

PROIECT

NORMATIV

PENTRU EXECUȚIA STRATURILOR RUTIERE DIN BETOANE CU

ADAOS DE CENUȘĂ DE TERMOCENTRALĂ,

Indicativ CD 147 (revizuire CD 147- 2002)

CUPRINS

	Pagina
I.Principii generale	3
1.1. Obiect și domeniu de aplicare	3
1.2. Definiții, notații și terminologie	3
1.3. Referințe	4
II. Condiții tehnice	6
2.1. Elemente geometrice	6
2.2. Caracteristicile betonului rutier cu adaos de cenușă	6
2.3. Materiale utilizate	7
III. Stabilirea compoziției betonului rutier cu adaos de cenușă	9
IV. Prepararea betonului rutier cu adaos de cenușă	10
V. Transportul betonului	11
VI. Pregătirea suprafeței de așternere	11
VII. Punerea în operă a betonului	12
VIII. Protejarea betonului	12
IX. Executarea rosturilor	12
X. Controlul calității lucrărilor	13
XI. Recepția lucrărilor	14
XII. Măsuri de protecția muncii și PSI	14
Anexa A(informativă) Elaborarea unui studiu de rețetă pentru betonul rutier cu adaos de cenușă de termocentrală	15

Capitolul I PRINCIPII GENERALE

1.1. Obiect și domeniu de aplicare

Art.1. (1) Prezentul normativ se referă la producerea betonului, executarea, controlul calității și recepția straturilor rutiere din beton de ciment cu adaos de cenușă captată uscat de la electrofiltrele centralelor termoelectrice, realizate în cofraje fixe, utilizate la construcții, modernizări sau ranforsări de drumuri publice, pe baza unor calcule justificate tehnic și economic, astfel:

- a) ca strat de rezistență, pentru îmbrăcămințile de beton de ciment, când se execută în două straturi, pentru drumurile publice cu trafic mediu, redus și foarte redus;
- b) ca strat de bază și de fundație pe drumurile publice, inclusiv străzi, indiferent de clasa tehnică, conform STAS 6400;
- c) platforme de parcare-staționare și alei carosabile.

(2) Betoanele rutiere cu adaos de cenușă de termocentrală pot fi acoperite, pe baza unui calcul de dimensionare sau constructiv, cu alte tipuri de straturi, ca de exemplu:

- tratamente bituminoase;
- straturi stabilizate din agregate naturale;
- îmbrăcăminți bituminoase;
- îmbrăcăminți din beton de ciment.

(3) Lucrările din betoane rutiere cu adaos de cenușă de termocentrală pot fi executate și în sistemul cofraj glisant, pe baza unor studii experimentale.

Art.2. Prevederile prezentului normativ nu se aplică la lucrări rutiere din beton armat monolit, prefabricate din beton, beton armat și beton precomprimat.

1.2. Definiții, notații și terminologie

Art.3. (1) Cenușa de termocentrală face parte din categoria puzzolanelor artificiale, rezultate sub forma unor produse secundare la arderea în suspensie a cărbunilor energetici măcinați, din activitatea energetică a centralelor termoelectrice. În betoane, cenușa captată uscat de la electrofiltre, se utilizează ca adaos de tip II conform SR EN 450-1.

(2) Adaosul de cenușă la prepararea betoanelor de rezistență conduce teoretic la îmbunătățirea proprietăților fizico-chimice ale acestora, după cum urmează:

- a) micșorează căldura de hidratare;
- b) diminuează contracția și deformațiile sub sarcină de durată la termene scurte și medii;
- c) sporește rezistența față de apele corozive și agenții chimici;
- d) ameliorează impermeabilitatea;
- e) ameliorează lucrabilitatea.

Art.4. Prin beton rutier cu adaos de cenușă de termocentrală se înțelege betonul preparat cu cimenturi pe bază de clincher Portland, cenușă captată uscat de la termocentrale, agregate naturale, apă și aditivi, în stații de betoane, cu prevederea unui siloz suplimentar pentru cenușa de termocentrală.

Art.5. Betoanele rutiere cu adaos de cenușă se clasifică în clase, pe baza criteriului rezistenței la încovoiere (f_{cf}) conform SR EN 13877-1.

Art. 6. (1) Betonul de ciment rutier cu adaos de cenușă se notează specificând clasa de rezistență la încovoiere a betonului și sufixul V, în care V reprezintă cenușă.

(2) Exemplu de notare pentru betonul rutier cu adaos de cenușă clasa 3,5 este F3,5-V.

(3) În înțelesul prezentului normativ, definițiile, notațiile și terminologia utilizată sunt conform SR 4032-1 și SR EN 206-1.

1.3. Referințe

Art.7. Prescripțiile tehnice la care se fac referiri în cadrul prezentului normativ sunt următoarele:

SR EN 196-6:2010	Metode de încercări ale cimenturilor. Partea 6: Determinarea fineții.
SR EN 197-1:2011	Ciment Partea 1: Compoziție, specificații și criterii de conformitate ale cimenturilor uzuale.
SR EN 206-1:2002+ A2: 2005+C91:2008	Beton. Partea 1: Specificație, performanță, producție și conformitate
SR EN 450-1:2012	Cenușă zburătoare pentru beton. Partea 1: Definiții, condiții și criterii de conformitate.
SR EN 12620:2013	Agregate pentru beton
SR EN 13043:2003	Agregate pentru amestecuri bituminoase și pentru finisarea suprafețelor, utilizate la construcția șoselelor, a aeroporturilor și a altor zone cu trafic
SR EN 13043:2013	
SR EN 13242+A1:2008	Agregate din materiale nelegate sau legate hidraulic pentru utilizare în lucrări de inginerie civilă și în construcția de drumuri
SR EN 13242:2013	Agregate pentru amestecuri bituminoase și pentru finisarea suprafețelor, utilizate la construcția șoselelor, a aeroporturilor și a altor zone cu trafic
SR EN 933-1:2012	Încercări pentru determinarea caracteristicilor geometrice ale agregatelor. Partea 1: Determinarea granulozității - Analiza granulometrică prin cernere
SR EN 934-2+A1:2012	Aditivi pentru beton, mortar și pastă. Partea 2: Aditivi pentru beton. Definiții, condiții, conformitate, marcare și etichetare.
SR EN 1008:2003	Apa de preparare pentru beton. Specificații pentru prelevare, încercare și evaluare a aptitudinii de utilizare a apei, inclusiv a apelor recuperate din procese ale industriei de beton, ca apă de preparare pentru beton.
SR EN 1097-6:2002 + AC:2003+A1:2006	Încercări pentru determinarea caracteristicilor mecanice și fizice ale agregatelor. Partea 6: Determinarea masei reale și a coeficientului de absorbție a apei
SR EN 1367-1:2007	Încercări pentru determinarea caracteristicilor termice și de alterabilitate ale agregatelor. Partea 1: Determinarea rezistenței la îngheț-dezghet
SR 4032-1:2001	Lucrări de drumuri. Terminologie.
SR 5440:2009	Încercări pe betoane. Verificarea potențialului de reacție alcalii -

