,12	1940	7,92
500	2,32	2032	8,16	2,24	2025	8,10
520	2,46	2118	8,34	2,35	2108	8,27
540	2,60	2202	8,50	2,47	2189	8,43
560	2,76	2283	8,65	2,61	2269	8,58
p = 1000 bar			p = 1100 bar			
310	1,52	1208	6,00	1,51	1218	5,99
320	1,54	1246	6,13	1,53	1256	6,11
330	1,56	1284	6,25	1,54	1294	6,22
340	1,58	1323	6,36	1,57	1331	6,34
350	1,61	1362	6,47	1,59	1369	6,45
360	1,64	1402	6,58	1,62	1408	6,56
370	1,67	1442	6,70	1,65	1448	6,67
380	1,70	1484	6,81	1,68	1489	6,78
390	1,74	1527	6,92	1,71	1532	6,89
400	1,77	1572	7,03	1,74	1576	7,00
420	1,84	1666	7,26	1,80	1670	7,23
440	1,91	1760	7,48	1,87	1764	7,45
460	1,98	1852	7,68	1,94	1853	7,65
480	2,07	1938	7,87	2,01	1937	7,83
500	2,16	2021	8,05	2,10	2019	8,01
520	2,26	2102	8,22	2,19	2099	8,17
540	2,37	2181	8,37	2,28	2177	8,32
560	2,48	2260	8,52	2,38	2255	8,46

Tabela 4.4.3 - SPECIFIČNA TOPLOTA AMONIJAKA PRI $p = 1 \text{ bar}$

$T, \text{ K}$	300	320	340	360	380	400	420	440
$c_p, \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$	2,158	2,170	2,192	2,221	2,254	2,287	2,322	2,357
$T, \text{ K}$	460	480	500	520	540	560	580	
$c_p, \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$	2,393	2,43	2,467	2,504	2,540	2,577	2,613	

Tabela 4.4.4 - DINAMIČKA VISKOZNOST AMONIJAKA NA LINIJI ZASIĆENJA

$t, \text{ }^\circ\text{C}$	$\mu' \cdot 10^3, \text{ Pa}\cdot\text{s}$	$\mu'' \cdot 10^3, \text{ Pa}\cdot\text{s}$	$z, \text{ }^\circ\text{C}$	$\mu' \cdot 10^3, \text{ Pa}\cdot\text{s}$	$\mu'' \cdot 10^3, \text{ Pa}\cdot\text{s}$
30	13,600	1,075	100	6,400	1,395
40	12,480	1,115	110	5,600	1,470
50	11,350	1,155	120	4,840	1,625
60	10,300	1,200	125	4,370	1,760
70	9,220	1,245	130	3,730	2,020
80	8,260	1,290	131,5	3,310	2,250
90	7,320	1,335	132,4	2,610	2,610

Tabela 4.4.5 - TERMIČKA PROVDNOST TEČNOG AMONIJAKA NA LINIJI ZASIĆENJA

$T, \text{ K}$	300	305	310	315	320	325	330	335
$\lambda \cdot 10^3, \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$	470	457	445	435	424	413	403	391
$T, \text{ K}$	340	345	350	355	360	370	380	
$\lambda \cdot 10^3, \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$	379	369	356	345	335	315	289	

Tabela 4.4.6 - TERMIČKA PROVDNOST AMONIJAKA PRI $p = 1 \text{ bar}$

$T, \text{ K}$	$\lambda \cdot 10^3, \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$	$T, \text{ K}$	$\lambda \cdot 10^3, \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$	$T, \text{ K}$	$\lambda \cdot 10^3, \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$	$T, \text{ K}$	$\lambda \cdot 10^3, \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$
200	15,3	270	21,6	340	29,3	420	40,4
210	16,2	280	22,6	350	30,4	440	43,5
220	17,0	290	23,6	360	31,6	460	46,3
230	17,8	300	24,7	370	32,8	480	49,2
240	18,6	310	26,0	380	34,0	500	52,5
250	19,6	320	27,2	390	35,2	550	59,4
260	20,6	330	28,2	400	37,0	600	67,0

4.5 - FREON - 11, MONOFLUORTRIHLOMETAN (CFCl_3) $M = 137,39 \text{ kg/kmol}; \quad t_{\text{klj}} = 23,7 \text{ }^\circ\text{C} \text{ (pri } p = 1 \text{ atm);}$ $t_{\text{toplj.}} = -111 \text{ }^\circ\text{C}; \quad t_{\text{kr}} = 198 \text{ }^\circ\text{C}; \quad v_{\text{kr}} = 1,805 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$

Tabela 4.5.1 - VELIČINE STANJA FREONA - 11 NA LINIJI ZASIĆENJA

$t, \text{ }^\circ\text{C}$	$p, \text{ bar}$	$v' \cdot 10^3, \text{ m}^3/\text{kg}$	$v'', \text{ m}^3/\text{kg}$	$i', \text{ kJ/kg}$	$i'', \text{ kJ/kg}$	$r, \text{ kJ/kg}$	$s', \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$	$s'', \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$
-60	0,01279	0,6006	10,070	449,09	659,81	210,72	0,7899	1,7785
-50	0,02647	0,6084	5,094	457,32	664,72	207,40	0,8276	1,6560
-45	0,03702	0,6124	3,721	461,47	667,20	205,73	0,8469	1,7478
-40	0,05093	0,6164	2,763	465,65	669,71	204,06	0,8642	1,7394
-38	0,05760	0,6180	2,463	467,33	670,72	203,29	0,8714	1,7363
-36	0,06499	0,6197	2,200	469,02	671,74	202,72	0,8785	1,7333
-34	0,07316	0,6213	1,971	470,71	672,75	202,04	0,8856	1,7304
-30	0,09206	0,6247	1,591	474,10	674,79	200,69	0,8997	1,7250
-28	0,1029	0,6264	1,434	475,80	675,81	200,01	0,9066	1,7225
-26	0,1149	0,6281	1,295	477,51	676,84	199,33	0,9136	1,7201
-24	0,1279	0,6298	1,172	479,21	677,87	198,65	0,9204	1,7178
-22	0,1421	0,6316	1,062	480,93	678,90	197,97	0,9273	1,7156
-20	0,1576	0,6333	0,9647	482,64	679,29	197,29	0,9341	1,7134
-18	0,1745	0,6351	0,8778	484,36	680,96	196,60	0,9409	1,7114
-16	0,1928	0,6369	0,8001	486,09	682,00	195,92	0,9476	1,7095
-14	0,2126	0,6387	0,7305	487,81	683,04	195,23	0,9543	1,7076
-12	0,2341	0,6405	0,6681	489,54	684,08	194,53	0,9599	1,7056
-10	0,2573	0,6423	0,6120	491,28	685,12	193,84	0,9675	1,7041
-8	0,2824	0,6441	0,5614	493,02	686,16	193,14	0,9741	1,7025
-6	0,3093	0,6460	0,5159	494,76	687,20	192,45	0,9806	1,7010
-4	0,3384	0,6480	0,4747	496,50	688,25	191,75	0,9871	1,6995
-2	0,3695	0,6498	0,4374	498,25	689,29	191,04	0,9936	1,6981

nastavak

t	p	$v' \cdot 10^3$	v''	i'	i''	h'	h''	a''
0	0,4030	0,6507	0,4037	500,00	690,34	190,34	1,0000	1,6968
2	0,4388	0,6536	0,3730	501,75	691,38	189,63	1,0064	1,6956
4	0,4771	0,6556	0,4351	503,50	692,43	188,93	1,0127	1,6944
6	0,5181	0,6576	0,3197	505,26	693,47	188,22	1,0190	1,6932
8	0,5617	0,6596	0,2966	507,02	694,52	187,50	1,0253	1,6922
10	0,6083	0,6616	0,2755	508,77	695,56	186,79	1,0315	1,6912
12	0,6579	0,6637	0,2561	510,54	696,61	186,07	1,0377	1,6902
14	0,7106	0,6657	0,2384	512,30	697,65	185,35	1,0438	1,6893
16	0,7666	0,6678	0,2222	514,07	698,70	184,63	1,0499	1,6885
18	0,8261	0,6700	0,2073	515,84	699,74	183,90	1,0560	1,6877
20	0,8891	0,6721	0,1936	517,61	700,78	183,17	1,0621	1,6869
22	0,9558	0,6743	0,1810	519,39	701,82	182,43	1,0681	1,6862
24	1,026	0,6765	0,1694	521,17	702,86	181,69	1,0741	1,6855
26	1,101	0,6787	0,1587	522,95	703,90	180,95	1,0800	1,6849
28	1,180	0,6809	0,1488	524,73	704,93	180,20	1,0859	1,6843
30	1,263	0,6832	0,1397	526,52	705,97	179,45	1,0918	1,6838
32	1,350	0,6855	0,1312	528,31	707,00	178,69	1,0977	1,6833
34	1,442	0,6878	0,1233	530,10	708,03	177,93	1,1035	1,6828
36	1,539	0,6901	0,1161	531,90	709,05	177,16	1,1093	1,6824
38	1,641	0,6925	0,1093	533,70	710,08	176,38	1,1151	1,6820
40	1,748	0,6949	0,1030	535,50	711,10	175,60	1,1208	1,6816
42	1,860	0,6973	0,09719	537,31	712,12	174,81	1,1266	1,6812
44	1,978	0,6998	0,09174	539,12	713,13	174,01	1,1323	1,6809
46	2,102	0,7023	0,08667	540,93	714,14	173,21	1,1380	1,6806
48	2,231	0,7048	0,08194	542,75	715,15	172,40	1,1436	1,6804
50	2,366	0,7073	0,07752	544,57	716,15	171,58	1,1492	1,6802
52	2,509	0,7099	0,07338	546,40	717,15	170,75	1,1548	1,6799
54	2,655	0,7125	0,06952	548,23	718,15	169,91	1,1604	1,6797
56	2,810	0,7151	0,06590	550,07	719,14	169,07	1,1659	1,6796
58	2,971	0,7178	0,06251	551,91	720,12	168,21	1,1715	1,6794
60	3,138	0,7205	0,05932	553,76	721,11	167,35	1,1770	1,6793
70	4,088	0,7346	0,04608	563,06	725,93	162,87	1,2042	1,6788
80	5,240	0,7497	0,03626	572,52	730,61	158,09	1,2310	1,6787
90	6,619	0,7660	0,02884	582,13	735,10	152,97	1,2574	1,6787
100	8,253	0,7838	0,02315	591,93	739,39	147,46	1,2835	1,6786
110	10,168	0,8034	0,01872	601,93	743,43	141,50	1,3092	1,6785
120	12,393	0,8252	0,01523	612,16	747,19	135,03	1,3346	1,6780
130	14,959	0,8499	0,01242	622,63	750,60	127,97	1,3596	1,6771
140	17,896	0,8785	0,01014	633,38	753,60	120,22	1,3843	1,6753

Tabela 4.5.2 - VELIČINE STANJA PREGREJANE PARE FREONA - 11

t °C	v m ³ /kg	i kJ/kg	s kJ/(kg·K)	v m ³ /kg	i kJ/kg	s kJ/(kg·K)
$p = 0,03 \text{ bar}$				$p = 0,05 \text{ bar}$		
-40	4,696	669,76	1,7716	2,814	669,72	1,7405
-30	4,898	674,91	1,7932	2,936	674,87	1,7622
-20	5,100	680,17	1,8144	3,057	680,14	1,7834
-10	5,302	685,53	1,8352	3,179	685,50	1,8042
0	5,504	690,99	1,8555	3,300	690,95	1,8245
10	5,707	696,54	1,8755	3,422	696,50	1,8445
20	5,909	702,17	1,8950	3,543	702,14	1,8640
30	6,111	707,89	1,9142	3,664	707,86	1,8832
40	6,313	713,69	1,9330	3,786	713,66	1,9021
50	6,515	719,57	1,9515	3,907	719,54	1,9205
60	6,717	725,52	1,9697	4,028	725,49	1,9387
70	6,919	731,54	1,9875	4,150	731,52	1,9565
80	7,121	737,64	2,0050	4,271	737,61	1,9740
90	7,323	743,79	2,0221	4,392	743,77	1,9912
100	7,525	750,01	2,0390	4,514	749,99	2,0081
110	7,727	756,29	2,0556	4,635	756,27	2,0247
120	7,929	762,62	2,0720	4,756	762,60	2,0410
130	8,131	769,01	2,0880	4,877	768,99	2,0571
140	8,333	775,46	2,1038	4,999	775,44	2,0729
150	8,535	781,95	2,1193	5,120	781,93	2,0884
160	8,737	788,49	2,1346	5,241	788,47	2,1037
170	8,939	795,07	2,1496	5,362	795,06	2,1187
180	9,140	801,70	2,1644	5,483	801,69	2,1335
190	9,342	808,38	2,1790	5,605	808,36	2,1480
200	9,544	815,09	2,1933	5,726	815,07	2,1624
210	9,746	821,84	2,2075	5,847	821,82	2,1765
220	9,948	828,63	2,2214	5,968	828,61	2,1904
230	10,15	835,46	2,2351	6,089	835,44	2,2041
240	10,35	842,32	2,2486	6,210	842,30	2,2176
250	10,55	849,21	2,2619	6,332	849,20	2,2309

nastavak

nastavak

t	v	i	ρ	v	i	ρ
p = 0,1 bar				p = 0,2 bar		
-20	1,525	680,04	1,7412			
-10	1,586	685,41	1,7620	0,7894	685,22	1,7196
0	1,647	690,87	1,7824	0,8201	690,69	1,7400
10	1,708	696,42	1,8023	0,8507	696,25	1,7600
20	1,769	702,06	1,8219	0,8814	701,90	1,7796
30	1,829	707,78	1,8411	0,9119	707,63	1,7989
40	1,890	713,59	1,8600	0,9425	713,44	1,8177
50	1,951	719,47	1,8785	0,9731	719,33	1,8362
60	2,012	725,43	1,8966	1,004	725,29	1,8544
70	2,073	731,46	1,9144	1,034	731,33	1,8722
80	2,133	737,55	1,9319	1,065	737,43	1,8897
90	2,194	743,71	1,9491	1,095	743,59	1,9070
100	2,255	749,93	1,9660	1,126	749,82	1,9239
110	2,316	756,21	1,9826	1,156	756,10	1,9405
120	2,376	762,55	1,9990	1,187	762,44	1,9568
130	2,437	768,94	2,0150	1,217	768,84	1,9729
140	2,498	775,39	2,0303	1,247	775,29	1,9887
150	2,558	781,88	2,0463	1,278	781,78	2,0042
160	2,619	788,42	2,0616	1,308	788,33	2,0195
170	2,680	795,01	2,0767	1,339	794,92	2,0346
180	2,740	801,64	2,0915	1,370	801,55	2,0494
190	2,801	808,32	2,1060	1,400	808,23	2,0639
200	2,862	815,03	2,1204	1,430	814,95	2,0783
210	2,922	821,73	2,1345	1,460	821,70	2,0924
220	2,983	828,58	2,1484	1,491	828,50	2,1063
230	3,044	835,40	2,1621	1,521	835,33	2,1201
240	3,104	842,27	2,1756	1,552	842,19	2,1336
250	3,165	849,16	2,1889	1,582	849,09	2,1469
p = 0,4 bar				p = 0,6 bar		
0	0,4067	690,34	1,6973			
10	0,4222	695,92	1,7173	0,2794	695,58	1,6920
20	0,4377	701,58	1,7370	0,2898	701,26	1,7117

nastavak

t	v	i	ρ	v	i	ρ
30	0,4532	707,33	1,7563	0,3003	707,02	1,7311
40	0,4686	713,15	1,7752	0,3107	712,85	1,7530
50	0,4841	719,05	1,7937	0,3211	718,77	1,7626
60	0,4995	725,02	1,8119	0,3314	724,75	1,7868
70	0,5149	731,07	1,8298	0,3418	730,80	1,8047
80	0,5302	737,18	1,8473	0,3521	736,92	1,8223
90	0,5456	743,35	1,8646	0,3624	743,11	1,8396
100	0,5610	749,58	1,8815	0,3727	749,35	1,8565
110	0,5763	755,88	1,8981	0,3830	755,65	1,8732
120	0,5916	762,23	1,9145	0,3933	762,01	1,8896
130	0,6069	768,63	1,9306	0,4036	768,42	1,9057
140	0,6222	775,09	1,9464	0,4135	774,88	1,9215
150	0,6376	781,59	1,9620	0,4241	781,40	1,9371
160	0,6528	788,14	1,9773	0,4344	787,95	1,9524
170	0,6681	794,74	1,9923	0,4446	794,56	1,9675
180	0,6834	801,38	2,0071	0,4548	801,20	1,9823
190	0,6987	808,06	2,0217	0,4651	807,89	1,9969
200	0,7140	814,78	2,0361	0,4753	814,62	2,0113
210	0,7292	821,55	2,0502	0,4855	821,39	2,0254
220	0,7445	828,34	2,0641	0,4957	828,19	2,0394
230	0,7597	835,18	2,0779	0,5058	835,03	2,0531
240	0,7750	842,05	2,0914	0,5161	841,90	2,0666
250	0,7902	848,95	2,1047	0,5263	848,81	2,0800
p = 0,8 bar			p = 1 bar			
20	0,2159	700,93	1,6936			
30	0,2238	706,70	1,7130	0,1779	706,39	1,6988
40	0,2317	712,55	1,7320	0,1842	712,25	1,7178
50	0,2395	718,48	1,7506	0,1906	718,19	1,7365
60	0,2474	724,48	1,7688	0,1969	724,20	1,7548

T	U	i	E	U	i	E
70	0,2552	730,54	1,7868	0,2033	730,28	1,7728
80	0,2630	736,67	1,8044	0,1296	736,42	1,7904
90	0,2708	742,86	1,8217	0,2159	742,62	1,8077
100	0,2786	749,12	1,8387	0,2221	748,88	1,8248
110	0,2864	755,43	1,8554	0,2284	755,20	1,8415
120	0,2942	761,79	1,8718	0,2347	761,58	1,8579
130	0,3019	768,21	1,8879	0,2409	768,00	1,8740
140	0,3097	774,68	1,9038	0,2471	774,48	1,8900
150	0,3174	781,20	1,9193	0,2533	781,01	1,9055
160	0,3251	787,77	1,9347	0,2596	787,58	1,9209
170	0,3328	794,38	1,9498	0,2658	794,19	1,9360
180	0,3406	801,03	1,9646	0,2720	800,85	1,9508
190	0,3483	807,72	1,9792	0,2782	807,55	1,9654
200	0,3560	814,46	1,9936	0,2844	814,29	1,9798
210	0,3637	821,23	2,0077	0,2905	821,07	1,9940
220	0,3713	828,04	2,0217	0,2967	827,88	2,0080
230	0,3790	834,88	2,0355	0,3029	834,73	2,0217
240	0,3867	841,76	2,0490	0,3091	841,61	2,0353
250	0,3944	848,67	2,0623	0,3152	848,53	2,0486
$p = 1,5 \text{ bar}$				$p = 2 \text{ bar}$		
40	0,1210	711,49	1,6917			
50	0,1254	717,46	1,7105	0,09269	716,71	1,6915
60	0,1297	723,50	1,7289	0,09602	722,79	1,7100
70	0,1340	729,61	1,7469	0,09933	728,92	1,7282
80	0,1383	735,77	1,7646	0,1026	735,12	1,7460
90	0,1426	742,00	1,7820	0,1059	741,38	1,7634
100	0,1468	748,29	1,7991	0,1092	747,69	1,7806
110	0,1511	754,63	1,8159	0,1124	754,06	1,7974
120	0,1553	761,03	1,8324	0,1156	760,48	1,8140
130	0,1595	767,43	1,8486	0,1189	766,94	1,8302
140	0,1638	773,97	1,8645	0,1221	773,46	1,8462
150	0,1680	780,52	1,8801	0,1253	780,02	1,8619

nastavak						
t	v	z	s	v	z	s
160	0,1720	787,10	1,8955	0,1285	786,63	1,8773
170	0,1764	793,74	1,9107	0,1316	793,28	1,8925
180	0,1805	800,41	1,9256	0,1348	799,97	1,9074
190	0,1847	807,12	1,9402	0,1380	806,70	1,9221
200	0,1889	813,88	1,9546	0,1412	813,46	1,9366
210	0,1931	820,67	1,9688	0,1443	820,27	1,9508
220	0,1972	827,49	1,9828	0,1475	827,11	1,9648
230	0,2014	834,36	1,9966	0,1506	833,96	1,9786
240	0,2055	841,25	2,0102	0,1537	840,89	1,9922
250	0,2097	848,18	2,0235	0,1569	847,83	2,0056
p = 3 bar			p = 4 bar			
60	0,06231	721,31	1,6325			
70	0,06462	727,52	1,7008	0,04721	726,06	1,6804
80	0,06692	733,79	1,7182	0,04902	732,40	1,6987
90	0,06920	740,10	1,7365	0,05081	738,79	1,7165
100	0,07146	746,47	1,7538	0,05257	745,21	1,7340
110	0,07370	752,89	1,7707	0,05432	751,69	1,7511
120	0,07593	759,35	1,7874	0,05605	758,21	1,7679
130	0,07815	765,86	1,8038	0,05774	764,77	1,7844
140	0,08035	772,42	1,8198	0,05948	771,37	1,8006
150	0,08255	779,02	1,8356	0,06118	778,01	1,8164
160	0,08474	785,67	1,8511	0,06286	784,69	1,8321
170	0,08692	792,35	1,8664	0,06454	791,41	1,8474
180	0,08909	799,07	1,8814	0,06621	798,17	1,8625
190	0,09125	805,83	1,8962	0,06787	804,96	1,8773
200	0,09340	812,63	1,9107	0,06952	811,79	1,8919
210	0,09555	819,46	1,9250	0,07117	818,65	1,9063
220	0,09770	826,35	1,9390	0,07281	825,55	1,9204
230	0,09984	833,23	1,9529	0,07445	832,47	1,9343
240	0,1020	840,16	1,9665	0,07608	839,43	1,9480
250	0,1041	847,12	1,9800	0,07770	846,41	1,9615

nastavak

t	v	z	a	v	z	a
p = 6 bar				p = 8 bar		
90	0,03232	736,01	1,6864			
100	0,03361	742,59	1,7043	0,02404	739,76	1,6813
110	0,03488	749,19	1,7218	0,02508	746,54	1,6992
120	0,03612	755,83	1,7389	0,02610	753,32	1,7168
130	0,03735	762,50	1,7557	0,02709	760,13	1,7339
140	0,03857	769,20	1,7721	0,02807	766,95	1,7506
150	0,03977	775,94	1,7883	0,02903	773,79	1,7670
160	0,04096	782,70	1,8041	0,02998	780,66	1,7831
170	0,04214	789,50	1,8196	0,03091	787,55	1,7988
180	0,04331	796,34	1,8349	0,03184	794,46	1,8143
190	0,04447	803,20	1,8499	0,03275	801,40	1,8294
200	0,04563	810,09	1,8646	0,03366	808,36	1,8443
210	0,04677	817,01	1,8791	0,03456	815,35	1,8589
220	0,04791	823,97	1,8933	0,03545	822,37	1,8733
230	0,04904	830,95	1,9073	0,03633	829,41	1,8875
240	0,05017	837,96	1,9211	0,03721	836,47	1,9014
250	0,05129	844,99	1,9347	0,03805	843,56	1,9151
p = 10 bar				p = 12 bar		
110	0,01912	743,68	1,6800			
120	0,02001	750,66	1,6980	0,01589	747,78	1,6812
130	0,02088	757,63	1,7156	0,01669	754,96	1,6993
140	0,02173	764,60	1,7327	0,01745	762,10	1,7165
150	0,02255	771,56	1,7494	0,01819	769,23	1,7340
160	0,02336	778,54	1,7658	0,01881	776,34	1,7507
170	0,02415	785,53	1,7818	0,01962	783,45	1,7670
180	0,02493	792,54	1,7974	0,02031	790,56	1,7829
190	0,02570	799,56	1,8128	0,02098	797,68	1,7985
200	0,02646	806,60	1,8279	0,02165	804,81	1,8138
210	0,02721	813,67	1,8426	0,02230	811,95	1,8287
220	0,02795	820,75	1,8572	0,02295	819,11	1,8434
230	0,02869	827,85	1,8714	0,02359	826,27	1,8578
240	0,02942	834,97	1,8855	0,02422	833,46	1,8720
250	0,03014	842,12	1,8993	0,02484	840,66	1,8859

nastavak

t	v	z	a	v	z	a
p = 14 bar			p = 16 bar			
130	0,01363	752,08	1,6842			
140	0,01435	759,46	1,7024	0,01197	756,59	1,6885
150	0,01504	766,7	1,7200	0,01264	764,15	1,7068
160	0,01571	774,04	1,7371	0,01327	771,62	1,7244
170	0,01635	781,29	1,7537	0,01388	779,04	1,7414
180	0,01698	788,52	1,7700	0,01447	786,41	1,7550
190	0,01759	795,75	1,7858	0,01504	793,76	1,7742
200	0,01819	802,90	1,8013	0,01559	801,09	1,7899
210	0,01878	810,20	1,8164	0,01613	808,42	1,8053
220	0,01936	817,44	1,8313	0,01666	815,74	1,8203
230	0,01993	824,68	1,8459	0,01718	823,06	1,8351
240	0,02049	831,93	1,8602	0,01769	830,38	1,8496
250	0,02105	839,19	1,8742	0,01819	837,71	1,8637
p = 18 bar			p = 20 bar			
150	0,01072	761,32	1,6939	0,009114	758,19	1,6808
160	0,01134	769,05	1,7122	0,009748	766,27	1,7001
170	0,01193	776,67	1,7299	0,01033	774,16	1,7184
180	0,01249	784,21	1,7468	0,01088	781,91	1,7360
190	0,01303	791,71	1,7633	0,01140	789,57	1,7529
200	0,01355	799,16	1,7793	0,01190	797,17	1,7693
210	0,01405	806,59	1,7950	0,01238	804,72	1,7852
220	0,01455	814,01	1,8102	0,01285	812,24	1,8009
230	0,01503	821,41	1,8252	0,01330	819,74	1,8159
240	0,01550	828,81	1,8398	0,01374	827,22	1,8307
250	0,01597	836,21	1,8542	0,01418	834,69	1,8452
p = 22 bar			p = 25 bar			
170	0,008985	771,45	1,7071			
180	0,009534	779,47	1,7254			
190	0,01005	787,33	1,7429			
200	0,01053	795,10	1,7597	0,008854	791,81	1,7456
210	0,01100	802,79	1,7760	0,009306	799,76	1,7626
220	0,01144	810,43	1,7918	0,009736	807,61	1,7759
230	0,01188	818,03	1,8072	0,01015	815,39	1,7947
240	0,01230	825,60	1,8222	0,01055	823,11	1,8101
250	0,01271	833,16	1,8369	0,01093	830,80	1,8251

Tabela 4.5.3 DINAMIČKA VISKOZNOST FREONA - 11
U GASOVITOM STANJU PRI $p = 1$ bar

$t, ^\circ\text{C}$	-25	-20	0	20	40	60	80	100
$\nu \cdot 10^7, \text{Pa}\cdot\text{s}$	98,0	100,0	107	113	119	124	130	135

Tabela 4.5.4 - DINAMIČKA VISKOZNOST FREONA - 11
U TEČNOM STANJU

$t, ^\circ\text{C}$	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50
$\nu \cdot 10^3, \text{Pa}\cdot\text{s}$	0,940	0,805	0,685	0,595	0,540	0,480	0,440	0,405	0,375	0,345

Tabela 4.5.5 - TERMIČKA PROVODNOST FREONA - 11
U GASOVITOM STANJU PRI $p = 1$ bar

$t, ^\circ\text{C}$	0	20	40	60	80	100	120	140
$\lambda \cdot 10^4, \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	77	86	95	105	114	123	132	142

Tabela 4.5.6 - TERMIČKA PROVODNOST FREONA - 11
U TEČNOM STANJU

$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda, \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda, \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda, \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda, \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
-60	0,112	-10	0,098	30	0,087	70	0,075
-50	0,109	0	0,095	40	0,084	80	0,073
-40	0,107	10	0,093	50	0,081	90	0,070
-20	0,101						

4.6 FREON - 12, DIFLUORDIHLORETMETAN (CF_2Cl_2)

$M = 120,92 \text{ kg/kmol}$; $t_{\text{klj}} = -29,8^\circ\text{C}$ (pri $p = 1 \text{ atm}$); $t_{\text{kr}} = 111,8^\circ\text{C}$;

$t_{\text{toplj.}} = -155,0^\circ\text{C}$; $p_{\text{kr}} = 48,32 \text{ bar}$;

$\nu_{\text{kr}} = 1,78 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$

Tabela 4.6.1 - VELIČINE STANJA FREONA - 12 NA LINIJI ZASIĆENJA

$t, ^\circ\text{C}$	p, bar	$\nu' \cdot 10^3, \text{m}^3/\text{kg}$	$\nu'', \text{m}^3/\text{kg}$	$i', \text{kJ/kg}$	$i'', \text{kJ/kg}$	$r, \text{kJ/kg}$	$s', \text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	$s'', \text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
-70	0,1223	0,6258	1,1336	439,51	622,77	183,26	0,7433	1,6454
-68	0,1393	0,6280	1,0028	441,19	623,73	182,54	0,7516	1,6414
-66	0,1581	0,6302	0,8962	442,87	624,68	181,81	0,7598	1,6374
-64	0,1780	0,6323	0,7963	444,55	625,61	181,06	0,7679	1,6335
-62	0,2005	0,6345	0,7083	446,23	626,56	180,33	0,7760	1,6300
-60	0,2264	0,6368	0,6397	447,93	627,50	179,57	0,7839	1,6263
-58	0,2540	0,6390	0,5760	449,64	628,46	178,82	0,7918	1,6230
-56	0,2846	0,6412	0,5190	451,34	629,40	178,06	0,7996	1,6197
-54	0,3176	0,6435	0,4668	453,04	630,35	177,31	0,8075	1,6166
-52	0,3539	0,6458	0,4223	454,74	631,31	176,57	0,8152	1,6136
-50	0,3933	0,6482	0,3830	456,42	632,27	175,85	0,8227	1,6107
-48	0,4380	0,6505	0,3473	458,11	633,23	175,12	0,8302	1,6070
-46	0,4835	0,6528	0,3170	459,79	634,19	174,40	0,8376	1,6054
-44	0,5327	0,6551	0,2894	461,47	635,14	173,67	0,8450	1,6029
-42	0,6467	0,6600	0,2417	464,84	637,05	172,21	0,8597	1,5983
-38	0,7129	0,6625	0,2213	466,54	638,01	171,47	0,8669	1,5961
-36	0,7796	0,6650	0,2033	468,25	638,96	170,71	0,8742	1,5940
-34	0,8508	0,6676	0,1874	469,96	639,91	169,95	0,8814	1,5920
-32	0,9284	0,6702	0,1725	471,68	640,85	169,17	0,8885	1,5901
-30	1,0143	0,6728	0,1591	473,41	641,81	168,40	0,8956	1,5882
-28	1,108	0,6755	0,1468	475,13	642,75	167,62	0,9027	1,5865
-26	1,202	0,6782	0,1359	476,85	643,71	166,86	0,9097	1,5848
-24	1,302	0,6809	0,1260	478,58	644,65	166,07	0,9167	1,5832
-22	1,412	0,6836	0,1169	480,32	645,69	165,37	0,9237	1,5817
-20	1,527	0,6864	0,1086	482,08	646,53	164,45	0,9307	1,5803
-18	1,649	0,6892	0,1011	483,84	647,46	163,62	0,9376	1,5789
-16	1,779	0,6921	0,09417	485,60	648,38	162,78	0,9445	1,5775
-14	1,919	0,6950	0,08782	487,36	649,31	161,95	0,9515	1,5763
-12	2,067	0,6980	0,08190	489,14	650,29	161,09	0,9584	1,5751
-10	2,219	0,7010	0,07650	490,93	651,15	160,22	0,9653	1,5739
-8	2,377	0,7040	0,07192	492,73	652,09	159,36	0,9723	1,5728
-6	2,550	0,7071	0,06728	494,54	653,01	158,47	0,9792	1,5718
-4	2,734	0,7104	0,06289	496,36	653,93	157,57	0,9861	1,5707
-2	2,926	0,7137	0,05901	498,17	654,94	156,67	0,9931	1,5697
0	3,125	0,7171	0,05530	500,00	655,74	155,74	1,0000	1,5688
2	3,331	0,7203	0,05198	501,87	656,62	154,75	1,0069	1,5679

ϵ	p	$v \cdot 10^3$	v''	ϵ'	ϵ''	ϵ'''	ϵ''''	ϵ'''''
4	3,555	0,7237	0,04887	503,76	657,47	153,71	1,0136	1,5671
6	3,788	0,7271	0,04605	505,67	658,31	152,64	1,0202	1,5663
8	4,031	0,7306	0,04340	507,58	659,15	151,57	1,0269	1,5655
10	4,285	0,7342	0,04084	509,48	660,00	150,52	1,0335	1,5647
12	4,550	0,7379	0,03860	511,41	660,84	149,43	1,0401	1,5640
14	4,831	0,7416	0,03642	513,35	661,68	148,33	1,0468	1,5633
16	5,123	0,7454	0,03440	515,29	662,51	147,22	1,0535	1,5626
18	5,428	0,7492	0,03254	517,25	663,34	146,09	1,0602	1,5620
20	5,739	0,7532	0,03079	519,21	664,16	144,95	1,0669	1,5613
22	6,065	0,7572	0,02914	521,18	664,97	143,79	1,0735	1,5607
24	6,408	0,7613	0,02758	523,14	665,76	142,62	1,0802	1,5601
26	6,765	0,7654	0,02616	525,11	666,54	141,43	1,0868	1,5595
28	7,140	0,7696	0,02481	527,09	667,31	140,22	1,0934	1,5589
30	7,529	0,7740	0,02351	529,08	668,07	138,98	1,1000	1,5583
32	7,931	0,7786	0,02233	531,11	668,81	137,70	1,1066	1,5578
34	8,344	0,7832	0,02122	533,15	669,53	136,38	1,1132	1,5572
36	8,771	0,7879	0,02014	535,20	670,23	135,03	1,1198	1,5566
38	9,217	0,7926	0,01914	537,28	670,93	133,65	1,1264	1,5560
40	9,687	0,7975	0,01818	539,37	671,62	132,25	1,1331	1,5554
42	10,17	0,8026	0,01729	541,47	672,29	130,82	1,1397	1,5548
44	10,67	0,8078	0,01645	543,59	672,93	129,24	1,1464	1,5542
46	11,18	0,8133	0,01566	545,72	673,56	127,84	1,1531	1,5536
48	11,72	0,8189	0,01490	547,89	674,17	126,28	1,1598	1,5530
50	12,23	0,8248	0,01418	550,09	674,67	124,67	1,1665	1,5523
52	12,85	0,8308	0,01349	552,33	675,33	123,00	1,1733	1,5517
54	13,44	0,8371	0,01286	554,59	675,88	121,29	1,1801	1,5510
56	14,05	0,8436	0,01226	556,86	676,40	119,54	1,1869	1,5502
58	14,68	0,8503	0,01169	559,13	676,89	117,76	1,1937	1,5496
60	15,34	0,8571	0,01111	561,43	677,36	115,93	1,2006	1,5488
62	16,02	0,8642	0,01057	563,75	677,80	114,05	1,2074	1,5477
64	16,72	0,8717	0,01008	566,10	678,21	112,11	1,2143	1,5468
66	17,44	0,8796	0,009608	568,47	678,59	110,12	1,2212	1,5459
68	18,18	0,8877	0,009150	570,88	678,94	108,06	1,2281	1,5448
70	18,94	0,8962	0,008705	573,35	679,24	105,89	1,2351	1,5436
75	20,96	0,9193	0,007693	579,72	679,84	100,12	1,2530	1,5406
80	23,13	0,9460	0,006780	586,30	680,10	93,80	1,2713	1,5369
85	25,47	0,9769	0,005960	593,22	680,08	86,86	1,2900	1,5325
90	27,99	1,0136	0,005205	600,30	679,47	79,17	1,3103	1,5291
95	30,70	1,0578	0,004498	607,47	678,20	70,73	1,3287	1,5200
100	33,60	1,1123	0,003843	614,79	676,11	61,32	1,3468	1,5111
105	36,72	1,2006	0,003198	623,84	672,45	48,61	1,3699	1,4985
110	40,05	1,3767	0,002505	635,55	665,44	29,89	1,3995	1,4775
111, B	41,32	1,7801	0,0017801	649,81	649,81	0	1,4363	1,4363

Tabela 2.6.2 - VELIČINE STANJA PREGREJANE PARE FREONA - 12

t $^{\circ}\text{C}$	v m^3/kg	i kJ/kg	s $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{K})$	v m^3/kg	i kJ/kg	s $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{K})$	v m^3/kg	i kJ/kg	s $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{K})$
	$p = 0.2 \text{ bar}$			$p = 0.5 \text{ bar}$			$p = 1 \text{ bar}$		
-60	0.725	627.6	1.634						
-50	0.760	632.7	1.650						
-40	0.795	637.9	1.661	0.314	637.3	1.618			
-30	0.830	643.3	1.704	0.329	642.7	1.640	0.161	641.8	1.589
-20	0.865	648.7	1.726	0.343	648.3	1.662	0.168	647.4	1.612
-10	0.900	654.3	1.748	0.357	653.9	1.684	0.176	653.1	1.634
0	0.935	660.0	1.769	0.371	659.6	1.705	0.183	658.9	1.655
10	0.970	665.8	1.790	0.385	665.4	1.726	0.190	664.7	1.676
20	1.005	671.7	1.810	0.399	671.4	1.746	0.197	670.7	1.697
30	1.040	677.7	1.830	0.413	677.4	1.766	0.205	676.7	1.718
40	1.075	683.8	1.850	0.427	683.5	1.786	0.212	682.9	1.738
50	1.110	689.9	1.870	0.441	689.7	1.806	0.219	689.2	1.757
60	1.145	696.3	1.889	0.455	696.0	1.825	0.226	695.5	1.776
70	1.180	702.6	1.908	0.469	702.4	1.844	0.233	701.9	1.795
80	1.215	709.1	1.926	0.483	708.8	1.862	0.240	708.4	1.814
90	1.250	715.6	1.944	0.497	715.3	1.880	0.247	715.0	1.832
100	1.285	722.1	1.962	0.511	721.9	1.898	0.254	721.6	1.850
120	1.354	735.6	1.997	0.538	735.4	1.933	0.269	735.1	1.886
140	1.423	749.3	2.031	0.566	749.1	1.967	0.282	748.8	1.920
160	1.492	763.2	2.064	0.594	763.1	2.000	0.296	762.9	1.953
180	1.561	777.4	2.096	0.622	777.2	2.032	0.310	777.0	1.985
200	1.629	791.8	2.127	0.650	791.6	2.064	0.324	791.4	2.016
220	1.697	806.4	2.157	0.678	806.2	2.095	0.338	806.0	2.046
240	1.765	821.2	2.186	0.706	821.0	2.124	0.352	820.8	2.076
260	1.834	836.1	2.215	0.734	836.0	2.152	0.366	835.8	2.105
280	1.903	851.5	2.243	0.762	851.1	2.180	0.380	850.9	2.133
300	1.972	866.5	2.271	0.790	866.3	2.208	0.394	866.2	2.161
	$p = 2 \text{ bar}$			$p = 3 \text{ bar}$			$p = 4 \text{ bar}$		
-10	0.0850	651.1	1.522						
0	0.0890	657.4	1.604	0.0579	656.0	1.572			
10	0.0930	663.4	1.626	0.0605	662.0	1.594	0.0441	660.5	1.570
20	0.0970	669.5	1.647	0.0631	668.2	1.616	0.0462	666.8	1.593

nastavak

t	v	z	a	v	z	a	v	z	a
30	0,101	675,6	1,668	0,0657	674,4	1,637	0,0482	673,1	1,614
40	0,104	681,8	1,688	0,0683	680,7	1,657	0,0502	679,5	1,635
50	0,108	688,1	1,708	0,0708	687,1	1,687	0,0522	686,0	1,655
60	0,111	694,5	1,727	0,0733	693,6	1,697	0,0542	692,6	1,675
70	0,115	701,0	1,746	0,0758	700,1	1,716	0,0561	699,2	1,695
80	0,119	707,5	1,765	0,0783	706,7	1,735	0,0580	705,8	1,714
90	0,122	714,1	1,783	0,0808	713,3	1,754	0,0599	712,5	1,733
100	0,126	720,8	1,801	0,0832	720,1	1,772	0,0617	719,3	1,751
120	0,133	734,4	1,837	0,0880	733,7	1,808	0,0654	733,1	1,787
140	0,140	748,2	1,871	0,0928	747,5	1,844	0,0691	746,9	1,821
160	0,147	762,2	1,904	0,0975	761,7	1,877	0,0728	761,1	1,855
180	0,154	776,4	1,936	0,1022	775,9	1,908	0,0764	775,4	1,887
200	0,161	790,9	1,967	0,1070	790,5	1,939	0,0800	790,0	1,918
220	0,168	805,6	1,997	0,1118	805,2	1,969	0,0835	804,7	1,947
240	0,175	820,4	2,027	0,1167	820,0	1,999	0,0871	819,6	1,978
260	0,182	835,4	2,056	0,1212	835,0	2,028	0,0906	834,7	2,007
280	0,189	850,6	2,084	0,1258	850,2	2,056	0,0942	849,9	2,036
300	0,196	865,8	2,111	0,1304	865,5	2,083	0,0978	865,2	2,063
$p = 5 \text{ bar}$			$p = 6 \text{ bar}$			$p = 8 \text{ bar}$			
20	0,0360	665,3	1,574						
30	0,0377	671,9	1,595	0,0398	670,4	1,579			
40	0,0394	678,4	1,616	0,0322	677,1	1,600	0,0230	674,3	1,575
50	0,0411	685,0	1,637	0,0336	683,8	1,621	0,0242	681,2	1,597
60	0,0427	691,6	1,657	0,0350	690,5	1,642	0,0253	688,1	1,619
70	0,0443	698,2	1,677	0,0364	697,2	1,662	0,0264	695,0	1,638
80	0,0460	704,7	1,697	0,0377	703,9	1,682	0,0275	702,0	1,658
90	0,0477	711,7	1,716	0,0391	710,8	1,701	0,0286	709,0	1,678
100	0,0494	718,5	1,734	0,0404	717,7	1,720	0,0296	716,0	1,697
120	0,0522	732,7	1,770	0,0429	731,6	1,757	0,0316	730,1	1,734
140	0,0550	746,3	1,805	0,0454	745,6	1,791	0,0336	744,3	1,769
160	0,0579	760,5	1,838	0,0479	759,9	1,825	0,0355	758,7	1,803
180	0,0608	774,8	1,871	0,0504	774,3	1,858	0,0374	773,3	1,836
200	0,0637	789,5	1,902	0,0528	789,0	1,889	0,0393	788,0	1,867
220	0,0666	804,2	1,932	0,0553	803,8	1,920	0,0412	802,9	1,898
240	0,0695	819,2	1,962	0,0578	818,8	1,950	0,0430	817,9	1,928
260	0,0723	834,3	1,992	0,0602	833,9	1,979	0,0449	833,1	1,957
280	0,0752	849,5	2,020	0,0625	849,1	2,007	0,0467	848,4	1,985
300	0,0781	864,9	2,047	0,0649	864,5	2,034	0,0485	863,8	2,013

nastavak

t	v	z	a	v	z	a	v	z	a
$p = 10 \text{ bar}$			$p = 15 \text{ bar}$			$p = 20 \text{ bar}$			
50	0,0185	678,5	1,575						
60	0,0195	685,7	1,597	0,0115	678,0	1,552			
70	0,0205	692,9	1,618	0,0123	686,2	1,575			
80	0,0214	700,0	1,639	0,0131	694,1	1,598	0,00874	686,6	1,562
90	0,0223	707,1	1,659	0,0138	701,8	1,620	0,00943	695,4	1,587
100	0,0232	714,3	1,678	0,0145	709,5	1,641	0,0101	703,9	1,610
120	0,0249	728,6	1,715	0,0158	724,5	1,680	0,0112	719,9	1,651
140	0,0265	743,0	1,751	0,0170	739,5	1,717	0,0122	735,6	1,691
160	0,0281	757,5	1,786	0,0181	754,5	1,753	0,0131	751,2	1,728
180	0,0296	772,2	1,819	0,0192	769,5	1,787	0,0140	766,6	1,762
200	0,0312	787,0	1,851	0,0203	784,5	1,819	0,0149	782,0	1,796
220	0,0327	802,0	1,882	0,0214	799,7	1,851	0,0157	797,4	1,827
240	0,0342	817,1	1,912	0,0225	815,0	1,882	0,0165	812,9	1,858
260	0,0357	832,4	1,941	0,0235	830,4	1,911	0,0173	828,5	1,888
280	0,0372	847,7	1,970	0,0245	845,9	1,940	0,0181	844,1	1,919
300	0,0386	863,2	1,998	0,0255	861,6	1,968	0,0189	859,9	1,945
$p = 30 \text{ bar}$			$p = 40 \text{ bar}$			$p = 50 \text{ bar}$			
100	0,00523	687,2	1,546						
120	0,00643	709,1	1,602	0,00376	692,1	1,545	0,00141	645,6	1,421
140	0,00732	727,1	1,647	0,00478	716,5	1,607	0,00314	702,1	1,559
160	0,00807	744,1	1,687	0,00551	736,1	1,653	0,00393	726,7	1,621
180	0,00876	760,5	1,724	0,00612	753,9	1,694	0,00451	746,7	1,666
200	0,00941	776,7	1,759	0,00666	771,1	1,730	0,00500	765,1	1,706
220	0,01001	792,6	1,792	0,00718	787,8	1,766	0,00545	782,8	1,743
240	0,01061	808,6	1,824	0,00765	804,3	1,798	0,00586	799,9	1,777
260	0,01120	824,6	1,855	0,00811	820,7	1,839	0,00625	816,7	1,809
280	0,01176	840,6	1,885	0,00855	836,9	1,860	0,00662	833,3	1,840
300	0,01231	856,5	1,913	0,00899	853,3	1,889	0,00698	850,0	1,869
$p = 60 \text{ bar}$			$p = 80 \text{ bar}$			$p = 100 \text{ bar}$			
140	0,00195	680,6	1,505	0,00128	658,5	1,444			
160	0,00286	715,7	1,588	0,00170	692,2	1,523	0,00136	679,2	1,482
180	0,00344	739,0	1,640	0,00220	722,5	1,592	0,00166	708,4	1,554
200	0,00391	759,1	1,683	0,00261	746,6	1,642	0,00197	735,4	1,611
220	0,00431	777,6	1,723	0,00295	767,6	1,688	0,00225	758,2	1,659
240	0,00468	795,4	1,758	0,00325	787,0	1,728	0,00249	779,4	1,701
260	0,00502	812,8	1,791	0,00352	805,4	1,762	0,00272	799,0	1,739
280	0,00534	829,9	1,823	0,00378	823,6	1,795	0,00292	817,7	1,773
300	0,00565	846,8	1,853	0,00402	840,8	1,826	0,00311	835,4	1,805

Tabela 4.6.3 - DINAMIČKA VISKOZNOST FREONA - 12 U GASOVITOM

STANJU PRI $p = 1$ bar

t , °C	-20	0	20	40	60	80	100
$\mu \cdot 10^7$, Pa·s	111	117	122	128	133	139	145

Tabela 4.6.4 - DINAMIČKA VISKOZNOST FREONA - 12 U TEČNOM STANJU

T K	$\mu \cdot 10^3$ Pa·s	T K	$\mu \cdot 10^3$ Pa·s	T K	$\mu \cdot 10^3$ Pa·s	T K	$\mu \cdot 10^3$ Pa·s	T K	$\mu \cdot 10^3$ Pa·s
213	0,498	237	0,394	261	0,325	285	0,277	309	0,243
217	0,477	241	0,380	265	0,316	289	0,271	313	0,238
221	0,458	245	0,368	269	0,307	293	0,265	307	0,233
225	0,440	249	0,356	273	0,299	297	0,259	321	0,229
229	0,423	253	0,345	277	0,292	301	0,253	325	0,224
233	0,408	257	0,335	281	0,284	305	0,248	329	0,220

Tabela 4.6.5 - TERMIČKA PROVDNOST FREONA - 12 U GASOVITOM

STANJU PRI $p = 1$ bar

T K	250	273,15	300	350	400	450	500
$\lambda \cdot 10^4$ W/(m·K)	72	84	97	123	151	179	209

Tabela 4.6.6 - TERMIČKA PROVDNOST FREONA - 12 U TEČNOM STANJU

t °C	λ W/(m·K)	t °C	λ W/(m·K)	t °C	λ W/(m·K)	t °C	λ W/(m·K)
-80	0,112	-30	0,092	20	0,073	60	0,058
-70	0,108	-20	0,088	30	0,069	70	0,053
-60	0,104	-10	0,085	40	0,065	80	0,047
-50	0,100	0	0,081	50	0,061	90	0,042
-40	0,096	10	0,077				

4.7 - FREON - 22, DIFLUOROMONOHLOMETAN (CHF_2Cl) $M = 86,48$ kg/kmol; $t_{\text{klj}} = -40,8$ °C (pri $p = 1$ atm); $t_{\text{kr}} = 96$ °C; $t_{\text{toplj}} = -160,0$ °C; $p_{\text{kr}} = 49,86$ bar; $v_{\text{kr}} = 1,95 \cdot 10^{-3}$ m³/kg

Tabela 4.7.1 - VELIČINE STANJA FREONA - 22 NA LINIJI ZASIĆENJA

t °C	p bar	$v' \cdot 10^3$ m³/kg	$v'' \cdot 10^3$ m³/kg	i' kJ/kg	i'' kJ/kg	x	g' kJ/(kg·K)	g'' kJ/(kg·K)
-100	0,0199	0,6421	8359	389,11	658,41	269,29	0,4979	2,0532
-95	0,0313	0,6465	5457	394,50	660,83	266,32	0,5285	2,0235
-90	0,0478	0,6511	3665	399,90	663,26	263,36	0,5583	1,9963
-85	0,0712	0,6558	2526	405,30	665,70	260,40	0,5873	1,9714
-80	0,1034	0,6608	1782	410,72	668,15	257,43	0,6157	1,9485
-75	0,1469	0,6659	1284	416,14	670,60	254,46	0,6434	1,9276
-70	0,2045	0,6713	943,5	421,58	673,04	251,46	0,6705	1,9083
-65	0,2794	0,6769	705,5	427,02	675,48	248,46	0,6969	1,8906
-60	0,3752	0,6827	536,1	432,48	677,90	245,42	0,7228	0,8742
-55	0,4958	0,6888	413,4	437,95	680,31	242,36	0,7481	1,8591
-50	0,6459	0,6952	323,2	443,43	682,69	239,26	0,7729	1,8451
-45	0,8302	0,7019	255,7	448,93	685,06	236,13	0,7972	1,8321
-40	1,054	0,7099	204,7	454,46	687,38	232,92	0,8211	1,8220
-35	1,322	0,7162	165,5	460,02	689,67	229,65	0,8446	1,8089
-30	1,641	0,7239	135,1	465,60	691,92	226,32	0,8677	1,7985
-25	2,017	0,7319	111,3	471,22	694,13	222,91	0,8904	1,7887
-20	2,456	0,7404	92,41	476,88	696,28	219,40	0,9129	1,7796
-15	2,966	0,7493	77,29	482,59	698,38	215,79	0,9350	1,7710
-10	3,552	0,7586	65,08	488,34	700,42	212,08	0,9569	1,7629
-5	4,222	0,7684	55,14	494,15	702,39	208,24	0,9786	1,7552
0	4,983	0,7786	46,98	500,09	704,28	204,28	1,0000	1,7479
2	5,315	0,7828	44,13	502,36	705,01	202,65	1,0085	1,7450
4	5,663	0,7871	41,49	504,73	705,73	201,00	1,0170	1,7422
6	6,028	0,7915	39,03	507,11	706,44	199,33	1,0254	1,7395
8	6,411	0,7960	36,75	509,49	707,13	197,64	1,0338	1,7368
10	6,811	0,8005	34,62	511,89	707,81	195,92	1,0422	1,7341
12	7,229	0,8052	32,64	514,30	708,47	194,17	1,0506	1,7315
14	7,667	0,8099	30,79	516,72	709,11	192,39	1,0589	1,7289
16	8,123	0,8147	29,07	519,16	709,74	190,58	1,0673	1,7264
18	8,600	0,8196	27,45	521,60	710,35	188,75	1,0755	1,7238
20	9,097	0,8246	25,94	524,05	710,94	186,89	1,0838	1,7213

nastavek

$t, ^\circ\text{C}$	p	$v \cdot 10^3$	$v'' \cdot 10^3$	z'	z''	r	s'	s''
22	9,615	0,8297	24,53	526,51	711,51	185,00	1,0920	1,7188
24	10,154	0,8350	23,21	528,99	712,06	183,07	1,1002	1,7163
26	10,716	0,8403	21,96	531,48	712,58	181,10	1,1084	1,7138
28	11,300	0,8458	20,80	533,99	713,09	179,10	1,1166	1,7113
30	11,908	0,8515	19,70	536,51	713,57	177,06	1,1248	1,7089
32	12,539	0,8573	18,67	539,05	714,03	174,98	1,1330	1,7064
34	13,196	0,8634	17,69	541,60	714,46	172,86	1,1411	1,7039
36	13,876	0,8696	16,78	544,17	714,86	170,69	1,1493	1,7015
38	14,582	0,8761	15,91	546,76	715,24	168,48	1,1574	1,6989
40	15,315	0,8829	15,10	549,36	715,58	166,22	1,1656	1,6964
42	16,074	0,8900	14,32	551,98	715,89	163,91	1,1737	1,6938
44	16,862	0,8974	13,59	554,63	716,17	161,54	1,1819	1,6912
46	17,677	0,9050	12,90	557,31	716,42	159,11	1,1901	1,6886
48	18,521	0,9130	12,25	560,01	716,62	156,61	1,1982	1,6859
50	19,395	0,9213	11,63	562,75	716,78	154,03	1,2065	1,6832
52	20,299	0,9300	11,04	565,52	716,90	151,38	1,2148	1,6804
54	21,235	0,9392	10,48	568,33	716,98	148,65	1,2231	1,6775
56	22,202	0,9488	9,946	571,17	717,01	146,84	1,2315	1,6746
58	23,202	0,9588	9,439	574,03	716,97	142,94	1,2399	1,6715
60	24,236	0,9693	8,956	576,94	716,88	139,94	1,2483	1,6684
62	25,30	0,9804	8,495	579,90	716,73	136,83	1,2569	1,6652
64	26,41	0,9921	8,054	582,91	716,50	133,59	1,2656	1,6618
66	27,55	1,004	7,633	585,99	716,20	130,21	1,2743	1,6583
68	28,72	1,017	7,229	589,14	715,82	126,68	1,2833	1,6546
70	29,94	1,031	6,842	592,34	715,34	123,00	1,2922	1,6506
72	31,19	1,046	6,469	595,61	714,76	119,15	1,3014	1,6466
74	32,48	1,062	6,111	598,96	714,05	115,09	1,3107	1,6422
76	33,82	1,079	5,764	602,42	713,22	110,80	1,3201	1,6375
78	35,20	1,097	5,429	605,94	712,22	106,28	1,3298	1,6325
80	36,62	1,118	5,104	609,57	711,05	101,48	1,3396	1,6270
82	38,08	1,141	4,785	613,35	709,65	96,30	1,3499	1,6210
84	39,60	1,167	4,474	617,34	707,98	90,64	1,3606	1,6144
86	41,16	1,205	4,166	621,61	705,98	84,37	1,3720	1,6069
88	42,77	1,240	3,86	626,2	703,5	77,3	1,384	1,598
90	44,43	1,278	3,54	631,1	700,4	69,3	1,397	1,588
92	46,14	1,341	3,21	637,0	696,4	59,4	1,413	1,575
94	47,91	1,448	2,83	644,6	690,3	45,7	1,433	1,557
96,13	49,86	1,95	1,95	667,3	667,3	0	1,493	1,493

