

PROIECT TEHNIC DE REZISTENTA
= PAGINA DE PREZENTARE =

Denumire Lucrare:	Modernizare pasaj pietonal subteran magazin Dumbrava
Amplasament:	Mun. Sibiu, Jud. Sibiu, Romania.
Beneficiar:	Primaria Municipiului Sibiu Strada Samuel Von Brukenthal 2, Sibiu 550178
Proiectant general:	S.C. VLADOSTUDIO S.R.L.
Proiectant arhitectura:	S.C. OVERLAP DESIGN S.R.L.
Proiectant structura:	S.C. FORM SHAPER S.R.L.
Proiect Nr:	15/2025
Faza:	P.Th. + D.E.
Data eliberarii documentatiei:	Decembrie 2025





S.C. FORM SHAPER S.R.L.
Str. Ion Mester, nr.4/11, mun. Cluj-Napoca, Romania
Tel: +40 767 600 814

LISTA SI SEMNATURILE PROIECTANTILOR DE SPECIALITATE

Proiectant general:

S.C. VLADOSTUDIO S.R.L.

Sef proiect: **Arh. Tamas FODOR**



Proiectant rezidenta:

S.C. FORM SHAPER S.R.L.

Responsabil proiect de specialitate: **Ing. Majai Zsigmond Ors**





S.C. FORM SHAPER S.R.L.
Str. Ion Mester, nr.4/11, mun. Cluj-Napoca, Romania
Tel: +40 767 600 814

BORDEROU REZISTENTA

PARTI SCRISE:

Lista semnaturi
Borderou rezistenta
Memoriu tehnic

PARTI DESENALE:

1. R-B-01 Plan fundatii si detalii de fundare	1:50
2. R-B-02 Plan armare rampa scara si fundatii	1:50
3. R-B-03 Plan armare fundatii lift	1:50
4. R-B-04 Plan armare pereti lift	1:50
5. R-B-05 Plan armare placa lift	1:50
6. R-B-06 Plan armare zid de sprijin	1:50
7. R-M-00 Plan montaj structura lift	1:50
8. R-M-01 Centralizator parti unice	1:50
9. R-M-02 Ansamblul A/1	1:50
10. R-M-03 Ansamblul A/2	1:50
11. R-M-04 Ansamblul A/3	1:50
12. R-M-05 Ansamblul A/4	1:50
13. R-M-06 Ansamblul A/5	1:50
14. R-M-07 Ansamblul A/6	1:50
15. R-M-08 Ansamblul A/7	1:50
16. R-M-09 Ansamblul A/8	1:50
17. R-M-10 Ansamblul A/9	1:50
18. R-M-11 Ansamblul A/10	1:50
19. R-M-12 Ansamblul A/11	1:50



Intocmit,
Ing. Majai Zsigmond Ors



S.C. FORM SHAPER S.R.L.
Str. Ion Mester, nr.4/11, mun. Cluj-Napoca, Romania
Tel: +40 767 600 814

MEMORIU TEHNIC DE REZISTENTA

Denumire Lucrare: **Modernizare pasaj pietonal subteran magazin Dumbrava**

Amplasament: **Mun. Sibiu, Jud. Sibiu, Romania.**

Beneficiar: **Primaria Municipiului Sibiu**
Strada Samuel Von Brukenthal 2, Sibiu 550178

Proiectant general: **S.C. VLADOSTUDIO S.R.L.**

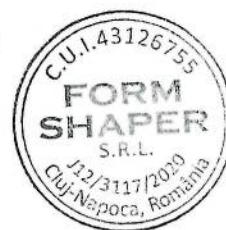
Proiectant arhitectura: **S.C. OVERLAP DESIGN S.R.L.**

Proiectant structura: **S.C. FORM SHAPER S.R.L.**

Proiect Nr: **15/2025**

Faza: **P.Th. + D.E.**

Data eliberarii documentatiei: **Decembrie 2025**



CUPRINS (Memoriu tehnic)

1. Amplasament – caracterisitici geofizice
2. Documente de referinta
3. Descrierea obiectivului
4. Soutii constructive
 - 4.1 Solutii geotehnice
 - 4.2 Sistemul de fundare
 - 4.3 Suprastructura
- 4.4 Rezistenta la foc
5. Prevederi constructive
6. Recomandari





1. Amplasament – caracteristici geofizice

Constructia, al carei beneficiar este Primaria Municipiului Sibiu, este amplasata pe strada Samuel Von Brukenthal 2, Mun. Sibiu 550178, jud. Sibiu, Romania.

Municipiul Sibiu se incadreaza, conform normativului P100-1/2013 privind „Proiectarea antiseismica a constructiilor de locuinte social-culturate, agrozootehnice si industriale” in zona seismica cu „ $a_g=0.2g$ ” si „ $T_c=0.7s$ ”.

Zapada: incarcare la sol: 1.5 kN/m^2 conform CR-1-1-3/2012

Vant: presiunea de referinta: 0.6 kPa conform CR-1-1-4/2012

Clasa de importanta a constructiei este „III” conform normativului P100-1/2013.

In conformitate cu HG nr. 766 din 21.11.1997 pentru aprobarea unor regulamente privind calitatea in constructii conform Anexa 3: cladirea studiata face parte din categoria de importanta: „Cat. B2” „normala”.

In conformitate cu prevederile art. „Obligatii si raspunderi ale proiectantului” din Legea nr. 10/18.01.1995 privind calitatea in constructii” si in baza „Metodologiei de stabilire a categoriei de importanta a constructiilor” din „Regulamentul privind stabilirea categoriei de importanta a constructiilor”, obiectivul de investitie expertizat se incadreaza la categoria de importanta „C- constructii de importanta normala”.

2. Documente de referinta

Studiu geotehnic

Studiu geotehnic realizat in Octombrie 2025

„REABILITAREA SI MODERNIZAREA PASAJULUI PIETONAL SUBTERAN DUMBRAVA”, privind conditiile de fundare pe amplasamentul din Mun. Sibiu, piata Unirii, jud. Sibiu, intocmit de S.C. GEOLOGIC-INVEST S.R.L.

Expertiza tehnica nr. 1019/22/2025

Expertiza tehnica in vederea modernizarii pasajului pietonal subteran din zona magazinului Dumbrava, municipiului Sibiu, intocmit de S.C. DRUMEX S.R.L.

3. Descrierea obiectivului

Pasajul subteran pietonal situat in Piata Unirii, municipiul Sibiu, in zona centrala a orasului, la intersectia bulevardului Vasile Milea cu Calea Dumbravii, in imediata vecinatate a Magazinului Dumbrava si a Teatrului National „Radu Stanca”.

Se desfasoara intre mai multe puncte de acces, legand principalele axe pietonale din zona, suprafata desfasurata a pasajului modernizat este de aproximativ 810,00 mp, incluzand zona circulabila, spatiile tehnice si grupurile sanitare publice. Constructia existenta, subterana, aflata intr-o stare avansata de uzura estetica si functionala, dar structurata stabil, urmeaza sa fie reabilitata si modernizata.

Pasajul are rolul de subtraversare pietonala a Pietei Unirii inspre Calea Dumbravii, intre magazinul Dumbrava si zona Parcului Casei de Cultura.

Pasajul pietonal are o lungime totala de cca. 62.80m, alcatuita din lungimea efectiva acoperita (51,15m), la care se adauga lungimile zonelor de acces.



Amplasament pasaj subteran pietonal



Conform datelor de la beneficiar, pasajul a fost proiectat si executat intre anii 1976-1978.

Data fiind perioada de executie si modul de alcatuire al structurii, se estimeaza ca fost proiectat pentru incarcarile clasei de incarcare E (A30,V80) – pentru zona de subtraversare a strazii (carosabil si trotuare).

Zona acoperita (cu lungimea de cca. 51,15m) poate fi impartita in doua zone distincte, atat din punct de vedere al gabaritului cat si structural:

- Zona de subtraversare a strazii, cu lungimea de cca. 33,15m, latimea de cca 6,46m si inaltimea variabila de 2,41-2,45m.
- Zona de subtraversare a trotuarului aferent Magazinului dumbrava, cu lungimea de cca. 18,00m si inaltimea utila variabila de 3,15-3,20m. Latimea este variabila, pe tronsoane, fiind de cca 10,35m pe primii 8,50m (zona de acces spatii comerciale si adapost ALA) si de cca 8,20m pe cca. 9,50m pe zona dinspre iesire.

Se propune reconfigurarea scării principale de acces dinspre Teatrul National „Radu Stanca” refacandu se integral, cu trepte de acces pe lungimea pasajului si rampe in zig-zag cu pante de 5 grade. Având o lungime de 18.07m si latime de 7.74m, unde pe o latura va fi sustinuta de un zid de sprijin cu lungime de 9.95m si inaltime variabila. Scarile si rampele de acces vor fi finisate cu placi de granit antiderapant, in nuante neutre, compatibil cu contextul arhitectural si adecvat pentru trafic pietonal intens si conditii de exterior. Placile de granit se vor monta pe strat suport pregatit, cu rosturi corect dimensionate pentru dilatatie si drenaj. Se vor dispune suprafete de avertizare tactilo-vizuala la inceputul si sfarsitul treptelor si rampelor realizate din elemente circulare de otel inoxidabil care se vor fixa mecanic de finisaj. Se va dispune o rigola prefabricata cu B=20cm, L=800cm, i=0.5% - cota gratar +421.15, cota r=420.95 legata la camin canalizare existent.

Se propune integrarea unui ascensor pe latura sud – la zona de acces in pasaj dinspre Casa de Cultura a Sindicatelor, pentru asigurarea accesului persoanelor cu mobilitate redusa. Ascensorul fiind dimensionat conform normativelor in vigoare din punct de vedere al rezistentei si stailitatii. Se va dispune o rigola prefabricata cu B=20cm, L=120cm, i=0.5% - cota gratar +421.60, cota r=+421.40 legata la camin canalizare existent.

Cota ± 0.00 stabilita este 841.30mdM.



Incarcari utile luate in calcul la dimensionarea structurii conform **CR 0 – 2012 Cod de proiectare. Bazele proiectarii constructiilor si SR EN 1991-1-1-2004+NA-2006 Eurocod 1: Actiuni asupra structurilor:**

- Incarcare utila aglomerari de oameni: 5.00 kN/m²

4. Solutii constructive

4.1. Studii geotehnice

La baza dimensionarii elementelor structurale ale infrastructurii sta:

- Studiu geotehnic realizat in Octombrie 2025
"REABILITAREA SI MODERNIZAREA PASAJULUI PIETONAL SUBTERAN DUMBRAVA", privind conditiile de fundare pe amplasamentul din Mun. Sibiu, piata Unirii, jud. Sibiu, intocmit de S.C. GEOLOGIC-INVEST S.R.L.

Linia de cercetare

In vederea determinării succesiunii litologice, pe amplasament s-a executat 1 foraj geotehnic in sistem percutant-uscăat cu instalatia mecanica Cobra-Nordmeyer, notat F1, la adancimea de -6.00.

Studiul geotehnic ca sinteza a cercetarilor terenului, analizeaza si detaliaza particularitatile amplasamentului prin prisma urmatoarelor aspecte:

- Stratificatia terenului de fundare;
- Regimul hidrogeologic al zonei;
- Caracteristicile fizico-mecanice ale terenului;
- Prezentarea calculului capacitatii portante la nivelul talpii fundatiei;
- Aprecieri asupra stabilitatii de ansamblu a amplasamentului.

Stratificatia terenului

Foraj geotehnic F.1

1. ±0,00 (CTN) ÷ -0.35 m – Sol vegetal.



2. -0.35 ÷ -1.50 m – Nisip argilos cafeniu cu pietris marunt, plastic consistent.
3. -1.50 ÷ -6.00 m – Argila prafoasa cafenie cu nisip pietris, plastic consistenta.

Apa subterana

In urma executarii forajului apa nu a fost intalnita.

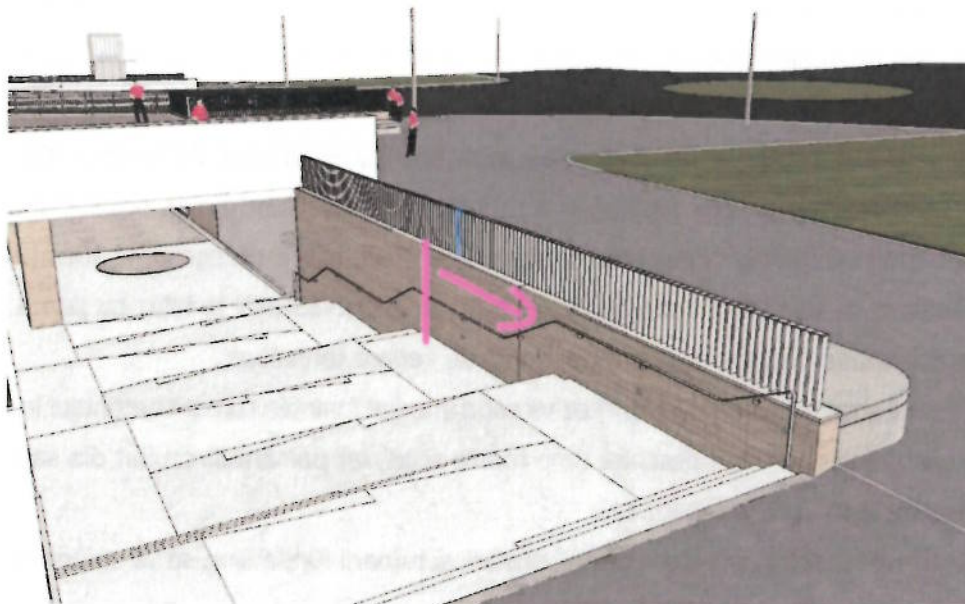
Adancimea de inghet

Climatul de tip continental moderat al zonei impune, conform NP112-2014, coborarea talpii fundatiei sub adancimea maxima de inghet. Pentru amplasamentul studiat adancimea de inghet este de -0.90m fata de cota terenului amenajat.

4.2. Sistemul de fundare

Fundatia este de tip radier general sub lift avand grosimea de 40cm din beton armat si dimensiunile in plan de 2.65m x 2.95m. Peretii de beton armat au grosimea de 30cm si clasa de beton C30/37, placa pe sol cu grosimea de 20cm in zona rampei pietonale.

Zidul lateral intrării dinspre magazinul dumbrava (unde se amenajează rampa) se va prelungi cu 9.95m lungime, necesitând realizarea unui zid de sprijin care va conlucra in mod favorabil cu peretele existent prin intermediul unor cupoane de armatura Ø10/20 ancorate cu ancore chimice de tip hilti HIT E 500 sau similar in acelasi mod se va realiza si conlucrarea peretilor tubului liftului cu zidurile scarilor cu care intra in contact. Zidul de sprijin fiind de tip cornier din beton armat de clasa C30/37 având talpa de 2,00m latime si 30cm inaltime, elevatia de 30cm grosime si inaltimea variabila pe lungimea lui, 4.74m avand inaltime de 2.69m si 5.20m avand inaltime de 3.54m. Zidul de sprijin a fost verificat atat la starea limita de serviciu cat si la starea limita ultima. In spatele lui se va prevedea un dren conectat la sistemul de canalizare care sa prelua apele pluviale.



Amplasarea zidului de sprijin

Fundatia se va incadra in stratul de Argila prafoasa cafenie cu nisip pietris, plastic consistenta.

La calculul terenului de fundare s-a considerat presiunea conventionala de baza:

$$P_{conv} = 240 \text{ kPa}$$

Iar presiunea efectiva medie pe talpa fundatiei din gruparea fundamentala este:

$$P_{eff} = 150 \text{ kPa}$$

Clasa de expunere este XF1 si reteta betonului din radier, zid de sprijin si scari exterioare este:

C30/37, P8, XF1, S3, CEM II/A-S 42.5, CEM min 320 kg/m³, A/C_{max}=0.50, 0-16mm.

Efectuarea sapaturii se va face in taluz cu panta maxima 1:1.

In toate punctele in care se vor face interventii in zona peretilor / scarilor existente se vor lua masuri de etansare / hidroizolare pentru asigurarea etanseitatii incintei.

Daca la decopertare in zonele inaccesibile momentan se descopera situatii diferite de cele estimate, se va solicita prezenta proiectantului / expertului.



În zona zidurilor, lucrările vor demara după efectuarea unor sondaje care să determine forma și adâncimea de fundare a structurilor existente, iar datele vor fi transmise proiectantului.

Nu se vor realiza săpături cu pante mai mari decât cele prevăzute în proiect. Toate talzurile vor fi acoperite cu folie PVC, astfel încât să nu fie udate de precipitații.

Săpătura generală se va realiza pe zona scarilor exterioare de la cota -0.915m = +417.385 SRMN până la cota +2.00m = 420.3 SRMN respectând panta scarilor și straturile minime de fundare (pietris compactat cu granulație 0-63, beton de egalizare 10cm). Pe zona liftului săpătura se va realiza până la cota -1.82m = +416.48SRMN în taluz cu panta maximă de 1:1 având spațiu de lucru suficient din punct de vedere tehnologic.

Ultimul strat de pământ (20cm) se va săpa imediat înaintea turnării betonului în fundații.

Săpăturile se vor lăsa deschise timp foarte scurt, iar pământul rezultat din săpătura nu se va depozita la marginea săpăturii.

În urma săpăturii, înaintea cofrării, armării și turnării fundațiilor, se va compacta terenul de fundare.

Umpluturile se vor realiza compactat, în straturi succesive de max 20cm, din balast 0 - 200mm și gradul de compactare al umpluturilor va fi > 98%.

La executarea stratului suport pentru fundații s-a dispus un beton de egalizare clasă C12/15 cu grosimea de 10cm.

La producerea, transportul și turnarea betonului se vor respecta toate prescripțiile caietelor de sarcini.

La finalul săpăturii, geotehnicianul va fi chemat pentru recepția solului la nivelul săpăturii.

Prevederi constructive:

- Conductele purtătoare de apă ce ies din clădire, vor fi prevăzute cu racorduri elastice etanșe la traversarea zidurilor sau fundațiilor. Este indicat ca în interiorul clădirii conductele să fie montate aparent.
- Se recomandă realizarea de trotuare etanșe în jurul clădirilor, cu lățimea minimă de 1.00 m



- Evacuarea apelor superficiale si amenajarea suprafetei terenului inconjurator se realizeaza cu pante de scurgere spre exterior.
- Se impune realizarea unui sistem de colectare a apelor provenit din precipitatii si conducerea lor in aval printr-un sistem de canalizare.
- Pamantul rezultat din sapatura nu va fi dispus la distante mai mici de 4.00 m fata de limita sapaturii
- Se recomanda evitarea plantarii sau mentinerii de arbori, pomi, arbusti la o distanta mai mica de 3-5 m de cladire.
- Obligativu se va prevedea un dren perimetral, gravitational, cu camine, care va fi descarcat in sistemul de canalizare
- Toate lucrarile pana la cota ± 0.00 se vor realiza fara intrerupere
- Nu se accepta rost de turnare la radier sau la diafragmele perimetrare fara acordului proiectantului, care va emite solutia de realizare a rostului

4.3. Suprastructura

Tubul liftului este realizat cu pereti din beton armat cu grosimea de 30cm si clasa C30/37 la cota pasajului, iar la cota strazii structura liftului este formata din tevi patrute de sectiune 120x5, 120x8 si 120x10 formate la rece, calitate otel S355JR, fixate la baza in peretele de beton cu ancore mecanice. In dreptul prinderilor necesare glisierelor cabinei si contragreutati s-au propus corniere cu gauri ovalizate pe orizontala, pentru asigurarea tolerantelor. Pentru preluarea fortelor orizontale s-au considerat prinderi incastrate ale tevilor pe ambele directii.

5. Prevederi constructive

Structura imobilului a fost proiectata astfel incat sa satisfaca cerintele de rezistenta si stabilitate in conformitate cu prevederile Legii privind calitatea constructiilor, nr. 10/1995. Prin aceasta se intelege ca actiunile susceptibile a se exercita asupra cladirii in timpul exploatarei nu vor avea ca efect producerea vreunui din urmatoarele evenimente:

- prabusirea totala sau partiala a cladirii;
- deformarea unor elemente la valori peste limita; avarierea unor parti ale cladirii sau a instalatiilor si echipamentelor, rezultata ca urmare a deformatiilor mari ale elementelor portante sau a unor evenimente accidentale de proportii, fata de efectul luat in calcul la proiectare.

