

**UNIVERSITETI I PRISHTINËS “HASAN PRISHTINA”  
FAKULTETI I INXHINIERISË MEKANIKE  
PRISHTINË**



**PUNIM I MASTERIT**

**ANALIZA DHE MODELIMI I LAGËSHTISË RELATIVE NË KUSHTET  
KLIMATIKE TË KOSOVËS**

**Bachelor:  
Fidaim Klinaku**

**Mentori:  
Prof. Asoc. Rexhep Selimaj**

**Prishtinë, 2016**

## **ABSTRAKTI**

Analiza dhe kontrolli i klimës ka të bëjë me kontrollin e temperaturës dhe lagështisë relative për komfortin e njeriut, shëndetin dhe sigurinë; për kërkesat teknike të makinave dhe proceseve; dhe në ndërtesa, automjete dhe hapësira të tjera të mbyllura. Për këtë arsye nevojiten analiza të përgjithshme të cilat ndërlidhen me shprehjet analitike për ajrin e lagësht si dhe për difuzionin e avullit të ujit.

Në kuadër të kësaj pasqyrohen kushtet e kondensimit të avullit të ujit në mure. Përveç kësaj, në këtë punim analizohet dhe modelohet ndikimi i lagështisë në kushtet e komfortit termik të njeriut për kushtet klimatike të Kosovës.

## **ABSTRACT**

Analysis and climate control has to do with control of temperature and relative humidity on human comfort, health and safety; for machines technical and processes requirements; and in buildings, vehicles and other enclosed spaces. For this reason are needed general analysis which relate to the analytical expressions for humidity air and to water vapor diffusion..

Within this are reflected conditions of water vapor condensation through the walls. In addition, this thesis is analyzed and modeled the impact of humidity in conditions of human thermal comfort for Kosovo climatic conditions.

## PËRMBAJTJA

	Hyrje	6
1.	Në përgjithësi për ajrin e lagësht dhe difuzionin e avullit të ujit	8
1.1	Lagështia e ajrit	8
1.1.1.	Shtypja e avullit të ujit	11
1.1.2.	Lagështia absolute	12
1.1.3.	Entalpia specifike	16
1.1.4.	Dendësia	17
1.1.5.	Vëllimi specifik	17
1.1.6.	Temperatura e pikës së vesës	18
1.2.	Transmetimi i masës	19
1.2.1.	Difuzioni i masës - lagështirës	21
1.2.2.	Transmetimi stacionar i avullit të ujit	25
1.2.3.	Konveksioni i masës - difuzioni konvektiv	29
1.3.	Shprehjet e nevojshme matematikore dhe të dhënat tjera për njehsimin e difuzionit të avullit të ujit	31
2.	Përpunimi statistikor dhe modelimi i lagështisë relative	38
2.1.	Lagështia relative mesatare ditore	38
2.2.	Lagështia relative e ajrit për Prishtinën - vitet 2001-2009	39
2.3.	Lagështia relative e ajrit për Pejën - vitet 2001-2009	41
2.4.	Lagështia relative e ajrit për Ferizajin - vitet 2001-2009	42
2.5.	Variacioni kohor i vlerave mesatare të temperaturave dhe lagështisë relative të ajrit	44
3.	Krahasimi i vlerave të lagështisë relative të IHK me ato nga NASA	46
3.1.	Vlerat e lagështisë relative nga NASA për Kosovën	46
3.2.	Krahasimi i vlerave të lagështisë relative të IHK – NASA	53
4.	Analiza e lagështisë relative së klimës së Kosovës në muret e ndërtesës	54
4.1.	Kondensimi sipërfaqësor	55
4.2.	Kondensimi interstruktural	56
4.3.	Pengimi i kondensimit të avullit të ujit	57

4.4.	Shembulli i depërtimit të avullit të ujit në mure	60
4.5.	Shembulli i ndryshimit të fluksit stacionar të avullit të ujit nëpër mur	65
5.	Analiza e lagështisë relative të klimës së Kosovës në komfortin termik të njeriut	67
5.1.	Ndikimi i Lagështisë relative të ajrit	69
5.2.	Zona e konditave të Brendshme të Projektimit	71
5.3.	Krijimi i kushteve të komfortit	73
	Përfundimi	78
	Literatura	81

## *Nomenklatura e simboleve të përdorura*

<i>Simboli</i>	<i>Njësia</i>	<i>Emërtimi</i>
$A$	$m^2$	- sipërfaqja e murit nëpër të cilën difuzion lagështira
$a$	$m^2/s$	- koeficienti i përcjellshmërisë termike
$c_{p,L}; c_{p,w}; c$	$J/(kgK)$	- nxehtësia specifike e ajrit të thatë, e avullit të ujit dhe ajo e murit
$\rho_L; \rho_w$	$kg/m^3$	- përqendrimi i ajrit të thatë dhe i avullit të ujit (lagështirës) në ajrin e lagësht
$D_L; D$	$m^2/s$	- koeficienti i difuzionit të avullit të ujit në ajër dhe në mur
$G_L; G_w$	$Kg/s$	- prurja përkatësisht fluksi i ajrit të thatë dhe i avullit të ujit (lagështirës)
$g_w$	$kg/(m^2s)$	- fluksi specifik i avullit të ujit (lagështirës)
$g_{wb}; g_{wj}$	$kg/(sm^2)$	- fluksi specifik i avullit të ujit nga ana e brendshme dhe e jashtme e murit
$k$	$W/(m^2K)$	- koeficienti i transmetimit të nxehtësisë
$k_d$	$kg/(m^2sPa)$	- koeficienti i transmetimit të avullit të ujit (lagështirës)
$m_L; m_w$	$kg$	- sasia e ajrit të thatë dhe sasia e lagështirës
$p_{w,L}; p_w; p_{ws}$	$Pa$	- shtypja e pjesshme e avullit të ujit në ajër, në mur
$p_{wb}; p_{wj}$	$Pa$	- shtypja e pjesshme e avullit të ujit në ajrin e brendshëm (të lokalit) dhe në ajrin e jashtëm (jashtë mureve rrethuese të lokalit)
$p_{w,m}; p_{w,mb}; p_{w,mj}$	$Pa$	- shtypja e pjesshme e avullit të ujit në anën e sipërfaqes së brendshme dhe në anën e sipërfaqes së jashtme të murit të lokalit
$R_L; R_w$	$J/(kgK)$	- konstanta individuale për ajrin e thatë dhe për avullin e ujit
$R_{d,\mu}$	$(m^2sPa)/kg$	- rezistenca e konduksionit të avullit të ujit me difuzion nëpër shtresën e murit
$\alpha$	$W/(m^2K)$	- koeficienti i konveksionit të nxehtësisë
$\alpha_d$	$kg/(m^2s)$	- koeficienti i konveksionit të avullit të ujit me difuzion
$\beta$	$kg/(m^2sPa)$	- koeficienti i konveksionit të avullit të ujit
$\delta$	$m$	- trashësia e murit
$\gamma$	$m/s$	- koeficienti i konveksionit të avullit të ujit me difuzion
$\lambda$	$W/(mK)$	- koeficienti i konduksionit (përcjellshmërisë) termike
$\lambda_d$	$kg/(ms)$	- koeficienti i konduksionit të avullit të ujit nëpër mur
$\mu$	$kg/(msPa)$	- koeficienti i depërtueshmërisë së avullit të ujit nëpër mur
$\rho$	$kg/m^3$	- dendësia e murit
$\tau$	$s$	- koha
$\omega_w$	$kgL/kgW$	- lagështia absolute e ajrit të lagësht

## Hyrje

Lagështia e ajrit si një komponent i regjimit hidrik të atmosferës është një nga elementët kryesorë meteorologjikë. Njohja e lagështisë së ajrit ndihmon në zgjidhjen e shumë detyrave që lidhen me burimet hidrike. Ndryshimi në kohë dhe hapësirë i lagështisë së ajrit kushtëzohet nga disa faktorë të cilët, në mënyrë dhe masë të ndryshme, ndikojnë në formimin e lagështisë së ajrit. Ndër faktorët më të rëndësishëm mund të veçohen; forma e relievit, rrjeti hidrografik, akumulacionet sipërfaqësore, lloji i bimësisë etj.

Klima është një ndër faktorët më të rëndësishëm në jetën e njeriut. Roli i saj është shumë i ndjeshëm, jo vetëm për shëndetin por gjithashtu edhe për zhvillimin ekonomik të vendit. Studimi i faktorëve klimatik dhe elementeve klimatike është shumë me rëndësi në veçanti për kornizën shoqërore dhe ekonomike të një vendi në përgjithësi si dhe për sektorin e energjisë në veçanti.

Fushëveprimi i studimit të karakteristikave klimatike të Kosovës është shumë i rëndësishëm për secilin sektor ekonomik, për definim të komoditetit si dhe për projektim të përshtatshëm të secilit projekt të inxhinierisë. Në këtë aspekt, ne nuk pretendojmë që kemi përgatitur ndonjë studim të vërtetë klimatik të Kosovës, por kemi bërë përpjekje të paraqesim ato karakteristika klimatike të cilat janë ngushtë të ndërlidhura me vlerësimin e kërkesës për energji, gjë që është një ndër faktorët kyç në përcaktimin e strategjive lidhur me shfrytëzimin efikas të energjisë.

Për këtë fushëveprim, të dhënat kryesore klimatologjike të Kosovës janë mbledhur nga publikime të ndryshme lidhur me këtë çështje të ofruara nga Instituti Hidro-Meteorologjik, Ministria e Kosovës për Energji dhe Miniera.

Territori i Kosovës ka një sipërfaqe të përgjithshme të terrenit të karakterizuar nga kreshta të larta malore pranë saj, veçanërisht në perëndim, (Bjeshkët e Nemuna) dhe jug, ku lartësia maksimale është 2658 m mbi nivelin e detit në alpe, dhe niveli më i ulët është 273 m mbi nivel të detit në pjesën e saj qendrore. Lartësia mesatare e Kosovës është rreth 700 m mbi nivel të detit, gjë që mund të konsiderohet e ulët nëse kemi parasysh që Kosova nuk është e rrethuar nga deti. Territori i Kosovës është pjesë e pellgjeve hidrografike të tri deteve: Pellgu Adriatik (Drini Bardhë dhe Plava), që mbulon pothuajse gjysmën e territorit të Kosovës; Pellgu i Detit të zi (Ibri dhe Morava e Binçës), dhe Pellgu i detit Egje (Lepenci apo Vardari).

Përveç transmetimit të nxehtësisë në praktikë është i rëndësishëm edhe transmetimi i masës i cili do të analizohet në vazhdim të punimit. Në mjaft raste, njëkohësisht me transmetimin e nxehtësisë, ndodhin edhe proceset e zhvendosjes së masës. Këto procese paraqiten si dukuri difuzioni dhe shfaqin më shumë interes në rastin e kalimit të lagështirës (në gjendje agregate të lëngët ose të gaztë), të ndodhur në gaze të ndryshme, e sidomos në ajrin e lagësht. Kështu, p.sh., kur ajri transmeton nxehtësinë me trupat e tjerë, në temperatura më të ulëta se ajo e vesës ose se

ajo e pikës trefishe të ujit, ndodh edhe difuzioni i lagështirës nëpërmjet kondensimit të avujve ose akullzimit të tyre.

Gjatë projektimit të ndërtesave dhe konstruksioneve të tyre rrethuese duhet të merren parasysh veçoritë klimatike të vendit dhe klima e brendshme e ndërtesës (lokalit). Varësisht nga destinimi i hapësirës (lokalit) duhet të ruhet edhe gjendja e lagështisë së ajrit të brendshëm të saj. Kështu, kjo gjendje e lagështisë duhet të merret parasysh për objektet e ndryshme ndërtimore siç janë ato prodhuese, kulturore, administrative, të shëndetit, sportive dhe të veprimtarive tjera.

Klima e jashtme nëpërmjet mureve rrethuese ndikon në klimën e brendshme. Shkalla e këtij veprimi varet nga vetitë termoteknike të mureve rrethuese dhe nga faktorët termofizik të klimës së jashtme. Kështu, shpesh, konstruksionet e jashtme rrethuese të lokalit apo ndërtesës gjenden edhe nën veprimin jostacionar të lagështisë së ajrit me çka shkaktohen lëkundjet përkatëse të lagështisë edhe në vet sipërfaqen dhe trashësinë e murit si dhe në gjendjen temperaturë-lagështi brenda lokalit.

Rritja e përmbajtjes së lagështisë në muret e lokalit shpie në uljen e qëndrueshmërisë termike të mureve. Me uljen e vetive termike nënkuptohet që kemi transmetim më të madh të nxehtësisë (humbje më të mëdha termike) nëpër mure, e me këtë edhe ulje të temperaturës në sipërfaqen e brendshme të mureve rrethuese dhe të ajrit të brendshëm të lokalit, rritje të lagështisë së ajrit brenda lokalit e që do të thotë çrregullim të gjendjes së përgjithshme të ajrit në lokal. Duhet pasur parasysh se ndryshimi i lagështirës drejtpërdrejt ndikon edhe në kushtet e komfortit termik të njeriut.

Me rritjen e përmbajtjes së lagështisë apo me uljen e temperaturës së jashtme mund të paraqitet kondensimi i avullit të ujit në sipërfaqe dhe në brendësi të mureve rrethuese.

Kur në muret rrethuese paraqitet kondensati atëherë procesi i difuzionit të lagështirës nëpër mur merr një karakter jostacionar.

Rritja e lagështisë në muret rrethuese përveç që ndikon në humbjen e vetive termike të mureve, ajo e shkurton jetën e tyre, e për temperatura të ulëta (nën  $0^{\circ}\text{C}$ ) ajo drejtpërdrejt dëmton muret në mënyrë mekanike (kemi rënie të suvajës apo edhe shkallmim të plotë të murit).

# 1. NË PËRGJITHËSI PËR AJRIN E LAGËSHT DHE DIFUZIONIN E AVULLIT TË UJIT

## 1.1. LAGËSHTIA E AJRIT

Për të përshkruar vetitë e ajrit përkatësisht parametrat e tij duhet t'i kemi parasysh definicionet themelore dhe ekuacionet përkatëse të pasqyruara në vijim:

Ajri atmosferik përbëhet prej azotit, oksigjenit, dyoksidit të karbonit, avullit të ujit, gazrave të tjerë, dhe ndotësve si pluhuri, tymi, etj. Ky ajër paraqet ajrin që e frymojnë njerëzit dhe që përdoret për ventilim.

Ajri i thatë paraqet pjesën e ajrit atmosferik nga i cili largohen avulli i ujit dhe ndotësit. Ajri i thatë, për nga vëllimi, përbëhet prej azotit (78%), oksigjenit (21%) dhe prej gazrave tjerë (1%).

Ajri i lagësht nënkupton përzierjen e ajrit të thatë dhe avullit të ujit (lagështirës). Për shkak të ndryshueshmërisë së ajrit atmosferik, termat ajri i thatë dhe ajri i lagësht përdoren si referencë në psikrometri. Për qëllime praktike, ajri i lagësht dhe ajri atmosferik mund të konsiderohen të njëjtë nën kufijtë e kushteve normale të paraqitjes së tyre. Ajri i lagësht në të cilin shtypja e pjesshme arrin të barazohet me shtypjen e ngopjes quhet ajër i lagësht i ngopur. Në sistemet e klimatizimit, sasia e ajrit të thatë zakonisht merret e pandryshueshme kurse ndryshon vetëm sasia e avullit të ujit.

Lagështia paraqet sasinë e avullit të ujit që gjendet në ajër. Ajo mund të shprehet nëpërmjet vlerës relative, specifike apo absolute.

Uji i avulluar prej oqeanëve, deteve, liqeneve, sipërfaqeve të tokës dhe të bimëve arrin në atmosferë në formë të avullit të ujit. Në atmosferë avulli i ujit përzihet me ajër dhe, sikurse çdo gaz tjetër, vepron sipas ligjit të Daltonit. Kjo do të thotë se shtypja parciale e avullit të ujit në përzierjen e gazeve është e pavarur prej gazeve tjerë.

Avulli i ujit në ajër e bën ajrin më të lagësht, prandaj kur flitet për ajrin e atmosferës duhet pasur parasysh gjithmonë se si është përzierja e ajrit të thatë dhe e avullit të ujit. Kjo sidomos vlen për atmosferën.

Avulli i ujit në atmosferë përhapet me anë të difuzionit, kryesisht me rryma ajrore e gjithashtu edhe me konveksionin vertikal dhe përgjithësisht me lëvizje turbulente. Shtypja parciale e avullit të ujit mund të shërbejë si masë për përmbajtjen e ujit në ajër për derisa ai të gjendet në gjendje avulli.

Avulli i ujit është më i lehtë se ajri dhe kjo në raport 0,622. Prandaj sa më i lagësht të jetë ajri, aq më i lehtë është ai. Avulli i ujit ka tensionin ose shtypjen e vet të caktuar, sikurse çdo gaz tjetër. Me shtimin e përmbajtjes së avullit të ujit në ajër rritet edhe shtypja e tij. Por në një



temperaturë të caktuar ajri mund të pranojë vetëm sasi të caktuar të avullit të ujit. P.sh., nëse temperatura e ajrit është 20°C, atëherë 1 m<sup>3</sup> ajër mund të pranojë në vete vetëm 17 gramë avull uji. Nëse temperatura e ajrit rritet në 25°, atëherë 1 m<sup>3</sup> ajër mund të pranojë në vete 23,1 gramë avull uji.

Kur ajri mund të pranojë këtë sasi më të madhe të avullit të ujit, në temperaturë të caktuar arrin të jetë i ngopur. Në praktikë për gjendjen e tillë rëndom thuhet se ajri është i ngopur me avull uji. Shtypja e avullit të ujit të ngopur quhet *shtypje maksimale* e avullit të ujit. Shtypja maksimale e avullit të ujit shënohet me  $p_{ws}$  dhe, sikur edhe shtypja e ajrit, ka njësinë në mb ose Pa. Mund të merret parasysh edhe sasia maksimale e avullit të në 1 m<sup>3</sup> të ajrit, dhe ajo zakonisht shënohet me  $G_v$ .

Temperatura e ajrit, në të cilën përmbajtja e vërtetë e avullit ujit paraqet shtypjen maksimale të avullit të ujit në mb, mmHg, Pa ose bar, quhet *temperatura e pikës së vesës*. Në temperaturën e pikës së vesës, avulli i ujit kalon përsëri në gjendje të lëngët.

Shtypja maksimale e avullit të ujit dhe sasia maksimale e avullit të ujit varen prej temperaturës, d.m.th., sa më e lartë të jetë temperatura, aq më shumë avull uji mund të pranojë në vete njësia vëllimore e ajrit. Varësia e shtypjes maksimale ( $p_{ws,v}$ ) dhe e sasisë maksimale të avullit të ujit ( $G_v$ ) prej temperaturës shihet në tab. 1.1 Shënimet në tabelën 1.1 vlejné për ajrin mbi sipërfaqen ujore.

Tabela 1.1. Shtypja maksimale e avullit të ujit ( $p_{ws,v}$ ) dhe sasia maksimale e avullit të ujit ( $G_v$ ) në ajër mbi ujë në temperatura të ndryshme të ajrit

Temperatura $t$ , °C	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30
Shtypja maksimale, $p_{ws,v}$ , mb	1,91	2,85	4,21	6,10	8,72	12,28	17,05	23,38	31,68	42,42
Masa maksimale e avullit të ujit në gram në 1 m <sup>3</sup> të ajrit, $G_v$ , gram/m <sup>3</sup>	1.61	2,38	3,42	4,85	6,81	9,42	12,85	17,32	23,07	30,40

Shtypja maksimale e avullit të ujit ( $p_{ws,s}$ ) dhe sasia maksimale e avullit të ujit ( $G_s$ ) në temperaturë të njëjtë në ajër mbi sipërfaqen e ngritur janë më të vogla sesa mbi ujë. Vlerat në numra për  $p_{ws,s}$  dhe  $G_s$  janë dhënë në tabelën 1.2.

Nëse krahasohen vlerat prej tabelës 1.1, me vlerat prej tabelës 1.2, atëherë shihet se sa është ndryshimi ndërmjet presionit maksimal të avullit të ujit në ajër që gjendet mbi ujë dhe mbi akull për temperatura të njëjta. Kështu, p.sh., nëse temperatura e ajrit mbi akull dhe mbi ujë është -5°, atëherë 1 m<sup>3</sup> e ajrit mbi sipërfaqe ujore mund të pranojë në vete më së shumti 3,42 gramë avull uji, kurse mbi akull vetëm 3.02 gram. D.m.th, sikur 1 m<sup>3</sup> ajër mbi akull në temperaturë -5 °C do të duhej të pranojë 3.42 gram avull uji ai do të ishte i tejngopur dhe teprica e avullit të ujit prej 0,40 gram në secilin metër kub të ajrit do të duhej përsëri të kthehet me anë të sublimimit në gjendje të ngurtë.

Tab. 1.2. Vlerat maksimale  $E_s$  dhe  $G_s$  në ajër mbi akull

t, °C	-15	-10	- 5
$p_{ws,s}$ mb	1,65	2,60	4,01
$G_s$ , g/m <sup>2</sup>	1,40	2,15	3,02

Vlerat numerike të presioneve maksimale  $p_{ws,v}$  dhe  $p_{ws,s}$  të cilat janë dhënë në tabelat e mësipërme, vlejnë vetëm për ajër, i cili gjendet drejtpërdrejtë mbi sipërfaqet e rrafshëta ujore dhe të akullit. Nëse sipërfaqet nuk janë të rrafshëta, por p.sh. sferike sikurse te pikat e ujit, presionet maksimale të avullit të ujit janë në gjendje ekuilibri përgjithësisht më të mëdha në temperatura të njëjta sesa te sipërfaqet e rrafshëta. V. Thomson ka përcaktuar rritjen  $\Delta p_{ws}$  të presionit maksimal të avullit të ujit të ngopur për temperatura mesatare me ndihmën e këtij ekuacioni:

$$\Delta p_{ws} = \frac{t}{r} 0,2546 \cdot 10^{-4} \quad , \text{ në mb.} \quad (1.0)$$

Ku;  $r$ , mm - rreze lakese e pikave të ujit.

Prandaj, nëse rrezja e pikave  $r$  është më e vogël, atëherë  $\Delta p_{ws}$  do të jetë aq më e madhe, gjë që do të thotë se në kushte të temperaturës së njëjtë edhe presioni maksimal i avullit të ujit të ngopur do të jetë më i madh në ajër, i cili gjendet menjëherë rreth pikës ujore më të vogël sesa rreth pikës ujore më të madhe. Mund të ngjajë që, në kushte të temperaturës së njëjtë, ajri rreth pikës më të madhe ujore të jetë i ngopur me avull uji kurse rreth asaj më të vogël ende të mos jetë i ngopur.

Gjithashtu presioni maksimal i avullit të ujit në gjendje ekuilibri do të jetë më i vogël mbi ndonjë tretje të kripës në ujë sesa që janë vlerat numerike në tabelat 1.1 dhe 1.2. Sipas Raoultit, zvogëlimi i presionit maksimal  $\Delta p_{wsI}$ , mbi tretjen e dobët të kripës në ujë mund të përcaktohet me këtë ekuacion:

$$\Delta p_{wsI} = -\Delta p_{ws} \frac{n_1}{n_0} \quad , \text{ në mb.} \quad (1.1)$$

ku  $n_1$  - paraqet numrin e gram-molekulave të substancës së tretur;  $n_0$  - gram-molekulat e tretësit, kurse - paraqet shtypjen maksimale të avullit të ujit në ajër mbi tretësin e pastër, d.m.th. në këtë rast mbi ujë.

Këto fakte kanë rëndësi me rastin e kondensimit dhe të sublimimit të avullit të ujit në atmosferë.

Përmbajtja e avullit të ujit në ajër është e ndryshueshme dhe numerikisht mund të shprehet në disa mënyra:

### 1.1.1. Shtypja e avullit të ujit

Presioni i avullit të ujit në të vërtetë është shtypje parciale e avullit të ujit në shtypjen ajrore të përgjithshme. Ai zakonisht shënohet me  $p_w$ , dhe shprehet si çdo shtypje në milibar. Ka raste, por të rralla, ku shtypja e avullit të ujit, e gjithashtu edhe shtypja ajrore, shprehen në njësi që quhen tor (Torr). Në të vërtetë, shtypja prej 1 tori është baras me shtypjen prej 1,333 mb.

Presioni maksimal i avullit të ujit të ngopur shënohet me  $p_{ws}$  dhe shprehet gjithashtu në mb. Ai varësisht prej temperaturës së ajrit ( $t$ ) mund të shprehet me formulën empirike të Magnusit e cila ka formën:

$$\log p_{ws} = \frac{a \cdot t}{t + b} + c \quad (1.2)$$

ku janë:  $a$ ,  $b$  dhe  $c$  konstante, dhe sipas Tetensit, kanë këto vlera (tab. 1.3):

Tab. 1.3.

	$a$	$b$	$c$
Mbi akull	9,5	265,5	0,6609
Mbi ujë	7,5	237,3	0,660

Nëse ndonjë masë ajrore në vete nuk ka pranuar sasinë maksimale të avullit të ujit, të cilën përndryshe në temperaturë përkatëse është në gjendje ta pranojë, presioni i avullit të ujit  $p_w$  do të jetë më i vogël se tensioni maksimal  $p_{ws}$ .

Shtypja e ngopjes për temperaturë të caktuar jepet me shprehjet:

$$p_{ws} = 288.68 \left( 1.098 + \frac{t}{100} \right)^{8.02}, \text{ Pa - për } 0 \leq t \leq 30 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (1.3)$$

$$p_{ws} = 4.689 \left( 1.486 + \frac{t}{100} \right)^{12.30}, \text{ Pa - për } -20 \leq t < 0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Shtypja momentale e avullit të ujit zakonisht jepet me shprehjen (fig. 1.1):

$$p_w = p_{n,t_l} - (t_{th} - t_l) \cdot \gamma \quad (1.3-a)$$

apo

$$p_w = \varphi \cdot p_{ws,t_{th}} = \varphi \cdot p_n \quad (1.3-b)$$

ku, në këtë rast, janë:

$$\gamma = 0,00066 [1 + (0,00155t_l)] p - \text{konstanta psikrometrike, Pa;}$$

- $t_v$  – temperatura e vesës;
- $t_{th}=t$  – temperatura e termometrit të thatë,  $^{\circ}\text{C}$ ;
- $t_l$  – temperatura e termometrit të lagur,  $^{\circ}\text{C}$ ;

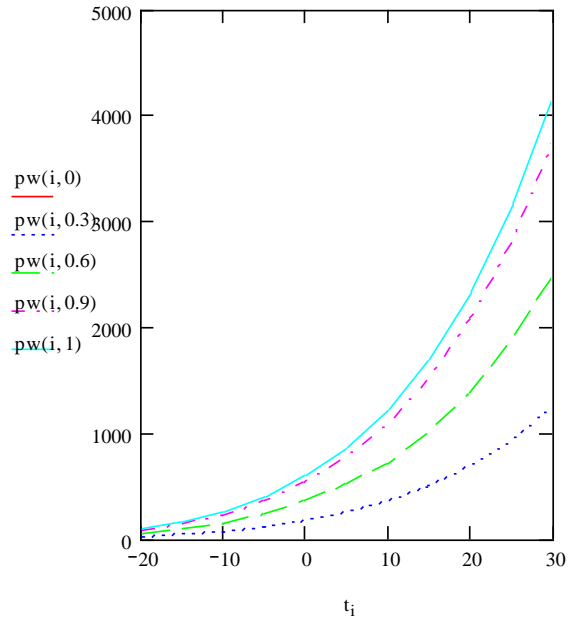


Fig. 1.1. Shtypja e pjeshme e avullit të ujit për rastet kur  $\varphi=0; 0.3; 0.6; 0.9; 1$ , në funksion të temperaturës

### 1.1.2. Lagështia absolute

Me fjalën lagështi absolute (g) quhet sasia e avullit të ujit në gram, të cilën e përmban  $1 \text{ m}^3$  ajër. Ajo mund të përcaktohet sipas ekuacionit:

$$g = \frac{0,795}{1 + \alpha t} p_w, \text{ në g/m}^3 \quad (1.4)$$

në të cilin:

$\alpha$  – është koeficienti vëllimor i bymimit të gazeve, d.m.th  $\alpha = \frac{1}{273} = 0,00366$

$t$  – temperatura e ajrit,

$p_w$  – shtypja e avullit të ujit.

