

7. CALCULUL DEPOZITELOR FRIGORIFICE

Depozitele frigorifice, denumite și frigorifere sau antrepozite frigorifice, sunt spații răcite, destinate păstrării produselor alimentare.

Depozitele frigorifice pot să cuprindă mai multe tipuri de spații răcite:

- Tunele de refrigerare;
- Depozite pentru produse refrigerate;
- Tunele de congelare;
- Depozite pentru produse congelate.

În imagine, este prezentat interiorul unui depozit frigorific modern, pentru păstrarea produselor refrigerate, în care operațiile de încărcare și descărcare, respectiv cele de aranjare a mărfii, se realizează complet mecanizat.



Depozit frigorific modern în care transportul este realizat cu autostivuitoare

O altă soluție foarte modernă pentru transportul produselor în depozitele frigorifice, o reprezintă utilizarea transportoarelor teleghidate, ca în cazul frigoriferului din imagine.



Frigorifer în care se utilizează transportoare teleghidate

Cele mai importante etape în dimensionarea unui depozit frigorific sunt următoarele:

- Determinarea suprafețelor de prelucrare prin frig și pentru depozitare;
- Stabilirea unui amplasament performant;
- Calculul necesarului de frig;
- Calculul termic al ciclului de funcționare a instalației;
- Calculul de proiectare sau alegere din cataloage a aparatelor componente.

7.1. Determinarea suprafețelor de prelucrare prin frig și pentru depozitare

Capacitatea de depozitare (cantitatea de produse care trebuie păstrate), este unul din parametrii principali de proiectare a unui depozit frigorific.

Acest parametru depinde de natura și dimensiunile produselor, de suprafața spațiilor răcite, ca și de înălțimea de stivuire.

Capacitatea camerelor de depozitare se calculează în funcție de cantitățile maxime de mărfuri vehiculate, în condiții de maximă eficiență a operațiilor de distribuție a mărfurilor.

Suprafața utilă necesară a spațiilor de depozitare se determină împărțind cantitatea de produse care trebuie păstrate, la încărcarea specifică [kg/m^2] stabilită prin normative și care diferă de la un produs la altul.

Suprafața construită a spațiului de depozitare, este cu 20...40% mai mare decât suprafața utilă, deoarece se ține seama de faptul că există stâlpi pentru susținerea clădirii, culoare și spații libere între produse și pereți, necesare circulației aerului.

Pentru dimensionarea tunelelor de refrigerare și de congelare se va ține seama de funcționarea acestora în șarje, iar suprafețele se vor calcula în funcție de cantitatea de produse răcite într-o șarjă. Trebuie cunoscută și luată în considerare durata de prelucrare, care depinde de natura produselor.

Suprafețele utile de încărcare cu produse se calculează cu relația:

$$S_{ui} = \frac{m_i}{N_i} \quad [\text{m}^2]$$

unde: m_i [kg] este cantitatea de produse pentru spațiul de depozitare i ;

N_i [kg/m^2] este norma de încărcare cu produse pe unitatea de suprafață a pardoselei, recomandată de literatura de specialitate.

Suprafețele construite ale camerelor de depozitare se calculează cu relația:

$$S_{di} = \beta_i \cdot S_{ui} \quad [\text{m}^2]$$

unde:

β_i este coeficientul de adaus, care ține seama de suprafețele necesare spațiilor dintre produse, spațiilor dintre produse și pereți, culoarelor pentru circulația autostivuitoarelor, respectiv de existența stâlpilor de susținere;

Câteva valori orientative pentru β_i sunt prezentate în continuare:

- Pentru tunele de refrigerare având suprafața utilă $S_u < 80 \text{ m}^2$ $\beta = 1,4$;
- Pentru tunele de congelare $\beta = 1,4$;
- Pentru depozite de refrigerare având suprafațe între $80 \dots 300 \text{ m}^2$ $\beta = 1,3$;
- Pentru depozite de congelare având suprafațe peste 300 m^2 $\beta = 1,2$.

Dacă frigoriferul se va realiza prin amenajarea unei construcții existente, atunci cu ajutorul relațiilor prezentate se vor calcula cantitățile maxime de produse care vor putea fi păstrate în depozit.

7.2. Stabilirea amplasamentului depozitelor frigorifice

Modul în care sunt amplasate spațiile de depozitare și de prelucrare prin frig, precum și spațiile anexe, este deosebit de important pentru proiectarea frigoriferului.