Solutia propusa asigura cerintele de rezistenta si stabilitate pentru comportarea urmatoarelor elemente componente ale cladirii in timpul exploatarei:

- teren fundare
- infrastructura
- suprastructura
- elemente nestructurale de inchidere
- elemente nestructurale de compartimentare
- instalatii diverse aferente cladirii.

Dimensionarea si alcatuirea elementelor structurale s-au realizat conform prevederilor normativelor:

- Legea nr. 10/1995 privind calitatea constructiilor.
- P100-1/2013 - Cod de proiectare seismica – Partea I: Prevederi de proiectare pentru cladiri. Cu modificarile din 2019
- SR EN 1990:2004 Eurocod: Bazele proiectarii structurilor;
- SR EN 1990:2004/A1:2006/AC:2010 Eurocod. Bazele proiectarii structurilor
- SR EN 1991-1-1:2004 Eurocod 1: Actiuni asupra structurilor. Partea 1-1: Actiuni generale, greutati specifice, greutati proprii, incarcari utile pentru cladiri;
- SR EN 1991-1-3:2005 Eurocod 1: Actiuni asupra structurilor. Partea 1-3: Actiuni

- generale. Incarcari date de zapada;
- SR EN 1991-1-6:2005 Eurocod 1: Actiuni asupra structurilor. Partea 1-6: Actiuni generale – Actiuni pe durata executiei;
- SR EN 1991-1-7:2007 Eurocod 1: Actiuni asupra structurilor. Partea 1-7: Actiuni generale – Actiuni accidentale;
- SR EN 1992-1-1:2004 Eurocod 2: Proiectarea structurilor de beton. Partea 1-1: Reguli generale si reguli pentru cladiri;
- NE-012/2-2010 – Cod de practica pentru executarea lucrarilor din beton, beton armat;
- NP-112-2014 - Normativ pentru proiectarea structurilor de fundare directa;
- CR1-1-3-2012 Cod de proiectare. Evaluarea actiunii zapezii asupra constructiilor.
- CR0-2012 Cod de proiectare. Bazele proiectarii constructiilor
- CR1-1-4-2012 Cod de proiectare. Evaluarea actiunii vantului asupra constructiilor.
- CR2-1-1.1/2013 Cod de proiectare a constructiilor cu pereti structurali de beton armat.
- Normativ privind adaptarea cladirilor civile si spatiului urban la nevoile individuale ale persoanelor cu handicap, indicativ NP 051 - 2012 – Revizuire NP 051/2000.

6. Masuri de protectia muncii si de protectie impotriva incendiilor

La proiectarea si executia lucrarilor aferente acestei investitii sunt respectate urmatoarele acte normative:

- Legea nr. 319/2006 – Legea securitatii si sanatatii in munca
- Legea nr. 307/2006 privind apararea impotriva incendiilor
- Legea 481/2004 privind protectia civila, republicata 2008
- P118-1/2016- Normativ privind siguranta la foc a constructiilor

Constructorul si beneficiarul vor respecta pe timpul executiei si al exploatarii normele generale specifice activitatilor de constructii – montaj, conform regulamentului specificat mai sus, luandu-se si masuri suplimentare, in functie de conditiile noi de lucru si exploatare.

La executie si in timpul exploatarii, constructorul si beneficiarul vor respecta si urmari programul de control al calitatii lucrarilor de constructii pe santier, precum si caietul de sarcini privind programul de urmarire in timp a constructiei.

Constructorul va intocmi un proiect tehnologic de executie cu avizul beneficiarului. Se va intocmi de asemenea, un program de executie, se vor stabili masurile detaliate de protectia muncii, se vor intocmi certificate de calitate pentru toate lucrarile ascunse executate (ce vor fi avizate de beneficiar si proiectant), se vor stabili etapele de control si de asistenta tehnica (impreuna cu beneficiarul si executantul).



S.C. FORM SHAPER S.R.L.
Str. Ion Mester, nr.4/11, mun. Cluj-Napoca, Romania
Tel: +40 767 600 814

Se atrage atentia respectarii cu strictete a detaliilor si dimensiunilor elementelor prevazute in proiect, orice abatere si derogare neaprobata de proiectant duce la exonerarea acestuia de orice raspundere in cazul unor eventuale evenimente.

Prezentul proiect nu tine loc de documentatie de executie ci poate fi folosit doar pentru obtinerea autorizatiei de construire.

Intocmit,

ing. Majai Zsigmond Ors



VIZAT

I.S.C.

Directia Regionala in Constructii Nord

Director Regional

Denumire Lucrare: **Modernizare pasaj pietonal subteran magazin
Dumbrava**

Amplasament: **Mun. Sibiu, Jud. Sibiu, Romania.**

Beneficiar: **Primaria Municipiului Sibiu**
Strada Samuel Von Brukenthal 2, Sibiu 550178

Proiectant general: **S.C. VLADOSTUDIO S.R.L.**

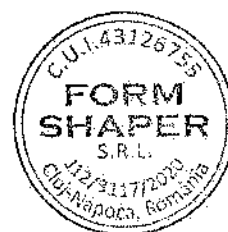
Proiectant arhitectura: **S.C. OVERLAP DESIGN S.R.L.**

Proiectant structura: **S.C. FORM SHAPER S.R.L.**

Proiect Nr: **15/2025**

Faza: **P.Th. + D.E.**

Data eliberarii documentatiei: **Decembrie 2025**



FAZE DETERMINANTE PENTRU REZISTENTA SI STABILITATEA CONSTRUCTIILOR

1) Faza premergatoare turnarii betonului in fundatii

Intocmit

Accept investitor

Diriginte de santier

Proiectant

Ing. Majai Zsigmond Ors

D.R.C. NORD-VEST C.C.I.C.I.C.

Propun spre avizare cu participarea I.S.C. la fazele de la punctele:

Inspector de specialitate:

Semnatura/stampila



S.C. FORM SHAPER S.R.L.
Str. Ion Mester, nr.4/11, mun. Cluj-Napoca, Romania
Tel: +40 767 600 814

PROGRAM DE CONTROL
Al calitatii lucrarilor si in fazele de executie determinante pentru
rezistenta si stabilitatea constructiilor

In conformitate cu prevederile Legii 10/1995, Regulamentul privind controlul de Stat al calitatii in constructii (HG272/1994) si Procedura privind controlul statului in fazele de executie determinante pentru rezistenta si stabilitatea constructiilor (Ordinul nr. 31/N/1995 al MLPAT).

Denumire Lucrare:	Modernizare pasaj pietonal subteran magazin Dumbrava
Amplasament:	Mun. Sibiu, Jud. Sibiu, Romania.
Beneficiar:	Primaria Municipiului Sibiu Strada Samuel Von Brukenthal 2, Sibiu 550178
Proiectant general:	S.C. VLADOSTUDIO S.R.L.
Proiectant arhitectura:	S.C. OVERLAP DESIGN S.R.L.
Proiectant structura:	S.C. FORM SHAPER S.R.L.
Proiect Nr:	15/2025
Faza:	P.Th. + D.E.
Data eliberarii documentatiei:	Decembrie 2025



Intocmit astazi : 09.12.2025

Nr.	Faza din lucrare supusa obligatoriu controlului	Metoda de control	Participa la control				Documentele ce urmeaza sa stea la baza atestarii calitatii	Compl.
			Benef.	Proiect	Constr.	Inspect.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	REZISTENTA IMOBIL							
1	Cota teren fundare si natura teren fundare	P.V.L.A	DA	GEO	DA		PV RECEPTIE CALITATIVA	
2	Trasare axe	P.V.L.A	DA	NU	DA		PV RECEPTIE CALITATIVA	
3	Faza premergatoare turnarii betonului in fundatie radier lift	P.V.F.D	DA	NU	DA		PV RECEPTIE CALITATIVA	
4	Faza premergatoare turnarii betonului in placa pe sol	P.V.L.A	DA	NU	DA		PV RECEPTIE CALITATIVA	
5	Faza premergatoare turnarii betonului in zid de sprijin	P.V.L.A	DA	NU	DA		PV RECEPTIE CALITATIVA	
6	Faza premergatoare turnarii betonului in pereti tub lift	P.V.L.A	DA	NU	DA		PV RECEPTIE CALITATIVA	
7	Montaj elemente si imbinari lift	P.V.L.A	DA	NU	DA		PV RECEPTIE CALITATIVA	

NOTA : Constructorul este obligat cu cel putin 5 zile inainte de a ajunge la faza din lucrarile supuse controlului sa convoace proiectantul, beneficiarul, si, dupa caz, inspectorul din cadrul ISC SIBIU.

Legenda : P.V.F.D – proces verbal in faza determinanta
P.V.R.C – proces verbal de receptie calitativa
P.V.L.A – proces verbal de lucrari ce devin ascunse





S.C. FORM SHAPER S.R.L.
Str. Ion Mester, nr.4/11, mun. Cluj-Napoca, Romania
Tel: +40 767 600 814

ISC SIBIU

PROIECTANT

BENEFICIAR

CONSTRUCTOR

Nume ing. Majai Zsigmond Ors

Semnatura..... 





S.C. FORM SHAPER S.R.L.
Str. Ion Mester, nr.4/11, mun. Cluj-Napoca, Romania
Tel: +40 767 600 814

CAIETE DE SARCINI - STRUCTURĂ / AMENAJĂRI EXTERIOARE

Denumire Lucrare: Modernizare pasaj pietonal subteran magazin
Dumbrava

Amplasament: Mun. Sibiu, Jud. Sibiu, Romania.

Beneficiar: Primaria Municipiului Sibiu
Strada Samuel Von Brukenthal 2, Sibiu
550178

Proiectant general: S.C. VLADOSTUDIO S.R.L.

Proiectant arhitectura: S.C. OVERLAP DESIGN S.R.L.

Proiectant structura: S.C. FORM SHAPER S.R.L.

Proiect Nr: 15/2025

Faza: P.Th. + D.E.

Data eliberarii documentatiei: Decembrie 2025





S.C. FORM SHAPER S.R.L.
Str. Ion Mester, nr.4/11, mun. Cluj-Napoca, Romania
Tel: +40 767 600 814

CAPITOLUL 1. SISTEMATIZARE VERTICALĂ, ACCESE PIETONALE, SCĂRI ȘI RAMPE SPECIFIC: FINISAJE DIN PIATRĂ NATURALĂ PE SUPORT RIGID

A. GENERALITĂȚI

1. OBIECT ȘI DOMENIUL DE APLICARE

- 1.1. Prezentul caiet de sarcini se referă la realizarea lucrărilor de sistematizare verticală, accese pietonale, scări și rampe exterioare prevăzute în proiectul de modernizare.
- 1.2. Lucrările cuprind realizarea infrastructurii (terasamente, fundații), a suportului rigid (placă beton) și a finisajelor exterioare din plăci de piatră naturală fixate cu adeziv.
- 1.3. Caietul cuprinde condițiile tehnice comune ce trebuie îndeplinite la executarea lucrărilor, prepararea materialelor, punerea lor în operă, controlul calității și condițiile de recepție.

2. PREVEDERI GENERALE

- 2.1. La executarea lucrărilor se vor aplica prevederile din standardele și normativele în vigoare, în măsura în care completează și nu contravin prezentului caiet de sarcini.
- 2.2. Antreprenorul va asigura prin posibilități proprii sau prin colaborări cu unități de specialitate efectuarea tuturor încercărilor și determinărilor rezultate din aplicarea prezentului caiet de sarcini.
- 2.3. Antreprenorul este obligat să efectueze la cererea consultantului/dirigintelui de șantier verificări suplimentare.
- 2.4. Lucrările trebuie să satisfacă cerințele esențiale de calitate în construcții, în special A4 (Rezistență mecanică și stabilitate) și B2 (Siguranță în exploatare).

3. ELEMENTE GEOMETRICE

- 3.1. Elementele geometrice (pante, cote, lățimi) și grosimea straturilor sistemelor rutiere/pietonale sunt cele prevăzute în detaliile de execuție ale proiectului (D.E.).

B. NATURA ȘI CALITATEA MATERIALELOR FOLOSITE

1. TERASAMENTE



S.C. FORM SHAPER S.R.L.
Str. Ion Mester, nr.4/11, mun. Cluj-Napoca, Romania
Tel: +40 767 600 814

1.1. Pământuri pentru terasamente

- Se vor utiliza pământuri clasificate conform standardelor în vigoare (SR EN ISO 14688), care nu prezintă umflări și contracții mari (PUCM) și nu sunt sensibile la îngheț.
- Nu se vor utiliza la umpluturi: pământuri cu rădăcini sau resturi vegetale, mături, nămoluri, pământ vegetal, moloz neselectat sau pământ înghețat.
- Pamanturile prafoase și argiloase, clasificate ca mediocre în cazul când condițiile hidrologice locale sunt mediocre și nefavorabile vor fi folosite numai cu respectarea prevederilor STAS 1709 privind prevenirea degradărilor provocate din îngheț-dezghet.
- În cazul terasamentelor în debleu sau la nivelul terenului, alcătuite din pamanturi argiloase cu simbolul 4e, 4f și a căror calitate conform tabelului 1b este rea sau foarte rea (sau a celor cu densitate în stare uscată mai mică de 1,5 g/cmc), vor fi înlocuite cu pamanturi corespunzătoare, pe o grosime de minimum 20 cm în cazul pamanturilor rele și de minimum 50 cm în cazul pamanturilor foarte rele. Înlocuirea lor se va face pe toată lățimea platformei. Grosimea se va considera sub nivelul patului drumului și se va stabili în funcție de condițiile locale concrete, de către Diriginta de șantier. Pentru pamanturile argiloase simbolul 4d, se recomandă fie înlocuirea, fie stabilizarea lor pe o grosime de minimum 15 cm.
- Realizarea terasamentelor în rambleu, în care se utilizează pamanturi simbol 4d (anorganice) și 4e (cu materii organice peste 5%) a căror calitate conform tabelului 1b este rea, este necesar ca alegerea soluției de punere în opera și eventualele măsuri de îmbunătățire să fie fundamentate cu probe de laborator pe considerente tehnico-economice.
- Nu se vor utiliza în ramblee pamanturile organice, mături, nămoluri, pamanturile turboase și vegetale, pamanturile cu consistență redusă (care au indicele de consistență sub 0,75%), precum și pamanturile cu conținut mai mare de 5% de săruri solubile în apă. Nu se vor introduce în umpluturi bulgari de pamant înghețat sau cu conținut de materii organice în putrefacție (brazde, frunziș, rădăcini, crengi, etc).
- Condițiile de utilizare a diferitelor pamanturi pot fi combinate la cererea Dirigintei de șantier cu măsuri specifice destinate a aduce pamantul extras în stare compatibilă cu modalitățile de punere în opera și cu condițiile meteorologice. Aceste măsuri care cad în sarcina Antreprenorului privesc modalitățile de extragere și de corecții a conținutului în apă fără aport de liant sau reactiv.

Denumirea si caracterizarea tipurilor de pamanturi		Simbol	Granulozitate		Coeficient de	Indice de	Umflare	Calitate	
			Continut in parti fine in procente % din masa totala $d < 0.005$ $d < 0.05$ $d < 0.25$		neuniformitate	plasticitate	libera	material pt teras.	
1. Pamanturi necoezive grosiere fractiunea mai mare de 2 mm reprezinta > 50%. Blocuri, bolovanis, pietris	Cu foarte putine parti fine, neuniforme (granulozitate continua) insensibilitate la inghet- dezghet si la variatii de umiditate	1a	<1	<10	<20	>5	0	Foarte buna	
	Idem 1a, insa uniforme (granulozitate continua)	1b				<5		Foarte buna	
2. Pamanturi necoezive medii si fine (fractiune mai mica de 2 mm reprezinta > 50%). Nisip cu pietris, nisip mare, mijlociu sau fin	Cu parti fine, neuniforme (granulozitate continua) sensibilitate mijlocie la inghet-dezghet, insensibile la variatii de umiditate	2a	<6	<20	<40	>5	<10	Foarte buna	
	Idem 2a, insa uniforme (granulozitate discontinua)	2b				<5		Buna	
	Cu multe parti fine, foarte sensibile la inghet- dezghet, fractiunea fina, prezinta umflare libera (respectiv contractie) reduca	3a	>6	>20	>40	-	>10	<40	Mediocra
3. Pamanturi necoezive medii si fine (fractiunea mai mica de 2mm reprezinta mai mult de 50%). Nisip cu pietris, nisip mare, mijlociu sau fin cu liant prafos sau argilos	Idem 3a, insa fractiunea fina prezinta umflare libera medie sau mare	3b				-		>40	Mediocra
Denumirea si caracterizarea principalelor tipuri de pamant		Simbol	Granulozitate		Indice de	Umflare	Calitate		
			Conform nomogramei Casagrande		plasticitate	libera	material pt teras.		
Anorganice cu compresibilitate si umflare libera reduce, sensibilitate mijlocie la inghet-dezghet		4a			<10	<40	Mediocra		
	Anorganice cu compresibilitate mijlocie si umflare libera reduce sau medii, foarte sensibile la inghet-dezghet	4b			<35	<70	Mediocra		
Anorganice (MO>5%) cu compresibilitate si umflare libera reduce si sensibilitate mijlocie la inghet-dezghet		4c			<10	<40	Mediocra		
Anorganice cu compresibilitate si umflare libera mare, sensibilitate mijlocie la inghet-dezghet		4d			>35	>70	Rea		
Anorganice (MO>5%) cu compresibilitate mijlocie si umflare libera reduca sau medie, foarte sensibile la inghet-dezghet		4e			<35	<75	Rea		
Anorganice (MO>5%) cu compresibilitate medie sau mare, foarte sensibile la inghet-dezghet		4f			-	>40	Foarte rea		

Indice de plasticitate I_p

1.2. Apa de compactare



S.C. FORM SHAPER S.R.L.
 Str. Ion Mester, nr.4/11, mun. Cluj-Napoca, Romania
 Tel: +40 767 600 814

- Apa necesară compactării nu trebuie să fie murdară și nu trebuie să conțină materii organice în suspensie.
- Apa salcie va putea fi folosită cu acordul "Dirigintului de santier" în afara de terasamentele din spatele lucrărilor de artă.
- Adăugarea eventuală a unor produse, destinate să faciliteze compactarea nu se va face decât cu aprobarea Clientului/Dirigintului de santier în care se vor preciza și modalități de utilizare.

1.3. Verificarea calității pământurilor

- Verificarea calității pământului constă în determinarea principalelor caracteristici ale acestuia, conform tabelului

Nr. crt.	Caracteristici care se verifică	Frecvențe minime	Metode de determinare
1	Granulozitate	în funcție de heterogenitatea pământului însă nu mai puțin de o încercare la fiecare 5000 mc	STAS 1913/5-85
2	Limita de plasticitate		STAS 1913/4-86
3	Densitate uscată maximă		STAS 1913/3-76
4	Coeficientul de neuniformitate		STAS 730-89
5	Caracteristicile de compactare	O încercare la fiecare 1000 mc	1913/13-83
6	Umflare liberă		1913/12-88
4	Sensibilitate la îngheț-dezghet	Zilnic sau la fiecare 500 mc	STAS 1709/3-90
5	Umiditate		STAS 1915/1-82

2. FUNDAȚII (STRATURI SUPORT)

2.1. Agregate naturale

- Pentru execuția fundațiilor din piatră spartă se utilizează următoarele agregate:

a. Pentru fundație din piatră spartă mare:

- balast 0 - 71 mm în stratul inferior;
- piatră spartă 63 - 90 mm în stratul superior;
- split 16 - 25 pentru impanarea stratului superior;

b. Pentru fundație din piatră spartă amestec optimal 0 - 63 mm:

- nisip 0 - 7 mm pentru realizarea substratului în cazul în care pământul de umplutură este coeziv;
- piatră spartă amestec optimal 0 - 63.
- Agregatele trebuie să provină din roci stabile, adică nealterabile la aer, apă sau îngheț. Se interzice folosirea agregatelor din roci feldspatice sau sistoase.
- Agregatele folosite la realizarea straturilor de fundație trebuie să îndeplinească condițiile de admisibilitate din tabelele de mai jos și să nu conțină corpuri străine vizibile (bulgari de



S.C. FORM SHAPER S.R.L.
 Str. Ion Mester, nr.4/11, mun. Cluj-Napoca, Romania
 Tel: +40 767 600 814

pamant, carbune, lemn, resturi vegetale) sau elemente alterate, sa fie omogene in ce priveste structura si compozitia petrografica.

