

**PROIECT**

**Normativ pentru**

**remedierea și reciclarea îmbrăcăminților asfaltice**

**utilizând surse de căldură în infraroșu**

## **Cuprins**

### **1.Generalități**

**1.1. Obiect și domeniu de utilizare**

**1.2.Prescripții generale**

**1.3.Definiții și terminologie**

**1.4. Referințe**

### **2.Prescripții generale de execuție**

**2.1.Utilaje, unelte, aparate de măsură și control**

**2.2.Materiale**

**2.3.Proces tehnologic, prezentarea defecțiunilor și modul de remediere  
cu tehnologia IR**

**2.3.1. Proces tehnologic**

**2.3.2. Prezentarea defecțiunilor**

### **3.Controlul calității lucrărilor**

**3.1.Controlul calității materialelor**

**3.2 Controlul procesului tehnologic**

### **4.Recepția lucrărilor**

### **5.Măsuri de SSM și PSI**

## 1.Prevederi generale

### 1.1. Obiect și domeniu de utilizare

Prezentul normativ se aplică la întreținerea drumurilor cu îmbrăcămînți rutiere moderne, prin remedierea și reciclarea îmbrăcămînților asfaltice utilizând surse de căldură în infraroșu.

Tehnologia de încălzire cu raze infraroșii este o metodă care permite:

–repararea îmbrăcămînții asfaltice în orice sezon, inclusiv în condiții de umiditate și temperaturi scăzute

–reciclarea la cald ”in situ” a îmbrăcămînților asfaltice bituminoase

Prezentul normativ definește tipurile de defecțiuni ce apar la îmbrăcămînțile rutiere, ce pot fi remediate utilizând surse de căldură în infraroșu, cu indicarea cauzelor care le pot provoca și a procesului tehnologic de remediere.

### 1.2.Prescripții generale

Defecțiunile îmbrăcămînților rutiere bituminoase la care se poate utiliza tehnologia IR sunt prezentate în tabelul 1, grupate în funcție de locul de apariție.

**Tabelul 1**

Nr. crt.	Grupa defecțiunilor	Tipul defecțiunii
1	Defecțiuni ale îmbrăcămînții structurii rutiere (D.I.S.R.)	Peladă Văluriri și refulări Suprafață încrețită Praguri
2	Defecțiuni ale structurii rutiere (D.S.T.R.)	Fisuri și crăpături Făgașe longitudinale Gropi
3	Defecțiuni ale complexului rutier (D.C.R.)	Tasări locale

Clasificarea defecțiunilor îmbrăcămînților rutiere bituminoase în funcție de urgențele de remediere este dată în tabelul 2.

Urgențele de remediere a defecțiunilor din tabelul 2 țin seama de efectul lor asupra desfășurării normale a traficului rutier, modul în care afectează siguranța circulației și de influența lor asupra comportării în exploatare a îmbrăcămînților rutiere bituminoase.

**Tabelul 2**

Urgența	Gradul defecțiunii	Tipul defecțiunii
1	Defecțiuni grave	Văluriri și refulări mari Praguri Gropi Tasări locale Făgașe longitudinale avansate
2	Defecțiuni mijlocii	Peladă Suprafață încrețită Văluriri și refulări în stare incipientă Fisuri și crăpături Rupturi de margine Făgașe longitudinale incipiente

Defecțiunile îmbrăcăminților rutiere bituminoase se datorează în general următoarelor grupe de cauze:

- exploatarea lor sub un trafic intens și greu;
- capacitate portantă a complexelor rutiere necorespunzătoare;
- calitatea necorespunzătoare a materialelor utilizate pentru construcție;
- execuția lucrărilor în condiții de calitate îndoielnică;
- condiții de exploatare agresive neluate în calcul la proiectare;
- lipsă de întreținere adecvată condițiilor climaterice, de trafic și duratei de exploatare.

Grupele de cauze: calitatea materialelor, execuția lucrărilor și activitățile de întreținere, au o influență mai mult sau mai puțin importantă asupra majorității tipurilor de defecțiuni. Pentru evitarea apariției defecțiunilor la îmbrăcămințile rutiere bituminoase, în scopul asigurării unei viabilități corespunzătoare a drumurilor se impune ca la construcția și întreținerea drumurilor să se urmărească:

- utilizarea unor materiale cu caracteristici corespunzătoare, conform standardelor și normativelor în vigoare;
- executarea unor lucrări de foarte bună calitate, cu respectarea strictă a tehnologiilor prescrise de normative și a parametrilor prevăzuți în proiecte;
- întreținerea drumurilor prin lucrări de calitate, executate la timp, urmărindu-se asigurarea unui caracter preventiv activității de întreținere.

În ceea ce privește grupele de factori: trafic, capacitate portantă și condițiile de exploatare și mediu înconjurător, se remarcă influența acestora îndeosebi asupra defecțiunilor structurii rutiere și ale complexului rutier. Pentru prevenirea degradării drumurilor datorită acțiunii acestor factori se impune:

- dimensionarea corespunzătoare a complexului rutier pentru asigurarea preluării în bune condiții a sarcinilor din trafic, în special din traficul greu în condițiile de exploatare date;
- protejarea straturilor rutiere și a pământului din patul drumului de acțiunea apelor prin luarea măsurilor necesare pentru evacuarea acestora și etanșarea îmbrăcăminții;
- rezistența la îngheț-dezghet;
- ranforsarea complexelor rutiere cu durată de exploatare depășită;
- controlul traficului din punct de vedere al tonajului.