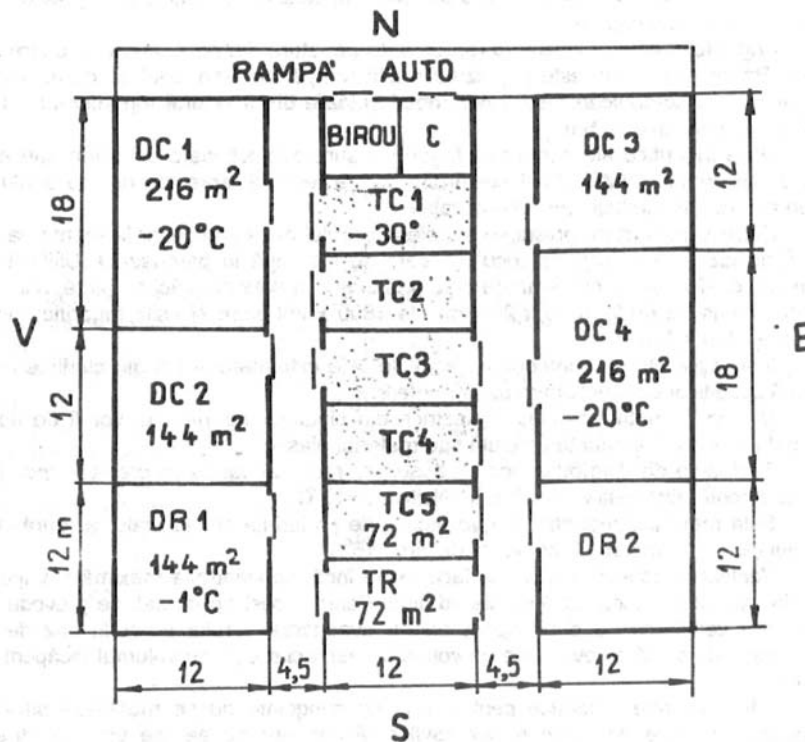
Diferențele de temperatură dintre spațiile frigorifice trebuie să fie minime, în vederea reducerii necesarului de frig, respectiv pentru diminuarea puterii frigorifice a instalației de răcire aferente.

Disponerea spațiilor răcite împreună cu culoarele necesare circulației produselor, se va realiza într-o formă cât mai apropiată de un pătrat. Astfel pătrunderile de căldură dinspre exterior spre spațiile răcite vor fi minime.

Secțiile de prelucrare prin frig a produselor, se vor amplasa având în vedere câteva aspecte particulare:

- Existența unor trasee cât mai scurte pentru transportul produselor și cu cât mai puține intersecții;
- Reducerea gradată a temperaturii dinspre exterior spre centru;
- Amplasarea spațiilor cu temperaturile cele mai scăzute, spre latura de nord, sau în centrul frigoriferului;
- Amplasarea spațiilor cu temperaturile cele mai ridicate (de exemplu sala mașililor, birourile sau vestiarele) se va realiza spre latura de sud.

Un exemplu de amplasament pentru un depozit frigorific este prezentat în imagine:



Exemplu de amplasament pentru un frigorifer

Accesul la frigorifer se va asigura prin amplasarea cât mai apropiată de căile de comunicații (șosea și cale ferată). Se recomandă ca rampa auto și rampa C.F. să fie amplasate pe laturi opuse ale depozitului frigorific, și să fie acoperite. Copertinele de acoperire vor fi mai late decât rampele cu minim 30cm.

Mecanizarea transportului intern se va asigura printr-un amplasament al frigoriferului astfel încât să permită manevre ușoare și cât mai puține, atât pe orizontală cât și pe verticală.

Culoarele se dimensionează în funcție de necesitățile tehnologice și de mijloacele de transport utilizate. În cazul stivuirii mecanizate, lățimea culoarelor de circulație este cuprinsă între 3...5m.

Ușile frigorifice ale spațiilor răcite se construiesc din lemn sau metal și sunt izolate termic. Construcția ușilor trebuie să prevadă o barieră de vapori pe partea exterioară (caldă) a ușilor, astfel încât să fie împiedicată umezirea izolației. Este util ca toate caturile ușilor să fie prevăzute cu rezistențe electrice montate în teci de protecție. Astfel este posibilă degivrarea ușilor și se împiedică blocarea acestora în poziția închis prin înghețare, respectiv se elimină situațiile în care datorită depunerilor de gheață ușile nu se pot închide etanș.

Instalațiile electrice din clădirea frigoriferului vor fi de tip etanș. Pentru a minimiza degajările de căldură din spațiile frigorifice, se vor utiliza cabluri în manta din plută sau material plastic. Tablourile de distribuție a energiei electrice vor fi de construcție specială (capsulate) și se recomandă amplasarea într-o cameră specială, încălzită la minim +15°C.