BALAST - pentru fundatii

CARACTERISTICI	Conditii de admisibilitate
Sort	0 - 71
Continut in fractiuni, %, max.	
- sub 0.02 mm	3
- 0 ... 7.1 mm	15 ... 70
Granulozitate	continua
Coeficient de neuniformitate (Un), min.	15
Echivalent de nisip (EN), min.	30
Uzura cu masina tip Los Angeles (LA) %, max.	50

PIATRA SPARTA - Conditii de admisibilitate

Denumire curenta	Sort	Dimensiuni mm	Continut de granule Care raman pe ciurul sup. (dmax), %, max	Care trec prin ciurul inf. (dmin), %, max	Piatra necoresp Dimens. %, max	Forma gra- nulelor - val. medii ba,c/a min	Uzura cu masina tip Los Angeles (LA) %, max
Savura	0 - 8	0 ... 8	5	-	-	-	Corespun- zatoare clasei rocii
Split	8 - 16 16 - 25 25 - 40	8 ... 16 16 ... 25 25 ... 40	5	10	15 15 15	0.50 0.25	Trafic f. greu si greu f. usor
Piatra sparta mare	63 - 90	63 - 90	5	10	15	0.50 0.25	D 25 E 30

PIATRA SPARTA AMESTEC OPTIMAL

CARACTERISTICI	Conditii de admisibilitate
Sort	0 - 63
Continut de fractiuni, %, max.	
- sub 0.02 mm	3
- sub 0.2 mm	4 ... 10
- 0 ... 8 mm	30 ... 45
- 25 ... 63 mm	25 ... 45
Granulozitate	Sa se inscrie intre limitele din tabel
Echivalent de nisip (doar in cazul nisipului natural) (EN), min.	30
Uzura cu masina tip Los Angeles (LA) %, max	30

PIATRA SPARTA AMESTEC OPTIMAL - Granulozitate

Domeniu de granulozitate	Limita	Treceri in % din greutate prin sitele sau ciururile cu diametrul de ... mm					
		0.02	0.2	8	25	40	60
0 ... 63	inferioara	0	4	30	55	75	100
	superioara	3	10	45	70	85	100

- Agregatele se vor aproviziona din timp in depozit pentru a se asigura omogenitatea si constanta calitatii acestora. Aprovizionarea la locul punerii in opera se va face numai dupa ce analizele de laborator au aratat ca agregatele sunt corespunzatoare.
- In timpul transportului de la furnizor la santier si al depozitarii, agregatele trebuie ferite de impurificari. Depozitarea se va face pe platforme amenajate, separat pe sorturi si pastrate in conditii care sa le fereasca de imprastiere, impurificare sau amestecare.
- Controlul calitatii agregatelor de catre antreprenor se face in conformitate cu prevederile din tabel:

Actiunea, procedeul de verificare sau caracteristicile care se verifica	Frecventa minima		Metode de determinare conf. STAS
	La aprovizionare	La locul de punere in opera	
Continut de impuritati: - corpuri straine - argila bucati - argila aderenta - continut de carbune	O proba la max. 2000t de sort de piatra sparta, in cazul in care se observa prezenta lor	Ori de cate ori apar factori de impurificare	STAS 4606-80
Granulozitatea sorturilor - agregate naturale - cu $d_{max} < 7.1$ mm - cu $d_{max} > 7.1$ mm - piatra sparta	O proba la max 200 t 400 t pentru fiecare sort si sursa o proba la max. 2000 t pentru fiecare sort	- - -	STAS 4606-80
Aspectul si forma granulelor pentru piatra sparta	O proba la max. 2000 t pentru fiecare sort si sursa	-	STAS 4606-80
Echivalentul de nisip	O proba la max. 400 t pentru fiecare sursa	-	STAS 730-89
Umiditate	-	O proba pe schimb si sort si ori de cate ori se observa o schimbare cauzata de conditiile meteo	STAS 4606-80
Rezistenta la sfaramare prin compresiune pe piatra sparta in stare saturata la presiune normala	O proba pentru aprobarea sursei ori de cate ori se schimba sursa	-	STAS 730-89
Uzura cu masina tip Los Angeles (LA)	- " -	-	STAS 730-89

- Laboratorul santierului va tine evidenta calitatii agregatelor astfel:
 - intr-un dosar vor fi cuprinse certificatele de calitate emise de furnizor;
 - intr-un registru rezultatele determinarilor efectuate de laborator.
- In cazul in care la verificarea calitatii amestecului de piatra sparta amestec optimal aprovizionata, granulozitatea acestuia nu corespunde prevederilor din tabel, acesta se



S.C. FORM SHAPER S.R.L.
Str. Ion Mester, nr.4/11, mun. Cluj-Napoca, Romania
Tel: +40 767 600 814

corectează cu sorturile granulometrice deficitare pentru îndeplinirea condițiilor calitative prevăzute.

3. SUPORT RIGID DIN BETON (PENTRU PLACARE)

Deoarece se folosește adeziv, pavajul nu se mai montează pe nisip, ci necesită un suport rigid (placă beton).

- Beton: Clasa minimă C25/30 (sau conform planșelor de structură), cu clasă de expunere la îngheț-dezghet (ex: XF3/XF4).
- Armătură: Plasă sudată sau bare independente, conform proiectului, pentru controlul fisurării.

4. FINISAJE: PAVAJE ȘI PLACAJE DIN PIATRĂ NATURALĂ

(Acest capitol înlocuiește specificațiile pentru pavele autoblocante din exemplul vechi)

4.1. Plăci de piatră (Granit/Andezit/Calcar dur) Materialul trebuie să corespundă SR EN 12058 (Produse de piatră naturală - Plăci pentru pardoseli și scări):

- Aspect: Uniform, fără fisuri, conform mostrei aprobate de Arhitect.
- Finisaj (Cerința B2): Suprafața trebuie să fie antiderapantă (bucardată, flamată sau sablată). Nu se admite piatră lustruită la exterior. Clasa de rezistență la alunecare min. R11/R12.
- Rezistență la îngheț-dezghet: Fără degradări după 48 de cicluri (cf. SR EN 12371).
- Absorbția de apă: Coeficient redus (<0.5%).
- Toleranțe dimensionale: Conform clasei de precizie specificate în proiect (de regulă $\pm 1-2$ mm).

4.2. Adezivul de montaj

- Se va utiliza un adeziv pe bază de ciment, îmbunătățit, deformabil, clasificat C2TE S1 sau S2 conform SR EN 12004.
- Adezivul trebuie să fie compatibil cu piatra naturală (pentru a evita pătarea) și rezistent la cicluri de îngheț-dezghet și imersie în apă.

4.3. Materialul de rostuire

- Mortar de rosturi (chit) pe bază de ciment, clasificat CG2 WA (rezistență ridicată la abraziune și absorbție redusă de apă) conform SR EN 13888.
- Culoarea va fi stabilă de proiectant.

4.4. Materiale pentru rosturi de dilatație

- Mastic poliuretan sau siliconic neutru, rezistent la raze UV și intemperii, cu elasticitate permanentă.



S.C. FORM SHAPER S.R.L.
Str. Ion Mester, nr.4/11, mun. Cluj-Napoca, Romania
Tel: +40 767 600 814

C. REALIZAREA LUCRĂRILOR

1. EXECUTAREA LUCRĂRILOR DE TERASAMENTE

1.1. Lucrări pregătitoare: Defrișări, curățirea terenului de resturi vegetale, decaparea stratului vegetal pe toată suprafața amprizei.

1.2. Execuția săpăturilor: Se vor executa conform cotelor din proiect. Fundul săpăturii se compactează. Dacă se întâlnesc terenuri slabe, acestea se înlocuiesc sau se stabilizează.

1.3. Umpluturi: Se execută în straturi uniforme de 20-30 cm grosime. Fiecare strat se compactează până la atingerea gradului de compactare de 98% Proctor Normal.

2. REALIZAREA STRATULUI DE FUNDAȚIE (BALAST)

- Se așterne balastul și se nivelează la șablon, respectând pantele pentru scurgerea apelor.
- Se compactează mecanic (cilindrare/vibrare) până când stratul este stabil și nu mai cedează sub greutatea utilajului.

3. REALIZAREA SUPORTULUI DIN BETON

- Peste stratul de fundație se toarnă placa de beton armat (suportul pavajului), respectând pantele de scurgere a apelor (min. 1.5 - 2%).
- Suprafața betonului trebuie finisată rugos (nu sclivisit) pentru a asigura aderența adezivului.
- Se vor practica rosturi de dilatare în placa de beton la fiecare 20-30 mp sau conform proiectului.
- Important: Betonul trebuie lăsat să se matureze (să se usuce) minim 28 de zile înainte de placare, sau conform specificațiilor producătorului de adeziv.

4. MONTAJUL PLACAJELOR DIN PIATRĂ CU ADEZIV

(Înlocuiește montajul pe nisip din exemplul vechi)

4.1. Pregătirea stratului suport

- Suprafața de beton trebuie să fie curată, fără praf, uleiuri, grăsimi sau părți friabile.
- Dacă suportul este foarte absorbant sau prăfos, se va aplica o amorsă compatibilă.

4.2. Aplicarea adezivului



S.C. FORM SHAPER S.R.L.
Str. Ion Mester, nr.4/11, mun. Cluj-Napoca, Romania
Tel: +40 767 600 814

- Se va folosi obligatoriu tehnica "double-buttering" (aplicare dublă): adezivul se aplică cu gletiera dințată atât pe suportul de beton, cât și pe spatele plăcii de piatră.
- Această metodă asigură un pat plin de adeziv, fără goluri de aer unde s-ar putea acumula apă (risc de desprindere la îngheț).

4.3. Montajul plăcilor

- Plăcile se presează ferm în patul de adeziv și se ajustează planeitatea.
- Se vor utiliza distanțieri pentru a asigura lățimea constantă a rosturilor (min. 3-5 mm). Nu se acceptă montajul fără rosturi la exterior.
- Se va verifica permanent panta pentru scurgerea apei.

4.4. Rostuirea

- Se execută după întărirea adezivului (de regulă 24-48 ore).
- Mortarul de rosturi se aplică cu gletiera de cauciuc, umplând complet rosturile.
- Curățarea excesului se face cu bureți umezi, înainte de întărirea definitivă a chitului.

4.5. Rosturile de dilatație

- Rosturile de dilatație din placa de beton se vor continua obligatoriu și în stratul de finisaj din piatră.
- Acestea se vor umple cu mastic elastic (silicon/poliuretan), nu cu chit de ciment rigid.

D. CONDIȚII TEHNICE, REGULI ȘI METODE DE VERIFICARE

1. TERASAMENTE ȘI FUNDAȚII

- Gradul de compactare: Se verifică prin metoda cu con și nisip sau placa dinamică. Minim 98% Proctor Normal.
- Planeitate și cote: Abaterile limită la cotele de nivel: ± 10 mm.

2. SUPORTUL DIN BETON

- Verificarea rezistenței betonului (clasa C25/30) prin analiza documentelor de la stație și/sau carote.
- Verificarea pantelor suportului înainte de placare.

3. IMBRĂCĂMINTE DIN PAVAJE (PIATRĂ NATURALĂ)

(Modificat pentru piatră lipită)



S.C. FORM SHAPER S.R.L.
Str. Ion Mester, nr.4/11, mun. Cluj-Napoca, Romania
Tel: +40 767 600 814

3.1. Verificarea aderenței (Cerința A4)

- După întărire, se verifică prin ciocănire ușoară. Nu trebuie să sune a "gol".
- În caz de dubiu, se pot executa teste de smulgere (pull-off test).

3.2. Verificarea planeității și pantelor (Cerința B2)

- Profil longitudinal: Verificare cu dreptarul de 3 m. Denivelările admise sunt de max. ± 3 mm. Nu se admit denivelări care să favorizeze băltirea apei.
- Pante: Se verifică asigurarea pantei minime de 1.5% către rigole/zone verzi.
- Lippage (Diferența de nivel între plăci): Maxim 1-2 mm între două plăci adiacente pentru a nu crea pericol de împiedicare.

3.3. Aspectul vizual

- Rosturile trebuie să fie uniforme și rectilinii.
- Plăcile nu trebuie să prezinte fisuri, ciobituri sau pete de adeziv/ciment pe față.

E. RECEPȚIA LUCRĂRILOR

1. RECEPȚIA PE FAZE DETERMINANTE (LUCRĂRI ASCUNSE)

Se va convoca comisia și se vor întocmi Procese Verbale pentru:

1. Natura terenului de fundare și cotele săpăturii.
2. Gradul de compactare a terasamentelor și stratului de fundație.
3. Armarea plăcii suport (înainte de turnarea betonului).
4. Pregătirea suportului înainte de montajul pietrei (hidroizolație, dacă există, sau curățare).

2. RECEPȚIA LA TERMINAREA LUCRĂRILOR

Comisia de recepție va verifica:

- Existența certificatelor de calitate și declarațiilor de performanță pentru toate materialele (piatră, adeziv, ciment, etc.).
- Respectarea cotelor, pantelor și a detaliilor de execuție din Proiectul Tehnic.
- Calitatea finisajelor (aspect, aderență, antiderapare).
- Procesele verbale de lucrări ascunse.

3. RECEPȚIA FINALĂ



S.C. FORM SHAPER S.R.L.
Str. Ion Mester, nr.4/11, mun. Cluj-Napoca, Romania
Tel: +40 767 600 814

- Se face la expirarea perioadei de garanție. Se verifică comportarea în timp a pavajului (dacă au apărut fisuri, desprinderi, tasări).

CAPITOLUL 2. TERASAMENTE

1. DOMENIUL DE APLICARE

Prezentul Caiet de sarcini se aplică la executarea terasamentelor.

2. PREVEDERI GENERALE

2.1. La executarea terasamentelor se respectă prevederile din standardele și normativele în vigoare, în măsura în care completează și nu contravin prezentului caiet de sarcini.

2.2. Antreprenorul va asigura, prin posibilitățile proprii sau prin colaborare cu unitățile de specialitate, efectuarea tuturor încercărilor și determinărilor rezultate din aplicarea prezentului caiet de sarcini.

2.3. Antreprenorul este obligat să efectueze, la cererea beneficiarului, verificări suplimentare față de prevederile prezentului caiet de sarcini.

2.4. Antreprenorul este obligat să asigure adoptarea măsurilor tehnologice și organizatorice care să conducă la respectarea strictă a prevederilor prezentului caiet de sarcini.

2.5. Antreprenorul este obligat să țină evidența zilnică a condițiilor de executare a terasamentelor, cu rezultatele obținute în urma determinărilor și încercărilor.

2.6. În cazul în care se vor constata abateri de la prezentul caiet de sarcini, beneficiarul va dispune întreruperea execuției lucrărilor și luarea măsurilor ce se impun.

3. PĂMÂNT VEGETAL

Pentru acoperirea suprafețelor ce urmează să fie însămânțate sau plantate, se folosește pământ vegetal ales din pământurile vegetale locale care prezintă condiții de creștere a vegetației.

4. PĂMÂNTURI PENTRU TERASAMENTE

4.1. Categoriile și tipurile de pământuri clasificate conform STAS 1243-88 care se folosesc la executarea terasamentelor sunt date în tabelul I.a și I.b.

4.2. Pământurile clasificate ca foarte bune pot fi folosite în orice condiții climaterice și hidrologice, la orice înălțime de terasament, fără să fie luate măsuri speciale.



S.C. FORM SHAPER S.R.L.
Str. Ion Mester, nr.4/11, mun. Cluj-Napoca, Romania
Tel: +40 767 600 814

4.3. Pământurile prăfoase și argiloase, clasificate ca mediocre în cazul în care condițiile hidrologice locale sunt mediocre și nefavorabile vor fi folosite numai cu respectarea prevederilor STAS 1709/2-90 privind prevenirea degradărilor provocate din îngheț-dezgheț.

4.4. În cazul terasamentelor în debleu sau la nivelul terenului, alcătuite din pământuri argiloase cu simbolul 4e, 4f și a căror calitate, conform tabelului 1b este rea sau foarte rea, vor fi înlocuite cu pământuri corespunzătoare sau vor fi stabilizate mecanic sau cu lianți hidraulici (var, cenușă de termocentrală, etc.), pe o grosime de minimum 20 cm în cazul pământurilor rele și de minimum 50 cm în cazul pământurilor foarte rele (sau a celor cu densitatea în stare uscată mai mică de 1,5 g/cmc). Pentru pământurile argiloase simbolul 4d, se recomandă fie înlocuirea, fie stabilizarea acestora pe o grosime de minimum 15 cm. Atât înlocuirea cât și stabilizarea lor se va face pe toată lățimea platformei, grosimea fiind considerată sub nivelul patului drumului constituind partea superioară a terasamentelor, care împreună cu sistemul rutier, trebuie să asigure o grosime mai mare decât adâncimea de îngheț-dezgheț din zonă.

4.5. La realizarea terasamentelor în rambleu, în care se utilizează pământuri simbol 4d (anorganice) și 4e (cu materii organice peste 5%) a căror calitate conform tabelului 1b este rea, este necesar ca alegerea soluției de punere în operă și eventualele măsuri de îmbunătățire să fie fundamentate cu probe de laborator pe considerente tehnico-economice.

4.6. Condițiile de utilizare a diferitelor pământuri pot fi combinate la cererea beneficiarului cu măsuri specifice destinate să aducă pământul extras în stare compatibilă cu modalitățile de punere în operă și cu condițiile meteorologice.

5. APA DE COMPACTARE

5.1. Apa necesară compactării rambleelor nu trebuie să fie murdară și nu trebuie să conțină materii organice în suspensie.

5.2. Apa sălcie va putea fi folosită cu acordul beneficiarului în afară de terasamentele din spatele lucrărilor de artă.

5.3. Adăugarea eventuală a unor produse, destinate să faciliteze compactarea nu se face decât cu aprobarea beneficiarului în care se vor preciza și modalitățile de utilizare.

6. PĂMÂNTURI PENTRU STRATURI DE PROTECȚIE

Pământurile care se vor folosi la realizarea straturilor de protecție a rambleelor erodabile trebuie să aibă calitățile pământurilor care se admit la realizarea rambleelor, excluse fiind nisipurile și pietrișurile aluvionare. Aceste pământuri nu trebuie să aibă elemente cu dimensiuni mai mari de 100mm.

7. VERIFICAREA CALITĂȚII PĂMÂNTURILOR



S.C. FORM SHAPER S.R.L.
Str. Ion Mester, nr.4/11, mun. Cluj-Napoca, Romania
Tel: +40 767 600 814

7.1. Verificarea calității pământului constă în determinarea principalelor caracteristici ale acestuia prevăzute în tabelul I.

Tabel 1: Frecvențe minime de verificare

- Granulozitate (STAS 1913/5-85): 1 încercare la 5000 mc.
- Limite de plasticitate (STAS 1913/4-86).
- Coeficientul de neuniformitate (STAS 730-89).
- Caracteristicile de compactare (STAS 1913/13-83).
- Umflare liberă (STAS 1913/12-88).
- Sensibilitate la îngheț-dezghet (STAS 1709/2-90).
- Umiditate: Zilnic sau la fiecare 500 mc (STAS 1913/1-82).

8. PICHETAJUL ȘI BORNAREA LUCRĂRILOR

8.1. De regulă, pichetajul axului traseului este efectuat prin grija beneficiarului.

8.2. În cazul în care documentația este întocmită pe planuri fotogrametrice, traseul drumului proiectat nu este materializat pe teren. Materializarea lui urmează să se facă de către beneficiar la începerea lucrărilor de execuție.

8.3. Înainte de începerea lucrărilor de terasamente, antreprenorul trece la restabilirea și completarea pichetajului.

8.4. Odată cu definitivarea pichetajului, în afară de axa drumului, antreprenorul va materializa prin țărnuși și șabloane: înălțimea umpluturii sau adâncimea săpăturii în axul drumului; punctele de intersecții ale taluzelor cu terenul natural (ampriza); înclinarea taluzelor .