Tabela 4.7.2 - VELIČINE STANJA PREGREJANE PARE FREONA - 22

$t, ^\circ\text{C}$	$v \cdot 10^3$ m^3/kg	z kJ/kg	s $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	$v \cdot 10^3$ m^3/kg	z kJ/kg	s $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
$p = 0,05 \text{ bar}, t_g = -89,46 ^\circ\text{C}$						
t_g	3517	663,53	1,9935	1839	667,92	1,9506
-80	3701	668,43	2,0195	1844	668,17	1,9518
-70	3895	673,74	2,0463	1942	673,51	1,9788
-60	4089	679,16	2,0724	2030	678,97	2,0050
-50	4282	684,70	2,0978	2137	684,54	2,0306
-40	4475	690,37	2,1226	2234	690,23	2,0555
-30	4668	696,16	2,1469	2331	696,03	2,0799
-20	4861	702,07	2,1707	2428	701,95	2,1037
-10	5054	708,10	2,1941	2524	707,99	2,1271
0	5247	714,24	2,2170	2621	714,15	2,1501
10	5440	720,51	2,2395	2718	720,43	2,1727
20	5633	726,90	2,2617	2814	726,82	2,1949
30	5825	733,40	2,2835	2911	733,33	2,2167
40	6018	740,02	2,3050	3007	739,95	2,2382
50	6210	746,75	2,3261	3103	746,69	2,2594
60	6403	753,60	2,3470	3200	753,54	2,2802
70	6595	760,55	2,3676	3296	760,50	2,3008
80	6788	767,62	2,3879	3393	767,57	2,3211
90	6980	774,79	2,4079	3489	774,75	2,3412
100	7173	782,07	2,4277	3585	782,03	2,3610
110	7365	789,46	2,4472	3681	789,42	2,3805
120	7558	796,95	2,4665	3778	796,92	2,3998
130	7750	804,55	2,4856	3874	804,52	2,4189
140	7942	812,24	2,5044	3970	812,21	2,4377
150	8135	820,03	2,5231	4067	820,00	2,4564
160	8327	827,92	2,5415	4163	827,80	2,4748
170	8520	835,90	2,5597	4259	835,87	2,4930
180	8712	843,97	2,5777	4355	843,94	2,5110
190	8904	852,13	2,5955	4452	852,10	2,5288
200	9097	860,38	2,6132	4548	860,36	2,5465
210	9289	868,72	2,6303	4644	868,70	2,5640
220	9482	877,14	2,6478	4740	877,12	2,5812
230	9674	885,64	2,6649	4836	885,62	2,5982
240	9866	894,22	2,6818	4933	894,20	2,6151
250	10060	902,88	2,6985	5029	902,86	2,6318
$p = 0,5 \text{ bar}, t_g = -54,85 ^\circ\text{C}$						
t_g	410,3	680,38	1,8568	214,0	686,86	1,8227
-50	420,2	683,19	1,8714			
-40	440,4	689,06	1,8971	216,1	687,54	1,8257
-30	460,5	695,00	1,9221	226,6	693,68	1,8514
-20	480,5	701,04	1,9464	237,9	699,98	1,8764
-10	500,3	707,18	1,9702	247,2	706,14	1,9007
0	520,0	713,42	1,9935	257,4	712,49	1,9243
10	539,7	719,77	2,0163	267,4	718,93	1,9475
20	559,3	726,22	2,0387	277,5	725,46	1,9702
30	578,9	732,78	2,0607	287,4	732,08	1,9924
40	598,4	739,45	2,0823	297,3	738,81	2,0142
50	617,9	746,21	2,1036	307,2	745,63	2,0356
$p = 1,0 \text{ bar}, t_g = -41,12 ^\circ\text{C}$						
t_g						

nastavak						
$t, ^\circ\text{C}$	$v \cdot 10^3$	z	β	$v \cdot 10^3$	z	β
60	637,4	753,11	2,1246	317,1	752,55	2,0568
70	656,9	760,10	2,1453	326,9	759,69	2,0776
80	676,3	767,19	2,1657	336,7	766,72	2,0980
90	695,7	774,39	2,1858	346,5	773,95	2,1182
100	715,1	781,70	2,2056	356,3	781,28	2,1382
110	734,5	789,11	2,2251	366,1	788,72	2,1578
120	753,8	796,62	2,2445	376,8	796,25	2,1772
130	773,2	804,23	2,2636	385,6	803,88	2,1964
140	792,6	811,94	2,2825	395,3	811,61	2,2153
150	811,9	819,74	2,3012	405,1	819,43	2,2340
160	831,2	827,64	2,3197	414,8	827,34	2,2525
170	850,5	835,64	2,3379	424,5	835,35	2,2708
180	869,9	843,72	2,3559	434,2	843,45	2,2889
190	889,2	851,90	2,3737	443,9	851,63	2,3067
200	908,5	860,16	2,3914	453,6	859,90	2,3243
210	927,8	868,50	2,4089	463,3	868,26	2,3418
220	947,1	876,93	2,4261	473,0	876,70	2,3592
230	966,4	885,44	2,4432	482,6	885,22	2,3763
240	985,7	894,02	2,4601	492,3	893,82	2,3932
250	1005	902,70	2,4769	502,0	902,49	2,4099
$p = 2,0 \text{ bar}, t_g = -24,00 ^\circ\text{C}$						
t_g	112,9	694,83	1,7923	76,44	692,51	1,7705
-20	115,1	697,44	1,8028			
-10	120,6	703,99	1,8291	78,27	701,72	1,7828
0	125,9	710,57	1,8526	82,07	708,57	1,8083
10	131,2	717,20	1,8765	86,79	715,41	1,8329
20	136,4	723,89	1,8997	89,43	722,20	1,8567
30	141,6	730,65	1,9224	93,91	729,20	1,8799
40	146,8	737,50	1,9446	96,55	736,17	1,9026
50	151,9	744,43	1,9664	100,0	743,21	1,9247
60	156,9	751,45	1,9878	103,5	750,32	1,9464
70	162,0	758,56	2,0088	106,9	757,51	1,9676
80	167,0	765,76	2,0295	110,4	764,78	1,9885
90	172,0	773,05	2,0498	113,8	772,14	2,0091
100	176,9	780,44	2,0699	117,1	779,59	2,0293
110	181,9	787,92	2,0897	120,5	787,12	2,0492
120	186,8	795,50	2,1092	123,8	794,75	2,0689
130	191,8	803,17	2,1285	127,2	802,46	2,0883
140	196,7	810,94	2,1475	130,5	810,26	2,1074
150	201,6	818,79	2,1663	133,8	818,15	2,1262
160	206,5	826,73	2,1849	137,1	826,13	2,1449
170	211,4	834,77	2,2032	140,4	834,19	2,1633
180	216,3	842,90	2,2213	143,7	842,34	2,1814
190	221,2	851,11	2,2392	147,0	850,58	2,1994
200	226,1	859,40	2,2570	150,3	858,89	2,2172
210	231,0	867,78	2,2745	153,6	867,29	2,2348
220	235,9	876,24	2,2918	156,9	875,77	2,2521
230	240,8	884,78	2,3089	160,1	884,33	2,2693
240	245,6	893,39	2,3259	163,4	892,96	2,2863
250	250,5	902,08	2,3427	166,7	901,66	2,3031

nastavak						
$t, ^\circ\text{C}$	$v \cdot 10^3$	z	β	$v \cdot 10^3$	z	β
$p = 4,0 \text{ bar}, t_g = -6,58 ^\circ\text{C}$						
t_g	58,08	701,77	1,7576	46,83	704,32	1,7477
0	60,07	706,46	1,7749			
10	63,01	713,54	1,8004	49,29	711,59	1,7739
20	65,87	720,61	1,8250	51,70	718,87	1,7992
30	68,67	727,69	1,8487	54,04	726,13	1,8235
40	71,42	734,80	1,8717	56,32	733,39	1,8470
50	74,12	741,95	1,8942	58,56	740,67	1,8699
60	76,78	749,17	1,9162	60,75	747,99	1,8922
70	79,43	756,44	1,9378	62,91	755,36	1,9140
80	82,05	763,79	1,9589	65,05	762,79	1,9354
90	84,64	771,22	1,9796	67,17	770,29	1,9563
100	87,22	778,73	2,0000	69,27	777,86	1,9769
110	89,78	786,31	2,0201	71,35	785,51	1,9971
120	92,33	793,98	2,0398	73,42	793,23	2,0170
130	94,87	801,74	2,0593	75,48	801,02	2,0366
140	97,40	809,58	2,0785	77,53	808,90	2,0559
150	99,91	817,51	2,0975	79,57	816,86	2,0749
160	102,4	825,52	2,1162	81,60	824,90	2,0937
170	104,9	833,61	2,1346	83,62	833,02	2,1122
180	107,4	841,79	2,1529	85,64	841,22	2,1305
190	109,9	850,05	2,1709	87,65	849,51	2,1486
200	112,4	858,39	2,1887	89,65	857,88	2,1665
210	114,9	866,81	2,2063	91,65	866,32	2,1842
220	117,4	875,31	2,2238	93,65	874,84	2,2016
230	119,8	883,88	2,2410	95,64	883,43	2,2188
240	122,3	892,53	2,2580	97,63	892,10	2,2359
250	124,8	901,25	2,2748	99,61	900,84	2,2528
$p = 6 \text{ bar}, t_g = 5,85 ^\circ\text{C}$						
t_g	39,21	706,39	1,7397	29,51	709,58	1,7270
10	40,12	709,55	1,7510			
20	42,23	717,08	1,7771	30,31	713,22	1,7396
30	44,26	724,53	1,8021	31,98	721,13	1,7661
40	46,23	731,94	1,8262	33,59	728,90	1,7914
50	48,16	739,36	1,8495	35,13	736,63	1,8156
60	50,04	746,79	1,8721	36,63	744,32	1,8390
70	51,89	754,26	1,8942	38,10	751,99	1,8617
80	53,72	761,77	1,9158	39,53	759,68	1,8838
90	55,52	769,34	1,9369	40,94	767,40	1,9054
100	57,30	776,97	1,9576	42,33	775,17	1,9265
110	59,07	784,67	1,9780	43,70	782,99	1,9472
120	60,82	792,44	1,9980	45,05	790,87	1,9675
130	62,56	800,29	2,0177	46,39	798,81	1,9874
140	64,28	808,21	2,0371	47,72	806,81	2,0070
150	66,00	816,20	2,0563	49,04	814,88	2,0263
160	67,71	824,28	2,0751	50,36	823,03	2,0453
170	69,42	832,44	2,0937	51,66	831,25	2,0641
180	71,11	840,67	2,1121	52,96	839,54	2,0826
190	72,80	848,98	2,1303	54,25	847,90	2,1009
200	74,49	857,37	2,1482	55,53	856,34	2,1189
210	76,17	865,83	2,1659	56,81	864,85	2,1367
220	77,84	874,37	2,1834	58,09	873,43	2,1543
230	79,51	882,98	2,2006	59,36	882,08	2,1716
240	81,18	891,67	2,2177	60,63	890,80	2,1888
250	82,85	900,42	2,2346	61,89	899,59	2,2058

nastavak

$t_g, ^\circ\text{C}$	$v \cdot 10^3$	ϵ	σ	$v \cdot 10^3$	ϵ	σ
$p = 10 \text{ bar}, t_g = 23,44 ^\circ\text{C}$						
t_g	23,57	711,90	1,7170	19,54	713,64	1,7085
30	24,55	717,44	1,7355			
40	25,95	725,67	1,7622	20,80	722,17	1,7362
50	27,28	733,74	1,7875	22,01	730,66	1,7629
60	28,56	741,71	1,8118	23,15	738,97	1,7882
70	29,80	749,62	1,8352	24,24	747,15	1,8124
80	31,00	757,52	1,8579	25,30	755,27	1,8357
90	32,18	765,41	1,8800	26,33	763,36	1,8583
100	33,33	773,33	1,9015	27,33	771,43	1,8802
110	34,47	781,27	1,9225	28,31	779,52	1,9016
120	35,59	789,26	1,9431	29,27	787,63	1,9225
130	36,69	797,30	1,9633	30,22	793,77	1,9430
140	37,78	805,40	1,9831	31,15	803,96	1,9630
150	38,87	813,55	2,0026	32,07	812,20	1,9827
160	39,94	821,77	2,0218	32,98	820,50	2,0021
170	41,00	830,05	2,0407	33,89	828,55	2,0211
180	42,06	838,40	2,0593	34,79	837,26	2,0399
190	43,11	846,82	2,0777	35,68	846,73	2,0584
200	44,16	855,31	2,0958	36,57	854,27	2,0767
210	45,20	863,87	2,1137	37,45	862,87	2,0947
220	46,23	872,40	2,1314	38,33	871,54	2,1124
230	47,26	881,18	2,1489	39,20	880,27	2,1299
240	48,29	890,04	2,1661	40,07	889,07	2,1473
250	49,31	898,76	2,1831	40,93	897,93	2,1645
$p = 14 \text{ bar}, t_g = 36,37 ^\circ\text{C}$						
t_g	16,62	714,94	1,7019	14,40	715,87	1,6940
40	17,06	718,34	1,7119			
50	18,20	727,36	1,7404	15,30	723,78	1,7189
60	19,26	736,07	1,7669	16,31	732,97	1,7469
70	20,26	744,57	1,7919	17,25	741,84	1,7731
80	21,21	752,94	1,8159	18,13	750,50	1,7980
90	22,13	761,23	1,8391	19,08	759,03	1,8218
100	23,03	769,48	1,8615	19,80	767,47	1,8447
110	23,90	777,72	1,8833	20,59	775,87	1,8669
120	24,75	785,96	1,9046	21,36	784,25	1,8885
130	25,59	794,22	1,9252	22,12	792,63	1,9096
140	26,42	802,51	1,9456	22,86	801,02	1,9301
150	27,23	810,83	1,9655	23,58	809,44	1,9503
160	28,03	819,20	1,9851	24,30	817,90	1,9700
170	28,82	827,62	2,0043	25,01	826,40	1,9894
180	29,60	836,10	2,0232	25,71	834,94	2,0085
190	30,38	844,64	2,0418	26,40	843,53	2,0272
200	31,15	853,23	2,0602	27,09	852,18	2,0457
210	31,92	861,88	2,0783	27,77	860,88	2,0639
220	32,68	870,59	2,0961	28,45	869,64	2,0818
230	33,44	879,36	2,1137	29,12	878,45	2,0995
240	34,19	888,20	2,1311	29,79	887,32	2,1170
250	34,94	897,09	2,1483	30,45	896,25	2,1342
$p = 18 \text{ bar}, t_g = 46,77 ^\circ\text{C}$						
t_g	12,65	716,50	1,6875	11,23	716,87	1,6813
60	13,98	729,65	1,7278	12,08	726,03	1,7091

nastavak

$t_g, ^\circ\text{C}$	$v \cdot 10^3$	ϵ	σ	$v \cdot 10^3$	ϵ	σ
70	17,88	738,96	1,7553	12,97	735,89	1,7383
80	15,72	747,95	1,7812	13,78	745,28	1,7653
90	16,52	756,75	1,8058	14,54	754,37	1,7907
100	17,28	765,41	1,8293	15,26	763,26	1,8148
110	18,01	773,98	1,8520	15,94	772,03	1,8380
120	18,72	782,50	1,8739	16,60	780,72	1,8602
130	19,41	791,01	1,8952	17,24	789,37	1,8821
140	20,09	799,52	1,9161	17,87	797,99	1,9033
150	20,75	808,04	1,9365	18,48	806,61	1,9239
160	21,40	816,58	1,9565	19,08	815,24	1,9440
170	22,04	825,15	1,9760	19,67	823,89	1,9638
180	22,68	833,76	1,9952	20,25	832,57	1,9832
190	23,31	842,41	2,0141	20,83	841,29	2,0022
200	23,93	851,11	2,0327	21,40	850,05	2,0209
210	24,54	859,87	2,0519	21,96	858,86	2,0393
220	25,15	868,67	2,0691	22,52	867,71	2,0574
230	25,76	877,53	2,0869	23,07	876,61	2,0753
240	26,36	886,44	2,1044	23,62	885,57	2,0929
250	26,96	895,41	2,1217	24,16	894,57	2,1103
$p = 30 \text{ bar}, t_g = 70,10 ^\circ\text{C}$						
t_g	6,822	715,31	1,6505	4,394	707,50	1,6112
80	7,715	728,84	1,6893			
90	8,443	740,51	1,7219	5,924	719,70	1,6464
100	9,080	751,21	1,7510	5,900	735,41	1,6891
110	9,659	761,33	1,7778	6,407	748,29	1,7231
120	10,20	771,08	1,8029	6,921	759,84	1,7529
130	10,71	780,58	1,8268	7,387	770,67	1,7801
140	11,19	789,92	1,8497	7,818	781,02	1,8055
150	11,66	799,15	1,8717	8,223	791,56	1,8295
160	12,11	808,30	1,8931	8,607	800,89	1,8524
170	12,55	817,40	1,9139	8,975	810,55	1,8745
180	12,98	826,48	1,9341	9,331	820,11	1,8958
190	13,40	835,55	1,9539	9,676	829,60	1,9165
200	13,81	844,63	1,9733	10,01	839,04	1,9367
210	14,21	853,72	1,9923	10,34	848,45	1,9564
220	14,61	862,83	2,0110	10,66	857,85	1,9756
230	15,01	871,96	2,0294	10,98	867,24	1,9945
240	15,40	881,13	2,0474	11,29	876,64	2,0139
250	15,78	890,33	2,0651	11,59	886,05	2,0312
$p = 50 \text{ bar}$						
100	3,365	707,51	1,6020			
110	4,275	730,58	1,6631	2,461	698,18	1,5698
120	4,864	746,06	1,7030	3,364	727,52	1,6455
130	5,342	759,16	1,7360	3,918	745,26	1,6901
140	5,760	771,05	1,7651	4,355	759,66	1,7254
150	6,139	782,22	1,7918	4,731	772,47	1,7560
160	6,491	792,92	1,8168	5,069	784,33	1,7837
170	6,823	803,29	1,8405	5,380	795,60	1,8094
180	7,138	813,43	1,8631	5,672	806,44	1,8336
190	7,440	823,41	1,8849	5,948	817,00	1,8567
200	7,731	833,27	1,9060	6,211	827,34	1,8788
210	8,014	843,05	1,9264	6,465	837,53	1,9001
220	8,290	852,77	1,9463	6,711	847,60	1,9207
230	8,559	862,45	1,9657	6,949	857,59	1,9407
240	8,822	872,10	1,9847	7,181	867,52	1,9603
250	9,080	881,74	2,0034	7,408	877,41	1,9794

Tabela 4.7.3 - FIZIČKE OSOBINE SUVOZASIĆENOG FREONA - 22

t °C	$\rho' \cdot 10^3$ Pa·s	$\nu' \cdot 10^9$ m ² /s	$\lambda' \cdot 10^2$ W/(m·K)	$\alpha' \cdot 10^6$ m ² /s	Pr' -
-40	101,7	202	0,831	2,91	0,749
-30	106,1	238	0,880	3,20	0,744
-20	110,4	259	0,929	3,49	0,741
-10	114,6	281	0,977	3,79	0,740
0	118,7	303	1,026	4,09	0,740
10	122,8	325	1,075	4,39	0,741
20	126,0	348	1,123	4,69	0,742
30	130,7	372	1,172	5,00	0,744
40	134,5	396	1,221	5,31	0,746
50	138,3	421	1,269	5,62	0,749
60	142,1	446	1,318	5,93	0,752
70	145,9	472	1,367	6,25	0,755
80	149,4	498	1,416	6,57	0,758
90	153,0	525	1,464	6,90	0,761
100	156,5	553	1,513	7,23	0,764
110	160,0	580	1,561	7,57	0,766
120	163,4	609	1,610	7,91	0,769
130	166,8	638	1,659	8,26	0,772
140	170,1	667	1,708	8,61	0,775
150	173,4	696	1,756	8,96	0,778
160	176,7	726			
170	179,9	757			
180	183,1	788			
190	186,3	819			
200	189,4	851			

Tabela 4.7.4 - FIZIČKE OSOBINE TEČNOG FREONA - 22 NA LINIJI ZASIĆENJA

t °C	$\rho' \cdot 10^3$ kJ/(kg·K)	$\mu' \cdot 10^4$ Pa·s	$\nu' \cdot 10^7$ m ² /s	λ' W/(m·K)	$\alpha' \cdot 10^6$ m ² /s	$\sigma' \cdot 10^3$ N/m	$\beta' \cdot 10^4$ 1/K	Pr' -
-100	1,075			0,1407	8,46	28,1	11,2	
-95	1,077			0,1462	8,55	27,3	11,5	
-90	1,079			0,1436	8,65	26,5	11,9	
-85	1,081			0,1411	8,55	25,7	12,4	
-80	1,083			0,1385	8,45	24,8	12,9	
-75	1,085			0,1360	8,35	24,0	13,5	
-70	1,087			0,1234	8,25	23,2	14,1	
-65	1,089	4,35	2,94	0,1309	8,14	22,4	14,7	3,61
-60	1,091	4,14	2,83	0,1283	8,03	21,5	15,3	3,52
-55	1,094	3,95	2,72	0,1258	7,92	20,7	16,0	3,44
-50	1,097	3,78	2,63	0,1232	7,81	19,9	16,8	3,37
-45	1,101	3,63	2,55	0,1207	7,69	19,0	17,6	3,31
-40	1,105	3,49	2,47	0,1181	7,57	18,2	18,4	3,26
-35	1,110	3,36	2,41	0,1156	7,45	17,4	19,2	3,22
-30	1,116	3,24	2,34	0,1130	7,33	16,6	20,1	3,20
-25	1,123	3,13	2,29	0,1105	7,20	15,8	21,1	3,18
-20	1,130	3,02	2,24	0,1079	7,07	15,0	22,1	3,16
-15	1,138	2,92	2,19	0,1054	6,93	14,1	23,1	3,15
-10	1,148	2,83	2,15	0,1028	6,79	13,3	24,1	3,16
-5	1,159	2,75	2,11	0,1003	6,65	12,5	25,2	3,18
0	1,171	2,67	2,08	0,0977	6,50	11,7	26,3	3,20
5	1,185	2,60	2,05	0,0952	6,35	10,9	27,6	3,23
10	1,199	2,53	2,02	0,0926	6,19	10,2	29,1	3,27
15	1,215	2,46	2,00	0,0901	6,03	9,4	30,8	3,32
20	1,232	2,40	1,98	0,0875	5,86	8,7	32,7	3,38
25	1,250	2,34	1,96	0,0850	5,69	7,9	35,0	3,44
30	1,270	2,29	1,95	0,0824	5,52	7,2	37,7	3,53
35	1,292	2,24	1,94	0,0798	5,34	6,5	41,0	3,62
40	1,319	2,19	1,94	0,0772	5,15	5,8	44,9	3,74
45	1,353	2,15	1,94	0,0744	4,94	5,2	49,4	3,90
50	1,395	2,10	1,94	0,0714	4,72	4,5	55,0	4,10
55	1,446	2,06	1,94	0,0681	4,47	3,9	61,7	4,37
60	1,526			0,0646	4,12	3,3	69,6	
65	1,607			0,0608	3,68	2,7		
70	1,720			0,0565	3,20	2,1		

4.8 - UGLJENDIOKSID (CO₂)

$M = 44,011 \text{ kg/mol}$; $t_{\text{subl.}} = -78,50^\circ\text{C}$ (pri $p = 1 \text{ atm}$); $t_{\text{kr}} = 31,04^\circ\text{C}$;

$t_{\text{topl.}} = -56,60^\circ\text{C}$; $p_{\text{kr}} = 73,82 \text{ bar}$;

$v_{\text{kr}} = 2,1367 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$

Tabela 4.8.1 - VELIČINE STANJA UGLJENDIOKSIDA NA LINIJI ZASIĆENJA

T °C	p bar	$v' \cdot 10^3$ m^3/kg	$v'' \cdot 10^3$ m^3/kg	z' kJ/kg	z'' kJ/kg	h' kJ/kg	h'' kJ/(kg·K)	s'' kJ/(kg·K)
216,55	5,18	0,848	72,464	-206,2	141,1	347,3	2,671	4,275
220	6,00	0,857	67,291	-200,0	142,7	342,7	2,702	4,260
225	7,34	0,871	50,943	-190,9	145,8	336,7	2,741	4,237
230	8,91	0,885	48,103	-181,5	148,5	330,0	2,780	4,214
235	10,75	0,901	36,232	-172,0	150,5	322,5	2,819	4,191
240	12,82	0,918	30,581	-162,5	151,7	314,2	2,859	4,168
245	15,18	0,936	25,777	-152,6	151,6	304,2	2,899	4,141
250	17,87	0,956	21,787	-142,6	151,1	293,7	2,939	4,114
255	20,85	0,978	18,450	-132,4	149,9	282,3	2,979	4,086
260	24,21	1,002	15,723	-121,9	148,6	270,5	3,019	4,059
265	27,87	1,029	13,387	-111,0	146,4	257,4	3,059	4,030
270	32,03	1,059	11,297	-99,6	142,9	242,5	3,100	3,998
273,15	34,732	1,078	10,31	-92,5	140,0	232,5	3,1259	2,9772
274	35,623	1,074	10,04	-90,3	139,5	229,8	3,1327	3,9716
275	36,576	1,072	9,720	-88,1	138,9	227,0	3,1406	3,9653
276	37,543	1,070	9,416	-85,7	138,2	225,9	3,1487	3,9591
277	38,521	1,107	9,116	-83,2	137,4	220,6	3,1589	3,9531
278	40,520	1,115	8,819	-80,7	136,6	217,3	3,1654	3,9471
279	40,547	1,123	8,525	-78,2	135,8	214,0	3,1749	3,9409
280	41,588	1,132	8,244	-75,7	134,9	210,6	3,1828	3,9346
281	42,654	1,141	7,968	-73,1	134,0	207,1	3,1917	3,9282
282	43,732	1,150	7,704	-70,5	133,0	203,5	3,2006	3,9217
283	44,831	1,160	7,452	-67,8	132,0	199,8	3,2096	3,9157
284	45,956	1,170	7,210	-65,1	130,9	196,0	3,2187	3,9094
285	47,096	1,181	6,974	-62,3	129,9	192,1	3,2279	3,9015
286	48,261	1,193	6,738	-59,5	128,6	188,1	3,2373	3,8943
287	49,450	1,204	6,502	-56,6	127,3	183,9	3,2468	3,8869
288	50,666	1,217	6,267	-53,6	125,9	179,5	3,2565	3,8793
289	51,895	1,229	6,035	-50,6	124,4	175,0	3,2664	3,8714
290	53,148	1,243	5,817	-47,6	122,8	170,4	3,2765	3,8633
291	54,432	1,258	5,605	-44,5	121,1	165,6	3,2867	3,8550
292	55,732	1,273	5,397	-41,5	119,2	160,5	3,2971	3,8462
293	57,066	1,290	5,187	-38,0	117,2	155,2	3,3076	3,8368
294	58,421	1,309	4,980	-34,6	115,0	149,6	3,3184	3,8268
295	59,802	1,329	4,778	-31,1	112,6	143,7	3,3297	3,8164
296	61,205	1,350	4,574	-27,4	109,9	137,3	3,3415	3,8053
297	62,639	1,374	4,372	-23,5	107,0	130,5	3,3539	3,7932
298	64,098	1,401	4,168	-19,5	103,9	123,4	3,3669	3,7811
299	65,598	1,433	3,964	-15,4	100,4	115,8	3,3804	3,7662
300	67,115	1,479	3,733	-10,8	96,3	107,1	3,3945	3,7513
301	68,661	1,515	3,504	-5,7	91,5	97,2	3,418	3,7337
302	70,246	1,573	3,259	0,5	85,4	84,9	3,4304	3,7121
303	71,858	1,656	2,978	9,4	77,4	69,0	3,4560	3,6833
304,19	73,815	2,136	2,136	42,8	42,8	0	3,5664	3,5666

Tabela 4.8.2 - UGLJENDIOKSID: VELIČINE STANJA PREGREJANE PARE I TEČNOSTI

T K	$v \cdot 10^3$ m^3/kg	z kJ/kg	s kJ/(kg·K)	$v \cdot 10^3$ m^3/kg	z kJ/kg	s kJ/(kg·K)
$p = 1 \text{ bar}$						
273,15	512,6	191,1	4,7858	254,6	190,1	4,6522
280	525,7	196,8	4,8061	261,2	195,7	4,6727
290	544,9	205,1	4,8352	270,9	204,1	4,7019
300	564,0	213,6	4,8638	280,6	212,7	4,7307
310	583,1	222,1	4,8920	290,2	221,3	4,7591
320	602,1	230,8	4,9194	299,9	230,0	4,7867
330	621,2	239,6	4,9464	309,5	238,8	4,8138
340	640,3	248,4	4,9729	319,1	247,7	4,8405
350	659,3	257,4	4,9990	328,7	256,7	4,8667
360	678,3	266,4	5,0242	338,2	265,8	4,8920
370	697,3	275,6	5,0494	347,8	275,0	4,9173
380	716,3	284,8	5,0742	357,4	284,2	4,9422
390	735,3	294,1	5,0982	366,9	293,5	4,9662
400	754,3	303,5	5,1221	376,5	303,0	4,9902
410	773,3	312,9	5,1452	386,0	312,4	5,0134
420	792,2	322,4	5,1682	395,5	322,0	5,0365
430	811,2	332,1	5,1909	405,0	331,6	5,0592
440	830,2	341,8	5,2131	414,6	341,4	5,0815
450	849,2	351,5	5,2349	424,1	351,1	5,1033
460	868,1	361,4	5,2568	433,6	361,0	5,1252
470	887,1	371,3	5,2781	443,1	370,9	5,1466
480	906,0	381,3	5,2991	452,6	380,9	5,1676
490	925,0	391,3	5,3201	462,1	391,0	5,1886
500	943,9	401,5	5,3402	471,6	401,1	5,2087
510	962,9	411,7	5,3603	481,1	411,3	5,2288
520	981,8	421,9	5,3804	490,6	421,6	5,2490
530	1001	432,2	5,4001	500,1	431,9	5,2687
540	1020	442,6	5,4194	509,6	442,3	5,2880
550	1039	453,1	5,4387	519,1	452,8	5,3073
560	1058	463,6	5,4575	528,6	463,3	5,3262
570	1076	474,2	5,4764	538,1	473,9	5,3451
580	1095	484,8	5,4948	547,5	484,5	5,3635
590	1114	495,4	5,5133	557,0	495,2	5,3820
600	1133	506,2	5,5313	566,5	506,0	5,4000
620	1171	527,8	5,5665	585,5	527,6	5,4352
640	1209	549,7	5,6013	604,4	549,5	5,4701
660	1247	571,8	5,6352	623,4	571,6	5,5040
680	1285	594,0	5,6683	648,3	593,9	5,5371
700	1322	616,5	5,7010	661,2	616,3	5,5698
800	1512	731,4	5,8543	755,9	731,3	5,7232
900	1682	850,2	5,9945	850,4	850,2	5,8635
1000	1890	972,3	6,1227	945,0	972,3	5,9917
1100	2079	1097,4	6,2421	1039	1097,3	6,1111
1200	2268	1224,2	6,3522	1134	1224,2	6,2212
1300	2456	1353,2	6,4556	1228	1353,2	6,3246
1400	2645	1483,9	6,5528	1323	1483,9	6,4218
1500	2834	1616,0	6,6440	1418	1616,0	6,5131
1600	3023	1749,3	6,7299	1512	1749,4	6,5989
1700	3212	1883,8	6,8111	1607	1883,8	6,6801
1800	3401	2019,1	6,8886	1701	2019,1	6,7576

nastavak

T, K	$\nu \cdot 10^3$	z	a	$\nu \cdot 10^3$	z	a
$p = 4 \text{ bar}$			$p = 6 \text{ bar}$			
273,15	125,5	187,9	4,5158	82,49	185,6	4,4336
280	129,0	193,6	4,5366	84,84	191,5	4,4547
290	133,9	202,2	4,5662	88,25	198,2	4,4848
300	138,9	210,8	4,5955	91,63	208,9	4,5144
310	143,8	219,5	4,6242	94,99	217,8	4,5436
320	148,7	228,4	4,6522	98,43	226,7	4,5719
330	153,6	237,3	4,6796	101,7	235,8	4,5997
340	158,5	246,3	4,7066	105,0	244,9	4,6270
350	163,4	255,4	4,7330	108,3	254,0	4,6537
360	168,2	264,6	4,7586	111,5	263,3	4,6795
370	173,1	273,8	4,7841	114,8	272,6	4,7052
380	177,9	283,1	4,8092	118,1	282,0	4,7304
390	182,7	292,5	4,8333	121,3	291,4	4,7547
400	187,5	301,9	4,8574	124,6	300,9	4,7790
410	192,4	311,5	4,8807	127,8	310,5	4,8024
420	197,2	321,1	4,9039	131,0	320,1	4,8257
430	202,0	330,7	4,9267	134,3	329,9	4,8486
440	206,8	340,5	4,9491	137,5	339,6	4,8710
450	211,6	350,3	4,9710	140,7	349,5	4,8930
460	216,3	360,2	4,9929	143,9	359,4	4,9150
470	221,1	370,2	5,0144	147,1	369,4	4,9365
480	225,9	380,2	5,0354	150,3	379,4	4,9576
490	230,7	390,3	5,0565	153,6	389,6	4,9788
500	235,5	400,4	5,0767	156,8	399,8	4,9990
510	240,2	410,7	5,0969	160,0	410,0	5,0192
520	245,0	421,0	5,1171	163,2	420,4	5,0395
530	249,8	431,3	5,1368	166,4	430,7	5,0593
540	254,6	441,8	5,1562	169,5	441,2	5,0787
550	259,3	452,2	5,1755	172,7	451,7	5,0981
560	264,1	462,8	5,1944	175,9	462,3	5,1170
570	268,8	473,4	5,2133	179,1	472,9	5,1360
580	273,6	484,0	5,2318	182,3	483,5	5,1545
590	278,4	494,7	5,2503	185,5	494,3	5,1730
600	283,1	505,5	5,2684	188,7	505,1	5,1911
620	292,6	527,2	5,3037	195,0	526,8	5,2265
640	302,1	549,1	5,3386	201,4	548,8	5,2614
660	311,6	571,3	5,3726	207,7	570,9	5,2955
680	321,1	593,6	5,4057	214,1	593,2	5,3287
700	330,6	616,0	5,4385	220,4	615,8	5,3615
800	378,0	731,2	5,5920	252,1	731,0	5,5151
900	425,3	850,0	5,7323	283,6	849,9	5,6555
1000	472,7	972,2	5,8605	315,2	972,1	5,7838
1100	520,0	1097,3	5,9809	346,8	1097,2	5,9032
1200	567,3	1224,1	6,0901	378,3	1224,1	6,0134
1300	614,5	1353,2	6,1936	409,9	1353,2	6,1169
1400	661,8	1483,9	6,2908	441,4	1483,9	6,2141
1500	709,1	1616,0	6,3821	472,9	1616,1	6,3054
1600	756,3	1749,4	6,4679	504,4	1749,4	6,3913
1700	803,6	1883,9	6,5491	536,0	1883,9	6,4725
1800	850,8	2019,2	6,6266	567,5	2019,2	6,5500

nastavak

T, K	$\nu \cdot 10^3$	z	a	$\nu \cdot 10^3$	z	a
$p = 8 \text{ bar}$			$p = 10 \text{ bar}$			
273,15	60,95	183,3	4,3733	48,00	180,9	4,3250
280	62,71	189,3	4,3948	49,51	187,0	4,3470
290	65,39	198,1	4,4254	51,67	196,0	4,3781
300	68,00	207,0	4,4556	53,81	205,0	4,4088
310	70,58	216,0	4,4852	55,92	214,2	4,4389
320	73,13	225,1	4,5139	58,01	223,4	4,4680
330	75,67	234,2	4,5420	60,08	232,6	4,4965
340	78,19	243,4	4,5696	62,13	242,0	4,5243
350	80,70	252,7	4,5966	64,16	251,3	4,5516
360	83,20	262,0	4,6226	66,19	260,7	4,5779
370	85,68	271,4	4,6485	68,20	270,2	4,6040
380	88,15	280,8	4,6739	70,20	279,7	4,6296
390	90,62	290,3	4,6984	72,20	289,2	4,6542
400	93,08	299,9	4,7228	74,18	298,9	4,6787
410	95,53	309,5	4,7463	76,17	308,5	4,7023
420	97,98	319,2	4,7697	78,14	318,3	4,7259
430	100,4	329,0	4,7927	80,11	328,1	4,7490
440	102,9	338,8	4,8152	82,07	337,9	4,7716
450	105,3	348,7	4,8373	84,04	347,8	4,7937
460	107,7	358,6	4,8593	86,00	357,8	4,8158
470	110,1	368,6	4,8809	87,94	367,9	4,8375
480	112,6	378,7	4,9021	89,90	378,0	4,8588
490	115,0	388,9	4,9233	91,84	388,2	4,8800
500	117,4	399,1	4,9446	93,79	398,4	4,9004
510	119,8	409,4	4,9639	95,73	408,8	4,9207
520	122,2	419,8	4,9842	97,67	419,1	4,9410
530	124,6	430,1	5,0040	99,60	429,5	4,9610
540	127,0	440,6	5,0235	101,5	440,0	4,9804
550	129,4	451,8	5,0429	103,5	450,6	4,9999
560	131,8	461,7	5,0619	105,4	461,2	5,0189
570	134,2	472,4	5,0809	107,3	471,9	5,0380
580	136,6	483,0	5,0994	109,2	482,6	5,0566
590	139,0	493,8	5,1180	111,2	493,3	5,0752
600	141,4	504,6	5,1361	113,1	504,2	5,0933
620	146,2	526,4	5,1715	116,9	526,0	5,1298
640	151,0	548,4	5,2065	120,8	548,0	5,1638
660	155,8	570,6	5,2406	124,6	570,2	5,1980
680	160,6	592,9	5,2739	128,4	592,6	5,2313
700	165,3	615,5	5,3067	132,3	615,2	5,2641
800	189,1	730,8	5,4605	151,3	730,6	5,4181
900	212,8	849,8	5,6009	170,3	849,6	5,5586
1000	236,5	972,0	5,7293	189,3	971,9	5,6970
1100	260,0	1097,1	5,8488	208,3	1097,1	5,8065
1200	283,9	1224,0	5,9590	227,2	1224,0	5,9167
1300	307,5	1352,2	6,0625	246,1	1353,2	6,0202
1400	331,2	1483,9	6,1597	265,1	1483,9	6,1174
1500	354,9	1616,1	6,2510	284,0	1616,1	6,2088
1600	378,5	1749,5	6,3368	302,9	1749,5	6,2946
1700	402,1	1884,0	6,4181	321,9	1884,0	6,3759
1800	425,8	2019,3	6,4956	340,8	2019,4	6,4534

nastavak

T, K	$\nu \cdot 10^3$	ϵ	σ	$\nu \cdot 10^3$	ϵ	σ
$p = 20 \text{ bar}$						
273,15	21,94	167,5	4,1584	1,063	-94,0	3,1133
280	22,85	174,5	4,1837	1,118	-77,1	3,1744
290	24,13	184,6	4,2180	6,757	132,9	3,9050
300	25,36	194,6	4,2529	7,783	152,7	3,9721
310	26,55	204,6	4,2858	8,602	168,8	4,0252
320	27,72	214,6	4,3173	9,315	183,0	4,0707
330	28,86	224,5	4,3479	9,964	196,5	4,1116
340	29,97	234,4	4,3775	10,57	209,0	4,1491
350	31,07	244,3	4,4062	11,14	221,0	4,1842
360	32,00	254,2	4,4338	11,69	232,7	4,2168
370	33,23	264,0	4,4610	12,22	244,1	4,2482
380	34,30	273,9	4,4875	12,73	255,3	4,2782
390	35,35	283,7	4,5130	13,23	266,3	4,3067
400	36,40	293,6	4,5382	13,72	277,5	4,3345
410	37,44	303,4	4,5624	14,20	288,1	4,3610
420	38,47	313,5	4,5866	14,67	298,9	4,3871
430	39,49	323,6	4,6101	15,14	309,6	4,4124
440	40,52	333,6	4,6332	15,60	320,4	4,4371
450	41,53	343,7	4,6558	16,05	331,1	4,4611
460	42,55	353,7	4,6783	16,50	341,9	4,4849
470	43,56	364,1	4,7003	16,94	352,7	4,5082
480	44,56	374,4	4,7219	17,38	363,6	4,5309
490	45,56	384,7	4,7434	17,82	374,3	4,5534
500	46,56	395,1	4,7640	18,25	385,1	4,5750
510	47,56	405,5	4,7847	18,68	396,0	4,5965
520	48,55	416,0	4,8053	19,11	407,0	4,6179
530	49,55	426,6	4,8254	19,53	417,9	4,6388
540	50,54	437,2	4,8451	19,95	428,9	4,6592
550	51,52	447,0	4,8648	20,37	439,9	4,6796
560	52,51	456,6	4,8840	20,78	451,0	4,6994
570	53,49	469,6	4,9032	21,20	462,1	4,7192
580	54,47	480,2	4,9220	21,61	473,2	4,7385
590	55,45	491,0	4,9408	22,02	484,4	4,7578
600	56,43	502,0	4,9591	22,43	495,6	4,7766
620	58,38	524,0	4,9949	23,25	518,1	4,8132
640	60,32	546,1	5,0302	24,06	540,7	4,8492
660	62,27	568,5	5,0645	24,86	563,5	4,8842
680	64,20	591,0	5,0980	25,66	586,4	4,9182
700	66,13	613,7	5,1311	26,46	609,4	4,9517
800	75,76	729,6	5,2857	30,41	726,4	5,1082
900	85,29	849,0	5,4266	34,20	847,0	5,2504
1000	94,83	971,4	5,5552	38,16	970,0	5,3796
1100	104,3	1096,8	5,6748	42,02	1095,9	5,4997
1200	113,9	1223,8	5,7852	45,85	1223,4	5,6105
1300	123,4	1353,1	5,8888	49,68	1353,0	5,7144
1400	132,8	1484,0	5,9861	53,50	1484,2	5,8119
1500	142,3	1616,2	6,0775	57,31	1616,7	5,9034
1600	151,8	1749,7	6,1634	61,12	1750,4	5,9895
1700	161,3	1884,3	6,2447	64,92	1885,1	6,0709
1800	170,7	2019,7	6,3222	68,72	2020,7	6,1485

nastavak

T, K	$\nu \cdot 10^3$	ϵ	σ	$\nu \cdot 10^3$	ϵ	σ
$p = 100 \text{ bar}$						
273,15	1,026	-96,9	3,0835	0,9621	-98,5	3,0231
280	1,065	-82,2	3,1367	0,9856	-86,1	3,0678
290	1,138	-58,5	3,2193	1,024	-67,2	3,1341
300	1,247	-31,3	3,3117	1,068	-47,2	3,2017
310	1,458	4,4	3,4285	1,119	-26,7	3,2692
320	2,237	69,9	3,6362	1,178	-5,0	3,3554
330	3,199	120,3	3,7914	1,246	15,4	3,4006
340	3,846	149,2	3,8780	1,326	36,9	3,4649
350	4,354	170,9	3,9409	1,420	58,8	3,5283
360	4,787	189,0	3,9919	1,529	80,8	3,5902
370	5,175	205,2	4,0363	1,652	102,8	3,6507
380	5,521	220,1	4,0763	1,786	124,4	3,7085
390	5,865	234,1	4,1125	1,928	145,2	3,7624
400	6,181	247,5	4,1467	2,073	165,2	3,8130
410	6,483	260,5	4,1784	2,219	184,1	3,8595
420	6,775	273,1	4,2089	2,361	202,1	3,9030
430	7,056	285,5	4,2381	2,501	219,3	3,9435
440	7,330	297,7	4,2661	2,638	235,8	3,9875
450	7,597	309,8	4,2931	2,771	251,8	4,0172
460	7,858	321,7	4,3195	2,901	267,3	4,0514
470	8,113	333,6	4,3451	3,028	282,4	4,0840
480	8,364	345,4	4,3700	3,151	297,2	4,1151
490	8,610	357,2	4,3945	3,272	311,7	4,1452
500	8,853	368,9	4,4178	3,390	326,0	4,1737
510	9,091	380,7	4,4410	3,505	340,9	4,2015
520	9,327	392,4	4,4630	3,618	355,0	4,2287
530	9,560	404,0	4,4862	3,729	367,4	4,2548
540	9,790	415,7	4,5078	3,838	381,7	4,2801
550	10,02	427,4	4,5294	3,945	394,6	4,3048
560	10,24	439,0	4,5503	4,050	408,0	4,3287
570	10,47	450,7	4,5710	4,154	421,1	4,3522
580	10,69	462,3	4,5913	4,257	434,2	4,3749
590	10,91	474,0	4,6113	4,358	447,1	4,3972
600	11,13	485,6	4,6309	4,457	460,0	4,4188
620	11,56	508,9	4,6688	4,653	485,4	4,4607
640	11,98	532,2	4,7059	4,846	510,5	4,5001
660	12,41	555,6	4,7419	5,035	545,3	4,5382
680	12,83	579,0	4,7766	5,222	559,9	4,5748
700	13,25	602,4	4,8107	5,407	584,3	4,6102
800	15,32	721,5	4,9688	6,320	708,3	4,7739
900	17,32	844,1	5,1145	7,175	837,2	4,9268
1000	19,29	968,0	5,2447	8,004	963,7	5,0699
1100	21,25	1094,7	5,3656	8,820	1092,4	5,1839
1200	23,20	1222,8	5,4769	9,625	1222,3	5,2966
1300	25,13	1353,0	5,5812	10,42	1354,0	5,4021
1400	27,06	1484,7	5,6791	11,21	1486,9	5,5009
1500	28,98	1617,6	5,7709	12,00	1620,9	5,5935
1600	30,90	1751,6	5,8572	12,78	1755,9	5,6804
1700	32,81	1886,7	5,9388	13,55	1891,8	5,7625
1800	34,72	2022,5	6,0166	14,33	2028,3	5,8407

nastavak

T, K	$\nu \cdot 10^3$	z	α	$\nu \cdot 10^3$	z	α
		$p = 500 \text{ bar}$			$p = 600 \text{ bar}$	
273,15	0,9040	-93,7	2,9556	0,8875	-90,8	2,9333
280	0,9200	-82,5	2,9961	0,9022	-79,7	2,9734
290	0,9447	-65,6	3,0549	0,9242	-63,2	3,0310
300	0,9710	-48,1	3,1143	0,9474	-46,2	3,0889
310	0,9992	-30,2	3,1731	0,9719	-28,7	3,1461
320	1,029	-12,4	3,2297	0,9976	-11,3	3,2013
330	1,061	5,3	3,2840	1,024	5,9	3,2541
340	1,094	22,7	3,3360	1,053	22,7	3,3046
350	1,130	39,8	3,3659	1,082	39,3	3,3529
360	1,167	56,8	3,4334	1,113	55,7	3,3987
370	1,207	73,6	3,4798	1,143	71,9	3,4433
380	1,249	90,4	3,5247	1,178	88,0	3,4864
390	1,295	107,2	3,5680	1,213	104,0	3,5278
400	1,340	123,9	3,6105	1,250	120,0	3,5686
410	1,389	140,6	3,6515	1,288	136,1	3,6080
420	1,439	157,3	3,6918	1,327	152,2	3,6468
430	1,491	173,8	3,7309	1,367	168,2	3,6847
440	1,544	190,4	3,7688	1,409	184,3	3,7216
450	1,597	206,8	3,8054	1,451	200,4	3,7575
460	1,652	223,0	3,8413	1,494	216,4	3,7929
470	1,707	239,1	3,8759	1,537	232,3	3,8272
480	1,762	255,0	3,9093	1,580	248,1	3,8604
490	1,817	270,7	3,9419	1,624	263,8	3,8930
500	1,872	286,2	3,9730	1,668	279,4	3,9242
510	1,926	301,6	4,0034	1,711	294,9	3,9547
520	1,981	316,8	4,0331	1,755	310,2	3,9846
530	2,035	331,8	4,0618	1,798	325,3	4,0134
540	2,089	346,7	4,0895	1,842	340,3	4,0413
550	2,142	361,4	4,1166	1,885	355,1	4,0686
560	2,196	376,0	4,1427	1,928	369,8	4,0950
570	2,249	390,4	4,1683	1,971	384,3	4,1209
580	2,301	404,6	4,1930	2,013	398,6	4,1458
590	2,354	418,6	4,2173	2,056	412,8	4,1702
600	2,406	432,6	4,2407	2,098	426,9	4,1938
620	2,509	460,0	4,2853	2,183	454,5	4,2389
640	2,611	486,9	4,3281	2,267	481,6	4,2819
660	2,712	513,3	4,3686	2,350	508,2	4,3228
680	2,812	539,2	4,4071	2,434	534,3	4,3617
700	2,911	564,7	4,4443	2,517	560,5	4,3991
800	3,400	694,3	4,6175	2,925	691,5	4,5750
900	3,848	830,6	4,7768	3,303	828,9	4,7378
1000	4,284	960,9	4,9153	3,671	961,0	4,8758
1100	4,710	1092,3	5,0406	4,030	1093,3	5,0020
1200	5,128	1224,6	5,1555	4,382	1226,3	5,1175
1300	5,539	1358,3	5,2626	4,729	1360,6	5,2252
1400	5,946	1492,9	5,3627	5,071	1495,8	5,3257
1500	6,349	1628,4	5,4563	5,410	1631,9	5,4197
1600	6,748	1764,7	5,5441	5,745	1768,6	5,5077
1700	7,145	1901,6	5,6269	6,077	1906,0	5,5907
1800	7,539	2039,2	5,7056	6,408	2043,9	5,6697