Në fig. 1.2 është paraqitur ndryshimi i lagështisë absolute maksimale në varësi prej temperaturës se ajrit.

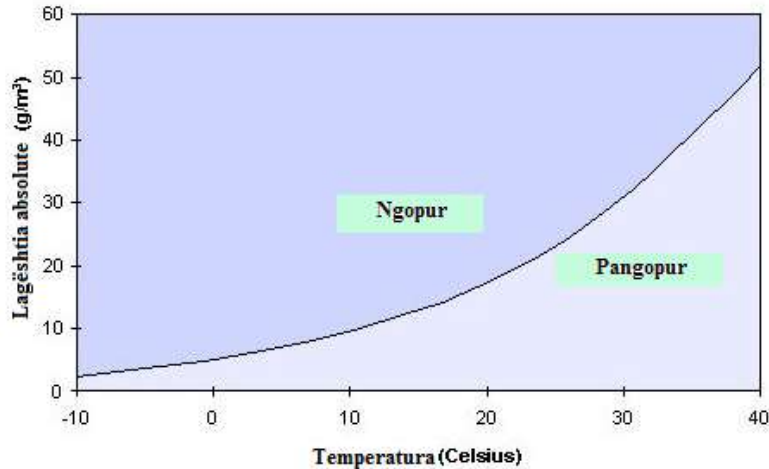


Fig. 1.2. Ndryshimi i lagështisë absolute maksimale varësisht prej temperaturës së saj

Për arsye të punës së ndërlikuar rreth përcaktimit të sasisë së avullit të ujit në gram në 1 m<sup>3</sup> të ajrit, në stacionet meteorologjike llogaritet shtypja e avullit të ujit në mb dhe vlerat e fituara quhen *lagështi absolute*, gjë që në të vërtetë nuk është e saktë.

Për të përshkruar vetitë e ajrit përkatësisht parametrat e tij duhet t'i kemi parasysh definicionet themelore dhe ekuacionet përkatëse të pasqyruara në vijim:

*Ajri atmosferik* përbëhet prej azotit, oksigjenit, dyoksidit të karbonit, avullit të ujit, gazrave të tjerë, dhe ndotësve si pluhuri, tymi, etj. Ky ajër paraqet ajrin që e frymojnë njerëzit dhe që përdoret për ventilim.

*Ajri i thatë* paraqet pjesën e ajrit atmosferik nga i cili largohen avulli i ujit dhe ndotësit. Ajri i thatë, për nga vëllimi, përbëhet prej azotit (78%), oksigjenit (21%) dhe prej gazrave tjerë (1%).

*Ajri i lagësht* nënkupton përzierjen e ajrit të thatë dhe avullit të ujit (lagështirës). Për shkak të ndryshueshmërisë së ajrit atmosferik, termat ajri i thatë dhe ajri i lagësht përdoren si referencë në psikrometri. Për qëllime praktike, ajri i lagësht dhe ajri atmosferik mund të konsiderohen të njëjtë nën kufijtë e kushteve normale të paraqitjes së tyre. Ajri i lagësht në të cilin shtypja e pjesshme arrin të barazohet me shtypjen e ngopjes quhet *ajër i lagësht i ngopur*. Në sistemet e klimatizimit, sasia e ajrit të thatë zakonisht merret e pandryshueshme kurse ndryshon vetëm sasia e avullit të ujit.

*Lagështia* paraqet sasinë e avullit të ujit që gjendet në ajër. Ajo mund të shprehet nëpërmjet vlerës relative, specifike apo absolute.

*Lagështia relative*, kgw/kgws, paraqet raportin ndërmjet masës së avullit të ujit (të pangopur) dhe të masës së avullit të ujit të ngopur në ajrin e lagësht, përkatësisht:

$$\varphi = \left( \frac{m_w}{m_{ws}} \right)_{t,p} = \left( \frac{p_w V / (R_w T)}{p_{ws} V / (R_w T)} \right)_{t,p} = \left( \frac{p_w}{p_{ws}} \right)_{t,p} = \left( \frac{\rho_w}{\rho_{ws}} \right)_{t,p} = \left( \frac{e_w}{e_{ws}} \right)_{t,p} = \frac{p}{p_{ws}} \cdot \frac{\omega_w}{0,622 + \omega_w} \quad (1.5)$$

lagështia relative, pra, është përcaktuar nga marrëdhëniet:

$$\varphi = \frac{\rho_w(T)}{\rho_{ws}(T)} \approx \frac{p_w(T)}{p_{ws}(T)} \quad (1.6)$$

Lagështia relative e ajrit në të vërtetë paraqet shkallën e ngopjes së ajrit me avull uji. Nëse lagështia relative e ajrit është 100%, kjo do të thotë se ajri është i ngopur me avull uji. Prandaj, nëse lagështia relative është 75% kjo do të thotë se ajri në vete ka pranuar rreth dy të tretat e asaj sasi të avullit të ujit, të cilën në temperaturën përkatëse është në gjendje ta pranojë në vete dhe të jetë i ngopur.

*Lagështia specifike për gjendjen e pangopur*, kgW/kg, paraqet raportin ndërmjet masës së avullit të ujit dhe të masës së ajrit të lagësht:

$$e_w = \frac{m_w}{m} = \frac{\rho_w}{\rho} = 0,622 \frac{p_w}{p - 0,378 p_w} \quad (1.7)$$

*Lagështia specifike për gjendjen e ngopur*, kgW<sub>n</sub>/kg, paraqet raportin ndërmjet masës së avullit të ujit të ngopur dhe të masës së ajrit të lagësht:

$$e_{ws} = \frac{m_{ws}}{m} = \frac{\rho_{ws}}{\rho} = 0,622 \frac{p_{ws}}{p - 0,378 p_{ws}} \quad (1.8)$$

Për përcaktimin më të saktë të sasisë së lagështisë në ajër me lagështi definohej parametrat të tillë si përmbajtja e lagështisë, lagështia absolute, lagështia relative e kështu me radhë. Në disa ndryshime të ajrit të lagësht paraqitet ndarja e avullit të ujit ose së paku ajri i lagësht merr një sasi të caktuar të lagështisë. Në procese të tilla, sasia e lagështirës është e ndryshueshme dhe me kohën ndryshon edhe sasinë e përzierjes. Prandaj është e përshtatshme për miratim njësia bazë e masës prej 1 kg të ajrit të thatë në vend të 1 kg të përzierjes (ajrit të lagësht), ashtuqë masa e ajrit të thatë mbetet konstante. Prandaj, në vijimësi gjithmonë është llogaritur për 1 kg e ajrit të thatë.

*Lagështia absolute e ajrit të lagësht të pangopur*, kgW/kgL, paraqet raportin ndërmjet masës së avullit të ujit dhe të masës së ajrit të thatë, përkatësisht:

$$\omega_w = \frac{m_w}{m_L} = \frac{\rho_w}{\rho_L} = \frac{p_w V / (R_w T)}{p_L V / (R_L T)} = \frac{R_L}{R_w} \frac{p_w}{p_L} = \frac{M_w}{M_L} \frac{p_w}{p_L} = 0,622 \frac{p_w}{p_L} = 0,622 \frac{p_w}{p - p_w} \quad (1.9)$$

*Lagështia absolute e ajrit të lagësht të ngopur*, kgws/kgLws, paraqet raportin ndërmjet masës së ajrit të ngopur me lagështi dhe të masës së ajrit të thatë, përkatësisht:

$$\omega_{ws} = \frac{\rho_{ws}}{\rho_{L,ws}} = \frac{m_{ws}}{m_{L,ws}} = \frac{p_{ws} V / (R_{w,ws} T)}{p_{L,ws} V / (R_{L,ws} T)} = \frac{R_L}{R_w} \frac{p_{ws}}{p_{L,ws}} = 0,622 \frac{p_{ws}}{p_{L,ws}} = 0,622 \frac{p_{ws}}{p - p_{ws}} \quad (1.10)$$

*Lagështia absolute molare*, kmolW/kmolL, mund të jepet edhe nëpërmjet raportit të numrit të kilomoleve të lagështirës ( $n_w$ ) dhe të ajrit të thatë ( $n_L$ ):

$$\chi = \frac{n_w}{n_L} = \frac{m_w / M_w}{m_L / M_L} = \frac{M_L}{m_L} \frac{m_w}{m_L} = 1,60777 \omega_w \quad (1.11)$$

Shkalla e ngopjes,  $(\text{kgW/kgL})/(\text{kgW}_{,ws}/\text{kgL}_{,ws})$ , paraqet raportin ndërmjet lagështisë absolute për ajrin e lagësht të pangopur dhe të lagështisë absolute të ajrit të ngopur me lagështi, përkatësisht duke përdorur barazimet (1.9) dhe (1.10) del:

$$\psi = \left( \frac{\omega_w}{\omega_n} \right)_{t,p} = \frac{P_w}{P_n} \frac{P_{L,n}}{P_L} = \varphi \frac{P - P_n}{P - P_w} \quad (1.12)$$

Ajri i lagësht është gjithmonë më i lehtë se ajri i thatë në të njëjtën temperaturë dhe presion.

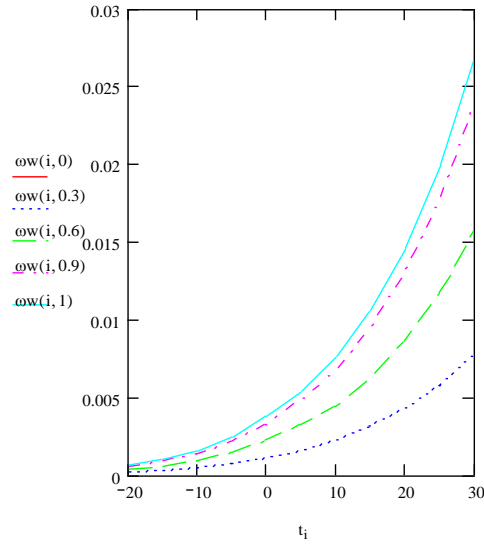


Fig. 1.3. Lagështia absolute për rastet kur  $\varphi=0; 0.3; 0.6; 0.9; 1$ , në funksion të temperaturës

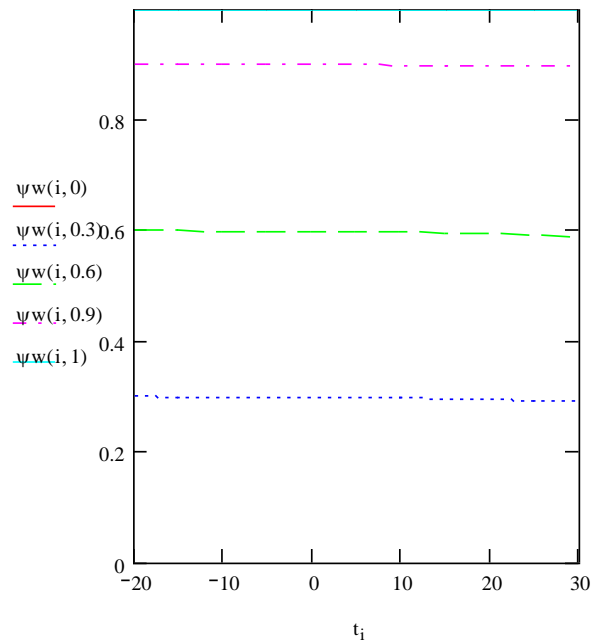


Fig. 1.4. Shkalla e lagështisë për rastet kur  $\varphi=0; 0.3; 0.6; 0.9; 1$ , në funksion të temperaturës

### 1.1.3. Entalpia specifike

Entalpia specifike e ajrit të lagësh,  $\frac{kJ}{kgL} = \frac{kJ}{(1 + \omega_w)kgW}$ , është:

$$i = \frac{I}{m_L} = \frac{I_L + I_w}{m_L} = (m_L i_L + m_w i_w) \frac{1}{m_L} = i_L + \omega_w i_w \quad (1.13)$$

ku janë:

$I, I_L, I_w$  – entalpia e ajrit të lagësht, e ajrit të thatë dhe e avullit të ujit, kJ;

$i_L = c_{p,L} \cdot t$  – entalpia specifike e ajrit të thatë (nxehhtësia sensible), kJ/kgL;

$c_{p,L} = 1,005$  – nxehhtësia specifike e ajrit të thatë, kJ/(kgL·K);

$i_w = (c_{p,w} \cdot t + r_o)$  – entalpia specifike e avullit të ujit (nxehhtësia latente), kJ/kgW;

$c_{p,w} = 1,86$  – nxehhtësia specifike e avullit të ujit, kJ/(kgW·K);

$r_o = 2500$  – nxehhtësia latente e avullimit të ujit, apo entalpia e ngopjes në temperaturën  $0^\circ\text{C}$ , kJ/kg;

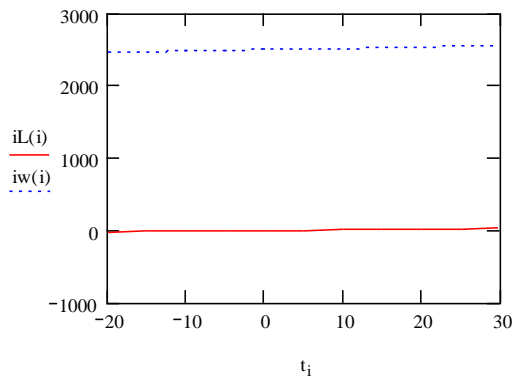


Fig. 1.5. Entalpia specifike e avullit të ujit dhe entalpia specifike e ajrit të thatë në funksion të temperaturës

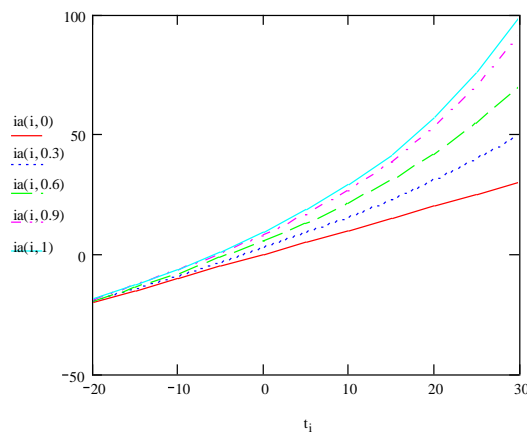


Fig. 1.6. Entalpia specifike e ajrit të lagësht për rastet kur  $\chi=0; 0.3; 0.6; 0.9; 1$ , në funksion të temperaturës



### 1.1.4. Dendësia

Dendësia e ajrit të lagësht të pangopur,  $\text{kg/m}^3$ , është:

$$\rho_a = \frac{1}{v} = \frac{1}{R T} p = \frac{1 + \omega_w}{R_L + \omega_w R_w} \frac{p}{T} = \frac{m}{V} = \frac{m_L}{V} + \frac{m_w}{V} = \rho_L + \rho_w = \frac{p}{R_L T} - \left( \frac{1}{R_L} - \frac{1}{R_w} \right) \frac{p_w}{T} \quad (1.14)$$

Dendësia përkatësisht përqendrimi i ajrit të thatë,  $\text{kgL/m}^3$ , dhe përqendrimi i avullit të ujit,  $\text{kgW/m}^3$ , në ajrin e lagësht të pangopur është:

$$\rho_L = \frac{1}{v_L} = \frac{m_L}{V} = \frac{p_L}{R_L T} = \frac{p - p_w}{R_L T} \quad (1.15)$$

$$\rho_w = \frac{1}{v_w} = \frac{m_w}{V} = \frac{p_w}{R_w T} \quad (1.16)$$

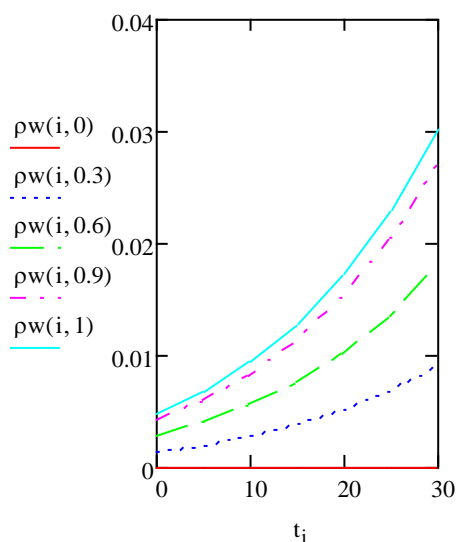


Fig. 1.7. Përqendrimi i avullit të ujit për rastet kur  $\varphi=0; 0.3; 0.6; 0.9; 1$ , në funksion të temperaturës

### 1.1.5. Vëllimi specifik

Vëllimi specifik i ajrit të lagësht (të pangopur),  $\text{m}^3/\text{kg}$ , nga ekuacioni për gjendjen e ajrit të lagësht si gaz ideal, është:

$$v = \frac{1}{\rho_a} = R \frac{T}{p} = \frac{(R_L + \omega_w R_w) T}{(1 + \omega_w) p} = \frac{V}{m} = \frac{v_L v_w}{v_L + v_w} \quad (1.17)$$

Vëllimet specifike janë:

- për avullin e ujit

$$v_w = \frac{V}{m_w} = \frac{R_w T}{p_w} \quad (1.18)$$

- për ajrin e thatë:

$$v_L = \frac{V}{m_L} = \frac{R_L T}{p_L} \quad (1.19)$$

ku janë:

$V$  – vëllimi i ajrit të lagësht për një hapësirë të caktuar,  $m^3$ ;

$V$  – vëllimi specifik i ajrit të lagësht,  $m^3/kg$ ;

$v_w$  – vëllimi specifik i avullit të ujit në ajrin e lagësht,  $m^3/kgW$ ;

$v_L$  – vëllimi specifik i ajrit të thatë në ajrin e lagësht,  $m^3/kgL$ ;

### 1.1.6. Temperatura e pikës së vesës

Temperatura e pikës së vesës ( $t_v$ ) paraqet temperaturën e pikës së ngopjes ku avulli i ujit fillon të kondensohet në ujë. Kjo temperaturë matet lehtë dhe siguron informata mjaft të dobishme. Pika e vesës në diagramet psikometrike paraqitet në vijën e ngopjes. Temperatura e pikës së vesës mund të jepet në funksion të shtypjes parciale:

$$t_v = \frac{243,5 \cdot \log(p_w / 611,2)}{17,67 \cdot \log(p_w / 611,2)} \quad (1.20)$$

apo në funksion të temperaturës dhe lagështisë relative:

$$t_v = \frac{237,3 \left( \frac{\ln \varphi}{17,27} + \frac{t}{237,3+t} \right)}{1 - \frac{\ln \varphi}{17,27} + \frac{t}{237,3+t}} \quad (1.21)$$

Temperatura e ngopjes:

$$\begin{cases} t_{ws} = 100 \left( \frac{p_{ws} \text{ në Pa}}{288,68} \right)^{0,1247} - 109,8, \text{ } ^\circ\text{C}, \text{ - për } 611 \leq p_{ws} \leq 4242 \text{ Pa} \\ t_{ws} = 100 \left( \frac{p_{ws} \text{ në Pa}}{4,689} \right)^{0,0813} - 148,6, \text{ } ^\circ\text{C} \text{ - për } 103 \leq p_{ws} < 611 \text{ Pa} \end{cases} \quad (1.22)$$

## 1.2. TRANSMETIMI I MASËS

Në termoteknikë përveç fenomenit të bartjes së energjisë termike dallohet edhe fenomeni i bartjes së masës i cili zakonisht haset te sistemet dy e më shumë komponentësh. Bartja e masës që kushtëzohet me ekzistimin e gradientit të përqendrimit të komponentëve përbërëse quhet *Difuzion*.

Kalimi i masës karakterizohet nga *rryma specifike* e saj, e cila është madhësi vektoriale dhe e barabartë me sasinë e lëndës, që kalon në drejtim normal me njësinë e sipërfaqes, gjatë njësisë së kohës:

$$g = \frac{dm}{dA}, \text{ në } \frac{kg}{m^2 s} \quad (1.23)$$

Nga ekuacioni (1.23) mund të përcaktohet *rryma e plotë e masës*:

$$\dot{m} = \int_0^A g \cdot dA, \text{ në } \frac{kg}{s} \quad (1.24)$$

e cila, për  $\dot{m} = \text{konst}$ , në të gjithë seksionin e kalimit, është:

$$\dot{m} = g \cdot A, \text{ në } \frac{kg}{s} \quad (1.25)$$

Kalimi i masës, sikurse ai i nxehtësisë, si një proces ireversibël realizohet, nga potenciali më i lartë drejt atij më të ulët, deri në gjendjen e ekuilibrit të përqendrimeve të masës. Ky kalim mund të studiohet si proces i ngjashëm me përcjellshmërinë termike, kur ndodh brenda trupit (dukuri mikroskopike) dhe si proces i ngjashëm me konveksionin, kur ndodh në sipërfaqen ku ndahen fazat (dukuri makroskopike).

Si diferencë e domosdoshme e potencialeve ndërmjet dy pikave të sistemit, në hapësirë dhe në kohë, për realizimin e kalimit të masës, shërbejnë *gradientët e madhësive të komponentit që difuzon*, p.sh. i densitetit  $\nabla\rho$ , i temperaturës  $\nabla t$  dhe i presionit  $\nabla p$ . Ato mund të veprojnë në mënyrë të veçantë ose bashkërisht.

Në rastin e një gjendjeje të njëtrajtshme të palëvizshme, rryma specifike e masës së një komponenti, e shkaktuar nga diferenca e densitetit, sipas drejtimit  $n$ , si dukuri e difuzionit molekular mikroskopik, përcaktohet me ligjin e Fikut:

$$g_{d\rho} = -D \frac{\partial \rho_i}{\partial n} = -D \nabla \rho_i, \text{ në } \frac{kg}{m^2 s} \quad (1.26)$$

Ku:

$D$  është koeficienti i difuzionit molekular mikroskopik të komponentit, që difuzon. Ai quhet thjesht edhe koeficienti i difuzionit dhe, sipas teorisë kinetiko-molekulare të gazeve, rritet me rritjen e temperaturës  $T(^{\circ}K)$  dhe zvogëlohet me rritjen e presionit të përzierjes  $p(N/m^2)$ . Për përzierjen binare të ajrit të lagësht (në të cilën  $p = p_0$ ), ai jepet me:

$$D = \frac{2,28 \cdot 10^{-10}}{p_0} \left( \frac{T}{273} \right)^{1,8}, \text{ në } \frac{m^2}{s} \quad (1.27)$$

Në rastin e përzierjes së gazeve ideale, ekuacioni (1.26) mund të shkruhet edhe në formën:

$$g_{dp} = -D \frac{\partial p_i}{\partial n} = -D \nabla p_i, \text{ në } \frac{kg}{m^2 s} \quad (1.28)$$

ku:

$p_i$  - është presioni i pjesshëm i komponentit që difuzon.

Nën ndikimin e temperaturës jo të njëjtë të përzierjes në të gjithë masën e saj, lind difuzioni termik ose termodifuzioni (efekti i Sorit). Madhësia e rrymës specifike të masës, e shkaktuar nga ky kalim, është e barabartë me:

$$g_{dT} = -D_T \frac{\rho}{T} \frac{\partial T_i}{\partial n} = -D_T \frac{\rho}{T} \nabla T_i, \text{ në } \frac{kg}{m^2 s} \quad (1.29)$$

ku:

$\rho$  - është densiteti i përzierjes,  $kg/m^3$ ;

$D_T$  - koeficienti i termodifuzionit molekular mikroskopik, në  $m^2/s$ .

Në qoftë se temperaturat në përzierje janë më të larta se ajo e ngopjes, shfaqet gradienti i presionit, i cili shkakton barodifuzionin molekular mikroskopik. Për shkak të tij molekulat e rënda shkojnë në zonën me presion më të lartë, ndërsa të lehtë në zonën me presion më të ulët.

Rryma specifike e masës, për këtë rast, përcaktohet me:

$$g_{dp} = -D \frac{\rho_1 \rho_2}{\rho} \frac{\mu_2 - \mu_1}{\mu} \frac{1}{p} \nabla p_i, \text{ në } \frac{kg}{m^2 s} \quad (1.30)$$

ku:

$\mu$  - është masa molekulare e përzierjes, e cila përcaktohet në funksion të masave molekulare të komponentëve 1 dhe 2;

$$\mu = \mu \frac{p_1}{p} + \mu \frac{p_2}{p} \quad (1.31)$$

ku:

$\rho_1, \rho_2$  - janë densitetet e komponentëve të përzierjes;

$\nabla p_i$  - është gradienti i presionit.

Në këtë mënyrë, kalimi total i masës së një komponenti të çfarëdoshëm, kur veprojnë të gjithë gradientët e mësipërm. në bazë të ekuacioneve (1.26), (1.28) dhe (1.29), jepet me barazimin:

$$\begin{aligned} g_{di} &= -D \nabla \rho_i - D_T \frac{\rho}{T} \nabla T_i - D \frac{\rho_1 \rho_2}{\rho} \frac{\mu_2 - \mu_1}{\mu} \frac{1}{p} \nabla p_i = \\ &= -D \nabla \rho_i - k_T D \frac{\rho}{T} \nabla T_i - D \frac{\rho_1 \rho_2}{\rho} \frac{\mu_2 - \mu_1}{\mu} \frac{1}{p} \nabla p_i, \text{ në } \frac{kg}{m^2 s} \end{aligned} \quad (1.32)$$

ku:

$k_T$  - është koeficienti relativ i termodifuzionit, madhësia e të cilit për përzierjet e gazeve zakonisht është më e vogël se 0,1 dhe pothuajse nuk varet nga temperatura. Prandaj, rryma e masës do të ketë vlera të konsiderueshme, për shkak të termodifuzionit, vetëm në rast se gradienti i temperaturës është i madh.

Kur fluidi është në lëvizje, krahas difuzionit molekular mikroskopik zhvillohet edhe difuzioni konvektiv ose makroskopik, rryma specifike e të cilit, për një komponent të caktuar të përzierjes, është e barabartë me:

$$g_{ki} = \rho_i w, \text{ në } \frac{kg}{m^2 s} \quad (1.33)$$

ku:  $w$  - është shpejtësia e lëvizjes,  $m/s$ .

Në këtë mënyrë, rryma e përgjithshme specifike e masës së këtij komponenti do të jetë:

$$g_i = g_{di} + g_{ki}, \text{ në } \frac{kg}{m^2 s} \quad (1.34)$$

Kalimi i masës me difuzionin mikroskopik dhe makroskopik shoqërohet edhe me kalimin përkatës të nxehtësisë  $\sum m_{di} i_i$  dhe  $m_{ki} i_i$ . Duke marrë edhe nxehtësinë e dukshme, rryma e plotë specifike e nxehtësisë është:

$$q = -\lambda \nabla T + \sum g_{di} i_i + g_{ki} i_i = -\lambda \nabla T + \sum g_{di} i_i + \rho_i w i_i, \text{ në } \frac{W}{m^2} \quad (1.35)$$

Në këtë shprehje termi i parë, përfaqëson nxehtësinë e transmetuar me përcjellshmëri. i dyti, me difuzionin mikroskopik dhe i treti, me difuzion makroskopik.

Prej madhësisë  $\sum g_{di} i_i = g_{d1} i_1 + g_{d2} i_2$  (e shkruar vetëm për dy komponente), në rast se nuk ka largim të masës,  $g_{d1} = -g_{d2}$ , del:

$$g_{d1} i_1 + g_{d2} i_2 = g_{d1} (i_1 - i_2) = g_{d1} (c_{p1} - c_{p2}) T \quad (1.36)$$

Kjo do të thotë se për  $i_1 = i_2$  (ose  $c_{p1} = c_{p2}$ ), nuk ka kalim të nxehtësisë dhe të masës, ekuacionet diferenciale më të rëndësishme janë ato të energjisë dhe të vazhdueshme, të cilët, për këtë rast, duhet të merren natyrisht, edhe veçoritë përkatëse të dukurisë.

### 1.2.1. Difuzioni i masës - lagështirës

Në termoteknikë përveç fenomenit të bartjes së energjisë termike dallohet edhe fenomeni i bartjes së masës i cili zakonisht haset te sistemet dy e më shumë komponentësh. Bartja e masës që kushtëzohet me ekzistimin e gradientit të përqendrimit të komponentëve përbërëse quhet *Difuzion*.