9. LUCRĂRI PREGĂTITOARE

9.1. Înainte de începerea lucrărilor de terasamente se execută următoarele lucrări pregătitoare în limita zonei expropriate: decaparea și depozitarea pământului vegetal; asanarea zonei drumului prin îndepărtarea apelor de suprafață și subterane; demolarea construcțiilor existente .

9.2. Antreprenorul trebuie să execute în mod obligatoriu sau să contacteze organele silvice pentru tăierea arborilor, a pomilor și arbuștilor, să scoată rădăcinile și buturugile.

9.3. Demolările construcțiilor existente vor fi executate până la adâncimea de 1,00m sub nivelul platformei terasamentelor.

10. MIȘCAREA PĂMÂNTULUI



S.C. FORM SHAPER S.R.L.
Str. Ion Mester, nr.4/11, mun. Cluj-Napoca, Romania
Tel: +40 767 600 814

10.1. Mișcarea pământului se efectuează prin utilizarea pământului provenit din săpături în profilele cu umpluturi a proiectului.

10.7. Transportul pământului se face pe baza unui plan întocmit de antreprenor -"Tabloul mișcării pământului" care definește în spațiu mișcările și localizarea finală a fiecărui volum izolat de debleu sau din groapa de împrumut considerată în mod individual.

11. EXECUTIA DEBLEELOR

12.1. Antreprenorul nu va putea executa nici o lucrare înainte ca modul de pregătire a amprizelor de debleu precizat de prezentul caiet de sarcini și caietul de sarcini speciale să fi fost verificat și recunoscut ca satisfăcător de către beneficiarul lucrării.

12.2. Săpăturile trebuie atacate frontal pe întreaga lățime și pe măsură ce avansează, se va realiza și taluzarea.

12.4. În cazul în care terenul întâlnit la cota fixată prin proiect nu va prezenta calitățile stabilite și nu este de portanța dorită, beneficiarul va putea prescrie realizarea unui strat de formă pe cheltuiala investitorului. Compactarea acestui strat de formă va trebui să permită atingerea unui grad de compactare de 100% Proctor normal.

12. EXECUTIA RAMBLEELOR

14.1.1. Antreprenorul nu poate executa nici o lucrare înainte ca pregătirile terenului indicate în caietul de sarcini și caietul de sarcini speciale să fie verificate și acceptate de către beneficiar.

14.3.1. Toate rambleele vor fi compactate pentru a se realiza gradul de compactare Proctor normal prevăzute în STAS 2914-84 conform tabelului 4:

- Primii 30 cm ai terenului natural sub un rambleu cu înălțimea $h \leq 2,00$ m: 100% (pământuri necoezive), 95% (pământuri coezive).
- În corpul rambleelor la adâncimea (h) sub patul drumului $h \leq 0,50$ m: 100% (pământuri necoezive și coezive).



CAPITOLUL 3. LUCRĂRI DIN BETON ARMAT

1. CONDIȚII TEHNICE GENERALE REFERITOARE LA COMPOZIȚIA ȘI CALITATEA BETONULUI

4.1.1. Generalități

Betonul reprezintă un material compozit, obținut din amestecuri bine omogenizate naturale sau/și artificiale, care, după întărire capătă un aspect de conglomerat și prezintă anumite proprietăți fizico-chimice și mecanice relativ bine definite.

În principal componenții unui beton sunt: agregatele (naturale sau artificiale), liantul (anorganic sau organic), adaosurile (adaosurile naturale, fibrele naturale sau artificiale), aditivii (pentru modificarea proprietăților betonului proaspăt sau/și întărit) și apa (dacă liantul o impune necesară).

În funcție de natura componenților și de dozarea lor se pot obține foarte multe compoziții care conferă betonului astfel preparat (atât celui proaspăt cât și celui întărit) o mare variație a proprietăților fizico-chimice și mecanice.

Prezentul ghid se rezumă numai la betoanele grele preparate cu agregate naturale și având ca liant cimentul.

Proiectarea compoziției unui beton reprezintă o problemă complexă, care pe lângă rezolvarea analitică necesită și verificări și determinări în laboratoare de specialitate atestate.

În funcție de proiectantul compoziției, betonul se poate situa în două cazuri:

- amestec de beton proiectat - reprezintă amestecul de beton proiectat de către producătorul acestuia, care este responsabil să furnizeze beneficiarului un amestec care să asigure performanțele stabilite de către acesta;
- amestec de beton prescris reprezintă amestecul de beton proiectat de către beneficiar pe care producătorul de beton este responsabil să-l furnizeze, respectând întocmai materialele care se folosesc și compoziția, fără a răspunde de performanțele acestuia. Având în vedere că, de regulă, se folosesc amestecuri de beton proiectate, în continuare vom trata problema proiectării compoziției acestui tip de beton.

Proiectarea compoziției betonului

Proiectarea compoziției betonului, reprezentând rezolvarea calitativă și cantitativă dar și verificarea experimentală a unui amestec, în vederea obținerii unui beton care să aibă anumite proprietăți în starea proaspătă și cea întărită, este o problemă foarte complexă, care presupune cunoașterea pe de o parte a metodologiei de proiectare cât și a unor proprietăți ale betonului în stare proaspătă și ale betonului întărit.

Proprietățile betonului în stare proaspătă

Principalele proprietăți ale betonului în stare proaspătă sunt:

Lucrabilitatea - este o proprietate foarte complexă a betonului proaspăt, care se poate defini sumar prin aptitudinea sa de a umple cofrajul și de a îngloba bine armăturile sub efectul unui mijloc de compactare, cu un consum minim de energie și de forță de muncă, precum și aptitudinea de a conserva omogenitatea amestecului în timpul transportului, manipulării, a punerii în lucrare și compactării sale. Până în prezent nu s-a găsit o metodă eficientă pentru măsurarea lucrabilității, aceasta fiind apreciată convențional și aproximativ prin metode de determinare a consistenței betonului proaspăt. De remarcat este faptul că

lucrabilitatea, cu toate că este o caracteristică a betonului proaspăt, influențează direct și proprietățile betonului întărit precum omogenitatea, permeabilitatea, rezistența la agresivitate chimică etc. Așa cum s-a menționat, fiind o proprietate foarte complexă, ea depinde atât de compoziția betonului (cantitatea de apă, factorul A/C, cantitatea de parte fină, curba de granulozitate, forma, dimensiunea și starea suprafeței agregatelor, temperatura componentelor etc. care conduc la obținerea unor anumite coeziuni, frecări interioare și vâscozități) cât și de anumiți factori externi (dimensiunea elementelor, modul de realizare a armării și distanța dintre armături, frecarea dintre beton și plăcile cofrante, frecarea dintre beton și armături, tehnologia de transport, punere în lucrare și compactare a betonului etc.

Consistența - definită ca mobilitatea betonului proaspăt sub acțiunea masei proprii sau a unor forțe exterioare care acționează asupra lui. Ea se poate clasifica, fiind determinată prin următoarele metode:

a. încercarea de tasare cf. SR EN 12350-2;

Tabel 4.1.1

Clasa	Tasarea conului [mm]
S ₁	10-40
S ₂	50-90
S ₃	100-150
S ₄	160-210
S ₅	>220

b. încercarea Vebe, cf. SR EN 12350-3 (recomandată pentru betoane cu lucrabilitate redusă plastice, vârhoase, foarte vârhoase preparate cu agregate având dimensiunea maximă a granulelor până la 40 mm);

Tabel 4.1.2

Clasa	Remodelare VE-BE (s)
V ₀	>31
V ₁	30-21
V ₂	20-11
V ₃	10-6
V ₄	5-3

- c. **determinarea gradului de compactare, cf. SR EN 12350-4** (recomandată pentru betoane plastice, vâtoase și foarte vâtoase, preparate cu agregate având dimensiunea maximă a granulelor până la 40 mm). Se menționează că există și o determinare a gradului de compactare Glanville, metoda fiind standardizată în Anglia și ale cărei rezultate diferă de cele determinate cu metoda Waltz;

Tabel 4.1.3

Clasa	Grad de compactare (Waltz Gc)
C ₀	>1,46
C ₁	1,45-1,26
C ₂	1,25-1,11
C ₃	1,10-1,04
C ₄	<1,04

- d. **încercarea cu masa de răspândire, cf. SR EN 12350-5** (utilizată în special în cazul betonului fluid, plastic și semivârtos).

Tabel 4.1.4

Clasa	Răspândire [mm]
F ₁	<340
F ₂	350-410
F ₃	420 – 480
F ₄	480 – 550
F ₅	560-620
F ₆	>630

Proprietăți ale betonului întărit

Dintre principalele proprietăți ale betonului întărit se pot menționa:

a) Densitatea aparentă – reprezentând masa (m) unității de volum a betonului, inclusiv golurile (V_a) și determinată conform STAS 2414-91:

$$\delta_{ap} = m/V_a \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

b) Compactitatea – reprezentând raportul dintre densitatea aparentă și consistența betonului întărit, unde V_s reprezintă volumul fazei solide] exprimat în procente [%]

Se determină conform STAS 2414-91;

- c) Porozitatea totală – reprezintă volumul de goluri din unitatea de volum:
[%]

Se determină conform STAS 2414-91

- d) Permeabilitatea la apă – apreciată după ușurința de pătrundere a apei în masa betonului determinată conform ISO 7031. Ea depinde de dimensiunile, distribuția și continuitatea porilor și este exprimată prin gradul de impermeabilitate față de apă (reprezentând valoarea presiunii maxime a apei la care betonul este străpuns până la o adâncime de 100 mm, respectiv 200 mm).

Tabel 4.1.5 Gradul de impermeabilitate (conform STAS 3622-86)

Adâncimea de pătrundere a apei [mm]		Presiunea apei [bari]
100	200	
Gradul de impermeabilitate		
P_4^{10}	P_4^{20}	4
P_8^{10}	P_8^{20}	8
P_{12}^{10}	P_{12}^{20}	12

- e) Clasa betonului – reprezintă rezistența minimă la compresiune a betonului, exprimată în $[N/mm^2]$ și determinată pe cilindri de 150/300 mm sau pe cuburi cu latura de 150 mm, la vârsta de 28 de zile (eprovetele fiind păstrate conform STAS 1275-88), sub a cărei valoare se pot situa statistic cel mult 5% din rezultate.

Pentru determinarea clasei, se prelucurează un număr minim de probe de beton (prevăzut în Codul de practică NE 012-2007), din fiecare probă de beton realizându-se trei epruvete.

Tabel 4.1.6 Clasa de rezistență la compresiune a betonului (Conform Tabel 7 NE 012-2007)

Clasa de rezistență a betonului	C 8/10	C 12/15	C 16/20	C 20/25	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 40/50	C 45/55	C 50/60
f_{ckil}	8	12	16	20	25	30	35	40	45	50
f_{ckub}	10	15	20	25	30	37	45	50	55	60

- f) Rezistența la îngheț-dezghet – se definește prin numărul de cicluri de îngheț-dezghet succesive, pe care epruvetele le pot suporta după o vârstă de 28 de zile de la confecționare, fără ca reducerea de rezistență să fie mai mare de 25% și reducerea modulului de elasticitate să fie mai mare de 15%. Ea se determină conform STAS 3518-89. După numărul de cicluri de îngheț-dezghet pe care le pot suporta în condițiile arătate mai sus, betoanele se încadrează în unul din gradele de gelivitate prezentate în tabelul 3.7, conform STAS 3622-86.

Tabel 4.1.7 Gradul de gelivitate (conform STAS 3622-86)

Gradul de gelivitate al betonului	Număr de cicluri îngheț-dezghet
G 50	50
G 100	100
G 150	150

Utilizarea aditivilor la prepararea betoanelor

Aditivii au un spectru larg de utilizare fiind folosiți pentru îmbunătățirea proprietăților betonului proaspăt sau/și întărit. Cei mai utilizați sunt cei plastifianți, superplastifianți, fluidizanți, acceleratori de priză sau/și întărire, anti-îngheț, impermeabilizatori etc. Cazurile în care folosirea aditivilor este obligatorie sunt prezentate în tabelul 3.8.

Tabel 4.1.8 Betoane preparate obligatoriu cu aditivi (conform tabel 2a, NE 012-1-2007)

Nr. crt.	Categoria de betoane	Aditiv recomandat	Observații
1.	Betoane supuse la îngheț - dezghet repetat	antrenor de aer	
2.	Betoane cu permeabilitate redusă	reducător de apă - plastifiant	după caz: • - intens reducător - superplastifiant - impermeabilizator
3.	Betoane expuse în condiții de agresivitate intensă și foarte intensă	reducător de apă – plastifiant	după caz: • - intens reducător - superplastifiant - impermeabilizator
4.	Betoane de rezistență având clasa cuprinsă între C 8/10 și C 30/37 inclusiv	plastifiant	După caz: -superplastifiant
5.	Betoane executate monolit având clasa \geq C 35/45	superplastifiant – intens reducător de apă	

6.	Betoane fluide	superplastifiant	
7.	Betoane masive Betoane turnate prin tehnologii speciale (autocompactante)	(Plastifiant) Superplastifiant + întârzietor de priză	
8.	Betoane turnate pe timp călduros	Întârzietor de priză + Superplastifiant (Plastifiant)	
9.	Betoane turnate pe timp friguros	Anti - îngheț + accelerator de priză	
10.	Betoane cu rezistențe mari la termene scurte	Acceleratori de întărire	

Proiectarea compoziției betoanelor de ciment cu densitate normală (betoane grele) în România

Stabilirea compoziției betoanelor este o problemă foarte complexă, pe de o parte datorită multor factori de compoziție și tehnologici care influențează direct proprietățile betonului proaspăt și întărit, iar pe de altă parte a variației acestora în limite destul de largi.

În tabelul 3.9 sunt prezentați parametrii compoziției betonului conform prevederilor codului de practică NE 012-99 iar în tabelul 3.10 sunt prezentați principalii factori de compoziție ai betonului și influența lor asupra unor proprietăți ale betonului proaspăt și ale betonului întărit

Tabel 4.1.9 Parametrii compoziției betonului (Conform NE 012-2007 Anexa 1.4, tabel 1.4.1)

Nr. crt.	Parametrul compoziției	Factorii pe baza căruia se stabilește
1	Tipul de ciment	<ul style="list-style-type: none"> • clasa betonului • condițiile de serviciu și expunere • caracteristicile elementului (masivitate)
2	Tipul de aditiv	<ul style="list-style-type: none"> • condițiile de transport și punere în operă • cerințele de rezistență și durabilitate, impuse prin proiect • caracteristicile elementului (secțiune, armare)

3	Raportul A / C, max.	<ul style="list-style-type: none"> • clasa betonului • gradul de omogenitate asigurat la prepararea betonului • gradul de impermeabilitate impus prin proiect • condițiile de expunere
4	Dozajul minim de ciment	<ul style="list-style-type: none"> • condițiile de serviciu și expunere
5	Consistența betonului	<ul style="list-style-type: none"> • condiții de transport și punere în operă • forma și dimensiunile elementelor • desimea armăturilor
6	Cantitatea de apă de amestecare	<ul style="list-style-type: none"> • consistența adoptată • mărimea granulei maxime a agregatului • tipul de aditiv folosit
7	Granula maximă a agregatelor	<ul style="list-style-type: none"> • forma și dimensiunile elementelor • desimea armăturilor • condițiile de preparare și transport
8	Granulozitatea agregatului total	<ul style="list-style-type: none"> • dozajul de ciment • consistența • tehnologia de punere în operă

Tabel 4.1.10

Unii factori de compoziție și tehnologici care influențează caracteristicile proprietăților betonului în stare proaspătă și întărită

(Ion Ionescu, Traian Ispas "Proprietățile și tehnologia betoanelor" Tabel 5.6)

Factori de influență	Densitate	Lucrabilitatea	Rezistențele mecanice	Deformațiile	Durabilitatea	Alte proprietăți	Dilatările
----------------------	-----------	----------------	-----------------------	--------------	---------------	------------------	------------

	tate								Permeabilitate	Rezistența la:		Căldura de hidrat.	Conducibilitatea termică	termică
			Compres	Întindere	Uzură	Modul de elastic	Contracții	Curgerelentă		Acțiuni chimico-agresive	Inghet-dezgheț repetat			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Cimentul prin:	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
-	-	-	x	x	x	x	-	x	-	-	x	-	-	-
com	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
poziție chim-mineralogică	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-
-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x
rezi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-
st. mecanice proprii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
-														
rezi														
st. la act.chimic-agresive														
- finețea de măcinare														
-														
cantitate (dozaj)														
-														
căldura de hidratare														
-														
dilat														
are tennică														

Agregate de diverse tipuri prin: -														
compoz, mineralogică	x	-	x	x	x	x	x	x	-	x	x	-	x	x
- rezistență	-	-	x	x	x	x	-	x	-	-	-	-	-	-
st. mecanice proprii	-	-	x	x	x	x	-	x	-	-	-	-	-	-
- mod	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	-	-	-
ulul de elasticitate	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	-
- porozitatea granulelor - forma granulelor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-
- suprafața specifică (granubzitate, modul de finețe)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
- conductibilitate termică														
- dilatare termică														
Apa de preparare prin:														
- cantitate	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	-
	-	-	x	x	x	x	x	x	x	-	x	-	-	-

- conținutul de săruri														
Adaosuri și aditivi prin;	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	-
- adaosurile minerale fine	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-
-	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-
- aditivi	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-
vi de diverse tipuri														
- modul de preparare și transport al betonului														
- modul de punere în operă și compactare a betonului	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-
- modul de protecție a betonului după turnare														

Din această cauză proiectarea compoziției betoanelor se bazează atât pe unele elemente teoretice dar în special pe foarte multe date experimentale.

Fiind practic imposibilă găsirea unui algoritm de calcul care să conducă la rezolvarea exactă și corectă a problemei, practic în majoritatea țărilor care s-au preocupat de acest domeniu s-au pus la punct una (S.U.A., Anglia, Rusia etc.) sau chiar mai multe (Franța, Germania etc.) metode pentru proiectarea compoziției betoanelor.

Proiectarea compoziției betoanelor în România este unică și este reglementată prin Codul de practică pentru executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat NE 012-2007, partea 1 realizându-se în următoarele etape:

Stabilirea datelor inițiale

Pentru proiectarea compoziției trebuie să se cunoască următoarele date minime:

- clasa betonului;
- caracteristicile elementului care urmează să fie realizat (tipul elementului, dimensiunea minimă, distanța minimă dintre armături, grosimea stratului de acoperire cu beton a armăturilor);
- condițiile de serviciu (de mediu) și clasa de expunere;
- condițiile de transport și punere în lucrare a betonului;
- gradul de omogenitate asigurat la prepararea betonului;
- gradul de impermeabilitate impus prin proiect;
- gradul de agresivitate al apelor naturale;
- umiditatea agregatelor pentru fiecare sort.

4.1.2. Proiectarea compoziției betonului

Proiectarea compoziției betonului presupune parcurgerea următoarelor etape:

A. Pentru beton de clasă C 4/5:

a) stabilirea sorturilor de agregate 0...31 mm sau 0...71 mm ale căror limite de granulozitate sunt date în tabelele 3.11 și 3.12 (conform NE 012 – 99, Anexa 1.4)

Tabel 4.1.11 Limitele zonelor de granulozitate pentru agregate 0...31 mm (Conform NE 012-99, Tabelul 1.4.8.)