### 1.3. Definiții și terminologie

Tehnologia de remediere a defecțiunilor la îmbrăcămințile rutiere bituminoase și reciclarea "in situ" la cald a asfaltului prin utilizarea surselor de încălzire cu raze infraroșii, numită în continuare Tehnologia IR, are la baza combinarea după caz a următoarelor operații:

-Pregătirea suprafeței: Curățarea suprafeței prin măturare, periere și eliberare de bulgări de pământ, pietre, etc., după caz eliminarea apei și uscarea prealabilă cu ajutorul panoului radiant, marcarea cu cretă a zonei ce urmează a se remedia.

-Termoprofilare: Încălzirea îmbrăcăminții bituminoase în mod controlat (fără degradare termică) până la o temperatură de 160-180 °C, în profunzime 6- 8 cm până ce materialul devine prelucrabil și lipsit de umiditate, precum și refacerea profilului acesteia prin scarificare, completare după caz cu material de adaos, nivelare și recompactare.

-Fuziune: Încălzirea marginii stratului vechi de îmbrăcămințe asfaltică, scarificare după caz și fuziunea acestuia cu stratul nou prin compactare.

-Termoregenerarea: Regenerarea "in situ" la cald a mixturii asfaltice din zona defectului prin adăugare de agent de reîntinerire și omogenizare cu mixtura asfaltică scarificată.

-Reîntinerire mixtură asfaltică: Îmbunătățirea caracteristicilor bitumului degradat datorită fenomenului de îmbătrânire.

-Brichetare/Mărunțire: Operație de turnare a mixturii asfaltice în forme sau de mărunțire a mixturii asfaltice proaspete turnată și răcită.

-Corectare: Reciclare rece sau la cald "in situ" sau în stații a mixturii asfaltice reciclate folosită pentru adaos sau prelevată din zona defectă prin adaos de agregate naturale, aditiv, bitum și/sau agent de întinerire

-Reîncălzire mixtura asfaltică stocabilă: Încălzirea în reciclatorul mobil a mixturii asfaltice stocabile la rece în vederea punerii în operă la cald ca material de adaos

## 1.4. Referințe

Legea 10/1995 privind calitatea în construcții și regulamentele de aplicare ale acesteia

Legea 319/2006 privind protecția și securitatea muncii

Normativ AND indicativ 540: 2002 "Normativ pentru evaluarea stării de degradare a îmbrăcămișilor bituminoase pentru drumuri cu structuri rutiere suplă și semirigide"

Normativ AND indicativ 547: 1998 "Normativ pentru prevenirea și remedierea defecțiunilor îmbrăcămișilor rutiere moderne"

Normativ AND indicativ 532:1997 "Normativ privind reciclarea la rece a îmbrăcămișilor rutiere"

Normativ NE-026:2004 Normativ privind reciclarea la cald a îmbrăcămișilor rutiere bituminoase  
CD 155:2001 "Instrucțiuni tehnice departamentale privind determinarea stării tehnice a drumurilor moderne"

DD 509:2003 "Instrucțiuni tehnice departamentale pentru prepararea la cald a mixturilor asfaltice din mixturi recuperate"

SR 4032-1:2001 "Lucrări de drumuri - Terminologie"

Normativ AND ind. 605:2013 "Mixturi asfaltice executate la cald. Condiții tehnice privind proiectarea, prepararea și punerea în operă"

Directiva "Mașini" 2006/42/CE

SR EN 746-2 Echipamente pentru procese termice industriale. Partea 2: Cerințe de securitate referitoare la sistemele de manipulare și de ardere a combustibililor.

## 2.Prescripții generale de execuție

### 2.1.Utilaje, unelte, aparate de măsură și control

-\*Panou radiant pentru încălzire controlată a îmbrăcămișilor asfaltice defecte

-\*Termocontainer pentru transport cu posibilitate de menținere a temperaturii mixturii asfaltice calde

-\*Reciclator mobil de tip container sau cu tambur pentru încălzire și corectare mixturi asfaltice

-Cilindru sau placă vibrocompactoare

-Pompă pentru pulverizare agent de întinerire

-Roabă

-Unelte de mână ( mături, perii, greble, lopeți)

-Stingător de incendiu

-Pirometru laser

\*Notă: Utilajele trebuie să respecte cerințele SR EN 746-2 Echipamente pentru procese termice industriale. Partea 2: Cerințe de securitate referitoare la sistemele de manipulare și de ardere a combustibililor și cerințele Directivei "Mașini" 2006/42/CE.

#### *Cerințe pentru panoul radiant:*

-Arzătoarele din dotare trebuie să fie de tip "Premix" cu combustie de suprafață pentru a se evita contactul flăcării cu îmbrăcămintea asfaltică, rezistențe la șocuri mecanice, umiditate, depuneri de material rezultat din încălzirea mixturii asfaltice.

- Automatizarea arzătoarelor trebuie să permită funcționarea sigură (aprindere electronică sau piezo și supravegherea flăcării cu senzor de ionizare sau termocuplu) și controlată ( risc de degradare termică a mixturii asfaltice scăzut - reglaj intensitate de radiație prin setare putere arzător și limitare temperatură de încălzire a mixturii asfaltice prin termostatare )
- Posibilitate de reglaj pe înălțime
- Limitare temperatură a suprafețelor cu care personalul muncitor poate intra în contact
- Mobilitate pentru poziționare deasupra zonei cu defect
- Posibilitate de limitare a zonei încălzite funcție de suprafața defectului
- Eficiența energetică crescută prin recuperarea căldurii gazelor de ardere

*Cerințe pentru termocontainer:*

- Capacitatea termocontainerului trebuie să asigure depozitarea unei cantități de mixtură asfaltică necesară pentru cel puțin 8 ore de lucru
- Automatizarea arzătoarelor trebuie să permită funcționarea sigură (aprindere electronică sau piezo și supravegherea flăcării cu senzor de ionizare sau termocuplu) și controlată (risc de degradare termică a mixturii asfaltice scăzut - distribuție cât mai uniformă a încălzirii pe suprafața termocontainerului și limitare temperatură de încălzire a mixturii asfaltice prin termostatare)
- Limitare temperatură a suprafețelor cu care personalul muncitor poate intra în contact.