Sala mașinilor se va încălzi de preferință cu aer cald, asigurându-se în sezonul rece temperaturi de minim 16°C. Ventilarea acestor săli se realizează astfel încât concentrația maximă a vaporilor de amoniac să nu depășească nici în caz de avarie limitele admise. Ventilatoarele trebuie să poată evacua un volum de aer viciat egal cu volumul sălii mașinilor, în 3...5 min.

Evacuarea apei provenite din degivrarea răcitoarelor de aer din spațiile frigorifice pentru produse congelate, se va realiza fără amplasarea de sifoane, care sunt interzise în aceste spații. Țevile de scurgere ale răcitoarelor se vor goli direct prin conducte de diametru mare (min. 100 mm) pentru a permite evacuarea bucăților de gheață sau zăpadă. Dacă distanțele parcurse de țevile de golire, prin spații aflate la temperaturi sub 0°C sunt mari, atunci aceste țevi se vor prevedea cu sisteme de prevenire a înghețării, prin încălzire electrică sau cu fluide calde.

7.3. Determinarea necesarului de frig al depozitelor frigorifice

Pentru determinarea necesarului de frig al frigoriferelor, trebuie cunoscute câteva date de intrare, dintre care cele mai importante sunt următoarele:

- Planul și dimensiunile depozitului;
- Orientarea clădirii față de punctele cardinale;
- Dimensiunile fiecărui spațiu frigorific în parte;
- Temperaturile necesare în fiecare spațiu răcit;
- Condițiile climatice din zona în care urmează să fie amplasat frigoriferul;
- Cantitatea de produse care urmează să fie răcite, etc.

Pentru acest calcul se iau în considerare cele mai nefavorabile condiții de lucru:

- Temperatura aerului exterior pentru luna cea mai caldă a anului;
- Încărcarea maximă și simultană a tuturor spațiilor frigorifice;
- Camerele frigorifice vecine celei pentru care se efectuează calculele se consideră că sunt goale și se află la temperatura coridoarelor de acces.

Necesarul de frig se determină pe categorii de consumatori, grupați după nivelul de temperatură scăzută solicitată. Astfel se pot determina puterile frigorifice corespunzătoare fiecărei temperaturi scăzute în parte.

Necesarul de frig, pentru fiecare spațiu răcit se calculează din bilanțul termic pentru un interval de 24h. Cantitatea totală de căldură care trebuie extrasă Q [kJ/24h], se determină cu relația:

$$Q=Q_1+Q_2+Q_3+Q_4$$

unde:

Q_1 este cantitatea de căldură pătrunsă din exterior prin izolații, datorită diferențelor de temperatură. Se ține seama inclusiv de radiația solară;

Q_2 este necesarul de frig tehnologic, pentru refrigerarea sau congelarea produselor;

Q_3 este necesarul de frig pentru ventilarea camerelor;

Q_4 este necesarul de frig pentru acoperirea pierderilor din timpul exploataării, datorate deschiderii ușilor, prezenței corpurilor de iluminat, a motoarelor, a persoanelor care prestează diverse activități în depozite

Q_1 , cantitatea de căldură pătrunsă din exterior prin izolații, datorită diferențelor de temperatură și datorită radiației solare, se determină cu relația:

$$Q_1 = \sum_{i=1}^n k_i \cdot S_i \cdot (\Delta t_i + \Delta t_r) \cdot 24 \cdot 3,6 \quad [\text{kJ}/24\text{h}]$$

unde:

k_i [W/m²K] este coeficientul global de transfer termic pentru elementul de construcție i (perete);

S_i [m²] este suprafața elementului de construcție i ;

Δt_i [°C] este diferența de temperatură pe fețele elementului de construcție i ;

Δt_r [°C] este creșterea suplimentară a diferenței de temperatură, datorată radiației solare.

- pentru pereți exteriori se consideră temperatura convențională de calcul t_{ex} pentru localitatea în care este amplasat frigoriferul (temperatura medie multianuală în luna cea mai caldă a anului).

- pentru pereți interiori se consideră diferența dintre temperaturile separate de fiecare perete în parte, cu precizarea că în cazul pereților care separă spații frigorifice, se va consideră că spațiul vecin nu este răcit (nu este încărcat cu produse).

Influența radiației se ia în considerare numai pentru pereții exteriori și pentru plafoanele care reprezintă și acoperișul clădirii:

$\Delta t_r=0^\circ\text{C}$ pentru pereții exteriori orientați spre N;

$\Delta t_r=5\dots 10^\circ\text{C}$ pentru pereții exteriori orientați spre E, V, SE și SV;

$\Delta t_r=15^\circ\text{C}$ pentru pereții exteriori orientați spre S;

$\Delta t_r=15\dots 20^\circ\text{C}$ pentru plafoane care sunt și acoperiș sau terasă.