STAS 6400-84	silice pentru agregate. Lucrări de drumuri. Straturi de bază și de fundație. Condiții tehnice generale de calitate.
SR 10092:2008	Ciment rutier.
SR EN 12350-2:2009	Încercare pe beton proaspăt. Partea 2: Încercarea de tasare.
SR EN 12350-4:2009	Încercare pe beton proaspăt. Partea 4: Grad de compactare.
SR EN 12350-6:2009	Încercare pe beton proaspăt. Partea 6: Densitate.
SR EN 12350-7:2009	Încercare pe beton proaspăt. Partea 7: Conținut de aer. Metode prin presiune.
SR EN 12390-2:2009	Încercare pe beton întărit. Partea 2: Pregătirea și păstrarea epruvetelor pentru încercări de rezistență.
SR EN 12390-3:2009+AC:2011	Încercare pe beton întărit. Partea 3: Rezistența la compresiune a epruvetelor
SR EN 12390-5:2009	Încercare pe beton întărit. Partea 5: Rezistența la încovoiere a epruvetelor
SR EN 12504-1:2009	Încercări pe beton în structuri. Partea 1: Carote. Prelevare, examinare și încercări la compresiune.
SR EN 13877-1:2005	Structuri rutiere de beton. Materiale.
SR EN 13877-2:2013	Structuri rutiere de beton. Cerințe funcționale pentru structurile rutiere de beton.
SR EN 13877-3:2005	Îmbrăcăminți rutiere de beton. Partea 3: Specificații pentru gujoane utilizate la îmbrăcămințile de beton.
CP012/1:2007	Cod de practică pentru producerea betonului.
*Ordinul MT Nr.45/1998	Norme tehnice privind proiectarea, construirea și modernizarea drumurilor.
*Ordinul MT Nr.46/1998	Norme tehnice privind stabilirea clasei tehnice a drumurilor publice.
*Ordinul MT Nr. 49/1998	Norme tehnice privind proiectarea și realizarea străzilor în localitățile urbane.
*Ordinul MS Nr. 536/1997	Aprobarea normelor de igienă și a recomandărilor privind mediul de viață al populației. Norme generale de protecția muncii-1996.
*Ordinul MTTc Nr.17-1984	Norme de protecția muncii, igiena muncii și primul ajutor în caz de accident.
*Ordinul MMPS357-1998	Norme specifice de protecție a muncii pentru exploatarea și întreținerea drumurilor și podurilor.
*Ordinul 12-1980 al MTTc	Norme specifice PSI.
*Ordonanța Guvernului nr. 60-1007	Ordonanța Guvernului nr. 60-1007 privind Norme PSI aprobate prin legea nr 212-1997
	Norme generale PSI-1997.
Hotararea Guvernului Romaniei 273/1994	Hotararea 273 din 14 iunie 1994 privind aprobarea Regulamentului de receptie a lucrarilor de constructii si instalatii aferente acestora

Capitolul II CONDIȚII TEHNICE

2.1. Elemente geometrice

Art.8.(1) Grosimea stratului de beton rutier cu adaos de cenușă este cea rezultată din calcul și nu va fi mai mică de 18 cm, fără a fi incluse completările pentru preluarea denivelărilor.

(2) Elementele geometrice care se referă la lățimea de turnare, abateri de la grosimi, pante transversale, abateri la pantă pentru drumuri și străzi în profil transversal și longitudinal, declivități în profil longitudinal, denivelări maxime ale suprafeței stratului în sens transversal, denivelări admisibile la rostul longitudinal de contact între două benzi de beton adiacente, denivelări maxime între muchiile dalelor învecinate ale rosturilor transversale, sunt cele prevăzute în reglementările în vigoare.

2.2. Prevederi pentru caracteristicile betonului rutier cu adaos de cenușă

Art.9.(1) Stratul din beton rutier cu adaos de cenușă se realizează cu clasele de betoane rutiere ce vor fi stabilite de proiectant, în funcție de clasa de trafic și de categoria drumului sau tipul lucrării, pe bază de justificări tehnico-economice, conform tabelului 1.

Tabelul 1.

Denumirea lucrărilor	CLASA DE TRAFIC (vehicule fizice/zi)		
	Mediu 3500...8000	Redus 750...3500	Foarte redus <750
Drumuri de interes național, județean și local	F4,0V (BcR 4,0) F3,5V (BcR 3,5)		
Ranforsarea sistemelor rutiere existente la drumuri	F4,0 V (BcR 4,0) F3,5V (BcR 3,5)		
Drumuri de exploatare cu două benzi de circulație	F3,5V (BcR 3,5)		
Drumuri și platforme industriale	F3,5V (BcR 3,5)	F3,5V (BcR 3,5)	F3,5V (BcR 3,5)

Art.10. Caracteristicile betonului proaspăt destinat punerii în operă în sistemele cofraje fixe trebuie să fie conform tabelului 2.

Tabelul 2.

Caracteristica betonului	Valoarea	Metoda de încercare
Consistența, prin metoda tasării (mm)	30±10	SR EN 12350-2
Grad de compactare	1,15....1,35	SR EN 12350-4
Densitatea aparentă (kg/m ³)	≥2300	SR EN 12350-6
Conținut de aer antrenat, min (%)	4,5	SR EN 12350-7

Art.11.(1) Caracteristicile betonului rutier cu adaos de cenușă de termocentrală destinat a fi pus în operă trebuie să fie conform tabelului 3.