*Cerințe pentru reciclator:*

- Productivitatea reciclatorului trebuie să asigure în timp util cantitatea necesară de material de adaos funcție de suprafața panoului radiant
- Automatizarea arzătoarelor trebuie să permită funcționarea sigură (aprindere electronică sau piezo și supravegherea flăcării cu senzor de ionizare sau termocuplu) și controlată (risc de degradare termică a mixturii asfaltice scăzut - distribuție cât mai uniformă a încălzirii pe suprafața reciclatorului și limitare temperatură de încălzire a mixturii asfaltice prin termostatare)
- Posibilitate de malaxare (manuală sau mecanizată) a mixturii asfaltice.

## 2.2. Materiale

- Mixturi asfaltice livrate la cald din stații de asfalt transportate în termocontainer cu posibilitate de menținere a temperaturii :
  - Betoane asfaltice pentru stratul de uzură (de exemplu: BA8; BA16, BA 25, etc. )
  - Asfalt turnat
- Mixturi asfaltice depozitabile transportate de preferință în saci și reîncălzite până la 160-180 °C în reciclator înainte de punere în operă ca material de adaos:
  - Mixturi asfaltice proaspete brichetate la dimensiuni de max. 6 mm
  - Mixturi asfaltice obținute după frezare corectate după caz cu agregat și regenerate cu agent de întinerire de tip rășină (fără necesitate de adaos de bitum)

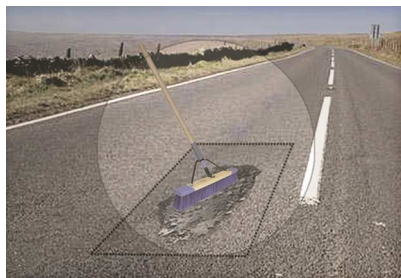
Notă: se vor alege materiale de adaos în urma unui studiu tehnico-economic, funcție de gradul de degradare, funcție de sezon.

- Agent de reîntinerire: aditivi ce au în compoziție maltene și asfaltene, care îmbunătățesc caracteristicile bitumului oxidat sau îmbătrânit. Acestea pot fi sub formă de emulsii sau rășini:(Cyclogen, Iterlene ACER 1000, Rheofalt HP-EM sau similare). Emulsiile se pulverizează pe materialul scarificat, rășina se adaugă în reciclator peste mixtura asfaltică.

## 2.3. Proces tehnologic, prezentarea defecțiunilor și modul de remediere cu tehnologia IR

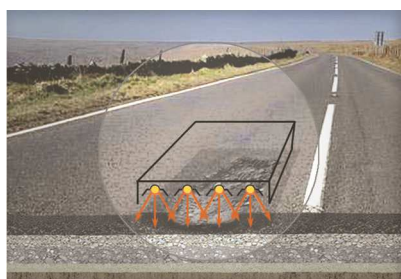
### 2.3.1. Proces tehnologic

## Pasul 1. Pregătire



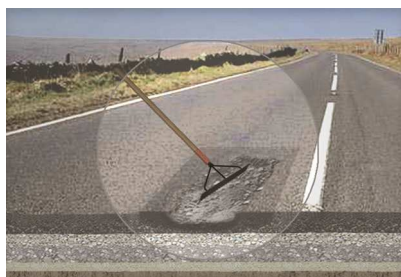
- se îndepărtează cu lopata toate resturile de materiale (pământ, pietre, bucăți de asfalt, etc.) și se curăță cu mătura praful și resturile de material mărunț
- după caz se usucă zona cu panoul radiant și se repetă operațiile de curățare
- se marchează zona defectă cu cretă într-un dreptunghi paralel cu axul drumului ținând cont de o distanță minimă de la marcaj până la defect de 10 cm.

## Pasul 2. Încălzire



- se poziționează panoul radiant până acoperă zona de încălzit marcată cu respectarea paralelismului între marginile panoului radiant și laturile dreptunghiului marcat
- se setează panoul radiant la temperatura de 160°C, la intensitatea de radiație și înălțimea potrivită funcție de temperatura exterioară, gradul de îmbătrânire al bitumului și de agregatul din îmbrăcămintea asfaltică
- se pornește panoul radiant, respectiv se pornesc arzătoarele corespunzător cu zona ce urmează să fie acoperită
- la atingerea temperaturii de 100°C se reduce intensitatea de radiație și se menține până la atingerea temperaturii de 160°C
- după atingerea temperaturii de 160°C se retrage parțial panoul radiant de pe zona încălzită și se verifică cu pirometrul laser dacă temperatura la suprafață este de 160°C și cu o cazma se verifică gradul de înmuiere în adâncime. Dacă mai este nevoie se re-poziționează panoul radiant și se continuă încălzirea cât este necesar.
- se mută panoul radiant pe zona ce urmează a se încălzi și se reiau operațiile de încălzire

## Pasul 3. Scarificare



- conturul marcat se taie spre interior la o adâncime minimă de 4 cm
- zona interioară se raclează cu cazmaua și se sfărâmă
- se mărunțește mixtura și se scarifică cu grebla uniform pe toată suprafața
- se îndepărtează bulgării, pietrele sau bucățile de asfalt

#### **Pasul 4. Reîntinerire**



- agentul de întinerire (sub formă de emulsie) este pregătit în conformitate cu instrucțiunile producătorului
- se pulverizează cu pompa uniform pe întreaga suprafață scarificată
- se continuă scarificarea pentru omogenizare

#### **Pasul 5 Adaos de material**



- se nivelează și se conturează după marcaj materialul scarificat și se ține cont nivelul de compensare pentru compactare

#### **Pasul 6 Compactare**



- se verifică temperatura mixturii, iar dacă aceasta este mai mică de 110°C se reîncălzește suprafața cu panoul radiant
- se compactează cu vibrocompactorul începând cu conturul în așa fel încât linia de contur să fie pe mijlocul plăcii sau a cilindrului vibrocompactor

**Notă:** În cazul în care degradarea se întinde pe o suprafață mare, se prelevează probe de material, care se analizează într-un laborator de specialitate (autorizat ISC/acreditat RENAR). După realizarea compoziției mixturii asfaltice se calculează materialul de adaos: sorturile de agregate și respectiv liantul.



