

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA ZONEI PLATFORMEI CĂII
DIN PUNCT DE VEDERE AL PROTECȚIEI ÎMPOTRIVA ÎNGHEȚULUI, indicativ NP-095-04**

1. GENERALITĂȚI

1.1 Obiect

Prezentul normativ cuprinde condițiile tehnice de proiectare ale terasamentelor de cale ferată din punct de vedere al protecției împotriva înghețului a materialelor din zona platformei căii.

Prezentul normativ cuprinde condițiile tehnice referitoare la:

- stabilirea adâncimii de îngheț în zona platformei căii;
- stabilirea sensibilității la îngheț a pământurilor.

1.2 Domeniu de aplicare

Prevederile prezentului normativ se aplică la proiectarea lucrărilor la următoarele categorii de linii de cale ferată aparținând infrastructurii feroviare publice:

- linii noi;
- linii existente la care se execută lucrări de reparații capitale ale terasamentelor;
- linii existente la care se execută lucrări de reabilitare sau modernizare a infrastructurii.

1.3 Clasa de risc și categoria de importanță

Terasamentele de cale ferată se încadrează în clasa de risc 1B, conform OMT 290/2000 și sunt construcții de importanță deosebită conform HG 766/1997.

1.4. Documente de referință

1.4.1. Documentele prezentate la punctele 1.4.2, 1.4.3, 1.4.4, 1.4.5, și 1.4.6 sunt documentele în vigoare la data elaborării prezentului normativ, care conțin referiri privitoare la comportarea la îngheț-dezghet a terasamentelor de cale ferată. Orice revizuire sau modificare apărută după aprobarea prezentului normativ, atrage după sine modificări ale prevederilor respective din prezentul normativ.

1.4.2. Prescripții internaționale:

Fișa UIC 719 R-1994 - Ouvrages en terre et couches d'assise ferroviaires (Lucrări de pământ și straturi de fundație feroviare).

Fișa UIC 722 R-1990 - Méthodes d'amélioration de la plate-forme de lignes existantes (Metode de ameliorare a platformei căii pentru liniile existente).

CD S4 – Zeleznici Spodek (Infrastructura Căii Ferate)

1.4.3. Documente de referință legislative:

- Legea nr. 10/1995 - Calitatea în construcții.
- Legea nr. 137/1995 - Legea protecției mediului.
- Legea nr. 90/1996 – Legea protecției muncii.
- Legea nr. 107/1996 - Legea apelor.
- HG 766/1997 – Hotărâre pentru aprobarea unor regulamente în construcții
- HG 964/1998 - Hotărâre pentru aprobarea clasificății și a duratelor normale de funcționare a mijloacelor fixe.
- OMT 290/2000 – Ordinul ministrului transporturilor privind admiterea tehnică a produselor/serviciilor destinate a fi utilizate în activitățile de construire, modernizare,

întreținere și reparare a infrastructurii feroviare și a materialului rulant, pentru transportul feroviar și cu metroul.

1.4.4 Standarde române

- STAS 662-89 – Agregate naturale de balastieră
- STAS 730-89 – Agregate naturale pentru lucrări de căi ferate și drumuri
- STAS 1242/1-89 - Teren de fundare. Principii generale de cercetare;
- STAS 1242/2-83 - Teren de fundare. Cercetări geologico-tehnice specifice traseelor de căi ferate, drumuri și autostrăzi;
- STAS 1243-88 - Teren de fundare. Clasificarea și identificarea pământurilor;
- STAS 1709/1- 90 – Adâncimea de îngheț în complexul rutier;
- STAS 1709/2 – 90 – Prevenirea și remedierea degradărilor din îngheț-dezghet;
- STAS 1913/1-82 -Teren de fundare. Determinarea umidității;
- STAS 1913/3-76 -Teren de fundare. Determinarea densității pământurilor;
- STAS 1913/4-86 - Teren de fundare. Determinarea limitelor de plasticitate;
- STAS 1913/5-85 - Teren de fundare. Determinarea granulozității;
- STAS 1913/6-76 - Teren de fundare. Determinarea permeabilității în laborator;
- STAS 2246 – 96 – Piatră spartă pentru balastarea liniilor de cale ferată
- STAS 3197/1 - 91 - Lucrări de cale ferată. Prisma căii;
- STAS 3949/1-1971 - Geologie tehnică. Terminologie;
- STAS 3950-81 - Geotehnica. Terminologie, simboluri și unități de măsură;
- STAS 4606-80 – Rezistența la îngheț-dezghet
- STAS 6054-77 - Teren de fundare. Adâncimi maxime de îngheț. Zonarea teritoriului Republicii Socialiste România;
- STAS 7582 - 91 - Lucrări de cale ferată. Terasamente. Prescripții de proiectare și verificare a calității;
- STAS 10849-85 - Lucrări de cale ferată. Infrastructura și suprastructura căii. Terminologie.