Difuzioni i tillë mund të arrihet nëpërmjet dy mekanizmave:

- *mekanizmi molekular* (d.m.th. difuzioni molekular, e që karakterizohet me lëvizjen kaotike të grimcave elementare (atomeve, molekulave ose joneve) të sistemit të qetë apo të fluidit që rrymon në mënyrë laminare),
- *mekanizmi shakullor* (d.m.th. difuzioni shakullor, e që karakterizohet me lëvizjen kaotike të shakujve në rrymën turbulente).

Difuzioni i një molekule mund të paraqitet të gazet, lëngjet dhe te materialet e ngurta. Masa e difuzionit te gazet, duke pasur parasysh ligjet për gazin ideal, kryesisht ndikohet nga temperatura dhe presioni. Te difuzioni në lëngje, efekti i presionit zakonisht është i papërfillshëm, pasi lëngjet janë të pa-shtypshme (pa-ngjeshme). Difuzioni te materialet e ngurta është shumë i ndërlikuar kundrejt difuzionit në lëngje dhe gazra, për shkak se:

- Substanca që difuzionon nëpër trupin e ngurtë mund të jetë në gjendje të lëngët ose të gaztë brenda poreve të materialit;
- Shumë materiale të ngurta mund të jenë jo-izotropike, ku molekulat kanë drejtim të favorshëm të lëvizjes;
- Materialet e ngurta mund të bashkëveprojnë me substancën që difuzionon.

Difuzioni i gazrave dhe lëngjeve në materialet e ngurta është fenomen që paraqitet në shumë procese. Rryma e lëngët nxitet nga rryma kapilare dhe gradienti i përqendrimit, kurse difuzioni i avullit nga gradienti i shtypjes së avullit të ujit..

Difuzioni i masës, në termoteknikë, kryesisht haset te ajri i lagësht (në gjendje agregate të gaztë apo të lëngët) dhe paraqet difuzionin e avullit të ujit – lagështirës në ajër. Fluksi i avullit të ujit nëpërmjet difuzionit paraqet madhësi vektoriale dhe nënkupton kalimin e avullit të ujit përkatësisht lagështirës (masës) në drejtimin normal të sipërfaqes së shtresës (së murit), për kohë të caktuar.

Difuzioni i avullit të ujit analizohet si proces i ngjashëm me përcjellshmërinë termike nëpër mur. Fluksi i avullit të ujit me difuzion, sikurse fluksi i nxehtësisë, realizohet nga potenciali më i lartë drejt atij më të ulët, dhe vazhdon derisa të arrihet gjendje e ekuilibrit të përqendrimeve të lagështirës. Fluksi i avullit të ujit që paraqitet nëpër ndonjë trup (mur) të caktuar, paraqet *difuzionin konduktiv* apo tërthor (dukurinë molekulare mikroskopike), dhe kur paraqitet në sipërfaqen ku ndahen fazat kemi *difuzionin konvektiv* apo sipërfaqësor (dukurinë makroskopike).

Difuzioni i avullit të ujit në raport me kohën mund të jetë difuzion stacionar dhe difuzion jostacionar.

Në kalkulimet parcialet të transportit të avullit të ujit nëpër materialet poroze të ndërtimit përkatësisht për njehsimin e fluksit të masës-lagështirës nëpërmjet *difuzionit konduktiv*, si parametra përkatësisht koeficient përdoren:

- koeficienti i depërtimit të avullit të ujit  $\mu$ , kg/(msPa), kur analizohet shtypja e pjesshme e avullit të ujit  $p_w$ , Pa;

- koeficienti i difuzionit të avullit të ujit  $D$ ,  $m^2/s$ , kur analizohet përqendrimi i avullit të ujit  $\rho_w$ ,  $kg/m^3$ ; dhe
- koeficienti i konduksionit  $\lambda_d$ ,  $kg/(ms)$ , kur analizohet lagështia absolute e ajrit të lagësht  $\omega_w$ ,  $kgW/kgL$ .

Kurse, për njehsimin e fluksit të masës-lagështirës nëpërmjet *difuzionit konvektiv*, si parametra përkatësisht koeficient përdoren:

- koeficienti i konveksionit të avullit të ujit  $\beta$ ,  $kg/(m^2sPa)$ , kur analizohet shtypja e pjesshme e avullit të ujit  $p_w$ ,  $pa$ ;
- koeficienti i konveksionit të avullit të ujit  $\gamma$ ,  $m/s$ , kur analizohet përqendrimi i avullit të ujit  $\rho_w$ ,  $kg/m^3$ ; dhe
- koeficienti i konveksionit të avullit të ujit  $\alpha_d$ ,  $kg/(m^2s)$ , kur analizohet lagështia absolute e ajrit të lagësht  $\omega_w$ ,  $kgW/kgL$ .

Meqë avulli i ujit është njëra nga komponentët e ajrit të lagësht, atëherë në vazhdim të punimit analizojmë ajrin e lagësht.

Barazimi i përgjithshëm, ligji i Fick-ut, që përshkruan difuzionin (depërtimin) e sasisë së avullit të ujit në mur ka këtë formë:

$$g_d = \frac{\Delta p}{R_d} \quad \text{në} \quad \frac{kg}{m^2h} \quad (1.37)$$

ku janë:

$\Delta p = p_{w,b} - p_{w,j}$ , në  $Pa$  - ndryshimi i shtypjes së avullit të ujit brenda dhe jashtë lokalit;

$R_d = \frac{\mu_d \cdot \delta \cdot R_a \cdot T_m}{d_d}$ , në  $\frac{m^2hPa}{kg}$  - rezistenca e depërtimit të avullit të ujit;

$\mu_d$ , / - koeficienti i rezistencës së depërtimit të avullit të ujit (tabela 1);

$\delta$ , në  $m$  - trashësia e shtresës së murit;

$R_a = 462 J/(kgK)$  - konstanta e gazeve ideale për avullin e ujit;

$T_m \approx 283 K$  - temperatura mesatare e shtresës;

$d_d = \frac{2,306}{p_b} \left( \frac{T_m}{273} \right)^{1,81} = 0,080 \left[ \frac{m^2}{h} \right]$  - koeficienti i depërtimi të avullit të

ujit;

$p_b \approx 1 \text{ bar} = 10^5 Pa$  - presioni barometrik i ajrit.

Pas thjeshtimeve të bëra, rezistenca e depërtimit të avullit të ujit për një shtresë merr trajtën:

$$R_d = 1,5 \cdot 10^6 \cdot \mu_d \cdot \delta, \quad \text{në} \quad m^2hPa/kg \quad (1.38)$$

Koeficienti i depërtimit të avullit të ujit nëpër shtresën "i" të murit shprehet nëpërmjet barazimit:  $D_{sh,i} = \delta_i / R_{d,i}$ , në  $kg/(mhPa)$ .

Për murin me shumë shtresa, rezistenca e depërtimit të avullit të ujit paraqitet sipas barazimit:

$$R_d = 1,5 \cdot 10^6 \cdot (\mu_{d,1} \cdot \delta_1 + \mu_{d,2} \cdot \delta_2 + \dots + \mu_{d,n} \cdot \delta_n) = R_{d,1} + R_{d,2} + \dots + R_{d,n} \text{ [m}^2\text{hPa/kg]} \quad (1.39)$$

Koeficienti i depërtimit të avullit të ujit në mur shprehet nëpërmjet barazimit:

$$D_d = \frac{1}{R_d} \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^2\text{hPa}} \right] \quad (1.40)$$

Tab. 1.4. Vlerat e koeficientit të rezistencës së depërtimit të avullit të ujit  $\mu_d$  për materiale të ndryshme

Materiali	$\mu_d$ [ / ]
<b>Materialët e ndërtimit</b>	
Beton i armuar (2500 kg/m <sup>3</sup> )	35,2
Beton me rerë	14,2
Beton asfalti (2100 kg/m <sup>3</sup> )	100
Xhami (2500 kg/m <sup>3</sup> )	100000
Pllakë gjipsi (1100 kg/m <sup>3</sup> )	7,0
Mermer, granit, bazalt (2800 kg/m <sup>3</sup> )	65
Muri me tulla	6,1
Llaçi me çemento	7,1
Llaçi me gëlqere	4,7
Suva plastike (1400 kg/m <sup>3</sup> )	6,3
Druri (pishë, bredh)	1,98÷26,4
<b>Materiali termoizolues</b>	
Stiropori nga granulati (25 kg/m <sup>3</sup> )	50÷70
Stiropori i ekstruduar (30 kg/m <sup>3</sup> )	120÷150
Poliuretani (30÷50 kg/m <sup>3</sup> )	40÷60
Tapa e ekspanduar (130 kg/m <sup>3</sup> )	5,2÷9,8
Tapa e rrëshinuar (160 kg/m <sup>3</sup> )	2,5
Leshi mineral dhe i xhamit	1,3
Leshi i xhamit (125÷160 kg/m <sup>3</sup> )	∞
<b>Materialë për barrierë avulli dhe për hidroizolim</b>	
Asfalti	85
Letra hidroizoluese	3500
Letra speciale e bitumuar "500"	10.000÷25.000
Folia PVC, trashësi 0,1÷0,2mm	30.000
Folia e polietilenit 0,1÷0,2mm	70.000÷80.000
Lyerja me bitum në tri shtresa	25.000÷35.000
Tapa, 13÷15mm (1070÷1112kg/m <sup>3</sup> )	365÷450



Për ta ditur sasinë e avullit që futet me difuzion në mur duhet t'i dimë temperaturat në sipërfaqet e shtresave të murit. Temperatura pas çdo shtrese të murit përcaktohet nëpërmjet barazimeve të njohura për transmetimin e nxehtësisë:

$$t_1 = t_{bp} - \frac{k}{\alpha_b} (t_{bp} - t_{jp}) [^{\circ}\text{C}] \quad (1.41)$$

përkatësisht:

$$t_n = t_{n-1} - \frac{k}{\frac{\lambda_{n-1}}{\delta_{n-1}}} (t_{bp} - t_{jp}) [^{\circ}\text{C}] \quad (1.42)$$

ku janë:

$t_1, t_n [^{\circ}\text{C}]$  -temperatura në sipërfaqen e shtresës së parë dhe temperatura në çdo sipërfaqe tjetër të shtresës së murit;

$k [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$  -koeficienti i transmetimit të nxehtësisë nëpër mur;

$\alpha_b, \alpha_j [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$  -koeficienti i konveksionit të nxehtësisë në anën e brendshme dhe në të jashtmen të murit të lokalit;

Shtypja e pjesshme e avullit të ujit në çdo shtresë të murit “n” është:

$$p_{w,n+1} = p_{w,n} - D_d (p_{w,b} - p_{w,j}) \cdot R_{d,n} [\text{Pa}] \quad (1.43)$$

ku:

$p_{w,b} = \phi_b \cdot p_{w,s,b} [\text{Pa}]$  dhe  $p_{w,j} = \phi_b \cdot p_{w,s,j} [\text{Pa}]$  - janë shtypjet e pjesshme brenda ajrit në lokal dhe jashtë lokalit;

Pasi bëhet verifikimi dhe vërtetohet se shtypja e pjesshme  $p_w$  është nën vlerën e shtypjes së ngopjes, në secilën sipërfaqe të shtresës së murit (d.m.th. nuk ka kondensim), atëherë përcaktohet sasia e përgjithshme e avullit të ujit që depërton në mur:

$$G_d = F \cdot D_d (p_{w,b} - p_{w,j}) = F \cdot D_d \cdot \Delta p = F \cdot g_d [\text{kg/h}] \quad (1.44)$$

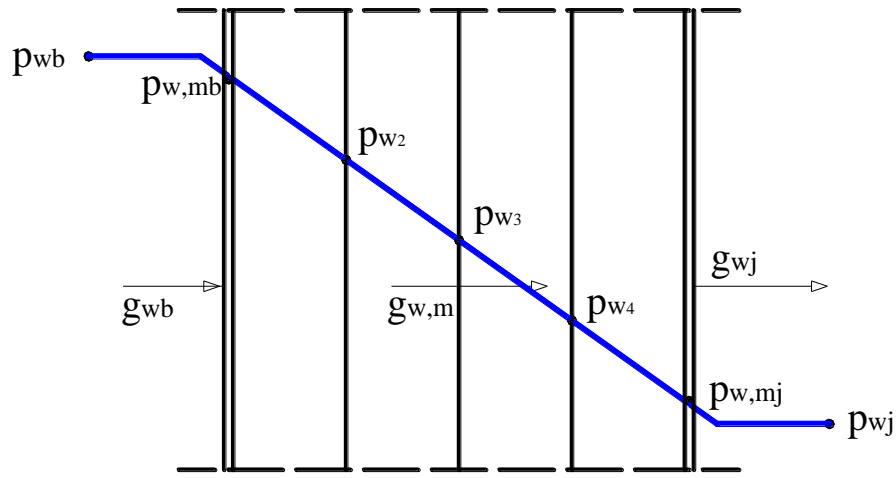
ku është:  $F, \text{m}^2$  -sipërfaqja e murit.

Sasia e avullit që depërton në sipërfaqen e murit (F) në njësinë e kohës ( $\tau$ ) është:

$$M_d = F \cdot g_d \cdot \Delta \tau = G_d \cdot \tau [\text{kg}] \quad (1.45)$$

## 1.2.2. Transmetimi stacionar i avullit të ujit

Në fig. 1.8 është pasqyruar fluksi specifik i avullit të ujit gjatë bartjes me konveksion (bartjes së lagështirës ndërmjet ajrit të ambientit dhe murit) dhe me konduksion (bartjes së lagështirës nëpër trashësinë e murit). Bartja e njëkohshme e lagështisë, bartja konvektive dhe konduktive, paraqet transmetimin e avullit të ujit.



1.8. Transmetimi stacionar i avullit të ujit nëpër mur

Pra, fluksi specifik i avullit të ujit, në varësi nga lloji i transmetimit, mund të veçohet si:

a) *Fluksi specifik konvektiv* i avullit të ujit, i cili në funksion të shtypjes së pjesshme të avullit të ujit për të dy anët e murit është:

$$\text{- nga ana e brendshme: } g_w = \beta_b(p_{wb} - p_{w,mb}) \quad (1.46)$$

$$\text{- nga ana e jashtme: } g_w = \beta_f(p_{w,mj} - p_{wj}) \quad (1.47)$$

ku janë:

$p_{wb}; p_{wj}$  - shtypja e pjesshme e avullit të ujit në ajrin e brendshëm të lokalit dhe shtypja e pjesshme e avullit të ujit në ajrin e jashtëm, Pa;

$p_{w,mb}; p_{w,mj}$  - shtypja e pjesshme e avullit të ujit në anën e sipërfaqes së brendshme dhe në anën e sipërfaqes së jashtme të murit, Pa.

b) *Fluksi specifik konduktiv* i avullit të ujit, ligji i I i Fick-ut, që përshkruan difuzionin përkatësisht fluksin e sasisë së avullit të ujit nëpër mur ka këtë formë:

$$g_w = \frac{P_{w,mb} - P_{w,mj}}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\mu_i}} \quad (1.48)$$

c) *Transmetimi stacionar i avullit të ujit*, përkatësisht bartja e njëkohshme, konvektive dhe konduktive, e lagështisë në funksion të shtypjes së pjesshme të avullit të ujit, arrihet nga barazimet (1.46), (1.47) dhe (1.48), për n-shtresa të murit, përkatësisht:

$$g_w = \frac{P_{wb} - P_{wj}}{\frac{1}{\beta_b} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\mu_i} + \frac{1}{\beta_j}} = k_d (P_{wb} - P_{wj}) \quad (1.49)$$

ku janë:

$$k_d = \frac{1}{\frac{1}{\beta_b} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\mu_i} + \frac{1}{\beta_j}} = \frac{1}{R_{d,\beta_b} + R_{d,\mu} + R_{d,\beta_j}} = \frac{1}{R_d} \quad - \text{koeficienti i transmetimit të avullit të}$$

ujit, kg/(m<sup>2</sup>sPa);

$$R_d = R_{d,\beta_b} + R_{d,\mu} + R_{d,\beta_j} = \frac{1}{k_d} \quad - \text{rezistenca e transmetimit të avullit të ujit, } \frac{m^2 sPa}{kg};$$

Me procedura të njëjta arrihet edhe deri te transmetimi stacionar i avullit të ujit edhe në funksion të përqendrimit të avullit të ujit dhe në funksion të lagështisë absolute, përkatësisht:

- fluksi i avullit të ujit në funksion të *përqendrimit të lagështisë* është:

$$g_{w,c} = \frac{\rho_{wb} - \rho_{wj}}{\frac{1}{\gamma_b} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{D_i} + \frac{1}{\gamma_j}} = k_{d,c} (\rho_{wb} - \rho_{wj}) \quad (1.50)$$

ku

$$k_{d,c} = \frac{1}{\frac{1}{\gamma_b} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{D_i} + \frac{1}{\gamma_j}} = \frac{1}{R_{d,\gamma_b} + R_{d,D} + R_{d,\gamma_j}} = \frac{1}{R_{d,c}} \quad (1.51)$$

$$R_{d,c} = R_{d,\gamma_b} + R_{d,D} + R_{d,\gamma_j} = \frac{1}{k_{d,c}} \quad - \text{rezistenca e transmetimit të avullit të ujit, s/m;}$$

- fluksi i avullit të ujit në funksion të lagështisë absolute:

$$g_{w,\omega} = \frac{\omega_{wb} - \omega_{wj}}{\frac{1}{\alpha_{d,b}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{d,i}} + \frac{1}{\alpha_{d,j}}} = k_{d,\omega} (\omega_{wb} - \omega_{wj}) \quad (1.52)$$

ku

$$k_{d,\omega} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{d,b}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{d,i}} + \frac{1}{\alpha_{d,j}}} = \frac{1}{R_{d,\alpha_{d,b}} + R_{d,\lambda_d} + R_{d,\alpha_{d,j}}} = \frac{1}{R_{d,\omega}} \quad (1.53)$$

$$R_{d,\omega} = R_{d,\alpha_{d,b}} + R_{d,\lambda_d} + R_{d,\alpha_{d,j}} = \frac{1}{k_{d,c}} \quad - \text{rezistenca e transmetimit të difuzionit të avullit të ujit,}$$

$$\frac{m^2 s}{kg};$$

ku janë:

$k_b, kg/(m^2 sPa)$ ;  $k_{d,c}, m/s$ ;  $k_{d,\omega}, kg/(m^2 s)$ ; - koeficientet e transmetimit të difuzionit të avullit të ujit;

$R_{d,\beta}, (m^2 sPa)/kg$ ;  $R_{d,\gamma}, s/m$ ;  $R_{d,\alpha_d}, (m^2 s)/kg$  - rezistencat e konveksionit të avullit të ujit;

$R_{d,\mu}, (m^2 sPa)/kg$ ;  $R_{d,D}, s/m$ ;  $R_{d,\lambda_d}, (m^2 s)/kg$  - rezistencat e konduksionit të avullit të ujit nëpër mur;

Lidhshmëria ndërmjet koeficienteve të sipërpërmendur të konveksionit dhe të konduksionit (për rastet kur lagështia shprehet nëpërmjet shtypjes së pjesshme të avullit të ujit, përqendrimit të avullit të ujit dhe nëpërmjet lagështisë absolute në ajër) është:

$$\frac{\beta}{\mu} = \frac{\gamma}{D} = \frac{\alpha_d}{\lambda_d} \quad (1.54)$$

Sasia e përgjithshme e avullit të ujit që depërton nëpër mur është:

$$G_w = F \cdot k_d (p_{w,b} - p_{w,j}) = F \cdot k_d \Delta p_w = F \cdot g_w \quad (1.55)$$

Ku është:

$G_w$  – fluksi i përgjithshëm i avullit të ujit nëpër mur, kg/s;

$F$  - sipërfaqja e murit,  $m^2$ .

Dhe në fund njihohet sasia e avullit të ujit (kg) që depërton nëpër sipërfaqe të murit ( $F$ ) në njësinë e kohës ( $\tau$ ):

$$m_w = F \cdot g_w \cdot \tau = G_w \cdot \tau \quad (1.56)$$

Përveç madhësive të sipërpërmendura mund të llogariten edhe këta parametra:

$$\rho_{ws} = \rho_w / \varphi \quad - \text{dendësia e avullit të ngopur, kg/m}^3;$$

$$m_{ws} = m_w / \varphi \quad - \text{masa e avullit të ngopur, kg.}$$

$$\rho_L = p_L / (R_L T), \text{ kg/m}^3 \quad - \text{përqendrimi-dendësia e ajrit të thatë;}$$

$$G_L = G - G_w \quad - \text{fluksi i ajrit të thatë, kga/s;}$$

$$m_L = m - m_w \quad - \text{masa e ajrit të thatë në ajrin e lagësht, kg;}$$

Në tabelën 3.1 janë dhënë parametrat e ajrit të lagësht, fluksi dhe koeficientet e konveksionit, të konduksionit dhe të transmetimit të lagështisë.

### 1.2.3. Konveksioni i masës - difuzioni konvektiv

Fluksi i masës nëpërmjet konveksionit përkatësisht difuzionit konvektiv, i dhënë në funksion të shtypjes së pjesshme parciale të avullit të ujit (ndërmjet ajrit në ambient dhe të atij në sipërfaqe të murit), ka formën:

$$g_w = \beta (p_{w,l} - p_{w,m}) \quad (1.57)$$

Nëse masa e fluidit shprehet nëpërmjet përqendrimit të lagështisë ( $c_w$ ) dhe të përmbajtjes së lagështisë përkatësisht lagështisë absolute ( $\omega_w$ ) atëherë fluksi i avullit të ujit nëpërmjet konveksionit shprehet nëpërmjet barazimeve:

$$g_w = \gamma (\rho_{w,l} - \rho_{w,m}) \quad (1.58)$$

$$g_w = \alpha_d (\omega_{w,l} - \omega_{w,m}) \quad (1.59)$$

ku janë:

$\beta$ , kg/(m<sup>2</sup>sPa);  $\gamma$ , m/s;  $\alpha_d$ , kg/(m<sup>2</sup>s)- koeficientet e konveksionit të lagështirës, përkatësisht:

$$\beta = \frac{\gamma}{R_w T} \quad (1.60)$$

$$\gamma = \frac{\alpha D_L (L_e)^{1/3}}{\lambda} \quad (1.61)$$

$$\alpha_d = \gamma \rho_L \quad (1.62)$$

$L_e = \frac{a}{D_L}$  - Nr. i Lewis-it, i cili përdoret për çdo rast kur ka transmetim të

njëkohshëm të nxehtësisë dhe masës, /;

$a = \frac{\lambda_L}{\rho_L \cdot c_{p,L}}$  - koeficienti i përcjellshmërisë termike nëpër ajër,  $m^2/s$ ;

$\alpha$  - koeficienti i konveksionit të nxehtësisë,  $W/(m^2K)$ ;

$\lambda_L$  - koeficienti i konduksionit të nxehtësisë nëpër ajër,  $W/(mK)$ ;

$D_L$  - koeficienti i difuzionit të avullit të ujit në ajër,  $m^2/s$ ;

$c_{p,L}$  - nxehtësia specifike e ajrit,  $J/(kgK)$ ;

$p_{w,l}$ ;  $p_{w,m}$ , - shtypja e pjesshme e lagështirës në ajrin e mjedisit dhe në sipërfaqe të murit, Pa;

$\rho_L$  - përqendrimi i ajrit të thatë në ajrin e lagësht të mjedisit,  $kg/m^3$ ;

$c_{w,l}$ ;  $c_{w,m}$  - përqendrimi i lagështirës në ajrin e mjedisit dhe në sipërfaqe të murit,  $kg/m^3$ ;

$\omega_{w,l}$ ;  $\omega_{w,m}$  - lagështia absolute në ajrin e mjedisit dhe në sipërfaqe të murit,  $kgW/kgL$ ;

Koeficientët e sipërpërmendur të konveksionit, nën kushtet izotermike, kanë këto relacione ndërmjet tyre:

$$\gamma = \beta R_w T = \alpha_d / c_L \quad (1.63)$$

*Faktori relativ (konvektiv)* i rezistencës së avullit të ujit është:

$$\beta_d = \frac{\beta_L}{\beta} = \frac{\gamma_L}{\gamma} = \frac{\alpha_{d,L}}{\alpha_d} \quad (1.64)$$

Fluksi i avullit të ujit përkatësisht difuzioni konvektiv i dhënë nëpërmjet shtypjes së pjesshme parciale për të dy anët e murit (në anën e sipërfaqes së brendshme dhe në atë të jashtme) është:

$$g_w = \beta_b (p_{wb} - p_{w,mb}) \quad (1.65)$$

$$g_w = \beta_j (p_{w,mj} - p_{wj}) \quad (1.66)$$

ku janë:

$\beta_b$ ;  $\beta_j$  – koeficienti i konveksionit të avullit të ujit në anën e sipërfaqes së brendshme dhe në atë të jashtme të murit të lokalit,  $kg/(m^2sPa)$ ;

Për llogaritjen e koeficientit të konveksionit të avullit të ujit në të dy anët e murit nisemi nga raporti ndërmjet numrit të Sherwood-it dhe Nusselt-it përkatësisht nga barazimi:

$$\frac{Sh}{Nu} = \frac{\gamma L / D_L}{\alpha L / \lambda} = \frac{C Re^n Sc^m}{C Re^n Pr^m} \quad (1.67)$$

Ku janë:

$Pr = \nu / a$  - numri i Prandtl-it;

$Sc = \nu / D_L$  - numri i Schmidt-it;

Re - numri i Reynolds-it;

$m = 1/3 = 0,33$  dhe  $n = 1/2 = 0,5$  – eksponentë, që varen nga lloji i rrymimit të ajrit;

C – koeficient, vlera e të cilit varet nga forma e sipërfaqes nëpër të cilën ndodh kalimi i nxehtësisë dhe i masës;

*Koeficienti i konveksionit të avullit të ujit, në m/s, arrihet nga barazimi (1.67) dhe nga të dhënat e mësipërme:*

$$\gamma = \frac{\alpha D_L (L_e)^{1/3}}{\lambda_L} \quad (1.68)$$

Duke pasur parasysh lidhshmërinë ndërmjet shtypjes së avullit të ujit ( $p_w$ ), përqendrimit të avullit të ujit ( $c_w$ ) dhe të lagështisë absolute ( $\omega_w$ ), përftojme koeficientet e konveksionit të avullit të ujit  $\beta$  dhe  $\alpha_d$ , përkatësisht:

*Koeficienti i konveksionit të avullit të ujit, në  $\text{kg}/(\text{m}^2\text{sPa})$ , është:*

$$\beta = \frac{\gamma}{R_w T} \quad (1.69)$$

*Koeficienti i konveksionit të avullit të ujit, në  $\text{kg}/(\text{m}^2\text{s})$ , është:*

$$\alpha_d = \gamma \rho_L \alpha_d \quad (1.70)$$

Ku janë:

$L_e = \frac{a}{D_L}$  - Nr. i Lewis-it, i cili përdoret për çdo rast kur ka transmetim të

njëkohshëm të nxehtësisë dhe masës, /;

$a = \frac{\lambda_L}{\rho_L \cdot c_{p,L}}$  - koeficienti i përcjellshmërisë termike nëpër ajër,  $\text{m}^2/\text{s}$ ;

$\alpha$  - koeficienti i konveksionit të nxehtësisë,  $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ ;

$\lambda_L$  - koeficienti i konduksionit të nxehtësisë,  $\text{W}/(\text{mK})$ ;

$D_L$  - koeficienti i difuzionit të avullit të ujit në ajër,  $\text{m}^2/\text{s}$ ;

$\rho_L$  – dendësia e ajrit të thatë në ajrin e lagësht,  $\text{kg}/\text{m}^3$ ;

$c_{p,L}$  - nxehtësia specifike e ajrit të thatë,  $\text{J}/(\text{kgK})$ ;

$\nu$  - viskoziteti kinematik,  $\text{m}^2/\text{s}$ ;

### **1.3. SHPREHJET E NEVOJSHME MATEMATIKORE DHE TË DHËNAT TJERA PËR NJEHSIMIN E DIFUZIONIT TË AVULLIT TË UJIT**

Për llogaritjen e difuzionit të avullit të ujit duhet të merren parasysh parametrat dhe kushtet vijuese:

- Duhet të dihet temperatura e brendshme (e ajrit në lokal) dhe ajo e jashtme (jashtë mureve rrethuese të lokalit), përkatësisht  $t_b$  dhe  $t_j$ ;

Tab. 1.5. Karakteristikat termoteknike të materialeve të ndryshme të ndërtimit

Materiali	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	c J/(kgK)	$\lambda$ w/(mK)	$\mu_d$ /
Tullë e plotë	1200÷1800	920	0,47÷0,76	5÷12
Tullë e zbrazët	1200÷1400	920	0,52÷0,61	4÷6
Tullë poroze	800	920	0,33	2,5
Bllloqe të gaz betonit	600÷800	1050	0,27÷0,35	5÷7
Bllloqe të plota të betonit të lehtë	1000÷1600	840	0,47÷0,80	4÷9
Muri nga guri natyral	2000	920	1,16	22
Llaçi gëlqeror	1600	1050	0,81	10
Llaçi i çimentos	2100	1050	1,4	30
Estrih çimento	2200	1050	1,4	30
Graniti	2600	920	3,5	65
Guri gëlqeror	2650	920	2,3÷3,5	65
Dolomiti dhe mermeri	2850	920	2,3÷3,5	65
Guri gëlqeror amorf dhe guri ranorë	2600	920	1,7	50
Rëra dhe zhavorri	1500÷2000	840	1,2÷1,7	15
Toka punuese	1500÷2000	840	1,5÷2,6	50
Rëra e thatë	1800	840	0,58	1,4
Mbeturinat e drurit	250	2090	0,09	1,2
Leshi mineral dhe leshi i qelqit	50	840	0,041÷0,046	1
Betoni prej zhavorrit	1800÷2500	960	0,93÷2,33	15÷90
Pllaka të qeramikës	1700÷2300	920	0,87÷1,28	200
Goma	1000	1470	0,16	10000
Qelqi i dritares	2500	840	0,81	10000
Qelqi i armuar	2600	840	0,44	100000
Druri - Bungu	700÷800	2510	0,21	40÷60
Druri – Bre, Pishë	500÷600	2090	0,14	2,5
Bitumi	1100	1050	0,17	1200
Asfalti	1900÷2100	1050	0,7	2500
Letra e bitumenizuar	1100	1460	0,19	2000
PVC - homogjene	1400	960	0,23	10000
Dërrasë dyshemeje	520	1670	0,14	15
Parketi	700	1670	0,21	15
Folje të polietilenit	1000	1250	0,190	80000
PVC – folje të buta	1200	960	0,19	42000
Shirit i bitumenizuar me folje alumini; 0,1mm	900	1460	0,19	100000
Shirit i bitumenizuar me folje alumini; 0,2mm	950	1460	0,19	150000
PVC – shirit i butë për kulme	1200	960	0,19	20000
Tjegulla	1900	880	0,99	40
Hekuri i derdhur	7200	500	46,5	600000
Tapa e ekspanduar	120	1670	0,041	10
Pllakat prej materialeve sintetike	1400	1590	0,19	50000
PVMD dhe PVC pllaka	1400	960	0,21	16000
Pllaka e polistiroilit (stiroporit) – në bllloqe	15÷30	1260	0,041	25÷45



- Duhet të dihet lagështia relative e brendshme (e ajrit të lokalit) dhe ajo e jashtme (jashtë mureve rrethuese të lokalit), përkatësisht  $\varphi_b$  dhe  $\varphi_j$ ;
- Duhet të dihen parametrat termoteknikë të përbërjes së murit: dendësia  $\rho$ , nxehtësia specifike  $c$ , koeficienti i përcjellshmërisë termike  $\lambda$ , dhe faktori relativ i rezistencës së avullit të ujit  $\mu_d$  (parametrat e sipërpërmendur janë dhënë në tabelën 1.4, për materiale të ndryshme të ndërtimit).
- Llogaritet koeficienti i difuzionit të avullit të ujit për ajrin  $D_L$  dhe për materiale tjera  $D$ .