Pentru pardoseli așezate pe sol, se poate admite că temperatura de calcul a solului (sub pardoseală) are valoarea de 15°C.

Se recomandă ca toate calculele pentru determinarea necesarului de frig al frigoriferelor să se efectueze tabelar, pentru fiecare spațiu răcit și pentru fiecare perete sau element de construcție (plafon, podea) în parte.

La stabilirea valorii Q_1 ca necesar de frig pentru vaporizatoarele răcitoare de aer, se iau în considerare fluxurile de căldură pătrunse prin toate cele 6 elemente de construcție delimitatoare ale fiecărui spațiu frigorific în parte, considerând condițiile de lucru cele mai grele, corespunzătoare situației când nici unul din spațiile învecinate nu sunt răcite.

La stabilirea valorii Q_1 ca necesar de frig pentru compresoare (respectiv pentru instalație) se ia în considerare doar unul dintre fluxurile termice prin suprafețele pereților care separă două spații frigorifice vecine.

Q_2 , necesarul de frig tehnologic, se calculează în mod asemănător atât pentru refrigerarea cât și pentru congelarea produselor.

Pentru refrigerare se utilizează relația:

$$Q_2 = \left\{ m \cdot \left[(h_i - h_f) + l_v \cdot \frac{\Delta m}{100} \right] + Q_{rc} \right\} \cdot \frac{24}{\tau_r} \quad [\text{kJ}/24\text{h}]$$

Pentru congelare se utilizează relația:

$$Q_2 = m \cdot \left[(h_i - h_f) + l_s \cdot \frac{\Delta m}{100} \right] \cdot \frac{24}{\tau_r} \quad [\text{kJ}/24\text{h}]$$

unde: - m [kg/24h] este cantitatea de produse prelucrate prin frig;

- h_i , h_f [kJ/kg] sunt entalpiile specifice ale produsului în starea inițială și finală, recomandate de literatura de specialitate;

- Δm [%] este pierderea în greutate a produselor datorită deshidratării, recomandată de literatura de specialitate. Produsele refrigerate pierd din greutate prin vaporizarea apei, iar produsele congelate pierd din greutate prin sublimarea apei. Migrarea apei din produse, spre aerul din spațiul de păstrare a acestora, se realizează datorită faptului că în aceste spații cantitatea de vapori de apă din aer este extrem de scăzută, pentru că umiditatea se depune în permanență pe suprafețele răcitoarelor de aer. În aceste condiții, aerul prezintă o puternică tendință de a absorbi umiditate;

- l_v [kJ/kg] este căldura latentă de vaporizare a apei din produsele refrigerate: $l_v \approx 2500 \text{ kJ/kg}$;

- l_s [kJ/kg] este căldura latentă de sublimare a apei din produsele congelate: $l_s \approx 2835 \text{ kJ/kg}$;

- Q_{rc} [kJ/kg] este cantitatea de căldură degajată prin reacții biochimice de către produse, fiind utilizată și denumirea de căldură de respirație. Valoarea acestei călduri este de asemenea recomandată de literatura de specialitate pentru fiecare tip de produs în parte. Este o mărime specifică produselor vii (legume, fructe, ouă) refrigerate;

- τ_r [h] este durata procesului de răcire (refrigerare sau congelare).

La refrigerarea și congelarea cărnii în carcace sau semicarcace, imediat după sacrificare, temperatura inițială a acestor produse este de $t_i = 35 \dots 38^\circ\text{C}$.

La procesele de refrigerare, temperatura finală a produselor este de $t_f = 0 \dots 4^\circ\text{C}$.

La procesele de congelare, temperatura finală a produselor este de $t_f = -18 \dots -25^\circ\text{C}$.

Componenta Q_2 a necesarului de frig include dacă este cazul și căldura necesară răcirii ambalajelor.

Deoarece regimul de răcire este nestaționar, Q_2 se va majora prin înmulțirea cu un coeficient de neuniformitate a sarcinii $C = 1,8$.

Pentru depozitele de refrigerare și de congelare, destinate produselor care nu degajă căldură de respirație, $Q_2 = 0 \text{ kJ}/24\text{h}$.

Q_3 , necesarul de frig pentru ventilarea camerelor.