1.4.5. Normative:

- C 16-1984 - Normativ pentru realizarea pe timp friguros a construcțiilor și instalațiilor aferente;
- CD 125 - 1987 - Realizarea mecanizată a terasamentelor de cale ferată.
- NE 012-1999 – Cod de practică pentru executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat

1.4.6. Instrucții:

- Instrucția 300 "Instrucția de întreținere a liniilor ferate";
- Instrucția 314 “Instrucția de norme și toleranțe pentru construcția și întreținerea căii – Linii cu ecartament normal”
- Instrucția 317 “Instrucția pentru restricții de viteză și închideri de liniile”

1.5. Terminologie

În prezentul normativ s-a utilizat terminologia conform STAS 1243-88, STAS 3197/1-2, STAS 3949-91, STAS 3950-81, STAS 7582-91, STAS 10849-85 și STAS 1709/1–90 și 1709/2–90 precum și fișei UIC 719R.

Adâncimea de îngheț - nivelul cel mai coborât, măsurat de la NST, până la care apa de calcul interstițială se transformă în gheață. Ea se stabilește pentru o probabilitate prestabilită de 6 ani, 10 ani sau 30 de ani;

Banchetă - porțiune din platforma căii cuprinsă între piciorul taluzului prismeii căii și marginea platformei căii;

Coeficientul de umflare la îngheț	- reprezintă raportul exprimat în procente, între sporul de înălțime al probei supusă înghețului la un moment dat, Δh_t , în mm, și adâncimea de pătrundere a înghețului la același moment, Z_t , în mm;
Debleu	- săpătură deschisă, de formă regulată, executată sub nivelul terenului natural;
Indicele de îngheț	indicator convențional al asprimii unei ierni a cărui valoare numerică este egală cu: - valoarea absolută a sumei algebrice a temperaturilor medii zilnice, înregistrate în perioada cuprinsă între prima și ultima zi cu temperaturi medii negative, dacă această sumă are valoare negativă; - „0” dacă suma algebrică a temperaturilor medii zilnice are valoare pozitivă. Indicele de îngheț se exprimă în °C x zile;
Indicele de consistență	- reprezintă raportul între diferența dintre limita de curgere W_L și umiditatea naturală W și indicele de plasticitate I_p , este dat de relația: $I_C = \frac{W_L - W}{I_p}$
Indicele de plasticitate	- reprezintă intervalul de umiditate în care pământurile se află în stare plastică, este dat de relația: $I_p = W_L - W_p$, în care: - W_L – limita superioară de plasticitate, - W_p – limita inferioară de plasticitate;
Prisma căii	- parte componentă a suprastructurii căii în care se înglobează traversele, alcătuită de regulă din piatră spartă;
Pământ insensibil la îngheț	-este considerat tipul de pământ care nu își modifică structura și proprietățile și nu produce deranjamente ale nivelului transversal și longitudinal al liniei;
Pământ sensibil la îngheț	- pământuri care, în urma fenomenului de îngheț- dezgheț își modifică structura și proprietățile, fapt care duce la apariția deranjamentelor la nivelul transversal și longitudinal al liniei;
Platforma căii	- fața superioară a substratului căii ce separă infrastructura de suprastructura căii;
Rambleu	- umplutură de formă regulată, executată din pământ sau alte materiale servind la realizarea platformei căii;
Stratul de formă	- strat de grosime variabilă (care se dimensionează), situat la partea superioară a terasamentului, component al zonei platformei căii;
Substratul căii	- stratul de material necoeziv amplasat între prisma căii și stratul de formă;
Taluz de rambleu	- fața înclinată a unui rambleu;
Taluz de debleu	- fața înclinată a unui debleu;

- Teren de bază - terenul pe care este construit rambleul sau în care este săpat debleul;
- Zona platformei căii - zonă cuprinsă între baza stratului de formă și prisma căii (stratul de formă + substratul căii).