Koeficienti i difuzionit të avullit të ujit për ajrin në funksion të temperaturës dhe të shtypjes së ajrit arrihet nga referimi i gjendjes së ajrit në temperaturën  $0^\circ\text{C}$ , përkatësisht nga barazimi:

$$\frac{D_L p}{T^n} = \frac{D_{L,0} p_0}{T_0^n} \quad (1.71)$$

Ku janë:

$D_{L,0} = 2,23 \cdot 10^{-5}$  – koeficienti i difuzionit të avullit të ujit në ajër në temperaturën  $0^\circ\text{C}$ ,  $\text{m}^2/\text{s}$ ;

$p_0 = 1,01325$  – shtypja atmosferike e ajrit në temperaturën  $0^\circ\text{C}$ , Pa;

$T_0 = 273$  – temperatura e ajrit (në  $0^\circ\text{C}$ ), K;

$T$  – temperatura e ajrit, K, e që për murin merret ajo mesatare:

$$T_m = (T_b + T_j) / 2 \quad (1.72)$$

$p$  – shtypja atmosferike e ajrit në temperaturën  $T$ , Pa;

$D_L$  – koeficienti i difuzionit të avullit të ujit në ajër në temperaturën  $T$  dhe shtypjen  $p$ ,  $\text{m}^2/\text{s}$

$n = 1,81$  – eksponent për ajrin;

Kështu në vazhdim, duke pasur parasysh barazimin (1.71), mund të njehsohen koeficientet për difuzionin konduktiv dhe difuzionin konvektiv të avullit të ujit.

*Koeficienti i difuzionit të avullit të ujit për ajrin në varësi të temperaturës dhe të shtypjes, nga barazimi (1.71) dhe të dhënat e mësipërme, merr formën:*

$$D_L = \frac{2,26}{p} \left( \frac{T}{273} \right)^{1,81} \quad (1.73)$$

*Koeficienti i depërtueshmërisë së avullit të ujit për ajrin, në  $\text{kg}/(\text{msPa})$ , është:*

$$\mu_L = \frac{D_L}{R_w T} \quad (1.74)$$

*Koeficienti i konduksionit të avullit të ujit për ajrin, në  $\text{kg}/(\text{ms})$ , është:*

$$\lambda_{d,L} = D_L \rho_L \quad (1.75)$$

*Koeficienti i difuzionit të avullit të ujit për llojin (shtresën) e murit,  $\text{m}^2/\text{s}$ , në varësi të temperaturës dhe të shtypjes, është:*

$$D = \frac{D_L}{\mu_d} \quad (1.76)$$

Koeficienti i depërtueshmërisë së avullit të ujit për llojin (shtresën) e murit, në kg/(msPa) është:

$$\mu = \frac{D}{R_w T} \quad (1.77)$$

Koeficienti i konduksionit të avullit të ujit për llojin (shtresën) e murit, në kg/(ms) është:

$$\lambda_d = D \rho_L \quad (1.78)$$

Të nevojshme për njehsimin e madhësive të mësipërme janë edhe konstantet:

- $R_L = 287 \text{ J/(kgK)}$  – konstanta individuale e ajrit të thatë;
- $R_w = 462 \text{ J/(kgK)}$  - konstanta individuale e avullit të ujit;
- $c_{p,L} = 1,006 \text{ kJ/kg} = 1006 \text{ J/kg}$  - nxehtësia specifike e ajrit të thatë, e cila trajtohet si gaz ideal dhe mund të konsiderohet konstante meqë ajo në fushën e temperaturave të ajrit të klimatizuar prej  $-50$  deri në  $50^\circ\text{C}$  pothuajse ka vlerë të njëjtë.
- $c_{p,w} = 1,85894 \text{ kJ/kg} = 1858,94 \text{ J/kg}$  - nxehtësia specifike e avullit të ujit gjatë presionit konstant.
- $r_o = 2500 \text{ kJ/kg} = 2500\,000 \text{ J/kg}$  – nxehtësia (latente) e avullimit të ujit në  $0^\circ\text{C}$ ;

Për llogaritjen e koeficientit të konveksionit të avullit të ujit në të dy anët e murit nisemi nga raporti ndërmjet numrit të Sherwood-it dhe Nusselt-it përkatësisht nga barazimi:

$$\frac{Sh}{Nu} = \frac{\gamma L / D_L}{\alpha L / \lambda} = \frac{C Re^n Sc^m}{C Re^n Pr^m} \quad (1.79)$$

Ku janë:

$Pr = \nu/a$  - numri i Prandtl-it;

$Sc = \nu/D_L$  - numri i Schmidt-it;

$Re$  - numri i Reynolds-it;

$m = 1/3 = 0,33$  dhe  $n = 1/2 = 0,5$  – eksponentë, që varen nga lloji i rrymimit të ajrit;

$C$  – koeficient, vlera e të cilit varet nga forma e sipërfaqes nëpër të cilën ndodh kalimi i nxehtësisë dhe i masës;

Koeficienti i konveksionit të avullit të ujit, në m/s, arrihet nga barazimi (1.79) dhe nga të dhënat e mësipërme:

$$\gamma = \frac{\alpha D_L (L_e)^{1/3}}{\lambda_L} \quad (1.80)$$

Duke pasur parasysh lidhshmërinë ndërmjet shtypjes së avullit të ujit ( $p_w$ ), përqendrimit të avullit të ujit ( $c_w$ ) dhe të lagështisë absolute ( $\omega_w$ ), përftojme koeficientet e konveksionit të avullit të ujit  $\beta$  dhe  $\alpha_d$ , përkatësisht:

Koeficienti i konveksionit të avullit të ujit, në  $\text{kg}/(\text{m}^2\text{sPa})$ , është:

$$\beta = \frac{\gamma}{R_w T} \quad (1.81)$$

Koeficienti i konveksionit të avullit të ujit, në  $\text{kg}/(\text{m}^2\text{s})$ , është:

$$\alpha_d = \gamma \rho_L \alpha_d \quad (1.82)$$

Ku janë:

$$L_e = \frac{a}{D_L} \quad - \text{Nr. i Lewis-it, i cili përdoret për çdo rast kur ka transmetim të}$$

njëkohshëm të nxehtësisë dhe masës, /;

$$a = \frac{\lambda_L}{c_L \cdot c_{p,L}} \quad - \text{koeficienti i përcjellshmërisë termike nëpër ajër, m}^2/\text{s};$$

$\alpha$  - koeficienti i konveksionit të nxehtësisë,  $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ ;

$\lambda_L$  - koeficienti i konduksionit të nxehtësisë,  $\text{W}/(\text{mK})$ ;

$D_L$  - koeficienti i difuzionit të avullit të ujit në ajër,  $\text{m}^2/\text{s}$ ;

$\rho_L$  - dendësia e ajrit të thatë në ajrin e lagësht,  $\text{kg}/\text{m}^3$ ;

$c_{p,L}$  - nxehtësia specifike e ajrit të thatë,  $\text{J}/(\text{kgK})$ ;

$\nu$  - viskoziteti kinematik,  $\text{m}^2/\text{s}$ ;

- Duhet të dihet trashësia dhe radhitja e shtresave të materialit ndërtimor të murit;
- Llogariten temperaturat nëpër shtresat kufitare të murit;

Temperatura për çdo shtresë kufitare të murit përcaktohet nëpërmjet barazimeve të njohura për transmetimin e nxehtësisë:

$$t_{b,m} = t_1 = t_b - \frac{k}{\alpha_b} (t_b - t_j) \quad (1.83)$$

përkatësisht:

$$t_n = t_{n-1} - \frac{k}{\frac{\lambda_{n-1}}{\delta_{n-1}}} (t_b - t_j) = t_{n-1} - k (t_b - t_j) R_{n-1} \quad (1.84)$$

ku janë:

$t_b, t_j$  - temperatura e ajrit brenda lokalit dhe temperatura e ajrit jashtë murit rrethues të lokalit,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{bm}, t_1$  - temperatura në sipërfaqen e brendshme të murit përkatësisht në sipërfaqen e shtresës së parë (sipërfaqes në anën e brendshme të murit të lokalit),  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_n$  - temperatura në çdo sipërfaqe tjetër të shtresës së murit përkatësisht në çdo shtresë kufitare të murit,  $^{\circ}\text{C}$ ;

Tab.1. 6. Disa madhësi termodinamike të ajrit të lagësht në varësi nga temperatura t, për shtypjen 1 bar

t °C	P <sub>ws</sub> Pa	ρ <sub>a,n</sub> kg/m <sup>3</sup>	ρ <sub>a,L</sub> kg/m <sup>3</sup>	ω <sub>a,n</sub> kgW <sub>n</sub> /kgL <sub>n</sub>	i <sub>ws</sub> kJ/kg	r kJ/kg
-20	103	1,394	1,396	0,000637	-18,545	2839
-19	113	1,389	1,390	0,000701	-17,380	2839
-18	125	1,383	1,385	0,000771	-16,301	2839
-17	137	1,377	1,379	0,000847	-15,006	2838
-16	150	1,372	1,374	0,000930	-13,793	2838
-15	165	1,367	1,368	0,001021	-12,562	2838
-14	181	1,362	1,363	0,001119	-11,311	2838
-13	198	1,357	1,358	0,001226	-10,039	2838
-12	217	1,352	1,353	0,001343	-8,742	2837
-11	237	1,347	1,348	0,001469	-7,421	2837
-10	259	1,341	1,342	0,001606	-6,072	2837
-9	283	1,336	1,337	0,001755	-4,693	2836
-8	309	1,331	1,332	0,001917	-3,283	2836
-7	338	1,325	1,327	0,002092	-1,838	2836
-6	368	1,320	1,322	0,002281	-0,357	2836
-5	401	1,315	1,317	0,002486	1,164	2835
-4	437	1,310	1,312	0,002708	2,728	2835
-3	475	1,306	1,308	0,002948	4,336	2835
-2	517	1,301	1,303	0,003207	5,995	2834
-1	562	1,295	1,298	0,003487	7,706	2834
0	611	1,290	1,293	0,003789	9,473	2500
1	656	1,285	1,288	0,004076	11,203	2498
2	705	1,281	1,284	0,004381	12,982	2496
3	757	1,275	1,279	0,004707	14,811	2493
4	813	1,271	1,275	0,005054	16,696	2491
5	872	1,266	1,267	0,005424	18,639	2489
6	935	1,261	1,265	0,005818	20,644	2486
7	1001	1,256	1,261	0,006237	22,713	2484
8	1072	1,251	1,256	0,006683	24,852	2481
9	1147	1,247	1,252	0,007157	27,064	2479
10	1227	1,242	1,248	0,007661	29,352	2477
11	1312	1,237	1,243	0,008197	31,724	2475
12	1401	1,232	1,239	0,008766	34,179	2472
13	1500	1,228	1,235	0,009370	36,726	2470
14	1597	1,223	1,230	0,010012	39,370	2468
15	1704	1,218	1,226	0,010692	42,111	2465
16	1817	1,214	1,222	0,011413	44,963	2463
17	1936	1,206	1,217	0,012178	47,926	2460
18	2062	1,204	1,213	0,012989	51,008	2458
19	2196	1,200	1,209	0,013848	54,216	2456
20	2337	1,195	1,205	0,014758	57,555	2453
21	2485	1,190	1,201	0,015721	61,035	2451
22	2642	1,185	1,197	0,016741	64,660	2448
23	2808	1,181	1,193	0,017821	68,440	2446
24	2982	1,176	1,189	0,018963	72,385	2444
25	3167	1,171	1,185	0,020170	76,500	2441
26	3360	1,166	1,181	0,021448	80,798	2439
27	3564	1,161	1,177	0,022798	85,285	2437
28	3778	1,156	1,173	0,024226	89,976	2434
29	4004	1,151	1,169	0,025735	94,878	2432
30	4241	1,146	1,165	0,027329	100,006	2430

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_b} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_j}} \quad - \text{koeficienti i transmetimit të nxehtësisë nëpër mur, W/(m}^2\text{K);}$$

$\alpha_b, \alpha_j$  - koeficientet e konveksionit të nxehtësisë, në anën e sipërfaqes së brendshme dhe në atë të jashtme të murit të lokalit, W/(m<sup>2</sup>K);

$\lambda$  - koeficienti i konduksionit të nxehtësisë nëpër mur, W/(mK);

$\delta$  - trashësia e shtresës së murit, m;

- *Llogariten shtypjet e ngopjes për të dy anët e ambienteve të murit dhe për shtresat kufitare të murit, apo merren nga tabela 1.5, pasi janë të njohura temperaturat, përkatësisht:*

$$p_{ws} = c_{ws} R_w T \quad - \text{shtypja e ngopjes, Pa;}$$

- *Llogariten shtypjet e pjesshme të avullit të ujit për të dy anët e murit dhe për shtresat kufitare të murit;*
- *Llogaritet lagështia relative e ajrit përkatësisht verifikohet se a ka kondensim nëpër shtresat kufitare të murit; verifikohet  $\varphi = p_w / p_{ws}$*
- *Vizatohen në diagrame përkatëse proceset ku nëpër shtresat e murit paraqiten temperatura, shtypja e pjesshme e avullit të ujit dhe ajo e ngopjes;*
- *Llogaritet fluksi i sasisë së avullit të ujit nëpër mur, dhe sasia e avullit të ujit të akumuluar në mur;*
- *Pasi bëhet verifikimi dhe vërtetohet se shtypja e pjesshme  $p_w$  është nën vlerën e shtypjes së ngopjes në secilën sipërfaqe të shtresës së murit (d.m.th. nuk ka kondensim), atëherë përcaktohet sasia e përgjithshme e avullit të ujit që depërton nëpër mur.*

## 2. PËRPUNIMI STATISTIKOR DHE MODELIMI I LAGËSHTISË RELATIVE

### 2.1. Lagështia relative mesatare ditore

Vlerat mesatare ditore për disa parametra të ajrit nënkuptojnë vlerat e regjistruara në orën 7, 14 dhe 21, dhe jipen me shprehjet e mëposhtme:

Vlera mesatare ditore e temperaturës së ajrit:

$$t = \frac{t_7 + t_{14} + 2t_{21}}{4} \quad (31)$$

Vlera mesatare ditore e shtypjes së ajrit:

$$p = \frac{p_7 + p_{14} + 2p_{21}}{4} \quad (31)$$

Vlera mesatare ditore e shtypjes së avullit të ujit në ajër:

$$p_w = \frac{p_{w7} + p_{w14} + 2p_{w21}}{4} \quad (32)$$

Lagështia relative mesatare ditore e avullit të ujit në ajër:

$$\varphi_w = \frac{\varphi_{w7} + \varphi_{w14} + 2\varphi_{w21}}{4} \quad (32)$$

Duke u bazuar nga të dhënat e qendrës për rrezatimin botëror WRDC, në tab. 2.1 janë prezantuar parametrat meteorologjikë mesatarë mujorë dhe të energjisë solare për lokacionin me gjerësi gjeografike 42° dhe gjatësi gjeografike 21° për përdhën prej 30 – viteve (1964 – 1993) – që i përgjigjen pozitës gjeografike të Kosovës.

Tab. 2.1. Parametrat meteorologjikë mesatarë mujorë dhe të energjisë solare dhe për lokacionin °N42 dhe °E21

	Njësia	Të dhënat klimatike për lokacionin
Gjerësia (Latitude)	°N	42
Gjatësi (Longitude)	°E	21
Lartësia (Elevation)	m	674
Temperatura projektuese e ngrohjes	°C	-6.96
Temperatura projektuese e ftohjes	°C	26.26
Temperatura amplitude e tokës	°C	20.01
Ditët me ngricë në vendbanime	ditë	110

Muaji	Temperatura e ajrit,	Lagështia relative	Shtypja atmosferike	Shpejtësia e erës
	°C	%	kPa	m/s
J	-2.5	86.1	93.4	3.1
SH	-0.8	80.0	93.2	3.3
M	3.6	71.2	93.1	3.1
P	8.9	64.3	92.8	3.0
M	14.4	58.9	93.1	2.6
Q	18.3	54.7	93.1	2.6
K	20.8	50.2	93.1	2.7
G	20.9	49.5	93.2	2.7
SH	16.1	56.1	93.3	2.8
T	10.3	69.4	93.5	3.0
N	3.8	82.2	93.3	3.0
DH	-1.4	86.2	93.4	3.3
Mesatare vjetore	9.4	67.4	93.2	2.9
Matur në (m)				10.0

Vlerat mesatare mujore dhe vjetore për lagështinë relative të ajrit të jashtëm janë dhënë në vazhdim për vitet prej 2001÷2009 për qytetet: Prishtinë, Pejë dhe Ferizaj.

## 2.2. Lagështia relative e ajrit për Prishtinën - vitet 2001-2009

Tab. 2.2. Lagështia relative mesatare mujore dhe vjetore për Prishtinën

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Lagështia mesatare vjetore
2001	96	95	87	91	88	82	80	79	88	95	92	77	87.500
2002	89	93	85	92	89	84	84	46	89	74	87	93	83.750
2003	91	80	66	75	68	63	57	53	70	75	84	81	71.917
2004	79	73	69	65	69	69	64	67	67	73	80	87	71.833
2005	78	79	76	65	67	66	66	71	74	73	78	82	72.917
2006	79	82	74	69	64	67	62	64	67	69	75	85	71.417
2007	76	75	68	60	73	63	50	56	63	81	89	85	69.917
2008	80	60	71	68	66	70	67	59	72	75	80	81	70.750
2009	84	73	75	65	67	69	63	63	69	78	80	85	72.583
Lagështia mesatare mujore	83.56	78.89	74.56	72.22	72.33	70.33	65.89	62.00	73.22	77.00	82.78	84.00	74.73

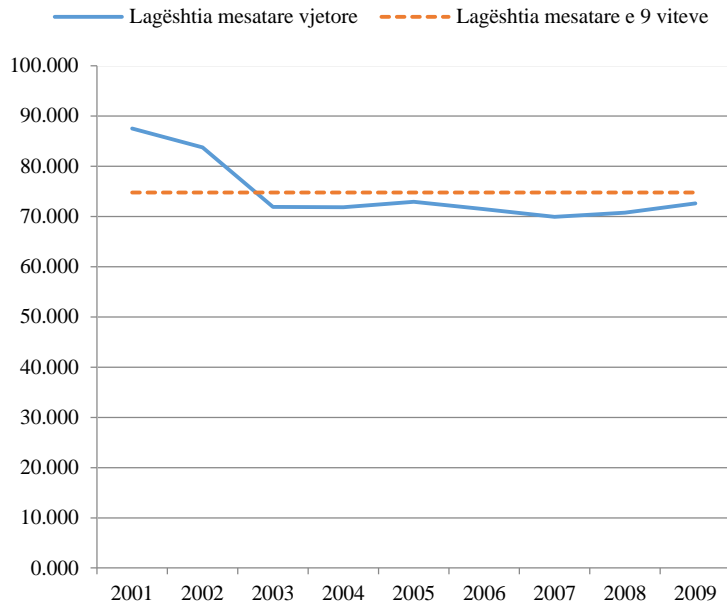


Fig. 2.1. Lagështia relative mesatare vjetore për Prishtinën

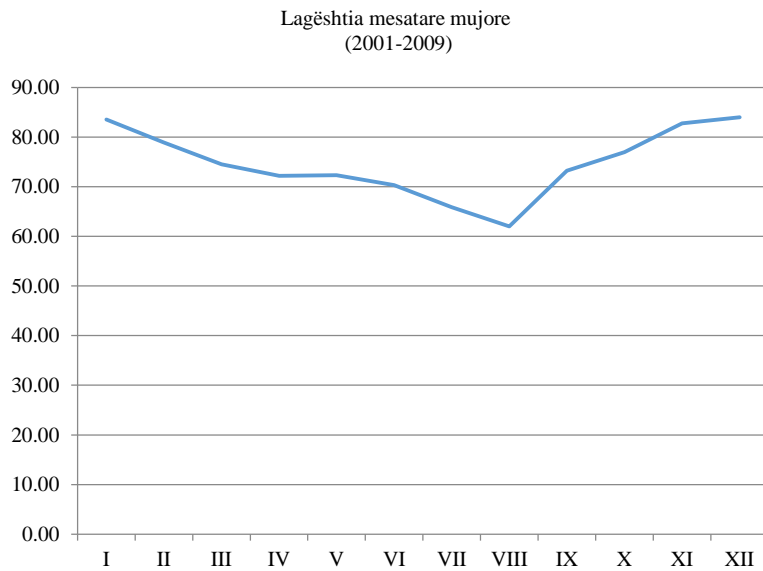


Fig. 2.2. Lagështia relative mesatare mujore për Prishtinën



### 2.3. Lagështia relative e ajrit për Pejën - vitet 2001-2009

Tab. 2.3. Lagështia relative mesatare mujore dhe vjetore për Pejën

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Lagështia mesatare vjetore
2002	83	82	86	70	63	59	58	68	72	80	85	87	74.417
2003	86	72	57	58	64	55	53	51	69	72	78	82	66.417
2004	77	75	76	79	72	67	58	64	72	80	84	81	73.750
2005	82	74	58	62	64	58	51	54	67	70	76	83	66.583
2006	77	75	76	79	72	67	58	64	72	80	84	81	73.750
2007	72	73	64	58	62	61	55	56	54	31	63	71	60.000
2008	78	64	58	58	63	58	57	51	58	57	72	72	62.167
2009	78	79	73	53	64	63	61	63	61	71	76	86	69.000
Lagështia mesatare mujore	79.13	74.25	68.50	64.63	65.50	61.00	56.38	58.88	65.63	67.63	77.25	80.38	68.26

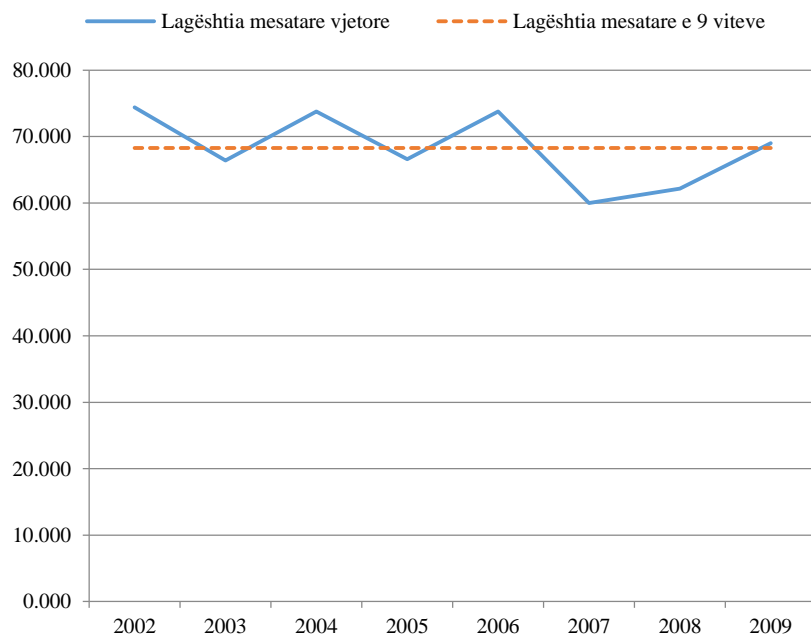


Fig. 2.3. Lagështia relative mesatare vjetore për Pejën

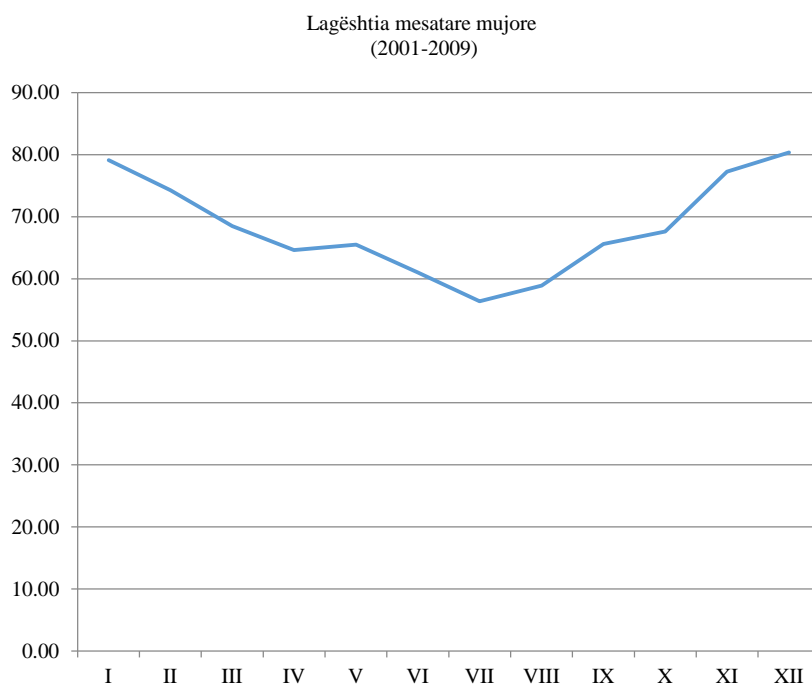


Fig. 2.4. Lagështia relative mesatare mujore për Pejë

## 2.4. Lagështia relative e ajrit për Ferizajin - vitet 2001-2009

Tab. 2.4. Lagështia relative mesatare mujore dhe vjetore për Ferizajin

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Lagështia mesatare vjetore
2002	87	79	74	78	78	73	68	80	85	83	84	91	80.000
2003	87	75	74	76	78	74	71	69	84	80	83	91	78.500
2004	84	77	75	73	74	73	66	63	71	82	81	85	75.333
2005	80	83	73	78	75	73	72	66	82	80	85	86	77.750
2006	85	79	67	73	74	73	66	73	72	82	81	85	75.833
2007	79	82	73	67	78	74	54	63	77	85	92	91	76.250
2008	86	78	72	67	70	73	66	59	73	80	82	82	74.000
2009	87	83	75	68	73	73	70	72	76	80	81	88	77.167
Lagështia mesatare mujore	84.38	79.50	72.88	72.50	75.00	73.25	66.63	68.13	77.50	81.50	83.63	87.38	76.85