Zona	Limita	% treceri în masă prin sită sau ciur					
		0,2	1	3	7	16	31
I	max	10	40	50	70	90	100
	min	3	31	41	61	81	95
II	max	7	30	40	60	80	100
	min	2	21	31	51	71	95
III	max	5	20	30	50	70	100

	min	1	10	20	40	60	95
--	-----	---	----	----	----	----	----

Tabel 4.12 Limitele zonelor de granulozitate pentru agregate 0...71 mm (Conform NE 012 - 99 Tabelul 1.4.11)

Limita	% treceri în masă prin sită sau ciur								
	0,2	1	3	7	16	25	31	40	71
max	8	18	32	45	61	70	77	84	100
min.	1	6	13	22	38	50	57	68	95

b) prepararea unei cantități de beton după o compoziție orientativă prezentată în tabelul 3.13, urmând ca apa de amestecare să se determine, exact astfel încât, să se obțină lucrabilitatea dorită;

Tabel 4.1.13 Compoziția orientativă a betonului (conform NE 012 – 99 Tabel 1.5.1)

Clasa betonului	Domeniul de utilizare	Φ_{\max} agregat	Dozaj ciment min kg/m^3	Total agregat (în stare uscată) Ag kg/m^3	Apa (orientativ) l/m^3
C4/5	fundații	31	150	2020	160
		71	135	2085	140

- c. determinarea densității aparente a betonului proaspăt (ρ_b);
- d. corectarea cantității totale de agregate:

$$Ag = \rho_b - C - A;$$

- e. stabilirea compoziției de bază (Ag, C, A);
- f. prepararea a două amestecuri de beton de câte 30 l ($0,03 \text{ m}^3$):

- primul amestec având compoziția de bază stabilită conform pct. e);
- al doilea amestec având dozajul de ciment sporit cu 20 kg/m^3 față de cel al compoziției de bază și menținând constante cantitatea de apă și de agregate;

- g) confecționarea a minimum 6 epruvete din fiecare amestec (conform STAS 1275 - 88);
- h) păstrarea epruvetelor în condițiile prevăzute în STAS 1275-88 și încercarea lor la 7 zile;
- i) adoptarea dozajului de ciment pentru care la această vârstă, asigură o rezistență cel puțin egală cu clasa betonului;

j) definitivarea compoziției betonului, dacă este cazul, aplicând relația de la pct. d).B. Pentru betoanele de clasă C8/10 ... C 50/60:

- a. stabilirea tipului și mărcii cimentului în funcție de clasa betonului (rezistența caracteristică a sa), viteza de dezvoltare a rezistențelor (întărire rapidă, normală, lentă), condițiile de serviciu (condiții normale de serviciu, elemente de construcții expuse la îngheț în stare saturată cu apă, elemente de construcții expuse apelor naturale cu agresivitate chimică și clasa de expunere, condițiile de executare și tehnologia adoptată (executarea pe timp friguros, elemente masive, elemente realizate în cofraje glisante etc), gradul de agresivitate al apelor naturale (foarte slabă, slabă, intensă, foarte intensă).
- b. stabilirea agregatului: natura (de râu sau de balastieră, de concasaj), dimensiunea maximă a granulei (în funcție de tipul și dimensiunea minimă a elementului de beton, distanța minimă dintre armături, grosimea stratului de acoperire cu beton a armăturilor), tehnologia de transport și punere în lucrare a betonului (transport pe conducte, cu bena etc);
- c. stabilirea aditivului - în funcție de dorința de îmbunătățire a unor proprietăți ale betonului proaspăt sau/și întărit; obligatorii în cazul betoanelor supuse la îngheț-dezghet repetat, cu permeabilitate redusă expuse în condiții de agresivitate intensă și foarte intensă, cu clasa cuprinsă între C 12/15 și C 30/37 și cu clasa de tasare minim T₃, cu clasa de minim C 35/45, fluide, masive, turnate pe timp friguros și turnate fără vibrație;
- d. stabilirea clasei de consistență în funcție de tipul elementului de beton și tehnologia de transport și punere în lucrare a betonului;
- e. stabilirea cantității orientative de apă de amestecare în funcție de clasa betonului, clasa de consistență a betonului, dimensiunea maximă a granulei de agregat, natura agregatelor și aditivul folosit; stabilirea valorii raportului A/C în funcție de clasa betonului, clasa cimentului și gradul de omogenitate asigurat la prepararea betonului, natura agregatului, gradul de permeabilitate și gradul de gelivitate;
- f. stabilirea dozajului de ciment - în funcție de cantitatea de apă, raportul A/C și dozajul minim (funcție de dimensiunea maximă a granulelor de agregat, tipul betonului - simplu sau armat și clasa de expunere);
- h) stabilirea zonei de granulozitate - în funcție de clasa de tasare a betonului și dozajul de ciment;
 - i) stabilirea limitelor zonelor de granulozitate în funcție de zona de granulozitate a agregatelor și dimensiunea maximă a granulei acestora;
 - j) stabilirea cantității totale a agregatelor - în funcție de tipul agregatelor (densitatea aparentă a sa), cantitatea de ciment și de apă și volumul de aer occlus sau antrenat;
- k) repartizarea agregatelor pe sorturi - în funcție de cantitatea totală a agregatelor și limitele zonelor de granulozitate;

Stabilirea compoziției de bază

- a) Se face o verificare a compoziției stabilite prin calcul, preparându-se un amestec informativ de beton de minim 30 l - 0,03 m³ (se prepară un amestec luând în considerare cantitatea de ciment și de agregate), apoi se introduce treptat apa de amestecare până la obținerea consistenței dorite (aditivul se



introduce după prima cantitate de apă); se determină densitatea aparentă δ_{ap} ; se recalculează cantitatea de ciment și cantitatea totală de agregat.

Atât la prepararea amestecului informativ cât și a amestecurilor preliminare se utilizează numai agregate uscate.

b) Se prepară trei amestecuri de beton de minimum 30 l (0,03 m³) fiecare, pentru trei compoziții:

- cea de bază prezentată la subpunctul "a";

- o compoziție a dozajului de ciment mărit cu 7% dar cu minimum 20 kg/m³ față de cel al compoziției de bază, dar menținând cantitatea de apă și de agregate conform compoziției de bază;
- o compoziție cu dozaj de ciment redus cu 7% dar cu minimum 20 kg/m³ față de cel al cantității de apă și de agregate conform compoziției de bază.

Încercări și stabilirea compoziției

a) Din fiecare cele trei amestecuri se confecționează minimum 12 epruvete (conform STAS 1275-88);

b) Câte 6 epruvete din fiecare compoziție se vor încerca la vârsta de 7 zile (păstrarea și încercarea epruvetelor se vor efectua conform STAS 1275-88) adoptându-se drept compoziție preliminară cea pentru care rezistențele determinate sunt cel puțin egale cu valorile indicate în Codul de practică NE 012-2007, Anexa 1.5, pct. 2.13. Se încearcă restul de 6 epruvete la vârsta de 28 de zile, rezultatele obținute fiind analizate în vederea definitivării compoziției. Rezistența medie pentru fiecare compoziție (f_{bm}) se va corecta în funcție de rezistența efectivă a cimentului, aplicând relația:

d) unde f_{bm} - rezistența betonului la 28 de zile obținută la încercările preliminare Se va adopta compoziția pentru care valoarea rezistenței corectate (f_{cor}) este cel puțin egală cu rezistența la 28 de zile indicată în Tabelul 3.14 (conform Codului de practică NE 012-2007, Anexa 1.5, tabel 1.5.4).

Tabel 4.1.14 Rezistența la compresiune la 28 de zile, minimă pentru încercări preliminare (Conform NE 012-2007 Tabelul 1.5.4)

Clasa betonului	f_c preliminară (N/mm ²)	
	cilindru	cub
C8/ 10	14,5	18
C 12/ 15	19	23,5
C 16/20	23	29
C 20/25	29	36
C25/30	33,5	42
C30/37	38,5	48
C35/45	45	56,5



S.C. FORM SHAPER S.R.L.
Str. Ion Mester, nr.4/11, mun. Cluj-Napoca, Romania
Tel: +40 767 600 814

C40/50	50	62,5
C45/55	54	67,5
C50/60	58	73

Observație! Valorile sunt valabile pentru gradul 11 de omogenitate. Pentru gradul I, respectiv gradul III de omogenitate la valorile prevăzute în tabelul 3.14 se adaugă valoarea Δ conform Codului de practică NE 012-2007, Anexa 1.5, tabel 1.5.5.

Corectarea cantității de apă de amestecare și a agregatelor pe sorturi

În funcție de umiditatea agregatelor pentru fiecare sort se fac corecțiile necesare. Se menționează că, stabilirea compoziției betonului se va realiza numai de către un laborator autorizat în acest sens.

4.1.3. Controlul calității betonului

4.1.3.1. Controlul calității materialelor constitutive

A. Controlul calității cimentului

Controlul calității cimentului la aprovizionare presupune un minimum de verificări și încercări și anume:

- examinarea datelor înscrise în documentele de certificare a calității sau cele de garanție emise de producător sau/și de furnizor pentru fiecare lot;
- determinarea timpului de priză (conform SR EN 196-3); verificarea se efectuează pentru fiecare transport, dar minimum o determinare la 100 t pe o probă medie;
- determinarea rezistențelor mecanice la 2 și/sau 7 zile (conform SR EN 196-1) pentru confirmarea clasei. Încercările se fac pentru o probă la 200 t dacă livrarea s-a efectuat în loturi mai mici de 100 t și pentru o probă la 500 t în celelalte cazuri;
- determinarea rezistențelor mecanice la 28 de zile (conform SR EN 196-1). Încercările se efectuează ca la pct. c);
- prelevarea de probe care se păstrează pentru 45 de zile (etanș, în cutii metalice sau în pungi sigilate), în vederea efectuării unor verificări ulterioare în caz de litigiu;
- starea de conservare în cazul în care s-a depășit termenul de depozitare sau au intervenit factori de degradare/alterare, efectuându-se o determinare la fiecare transport dar minimum una la 100 t pe o probă medie; prelevarea de probe se face înainte sau în timpul livrării și dacă este necesar și după livrare, dar la maximum 24 de ore de la aceasta, în prezența reprezentantului producătorului (sau vânzătorului), utilizatorului și pentru pct. e) și beneficiarului sau I.S.C. teritorial;

Înainte de utilizare se face verificarea duratei de depozitare (pentru fiecare lot aprovizionat) și a stării de conservare în cazul depășirii termenului de depozitare sau a intervenției unor factori de alterare (două probe pe siloz - sus și jos - sau după maxim 50 t de ciment consumat).

Cimentul trebuie să fie protejat de umezeală și de impurități pe parcursul:



- depozitării, când se livrează ambalat în saci - în spații închise, sacii fiind așezați în stive de cel mult 10 rânduri de saci suprapuși, stivele fiind rezemate la partea inferioară pe scânduri dispuse cu interspații și păstrând împrejurul lor un spațiu de minimum 50 cm pentru asigurarea aerisirii și circulației, sau când se livrează vrac (în recipiente etanșe);
- transportului și manipulării (când se livrează vrac transportul se efectuează în recipiente etanșe montați pe șasiuri auto sau pe cale ferată în vagoane - transportul și manipularea se fac pneumatic prin conducte);

Livrarea cimentului va fi însoțită de o declarație de conformitate care trebuie să conțină următoarele date:

- tipul și clasa cimentului
 - fabrica producătoare;
 - data fabricării;
 - data sosirii în depozitul furnizorului;
 - numărul certificatului de calitate eliberat de către producător și datele înscrise în acesta;
 - garanția, respectiv condițiile de păstrare;
 - numărul buletinului de analiză a calității cimentului efectuat de către un laborator autorizat și datele înscrise în acesta (inclusiv precizarea condițiilor de utilizare în toate cazurile în care termenul de garanție a expirat);
- B. Controlul calității agregatelor

Agregatele se vor manipula, transporta și depozita astfel încât să nu fie contaminate iar sorturile să nu se amestece între ele.

La depozitare compartimentele se vor marca cu tipul sortului depozitat, fiind interzisă așezarea directă a agregatelor direct pe pământ sau pe platforme balastate.

Toate agregatele trebuie să satisfacă cerințele prevăzute în reglementările tehnice (STAS 1667-76, STAS 662-89, SR 667-98) iar producătorii sunt obligați să prezinte la livrare certificatul de calitate pentru agregate și cel de conformitate eliberat de către un organism de certificare acreditat.

Stațiile de producere a agregatelor vor funcționa numai pe baza unui atestat (eliberat de către o comisie internă în prezența unui reprezentant al I.S.C. teritorial).

La aprovizionare, controlul calității agregatelor presupune următoarele verificări:

- a. examinarea datelor înscrise în documentele de transport emise de furnizor sau/și producător, pentru fiecare lot;
- b. determinarea conținutului de impurități (conform STAS 4606-80), partea levigabilă, humusul și corpurile străine. Se va recolta o probă la maximum 500 m³ pentru fiecare sursă, la schimbarea sursei și în cazul în care se observă prezența impurităților;
- c) granulozitatea se verifică conform STAS 4606-80, o probă la maximum 500 m³ pentru fiecare sort iar în cazul aprovizionării constante de la aceeași sursă se efectuează minimum o probă pe săptămână pentru fiecare sort și sursă;

- d. densitatea în grămadă în stare afanată și uscată (conform STAS 4606-80) se verifică prin efectuarea unei probe la maximum 200 m³;
- e. înainte de utilizare se va verifica:
 - conținutul de impurități de câte ori apar factori de impurificare, dar cel puțin o dată pe săptămână;
 - granulozitatea (conform STAS 4606-80), o probă la maximum 400 m³ de beton cel puțin o dată pe zi și ori de câte ori apar factori care pot modifica granulozitatea sortului;
 - umiditatea, efectuându-se o probă la maximum 200 m³ de beton, cel puțin o dată pe zi și ori de câte ori se observă o schimbare cauzată de condițiile meteorologice.

C. Controlul calității apei

Apa utilizată la prepararea betoanelor poate să provină din rețeaua publică de alimentare. Dacă provine din altă sursă va trebui să îndeplinească condițiile tehnice prevăzute în STAS 790-84, iar înainte de utilizare este necesar să se determine compoziția chimică (o probă la începerea utilizării).

O atenție deosebită trebuie acordată conținutului ionilor de clor solubili în apă care pot conduce la corodarea armăturii. Astfel se limitează acest conținut de ioni de clor la valorile maxime:

- 1% față de masa cimentului pentru beton simplu;
- 0,4% față de masa cimentului pentru beton armat exploatat în mediu uscat sau protejat contra umidității;
- 0,15% față de masa cimentului pentru beton armat exploatat în alte condiții,

D. Controlul calității aditivilor

Aditivii utilizați la prepararea betoanelor nu trebuie să influențeze negativ proprietățile betonului sau să producă coroziunea armăturii, deteriorarea cofrajelor (aditivii trebuie să îndeplinească cerințele prevăzute în reglementările specifice sau în agrementele tehnice în vigoare). Aditivii care se folosesc nu trebuie să intre în reacție chimică cu adaosurile prevăzute în compoziția betonului.

Folosirea lor se va face cu maximum de atenție, respectându-se integral instrucțiunile întocmite de producător privind condițiile de transport, depozitare și utilizare.

În cazul folosirii concomitente a doi sau mai mulți aditivi a căror compatibilitate și comportare împreună nu este cunoscută, este obligatorie efectuarea de încercări preliminare și avizul unui institut de specialitate autorizat.

La aprovizionare se vor examina datele înscrise în documentele de certificare sau de garanție emise de către furnizor sau/și producător, la fiecare lot aprovizionat.

Înainte de utilizare se va determina densitatea soluției (conform reglementărilor tehnice în vigoare) cel puțin o probă la fiecare șarjă.

E. Controlul calității adaosurilor

Utilizarea adaosurilor la prepararea betoanelor se va face strict în conformitate cu reglementările tehnice specifice în vigoare, agrementele tehnice sau studiile întocmite de către laboratoare de



specialitate autorizate; adaosurile nu trebuie să influențeze negativ proprietățile betonului proaspăt și întărit, să nu producă coroziunea armăturilor și să nu producă deteriorarea cofrajelor.

Transportul, manipularea și depozitarea adaosurilor se vor efectua astfel încât să se evite modificarea proprietăților fizico-chimice ale acestora.

La aprovizionare se vor examina datele înscrise în documentele de certificare a calității sau de garanție emise de către furnizor sau/și de către producător la fiecare lot aprovizionat. Dacă este cazul se vor efectua și alte încercări prevăzute în instrucțiunile tehnice specifice tipului de adaos.

4.1.3.2. Controlul calității betonului proaspăt și întărit

A. Verificări în cursul preparării la stația de betoane

- Consistența (conform STAS 1759-88) se verifică de două ori pe schimb și pe tip de beton și la începutul preparării, determinată prin metoda tasării conului;
- Temperatura (dacă este prevăzută ca o cerință), se fac patru determinări pentru fiecare tip de beton și schimb de lucru;
- Conținutul de nisip 0...3 mm (conform STAS 1759-88), de câte ori se apreciază ca fiind necesar;
- Rezistența la compresiune la vârsta de 28 de zile pe epruvete cilindrice $d=150$ mm, $L=300$ mm sau cubice $a=150$ mm, conform STAS 1275-88. Pentru determinare este necesar să se preleveze minimum o probă la 100 m³ dar nu mai puțin de 6 probe/zi pentru betoane cu clasa $C<8/10$ și minim o probă la 50 m³ dar nu mai mult de 15 probe/zi pentru betoane cu clasa $C > 8/10$;
- Rezistența la compresiune la vârsta de 3 și/sau 7 zile (conform STAS 1275-88) pentru încercări orientative, se prelevează o probă pe săptămână pentru betoane cu clasa $C > 16/20$;
- Gradul de impermeabilitate (conform STAS 3519-76) dacă acesta este prevăzut ca dată în compoziția betonului; se prelevează minimum două probe pe obiect și minim o probă la 300 m³ de beton;
- Gradul de gelivitate (conform STAS 3518-89) dacă acesta este prevăzut ca dată în compoziția betonului; se prelevează minimum două probe pe obiect și minimum o probă la 100 m³ de beton.

B. Verificări la locul de punere în lucrare

- documentul de transport care trebuie să conțină date privind clasa betonului, consistența, cantitatea, ora preparării și eventual alte date la cerere (tipul cimentului, dimensiunea maximă a granulei de agregat, aditivi și adaosuri etc); verificarea se face pentru fiecare transport de beton;
- verificări vizuale asupra betonului livrat, privind dimensiunea maximă a granulei de agregat, lucrabilitatea, omogenitatea etc;
- consistența (conform STAS 1759-88), minimum o probă pentru fiecare tip de beton și schimb de lucru și cel puțin o probă la 20 m³ de beton;
- temperatura (dacă este prevăzută ca o cerință tehnică); se fac patru determinări pentru fiecare tip de beton și schimb de lucru;
- rezistența la compresiune pe epruvete cilindrice $d=150$ mm, $L=300$ mm/cubice $a=150$ mm, (conform STAS 1275-88); pentru verificarea rezistențelor de control pe faze, pentru stabilirea

termenelor pentru decofrare (dacă este prevăzută prin proiect sau conform unei proceduri speciale); se efectuează o probă pe schimb;

- f) rezistența la compresiune pe epruvete cilindrice $d=150$ mm, $L=300$ mm/cubice $a=150$ mm (conform STAS 1275-88) pentru verificarea clasei betonului; se vor preleva pentru fiecare tip de beton, parte de structură minimum o probă pe zi de turnare și nu mai puțin de una la 300 m^3 - pentru betoane cu clasa $C \leq 8/10$, la $100 (200) \text{ m}^3$ - pentru betoane de clasă C 8/10, C 12/15 și C 16/20 și la $50 (100) \text{ m}^3$ - pentru betoane cu clasa $C > 16/20$ (valorile din paranteză se referă la elemente sau părți de structură cu volum mai mare de 300 m^3 și care se betonează fără întrerupere);
- g) gradul de impermeabilitate (conform STAS 3519-76) dacă este prevăzut prin proiect sau conform unei proceduri speciale; se prelevează minimum două probe pentru fiecare obiectiv și minimum o probă la 300 m^3 beton;
- h) gradul de gelivitate (conform STAS 3518-89 dacă este prevăzut prin proiect sau conform unei proceduri speciale); se prelevează minim o probă la 1000 m^3 de beton;
- Rezultatele obținute în urma încercărilor sau măsurărilor efectuate asupra betonului proaspăt sau întărit prezentate la subcap. 3.3.2 se vor analiza și interpreta astfel:

- Limitele de referință admise pentru caracteristicile betonului proaspăt sunt cele prezentate în tabelul 3.15.