- 1.6 Prescurtări
 - c.f. - cale ferată;
 - NST – nivelul superior al traversei;

2. CONSIDERAȚII GENERALE

- 2.1 Înghețul materialului din zona platformei căii se poate produce:
- în substratul căii;
 - atât în substratul sub fața superioară a terasamentelor;
 - căii cât și sub fața superioară a terasamentelor.
- Înghețul materialului de sub fața superioară a terasamentelor se poate produce atunci când:
- adâncimea de îngheț se află sub nivelul feței superioare a terasamentelor și sub fața superioară a terasamentelor se află un pământ sensibil sau foarte sensibil la îngheț;
 - nivelul apelor subterane sau provenind de la alte surse de apă se află în zona de îngheț.
- Înghețul în zona substratului căii se produce atunci când:
- adâncimea de îngheț se află sub nivelul platformei căii;
 - prin acumularea de material fin în substratul căii, materialul rezultat intră în categoria de pământ sensibil sau foarte sensibil;
 - nivelul apelor subterane sau provenind de la alte surse de apă se află în zona de îngheț.
- 2.2 În timpul fenomenului de îngheț, are loc creșterea volumului materialului înghețat din zona platformei căii. Această creștere de volum conduce la modificări neuniforme la nivel atât în sens longitudinal cât și transversal al căii. Aceste modificări la nivel, cunoscute sub denumirea de umflături din îngheț, impun reducerea vitezei maxime de circulație (Instrucția 317, anexa 1).
- 2.3 În procesul de dezgheț scade capacitatea portantă a platformei căii producându-se – ca și în procesul de îngheț-dezgheț – modificări neuniforme la nivel, atât în sens longitudinal cât și în sens transversal, ale căii. Aceste modificări au efecte nedorite asupra siguranței circulației.

3. PRESCRIȚII DE CALCUL

- 3.1 Stabilirea adâncimii de îngheț
- 3.1.1. În analiza proceselor de îngheț-dezgheț a materialelor din zona platformei căii, condițiile climaterice sunt luate în considerație prin indicele de îngheț. Valorile indicelui de îngheț sunt funcție de altitudine, latitudine, puritatea aerului, curenții de aer, etc.
- 3.1.2 Valorile indicelui de îngheț se stabilesc pe baza izoliniilor din hărțile de zonare a teritoriului României conform STAS 1709/1 astfel:
- I_{\max}^{30} - reprezintă indicele de îngheț maxim dintr-o perioadă de 30 de ani - conform fig. 3 din STAS 1709/1;
 - $I_{med}^{3/30}$ - reprezintă media aritmetică a valorilor indicilor de îngheț din cele mai aspre 3 ierni dintr-o perioadă de 30 de ani – conform fig. 4 din STAS 1709/1.

- $I_{med}^{5/30}$ - reprezintă media aritmetică a valorilor indicilor de îngheț din cele mai aspre 5 ierni dintr-o perioadă de 30 de ani – conform fig. 5 din STAS 1709/1;

Pentru liniile de cale ferată situate în zone de munte (porțiunile hașurate de pe hărțile din fig. 3-5 STAS 1709/1), indicele de îngheț se alege corespunzător stației meteorologice din localitatea cea mai apropiată față de traseul liniei de cale ferată.

3.1.3. Valoarea indicilor de îngheț de calcul pentru stațiile meteorologice existente pe teritoriul României sunt conform tabelului 1.