## 2.3.2. Prezentarea defecțiunilor

### **Pelada**

Pelada este o defecțiune care constă în desprinderea parțială a stratului de uzură de pe stratul suport sau dezlipirea unor suprafețe mici din tratamentul bituminos. Suprafața apare neuniformă, cu aspect de insule izolate care jonează circulația rutieră.

Cauzele apariției fenomenului de peladă sunt legate de neacroșarea corespunzătoare a stratului de uzură (la cribluri în cazul tratamentelor bituminoase) la stratul suport și pot fi:

- utilizarea unei mixturi asfaltice neomogene;
- punerea în operă a mixturii asfaltice la o temperatură prealabilă scăzută (sub 100°C);
- așternerea mixturii asfaltice fără crearea condițiilor necesare de acroșare (amorsare);
- curățarea necorespunzătoare a suprafeței stratului suport;
- neamorsarea stratului suport;
- straturi de rulare de grosime insuficientă (în special la covoare executate pe pavaje și îmbrăcămînți din beton de ciment);
- agregate parțial murdare utilizate la executarea tratamentelor bituminoase.

Remedierea defecțiunii se face în funcție de mărimea suprafeței afectate *prin plombare cu utilizarea tehnologiei IR (pregătire suprafață, termoprofilare și termoregenerare) cu mixtură asfaltică cu agregat mărunt dacă defecțiunile sunt izolate.*

### **Văluriri și refulări**

Suprafața vălurită sau ondulată se prezintă cu denivelări în profil longitudinal sub forma unei table ondulate. Frecvența undulărilor este de aproximativ 1 m, iar amplitudinea acestora poate varia de la 10-15 mm la 30-40 mm. Refulările apar când îmbrăcămintea asfaltică, devenită plastică, este împinsă lateral suprapunându-se peste îmbrăcămintea nedeteriorată sau chiar peste bordură.

Cauzele care provoacă apariția vălurilor și refulărilor pot fi:

- excesul de bitum din masa mixturii asfaltice;
- bitumul de consistență redusă;
- scheletul mineral slab al mixturii asfaltice;
- temperatura ridicată a mediului ambiant;
- traficul intens cu frânări și accelerări frecvente care generează forțe tangențiale mari.

*Remedierea defecțiunii se face prin utilizarea tehnologia IR (pregătire suprafață, termoprofilare și termoregenerare) cu corectarea în reciclatorul mobil a mixturii asfaltice ridicate de pe suprafața defectă. În cazul vălurilor extinse, soluția de remediere va fi adoptată în baza unor studii tehnico-economice aprofundate.*

### **Suprafața încrețită**

Suprafața încrețită se prezintă sub forma unor mici ridicături, alternând cu șanțulețe asemănătoare cu fenomenul cunoscut sub denumirea "piele de elefant". De regulă aceasta apare spre marginea părții carosabile la îmbrăcămintele bituminoase executate din asfalt turnat.

Cauza apariției suprafeței încrețite este excesul de bitum din mixtura asfaltică și consistența redusă a acestuia.

*Remedierea defecțiunii se face prin utilizarea tehnologiei IR (pregătire suprafață, termoprofilare și termoregenerare) cu corectarea în reciclatorul mobil a mixturii asfaltice prelevate de pe suprafața defectă.*

## **Praguri (dâmburi)**

Pragurile sau dâmburile sunt ridicături izolate apărute pe suprafața de rulare care jenează desfășurarea circulației. De obicei acestea apar izolate și pe o jumătate de parte carosabilă.

Cauzele apariției pragurilor sunt de cele mai multe ori generate de execuția necorespunzătoare a unor lucrări, ca de exemplu:

- racordări greșite la rosturile de lucru;
- manevrarea greșită a lamei repartizorului de mixtură asfaltică;
- transmiterea pragului existent din stratul suport care nu a fost corectat în prealabil;
- compactarea;
- așternerea neuniformă a criblurii la execuția tratamentelor bituminoase;
- plombări cu grosimea prea mare care depășesc nivelul suprafeței existente;
- umplerea în exces a eventualelor șanțuri săpate pentru pozarea unor conducte, etc.

*Remedierea acestor defecțiuni se poate face prin utilizarea tehnologiei IR (pregătire suprafață, termoprofilare și termoregenerare).*

## **Rupturi de margine**

Rupturile de margine sunt defecțiuni care constau în ruperea și dislocarea îmbrăcămintei la marginea părții carosabile.

Cauzele care provoacă apariția rupturilor de margine pot fi:

- neîncadrarea părții carosabile cu benzi de încadrare, borduri sau pene ranfort;
- neacroșarea îmbrăcămintei bituminoase la stratul suport la marginea părții carosabile;
- insuficientă compactare în timpul execuției îmbrăcămintei;
- circulația autovehiculelor grele pe marginea părții carosabile;

*Remedierea defecțiunii constă în completarea porțiunilor dislocate cu mixtură asfaltică pe un suport corespunzător prin utilizarea tehnologiei IR și realizarea încadrării îmbrăcămintei cu pene ranfort concomitent cu asigurarea scurgerii apelor.*

## **Fisuri și crăpături**

Fisurile constituie discontinuități ale îmbrăcăminților bituminoase pe diferite direcții, cu deschiderea sub 3 mm. Fisurile cu lățimea mai mare de 3 mm se numesc convențional „crăpături”.