Tabel 4.1.15 Limitele de referință pentru caracteristicile betonului în stare proaspătă (conform NE 012-2007 tabel VI.3.1)

Nr. cr. t.	Caracteristica	Valoare de referință	Limitele de referință admise	
1.	Consistența	t = tasare medie (mm)	tasare medie	abater ea admisă
			t- 10..40 mm	± 10 mm
			t-50 ...120 mm	±20 mm
			t> 120 mm	±30 nun

		g_c = gradul de compactare mediu	$g \pm 0,5$
2.	Temperatura	t_{min} sau t_{max}	
3.	Densitatea aparentă	$P_b(kg/m^3)$	$P_h \pm 40 kg/m^3$
4.	Conținut de aer oclos/antrenat	p % valoarea medie	$p\% \pm 1,5$
5.	Granulozitatea agregatelor conținute în beton sort 0 - 3	$g_{n,m}, g_{max}$ (%)	

- Temperatura se măsoară în patru puncte diferite. Dacă valoarea medie a temperaturii măsurate nu se înscrie în limitele admise (tabel 3.15) se vor efectua pentru același transport de beton încă două serii de determinări. Dacă valoarea medie a celor două serii de determinări nu se înscrie în limitele admise, transportul de beton se refuză;
- Gradul de impermeabilitate și gradul de gelivitate se consideră realizat dacă cel puțin 10% din numărul de încercări (epruvete) care se analizează îndeplinesc condițiile tehnice prevăzute;
- Dacă rezistența la compresiune determinată pentru verificarea rezistențelor de control pe faze (subcap. 3.3.2 pct. B) rezultă necorespunzătoare, se decalează faza și se procedează la o nouă verificare;
- Dacă prin proiect se prevede determinarea conținutului de ioni de clor din beton iar acesta depășește valorile maxime admise (subcap. 3.3.1 pct. C) se va analiza conținutul de clor; se vor schimba sursele de aprovizionare;
- În cazul betonului preparat în malaxoare mobile (de șantier) pentru fiecare lot de beton se vor preleva minim 6 probe; în cazul în care betonul are o clasă <C 16/20 și pentru loturi de maximum 50 m³ se pot preleva 3 probe;
- În cazul determinării rezistenței la compresiune pentru verificarea clasei (vezi subcap. 3.3.2 pct. B) - e); în cazul verificării la locul punerii în lucrare a betonului, pentru fiecare lot de beton se vor preleva minim 6 probe; în cazul în care betonul are o clasă <C 16/20 și pentru loturi până la 50 m³ se pot preleva 3 probe;
- Pentru verificarea rezistențelor mecanice pentru stabilirea compoziției de bază (în cazul proiectării compoziției betoanelor), din fiecare amestec de beton se vor preleva minimum 4 probe, reprezentând 12 epruvete pentru fiecare compoziție;
- Proba de control (proba) reprezintă cantitatea de beton necesară pentru obținerea unui rezultat care reprezintă media încercărilor a trei epruvete (cilindri/cuburi);

- Lot reprezintă volumul de beton ales, astfel încât să fie asigurate condițiile de omogenitate și de uniformitate a compoziției (respectiv a conformității rezistenței betonului) și a cărei mărime este condiționată de:
- cantitatea de beton turnat pentru fiecare clasă de beton în parte de structură (fundatie, nivel etc);
- cantitatea pentru o zi de turnare;
- cantitățile limită stabilite prin norme (vezi subcap. 3.3.2. pct. A. și pct. B).
- În cazul în care rezultatele determinărilor nu îndeplinesc condițiile de conformitate sau în oricare din cazurile în care există dubii cu privire a realizarea rezistenței, trebuie efectuate încercări suplimentare (cu metode nedistructive sau semidistructive) cu respectarea prevederilor normativelor C 54-81 și C 26-85.

Determinarea consistenței betonului proaspăt cu ajutorul metodei tasării

Metoda constă în măsurarea tasării betonului proaspăt, sub greutatea proprie, iar metodologia încercării este reglementată prin STAS 1759-88.

A. Echipamentul tehnologic utilizat

- trunchi de con cu înălțimea de 300 mm (pentru betoanele cu dimensiunea maximă a agregatelor <40 mm) sau de 450 mm (pentru betoanele cu dimensiunea maximă a agregatelor >40 mm) din tablă galvanizată de min. 2 mm grosime conform fig. 3.1 a).

Figura 4.1

Trunchiul de con poate să fie realizat cu sau fără rigidizări. Peretele său interior trebuie să fie neted, fără asperități și fără deformații locale. Trunchiul de con este prevăzut la partea superioară cu un prelungitor conform fig. 3.1 b).

- vergea de oțel rotund cu diametrul de 16 mm și lungimea de 600 mm, având capetele rotunjite în formă de emisferă;
- riglă metalică cu lungimea de 600 mm
- scafă metalică;
- mistrie;
- metru pliant sau riglă gradată, de 500 mm lungime

B. Modul de lucru (conform pct. 3.1.3 STAS 1759-88)

- Se umezește interiorul trunchiului de con și se așează pe o suprafață orizontală plană, rigidă, umezită și neabsorbantă de min. 700x400 mm. Se umple trunchiul de con cu beton în trei straturi, fiecare corespunzând aproximativ unei treimi din înălțime;
- În fiecare strat se dau câte 25 de împunsături (respectiv 50 pentru conul cu înălțimea de 450 mm), cu ajutorul vergelei, repartizându-se uniform pe suprafața betonului. Pentru stratul inferior

este necesar de a înclina vergeaua și de a face aproximativ jumătate din împunsături de-a lungul perimetrului, apoi se continuă cu împunsăturile verticale în spirală până în centru. Stratul inferior se împunge pe toată grosimea sa. Se repetă operația de îndesare în stratul al doilea și în stratul superior, fiecare pe toată grosimea sa, astfel ca vergeaua să pătrundă ușor stratul situat dedesubt;

- c. Pentru a umple și a îndesa stratul superior, se montează prelungitorul și se introduce beton în exces asigurându-se menținerea acestui exces pe toată durata de îndesare;
- d. După ce stratul superior a fost îndesat, se înlătură prelungitorul și se nivelează suprafața betonului prin ferăstruie cu ajutorul riglei metalice sau cu vergeaua metalică prin rulare. În timpul umplerii și compactării betonului, trunchiul de con se menține fix pe suprafața plană, cu ajutorul celor două plăcuțe;
- e. Se curăță betonul căzut în jurul trunchiului de con. Se procedează la ridicarea trunchiului de con, operație care trebuie să se facă în 5... 10 s printr-o mișcare verticală, constantă, evitându-se deplasările laterale sau răsucirile trunchiului de con. Intervalul de timp de la începerea umplerii trunchiului de con și până în momentul ridicării complete a acestuia nu trebuie să fie mai mare de 150 s;
- f. Imediat după ridicarea trunchiului de con se măsoară tasarea (diferența - h_r - dintre înălțimea acestuia și punctul cel mai ridicat al betonului tasat) fig. 3.2 (fig. 3 - STAS 1759-88)

Figura 4.2

- g. Dacă se produce o prăbușire parțială sau o rupere a betonului pe o porțiune, nu se ia în considerare încercarea și se repetă determinarea pe o nouă probă de beton.
- h. Dacă după două încercări consecutive se produce o prăbușire sau o rupere parțială a betonului din masa epruvetei sau tasarea este mai mică de 10 mm, lucrabilitatea betonului se apreciază după altă metodă.

C. Exprimarea rezultatelor (conform pct. 3.1.4 din STAS 1759-88)

- Tasarea betonului (h_r) se calculează cu formula:

$$h_r = h_c - h_{lib} \text{ (mm)}$$

în care

h_r - înălțimea trunchiului de con, în milimetri;

h_c - înălțimea punctului cel mai ridicat al betonului tasat, în milimetri.

Valoarea se rotunjește la 10 mm.

Ca rezultat se consideră media aritmetică, rotunjită la 10 mm, a două determinări efectuate la un interval de max. 10 min și care nu diferă între ele cu mai mult de:

10 mm, pentru tasare < 40 mm, 20 mm, pentru tasare = 50...90 mm, 30 mm, pentru tasare > 10 mm.

- Clasificarea în clase a consistenței -

Se face în funcție de tasarea măsurată conform STAS 1759-R8.

Realizarea epruvetelor din beton

Epruvetele se realizează conform instrucțiunilor tehnice și metodologiei prevăzută în STAS 1275-88. În funcție de determinarea dorită, epruvetele pot avea diferite forme și dimensiuni standardizate și anume:

- rezistența la compresiune (conform NE 012-2007) cub cu latura de 150 mm sau cilindru cu diametrul de 150 mm și înălțimea de 300 mm;
- rezistența la întindere (conform STAS 1275-88) cub (având dimensiunea conform tabelului 3.16) prismă (având dimensiunea conform tabelului 3.17) sau cilindru;

Tabel 4.1.16 Dimensiunile epruvetelor cubice (Conform STAS 1275-88 tabel 1)

Latura epruvetei		Aria nominală a secțiunii de referință a epruvetei (mm ²)	Dimensiunea maximă a granulelor agregatelor, d _{max} (mm)
Dimensiune (mm)	Abateri (mm)		
100	±0,50	10000	20
141	±0,75	20000	31,5
150	±0,75	22500	31,5
200	± 1,00	40000	40
300	± 1,50	90000	71

Tabel 4.1.17 Dimensiunile epruvetelor prismatice (Conform STAS 1275-88 tab. 2)

Dimensiuni în mm ± 0,5%	Dimensiunea maximă a agregatelor, d _{max} , (mm)
100x100x400	25
100x100x550	25
150x150x600	40
200x200x800	50

- gradul de gelivitate (conform STAS 3518 - 89) cub (cu latura de 100 mm, 141 mm, 150 mm, 200 mm sau 300 mm);
- gradul de impermeabilitate la apă - cub (cu latura de 141 mm și 200 mm), prismă (având dimensiunile 200x200x(200xk) mm și 140x140x(140xk) mm în care coeficientul k≤1 și se alege astfel încât înălțimea epruvetei să fie de minimum 100 mm și mai mare decât adâncimea limită



S.C. FORM SHAPER S.R.L.
Str. Ion Mester, nr.4/11, mun. Cluj-Napoca, Romania
Tel: +40 767 600 814

prescrisă, de pătrundere a apei) sau cilindru (cu diametrul de minim 140 mm și înălțime egală cu diametrul și mai mică de 200 mm).

Confecționarea epruvetelor

Echipamentul tehnologic, luarea probelor, modul de lucru și păstrarea epruvetelor se va realiza conform instrucțiunilor tehnice din STAS 2320-88.

Se menționează faptul că, este foarte indicat ca operațiile de realizare a epruvetelor de beton să se facă într-un laborator de specialitate autorizat.

2. CONDIȚII TEHNICE PRIVIND PREPARAREA BETONULUI

4.2.1. Etapele de preparare a betonului și condițiile tehnice de realizare

Depozitarea componentelor

Agregatele - se vor depozita numai pe sorturi, pe platforme amenajate (nu direct pe pământ sau pe balast) astfel încât să se evite amestecarea sorturilor între ele sau contaminarea lor cu alte materiale.

Platformele se vor amenaja cu pante și rigole pentru asigurarea scurgerii apelor pluviale, iar compartimentele se vor marca cu tipul de sort depozitat.

Cimentul se va depozita în recipiente etanșe (silozuri sau buncăre) atunci când este livrat vrac (asigurându-se și transportul pneumatic al lui) sau în spații închise, când este livrat în saci. În acest caz sacii vor fi stivuiți, stiva rezemând pe un grătar din lemn (pentru asigurarea ventilației la partea inferioară a ei) și păstrând un spațiu de circulație (minimum 50 cm) împrejurul lor. Numărul de rânduri de saci stivuiți se limitează la 10. Toți recipientii și stivele se vor marca prin înscrierea vizibilă a tipului de ciment.

Depozitarea cimentului se va face numai după recepționarea calitativă și cantitativă a lui și după verificarea capacității libere de depozitare (recipienti etanși și/sau spațiile din încăperile închise și special amenajate).

Aditivii și adaosurile - se vor depozita și transporta, în conformitate cu instrucțiunile tehnice specifice elaborate de către proiectant, în vederea păstrării proprietăților fizico-chimice ale lor.

Dozarea componentelor

Dozarea materialelor este indicat să se efectueze gravimetric (cu balanța cu pârghii, cu arcuri sau cu doze tensiometrice), fiind admise următoarele abateri:

- agregate: $\pm 3\%$;
- ciment: $\pm 2\%$;
- aditivi: $\pm 5\%$;
- adaosuri: $\pm 3\%$.

Dozatoarele se vor verifica cel puțin o dată pe săptămână și la un interval de maximum 50 ore de funcționare (utilizându-se greutate etalon). Cel puțin o dată pe an și ori de câte ori este nevoie, ele se vor verifica metrologic.

În cazul malaxoarelor cu amestecare prin cădere liberă cu capacitatea maximă de 250 l (0,25 m³) cu care se prepară beton cu clasa $\leq C 12/15$ pentru executarea unor lucrări de importanță redusă și



obligatoriu cu acceptul scris al investitorului este permisă și dozarea volumetrică respectându-se următoarele condiții:

- pentru dozare se vor utiliza recipiente (cutii, găleți etc), etalonați și gradați corespunzător în prealabil;
- abaterile admise sunt: $\pm 5\%$ pentru agregate și aditivi și $\pm 3\%$ pentru ciment și apă.
- un laborator autorizat va determina umiditatea agregatelor și va face corecțiile la cantitatea de apă și de agregat pe sorturi, ținând seama și de curba de înfiore a nisipului.

Amestecarea componentelor

Considerații generale

Calitatea amestecării are o mare influență asupra proprietăților betonului proaspăt (coeziunea, stabilitatea, omogenitatea, separarea apei etc.) și întărit (rezistențele mecanice, rezistențele la îngheț-dezghet, impermeabilitatea, contracția la uscare, durabilitatea etc).

Omogenitatea betonului, reprezentând o distribuție uniformă a tuturor componentelor acestuia în masa lui, se obține numai prin amestecare și reprezintă o condiție de bază pentru obținerea unui beton de bună calitate. Această omogenitate este influențată, în timpul amestecării, de o serie de factori și fenomene care trebuie avute în vedere și anume:

- agregatul uscat absoarbe la început apa, reducând sensibil consistența amestecului;
- agregatul concasat, având o suprafață rugoasă și respectiv frecări mai mari, necesită un consum de energie și un timp de amestecare mai mare;
- granulele de agregat cu dimensiuni mai mari, datorită masei mai mari și a frecării mai reduse (suprafața specifică - raportul dintre suprafața exterioară și volum mai mică) favorizează segregarea (separarea componentelor);
- agregatele se dispersează mai repede decât cimentul;
- parte din ciment se flocculează (floccularea reprezintă tendința de aglomerare a particulelor de ciment), diminuând dispersia sa;
- proporțiile componentelor solizi;
- cantitatea de apă de amestecare;
- raportul A/C;
- tipul malaxorului și gradul de uzură al acestuia;
- ordinea introducerii componentelor în malaxor;
- durata de amestecare;
- modul și durata descărcării amestecului etc.

În ceea ce privește durata de amestecare, aceasta se stabilește experimental, timpul optim de amestecare reprezentând durata minimă de amestecare pentru care se obține o omogenitate acceptată a betonului (evident și clasa de rezistență a lui) cu un consum de energie și de timp cât mai redus.

Nerespectarea timpului optim de amestecare conduce fie la realizarea unui beton neomogen (timpul de amestecare mai redus), fie la un beton mai costisitor (consum de energie mai mare și productivitate mai redusă) fie la un beton segregat (depășirea substanțială a duratei optime de amestecare)



A. Amestecarea manuală a componentelor

Amestecarea manuală a componentelor se recomandă să nu se folosească și este admisă în mod excepțional numai în următoarele cazuri:

- volumul de beton preparat în cantitate mică sau foarte mică (maximum 1m³);
- clasa betonului ≤ C 8/10;

Amestecarea manuală presupune realizarea următoarelor operații tehnologice:

- amenajarea unei platforme plane, etanșe și curate (beton, cherestea, placaje, folii de plastic);
- așezarea sorturilor de pietriș (începând cu sortul cel mai mare și apoi descrescător de jos în sus);
- așezarea a cea. 50% din cantitatea de nisip;
- așezarea cantității de ciment;
- adăugarea restului cantității de nisip;
- amestecarea prin lopătare a componentelor uscați până la obținerea unei culori uniforme a amestecului;
- continuarea amestecării, adăugându-se treptat apa de amestecare, până la obținerea unei culori uniforme a amestecului (ceea ce indică obținerea unei omogenități satisfăcătoare);
- evitarea introducerii oricăror impurități (alte materiale) în amestec.

B. Amestecarea mecanizată a componentelor

Realizarea betonului în incinta șantierului presupune de regulă utilizarea unor malaxoare cu amestecare prin cădere liberă, cu capacități reduse (de regulă, maximum 250 l/0,05÷0,25 m³). În cazul unor betoane cu anumite proprietăți impuse prin proiectare se pot utiliza și alte tipuri de malaxoare. Utilizarea unui malaxor se poate face numai cu respectarea condițiilor tehnice și de calitate impuse, cu folosirea de personal calificat, instruit și atestat și numai după efectuarea mai multor încercări (preparări și determinări) în vederea stabilirii timpului optim de amestecare și a calității amestecului de beton prescris.

Pentru obținerea unui beton de calitate trebuie respectată o anumită ordine de introducere a componentelor în malaxor. Ea se stabilește, de regulă, în funcție de compoziția betonului și tipul malaxorului, cea mai avantajoasă fiind introducerea simultană a tuturor componentelor (care practic, este imposibil de realizat).

În cazul folosirii unor malaxoare cu amestecare prin cădere liberă și a agregatelor uscate, se recomandă următoarea ordine de introducere a componentelor:

- parte din cantitatea de apă de amestecare (stabilită în funcție de curba de granulozitate aleasă);
- agregatele începând cu sortul cel mai mare și introduse succesiv în ordinea descrescătoare a sorturilor;
- cimentul;
- restul cantității de apă.

În cazul utilizării aditivilor, aceștia se vor amesteca în prealabil cu o cantitate de apă (luată din cantitatea de apă de amestecare) și se vor introduce astfel în malaxor, după introducerea cimentului.



În cazul utilizării adaosurilor, modul și ordinea de introducere a acestora în malaxor se va stabili în funcție de instrucțiunile tehnice de utilizare a lor, întocmite de către producător.

Durata de amestecare se va majora după caz pentru:

- utilizarea aditivilor sau adaosurilor;
- utilizarea agregatelor cu dimensiunea granulei mai mari de 31 mm;
- prepararea betonului cu cantități reduse (tasare $T < 50$ mm);
- prepararea betonului în perioada de timp friguros;
- utilizarea agregatelor de concasaj.

Se recomandă ca, în cazul preparării betoanelor utilizând agregate cu dimensiunea granulei mai mare de 40 mm, să se utilizeze malaxoare cu amestecare prin cădere liberă.

Durata de menținere a betonului în malaxor sau în buncărul tampon se recomandă să nu depășească 20 minute.

4.2.2. Procedee și echipamente tehnologice pentru prepararea betonului

Ca variante tehnologice de preparare a betonului se utilizează:

- prepararea descentralizată, în incinta șantierului, la lucrări de construcții cu volum mic (până la 2000 m³) și distanța de transport a betonului de 0 ... 1 km ;
- prepararea centralizată, în afara șantierului, pentru prepararea de betoane, de diverse clase, în cazul volumelor mari de lucrări și transportul lor pe distanțe uzuale de 1 ... 30 km.

4.2.3. Condiții tehnice privind betonul preparat pe șantier

Prepararea descentralizată (30...40 mii m³/an) se poate face, în funcție de mărimea șantierului și de cantitățile și clasele de beton necesare, manual sau mecanizat.

Prepararea manuală este permisă pentru cantități mici de betoane (maximum 1 m³) și de regulă pentru betoane de clasă $\leq C 8/10$.

Prepararea mecanizată se poate face în două variante tehnologice:

- cu echipamente singulare, ce acoperă potențial procesul tehnologic de preparare, respectiv:
 - malaxoare cu cădere liberă sau cu amestecare forțată (dozarea se realizează independent);
 - autobetoniere (dozarea se realizează independent);
 - miniautobetonierele cu autoîncărcare (pot asigura și dozarea volumetrică).
- cu centrale de șantier, mobile sau demontabile, ce acoperă potențial toate componentele procesului tehnologic de preparare, inclusiv dozarea componentelor.