În funcție de natura produselor din spațiul frigorific, este necesar uneori să se realizeze ventilarea spațiului, prin asigurarea unui anumit număr de schimburi ale aerului din incintă în 24h. Ca exemplu, întotdeauna va fi necesară ventilarea, prin introducerea de aer proaspăt, în spațiile de păstrare pentru legume, fructe și ouă refrigerate. Aceste produse vii, respiră în timpul păstrării și necesită în consecință ventilarea spațiilor de păstrare.

Componenta necesarului de frig pentru ventilare, se poate calcula cu relația:

$$Q_3 = V \cdot a \cdot \rho_i \cdot (h_{ex} - h_i) \quad [\text{kJ}/24\text{h}]$$

unde: V [m^3] este volumul camerelor frigorifice ventilate;

a este numărul de schimburi de aer în 24h, pentru spațiul respectiv;

ρ_i este densitatea aerului din interiorul spațiului răcit.

Q_4 , necesarul de frig pentru acoperirea pierderilor din timpul exploatarei, datorate deschiderii ușilor, prezenței corpurilor de iluminat, a motoarelor, a persoanelor care prestează diverse activități în depozite.

La dimensionare, se poate considera $Q_4 = (0,1 \dots 0,4) \cdot Q_1$

Această relație se aplică separat necesarului de frig pentru vaporizatoarele răcitoare de aer și separat pentru compresoare.

După determinarea celor patru componente ale necesarului de frig, pentru toate spațiile frigorifice, se calculează puterile frigorifice pe nivele de temperaturi de vaporizare. Un posibil exemplu constă în identificarea următoarelor trei necesari de frig:

Q_{01} pentru $t_{01} = -40^\circ\text{C}$ - tunele de congelare;

Q_{02} pentru $t_{02} = -30^\circ\text{C}$ - depozite de congelare;

Q_{03} pentru $t_{03} = -10 \dots 15^\circ\text{C}$ - refrigerare.

După finalizarea calculelor tabelare și centralizarea rezultatelor, necesarul de frig, respectiv puterea frigorifică a vaporizatoarelor răcitoare de aer, se utilizează pentru calculele de dimensionare ale acestor aparate, iar necesarul de frig, respectiv puterea frigorifică pentru compresoare se utilizează în calculul termic al instalației frigorifice.

În continuare sunt prezentate câteva anexe cu elemente utile pentru calculul depozitelor frigorifice.

Încărcări specifice pentru produsele depozitate în camerele frigorifice normale

Produsul	Încărcare kg / m ² util	Observații
CARNE		
Vită refrigerată	180 – 250	suspendată
Porc refrigerat	170 – 220	suspendată
Oaie refrigerată	140 – 160	suspendată
Vită congelată	700 – 900	stivuire manuală
Porc congelat	900 – 1000	stivuire manuală
Oaie congelată	700 – 800	stivuire manuală
Slănină sărată	800 – 900	stive
Mezeluri	150 – 200	atârnat
Vânat	100 – 150	atârnat
Conserve de carne	600 – 700	lăzi
PĂSĂRI		
refrigerate	180 – 200	cutii – lăzi
pentru congelare	200 – 250	cutii – lăzi
congelate	550 – 600	cutii – lăzi
ouă refrigerate	500 – 600	cutii – lăzi
ouă congelate	600 – 800	bidoane
PEȘTE		
prospăt (cu gheață)	400 – 500	lăzi
sărat	750 – 900	lăzi – butoaie
afumat	500 – 600	lădițe
congelat	700 – 900	stive – lăzi
conserve	600 – 700	lăzi
icre	450 – 700	butoaie – lădițe
LACTATE		
unt congelat	1000 – 1200	butoaie – lăzi
brânzeturi tari	600 – 750	pe stelaje
brânzeturi moi	500 – 600	cutii – lădițe
telemea	750 – 800	butoaie
lapte	300 – 400	navete – sticle
FRUCTE ȘI LEGUME		
fructe proaspete	450 – 500	lăzi – coșuri
legume proaspete	400 – 700	lăzi – coșuri
fructe și legume uscate	400 – 500	lăzi
fructe și legume congelate	500 – 800	lăzi – cutii
BĂUTURI		
bere	300 – 500	sticle – butoaie
vin	300 – 500	sticle – butoaie
sucuri	300 – 500	sticle - butoaie

Norme de încărcare recomandate pentru diverse produse alimentare (tone / m³)