Tabelul 3

Nr.crt.	Caracteristica betonului întărit	F3,5V (BcR 3,5)	F4,0V (BcR 4,0)
1.	Rezistența caracteristică la încovoiere (f_{ckf}) (N/mm^2) determinată la 28 de zile pe prisme de 150x150x600 mm conform SR EN 12390-5 (min.)	3,5	4,0
2.	Rezistența caracteristică la compresiune ($f_{ck, cub}$) (N/mm^2) determinată la 28 de zile pe cuburi cu latura de 150mm, conform SR EN 12390-3 pentru beton utilizat la platforme de parcare-staționare și alei carosabile (min.)	45*	45*
3.	Rezistența caracteristică la compresiune ($f_{ck, cub}$) (N/mm^2) determinată la 28 de zile pe cuburi cu latura de 150mm, conform SR EN 12390-3 pentru beton utilizat în strat de fundație, bază sau rezistență (min.)	30	35

*Fără teste de rezistență la îngheț –dezgheț; când betonul este de clasă de rezistență la îngheț-dezgheț GD2 conform SR EN 13877-2 se pot utiliza valorile de rezistență la compresiune corespunzătoare poziției 3 din tabel.

Art.12. Executarea straturilor de fundație și de bază din betoane rutiere cu adaos de cenușă de termocentrală se face conform STAS 6400 și caietelor de sarcini elaborate de proiectantul lucrării.

2.3. Materiale

Art.13. Materialele utilizate la obținerea betoanelor rutiere cu adaos de cenușă sunt:

- a) Ciment
- b) Cenușă de termocentrală captată uscat;
- c) Agregate naturale;
- d) Apă;
- e) Aditivi;

Art.14. (1) La prepararea betoanelor rutiere cu adaos de cenușă se vor utiliza următoarele tipuri de cimenturi:

- Ciment rutier CR 42.5R SR 10092;
- Ciment Portland tip CEM I 42,5R conform SR EN 197-1;
- Ciment Portland tip CEM I 42,5 SR 5, 3 sau 0, SR EN 197-1;
- Ciment Portland tip CEM I 32,5R conform SR EN 197-1;

(2) Alte sortimente de cimenturi vor putea fi utilizate numai în urma unor studii efectuate de laboratoare de specialitate autorizate.

Art.15. (1) Ca adaos se va utiliza numai cenușă certificată conform SR EN 450-1, categoria A, captată uscat de la electrofiltrele centralelor termoelectrice care dispun de echipamente și silozuri pentru a face livrări beneficiarilor.

Art.16. Agregatele destinate betoanelor rutiere trebuie să fie conforme cu SR EN 12620 și SR EN 12620+A1; SR EN 13620; SR EN 13043; SR EN 13043; SR EN 13242+A1; SR EN 13242, după caz.

Art.17. (1) Pentru prepararea betoanelor de ciment rutier cu adaos de cenușă de termocentrală se vor utiliza agregate provenite din roci omogene în ceea ce privește compoziția mineralogică.

(2) Se interzice folosirea agregatelor provenite din roci susceptibile să reacționeze cu alcaliile din cimenturi sau din alte surse; reactivitatea agregatelor față de alcaliile din ciment trebuie verificată anterior folosirii în betoane rutiere conform SR 5440.

Art.18. Sorturile agregatelor naturale utilizate în betoanele rutiere cu adaos de cenușă de termocentrală sunt prezentate în tabelul 4.

Tabelul 4.

Natura agregatului	Sorturile agregatelor	Granulozitatea agregatului total
Nisip natural	0/4* si 4/8 sau 0/8	0/40
Criblura	8/16 si 16/25	
Split	25/40 sau 16/40	
Nisip natural	0/4* si 4/8 sau 0/8	0/32
Pietriș concasat	8/16 si 16/32	

Notă*) Adaosul de cenușă înlocuiește parțial sortul 0/4 de agregate naturale.

Art.19. Apa utilizată la prepararea betoanelor rutiere cu adaos de cenușă de termocentrală poate să provină din rețeaua publică de apă potabilă sau din altă sursă, care să îndeplinească condițiile tehnice prevăzute în SR EN 1008.

Art.20. (1) La prepararea betoanelor rutiere cu adaos de cenușă de termocentrală, pentru îmbunătățirea lucrabilității, reducerea tendinței de segregare în timpul transportului și mărirea rezistenței la îngheț-dezghet repetat, se va utiliza în mod obligatoriu un aditiv plastifiant împreună cu un antrenor de aer, conforme prevederilor SR EN 934-2+A1.

(2) Utilizarea aditivilor la prepararea betoanelor se va face conform prevederilor Codului de practică CP012/1.

Art.21. Pentru toate materialele menționate la Art. 13 (excepție apa) trebuie să fie prezentată declarația de conformitate.

Art.22. Se va utiliza hârtie rezistentă KRAFT sau folie de polietilenă de joasă densitate, pentru:

a) execuția straturilor din betoane de ciment cu adaos de cenușă pe fundație de balast sau piatră spartă.

b) izolarea contra aderenței la beton a unei jumătăți din ancorele de oțel ce trebuie fixate în rosturile longitudinale de contact ale straturilor de beton de rezistență executat în sistemul cofraje fixe.

Art. 23. Alte materiale utilizate în realizarea structurilor rutiere din beton cu adaos de cenușă care trebuie să îndeplinească cerințele SR EN 13877-1:

- produse de protecție a suprafeței betonului proaspăt contra evaporării apei;
- produse de colmatare a rosturilor „la cald” sau la rece;
- ancore;
- gujoane, care trebuie să fie conform SR EN 13877-3.

Art.24. Oțelul beton se va depozita și păstra în condiții care să evite favorizarea corodării.

Capitolul III

STABILIREA COMPOZIȚIEI BETONULUI RUTIER CU ADAOS DE CENUȘĂ DE TERMOCENTRALĂ

Art.25. (1) Compoziția betonului rutier cu adaos de cenușă se stabilește pe baza unor studii preliminare constituite în încercările inițiale de tip și numai în laboratoarele de specialitate autorizate, bazate în principal pe prevederile capitolului 6 din CP012/1.

(2) În Anexa 1, din prezentul Normativ, este prezentat informativ un model de stabilire a compoziției betonului; rezultatele experimentale precum și abaterile de la acest model trebuie documentate în studiul efectuat de laborator.

(3) Producătorul de beton trebuie să asigure arhivarea studiilor de rețetă pe perioada producției și minim 3 ani de la încetarea acesteia.

Art.26. Stabilirea compoziției betonului cu adaos de cenușă de termocentrală se va face:

- a) La începerea producției;
- b) La schimbarea tipului de ciment, agregatelor și aditivilor;
- c) Ori de câte ori se apreciază că este necesară reexaminarea compoziției utilizate.