Tabela 4.8.3 - DINAMIČKA VISKOZNOST UGLJENDIOKSIDA PRI $p = 1 \text{ bar}$

t $^{\circ}\text{C}$	$\mu \cdot 10^7$ $\text{Pa}\cdot\text{s}$	t $^{\circ}\text{C}$	$\mu \cdot 10^7$ $\text{Pa}\cdot\text{s}$	t $^{\circ}\text{C}$	$\mu \cdot 10^7$ $\text{Pa}\cdot\text{s}$
-15	129,5	40	155,3	200	224,3
-10	131,5	50	159,9	300	262,7
0	136,5	60	164,4	400	297,9
10	141,3	80	173,4	600	360,4
20	146,0	100	182,3	800	415,0
30	150,6	150	203,8	1000	464,3

Tabela 4.8.4 - TERMIČKA PROVDONOST TEČNOG UGLJENDIOKSIDA NA LINIJI ZASIĆENJA

T K	$\lambda \cdot 10^3$ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	T K	$\lambda \cdot 10^3$ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	T K	$\lambda \cdot 10^3$ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	T K	$\lambda \cdot 10^3$ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
218	179	238	149	258	125	278	104
223	172	243	142	263	120	283	99,2
228	163	248	137	268	115	288	93,3
233	156	253	131	273	109	293	86,2

Tabela 4.8.5 - TERMIČKA PROVDONOST UGLJENDIOKSIDA PRI $p = 1 \text{ bar}$

T K	$\lambda \cdot 10^3$ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	T K	$\lambda \cdot 10^3$ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	T K	$\lambda \cdot 10^3$ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	T K	$\lambda \cdot 10^3$ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
220	10,70	310	17,40	400	24,30	850	58,50
230	11,47	320	18,05	450	29,30	900	61,80
240	12,20	330	18,95	500	32,50	950	65,00
250	12,95	340	19,70	550	36,60	1000	68,10
260	13,65	350	20,40	600	40,70	1100	74,40
270	14,45	360	21,20	650	44,50	1200	80,30
280	15,95	380	22,75	750	51,70	1400	92,10
300	16,55	390	23,50	800	55,10		

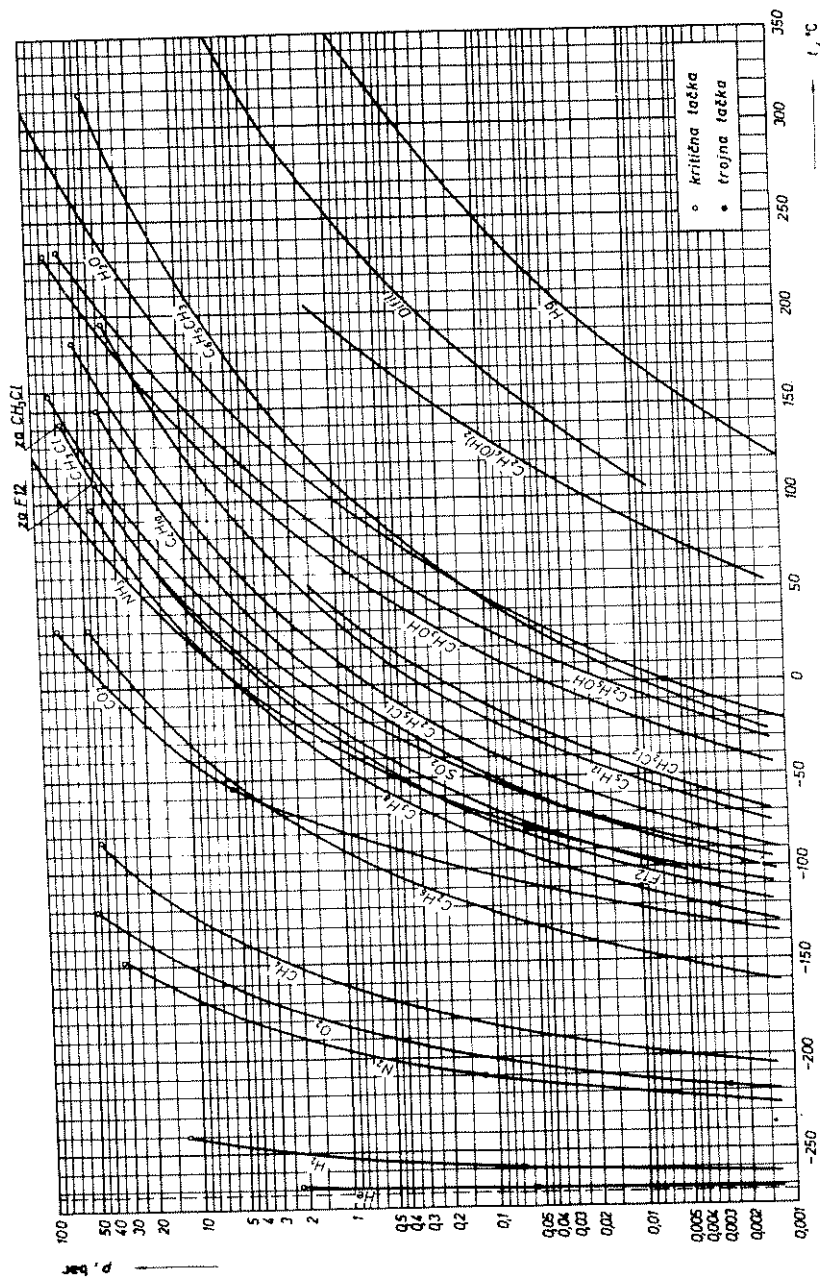
4.9 - DIFIL; MEŠAVINA MASENOG SASTAVA: 26,5% DIFENILA ($C_{12}H_{10}$) I73,5% DIFENLOKSIDA ($C_{12}H_{10}O$) $t_{\text{toplj}} = 12^\circ\text{C}$; $t_{\text{klj}} = 258^\circ\text{C}$ pri $p = 1 \text{ atm}$; $t_{\text{kr}} = 528^\circ\text{C}$; $p_{\text{kr}} = 40,2 \text{ bar}$

Tabela 4.9.1 - VELIČINE STANJA DIFILA NA LINIJI ZASIĆENJA

t $^\circ\text{C}$	p bar	$v' \cdot 10^3$ m^3/kg	v'' m^3/kg	ρ' kg/m^3	ρ'' kg/m^3	i' kJ/kg	i'' kJ/kg	r kJ/kg
20		0,943		1060		13	389	376
30		0,951		1052		29	402	373
40		0,959		1044		46	414	368
50		0,966		1036		63	427	364
60		0,973		1028		80	440	360
70		0,981		1020		96	454	358
80		0,988		1012		115	469	354
90		0,997		1003		134	484	350
100	0,006	1,005	28	995	0,035	153	498	345
110	0,010	1,014	18	987	0,056	172	513	341
120	0,017	1,022	11,5	978	0,087	190	527	337
130	0,024	1,030	8,2	970	0,12	211	546	335
140	0,037	1,040	5,6	961	0,18	232	563	331
150	0,052	1,050	4,2	953	0,24	253	582	329
160	0,074	1,058	3,0	945	0,33	274	601	327
170	0,100	1,067	2,2	937	0,45	297	620	323
180	0,147	1,077	1,7	928	0,60	318	636	320
190	0,196	1,087	1,2	920	0,81	341	657	316
200	0,245	1,096	1,0	912	0,99	364	678	314
210	0,323	1,106	0,76	904	1,3	389	699	310
220	0,412	1,116	0,62	896	1,6	414	720	306
230	0,510	1,126	0,50	887	2,0	440	741	301
240	0,627	1,137	0,41	879	2,4	465	762	297
250	0,843	1,148	0,31	871	3,2	490	781	291
260	1,029	1,159	0,25	863	3,9	515	802	287
270	1,31	1,170	0,20	854	5,0	540	820	280
280	1,63	1,184	0,165	845	6,1	567	842	275
290	1,95	1,197	0,14	835	7,2	596	866	270
300	2,33	1,211	0,115	825	8,7	626	890	264
310	2,76	1,226	0,096	815	10,4	655	912	257
320	3,25	1,243	0,082	804	12,2	682	936	254
330	3,82	1,260	0,069	794	14,5	712	959	247
340	4,47	1,277	0,059	783	17,0	741	984	243
350	5,20	1,295	0,050	772	20,0	770	1005	235
360	6,02	1,314	0,044	761	23,0	800	1030	230
370	6,54	1,333	0,038	750	26,0	829	1055	226
380	7,99	1,354	0,032	739	30,0	858	1078	220
390	9,13	1,380	0,028	725	36,0	888	1102	214
400	10,43	1,410	0,024	709	42,0	917	1124	207

Tabela 4.9.2 - FIZIČKE OSOBINE DIFILA NA LINIJI ZASIĆENJA

t $^\circ\text{C}$	α_p $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	λ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$u \cdot 10^5$ $\text{Pa}\cdot\text{s}$	$\mu \cdot 10^5$ $\text{Pa}\cdot\text{s}$	$v' \cdot 10^6$ m^2/s	$v'' \cdot 10^6$ m^2/s	Pr -
20	1,59	0,137	435		4,11		50
30	1,63	0,135	333		3,19		40
40	1,67	0,134	2,63		2,51		33
50	1,67	0,133	215		2,07		27
60	1,72	0,131	178		1,73		23
70	1,76	0,129	152		1,49		20,5
80	1,80	0,128	130		1,29		18,5
90	1,84	0,127	114		1,14		16,5
100	1,88	0,126	101	0,68	1,01	192	15
110	1,92	0,123	88,5	0,70	0,907	123	14
120	1,97	0,122	80,4	0,72	0,822	82	13
130	2,01	0,121	72,2	0,74	0,746	60	12
140	2,05	0,120	65,6	0,75	0,686	42	11,3
150	2,14	0,119	60,3	0,77	0,633	32	10,9
160	2,18	0,116	55,2	0,79	0,574	24	10,3
170	2,22	0,115	50,9	0,81	0,544	18	9,8
180	2,26	0,114	47,0	0,83	0,508	14	9,4
190	2,30	0,113	43,7	0,85	0,476	10,5	9,0
200	2,34	0,110	40,7	0,87	0,446	8,0	8,6
210	2,39	0,109	37,9	0,89	0,421	6,8	8,3
220	2,43	0,108	35,6	0,91	0,397	5,6	8,0
230	2,47	0,107	33,5	0,93	0,378	4,7	7,7
240	2,55	0,105	31,6	0,95	0,360	3,9	7,6
250	2,60	0,104	29,7	0,97	0,341	3,0	7,4
260	2,64	0,102	28,1	0,99	0,326	2,5	7,2
270	2,68	0,101	26,6	1,01	0,313	2,0	7,1
280	2,68	0,100	25,3	1,03	0,299	1,7	6,9
290	2,72	0,098	24,0	1,05	0,287	1,4	6,7
300	2,76	0,096	22,7	1,07	0,276	1,2	6,5
310	2,80	0,095	20,7	1,09	0,266	1,0	6,4
320	2,80	0,094	20,8	1,11	0,259	0,90	6,2
330	2,85	0,092	19,9	1,13	0,251	0,78	6,1
340	2,89	0,091	19,8	1,15	0,243	0,68	6,0
350	2,89	0,090	18,2	1,17	0,236	0,59	5,9
360	2,93	0,088	17,3	1,18	0,229	0,52	5,8
370	2,93	0,086	16,7	1,20	0,223	0,46	5,7
380	2,97	0,085	16,1	1,22	0,218	0,39	5,6
390	2,97	0,084	15,5	1,24	0,214	0,35	5,5
400	3,01	0,083	14,9	1,26	0,210	0,31	5,4



Slika 4.10 Linije zasićenja, kritične i trojne tačke za neke materije

5. TEČNOSTI

Tabela 5.1 - FIZIČKE OSOBINE TEČNOSTI (I)

TEČNOST		Temperatura topljenja °C	Toplota topljenja kJ/kg	Temperatura ključanja °C	Toplota isparavanja kJ/kg	Kritično stanje		
						t_{kp} °C	p_{kp} bar	ρ_{kp} kg/m ³
Aceton	(C ₃ H ₆ O)	-94,3	96,30	56,1	523,35	236	58,84	252
Azotna kiselina	(HNO ₃)	-41,0	39,77	86,0	481,48			
Anilin	(C ₆ H ₇ N)	-6,2	113,46	184,0	447,09	425,7	52,39	
Benzol	(C ₆ H ₆)	5,5	127,28	80,1	295,65	288,6	47,07	305
Brom	(Br ₂)	-7,3	67,83	28,8	100,03	310	100,03	1180
Cikloheksan	(C ₆ H ₁₂)	6,4	30,98	80,8	260,06	281	39,82	273
Diethylenglikol	(C ₄ H ₁₀ O ₂)	-10,5	-	245,0	628,02			
Etilacetat	(C ₄ H ₈ O ₂)	-83,6	118,90	77,1	368,44	250	37,27	308
Etilalkohol	(C ₂ H ₆ O)	-114,5	104,67	78,3	879,23	243	61,78	280
Etilbromid	(C ₂ H ₅ Br)	-119,0	53,59	38,4	251,21	233	60,31	507
Etilenglikol	(C ₂ H ₆ O ₂)	-12,3	188,41	197,0	812,24			
Etiletar	(C ₄ H ₁₀ O)	-116,3	100,48	34,48	360,06	194	35,63	265
Glicerol	(C ₃ H ₈ O ₃)	18,0	200,55	290,0				
n-Heksan	(C ₆ H ₁₄)	-95,3	146,54	68,73	330,76	234,8	29,22	234
n-Heptan	(C ₇ H ₁₆)	-90,6	141,51	98,4	318,20	266,8	26,38	234
Hloroform	(CHCl ₃)	-63,5	79,55	61,2	247,02	260	53,84	496
m-Ksilol	(C ₈ H ₁₀)	-47,9	108,02	139,2	343,32	346	35,11	
Metilacetat	(C ₃ H ₆ O ₂)	-98,1	-	57,1	410,31	234	56,09	-
Metilalkohol	(CH ₄ O)	-98,0	100,48	64,51	1101,13	240	97,09	358
Metilbromid	(CH ₃ Br)	-93,0	-	4,0	259,58	194	-	-
Mravljja kiselina	(CH ₂ O ₂)	8,4	276,33	100,7	494,04			
Nitrobenzol	(C ₆ H ₅ O ₂ N)	5,7	98,39	211,0	397,75			
Nitroglicerol	(C ₃ H ₅ O ₉ N ₃)	13,2	96,3	-	-			
Oleinska kiselina	(C ₁₈ H ₃₄ O ₂)	9,0	-	370,0	238,65			
n-Propilalkohol	(C ₃ H ₈ O)	-126	86,67	97,2	682,45	264	49,03	273
Sirćetna kiselina	(C ₂ H ₄ O ₂)	16,7	194,27	118,0	406,12	321,6	55,96	351
Sumporna kiselina	(H ₂ SO ₄)	10,5	108,86					
Terpentinsko ulje	(C ₁₀ H ₁₆)	-10,0	-	160,0	293,08	376	-	-
Toluol	(C ₇ H ₈)	-95,0	72,01	110,7	355,88	320,6	40,8	
Trihlorotilen	(C ₂ HCl ₃)	-86	-	86,8	238,65			
Voda	(H ₂ O)	0,0	332,432	100,0	2257,0	374,15	221,29	306,75

Tabela 5.2 - FIZIČKE OSOBINE TEČNOSTI (II)

TEČNOST	t °C	ρ kg/m ³	c_p kJ/(kg·K)	λ W/(m·K)	$\eta \cdot 10^3$ Pa·s	$\beta \cdot 10^5$ 1/K
Aceton	20	791	2,16	0,17	0,331	143
	50	756	2,25	0,163	-	-
Anilin	0	1037	2,03	0,186	10,20	85,5
	20	1022	2,07	0,182	4,40	
	50	999	2,14	0,177	1,80	
	100	952	2,32	0,167	0,80	
Benzin	20	751	2,06	0,1165	0,529	125
	40	735	2,15	-	0,411	
	60	717	2,24	-	0,329	
	100	681	2,46	0,1005	0,225	
Benzol	20	879	1,738	0,154	0,65	124
Etilalkohol	0	806	2,29	0,185	1,78	
	20	789	2,45	0,183	1,19	
	50	-	2,81	0,178	0,695	
Etilenglikol	20	1113	2,382	0,258	19,90	
	40	1099	2,474	-	9,13	
	60	1085	2,562	-	4,95	
	80	1070	2,650	-	3,02	
	100	1056	2,742	0,269	1,99	
Glicerol	20	1260	2,35	-	1480	53
	50	1244	2,50	0,283	180	
	100	1208	2,79	0,289	13	
	200	1090	3,34	-	0,22	
Metilalkohol	0	810	2,43	0,214	0,818	
	20	792	2,47	0,212	0,585	
	50	765	2,56	-	0,400	
Petroleji	20	819	2,00	-	1,49	100
	50	801	2,14	0,1114	0,956	
	100	766	2,38	0,1042	0,545	
	200	725	2,89	0,0891	0,262	
Tolual	0	885	1,63	0,140	0,768	109,9
	20	867	1,67	0,135	0,586	
	50	839	1,80	0,127	0,420	
	100	790	1,97	0,116	0,271	
Trichloretilen	20	1464	0,950	-	0,58	
	50	-	-	0,138	0,45	
Ulje, mazivo	25	920	1,85	0,130	190	74*)
	50	905	1,943	0,128	42,9	
	75	896	2,041	0,125	15,6	
	100	880	2,136	0,123	5,72	
Ulje, transformatorsko	25	860	1,918	0,123	24,20	69*)
	50	845	2,043	0,122	9,90	
	75	835	2,169	0,120	4,77	
	100	820	2,294	0,117	3,02	

*) Pri $t = 20$ °C

Tabela 5.3 - FIZIČKE OSOBINE TEČNIH METALA

METAL	t °C	ρ kg/m ³	λ W/(m·K)	c_p J/(kg·K)	$\alpha \cdot 10^6$ m ² /s	$\nu \cdot 10^8$ m ² /s	$Pr \cdot 10^2$ -
Bizmut	280	10050	14,55	151,0	9,20	18,0	1,88
	300	10030	14,65	151,0	9,66	17,1	1,77
	400	9910	15,60	151,0	10,40	14,2	1,36
	500	9785	16,52	151,0	11,20	12,2	1,09
	600	9660	17,32	151,0	11,90	10,8	0,91
	700	9530	18,28	151,0	12,70	9,8	0,77
Kalaj	240	6985	30,50	255,0	17,10	27,3	1,60
	300	6940	31,60	255,0	17,85	24,1	1,35
	400	6865	33,60	255,0	19,20	20,1	1,05
	500	6790	35,50	255,0	20,5	17,4	0,85
	600	6720	37,40	255,0	21,8	15,6	0,72
	700	6640	39,40	255,0	23,2	14,3	0,62
Kalijum	100	818	46,5	817	69,5	56,1	0,81
	200	795	46,0	792	73,0	42,8	0,59
	300	773	43,11	775	72,5	35,2	0,49
	400	750	39,6	766	69,0	29,8	0,43
	500	727	34,9	766	62,5	25,7	0,41
	600	704	31,0	770	57,3	22,1	0,39
Legura (55,5% Bi i 44,5% Pb)	700	681	28,3	775	53,6	20,5	0,38
	130	10570	10,95	147,0	7,05	31,4	4,50
	200	10486	11,75	147,0	7,62	24,3	3,19
	300	10364	12,70	147,0	8,34	18,7	2,24
	400	10242	13,72	147,0	9,10	15,7	1,73
	500	10120	14,65	147,0	9,83	13,6	1,39
Litijum	600	10000	15,82	147,0	10,80	12,4	1,15
	700	9876	16,75	147,0	11,39	11,4	1,01
Natrijum	200	515	46,10	415,0	21,6	111,0	5,14
	300	505	46,70	424,0	21,8	92,7	4,25
	400	495	47,20	434,0	22,0	81,7	3,72
	600	474	48,00	451,0	22,4	66,8	2,98
	700	465	48,60	460,0	22,7	61,7	2,72
Olovo	100	928	86,1	1385	67,0	77,0	1,15
	200	903	81,6	1325	68,2	50,6	0,74
	300	870	75,5	1280	67,2	39,4	0,59
	400	854	68,8	1270	63,5	33,0	0,52
	500	829	63,9	1270	60,3	28,9	0,48
	600	805	60,6	1275	58,5	25,7	0,44
Ziva	700	780	59,1	1275	59,4	23,2	0,39
	400	10592	15,12	148,0	9,65	21,0	2,18
	500	10476	15,45	148,0	10,00	17,5	1,75
	600	10360	15,95	148,0	10,40	15,3	1,47
Zlato	700	10242	17,70	148,0	11,70	13,7	1,17
	800	10125	19,80	148,0	13,20	12,5	0,95
	0	13590	7,80	140,0	4,12	12,4	3,02
	100	13350	9,08	137,0	4,97	9,4	1,89
	200	13310	10,35	137,0	5,68	8,0	1,39
Srebro	300	12800	11,63	137,0	6,60	7,1	1,08
	400	12700	12,62	137,5	7,22	6,6	0,91
	500	12480	13,35	138,0	7,75	6,2	0,80

6. ČVRSTE MATERIJE

Tabela 6.1 - FIZIČKE OSOBINE ČVRSTIH HEMIJSKIH ELEMENATA

Element	Oznaka	Gustina pri 20°C	Koef. line- arnog ši- renja	Tempera- tura topljenja	Toplota topljenja	Temperatura ključanja	Toplota isparavanja
		ρ kg/m ³	$\alpha_L \cdot 10^3$ 1/K	t °C	r_d kJ/kg	t °C	r kJ/kg
Aluminijum	Al	2700	0,0237	658	355,9	2270	11723
Antimon	Sb	6690	0,0170	630,5	167,5	1640	1256
Bakar	Cu	8930	0,0166	1083	209,3	2330	4647
Berilijum	Be	1850	0,0130	1278	1427,7	3000	24828
Bizmut	Bi	9800	0,0135	271	54,43	1500	837
Cink	Zn	7130	0,0290	419,4	112,2	907	1800
Fosfor	P	1820	0,1250	44,1	21,7	280	1675
Gvoždje	Fe	7860	0,0123	1530	272,1	2500	6364
Hrom	Cr	7100	0,0080	1800	293,1	2400	6155
Iridijum	Ir	22500	0,065	2454	-	>4800	3894
Jod	J	4930	0,0930	113,5	-	185	335
Kadmijum	Cd	8640	0,0300	320,9	54,43	767	1005
Kalaj	Sn	7280	0,0270	231,9	58,6	2300	2596
Kalcijum	Ca	1540	0,0250	851	328,7	1400	4187
Kalijum	K	862	0,0830	63	54,43	760	2052
Kobalt	Co	8800	0,0123	1490	280,5	3200	6490
Litijum	Li	534	0,0560	180	138,2	1400	21353
Magnezijum	Mg	1740	0,0260	650	209,3	1110	5652
Mangan	Mn	7300	0,0230	1250	251,2	2100	4187
Molibden	Mo	10200	0,0050	2600	-	3560	7118
Natrijum	Na	971	0,0720	97,7	113	880	4187
Nikl	Ni	8900	0,0130	1455	293,1	3000	6196
Olovo	Pb	11340	0,0290	327,3	23,86	1730	921
Platina	Pt	21450	0,0090	1773	113	3800	2512
Rodijum	Rh	12400	0,0090	1966	-	-	-
Selen	Se	4400	0,0370	220	68,66	688	10089
Silicijum	Si	2330	0,0024	1410	-	2350	14068
Srebro	Ag	10500	0,0189	960,5	104,7	1950	2177
Sumpor (romb.)	S	2060	0,0740	112,8	39,36	444,6	293
Ugijenik	C	-	-	3540	-	4000	5024
Vanadijum	V	6000	-	1720	-	-	-
Volfram	W	19300	0,0043	3380	251,2	5000	4815
Zlato	Au	19290	0,0142	1063	66,99	2700	1758

Tabela 6.2 - KOEFICIJENT LINEARNOG ŠIRENJA, SPECIFIČNE TOPLOTE I TERMIČKA

PROVODNOST NEKIH METALA

NAZIV I OZNAKA	Koef. linearnog širenja		Specifične toplote			Koef. provodjenja toplote	
	t °C	$\alpha_L t_0 \cdot 10^3$ 1/K	t °C	c kJ/(kg·K)	$ c _0^t$ kJ/(kg·K)	t °C	λ W/(m·K)
Aluminijum (Al)	-190	-0,0343	-200	0,314	0,687	-190	255,860
	-100	-0,0220	-100	0,733	0,812	0	221,111
	50	0,0117	0	0,879	-	200	229,111
	100	0,0238	20	0,896	0,888	300	222,133
	200	0,0490	100	0,938	0,909	800	125,604
	300	0,0765	200	0,984	0,934		
	400	0,1060	300	1,009	0,955		
Antimon (Sb)	500	0,1370	400	1,043	0,971		
	600	0,1700	500	1,089	0,992		
	50	0,0080	-100	0,193	0,201	-190	20,934
	100	0,0175	0	0,206	-	-100	19,190
	200	0,0380	20	0,208	0,207	0	17,678
	300	0,0505	100	0,212	0,209	100	16,282
	400	0,0780	300	0,226	0,216	300	15,817
Bakar (Cu)			500			500	18,608
	-253	-0,297	-200	0,167	0,327	-180	464,037
	-190	-0,265	-100	0,343	0,364	-100	407,050
	-100	-0,0155	0	0,379	-	0	386,116
	100	0,0165	20	0,383	0,381	100	379,138
	200	0,0338	100	0,3961	0,388	200	373,323
	300	0,0515	200	0,406	0,397	400	364,019
Cink (Zn)	400	0,0707	300	0,416	0,401	600	353,552
	500	0,0904	400	0,427	0,406		
	600	0,1109	500	0,439	0,408		
			800	0,469	0,427		
	-190	-0,0185	-200	0,243	0,343	-100	115,137
	100	0,0165	-100	0,356	0,368	0	212,811
			- 0	0,381	-	100	109,904
			20	0,385	0,381	200	105,833
			100	0,398	0,389	300	101,181
			200	0,414	0,398		
			300	0,420			
			400	0,461	0,419		

nastavak

NAZIV I OZNAKA	t °C	$ a_2 _0^t \cdot 10^3$ 1/K	t °C	σ kJ/(kg·K)	$ a_2 _0^t$ kJ/(kg·K)	t °C	λ W/(m·K)
Gvoždje (Fe)	-190	-0,0159	-200	0,134	0,335	20	73,269
	100	0,0104	-150	0,281	0,377	100	67,454
	200	0,0221	-100	0,356	0,402	200	61,639
	300	0,0349	-50	0,406	0,423	400	40,846
	400	0,0490	0	0,440	-	600	38,379
	500	0,0644	20	0,452	0,444	800	29,075
	600	0,0809	100	0,486	0,465		
	700	0,0987	200	0,532	0,486		
	800	0,1176	300	0,582	0,511		
			400	0,628	0,532		
			500	0,678	0,557		
			600	0,754	0,582		
			700	-	0,628		
			800	-	0,670		
			1000	-	0,703		
			1400	-	0,691		
Hrom (Cr)	-50	0,0037	-200	0,142	0,297	0	86,50
	100	0,0070	-100	0,318	0,377	100	85,5
	200	0,0155	0	0,427	-	300	80,0
	300	0,0250	20	0,0440	0,435	700	63,5
	400	0,0350	100	0,473	0,452		
	500	0,0450	200	0,498	-		
Iridijum (Ir)	-190	-0,0107	-200	0,067	0,109	0	59,313
	-100	-0,0060	-100	0,113	0,126	100	56,987
	100	0,0065	0	0,130	-		
	1000	0,0790	20	0,134	0,132		
	1500	0,1270	100	0,138	0,134		
	1700	0,1480	1400	-	0,167		
Kalcijum (Ca)			-200	0,402	0,569	0	98,0
			-100	0,590	0,620		
			0	0,641	-		
			20	0,649	0,645		
			100	0,670	0,657		
			200	0,712	0,670		

nastavak

NAZIV I OZNAKA	t °C	$ a_2 _0^t \cdot 10^3$ 1/K	t °C	σ kJ/(kg·K)	$ a_2 _0^t$ kJ/(kg·K)	t °C	λ W/(m·K)
Kalijum (K)	50	0,083	-200	0,386	0,670	0	136,071
			-100	0,670	0,712	100	118,626
			0	0,733	-		
			20	0,741	0,737		
			50	0,181	0,745		
Kalaaj (Sn)	-190	-0,0424	-100	0,209	0,218	-150	79,084
	100	0,0267	0	0,225	-	-100	74,432
			20	0,227	0,226	0	66,058
			100	0,234	0,230	100	59,313
			200	0,243	0,234	200	56,987
Mangan (Mn)	200	0,0222	-100	0,398	0,440		
	400	0,0230	0	0,473	-	0	50,242
	600	0,0240	20	0,486	0,481		
	800	0,0260	100	0,515	0,498		
			300	0,586	0,532		
Natrijum (Na)	50	0,0720	-200	0,879	1,089	-100	154,679
			-100	1,089	1,139	0	100,018
			0	1,189	-	50	93,040
			20	1,206	1,181	100	83,736
			50	1,231	1,210		
Niki (Ni)	-190	-0,0189	-200	0,151	0,348	-180	110,485
	100	0,0130	-100	0,364	0,414	0	93,040
	200	0,0275	-50	0,419	0,431	100	82,573
	300	0,0430	0	0,442	-	200	73,269
	400	0,0595	20	0,446	0,444	300	63,965
	500	0,0670	100	0,467	0,452	400	59,313
	600	0,0927	200	0,515	0,469	500	61,639
	700	0,1105	300	0,569	0,494		
	800	0,1289	350	0,628	0,507		
	900	0,1480	400	0,544	0,515		
	1000	0,1680	700	0,544	0,523		
Olovo (Pb)	-190	-0,0508	-200	0,109	0,120	-250	48,846
	100	0,0290	-100	0,121	0,124	-200	40,705
	200	0,0593	0	0,128	-	-100	36,867
	300	0,0933	20	0,129	0,129	0	35,123
			100	0,134	0,131	20	34,774
			200	0,138	0,134	100	33,378
			300	0,142	0,136	300	29,773
			500			500	16,747

NAZIV I OZNAKA	t °C	$ \alpha _0^t \cdot 10^3$ 1/K	t °C	c kJ/(kg·K)	$ \alpha _0^t$ kJ/(kg·K)	t °C	λ W/(m·K)
Platina (Pt)	100	0,0090	-200	0,075	0,105	-190	77,921
	200	0,0183	-100	0,117	0,128	0	70,013
	300	0,0278	0	0,133	-	100	71,408
	400	0,0376	20	0,133	0,133	300	75,595
	500	0,0477	100	0,136	0,134	500	79,084
	600	0,0580	200	0,136	-	800	86,062
	700	0,0686	300	0,136	0,137	1000	89,551
	800	0,0794	500	0,146	0,139		
	900	0,0905	1000	0,147	-		
	1000	0,1019	1200	0,165	0,149		
Srebro (Ag)	-190	-0,0322	-200	0,157	0,211	-190	425,658
	100	0,0195	-100	0,216	0,226	0	419,680
	200	0,0400	0	0,233	-	100	416,384
	300	0,0608	20	0,234	0,233	300	407,050
	400	0,0823	100	0,238	0,235		
	500	0,1043	200	0,249	-		
	600	0,1270	300	0,247	0,239		
	700	0,1515	500	0,264	-		
	800	0,1765	700	0,269	0,250		
Volfram (W)	-190	-0,0073	-200	0,067	0,109	-190	217,481
	100	0,0045	-100	0,109	0,126	0	166,309
	200	0,0090	-50	0,126	0,130	100	151,190
	500	0,0225	0	0,134	-	500	119,789
	800	0,0360	20	0,134	0,134	1000	98,855
	1000	0,0460	100	0,136	0,135	1500	113,974
	1500	0,0745	500	0,144	0,139	2000	136,071
	2000	0,1030	1000	0,154	0,144	2400	146,538
	3000	0,1950	1500	0,163	0,149		
Zlato (Au)	-190	-0,0248	-200	0,088	0,117	-190	327,966
	100	0,0142	-100	0,122	0,126	0	310,521
	200	0,0292	0	0,129	-	100	310,521
	400	0,0601	20	0,129	0,129	300	304,706
	500	0,0762	100	0,131	0,130		
	600	0,0935	300	0,135	0,132		
	800	0,1300	600	0,142	0,136		
	900	0,1490	1000	0,157	0,141		

Tabela 6.3 - SPECIFIČNE TOPLOTE I KOEFICIJENT LINEARNOG ŠIRENJA NEKIH LEGURA

LEGURA	Sadržaj %	t °C	c kJ kg·K	$ \alpha _0^t$ kJ kg·K	Sadržaj %	t °C	$ \alpha _0^t \cdot 10^3$ 1/K
Bronza	Cu; 3,9 Sn	25	0,368	-	85Cu; 9Mn; 6Sn	-190	-0,0284
	Cu; 7,9 Sn	25	0,363	-		100	0,0175
	Cu; 13 Sn	25	0,359	-		200	0,0385
	Cu; 12 Al	20	0,419	-		300	0,0550
	Cu; 12 Sn; 1 P	20	0,360	-		400	0,0751
	Cu; 20 Sn	20	0,352	-		500	0,0961
Crveni liv	Cu; 92Zn; 6Sn; 1Pb	20	0,377	-	-	100	0,0190
Čelik	98,5Fe; 1,3C; 0,15i; 0,1Mn	0 20 100 400 800 1200	0,465 0,477 0,519 0,620 - -	- 0,473 0,494 0,574 0,657 0,691	meki	-190	-0,0167
						100	0,0120
						200	0,0251
						300	0,0392
						400	0,0544
						500	0,0706
						600	0,0879
						700	0,1063
	0,1 - 0,6 C	20	0,461	-			
	13 Cr	20	0,461	-			
- kovki		0 400	0,465 0,620	- -	0,1 C 0,6 C	100 100	0,012 0,011
Duraluminijum	93,2Al; 3,9Cu; 1,3Mn; 0,7Mg; 0,5Si	20	0,913	-	95Al; 4Cu; 0,5Mg; 0,5Si, Fe	100 500	0,0235 0,1365
Gvoždje, liveno	89Fe; 40i; 1P; 1Si; 1Mn	0 20 100 300 500 1000	0,532 0,540 0,557 0,620 0,699 -	- 0,536 0,544 0,574 0,607 0,729		-190 100 200 400 600 800	-0,0159 0,0104 0,0221 0,0490 0,0803 0,1176
Hrom-niki čelik		20 500	0,477 0,607	- -		100	0,011
Konstantan	60Cu; 40Ni	20	0,410	-		-190 100 500	-0,0226 0,0152 0,0841
Manganin	12Mn; 4Ni; 86Cu	20	0,406	-		100 800	0,0175 0,1680
Mesing	60Cu; 40Zn	-100 0 20 100 200 400	0,335 0,377 0,381 0,389 0,414 0,477	0,356 - 0,379 0,383 0,394 0,414	62Cu; 38Zn	-190 100 200 300 400	-0,0111 0,0184 0,0365 0,0603 0,0839
Monel-metal	68Ni; 29Cu; 2Fe; 1Mn	-100 0 20 100 1200	0,352 0,410 0,423 0,440 -	0,0389 - 0,419 0,427 0,528		100	0,014
Niklov čelik	67Fe; 31Ni; 1Mn; 1C	20	0,507	-	77Fe; 23Ni	300 1000	0,0280 0,1185
Novo srebro	15Ni; 22Zn; 62Cu	20	0,395	-		100	0,0180
Sivi liv		20	0,540	-		100	0,009

Tabela 6.4 - GUSTINA I TERMIČKA PROVODNOST U W/(m·K) NEKIH LEGURA

Legura	Sadržaj %	Približna gus- tina	-100	0	20	100	200	400	500	600
Aluminijuma	95Cu;5Al	7800	-	-	82,6	-	-	-	-	-
	92Al;8Cu	2800	109,3	127,9	131,4	143,0	152,4	-	-	-
	92Al;8Mg	2600	84,9	102,3	105,8	123,3	147,7	-	-	-
	80Al;20Si	2650	141,9	158,2	160,5	168,6	174,5	-	-	-
Bakra	70Cu;30Mn	7800	-	-	12,8	-	-	-	-	-
	80Cu;20Ni	8500	-	-	33,7	40,7	-	-	-	-
Bronza	50Cu;10Sn	8766	-	-	41,9	-	-	-	-	-
	75Cu;25Sn	8000	-	-	25,6	-	-	-	-	-
Crveni liv	84Cu;9Zn; 6,5Sn;1Pb	8600	-	-	58,1	-	-	-	-	-
	91,7Cu;8Sn;0,3P	8800	-	-	45,4	52,3	61,6	-	-	-
Čekas	61Ni;16Cr;23Fe	8190	-	11,9	20,1	13,3	14,7	17,4	-	-
Čelik	0,1C	7850	-	59,3	-	52,3	52,3	44,2	-	37,2
	0,6C	7850	-	-	46,5	-	-	-	-	-
Duraluminijum	94-96Al;3-5Cu; 0,5Mg	2800	125,6	159,3	165,1	181,4	194,2	-	-	-
Elektron	93Mg;4Zn;0,5Cu	1800	-	-	116,3	-	-	-	-	-
Hrom-niki čelik	17-19Cr;8Ni; 0,1-2C	8100 do 9000	-	-	14,6	15,7	16,9	-	20,9	-
Konstantan	60Cu;40Ni	8800	20,9	22,2	22,7	25,6	-	-	-	-
Manganin	84Cu;4Ni;12Mn	8400	16,3	20,9	21,9	26,4	-	-	-	-
Magnezijuma	52Mg;8Al	1800	-	60,5	61,6	69,8	79,1	-	-	-
	92Mg;8Cu	2400	107	124,4	125,6	130,3	132,6	-	-	-
Manganov čelik	1,6Mn;0,6C	7850	-	-	40,7	40,7	-	-	34,9	-
Mangan-niklov čelik	12Mn;3Ni; 0,75C	7800	-	-	14	14,8	16,3	-	19,8	-
Mesing	90Cu;10Zn	8600	88,4	102,3	-	117,5	133,7	166,3	180,3	195,4
	60Cu;40Zn	8600	-	105,8	-	119,8	137,2	168,6	186,1	200
Monel-metal	29Cu;67Ni;2Fe	8710	-	-	22,1	24,4	27,6	33,7	-	-
Niklov čelik	30Ni;1Mn;0,25C	8190	-	-	12,1	13,6	-	-	-	-
Niki-hrom	80Ni;20Cr	8200	-	12,2	12,6	13,8	15,6	19	-	22,6
Novo srebro	62Cu;15Ni;22Zn	8433	19,2	-	25	31,4	29,5	48,8	-	-
Platina- iridijum	90Pt;10Ir	-	-	30,9	-	31,4	-	-	-	-
Platina - rodijum	90Pt;10Rh	-	-	30,2	-	30,6	-	-	-	-
Sivi liv		7850	-	-	50	49,5	-	-	37,2	-
Volfram-čelik	1W;0,6Cr;0,3C	7900	-	-	39,5	38,4	-	-	33,7	-

Tabela 6.5 - FIZIČKE OSOBINE NEKIH TEHNIČKIH MATERIJALA

MATERIJAL	α °C	ρ kg/m ³	λ W/(m·K)	c_p kJ/(kg·K)	$a \cdot 10^5$ m ² /s
Asfalt	0-30	2120	0,60-0,74	1,67	-
Azbest, rastresiti	20	470	0,156	0,816	0,407
Azbestna pletenica	20	800	0,133	0,816	0,204
Azbestne ploče	20	2000	0,698	0,816	0,428
Azbestna vuna	20	50-600	0,058-0,20	0,816	-
Bazalt	20	2600	1,44-1,68	0,8	-
Beton, armirani	0	2200	1,55	0,84	0,839
Beton na suvom vazduhu	20	1500	0,59	0,84	0,068
"	20	2000	0,90	0,84	0,536
Beton sa tucanikom	0	2000	1,20	0,84	0,762
Beton sa šljakom	0	1500	0,70	0,80	0,583
Bitumen	20	1100	0,174	-	-
Cement, portland	30	1900	0,303	1,13	0,141
Čadj	40	165	0,07-0,12	-	-
Drvo - bor, suvi	20	546	0,16	2,7	0,108
" bor, suvi	20	551	0,35	2,7	0,235
" hrast, suvi	20	825	0,21	2,4	0,106
" hrast, suvi	20	890	0,36	2,4	0,168
" jele, suva	0-50	546	0,14-0,16	2,72	-
" jele, suva	20-25	-	0,35-0,72	2,72	-
Drvena strugotina	20	200	0,06	-	-
Ebonit	20	1190	0,16	1,42	0,0947
Fiber, crveni	20-100	1290	0,46-0,50	-	-
Forsteritna opeka	200-700	-	2,5-1,7	1,03-1,20	-
Glina	20	1600-2000	0,7-0,9	0,84	-
Glina, vatrootalna	450	1845	1,04	1,09	0,517
Gips	20	800-1200	0,395-0,663	1,089	-
Gipsane ploče	20	600-1200	0,291-0,581	1,089	-
Grafitni pražak	20	700	1,18	0,84	2,007
Granit	20	2900	2,9	0,75	1,333
Guma	20	1200	0,157	1,42	0,092
Iverica presovana	20	600	0,14	-	-
Juta	20	10-300	0,06-0,047	-	-
Kotl.kamenac, bogat gipsom	100-300	2000-2700	0,7-2,3	0,84	-
" " bogat krečnjakom	100-300	1000-2500	0,15-2,3	0,84	-

nastavak

MATERIJAL	t, °C	p	λ	α_p	$\alpha \cdot 10^6$
Kotl.kamenac, bogat silikatima	100-300	300-1200	0,08-0,23	0,84	-
Karton	20	-	0,14-0,35	1,51	-
Klinker	30	1400	0,163	1,42	0,082
Koža (djoni)	20	850-1000	0,14-0,174	1,507	-
Kreda	50	2000	0,93	0,88	0,528
Kremena zemlja, u prahu	50	50-600	0,041-0,098	0,84	-
" " , pežena u kalupima	50	350-700	0,081-0,14	-	-
Ksilolit	20	715	0,14	-	-
Kvarc kristalni, \perp na osu	0	2500-2800	13,6	-	-
Led	0	900	2,2	2,04	1,20
Linoleum	20	1180	0,186	-	-
Liskun	-	290	0,582	0,88	2,28
Magnezit, izol. segmenti	50-200	266	0,073-0,084	-	-
Magnezitna opeka	300-700	-	4,4-2,5	1,14-1,25	-
Malter, cementni	0	1800	1,2	0,84	0,794
Malter, krečni	0	1600	0,7	0,84	0,521
Mermer	20	2500-2700	2,8	0,81	-
Mikanit	20	-	0,21-0,41	-	-
Morska trava	20	80	0,035	-	-
Mineralna vuna	50	200	0,0465	0,92	0,253
Opeka, suva	20	1600-1800	0,38-0,52	0,84	-
Opeka, izolaciona	100	550	0,1395	-	-
Pamuk, rastresit	20	81	0,059	1,3	0,560
" pleten	20	245	0,077	1,3	0,242
" tkan	20	330	0,070	1,3	0,163
" zavojni	20	10	0,041	1,3	3,154
Papir	20	1000	0,14	1,34	0,104
Parafin	20	920	0,27	-	-
Pesak, rečni suv	0-160	1520	0,30-0,38	0,80	-
" " vlažan	20	1650	1,13	2,09	0,328
Pleksiglas	20	1180	0,195	-	-
Pluta, u pločama	30	190	0,0420	1,88	0,117
" granulirana	20	45	0,0384	-	-
Poliuretanska tvrda pena, ekspandirana sa Co	"	32-35	0,0325	-	-
Poliuretanska tvrda pena, ekspandirana sa F-11	-	32-35	0,0163 - 0,0186	-	-

nastavak

MATERIJAL	t, °C	p	λ	α_p	$\alpha \cdot 10^6$
Porculan	20	2290	1,05-1,28	0,80	-
"	1055	2400	1,96	1,09	0,749
Salonit, suv	20	1800-2100	0,64-0,7	-	-
Sneg, sveže napadao	-	200	0,10	2,09	0,239
Sneg, nabljen	-	400	0,46	2,09	0,550
Staklo, obično	20	2400-3200	0,582-1,047	0,77	-
" Jena 16 III	20	2590	0,965	0,78	0,478
" kvarčno	-	400	1,76	0,73	6,03
" za ogledala	0-100	2550	0,78-0,88	0,78	-
" pireks	0	-	1,04	0,775	-
Staklena vuna	20	50	0,037	0,67	1,10
" "	20	200	0,040	0,67	0,296
" "	20	300	0,043	0,67	0,214
" "	20	400	0,055	0,67	0,205
Stiropor	20	32	0,027	1,382	0,610
Sumpor (romb.)	20	2060	0,28	0,762	0,178
Svileni tkanina	30	-	0,047	1,256	-
Šamot	0	800-2200	0,209-1,558	0,83	-
"	500	800-2200	0,296-1,79	1,13	-
"	1000	800-2200	0,384-2,047	1,13	-
Šamotna opeka	100	1700-2000	0,46-1,16	1,13	-
" "	1000	1700-2000	0,7-1,4	1,13	-
Šljaka, kotlovska	0	1000	0,29	0,75	0,387
" granulirana	0	500	0,15	0,75	0,400
Šljakasta vuna	100	250	0,47	-	-
Šljunak	20	1840	0,361	-	-
Šperploča	0	600	0,15	2,51	0,0996
Treset, ploče	50	220	0,064	-	-
Tekstil	20	1300-1400	0,23-0,34	0,46-1,51	-
Ugalj, drveni	20	200	0,058	0,84	0,345
" kameni	20	1200	0,14	1,31	0,089
" koks	20	1400	3,0	0,92	2,329
Vata, pamučna	30	80	0,042	-	-
Vuna, čista rastresita	20	176	0,04	1,68	0,135
" lako pletena	20	176	0,04	1,68	0,135
" sukno tkano	20	380	0,05	1,68	0,078

7. OPŠTI DEO

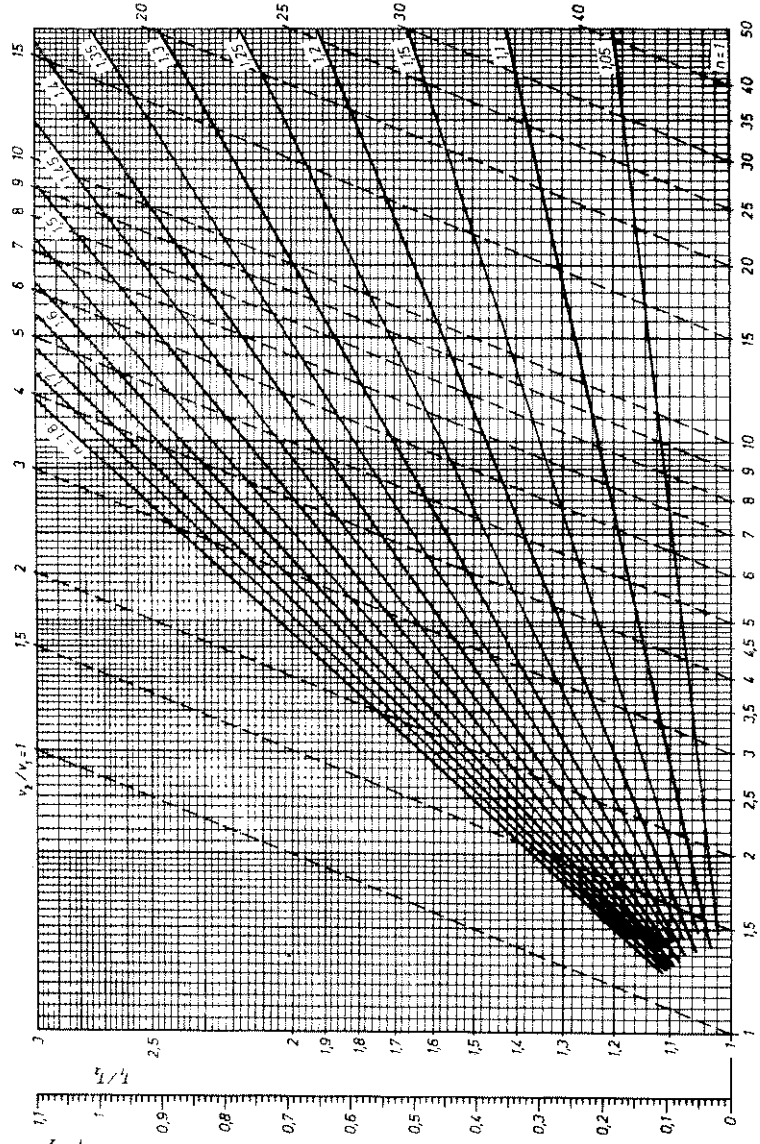
7.1 - DIFERENCIJALNE JEDNAČINE TERMODINAMIKE

Promenljive	I zakon termodinamike
p, v	$dq = \left(\frac{\partial u}{\partial p}\right)_v dp + \left[\left(\frac{\partial u}{\partial v}\right)_p + p\right] dv$ $dq = c_p \left(\frac{\partial T}{\partial v}\right)_p dv + c_v \left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_v dp$
T, v	$dq = \left(\frac{\partial u}{\partial T}\right)_v dT + \left[\left(\frac{\partial u}{\partial v}\right)_T + p\right] dv$ $dq = c_v dT + T \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v dv$
T, p	$dq = \left[\left(\frac{\partial u}{\partial T}\right)_p + p \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p\right] dT + \left[\left(\frac{\partial u}{\partial p}\right)_T + p \left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_T\right] dp$ $dq = c_p dT - T \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p dp$
Diferencijalne jednačine entropije	
p, v	$ds = \frac{c_p}{T} \left(\frac{\partial T}{\partial v}\right)_p dv + \frac{c_p}{T} \left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_v dp$
T, v	$ds = \frac{c_v}{T} dT + \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v dv$
T, p	$ds = \frac{c_p}{T} dT - \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p dp$
Diferencijalne jednačine entalpije	
p, v	$di = c_p \left(\frac{\partial T}{\partial v}\right)_p dv + \left[c_v \left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_v + v\right] dp$
T, v	$di = \left[c_v + v \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v\right] dT + \left[T \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v + v \left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_T\right] dv$
T, p	$di = c_p dT - \left[T \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p - v\right] dp$
Diferencijalne jednačine specifične toplote	
	$c_p = \left(\frac{\partial u}{\partial T}\right)_p + p \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p$ $c_p = \left(\frac{\partial u}{\partial T}\right)_p \left[\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p + p\right]$ $c_p = T \left(\frac{\partial s}{\partial T}\right)_p$
	$c_v = \left(\frac{\partial u}{\partial T}\right)_v = \left(\frac{\partial u}{\partial v}\right)_v \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_v$ $c_v = T \left(\frac{\partial s}{\partial T}\right)_v$
Parcijalni izvod specifične toplote	
	$\left(\frac{\partial c_p}{\partial p}\right)_T = -T \left(\frac{\partial^2 v}{\partial T^2}\right)_p, \quad \left(\frac{\partial c_v}{\partial v}\right)_T = T \left(\frac{\partial^2 p}{\partial T^2}\right)_v$
Razlika specifičnih toplota	
	$c_p - c_v = T \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p$ $c_p - c_v = -T \left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_T \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p$

nastavak

Promena	Parcijalni izvodi unutrašnje energije
Izotermiska	$\left(\frac{\partial u}{\partial v}\right)_T = \left[T \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v - p\right]$ $\left(\frac{\partial u}{\partial p}\right)_T = -\left[T \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p + p \left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_T\right]$
	$\left(\frac{\partial u}{\partial T}\right)_p = c_p - p \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p$
Izobarska	$\left(\frac{\partial u}{\partial T}\right)_p = c_v + \left[T \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v - p\right] \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p$ $\left(\frac{\partial u}{\partial v}\right)_p = c_p \left(\frac{\partial T}{\partial v}\right)_p - p$
Izohorska	$\left(\frac{\partial u}{\partial T}\right)_v = c_v \left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_v$ $\left(\frac{\partial u}{\partial p}\right)_v = c_v$
Parcijalni izvodi entalpije	
Izotermiska	$\left(\frac{\partial i}{\partial v}\right)_T = T \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v + v \left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_T$ $\left(\frac{\partial i}{\partial p}\right)_T = \left[v - T \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p\right] = -T^2 \left[\frac{\partial \left(\frac{v}{T}\right)}{\partial T}\right]_p$
Izobarska	$\left(\frac{\partial i}{\partial v}\right)_p = c_p \left(\frac{\partial T}{\partial v}\right)_p$ $\left(\frac{\partial i}{\partial T}\right)_p = c_p$
Izohorska	$\left(\frac{\partial i}{\partial T}\right)_v = c_v \left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_v + v$ $\left(\frac{\partial i}{\partial p}\right)_v = c_v + v \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v$ $\left(\frac{\partial i}{\partial T}\right)_v = c_v - T \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p + v \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v$
Parcijalni izvodi entropije	
Izotermiska	$\left(\frac{\partial s}{\partial p}\right)_T = -\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p$ $\left(\frac{\partial s}{\partial v}\right)_T = \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v$
Izobarska	$\left(\frac{\partial s}{\partial v}\right)_p = \frac{c_p}{T} \left(\frac{\partial T}{\partial v}\right)_p$ $\left(\frac{\partial s}{\partial T}\right)_p = \frac{c_p}{T}$
Izohorska	$\left(\frac{\partial s}{\partial p}\right)_v = \frac{c_v}{T} \left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_v$ $\left(\frac{\partial s}{\partial T}\right)_v = \frac{c_v}{T}$