Fisurile și crăpăturile se clasifică astfel:

- fisuri și crăpături transversale;
- fisuri și crăpături longitudinale;
- fisuri și crăpături multiple pe direcții diferite;
- fisuri unidirecționale multiple.

## **Fisuri și crăpături transversale**

Fisurile și crăpăturile transversale apar în îmbrăcămintea sistemului rutier și sunt perpendiculare pe axa drumului sau înclinate, formând cu axa un unghi mai mare de 30°.

Cauzele apariției fisurilor și crăpăturilor pot fi:

- insuficiența liantului în mixtura asfaltică;
- îmbătrânirea liantului;
- diferențe mari de temperatura la intervale de timp relativ scurte;
- oboseala îmbrăcămintei rutiere datorită solicitărilor repetate;
- transmiterea fisurilor în îmbrăcămintea bituminoasă din straturile de fundație realizate din betoane de ciment sau din materiale stabilizate cu ciment sau cu lianți puzzolanici, fisuri datorate

contractției sau fenomenului de oboseală a stratului stabilizat (în acest caz fisurile apar la distanțe aproximativ egale, în general perpendiculare pe axa drumului).

Fisurarea straturilor rutiere realizate din agregate naturale stabilizate cu lianți hidraulici se datorează pe de o parte contractției termice în perioada de priză, iar pe de altă parte efectului variațiilor termice exterioare (mișcări lente și repetitive). Aceste două fenomene conduc la deplasări orizontale ale marginilor fisurii.

Sub efectul traficului greu fisurile primesc și mișcări verticale care accelerează transmiterea lor în straturile bituminoase superioare.

În cazul în care straturile bituminoase acoperă îmbrăcăminți rigide, rosturile se transmit sub formă de fisuri transversale sau longitudinale.

*Remedierea acestor defecțiuni se poate face prin: utilizarea tehnologiei IR (pregătire suprafață, termoprofilare și termoregenerare). În cazul extinderii pe suprafețe mari a fisurilor se recomandă efectuarea de studii aprofundate care să stabilească, în funcție de situația locală, măsurile de remediere.*

În cazurile unor suprafețe extinse cu fisuri transversale apărute în stratul de uzură ca urmare a acoperirii straturilor de fundație stabilizate cu lianți hidraulici, se recomandă efectuarea unor studii pentru stabilirea cauzelor și apoi aplicarea unor soluții, care se concretizează în adoptarea unor mixturi asfaltice cu performanțe ridicate în funcție de condițiile existente și experiența dobândită în decursul timpului.

În unele cazuri structurile rutiere inverse pot fi luate în considerare întrucât rezultatele obținute conduc la concluzia că sunt eficiente pentru prevenirea transmiterii fisurilor.

### **Fisuri și crăpături longitudinale**

Fisurile și crăpăturile longitudinale pot să apară în axa drumului sau pe diverse generatoare ale suprafeței părții carosabile.

Fisurile și crăpăturile longitudinale în axa drumului se prezintă ca o deschidere continuă care separă cele două benzi de circulație ale părții carosabile, acestea de regulă se prelungesc pe lungimi mari (zeci, sau chiar sute de metri).

Fisurile și crăpăturile din axa drumului pot să apară datorită următoarelor cauze:

- lipsa de decalare dintre rosturile de lucru din stratul de legătură și stratul de uzură;
- îmbinarea necorespunzătoare dintre straturile de uzură de pe cele două benzi de circulație;
- contracția stratului de fundație executat din materiale stabilizate cu ciment.

Fisurile și crăpăturile pe diverse generatoare pot să apară datorită următoarelor cauze:

- capacitatea portantă a complexului rutier neuniformă în profil transversal (sectoare cu lărgiri sau cu deficiențe de execuție);
- suprasolicitarea complexului rutier datorită circulației autovehiculelor de mare tonaj, mai ales în perioada imediat următoare dezghețului;
- compactarea necorespunzătoare a straturilor structurii rutiere, îndeosebi în condițiile unui trafic greu.

*Remedierea fisurilor și crăpăturilor longitudinale și transversale se face prin îmbinarea rosturilor de legătură dintre straturile structurii rutiere noi și a celei existente prin: utilizarea tehnologiei IR (pregătire suprafață, termoprofilare și termoregenerare)*

### **Fisuri și crăpături multiple pe direcții diferite**

Aceste fisuri pornesc din axa drumului și se desfășoară spre marginea părții carosabile cu ramificații longitudinale sau oblice.

Cauzele apariției fisurilor și crăpăturilor multiple pe direcții diferite pot fi:

- rezistența la oboseală a îmbrăcăminților asfaltice;
- calitatea necorespunzătoare a mixturilor asfaltice din care s-a executat stratul de rulare (conținut redus de liant, liant ars cu plasticitate foarte redusă, etc.);
- îmbătrânirea prematură a liantului bituminos.

Prevenirea apariției fisurilor și crăpăturilor multiple pe direcții diferite se face prin:

- utilizarea unor mixturi asfaltice de bună calitate la executarea stratului de rulare;
- executarea la timp a lucrărilor de întreținere (tratamente, covoare, ranforsări) în cazul oboselii îmbrăcămintei asfaltice.

Remedierea suprafețelor care prezintă fisuri și crăpături multiple se face prin *utilizarea tehnologiei IR (pregătire suprafață, termoprofilare și termoregenerare) cu corectarea după caz în reciclator a mixturii asfaltice ridicate de pe suprafața defectă.*

### **Fisuri și crăpături unidirecționale multiple**

Suprafața afectată se prezintă cu fisuri longitudinale foarte apropiate unele de altele, dese, plasate în general în zona întinsă a îmbrăcămintei asfaltice, datorită refulării stratului bituminos sau formării de fâgașe pe suprafețele care suportă frecvent traficul greu.