Art.27. Liantul (L) reprezintă suma cantităților de ciment (C) și cenușă (V) ponderată cu un coeficient k, considerat a fi 0,4 în SR EN 206-1+A2+C91.

Art.28. Pentru betoanele rutiere adaosul de cenușă va fi astfel încât valoarea maximă a raportului V/C să fie de de 0,15.

Art.29. Dozajele de liant, tipul de ciment și raportul A/L ce se utilizează în compoziția betoanelor rutiere cu adaos de cenușă puse în operă în sistemele cofraje fixe vor respecta limitele din tabelele 5 și 6.

Tabelul 5.

Nr.ctr.	Componenți	Clasa betonului rutier pentru platforme de parcare-staționare și alei carosabile	
		F3,5 V(BcR 3,5)	F4,0 V(BcR 4,0)
1	Dozaj liant (C+kxT) (kg/m ³)	340 - 360	340 - 360
2	Tip ciment	CEM I 42,5 R, CEM I 42,5 SR 5, 3 sau 0, CEM I 32,5R, CR 42,5R	
3	Raport A/L, max.	0,45	0,45

Tabelul 6.

Nr.ctr.	Componenți	Clasa betonului rutier pentru strat de fundație, strat de bază sau rezistență	
		F3,5 V(BcR 3,5)	F4,0 V(BcR 4,0)
1	Dozaj liant (C+kxT) (kg/m ³)	310 - 320	330 - 340
2	Tip ciment	CEM I 42,5 R, CEM I 42,5 SR 5, 3 sau 0, CEM I 32,5R, CR 42,5R	
3	Raport A/L, max.	0,48	0,48

Art.30.(1) Limitele zonei de granulozitate ale agregatului total pentru betoane rutiere cu adaos de cenușă cu agregate cu granulozitate continuă 0/32sau 0/40mm sunt prezentate în figurile 1 sau 2.

Figura 1. Limitele zonei de granulozitate recomandate pentru agregat 0/32

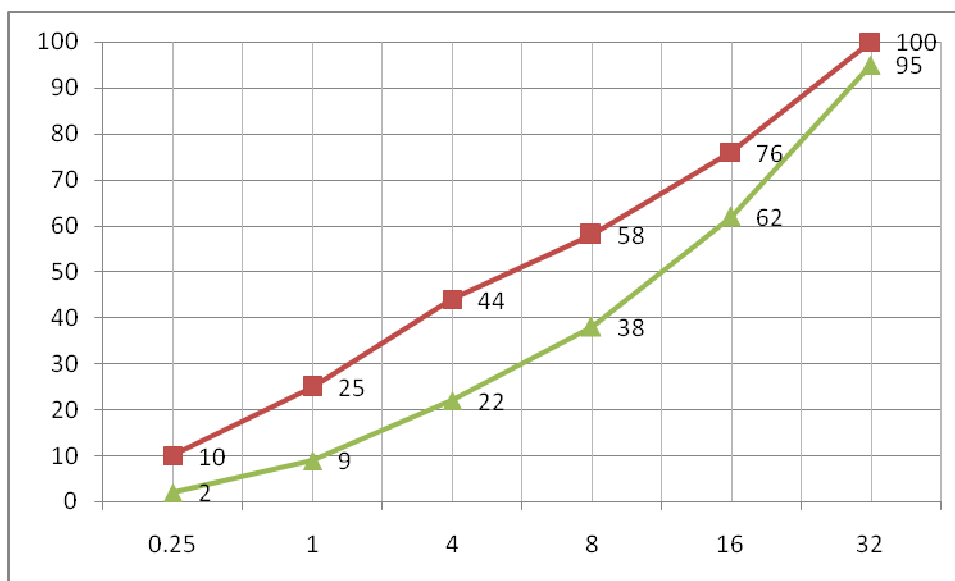
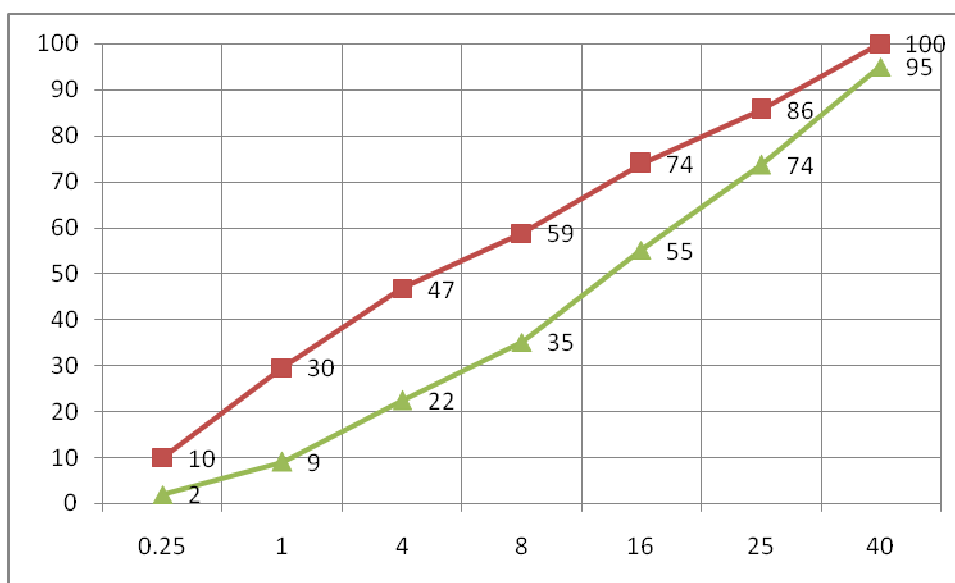


Figura 2. Limitele zonei de granulozitate recomandate pentru agregat 0/40



Capitolul IV

PREPARAREA BETONULUI CU ADAOS DE CENUȘĂ DE TERMOCENTRALĂ

Art.31. (1) Prepararea betonului de ciment rutier cu adaos de cenușă se efectuează în stații de betoane în conformitate cu prevederile SR EN 206-1+A2+C91.

(2) Cerințele pentru controlul producției, personal, echipament, planul de verificări, înregistrările și chiar perioada lor de arhivare sunt prezentate în CP012/1.