$(T_1/T_2)^{1/\gamma}$



P_1/P_2

$\ln(P_1/P_2)$

Slika 7.4 - Koriscenje za odredjivanje odnosa velicina stanja pri politropskim procesima stanja idealnog gasa

7.5 - NEKI IZRAZI ZA SMESU IDEALNIH GASOVA *

Sastav smeše	Preracunavanje iz jednog sastava u drugi	Gustina i spec. zapremina	Srednja (prividna) molarna masa	Gasna konstanta smeše	Parcijalni pritisci komponente u smeši	Specifična toplota smeše
Po masenim udelima $g_1, g_2, g_3, \dots, g_n$ $g_i = \frac{m_i}{\sum_{j=1}^n m_j} = \frac{m_i}{m_{sm}}$	$r_i = g_i \frac{M_s}{M_i}$ $r_i = \frac{g_i}{\sum_{j=1}^n g_j \frac{M_s}{M_j}}$	$\rho_{sm} = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{g_j}{\rho_j} p_{sm, T}}$ $v_{sm} = \frac{1}{\rho_{sm}} = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{g_j}{\rho_j} p_{sm, T}}$	$M_{sm} = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{g_j}{M_j}}$	$R_{sm} = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{g_j R_j}{M_j}}$	$p_i = g_i \frac{p_{sm}}{M_i}$	$c_{sm} = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{g_j c_j}{M_j}}$ $(Mc_{sm}) = \sum_{j=1}^n \frac{g_j}{M_j} (Mc_j)$
Po zapreminskim udelima $x_i = \frac{V_i}{\sum_{j=1}^n V_j} = \frac{V_i}{V_{sm, T}}$ $x_i = \frac{V_i}{V_{sm, T}}$	$g_i = \frac{r_i M_i}{\sum_{j=1}^n r_j M_j}$ $g_i = \frac{r_i M_i}{\sum_{j=1}^n r_j M_j}$	$\rho_{sm} = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{x_j}{\rho_j} p_{sm, T}}$ $v_{sm} = \frac{1}{\rho_{sm}} = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{x_j}{\rho_j} p_{sm, T}}$	$M_{sm} = \sum_{j=1}^n x_j M_j$	$R_{sm} = \frac{(M R)}{\sum_{j=1}^n \frac{r_j M_j}{M_j}}$	$p_i = r_i p_{sm}$	$c_{sm} = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{r_j}{M_j} c_j}$ $(Mc_{sm}) = \sum_{j=1}^n \frac{r_j}{M_j} (Mc_j)$

* $\kappa_{sm} = c_{p, sm} / c_{v, sm}$; $p_i V_i = m_i R_i T$; $p_{sm} V_{sm} = m_{sm} R_{sm} T$; $p_{sm} V_{sm} = \sum_{j=1}^n (p_j V_j)$
 $v_{sm} = \frac{1}{\rho_{sm}} = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{g_j}{\rho_j} p_{sm, T}}$; $(M R)_{sm} = \sum_{j=1}^n \frac{r_j}{M_j} (M R)_j$; $(Mc)_{sm} = \sum_{j=1}^n \frac{r_j}{M_j} (Mc)_j$

Naziv kr. procesa	Smatrski prikaz		Termodinamički stepen korisnosti (η_c)	Oznake
	U p-v koord. sistemu	U T-s koord. sistemu		
Lenoir-ov			$1 - \frac{\kappa(T_3 - T_1)}{T_2 - T_1}$ $1 - \kappa \frac{\lambda^{1/\kappa} - 1}{\lambda - 1}$	$\kappa = c_p/c_v$ $\lambda = \frac{p_2}{p_1} = \frac{p_3}{p_1}$
Otto-ov			$1 - \frac{T_1}{T_2}$ $1 - \frac{1}{\epsilon^{\kappa-1}} = 1 - \frac{1}{\pi^{\kappa}}$	$\epsilon = v_1/v_2 = v_4/v_3$ $\pi = p_2/p_1$
Diesel-ov			$1 - \frac{T_4 - T_1}{\kappa(T_3 - T_2)}$ $1 - \frac{1}{\epsilon^{\kappa-1}} \frac{\phi^{\kappa} - 1}{\phi - 1 \kappa}$	$\phi = v_1/v_2$ $\epsilon = v_1/v_2$
Seiliger-Sabatch-ov			$1 - \frac{T_4 - T_1}{T_3 - T_2 + \kappa(T_4 - T_2)}$ $1 - \frac{1}{\epsilon^{\kappa-1}} \frac{\alpha\phi^{\kappa} - 1}{(\alpha - 1) + \kappa(\phi - 1)}$	$\phi = v_1/v_2$ $\alpha = p_3/p_2$ $\epsilon = v_1/v_2$
Joule-Brayton-Aragaud-ov			Bez regeneracije $1 - \frac{T_1}{T_2} = 1 - \frac{1}{\epsilon^{\kappa-1}} = 1 - \frac{1}{\pi^{\kappa}}$ Sa maksimalnom regeneracijom $1 - \frac{T_1}{T_2} = \frac{\kappa-1}{\kappa}$	$\epsilon = v_1/v_2$ $\pi = p_2/p_1$ $\tau = T_3/T_1$
Holzwarth-Humphrey-ov			$1 - \frac{\kappa(T_4 - T_1)}{T_3 - T_2}$ $1 - \frac{1}{\epsilon^{\kappa-1}} \frac{\kappa(\frac{1}{\pi} - 1)}{\pi - 1}$	$\pi = p_3/p_2$ $\epsilon = v_1/v_2$
Ericsson-Kelvin-Ackeret-ov			Bez regeneracije $1 - \frac{T_1}{T_2} = 1 - \frac{1}{\epsilon^{\kappa-1}} \ln \pi$ Sa maksimalnom regeneracijom $1 - \frac{T_1}{T_2} = 1 - \frac{1}{\pi}$	$\tau = T_3/T_1$ $\pi = p_2/p_1$

7.7 . ISTICANJE

kJ/kg m/s

0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

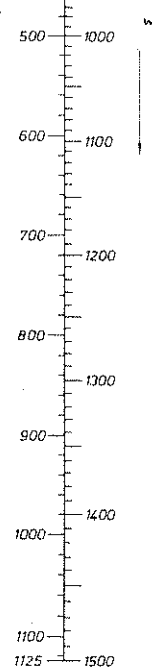
100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500

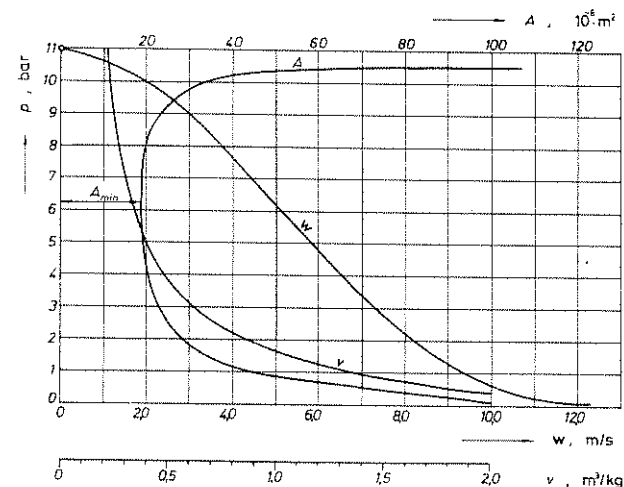
Tabela 7.7.1 - NEKI ODNOSI PRI KVAZISTATIČKOM ADIJABATSKOM ISTICANJU

κ	1,67	1,4	1,3 *	1,28
$B_k = p_k/p_1 = \left(\frac{2}{\kappa+1}\right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}}$	0,487	0,528	0,546	0,549
$p_k = B_k p_1$	0,487 p ₁	0,528 p ₁	0,546 p ₁	0,549 p ₁
$v_k = v_1 \left(\frac{\kappa+1}{2}\right)^{\frac{1}{\kappa-1}}$	1,54 v ₁	1,58 v ₁	1,59 v ₁	1,60 v ₁
$T_k = T_1 \frac{2}{\kappa+1}$	0,75 T ₁	0,833 T ₁	0,87 T ₁	0,88 T ₁
$\alpha = \sqrt{\frac{2\kappa}{\kappa+1}}$	1,118	1,08	1,063	1,06
$w_k = \alpha \sqrt{RT_1} = \alpha \sqrt{p_1/v_1}$	1,118 √RT ₁	1,08 √RT ₁	1,063 √RT ₁	1,06 √RT ₁
$\phi = \sqrt{\kappa \left(\frac{2}{\kappa+1}\right)^{\frac{\kappa+1}{\kappa-1}}}$	0,727	0,685	0,667	0,664
$\dot{m} = \phi A_{min} \sqrt{p_1/v_1}$	0,727 A _{min} √p ₁ /v ₁	0,685 A _{min} √p ₁ /v ₁	0,667 A _{min} √p ₁ /v ₁	0,664 A _{min} √p ₁ /v ₁

* odnosi se na adijabatsko isticanje pregrejane vodene pare



Slika 7.7.3 Nomogram za određivanje brzine isticanja kroz adijabatski mlaznik





Slika 7.7.2 Dijagram zavisnosti nekih veličina pri strujanju kroz mlaznik

8. PROSTIRANJE TOPLOTE

Tabela 8.1 - PREGLED OSNOVNIH POJMOVA I ZAVISNOSTI

Br.	Naziv	Oblik matematičke zavisnosti
(1)	Temperatursko polje	
	- nestacionarno	$t = f(x, y, z, \tau)$
	- stacionarno	$t = f(x, y, z), \frac{dt}{d\tau} = 0$
(2)	Terfički fluks	
	- nestacionaran slučaj	$\dot{q} = \frac{dq}{d\tau}, W$
	- Stacionaran slučaj	$\dot{q} = \frac{Q}{\tau}, W$
(3)	Gustina termičkog fluksa	
	- nestacionaran slučaj	$\dot{q} = \frac{dq}{dA} = \frac{d^2 Q}{dAd\tau}, W/m^2$
	- stacionaran slučaj	$\dot{q} = \frac{dq}{dA} = \frac{d^2 Q}{dAd\tau} = var., W/m^2$ $\dot{q} = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\tau} = const., W/m^2$
(4)	Intenzivnost toplinskih izvora (ponora)	
	- nestacionaran slučaj	$\dot{q}_i = \frac{dq_i}{dV} = \frac{d^2 Q_i}{dVd\tau}, W/m^3$
	- Stacionaran slučaj	$\dot{q}_i = \frac{dq_i}{dV} = \frac{d^2 Q_i}{dVd\tau} = var., W/m^3$ $\dot{q}_i = \frac{Q_i}{V} = \frac{Q_i}{\tau} = const., W/m^3$
(5)	Fourierova hipoteza (provodjenje toplote)	$\vec{q}_{n=0} = -\lambda \text{ grad } t = -\lambda \nabla t = -\lambda \left(\frac{\partial t}{\partial x} \right)_{n=0}$
(6)	- u vektorskom obliku	$\vec{q} = -\lambda \left(\frac{\partial t}{\partial y} \right)_{n=0}$
(7)	Diferencijalna jednačina nestacionarnog temperaturskog polja u čvrstim telima:	
	- u anizotropnom i nehomogenom telu $\lambda_i = f_i(x, y, z), i = x, y, z;$	$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{1}{c\rho} \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda_x \frac{\partial t}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda_y \frac{\partial t}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda_z \frac{\partial t}{\partial z} \right) \right] + \frac{\dot{q}_i(x, y, z, \tau)}{c\rho}$
(8)	- u izotropnom i nehomogenom telu $\lambda_x = \lambda_y = \lambda_z = \lambda = f(t, x, y, z)$	$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{1}{c\rho} \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial z} \right) \right] + \frac{\dot{q}_i(x, y, z, \tau)}{c\rho}$
(9)	- u izotropnom i homogenom telu ($\lambda = const.$)	$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) + \frac{\dot{q}_i(x, y, z, \tau)}{c\rho} = a \nabla^2 t + \frac{\dot{q}_i(x, y, z, \tau)}{c\rho}$
(10)	Fourierova jednačina ($\lambda = const.; \dot{q}_i = 0$)	$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \nabla^2 t$
(11)	Poissonova jednačina ($\lambda = const.; \frac{\partial t}{\partial \tau} = 0$)	$\nabla^2 t = -\frac{\dot{q}_i}{\lambda}$
(12)	Laplace'ova jednačina ($\lambda = const.; \frac{\partial t}{\partial \tau} = 0; \dot{q}_i = 0$)	$\nabla^2 t = 0$

nastavak

(13)	Laplace'ov operator u: - Descartesovim koordinatama	$\nabla^2 t = \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right)$
(14)	- cilindričnim koordinatama	$\nabla^2 t = \left(\frac{\partial^2 t}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial t}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 t}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right)$
(15)	- sfernim koordinatama	$\nabla^2 t = \left(\frac{\partial^2 t}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial t}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 t}{\partial \varphi^2} + \frac{\cos \varphi}{r^2 \sin \varphi} \frac{\partial t}{\partial \varphi} + \frac{1}{r^2 \sin^2 \varphi} \frac{\partial^2 t}{\partial \theta^2} \right)$
(16)	Newtonov zakon (prelaz toplote) - ravan zid - cilindričan zid - sferičan zid	 $\dot{q} = \alpha (t_f - t_z), W/m^2$ $\dot{q}_c = \pi d \alpha (t_f - t_z), W/m$ $\dot{Q} = 4\pi r^2 \alpha (t_f - t_z), W$
(17)	Pécletov zakon (prolaz toplote) - ravan zid - cilindričan zid - sferičan zid	 $\dot{q} = k (t_1 - t_2), W/m^2$ $\dot{q}_c = k_c (t_1 - t_2), W/m$ $\dot{Q} = k_s (t_1 - t_2), W$
(18)	Termička provodnost materijala	$\lambda, W/(mK);$ za metale - Tabela 6.2; za legure - Tabela 6.4; za druge tehničke materijale - Tabela 6.5;
(19)	Temperaturska provodnost materijala	$\alpha = \frac{\lambda}{c\rho}, m^2/s;$ za neke tehničke materijale - Tabela 6.5.
(20)	Koeficijent prelaza toplote	$\alpha, W/(m^2K)$ određuje se iz izraza $Nu = f(Re, Gr, Pr, ...)$ Tabele 8.4.1 - 8.4.21;
	Koeficijent prolaza toplote:	
(21)	- za ravan zid	$k, W/(m^2K);$ Tabela 8.2.1
(22)	- za cilindričan zid	$k_c, W/(mK);$ Tabela 8.2.1
(23)	- za sferičan zid	$k_s, W/K;$ Tabela 8.2.1
(24)	Početni uslov	pri $\tau = 0; t_p = f_p(x, y, z)$ pri $\tau = 0; \tau_p = const$
(25)	Granični uslovi: prve vrste	pri $\tau > 0; t_A = f_A(x, y, z, \tau)$ pri $\tau > 0; \tau_A = const$
(26)	druge vrste	pri $\tau > 0; q_A = f_A(x, y, z, \tau)$ pri $\tau > 0; \tau_A = const$
(27)	treće vrste	pri $\tau > 0; t_f = f_f(\tau) + t_A = f_A(x, y, z, \tau)$ $\left(\frac{\partial t}{\partial n} \right)_A = \pm \frac{\alpha}{\lambda} [t_A(x, y, z, \tau) - t_f(\tau)]$
(28)	četvrte vrste	pri $\tau > 0; t_{A1}(x, y, z, \tau) = t_{A2}(x, y, z, \tau)$ $-\lambda_1 \left(\frac{\partial t}{\partial n} \right)_{A1} = -\lambda_2 \left(\frac{\partial t}{\partial n} \right)_{A2}$

8.1.1 - PREGLED OSNOVNIH BEZDIMENZIONALNIH KRITERIJUMA TERMIČKIH I HIDRODINAMIČKIH PROCESA

Kriterijum	Veličine koje ulaze u kriterijum	Značenje kriterijuma
$Re = \frac{w \cdot l}{\nu}$ (Reynolds-ov broj)	w - karakteristična brzina fluida l - karakteristična dužina čvrste površine ν - kinematička viskoznost fluida za karakterističnu temperaturu ($\nu = \mu/\rho$)	Odnos inercijalne sile prema sili usled molekularne razmene impulsa (sili viskoznosti). Definiše laminarno odn. turbulentno polje brzina i ostale karakterist. strujanja.
$Eu = \frac{\Delta p}{\rho \cdot w^2}$ (Euler-ov broj)	Δp - karakteristična promena pritiska duž struje fluida ρ - gustina fluida za karakterističnu temperaturu w - karakteristična brzina fluida	Odnos sile usled razlike pritiska prema inercijalnoj sili. Definiše, u bezdimenzionalnom obliku, promenu pritiska duž strujnice.
$Pr = \frac{w}{\alpha}$ (Prandtl-ov broj)	ν - kinematička viskoznost fluida za karakt. temperaturu α - temperaturna provodnost fluida za karakterističnu temperaturu ($\alpha = \lambda / (\rho \cdot c_p)$)	Funkcija čisto fizičkih osobina fluida. Karakteriše vezu između brzinskog i temperaturnog polja u struji fluida (pri $Pr = 1$ i $\rho = const$, temperaturno polje je slično brzinskom).
$Pe = \frac{w \cdot l}{\alpha}$ (Péclet-ov broj)	w - karakteristična brzina fluida l - karakteristična dužina čvrste površine α - temperaturna provodnost fluida za karakterističnu temperaturu	Predstavlja uslov termičke sličnosti. Karakteriše odnos konduktivnog prema konvektivnom prostiranju toplote u struji fluida.
$Nu = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda}$ (Nusselt-ov broj)	α - koeficijent prelaza toplote l - karakteristična dužina čvrste površine λ - termička provodnost fluida za karakterističnu temperaturu	Bezdimenzionalna kombinacija veličina koje karakterišu toplotne pojave na granici faza (na ovaj način se, po tradiciji uveden, koeficijent prelaza toplote uvodi u analizu). Definiše sličnost graničnih uslova.
$Bi = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda_s}$ (Biot-ov broj)	α - koeficijent prelaza toplote l - karakteristična dužina čvrste površine λ_s - termička provodnost čvrstog tela	Karakteriše intenzitet razmene toplote između površine čvrstog tela i okolne sredine u odnosu na provodjenje toplote u čvrstom telu. Predstavlja odnos između unutrašnjih i spoljašnjih termičkih otpora.
$Fo = \frac{\alpha^2 \tau}{l^2}$ (Fourier-ov broj)	α - temperaturna provodnost čvrstog tela ($\alpha = \lambda / (\rho \cdot c_p)$) τ - vreme l - karakteristična dužina	Uvodi u razmatranje uticaj vremena na termičke pojave. Predstavlja vezu između fizičkih osobina i dimenzija tela i promene sa vremenom temperaturnog polja u telu. Karakteriše brzinu promene temperaturnog polja pri nestacionarnom prostiranju toplote.
$A_r = \frac{g l^3}{\nu} \frac{\Delta \rho}{\rho}$ (Arhimed-ov broj)	g - ubrzanje sile zemljine teže l - karakteristična dužina ν - kinematička viskoznost $\Delta \rho$ - karakteristična razlika gustina ρ - karakteristična gustina	Uvodi u razmatranje uticaj polja sile teže na procese koji se odvijaju u fluidu. Predstavlja vezu između uzgonske sile nastale pod uticajem razlike u gustinama i sile usled molekularne razmene impulsa (sile viskoznosti).
$Gr = \frac{g g l^3 \Delta T}{\nu^2}$ (Grashof-ov broj)	B - koeficijent zapreminskog širenja fluida, $B = 1/\nu (\partial \nu / \partial T)$ - za idealne gasove $B = 1/T$ g - ubrzanje sile teže ΔT - karakteristična razlika temperatura T - karakteristična temperatura ν - kinematička viskoznost fluida za karakterističnu temperaturu	Predstavlja poseban slučaj Arhimedovog broja kada je razlika gustina nastala usled razlike u temperaturama.
$K = \frac{x}{\alpha_p \Delta T}$ (Kriter. promene faze)	x - toplota faze α_p - specifična toplota kondenzata (ili pare) ΔT - razlika temperature zasićenja i temperature čvrste površine	Odnos količine toplote potrebne za promenu faze prema toploti pregrevanja (prehladjivanja) jedne od faza (napr. kondenzata).

8.2 - STACIONARNO PROVODJENJE I PROLAZ TOPLOTE

8.2.1 - STACIONARNO PROVODJENJE I PROLAZ TOPLOTE ZA RAVAN, CILINDRIČAN I SFERIČAN ZID

Skica	Izrazi za provodjenje i prolaz toplote pri $\lambda = const$. $i, q_i = 0$ (n - broj slojeva)
<p>Ravan zid</p>	<p>Provodjenje $t = t_1 - \frac{t_1 - t_2}{\delta} x$, $\dot{q} = \frac{t_1 - t_{f2}}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}} \cdot W/m^2$</p> <p>Prolaz $\dot{q} = k (t_1 - t_{f1}) \cdot W/m^2$ $k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}} \cdot W/(m^2 K)$</p>
<p>Cilindričan zid</p>	<p>Provodjenje $t = t_1 + \frac{t_1 - t_2}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \ln \frac{r}{r_1}$, $\dot{q}_c = \frac{t_1 - t_{f2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{2\pi \lambda_i} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i}} \cdot W/m$</p> <p>Prolaz $\dot{q}_c = k_c (t_1 - t_{f1}) \cdot W/m$ $k_c = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 r_1} + \sum_{i=1}^n \frac{1}{2\pi \lambda_i} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i} + \frac{1}{\alpha_2 r_2}} \cdot W/(m \cdot K)$</p>
<p>Sferičan zid</p>	<p>Provodjenje $t = t_1 - \frac{t_1 - t_2}{(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2})} (\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r})$, $\dot{q} = \frac{t_1 - t_{f2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{4\pi \lambda_i} (\frac{1}{r_i} - \frac{1}{r_{i+1}})} \cdot W$</p> <p>Prolaz $\dot{q} = k_s (t_1 - t_{f1}) \cdot W$ $k_s = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 r_1} + \sum_{i=1}^n \frac{1}{4\pi \lambda_i} (\frac{1}{r_i} - \frac{1}{r_{i+1}}) + \frac{1}{\alpha_2 r_2}} \cdot W/K$</p>

ZA NEKE DRUGE SLUČAJEVE
(Vidi napomene na kraju)

Oblik tela i njegov položaj	S e m a	Termički otpor tela	Ukupni termički otpor kada se računaju i otpori usled konvekcije
1. Ravan podužni zid		$R = \frac{\delta}{\lambda l a}$	$R_{uk} = \frac{1}{\lambda l a} \left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \right)$
2. Cilindrični podužni zid		$R = \frac{1}{2\pi l \lambda} \ln \frac{r_2}{r_1}$	$R_{uk} = \frac{1}{2\pi l \lambda} \left(\frac{1}{\alpha_1 r_1} + \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{\alpha_2 r_2} \right)$
3. Šuplja kugla		$R = \frac{1}{4\pi \lambda} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$	$R_{uk} = \frac{1}{4\pi \lambda} \left[\frac{1}{\alpha_1 r_1} + \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) + \frac{1}{\alpha_2 r_2} \right]$
4. Cev sa izolacijom u obliku kvadrata		$R = \frac{1}{2\pi l \lambda} \ln 1,08 \frac{a}{\delta}$	$R_{uk} \approx \frac{1}{2\pi l \lambda} \left(\frac{1}{\alpha_1 a} + \frac{1}{\lambda} \times \ln \frac{1,08 a}{\delta} + \frac{\pi}{2\alpha_2 a} \right)$
5. Cev sa ekscentričnom izolacijom		$R = \frac{1}{2\pi l \lambda} \ln \frac{\sqrt{(r_2 + r_1)^2 - e^2} + \sqrt{(r_2 - r_1)^2 - e^2}}{\sqrt{(r_2 + r_1)^2 - e^2} - \sqrt{(r_2 - r_1)^2 - e^2}}$ $R = \frac{\operatorname{arccch} \frac{r_1^2 + r_2^2 - e^2}{2 r_1 r_2}}{2\pi l \lambda}$	
6. Cev u poluograničenom masivnom		$R = \frac{1}{2\pi l \lambda} \times \ln \left[\frac{h}{r_1} + \sqrt{\left(\frac{h}{r_1} \right)^2 + 1} \right]$ Pril $h \geq 4r_1$ $R \approx \frac{1}{2\pi l \lambda} \ln \frac{2h}{r_1}$	$R_{uk} \approx \frac{1}{2\pi l \lambda} \left[\frac{1}{\alpha_1 r_1} + \frac{1}{\lambda} \ln \left(\frac{h}{r_1} + \sqrt{\left(\frac{h}{r_1} \right)^2 + 1} \right) \right]$ Ako postoji cil. izolacija $R_{uk} \approx \frac{1}{2\pi l \lambda} \left[\frac{1}{\alpha_1 r_1} + \frac{1}{\lambda} \ln \frac{2h}{r_1} + \frac{1}{\alpha_2} \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{h} \right) \right]$ Ako je izolacija kvadratnog oblika, $r_1 = 0,55a$ (a - strana kvadrata)

nastavak

Oblik tela i njegov položaj	S e m a	Termički otpor tela	Ukupni termički otpor kada se računaju i otpori usled konvekcije
7. Dve cevi u poluograničenom masivu		$R = \frac{1}{2\pi l \lambda} \ln \frac{2h}{r_1} + \frac{1}{2\pi l \lambda} \ln \frac{2h}{r_2} + \frac{1}{2\pi l \lambda} \ln \frac{2h}{r_1} + \frac{1}{2\pi l \lambda} \ln \frac{2h}{r_2}$	$R_{uk} \approx \frac{1}{2\pi l \lambda} \left(\frac{1}{\alpha_1 r_1} + \frac{1}{\alpha_1 r_2} + \frac{1}{\alpha_2} \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right) \right)$
8. Niz cevi jednakog prečnika, iste temperature u poluograničenom masivu		$R = \frac{1}{2\pi l \lambda} \ln \frac{2h}{r_1} \times \operatorname{sh} \left(2\pi \frac{h}{a} \right)$	$R_{uk} \approx \frac{1}{2\pi l \lambda} \left(\frac{1}{\alpha_1 r_1} + \frac{1}{\lambda} \ln \left[\frac{2h}{r_1} \operatorname{sh} \left(2\pi \frac{h}{a} \right) \right] \right)$
9. Niz cevi jednakog prečnika iste temperature u masivu ograničenom sa dve paralelne ravni		$R = \frac{1}{2\pi l \lambda} \ln \frac{2h}{r_1} \times \operatorname{sh} \left(\frac{\pi h}{a} \right)$	
10. Pravougaoni kanal velike dužine u poluograničenom masivu		$R = \frac{1}{\lambda (5,7 + \frac{b}{2a}) l} \times \ln \frac{2h}{r_1}$	Termički otpor na površini masiva uzima se u obzir zamenom veličine h zbirom $h + \frac{\lambda}{\alpha_2}$
11. Podužna tanka ploča u poluograničenom masivu		$R = \frac{1}{2\pi l \lambda} \ln \frac{2h}{r_1} \times \operatorname{sh} \left(\frac{\pi h}{a} \right)$	Termički otpor na površini masiva uzima se u obzir zamenom veličine h zbirom $h + \frac{\lambda}{\alpha_2}$
12. Kugla u poluograničenom masivu		$R = \frac{1}{4\pi \lambda} \left(1 + \frac{r_1}{h} \right)$ Pril $\frac{h}{r_1} = 1$ $R = \frac{1}{4\pi \lambda}$	Termički otpor na površini masiva uzima se u obzir zamenom veličine h zbirom $h + \frac{\lambda}{\alpha_2}$

nastavak

Oblik tela i njegov položaj	S e m a	Termički otpor tela	Ukupan termički otpor kada se računaju i otpori usled konvekcije
13. Vertikalni cilindar u poluograničenom masivu		Termički otpor ne računajući prelaz toplote sa gornjeg bazisa $2 \cdot h \ll h$ $R = \frac{1}{2\pi h \lambda} \ln \frac{2h}{r}$	Termički otpor na površini masiva uzima se u obzir zamenom veličine h veličinom $h + \frac{\lambda}{\alpha_2}$ Računajući sa prelazom toplote sa gornjeg bazisa $R_{uk} = \frac{1}{\frac{2\pi h \lambda}{\ln \frac{2}{r} (h + \frac{\lambda}{\alpha_2})} + \alpha_2 \pi r^2}$
14. Torus u poluograničenom masivu		$r_1 \ll h \ll r_2$ $R = \frac{1}{4\pi^2 r_2 \lambda} \ln \frac{8r_2}{r_1} \times$ $\times \left(1 + \frac{\ln \frac{4r_2}{h}}{\ln \frac{8r_2}{r_1}} \right)$ Pri $\frac{h}{r_2} = \infty$ $R = \frac{1}{4\pi^2 r_2 \lambda} \ln \frac{8r_2}{r_1}$	Termički otpor na površini masiva uzima se u obzir zamenom veličine h zbirom $h + \frac{\lambda}{\alpha_2}$
15. Kugla do polovine zaronjena u poluograničen masiv. Ukupan termički fluks je usmeren u masiv.		$R = \frac{1}{2\pi r \lambda}$	-
16. Okrugla ploča na površini poluograničenog masiva. Termički fluks je usmeren u masiv.		$R = \frac{1}{4\pi r \lambda}$	-
17. Pravougaona ploča na površini poluograničenog masiva. Termički fluks je usmeren u masiv.		$b \ll a$ $R = \frac{1}{\pi a \lambda} \ln \frac{4a}{b}$	-
18. Okrugla ploča u neograničenom masivu temperature T_{s2}		$R = \frac{1}{8\pi r \lambda}$	-
19. Cev u izolaciji pravougaonog oblika		$R = \frac{1}{2\pi \lambda L} \ln \frac{4a}{\pi r} - \frac{R}{\pi \lambda L}$ (Vidi primedbu 3)	-

Nastavak

Oblik tela i njegov položaj	S e m a	Termički otpor tela	Ukupan termički otpor kada se računaju i otpori usled konvekcije
20. Cev u izolaciji oblika pravilnog n-tougaoznika		$R = \frac{1}{2\pi \lambda L} \ln \frac{a}{r} - \frac{R}{\pi \lambda L}$ (Vidi primedbu 3)	-
21. Elipsoidalna cev i izolacija (žiže se poklapaju)		$R = \frac{1}{2\pi \lambda L} \ln \frac{a+b}{a-b}$	-
22. Traka postavljena na žižu u elipsoidalnoj izolaciji		$R = \frac{1}{2\pi \lambda L} \ln \frac{a+b}{a-b}$	-
23. Pravougaona ploča u neograničenom masivu temperature T_{s2}		$b \ll a \ll b$ $R = \frac{1}{2\pi a \lambda} \ln \frac{4a}{b}$	-

Opšte napomene:

- pod L se podrazumeva ukupna dužina tela
- počev od slučaja pod 7. na dalje zanemaruje se termički otpor zida cevi
- pod temperaturom T_{II} podrazumeva se temperatura okolne sredine iznad površine masiva. U praktičnim proračunima podzemnih dalekovoda za T_{II} se usvaja eksperimentalno određena temperatura zemlje na dubini postavljanja dalekovoda.

Primedbe:

- 1) U trećoj koloni dat je termički otpor tela, ili ako je telo zaronjeno u masiv, otpor graničnog sloja do njegove površine pri konstantnim temperaturama, na konturama tela i masiva jednakim T_{s1} i T_{s2} , $R = (T_{s2} - T_{s1})/Q$, K/W.
- 2) U četvrtoj koloni je ukupan otpor gde su T_I i T_{II} viša i niža temperatura posmatrane sredine.
- 3) Geometrijski parametri $K = b/a$ i $A = f(n)$ karakterišu odnos strana pravougaonika i broj strana pravilnog n-tougaoznika. Njihove brojne vrednosti daju se u priloženoj tabeli.

$\frac{b}{a}$	K	n	A	$\frac{b}{a}$	K	n	A
1,00	0,08290	3	1,13916	2,00	0,00373	7	0,15214
1,25	0,03963	4	0,54159	2,25	0,00170	8	0,11397
1,50	0,01781	5	0,32131	2,50	0,00078	9	0,08832
1,75	0,00816	6	0,21339	3,00	0,00016	10	0,07076

b.3 NESTACIONARNO PROSTIRANJE TOPLOTE

(pri $\lambda = \text{const.}$, $\rho = \text{const.}$, $c = \text{const.}$; bez toplotnih izvora-ponora)

8.3.1 - TELA SA MALIM (UNUTRAŠNJI) OTPORIMA PROVOĐENJA TOPLOTE

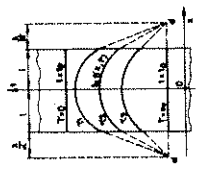
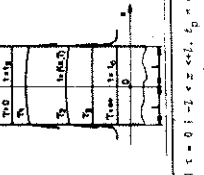
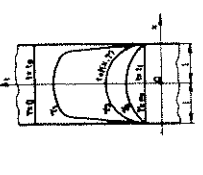
Početni i granični uslovi	Bezdimenzionalna temperaturna razlika	Napomene	Razmjerjena toplota
<p>pri $t = 0$, $t_p = \text{const.}$ pri $t > 0$, a i $t_0 = \text{const.}$</p>	$\theta = \frac{t - t_0}{t_p - t_0} = \exp\left(-\frac{a \sqrt{\lambda c \rho}}{V \rho a} t\right) = \exp(-k \sqrt{Bi Fo})$ $= f'(Bi Fo)$	<p>$k = \frac{a \sqrt{\lambda c \rho}}{V \rho a}$, $Bi = \frac{a \sqrt{\lambda c \rho}}{V \rho a}$, $a = \frac{1}{\rho c}$ gde je: 1 - za beskonačan ravan zid; 2 - polovina debljine zida; 3 - za beskonačan cilindar; 4 - 6 - poluprečnik cilindra; 5 - 3 za kuglu i kocku; 6 - R - poluprečnik kugle; 7 - $a/2$ - polovina ivice kocke; 8 - r - (Bi Fo) - Slika 8.3.2.1.</p>	$Q = -\lambda p a \left(t_p - t_0\right) \left[1 - \exp\left(-\frac{a \sqrt{\lambda c \rho}}{V \rho a} t\right)\right], \text{ J}$

8.3.2 - POLUEKSKONAIČNO TELO

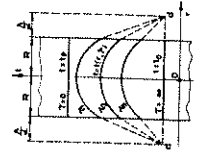
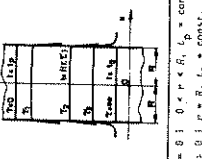
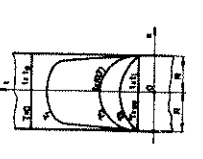
Početni i granični uslovi	Bezdimenzionalna temperaturna razlika	Napomene	Razmjerjena toplota
<p>pri $t = 0$ i $x > 0$, $t_p = \text{const.}$ pri $t > 0$ i $x = 0$, $t_0 = \text{const.}$</p>	$\theta = \frac{t_x - t_0}{t_p - t_0} = \text{erf}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) = \text{erf}\left(\frac{x}{2 \sqrt{Fo}}\right)$	<p>$Bi_x = \frac{a \sqrt{\lambda c \rho}}{2 \sqrt{\alpha t}}$, $Bi_x = \frac{a \sqrt{\lambda c \rho}}{2 \sqrt{\alpha t}}$, $a = \frac{1}{\rho c}$ gde je: 1 - za beskonačan ravan zid; 2 - polovina debljine zida; 3 - za beskonačan cilindar; 4 - 6 - poluprečnik cilindra; 5 - 3 za kuglu i kocku; 6 - R - poluprečnik kugle; 7 - $a/2$ - polovina ivice kocke; 8 - r - (Bi Fo) - Slika 8.3.2.1.</p>	$Q_{0-t} = \frac{2 \lambda A (t_p - t_0)}{\sqrt{\pi \alpha t}} t, \text{ J}$
<p>pri $t = 0$ i $x > 0$, $t_p = \text{const.}$ pri $t > 0$, a i $t_0 = \text{const.}$</p>	$\theta = \frac{t_x - t_0}{t_p - t_0} = \text{erf}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) \text{erfc}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) = \text{erf}\left(\frac{x}{2 \sqrt{Fo}}\right) \text{erfc}\left(\frac{x}{2 \sqrt{Fo}}\right) \times$ $\times \left[1 - \text{erf}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) + \frac{1}{2} \sqrt{\alpha t}\right] = \text{erf}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) \text{erfc}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) \times$ $\times \left[1 - \text{erf}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) + \frac{1}{2} \sqrt{\alpha t}\right] = \text{erf}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) \text{erfc}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) \times$ $\times \left[1 - \text{erf}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) + \frac{1}{2} \sqrt{\alpha t}\right] = \text{erf}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) \text{erfc}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) \times$	<p>$Bi_x = \frac{a \sqrt{\lambda c \rho}}{2 \sqrt{\alpha t}}$, $Bi_x = \frac{a \sqrt{\lambda c \rho}}{2 \sqrt{\alpha t}}$, $a = \frac{1}{\rho c}$ gde je: 1 - za beskonačan ravan zid; 2 - polovina debljine zida; 3 - za beskonačan cilindar; 4 - 6 - poluprečnik cilindra; 5 - 3 za kuglu i kocku; 6 - R - poluprečnik kugle; 7 - $a/2$ - polovina ivice kocke; 8 - r - (Bi Fo) - Slika 8.3.2.1.</p>	$Q_{0-t} = \int_0^t -\lambda A \frac{\partial \theta}{\partial x} dx dt, \text{ J}$

nastavak

<p>pri $t = 0$ i $x > 0$, $t_p = \text{const.}$ pri $t > 0$ i $x = 0$, $t_0 = \text{const.}$ i $t_0 = 2k t$</p>	$\theta = \frac{t_x - t_0}{t_p - t_0} = \text{erf}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) \text{erfc}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) = \text{erf}\left(\frac{x}{2 \sqrt{Fo}}\right) \text{erfc}\left(\frac{x}{2 \sqrt{Fo}}\right) \times$ $\times \left[1 - \text{erf}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) + \frac{1}{2} \sqrt{\alpha t}\right] = \text{erf}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) \text{erfc}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) \times$ $\times \left[1 - \text{erf}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) + \frac{1}{2} \sqrt{\alpha t}\right] = \text{erf}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) \text{erfc}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) \times$	<p>$Bi_x = \frac{a \sqrt{\lambda c \rho}}{2 \sqrt{\alpha t}}$, $Bi_x = \frac{a \sqrt{\lambda c \rho}}{2 \sqrt{\alpha t}}$, $a = \frac{1}{\rho c}$ gde je: 1 - za beskonačan ravan zid; 2 - polovina debljine zida; 3 - za beskonačan cilindar; 4 - 6 - poluprečnik cilindra; 5 - 3 za kuglu i kocku; 6 - R - poluprečnik kugle; 7 - $a/2$ - polovina ivice kocke; 8 - r - (Bi Fo) - Slika 8.3.2.1.</p>	$Q_{0-t} = \int_0^t -\lambda A \frac{\partial \theta}{\partial x} dx dt, \text{ J}$
<p>pri $t = 0$ i $x > 0$, $t_p = \text{const.}$ pri $t > 0$ i $x = 0$, $t_0 = \text{const.}$ i $t_0 = 2k t$</p>	$\theta = \frac{t_x - t_0}{t_p - t_0} = \text{erf}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) \text{erfc}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) = \text{erf}\left(\frac{x}{2 \sqrt{Fo}}\right) \text{erfc}\left(\frac{x}{2 \sqrt{Fo}}\right) \times$ $\times \left[1 - \text{erf}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) + \frac{1}{2} \sqrt{\alpha t}\right] = \text{erf}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) \text{erfc}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) \times$ $\times \left[1 - \text{erf}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) + \frac{1}{2} \sqrt{\alpha t}\right] = \text{erf}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) \text{erfc}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) \times$	<p>$Bi_x = \frac{a \sqrt{\lambda c \rho}}{2 \sqrt{\alpha t}}$, $Bi_x = \frac{a \sqrt{\lambda c \rho}}{2 \sqrt{\alpha t}}$, $a = \frac{1}{\rho c}$ gde je: 1 - za beskonačan ravan zid; 2 - polovina debljine zida; 3 - za beskonačan cilindar; 4 - 6 - poluprečnik cilindra; 5 - 3 za kuglu i kocku; 6 - R - poluprečnik kugle; 7 - $a/2$ - polovina ivice kocke; 8 - r - (Bi Fo) - Slika 8.3.2.1.</p>	$Q_{0-t} = \int_0^t -\lambda A \frac{\partial \theta}{\partial x} dx dt, \text{ J}$
<p>pri $t = 0$ i $x > 0$, $t_p = \text{const.}$ pri $t > 0$ i $x = 0$, $t_0 = \text{const.}$ i $t_0 = 2k t$</p>	$\theta = \frac{t_x - t_0}{t_p - t_0} = \text{erf}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) \text{erfc}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) = \text{erf}\left(\frac{x}{2 \sqrt{Fo}}\right) \text{erfc}\left(\frac{x}{2 \sqrt{Fo}}\right) \times$ $\times \left[1 - \text{erf}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) + \frac{1}{2} \sqrt{\alpha t}\right] = \text{erf}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) \text{erfc}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) \times$ $\times \left[1 - \text{erf}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) + \frac{1}{2} \sqrt{\alpha t}\right] = \text{erf}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) \text{erfc}\left(\frac{x}{2 \sqrt{\alpha t}}\right) \times$	<p>$Bi_x = \frac{a \sqrt{\lambda c \rho}}{2 \sqrt{\alpha t}}$, $Bi_x = \frac{a \sqrt{\lambda c \rho}}{2 \sqrt{\alpha t}}$, $a = \frac{1}{\rho c}$ gde je: 1 - za beskonačan ravan zid; 2 - polovina debljine zida; 3 - za beskonačan cilindar; 4 - 6 - poluprečnik cilindra; 5 - 3 za kuglu i kocku; 6 - R - poluprečnik kugle; 7 - $a/2$ - polovina ivice kocke; 8 - r - (Bi Fo) - Slika 8.3.2.1.</p>	$Q_{0-t} = \int_0^t -\lambda A \frac{\partial \theta}{\partial x} dx dt, \text{ J}$

Požarni i granični uslovi	Bezdimenzionalna temperaturna razlika	Napomene	Razmjena toplota
<p>pri $t = 0$: $-1 \leq z \leq 1$, $t_p = \text{const}$ pri $t > 0$: $z = \text{const}$, $t_0 = \text{const}$</p> 	$\frac{t_p - t_0}{p} = \sum_{k=1}^{\infty} A_k \cos(\omega_k \frac{z}{2}) \exp(-\omega_k^2 \frac{t_p}{4}) = \frac{Q_{\text{max}}}{\rho c} \frac{Q_{\text{max}}}{Q_{\text{max}}} = \frac{Q_{\text{max}}}{\rho c}$ $= f_{\text{max}}(\frac{t_p}{4}, \frac{z}{2}) - f_{\text{min}}(\frac{t_p}{4}, \frac{z}{2})$	$A_k = \frac{2 \sin \omega_k}{\omega_k \sin \omega_k} = \frac{2 \sin \omega_k}{\omega_k}$ $= (-1)^{k+1} \frac{2 \sin \omega_k}{\omega_k}$	$Q_{\text{max}} = 2.2 \cdot 10^6 (t_p - t_0) = \frac{Q_{\text{max}}}{\rho c}$ $= 2.2 \cdot 10^6 (t_p - t_0) = \frac{Q_{\text{max}}}{\rho c}$
<p>pri $t = 0$: $-1 \leq z \leq 1$, $t_p = \text{const}$ pri $t > 0$: $z = \text{const}$, $t_0 = \text{const}$ $Be = 0$ (praktično $Be \ll 0.1$)</p> 	$\frac{t_p - t_0}{p} = \sum_{k=1}^{\infty} A_k \exp(-\omega_k^2 \frac{t_p}{4}) = f_{\text{max}}(\frac{t_p}{4}, \frac{z}{2}) - f_{\text{min}}(\frac{t_p}{4}, \frac{z}{2})$ $= f_{\text{max}}(\frac{t_p}{4}, \frac{z}{2}) - f_{\text{min}}(\frac{t_p}{4}, \frac{z}{2})$	$A_k = \frac{2 \sin \omega_k}{\omega_k \sin \omega_k} = \frac{2 \sin \omega_k}{\omega_k}$ $= (-1)^{k+1} \frac{2 \sin \omega_k}{\omega_k}$	$Q_{\text{max}} = 2.2 \cdot 10^6 (t_p - t_0) = \frac{Q_{\text{max}}}{\rho c}$ $= 2.2 \cdot 10^6 (t_p - t_0) = \frac{Q_{\text{max}}}{\rho c}$
<p>pri $t = 0$: $-1 \leq z \leq 1$, $t_p = \text{const}$ pri $t > 0$: $z = \text{const}$, $t_0 = \text{const}$ $Be = \infty$ (praktično $Be > 100$)</p> 	$\frac{t_p - t_0}{p} = \sum_{k=1}^{\infty} A_k \exp(-\omega_k^2 \frac{t_p}{4}) = f_{\text{max}}(\frac{t_p}{4}, \frac{z}{2}) - f_{\text{min}}(\frac{t_p}{4}, \frac{z}{2})$ $= f_{\text{max}}(\frac{t_p}{4}, \frac{z}{2}) - f_{\text{min}}(\frac{t_p}{4}, \frac{z}{2})$	$A_k = \frac{2 \sin \omega_k}{\omega_k \sin \omega_k} = \frac{2 \sin \omega_k}{\omega_k}$ $= (-1)^{k+1} \frac{2 \sin \omega_k}{\omega_k}$	$Q_{\text{max}} = 2.2 \cdot 10^6 (t_p - t_0) = \frac{Q_{\text{max}}}{\rho c}$ $= 2.2 \cdot 10^6 (t_p - t_0) = \frac{Q_{\text{max}}}{\rho c}$

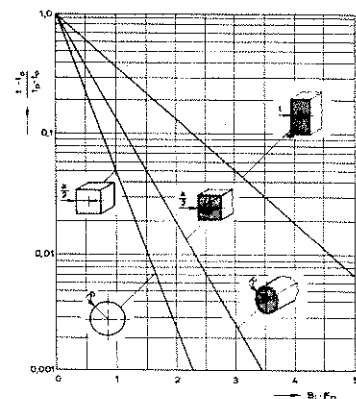
* Pri $Be \geq 0.3$ dovoljno je u izrazu za temperaturno polje uzeti samo prvi član beskonačnog reda, pri čemu greška u određivanju temperaturnog polja nije veća od 1 %.

Požarni i granični uslovi	Bezdimenzionalna temperaturna razlika	Napomene	Razmjena toplota
<p>pri $t = 0$: $0 < r < R$, $t_p = \text{const}$ pri $t > 0$: $r = \text{const}$, $t_0 = \text{const}$</p> 	$\frac{t_p - t_0}{p} = \sum_{k=1}^{\infty} A_k \exp(-\omega_k^2 \frac{t_p}{4}) = f_{\text{max}}(\frac{t_p}{4}, \frac{r}{R}) - f_{\text{min}}(\frac{t_p}{4}, \frac{r}{R})$ $= f_{\text{max}}(\frac{t_p}{4}, \frac{r}{R}) - f_{\text{min}}(\frac{t_p}{4}, \frac{r}{R})$	$A_k = \frac{2 J_0(\omega_k)}{\omega_k [J_0'(\omega_k) + J_1(\omega_k)]} = \frac{2 J_0(\omega_k)}{\omega_k}$	$Q_{\text{max}} = 2.2 \cdot 10^6 (t_p - t_0) = \frac{Q_{\text{max}}}{\rho c}$ $= 2.2 \cdot 10^6 (t_p - t_0) = \frac{Q_{\text{max}}}{\rho c}$
<p>pri $t = 0$: $0 < r < R$, $t_p = \text{const}$ pri $t > 0$: $r = \text{const}$, $t_0 = \text{const}$ $Be = 0$ (praktično $Be \ll 0.1$)</p> 	$\frac{t_p - t_0}{p} = \sum_{k=1}^{\infty} A_k \exp(-\omega_k^2 \frac{t_p}{4}) = f_{\text{max}}(\frac{t_p}{4}, \frac{r}{R}) - f_{\text{min}}(\frac{t_p}{4}, \frac{r}{R})$ $= f_{\text{max}}(\frac{t_p}{4}, \frac{r}{R}) - f_{\text{min}}(\frac{t_p}{4}, \frac{r}{R})$	$A_k = \frac{2 J_0(\omega_k)}{\omega_k [J_0'(\omega_k) + J_1(\omega_k)]} = \frac{2 J_0(\omega_k)}{\omega_k}$	$Q_{\text{max}} = 2.2 \cdot 10^6 (t_p - t_0) = \frac{Q_{\text{max}}}{\rho c}$ $= 2.2 \cdot 10^6 (t_p - t_0) = \frac{Q_{\text{max}}}{\rho c}$
<p>pri $t = 0$: $0 < r < R$, $t_p = \text{const}$ pri $t > 0$: $r = \text{const}$, $t_0 = \text{const}$ $Be = \infty$ (praktično $Be > 100$)</p> 	$\frac{t_p - t_0}{p} = \sum_{k=1}^{\infty} A_k \exp(-\omega_k^2 \frac{t_p}{4}) = f_{\text{max}}(\frac{t_p}{4}, \frac{r}{R}) - f_{\text{min}}(\frac{t_p}{4}, \frac{r}{R})$ $= f_{\text{max}}(\frac{t_p}{4}, \frac{r}{R}) - f_{\text{min}}(\frac{t_p}{4}, \frac{r}{R})$	$A_k = \frac{2 J_0(\omega_k)}{\omega_k [J_0'(\omega_k) + J_1(\omega_k)]} = \frac{2 J_0(\omega_k)}{\omega_k}$	$Q_{\text{max}} = 2.2 \cdot 10^6 (t_p - t_0) = \frac{Q_{\text{max}}}{\rho c}$ $= 2.2 \cdot 10^6 (t_p - t_0) = \frac{Q_{\text{max}}}{\rho c}$

* Pri $Be \geq 0.25$ dovoljno je u izrazu za temperaturno polje uzeti samo prvi član beskonačnog reda, pri čemu greška u određivanju temperaturnog polja nije veća od 1 %.