A Prepararea betonului cu echipamente singulare

Pentru dozarea componentelor betonului se au în vedere următoarele:

- dozarea agregatelor: se poate face volumetric pentru lucrări izolate cu volum maxim de 500 m³ și pentru elemente de beton și beton armat având clasa până la C 8/10. În alte situații, dozarea agregatelor se face gravimetric;



- dozarea cimentului: se face volumetric; în cazul livrării cimentului în saci, se permite ca aceștia să constituie unități de măsură pentru dozare.
- dozarea apei: se face cu recipiente gradate pentru lucrările având volum redus de betoane.

În cazul în care se întrerupe prepararea betonului mai mult de o oră, este obligatoriu ca toba malaxorului să fie spălată cu jet puternic de apă.

Descărcarea betonului preparat, din malaxor, se face într-un buncăr metalic de stocare intermediară, de unde este preluat prin cădere liberă în mijloacele de transport sau de punere în lucrare. Este bine ca durata de menținere a betonului în buncăr să nu depășească 15 min.

Pentru lucrările de volum foarte redus, betonul se poate descărca într-o cutie așezată pe sol în fața malaxorului, din care se încarcă apoi în mijloacele de transport locale (roabe, tomberoane, vagonete, dumpere).

B Prepararea betoanelor în centrale de șantier

Caracteristicile generale sunt următoarele:

- dozarea componentelor betonului se face gravimetric, admițându-se abateri de cel mult $\pm 3\%$ la agregate și $\pm 2\%$ la ciment;
- dozarea apei se face cu dozatoarele automate sau cu contoare atestate metrologic, abaterea maximă fiind de $\pm 2\%$. Cantitatea de apă corespunzătoare unui amestec se corectează ținând seama de umiditatea agregatelor, astfel încât să se respecte raportul A/C;
- dozarea aditivilor se face astfel încât să se obțină rețeta dorită de beton și ținând cont de tipul de aditivi folosiți.

Ordinea de introducere a materialelor componente în malaxor se face conform prevederilor cărții tehnice a utilajului respectiv.

Durata de amestecare este de cel puțin 30 min, prelungindu-se în următoarele cazuri:

- utilizare de aditivi sau adaosuri, conform indicațiilor de folosire a acestora;
- perioade de timp frigurose;
- utilizare de agregate cu granule mai mari de 31 mm.

4.2.4. Condiții tehnice privind betonul preparat în stațiile de betoane

Prepararea centralizată a betonului se face în centrale de beton staționare, cu capacități de producție de 120... 160 mii m³/an, care livrează betonul sub formă de beton-marfă, în stare gata preparată conform prevederilor proiectantului (amestec de beton prescris sau proiectat, după caz).

Se au în vedere aceleași condiții prezentate la punctul 4.2.1 B.

În momentul sosirii la șantier a betonului preparat într-o stație atestată, constructorul este obligat să facă următoarele verificări:

- Examinarea documentelor de transport, la fiecare transport, care trebuie să conțină următoarele date:
 - a. clasa betonului (tabelul 3.6);
 - b. cantitatea de beton livrată;
 - c. consistența betonului proaspăt (cap. 3);
 - d. ora preparării;

- e. alte date, dacă sunt specificate prin proiect sau cerute de către proiectant sau de către constructor: tipul cimentului, dimensiunea maximă a granulei de agregat, tipul aditivilor și adaosurilor etc.
- Verificări vizuale asupra betonului privind dimensiunea maximă a granulei de agregat, omogenitatea, lucrabilitatea etc. în cazul în care verificările nu confirmă calitatea dorită a betonului, acesta se refuză.

3. CONDIȚII TEHNICE PRIVIND TRANSPORTUL BETONULUI

4.3.1. Condiții tehnice și tehnologice generale

Indiferent de distanța la care se transportă betonul și de tipul mijlocului de transport folosit, operația de transport se va face cu respectarea următoarelor reguli:

- Păstrarea intactă a compoziției amestecului, evitându-se introducerea unei cantități suplimentare de apă (de ploaie sau din alte surse) sau pierderea unei cantități de apă și de parte fină precum cimentul și nisipul fin (datorită neetanșeității mijlocului de transport). În acest sens mijlocul de transport trebuie să fie etanș și să aibă o suprafață neacoperită cât mai redusă:
- Asigurarea omogenității amestecului, evitându-se apariția segregărilor în timpul transportului sau/și descărcării betonului. Aceste segregări se datorează șocurilor sau vibrațiilor, apărute în timpul transportului și descărcării betonului și care depășind anumite limite, pot provoca învingerea frecărilor vâscoase și ruperea coeziunii dintre granule. Astfel pot să apară două tipuri de segregări:
 - segregarea interioară care reprezintă tendința de deplasare în jos a granulelor de agregat cu dimensiuni mari (cu raportul greutate/suprafață cel mai mare) în timpul transportului betonului;
 - segregarea exterioară care poate apare în timpul descărcării betonului, când înălțimea liberă de cădere a acestuia depășește o valoare maximă (stabilită în funcție de consistența betonului și de armarea elementelor de beton care se realizează) sau când nu s-a adoptat un echipament tehnologic adecvat sau nu s-au respectat instrucțiunile tehnice de utilizare a acestuia;
- Reducerea la minimum a consumului de manoperă și a manipulării (încărcări-descărcări) betonului, prin mecanizarea la maximum a acestor operații. Astfel se evită modificarea compoziției amestecului de beton proaspăt, apariția segregărilor, reducerea duratei de transport, scăderea costului etc.
- Limitarea duratei de transport la o valoare maximă, stabilită în funcție de unii factori exteriori (temperatura, tipul mijlocului de transport) și de alții legați de compoziția amestecului de beton proaspăt (cantitatea de apă de amestecare, raportul A/C, existența unor aditivi, temperatură etc). Stabilirea duratei maxime de transport se face avându-se în vedere că operațiile de transport, punere în lucrare, compactarea și prelucrarea suprafeței betonului se pot efectua numai până la începerea prizei cimentului (determinată conform STAS 1759-88). Durata de transport se consideră din momentul încărcării mijlocului de transport până la sfârșitul descărcării acestuia. În tabelul 5.1 se prezintă valorile orientative ale duratei maxime de transport al betoanelor preparate cu cimenturi de clasă 32,5 și 42,5 și transportate cu autobetoniera. În cazul utilizării unor aditivi întârziatori de priză sau în situația transportului unor betoane

cu temperaturi peste 30°C, durata maximă de transport va fi stabilită numai de către un institut sau laborator de specialitate autorizat.

Tabel 4.2.1 Durata maximă de transport a betonului proaspăt cu autobetoniera (prin asimilarea valorilor prezentate în codul de practică NE-012, tabel 12.1)

Temperatura amestecului de beton (°C)	Durata maximă de transport (minute)	
	cimenturi de clasa 32,5	cimenturi de clasa ≥42,5
10° < t ≤ 30°	50	35
t < 10°	70	50

În conformitate cu prevederile emise de Inspectoratul de Stat în Construcții, transportul betonului proaspăt cu autobetoniera și autoagitator nu mai este permis. Se recomandă transportul betonului cu autobetoniera atât pentru amestecul umed cât și pentru cel uscat indiferent de distanță.

Pentru cazuri de excepție, utilizarea acestor sisteme de transport va trebui să se efectueze în conformitate cu prevederile Codului de practică NE 012-2007.

4.3.2. Echipamente tehnologice pentru transportul betonului la distanțe mari

4.3.2.1 Cele mai utilizate mijloace de transport, în momentul de față sunt autobetonierele.

Autobetoniera se compune din:

- autoșasiul ce poate asigura deplasarea pe drumurile publice cu o viteză de până la 60 km/oră;
- toba rotitoare, în jurul unui ax înclinat față de orizontală cu 10°-15°, prevăzută cu palete continue, în formă elicoidală în dublu sens, pentru amestecare și respectiv descărcare
- instalația de apă cu sistem de dozare cu pompă în toba, pentru prepararea amestecului umed pe parcurs sau la locul de punere în lucrare a betonului, în funcție de distanța de transport, în cazul transportului amestecului uscat.

Unele tipuri de autobetoniere sunt amplasate pe semiremorca unui autotractor.

Autobetoniera poate fi folosită atât pentru transportul betonului preparat umed cât și uscat, (toți componenții, cu excepția apei, amestecați în prealabil). În al doilea caz prepararea betonului umed, se face cu vehiculul în staționare la șantier, prin adăugarea apei și amestecarea prin cădere liberă, asigurând o turație a tobei de 16-20 rot/min și o durată de amestecare stabilită anterior.

În acest scop autobetoniera este dotată cu echipamentul suplimentar alcătuit din rezervorul de apă (0,4 ÷ 1,0 m³), dozatorul de apă și aparatul pentru controlul raportului A/C. Rezervorul de apă este dispus, perpendicular pe axul sașului, între cabină și toba malaxoare. Instalația de apă servește atât pentru asigurarea cantității de apă necesară pentru prepararea betonului proaspăt, cât și pentru spălarea tobei după descărcarea betonului.

În cazul transportului betonului uscat, nu se limitează distanța de transport.

Capacitatea uzuală a autobetonierelor este de $3 \div 6 \text{ m}^3$. Se pot folosi și autobetoniere montate pe semiremorci având capacități de $9 \div 10 \text{ m}^3$

La ora actuală se preferă transportul betonului proaspăt (95% din cazuri), rolul autobetonierei fiind redus la acela de transport. Rezervorul de apă poate fi utilizat în acest caz pentru spălarea tobei și în nici un caz pentru introducerea unei cantități suplimentare de apă în masa amestecului.

În cazul în care instrucțiunile tehnice de folosire a aditivilor (de exemplu superplastifianți) permit introducerea acestora în masa amestecului de beton proaspăt aceasta se va face cu câteva minute înainte de descărcare continuând malaxarea cu circa $60 \div 90$ de secunde.

4.3.2.2 Autobetoniere cu construcție specială

Autobetonierele cu construcție specială sunt:

A. Miniautobetoniere cu autoîncărcare - prevăzute cu un șasiu pe pneuri, de construcție specială (viteza de deplasare de maximum 25 km/oră), toabă prevăzută cu palete și având capacitatea utilă de $1 \div 1,5 \text{ m}^3$ sistem de descărcare prin inversarea sensului de rotație a tobei, echipament cu cupă, acționat hidrostatic, pentru dozarea volumetrică și încărcarea agregatelor și a cimentului și instalație de apă prevăzută cu pompă și dozator volumetric de tip debitmetru.

Dozarea volumetrică în cupă a agregatelor și cimentului recomandă folosirea acestui tip de autobetonieră numai pentru prepararea unor betoane de clasă inferioară (maximum C 8/10).

B. Autobetoniere cu pompă de beton - construite cu sau fără braț pliabil rotitor amplasat între cabina și rezervorul de apă și folosite pentru transportul de aprovizionare și punerea în lucrare a betonului (când cantitatea de beton pusă în lucrare nu depășește capacitatea autobetonierei).

- Autobetonierele cu pompă de beton cu braț pliabil - recomandate pentru transportul betonului umed, turnarea acestuia putându-se realiza de regulă, pe o înălțime maximă de 21 m , la cel mult 11 m adâncime sub nivelul de staționare și pe o rază (în plan orizontal) de până la 17 m .
- Autobetonierele cu pompă de beton fără braț pliabil - folosite pentru transportul amestecului umed până în apropierea locului de punere în lucrare a betonului, unde urmează să fie racordate la sistemul de conducte orizontale (de regulă maxim 200 m) și pe verticală (de regulă 100 m) pentru transportul și turnarea acestuia.

C. Autobetonierele cu transportoare cu bandă - au montată o bandă transportoare articulată, din trei elemente pliabile, cu lungimea desfășurată de maximum 18 m , folosită pentru transportul și punerea în lucrare a betonului. Transportul betonului se poate realiza, de regulă, până la o adâncime de maximum 2 m , până la o înălțime de maximum 7 m și pe o rază de acțiune pe orizontală de maximum 13 m . Betonul transportat trebuie să aibă clasa de consistență T_3 , respectiv o tasare a conului de $63 - 76 \text{ mm}$.

4.3.3. Echipamente tehnologice pentru transportul betonului la distanțe mari (în incinta șantierului) și pentru turnarea betonului

5.3.1 Roabe – cu capacitatea de $80 \dots 120 \text{ l}$ ($0,08 \dots 0,12 \text{ m}^3$) necesită existența unei podine de circulație, având lățimea de minim 600 mm , rampe de maxim 4% , pante de maxim 12% și lungimea până la 70 m ;

5.3.2 Tomberoane – au capacitatea de 120 ... 200 l (0,12 ... 0,20 m³) necesită existența unei podine pentru circulație având lățimea de minim 1,340 m, rampa de maxim 4 %, pante de maxim 12 % și lungimi până la 150 m;

5.3.3 Benele pentru beton de construcție metalică, din oțel sau chiar aluminiu, sunt folosite pentru transportul și turnarea betonului prin suspendarea la cârligul unui echipament de ridicat.

Selectarea tipului de benă folosită se face în funcție de următoarele criterii:

- dimensiunile, forma și poziția elementului turnat;
- accesibilitatea la locul de turnare, prin înălțimea de cădere liberă a betonului;
- capacitatea mijlocului de ridicare folosit;

Benele pot avea diferite forme constructive:

- cilindro-conică cu ax vertical (descărcare centrală) sau înclinat, (descărcare laterală);
- tronconică;
- rectangulară;
- în forma de papuc.

Încărcarea benelor cu beton se poate face în poziție verticală (primele trei forme) sau orizontală (benele papuc, basculante).

Benele cu încărcare în poziție verticală pot fi prevăzute cu furtun.

Corelarea capacității benelor cu parametrii tehnologici ai macaralelor se poate face ținând cont de caracteristicile prezentate în tabelul 5.2

Tabelul 4.2.2 Caracteristici tehnice pentru bene (cap. 13 111. Bibliografie pct.M)

Caracteristici	U M	Domenii de mărimi pe tipuri standard					
CAPACITATE GEOMETRICA	m ³	0,35	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00
GREUTATE DE CONSTRUCȚIE	k N	1,0- 3,0	2,0- 3,0	2,0- 3,3	3,3- 4,3	4,5- 6,0	5,7- 8,0
GREUTATE LA ÎNCĂRCAREA MAXIMĂ	k N	9,0- 11,0	13,0- 14,0	18,50- 19,8	25,0 ^26,5	37,5 - 39,0	50,0- 52,0

- Utilizarea unor tuburi sau furtune de turnare amplasate la ieșirea din benă, cu diametre standard de 200 mm și lungimi de 1,5 m sau mai mult;
- Benele trebuie să fie etanșe, pentru a evita modificarea compoziției betonului.

5.3.4. Jgheaburi pentru transportul și turnarea betonului- realizate din tronsoane de scânduri sau dulapi geluiți și este de preferat să fie protejate cu tablă zincată, din oțel sau din polimeri având lungimea de



cca. 2,00 m și secțiunea transversală în formă circulară sau dreptunghiulară, montate cu un unghi față de orizontală de maximum 30° și având o diferență de nivel de maximum 2,5 m.

5.3.5. Burlane pentru transportul și turnarea betonului (hoboți) realizate din tronsoane de formă tronconică, din tablă de oțel sau polimeri, montate cu baza mare în sus, suprapus și articulat între ele, având diametrul mediu de cca. 350 mm și lungimea de cca. 1000 mm. Se realizează de regulă, din maximum 8 tronsoane și având posibilitatea de distribuire a betonului la o distanță de maximum 2,00 m față de axul vertical al lui (funcție de numărul de tronsoane din care este realizat).

5.3.6 Transportoarele cu bandă pentru beton - folosite pentru transportul și, de preferat, turnarea betonului, cu respectarea următoarelor condiții tehnice:

- înălțimea maximă de transport 10 m;
- adâncimea maximă de transport 2 m;
- raza de acțiune pe orizontală maximum 13 m;
- unghiul de înclinare al benzii față de orizontală maximum 30°;
- viteza de deplasare a covorului benzii 2,8-2,9 m/s;
- prevederea unui paravan de reținere la capătul de descărcare;
- clasa de consistență a betonului transportat T⁺, respectiv tasarea 63 -76 mm.

5.3.7 Transportul prin conducte folosind pomparea

Această tehnologie este cea mai modernă și cea mai utilizată, prezentând multe avantaje dar și unele dezavantaje, aplicarea acesteia trebuind să fie făcută cu respectarea strictă a unor condiții tehnologice generale dar și a unora specifice fiecărui echipament tehnologic utilizat.

A. Condiții tehnologice, legate de alcătuirea construcției, avute în vedere la selectarea pompelor de beton

Alegerea pompelor de beton, ținând seama de caracteristicile referitoare la performanțele de transport pe orizontală și pe verticală și la capacitatea de pompare este influențată de poziția locului de turnare a betonului astfel:

- a. construcții dezvoltate sub nivelul de staționare al utilajului: influențează asupra adâncimii de turnare;
- b. construcții dezvoltate pe orizontală: influențează asupra razei de lucru;
- c. construcții dezvoltate deasupra nivelului de staționare al utilajului: influențează asupra înălțimii de turnare;

cantitatea de beton turnată

B. Condiții tehnologice, legate de compoziția betonului, avute în vedere la selectarea pompelor de beton

Pompabilitatea betonului este proprietatea acestuia de a fi transportat prin conducte, sub presiune, fără a se dezamesteca, păstrând o coeziune bună la turnare.

Betoanele turnate cu ajutorul pompelor și autopompelor de beton trebuie să îndeplinească anumite condiții, privind proiectarea compoziției, în conformitate cu cap. 6.2.1 B.



S.C. FORM SHAPER S.R.L.
Str. Ion Mester, nr.4/11, mun. Cluj-Napoca, Romania
Tel: +40 767 600 814

C. La punerea în operă a betoanelor pompate, în funcție de mediu și de complexitatea lucrării se vor lua toate măsurile în așa fel încât:

- a) înainte de începerea pomparei, conductele să fie amorsate cu o pastă de ciment, având compoziția de: 2 părți ciment + 1 parte apă (în unități de masă);
- b) procesul de pompare să se desfășoare continuu, fără întreruperi care pot favoriza blocarea betonului în conducte;
- c) după terminarea transportului betonului, instalația să se curețe prin spălare cu apă, folosind și dispozitive ștergătoare (dopuri de cauciuc și hârtie, sfere de cauciuc spongios etc);
- d. înălțimea liberă de cădere a betonului să se limiteze la maximum 0,5 m;
- e. realizarea elementelor de beton din mai multe straturi succesive, fiecare având grosimea de maximum 0,4 m;

f) betonul turnat se va compacta numai prin vibrare

Tipuri de pompe de beton:

- staționare - cu productivitate ridicată (până la 150 m³/h), distanță de transport mare (până la 450 m pe orizontală și până la 150 m pe verticală);
- montate pe șasiuri auto (autopompe) - cu productivitate mică, medie și mare (până la 150 m³/h), distanțe de transport mici și medii (până la 60 m pe orizontală și până la 65 m pe verticală).

Alegerea pompei de beton se face în funcție de puterea acesteia care trebuie să fie cel puțin egală cu puterea efectivă stabilită analitic funcție de:

- productivitatea necesară;
- distanța de transport pe orizontală;
- distanța de transport pe verticală;
- numărul de coturi și unghiul lor;
- consistența betonului proaspăt;
- diametrul interior al conductei de transport al betonului etc.

4. **CONDIȚII TEHNICE PRIVIND TURNAREA BETONULUI**

Ansamblul de măsuri care trebuie luate pentru punerea în operă a betonului este determinat și condiționat de următorii factori importanți:

- poziția elementului în ansamblul construcției;
- dimensiunile și forma elementului;
- caracteristicile betonului;
- viteza de turnare a betonului;
- tehnologia adoptată pentru compactarea betonului



În aceste condiții, sunt necesare unele lucrări pregătitoare la stația de betoane, la obiect, precum și unele verificări la elementele de construcții.

4.4.1. Lucrări pregătitoare la stația de betoane

Măsurile referitoare la beton:

- emiterea din timp a comenzii, a programului și precizarea ritmului de livrare a betonului, precum și obiectul (partea de structură la care urmează a se folosi);
- în comanda de beton se vor înscrie: clasa de rezistență a betonului, dimensiunea maximă a granulei agregatelor, consistența betonului proaspăt și cantitatea, iar dacă este cazul detalii privind compoziția betonului (ex. raportul A/C maxim, tipul și dozajul minim de ciment) și alte condiții speciale (condiții de expunere, grad de impermeabilitate, grad de gelivitate etc).