Art.32. Cantitățile de materiale corespunzătoare unui amestec (șarjă) se vor stabili pentru un volum de beton proaspăt, de maximum 80% din capacitatea nominală a instalației pentru malaxare.

Art.33. Amestecul se realizează în betoniere cu malaxare forțată, timpul de amestecare fiind de minimum 75 secunde, durata fiind socotită din momentul introducerii tuturor materialelor componente și până la începerea descărcării în buncărul betonierei.

Art.34. Durata efectivă de malaxare se stabilește de către laboratorul stației de betoane prin încercări ce se vor face înaintea începerii lucrărilor.

Art. 35. Temperatura betonului proaspăt, măsurată în mijloacele de transport înaintea plecării de la stație, trebuie să fie între 5 și 30°C; temperatura betonului înainte de plecare trebuie să asigure intervalul de temperaturi permis la punerea în operă.

Capitolul V TRANSPORTUL BETONULUI

Art.36. Betonul proaspăt preparat în stațiile de betoane se va transporta cu autobasculante etanșe pentru a nu permite pierderi de beton.

Art. 37.Pe timp foarte călduros sau ploaie, suprafața liberă a betonului din autobasculante trebuie să fie protejată de prelată, astfel încât să se evite modificarea caracteristicilor betonului. Se interzice udarea betonului pe timpul transportului.

Art. 38.Autobasculantele vor fi spălate cu jet de apă ori de câte ori este nevoie.

Art. 39.Durata maximă de transport, considerată din momentul începerii încărcării mijlocului de transport și începutul descărcării acestuia, nu va depăși valorile din tabelul 7, decât dacă se utilizează aditivi întârziatori de priză.

Tabelul 7

Temperatura amestecului de beton (°C)	Durata maximă de transport (minute)
$15^{\circ} < t < 30^{\circ}$	45
$t = 15^{\circ}$	60

Art. 40.Temperatura betonului proaspăt la punctul de lucru înainte de punerea în operă trebuie să fie cuprinsă între 5....30°C.

Art. 41. Documentele ce însoțesc transportul trebuie să îndeplinească condițiile din capitolul 7 al CP012/1.

Capitolul VI PREGĂTIREA SUPRAFEȚEI DE AȘTERNERE

Art.42. Pregătirea suprafeței de așternere a betonului rutier cu adaos de cenușă, atât pe fundații noi cât și pe îmbrăcăminți existente, în sistemul cofraje fixe, se va executa conform prevederilor STAS 6400 și reglementărilor în vigoare.

Capitolul VII PUNEREA ÎN OPERĂ A BETONULUI

Art.43. Punerea în operă a betonului rutier cu adaos de cenușă de termocentrală, în cofraje fixe, se execută ca și cea a betonului de ciment rutier, într-un singur strat, conform prevederilor reglementărilor în vigoare sau conform STAS 6400.

Art.44. (1) Punerea în operă a betoanelor rutiere cu adaos de cenușă de termocentrală se va face la temperaturi de minimum +5°C.

(2) Temperatura betonului la punerea în operă nu va fi mai mare de 30°C.

Art.45. (1) Strierea betonului rutier cu adaos de cenușă de termocentrală se va efectua pentru platformele de parcare-staționare și aleile carosabile sau în cazul în care stratul de rezistență va fi dat în circulație, în scopul îmbunătățirii aderenței roților autovehiculelor.

(2) În acest caz, suprafața finisată a betonului se va stria perpendicular pe axa benzii, mecanic sau manual, cu perii piassava.

(3) Se va verifica vizual uniformitatea și adâncimea strierii și se va reface dacă este cazul.

Capitolul VIII PROTEJAREA STRATULUI DE BETON TURNAT

Art. 46. (1) Protejarea stratului de beton rutier cu adaos de cenușă, executat în sistemul cofraje fixe, se va efectua în două etape.

(2) În prima etapă, considerată din momentul terminării strierii suprafeței betonului proaspăt și până la zvântarea acestuia, când suprafața devine mată, protecția se realizează cu acoperișuri mobile, impermeabile și nedeformabile, îmbinate etanș între ele, care se deplasează pe măsură ce se finisează suprafața betonului proaspăt în scopul protejării acestuia contra acțiunii soarelui, vântului și ploilor.

(3) În etapa a doua, considerată din momentul când suprafața betonului s-a zvântat, devenind mată, protejarea betonului se realizează în mod obligatoriu cu pelicule de protecție anti-evaporare, în scopul asigurării condițiilor favorabile de întărire a betonului și evitării fisurării dalelor.

(4) Este interzisă circulația de orice fel (oameni, animale, vehicule) pe betonul proaspăt.

(5) Termenul pentru darea în circulație este cel din tabelul 8.

Tabelul 8

Temperatura medie la punctul de lucru (°C)	5	10	15	20	25
Termen pentru darea în circulație (zile)	19	16	14	12	11

Capitolul IX EXECUTAREA ROSTURILOR

Art.47.(1) Pentru a se evita apariția fisurilor și a crăpăturilor datorită variațiilor de temperatură și umiditate, tasărilor inegale și pentru necesități de construcție, stratul de beton de ciment cu adaos de cenușă se execută cu rosturi transversale și longitudinale, în dale.

(2) Rosturile, atât cele transversale cât și cele longitudinale, pot fi de:

a) contact (de construcție);

b) dilatație;

c) contracție;

(3) Executarea rosturilor de contact, dilatație și contracție în sistemul de execuție a betoanelor în cofraje fixe se va face conform reglementărilor în vigoare.

(4) Colmatarea rosturilor se va realiza „la cald” sau ”la rece” conform prevederilor agrementelor în tehnice în vigoare.

Capitolul X CONTROLUL CALITĂȚII LUCRĂRILOR

Art.48. (1) Controlul producției de beton se face utilizând prevederile aplicabile din CP012/1.

(2) Este recomandat să se preleveze cenușă din fiecare lot aprovizionat (la fel și pentru ciment), să se asigure trasabilitatea și închiderea ermetică a pungilor/recipientelor de depozitare a acestora, precum și păstrarea lor în condiții adecvate cel puțin 90 de zile, pentru a se putea stabili cauza unor eventuale neconformități.

(3) Se vor turna probe și se vor efectua încercări la stație și pentru rezistența la încovoiere cu aceeași frecvență ca și pentru încercarea la compresiune.

Art.49. Verificarea calității celorlalte materiale utilizate la realizarea lucrărilor se face conform SR EN 13877-1.