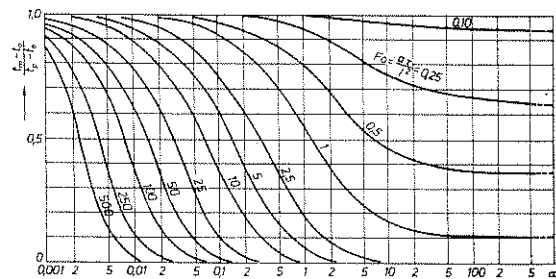
8.3.7 DIJAGRAMI ZA PRORAČUN NESTACIONARNOG PROVOĐENJA TOPLOTE

8.3.7.1 - TELA SA MALIM (UNUTRAŠNJIH) OTPORIMA PROVOĐENJA TOPLOTE

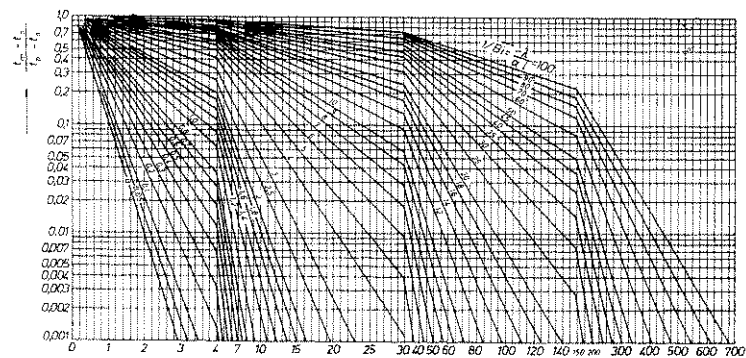


8.3.7.1.1 Odnos temperatura za neka tela pri malim (unutrašnjim) otporima provodjenja toplote, $\theta/\theta_{max} = f_{Bi}(Bi, Fo)$

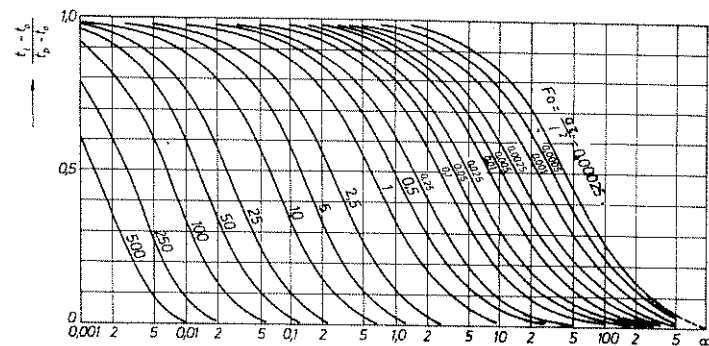
8.3.7.2 - BESKONAČAN RAVAN ZID



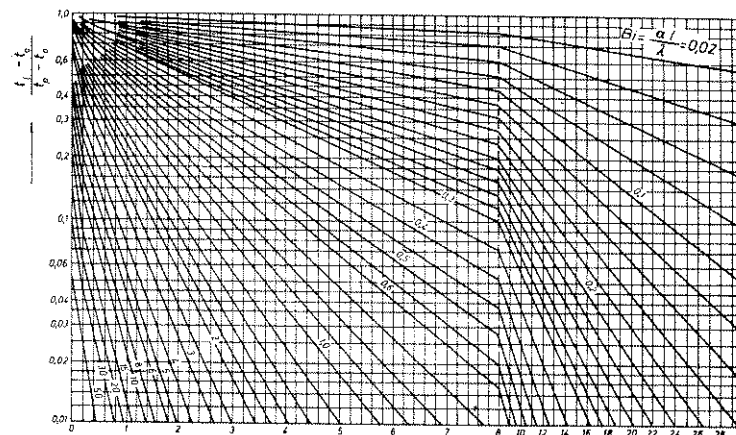
8.3.7.2.1 Odnos temperatura za sredinu ravnog zida, $\theta_m/\theta_{max} = f_m(Bi, Fo)$ za vrednosti $Fo = 0,10$ do 500



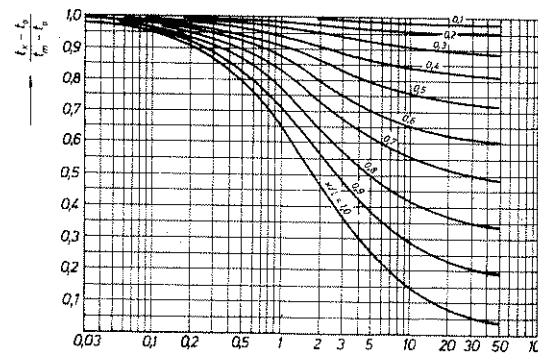
8.3.7.2.2 Odnos temperatura za sredinu ravnog zida $\theta_m/\theta_{max} = f_m(Fo, 1/Bi)$, za vrednosti Fo od 0 do 700



8.3.7.2.3 Odnos temperatura za površinu ravnog zida, $\theta_l/\theta_{max} = f_l(Bi, Fo)$ za vrednosti $Fo = 0,00025$ do 500



8.3.7.2.4 Odnos temperatura za površinu ravnog zida, $\theta_l/\theta_{max} = f_l(Fo, Bi)$ za vrednosti $Fo=0$ do 30



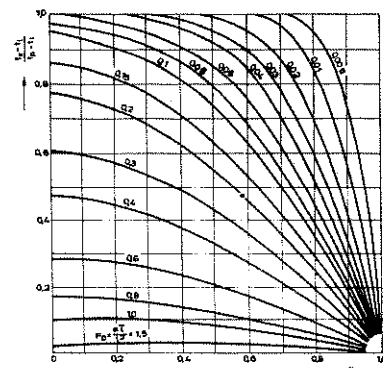
8.3.7.2.5 Odnos temperatura za ravan zid, $\theta_x/\theta_m = f_x(Bi, x/L)$

O z n a k e:

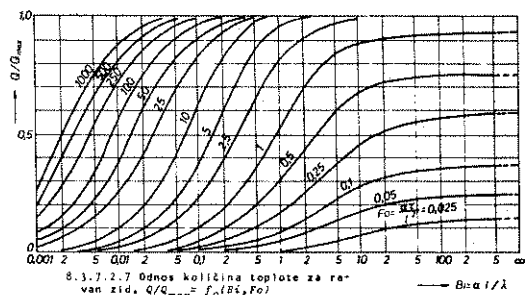
- t_l - temperatura površine
- t_o - temperatura okoline
- t_p - početna temperatura
- t_m - temperatura u sredini zida
- t_x - tekuća temperatura
- $\theta_l = |t_l - t_o|$
- $\theta_{max} = |t_p - t_o|$
- $\theta_m = |t_m - t_o|$
- $\theta_x = |t_x - t_o|$

$$q_{max} = 2\lambda \sigma \rho (t_p - t_o), J$$

L - poludebijina ravnog zida

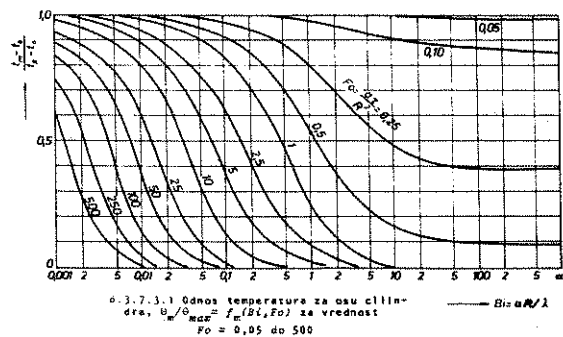


8.3.7.2.6 Odnos temperatura za ravan zid,
 $\theta/\theta_{max} = f_m(\tau/R^2)$ pri $Bi \rightarrow \infty$ (praktično $Bi > 100$)

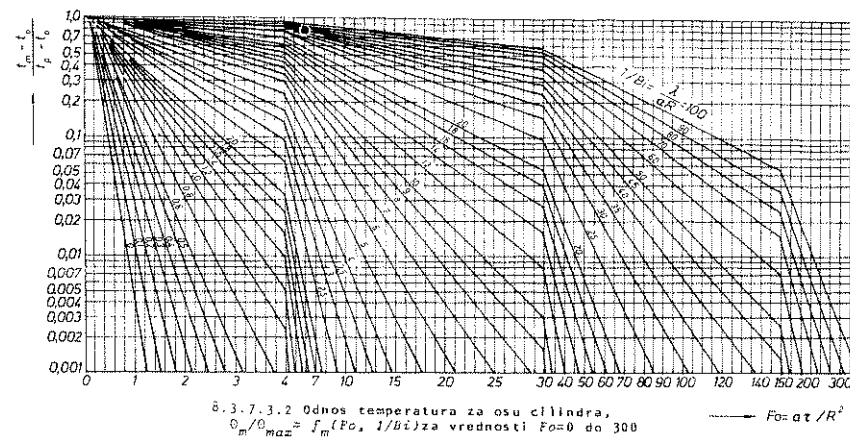


8.3.7.2.7 Odnos količina toplote za ravan zid, $Q/Q_{max} = f_q(Bi, Fo)$

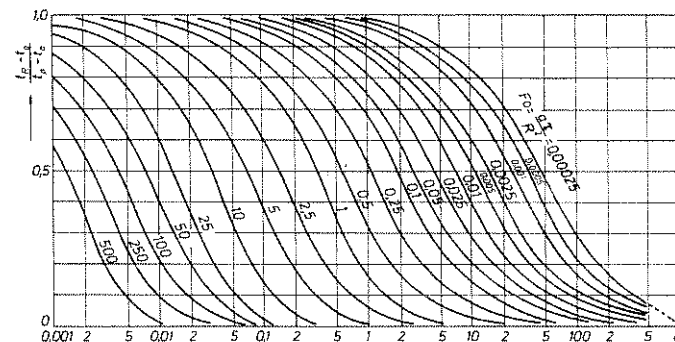
8.3.7.3 - BESKONAČAN CILINDAR



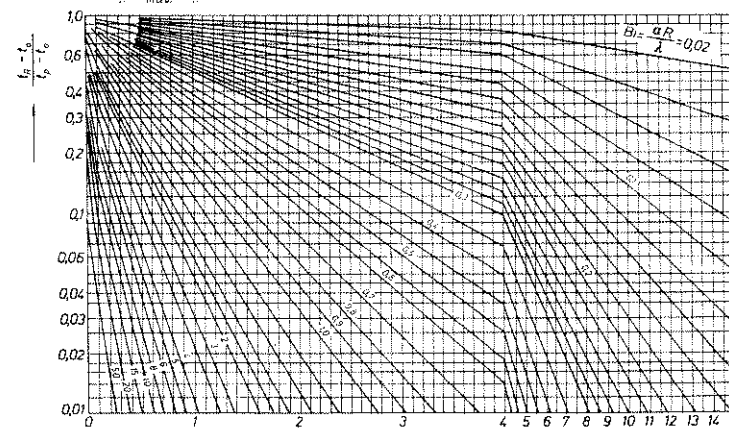
8.3.7.3.1 Odnos temperatura za osu cilindra, $\theta/\theta_{max} = f_m(Bi, Fo)$ za vrednost $Fo = 0.05$ do 500



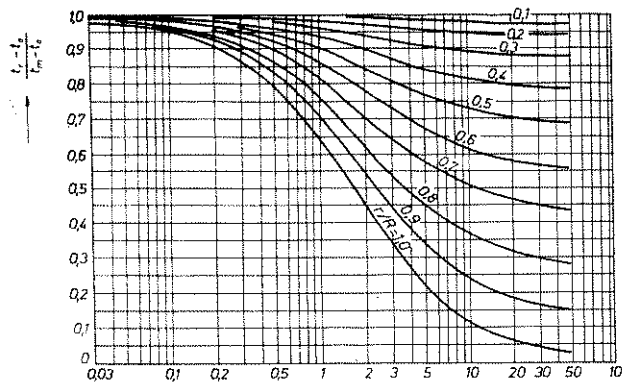
8.3.7.3.2 Odnos temperatura za osu cilindra, $\theta/\theta_{max} = f_m(Fo, 1/Bi)$ za vrednosti $Fo=0$ do 300



8.3.7.3.3 Odnos temperatura za površinu cilindra, $\theta/\theta_{max} = f_p(Bi, Fo)$ za vrednosti $Fo=0.00025$ do 500

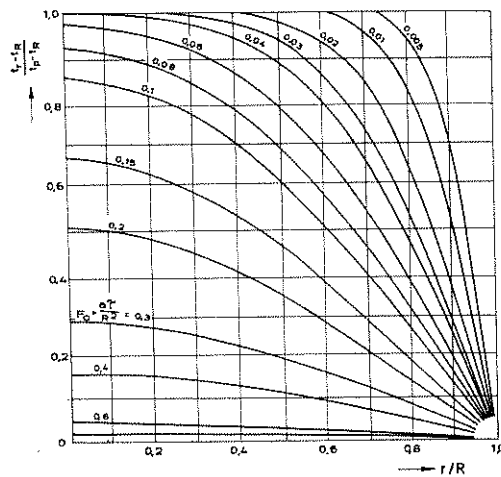


8.3.7.3.4 Odnos temperatura za površinu cilindra, $\theta/\theta_{max} = f_p(Fo, Bi)$ za vrednosti $Fo = 0$ do 15

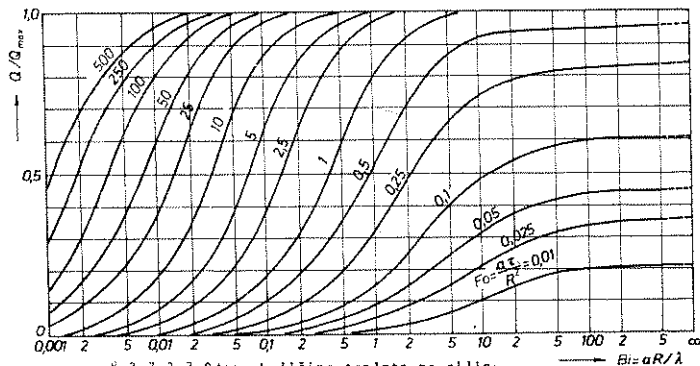


8.3.7.3.5 Odnos temperatura za cilindar, $\theta_r/\theta_m = f_r(Bi, r/R)$

O z n a k e:
 t_R - temperatura površine
 t_o - temperatura okoline
 t_p - početna temperatura
 t_m - temperatura u osi cilindra
 t_r - tekuća temperatura
 $\theta_R = |t_R - t_o|$
 $\theta_{max} = |t_p - t_o|$
 $\theta_r = |t_r - t_o|$
 $\theta_m = |t_m - t_o|$
 $Q_{max} = \pi R^2 l \rho c (t_p - t_o) J$
 R - poluprečnik cilindra

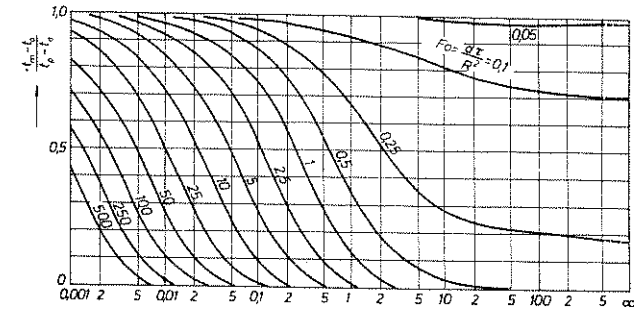


8.3.7.3.6 Odnos temperatura za beskonačan cilindar, $\theta_r/\theta_{max} = f_r(r/R, Fo)$ pri $Bi \rightarrow \infty$ (praktično $Bi > 100$)

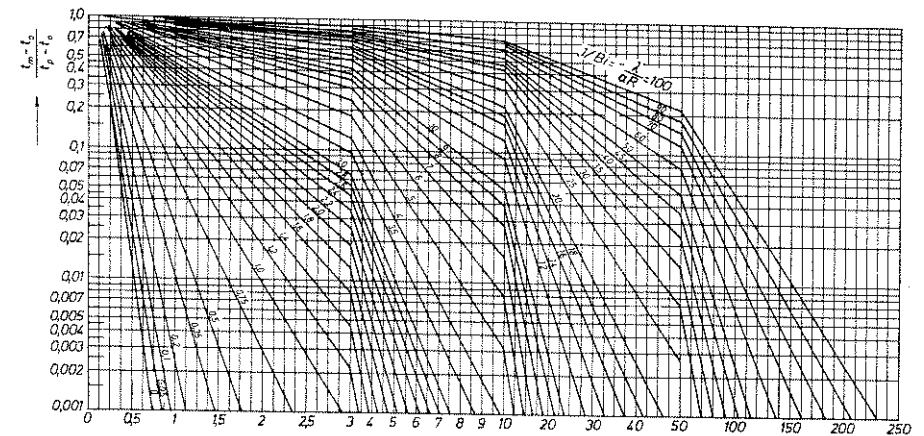


8.3.7.3.7 Odnos količina toplote za cilindar, $Q/Q_{max} = f_r(Bi, Fo)$

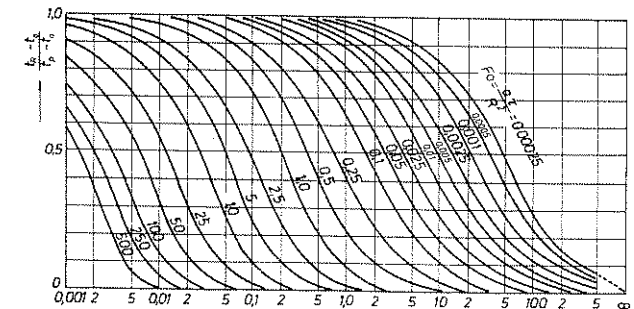
8.3.7.4 - KUGLA



8.3.7.4.1 Odnos temperatura za centar kugle, $\theta_m/\theta_{max} = f_m(Bi, Fo)$ za vrednosti $Fo = 0.05$ do 500



8.3.7.4.2 Odnos temperatura za centar kugle, $\theta_m/\theta_{max} = f_m(Fo, 1/Bi)$ za vrednosti $Fo = 0$ do 250



8.3.7.4.3 Odnos temperatura za površinu kugle, $\theta_r/\theta_{max} = f_r(Bi, Fo)$ za vrednosti $Fo = 0.00025$ do 500

O z n a k e:

t_R - temperatura površine
 t_o - temperatura okoline
 t_p - početna temperatura
 t_m - temperatura u centru kugle

t_r - tekuća temperatura

$$C_R = |t_R - t_o|$$

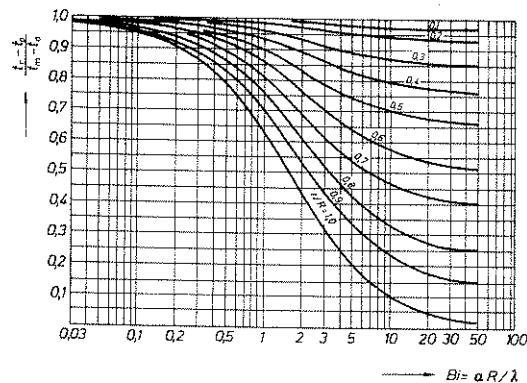
$$C_{max} = |t_p - t_o|$$

$$C_r = |t_r - t_o|$$

$$C_m = |t_m - t_o|$$

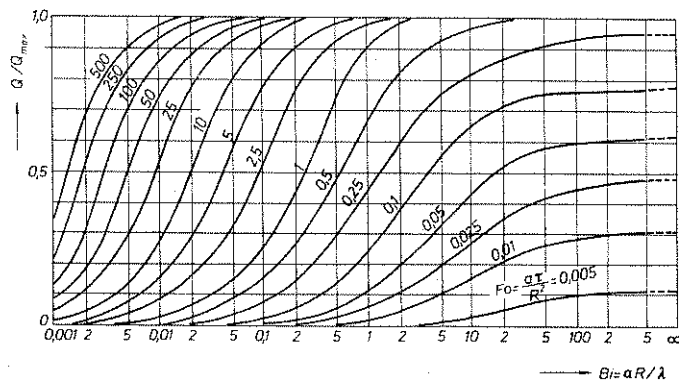
$$Q_{max} = \frac{4}{3} \pi R^2 c_p (t_p - t_o) \quad J$$

R - poluprečnik kugle



8.3.7.4.4 Odnos temperatura za kuglu

$$Q_r / Q_m = f_r(Bi, r/R)$$



8.3.7.4.5 Odnos količina toplote za kuglu

$$Q / Q_{max} = f_Q(Bi, Fo)$$

8.4 - PREGLED IZRAZA ZA IZRACUNAVANJE KOEFICIJENTA

PRELAZA TOPLOTE

a) PRELAZ TOPLOTE BEZ PROMENE FAZE

Tabela 8.4.1 - PRINUDNA KONVEKCIJA (1)

$$Nu = C Re^n Pr^m Gr^r \epsilon_T$$

Br.	Vrsta strujanja, oblik i položaj čvrste povr.	C	n	m	r	$(\epsilon_T)_{zagr.}$	$(\epsilon_T)_{hladj.}$	Karakteristične veličine
(1)	Laminarno strujanje duž ravnog zida ili ploče $Re < 5 \cdot 10^5$; $0.6 < Pr < 10$	0,66	0,50	0,33	0	$(\frac{Pr}{Pr_n})^{0,45}$	$(\frac{Pr}{Pr_n})^{0,15}$	Dužina: (l) - ukupna dužina zida (ploče) u pravcu strujanja Temperatura: (t_f) - srednja temperatura fluida, daleko od zida (osim u izrazu za Pr_n , gde je t_n - srednja temperatura površine zida)
(2)	Turbulentno strujanje duž ravnog zida ili ploče $Re > 5 \cdot 10^5$; $0.7 < Pr < 200$	0,037	0,80	0,43	0	$(\frac{Pr}{Pr_n})^{0,25}$	$(\frac{Pr}{Pr_n})^{0,25}$	Brzina: (u_o) - srednja brzina fluida ispred zida (u neporemećenoj struji)
(3)	Laminarno strujanje u pravoj cevi $Re < 2300$	0,15 ϵ_z	0,33	0,43	0,1	$(\frac{Pr}{Pr_n})^{0,25}$	$(\frac{Pr}{Pr_n})^{0,19}$	Dužina: (d) - unutrašnji prečnik cevi ili (kada cev nema kružni poprečni presek) ekvivalentni prečnik $d_{eq} = 4Q/A$ - površina preseka fluidne struje ukanalu Q - opstrujavani obim, baz obzira koji deo tog obima učestvuje u razmeni toplote
(4)	Prelazni režim strujanja u pravoj cevi $2300 < Re < 10^4$	K_o	0	0,43	0	$(\frac{Pr}{Pr_n})^{0,25}$	$(\frac{Pr}{Pr_n})^{0,25}$	Temperatura: (t_f) - srednja temperatura fluida (osim u izrazu za Pr_n , gde je t_n - srednja temperatura površine zida) koja se određuje iz izraza $t_f = t_o + \frac{t_p - t_o}{\ln(t_p/t_o)} \cdot \ln(t_p/t_n)$
(5)	Turbulentno strujanje u pravoj cevi ili kanalu ^a $1 \cdot 10^4 < Re < 5 \cdot 10^5$; $0.6 < Pr < 2500$ Za pravoug. kanal pri $\frac{a}{b} = 1-40$ Za presekn. kanal pri $\frac{d_2}{d_1} = 1-5,6$	0,021 ϵ_z	0,80	0,43	0	tečnost $(\frac{Pr}{Pr_n})^{0,11}$ gas $(\frac{Pr}{Pr_n})^{0,15}$	$(\frac{Pr}{Pr_n})^{0,25}$	gde su: t_f - srednja temperatura fluida na ulaznom i izlaznom preseku, t_n - srednja temperatura fluida na izlaznom preseku. U izrazu za Gr , Δt je razlika ($t_n - t_o$), ili obrnuto Brzina: (u) - srednja brzina fluida u cevi ϵ_z - popravka na dužinu cevi (Tabele 8.4.3 i 8.4.4) K_o - Tabela 8.4.5
(6)	Poprečno opstrujavanje cevi (cilindra) $5 < Re < 10^5$; $0.71 < Pr < 350$	0,50 ϵ_z	0,50	0,38	0	$(\frac{Pr}{Pr_n})^{0,25}$	$(\frac{Pr}{Pr_n})^{0,25}$	Dužina: (d) - spoljni prečnik cevi (cilin.) Temperatura: (t_f) - srednja temperatura fluida, daleko od zida (osim u izrazu za Pr_n , gde je t_n - srednja temperatura površine zida)
(7)	Poprečno opstrujavanje cevi (cilindra) $1 \cdot 10^5 < Re < 2 \cdot 10^5$; $0.71 < Pr < 350$	0,25 ϵ_z	0,60	0,38	0	$(\frac{Pr}{Pr_n})^{0,25}$	$(\frac{Pr}{Pr_n})^{0,25}$	Brzina: (u) - srednja brzina u najužem preseku kanala (u kojem se nalazi cev). ϵ_z - popravka na napadni ugao struje (ako se razlikuje od 90°) - Tabela 8.4.6
(8)	Poprečno opstrujavanje snopa cevi u koridornom rasporedu $Re < 10^5$ $1 \cdot 10^5 < Re < 1 \cdot 10^6$; $0.7 < Pr < 400$ $1,24 < a_1/d < 4$ $1,24 < a_2/d < 4$	0,50 0,26 ϵ_s	0,50 0,65	0,36 0,33	0	$(\frac{Pr}{Pr_n})^{0,25}$ $(\frac{Pr}{Pr_n})^{0,25}$	$(\frac{Pr}{Pr_n})^{0,25}$ $(\frac{Pr}{Pr_n})^{0,25}$	Dužina: (d) - spoljni prečnik cevi Temperatura: (t_f) - srednja temperatura fluida daleko od zida (osim u izrazu za Pr_n , gde je t_n - srednja temperatura površine zida) Brzina: (u) - srednja brzina u najužem poprečnom preseku snopa između cevi. ϵ_s - popravka na napadni ugao struje (ako se razlikuje od 90°) - Tabela 8.4.7 ϵ_z - popravka na korak snopa cevi (Tabela 8.4.8) Na ovaj način izračunat koeficijent prelaza toplote odnosi se na treći i naredne redove snopa. Za prvi i drugi red snopa u vode se sledeću popravku: Koridorni raspored: $\epsilon_1 = 0,6$; $\epsilon_2 = 0,9$ Šahovski raspored: $\epsilon_1 = 0,6$; $\epsilon_2 = 0,7$ U opštem slučaju: $\epsilon_{sn} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{A_i}{A_z}}{\sum_{i=1}^n \frac{A_i}{A_z}}$
(9)	Poprečno opstrujavanje snopa cevi u šahovskom rasporedu $Re < 10^5$ $1 \cdot 10^5 < Re < 1 \cdot 10^6$; $0.7 < Pr < 400$ $1,3 < a_1/d < 2,6$ $0,6 < a_2/d < 4$	0,56 0,41 ϵ_s	0,50 0,60	0,36 0,33	0	$(\frac{Pr}{Pr_n})^{0,25}$ $(\frac{Pr}{Pr_n})^{0,25}$	$(\frac{Pr}{Pr_n})^{0,25}$ $(\frac{Pr}{Pr_n})^{0,25}$	$\epsilon_{sn} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{A_i}{A_z}}{\sum_{i=1}^n \frac{A_i}{A_z}}$ ϵ_z - koeficijent prelaza toplote i-tog r. A_z - ukupna površina i-tog reda Ako je $A_1 = A_2 = \dots = A_n$ $\epsilon_{sn} = (n-1) / (1 + n - 2)$

^a Prema nekim autorima $n = 0,33$

^a Za savijene cevi i cevne zmijske koristiti izraze koji važe za prave cevi, pri čemu ako je $Re > 15200 (d/R)^{0,25}$ i $d/R > 8 \cdot 10^{-4}$ dobijenu vrednost za Nusseltov broj pomnožiti sa popravkom $\epsilon_R = 1 + 1,8 (d/R)$, gde je d - unutrašnji prečnik cevi, R - poluprečnik krivine savijene cevi.

Tabela 8.4.2 - PRINUDNA KONVEKCIJA (II)

Br.	Vrsta strujanja, oblik i položaj čvrste površine	Izrazi za određivanje koeficijenta prelaza topline	Karakteristične veličine i napomene
(1)	Laminarno strujanje na početnom delu ravnog zida (ploče) $Re < Re_{kr} = 5 \cdot 10^5$; $0 < x < x_{kr}$ a turbulentno na ostaloj dužini zida (ploče) $Re > Re_{kr} = 5 \cdot 10^5$; $x_{kr} < x < l$	$\bar{Nu} = 0,0366 Pr^{0,333} Re^{0,8} (Re < 23100)$	Dužina: (l) - ukupna dužina zida (ploče) u pravcu strujanja; Temperatura: (t_f) - srednja temperatura fluida u graničnom sloju koja se određuje iz izraza: $t_{f2} = (t_{f0} + t_f)/2$ t_{f0} - srednja temperatura neporemećene struje Brzina: (w_0) - srednja brzina fluida u neporemećenoj struji
(2)	Laminarno viskozno strujanje u pravoj, kratkoj i tehnički glatkoj cevi $Re < 2300$; $Re Pr \frac{d}{L} > 10$ $Gr Pr < 5 \cdot 10^5$	$\bar{Nu} = 1,86 (Re Pr)^{0,33} \left(\frac{L}{d} \right)^{0,33} \left(\frac{u}{u_z} \right)^{0,14}$	Dužina: (d) - unutrašnji prečnik cevi; Temperatura: (t_f) - srednja temperatura u fluidu u cevi (osim pri određivanju u_z , gde je t_z - srednja temperatura unutrašnje površine cevi) (videti red. br. 14 i 15 ove tabele); Brzina: (w) - srednja brzina fluida u cevi
(3)	Laminarno viskozno strujanje u pravoj, kratkoj i tehnički glatkoj cevi $40 < Re < 2300$; $60 < Re Pr \frac{d}{L} < 62 \cdot 10^4$ $Gr Pr < 5 \cdot 10^5$	$\bar{Nu}_z = C (Re Pr)^{0,33} \left(\frac{d}{L} \right)^{0,33} \left(\frac{u}{u_z} \right)^n$ $C = 1 + 0,01 (Re)^{0,67} \left(\frac{u}{u_z} \right)^{n^*}$	$C = 1,55$ i $n = 0,167$ pri $0,08 < \frac{u}{u_z} < 10$ $C = 1,4$ i $n = 0,125$ pri $10 < \frac{u}{u_z} < 1,5 \cdot 10^3$ C - popravka na neustaljenost strujanja u ulaznom delu cevi; $n^* = 0$ - pri hlađenju tečnosti; $n^* = 0,56$ - pri zagrevanju tečnosti; Dužina: (d) - unutrašnji prečnik cevi; Temperatura: (t_f) - srednja temperatura fluida u graničnom sloju na ulazu u cev (osim u izrazu za \bar{Nu}_z i pri određivanju u_z , gde je t_z - srednja temperatura unutrašnje površine cevi, odnosno u izrazu za Re i pri određivanju u_z , gde je t_z - srednja temperatura fluida na ulaznom preseku cevi) koja se određuje iz izraza: $t_{f,z} = (t_f + t_z)/2$ Brzina: (w_1) - srednja brzina fluida na ulaznom preseku cevi; Razmenjeni termički fluks: $q_m = (t_f - t_z)$
(4)	Laminarno viskozno - gravitaciono strujanje u pravoj, kratkoj, horizontalnoj i tehnički glatkoj cevi $Re < 2300$; $5 \cdot 10^5 < Gr Pr < 1,5 \cdot 10^7$ $Re Pr \frac{d}{L} < 200$; $60 < \frac{L}{d} < 130$	$\bar{Nu}_z = 0,35 (Re Pr)^{0,6} (Gr Pr)^{0,1} \left(\frac{d}{L} \right)^{0,7}$	Dužina: (d) - unutrašnji prečnik cevi; Temperatura: (t_f) - srednja temperatura fluida u graničnom sloju (osim u izrazu za \bar{Nu}_z , gde je t_z - srednja temperatura unutrašnje površine cevi) koja se određuje iz izraza: $t_{f,z} = (t_f + t_z)/2$
(5)	Laminarno viskozno - gravitaciono strujanje u pravoj, kratkoj, vertikalnoj i tehnički glatkoj cevi (smerovi prinudne i prirodne konvekcije se poklapaju) $Re < 2300$; $8 \cdot 10^5 < Gr Pr < 4 \cdot 10^6$ $Re Pr \frac{d}{L} < 1100$; $20 < \frac{L}{d} < 130$	$\bar{Nu}_z = 0,35 (Re Pr)^{0,5} (Gr Pr)^{0,16} \left(\frac{d}{L} \right)^{0,48}$	$t_{f,z} = (t_f + t_z)/2$ U izrazu za $Gr, \Delta t$ je razlika ($t_f - t_z$), ili obrnuto; t_f - srednja temperatura fluida u cevi (videti red. br. 14 i 15 ove tabele); Brzina: (w) - srednja brzina fluida u cevi
(6)	Laminarno viskozno - gravitaciono strujanje u pravoj, kratkoj, vertikalnoj i tehnički glatkoj cevi (smerovi prinudne i prirodne konvekcije su suprotni) $Re < 2300$; $5 \cdot 10^5 < Gr Pr < 1,2 \cdot 10^7$ $Re Pr \frac{d}{L} < 300$; $60 < \frac{L}{d} < 130$	$\bar{Nu}_z = 0,21 (Re Pr)^{0,8} (Gr Pr)^{0,07} \left(\frac{d}{L} \right)^{0,47}$	Razmenjeni termički fluks: $q_m = (t_f - t_z)$ t_f - srednja temperatura na ulaznom preseku

* Za savljene cevi koristiti izraze koji važe za prave cevi, pri čemu dobijenu vrednost za Nusseltov broj pomnožiti sa popravkom $C_R = 1 + 1,77 d/R$, gde je d unutrašnji prečnik cevi a R poluprečnik krivine

Nastavak

(7)	Prelazni režim strujanja u pravoj i tehnički glatkoj cevi $2300 < Re < 5 \cdot 10^4$; $0,6 < Pr < 480$	$\bar{Nu} = 0,016 \left[1 + \left(\frac{Pr}{0,666} \right)^{0,666} \right]^{0,666} / \left[Re^{0,666} - 125 \right] Pr^{0,333} \left(\frac{u}{u_z} \right)^{0,14}$	Dužina: (d) - unutrašnji prečnik cevi; Temperatura: (t_f) - srednja temperatura fluida u cevi, osim pri određivanju u_z , gde je t_z - srednja temperatura unutrašnje površine cevi (videti br. 14 i 15 ove tabele); Brzina: (w) - srednja brzina fluida u cevi
(8)	Turbulentno strujanje u pravoj, kratkoj i tehnički glatkoj cevi $Re > 10^4$; $10 < \frac{L}{d} < 400$	$\bar{Nu} = 0,036 Re^{0,8} Pr^{0,33} \left(\frac{d}{L} \right)^{0,055}$	Temperatura: (t_f) - srednja temperatura graničnog sloja fluida: $t_{f2} = (t_f + t_z)/2$; Dužina: (d) - unutrašnji prečnik cevi; Brzina: (w) - srednja brzina fluida u cevi
(9)	Turbulentno strujanje u pravoj, kratkoj ili dugoj, tehnički glatkoj cevi $Re > 10^4$; $Pr > 0,5$	$\bar{Nu} = 0,0235 (Re^{0,8} - 230) (1,8 Pr^{0,5} - 0,8) \times \left[1 + \left(\frac{d}{L} \right)^{0,666} \right]^{0,14} \left(\frac{u}{u_z} \right)^{0,14}$	$C = \left(\frac{u}{u_z} \right)^{0,14}$ - pri zagrevanju tečnosti; $C = \left(\frac{u}{u_z} \right)^{0,25}$ - pri hlađenju tečnosti;
(10)	Turbulentno strujanje u pravoj, dugoj i tehnički glatkoj cevi $5 \cdot 10^3 < Re < 10^5$; $0,5 < Pr < 100$ $L/d > 60$	$\bar{Nu} = 0,023 Re^{0,8} Pr^{0,4} \left(\frac{d}{L} \right)^{0,55}$	$C = \left(\frac{u}{u_z} \right)^{0,55}$ - pri zagrevanju gasa; $C = 1$ - pri hlađenju gasa;
(11)	Turbulentno strujanje u pravoj, dugoj i tehnički glatkoj cevi $1 \cdot 10^4 < Re < 1 \cdot 10^5$; $0,7 < Pr < 200$ $L/d > 60$	$\bar{Nu} = \frac{C Re Pr}{36 \sqrt{C} (Pr^{0,666} - 1) + 8,56} C_T$ $C = (1,82 \log Re - 1,64)^{-2}$	$C_T = 1$ - pri hlađenju gasa; $0,8 < \frac{u}{u_z} < 40$; $1,0 < \frac{L}{d} < 3,5$
(12)	Turbulentno strujanje u pravoj, dugoj i tehnički glatkoj cevi $Re > 10^4$; $0,7 < Pr < 16700$ $L/d > 60$	$\bar{Nu} = 0,023 Re^{0,8} Pr^{0,33} \left(\frac{u}{u_z} \right)^{0,14}$	C - koeficijent otpora trenja pri izotermnom strujanju; Dužina: (d) - unutrašnji prečnik cevi; Temperatura: (t_f) - srednja temperatura fluida u cevi, osim pri određivanju u_z , gde je t_z - srednja temperatura unutrašnje površine cevi (videti br. 14 i 15 ove tabele) Brzina: (w) - srednja brzina fluida u cevi
(13)	Laminarno viskozno strujanje u pravom kanalu pravougaonog poprečnog preseka $a \gg b$	$\bar{Nu} = 1,38 (Re Pr \frac{L}{d})^{0,33} \left(\frac{u}{u_z} \right)^n$	$n = 0,25$ pri zagrevanju fluida; $n = 0,19$ pri hlađenju fluida; Dužina: (L) - dužina kanala; Temperatura: (t_f) - srednja temperatura fluida na t_f ulaznom preseku, osim u izrazu za Pr , gde je t_z - srednja temperatura površine kanala; Brzina: (w_1) - srednja brzina fluida na ulaznom preseku kanala;
(14)	Turbulentno strujanje u pravom kanalu pravougaonog poprečnog preseka $Re > 10^4$	$\bar{Nu} = 0,027 Re^{0,8} Pr^{0,33} \left(\frac{u}{u_z} \right)^{0,14}$	Dužina: (d_e) - ekvivalentni prečnik kanala $d_e = 4A/P$; A - površina preseka fluidne struje u kanalu; O - opstrujavani obim, bez obzira koji deo tog obima učestvuje u razmeni topline;
(15)	Laminarno strujanje u pravom kanalu prstenastog poprečnog preseka pri prelazu topline na obe površine kanala $Re > 2300$; $1,1 < \frac{d_2}{d_1} < 2$	$\bar{Nu} = 1,02 Re^{0,4} Pr^{0,4} Gr^{0,05} \left(\frac{u}{u_z} \right)^{0,14} \left(\frac{d_e}{d_1} \right)^{0,6}$	Temperatura: (t_f) - srednja temperatura fluida (osim pri određivanju u_z , gde je t_z - srednja temperatura površine zida) koja se određuje iz izraza: $t_f = \frac{t_{f1} + t_{f2}}{2}$ pri $0,5 < \frac{t_{f1} - t_{f2}}{t_{f2} - t_z} < 2$ ili tačnije iz izraza: $t_f = t_z + (t_{f1} - t_{f2}) / \ln \left[(t_{f1} - t_z) / (t_{f2} - t_z) \right]$, gde su: t_{f1} - srednja temperatura fluida na ulaznom preseku, t_{f2} - srednja temperatura fluida na izlaznom preseku. U izrazu za Gr , Δt je razlika ($t_z - t_f$), ili obrnuto
(16)	Turbulentno strujanje u pravom kanalu prstenastog poprečnog preseka pri prelazu topline na: - spoljašnju površinu unutrašnje cevi (d_1) $Re > 10^4$; $1 < \frac{d_2}{d_1} < 5$ $\frac{d_2}{d_1} > 1$	$\bar{Nu}_1 = 0,86 \bar{Nu}_d \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^{0,6}$	\bar{Nu}_d - Nusseltov broj određen po nekom od izraza za turbulentno strujanje fluida u pravoj cevi čiji je unutrašnji prečnik jednak ekvivalentnom prečniku kanala prstenastog poprečnog preseka $d = d_2 - d_1$
(17)	- unutrašnju površinu spoljašnje cevi (d_2) $Re_d > 10^4$; $\frac{d_2}{d_1} > 1$	$\bar{Nu} = \bar{Nu}_d \left[1 - 0,14 \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^{-0,6} \right]$	
(18)	- obe površine $Re_d > 10^4$; $1,1 < \frac{d_2}{d_1} < 2$	$\bar{Nu}_{1+2} = 0,95 \bar{Nu}_d$	
(19)	Opstrujavanje cilindara $1 < Re < 2,5 \cdot 10^5$	$\bar{Nu} = C_0 Re^n Pr^{0,333}$	$n = f(Re)$ i $C_0 = f(Re)$ - Tabela 8.4.9
(20)	Opstrujavanje kugle $1 < Re < 7 \cdot 10^4$; $0,6 < Pr < 400$	$\bar{Nu} = 2 + 0,6 Re^{0,5} Pr^{0,333}$	Temperatura: (t_{f2}) - srednja temperatura graničnog sloja fluida: $t_{f2} = (t_f + t_z)/2$; Dužina: (d) - prečnik kugle; Brzina: (w) - srednja brzina fluida u najužem preseku;
(21)	Opstrujavanje kugle $3,5 < Re < 8 \cdot 10^4$; $0,7 < Pr < 380$	$\bar{Nu} = 2 + (0,4 Re^{0,5} + 0,06 Re^{0,666}) Pr^{0,4} \left(\frac{u}{u_z} \right)^{0,25}$	Temperatura: (t_f) - temperatura fluida daleko od zida, osim pri određivanju u_z , gde je t_z - srednja temperatura površine;
(22)	Opstrujavanje kugle $0,3 < Re < 3 \cdot 10^5$; $0,6 < Pr < 10^3$	$\bar{Nu} = 2 + 0,03 Re^{0,54} Pr^{0,333} + 0,35 Re^{0,56} Pr^{0,356}$	Dužina: (d) - prečnik kugle; Brzina: (w) - srednja brzina fluida u najužem preseku.

Tabela 8.4.3 - VREDNOSTI ϵ_2 PRI TURBULENTNOM STRUJANJU

Re	ODNOS DUŽINE I PREČNIKA CEVI (L/d)								
	1	2	5	10	15	20	30	40	50
$1 \cdot 10^4$	1,65	1,50	1,34	1,23	1,17	1,13	1,07	1,03	1
$2 \cdot 10^4$	1,51	1,40	1,27	1,18	1,13	1,10	1,05	1,02	1
$5 \cdot 10^4$	1,34	1,27	1,18	1,13	1,10	1,08	1,04	1,02	1
$1 \cdot 10^5$	1,28	1,22	1,15	1,10	1,08	1,06	1,03	1,02	1
$1 \cdot 10^6$	1,14	1,11	1,08	1,05	1,04	1,03	1,02	1,01	1

Tabela 8.4.4 - VREDNOSTI ϵ_2 PRI LAMINARNOM STRUJANJU

L/d	1	2	5	10	15	20	30	40	50
ϵ_2	1,90	1,70	1,44	1,28	1,18	1,13	1,05	1,02	1

Tabela 8.4.5 - VREDNOSTI KOEFICIJENTA K_D

$Re \cdot 10^{-3}$	2,1	2,3	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	9	10
K_D	1,9	3,3	4,4	6	10	12,2	15,5	19,5	24	27	30	33

Tabela 8.4.6 - VREDNOSTI ϵ_ϕ (OPSTRUJAVANJE CEVI)

ϕ°	90	80	70	60	50	40	30
ϵ_ϕ	1	1	0,99	0,93	0,87	0,76	0,67

Tabela 8.4.7 - VREDNOSTI ϵ_ϕ (OPSTRUJAVANJE SNOPI CEVI)

ϕ°	90	80	70	60	50	40	30	20	10
ϵ_ϕ	1	1	0,98	0,94	0,88	0,78	0,67	0,52	0,42

Tabela 8.4.8 - VREDNOSTI ϵ_s (OPSTRUJAVANJE SNOPI CEVI)

Snop cevi u koridurnom rasporedu	$\epsilon_s = (d/a_2)^{0,15}$
Snop cevi u šahovskom rasporedu	$\epsilon_s = (a_1/a_2)^{0,166}$ za $(a_1/a_2) < 2$ $\epsilon_s = 1,12$ za $(a_1/a_2) \geq 2$

Tabela 8.4.9 - VREDNOSTI KONSTANTI C_D I n PRI OPSTRUJAVANJU CILINDRA (CEVI)

Re	1 - 4	4 - 40	40 - 4 000	4 - 40 000	40 000 - 250 000
C_D	0,989	0,911	0,683	0,193	0,0266
n	0,330	0,385	0,466	0,618	0,805

Tabela 8.4.10 - PRIRODNA KONVEKCIJA (1)

$$\overline{Nu} = C \cdot (Gr \cdot Pr)^n \cdot \left(\frac{Pr}{Pr_s} \right)^{0,25}$$

Br.	Oblik i položaj čvrste površine, vrsta strujanja	C	n	Karakteristične veličine
(1)	Horizontalni cilindar $1 \cdot 10^3 < (Gr \cdot Pr) < 1 \cdot 10^8$	0,50	0,25	Dužina: (d) - spoljašnji prečnik cilindra Temperatura: (t_f) - srednja temperatura fluida daleko od zida cilindra osim u izrazu za Pr_s , gde je t_s - srednja temperatura površine zida. U izrazu za $Gr, \Delta t$ je razlika ($t_s - t_f$) (ili obrnuto).
(2)	Vertikalna površina (zid, cilindar) $1 \cdot 10^3 < (Gr \cdot Pr) < 1 \cdot 10^7$ $0,7 < Pr < 3 \cdot 10^3$	0,76	0,25	Dužina: (h) - visina zida, cilindra Temperatura: (t_f) - srednja temperatura fluida daleko od zida (osim u izrazu za Pr_s , gde je t_s - srednja temperatura površine zida). U izrazu za $Gr, \Delta t$ je razlika ($t_s - t_f$) (ili obrnuto).
(3)	Vertikalna površina (zid, cilindar) $(Gr \cdot Pr) > 1 \cdot 10^8$	0,15	0,33	

Tabela 8.4.11 - PRIRODNA KONVEKCIJA (1)

$$\overline{Nu} = C_D + C'' (Gr \cdot Pr)^{n''}$$

Br.	Oblik i položaj čvrste površine, vrsta strujanja	C_D	C''	n''	Karakteristične veličine
(1)	Horizontalni cilindar (Filmski režim) $Gr \cdot Pr < 10^{-3}$	0	<0,5	-	Dužina: (d) - spoljašnji prečnik cilindra ili kugle; Temperatura: (t_f) - srednja temperatura fluida koja se određuje iz izraza: $t_f = (t_1 + t_2)/2$.
(2)	Horizontalni cilindar (Prelazni režim) $10^{-3} < Gr \cdot Pr < 10^2$	0	1,18	0,125	
(3)	Horizontalni cilindar (Laminarna konvekcija) $10^2 < Gr \cdot Pr < 10^5$	0	$0,53 \left(\frac{Pr}{Pr_s + 0,952} \right)^{0,25}$	0,25	
(4)	Horizontalni cilindar (Turbulentna konvekcija) $Gr \cdot Pr > 10^5$	0	0,10	0,333	
(5)	Kugla (Filmski režim) $Gr \cdot Pr < 10^{-3}$	2	0	-	
(6)	Kugla (Prelazni režim) $10^{-3} < Gr \cdot Pr < 10^2$	2	0,282	0,37	
(7)	Kugla $10^2 < Gr \cdot Pr < 10^5$	2	0,5	0,25	
(8)	Kugla (Laminarna konvekcija) $10^5 < Gr \cdot Pr < 10^7$	0	0,49	0,25	
(9)	Vertikalni cilindar (Laminarna konvekcija) $2 \cdot 10^6 < Gr \cdot Pr < 4 \cdot 10^{10}$	0	0,726	0,25	
(10)	Vertikalni cilindar (Turbulentna konvekcija) $4 \cdot 10^{10} < Gr \cdot Pr < 10^{17}$	0	$0,0674 Pr^{0,057}$	0,333	
(11)	Ravan vertikalni zid (Laminarna konvekcija) $10^3 < Gr \cdot Pr < 10^9$	0	$\frac{0,618 Pr^{0,75}}{(0,861 + Pr)^{0,75}}$	0,25	Dužina: (h) - visina zida; Temperatura: (t_f) - srednja temperatura fluida koja se određuje iz izraza: $t_f = (t_1 + t_2)/2$.
(12)	Ravan vertikalni zid (Turbulentna konvekcija) $10^9 < Gr \cdot Pr < 10^{12}$ $0,7 < Pr < 10$	0	$\frac{0,0246 Pr^{0,667}}{(1 + 0,494 Pr^{0,667})^{1/4}}$	0,40	Dužina: (h) - visina zida; Temperatura: (t_f) - srednja temperatura fluida koja se određuje iz izraza: $t_f = (t_1 + t_2)/2$.
(13)	Ravan vertikalni zid (Turbulentna konvekcija) $10^7 < Gr \cdot Pr < 10^{17}$ $1 < Pr < 10$	0	0,13	0,33	

* Po nekim autorima $5 \cdot 10^2$

^{aa} Za horizontalan zid (ploču) koriste se izrazi koji važe za vertikalni zid, pri čemu dobijene vrednosti za Nusselt-ov broj treba povećati za $\sim 30\%$ u slučajevima kada se prelaz toplote vrši sa gornje površine zida na fluid ili sa fluida na donju površinu, odnosno smanjiti za $\sim 30\%$ u slučajevima kada se prelaz toplote vrši sa fluida na gornju površinu zida (ili sa donje površine na fluid). Karakteristična dužina u ovom slučaju je dužina kraće stranice zida (ploče).

Za nagnuti vertikalni zid vrednost za Nusseltov broj treba pomnožiti sa $c_\theta = (\cos \theta)^{-0,25}$ u slučajevima kada se prelaz toplote vrši sa gornje površine zida na fluid ili sa fluida na donju površinu, odnosno sa $c_\theta = (\cos \theta)^{0,25}$ u slučajevima kada se prelaz toplote vrši sa fluida na gornju površinu zida (ili sa donje površine na fluid). Karakteristična dužina u ovim slučajevima je dužina zida (ploče) koja se vertikalnom ravni zaklapa oštar ugao θ .

b) PRLAZ TOPLOTE SA PROMENOM FAZE

Tabela 8.4.12 - KOEFICIJENT PRLAZA TOPLOTE PRI STACIONARNOM PROCESU FILMSKE KONDENZACIJE (čiste suvozasice pare u nepokretnoj i nepokretnoj izotermnoj površini)

$$\overline{Nu} = C_1 (Ar \cdot Pr \cdot K)^{0,25} C_2$$

Br.	Položaj površine i način oticanja filma kondenzata	C_1	Karakteristična dužina	Oznake i napomene
(1)	Spoljašnja površina horizontalne cevi; Stogo laminaran $W^2 \cdot \rho'' < 1$	0,728	Spoljašnji prečnik	$Ar = \frac{g D^3}{\nu^2} (1 - \frac{\rho''}{\rho})$; $Pr = \frac{\nu}{\alpha}$ $K = \frac{\rho''}{\rho} (\frac{\rho''}{\rho} - \frac{\rho''}{\rho})$ Dati izrazi važe za: $K > 5$ i $1 < Pr < 100$
(2)	Unutrašnja površina kratke horizontalne cevi pri malim brzinama doticanja pare $Re = \frac{w'' d}{\nu} < 35 \cdot 10^3$	0,555	Unutrašnji prečnik	Sve fizičke osobine kondenzata (sa indeksom *), gustina suvozasice pare ρ'' i ukupna toplota isparavanja r odnose se na temperaturu zasićenja (T_g) a fizičke osobine kondenzata (sa indeksom *) na temperaturu površine zida (T_p). Za pregrevanu paru umesto r uzeti razliku entalpija $i'' - i''_s$, a za vlažnu paru razliku $i'' - i''_s$. Popravka za nagnuti zid (ne važi za nagnutu cev) je $\epsilon = \sqrt{\sin \phi}$ za $\phi = 90^\circ$ $\epsilon = 1$; ϕ - ugao između nagnutog zida i horizontalne ravni.
(3)	Vertikalna površina (zid, spoljašnja ili unutrašnja površina cevi); - Stogo laminaran $K > K_{kr}$; $\frac{\overline{Nu}}{KPr} < 1$ $\frac{W^2 \rho''}{g^2} < 0,1$	0,943 C_2		Popravka zbog promenljivosti fizičkih osobina kondenzata u filmu $\epsilon_T = \left(\frac{\lambda''}{\lambda''_s} \right)^{0,375} \cdot \left(\frac{\mu''}{\mu''_s} \right)^{0,125}$ za $0,5 < \frac{\lambda''}{\lambda''_s} < 2$ i $0,1 < \frac{\mu''}{\mu''_s} < 1$ Popravka za valovito oticanje filma kondenzata $C_2 = 1$ za $\frac{\overline{Nu}}{KPr} < 1$ $C_2 = \left(\frac{\overline{Nu}}{KPr} \right)^{0,04}$ za $1 < \frac{\overline{Nu}}{KPr} < 400$ $K_{kr} = 43,47 \cdot 10^{-5} \frac{Ar}{Pr}^{0,333}$ w'' - brzina doticanja pare; Smer doticanja pare poklapa se sa smerom oticanja kondenzata.
(4)	- Laminaran i valovit $K > K_{kr}$; $1 < \frac{\overline{Nu}}{KPr} < 400$ $\frac{W^2 \rho''}{g^2} < 0,1$	0,943 C_2 C_3	Ukupna visina	
(5)	- Turbulentan na donjem delu površine $K < K_{kr}$; $\frac{\overline{Nu}}{KPr} > 400$ $\frac{W^2 \rho''}{g^2} < 0,1$			

*) U praksi i pare koja dotiče (struji) malom brzinom.