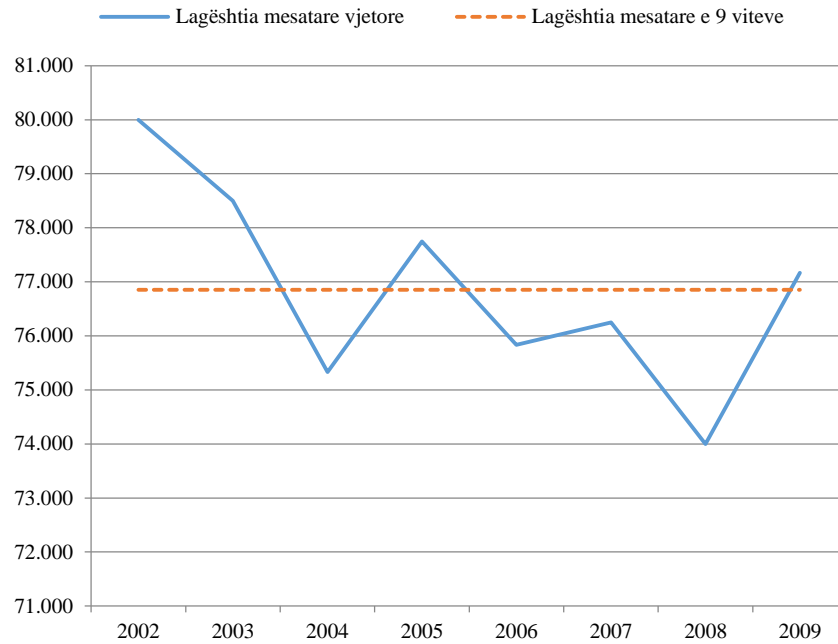


Fig. 2.5. Lagështia relative mesatare vjetore për Ferizajin

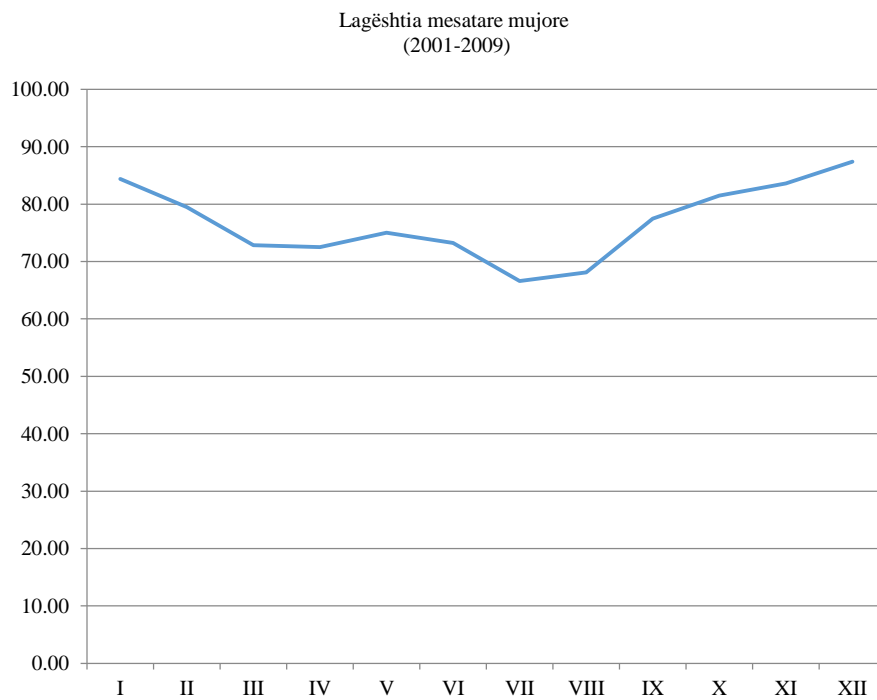


Fig. 2.6. Lagështia relative mesatare mujore për Ferizajin

## 2.5. Variacioni kohor i vlerave mesatare të temperaturave dhe lagështisë relative të ajrit

Në bazë të të dhënave nga IHK dhe kalkulimeve statistikore shihet që variacioni kohor i vlerave mesatare të temperaturave mujore është i ndryshueshëm. Kështu në stacionin HK në Pejë ky variacion është dhënë në fig. 2.7.

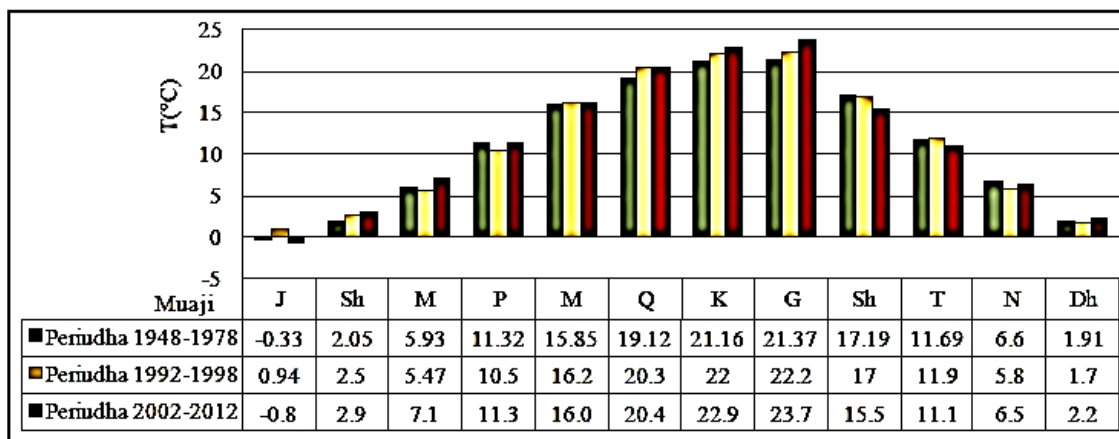


Fig. 2.7. Variacioni kohor i vlerave mesatare të temperaturave mujore në stacionin Pejë

Nga tabela 2.5, vërehet se vlerat mesatare vjetore të lagështisë relative të ajrit në periudhën kohore 2002-2007, në stacionin e Pejës, luhaten nga 56.9 % (Korrik), deri 82.2% (Dhjetor). Vlerat minimale vjetore (sipas viteve) luhaten nga 31 % (Tetor) deri 72 % (Dhjetor). Vlerat maksimale luhaten nga 68% (Gusht) deri 90.6 % (Shkurt).

Tabela 2.5. Lagështia mesatare mujore e ajrit në stacionin Pejë (2002-2007, 2010-2012)

Viti	Muaji											
	J	Sh	M	P	M	Q	K	G	Sh	T	N	Dh
2002	83	82	86	70	63	59	58	68	72	80	85	87
2003	86	72	57	58	64	55	53	51	69	72	78	82
2004	77	75	76	79	72	67	58	64	72	80	84	81
2005	82	74	58	62	64	58	51	54	67	70	76	83
2006	77	75	76	79	72	67	58	64	72	80	84	81
2007	72	73	64	58	62	61	55	56	54	31	63	71
2010	85	84	78	74	63	58	57	51	58	77	72	72

2011	88.9	90.6	83.4	85.2	84.7	82.1	63.5	61.3	76.2	85.4	81.3	86.04
2012	89	86	83	79	73	72	59	53	72.1	86	83	87.3
Min	72.0	72.0	57.0	58.0	62.0	55.0	51.0	51.0	54.0	31.0	63.0	71.0
Mes	82.2	79.1	73.5	71.6	68.6	64.3	56.9	58.0	68.0	73.5	78.5	81.1
Max	89	90.6	86	85.2	84.7	82.1	63.5	68	76.2	86	85	87.3
DS	5.8	6.7	11.1	10.1	7.5	8.6	3.6	6.4	7.3	16.8	7.2	6.0
Cv	7.1	8.5	15.1	14.1	10.9	13.4	6.4	11.0	10.8	22.9	9.2	7.4

Ku: DS – Devijimi standard, Cv – Koeficienti i variacionit

Në fig. 2.8., vërehet korrelacioni i fortë negativ midis vlerave mesatare mujore të lagështisë dhe temperaturës së ajrit, në stacionin e Pejës. Kështu, vlerave më të larta të lagështisë së ajrit në dimër u korrespondojnë vlerat më të ulëta të temperaturës dhe anasjelltas.

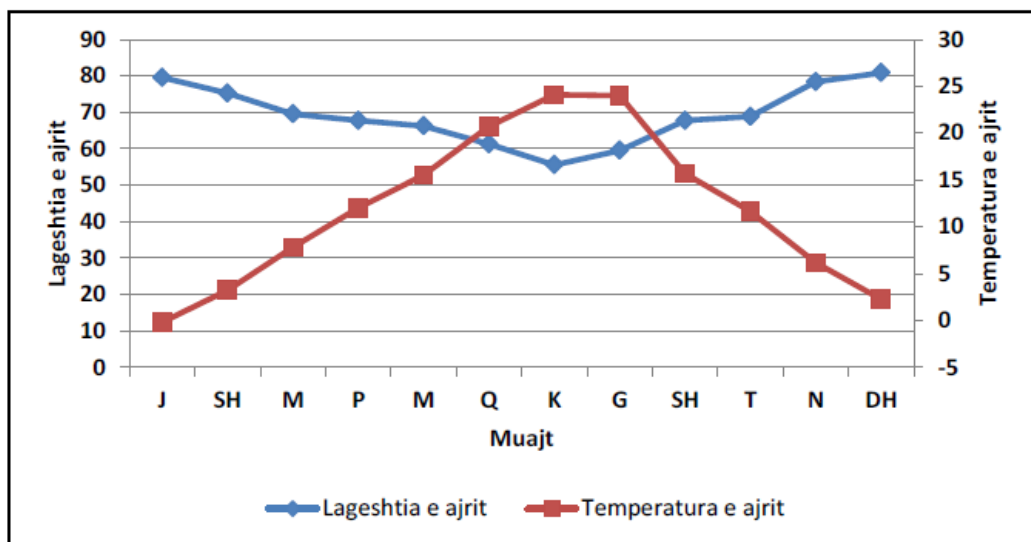


Fig. 2.8. Variacioni i vlerave mesatare mujore të temperaturës dhe lagështisë së ajrit, stacioni Pejë (2002-2007, 2010-2012)

### 3. KRAHASIMI I VLERAVE TË LAGËSHTISË RELATIVE TË IHK ME ATO NGA NASA

Nga NASA – adresa elektronike e tyre mund të vërejmë se

- Kanë të vendosur mbi 200 satelitë – të cilët japin të dhënat mbi parametrat meteorologjikë dhe të energjisë diellore
- Gjenden të dhënat për mesataren mujore për 22 vjet
- Gjenden të dhënat tabelare për çdo vend të caktuar

#### 3.1. Vlerat e lagështisë relative nga NASA për Kosovën

Të dhënat e mëposhtme tabelare janë marrë për lokacione të caktuara e që kanë të bëjnë me disa qytete të Kosovës, përkatësisht me pozitën e tyre gjeografike.

Tab.3.1. **Prishtina: gjerësia 42.4 / gjatësia 21.1**

	Njësia	Lokacioni i të dhënave klimatike
Gjerësia (Latitude)	°N	42.4
Gjatësia (Longitude)	°E	21.1
Lartësia (Elevation)	m	738
Temperatura e projektimit të ngrohjes	°C	-6.96
Temperatura e projektimit të ftohjes	°C	26.26
Amplituda e temperaturës së tokës	°C	20.01
Ditë me acar – ngricë	Ditë	110

Muaji	Temp. e ajrit	Lagështia Relative	Presioni atmosferik	Shpejtësia e erës
	°C	%	kPa	m/s
Janar	-2.5	86.1	93.4	3.1
Shkurt	-0.8	80.0	93.2	3.3
Mars	3.6	71.2	93.1	3.1
Prill	8.9	64.3	92.8	3.0
Maj	14.4	58.9	93.1	2.6
Qershor	18.3	54.7	93.1	2.6
Korrik	20.8	50.2	93.1	2.7
Gusht	20.9	49.5	93.2	2.7
Shtator	16.1	56.1	93.3	2.8
Tetor	10.3	69.4	93.5	3.0
Nëntor	3.8	82.2	93.3	3.0
Dhjetor	-1.4	86.2	93.4	3.3
<b>Mes.</b>	9.4	67.4	93.2	2.9
Matur, m				10.0

Tab.3.2. **Prizreni: Latitude 42.125 / Longitude 20.442**

Të dhënat	Njësia	Lokacioni i të dhënave klimatike
Gjerësia (Latitude)	°N	42.125
Gjatësia (Longitude)	°E	20.442
Lartësia (Elevation)	m	755
Temperatura e projektimit të ngrohjes	°C	-7.00
Temperatura e projektimit të ftohjes	°C	25.96
Amplituda e temperaturës së tokës	°C	19.61
Ditë me acar – ngricë	Ditë	108

Muaji	Temp. e ajrit	Lagështia Relative	Presioni atmosferik	Shpejtësia e erës
	°C	%	kPa	m/s
Janar	-2.2	85.6	93.2	3.0
Shkurt	-0.6	80.2	93.0	3.2
Mars	3.6	72.7	92.9	3.0
Prill	8.6	67.0	92.7	2.9
Maj	14.0	61.1	92.9	2.5
Qershor	17.9	56.4	92.9	2.5
Korrik	20.6	50.9	93.0	2.5
Gusht	20.6	50.5	93.0	2.6
Shtator	15.8	58.5	93.1	2.6
Tetor	10.2	71.2	93.3	2.9
Nëntor	3.9	83.1	93.1	3.0
Dhjetor	-1.2	86.1	93.1	3.2
<b>Mes.</b>	9.3	68.6	93.0	2.8
Matur, m				10.0

Tab.3.3. **Peja: Latitude 42.394 / Longitude 20.173**

Të dhënat	Njësia	Lokacioni i të dhënave klimatike
Gjerësia (Latitude)	°N	42.394
Gjatësia (Longitude)	°E	20.173
Lartësia (Elevation)	m	755
Temperatura e projektimit të ngrohjes	°C	-7.00
Temperatura e projektimit të ftohjes	°C	25.96
Amplituda e temperaturës së tokës	°C	19.61
Ditë me acar – ngricë	Ditë	108

Muaji	Temp. e ajrit	Lagështia Relative	Presioni atmosferik	Shpejtësia e erës
	°C	%	kPa	m/s
Janar	-2.2	85.6	93.2	3.0
Shkurt	-0.6	80.2	93.0	3.2
Mars	3.6	72.7	92.9	3.0
Prill	8.6	67.0	92.7	2.9
Maj	14.0	61.1	92.9	2.5
Qershor	17.9	56.4	92.9	2.5
Korrik	20.6	50.9	93.0	2.5
Gusht	20.6	50.5	93.0	2.6
Shtator	15.8	58.5	93.1	2.6
Tetor	10.2	71.2	93.3	2.9
Nëntor	3.9	83.1	93.1	3.0
Dhjetor	-1.2	86.1	93.1	3.2
<b>Mes.</b>	9.3	68.6	93.0	2.8
Matur, m				10.0



Tab.3.4. **Gjilani: Latitude 42.288 / Longitude 21.275**

Të dhënat	Njësia	Lokacioni i të dhënave klimatike
Gjerësia (Latitude)	°N	42.288
Gjatësia (Longitude)	°E	21.275
Lartësia (Elevation)	m	738
Temperatura e projektimit të ngrohjes	°C	-6.96
Temperatura e projektimit të ftohjes	°C	26.26
Amplituda e temperaturës së tokës	°C	20.01
Ditë me acar – ngricë	Ditë	110

Muaji	Temp. e ajrit	Lagështi a Relative	Presioni atmosferik	Shpejtësi a e erës
	°C	%	kPa	m/s
Janar	-2.5	86.1	93.4	3.1
Shkurt	-0.8	80.0	93.2	3.3
Mars	3.6	71.2	93.1	3.1
Prill	8.9	64.3	92.8	3.0
Maj	14.4	58.9	93.1	2.6
Qershor	18.3	54.7	93.1	2.6
Korrik	20.8	50.2	93.1	2.7
Gusht	20.9	49.5	93.2	2.7
Shtator	16.1	56.1	93.3	2.8
Tetor	10.3	69.4	93.5	3.0
Nëntor	3.8	82.2	93.3	3.0
Dhjetor	-1.4	86.2	93.4	3.3
<b>Mes.</b>	9.4	67.4	93.2	2.9
Matur, m				10.0

Tab.3.5. **Mitrovica: Latitude 42.526 / Longitude 20.52**

Të dhënat	Njësia	Lokacioni i të dhënave klimatike
Gjerësia (Latitude)	°N	42.526
Gjatësia (Longitude)	°E	20.52
Lartësia (Elevation)	m	755
Temperatura e projektimit të ngrohjes	°C	-7.00
Temperatura e projektimit të ftohjes	°C	25.96
Amplituda e temperaturës së tokës	°C	19.61
Ditë me acar – ngricë	Ditë	108

Muaji	Temp. e ajrit	Lagështia Relative	Presioni atmosferik	Shpejtësia e erës
	°C	%	kPa	m/s
Janar	-2.2	85.6	93.2	3.0
Shkurt	-0.6	80.2	93.0	3.2
Mars	3.6	72.7	92.9	3.0
Prill	8.6	67.0	92.7	2.9
Maj	14.0	61.1	92.9	2.5
Qershor	17.9	56.4	92.9	2.5
Korrik	20.6	50.9	93.0	2.5
Gusht	20.6	50.5	93.0	2.6
Shtator	15.8	58.5	93.1	2.6
Tetor	10.2	71.2	93.3	2.9
Nëntor	3.9	83.1	93.1	3.0
Dhjetor	-1.2	86.1	93.1	3.2
<b>Mes.</b>	9.3	68.6	93.0	2.8
Matur, m				10.0

Tab.3.6. **Gjakova: Latitude 42.4376 / Longitude 20.3785**

Të dhënat	Njësia	Lokacioni i të dhënave klimatike
Gjerësia (Latitude)	°N	42.22
Gjatësia (Longitude)	°E	20.255
Lartësia (Elevation)	m	755
Temperatura e projektimit të ngrohjes	°C	-7.00
Temperatura e projektimit të ftohjes	°C	25.96
Amplituda e temperaturës së tokës	°C	19.61
Ditë me acar – ngricë	Ditë	108

Muaji	Temp. e ajrit	Lagështia Relative	Presioni atmosferik	Shpejtësia e erës
	°C	%	kPa	m/s
Janar	-2.2	85.6	93.2	3.0
Shkurt	-0.6	80.2	93.0	3.2
Mars	3.6	72.7	92.9	3.0
Prill	8.6	67.0	92.7	2.9
Maj	14.0	61.1	92.9	2.5
Qershor	17.9	56.4	92.9	2.5
Korrik	20.6	50.9	93.0	2.5
Gusht	20.6	50.5	93.0	2.6
Shtator	15.8	58.5	93.1	2.6
Tetor	10.2	71.2	93.3	2.9
Nëntor	3.9	83.1	93.1	3.0
Dhjetor	-1.2	86.1	93.1	3.2
<b>Mes.</b>	9.3	68.6	93.0	2.8
Matur, m				10.0

Tab.3.7. **Ferizaj: 42.3702° N/ 21.1483° E**

Të dhënat	Njësia	Lokacioni i të dhënave klimatike
Gjerësia (Latitude)	°N	42.22
Gjatësia (Longitude)	°E	21.919
Lartësia (Elevation)	m	738
Temperatura e projektimit të ngrohjes	°C	-6.96
Temperatura e projektimit të ftohjes	°C	26.26
Amplituda e temperaturës së tokës	°C	20.01
Ditë me acar – ngricë	Ditë	110

Muaji	Temp. e ajrit	Lagështia Relative	Presioni atmosferik	Shpejtësia e erës
	°C	%	kPa	m/s
Janar	-2.5	86.1	93.4	3.1
Shkurt	-0.8	80.0	93.2	3.3
Mars	3.6	71.2	93.1	3.1
Prill	8.9	64.3	92.8	3.0
Maj	14.4	58.9	93.1	2.6
Qershor	18.3	54.7	93.1	2.6
Korrik	20.8	50.2	93.1	2.7
Gusht	20.9	49.5	93.2	2.7
Shtator	16.1	56.1	93.3	2.8
Tetor	10.3	69.4	93.5	3.0
Nëntor	3.8	82.2	93.3	3.0
Dhjetor	-1.4	86.2	93.4	3.3
<b>Mes.</b>	9.4	67.4	93.2	2.9
Matur, m				10.0

### 3.2. Krahasimi i vlerave të lagështisë relative të IHK – NASA

Në tabelën 3.8 janë pasqyruar të dhënat tabelare për lagështinë mesatare relative mujore të ajrit për Prishtinën, nga IHK dhe NASA, për vitet e ndryshme.

Këto të dhëna shihen edhe grafikisht në fig. 3.1 të cilat realisht ndryshojnë meqë dallojnë përnjë vitet e evidentimit dhe numri i viteve të evidentuara.

Tab.3.8. Vlerat e lagështisë relative të ajrit për Prishtinën nga IHK dhe NASA

Muaji	Lagështia relative, %	
	NASA	IHK
Janar	86.1	83.56
Shkurt	80	78.89
Mars	71.2	74.56
Prill	64.3	72.22
Maj	58.9	72.33
Qershor	54.7	70.33
Korrik	50.2	65.89
Gusht	49.5	62
Shtator	56.1	73.22
Tetor	69.4	77
Nëntor	82.2	82.78
Dhjetor	86.2	84
	1983-2005	2001-2009

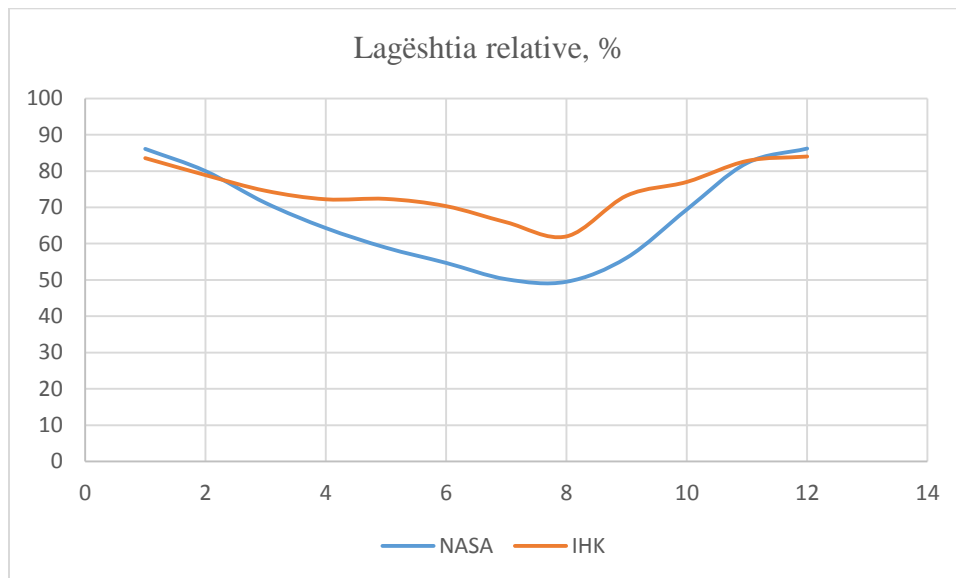


Fig. 3.1. Lagështia relative IHK dhe NASA

## 4. ANALIZA E LAGËSHTISË RELATIVE SË KLIMËS SË KOSOVËS NË MURET E NDËRITESËS

*Ndikimet e ndryshimeve klimatike në Kosovë.* Strategjia për Përshtatjen e Ndryshimeve klimatike është e rëndësishme për të reaguar dhe parashikuar ndikimet e ndryshimeve klimatike në Kosovë. Këto ndikime aktuale dhe të pritura përfshijnë, ndër të tjera edhe (Burimet: IPCC, 2007, 2013, UN-Habitat 2009, OSBE 2008, UNDP/WMO 2009):

- Ndryshimet klimatike do të rritin ekspozimin në rreziqet nga thatësitrat, përmbytjet dhe zjarret në pyje. Ndryshueshmëria e klimës tanimë është rritur në Kosovë;
- Rritja e intensitetit dhe shpeshtësisë së reshjeve ekstreme siç janë shirat e dendur, si dhe thatësitrat edhe më të rënda, veçanërisht nga vitet e '80-ta. Përmbytjet e menjëhershme po bëhen gjithnjë e më të rëndomta në viset malore, gjersa vërshimet e lumenjve po ndodhin gjithnjë e më shpesh në fusha dhe zona të ulëta;
- Temperaturat më të larta më me gjasë do të shkaktojnë valë të nxehta dhe zjarre në pyje. Që nga viti 2000 e tutje në Kosovë ka pasur gjithnjë e më shumë zjarre në pyje;
- Kosova disa herë është goditur nga thatësitrat gjatë dy dekadave të fundit (1993, 2000, 2007, dhe 2008);
- Temperaturat e ngritura, reshjet e pakësuara dhe zvogëlimi i rrjedhave në kombinim me zhvillimet socio-ekonomike dhe rritjen e përdorimit të burimeve të ujit do ta rrisin ekspozimin në thatësira; 57
- Degradimi i ekosistemit dhe zvogëlimi i shërbimeve të ekosistemit;

Është me rëndësi të merret parasysh se rreziqet klimatike në një vend si Kosova kanë ndikim shumë më të madh se sa do kishin normalisht, për shkak të shkallës së lartë të cenueshmërisë. Kjo rrjedh nga disa faktorë, duke përfshirë: (burimi: UN-Habitat 2009, OSBE 2008, UNDP/OBM 2009):

- Lulëzimin e paprecedent të ndërtimeve dhe urbanizimit që nga 1999;
- Ndërtimet pa leje në zona të rrezikshme si dhe mosrespektimi i standardeve të ndërtimit;
- Mungesa e mirëmbajtjes dhe shkatërrimi gjatë kohës së luftës;
- Etj.

Kosova synon integrimin sa më shpejtë në BE<sup>1</sup>. Në funksion të kësaj, Kosova është palë nënshkruese e Traktatit për themelimin e Komunitetit të Energjisë (TKE) të Evropës Juglindore që ka hyrë në fuqi më 1 korrik 2006. Në këtë kontekst, Qeveria e Kosovës mbetet shumë e përkushtuar për zhvillimin e sektorit të energjisë në përputhje me kërkesat e TKE-së. TKE

---

<sup>1</sup> Strategjia Kornizë për Ndryshimet Klimatike për Kosovën

kërkon zbatimin e Acquis Communautaire nga të gjitha palët kontraktuese sipas një afati kohor që parashikon zbatimin e reformave të kërkuara. Kosova është e zotuar që t'i përmbushë këto synime duke vepruar në përputhje me të gjitha direktivat, normat dhe standardet përkatëse të BE-së për energji dhe mjedis, si dhe dispozitat e Traktatit të Komunitetit të Energjisë.

Kontributi më i madh në potencialin e kursimit të energjisë vije nga sektori banesor (72%), pasuar nga sektori privat dhe komercial (20%). Ndonëse gjithsej potenciali për kursime të energjisë në ndërtesa komunale dhe qendrore është i ulët krahasuar me dy sektorët e tjerë (8%), ndërtesat publike aktualisht paraqesin mundësinë më të mirë për arritjen e kursimeve të vërteta të energjisë sepse në shumë raste ato tanimë përmbushin nivelet e kërkuara të komfortit. Ky fakt sugjeron se çdo program për efikasitet të energjisë do të duhej të fillonte me realizimin e masave në ndërtesa publike.