Tabelul 1

Nr. crt	Stația meteorologică din localitatea	Indicii de îngheț de calcul în °C x zile pentru		
		I_{max}^{30}	$I_{med}^{5/30}$	$I_{med}^{3/30}$
1	Adamclisi	374	328	264
2	Alexandria	521	465	410
3	Bârlad	636	559	530
4	Brașov	700	629	573
5	Câmpulung Muscel	472	433	376
6	Câmpulung Moldovenesc	741	720	689
7	Cluj Napoca	696	653	373
8	Corugea	483	420	353
9	Craiova	541	438	372
10	Deva	460	448	376
11	Drobeta Turnu Severin	367	293	232
12	Fundulea	570	473	407
13	Grivița	527	453	387
14	Huedin	636	537	493
15	Iași	669	649	611
16	Întorsura Buzăului	786	717	661
17	Miercurea Ciuc	1030	944	913
18	Ocna Șugatag	633	590	515
19	Oradea	534	472	370
20	Petroșani	469	422	376
21	Pitești	435	378	318
22	Predeal	752	710	678
23	Rădăuți	849	833	783
24	Roman	715	708	682
25	Satu Mare	687	614	523
26	Sibiu	574	542	482
27	Sînnicolau	508	464	361
28	Suceava	750	734	708
29	Timișoara	478	429	319
30	Târgu Jiu	441	396	348
31	Târgu Mureș	749	666	575
32	Târgu Secuiesc	815	727	677
33	Valea Călugărească	425	343	283

Tabelul 1 este în conformitate cu tabelul 2 din STAS 1709/1.

3.1.4. Adâncimea de îngheț de calcul (h_{inghet}) pentru zona platformei căii se stabilește pe baza indicelui de îngheț cu formula:

$$h_{inghet} = g \times \sqrt{I};$$

În care:

h_{inghet} = adâncimea de îngheț de calcul, măsurată în cm;

I = indicele de îngheț stabilit conform punctului 3.1.2;

g = coeficient de calcul.

Valoarea calculată se rotunjește la 5 cm, în plus.

Valorile lui g și I au valorile din tabelul 2, fiind stabilite după tipul și importanța liniei.

Tabel 2

Categoria liniei		g	I
Linii noi	Linii c.f. magistrale și principale*	5	I_{\max}^{30}
	Linii c.f. secundare*	5	$I_{med}^{3/30}$
	Alte linii c.f.	4,5	$I_{med}^{3/30}$
Linii existente	Linii c.f. pentru circulație cu $V > 160$ km/h	5	$I_{med}^{3/30}$
	Linii c.f. pentru circulație cu $V \leq 160$ km/h	4,5	$I_{med}^{3/30}$
	Alte linii c.f.	4,5	$I_{med}^{5/30}$

* Încadrarea în linii magistrale, principale și secundare se face de către gestionarul infrastructurii feroviare.

3.2. Gradul de sensibilitate la îngheț al pământurilor

3.2.1 Evaluarea gradului de sensibilitate la îngheț se referă la pământuri și pământurile stabilizate întâlnite în alcătuirea zonei platformei căii. Este bine să fie considerate sensibile la îngheț și rocile stâncoase, care prin influența apei își modifică duritatea sau își pierd caracterul de rocă dură.

3.2.2 După gradul lor de sensibilitate la îngheț pământurile pot fi:

- insensibile la îngheț;
- sensibile la îngheț;
- foarte sensibile la îngheț.

3.2.2.1 În cazul pământurilor având peste 90% fracțiuni mai mici de 2 mm, gradul de sensibilitate la îngheț se stabilește pe baza indicelui de plasticitate și a curbei granulometrice conform tabelului 3.

3.2.2.2 În cazul pământurilor având sub 90% fracțiuni mai mici de 2 mm, gradul de sensibilitate la îngheț, se stabilește pe baza indicelui de plasticitate și a curbei granulometrice corespunzătoare fracțiunilor mai mici de 2 mm, conform tabelului 3.

Tabelul 3

Nr. crt.	Gradul de sensibilitate la îngheț a pământurilor	Denumirea pământului conform STAS 1243	Indicele de plasticitate I_p	Granulozitate	
				Diametrul particulelor (mm)	Procente din masa totală a probei
1	Insensibile	Pietriș cu nisip	0	sub 0,002 sub 0,02 sub 0,1	sub 1 sub 10 sub 20
2	Sensibile	Pietriș cu nisip	sub 10	sub 0,002	1...6
		Nisip nisip prăfos		sub 0,02	10...20
		Argilă grasă		sub 0,1	20...40
				Conform STAS 1243	
3	Foarte sensibile	Nisip prăfos	între 10 și 25	sub 0,002 sub 0,02 sub 0,1	peste 6 peste 20 peste 40
		Prăf			
		Prăf nisipos Prăf nisipos argilos Prăf argilos			
		Argilă nisipoasă Argilă prăfoasă Argilă prăfoasă nisipoasă Argilă			

Observație – În cazul pământurilor care nu respectă toate condițiile de granulozitate din tabel, gradul de sensibilitate va fi determinat de conținutul de fracțiuni sub 0,002 mm.