Art.50. Evaluarea și controlul conformității betonului produs în stație se face conform capitolelor corespunzătoare din CP012/1.

Art.51. (1) Interpretarea statistică a rezultatelor obținute pe probe de betoane de ciment rutiere cu adaos de cenușă prelevate la stație, conform SR EN 12390-2, se va face conform prevederilor CP 012/1 atât pentru rezistența la încovoiere cât și pentru cea la compresiune.

(2) Îndeplinirea ambelor criterii este obligatorie pentru ca betonul din lucrare să fie considerat conform.

Art.52. (1) Proiectantul alege o clasă de control de calitate conform SR EN 13877-2, pentru fiecare prescripție, pe care o introduce în caietele de sarcini.

(2) Clasa de control de calitate trebuie să conțină minim cerințe referitoare la grosimea stratului și la rezistența la compresiune.

(3) Proiectantul poate decide recoltarea de probe la locul de punere în operă pentru teste precum și frecvența lor.

(4) Testele pe beton proaspăt (consistență, densitate, temperatură - dacă e cazul și conținutul de aer) vor avea frecvența de minim o determinare pe tip de beton și schimb, pentru un volum de maxim 50m³.

(5) Testele se vor efectua ori de câte ori aspectul betonului nu este cel considerat corespunzător.

(6) Conținutul de aer din beton joacă un rol foarte important pentru asigurarea durabilității îmbrăcăminților; în consecință, controlul cantității de aer din beton trebuie să asigure respectarea strictă a acestei cerințe.

Art.53. (1) Controlul calității execuției lucrărilor cu betoane rutiere cu adaos de cenușă de termocentrală se efectuează în conformitate cu prevederile aplicabile din reglementările în vigoare în domeniul betonului de ciment.

Art.54.(1) Executantul va asigura, prin laboratoare de specialitate autorizate, efectuarea tuturor încercărilor și determinărilor prevăzute în prezentul normativ.

Capitolul XI RECEPȚIA LUCRĂRILOR

Art.55. (1) Defecțiunile apărute la stratul de rezistență din beton rutier cu adaos de cenușă trebuie reparate înainte de darea în exploatare a acestora.

(2) Modul de reparare a lor se stabilește de comun acord cu beneficiarul și proiectantul lucrării.

Art.56. Recepția lucrărilor executate din beton de ciment cu adaos de cenușă se efectuează în conformitate cu prevederile aplicabile din reglementările în vigoare în domeniul betonului de ciment.

Art.57. Pentru cazurile în care se extrag carote pentru verificarea calității betonului din lucrare sau expertize, acestea se extrag și se încercă conform SR EN 12504-1, iar rezultatele se interpretează conform prevederilor SR EN 13877-2.

Capitolul XII MĂSURI DE PROTECȚIA MUNCII ȘI PSI

Art.58. Pentru lucrările de ranforsare cu strat de rezistență din beton rutier cu adaos de cenușă se recomandă prevederile privind organizarea circulației rutiere pe durata lucrărilor prevăzute în prevederile aplicabile din reglementările în vigoare în domeniul betonului de ciment..

Art.59. Pe întreaga perioadă a executării lucrărilor privind realizarea stratului de rezistență cu adaos de cenușă se vor respecta normele în vigoare de protecție a muncii și PSI.

Art.60. Înainte de începerea lucrărilor, sectorul de lucru se va amenaja și semnaliza conform prevederilor aplicabile din reglementările în vigoare.

Anexa A
(informativă)

ELABORAREA UNUI STUDIU DE REȚETĂ PENTRU BETONUL RUTIER CU ADAOS DE CENUȘĂ DE TERMOCENTRALĂ

1.GENERALITĂȚI

Principiile care stau la baza elaborării unui studiu de rețetă pentru betoanele rutiere cu adaos de cenușă sunt următoarele:

- se consideră clasele de expunere a betonului din îmbrăcăminte la condițiile de mediu: XC4+XD3+XF4 conform SR EN 206-1 + A2+C91 pentru betonul pentru platforme de parcare-stationare și alei carosabile;
- pentru betoanele din straturile de rezistență sau fundație/bază se consideră că acesta este protejat de îmbrăcăminte de deasupra, cerințele fiind prezentate în tabelele 3 și 6;
- clasa de rezistență la compresiune a betonului este determinată de condițiile de expunere la mediu pentru betonul din îmbrăcăminte, valoarea considerată până acum din considerente de rezistență mecanică și durabilitate fiind mai mică;
- se consideră conceptul valorii k din SR EN 206-1 + A2+C91 pentru evaluarea contribuției cenușii la masa liantului ($C+kxV$);
- conținutul suplimentar de cenușă, neconsiderată ca liant $Vx(1-k)$ este considerat ca și parte fină în agregat;
- se va utiliza dozajul minim de ciment admis pentru asigurarea durabilității și rezistenței la încovoiere;
- raportul apă/liant: $A/(C+kxV)$ este cel determinat de clasele de expunere la mediu pentru betonul din îmbrăcăminte;
- în definirea raportului A/C se va utiliza concepția din SR EN 206-1+ A2+C91, adică raportul dintre apa efectivă = [(apa totală+aditivi) - apa absorbită în agregate] și liant ;
- se va utiliza raportul $A/(C+kxV)$ mai mic sau egal cu cel maxim permis de SR EN 206-1 + A2+C91 pentru clasele de expunere a betonului rutier;
- raportul $V/C \leq 0,15$; va fi considerată valoarea maximă a raportului pentru încercările preliminare;
- reglarea conținutului de apă pentru obținerea raportului $A/(C+kxV)$ dorit se face prin varierea dozajului aditivului, a granulozității agregatului, a conținutului de cenușă, prin schimbarea aditivului și în ultimă instanță a dozajului de liant sau compoziției
- Interpretarea rezultatelor încercărilor mecanice se va face în măsura posibilităților conform prevederilor SR EN 206-1+ A2+C91 și prezentului normativ;
- Durabilitatea este asigurată prin respectarea condițiilor impuse pentru XC4, XD3 și XF4 nemaifiind necesară testarea la îngheț-dezghet;
- Proprietățile betonului proaspăt sunt definite la locul de punere în operă, în momentul descărcării din autobasculantă;
- Granulozitatea agregatului total se realizează cu sorturile de agregate prevăzute la art.18 și în limitele de granulozitate ale agregatului total din figura 1 sau 2.