Cauza apariției fisurilor unidirecționale multiple este utilizarea la execuția stratului de uzură a unei mixturi asfaltice preparată cu bitum în exces, de vâscozitate redusă.

Prevenirea apariției acestei defecțiuni constă în realizarea stratului de uzură dintr-o mixtură asfaltică de o calitate corespunzătoare.

*Remedierea defecțiunii se face prin utilizarea tehnologiei IR (pregătire suprafață, termoprofilare și termoregenerare) și după caz, corectarea în reciclator a mixturii asfaltice ridicate de pe suprafața defectă. Se menționează ca sectoarele care prezintă fisuri unidirecționale multiple se pot menține un timp limitat în circulație, dacă nu apar concomitent refulări ale îmbrăcămintei bituminoase.*

### **Faianțări**

Faianțările sunt defecțiuni care se prezintă sub forma unei rețele de fisuri longitudinale și transversale. În funcție de dimensiunea laturii poligoanelor pe care le formează rețeaua de fisuri avem:

- faianțări în pâna de păianjen cu dimensiunea laturii în jurul a 5 cm;
- faianțări în plăci, cu dimensiunea laturii mai mare de 5 cm, ajungând la 10-15 cm.

Faianțările apar de obicei în zonele unde capacitatea portantă a complexului rutier este insuficientă. Ele pot să apară pe întreaga suprafață a îmbrăcămintei sau numai în anumite zone, mai frecvent spre marginea părții carosabile.

Cauzele care determină faianțarea îmbrăcămintei asfaltice sunt:

- capacitatea portantă insuficientă a complexului rutier;
- infiltrarea apelor în structura rutieră;
- realizarea necorespunzătoare a încadrării părții carosabile;
- acțiunea traficului greu și repetat;
- rezistența la oboseală a îmbrăcămintei asfaltice;
- acțiunea fenomenului de îngheț-dezghet.

Pentru prevenirea apariției faianțărilor în îmbrăcămințile bituminoase se pot lua următoarele măsuri:

- proiectarea corectă și executarea în bune condiții a structurii rutiere utilizând materiale de calitate corespunzătoare și cât mai omogene;

- executarea unui strat de formă cu capacitate portantă constantă în condiții hidrologice variabile;
- asigurarea eliminării apelor din zona și din corpul drumului;
- folosirea la realizarea straturilor structurii rutiere a unor materiale insensibile la îngheț;
- evitarea pătrunderii înghețului la pământul din patul drumului;
- asigurarea permanentă prin lucrări de întreținere a impermeabilității îmbrăcăminte;
- executarea lucrărilor de întreținere și ranforsare a structurii rutiere în funcție de cerințele reale ale evoluției traficului și stării de viabilitate a drumului.

Remedierea suprafețelor faianțate se face prin frezarea și decaparea întregii structuri rutiere și a pământului din patul drumului pe o adâncime egală cu adâncimea de îngheț, înlocuirea pământului geliv cu un material necoeziv și refacerea sistemului rutier după ce în prealabil s-a făcut asanarea corpului drumului. *Se recomandă îmbinarea straturilor noi cu cele vechi prin utilizarea tehnologiei IR.*

Dacă faianțările sunt datorate numai oboselii îmbrăcăminte bituminoase, se va proceda la *utilizarea tehnologiei IR (pregătire suprafață, termoprofilare și termoregenerare).*

Faianțările ce apar pe suprafețe întinse, datorită faptului că structura rutieră nu mai rezistă solicitărilor se remediază prin executarea pe bază de proiect a lucrărilor de ranforsare.

### **Făgașe longitudinale**

Făgașele longitudinale sunt denivelări sub formă de albie (lățime până la 1 m cu adâncime variabilă de la 1-2 cm până la 10-15 cm), situate mai evident spre marginea părții carosabile, în zona unde se concentrează traficul greu, extinzându-se în profil longitudinal pe distanțe variabile de până la zeci de km.

Apariția făgașelor longitudinale este întotdeauna generată de existența unui trafic greu și intens ce se desfășoară de regulă pe aceeași suprafață a părții carosabile. Făgașul se constată de regulă pe partea dreaptă a părții carosabile (în sensul de circulație) la 0,5-1m depărtare de margine.

Făgașele pot să fie generate de defecțiuni ale straturilor bituminoase și/sau defecțiuni ale întregului complex rutier .

În primul caz făgașul apare datorită utilizării unor mixturi asfaltice care au un schelet mineral slab (agregate cu granule peste 3 cm în proporție de sub 65%), un conținut de bitum ridicat și/sau de consistența moale, la care se poate adăuga și o compactare la execuție insuficientă. În acest caz făgașele apar în scurt timp de la darea în exploatare a drumului.

Făgașele pot să apară și datorită subdimensionării complexului rutier. În acest caz întreaga structură rutieră se tasează evolutiv, ajungându-se la făgașe adânci (10-15 cm) ce devin de-a dreptul periculoase pentru circulația rutieră.

Pot să apară făgașe și în cazul când prin pătrunderea apelor în complexul rutier, stratul de formă umectat cedează antrenând cu sine tasarea structurii rutiere în porțiunea cea mai solicitată.

Porțiunile afectate de defecțiuni din îngheț-dezgheț (degradări ale întregii structuri rutiere) generează apariția în zona de făgașe cu posibile refulări de margine.

O altă cauză care generează apariția făgașelor este legată de insuficienta compactare a straturilor din complexul rutier. Straturile structurii rutiere necompactate suficient la execuție se tasează sub efectul dinamic al traficului greu canalizat determinând formarea în zona a făgașelor.