Nga pikat e cekura më lartë shihet që Kosova ka kushte të ndryshme klimatike, duke përfshirë këtu edhe lagështinë e ajrit, e poashtu edhe standarde të ndryshme të ndërtimit duke përfshirë periudha të ndryshme kohore. Megjithatë, që të plotësohen kushtet dhe normat nga BE, duhet të përfillen edhe teoritë dhe konceptet bazë rreth ndikimit të lagështisë në muret e ndërtesës.

#### **4.1. Kondensimi sipërfaqësor**

Në se temperatura e sipërfaqes të një elementi të strukturës së ndërtesës bie poshtë temperaturës së pikës së vesës të ajrit, në hapësirën e brendshme do të ndodhë kondensimi i avujve të ujit, të gjendur në ajër në kontakt me këtë sipërfaqe. Ky fenomen mund të ndodhë së shumti në rastin e pranisë të një numri të rritur të pranishmish ose të aktiviteteve shtëpiake lagështi-prodhuese si gatimi, dushet, larje enësh ose rrobash etj., në rastin komercial dhe industrial, nga shtimi i avujve të prodhuar nga procese të nevojshme teknologjike. Në rastin e dritareve ky problem mund të eliminohet me përdorimin e dritareve me dopio ose trialë xham ose duke përdorur ajër të ngrohtë konvektiv nën dritare.

Kur ndërtesa është e formuar nga mure solide, siç janë muret, tavanet, ose dyshemetë sipërfaqet e tyre mund të absorbojnë një sasi të konsiderueshme të kondensatit të formuar duke e bërë të vështirë dallimin e ekzistencës së kondensatit në moment.

Një dysheme betoni mbi një hapësirë ajrore, në kontakt me ajrin e jashtëm p.sh një zyrë mbi një parking, mund të jetë subjekt i kondensimit të sipërfaqes së dyshemesë edhe në se rastin kur është me një shtresë izoluese të mirë.

Në mënyrë të ngjashme, në ndërtesat shumëkatëshe kondensati i formuar në qoshet e ballkoneve të ekspozuara është e njohur si problem i shkaktuar kur ballkonet dhe pllaka formuese e tavanit të katit të mëposhtëm është konceptuar si një konstruksion i vetëm.

## 4.2. Kondensimi interstruktural

Shumica e materialeve të përdorura në konstruksionin e ndërtesave si dhe shumë materiale termoizoluese e lejojnë lëvizjen e avujve të ujit nëpër to me anë të difuzionit.

Nëse ekziston një vlerë presioni avujsh më e lartë në njërin anë të materialit se ana tjetër e tij do të ndodhë lëvizja e lagështisë duke ofruar një rezistencë avulli.

Gjatë lëvizjes së avujve të ujit në strukturë, presioni parcial i avujve të ujit mund të barazohet me presionin e ngopjes dhe të ndodhë kondensimi interstruktural në brendësi të materialit ndërtimor.

Formimi i kondensatit do të pranohet për strukturën e dhënë në qofte se:

- Nuk manifestohet prishje e strukturës së dhënë varësisht nga materiali i përdorur.
- Nëse sasia e kondensatit që akumulohet nuk e kalon 2% të masës së thatë
- Nëse nuk kemi formim të kondensatit poshtë temperaturës së ngrirjes ( $0^{\circ}\text{C}$ ) që të evitohet shtresa e akullit.
- Nëse gjatë periudhës së verës gjithë kondensati që formohet riavullohet më atëherë një strukturë e tillë do jetë e pranueshme për kondensimin.

Verifikimi i thellësisë së kondensimit të avullit në thellësi të strukturës së murit mund të përcaktohet në mënyrë grafike në funksion të ndryshimit të presionit parcial të avullit dhe presionit të tij të saturimit pas çdo shtrese. Zona ku kemi ndërprerje të vijës së presionit parcial me vijën e presionit të saturimit të tij përcakton shtresën e kondensimit në thellësinë e murit.

Sasia e avullit që kalon nëpër sipërfaqet e brendshme të murit shprehet me një funksion analog me atë të transmetimit të nxehtësisë. Pra sasia e lagështisë që mund të kalojë nëpër sipërfaqet e brendshme të murit jepet me formulën (4.1):

$$g = \Delta p_w / R \quad (4.1)$$

ku

$g$  - sasia e avujve të transferuar për njësi të sipërfaqes ( $\text{kg}/\text{m}^2\text{s}$ )

$\Delta p_w$  - diferenca e presionit të avujve përmes materialit ose strukturës.

$R$  - rezistenca e avullit për materialin ose strukturën ( $\text{Ns}/\text{kg}$ )

Termoizolimi nuk redukton vetëm energjinë e konsumuar nga ne ndërtesë por, rrit gjithashtu komfortin termik të brendshëm me një temperaturë të sipërfaqes së brendshme më të lartë në dimër dhe më të ftohtë në verë.

Termoizolimi nuk ka rëndësi vetëm për shkallën e termoizolimit të tij por dhe pozicioni që, ai zë në trashësi të murit duke influencuar në kondensimin në thellësi të mureve dhe në qëndrueshmërinë mbajtëse të një muri. Termoizolimi mund të vendoset:

- *Në pjesën e jashtë me të murit* – Zgjidhje rekomanduar dekadën e fundit, ka koste relativisht të lartë, vështirësi për përkujdesje, më pak e qëndrueshme se rastet e tjera.



- Në pjesën e qendrore të murit – Zgjidhje që përdoret rrallë, paraqet një zgjidhje të ndërmjetme që tenton qendrën e murit.
- Në pjesën e brendshme të murit – Zgjidhje më e mundur dhe më e përdorur, ka kosto relativisht të ulët, e lehtë për tu zbatuar, termoizoluesi kufizon problemet që ndikojnë në murin mbështetës.

### 4.3. Pengimi i kondensimit të avullit të ujit

Përzjerja e ajrit të thatë (79% azot dhe 21% oksigjen) me avullin e ujit quhet ajër i lagësht. *Lagështia relative e ajrit*  $\varphi$  paraqet raportin ndërmjet shtypjes parciale të avullit të ujit (lagështirës)  $p_w$  në ajrin e lagësht dhe të shtypjes parciale të avullit të ujit në ajrin e lagësht të ngopur  $p_{w,s}$ , përkatësisht  $\varphi = p_w/p_{w,s}$ . Lagështia relative për ajrin e lagësht të pangopur është  $\varphi < 1$ , për ajrin e lagësht të ngopur  $\varphi = 1$ , kurse për ajrin e thatë  $\varphi = 0$ .

Për përmbajtje lagështie të pandryshuar të ajrit, me rritjen e temperaturës arrihet pakësimi i lagështisë relative të ajrit, gjersa me ulje të temperaturës arrihet rritje e lagështisë relative e ajrit. Me uljen e caktuar të temperaturës mund të arrihet  $p_w = p_{w,s}$ , ku mund të ndodh ngopja e plotë e ajrit. Temperatura gjatë sëcilës ajri i lagësht arrinë ngopjen e plotë me avull uji (lagështi), quhet *temperatura e pikës së vesës*.

Nëse ajri ftohet nën pikën e vesës atëherë avulli i ujit kondensohet në formë të pikave të ujit, kurse për ftohje të metutjeshme nën temperaturën  $0^{\circ}\text{C}$ , lagështira paraqitet në formë të brymës ose të akullit.

Në tabelën 4.1 është dhënë temperatura e pikës së vesës në varësi nga temperatura ( $t$ ) dhe lagështia relative ( $\varphi$ ), kurse në tabelën 2.16 është dhënë shtypja e ngopur e avullit të ujit  $p_{w,s}$  në varësi nga temperatura  $t$ , për shtypjen 1 bar.

Në ndërtimtari difuzioni i avullit të ujit nëpër mure ka një rëndësi të veçantë. Avulli i ujit duke rënë në kontakt me sipërfaqet e ftohta të lokalit kondensohet dhe kështu krijohet lagështi në mure, xhama dhe në sipërfaqe tjera të lokalit. Pra, kondensimi ndodh atëherë kur temperatura e sipërfaqeve të mureve është e barabartë ose më e ulët se temperatura e pikës së vesës për gjendjen e ajrit në lokal ( $t_b, \varphi_b$ ), dhe si i tillë do të vazhdojë gjersa shtypjet parciale nuk barazohen.

Është e njohur që nxehtësia nuk përhapet njëtrajtësisht në lokal, ndërsa sipas ligjit të Daltonit avulli i ujit përhapet në mënyrë të njëtrajtshme në tërë hapësirën e lokalit, me shtypje të njëjtë parciale, në përputhje me temperaturën dhe shkallën e ngopjes.

Për shkak të krijimit të lagështisë në mure, koeficienti i transmetimit të nxehtësisë k rritet e me këtë rriten edhe humbjet termike, kurse temperatura në mur bie dhe kjo ndikon në zgjerimin e fushës së kondensimit dhe të krijimit të kushteve të papërshtatshme të qëndrimit në lokal. Në këto kushte shpesh ndodh që të bie suva nga muret e jashtme të ndërtesës.

Tab. 4.1. Temperatura e pikës së vesës për avullin e ujit në varësi nga temperatura  $t$  dhe lagështia relative  $\varphi$

t, °C	Temperatura e vesës $t_v$ për lagështinë relative $\varphi$ (%)										
	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
-10	-17,6	-16,6	-15,7	-14,7	-13,9	-13,2	-12,5	-11,8	-11,2	-10,6	-10
-5	-12,9	-11,8	-10,8	-9,9	-9,1	-8,3	-7,6	-6,9	-6,2	-5,6	-5,0
0	-8,1	-6,6	-5,6	-4,7	-3,8	-3,1	-2,3	-1,6	-0,9	-0,3	0
2	-6,5	-5,3	-4,3	-3,4	-2,5	-1,6	-0,8	-0,1	0,6	1,3	2,0
4	-4,8	-3,7	-2,7	-1,8	-0,9	-0,1	0,8	1,6	2,4	3,2	4,0
6	-3,2	-2,1	-1,0	-0,1	0,9	1,9	2,8	3,6	4,4	5,2	6,0
8	-1,6	-0,4	0,7	1,8	2,9	3,6	4,8	5,6	6,4	7,2	8,0
10	0,1	1,4	2,6	3,7	4,8	5,8	6,7	7,6	8,4	9,2	10,0
12	1,9	3,2	4,3	5,5	6,6	7,6	8,5	9,5	10,3	11,2	12,0
14	3,8	5,1	6,4	7,5	8,6	9,6	10,6	11,5	12,5	13,2	14,0
16	5,6	7,0	8,2	9,4	10,5	11,5	12,5	13,4	14,3	15,2	16,0
18	7,4	8,8	10,1	11,3	12,4	13,5	14,5	15,4	16,3	17,2	18,0
20	9,3	10,7	12,0	13,2	14,3	15,4	16,4	17,4	18,3	19,2	20,0
22	11,1	12,5	13,9	15,2	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,2	22,0
25	13,8	15,3	16,7	17,9	19,1	20,2	21,3	22,3	23,2	24,1	25,0
30	18,5	19,9	21,2	22,8	24,2	25,3	26,4	27,5	28,5	29,2	30,0
35	23,0	24,5	26,0	27,4	28,7	29,9	31,0	32,6	33,1	34,1	35,0
40	27,6	29,2	30,7	32,1	33,5	34,7	35,9	37,0	38,0	39,0	40,0
45	32,2	33,8	35,4	36,8	38,2	39,5	40,7	41,0	42,9	44,0	45,0
50	36,7	37,4	40,1	41,6	43,0	44,3	45,6	46,8	47,9	49,0	50,0

Gjatë rënies së temperaturës së jashtme ose gjatë rritjes së lagështisë relative të ajrit në lokal, kondensimi fillon edhe në vet sipërfaqen e brendshme të murit, ashtuqë paraqiten sheshe të lagëta. Kështuqë nëpër gëlqere të mureve përveç që krijohet myk i bardhë dhe paraqitet era e pakëndshme në lokal, krijohen edhe grimcime (thërrmija) ku mund të vie edhe gjer të rënia e suvës. Në kushtet e tilla fusha e kondensimit zgjerohet nëpër mur nga ana e jashtme në zonën e temperaturës nën  $0^{\circ}\text{C}$ . Kjo shpie gjer të krijimi i akullit në vet murin, dhe muri nuk humbë vetëm vetitë termike, por myket dhe gradualisht shkallmohet e tërë ndërtesa. Posaçërisht është rrezik ngrirja në sheshet kontaktuese ndërmjet tullave dhe suvës së jashtme. Për këtë arsye suva e jashtme ndahet nga tullat dhe bie.

Në mënyrë që të pengohet kondensimi është e nevojshme që temperatura në sipërfaqen e brendshme të murit të jetë për 1 gjer  $2^{\circ}\text{C}$  me e lartë se temperatura e kondensimit.

Nga praktika dihet që vetëm me izolim të mirë termik të murit nuk pengohet krijimi i kondensatit. Andaj që të pengohet kjo dukuri në mure vendosen materialet të cilat kanë

rezistencë të madhe ndaj lëshimit-depërtimit të avullit të ujit e që quhen "barrierat" e avullit. Kështu në mur pas "barrierës" së avullit zvogëlohet sasia e avullit të ujit. Në këtë mënyrë zvogëlohet shtypja parciale  $p_w$  dhe nuk vie gjer të kondensimi, pasi shtypja  $p_w$  është shumë më ulët sesa shtypja e lagështirës në ajrin e lagësht të ngopur  $p_{w,s}$ . "Barrierat" e avullit zakonisht vendosen në shtresat e brendshme (nën suvë) të murit, dhe atë në vendin ku ende nuk ka ardhur gjer të kondensimi.

Gjatë ndërtimit të ndërtesës shpesh për arsye të konstruktivitetit në mënyrë lokale vendosen materialet të cilat kanë koeficient të madh të përcjellshmërisë termike ashtuqë sipërfaqja e tyre gjithmonë është dukshëm më e ftohtë kundrejt të gjitha sipërfaqeve tjera. Këto janë p.sh. sipërfaqet e betonit të armuar ose bartësit e hekurt (trarët, shtyllat, shtresa mbi dyer dhe dritare, lidhjet e pllakës së ftohtë të tavanit me mure etj). Kështu, konstruksioni ndërtimor i këtij lloji, në sipërfaqet e "ftohta" ka kalim të dukshëm të nxehtësisë dhe vendet e tilla i quajmë "Ura termike".

Duke pasur parasysh të dhënat e përshkruara më herët konsiderohet se në vendet e tilla mund të paraqitet kondensimi i lagështisë, dhe mundet që edhe në anët e brendshme të lokalit të paraqiten njolla të lagështa. Për këtë arsye edhe vendi i tillë nevojitet që të izohet termikisht. Krijimi i kondensatit mund të pengohet me vendosjen e shtresës izoluese në muret e ftohta, gjatë së cilës duhet të vlejë kushti që temperatura në sipërfaqe të murit të jetë më e lartë se temperatura e pikës së vesës ( $t_m > t_v$ ), përkatësisht koeficienti maksimal i transmetimit të nxehtësisë, nga barazimet 1.1-a dhe 1.5 ( $Q_e = \alpha F(t_{bp} - t_m) = kF(t_{bp} - t_{jp})$ ) duhet të jetë:

$$k \leq \alpha \frac{t_{bp} - t_v}{t_{bp} - t_{jp}} = k_{\max} \quad \text{në} \quad \frac{W}{m^2 K} \quad (4.2)$$

Ku janë:

- $k$  – koeficienti i transmetimit të nxehtësisë,  $W/(m^2K)$ ;
- $\alpha$  – koeficienti i konveksionit të nxehtësisë,  $W/(m^2K)$ ;
- $t_{bp}$ ,  $t_{jp}$  – temperatura e brendshme dhe ajo e jashtme projektuese,  $^{\circ}C$ ;
- $t_v$  – temperatura e pikës së vesës,  $^{\circ}C$ .

Si masa parandaluese për paraqitjen e kondensatit në sipërfaqen e murit dhe në brendësinë e tij janë:

- ❖ ulja e lagështisë së ajrit të brendshëm, e që arrihet nëpërmjet ventilimit natyror dhe artificial;
- ❖ ngritja e temperaturës në sipërfaqen e brendshme të mureve të jashtme, e që arrihet nëpërmjet rezistencës termike, përkatësisht *materialit termoizolues* në anën e jashtme të murit;
- ❖ minimizimi i difuzionit të lagështisë, e që arrihet nëpërmjet vendosjes së *barrierave të avullit të ujit* në anën e ngrohtë të murit;
- ❖ minimizimi i transportit të lagështisë nëpër të hepat e murit, e që arrihet nëpërmjet vendosjes së *barrierave të ajrit*.

#### 4.4. Shembulli i depërtimit të avullit të ujit në mure

Duke marrë në konsideratë formulat e mësipërme të njehsohet sasia e avullit që depërton në mur, temperaturat dhe shtypjet parciale në shtresat e murit me diagramet përkatëse dhe të tregohet se a ka kondensim në shtresat e murit për rastet kur:

- Muri është me izolim nga brenda dhe përbëhet nga shtresat: Ilaç gëlqeror, material termoizolues dhe nga tullat e zgavruara;
- Muri është me izolim nga jashtë dhe përbëhet nga shtresat: tullë e zgavruar, materiali termoizolues dhe Ilaç gëlqeror;
- Muri është me izolim termik nga brenda (njëjtë si në rastin a) vetëm se i shtohet shtresa e materialit kundër depërtimit të avullit të ujit, dhe ka këtë renditje të vendosjes: Ilaç gëlqeror, folie (fletë) PVC, material termoizolues dhe tullë të zgavruar.

Të dhënat e nevojshme për detyrën janë:

- temperatura e brendshme e projektuar  $20^{\circ}\text{C}$  me lagështi relative  $\varphi_b=60\%$ ;
- temperatura e jashtme e projektuar  $0^{\circ}\text{C}$  me lagështi relative  $\varphi_j=80\%$ ;
- koeficientët e konveksionit:  $\alpha_b=8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  dhe  $\alpha_j=25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ;
- Ilaçi gëlqeror:  $\delta=2\text{cm}$ ;  $\lambda=0,87 \text{ W}/(\text{mK})$ ;  $\mu_d=10$ ;
- materiali termoizolues:  $\delta=4\text{cm}$ ;  $\lambda=0,047 \text{ W}/(\text{mK})$ ;  $\mu_d=8$ ;
- tulla e zgavruar:  $\delta=24\text{cm}$ ;  $\lambda=0,8 \text{ W}/(\text{mK})$ ;  $\mu_d=10$ ;
- folia (fleta) PVC,,:  $\delta=0,04\text{cm}$ ;  $\lambda=0,35 \text{ W}/(\text{mK})$ ;  $\mu_d=8500$ .

#### Zgjidhje

❖ *Rasti -a (muri me izolim nga brenda)*

Koeficienti i transmetimit të nxehtësisë është:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_b} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_j}} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,02}{0,87} + \frac{0,04}{0,047} + \frac{0,24}{0,8} + \frac{1}{25}} = 0,747 [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$$

Për  $t_{bp}=20^{\circ}\text{C}$  dhe për  $t_{jp}=0^{\circ}\text{C}$ , nga tabela 2.16 gjejmë shtypjet parciale  $p_{w,s,b}=23,37 \cdot 10^2 \text{Pa}$  dhe  $p_{w,s,j}=6,11 \cdot 10^2 \text{Pa}$ . Kështu ndryshimi i shtypjes së avullit të ujit të përmbajtur në ajër brenda dhe jashtë lokalit është:

$$\Delta p = p_{w,b} - p_{w,j} = \varphi_b \cdot p_{w,s,b} - \varphi_j \cdot p_{w,s,j} = 0,6 \cdot 2337 - 0,8 \cdot 611 = 910 \text{ [Pa]}$$

Rezistencat e depërtimit të avullit të ujit për çdo shtresë të murit janë:

$$R_{d,1} = 1,5 \cdot 10^6 \cdot \mu_{d,1} \cdot \delta_1 = 1,5 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 0,02 = 3 \cdot 10^5 \text{ [m}^2\text{hPa/kg]};$$

$$R_{d,2} = 1,5 \cdot 10^6 \cdot \mu_{d,2} \cdot \delta_2 = 1,5 \cdot 10^6 \cdot 8 \cdot 0,04 = 4,8 \cdot 10^5 \text{ [m}^2\text{hPa/kg]};$$

$$R_{d,3} = 1,5 \cdot 10^6 \cdot \mu_{d,3} \cdot \delta_3 = 1,5 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 0,24 = 36 \cdot 10^5 \text{ [m}^2\text{hPa/kg]}.$$

Koeficienti i depërtimit të avullit të ujit nëpër shtresat e murit është:

$$D_{sh,1} = \delta_1 / R_{d,1} = 0,02 / (3 \cdot 10^5) = 6,667 \cdot 10^{-8} \text{ [kg}/(\text{mhPa})];$$

$$D_{sh,2} = \delta_2 / R_{d,2} = 0,04 / (4,8 \cdot 10^5) = 8,33 \cdot 10^{-8} \text{ [kg}/(\text{mhPa})];$$

$$D_{sh,3}=\delta_3/R_{d,3}=0,24/(36\cdot 10^5)=6,667\cdot 10^{-8}[\text{kg}/(\text{mhPa})].$$

Rezistenca e depërtimit të avullit të ujit për tërë trashësinë e murit është:

$$R_d=R_{d,1} + R_{d,2} + R_{d,3}=(3+4,8+36)\cdot 10^5=43,8\cdot 10^5 [\text{m}^2\text{hPa}/\text{kg}]$$

Koeficienti i depërtimit të avullit të ujit në mur është:

$$D_d=1/R_d=1/43,8\cdot 10^5=0,02283\cdot 10^{-5}[\text{kg}/(\text{m}^2\text{hPa})]$$

Depërtimi (difuzioni) i sasisë së avullit të ujit në mur është:

$$g_d=\Delta p/R_d=910/(43,8\cdot 10^5)=20,078\cdot 10^{-5} [\text{kg}/(\text{m}^2\text{h})]$$

Temperaturat pas çdo shtrese të murit janë:

$$t_1 = t_{bp} - \frac{k}{\alpha_b} (t_{bp} - t_{jp}) = 20 - \frac{0,747}{8} (20 - 0) = 18,133 [^{\circ}\text{C}]$$

$$t_2 = t_1 - \frac{k}{\lambda_1} (t_{bp} - t_{jp}) = 18,133 - \frac{0,747}{0,87} (20 - 0) = 17,790 [^{\circ}\text{C}]$$

$$t_3 = t_2 - \frac{k}{\lambda_2} (t_{bp} - t_{jp}) = 17,790 - \frac{0,747}{0,047} (20 - 0) = 5,078 [^{\circ}\text{C}]$$

$$t_4 = t_3 - \frac{k}{\lambda_3} (t_{bp} - t_{jp}) = 5,078 - \frac{0,747}{0,8} (20 - 0) = 0,597 [^{\circ}\text{C}]$$

Shtypjet parciale të avullit të ujit pas çdo shtrese të murit janë:

$$p_{w,b}=\varphi_b\cdot p_{w,s,b}=0,6\cdot 2337=1400 [\text{Pa}]$$

$$p_{w,1}=p_{w,b}=1400 [\text{Pa}]$$

$$p_{w,2}=p_{w,1}-D_d\cdot (p_{w,b}-p_{w,j})\cdot R_{d,1}=1400-0,02283\cdot 910\cdot 3=1338 [\text{Pa}]$$

$$p_{w,3}=p_{w,2}-D_d\cdot (p_{w,b}-p_{w,j})\cdot R_{d,2}=1238 [\text{Pa}]$$

$$p_{w,4}=p_{w,3}-D_d\cdot (p_{w,b}-p_{w,j})\cdot R_{d,3}=490 [\text{Pa}]$$

$$p_{w,j}=p_{w,4}=\varphi_j\cdot p_{w,s,j}=0,8\cdot 611=490 [\text{Pa}]$$

Shtypjet parciale të avullit të ujit për ajrin e lagësht të ngopur i gjejmë nga tabela 2.16 për temperaturën përkatëse, përkatësisht:

Për  $t_{bp}=20^{\circ}\text{C}$  kemi  $p_{w,s,b}=2337\text{Pa}$ , për  $t_1=18,133^{\circ}\text{C}$  kemi  $p_{w,s,1}=2079,822\text{Pa}$ ,

për  $t_2=17,790^{\circ}\text{C}$  kemi  $p_{w,s,2}=2035,540\text{Pa}$ , për  $t_3=5,078^{\circ}\text{C}$  kemi  $p_{w,s,3}=876,914\text{Pa}$ ,

për  $t_4=0,597^{\circ}\text{C}$  kemi  $p_{w,s,4}=637,865\text{Pa}$ , dhe për  $t_{jp}=0^{\circ}\text{C}$  kemi  $p_{w,s,j}=611\text{Pa}$ .

Lagështia relative e ajrit pas çdo shtrese të murit është:

$$\varphi_b=p_{w,b}/p_{w,s,b}=1400\cdot 100\%/2337=60\%$$

$$\varphi_1=p_{w,1}/p_{w,s,1}=1400\cdot 100\%/2079,822=67,313\%$$

$$\varphi_2=p_{w,2}/p_{w,s,2}=1338\cdot 100\%/2035,540=65,731\%$$

$$\varphi_3=p_{w,3}/p_{w,s,3}=1238\cdot 100\%/876,914=141,176\%$$

$$\varphi_4 = p_{w,4} / p_{w,s,4} = 490 \cdot 100\% / 637,865 = 76,818\%$$

$$\varphi_j = p_{w,j} / p_{w,s,j} = 490 \cdot 100\% / 611 = 80\%$$

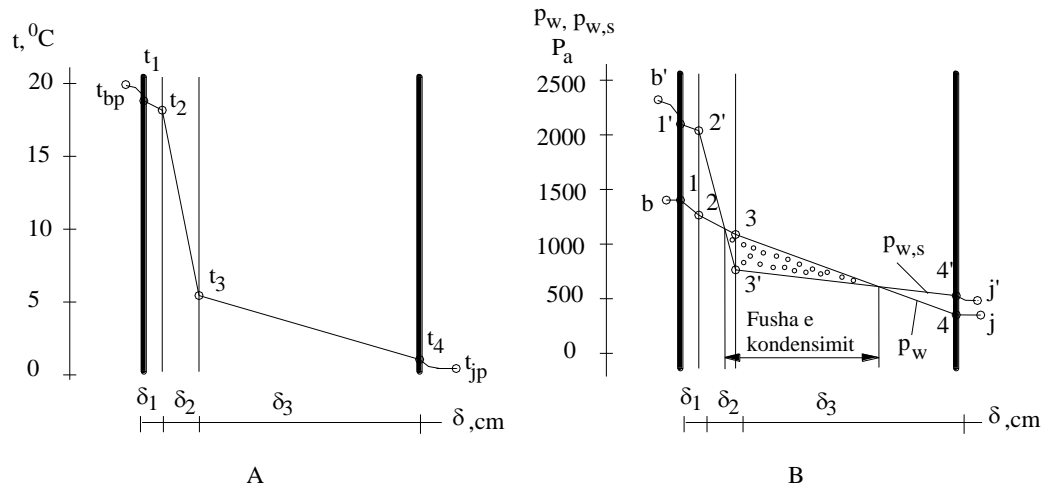


Fig. 4.1. Muri me karakteristikat konstruktive: A-diagramet e ndryshimit të temperaturës; B-diagramet e ndryshimit të shtypjeve parciale.

Procedura e zgjidhjes është e njëjtë edhe për rastin b dhe c, rezultatet e të cilave janë dhënë në tabelën 4.2 me diagramet përkatëse në figurat 4.2 dhe 4.3.