Tabela 8.4.13 - KOEFICIJENT PRLAZA TOPLOTE PRI STACIONARNOM PROCESU FILMSKE KONDENZACIJE (čiste suvozasice pare koja struji duž - oko čvrste nepokretne izotermne površine)

Br.	Položaj površine i način oticanja filma kondenzata	Izrazi za određivanje koeficijenta prelaza topline	Karakteristične veličine i napomene
(1)	Spoljašnja površina horizontalne cevi; laminarno oticanje filma kondenzata; $\frac{W^2 \rho''}{g} > 1$ $0,05 < p < 1 \text{ bar}$; $\Delta T = 2-20$ K $\frac{W^2 \rho''}{g} < 800$	$\frac{\overline{Nu}}{Pr} = 28,32 \left(\frac{W^2 \rho''}{g} \right)^{0,005} \left(\frac{\overline{Nu}}{Pr} \right)^{-0,56}$ $\frac{\overline{Nu}}{Pr} = \frac{W^2 \rho''}{g} \left(\frac{\overline{Nu}}{Pr} \right)^{-0,56}$	\overline{Nu}_0 - Nusselt-ov broj pri filmskoj kondenzaciji nepokretne pare (Tabela 8.4.11, br. 1); \overline{C}_0 - koeficijent prelaza topline pri filmskoj kondenzaciji nepokretne pare; \overline{C}_w - koeficijent prelaza topline pri filmskoj kondenzaciji pare koja struji; \overline{w}'' - brzina pare ispred cevi; \overline{w}_n - brzina pare ispred cevi u n-tom redu cevog snopa;
(2)	Spoljašnja površina horizontalnih cevi u cevnom snopu; laminarno oticanje filma kondenzata $\frac{W^2 \rho''}{g} > 1$ $0,05 < p < 1 \text{ bar}$; $\Delta T = 2-20$ K $\frac{W^2 \rho''}{g} < 800$	$\overline{a}_w = \overline{a}_w C_1$ \overline{a}_w - koeficijent prelaza topline prvog reda (Tabela 8.4.12, br.1) $\overline{a}_{w,sn} = \frac{\sum_{i=1}^n \overline{a}_w A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$ \overline{a}_w - koeficijent prelaza topline i-tog reda; A_i - ukupna površina i-tog reda; Ako je $A_1 = A_2 = \dots = A_n$, tada je $\overline{a}_{w,sn} = \frac{\sum_{i=1}^n \overline{a}_w}{n} = \overline{a}_w$ $\overline{a}_{w,sn}$ - koeficijent prelaza topline za ceo cevni snop;	Dužina: (d_s) - spoljašnji prečnik cevi; Temperatura: (T_g) - temperatura zasićenja; ϵ - popravka na uticaj kondenzata koji se sliva sa gornjih redova na i-ti red; (slika 8.4.15); $\overline{\epsilon}_n$ - srednja vrednost popravke za ceo cevni snop od n redova (slika 8.4.16);
(3)	Unutrašnja površina vertikalne cevi; laminarno i valovito oticanje filma kondenzata; $\frac{\overline{Nu}}{KPr} < 400$ $\frac{W^2 \rho''}{g} > 0,1$ $2,5 \cdot 10^{-4} < Re < 10^5$; $\frac{W^2 \rho''}{g} < 10^{-3}$ $\frac{W^2 \rho''}{g} > 0,1$; $1 < 100 \frac{d_u}{d_w}$	$\overline{Nu}_w = 0,28 Re^{0,6} \left[KPr \frac{W^2 \rho''}{g} \left(\frac{d_u}{d_w} \right)^2 \right]^{0,333}$	Dužina: (d_u) - unutrašnji prečnik cevi; Temperatura: (T_g) - temperatura zasićenja; \overline{w}'' - brzina pare na ulazu u cev (smer strujanja pare poklapa se sa smerom oticanja kondenzata); l - visina cevi; $Re = \frac{w'' d_u}{\nu}$ $K = \frac{r}{p} \left(\frac{\rho''}{\rho} - \frac{\rho''}{\rho} \right)$ $Pr = \frac{\nu}{\alpha}$; $\overline{Nu}_w = \frac{\overline{a}_w d_u}{\lambda}$
(4)	Unutrašnja površina vertikalne i horizontalne cevi; turbulentno oticanje filma kondenzata $Re = \frac{w'' d_u}{\nu} > 5 \cdot 10^3$; $Pr = \frac{\nu}{\alpha} < 1$ $12,2 < p < 88,2$ bar $0 < x_1 < 1$; $0 < x_2 < 1$	$\overline{Nu}_w = CR_0^{0,6} Pr^{0,43} \left[\frac{1}{2} (1+x_1) \left(\frac{\rho''}{\rho} - 1 \right) + \sqrt{1 + x_2 \left(\frac{\rho''}{\rho} - 1 \right)} \right]$ $C = 0,024$ za čelične cevi $C = 0,032$ za bakarne cevi	\dot{m}_{sm} - maseni protok mešavine; x_1 - stepen suvoće pare na ulazu; x_2 - stepen suvoće pare na izlazu; Dužina: (d_u) - unutrašnji prečnik cevi; Temperatura: (T_g) - temperatura zasićenja;
(5)	Vertikalni zid; laminarno i valovito oticanje filma kondenzata; $\frac{\overline{Nu}_w}{KPr} < 400$ $\frac{W^2 \rho''}{g} > 0,1$	$\overline{a}_w = \overline{a}_w C_w$ $C_w = f \left(\frac{W^2 \rho''}{g} \right)$	\overline{w}'' - brzina pare; Dužina: (l) - visina zida Temperatura: (T_g) - temperatura zasićenja; ϵ_w - popravka na uticaj brzine pare (slika 8.4.17); $K = \frac{r}{p} \left(\frac{\rho''}{\rho} - \frac{\rho''}{\rho} \right)$; $Pr = \frac{\nu}{\alpha}$; $\overline{Nu}_w = \frac{\overline{a}_w l}{\lambda}$

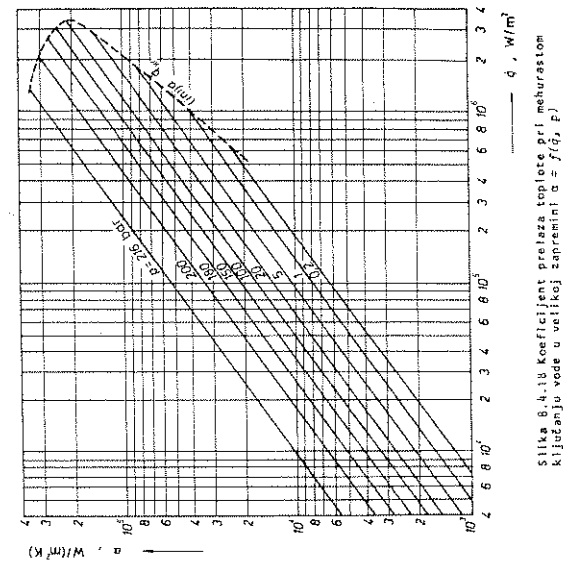
Tabela 8.4.14 - KOEFICIJENT PRELAZA TOPLOTE PRI RAZVIJENOM MEHURASTOM KLJUČANJU TEČNOSTI NA ČVRSTOJ IZOTERMOJ POVRŠINI

Pri zadatoj razlici temperatura $\bar{Nu} = C_2 Pr^n k^m \left(\frac{\Delta T}{T_s}\right)^p$

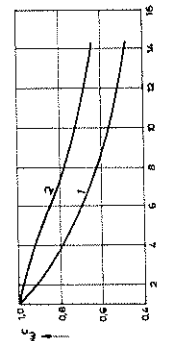
Pri zadatom termičkom fluxu $\bar{Nu} = C_2' Pr^{m'} \left(\frac{\bar{q}}{T_s}\right)^{p'}$

Br.	Vrsta mehurastog ključanja	C_2 (C_2')	m (m')	n (n')	p (p')	Oznake i napomena
(1)	Ključanje tečnosti u velikoj zapremini (prirodna konvekcija) $0,05 \leq \frac{1}{KPr^{0,666} \frac{\Delta T}{D}} \leq 1,6$ ($10^{-5} \leq \frac{\bar{Nu}}{KPr^{0,666} \frac{\Delta T}{D}} \leq 10^{-2}$)	$3,91 \cdot 10^{-3}$ (0,0625)	-0,333 (-0,167)	-1 (0,5)	1 (0,5)	$Ar = \frac{g D^3 \rho (\rho_L - \rho_V)}{\mu^2} (1 - \frac{\rho_V}{\rho_L})$; $Pr = \frac{c_p \mu}{k}$; $K = \frac{k_L}{D} \left(\frac{T_s - T_{f,0}}{T_s - T_{f,w}} \right)$ $\frac{\bar{Nu}}{K} = \frac{\bar{q} (T_s - T_{f,w}) / 10^6}{\frac{k_L}{D} \left(\frac{T_s - T_{f,w}}{T_s - T_{f,w}} \right)}$ Karakteristična dužina je: $L = \frac{c_p \mu^2 T_s}{(T_s - T_{f,w})^2}$
(2)	Ključanje tečnosti u velikoj zapremini (prirodna konvekcija) $1,6 \leq \frac{1}{KPr^{0,666} \frac{\Delta T}{D}} \leq 200$ ($10^{-2} \leq \frac{\bar{Nu}}{KPr^{0,666} \frac{\Delta T}{D}} \leq 10^4$)	$2,63 \cdot 10^{-3}$ (0,125)	-0,908 (-0,137)	-1,86 (0,65)	1,86 (0,65)	Sve fizičke osobine tečnosti (sa indeksom n), gustina suvozasicene pare ρ_V i ukupna toplota isparavanja r odnose se na temperaturu zasićenja (T_s). Dati izrazi važe za: $0,86 \leq Pr \leq 7,6$ $0,045 \leq p \leq 175 \text{ bar}$
(3)	Ključanje tečnosti u velikoj zapremini (prirodna konvekcija - uprošćeni izrazi)	$\bar{u} = 0,56 \sqrt[0,15]{\frac{q_w}{Pr^{0,7}}}$ $\bar{u} = 0,145 \sqrt[0,15]{\frac{q_w}{Pr^{0,7}} (T_s - T_{f,w})^{2,33}}$				Izrazi važe samo za vodu pri: $5 < \Delta T < 25 \text{ K}$ $1 < p < 28 \text{ bar}$ $4600 \leq \dot{q} < 1,16 \cdot 10^6 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$
(4)	Početak prelaza razvijenog mehurastog ključanja u filmsko ključanje (prvo krizno stanje)	$\frac{\bar{Nu}_K}{K} \text{Kr}_L = 68 Ar^{0,444} Pr^{0,666} \frac{\Delta T}{D}$				Izraz važi za: $0,86 \leq Pr \leq 13,1$ $1 \leq p \leq 185 \text{ bar}$
(5)	Ključanje tečnosti pre strujanja kroz cevi (prirodna konvekcija)	$\bar{a}_w = \bar{a}$ pri $\frac{a}{a_K} < 0,5$ $\bar{a}_w = \frac{4\bar{a} + \bar{a}_K}{5 + \frac{\bar{a}}{\bar{a}_K}}$ pri $0,5 < \frac{a}{a_K} < 2$ $\bar{a}_w = \bar{a}_K$ pri $\frac{a}{a_K} > 2$				\bar{a}_w - koeficijent prelaza topline pri mehurastom ključanju tečnosti koja struji kroz cev; \bar{a} - koeficijent prelaza topline pri prirodnom strujanju jednofazne tečnosti kroz cev (tabela 8.4.1, br. 5); \bar{a}_K - koeficijent prelaza topline pri mehurastom ključanju tečnosti u velikoj zapremini. Dati izrazi važe za vodu pri: $1 < p < 86 \text{ bar}$; $0,2 < v < 6,7 \text{ m/s}$; Zapreminski udeo pare < 70 %.

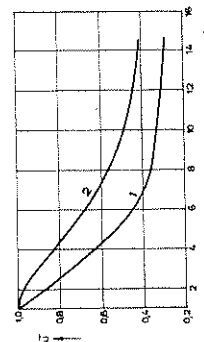
* Po nekim autorima ovaj opseg se proširuje na $0,2 < p < 80 \text{ bar}$.



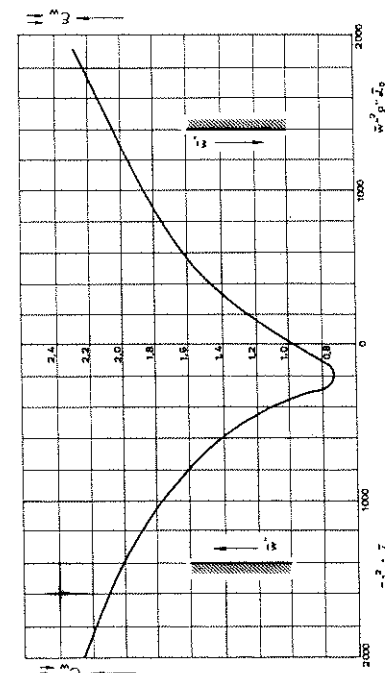
Slika 8.4.18 Koeficijent prelaza topline pri mehurastom ključanju vode u velikoj zapremini $a = f(\dot{q}, p)$



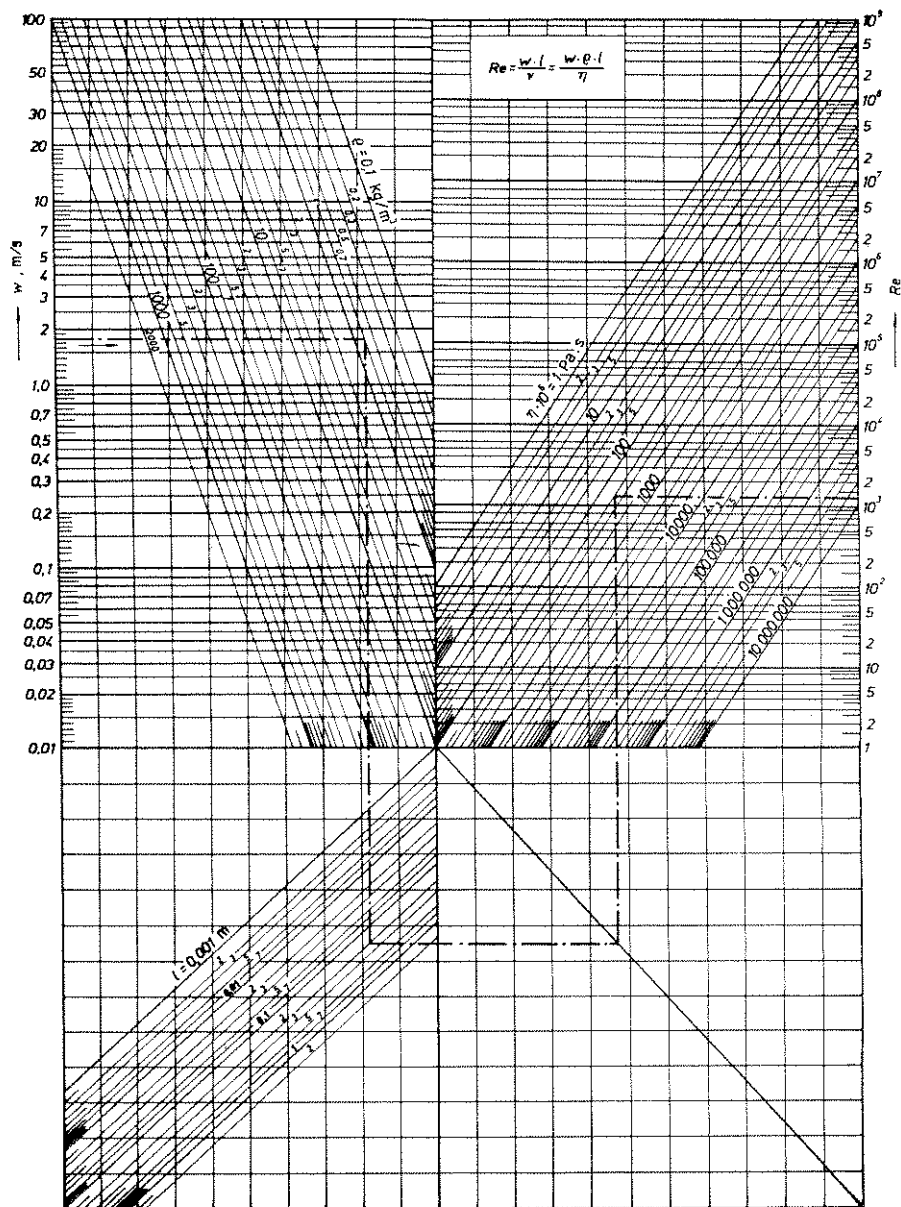
Slika 8.4.15 - Srednja vrednost popravke za ceo cevni snop od n redova, I - koridoran raspored; 2 - šahovski raspored



Slika 8.4.16 - Popravka na uticaj kondenzata koji se silva sa gornjih redova na I - i II red; 1 - koridoran raspored; 2 - šahovski raspored

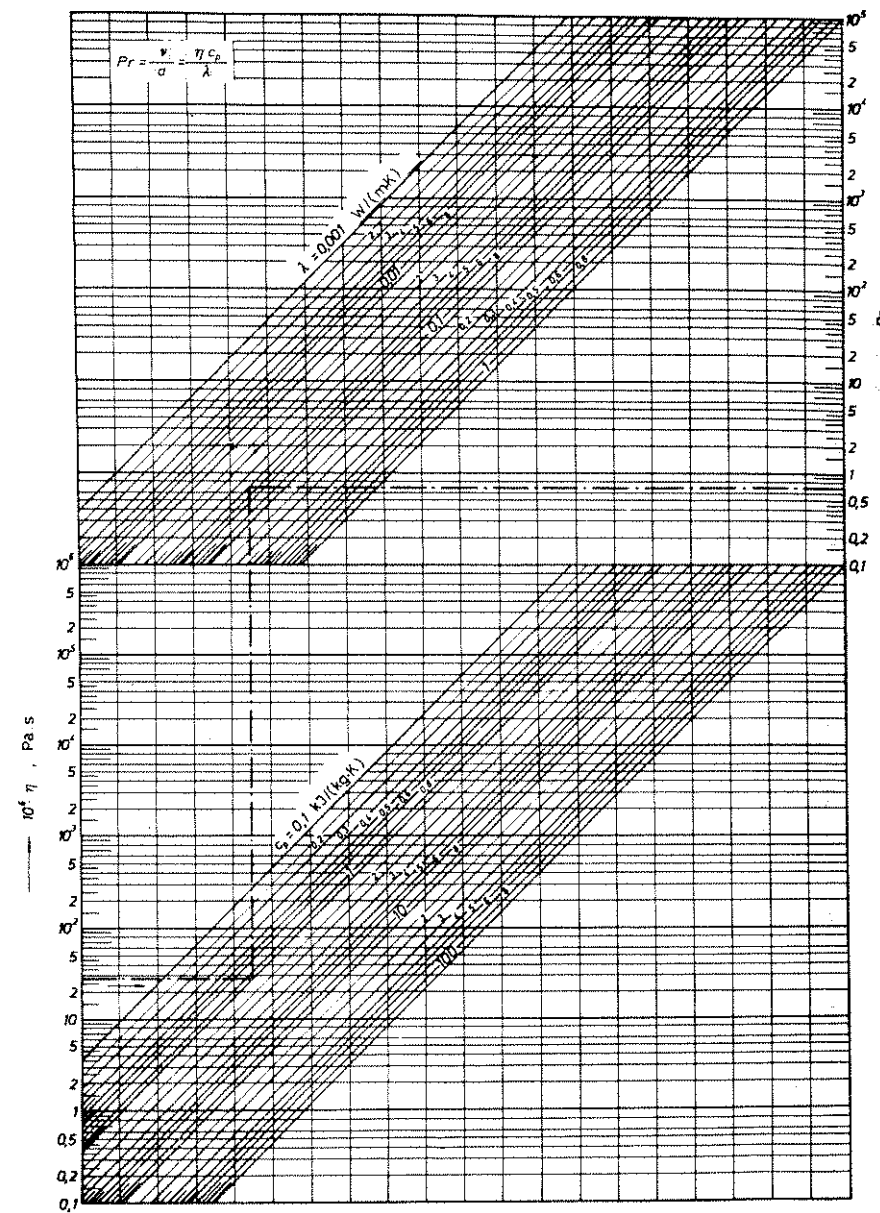


Slika 8.4.17 - Popravka na uticaj brzine pare



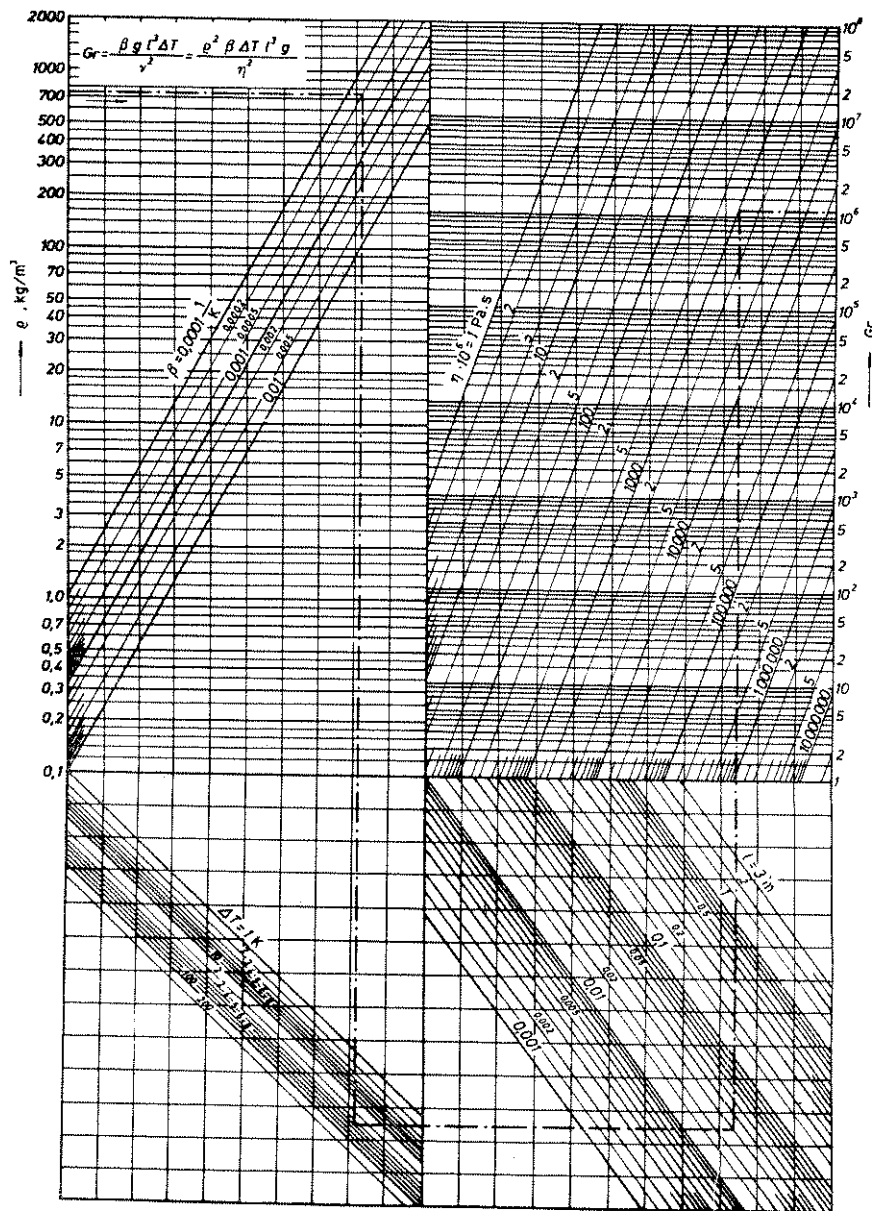
Slika 8.4.19 Nomogram za određivanje Reynolds-ovog broja

Primer: $w = 1,8 \text{ m/s}$; $\rho = 0,7 \text{ kg/m}^3$; $l = 0,2 \text{ m}$; $\eta = 200 \cdot 10^{-6} \text{ Pa}\cdot\text{s}$; $\rightarrow Re = 1260$.



Slika 8.4.20 Nomogram za određivanje Prandtl-ovog broja

Primer: $\eta = 28 \cdot 10^{-6} \text{ Pa}\cdot\text{s}$; $c_p = 1 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$; $\lambda = 0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$; $\rightarrow Pr = 0,7$.



Slika 8.4.21. Nomogram za određivanje Grashof-ovog broja
 Primer: $\rho = 750 \text{ kg/m}^3$; $\beta = 0,0002 \text{ 1/K}$; $\Delta T = 40 \text{ K}$; $l = 0,03 \text{ m}$;
 $\eta = 1000 \cdot 10^{-4} \text{ Pa}\cdot\text{s}$; $Gr = 1,192 \cdot 10^6$

8.5 RAZMENA TOPLOTE ZRAČENJEM

8.5.1 - TERMIČKI FLUKS PRI ZRAČENJU SIVE POVRŠINE TELA "1" NA SIVU POVRŠINU TELA "2"

$$\dot{Q}_{12} = c_{12} \cdot H_{12} \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \quad \text{W}$$

$c_{12}, \text{W/(m}^2\text{K}^4)$ - efektivna konstanta zračenja

$$c_{12} = c_0 \cdot \epsilon_{red}$$

$c_0 = 5,67 \text{ W/(m}^2\text{K}^4)$ - konstanta zračenja apsolutno crnog tela

ϵ_{red} - redukovani koeficijent emisije pri uzajamnom zračenju površine tela "1" na površinu tela "2"

A. Za zatvorene sisteme (prostor potpuno ograničen površinama, površine su sa malim međusobnim rastojanjem u odnosu na njihove dimenzije i cilindrične površine sa malim prečnicima u odnosu na njihove dužine, slučajevi 1, 2, 3, 4, 5, 6, i 16 Tabela 8.5.5).

$$\epsilon_{red} = \frac{1}{1 + \left(\frac{1}{\epsilon_1} - 1 \right) \phi_{12} + \left(\frac{1}{\epsilon_2} - 1 \right) \phi_{21}}$$

B. Za otvorene sisteme kod kojih je reflektovano zračenje A_2 malo u odnosu na zračenje A_1 , slučajevi 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 i 15 Tabela 8.5.5, pri proračunima za praktične svrhe, može se iskoristiti izraz:

$$\epsilon_{red} \approx \epsilon_1 \cdot \epsilon_2$$

C. Za sistem sa apsolutno crnim telima $\epsilon_{red} \approx 1$

ϵ_1 i ϵ_2 - koeficijenti emisije površina tela "1" i tela "2"

H_{12}, m^2 - efektivna površina uzajamnog zračenja

$$H_{12} = \phi_{12} A_1$$

ϕ_{12} - geometrijski faktor uzajamnog zračenja površine tela "1" i "2"

A_1 - površina tela "1"

T_1 i T_2 - srednje temperature površina tela "1" i tela "2"

Napomena: Izraz za termički fluks pri zračenju može se napisati u obliku analognom termičkom flukšu pri konvekciji, na sledeći način:

$$\dot{Q}_{12} = c_{12} \beta (T_1 - T_2) H_{12} = \alpha_n (T_1 - T_2) H_{12} \quad \text{W}$$

$\alpha_n = c_{12} \beta$ - koeficijent prelaza toplote zračenjem

β - temperaturski koeficijent

$$\beta = \frac{\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4}{T_1 - T_2} \quad \text{K}^{-3}$$

H_{12} - efektivna površina zračenja, analogna površini ravnog zida kod konvekcije

Tabela 8.5.2 - Koeficijenti emisije zračenja u pravcu normale za neke metale^{a)}

Metali	Stanje površine	$t, ^\circ\text{C}$	ϵ_n
Aluminijum	gruba	25	0,070
	polirana	23	0,040
		225	0,039
		575	0,057
	valjana	170	0,039
	oksidisana pri 600°C	200	0,110
		600	0,190
- lim za krovove	-	43	0,216
Bakar	(elektrolitički čist) fino polirana	80	0,018
	polirana	20	0,030
		115	0,023
	oksidisana	130	0,760
	oksidisana pri 600°C	200	0,570
		600	0,550
	valjana	-	0,640
	topljena	1075	0,160
		1275	0,130
- cev	-	-	0,360
Bakarni oksid	-	800	0,660
		1100	0,540
Bismut	svetla	80	0,340
Cink	polirana	230	0,045
		325	0,053
		20	0,250
		50	0,210
	tamna	280	0,210
		400	0,110
		28	0,228
		24	0,276
	oksidisana pri 400°C	400	0,110
	siva oksidisana	24	0,276
Čelik	oksidisana, hrapava	40	0,940
		370	0,970
		200	0,790
	oksidisana pri 600°C	600	0,790
		940	0,520
		1100	0,610
	brušena	940	0,520
	valjana	20	0,570
	sa slojem oksida, hrapava	25	0,800
	-	0	0,745
- lim	-	200	0,800
- cev	-	200	0,800
Čelični liv	polirana	770	0,520
		1040	0,560

nastavak

Metali	Stanje površine	$t, ^\circ\text{C}$	ϵ_n
Gvozdje	(elektrolitičko) fino polirano	175	0,052
		225	0,064
		425	0,144
		1020	0,377
	sjajno izbrušena	20	0,240
	jako zardjela	20	0,850
	oksidirana, glatko	125	0,780
		525	0,820
	valjana	20	0,770
	vatrostalna, oksidisana	80	0,613
	glatka	900	0,660
		1040	0,600
- lim	neobradjena	925	0,870
- liveno		1115	0,950
Hrom	polirana	150	0,058
Hrom-čelik lim	oksidisana	-	0,870
Hrom - nikl	-	52	0,640
		1035	0,760
Kalaj	sjajna	20	0,070
-kalaisani čel. lim	-	24	0,056 do 0,086
Manganin	valjana, glatka	118	0,048
Mesing	polirana	19	0,050
		300	0,032
		56	0,202
		338	0,221
	valjana, gruba	22	0,060
	oksidisana	338	0,220
	oksidisana pri 600°C	200	0,610
		600	0,590
Holibden - nit	-	725	0,096
		2600	0,292
Nikl	polirana	100	0,045
		230	0,078
		375	0,087
		100	0,410
	tamna	20	0,111
	-	185	0,096
		1000	0,186
	polirana	24	0,056
- poniklovan gvozdeni lim	-	650	0,590
		1255	0,860

Tabela 8.5.3 - Koeficijenti emisije zračenja u pravcu normale na površinu za neke tehničke materijale^{a)}

M a t e r i j a l	Stanje površine	$t, ^\circ\text{C}$	ϵ_n
Azbest - karton - papir	-	24	0,960
	-	40	0,930
	-	270	0,950
	- ploče za krov (škrlj.)	20	0,960
Beton	hrapava	38	0,940
Čadj	-	0	0,945
		370	0,945
Dinas opeka	gledjosana, hrapava	1100	0,850
	negledjosana, hrapava	1000	0,800
Drvo - bukovo - hrastovo	rendisano	20	0,900
		70	0,925
	rendisano	70	0,935
	rendisano	21	0,885
Gips	-	0	0,900
		200	0,900
Glina	pečena	70	0,910
Granit	brušena	-	0,427
Guma - meka - tvrda	siva	24	0,950
	crna, hrapava	24	0,950
Korundov prah na papiru	hrapava	80	0,855
Krovna lepenka	-	20	0,930
Kvarc, topljen	hrapava	20	0,930
Led	glatka	0	0,966
	hrapava, grubl kristall	0	0,985
Linoleum	-	20	0,885
Magnezitna opeka	-	1390	0,350
Mermer	svetlosiva, polirana	22	0,930
	glatka, brušena	-	0,545
Opeka	crvena, hrapava	20	0,930
Pamuk	-	-	0,780
Papir	-	20	0,800
	-	95	0,920
Pesak	suv	20	0,900
	vlažen	20	0,950
Peščar	glatka, brušena	-	0,576
Porculan	gledjosana	20	0,930
Silikatna opeka	hrapava	1000	0,800
		1220	0,660
Sneg	sveže napadao	0	0,820
Staklo	glatka	20	0,900
		90	0,940
Samot - opeka	-	1200	0,600
	gledjosana	1000	0,750
		1220	0,600
Škrljajac	brušena	60	0,665
		200	0,665

*) Videti napomenu iza tabele 8.5.4

nastavak

M a t e r i j a l	Stanje površine	$t, ^\circ\text{C}$	ϵ_n
Škrljajac	brušena	60	0,665
		200	0,665
Ter papir	-	20	0,930
Ugalj, čist - nit	brušena	125	0,810
		625	0,790
	-	1040	0,530
		1405	0,530
Voda, duboka	-	0	0,960
		100	0,960
Vuneno sukno	-	20	0,750
Halter, krečni	bele, hrapava	20	0,930
		200	0,930

Tabela 8.5.4 - Koeficijent emisije zračenja u pravcu normale na površinu za neke premaze^{a)}

P r e m a z	Stanje površine	$t, ^\circ\text{C}$	ϵ_n
Aluminijumske boje (razne)	hrapava, glatka	100	0,27-0,67
Aluminijumska bronza	-	100	0,20-0,40
Aluminijumski lak	hrapava	20	0,390
Bakelitni lak	-	80	0,935
Emajl lak (topljeni)	bele, hrapava	20	0,900
Lak - bel - crni	-	40	0,800
		95	0,950
	sjajna	25	0,876
	mat	40	0,960
- špiritusni - za radiatora		95	0,980
	crna, sjajna	25	0,820
Minijum	-	100	0,925
		20	0,930
		100	0,930
Premaz od vodenog stakla sa žadjl	-	20	0,960
		100	0,960
Šlak, crni	sjajna	21	0,820
	mat	75	0,910
		145	0,910
Ulje	debeli sloj	-	0,820
Uljne boje (razne)		0	0,885
		200	0,885
Uljni premaz	glatka	-	0,780

*) Ukupni koeficijent emisije $\epsilon_{\Sigma} = 2 \cdot \epsilon_n$ za polirane metalne površine;
 $\epsilon = 0,95 \cdot \epsilon_n$ za glatke nemetalne površine;
 $\epsilon = 0,98 \cdot \epsilon_n$ za hrapave površine.

0.5.5 - GEOMETRIJSKI FAKTORI I EFEKTIVNA PLOŠTA UZAJAMNOG ZRAČENJA

ZA NEKE SLUČAJEVE

Slučaj	Uzajamni položaj i oblik površina	Skica	Geometrijski faktor i efektivna površina uzajamnog zračenja
1	Dve površine obrazuju zatvoreni sistem*. Manja površina nije ugnuta.		$\phi_{12} = 1; \phi_{21} = \frac{A_1}{A_2}; H_{12} = A_1$
2	Dve površine obrazuju zatvoreni sistem*. Manja površina je ugnuta.		$\phi_{12} = \frac{D}{A_1}; \phi_{21} = \frac{D}{A_2}; H_{12} = D$ D - površina nategnuta na konturu
3	Dva paralelna zida sa velikim razmerama u poređenju sa međusobnim odstojanjem		$\phi_{12} = \phi_{21} = 1; H_{12} = A_1 = A_2$
4	Dva paralelna zida i ispušteno telo		$\phi_{12} = \phi_{21} = 1; \phi_{23} = \phi_{13} = 0;$ $\phi_{31} = \phi_{32} = \frac{1}{2}; H_{13} = H_{23} = \frac{1}{2} A_3$
5	Tri površine obrazuju zatvoreni sistem*.		$\phi_{12} = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{A_2}{A_1} - \frac{A_3}{A_1} \right);$ $H_{12} = \frac{1}{2} (A_1 + A_2 - A_3)$
6	Četiri površine obrazuju zatvoreni sistem*.		$H_{12} = \frac{1}{2} (D_1 + D_2 - A_3 - A_4);$ $H_{31} = \frac{1}{2} (A_3 + A_4 - D_1);$ $H_{14} = \frac{1}{2} (A_1 + A_4 - D_2);$
7	Dve paralelne trake različitih širina		$H'_{12} = \sqrt{\frac{1}{4}(a_2 + a_1)^2 + h^2} - \sqrt{\frac{1}{4}(a_2 - a_1)^2 + h^2}$ H'_{12} - redukovano na 1 m dužine
8	Dve paralelne trake ili pravougaonika istih dimenzija		
9	Dva kruga u paralelnim ravnima, sa centrima na istoj osi normalnoj na ravni		$(\phi_{12}), R_1 = \frac{r_1}{a}; R_2 = \frac{r_2}{a};$ $(\phi_{21}), R_1 = \frac{r_2}{a}; R_2 = \frac{r_1}{a};$

* Vidi napomenu na str.149.

nastavak

Slučaj	Uzajamni položaj i oblik površina	Skica	Geometrijski faktor i efektivna površina uzajamnog zračenja
10	Elementarna površina ΔA_1 i pravougaonik u paralelnim ravnima. Normala spuštana iz temena pravougaonika prolazi kroz središte elementarne površine		
11	Elementarna površina ΔA_1 i pravougaonik u dvema normalnim ravnima. Normala iz temena pravougaonika prolazi kroz središte elementarne površine		
12	Dva pravougaonika sa zajedničkom stranom		$(\phi_{12}), B = \frac{c}{a}; C = \frac{b}{a};$ $(\phi_{21}), B = \frac{b}{a}; C = \frac{c}{a};$

slučaj	Uzajamni položaj i oblik površina	Skica	Geometrijski faktor i efektivna površina uzajamnog zračenja
13	Dva paralelna cilindra sa istim prečnicima		$\phi_{12} = \frac{1}{\pi} \left[\arcsin \frac{d}{s} + \sqrt{\left(\frac{s}{d}\right)^2 - 1} - \frac{s}{d} \right]$ $H_{12} = \sqrt{s^2 - d^2} + d \cdot \arcsin \frac{d}{s} - s$ $H_{12} - \text{redukovano na 1 m dužine}$
14	Neograničena ravan i jednoređni snop cevi		$\phi_{12} = 1 - \sqrt{1 - \left(\frac{d}{s}\right)^2} + \frac{d}{s} \arctg \sqrt{\left(\frac{s}{d}\right)^2 - 1}$ $\phi_{21} = \frac{1}{\pi} \left[\frac{s}{d} - \sqrt{\left(\frac{s}{d}\right)^2 - 1} + \arctg \sqrt{\left(\frac{s}{d}\right)^2 - 1} \right]$ $H_{12} = \phi_{12} \cdot \pi = \phi_{21} \cdot \pi \cdot d$ $H_{12} - \text{redukovano na jednu cev i 1 m dužine}$
15	Neograničena ravan (1) i snop cevi (2) sa n-redova cevi		$\bar{\phi}_{12} = 1 - (1 - \phi_{12})^n; \bar{H}_{12} = \bar{\phi}_{12} \cdot d$ $\phi_{12} - \text{za jednoređni snop cevi (vidi slučaj br. 14)}$ $n - \text{broj redova cevi}$
16	Zatvoreni sistem koji se sastoji od površina 1 i 2 kroz koje se provodi toplota i reflektivne površine R koja ne provodi toplotu		$\bar{\phi}_{12} = \phi_{12} + \frac{1}{\frac{1}{\phi_{1R}} + \frac{A_1}{A_2} \frac{1}{\phi_{2R}}}$ $\bar{H}_{12} = A_1 \bar{\phi}_{12}$ $\phi_{12}, \phi_{1R}, \phi_{2R} - \text{izračunavaju se za odgovarajuće slučajeve posebno}$
16a	Podslučaj slučaja br. 16; neograničena ravan (1) i jednoređni ili dvoređni snop cevi (2), reflektivna povr. R iz snopa		$\bar{\phi}_{12} = \phi_{12}(2 - \phi_{12}); \bar{H}_{12} = A_1 \bar{\phi}_{12} = A_2 \bar{\phi}_{21}$ $- \text{za jednoređni snop } \phi_{12} = \phi_{12} \text{ (vidi slučaj 14)}$ $- \text{za dvoređi (n=2) - vidi slučaj 15}$
16b	Podslučaj slučaja br. 16; površine (1) i (2) nisu ugnute		$\bar{\phi}_{12} = \frac{A_2 - A_1 \phi_{12}}{A_1 + A_2 - 2A_1 \phi_{12}}; \bar{H}_{12} = A_1 \bar{\phi}_{12}$
16c	Podslučaj slučaja br. 16; površine (1) i (2) su jednake i paralelne (krugovi; kvadrati; pravougaonici i slično)		$\bar{\phi}_{12} = \frac{1 + \phi_{12}}{2}; \bar{H}_{12} = A_1 \bar{\phi}_{12}$

* Obrasci važe i u slučaju da su 1, 2, 3, 4 i R dugačke cilindrične površine sa paralelnim izvodnicama. Pri tom su skice poprečni presezi cilindričnih površina; A_1, A_2 itd. se svode na 1 m dužine sistema.

Tabela 8.5.6 - Četvrti stepeni apsolutne temperature $(T/100)^4, K^4$

t °C	$(T/100)^4$ K ⁴	t °C	$(T/100)^4$ K ⁴	t °C	$(T/100)^4$ 10 ³ ·K ⁴	t °C	$(T/100)^4$ 10 ³ ·K ⁴
0	55,67	260	808,0	610	6,083	1220	49,707
5	59,86	270	870,3	620	6,364	1240	52,424
10	64,28	280	936,2	630	6,653	1260	55,251
15	68,94	290	1005,8	640	6,953	1280	58,191
20	73,85	300	1079,1	650	7,263	1800	61,246
25	79,02	310	1156	660	7,582	1320	64,421
30	84,46	320	1238	670	7,913	1340	67,717
35	90,17	340	1413	680	8,254	1360	71,138
40	96,16	350	1508	690	8,605	1380	74,688
45	102,45	360	1607	700	8,968	1400	78,368
50	109,05	370	1711	720	9,729	1420	82,183
55	115,96	380	1820	740	10,536	1440	86,135
60	123,2	390	1934	760	11,393	1460	90,229
65	130,7	400	2053	780	12,302	1480	94,466
70	138,7	410	2178	800	13,263	1500	98,851
75	146,9	420	2308	820	14,280	1520	103,39
80	155,5	430	2445	840	15,354	1540	108,08
85	164,5	440	2587	860	16,487	1560	112,98
90	173,9	450	2735	880	17,682	1580	117,93
95	183,7	460	2889	900	18,941	1600	123,11
100	193,9	470	3050	920	20,267	1620	128,45
110	215,5	480	3218	940	21,660	1640	133,97
120	238,9	490	3392	960	23,124	1660	139,66
130	264,2	500	3573	980	24,661	1680	145,53
140	291,4	510	3762	1000	26,273	1700	151,58
150	320,6	520	3958	1020	27,964	1720	157,82
160	352,0	530	4161	1040	29,734	1740	164,25
170	385,7	540	4372	1060	31,588	1760	170,87
180	421,7	550	4591	1080	33,526	1780	177,70
190	460,1	560	4818	1100	35,553	1800	184,72
200	501,2	570	5054	1120	37,670	1820	191,96
210	544,9	580	5298	1140	38,880	1840	199,40
220	591,4	590	5551	1160	42,186	1860	207,05
230	640,9	600	5812	1180	44,594	1880	214,93
240	693,4			1200	47,096	1900	223,83
250	749,0						

$$Q = \epsilon_s^* \cdot C_o \left[\epsilon_{\theta} \left(\frac{T_g}{100} \right)^4 - \alpha_{\theta} \left(\frac{T_s}{100} \right)^4 \right] A \quad , \quad W$$

ϵ_s^* - efektivni koeficijent emisije sive površine

$$\epsilon_s^* = 0,5 (1 + \epsilon_s)$$

ϵ_s - koeficijent emisije sive površine

$C_o, W/(m^2 K^4)$ - konstanta zračenja apsolutno crnog tela

T_s, K - srednja temperatura sive površine

T_g, K - srednja temperatura smeše gasova

ϵ_g - koeficijent emisije smeše gasova

$$\epsilon_g = \epsilon_{CO_2} \cdot Y + \epsilon_{H_2O} \cdot B - \Delta \epsilon_g$$

ϵ_{CO_2} - koeficijent emisije ugljendioksida (pri ukupnom pritisku smeše $p_T = 1$ bar)

Y - popravka za različite vrednosti p_T

ϵ_{H_2O} - koeficijent emisije vodene pare uslovno redukovana, ukupni pritisak smeše $p_T = 1$ bar i parcijalni pritisak vodene pare $p_{H_2O} = 0$ bar

B - popravka za različite vrednosti p_{H_2O}

$\Delta \epsilon_g$ - popravka zbog preklapanja spektra zračenja ugljendioksida i vodene pare

α_g - koeficijent apsorpcije smeše gasova

$$\alpha_g = \alpha_{CO_2} + \alpha_{H_2O} - \Delta \alpha_g$$

α_{CO_2} - koeficijent apsorpcije ugljendioksida

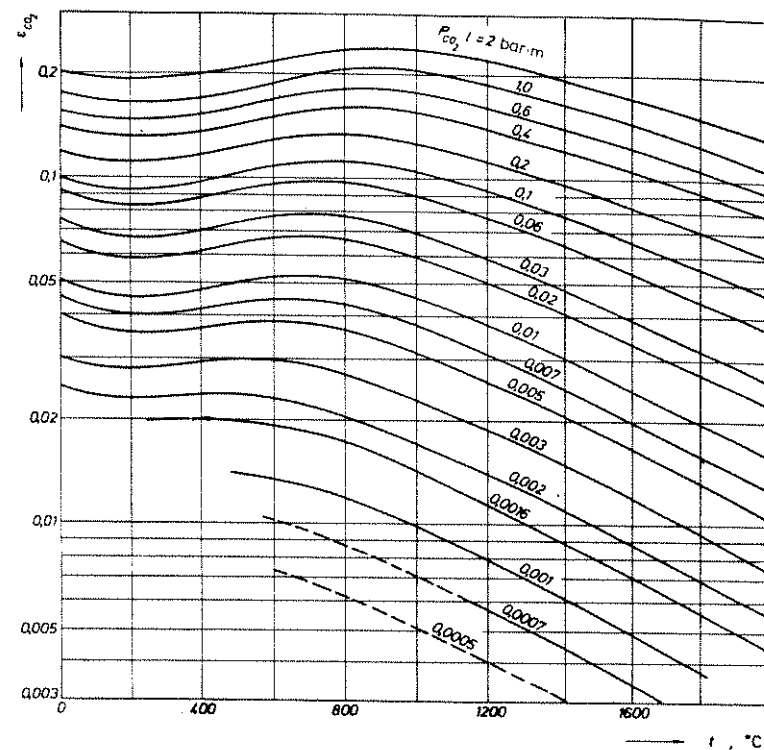
α_{H_2O} - koeficijent apsorpcije vodene pare

$$\alpha_{CO_2} = Y \cdot \epsilon_{CO_2} (T_g/T_s)^{0,333}; \quad \alpha_{H_2O} = B \cdot \epsilon_{H_2O} (T_g/T_s)^{0,333}$$

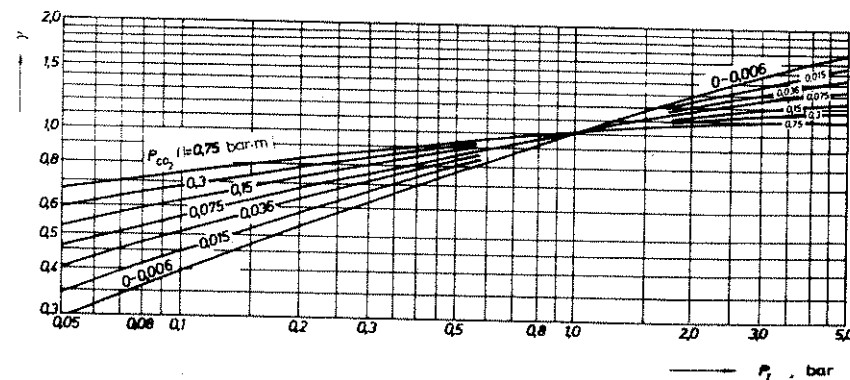
$\Delta \alpha_g$ - popravka zbog preklapanja spektra zračenja ugljendioksida i vodene pare

$$\Delta \alpha_g = \Delta \epsilon_g$$

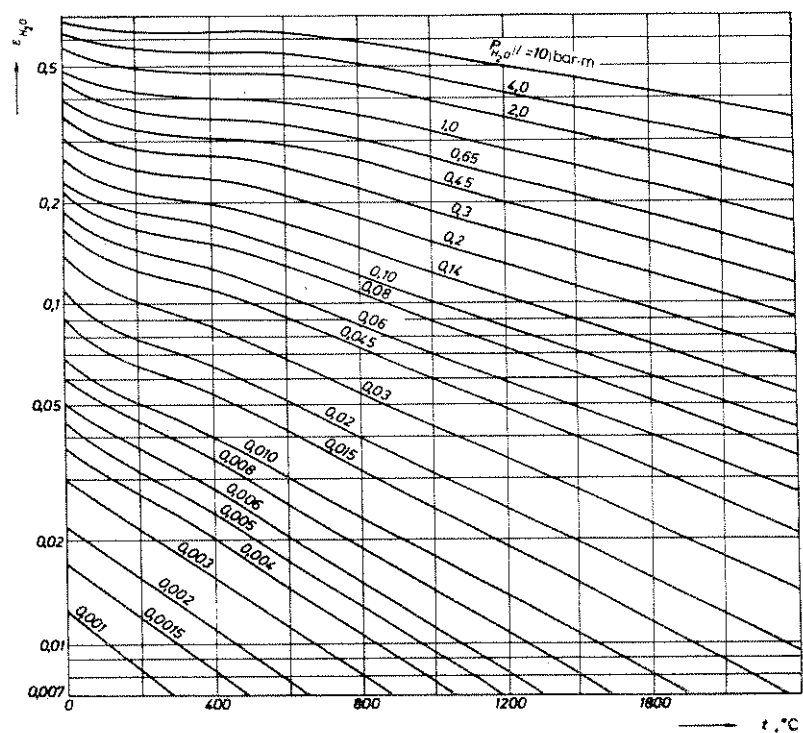
A, m^2 - površina tela



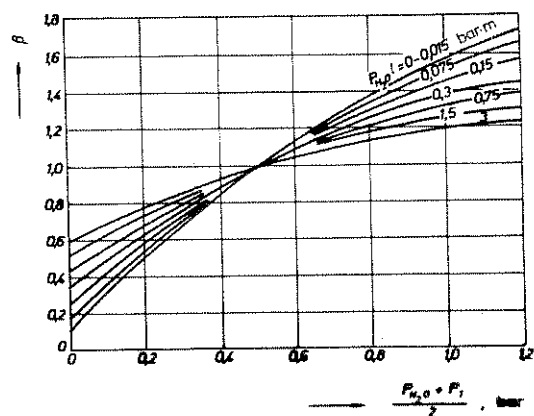
Slika 8.5.7.1 Koeficijent emisije ugljendioksida pri ukupnom pritisku smeše $p_T = 1$ bar (l - efektivna debljina sloja smeše gasova koji zrače)



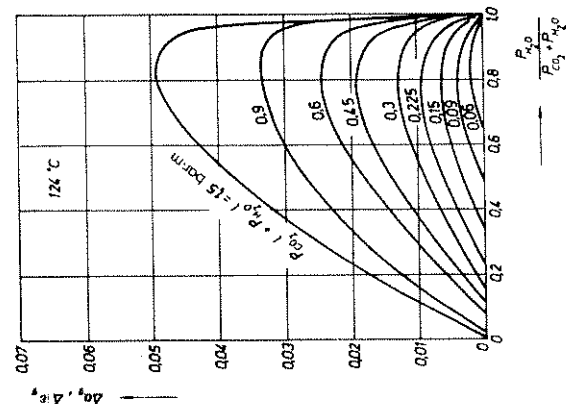
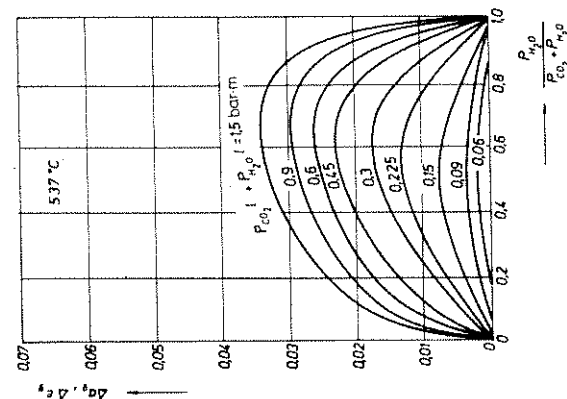
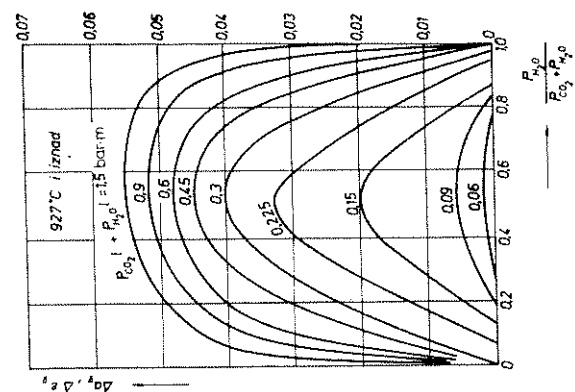
Slika 8.5.7.2 Popravka Y za različite vrednosti p_T



Slika 8.5.7.3 Koeficijent emisije vodene pare uslovno redukovan na ukupni pritisak smeše $p_T = 1$ bar i parcijalni pritisak vodene pare $P_{H_2O} = 0$ bar (2-efektivna debljina sloja smeše gasova koji zrače)



Slika 8.5.7.4 Popravka β za različite vrednosti P_{H_2O} .