3.2.2.3 Gradul de sensibilitate la îngheț al pământurilor mai poate fi apreciat și astfel:

- pe baza tabelului 4 în funcție de coeficientul de umflare la îngheț și de indicele de consistență, STAS 1709/3;
- prin poziția pe care o ocupă curba granulometrică aferentă acelei părți din material care se obține prin eliminarea fracțiunilor mai mari de 2 mm.

Tabelul 4

Gradul de sensibilitate la îngheț a pământurilor	Coefficientul de umflare la îngheț (C_u - %)	Indicele de consistență al pământului (I_c)
Insensibile	sub 2	Peste 0,75
Sensibile	2 8	0,50 0,75
Foarte sensibile	peste 8	Sub 0,50

Observație – În cazul în care cei doi parametri conduc la grade de sensibilitate diferite, se adoptă sensibilitatea la îngheț cea mai mare.

Sensibilitatea la îngheț depinde și de condițiile geologice, de natura elementelor constitutive (mineralogică, chimică, formă a particulelor) și de toleranțele geometrice admise pentru nivelul căii avute în vedere.

3.3. Regimul hidrogeologic și hidrologic din zona platformei căii

3.3.1 Regimul hidrogeologic și hidrologic pentru zona platformei căii depinde de :

- nivelul apelor subterane – caracterizat prin h_{as} - exprimat în cm;
- înălțimea ascensiunii capilare a apei subterane la saturarea totală a pământului cu apă - h_{sat} - exprimată în cm;
- adâncimea de îngheț - $h_{îngheț}$ - care se determină conform punctului 3.1.4.
- existența și starea dispozitivelor de colectare și evacuare a apelor de suprafață și subterane.

3.3.2. În funcție de nivelul apelor subterane față de NST (fig. 1) regimul hidrogeologic și hidrologic pentru zona platformei căii este:

- favorabil, dacă - $h_{as} \geq h_{îngheț} + 2h_{sat}$
- nefavorabil, dacă - $h_{îngheț} + h_{sat} < h_{as} < h_{îngheț} + 2h_{sat}$
- foarte nefavorabil, dacă - $h_{as} < h_{îngheț} + h_{sat}$.