Prevenirea apariției făgașelor se face prin eliminarea cauzelor care le produc cu excepția traficului greu canalizat care se pare că nu poate fi evitat, acesta se dezvoltă atât sub aspectul greutateii pe osie cât și sub aspectul ponderii traficului greu din traficul total. În consecință, evitarea apariției făgașelor longitudinale sau cel puțin întârzierea formării acestora se poate realiza prin:

- dimensionarea corespunzătoare a complexelor rutiere, ținându-se seama în primul rând de evoluția traficului greu de perspectivă ;
- executarea straturilor din structurile rutiere cu materiale de buna calitate;

- compactarea tuturor straturilor din complexul rutier cu utilaje adecvate pentru obținerea gradelor de compactare prescrise;
- proiectarea și realizarea unor straturi bituminoase din mixturi asfaltice concepute pentru a rezista în condiții bune solicitărilor traficului greu mai ales în perioadele cu temperaturi foarte ridicate asigurându-se printr-un schelet mineral puternic un bitum de consistența adecvată dozat spre limita inferioară, o bună stabilitate. Se proiectează, în special pentru îmbrăcămintea bituminoasă, mixturi asfaltice antifăgaș, verificate cu echipamentul Wheel Tracking;
- asigurarea evacuării apelor de suprafață și drenării apelor de adâncime. În toate cazurile, pe drumurile destinate traficului intens și greu, proiectantul trebuie să aibă în vedere măsuri necesare evitării apariției fâgașelor.

Remedierea defecțiunilor de tipul fâgașelor longitudinale se face pe baza unor studii care trebuie să analizeze în primul rând cauzele care au determinat apariția acestora. În cazul când fâgașul apare numai datorită îmbrăcămintei bituminoase care nu a fost realizată dintr-o mixtură asfaltică cu o mare stabilitate, atunci soluția de remediere constă în *utilizarea tehnologiei IR (pregătire suprafață, termoprofilare și termoregenerare) cu corectarea în reciclator a mixturii asfaltice ridicate de pe suprafața defectă și executarea unui nou strat dintr-o mixtură asfaltică antifăgaș.*

Dacă fâgașul a apărut ca urmare a tasării locale pe lungimi scurte ale întregului complex rutier, soluția pentru remediere constă în demolarea întregii structuri rutiere, drenarea apelor la nivelul stratului de formă și refacerea în condiții bune de calitate a întregului complex rutier. În cazul constatării apariției fâgașului pe zone cu defecțiuni din îngheț-dezghet, se va proceda la refacerea sectorului respectiv cu sublinierea fermă că la nivelul terasamentelor este neapărat necesară drenarea apelor ce eventual s-ar putea infiltra în corpul drumului. Se recomandă utilizarea tehnologiei IR pentru fuziunea dintre straturilor noi cu cele vechi.

Din cele menționate mai sus se constată că lucrările de remediere a fâgașelor longitudinale sunt complexe și greu de executat, de aceea se accentuează necesitatea aplicării în totalitate a măsurilor de prevenire a apariției acestora.

## **Gropi**

Gropile sunt defecțiuni de forme și dimensiuni variabile care se formează prin dislocarea completă a îmbrăcămintei bituminoase și uneori chiar a stratului suport. Ele pot să apară izolat sau pe suprafețe întinse.

Cauzele apariției gropilor pot fi:

- dislocarea unor porțiuni din suprafețele faianțate;
- îmbrăcămintea din mixtura asfaltică necorespunzătoare (bitum ars, dozaj minim de bitum, compactare incorectă, agregate nespălate și uscate, etc.);
- dezvoltarea fisurilor și crăpăturilor;
- realizarea îmbrăcăminților bituminoase pe timp nefavorabil (ploaie, temperatură scăzută);
- acțiunea brutală a vehiculelor cu șenile;
- scurgerea pe suprafața îmbrăcămintei a unor substanțe agresive (benzina, motorina, petrol, substanțe chimice, etc.)

Studiile efectuate pe sectoarele cu gropi frecvente au demonstrat ca majoritatea îmbrăcăminților rutiere care prezintă gropi sunt executate din mixturi asfaltice cu un conținut redus de bitum și cu absorbții de apă foarte ridicate .

Prevenirea apariției gropilor se poate face luând următoarele măsuri:

- dimensionarea corespunzătoare a structurilor rutiere;
- utilizarea unor mixturi asfaltice de buna calitate pentru executarea straturilor bituminoase și punerea acestora în operă în condiții tehnice corespunzătoare;
- asigurarea scurgerii apelor din zona drumului;

- întreținerea permanentă a drumului și repararea imediată în tot timpul anului, în stare incipientă a oricărei defecțiuni (fisuri, crăpături, faianțări, suprafețe poroase, etc.);
- ranforsarea sau reabilitarea complexului rutier la expirarea duratei de exploatare.

*Repararea gropilor se face prin plombarea lor cu mixtură asfaltică cu utilizarea tehnologiei IR (pregătire suprafață, termoprofilare și termoregenerare). Plombarea trebuie făcută în stare incipientă pentru ca groapa, odată apărută, își mărește repede dimensiunile sub efectul traficului și al apelor provenite din precipitații. (Se recomandă pe cât posibil utilizarea pentru plombări a aceluiași tip de mixtură asfaltică ca cel din care a fost realizată îmbrăcămintea bituminoasă).*

Pentru efectuarea plombărilor se poate folosi orice tip de mixtură asfaltică utilizată la executarea stratului de uzură. În perioadele anului în care stațiile de preparare a mixturilor asfaltice nu funcționează (sezonul de iarnă) se folosesc mixturi asfaltice stocabile la rece, care pot fi încălzite în reciclator înainte de punere în operă. În cazul în care suprafețele reparate au fost mari sau când s-au efectuat foarte multe plombări pe un anumit sector de drum, se recomandă ca după 2-3 săptămâni de la executarea reparațiilor să se execute tratamente bituminoase care dau un aspect uniform suprafeței de rulare. Dacă gropile apar pe suprafețe faianțate, se va trata nu numai groapa, ci și faianțarea. Sectoarele cu gropi cu adâncimi mici însă pe suprafețe întinse pot fi remediate și prin tratamente bituminoase succesive.