Slika 8.5.7.5 Popravka $\Delta \epsilon_g$ zbog preklapanja spektra zračenja ugljenika i vodene pare

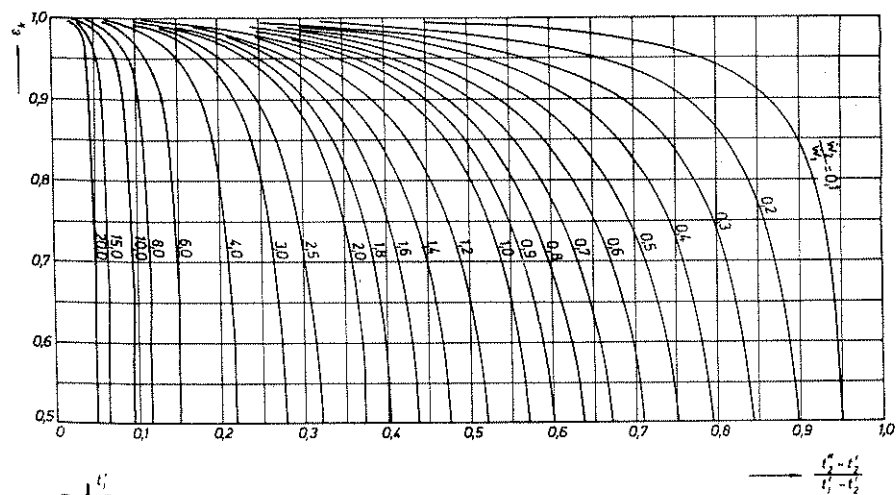
Tabela 8.5.7.6 - EFEKTIVNE DEBLJINE SLOJA SMEŠE GASOVA KOJI ZRAČE

Broj	O b l i k	Usmerenost zračenja	Karakterist. dimenzija	Efektivna debljina sloja gasa z , m
1	Pravougli paralelopiped sa odnosom strana:			
1.1	A) $a:b:c = 1:1:4$	na stranicu 1×4	kraća ivica	$0,77a$
1.2		na stranicu 1×1	ivica "a"	$0,73a$
1.3		na sve stranice	najkraća ivica	$0,76a$
1.4	B) $a:b:c = 1:2:6$	na stranicu 2×6	kraća ivica	$1,00b$
1.5		na stranicu 1×6	kraća ivica	$1,05a$
1.6		na stranicu 1×2	kraća ivica	$1,00a$
1.7		na sve stranice	najkraća ivica	$1,02a$
2	Kocka, ivice "a"	na stranicu	ivica	$0,66a$
3	Dve paralelne ravni	na ravni	rastojanje "a"	$1,80a$
4	Lopta	na površinu	prečnik	$0,65d$
5	Beskonačni cilindar, kružnog preseka			
5.1		na površinu omotača	prečnik	$0,95d$
5.2		u središte osnove	prečnik	$0,90d$
6	Cilindar kružnog preseka visine jednake prečniku	u središte osnove na površinu omotača	prečnik	$0,77d$ $0,60d$
7	Beskonačni cilindar polukružnog preseka	u središte omotača	poluprečnik	$1,26r$
8	Snop cevi prečnika d , sa korakom a , pri rasporedu:			
8.1	u obliku trougla $a=d$		korak	$2,8a$
8.2	u obliku trougla $a=2d$		korak	$3,8a$
8.3	u obliku kvadrata $a=d$		korak	$3,5a$
8.4	šahovski raspored sa poprečnim korakom a_1 i podužnim korakom a_2		koraci a_1 i a_2	$1,08d \left(\frac{a_1}{d} \cdot \frac{a_2}{d} - 0,785 \right)$
<p>Za ostale slučajeve proračuna sa približnom tačnošću može se koristiti izraz:</p> $z \approx 0,9 \frac{4 V}{A} \quad , \quad m$ <p>V, m^3 - zapremina prostora koji zauzima smeša gasova A, m^2 - zbir površina koje ograničavaju smeš gasova</p>				

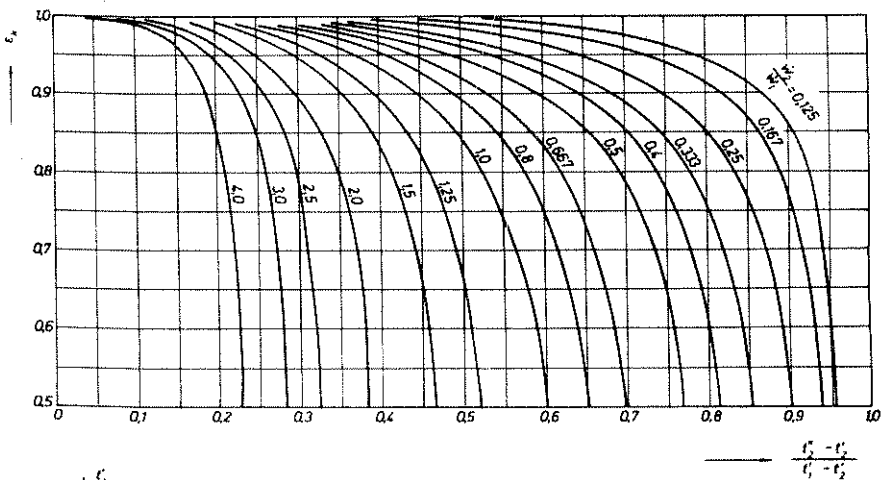
8.6 - RAZMENJIVAČI TOPLOTE

8.6.1 - NEKI IZRAZI ZA PRORAČUN RAZMENJIVAČA TOPLOTE

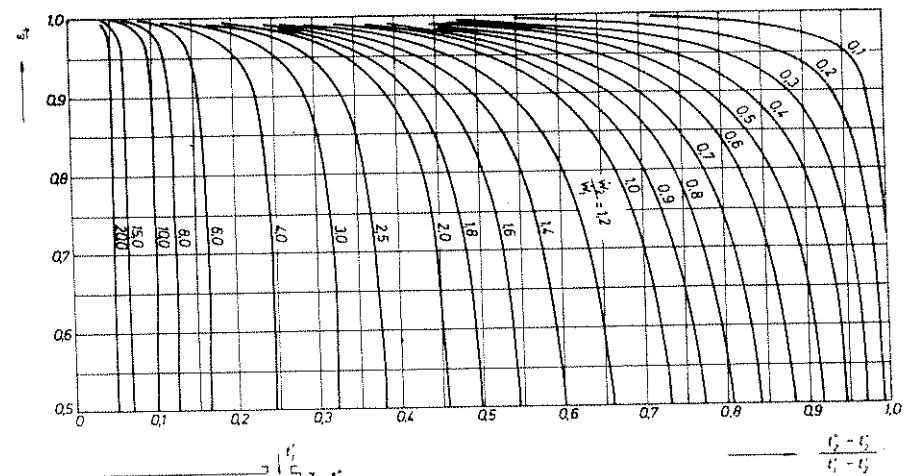
Uzajamni odnos tokova fluida	Srednja logaritamska razlika temperatura	Promena temperature grujnog(topl.)/fluida	Razmenjeni termički fluks
<p>Paralelni tok</p>	$\Delta t_m = \frac{(t_1 - t_2) - (t_1' - t_2')}{\ln \frac{t_1 - t_2}{t_1' - t_2'}}$	$t_1' - t_2' = \frac{t_1 - t_2}{\frac{W_1}{W_2} + 1}$ $= \frac{t_1 - t_2}{\frac{K_1 A}{K_2 A} + 1}$ $= \frac{t_1 - t_2}{1 + \frac{K_1}{K_2}}$	$\dot{Q} = \dot{W}_1(t_1 - t_1')$ $\dot{Q} = \dot{W}_2(t_2 - t_2')$
<p>Suprotnosmerni tok</p>	$\Delta t_m = \frac{(t_1 - t_2) - (t_1' - t_2')}{\ln \frac{t_1 - t_2}{t_1' - t_2'}}$	$t_1' - t_2' = \frac{t_1 - t_2}{\frac{W_1}{W_2} - 1}$ $= \frac{t_1 - t_2}{\frac{K_1 A}{K_2 A} - 1}$ $= \frac{t_1 - t_2}{\frac{K_1}{K_2} - 1}$	$\dot{Q} = \dot{W}_1(t_1 - t_1')$ $\dot{Q} = \dot{W}_2(t_2 - t_2')$
<p>Unakrsni i kombinovani tok</p>	$\Delta t_m = \frac{(t_1 - t_2) - (t_1' - t_2')}{\ln \frac{t_1 - t_2}{t_1' - t_2'}}$	$t_1' - t_2' = \frac{t_1 - t_2}{\frac{W_1}{W_2} - \psi}$ $= \frac{t_1 - t_2}{\frac{K_1 A}{K_2 A} - \psi}$ $= \frac{t_1 - t_2}{\frac{K_1}{K_2} - \psi}$	$\dot{Q} = \dot{W}_1(t_1 - t_1')$ $\dot{Q} = \dot{W}_2(t_2 - t_2')$
<p>Oznake (odnose se na celu tabelu):</p> <p>Δt_m - srednja logaritamska razlika temperature (u izrazu $Q = K \Delta t_m \tau$) $\dot{W} = \dot{m} c_p$ - toplotni kapacitet fluida u jedinici vremena ψ, ψ' - pomoćne funkcije c_k - popravka za unakrsni i kombinovani tok (vrednosti za c_k date su u dijagramima sl. 8.6.2 - 8.6.3)</p>			



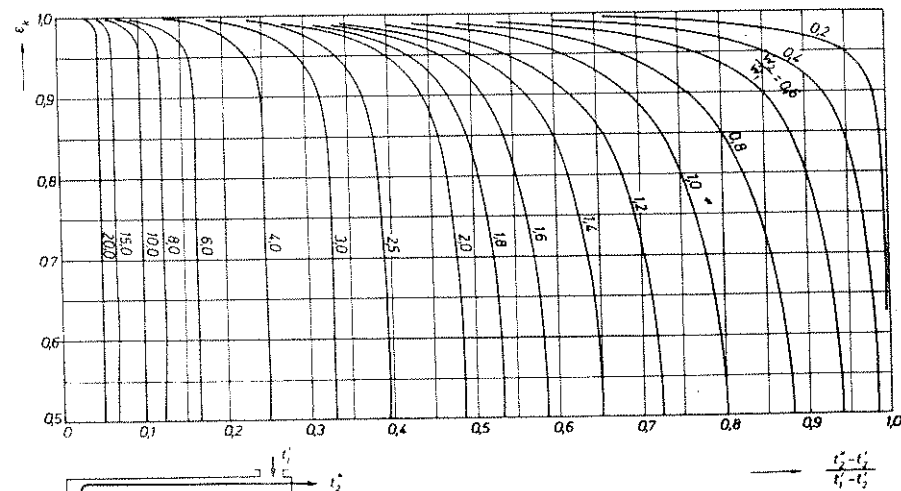
Slika 8.6.2 Popravka za slučaj kada je broj hodova fluida u cevi 2 ili više (deljiv sa 2) a fluid u omotaču ima 1 hod



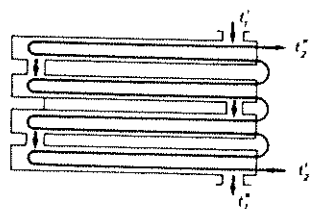
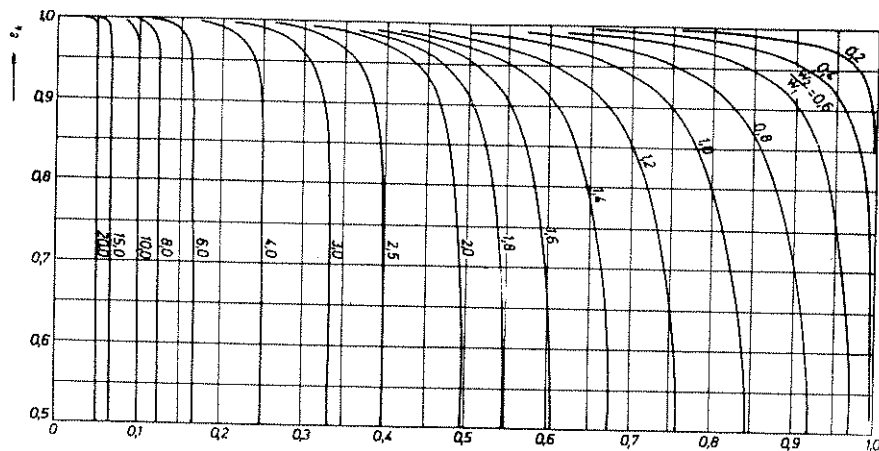
Slika 8.6.3 Popravka za slučaj kada je broj hodova fluida u cevi 3 (dva su suprotna) a fluid u omotaču ima samo 1 hod



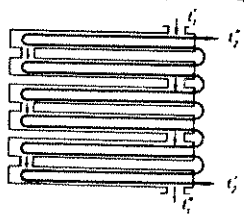
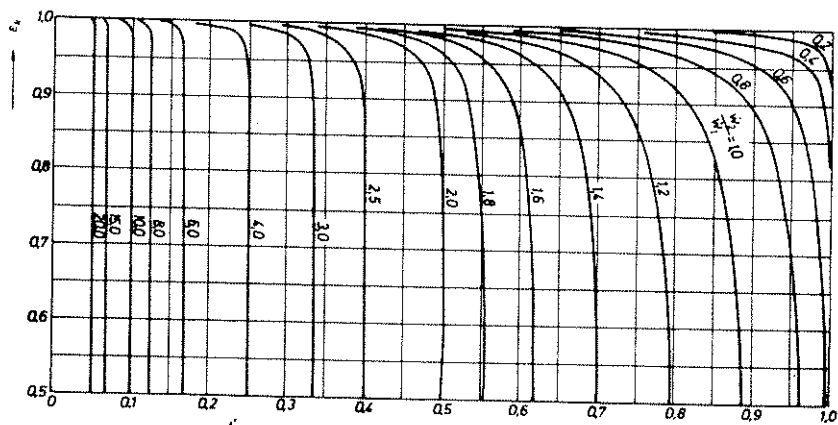
Slika 8.6.4 Popravka za slučaj kada je broj hodova fluida u cevi 4 ili više, a fluid u omotaču ima 2 hoda



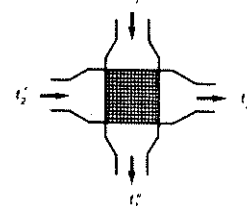
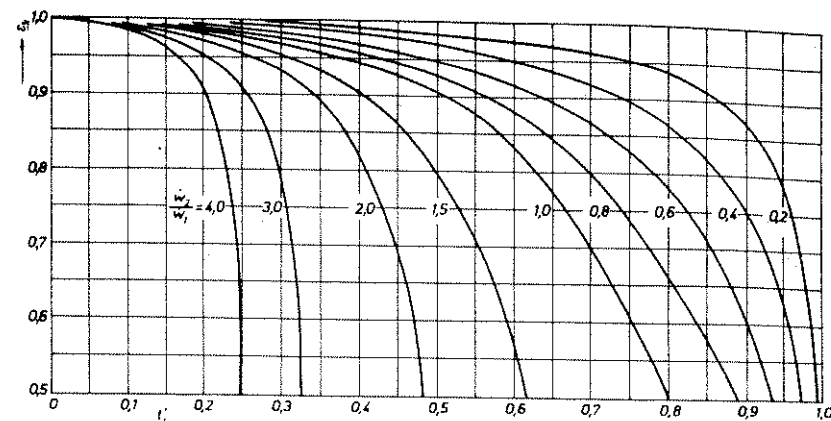
Slika 8.6.5 Popravka za slučaj kada je broj hodova fluida u cevi 6 ili više a fluid u omotaču ima 3 hoda



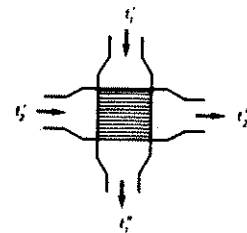
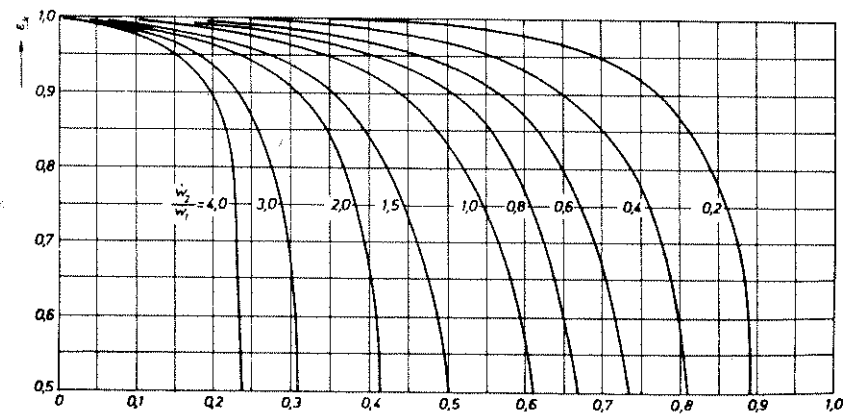
Slika 8.6.6 Popravka za slučaj kada je broj hodova fluida u cevi 8 ili više, a fluid u omotaču ima 4 hoda



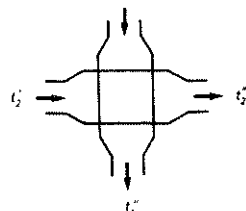
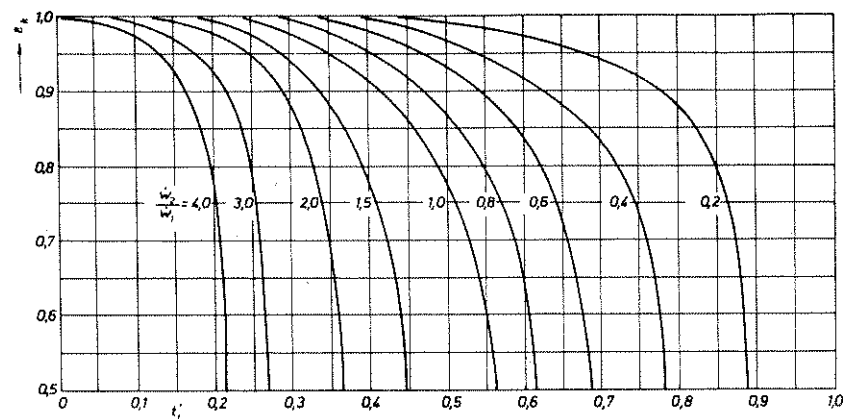
Slika 8.6.7 Popravka za slučaj kada je broj hodova fluida u cevi 12 ili više, a fluid u omotaču ima 6 hodova



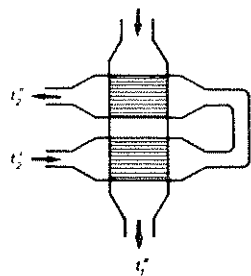
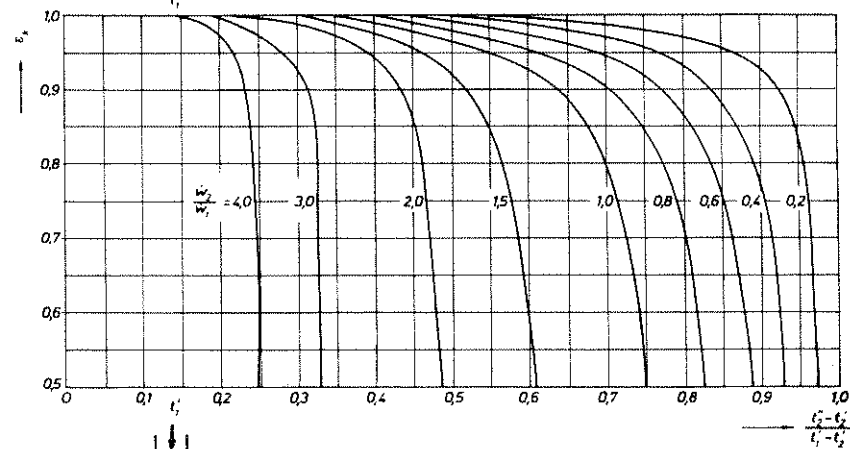
Slika 8.6.8 Popravka za slučaj kada se nijedan od fluida ne meša



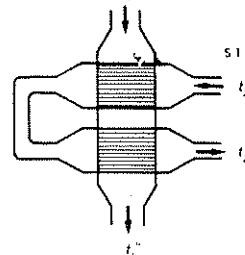
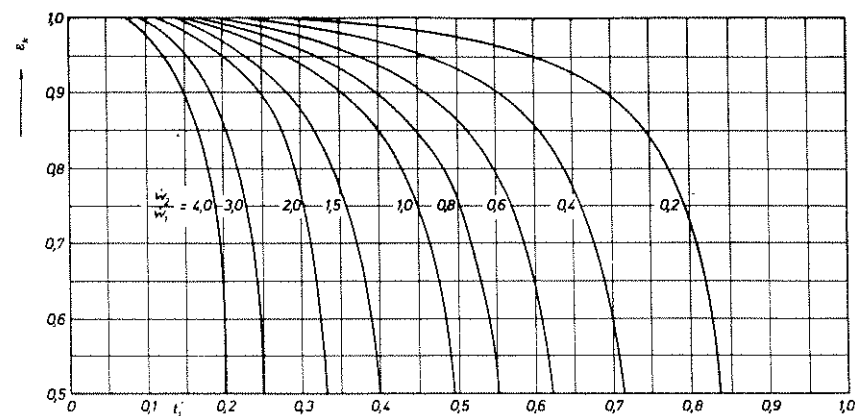
Slika 8.6.9 Popravka za slučaj kada se jedan fluid meša a drugi ne



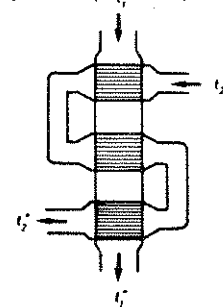
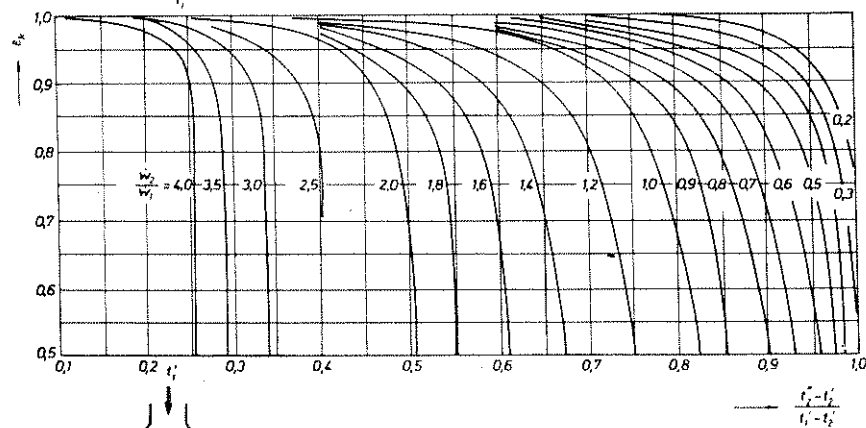
Slika 8.6.10 Popravka za slučaj kada se i jedan i drugi fluid mešaju $\frac{t_2'' - t_1'}{t_1'' - t_2'}$



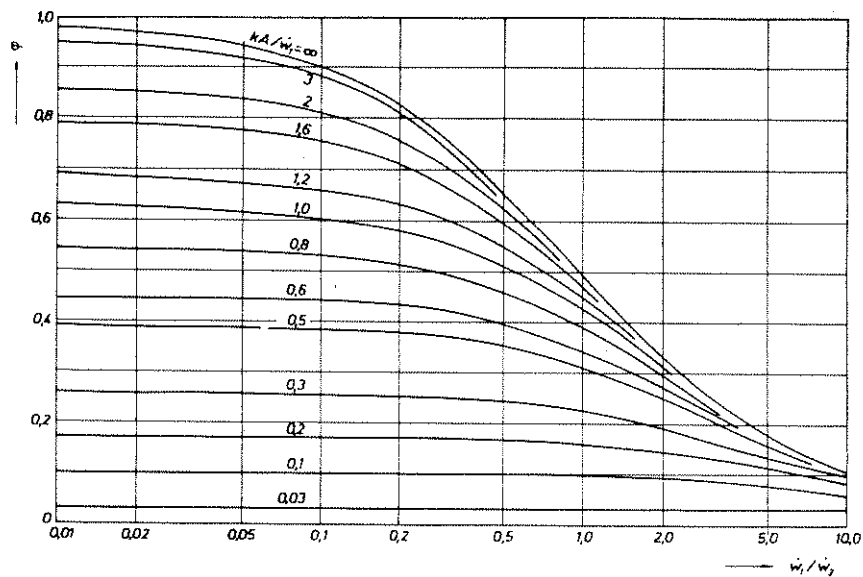
Slika 8.6.11 Popravka za slučaj kada se jedan fluid meša a drugi ne (suprotnosmerni tok)



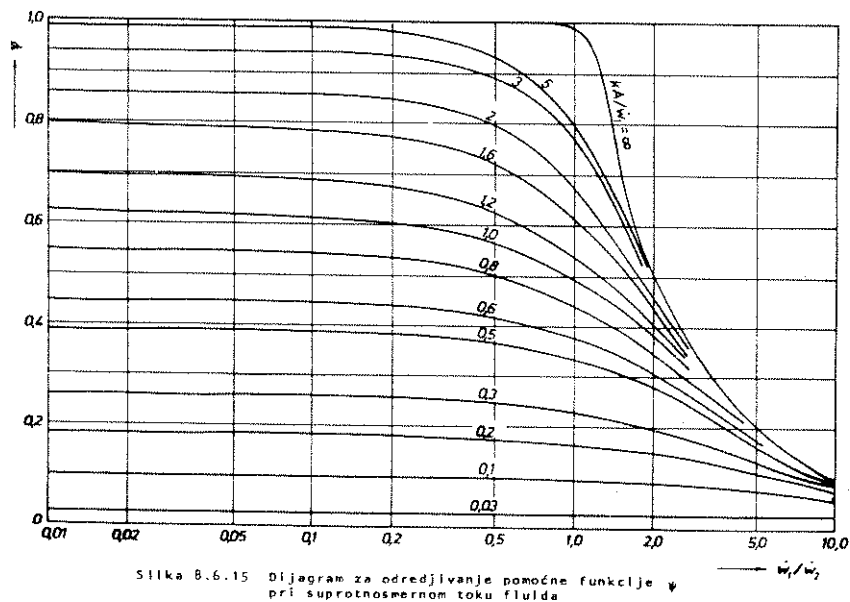
Slika 8.6.12 Popravka za slučaj kada se jedan fluid meša a drugi ne (paralelni tok) $\frac{t_1' - t_2'}{t_1' - t_2'}$



Slika 8.6.13 Popravka za slučaj kada se jedan fluid meša a drugi samo između hodova



Slika 8.6.14 Dijagram za određivanje pomoćne funkcije ϕ pri paralelnom toku fluida



Slika 8.6.15 Dijagram za određivanje pomoćne funkcije ψ pri suprotnosmernom toku fluida

8.7 OREBENE PLOŠTINE

8.7.1 - PROSTIRANJE TOPLOTE KROZ ŠTAP I REBRO

Redni broj	Opis	Slika	Parametar	Razlika temperatura [°C] - tekuća, $\theta_c = t_c - t_o $ - na kraju rebra, $\theta_l = t_l - t_o $	Termički fluks, \dot{q}
1	tanak štap konstantnog preseka i konačne dužine		$m = \sqrt{\frac{h \cdot P}{\lambda \cdot A}}$	$\theta_c = \theta_l \cdot e^{-mx}$ $\theta_m = 0$	$\dot{q} = \lambda A m \theta_c$
2	tanak štap konstantnog preseka i konačne dužine		$m = \sqrt{\frac{h \cdot P}{\lambda \cdot A}}$	$\theta_c = 0$ $\theta_l = \theta_m \cdot \frac{\cosh[m(l-x)] + \frac{\theta_c}{\theta_m} \sinh[m(l-x)]}{\cosh(ml) + \frac{\theta_c}{\theta_m} \sinh(ml)}$	$\dot{q} = \lambda A m \theta_c \frac{\cosh(ml) + \frac{\theta_c}{\theta_m} \sinh(ml)}{1 + \frac{\theta_c}{\theta_m} \tanh(ml)}$
3	pravo podužno rebro pravougaonog preseka i konačne dužine		$m = \sqrt{\frac{h \cdot P}{\lambda \cdot A}}$	$\theta_c = 0$ $\theta_l = \theta_m \cdot \frac{\cosh[m(l-x)] + \frac{\theta_c}{\theta_m} \sinh[m(l-x)]}{\cosh(ml) + \frac{\theta_c}{\theta_m} \sinh(ml)}$	$\dot{q} = 2 \lambda A m \theta_c \frac{\cosh(ml) + \frac{\theta_c}{\theta_m} \sinh(ml)}{1 + \frac{\theta_c}{\theta_m} \tanh(ml)}$
4	tanak štap konstantnog preseka i konačne dužine		$m = \sqrt{\frac{h \cdot P}{\lambda \cdot A}}$	$\theta_c = 0$ $\theta_l = \theta_m \cdot \frac{\cosh[m(l-x)] + \frac{\theta_c}{\theta_m} \sinh[m(l-x)]}{\cosh(ml) + \frac{\theta_c}{\theta_m} \sinh(ml)}$	$\dot{q} = \lambda A m \theta_c \cdot \tanh(ml)$

8.7.2 - IZRAZI ZA UPROŠĆEN PRORAČUN RAZMENJENE KOLIČINE TOPLOTE ZA PRAVA PODUŽNA REBRA PROMENLJIVE DEBLJINE I ZA KRUŽNA POPREČNA REBRA

Razmenjena količina toplote:

$$Q = \epsilon A q \tau, \quad J$$

$$Q = \epsilon'' A q \tau, \quad J$$

A , m² - površina rebra; τ , s - vreme;

1. Pravo podužno rebro trapeznog poprečnog preseka sa adijabatski izolovanom čeonom površinom i pravo podužno rebro trouglastog poprečnog preseka.

$\dot{q} = \dot{Q}/A$ - termički fluks po jedinici površine za uslovno pravo podužno rebro konstantne debljine sa dijabatski izolovanom čeonom površinom, čija je visina, dužina i debljina jednaka visini, dužini i srednjoj debljini suženog rebra.

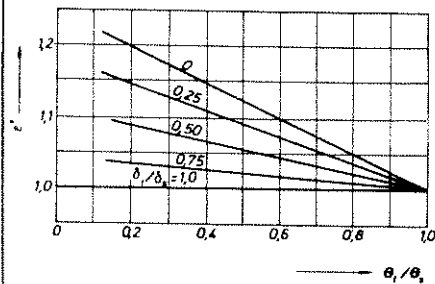
ϵ - popravka zbog promenljive debljine rebra (sl. 8.7.3)

2. Kružno poprečno rebro konstantne i promenljive debljine sa adijabatski izolovanom čeonom površinom.

$\dot{q} = \dot{Q}/A$ - termički fluks po jedinici površine za uslovno pravo podužno rebro konstantne debljine sa dijabatski izolovanom čeonom površinom, čija je visina i debljina jednaka visini i srednjoj debljini kružnog poprečnog rebra, dužine 1 m.

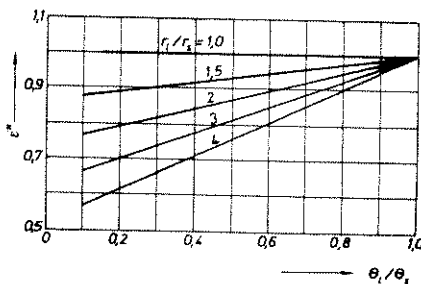
ϵ - popravka zbog promenljive debljine rebra (sl. 8.7.3)

ϵ'' - popravka za kružna poprečna rebra konstantne debljine (sl. 8.7.4)



Slika 8.7.2.1 - Dijagram za određivanje ϵ

- Odnos θ_1/θ_0 određuje se za uslovno pravo podužno rebro, dok se odnos δ_1/δ_0 uzima za suženo rebro



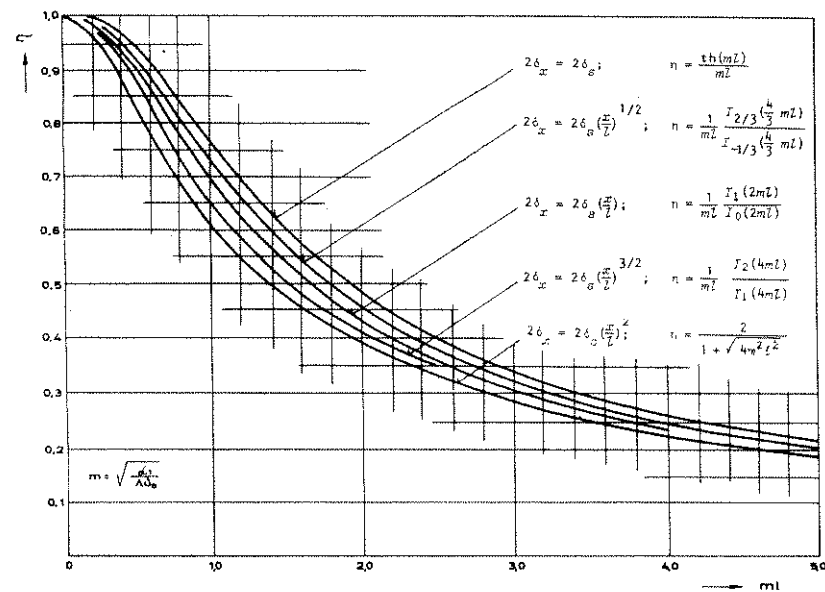
Slika 8.7.2.2 - Dijagram za određivanje ϵ''

- Odnos θ_1/θ_0 određuje se za uslovno pravo podužno rebro, dok se odn. r_1/r_0 uzima za kružno poprečno rebro

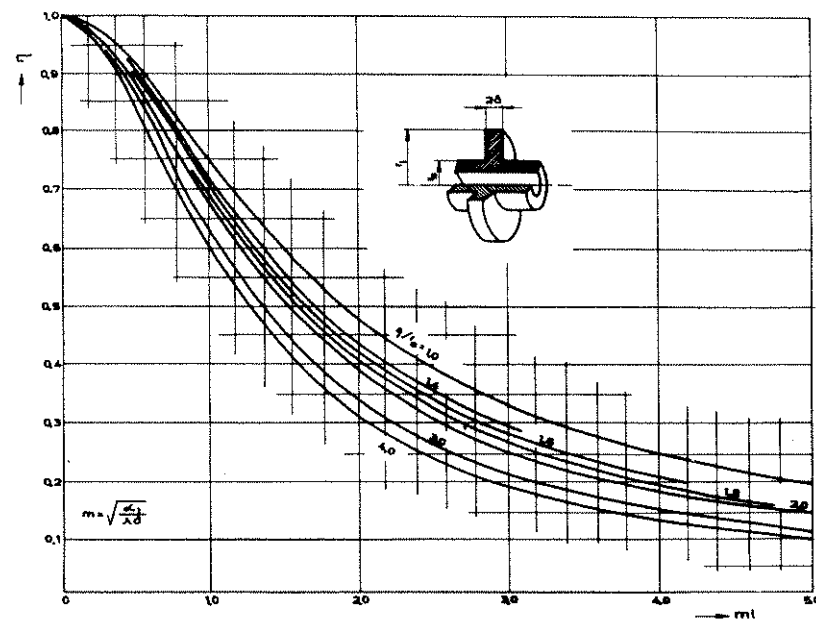
Napomena: U koliko se želi uzeti u obzir i prelaz toplote sa čeon površine rebra pri određivanju A , \dot{Q} , A' i θ_1/θ_0 treba računati sa uslovnom visinom rebra koja je jednaka visini rebra uvećanoj za polovinu debljine rebra na vrhu, (slučajevi 5, 6 i 8).

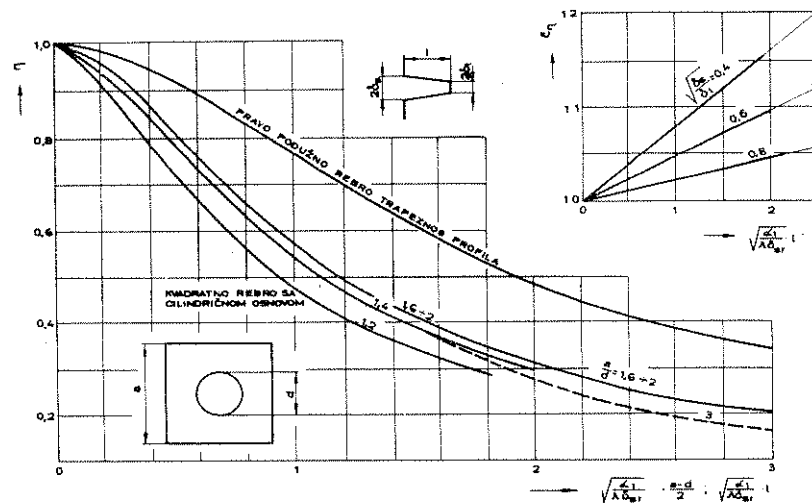
8.7.3 - KOEFICIJENT EFIKASNOSTI REBARA

[Odnos termičkog fluksa koji odaje rebro pri realnom temperaturnom polju u rebro i termičkog fluksa koji odaje idealno rebro pri $\lambda = \infty$ ($\eta = \dot{Q}_{real}/\dot{Q}_{id}$)]

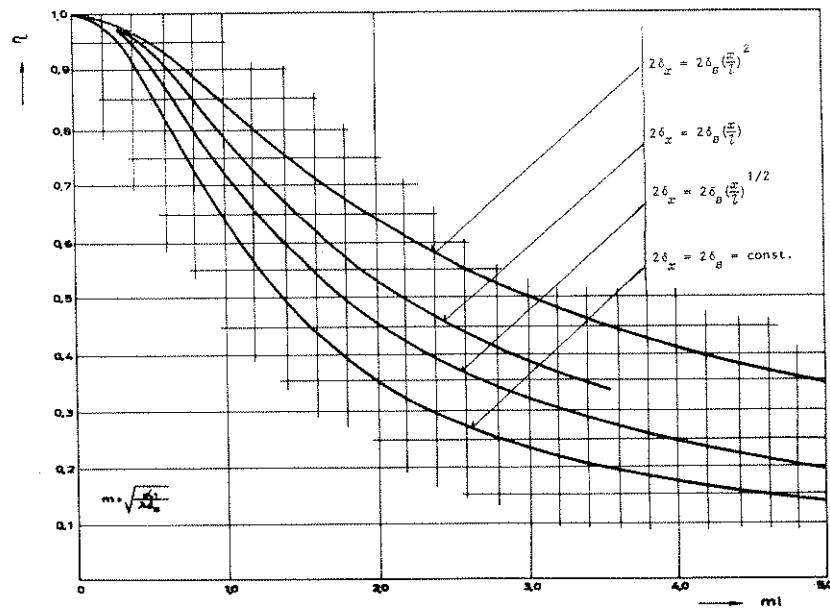


Slika 8.7.3.1 Koeficijent efikasnosti pravog podužnog rebra





Slika 8.7.3.3 Koeficijent efikasnosti pravog podužnog rebra trapeznog profila i kvadratnog poprečnog rebra



Slika 8.7.3.4 Koeficijent efikasnosti bodljastog rebra

8.7.4 - OPTIMALNE DIMENZIJE PROFILA PRAVOG PODUŽNOG REBRA

[Pri zadatoj masi rebra, odnosno poznatom materijalu (γ) i dužini rebra (l) dimenzije profila su takve da odati termički fluks ima maksimalnu vrednost.]

Br.	Opis	Skica	Parametar	Površina profila rebra	Optimalni parametar	Optimalna poludejina rebra	Optimalna visina rebra	Razlika temperatura termički fluks
1	Pravo podužno rebro pravougaonog profila sa izložena- no sa čela		$\mu = m l = \sqrt{\frac{1-l}{2\delta_B}} l$	$A_p = 2\delta_B l$	$\mu_{opt} = \mu = 1/2$ $\mu_{opt} = \frac{A_p^{3/4}}{2\delta_B^{1/4} l^{1/4}} = \frac{1}{2}$ 1.4192	$\mu_{opt} = 0.4983 \left(\frac{A_p^{3/4}}{\delta_B^{1/4} l^{1/4}} \right)^{1/3}$ $\mu_{opt} = 0.4983 \left(\frac{A_p^{3/4}}{\delta_B^{1/4} l^{1/4}} \right)^{1/3}$	$l_{opt} = \frac{A_p}{2\delta_B \mu_{opt}}$	$\theta_x = 0.4567 \theta_s \chi_{m,opt}^2 (l_{opt} = x l)$ $\theta_y = 0.4567 \theta_s$ $\theta_{max} = 1.7776 \delta_{opt} \chi_{m,opt}^2 \theta_s$
2	Pravo podužno rebro trouglastog profila		$\mu = l m l = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1-l}{2\delta_B}} l$	$A_p = \frac{1}{2} l$	$\mu_{opt} = 2 m l = \frac{2\delta_B}{3} \left(\frac{1-l}{2\delta_B} \right)^{1/2}$ $\mu_{opt} = \frac{2\delta_B}{3} \left(\frac{1-l}{2\delta_B} \right)^{1/2}$ $\mu_{opt} = 2.6188$	$\mu_{opt} = 0.8355 \left(\frac{A_p^{3/4}}{\delta_B^{1/4} l^{1/4}} \right)^{1/3}$ $\mu_{opt} = 0.8355 \left(\frac{A_p^{3/4}}{\delta_B^{1/4} l^{1/4}} \right)^{1/3}$	$l_{opt} = \frac{A_p}{\delta_{opt} \mu_{opt}}$	$\theta_x = 0.2777 \theta_s \chi_{m,opt}^2 (2 m_{opt} \chi_{m,opt}^2)$ $\theta_y = 0.2777 \theta_s$ $\theta_{max} = 1.5546 \frac{a_1 l \theta_s}{\mu_{opt}}$
3	Pravo podužno rebro ugnuto parabolickog profila		$\mu = m l = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{1-l}{2\delta_B}} l$	$A_p = \frac{2}{3} l$	$\mu_{opt} = \mu = 1/3$ $\mu_{opt} = \frac{2\delta_B}{3} \left(\frac{1-l}{2\delta_B} \right)^{1/2}$ $\mu_{opt} = 2$	$\mu_{opt} = 1.04 \left(\frac{A_p^{3/4}}{\delta_B^{1/4} l^{1/4}} \right)^{1/3}$ $\mu_{opt} = 1.04 \left(\frac{A_p^{3/4}}{\delta_B^{1/4} l^{1/4}} \right)^{1/3}$	$l_{opt} = \frac{3 A_p}{2 \delta_{opt} \mu_{opt}}$	$\theta_x = 0 \left(\frac{\delta_B}{l} \right)$ $\theta_y = 0$ $\theta_{max} = \frac{2 \delta_{opt} \chi_{m,opt}^2 \theta_s}{l_{opt}}$

8.7.5.1 PRELAZ TOPLOTE SA KRUŽNIH POPREČNIH REBARA

Br.	Raspored cevi u snopu	Izrazi za određivanje srednjeg koeficijenta prelaza toplote sa površine rebra ($\bar{\alpha}_r$)	Karakteristične veličine i napomene
(1)	Sahovski raspored $2 \cdot 10^3 < Re < 2 \cdot 10^5$	$\bar{\alpha}_{r1} = 0,05 Re^{0,4} Pr^{0,33} \left(\frac{\mu}{\mu_s}\right)^{0,14} \left(\frac{\mu_s}{\mu_f}\right)^{0,14} \psi \epsilon_f$	Dužina: (d) - spoljašnji prečnik cevi; Temperatura: (t_f) - srednja temperatura fluida u cevnom snopu koja se određuje iz izraza: $t_f = (t_{f1} + t_{f2})/2$; Brzina: (w) - srednja brzina fluida u najužem poprečnom preseku cevnog snopa; ψ - visina rebra; a_2 - poprečni korak cevnog snopa; a_2 - podužni korak cevnog snopa; ψ - koeficijent neravnomernosti prelaza toplote sa površine rebra; $\psi = 0,97 - 0,058 \ln \mu$ pri $\mu = \sqrt{a_1/a_2} \cdot \lambda = 0,33$ i a - korak rebra na cevi;
(2)	Sahovski raspored $Re > 2 \cdot 10^5$	$\bar{\alpha}_{r1} = 0,008 Re^{0,4} Pr^{0,33} \left(\frac{\mu}{\mu_s}\right)^{0,14} \left(\frac{\mu_s}{\mu_f}\right)^{0,14} \psi \epsilon_f$	

$$\bar{\alpha}_r = C Re^n Pr^{0,33} \left(\frac{\mu}{\mu_s}\right)^{0,14} \left(\frac{\mu_s}{\mu_f}\right)^{0,14} \psi \epsilon_f$$

(pri $300 < Re < 2,5 \cdot 10^4$ i $3 < \frac{d}{D} < 4,5$)

Tabela 8.7.5.2 - VREDNOSTI KONSTANTI C I n

Br.	Raspored cevi u snopu	Vrsta poprečnih rebra	C	n	Karakteristične veličine i napomene
(1)	Koridoran	Kružna	0,117	0,72	Dužina: (r) - korak rebra na cevi; Temperatura: (t_f) i brzina: (w), videti napomenu u tabeli 8.7.5.1; ψ - videti napomenu u tabeli 8.7.5.1;
(2)		Kvadratna	0,105	0,72	
(3)	Sahovski	Kružna	0,251	0,65	
(4)		Kvadratna	0,231	0,65	

Tabela 8.7.5.3 - POPRAVKA ϵ_f NA UTICAJ REDOVA U SNOPI

ϵ	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18
ϵ_f	0,8	0,887	0,943	0,969	0,984	1	1,004	1,010	1,015	1,017

8.7.5.4 REDUKOVANI KOEFICIJENTI PRELAZA TOPLOTE

Redukovani srednji koeficijenti prelaza toplote: $\bar{\alpha}_o$ (sveden na 1 m² površine orebrenog elementa i temperaturnu razliku u korenu rebra od 1 K) i $\bar{\alpha}_s$ (sveden na 1 m² osnovne površine elementa i glatke površine i temperaturnu razliku u korenu rebra od 1 K)

$$\bar{\alpha}_o = \bar{\alpha}_r \frac{A_r}{A_o} n + \bar{\alpha}_m \frac{A_m}{A_o} \frac{1}{m} \quad \text{pri } \bar{\alpha}_1 \sim \bar{\alpha}_m \quad \bar{\alpha}_o = \bar{\alpha}_1 \left(\frac{A_r}{A_o} n + \frac{A_m}{A_o} \right) \frac{1}{m} \quad \frac{W}{m^2 K}$$

$$\bar{\alpha}_s = \bar{\alpha}_1 \frac{A_r}{A_o} n + \bar{\alpha}_m \frac{A_m}{A_o} \frac{1}{m} \quad \text{pri } \bar{\alpha}_1 \sim \bar{\alpha}_m \quad \bar{\alpha}_s = \bar{\alpha}_1 \left(\frac{A_r}{A_o} n + \frac{A_m}{A_o} \right) \frac{1}{m} \quad \frac{W}{m^2 K}$$

gde su: A_r - površina rebra; A_o - osnovna površina elementa; A_m - deo osnovne površine između rebra; $A_o = A_r + A_m$ površina orebrenog elementa i n - koeficijent efikasnosti rebra; $\bar{\alpha}_1$ - srednji koeficijent prelaza toplote sa površine rebra; $\bar{\alpha}_m$ - srednji koeficijent prelaza sa osnovne površine između rebra

Tabela 9.1 - TOPLOTNE MOĆI OŠNOVNJIH GORIVA

	C	CO	H ₂		S
			gornja	donja	
MJ/kmol	393,6	283,1	286,0	240,8	296,6
MJ/kg	32,74	10,11	142,0	119,6	9,26
MJ/m ³	17,56	12,64	12,77	10,75	13,24

Tabela 9.2 - TOPLOTNE MOĆI NEKIH GASOVA

N a z i v	Oznaka	Gustina	H _g	H _d
		kg/m ³	kJ/kg	kJ/kg
Acetilen	C ₂ H ₂	1,1	58992	56940
Amonijak	NH ₃	0,7714	17250	14193
Benzol	C ₆ H ₆	3,490	146371	140342
N-butan	C ₄ H ₁₀	2,703	134019	123552
Butilen	C ₄ H ₈	2,50	121878	113839
Etan	C ₂ H ₆	1,356	70422	64351
Etilen	C ₂ H ₄	1,260	64016	59955
Metan	CH ₄	0,7168	39858	35737
Propan	C ₃ H ₈	2,019	101823	93575
Propilen	C ₃ H ₆	1,915	94370	88216
Sumporvodonik	H ₂ S - SO ₂	1,539	25707	23637
Sumporvodonik	H ₂ S - SO ₃	1,539	30145	28135
Ugljen-monoksid	CO	1,250	12644	12644
Vodonik	H ₂	0,0898	12770	10760

Tabela 9.3 - ZAPREMINSKI SASTAV I TOPLOTNE MOĆI NEKIH GASOVITIH GORIVA

G a s	Sastav u %						H _g	H _d
	H ₂	CO	CH ₄	C ₂ H ₄	CO ₂	H ₂	kJ/m ³	kJ/m ³
Grotleni gas	4	28	-	-	8	60	4061	3977
Koksnli gas	50	8	29	4	2	7	21562	19259
Mešani gas	12	28	3	0,2	3	54	6448	6029
Hondov gas	25	12	4	0,3	16	43	6490	5820
Gas iz kamenog uglja	27	7	48	13	3	2	31945	28973
Svetleći gas	51	8	32	4	2	3	22944	20473
Vazdušni gas	6	23	3	0,2	5	62	5024	4815
Vodeni gas	49	42	0,5	-	5	3	11765	10802

Tabela 9.4 - MASENI SASTAV I TOPLLOTNE MOĆI NEKIH TEČNIH GORIVA

Gorivo	Hemijska	Gustina	Sastav u %				H_g	H_d
	formula		c	h	O+H ₂	s	kJ/kg	kJ/kg
Alkohol, 95%	C ₂ H ₅ OH	809	52	13	-	-	29726	26796
Benzin		760	80,7	14,2	5,1	-	45217	42035
Benzol	C ₆ H ₆	875	91,7	7,8	-	0,5	42287	40403
Heksan	C ₆ H ₁₄	660	83,6	16,4	-	-	48148	44380
Heptan	C ₇ H ₁₆	683	83,9	16,1	-	-	48023	44422
Ksilol	C ₈ H ₁₀	863	90,5	9,5	-	-	42831	40696
Metan motorni		920	77,4	20,6	2,0	-	50911	48567
Oktan	C ₈ H ₁₈	700	84,1	15,9	-	-	47813	44254
Pentan	C ₅ H ₁₂	626	83,2	16,8	-	-	48651	44882
Petrolej		810	85	15	-	-	41868	39775
Dizel gorivo		870	86,6	12,9	0,2	0,3	44715	41843
Toluol	C ₇ H ₈	867	91,2	8,8	-	-	42496	40528
Ulje za loženje					H	O ₂ +H ₂		
- lako		900	85,4	12,3	0,7	1,6	44799	42077
- teško		950	85,0	11,7	1,2	2,1	43961	41784

Tabela 9.5 - MASENI SASTAV I TOPLLOTNE MOĆI NEKIH ČVRSTIH GORIVA

Gorivo	Sastav u %							H_d
	c	h	s	o	n	a	w	kJ/kg
Drvo	39,3	4,7	-	34,1	0,4	1,5	20	14277
Treset	40,3	3,8	-	22,1	0,8	8	25	14528
Mrki ugalj								
- lignit	49,6	8,7	0,4	18,7	0,6	7	20	19678
- obični	52,4	3,9	0,8	17,2	0,7	10	15	20725
- sjajni	58,4	4,0	2,4	14,4	0,8	12	8	23237
Kameni ugalj								
- suvi	75,2	4,6	0,9	8,8	0,5	8	2	28973
- za gasifikaciju	74,8	4,8	0,7	6,6	1,1	10	2	29433
- mršavi	83,8	2,7	0,7	2,9	0,9	7	2	32322
Antracit	85,6	1,8	0,7	2,0	0,9	8	1	31192
Drveni ugalj	79,0	3,1	-	11,9	-	1	5	28596
Koks smeđeg uglja	68,9	1,7	0,8	3,0	0,6	20	5	24367
Metallurški koks	87,3	0,5	0,9	0,8	0,5	8	2	30103