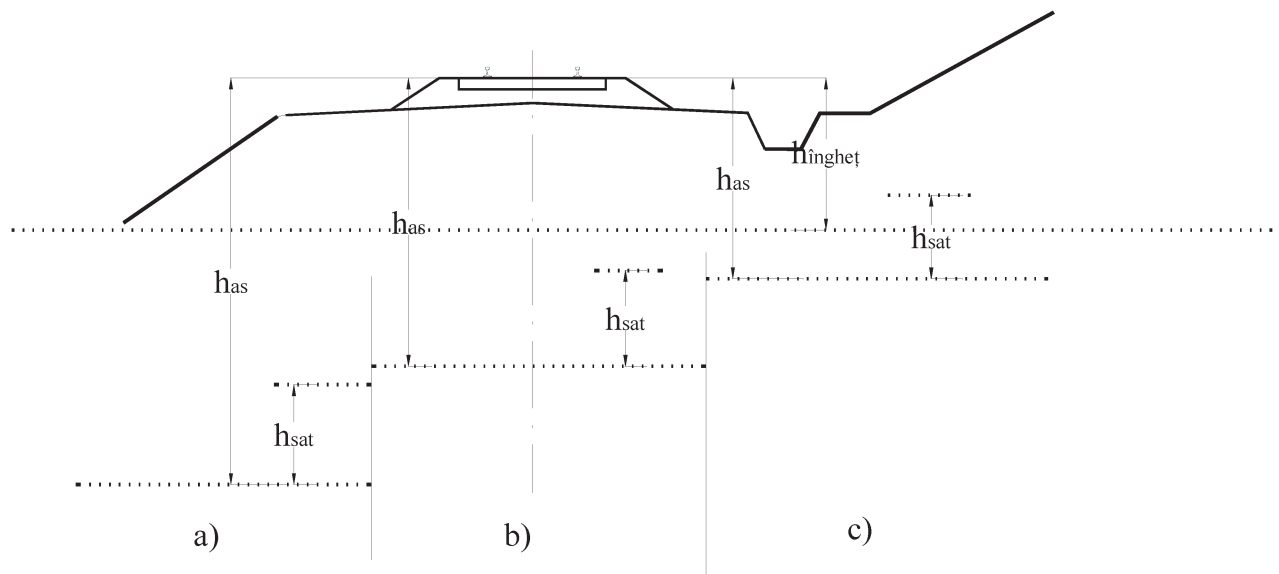


Figura 1

3.3.3 În cazul pământurilor coezive la care stabilirea nivelului apelor subterane este aproximativă, regimul hidrogeologic pentru zona platformei căii poate fi stabilit pe baza indicelui de consistență al pământului aflat sub fața superioară a terasamentelor:

- favorabil, dacă $I_c > 1,00$
- mediocru, dacă $0,70 < I_c < 1,00$
- nefavorabil, $I_c < 0,70$

3.3.4 Pe liniile existente, regimul hidrogeologic și hidrologic pentru zona platformei căii se determină la începutul primăverii și la sfârșitul toamnei, prin măsurători ale nivelului

apelor subterane și determinări de umiditate pentru pământul situat sub fața superioară a terasamentelor.

Urmărirea nivelului apelor subterane precum și celelalte investigații și studii geotehnice trebuie efectuate de către o unitate autorizată.

Pentru liniile noi, se poate considera că există amenajările pentru colectarea și evacuarea apelor și că starea lor este corespunzătoare.

4. PROTEJAREA ZONEI PLATFORMEI CĂII ÎMPOTRIVA ÎNGHEȚULUI

4.1 Diminuarea înghețului din zona platformei căii

4.1.1 Înghețul pământului din zona platformei căii poate fi diminuat substanțial, sau eventual eliminat dacă :

- se micșorează adâncimea de îngheț prin introducerea deasupra pământului sensibil sau foarte sensibil la îngheț, a unui strat de izolare termică de grosime corespunzătoare, astfel încât să nu se producă înghețul pământului sensibil sau foarte sensibil la îngheț;
- se înlocuiește pământul sensibil sau foarte sensibil la îngheț din zona supusă înghețului cu materiale granulare sau cu materiale tratate cu lianți, astfel încât să nu se producă înghețul pământului sensibil sau foarte sensibil la îngheț.

4.2. Materiale acceptate în zona platformei căii

4.2.1 În zona platformei căii sunt acceptate numai pământurile insensibile la îngheț.

4.2.2 Sunt acceptate și pământurile sensibile sau foarte sensibile la îngheț în zona platformei căii numai dacă se face tratarea lor cu lianți hidraulici.

4.2.3 Polistiren utilizat în conformitate cu soluția tehnică prevăzută:

- a. - straturi izolante din plăci de polistiren expandat așezate între două straturi de nisip în substratul căii;(pentru aplicarea acestei soluții sunt necesare studii privind rezistențele mecanice și permeabilitatea la vaporii de apă care condensează).
- b. - straturi izolante din plăci din spuma de polistiren extrudat de grosimi variabile. (Plăcile izolante trebuie să fie așezate la cel puțin 30 cm sub traversă, pe un strat filtrant de nisip sau un geotextil. Plăcile cu grosimea sub 10 mm trebuie acoperite cu un strat de minim 5 cm de nisip insensibil la îngheț, pentru a se evita străpungerea acestora.

4.3 Grosimi acceptate de înghețare ale pământului din zona platformei căii

4.3.1. În tabelul 5 sunt date, funcție de tipul pământului, categoria liniei și regimul hidrogeologic și hidrologic, adâncimile până la care se poate considera că înghețarea pământului nu produce daune în exploatarea liniei.

Tabelul 5

Regimul hidrogeologic și hidrologic	Grosimi acceptate de înghețare ale pământului din zona platformei căii h_{admis} (cm)					
	Pământuri foarte sensibile la îngheț			Pământuri sensibile și insensibile la îngheț		
	CATEGORIA LINIEI					
	A	B	C	A	B	C
favorabil	30	40	50	50	60	70
mediocru	15	30	40	40	50	60
nefavorabil	0	15	30	30	40	50

În care: A – linii c.f. magistrale și principale cu $120 < V \leq 160$ km/h;

B – linii c.f. magistrale și principale cu $V \leq 120$ km/h

C – linii c.f. secundare, alte linii din stații.