Denumirea produsului	Încărcare [tone / m ³] neto
Carne de vită congelată - sferturi	0,40
Carne de vită congelată - jumătăți	0,35
Carne de oaie congelată	0,30
Carne de porc congelată	0,45
Carne congelată în bloc - cutii carton	0,65
Subproduse congelate în cutii de carton	0,60
Carne de iepure (lăzi de lemn)	0,28
Păsări (în lăzi de lemn)	0,38
Mezeluri (în lăzi de lemn)	0,40
Produse afumate	0,50
Unt (în lăzi de lemn)	0,70
Unt (în lăzi de placaj)	0,65
Unt topit și untură (în butoaie)	0,54
Untură (în lăzi)	0,65
Ouă (în lăzi de lemn)	0,32
Ouă (în cutii de carton)	0,28
Fructe proaspete (în lăzi de lemn)	0,35
Banane	0,18
Căpșuni	0,15
Lămâi	0,36
Mere	0,36
Pere	0,36
Piersici	0,26
Portocale	0,36
Struguri	0,18
Cartofi	0,36
Castraveți	0,18
Ceapă	0,30
Morcovi	0,36
Roșii	0,26
Varză	0,30
Conserve	0,60
Cașcaval (în lăzi)	0,45
Cașcaval (fără ambalaj)	0,55
Lapte praf (în saci)	0,60
Lapte praf (în cutii)	0,30
Pește congelat neambalat	0,35
Pește congelat în bloc	0,40
Pește congelat file	0,50
Pește congelat în butoaie	0,33
Diferite alimente	0,30

Entalpia specifică a unor produse alimentare în funcție de temperatură

Produsul	Entalpia h [kJ / kg]																
	-18	-15	-10	-5	-1	0	1	3	5	10	15	20	25	30	35		
Carne vită, păsări	4,6	12,97	30,13	57,34	186,2	232,3	235,6	241	248,2	264,5	280,4	296,7	312,6	329,0	354,5		
Carne ceie	4,6	12,55	29,70	55,60	179,5	223,9	227,2	233,5	239,8	255,3	271,2	287,7	302,6	318,5	344,0		
Carne porc	4,6	12,10	28,80	54,40	169,9	211,8	214,7	221,0	226,8	241,9	257,0	272,5	287,9	313,9	339,9		
Subproduse porc	5,0	13,80	33,00	62,70	204,2	261,2	306,4	271,6	278,7	295,9	313,5	331,1	348,6	365,8	383,0		
Carne desosată	5,0	13,30	31,30	59,80	194,2	242,7	246,1	252,8	259,5	275,8	292,6	309,3	325,6	342,4	367,9		
Pește slab	5,0	14,20	33,40	64,00	212,2	265,8	264,5	276,6	283,3	300,9	318,5	336,1	353,7	-	-		
Pește gras	5,0	14,20	32,60	61,50	199,6	249,0	252,8	259,5	266,2	283,3	300,5	317,2	334,4	-	-		
Fileu pește	5,4	14,60	34,70	66,90	224,7	281,7	285,4	292,6	300,1	318,1	336,5	354,9	372,9	-	-		
Ouă în coajă	4,1	10,40	22,60	41,40	233,9	237,3	240,2	246,3	252,8	268,7	284,6	300,1	316,0	-	-		
Ouă melanj	4,6	11,30	20,00	44,70	141,9	264,1	267,4	274,1	218,2	298,8	315,6	332,7	349,9	-	-		
Lapte	5,4	14,20	32,60	62,70	184,1	318,9	322,7	330,6	338,6	358,3	378,4	398,5	418,1	438,2	457,9		
Unt	4,1	10,80	22,60	36,80	83,70	92,90	95,40	102,1	108,4	126,4	146,9	171,6	-	-	-		
Unt topit	2,5	6,20	13,80	22,60	34,70	37,20	39,70	45,20	51,4	69,0	89,90	114,2	-	-	-		
Struguri, caise, cireșe	7,5	20,50	49,80	115,9	232,7	236,0	239,8	246,9	254,0	271,6	289,1	307,3	325,2	-	-		
Alte fructe	6,6	17,10	39,30	82,80	267,9	271,6	275,4	282,9	290,5	309,3	328,1	347,0	365,8	-	-		
Smântână, iaurt, chefir	-	-	-	-	-	0	3,80	9,45	19,37	38,36	55,20	73,70	95,80	110,6	-		
nghețată	7,1	19,70	46,90	105,3	224,4	227,4	230,8	238,1	245,5	264,0	277,8	294,3	311,0	328,0	344,6		

Obs: h = 0 la t = -20°C, excepție pentru smântână, iaurt, chefir la care h = 0 pentru t = 0°C.