2. CONDIȚII

Condițiile impuse pentru rețeta de bază:

Clasa minimă de rezistență la compresiune: conform tabelului 3

Rezistența medie la încovoiere: $BcR3.5 \geq 4,5N/mm^2$ și $BcR4,0 \geq 5N/mm^2$

Raport $A/(C+kxV)$ maxim: conform tabelelor 5 și 6

Dozaj minim de $(C+kxV)$: conform tabelelor 5 și 6
 $k=0,4$

Conținut minim de aer (P): 4,5%

Agregat rezistent la îngheț-dezghet

Agregat conform SR EN 12620 și SR EN 12620 și SR EN 12620+A1; SR EN 13620; SR EN 13043; SR EN 13043; SR EN 13242+A1; SR EN 13242.

Conținut cloruri în beton: $<0,4\%$ din masa liantului

3. VALORI ȚINTĂ PENTRU PROPRIETĂȚILE BETONULUI PROASPĂT

SE STABILESC SETURI DE VALORI ȚINTĂ (inițiale și la momentul punerii în operă, limitat totuși la 1 oră) pentru proprietățile betonului proaspăt pentru încercările preliminare (consistență, densitate, conținut de aer) ținând cont și de prevederile din tabelul anterior. Funcție de necesități, testele se pot desfășura și la alte temperaturi decât cele uzuale ($\sim 20^\circ C$).

4. DATE PRELIMINARE NECESARE PENTRU MATERIALELE ALESE

Material	Proprietate	Sursa
Ciment	Rezistența la compresiune 28 zile	Testare conform SR EN 196-1
	Conținut de cloruri	Declarație conformitate
Cenușă	Densitatea particulelor - ρ_v	Declarație conformitate producător sau test conform SR EN 196-6
Agregate	Granulozitatea fiecărui sort	Test conform SR EN 933-1
	Densitatea reală a granulelor în stare uscată pe sorturi $\rho_{rdd/D}$	Declarație conformitate producător sau test conform SR EN 1097-6+AC+A1
	Absorbția de apă pe sorturi $A_{d/D}$	Declarație conformitate producător sau test conform SR EN 1097-6+AC +A1
	Rezistența la îngheț-dezghet	Declarație conformitate producător sau test conform SR EN 1097-6+AC+A1 sau test inghet-dezghet conform SR EN 1367-1
	Conținut de cloruri	Declarație conformitate
Aditivi	Densitate (ρ_{Adp} , ρ_{Ada})	Declarație conformitate producător sau test
	Limite recomandate de dozaj	Declarație conformitate producător/ fișa tehnică
	Conținut de cloruri	Declarație conformitate
Apă	Conținut de cloruri	Analize
Beton proaspăt	Durata de timp estimată până la punerea în operă	Comandă producător beton
	Temperaturi estimate	Comandă producător beton

5. CALCULUL COMPOZIȚIEI BETONULUI PENTRU ÎNCERCĂRI PRELIMINARE

Se pleacă de la un dozaj de liant L conform tabelelor 5 și 6

Se calculează dozajul de ciment și cenușă considerate în raportul $V/C \leq 0,15$

$$C = L / (1 + 0,4 \times V / C) \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (1)$$

$$V = C \times (V / C) \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (2)$$

Se alege raportul apă/liant $A_{ef}/L \leq$ valorile din tabellele 5 și 6

Se calculează dozajul de apă efectivă:

$$A_{ef} = (A_{ef}/L) \times L \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (3)$$

Se calculează dozajul de aditiv plastifiant D_{Adp} considerat ca procent din masa cimentului în intervalul de dozaj recomandat - (%)Adp:

$$D_{Adp} = (\%)Adp \times L \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (4)$$

Se calculează volumul aditivului V_{Adp} folosind densitatea lui ρ_{Adp} în kg/dm^3 :

$$V_{Adp} = D_{Adp} / \rho_{Adp} \quad (5)$$

Se calculează dozajul de aditiv antrenator de aer D_{Ada} considerat ca procent din masa cimentului în intervalul de dozaj recomandat - (%)Ada:

$$D_{Ada} = (\%)Ada \times L \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (6)$$

Se calculează volumul aditivului V_{Ada} folosind densitatea lui ρ_{Ada} :

$$V_{Ada} = D_{Ada} / \rho_{Ada} \quad (7)$$

Se calculează volumul agregatului V_{ag} incluzând și cenușa neconsiderată ca liant:

$$V_{ag} = 1000 - C / 3.1 - 0,4 \times V / \rho_V - P - A_{ef} \quad (8)$$

Se determină procentul volumic de participare a fiecărui sort (%)d/D folosind granulozitatea sorturilor și curba granulometrică din figurile 1 sau 2; pentru sortul 0/4 se consideră și o parte din conținutul de cenușă: $0,6V / \rho_V$, ce trece integral prin sită 0.25.

Granulozitatea agregatului total se realizează cu sorturile de agregate prevăzute la art.18 și în limitele de granulozitate ale agregatului total din fig 1 sau 2.

Se calculează volumul ocupat pentru fiecare sort de agregat $V_{d/D}$ și dozajul $D_{d/D}$ acestuia:

$$V_{0/4} = V_{ag} \times (\%)0/4 - 0,6V / \rho_V \quad (9)$$

$$V_{d/D} = V_{ag} \times (\%)d/D \quad (10)$$

$$D_{d/D} = V_{d/D} \times \rho_{rdd/D} \quad (11)$$

Se calculează cantitatea de apă absorbită de agregate A_{abs} :

$$A_{abs} = \sum_{Ad/D} \times D_{d/D} \quad (12)$$

Cantitățile de material care alcătuiesc 1m^3 de beton pentru rețeta preliminară sunt:

Ciment și cenușă: C și V conform relațiilor 1 și 2

$$\text{Apă adăugată: } A = A_{ef} + A_{abs} - V_{ada} - V_{adp} \quad (13)$$

Agregat pe sorturi: $D_{d/D}$

Aditiv plastifiant: D_{Adp}

Aditiv antrenator de aer: D_{Ada}

Se calculează densitatea betonului prin însumarea masei componentilor:

$$P_b = C + V + A + D_{Adp} + D_{Ada} + \sum D_{d/D} \quad (14)$$

Se calculează conținutul de cloruri la 1m^3 , se împarte la dozajul de liant și se verifică dacă este $<0,4\%$ din masa liantului. În caz contrar se caută componenți cu dozaj mai mic de cloruri, până la îndeplinirea condiției.