4.4. Caracteristicile de izolare termică ale materialelor

4.4.1 Protejarea zonei platformei căii împotriva înghețului este asigurată atunci când grosimea pământului înghețat (h_{admis}) stabilită în corelație cu gradul de sensibilitate al acestuia la îngheț, categoria de linie și regimul hidrogeologic al apelor nu depășește valorile din tabelul 5.

4.4.2 Protejarea zonei platformei căii împotriva înghețului se realizează, prin substat, realizat de regulă printr-un strat de pietriș cu nisip, insensibil la îngheț, de grosime suficientă, amplasat între prisma căii și fața superioară a terasamentelor.

4.4.3 Grosimea stratului de protecție din pietriș cu nisip (h_{sp}) se stabilește cu relația:

$$h_{\text{sp}} \geq h_{\text{îngheț}} - (h_{\text{traversă}} + h_{\text{piatră spartă}} + h_{\text{admis}})$$

4.4.4 Dacă îndeplinește numai funcția de protecție împotriva înghețului, stratul de pietriș cu nisip, poate fi înlocuit cu un strat din alt material cu proprietăți de izolare termică mai bune.

Grosimea unui asemenea strat se stabilește cu relația:

$$h_{\text{str}} = h_{\text{pn}} \times \frac{\lambda_{\text{str}}}{\lambda_{\text{pn}}}$$

h_{str} – grosimea stratului proiectat în cm,

h_{pn} – grosimea stratului din pietriș cu nisip în cm,

λ_{str} , λ_{pn} conductibilitățile termice ale stratului proiectat și ale stratului de pietriș cu nisip

În tabelul 6 sunt date valorile conductibilităților termice pentru principalele materiale ce pot fi utilizate la realizarea zonei platforme căii.

Tabelul 6

Nr. crt	Materialul	λ W/mK
1	Pietriș cu nisip	2,30
2	Piatră spartă și piatră spartă reciclată	2,00
3	Pământ stabilizat	1,75
4	Beton de ciment	2,55
5	Balast stabilizat cu ciment	1,75
6	Balast de râu	2

4.4.5 În cazul folosirii pământului stabilizat în zona platformei căii, stratul din pământ stabilizat se execută pe întreaga lățime a platformei de pământ (până la șanț, respectiv până la taluzul de rambleu). Dacă scurgerea apelor se realizează cu rigole, stratul din pământ stabilizat se va executa până la această rigolă. Distanța minimă față de axul căii ferate va fi 2m.

4.5 Alegerea grosimii substratului căii

4.5.1 Ca grosime a substratului căii se alege cea mai mare valoare dintre grosimea rezultată din calculul pentru asigurarea portanței platformei căii și grosimea rezultată din calculul pentru asigurarea protecției împotriva înghețului.

5 EXEMPLU DE EVALUARE A PROTECȚIEI ZONEI PLATFORMEI CĂII ÎMPOTRIVA EFECTELOR NEFAVORABILE ALE ÎNGHEȚULUI

5.1 Protecția necesară a zonei platformei căii împotriva efectelor nefavorabile ale înghețului se exprimă prin grosimea stratului protector din material granular (pietriș cu nisip).

5.2 Protecția necesară a zonei platformei căii împotriva efectelor nefavorabile ale înghețului presupune cunoașterea următoarelor date:

- categoria liniei;
- indicele de îngheț al zonei, conform tabelului 2;
- tipul de pământ din zona platformei căii;