Parametrii caracteristici refrigerării cărnii

Specia	Caracteristici tehnologice	Refrigerare cu vântare prealabilă	Refrigerare directă					
			lentă	rapidă într-o fază	rapidă în două faze (prin convecție)			
			radiație (cameră)	convecție (tunel)	în aceeași cameră	în camere diferite		
					faza I	faza II		
					faza I	faza II		
Carne de vită	Temperatura aerului [°C]	0...4	-	0...1	-4...-5	0	-4...-5	0
	Umiditatea relativă [%]			90...95				
	Viteza aerului [m / s]	-	-	1...3	2...3	0,3...0,5	2...3	0,3...0,5
	Durata [h]	36	-	20...22	4	16...18	4	16...18
	Pierderi în greutate [%]	-	-	1,06..1,96	-	-	-	-
Carne de porc fără slănină	Puterea frigorifică instalată [kJ / h · t]	-	-	12558	33488	2093	20930	2093
	Temperatura aerului [°C]	0...4	2	0...1	-8..-10	0	-8..-10	0
	Umiditatea relativă [%]			90...95				
	Viteza aerului [m / s]	-	convecție naturală	1...3	2...3	0,3...0,5	2...3	0,3...0,5
	Durata [h]	24	16	12...14	1,5..2,5	10...12	1,5...2,5	10...12
Puterea frigorifică instalată [kJ / h · t]	Pierderi în greutate [%]	2,5...3,5	1,25..1,3	1,4...2,1	0,7..1,25	0,7..1,25	1,25	1,25
		-	-	12558... 13794	41860	2903	25116	2093

7. Calculul depozitelor frigorifice

- 12 -

Pierderi în greutate în procesul de depozitare a cărnii

Produsul	Pierderi în greutate (%) după:		
	24 h	48 h	72 h
Carne de bovină îngrășată	0,35...0,40	0,55...0,62	0,65...0,72
Carne de bovină neîngrășată	0,45...0,50	0,65...0,62	0,75...0,80
Carne de vițel	0,50	0,70	0,80
Carne de porc nejuțuit	0,20...0,30	0,40...0,50	0,50...0,60
Carne de porc juțuit, cu slănină	0,30	0,50	0,60
Carne de porc fără slănină	0,40	0,50...0,60	0,70...0,80
Carne de ovine	0,40...0,50	0,60...0,70	0,70...0,80
Carne de miel	0,60	0,80	1,00

Pierderi în greutate în procesul de transport al cărnii

Produsul	Pierderi în timpul transportului (%) după:				
	6 h	12 h	24 h	48 h	72 h
Carne de bovine	0,4	0,4	0,5	0,7	0,8
Carne de porc	0,3	0,3	0,4	0,6	0,7
Carne de ovine	0,4	0,5	0,5	0,7	0,8
Carne de miel	0,8	1,0	1,2	1,4	1,5

Pierderi în greutate la congelarea cărnii cu refrigerare prealabilă

Specia	Temperatura aerului [°C]		Durata de congelare [h]	Pierderi în greutate [%]		
	medie	finală		la refrigerare	la congelare	totală
Carne de vită	- 20	- 35	20 - 30	2,06	1,06	3,12
Carne de porc cu slănină	- 18	- 30	15 - 17	1,1	0,6	1,7

Parametrii aerului în spațiile de depozitare a fructelor și legumelor

Produsul	Temperatura aerului [°C]	Umiditatea relativă a aerului [%]	Circulația aerului [recirc / h]	Aer proaspăt [recirc / h]
Afine	- 1...0	85...90	2...4	1...2
Banane verzi	11,5...14,5	90...95	2...4	1...2
Banane coapte	13...16	75...90	3...4	1...2
Caise	- 1...3	80...90	4...6	2...4
Căpșuni	- 0,5...1	75...90	2...4	1...2
Cireșe	- 1...0	75...90	4...6	2...4
Grapefruit	4...15	80...90	4...6	2...4
Lămâi verzi	11...14	80...90	4...6	2...4
Lămâi galbene	0...7	80...90	4...6	2...4
Mandarine	1...7	75...90	4...6	2...4
Mere	- 1...4	80...92	2...6	1...4
Mure	- 0,5...10	75...90	2...4	1...2
Pere	- 1,5...4	80...95	2...6	1...4
Piersici	- 1...1	80...90	4...6	2...4
Portocale	- 1...9	75...90	4...6	2...4
Prune	- 0,5...1	80...90	4...6	2...4
Struguri	- 1...0	80...92	2...6	1...2
Vișine	- 1...0	75...90	4...6	2...4
Zmeură	- 0,5...0,5	75...90	2...4	1...2
Ardei gras	0...10	85...90	2...4	1...2
Cartofi	3...4	80...90	6...8	4...5
Castraveți	7...11	85...95	2...4	1...2
Ceapă	- 3...1	65...90	6...8	4...5
Ciuperci	- 2...1	70...90	4...6	2...4
Conopidă	- 1...2	85...95	4...6	2...4
Dovlecei	0...5	85...95	2...4	1...2
Fasole verde	2...8	80...95	4...6	2...4
Gogoșari	0	85...90	2...4	1...2
Mazăre verde	1...2	80...90	4...6	2...4
Morcovi	- 1...1	80...90	4...6	2...4
Pepene galben	0...10	80...90	2...4	1...2
Roșii	1...13	95...90	4...6	2...4
Salată	0...1	85...95	4...6	2...4
Spanac	- 1...0	80...95	4...6	-
Sparanghel	0...1	85...95	4...6	2...4
Varză târzie	- 1...0	80...95	6...8	-
Varză Bruxelles	- 1...1	90...95	6...8	-
Vinete	7...10	85...90	-	-