Tab. 4.2. Rezultatet e detyrës

Madhësitë e njehsuara	Rasti		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
$k, W/(m^2K)$	0,747	0,747	0,746
$\Delta p, Pa$	910	910	910
$R_{d,1}, m^2hPa/kg$	$3 \cdot 10^5$	$36 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^5$
$R_{d,2}, m^2hPa/kg$	$4,8 \cdot 10^5$	$4,8 \cdot 10^5$	$51 \cdot 10^5$
$R_{d,3}, m^2hPa/kg$	$36 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^5$	$4,8 \cdot 10^5$
$R_{d,4}, m^2hPa/kg$	/	/	$36 \cdot 10^5$
$D_{sh,1}, kg/(mhPa)$	$6,667 \cdot 10^{-8}$	$6,667 \cdot 10^{-8}$	$6,667 \cdot 10^{-8}$
$D_{sh,2}, kg/(mhPa)$	$8,333 \cdot 10^{-8}$	$8,333 \cdot 10^{-8}$	$7,843 \cdot 10^{-11}$
$D_{sh,3}, kg/(mhPa)$	$6,667 \cdot 10^{-8}$	$6,667 \cdot 10^{-8}$	$8,333 \cdot 10^{-8}$
$D_{sh,4}, kg/(mhPa)$	/	/	$6,667 \cdot 10^{-8}$
$R_d, m^2hPa/kg$	$43,8 \cdot 10^5$	$43,8 \cdot 10^5$	$94,8 \cdot 10^5$

$D_d, \text{kg}/(\text{m}^2\text{hPa})$	$0,02283 \cdot 10^{-5}$	$0,02283 \cdot 10^{-5}$	$0,01055 \cdot 10^{-5}$
$g_d, \text{kg}/(\text{m}^2\text{h})$	$20,78 \cdot 10^{-5}$	$20,78 \cdot 10^{-5}$	$9,559 \cdot 10^{-5}$
$t_{bp}, ^\circ\text{C}$	20	20	20
$t_1, ^\circ\text{C}$	18,133	18,133	18,135
$t_2, ^\circ\text{C}$	17,790	13,652	17,792
$t_3, ^\circ\text{C}$	5,078	0,941	17,774
$t_4, ^\circ\text{C}$	0,597	0,597	5,074
$t_5, ^\circ\text{C}$	/	/	0,597
$t_{jp}, ^\circ\text{C}$	0	0	0
$p_{w,b}, \text{Pa}$	1400	1400	1400
$p_{w,1}, \text{Pa}$	1400	1400	1400
$p_{w,2}, \text{Pa}$	1338	652,055	1371
$p_{w,3}, \text{Pa}$	1238	552,329	881,646
$p_{w,4}, \text{Pa}$	490	490	835,57
$p_{w,5}, \text{Pa}$	/	/	490
$p_{w,j}, \text{Pa}$	490	490	490
$p_{w,s,b}, \text{Pa}$	2337	2337	2337
$p_{w,s,1}, \text{Pa}$	2079,822	2079,822	2080,090
$p_{w,s,2}, \text{Pa}$	2035,540	1563,244	2035,792
$p_{w,s,3}, \text{Pa}$	876,914	653,345	2033,524
$p_{w,s,4}, \text{Pa}$	637,865	637,865	876,662
$p_{w,s,5}, \text{Pa}$	/	/	637,865
$p_{w,s,j}, \text{Pa}$	611	611	611
$\varphi_b, \%$	60	60	60
$\varphi_1, \%$	67,313	67,313	67,304
$\varphi_2, \%$	65,731	41,711	67,344
$\varphi_3, \%$	141,176	84,538	43,355
$\varphi_4, \%$	76,818	76,818	95,312
$\varphi_5, \%$	/	/	76,818
$\varphi_j, \%$	80	80	80

❖ *Rasti-b (muri me termoizolim nga jashtë)*

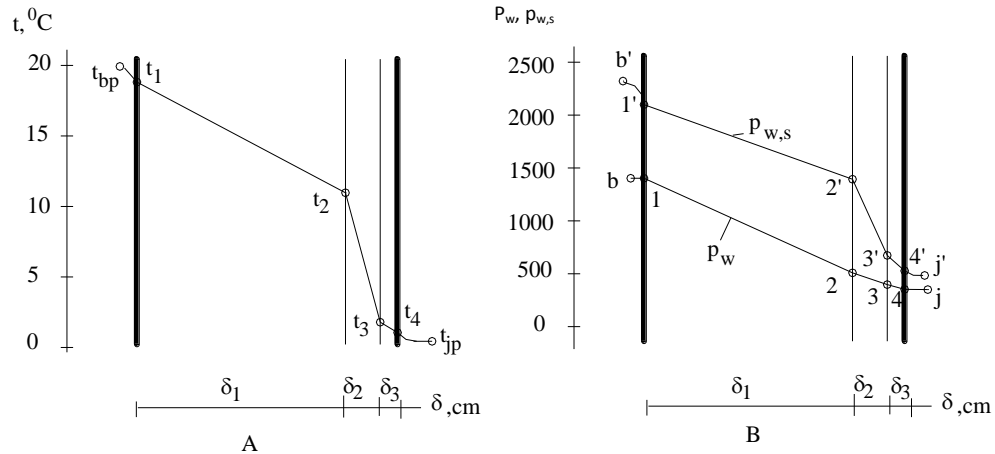


Fig. 4.2. Muri me karakteristikat konstruktive: A-diagramet e ndryshimit të temperaturës; B-diagramet e ndryshimit të shtypjeve parciale

❖ *Rasti-c (muri me termoizolim dhe barrierë të avullit nga brenda)*

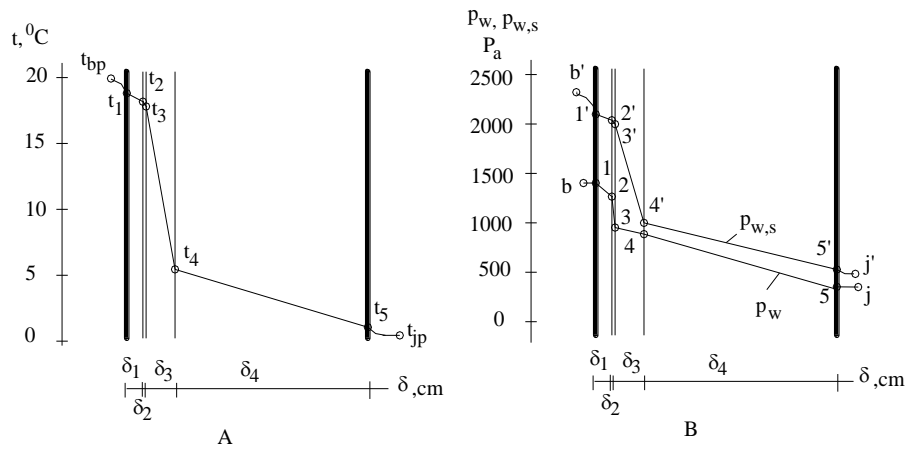


Fig. 4.3. Muri me karakteristikat konstruktive: A-diagramet e ndryshimit të temperaturës; B-diagramet e ndryshimit të shtypjeve parciale

Në bazë të rezultateve shihet që vetëm në murin me izolim termik nga brenda (rasti a) paraqitet kondensimi i avullit të ujit.



#### 4.5. Shembulli i ndryshimit të fluksit stacionar të avullit të ujit nëpër mur

Gjithashtu duke marrë në konsideratë shprehjet e mësipërme dhe duke përdorur softuerin Mathcad për simulime, ndryshimi i fluksit stacionar të avullit të ujit,  $\text{kg}/(\text{m}^2\text{s})$ , është dhënë në figurat vijuese (figurat 4.4, 4.5 dhe 4.6) për rastet të ndryshme të parametrave termo-fizik.

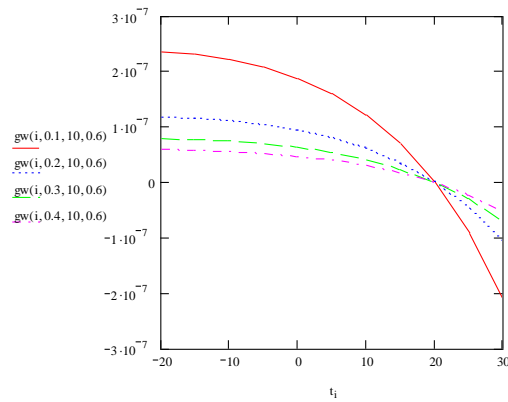


Fig. 4.4. Ndryshimi i fluksit stacionar të avullit të ujit,  $\text{kg}/(\text{m}^2\text{s})$ , për rastet kur  $\delta=0.1; 0.2; 0.3; 0.4$ ,  $\mu_d=10$  dhe  $\phi=0.6$ , në funksion të temperaturës së jashtme

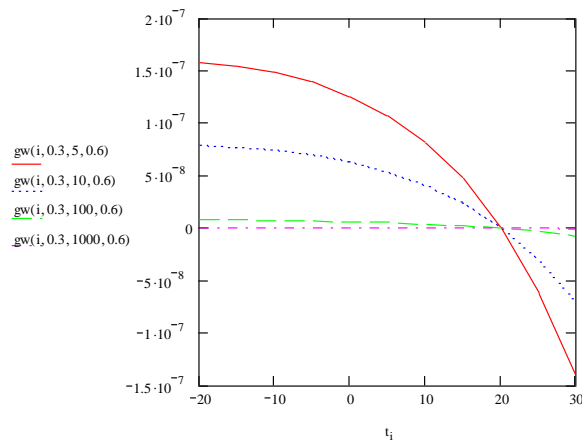


Fig. 4.5. Ndryshimi i fluksit stacionar të avullit të ujit,  $\text{kg}/(\text{m}^2\text{s})$ , për rastet kur  $\delta=0.3$ ,  $\mu_d=5; 10; 100; 1000$  dhe  $\phi=0.6$ , në funksion të temperaturës së jashtme

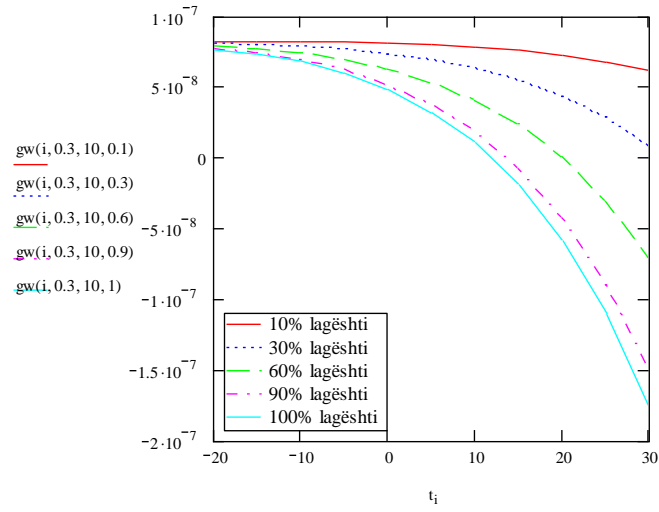


Fig. 4.6. Ndryshimi i fluksit stacionar të avullit të ujit,  $\text{kg}/(\text{m}^2\text{s})$ , për rastet kur  $\delta=0.3$ ,  $\mu d=10$  dhe  $\varphi=0.1; 0.3; 0.6; 0.9; 1$ , në funksion të temperaturës së jashtme

## 5. ANALIZA E LAGËSHTISË RELATIVE TË KLIMËS SË KOSOVËS NË KOMFORTIN TERMIK TË NJERIUT

*Klima e Kosovës* është në pjesën më të madhe kontinentale, duke rezultuar me verë të ngrohtë dhe dimra të ftohtë me ndikime Mesdhetare dhe Alpine (temperatura mesatare brenda vendit luhartet nga + 30 °C (verë) në - 10 °C (dimër)). Megjithatë, për shkak të ngritjeve të pabarabarta në disa pjesë të vendit, ka ndryshime në temperaturë dhe shpërndarjen e reshjeve.

Klima e Kosovës ka lidhje me pozitën gjeografike të saj. Shtrirja e sajë në gjerësinë e mesme gjeografike, klima e Kosovës varet nga sasia e nxehtësisë që vjen nga Dielli, afërsia e detit Adriatik, lugina e Vardarit, hapja ndaj veriut, lartësia mbidetare mbi 400 m, shtrirja e maleve të larta në perëndim, jug e veri dhe e maleve të ulëta e të mesme në lindje e juglindje.

Rrethanat e tilla gjeografike ndikojnë që klima e Kosovës të ketë tipare të veçanta në pjesën perëndimore e lindore, në fusha, kodrina e male. Pra, veçoritë klimatike ndryshojnë nga perëndimi në drejtim të lindjes dhe prej veriu kah jugu. Për të kuptuar më mirë veçoritë klimatike të Kosovës duhet njohur elementet e klimës si: diellosjen, temperaturën, reshjet, shtypjen atmosferike, erërat.

Diellosja (insolacioni) është e rëndësishme për botën e gjallë (bimët, kafshët, njerëzit), për bujqësi, turizëm, shëndetësi etj. Në diellosje ndikon gjerësia gjeografike (këndi i rënies së rrezeve të diellit), relievi (lartësia, ekspozicioni), vranësia, erërat. Në gjerësitë tona gjeografike (42÷43 shkallë) diellosja vjetore do të duhej të zgjaste 4450÷4460 orë në vit ose 12,2 orë në ditë 9 mesatarisht).

Në të vërtetë diellosja në Kosovë zgjatë 2079 orë ose 5,7 orë në ditë, që është 47% nga diellorja e mundshme. Diellosja më e vogël është në viset malore dhe afër tyre dhe gjatë muajve të dimrit. Diellosja në muajin dhjetor është mesatarisht 54 orë gjithsej ose 1,7 orë në ditë, kurse gjatë muajve të verës (mbi 250 orë në muaj ose 8,3 orë në ditë). Diellosja është diçka më e lartë në Rrafshin e Kosovës se të Dukagjinit.

Të mbuluarit e qiellit me re në Kosovë sillet në mes 52-58 % dhe është diçka më e vogël në rrafshin e Kosovës se në Rrafshin e Dukagjinit. Të mbuluarit e qiellit me re ndryshon sipas muajve. Më e lartë është në muajt e dimrit, kah fundi i vjeshtës dhe fillimin e pranverës, kur ka më shumë reshje dhe mjegulla. Më shumë ditë të vrërëta ka në viset pran maleve të larta (Alpet Shqiptare dhe Sharr), e më pak në Rrafshin e Kosovës, Anamoravë e Drenicë.

Temperatura e ajrit - Ritmi i temperaturës ndryshon gjatë ditës dhe muajve. Temperatura është më e ulët në janar (-0,9 °C), më e lartë në korrik e gusht (20,9 °C). Temperatura mesatare në Kosovë në stinën e dimrit është rreth 1 °C, në pranverë e vjeshtë rreth 10,8 °C, në verë 20,8 °C. Temperatura vjetoren Kosovë lëkundët në mes 9 °C në Podujevë e deri 12 °C në Prizren, në Dukagjin 11 °C, në rrafshin e Kosovës 10 °C, në viset submalore 7 °C, malore në mes 0 °C (Luboten) dhe 2 °C në Kopaonik. Pra më i ngrohtë është Dukagjini se rrafshi i Kosovës, Drenica e Llapi .

Vlerat ekstreme pozitive të temperaturave në Kosovë lëvizin në mes +37 dhe 39 °C, ndërsa vlerat ekstreme negative në mes -22,5 °C dhe -32,5 °C. Vlerat ekstreme negative për fat

të mirë në Kosovë janë më të rralla, përndryshe sjellin dëme të mëdha bujqësisë, sidomos hardhisë dhe pemëve.

Ditët me acar mesatarisht zgjasin rreth 90 ditë dhe më të shpeshta janë në rrafshin e Kosovës se të Dukagjinit. Periudha me temperatura nën zero zgjat prej dekadës së parë të tetorit e deri në dekadën e parë të prillit. Në Kosovë nuk janë të rralla ditët me temperatura në mes 25 °C e 30 °C, ndërsa numri i ditëve me temperatura tropike (mbi 30 °C) lëvizë në mes 25÷30 ditë, më shumë në Dukagjin se në Kosovë. Temperaturat tropike më shpesh paraqiten në korrik e gusht, por ato ndodhin edhe në qershor e maj.

Bazuar nga kushtet klimatike, Kosova mund të ndahet në tre zona klimatike si më poshtë<sup>2</sup>:

*Zona klimatike e Kosovës* (Rrafshi i Kosovës), që përfshin luginën e Ibar – it është i ndikuar nga masa ajri kontinentale. Për këtë arsye në këtë pjesë të vendit dimrat janë më të ftohtë me temperatura mesatare mbi – 10 °C, por ndonjëherë nën – 26 °C. Verat janë shumë të nxehta, me temperaturë mesatare 20 °C, disa here mbi 37 °C. Kjo zone është e karakterizuar nga një klimë e thatë dhe reshje vjetore totale afërsisht 600 mm në vit.

*Zona klimatike e Dukagjinit* (Rrafshi i Dukagjinit), që përfshin kurrizin ujëndarës të lumit Drini i Bardhe, është i ndikuar shumë nga masa ajri të nxehta, që përshkojnë Detin Adriatik. Temperaturat mesatare gjatë dimrit luhaten nga 0.5 °C deri në 22.8 °C. Reshjet vjetore mesatare të kësaj zone klimatike janë 700 mm për vit. Dimri është i karakterizuar nga reshje të forta dëbore.

*Zona klimatike e Maleve dhe zonave të pyllëzuara* është e karakterizuar nga një klimë tipike pyjore, që është e shoqëruar me reshje të forta shiu (900 deri 1,300 mm në vit), dhe vera është shumë e shkurtër dhe e ftohtë dhe dimrat janë të ftohte me sasi të mëdha dëbore.

Përfundimisht, mund të thuhet se territori i Kosovës është i karakterizuar nga një klimë me diell me temperatura të ndryshueshme dhe kushte me lagështi.

Studimet kanë zbuluar që ajri i thatë ka katër ndikime kryesore në organizmin e njeriut:

- a) Thithja e ajrit të thatë është rrezik i mundshëm për shëndetin, që mund të shkaktojë sëmundje të frymëmarrjes siç janë astma, bronkiti, sinusi, gjakderdhja nga hunda ose dehidrimi i përgjithshëm, sepse zvogëlohet sasia e lëngjeve trupore gjatë frymëmarrjes.
- b) Avullimi i lagështisë nga lëkura mund të shkaktojë acarim të lëkurës dhe kruajtje të syve.
- c) Nëse është e ulur lagështia e ajrit, arrihet deri te elektricitet statik – tronditja e lehtë me rastin e prekjes së metalit.
- d) Temperatura “subjektive” e ajrit është më e ulët se ajo të cilën e tregon termometri, trupi ka më shumë të ftohtë.

Për të kompensuar mungesën e lagështisë në ajër, mushkëritë prodhojnë më shumë mukozë. Dhe mu kjo mukozë e dendur shtesë mund të krijojë probleme për të sëmurit nga astma. Mënyra më e thjeshtë që të parandalohet një gjë e tillë është pirja e sasive të mëdha të ujit.

---

<sup>2</sup> <http://www.kosovo-mining.org/kosovoweb/al/kosovo/climate.html>

Natyrisht, kjo nuk do të thotë që të pini shumë ujë gjatë vetë sulmit të astmës. Gjithmonë përdorni ilaçet të përshkruara nga mjeku në mënyrën të cilën ai ua ka sqaruar. Problemi i ajrit të thatë mund të zvogëlohet me rritjen e lagështisë relative të hapësirës së mbyllur me ndihmën e lagështuesve të ajrit, përmes avullimit të lëngjeve nga enë të ndryshme.

Mund të ndihmojnë edhe peshqirët e lagur të vendosur në radiatorë. Përveç kësaj, sa më e ulët të jetë temperatura e dhomës, aq më lehtë arrihet lagështia e dëshiruar e ajrit. Blini një hidrometër i cili do t'ju ndihmojë në vërtetimin e lagështisë së ajrit.

Ndjenja subjektive e ngrohtësisë dhe lagështia

Sa i përket ndjenjës subjektive të ngrohtësisë, ajo varet nga lagështia e një hapësire dhe mund të ndryshojë edhe nga pesë ose gjashtë gradë në temperaturë të njëjtë, në rast se lagështia ndryshon prej 10 deri në 80 për qind. Në fakt për shkak të avullimit, trupi i njeriut ftohet kur është i ekspozuar ndaj ajrit të thatë. Ndjenja e të ftohtit zvogëlohet me zvogëlimin e lagështisë.

Për shembull, në temperaturë prej 21 gradësh Celsius personi do të ndjejë të ftohtë më të madh nëse hyn në një dhomë me ajër të thatë pas daljes nga banja plot lagështi. Për shembull, temperatura e ajrit prej 24 °C me lagështi relative prej 0 për qind njerëzit e ndiejnë sikur të ishte 21 °C. Te lagështia relative prej 100 për qind temperatura e njëjtë ndihet sikur të ishte 27 °C.

Temperatura e përshtatshme arrihet në 23 gradë me lagështi relative të ajrit prej 20 për qind ose në 21 gradë me lagështi të ajrit prej 80 për qind. Lagështia relative e ajrit prej 20 për qind është e zakonshme gjatë muajve të dimrit nëpër shtëpi pa lagështues ajri në të cilat është e aktivizuar ngrohja.

## 5.1. Ndikimi i Lagështisë relative të ajrit

Temperatura dhe lagështia janë dy faktorët themelorë që ndikojnë në komfortin termik të njeriut. Lagështia (përmbajtja e avullit të ujit në ajër) luan rol të rëndësishëm në humbjet termike të njeriut, e posaçërisht te avullimi. Në kushtet e lagështisë së lartë të ambientit rrethues kufizohet avullimi nga djersitja, e me këtë edhe humbjet termike. Në anën tjetër, lagështia e ulët ndihmon humbjet termike nëpërmjet avullimit, e posaçërisht gjatë stërvitjeve (sportive). Efektet negative të lagështisë shfaqen te lagështia e ulët dhe e lartë.

*Lagështia e ulët*, e cila gjendet në ambientin e brendshëm të mjedisit, te individi ndikon negativisht, duke shkaktuar dis-komfort, tharje të syve, të hundës, fytit dhe të lëkurës, pastaj rritje të elektricitetit statik, etj. Megjithatë, shëndeti normal i njerëzve toleron lagështinë e ulët me efekte negative. Duhet theksuar se njerëzit, më të ndjeshëm janë kur kemi ekstremitet të temperaturave sesa të lagështisë.

*Lagështia e lartë*, e cila gjendet në ambientin e brendshëm të mjedisit, te individi ndikon negativisht, duke shkaktuar diskomfort, ndjenjë të keqe si prej të ngrohtit ashtu edhe prej të ftohtit. Sa i përket efektit të komfortit, lagështinë e lartë mund ta kompensojë ulja e temperaturës.

Situatë krejt tjetër është kur temperatura e ajrit është e lartë, apo kur aktiviteti fizik është i madh. Në këto raste ndikimi i lagështisë është shumë i rëndësishëm për komfort, që do të thotë nevojitet përpunimi përkatësisht klimatizimi i ajrit.

Kur kërkohet të kondicionohet një ndërtesë, për projektuesin është e nevojshme të përcaktohen konditat e hapësirës së brendshme që duhet të mbahen gjatë vitit, kur ndërtesa është e shfrytëzueshme. Shumë sisteme kërkohen të realizojnë kushtet që përputhen me konditat e komfortin termik të njerëzve në ndërtesë, sisteme të tjerë realizojnë kushte të përshtatshme për punim efektiv të makinerive dhe proceseve, ruajtjen e ushqimeve etj. Sidoqoftë rrallë mund të koincidojë që kondicionimi i ajrit të mbahet në një nivel konstant, nga ana tjetër varijimi është i pranishëm në një nivel optimal.

Lagështia relative ka një influencë të ndjeshme në ndjenjën e komfortit, pasi nxehtësia e prodhuar nga njerëzit largohet pjesërisht nëpërmjet avullimit nga lëkura. Megjithatë, në një temperaturë të dhomës (jo të rritur) prej 20°C, sasia e nxehtësisë që largohet nëpërmjet avullimit mund të neglizhohet. Prandaj, në këto nivele të temperaturës, lagështia e ajrit nuk ndikon shumë në ndjenjën e komfortit, p.sh në temperaturën 20°C, një person e percepton me vështirësi një diferencë ndërmjet lagështisë relative prej 35% dhe 65%.

Por, vlerat e pakontrolluara të lagështisë relative shoqërohen edhe me fenomene të tjera që ndikojnë në komfortin human, kështu:

- *për lagështi relative më të ulëta se 35%*, të cilat shfaqen shpesh në dhomat e ngrohura në stinën e dimrit, lehtësohet formimi i pluhurave, pasi veshjet, tapetet, etj. thahen. Karbonizimi i këtyre pluhurave (djegia e ngadaltë pa flakë) nëpër radiatorë, prodhon gaze të ndryshme iritues për organet e frymëmarrjes. Membranat mukoze të rrugëve të sipërme të frymëmarrjes thahen dhe nuk funksionojnë korrektesisht. Nëse sasia e këtyre pluhurave në ajër kalon vlerat normale, është e këshillueshme të merren masa për rritjen e lagështisë relative në ambient.
- për lagështi relative më të larta se 70%, lagështia që ndodhet në ajër kondenson në sipërfaqet e ftohta. Kjo mund të shkaktojë myk, njolla si dhe erëra të këqija.

Në temperatura të rritura të dhomës, lagështia relative e ajrit fillon të luajë një rol gjithnjë e më të rëndësishëm, pasi me rritjen e temperaturës së dhomës njeriu pakëson mundësinë e largimit të nxehtësisë sensible dhe për pasojë largon gjithnjë e më shumë nxehtësi latente nëpërmjet avullimit, në mënyrë që të mbajë temperaturën e trupit të pandryshuar. Prandaj, nëse lagështia relative e ajrit është shumë e lartë, procesi i avullimit nga lëkura zvogëlohet shumë dhe trupi do të fillojë të djersitet;

Ekspamentet tregojnë se një person inaktiv, i veshur normalisht fillon të djersitet në një temperaturë prej 25°C, për një lagështi relative prej 60%. Për lagështi relative prej 50%, procesi i djersitjes fillon për një temperaturë prej 28°C.

Produktiviteti i njeriut bie në zero (“nxehtësia mbytëse”), nëse ajri dhe temperatura e dhomës janë 37°C dhe lagështia relative e ajrit është 100%.

Kështu, për të përcaktuar kufirin e poshtëm të komfortit, sa më e lartë temperatura e ajrit, aq më e ulët duhet të jetë lagështia relative.

Në mënyrë të thjeshtuar, mund të thuhet se për një temperaturë normale prej 20°-22°C, lagështia relative duhet të mbahet në kufijtë 35-60%. Në grafikun e figurës 5.1 jepen vlerat e rekomanduara të lagështisë relative për temperatura të ndryshme të dhomës.

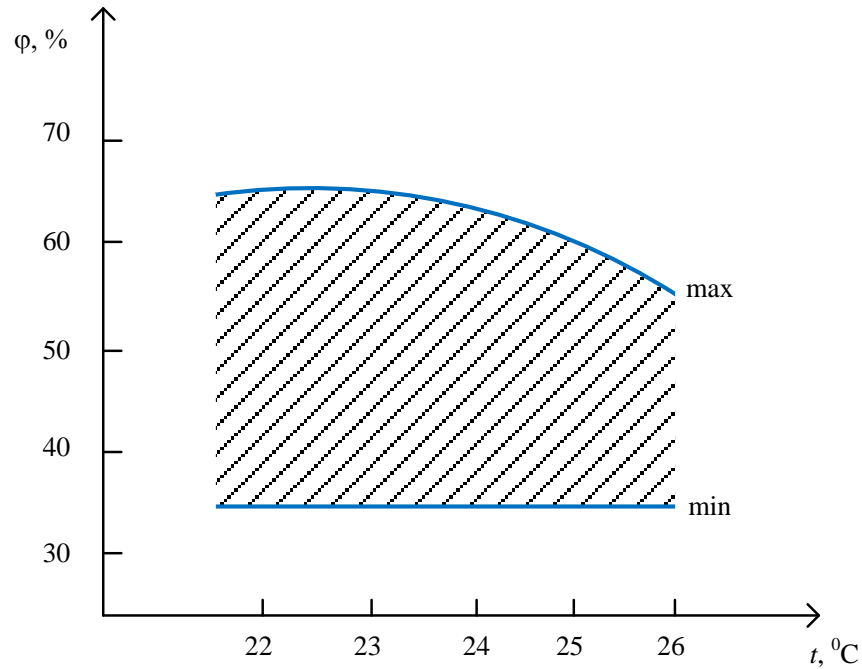


Fig. 5.1. Vlera të rekomanduara të lagështisë relative për temperature të ndryshme të dhomës

Megjithatë, niveli optimal i lagështisë relative i cili mund të jetë optimumi për ndjenjën e freskisë, për të arritur atë duhet të realizohet ftohje me delagështim që, është më kushtueshme se mbajtja e një niveli lagështie më të reduktuar ndaj optimumit.