- indicele de consistență al pământului (I_c) din zona platformei căii, (necesar la stabilirea regimului hidrogeologic pentru zona platformei căii;
 - grosimile straturilor portante;
 - tipurile de materiale ce intră în componența straturilor portante;
 - coeficienții de conductibilitate termică ai materialelor din straturile portante.
- 5.3 Exemplu de dimensionare a straturilor portante pentru asigurarea protecției împotriva înghețului a pământurilor din zona platformei căii
- 5.3.1. Pentru zona geografică în care se înscrie traseul analizat, se extrage indicele de îngheț conform punctelor 3.1.2 și 3.1.3.
- 5.3.2. Se determină adâncimea de îngheț conform punctului 3.1.4.
- 5.3.3. Se stabilește regimul hidrogeologic și hidrologic al zonei platformei căii pe baza poziției apei freatice sau a indicelui de consistență I_c al pământului din zona platformei căii (conform punctului 3.3) și pe baza stării amenajărilor pentru colectarea și evacuarea apelor.
- 5.3.4. Se stabilește grosimea admisă de înghețare (h_{admis}) în funcție de :
- tipul liniei;
 - regimul hidrogeologic și hidrologic;
 - tipul de pământ din punct de vedere al sensibilității al îngheț, conform tabelului 5.
- 5.3.5. Se dimensionează grosimea straturilor de protecție (h_{sp}) insensibile la îngheț astfel ca:

$$h_{sp} \geq h_{ingheț} - (h_{traversă} + h_{piatră\ spartă} + h_{admis}) \quad (\text{cm})$$

Date de intrare

- a) - linie de categoria A
- b) - indicele de îngheț $I_{max}^{30} = 500^\circ\text{C} \times \text{zi}$
- c) - adâncimea de îngheț – $h_{ingheț} = g \times \sqrt{I} = 5 \times \sqrt{500} = 112\text{cm}$
- d) - argilă nisipoasă foarte sensibilă la îngheț
- e) - $I_c = 0,75$ – regim hidrogeologic mediocru
- f) - din a,d,e rezultă $h_{admis} = 15\text{ cm}$
- g) - grosimea traversei 20 cm
- h) - grosimea stratului de piatră spartă de sub talpa traversei 30 cm

$$h_{sp} \geq 112 - (20+30+15), \text{ respectiv}$$

$$h_{sp} \geq 47\text{ cm}$$

În cazul în care stratul de pietriș cu nisip ar fi înlocuit cu un strat de balast stabilizat cu ciment (a se vedea conductibilitățile termice din tabelul 5) grosimea lui s-ar reduce cu

$$\text{valoarea raportului } \frac{\lambda_{balast}}{\lambda_{pn}} = \frac{1,75}{2,3} = 0,76$$

$$\text{Rezultă } h_{sp} = h_{pn} \frac{\lambda_{balast}}{\lambda_{pn}}, \text{ sau}$$

$$h_{sp} = 47 \times 0,76 = 36\text{ cm}$$

Sau dacă s-ar înlocui cu un amestec de piatră spartă reciclată și materiale granulare naturale:

$$h_{sp} = h_{pn} \frac{\lambda_{psreciclată}}{\lambda_{pn}}$$

$$h_{sp} = 47 \times \frac{2}{2,3} = 47 \times 0,87 = 41\text{ cm}$$

- 5.4. Exemplu de determinare al regimului hidrogeologic și hidrologic pentru zona platformei căii
- 5.5 Determinarea regimului hidrogeologic și hidrologic pentru zona platformei căii presupune cunoașterea :
- nivelului apelor subterane h_{as} ;
 - tipului de pământ din zona platformei căii;
 - înălțimii ascensiunii capilare a apei subterane la o saturație completă cu apă h_{sat} ;

- indicelui de îngheț I al zonei;
- adâncimii de îngheț $h_{\text{îngheț}}$;
- existenței și stării amenajărilor pentru colectarea și evacuarea apelor.

Date de intrare:

- nivelul apei subterane $h_{\text{as}} = 180$ cm (măsurat de la nivelul superior al traversei);
- zona platformei căii este formată din argilă cu o plasticitate medie ;
- înălțimea ascensiunii capilare a apei de subterane (la o saturație completă cu apă) $h_{\text{sat}} = 200$ cm ;
- indicele de îngheț $I = 400^{\circ}\text{C} \times \text{zi}$;
- adâncimea de îngheț $h_{\text{îngheț}} = 90$ cm .

Din poziția reciprocă h_{as} , $h_{\text{îngheț}}$, și a valorii h_{sat} reiese că:

$$h_{\text{as}} < h_{\text{îngheț}} + h_{\text{sat}}$$

$$180 \text{ cm} < 90 \text{ cm} + 200 \text{ cm}$$

deci regimul hidrogeologic din zona platformei căii este nefavorabil.