10. POMOCNE MATEMATICKE TABELJE

Tabela 10.1 - BESSELOVE (CILINDRIČNE) FUNKCIJE

x	$J_0(x)$	$J_1(x)$	$Y_0(x)$	$Y_1(x)$	$I_0(x)$	$I_1(x)$	$K_0(x)$	$K_1(x)$
0,0	+1,0000	+0,0000	-∞	-∞	+1,000	+0,0000	∞	∞
0,1	0,9975	0,0499	-1,5342	-6,4590	1,003	+0,0501	2,4271	9,8538
0,2	0,9900	0,0995	1,0811	3,3238	1,010	0,1005	1,7527	4,7760
0,3	0,9776	0,1483	0,8073	2,2931	1,023	0,1517	1,3725	3,0560
0,4	0,9604	0,1960	0,6060	1,7809	1,040	0,2040	1,1145	2,1844
0,5	+0,9385	+0,2423	-0,4445	-1,4715	1,063	0,2579	0,9244	1,6564
0,6	0,9120	0,2867	0,3085	1,2604	1,092	0,3137	0,7775	1,3028
0,7	0,8812	0,3290	0,1907	1,1032	1,126	0,3719	0,6605	1,0503
0,8	0,8463	0,3688	-0,0868	0,9781	1,167	0,4329	0,5653	0,8618
0,9	0,8075	0,4059	+0,0056	0,8731	1,213	0,4971	0,4867	0,7165
1,0	+0,7652	+0,4401	+0,0889	-0,7812	1,266	0,5652	0,4210	0,6019
1,1	0,7196	0,4709	0,1622	0,6981	1,326	0,6375	0,3656	0,5098
1,2	0,6711	0,4983	0,2281	0,6211	1,394	0,7147	0,3185	0,4346
1,3	0,6201	0,5220	0,2865	0,5485	1,469	0,7973	0,2782	0,3725
1,4	0,5669	0,5419	0,3379	0,4791	1,553	0,8861	0,2437	0,3208
1,5	+0,5118	+0,5579	+0,3824	-0,4123	1,647	0,9817	0,2138	0,2774
1,6	0,4554	0,5699	0,4264	0,3476	1,750	1,085	0,1880	0,2406
1,7	0,3980	0,5778	0,4520	0,2847	1,864	1,196	0,1655	0,2094
1,8	0,3400	0,5815	0,4774	0,2237	1,990	1,317	0,1459	0,1826
1,9	0,2818	0,5812	0,4968	0,1644	2,128	1,448	0,1288	0,1597
2,0	+0,2239	+0,5767	+0,5104	-0,1070	2,280	1,591	0,1139	0,1399
2,1	0,1666	0,5683	0,5183	-0,0517	2,446	1,745	0,1008	0,1227
2,2	0,1104	0,5560	0,5208	+0,0015	2,629	1,914	0,08927	0,1079
2,3	0,0555	0,5399	0,5181	0,0523	2,830	2,098	0,07914	0,09498
2,4	0,0025	0,5202	0,5104	0,1005	3,049	2,298	0,07022	0,08372
2,5	-0,0484	+0,4971	+0,4981	+0,1459	3,290	2,517	0,06235	0,07389
2,6	0,0968	0,4708	0,4813	0,1884	3,553	2,755	0,05540	0,06528
2,7	0,1424	0,4416	0,4605	0,2276	3,842	3,016	0,04926	0,05774
2,8	0,1850	0,4097	0,4359	0,2635	4,157	3,301	0,04382	0,05111
2,9	0,2243	0,3754	0,4079	0,2959	4,503	3,613	0,03901	0,04529
3,0	-0,2601	+0,3391	+0,3769	+0,3247	4,881	3,953	0,03474	0,04016
3,1	0,2921	0,3009	0,3431	0,3496	5,294	4,326	0,03095	0,03563
3,2	0,3202	0,2613	0,3070	0,3707	5,747	4,734	0,02759	0,03164
3,3	0,3443	0,2207	0,2691	0,3879	6,243	5,181	0,02461	0,02812
3,4	0,3643	0,1792	0,2296	0,4010	6,785	5,670	0,02196	0,02500
3,5	-0,3801	+0,1374	+0,1890	+0,4102	7,378	6,206	0,01960	0,02224
3,6	0,3918	0,0955	0,1477	0,4154	8,028	6,793	0,01750	0,01979
3,7	0,3992	0,0538	0,1061	0,4167	8,739	7,436	0,01563	0,01763
3,8	0,4026	+0,0128	0,0645	0,4141	9,517	8,140	0,01397	0,01571
3,9	0,4018	-0,0272	+0,0234	0,4078	10,37	8,913	0,01248	0,01400
4,0	-0,3371	-0,0660	-0,0169	+0,3979	11,30	9,759	0,01116	0,01248
4,1	0,3887	0,1033	0,0561	0,3846	12,32	10,69	0,009980	0,01114
4,2	0,3766	0,1386	0,0938	0,3680	13,44	11,71	0,008927	0,009938
4,3	0,3616	0,1719	0,1296	0,3484	14,67	12,82	0,007988	0,008872
4,4	0,3423	0,2028	0,1633	0,3260	16,01	14,05	0,007149	0,007923
4,5	-0,3205	-0,2311	-0,1947	+0,3010	17,48	15,39	0,006400	0,007078
4,6	0,2961	0,2566	0,2235	0,2737	19,09	16,86	0,005730	0,006325
4,7	0,2693	0,2791	0,2494	0,2445	20,86	18,48	0,005132	0,005654
4,8	0,2404	0,2985	0,2723	0,2136	22,79	20,25	0,004597	0,005055
4,9	0,2097	0,3147	0,2921	0,1812	24,91	22,20	0,004119	0,004521

nastavak

x	$J_0(x)$	$J_1(x)$	$Y_0(x)$	$Y_1(x)$	$I_0(x)$	$I_1(x)$	$K_0(x)$	$K_1(x)$
5,0	-0,1776	-0,3276	-0,3085	+0,1479	27,24	24,34	3691	4045
5,1	0,1443	0,3371	0,3216	0,1137	29,79	26,68	3308	3619
5,2	0,1103	0,3432	0,3313	0,0792	32,58	29,25	2966	3239
5,3	0,0758	0,3460	0,3374	0,0445	35,65	32,08	2659	2900
5,4	0,0412	0,3453	0,3402	+0,0101	39,01	35,18	2385	2597
5,5	-0,0068	-0,3414	-0,3395	-0,0238	42,69	38,59	2139	2326
5,6	+0,0270	0,3343	0,3354	0,0568	46,74	42,33	1918	2083
5,7	0,0599	0,3241	0,3282	0,0887	51,17	46,44	1721	1866
5,8	0,0917	0,3110	0,3177	0,1192	56,04	50,95	1544	1673
5,9	0,1220	0,2951	0,3044	0,1481	61,38	55,90	1386	1499
6,0	+0,1506	-0,2767	-0,2882	-0,1750	67,23	61,34	1244	1344
6,1	0,1773	0,2559	0,2694	0,1998	73,66	67,32	1117	1205
6,2	0,2017	0,2329	0,2483	0,2223	80,72	73,89	1003	1081
6,3	0,2238	0,2081	0,2251	0,2422	88,46	81,10	09001	09691
6,4	0,2433	0,1816	0,1999	0,2596	96,96	89,03	08083	08693
6,5	+0,2601	-0,1538	-0,1732	-0,2741	106,3	97,74	07259	07799
6,6	0,2740	0,1250	0,1452	0,2857	116,5	107,3	06520	06998
6,7	0,2851	0,0953	0,1162	0,2945	127,8	117,8	05857	06280
6,8	0,2931	0,0652	0,0864	0,3002	140,1	129,4	05262	05636
6,9	0,2981	0,0349	0,0563	0,3029	152,7	142,1	04728	05059
7,0	+0,3001	-0,0047	-0,0259	-0,3027	168,6	156,0	04248	04542
7,1	0,2991	+0,0252	0,0442	0,2995	185,0	171,4	03817	04078
7,2	0,2951	0,0543	0,0739	0,2934	202,9	188,3	03431	03662
7,3	0,2882	0,0826	0,1028	0,2846	222,7	206,8	03084	03288
7,4	0,2786	0,1096	0,1307	0,2731	244,3	227,2	02772	02953
7,5	+0,2663	+0,1352	+0,1573	-0,2591	268,2	249,6	02492	02653
7,6	0,2516	0,1592	0,1824	0,2428	294,3	274,2	02240	02383
7,7	0,2346	0,1813	0,2058	0,2243	323,1	301,3	02014	02141
7,8	0,2154	0,2014	0,2272	0,2039	354,7	331,1	01811	01924
7,9	0,1944	0,2192	0,2405	0,1817	389,4	363,9	01629	01729
8,0	+0,1717	+0,2346	+0,2535	-0,1581	427,6	399,9	01465	01554
8,1	0,1475	0,2476	0,2681	0,1331	469,5	439,5	01317	01396
8,2	0,1222	0,2580	0,2750	0,1072	515,6	483,0	01185	01255
8,3	0,0960	0,2657	0,2795	0,0806	566,3	531,0	01066	01128
8,4	0,0692	0,2708	0,2822	0,0535	621,9	583,7	009588	01014
8,5	+0,0419	+0,2731	+0,2702	-0,0262	683,2	641,6	008626	009120
8,6	+0,0146	0,2728	0,2715	+0,0011	750,5	705,4	007761	008200
8,7	-0,0125	0,2697	0,2700	0,0280	824,4	775,5	006983	007374
8,8	0,0392	0,2641	0,2659	0,0544	905,8	852,7	006283	006631
8,9	0,0653	0,2559	0,2592	0,0799	995,2	937,5	005654	005964
9,0	-0,0903	+0,2453	+0,2499	+0,1043	1094	1031	005088	005364
9,1	0,1142	0,2324	0,2383	0,1275	1202	1134	004579	004825
9,2	0,1367	0,2174	0,2245	0,1491	1321	1247	004121	004340
9,3	0,1577	0,2004	0,2086	0,1691	1451	1371	003710	003904
9,4	0,1768	0,1816	0,1907	0,1871	1595	1508	003339	003512
9,5	-0,1939	+0,1613	+0,1712	+0,2032	1735	1658	003006	003160
9,6	0,2090	0,1395	0,1502	0,2171	1927	1824	002706	002843
9,7	0,2218	0,1166	0,1279	0,2287	2119	2006	002436	002559
9,8	0,2323	0,0928	0,1045	0,2379	2329	2207	002193	002302
9,9	0,2403	0,0684	0,0804	0,2447	2561	2428	001975	002072
10,0	-0,2459	+0,0435	+0,0557	+0,2490	2816	2671	001778	001865

Tabela 10.1.1 - GAMA FUNKCIJA

$$\Gamma(x) = \begin{cases} \int_0^\infty e^{-t} t^{x-1} dt & \text{Eulerov integral (samo za } x > 0) \\ \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n!}{x(x+1)(x+2)\dots(x+n-1)} & \text{(za svako } x) \end{cases}$$

x	$\Gamma(x)$	x	$\Gamma(x)$	x	$\Gamma(x)$	x	$\Gamma(x)$
1,00	1,00000	1,25	0,90640	1,50	0,88623	1,75	0,91906
01	0,99433	26	0,90440	51	0,88659	76	0,92137
02	0,98884	27	0,90250	52	0,88704	77	0,92376
03	0,98355	28	0,90072	53	0,88757	78	0,92623
04	0,97844	29	0,89904	54	0,88818	79	0,92877
1,05	0,97350	1,30	0,89747	1,55	0,88887	1,80	0,93138
06	0,96874	31	0,89600	56	0,88964	81	0,93408
07	0,96415	32	0,89464	57	0,89049	82	0,93685
08	0,95973	33	0,89338	58	0,89142	83	0,93969
09	0,95546	34	0,89222	59	0,89243	84	0,94261
1,10	0,95135	1,35	0,89115	1,60	0,89352	1,85	0,94561
11	0,94740	36	0,89018	61	0,89468	86	0,94869
12	0,94359	37	0,88931	62	0,89592	87	0,95184
13	0,93993	38	0,88854	63	0,89724	88	0,95507
14	0,93642	39	0,88785	64	0,89864	89	0,95838
1,15	0,93304	1,40	0,88726	1,65	0,90012	1,90	0,96177
16	0,92980	41	0,88676	66	0,90167	91	0,96523
17	0,92670	42	0,88636	67	0,90330	92	0,96877
18	0,92373	43	0,88604	68	0,90500	93	0,97240
19	0,92089	44	0,88581	69	0,90678	94	0,97610
1,20	0,91817	1,45	0,88566	1,70	0,90864	1,95	0,97988
21	0,91558	46	0,88560	71	0,91057	96	0,98374
22	0,91311	47	0,88563	72	0,91258	97	0,98768
23	0,91075	48	0,88575	73	0,91467	98	0,99171
24	0,90852	49	0,88595	74	0,91683	99	0,99581
1,25	0,90640	1,50	0,88623	1,75	0,91906	2,00	1,00000

Vrednosti gama funkcije za $x < 1$ i za $x > 2$ mogu da se izračunaju pomoću formula:

$$\Gamma(x) = \frac{\Gamma(x+1)}{x} \quad (za \ x < 1); \quad \Gamma(x) = (x-1)\Gamma(x-1) \quad (za \ x > 2)$$

10.2 HIPERBOLICKE FUNKCIJE

Tabela 10.2.1 - VREDNOSTI FUNKCIJE SINUS-HIPERBOLIKUS $\operatorname{sh} x = \frac{e^x - e^{-x}}{2}$

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,0000	0100	0200	0300	0400	0500	0600	0701	0801	0901
0,1	0,1002	1102	1203	1304	1405	1506	1607	1708	1810	1911
0,2	0,2013	2115	2208	2320	2423	2526	2629	2733	2837	2941
0,3	0,3045	3150	3255	3360	3466	3572	3678	3785	3892	4000
0,4	0,4108	4216	4325	4434	4543	4653	4764	4875	4986	5098
0,5	0,5211	5324	5438	5552	5666	5782	5897	6014	6131	6248
0,6	0,6367	6485	6605	6725	6846	6967	7090	7213	7336	7461
0,7	0,7586	7712	7838	7966	8094	8223	8353	8484	8615	8746
0,8	0,8881	9015	9150	9286	9423	9561	9700	9840	9981	10122
0,9	1,0265	0409	0554	0700	0847	0995	1144	1294	1446	1598
1,0	1,1752	1907	2063	2220	2379	2539	2700	2862	3025	3190
1,1	1,3356	3524	3693	3863	4035	4208	4382	4558	4735	4914
1,2	1,5095	5276	5460	5645	5831	6019	6209	6400	6593	6788
1,3	1,6984	7182	7381	7583	7787	7991	8198	8406	8617	8829
1,4	1,9043	9259	9477	9697	9919	*0143	*0369	*0597	*0827	*1059
1,5	2,1293	1529	1768	2008	2251	2496	2743	2993	3245	3499
1,6	2,3756	4016	4276	4540	4806	5075	5346	5620	5896	6175
1,7	2,6456	6740	7027	7317	7609	7904	8202	8503	8806	9112
1,8	2,9422	9734	*0049	*0367	*0689	*1013	*1340	*1671	*2005	*2341
1,9	3,2682	3025	3372	3722	4075	4432	4792	5156	5523	5894
2,0	3,6269	6647	7028	7414	7803	8196	8593	8993	9398	9806
2,1	4,0219	0635	1056	1480	1909	2342	2779	3221	3666	4117
2,2	4,4571	5030	5494	5962	6434	6912	7394	7880	8372	8868
2,3	4,9370	9876	*0387	*0903	*1425	*1951	*2483	*3020	*3562	*4109
2,4	5,4662	5221	5785	6354	6929	7510	8097	8689	9288	9892
2,5	6,0502	1118	1741	2369	3004	3645	4293	4946	5607	6274
2,6	6,6947	7628	8315	9009	9709	*0417	*1132	*1854	*2583	*3319
2,7	7,4063	4814	5572	6338	7112	7894	8683	9480	*0285	*1098
2,8	8,1919	2749	3586	4432	5287	6150	7021	7902	8791	9689
2,9	9,0596	1512	2437	3371	4315	5268	6231	7203	8185	9177
3,0	10,0179	1191	2212	3245	4287	5340	6403	7477	8562	9658
3,1	11,0765	1882	3011	4151	5303	6466	7641	8827	*0026	*1236
3,2	12,2459	3694	4941	6201	7473	8758	*0056	*1367	*2691	*4028
3,3	13,5379	6743	8121	9513	*0919	*2338	*3772	*5221	*6684	*8161
3,4	14,9655	15,116	15,268	15,422	15,577	15,734	15,893	16,053	16,214	16,378
3,5	16,543	16,709	16,877	17,047	17,219	17,392	17,567	17,744	17,923	18,103
3,6	18,285	18,470	18,655	18,843	19,033	19,224	19,418	19,613	19,811	20,010
3,7	20,211	20,415	20,620	20,828	21,037	21,249	21,463	21,679	21,897	22,117
3,8	22,339	22,564	22,791	23,020	23,252	23,486	23,722	23,961	24,202	24,445
3,9	24,691	24,939	25,190	25,444	25,700	25,958	26,219	26,483	26,749	27,018
4,0	27,290	27,564	27,842	28,122	28,404	28,690	28,979	29,270	29,564	29,862
4,1	30,162	30,465	30,772	31,081	31,393	31,709	32,028	32,350	32,675	33,004
4,2	33,336	33,671	34,009	34,351	34,697	35,046	35,398	35,754	36,113	36,476
4,3	36,843	37,214	37,588	37,966	38,347	38,733	39,122	39,515	39,913	40,314
4,4	40,719	41,129	41,542	41,960	42,382	42,808	43,238	43,673	44,112	44,555
4,5	45,003	45,455	45,912	46,374	46,840	47,311	47,787	48,267	48,752	49,242
4,6	49,737	50,237	50,742	51,252	51,767	52,288	52,813	53,344	53,880	54,422
4,7	54,969	55,522	56,080	56,643	57,213	57,788	58,369	58,955	59,546	60,147
4,8	60,751	61,362	61,979	62,601	63,231	63,866	64,508	65,158	65,812	66,473
4,9	67,141	67,816	68,498	69,186	69,882	70,584	71,293	72,010	72,734	73,467
5,0	74,203	74,949	75,702	76,463	77,232	78,008	78,792	79,584	80,384	81,192

Tabela 10.2.2 - VREDNOSTI FUNKCIJE KOSINUS-HIPERBOLIKUS $\operatorname{ch} x = \frac{e^x + e^{-x}}{2}$

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	1,0000	0001	0002	0005	0008	0013	0018	0025	0032	0041
0,1	1,0050	0061	0072	0085	0098	0113	0128	0145	0162	0181
0,2	1,0201	0221	0243	0266	0289	0314	0340	0367	0395	0423
0,3	1,0453	0484	0516	0549	0584	0619	0655	0692	0731	0770
0,4	1,0811	0852	0895	0939	0984	1030	1077	1125	1174	1225
0,5	1,1276	1329	1383	1438	1494	1551	1609	1669	1730	1792
0,6	1,1855	1919	1984	2051	2119	2188	2258	2330	2402	2476
0,7	1,2552	2628	2706	2785	2865	2947	3030	3114	3199	3286
0,8	1,3374	3464	3555	3647	3740	3835	3932	4029	4128	4229
0,9	1,4331	4434	4539	4645	4753	4862	4973	5085	5199	5314
1,0	1,5431	5549	5669	5790	5913	6038	6164	6292	6421	6552
1,1	1,6685	6820	6956	7093	7233	7374	7517	7662	7808	7957
1,2	1,8107	8258	8412	8568	8725	8884	9045	9208	9373	9540
1,3	1,9709	9880	*0053	*0228	*0404	*0583	*0764	*0947	*1132	*1320
1,4	2,1509	1700	1894	2090	2288	2488	2691	2896	3103	3312
1,5	2,3524	3738	3955	4174	4395	4619	4845	5083	5305	5538
1,6	2,5775	6013	6255	6499	6746	6995	7247	7502	7760	8020
1,7	2,8283	8549	8818	9090	9364	9642	9922	*0206	*0492	*0782
1,8	3,1075	1371	1669	1972	2277	2585	2897	3212	3530	3852
1,9	3,4177	4506	4838	5173	5512	5855	6201	6551	6904	7261
2,0	3,7622	7987	8355	8727	9103	9483	9867	*0255	*0647	*1043
2,1	4,1443	1847	2256	2668	3085	3507	3932	4362	4797	5236
2,2	4,5679	6127	6580	7037	7499	7966	8437	8914	9395	9881
2,3	5,0372	0868	1370	1876	2388	2905	3427	3954	4487	5026
2,4	5,5569	6119	6674	7235	7801	8373	8951	9535	*0125	*0721
2,5	6,1323	1931	2545	3166	3793	4426	5066	5712	6365	7024
2,6	6,7690	8363	9043	9729	*0423	*1123	*1831	*2546	*3268	*3998
2,7	7,4735	5479	6231	6990	7758	8533	9316	*0106	*0905	*1712
2,8	8,2527	3351	4182	5022	5871	6728	7594	8469	9352	*0244
2,9	9,1146	2056	2976	3905	4844	5791	6749	7716	8693	9680
3,0	10,0677	1683	2700	3728	4765	5813	6872	7942	9022	*0113
3,1	11,1215	2328	3453	4588	5736	6895	8065	9247	*0442	*0648
3,2	12,2866	4097	5340	6596	7864	9146	*0440	*1747	*3067	*4401
3,3	13,5748	7108	8482	9871	*1273	*2689	*4120	*5565	*7024	*8498
3,4	14,999	15,149	15,301	15,455	15,610	15,766	15,924	16,084	16,245	16,408
3,5	16,573	16,739	16,907	17,077	17,248	17,421	17,596	17,772	17,951	18,131
3,6	18,313	18,497	18,682	18,870	19,059	19,250	19,444	19,639	19,836	20,035
3,7	20,236	20,439	20,644	20,852	21,061	21,272	21,486	21,702	21,919	22,139
3,8	22,362	22,586	22,813	23,042	23,273	23,507	23,743	23,982	24,222	24,466
3,9	24,711	24,959	25,210	25,463	25,719	25,977	26,238	26,502	26,768	27,037
4,0	27,308	27,582	27,860	28,139	28,422	28,707	28,996	29,287	29,581	29,878
4,1	30,178	30,482	30,788	31,097	31,409	31,724	32,042	32,365	32,691	33,019
4,2	33,351	33,686	34,024	34,366	34,711	35,060	35,412	35,768	36,127	36,490
4,3	36,857	37,227	37,601	37,979	38,360	38,746	39,135	39,528	39,925	40,326
4,4	40,732	41,141	41,554	41,972	42,393	42,819	43,250	43,684	44,123	44,566
4,5	45,014	45,466	45,923	46,385	46,851	47,321	47,797	48,277	48,762	49,252
4,6	49,747	50,247	50,752	51,262	51,777	52,297	52,823	53,354	53,890	54,431
4,7	54,978	55,531	56,089	56,652	57,221	57,796	58,377	58,964	59,556	60,155
4,8	60,759	61,370	61,987	62,609	63,239	63,874	64,516	65,164	65,819	66,481
4,9	67,149	67,823	68,505	69,193	69,889	70,591	71,300	72,017	72,741	73,472
5,0	74,210	74,956	75,709	76,470	77,238	78,014	78,798	79,590	80,390	81,198

Tabela 10.2.3 - VREDNOSTI FUNKCIJE TANGENS-HIPERBOLIKUS $\operatorname{th} x = \frac{\operatorname{sh} x}{\operatorname{ch} x} = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,0000	0100	0200	0300	0400	0500	0599	0699	0798	0898
0,1	0,0997	1096	1194	1293	1391	1489	1586	1684	1781	1877
0,2	0,1974	2070	2165	2260	2355	2449	2543	2636	2729	2821
0,3	0,2913	3004	3095	3185	3275	3364	3452	3540	3627	3714
0,4	0,3799	3885	3969	4053	4136	4219	4301	4382	4462	4542
0,5	0,4621	4699	4777	4854	4930	5005	5080	5154	5227	5299
0,6	0,5370	5441	5511	5581	5649	5717	5784	5850	5915	5980
0,7	0,6044	6107	6169	6231	6291	6351	6411	6469	6527	6584
0,8	0,6640	6696	6751	6805	6858	6911	6963	7014	7064	7114
0,9	0,7163	7211	7259	7306	7352	7398	7443	7487	7531	7574
1,0	0,7616	7658	7699	7739	7779	7818	7857	7895	7932	7969
1,1	0,8005	8041	8076	8110	8144	8178	8210	8243	8275	8306
1,2	0,8337	8367	8397	8426	8455	8483	8511	8538	8565	8591
1,3	0,8617	8643	8668	8692	8717	8741	8764	8787	8810	8832
1,4	0,8854	8875	8896	8917	8937	8957	8977	8996	9015	9033
1,5	0,9051	9069	9087	9104	9121	9138	9154	9170	9186	9201
1,6	0,9217	9232	9246	9261	9275	9289	9302	9316	9329	9341
1,7	0,9354	9366	9379	9391	9402	9414	9425	9436	9447	9458
1,8	0,9468	9478	9488	9498	9508	9517	9527	9536	9545	9554
1,9	0,9562	9571	9579	9587	9595	9603	9611	9618	9626	9633
2,0	0,9640	9647	9654	9661	9667	9674	9680	9687	9693	9699
2,1	0,9705	9710	9716	9721	9727	9732	9737	9743	9748	9753
2,2	0,9757	9762	9767	9771	9776	9780	9785	9789	9793	9797
2,3	0,9801	9805	9809	9812	9816	9820	9823	9827	9830	9833

10.3 GAUSOV INTEGRAL GREŠAKA

$$\operatorname{erf} z = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^z e^{-z^2} dz, \quad \operatorname{erfc} z = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_z^{\infty} e^{-z^2} dz = 1 - \operatorname{erf} z$$

$$\operatorname{erf}(-z) = -\operatorname{erf}(z)$$

Tabela 10.3.1 - VREDNOSTI GAUSSOVOG INTEGRALA GREŠAKA

z	erf z	z	erf z	z	erf z	z	erf z
0,00	0,00000	0,60	0,60386	1,20	0,91031	1,80	0,98909
0,01	0,01128	0,61	0,61168	1,21	0,91296	1,81	0,98952
0,02	0,02256	0,62	0,61941	1,22	0,91553	1,82	0,98994
0,03	0,03384	0,63	0,62705	1,23	0,91805	1,83	0,99035
0,04	0,04511	0,64	0,63459	1,24	0,92050	1,84	0,99074
0,05	0,05637	0,65	0,64203	1,25	0,92290	1,85	0,99111
0,06	0,06762	0,66	0,64938	1,26	0,92524	1,86	0,99147
0,07	0,07886	0,67	0,65663	1,27	0,92751	1,87	0,99182
0,08	0,09008	0,68	0,66378	1,28	0,92973	1,88	0,99216
0,09	0,10128	0,69	0,67084	1,29	0,93190	1,89	0,99248
0,10	0,11246	0,70	0,67780	1,30	0,93401	1,90	0,99279
0,11	0,12362	0,71	0,68467	1,31	0,93606	1,91	0,99309
0,12	0,13476	0,72	0,69143	1,32	0,93806	1,92	0,99338
0,13	0,14587	0,73	0,69810	1,33	0,94002	1,93	0,99366
0,14	0,15695	0,74	0,70468	1,34	0,94191	1,94	0,99392
0,15	0,16800	0,75	0,71116	1,35	0,94376	1,95	0,99418
0,16	0,17901	0,76	0,71754	1,36	0,94556	1,96	0,99443
0,17	0,18999	0,77	0,72382	1,37	0,94731	1,97	0,99466
0,18	0,20094	0,78	0,73001	1,38	0,94902	1,98	0,99489
0,19	0,21184	0,79	0,73610	1,39	0,95067	1,99	0,99511
0,20	0,22270	0,80	0,74210	1,40	0,95228	2,00	0,99532
0,21	0,23352	0,81	0,74800	1,41	0,95385	2,02	0,99570
0,22	0,24430	0,82	0,75381	1,42	0,95538	2,04	0,99608
0,23	0,25502	0,83	0,75952	1,43	0,95686	2,06	0,99642
0,24	0,26570	0,84	0,76514	1,44	0,95830	2,08	0,99673
0,25	0,27633	0,85	0,77067	1,45	0,95970	2,10	0,99702
0,26	0,28690	0,86	0,77610	1,46	0,96105	2,12	0,99728
0,27	0,29742	0,87	0,78144	1,47	0,96237	2,14	0,99752
0,28	0,30788	0,88	0,78669	1,48	0,96365	2,16	0,99774
0,29	0,31828	0,89	0,79184	1,49	0,96490	2,18	0,99795
0,30	0,32863	0,90	0,79691	1,50	0,96610	2,20	0,99813
0,31	0,33891	0,91	0,80188	1,51	0,96728	2,22	0,99830
0,32	0,34913	0,92	0,80677	1,52	0,96841	2,24	0,99846
0,33	0,35928	0,93	0,81156	1,53	0,96952	2,26	0,99860
0,34	0,36936	0,94	0,81627	1,54	0,97059	2,28	0,99873
0,35	0,37938	0,95	0,82089	1,55	0,97162	2,30	0,99885
0,36	0,38933	0,96	0,82542	1,56	0,97263	2,32	0,99896
0,37	0,39921	0,97	0,82987	1,57	0,97360	2,34	0,99906
0,38	0,40901	0,98	0,83423	1,58	0,97455	2,36	0,99915
0,39	0,41874	0,99	0,83851	1,59	0,97546	2,38	0,99923
0,40	0,42839	1,00	0,84270	1,60	0,97635	2,40	0,99931
0,41	0,43797	1,01	0,84681	1,61	0,97721	2,42	0,99937
0,42	0,44747	1,02	0,85084	1,62	0,97804	2,44	0,99941
0,43	0,45689	1,03	0,85478	1,63	0,97884	2,46	0,99947
0,44	0,46622	1,04	0,85865	1,64	0,97962	2,48	0,99954
0,45	0,47548	1,05	0,86244	1,65	0,98038	2,50	0,99959
0,46	0,48466	1,06	0,86614	1,66	0,98110	2,55	0,99968
0,47	0,49374	1,07	0,86977	1,67	0,98181	2,60	0,99974
0,48	0,50275	1,08	0,87333	1,68	0,98249	2,65	0,99982
0,49	0,51167	1,09	0,87680	1,69	0,98315	2,70	0,99986
0,50	0,52050	1,10	0,88020	1,70	0,98379	2,75	0,99989
0,51	0,52924	1,11	0,88353	1,71	0,98441	2,80	0,99992
0,52	0,53790	1,12	0,88679	1,72	0,98500	2,85	0,99994
0,53	0,54646	1,13	0,88997	1,73	0,98558	2,90	0,99995
0,54	0,55494	1,14	0,89308	1,74	0,98613	2,95	0,99997
0,55	0,56332	1,15	0,89612	1,75	0,98667	3,00	0,99998
0,56	0,57162	1,16	0,89910	1,76	0,98719	3,20	0,99999
0,57	0,57982	1,17	0,90200	1,77	0,98769	3,40	0,99999
0,58	0,58792	1,18	0,90484	1,78	0,98817	3,60	0,99999
0,59	0,59594	1,19	0,90761	1,79	0,98864	-	1,00000

10.4 KORENI KARAKTERISTIČNIH JEDNAČINA I KONSTANTE FOURIEROVIH REDOVA

Tabela 10.4.1 - KORENI KARAKTERISTIČNE JEDNAČINE $\text{ctg } \omega = \frac{\omega}{B\ell}$ ZA BESKONAČAN RAVAN ZID

$B\ell$	ω_1	ω_2	ω_3	ω_4	ω_5	ω_6
0	0,0000	3,1416	6,2832	9,4248	12,5664	15,7080
0,001	0,0316	3,1419	6,2833	9,4249	12,5665	15,7080
0,002	0,0447	3,1422	6,2835	9,4250	12,5665	15,7081
0,004	0,0632	3,1429	6,2838	9,4252	12,5667	15,7082
0,006	0,0774	3,1435	6,2841	9,4254	12,5668	15,7083
0,008	0,0893	3,1441	6,2845	9,4256	12,5670	15,7085
0,01	0,0998	3,1448	6,2848	9,4258	12,5672	15,7086
0,02	0,1410	3,1479	6,2864	9,4269	12,5680	15,7092
0,04	0,1987	3,1543	6,2895	9,4290	12,5696	15,7105
0,06	0,2425	3,1606	6,2927	9,4311	12,5711	15,7118
0,08	0,2791	3,1668	6,2959	9,4333	12,5727	15,7131
0,1	0,3111	3,1731	6,2991	9,4354	12,5743	15,7143
0,2	0,4328	3,2039	6,3148	9,4459	12,5823	15,7207
0,3	0,5218	3,2341	6,3305	9,4565	12,5902	15,7270
0,4	0,5932	3,2636	6,3461	9,4670	12,5981	15,7334
0,5	0,6533	3,2923	6,3616	9,4775	12,6060	15,7397
0,6	0,7051	3,3204	6,3770	9,4879	12,6139	15,7460
0,7	0,7506	3,3477	6,3923	9,4983	12,6218	15,7524
0,8	0,7910	3,3744	6,4074	9,5087	12,6296	15,7587
0,9	0,8274	3,4003	6,4224	9,5190	12,6375	15,7650
1,0	0,8603	3,4256	6,4373	9,5293	12,6453	15,7713
1,5	0,9882	3,5422	6,5097	9,5801	12,6841	15,8026
2,0	1,0769	3,6436	6,5783	9,6296	12,7223	15,8336
3,0	1,1925	3,8088	6,7040	9,7240	12,7966	15,8945
4,0	1,2646	3,9352	6,8140	9,8119	12,8678	15,9536
5,0	1,3138	4,0336	6,9096	9,8928	12,9352	16,0107
6,0	1,3496	4,1116	6,9924	9,9667	12,9988	16,0654
7,0	1,3766	4,1746	7,0640	10,0339	13,0584	16,1177
8,0	1,3978	4,2264	7,1263	10,0949	13,1141	16,1675
9,0	1,4149	4,2694	7,1806	10,1502	13,1660	16,2147
10,0	1,4289	4,3058	7,2281	10,2003	13,2142	16,2594
15,0	1,4729	4,4255	7,3959	10,3898	13,4078	16,4474
20,0	1,4961	4,4915	7,4954	10,5117	13,5420	16,5864
30,0	1,5202	4,5615	7,6057	10,6543	13,7085	16,7691
40,0	1,5325	4,5979	7,6647	10,7334	13,8048	16,8794
50,0	1,5400	4,6202	7,7012	10,7832	13,8666	16,9519
60,0	1,5451	4,6353	7,7259	10,8172	13,9094	17,0026
80,0	1,5514	4,6543	7,7573	10,8606	13,9644	17,0686
100,0	1,5552	4,6658	7,7764	10,8871	13,9981	17,1093
∞	1,5708	4,7124	7,8540	10,9956	14,1372	17,2788

Tabela 10.4.2 - KONSTANTE FOURIEROVOG REDA ZA BESKONAČAN RAVAN ZID

$$A_k = \frac{2 \sin \omega_k}{\omega_k + \sin \omega_k \cos \omega_k} = (-1)^{k+1} \frac{2 B\ell \sqrt{B\ell^2 + \omega_k^2}}{\omega_k (B\ell^2 + B\ell + \omega_k^2)}$$

$B\ell$	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6
0	1,0000	-0,0000	0,0000	-0,0000	0,0000	-0,0000
0,001	1,0002	-0,0002	0,0000	-0,0000	0,0000	-0,0000
0,002	1,0004	-0,0004	0,0001	-0,0000	0,0000	-0,0000
0,004	1,0008	-0,0008	0,0002	-0,0001	0,0000	-0,0000
0,006	1,0012	-0,0012	0,0003	-0,0001	0,0001	-0,0000
0,008	1,0015	-0,0016	0,0004	-0,0002	0,0001	-0,0001
0,01	1,0020	-0,0020	0,0005	-0,0002	0,0001	-0,0001
0,02	1,0030	-0,0040	0,0010	-0,0004	0,0003	-0,0002
0,04	1,0065	-0,0080	0,0020	-0,0009	0,0005	-0,0003
0,06	1,0099	-0,0119	0,0030	-0,0013	0,0007	-0,0004
0,08	1,0130	-0,0158	0,0040	-0,0018	0,0010	-0,0006
0,1	1,0159	-0,0197	0,0050	-0,0022	0,0013	-0,0008
0,2	1,0312	-0,0381	0,0100	-0,0045	0,0025	-0,0016
0,3	1,0450	-0,0555	0,0148	-0,0067	0,0038	-0,0024
0,4	1,0581	-0,0719	0,0196	-0,0089	0,0050	-0,0032
0,5	1,0701	-0,0873	0,0243	-0,0110	0,0063	-0,0040
0,6	1,0813	-0,1025	0,0289	-0,0132	0,0075	-0,0048
0,7	1,0918	-0,1154	0,0335	-0,0153	0,0087	-0,0056
0,8	1,1016	-0,1282	0,0379	-0,0175	0,0100	-0,0064
0,9	1,1107	-0,1403	0,0423	-0,0196	0,0112	-0,0072
1,0	1,1192	-0,1517	0,0466	-0,0217	0,0124	-0,0080
1,5	1,1537	-0,2013	0,0667	-0,0318	0,0184	-0,0119
2,0	1,1784	-0,2367	0,0848	-0,0414	0,0241	-0,0157
3,0	1,2102	-0,2881	0,1154	-0,0589	0,0351	-0,0231
4,0	1,2287	-0,3215	0,1396	-0,0750	0,0451	-0,0300
5,0	1,2403	-0,3442	0,1588	-0,0876	0,0543	-0,0366
6,0	1,2478	-0,3604	0,1740	-0,0991	0,0626	-0,0427
7,0	1,2532	-0,3722	0,1861	-0,1089	0,0701	-0,0483
8,0	1,2569	-0,3812	0,1959	-0,1174	0,0768	-0,0535
9,0	1,2598	-0,3880	0,2035	-0,1246	0,0828	-0,0583
10,0	1,2612	-0,3934	0,2104	-0,1309	0,0881	-0,0626
15,0	1,2677	-0,4084	0,2320	-0,1514	0,1072	-0,0795
20,0	1,2699	-0,4147	0,2394	-0,1621	0,1182	-0,0901
30,0	1,2717	-0,4198	0,2472	-0,1718	0,1291	-0,1015
40,0	1,2723	-0,4217	0,2502	-0,1759	0,1340	-0,1069
50,0	1,2727	-0,4227	0,2517	-0,1779	0,1365	-0,1098
60,0	1,2728	-0,4232	0,2526	-0,1791	0,1379	-0,1115
80,0	1,2730	-0,4237	0,2535	-0,1803	0,1394	-0,1132
100,0	1,2731	-0,4239	0,2539	-0,1808	0,1405	-0,1141
∞	1,2732	-0,4244	0,2546	-0,1819	0,1415	-0,1157

Tabela 10.4.3 - KORENI KARAKTERISTIČNE JEDNAČINE $\frac{J_0(\omega)}{J_1(\omega)} = \frac{\omega}{Bz}$

ZA BESKONAČAN CILINDAR

Bz	ω_1	ω_2	ω_3	ω_4	ω_5	ω_6
0,0	0,0000	3,8317	7,0156	10,1735	13,3237	16,4706
0,01	0,1412	3,8343	7,0170	10,1745	13,3244	16,4712
0,02	0,1995	3,8369	7,0184	10,1754	13,3252	16,4718
0,04	0,2814	3,8421	7,0213	10,1774	13,3267	16,4731
0,06	0,3438	3,8473	7,0241	10,1794	13,3282	16,4743
0,08	0,3960	3,8525	7,0270	10,1813	13,3297	16,4755
0,10	0,4417	3,8577	7,0298	10,1833	13,3312	16,4767
0,15	0,5376	3,8706	7,0369	10,1882	13,3349	16,4797
0,20	0,6170	3,8835	7,0440	10,1931	13,3387	16,4828
0,30	0,7465	3,9091	7,0582	10,2029	13,3462	16,4888
0,40	0,8516	3,9344	7,0723	10,2127	13,3537	16,4949
0,50	0,9408	3,9594	7,0864	10,2225	13,3611	16,5010
0,60	1,0184	3,9841	7,1004	10,2322	13,3686	16,5070
0,70	1,0873	4,0085	7,1143	10,2419	13,3761	16,5131
0,80	1,1490	4,0325	7,1282	10,2519	13,3835	16,5191
0,90	1,2048	4,0562	7,1421	10,2613	13,3910	16,5251
1,0	1,2558	4,0795	7,1558	10,2710	13,3984	16,5312
1,5	1,4569	4,1902	7,2233	10,3188	13,4353	16,5612
2,0	1,5994	4,2910	7,2884	10,3658	13,4719	16,5910
3,0	1,7887	4,4634	7,4103	10,4566	13,5434	16,6499
4,0	1,9081	4,6018	7,5201	10,5423	13,6125	16,7073
5,0	1,9898	4,7131	7,6177	10,6223	13,6786	16,7630
6,0	2,0490	4,8033	7,7039	10,6964	13,7414	16,8168
7,0	2,0937	4,8772	7,7797	10,7646	13,8008	16,8684
8,0	2,1286	4,9384	7,8464	10,8271	13,8566	16,9179
9,0	2,1566	4,9897	7,9051	10,8842	13,9090	16,9650
10,0	2,1795	5,0332	7,9569	10,9363	13,9580	17,0099
15,0	2,2509	5,1773	8,1422	11,1367	14,1576	17,2008
20,0	2,2880	5,2568	8,2534	11,2677	14,2983	17,3442
30,0	2,3261	5,3410	8,3771	11,4221	14,4748	17,5348
40,0	2,3455	5,3846	8,4432	11,5081	14,5774	17,6508
50,0	2,3572	5,4112	8,4840	11,5621	14,6433	17,7272
60,0	2,3651	5,4291	8,5116	11,5990	14,6889	17,7807
80,0	2,3750	5,4516	8,5466	11,6461	14,7475	17,8502
100,0	2,3809	5,4652	8,5678	11,6747	14,7834	17,8931
∞	2,4048	5,5201	8,6537	11,7915	14,9309	18,0711

Tabela 10.4.4 - KONSTANTE FOURIEROVOG REDA ZA BESKONAČAN CILINDAR

$$A_k = \frac{2 J_1(\omega_k)}{\omega_k [J_0^2(\omega_k) + J_1^2(\omega_k)]} = \frac{2 Bz}{(\omega_k^2 + Bz^2) J_0(\omega_k)}$$

Bz	$+A_1$	$-A_2$	$+A_3$	$-A_4$	$+A_5$	$-A_6$
0,0	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,01	1,0031	0,0034	0,0013	0,0008	0,0005	0,0004
0,02	1,0049	0,0067	0,0027	0,0015	0,0010	0,0007
0,04	1,0102	0,0135	0,0052	0,0031	0,0021	0,0015
0,06	1,0150	0,0201	0,0081	0,0046	0,0031	0,0023
0,08	1,0199	0,0268	0,0110	0,0062	0,0041	0,0030
0,1	1,0245	0,0333	0,0135	0,0077	0,0051	0,0037
0,15	1,0366	0,0497	0,0202	0,0116	0,0077	0,0056
0,20	1,0482	0,0658	0,0269	0,0154	0,0103	0,0075
0,30	1,0711	0,0972	0,0401	0,0231	0,0155	0,0112
0,40	0,0931	0,1277	0,0582	0,0307	0,0205	0,0150
0,50	1,1142	0,1571	0,0662	0,0383	0,0256	0,0187
0,60	1,1345	0,1857	0,0790	0,0458	0,0307	0,0224
0,70	1,1539	0,2132	0,0917	0,0533	0,0358	0,0261
0,80	1,1724	0,2398	0,1043	0,0608	0,0408	0,0298
0,90	1,1902	0,2654	0,1167	0,0682	0,04559	0,0335
1,0	1,2071	0,2901	0,1289	0,0756	0,0509	0,0372
1,5	1,2807	0,4008	0,1877	0,1117	0,0756	0,0554
2,0	1,3377	0,4923	0,2422	0,1404	0,0998	0,0732
3,0	1,4192	0,6309	0,3384	0,2114	0,1463	0,1084
4,0	1,4698	0,7278	0,4184	0,2699	0,1898	0,1420
5,0	1,5029	0,7973	0,4842	0,3220	0,2301	0,1735
6,0	1,5253	0,8484	0,5382	0,3679	0,2672	0,2038
7,0	1,5409	0,8869	0,5825	0,4080	0,3010	0,2317
8,0	1,5523	0,9225	0,6189	0,4430	0,3316	0,2579
9,0	1,5611	0,9393	0,6491	0,4735	0,3593	0,2826
10,0	1,5677	0,9575	0,6784	0,5000	0,3843	0,3042
15,0	1,5853	1,0091	0,7519	0,5901	0,4760	0,3913
20,0	1,5918	1,0309	0,7889	0,6382	0,5303	0,4461
30,0	1,5964	1,0488	0,8195	0,6827	0,5853	0,5062
40,0	1,5988	1,0550	0,8335	0,7018	0,6133	0,5390
50,0	1,5995	1,0587	0,8396	0,7112	0,6227	0,5544
60,0	1,6009	1,0589	0,8428	0,7165	0,6301	0,5642
80,0	1,6012	1,0599	0,8463	0,7212	0,6398	0,5770
100,0	1,6014	1,0603	0,8505	0,7275	0,6415	0,5850
∞	1,6021	1,0648	0,8558	0,7296	0,6485	0,5896

Tabela 10.4.5 - KORENI KARAKTERISTIČNE JEDNAČINE $\tau_9 \omega = \frac{\omega}{1 - B\tau}$
ZA KUGLU

$B\tau$	ω_1	ω_2	ω_3	ω_4	ω_5	ω_6
0,0	0,0000	4,4934	7,7253	10,9041	14,0662	17,2208
0,01	0,1730	4,4956	7,7265	10,9050	14,0669	17,2213
0,02	0,2445	4,4979	7,7278	10,9060	14,0676	17,2219
0,04	0,3450	4,5023	7,7304	10,9078	14,0690	17,2231
0,06	0,4217	4,5068	7,7330	10,9096	14,0705	17,2242
0,08	0,4860	4,5112	7,7356	10,9115	14,0719	17,2254
0,10	0,5423	4,5157	7,7382	10,9133	14,0733	17,2266
0,20	0,7593	4,5379	7,7511	10,9225	14,0804	17,2324
0,4	1,0528	4,5822	7,7770	10,9408	14,0946	17,2440
0,6	1,2644	4,6261	7,8028	10,9591	14,1088	17,2556
0,8	1,4320	4,6696	7,8284	10,9774	14,1230	17,2672
1,0	1,5708	4,7124	7,8540	10,9956	14,1372	17,2788
1,2	1,6887	4,7544	7,8794	11,0137	14,1513	17,2903
1,4	1,7906	4,7956	7,9046	11,0318	14,1654	17,3019
1,6	1,8798	4,8358	7,9295	11,0498	14,1795	17,3134
1,8	1,9586	4,8751	7,9542	11,0677	14,1935	17,3249
2,0	2,0288	4,9132	7,9787	11,0856	14,2075	17,3364
3,0	2,2889	5,0870	8,0962	11,1727	14,2764	17,3932
5,0	2,5704	5,3540	8,3029	11,3349	14,4080	17,5034
8,0	2,7654	5,6078	8,5406	11,5408	14,5847	17,6567
10,0	2,8363	5,7172	8,6587	11,6532	14,6870	17,7481
16,0	2,9476	5,9080	8,8898	11,8959	14,9251	17,9742
21,0	2,9930	5,9921	9,0019	12,0250	15,0625	18,1136
31,0	3,0406	6,0831	9,1294	12,1807	15,2380	18,3018
41,0	3,0651	6,1311	9,1987	12,2688	15,3417	18,4180
51,0	3,0801	6,1606	9,2420	12,3247	15,4090	18,4953
61,0	3,0901	6,1805	9,2715	12,3632	15,4559	18,5497
81,0	3,1028	6,2058	9,3089	12,4124	15,5164	18,6209
101,0	3,1105	6,221	9,3317	12,4426	15,5537	18,6650
∞	3,1416	6,2832	9,4248	12,5664	15,7080	18,8496

Tabela 10.5 LAPLACEOVE TRANSFORMACIJE

$$\mathcal{L}(t) = \mathcal{L}(t(\tau)) = \bar{t}(p) = \int_0^{\infty} e^{-p\tau} t(\tau) d\tau, \quad t(\tau) = \mathcal{L}^{-1}\{\bar{t}(p)\} = \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma-i\infty}^{\gamma+i\infty} e^{p\tau} \bar{t}(p) dp,$$

$\bar{t}(p)$	$t(\tau)$	$\bar{t}(p)$	$t(\tau)$
$\frac{a}{p}$	a	$\frac{b}{(p+a)^2 + b^2}$	$a^{-a\tau} \sin b\tau$
$\frac{1}{p^2}$	τ	$\frac{p+a}{(p+a)^2 + b^2}$	$a^{-a\tau} \cos b\tau$
$\frac{1}{p^n} (n = 1, 2, 3, \dots)$	$\frac{\tau^{n-1}}{(n-1)!}$	$\frac{p}{(p^2 + a^2)^2}$	$\frac{\tau}{2a} \sin a\tau$
$\frac{1}{\sqrt{p}}$	$\frac{1}{\sqrt{\pi\tau}}$	$\frac{p^2 - a^2}{(p^2 + a^2)^2}$	$\tau \cos a\tau$
$\frac{1}{p-a}$	$e^{a\tau}$	$\frac{-a\sqrt{p}}{(p^2 + a^2)^2}$	$\frac{e}{2\sqrt{\pi\tau^3}} \exp(-\frac{a^2}{4\tau})$
$\frac{1}{(p-a)^2}$	$\tau e^{a\tau}$	$\frac{1}{\sqrt{p}} e^{-a\sqrt{p}} (a>0)$	$\frac{1}{\sqrt{\pi\tau}} \exp(-\frac{a^2}{4\tau})$
$\frac{1}{(p-a)^n} (n = 1, 2, 3, \dots)$	$\frac{\tau^{n-1} e^{a\tau}}{(n-1)!}$	$\frac{1}{p} e^{-a\sqrt{p}} (a>0)$	$\operatorname{erfc} \frac{a}{2\sqrt{\tau}}$
$\frac{1}{(p-a)(p-b)}$	$\frac{e^{a\tau} - e^{b\tau}}{a-b}$	$\frac{1}{\sqrt{p^2 + a^2}}$	$J_0(a\tau)$
$\frac{p}{(p-a)(p-b)}$	$\frac{ae^{a\tau} - be^{b\tau}}{a-b}$	$\frac{1}{\sqrt{p^2 - a^2}}$	$I_0(a\tau)$
$\frac{a}{p^2 + a^2}$	$\sin a\tau$	$\frac{\sqrt{p+2a}}{\sqrt{p}} - 1$	$aa^{-a\tau} [I_0(a\tau) + I_1(a\tau)]$
$\frac{p}{p^2 + a^2}$	$\cos a\tau$	$\frac{-a}{p} e^{-a\sqrt{p}}$	$J_0(2\sqrt{a\tau})$
$\frac{a}{p^2 + a^2}$	$\operatorname{sh} a\tau$	$K_0(a\sqrt{p})$	$\frac{1}{2\tau} \exp(-\frac{a^2}{4\tau})$
$\frac{p}{p^2 - a^2}$	$\operatorname{ch} a\tau$	$\frac{1}{\sqrt{p}} K_1(a\sqrt{p})$	$\frac{1}{a} \exp(-\frac{a^2}{4\tau})$

LITERATURA

Baehr H. D.: 13
Bošnjaković F.:
Christian W.:

Floarea O.:
Smigelski O.
Holman J. P.:

Kalčík J.
Sykora K.:
Kecy R. B.:

Kožd Dž.:
Нутателадзе С. С.:
Мак-Адамс:

Našić D.:
Djordjević B.:
Valent V.
Našić D.:

Михеев М. А.:
Михеев И. М.
Милинčić D.:

Орешник М.:
Павлов Н. Ф.:
Романов П. Г.,
Носков А. А.
Ražnjević K.:

Steward F. R.:
Szargut J.:

Варгафтик Н. Б.:
Вуклович М. П.:
Крейтц Ф.:
Блэк З. В.
Миницкий С.:

American Institut of Physics Handbook - Mc
- Hill Book Comp., 1957.

Thermodynamik - Springer - Verlag, Berlin/H
berg 1966.

Nauka o toplini, i deo, Tehnička knjiga, Zag

Einführung in die technische Thermodynamik
Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie,
1973.

Calcule de operatii si utilaje din industr
mica - Editura tehnica, București 1966 (rus)

Heat transfer - Mc Graw-Hill-Kōgakuska, Tok

Hütte, Inženjerski priručnik - Gradjevinsk
Beograd 1952. (prevod sa nemačkog)

Inženjersko tehnički priručnik, knjiga dru
Beograd 1970 (prevod sa ruskog)

Technická termodynamika - Academia, Prag

Drying, principles and practice, Pergamon
1972.

Primena Medjunarodnog sistema jedinica (S
centar BSH, Beograd 1969.

Основы теории теплообмена - Наука, Новоси

Prostiranje toplote - Gradjevinska knjiga
1969. (prevod sa engleskog)

Termodinamika strujnih procesa - Gradjevi
ga, Beograd 1971.

Termodinamika i termotehnika - Gradjevins
Beograd 1967.

Основы теплопередачи - Энергия, Москва 19

Prostiranje toplote - Mašinski fakultet,
1974.

Termodinamičke tabele in dijagrami, Ljubl

Примеры и задачи по курсу процессов и апп
мической технологии - Химия, Ленинград 19

Toplinske tablice i dijagrami - Tehnička
Zagreb 1964.

Radiative transfer associated with fire p
- Inter. Centre for Heat and Mass Transfe
1973.

Termodynamika - PWN, Warszawa 1971.

Теплотехнический справочник, том - Энер
ква 1975.

Справочник по теплофизическим свойствам
жидкостей - Наука, Москва 1972.

VDI - Wärmeatlas - VDI - Verlag GmbH, Düs
1957.

Термодинамические свойства воды и водяног
(таблицы и диаграммы) - Стандарты, Москва

Basic heat transfer - Harper & Row, Publ
New York, 1980.

Wymiana ciepła - PWN, Warszawa 1979.