Niveli i lagështisë ka efekt të rëndësishëm në konsumin e energjisë së sistemit. Kursimet vjetore teorike të energjisë së kompresorit të sistemit ftohës mund të përgjysmohen nëse lagështia relative e dhomës lejohet të rritet në 60% krahasuar me mbajtjen 50%.<sup>3</sup>

## 5.2. Zona e konditave të Brendshme të Projektimit

Zona e konditave të brendshme e projektimit për sezonin e verës dhe të dimrit – zona e komfortit termik, për parametrat lagështi relative dhe temperaturë është treguar në figurën 5.2,

<sup>3</sup> Impiante termoteknike

dhe zonat për diskomfort apo për parametrat higro – termik me vlera tepër të ndjeshme – maksimale apo edhe mbi janë pasqyruar në fig. 5.3.

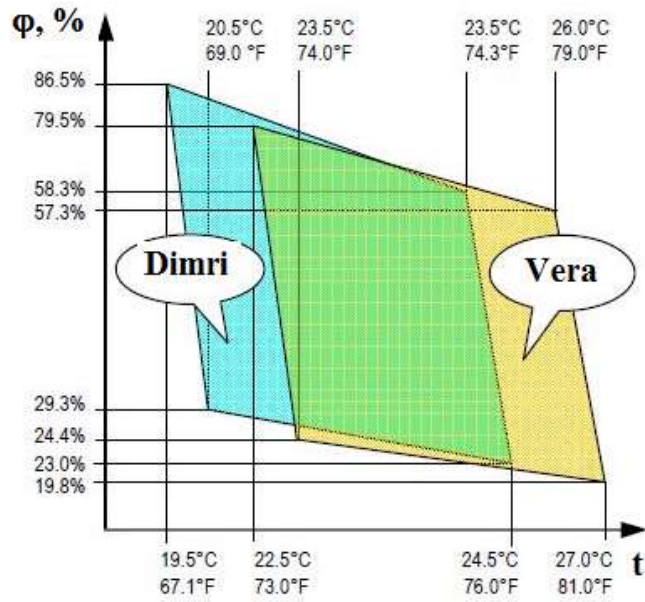


Fig. 5.2. Zona e komfortit (temperaturë – lagështi relative) për sezonin verë dhe dimër

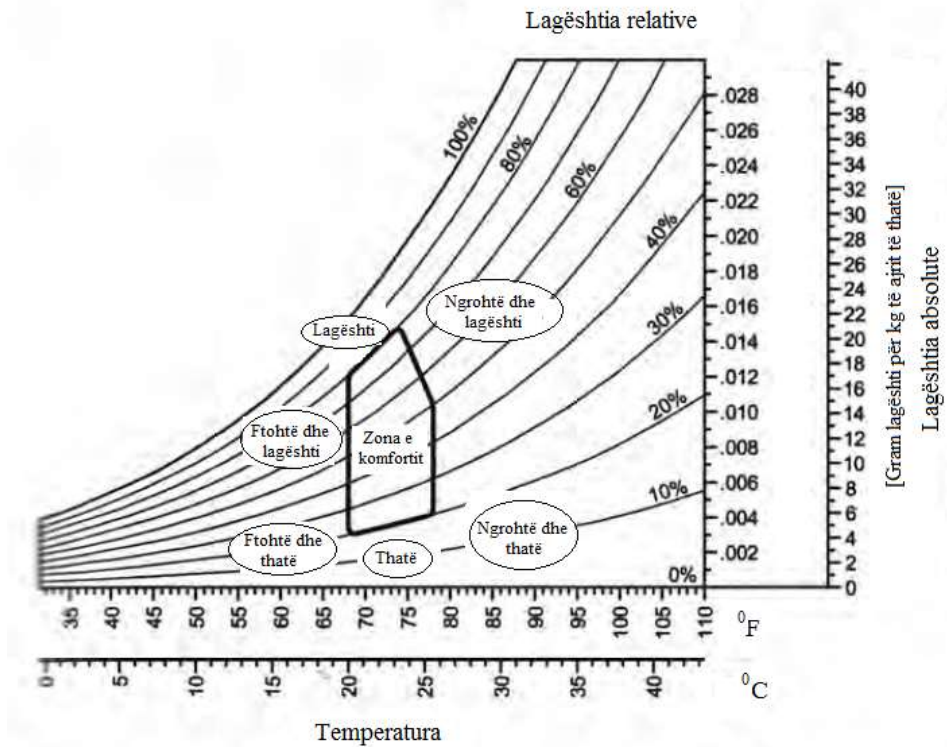


Fig. 5.3. Zona e komfortit dhe zonat e diskomfortit (temperaturë – lagështi relative)



Në zgjedhjen e konditave të brendshme projektuese është gjithashtu e nevojshme të përcaktohen devijimet e lejueshme nga konditat optimale, në mënyrë që të mund të përcaktohen zona dhe niveli i sofistikimit të sistemit të kontrollit.

Qëllimi i inxhinierit projektues është se ai duhet të kënaqë shumicën e të pranishmeve (afro 80%) brenda zonës së komfortit.

Zona e komfortit mund të përcaktohet ose me anë të diapazonit të lejueshëm të ndryshimit të temperaturës së ajrit  $t$  dhe të lagështisë relative  $\varphi$  si në fig. 5.2.

### 5.3. Krijimi i kushteve të komfortit

Veprimi termik i ajrit të jashtëm nëpërmjet mureve të jashtme ndikon në ajrin e brendshëm të lokalit përkatësisht ndërtesës. Stabiliteti i regjimit të nxehtësisë brenda lokalit varet nga qëndrueshmëria termike e mureve të jashtme.

Qëndrueshmëria termike e mureve të jashtme varet nga lëkundjet (ndryshimet) e temperaturës në sipërfaqen e brendshme të mureve të jashtme, dhe njëkohësisht paraqet njërin nga faktorët bazë që e përcaktojnë komfortin termik të qëndrimit në lokal.

Intensiteti i shuarjes së lëkundjeve të temperaturës në sipërfaqet e brendshme të mureve të jashtme varet nga vetitë e mbrojtjes termike të vet murit. Për lëkundje sa më të vogla të temperaturës në sipërfaqet e brendshme, qëndrueshmëria e mureve është më e madhe.

Lëkundja e temperaturës në sipërfaqen e brendshme paraqitet nga veprimi jo i njëtrajtshëm i ajrit të jashtëm në muret e jashtme dhe nga dhënia jo e njëtrajtshme e nxehtësisë nga aparatet ngrohëse brenda në lokal.

Çështja e shuarjes së lëkundjeve të temperaturës në sipërfaqet e brendshme të mureve të jashtme nën veprimin periodik të ajrit të jashtëm është problem jo vetëm gjatë periudhës së dimrit por edhe gjatë verës. Përveç kësaj, edhe regjimi i temperaturës dhe lagështisë së ajrit brenda lokalit ndikon mjaft shumë në vetitë mbrojtëse termike të mureve dhe në jetëgjatësinë e tyre.

Kështu për ruajtjen e qëndrueshmërisë termike të mureve të jashtme përkatësisht për zvogëlimin e lëkundjeve të temperaturës në sipërfaqen e brendshme të mureve, përveç aplikimit

të materialeve me veti të përshtatshme termoteknike në muret e jashtme, duhet krijuar edhe kushtet e komfortit termik brenda lokalit.

Në kuadër të komfortit termik hyjnë: temperatura, lagështia dhe shpejtësia e lëvizjes së ajrit dhe temperatura në sipërfaqe të brendshme të mureve. Faktorët tjerë janë pastërtia e ajrit (mungesa e pluhurit dhe e erërave të këqija), etj.

Me aplikimin e sistemeve të klimatizimit të ajrit rregullohet mikroklima përkatësisht komforti termik i qëndrimit në lokal. Me këtë arrihet të përcaktohen kufijtë e parametrave që ndikojnë në komfortin termik përkatësisht në qëndrueshmërinë e mureve.

Për temperaturën prej  $20 \div 24^{\circ}\text{C}$ , lagështia relative ka kufirin e poshtëm të lejuar në  $\varphi=35\%$ , kufirin mesatar  $\varphi=45 \div 55\%$ , dhe kufirin e epërm në  $\varphi=70\%$ . Ajri që ka lagështinë relative më të ulët se  $\varphi=35\%$  konsiderohet i thatë, kurse ajri me lagështi relative më të madhe se  $\varphi=70\%$  është i lagësht.

Shpejtësia maksimale e lejuar e ajrit në lokal, për temperaturën  $20 \div 22^{\circ}\text{C}$ , është  $v_{\max}=0,25$  m/s, kurse ajo minimale  $v_{\min}=0,07$  m/s.

Për objektet të cilat shërbejnë për qëndrim më të gjatë (objektet banesore, shkolla, spitale, etj.), ndryshimi i temperaturës ndërmjet temperaturës së ajrit në lokal dhe temperaturës në sipërfaqe të brendshme të murit nuk duhet të jetë më i madh se  $6^{\circ}\text{C}$ , gjersa te objektet publike, në fabrika dhe objekte të ngjashme lejohet edhe ndryshim më i madh ( $10 \div 12^{\circ}\text{C}$ ).

Rekomandohet që temperatura dhe lagështia relative e ajrit në lokal në raport me temperaturën e jashtme të jenë në kufijtë si në tab. 5.1. Shpejtësia maksimale e lëvizjes së ajrit në lokal është dhënë në tab. 5.2, kurse ndryshimi ndërmjet temperaturës së ajrit të lokalit dhe temperaturës në sipërfaqet e brendshme të mureve të lokalit është dhënë në tab. 5.3.

Tab. 5.1. Temperatura dhe lagështia relative e ajrit në lokal në raport me temperaturën e jashtme

	Dimrit	Verës						
$t_{jp}, ^{\circ}\text{C}$	$\div 20$	20	24	25	28	30	32	36
$t_{bp}, ^{\circ}\text{C}$	$20 \div 22$	20	22	23	24	25	26	28
$\varphi_{\min}, \%$	35	35	35	35	35	35	35	35
$\varphi_{\max}, \%$	65	65	65	65	60	60	55	50

Tab. 5.2. Shpejtësia maksimale, temperatura dhe lagështia relative e ajrit në lokal në raport me temperaturën e jashtme

$t_{jp}, ^\circ\text{C}$	Ajri në lokal			
	$t_{bp}, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$		$v_{\max}, \text{m/s}$
		$\varphi_{\min}, \%$	$\varphi_{\max}, \%$	
Nën 20	22	35	65	0,10
÷25	23		65	0,20
÷30	25		60	0,35
÷32	26		55	0,50

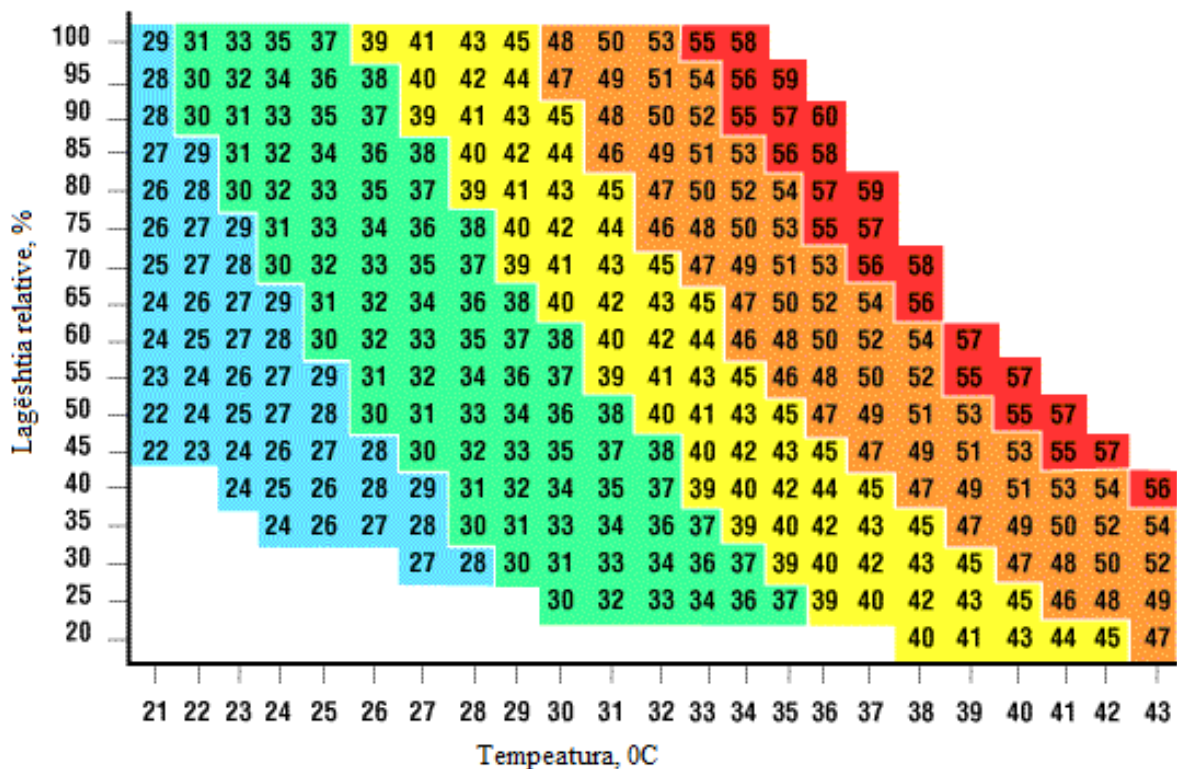
Sipas hulumtimeve amerikane, për punën e intelektualëve, për temperaturën e brendshme të lokalit  $20\div 24^\circ\text{C}$  dhe shpejtësi të lëvizjes së ajrit  $v=0,25 \text{ m/s}$ , lagështia më e përshtatshme relative e ajrit konsiderohet  $\varphi=70\%$ .

Tab. 5.3. Ndryshimi ndërmjet temperaturës së ajrit të lokalit ( $t_{bp}$ ) dhe temperaturës në sipërfaqet e brendshme të mureve të lokalit ( $t_1$ )

Lloji i ndërtesës		$t_{bp}, ^\circ\text{C}$	$\varphi_b, \%$	$t_{bp}-t_1, ^\circ\text{C}$ për:		
				Mure të jashtme	Tavane (tarrace)	Dysheme
Ndërtesa banimi		18	60	4	4	3
Ndërtesa shoqërore	Spitale, çerdhe	22	50	6	4,5	3
	Shkolla, teatro, klube	18	60	4	4	4
Ndërtesa industriale		16	50÷60	8	7	7

Sot përdoret edhe *Humidex* – i cili merret për bazë ndjeshmërinë individuale për nga temperatura dhe lagështia e që varësisht nga vlerat personi mund të ndjehet në komfort apo në diskomfort. Figura vijuese 5.4 paraqet zonat e ndjeshmërisë higro-termike të njeriut përkatësisht të ashtuquajturin *Humidex*.

### Humideksi nga leximi i temperaturës dhe lagështisë relative



Zona e Humidexit

Shkalla e Komfortit



Më pak se 29

30-39

40-45

Mbi 45

Mbi 54

Pa diskomfort

Pak diskomfort

Diskomfort i madh

Rrezik

Goditje e pashmangshme termike

Fig. 5.4. Humidex për komfort dhe diskomfort higro-termik

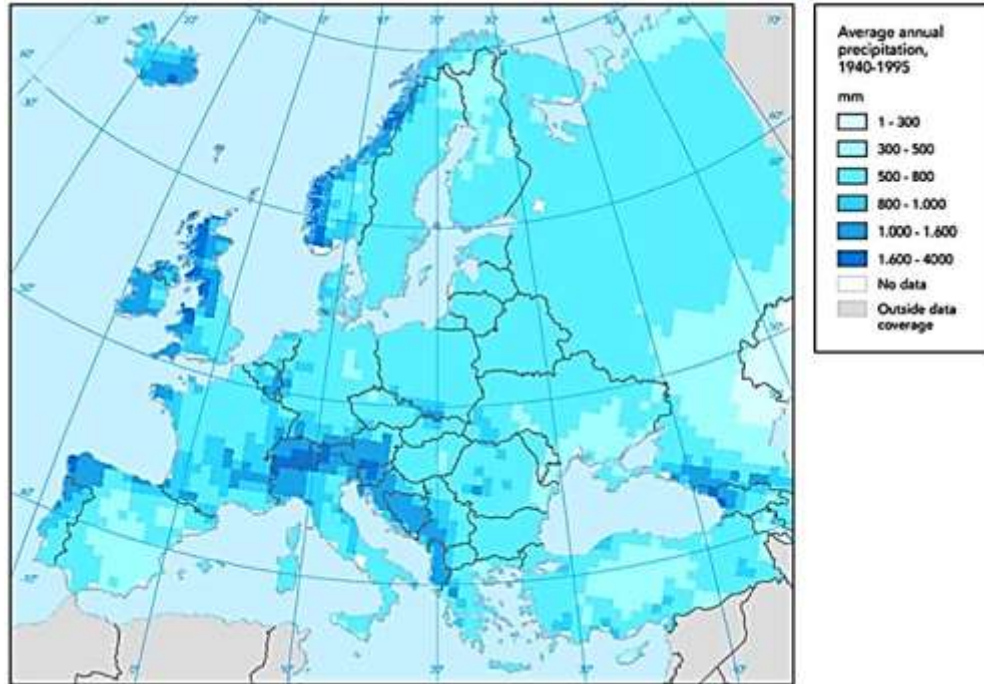


Fig. 5.5. Reshjet mesatare vjetore në Evropë për periudhën 1940-1995 (nga shprehjet matematike të lagështisë absolute) (Lazaridis<sup>4</sup>, 2011).

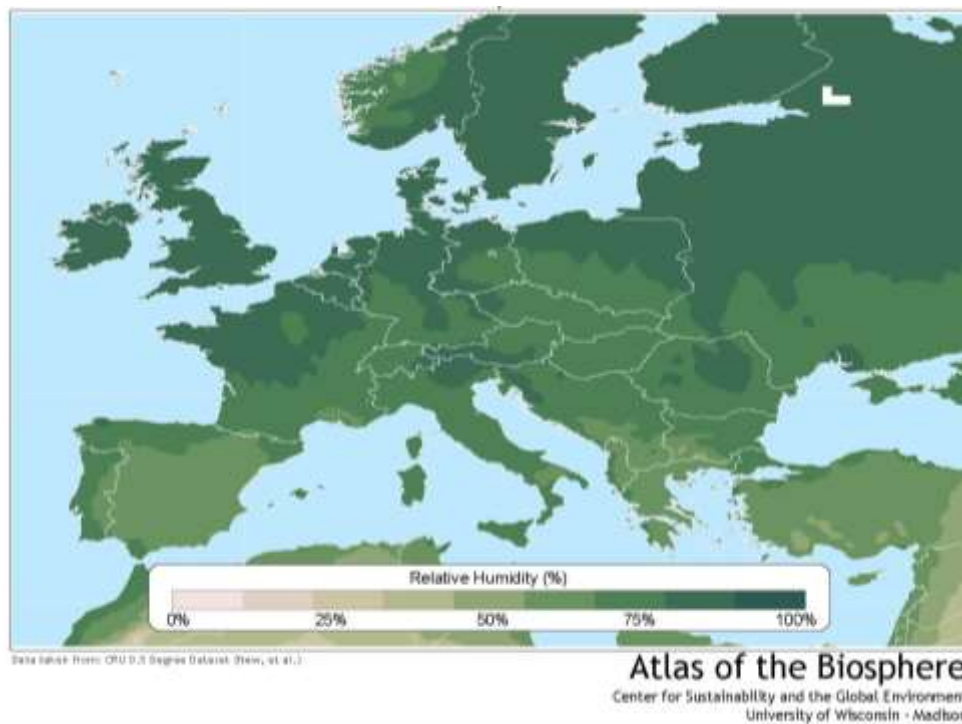


Fig. 5.6. Lagështia relative mesatare vjetore në Europë<sup>5</sup>

<sup>4</sup> <http://earthzine.org/2012/01/09/water-availability-in-reference-to-water-needs-in-poland-the-importance-of-correct-estimation-of-water-resources/>

<sup>5</sup> [https://nelson.wisc.edu/sage/data-and-models/atlas/maps/avgannrh/atl\\_avgannrh\\_eur.jpg](https://nelson.wisc.edu/sage/data-and-models/atlas/maps/avgannrh/atl_avgannrh_eur.jpg)

## Përfundimi

Siç u pa më lartë, mund të thuhet se Kosova ka një klimë të ngrohtë e të butë me lagështi me verëra të nxehta dhe pa sezone të thatë. Lagështia relative gjatë vitit zakonisht sillet prej rreth 25 % (thatë) – gjatë sezonit të verës (gjatë gushtit më e theksuar), gjer në 95 % (shumë e lagësht) – gjatë sezonit të dimrit (gjatë janarit më e theksuar).

Pika e vesës shpesh është masë më e mirë për atë se sa i kënaqur ndjehet një person ndaj motit sesa lagështia relative, sepse ka të bëjë drejtpërdrejtë me atë sesa djersë do të avullojë nga lëkura, duke ftohur trupin. Pikat më të ulëta të vesës ndjehen të thata dhe pikat më të larta të vesës ndjehen më të lagështa.

Gjatë rrjedhës së një viti, pika e vesës zakonisht varion nga  $-8^{\circ}\text{C}$  (e thatë) në  $15^{\circ}\text{C}$  (komforte), dhe është e rrallë nën  $-15^{\circ}\text{C}$  (e thatë) ose mbi  $18^{\circ}\text{C}$  (lagështi e butë).

Koha e vitit midis 11 majit dhe 5 tetorit është më komforte, me pikat e vesës që nuk janë as shumë të thata as shumë me lagështirë.

Analiza e lagështirës nxjerr në shesh edhe disa rekomandime përkatësisht norma të cilat duhet të përfillen. Pra, rekomandohet që niveli i lagështisë të monitorohet. Lagështia e madhe mund t'i shkaktojë dëme të mëdha shtëpisë dhe pasoja shëndetit. Myku dhe viruset shumëfishohen kur ka lagështi të madhe. Kur ka lagështi të ulët rriten infeksionet e frymëmarrjes dhe alergjitë dhe kemi tharje të lëkurës. Çështjet tjera të lagështisë së ulët paraqiten te dëmtimi i mobileve, instrumentet muzikore dhe të orenditë tjera. Myku mund të paraqitet në ndonjë sipërfaqe kur lagështia relative është më e lartë sesa 70% ose atje paraqitet kondensimi.

Duke pasur parasysh diagramet psikrometrike, arrihet të projektohen instalimet e klimatizimit të cilat e përpunojnë ajrin ashtu që në hapësirën e mjedisit të dërgohet me temperaturë dhe lagështi në vlerat e dëshiruara dhe që të mbajnë këto vlera brenda kufijve të caktuar, pavarësisht nga kushtet që mund të krijohen brenda dhe jashtë ambientit që klimatizohet. Realizimi i këtyre kushteve është i nevojshëm për shëndetin, komfortin e përdoruesve të ambientit dhe për plotësimin e kërkesave të proceseve industriale. Kështu, hapësirat që i nënshtrohen klimatizimit të ajrit mund të jenë hapësirat e banimit, hapësirat komerciale dhe industriale, përkatësisht: banesat, zyrat, institucionet, arenat sportive, hotelet, hapësirat e punës së fabrikave, etj.

Nëpërmjet analizave të bëra rreth lagështisë relative të ajrit të jashtëm përkatësisht të brendshëm, difuzionit të avullit të ujit, përveç shtjellimit në formën e përgjithshme të ajrit të

lagësht, arrihen edhe rezultate të shumta pozitive: vendosen materialet ndërtimore me koeficientet përkatës termoteknikë si dhe bëhet radhitja e rregullt e shtresave të murit, mbahet gjendje e dëshirueshme e gjendjes temperaturë-lagështi.

Kështu ruhet qëndrueshmëria termike e mureve si dhe afat-shërbimi i tyre, zvogëlohen humbjet higro-termike nëpër mure, njerëzit ruhen nga ndryshimet e mëdha të lagështirës dhe të temperaturës e me këtë arrihet komforti termik për njeriun dhe mundësohet grumbullimi i numrit më të madh të njerëzve në mjedise të mbyllura (teatër, salla koncerti, shtëpia mallrave, salla sportive, etj), krijohen kushte të caktuara të lagështisë për terapi dhe rehabilitet (në spitale, salla operacioneve, etj), arrihet produktivitet më i lartë në fabrika, laboratorë, hotele, etj. Në industrinë prodhuese përmirësohen kushtet punuese si dhe proceset teknologjike (prodhimi i barnave dhe komponentët elektronike, sallat llogaritëse e të ngjashme).

Po ashtu arrihet që të përcaktohen masat për parandalimin e depërtimit të lagështirës përkatësisht evitohet kondensimi i avullit të ujit në mure që do të thotë evitohet dëmtimi i mureve, ruhen vetitë termike të mureve, kursehet në energji termike, përmirësohet dhe ruhet gjendje e mirë e ajrit brenda lokalit (ndërtesës) dhe arrihet të zgjedhën mjetet teknike automatike adekuate për rregullimin dhe mbajtjen në kufij të caktuar të lagështirës së ajrit në mjedisin e mbyllur.

Analiza e lagështirës së një mjedisi (lokali) ka ndikimin edhe në aspektin energjetiko-ekonomik, e cila paraqet bazë për përpunimin e metodave konkrete për kursimin dhe racionalizimin e energjisë shpenzuese e me këtë përcaktimin e kohës së kycjes dhe të shkyçjes optimale të lagështuesit në mjedis.

Ventilimi, duke përdorur ajrin e jashtëm, mund të largojë ajrin me lagështi duke e zëvendësuar atë me ajër të thatë. Ventilimi gjatë verës mund të rrisë lagështinë në bazament. De-lagështuesi ose ajër-kondicioneri rekomandohet për reduktimin e lagështisë gjatë verës. Për reduktimin e kondensimit në dritare rekomandohet që lagështia relative e ajrit të mbahet gjatë dimrit nën 40%. Pra, rekomandohet që reduktimi i lagështisë të bëhet me ventilim gjatë kohës së ftohtë kurse me de-lagështues ose ajër-kondicioner gjatë kohës së ngrohtë.

Që të reduktohet kondensimi parashihet që lagështia relative të jetë 30÷40% në dimër dhe 65÷70% në verë.

Përveç lagështisë duhet që edhe temperatura në hapësirë të mbahet në kufij të caktuar. De-lagështuesi nuk rekomandohet të përdoret në hapësirat ku temperatura është më ulët sesa  $18^{\circ}\text{C}$  (pasi vet lagështuesi mund të ketë probleme gjatë funksionimit).



## Literatura

- [1] Fejzullah Krasniqi: “Ngrohja dhe klimatizimi I”, Prishtinë, 1997.
- [2] ASHRAE Handbook – Fundamentals, ASHRAE, 2001
- [3] ASHRAE Handbook – HVAC Applications, ASHRAE, 1999.
- [4] Application Guide for Absorption Cooling/Refrigeration URH, ASHRAE, 1995.
- [5] ASHRAE Handbook – Refrigeration, ASHRAE, 1998.
- [6] The Rotronic Humidity Handbook, Rotronic Instrument Corp, 2005
- [7] F. Krasniqi, R. Selimaj, I. Malsiu: “Instalimet Makinerike”, Prishtinë, 2004.
- [8] F. Krasniqi: “Ngrohja dhe klimatizimi II (Ventilimi dhe klimatizimi)”, Prishtinë, 2000.
- [9] R. Selimaj: Analiza e difuzionit jostacionar të lagështirës në muret e lokalit të modeluar, disertacioni i doktoraturës, 2006, Prishtinë
- [10] F. Kreith, R. F. Boehm: “Heat and Mass Transfer” CRC Press LLC, USA, 1999.
- [11] F. Nicol: “Thermal Comfort”, University of North London, UK, 1999.
- [12] F. P. Incropera, D. P. DeWitt: “Fundamentals of Heat and Mass Transfer”, New York, 2001.
- [13] Faye C.: “Heating, Ventilating and Air Conditioning: Analysis and Design”, McQuiston et al 2005.