### **Tasări locale**

Tasările locale sunt defecțiuni care constau din deplasarea pe verticală a structurii rutiere de la câțiva centimetri la câteva zeci de cm. Ele afectează planitatea suprafeței de rulare și apar de obicei la capetele podurilor, precum și în dreptul lucrărilor de subtraversare cu conducte.

Cauzele care determină apariția tasărilor sunt:

- utilizarea unor materiale necorespunzătoare la realizarea umpluturilor;
- compactarea necorespunzătoare;
- golurile rămase între peretele forajului de subtraversare și peretele conductei ce se montează;
- cedarea terenului de fundație ca urmare, în general, a unei umeziri excesive.

Prevenirea tasărilor locale se poate face prin:

- asigurarea evacuării apelor;
- utilizarea unor pământuri corespunzătoare negelive pentru realizarea umpluturilor de pământ;
- executarea în bune condiții a straturilor structurii rutiere mai ales din punct de vedere al compactării acestora.

*Remediarea tasărilor se face prin utilizarea tehnologie IR (pregătire suprafață, termoprofilare și termoregenerare), completarea cu mixtură asfaltică sau prin decopertarea întregii structurii rutiere și refacerea acesteia folosind materiale corespunzătoare, bine compactate atunci când tasarea se datorează unor defecțiuni de structură ce nu pot fi eliminate.*

## Sinteza structurii de aplicare a tehnologiei IR

Tipul degradării	Pregătire suprafață	Termoprofilare	Adaos de material	Termoregenerare	Corectare mixtură asfaltică ridicată	Observații
Pelada	x	x	mixtură asfaltică cu agregat mărunț	x		se aplică funcție de mărimea suprafeței afectate
Văluriri și refulări	x	x	după caz	x	x	se aplică funcție de mărimea suprafeței afectate
Suprafața încrețită	x	x		x	x	se poate aplica necondiționat
Praguri (dâmburi)	x	x		x		se poate aplica necondiționat
Rupturi de margine	x	x	x	x		se poate aplica necondiționat
Fisuri și crăpături transversale	x	x		x		se aplică funcție de mărimea suprafeței afectate
Fisuri și crăpături longitudinale	x	x		x		se poate aplica necondiționat
Fisuri și crăpături multiple pe direcții diferite	x	x		x	x	se poate aplica necondiționat
Fisuri și crăpături unidirecționale multiple	x	x		x	x	se poate aplica necondiționat
Faianțări	x	x		x		se aplică atunci când defectul se datorează oboselii îmbrăcăminții bituminoase
Făgașe longitudinale	x	x		x	x	se aplică în cazul în care făgașul apare numai datorită îmbrăcăminții bituminoase care nu a fost realizată dintr-o mixtură asfaltică cu o stabilitate mare
Gropi	x	x	x	x		se poate aplica necondiționat
Tasări locale	x	x	x	x		se aplică atunci când tasările nu se datorează defectărilor de structură

### 3. Controlul calității lucrărilor

#### 3.1. Controlul calității materialelor

Respectarea condițiilor tehnice de calitate se verifică prin controlul calității materialelor utilizate, controlul de realizare a lucrărilor prin utilizarea tehnologiei IR.

Rezultatele determinărilor efectuate pentru controlul materialelor și a executării lucrărilor vor fi înscrise în registrul de laborator.



Materialele utilizate la executarea lucrărilor trebuie să îndeplinească condițiile tehnice prevăzute în standardele specifice. Verificările și încercările pe materialele aprovizionate (agregate, bitum, rășină), necesare reparațiilor se realizează de către un laborator de specialitate autorizat ISC și/sau acreditat RENAR.

### **3.2 Controlul procesului tehnologic**

Controlul procesului tehnologic de execuție a reparației:

- pregătirea stratului suport
- modul de execuție a rosturilor
- temperatura mixturii asfaltice
- tehnologia de compactare (număr de treceri)

### **4.Recepția lucrărilor**

Recepția lucrărilor se efectuează de către comisia de recepție, care va fi convocată conform prescripțiilor din documentele beneficiarului.

Comisia de recepție va consemna observațiile și concluziile în procesul verbal de recepție și-l va înainta beneficiarului împreună cu recomandarea de admitere, cu sau fără obiecții a recepției, de amânare sau de respingere a ei, propunând măsuri pentru înlăturarea neregulilor semnalate.

Pe baza recomandării comisiei de recepție, notificând executatului hotărârea sa în termen de 3 zile de la primirea propunerilor, data notificării de către beneficiar constituind data recepției finale.

### **5.Măsuri de SSM și PSI**

În scopul asigurării circulației pe timpul execuției reparațiilor se vor aplica prevederile ”Normelor metodologice privind condițiile de închidere a circulației și instituire a restricțiilor de circulație în vederea executării de lucrări în zona drumului public și/sau pentru protejarea drumului.” aprobate prin Ordin MT/MI411/1112/2000.

Semnalizarea rutieră a punctelor de lucru la lucrările de întreținere și reparare din zona drumurilor, precum și asigurarea circulației pe timpul execuției lucrărilor se va face conform ”Instrucțiunilor privind condițiile în care organele de administrare a drumurilor publice pot institui restricții sau închide circulația, ca urmare a lucrărilor ce se execută în zona drumurilor publice”.