Recirc / h = numărul de volume ale camerei frigorifice, recirculate pe oră

Căldura de respirație pentru fructe și legume

Denumire	kJ / (tone · 24 h) la temperatura [°C] de:					
	0	2	5	10	15	20
FRUCTE:						
Cireșe, vișine	1880	2970	4600	9200	15880	20900
Caise	1463	2300	4807	8780	13380	17140
Piersici	1630	1880	3510	7940	11290	15675
Prune	1840	3010	5643	10870	15880	20060
Pere timpurii	1254	2260	3970	5430	13800	23000
Pere târzii	920	1920	3550	8400	8360	18800
Mere timpurii	1590	1797	2720	5225	7940	10450
Mere târzii	920	1170	1800	2675	5016	6270
Struguri	840	1460	2090	3135	4180	6690
Căpșuni	4013	5430	7940	15050	20900	25900
Zmeură	7940	10030	14210	24240	50160	62700
Mure	5950	8780	11700	24240	37200	50160
Lămâi	840	1130	1670	2800	4050	5020
Portocale	920	1090	1630	3010	4800	5935
Grapefruit	920	1090	1300	2170	3680	4800
Banane verzi	-	-	4390	8440	11290	13380
Banane coapte	-	-	5020	10030	14210	20900
LEGUME:						
Sparanghel	5430	6270	7315	13800	24035	31350
Spanac	7106	10240	17140	26960	45140	77330
Salată verde	3344	3760	4390	8780	16300	29260
Fasole verde	6900	7100	10450	17760	35530	49740
Mazăre verde	8990	12330	16300	23000	39700	55600
Castraveți	1756	2090	2930	5225	10450	15050
Roșii	1505	1670	2300	3550	7520	8780
Conopidă	5430	6060	6700	11910	22360	34700
Ciuperci	10450	11290	13800	21730	41800	54760

**Coefficientul de penetrabilitate (trecere) a vaporilor
prin materialele izolatoare folosite în construcție**

Materialul	Densitatea [kg / m ³]	Coefficientsul de penetrație a vaporilor	
		[kg/mh-MPa]	[g / (m-h-mm-coiffig)]
Zidărie din cărămidă obișnuită de argilă arsă, pe bază de mortar	1800	0,105	0,014
Beton armat și beton din pietriș	2500	0,030	0,004
Tencuială din ciment nisipos	1800	0,075	0,01
Tencuială din ciment nisipos cu var	1700	0,105	0,013
Beton perlitic	600 ... 800	0,3... 0,26	0,04 ... 0,035
Beton de verzuzit	400	0,338	0,045
- " -	600 ... 800	0,26 ... 0,19	0,035 ... 0,025
Beton spongios	600	0,173	0,023
- " -	500	0,195	0,026
- " -	400	0,226	0,030
- " -	300	0,262	0,035
Sticlă spongioasă	300 ... 400	0,023	0,003
Plăci minerale dure din straturi de bitum	300 ... 400	0,415 ... 0,338	0,055 ... 0,045
Plăci izolatoare de turbă	170 ... 250	0,188	0,025
Plăci din polistiren	70 ... 200	0,045	0,006
- " -	45 ... 80	0,053	0,007
- " -	20 ... 30	0,023	0,003
Plăci din policlorură de vinil	90... 130	0,060	0,008
Plută	250	0,038	0,005
Plăci din rășini fenolice	50	0,053 .. 0,075	0,007... 0,010
Plută expandată	150	0,045	0,006
Poliuretan spongios întărit	50 ... 60	0,015... 0,026	0,002 ... 0,0035
Mipora	15	0,385 ... 0,435	0,050... 0,058