6. TESTELE PRELIMINARE PE BETON PROASPĂT ÎN LABORATOR

Se calculează necesarul de materiale pentru o probă cu volumul necesar verificării inițiale a consistenței și densității.

Peste agregatul uscat cântărit într-un vas se adaugă 0,5-0,75 din A, cu câteva ore înainte de realizarea încercărilor pe beton proaspăt; vasul trebuie acoperit pentru împiedicarea evaporării apei.

Se adaugă în malaxor agregatul umed, se începe malaxarea se adaugă cimentul și cenușă și după umectarea suficientă a acestora se adaugă treptat aditivi/apă până la obținerea consistenței dorite. Nu se va depăși cantitatea de apă corespunzătoare raportului $A/L=0.45$. Se determină apoi densitatea și conținutul de aer al betonului. Se va acorda importanță vibrării așa cum este prevăzut în SR EN 12350-6 pentru evitarea eliminării în exces a aerului conținut în beton. După fiecare determinare, betonul se reomogenizează.

Consistența inițială urmărită ar trebui să țină cont de durata de transport estimată și de temperatură, știind că nu mai este posibilă adăugarea de aditiv la fața locului, ca în cazul betoanelor transportate cu autobetonierele. Consistența măsurată după o perioadă egală cu durata până la punerea în operă trebuie să se încadreze în limitele din tabelul 4.

7. RECALCULAREA COMPOZIȚIEI BETONULUI

După obținerea caracteristicilor inițiale dorite ale betonului proaspăt se recalculează compoziția preliminară utilizând algoritmul:

- apa efectivă A_{ef} precum și dozajul de aditiv D_{Adp} , D_{Ada} se recalculează cu ajutorul regulii de 3 simplă utilizând masa calculată a amestecului, densitatea determinată a betonului și masa fiecărui component menționat folosit la realizarea amestecului;
- se reface calculul conform algoritmului prezentat la stabilirea compoziției inițiale mai puțin relațiile 3,4 și 6.

8. TESTELE ÎN LABORATOR PE BETON PROASPĂT LA DURATA DE PUNERE ÎN OPERĂ

Se calculează necesarul de materiale pentru o probă cu volumul necesar verificării inițiale și după durata de punere operă a consistenței, densității și conținutului de aer. Se face amestecul componentilor; jumătate din beton se păstrează într-un vas acoperit pentru a nu se permite pierderea apei, pentru testele efectuate la un moment corespunzător punerii în operă.

După verificarea caracteristicilor pentru momentul punerii în operă, a unor eventuale modificări de compoziție și recalcularea componentilor pentru rețetă de bază se poate trece la turnarea probelor necesare testelor mecanice pentru compoziția de bază.

9. REALIZAREA CORPURILOR DE PROBĂ

Se calculează amestecul pentru 3 probe 150x150x600mm și 3 cuburi cu latura 150mm, care se toarnă după verificarea consistenței, densității și conținutului de aer.

Probele se pregătesc și se conservă conform SR EN 12390-2.

Se vor realiza câte 3 amestecuri pentru fiecare tip de rețetă de bază.

Pentru siguranță se vor realiza încă două compoziții cu un raport apă/liant mai redus/mai mare (dar nu mai mare ca valorile din tabelele 5 sau 6), obținut fie prin varierea dozajului de liant în limitele permise, fie prin modificarea dozajului de apă prin adaos de aditiv.

10. TESTE FIZICO-MECANICE

Probele se încearcă la 28 de zile, rezistența medie la compresiune necesară (pe cele 3 seturi de câte 3 probe) fiind cu 6 - 12N/mm² peste clasă, iar rezistența medie la încovoiere necesară fiind 4,5N/mm² pentru BcR3.5 și 5N/mm² pentru BcR4,0.

Rezultatele la compresiune se corectează în funcție de rezistența efectivă a cimentului, prin înmulțire cu un coeficient egal cu: $(1,15 \times \text{clasa cimentului}) / f_{\text{cim28}}^{\text{ef}}$ unde $f_{\text{cim28}}^{\text{ef}}$ este rezistența efectivă a cimentului la 28 de zile.

În privința rezistenței la îngheț dezgheț aceasta trebuie să fie corespunzătoare clasei GD2 din SR EN 13877-2.

Se alege compoziția care respectă toate condițiile și are dozajul minim de ciment.

11. TESTE PE STAȚIE

Pe stație se vor desfășura teste după definitivarea rețetei pentru stabilirea timpului de malaxare și a condițiilor necesare pentru obținerea conținutului de aer dorit. Aceste teste cad în responsabilitatea producătorului de beton.

12. CORECȚII ULTERIOARE

În cursul preparării betonului rutier cu adaos de cenușă, rețeta se va corecta de către un responsabil numit de șeful stației în funcție de rezultatul verificărilor zilnice privind:

- a) Umiditatea agregatelor;
- b) Granulozitatea sorturilor;
- c) Densitatea aparentă a betonului proaspăt;
- d) Lucrabilitatea betonului ce trebuie verificată zilnic, începând cu fabricarea primelor șarje;
- e) Conținutul de aer antrenat;
- f) Feed-backul de la client.

Canitățile în care intervin diferitele sorturi de agregate se vor corecta astfel încât să se asigure respectarea granulozității adoptate pentru agregatul total.

În funcție de umiditatea agregatelor (efectivă), se va recalcula cantitatea de agregate ce trebuie introdusă la prepararea betonului.

Cantitatea de apă de amestecare, stabilită inițial se va reduce ținând seamă de umiditatea reală a sorturilor de agregate utilizate și cantitatea de soluție de aditiv adăugată.

La stația de betoane se va afișa/ introduce în unitatea de control a procesului de fabricație rețeta corespunzătoare tipului de beton și care va conține:

- a) Numărul de ordine al rețelei cadru și al reviziei (corecției) acesteia;
- b) Notația corespunzătoare tipului de beton;
- c) Cantitățile de materiale care se introduc la fiecare șarjă: ciment, cenușă, agregate, la care cantitățile pot fi cumulative în funcție de ordinea de introducere a acestora;
- d) Numele și semnătura celui ce a emis rețeta cadru sau corecția;
- e) Trebuie asigurată păstrarea de înregistrări ale acestor date, în format hârtie sau electronic (scanată rețeta semnată de responsabil) pentru o perioadă cel puțin 3 ani.