4.4.2. Lucrări pregătitoare la obiect

- a. Se stabilesc mijloacele de transport de la locul de preparare la obiect (dacă este cazul) și mijloacele de transport în cadrul obiectului (pe verticală și orizontală);
 - b. Se elaborează procedura pentru betonarea obiectului, stabilindu-se și dimensionându-se următoarele elemente
 - poziția rosturilor de lucru;
 - etapizarea betonării pe elemente de construcție;
 - viteza cu care se va introduce betonul în diferite elemente;
 - alcătuirea schelelor, poziționarea podinelor de circulație pentru turnarea betonului, accesul muncitorilor la punctul de turnare;
 - echipamentul tehnologic necesar.
- c) Se analizează și se stabilesc mijloacele necesare pentru compactarea diferitelor elemente de construcții care se betonează în funcție de:
- tipul și numărul dispozitivelor de vibrare
 - distanțele la care trebuie introdus pervibratorul sau pozițiile de fixare a vibratoarelor de cofraj;
 - locurile (ferestrele) de acces pentru realizarea turnării și pentru introducerea vibratoarelor (dacă este cazul);
 - ordinea de vibrare;
 - durata de vibrare.
- d) Se stabilesc mijloacele necesare pentru protejarea betonului în funcție de condițiile de climă, în perioada de turnare și întărire a betonului pentru a se împiedica uscarea rapidă a betonului proaspăt, efectul intemperiei și efectul mecanic al vibrațiilor:
- în condiții normale de climă și de lucru;
 - pe timp ploios;



S.C. FORM SHAPER S.R.L.
Str. Ion Mester, nr.4/11, mun. Cluj-Napoca, Romania
Tel: +40 767 600 814

- în condiții de caniculă sau însorire puternică;
 - pe timp friguros.
- e) Se asigură condițiile și mijloacele pentru prelevarea probelor precizându-se:
- tipul probelor;
 - numărul probelor;
 - locul de unde vor trebui recoltate probele.
- f) Se asigură măsurile de tehnica securității muncii și P.S.I. specifice pentru fiecare fază a betonării;
- g) Se asigură măsurile tehnice și organizatorice pentru realizarea lucrării, inclusiv verificarea echipamentelor tehnologice;
- numirea persoanei care va coordona și supraveghea permanent betonarea (coordonatorul tehnic al lucrării/șef punct de lucru) și a persoanei care va controla calitatea execuției lucrărilor (din cadrul compartimentului de control al calității -CQ - care trebuie să fie autorizată conform legislației în vigoare);
 - asigurarea cu forță de muncă corespunzătoare, calificată pentru betonare și pentru transportul betonului;
 - asigurarea echipamentelor tehnologice (utilajelor, sculelor și dispozitivelor) ca număr și caracteristici specificate, dacă este cazul, în fișele tehnologice; h)
- h) Se verifică cofrajele:
- amplasarea corectă;
 - dimensiunile în plan;
 - cota de nivel;
 - planeitatea, orizontalitatea sau verticalitatea (dacă este cazul);
 - etanșeitatea;
 - starea de curățare;
 - prinderea, susținerea și rigidizarea lor
- i) Se verifică armăturile:
- tipul oțelului;
 - diametrul barelor;
 - distanța dintre bare/numărul barelor;
 - modul de fasonare;
 - poziționarea;
 - sistemul de prindere a barelor între ele;
 - distanțierii.
 - starea de curățare;
 - proces-verbal de lucrări ascunse.

- j) În cazul în care, de la montarea și recepționarea armăturii, a trecut o perioadă îndelungată (peste 6 luni) este necesară o nouă inspectare a stării armăturii de către o comisie alcătuită din beneficiar, executant, proiectant și reprezentantul ISC care va decide oportunitatea expertizării stării armăturii de către un expert sau un institut de specialitate și va dispune efectuarea ei; în orice caz, dacă se constată prezența ruginii neaderente, armătura - după curățare - nu trebuie să prezinte o reducere a secțiunii sub abaterea minimă prevăzută în standardele de produs; se va proceda apoi la o nouă recepție calitativă;
- k) Se asigură posibilitatea spălării utilajelor de transport și punere în operă a betonului;
- l) Se verifică suprafețele de beton turnat anterior și întărit, care vor veni în contact cu betonul proaspăt; acestea se vor curăța de pojghița de lapte de ciment (sau de impurități); suprafețele nu trebuie să prezinte zone necompactate sau segregate și trebuie să aibă rugozitatea necesară asigurării unei bune legături între cele două betoane;
- m) Se asigură măsurile de dirijare a apelor provenite din precipitații, astfel încât acestea să nu se acumuleze în zonele ce urmează a se betona;
- n) Se iau toate măsurile care se impun pentru prelucrarea suprafeței betonului de la rosturile de turnare în vederea reluării betonării;
- o) Se obține acceptarea de către beneficiar a procedurii pentru betonare (menționată și în fișa tehnologică de betonare);
- p) Se va obține și consemna aprobarea începerii betonării de către: responsabilul tehnic cu execuția, reprezentantul beneficiarului și în cazul fazelor determinante proiectantul, reprezentantul ISC, în conformitate cu prevederile programului de control al calității lucrărilor - stabilite prin contract;
- q) Aprobarea începerii betonării trebuie să fie reconfirmată, pe baza unor noi verificări, în cazurile în care:
- au intervenit evenimente de natură să modifice situația constatată la data aprobării (intemperii, accidente, reluarea activității la lucrări sistate și neconservate);
 - betonarea nu a început în intervalul de 7 zile, de la data aprobării.
- r) Betonarea elementelor de construcții va fi condusă de conducătorul tehnic al punctului de lucru care va fi permanent la locul de turnare și va supraveghea respectarea prevederilor din fișa tehnologică, procedura tehnică de execuție a lucrării, caietul de sarcini și prescripțiile tehnice în vigoare.

4.4.3. Turnarea betonului

4.4.3.1 Tehnologie și echipamente tehnologice

A. Turnarea betonului cu bena:

Benele pot fi:

- bene basculante cu descărcare laterală, cu capacitatea de 0,6... 1,5 m³
- bene cu furtun, nebasculante de formă conică, cu capacitatea de 0,35 ... 2,25 m³;
- bene papuc cu capacitatea de 0,8... 1,00 m³.

Folosirea benelor permite deplasarea betonului cu un minim de transbordări și cu manoperă redusă; folosirea lor este legată de dotarea șantierului cu macarale-turn, care să acopere întreaga suprafață pe care urmează a se pune în operă betonul.

Pentru a fi corespunzătoare, benele trebuie să nu permită scurgerea laptelui de ciment din beton, să aibă o greutate proprie cât mai redusă, să permită descărcarea treptată a betonului, evitând în acest mod șocurile asupra macaralei și asupra cofrajelor, să poată fi manevrate și curățite cu ușurință.

Încărcarea benelor se face direct din mijlocul de transport; se pot încărca câte două bene sau mai multe, așezate în raza de acțiune a macaralei; urmează ridicarea benei cu macaraua în mod lent, până ajunge în poziția verticală și apoi descărcarea betonului din benă direct în elementele construcției prin rotirea dispozitivului de închidere; se apropie jgheabul benei de cofrajul elementului și se descarcă betonul în cantități corespunzătoare indicațiilor din fișa tehnologică, deplasând bena în lungul elementului; în cazul benelor prevăzute cu furtun, acesta se introduce în cofraj astfel încât să se reducă cât mai mult înălțimea de cădere a betonului.

B. Beton turnat prin pompare

B1. Compoziția betonului

Clasele de beton recomandate pentru realizarea în mod curent prin acest procedeu de punere în operă sunt C 8/10...C 20/25. Pomparea betoanelor de altă clasă situată în afara acestui domeniu se va face numai după efectuarea unor încercări experimentale preliminare care să dovedească aplicabilitatea procedurii.

Materialele utilizate pentru prepararea betonului turnat prin pompare trebuie să fie dozate și amestecate corespunzător procedurii. Conținutul în părți fine (ciment+agregate mai mici de 0,2 mm) se recomandă să fie de minimum 350 kg/m³. În general, fracțiunea fină mai mică de 0,2 mm se recomandă să fie în proporție de (15-30)% față de masa betonului. Dimensiunea maximă a agregatelor va fi limitată la 1/3 din diametrul conductei de refulare; în cazul agregatelor bine rotunjite se poate admite ca dimensiunea maximă a agregatelor să fie 40% din diametrul conductei.

La prepararea betoanelor pompate este obligatorie folosirea aditivilor plastifianți sau superplastifianți.

Consistența betonului proaspăt trebuie să fie uniformă pentru a realiza o pompare fluentă a betonului; în general, se recomandă ca tasarea betonului proaspăt să aibă următoarele valori:

- max. 120 mm, pentru betoane cu aditivi plastifianți;
- max. 180 mm, pentru betoane cu aditivi superplastifianți.

B2. Punerea în lucrare a betonului pompat

Locul stației de pompare se alege astfel ca să permită:

- accesul în flux continuu al autotransportoarelor pentru alimentare cu beton,
- distanța minimă față de punctul de lucru;
- asigurarea gabaritelor pentru stația de pompare și autoagitator în diferite poziții.

Înainte de pompare conductele se amorsează introducându-se în ele prin pompare 120 - 200 l pastă de ciment sau mortar cu dozaj minim de ciment de 300 kg ciment/m³.

Pentru a se realiza un flux continuu de beton este necesară asigurarea numărului de autoagitatoare active, în corelare cu capacitatea stației de betoane și cu capacitatea pompei de beton, în condițiile locale de lucru.

Pentru asigurarea diferenței de nivel necesare descărcării ușoare a betonului din autoagitatoare în pâlnia de alimentare a pompei de beton se amenajează platforme sau rampe mobile sau fixe.

Poziția relativă pe verticală și orizontală, a platformei sau rampei de descărcare, a autoagitoarelor față de pompa de beton se stabilește astfel încât să se asigure realizarea concomitentă a următoarelor condiții;

- jgheabul autoagitorului să poată fi fixat cu înclinare maximă;
- autoagitorul și pompa de beton să fie axate pe aceeași treaptă;
- descărcarea în jgheab să se facă în centrul grătarului pâlniei de alimentare a pompei de beton.

În cazul în care, din condițiile de deplasare a pompei de beton, în raport cu platforma sau rampa de descărcare a autoagitoarelor, ar rezulta necesitatea intercalării unui jgheab suplimentar de descărcare a betonului, acesta va fi metalic sau din lemn căptușit cu tablă, cu înclinare cel puțin egală cu înclinarea maximă a jgheabului autoagitorului; jgheabul suplimentar va fi menținut permanent curat, prin ștergere după fiecare alimentare și prin spălare cu jet de apă la intervale maxime de 1½ h; grătarul și pâlnia pompei de beton vor fi menținute permanent curate, prin ștergere, după fiecare alimentare și prin spălare cu jet de apă, la intervalele de spălare ale întregului sistem pompă-conducte de refulare.

În cazul folosirii unei pompe de beton staționare, poziția acestuia și traseul conductei de refulare a betonului se va stabili în raport cu frontul de betonare și cu cantitățile zilnice care urmează a fi puse în lucrare, ținând seama de următoarele condiții:

- se adoptă traseul cel mai scurt posibil limitându-se sinuozitățile la cele strict necesare, pentru reducerea la minimum a frecărilor pe conducta de refulare;
- prima porțiune din conducta de refulare, de cel puțin 5-6 m, se montează orizontal și pe cât posibil în linie dreaptă;
- la transportul pe înălțime, conducta de refulare se montează vertical și nu înclinat
- în cazul unui transport ascendent pe verticală, porțiunea orizontală din conducta de refulare, între pompa de beton și conducta verticală, va fi suficient de mare, sau cu coturi astfel încât frecarea betonului de pereții conductei de refulare să echilibreze greutatea coloanei verticale de beton.

În cazul unui transport pe orizontală, se asigură următoarele măsuri:

- sprijinirea conductei de refulare și consolidarea fiecărui punct de îmbinare, pentru a se înlătura posibilitatea apariției unor neetanșări;
- organizarea operațiilor de punere în operă a betonului prin retragerea pompei de beton, astfel încât manipularea conductei de refulare să se rezume la demontarea succesivă a tronsoanelor de conductă, pe măsură ce nu mai sunt necesare
- alcătuirea ultimei porțiuni a conductei de refulare dintr-un tub flexibil, care să permită repartizarea betonului direct la locurile de punere în lucrare, fără curbări bruște ale tubului flexibil, care să obtureze secțiunea acestuia.

În cazul folosirii unei pompe de beton mobile cu braț, succesiunea pozițiilor acesteia se stabilește potrivit fronturilor de lucru, astfel încât turnarea betonului să se poată face direct la locul de punere în operă; domeniul de utilizare: construcții cu înălțimea până la 30 m și rază de acțiune până la 20 m.

Turnarea betonului cu autopompa cu braț distribuitor fără conducte de prelungire

- se utilizează la:
- betonarea infrastructurilor cu adâncimea de 3-6 m;
- fundații de subsoluri adânci și radier;
- betonarea suprastructurilor cu înălțimea până la 15 m (hale industriale și agrozootehnice, parter sau etajate)
- la elaborarea fișei tehnologice de execuție a betonării se au în vedere:
- amplasamentul optim al autopompei față de construcție;
- suprafețele active maxime acoperite de brațul distribuitor;
- variația productivității autopompei în funcție de presiunea medie a stratului de beton și de tipul autobetonierelor care alimentează cu beton autopompa.

4.4.3.2. Reguli tehnologice fundamentale la punerea în lucrare a betonului

Betonul trebuie turnat în maximum 15 minute de la aducerea acestuia la locul de punere în operă, pentru a se asigura terminarea tuturor operațiilor (inclusiv compactarea și netezirea) înainte de a începe priza cimentului; în cazul în care durata transportului este mai mică de 1 h se poate admite ca acest interval să fie de cca. 30 minute.

La locul de punere în lucrare betonul se descarcă în mijloace special amenajate (bene, pompe de beton, benzi transportoare, jgheaburi) sau direct în lucrare, fiind interzisă cu desăvârșire descărcarea direct pe pământ.

Dacă betonul adus la locul de punere în operă prezintă segregări, acesta trebuie reamestecat înainte de turnare până își recapătă omogenitatea, fără a se adăuga apă.

Se verifică de către laboratorul șantierului lucrabilitatea betonului; dacă acesta nu se încadrează în limitele de consistență admisibile (Anexa 1.4, tabelul 1.4.3. NE 012-2007) se vor lua următoarele măsuri:

- se corectează dacă este prea mică;
- se refuză transportul de beton dacă este prea mare

Pentru îmbunătățirea lucrabilității se poate folosi un aditiv plastifiant/superplastifiant pe baza datelor stabilite de laborator.

Betonul trebuie răspândit uniform și în straturi cu grosimea de 30-50 cm, în funcție de condițiile de compactare, fiind interzisă întinderea betonului prin tragere sau azvârlire cu lopata la distanțe mai mari de 1,5 m.

Descărcarea betonului pe suprafața unui element care se betonează trebuie făcută întotdeauna în sens invers celui care se înaintează cu betonarea; în caz contrar apare pericolul segregării iar betonistii vor deranja betonul prin călcare.

Betonul se vibrează prin procedee mecanice sau manuale (în cazuri speciale) astfel încât să se asigure umplerea completă a cofrajului; o atenție deosebită trebuie acordată elementelor cu secțiuni mici, zonelor cu armături dese și zonelor unde armăturile sunt înădite, fiind recomandabilă îndesarea laterală a betonului cu șipci sau vergele de oțel-beton, concomitent cu vibrarea lui, pentru a se evita formarea de cuiburi sau goluri prin aglomerarea agregatelor mari. Când aceste măsuri nu sunt suficiente, se vor crea posibilități de acces lateral al betonului prin spații care să permită și pătrunderea vibratorului, se vor utiliza betoane cu o compoziție stabilită cu atenție (dimensiunea maximă a granulei de agregat redusă, aditivi superplastifianți etc.) și pervibratoare cu lance.

Este interzisă strâmbarea sau deplasarea armăturilor față de poziția din proiect; o atenție deosebită se va acorda armăturii dispuse la partea superioară a plăcilor în consolă (dacă totuși se produc asemenea defecte, ele trebuie corectate imediat, chiar în timpul betonării).

Se va urmări cu atenție înglobarea completă în beton a armăturilor respectându-se grosimea straturilor de acoperire conform prevederilor proiectului și fișei tehnologice de betonare a elementului.

În timpul betonării nu trebuie să se producă șocuri sau vibrații în armătură (prin ciocănire, scuturare, circulație sau prin așezarea vibratorului pe armături) care pot împiedica realizarea aderenței între beton și armătură.

În timpul betonării, muncitorii și utilajele de transport vor circula pe podine speciale, care să nu reazeme pe armături, fiind interzisă circulația direct pe armături, pe cofraje sau pe zonele de beton proaspăt turnat.

În cazul unor eventuale deplasări sau deformări ale cofrajului apărute în timpul betonării, aceasta trebuie întreruptă, iar remedierea defectărilor va trebui făcută înainte ca cimentul să intre în priză.

Instalarea podinelor pentru circulația lucrătorilor și a mijloacelor de transport pe planșeele betonate, precum și depozitarea pe ele a schelelor, cofrajelor și armăturilor pentru etajele superioare este permisă numai după

24-48 h de la realizarea acestora (în funcție de temperatură și de tipul cimentului utilizat)

Betonarea se va face continuu până la rosturile de lucru prevăzute în proiect sau în fișa tehnologică - aprobată de proiectant și beneficiar.

Durata maximă admisă a întreruperilor în timpul betonării nu trebuie să depășească timpul de începere a prizei betonului. Această durată se poate considera, orientativ, de 2 h de la prepararea betonului pentru cimenturile cu adaosuri și 1,5 h pentru cele fără adaos, însă ea se va stabili concret în funcție de temperatura betonului, compoziția betonului și mijlocul de transport utilizat. Dacă întreruperea de betonare este mai mare, reluarea turnării este permisă numai după pregătirea corespunzătoare a suprafețelor rosturilor. Se interzice crearea de rosturi de turnare în altă parte decât în pozițiile indicate în proiect sau în fișa tehnologică.

Înainte de a începe betonarea este obligatorie verificarea și recepționarea armăturii și a cofrajului.

4.4.3.3 Betonarea diferitelor elemente și părți de construcție

A. Turnarea betonului în fundații

- Înainte de turnarea betonului, se vor săpa manual cei 10÷20 cm de pământ, pentru a se ajunge la cota de fundare prevăzută în proiect;
- Se curăță fundul săpăturii (dacă este cazul);
- Se udă cofrajele (dacă este cazul);

- În cazul compactării manuale, betonul se toarnă în straturi longitudinale având grosimea de 15 - 20 cm, iar în cazul în care compactarea se execută prin vibrare în straturi având grosimea de 30-40 cm;
- Betonul poate fi turnat direct prin cădere liberă până la înălțimea de 1,00 m; pentru înălțimi mai mari se vor folosi jgheaburi, burlane, bene etc;
- Turnarea și compactarea straturilor de beton se execută succesiv și continuu, până se betonează întreaga fundație. Suprafețele straturilor intermediare nu se nivelează. Ultimul strat se netezește după terminarea compactării.

A1. Betonarea fundațiilor pe tălpi continue din beton simplu

- Se toarnă betonul, de preferat, fără întreruperi;
- Dacă este necesar, betonarea se poate întrerupe la 45° pentru a se asigura o bună legătură cu betonul care urmează a fi turnat;
- În situația în care fundația se continuă deasupra terenului cu soclu acesta se toarnă într-un cofraj alcătuit din două șiruri de panouri montate de o parte și de alta a fundației; dacă panourile de cofraj au înălțimea soclului, fața betonului din ultimul strat se trage cu dreptarul rezemat pe canturile panourilor iar betonul se toarnă până la partea superioară a panourilor; dacă panourile de cofraj sunt mai înalte decât soclul, dreptarul trebuie așezat pe șipci de ghidare prinse la interior pe pereții cofrajului, iar betonul se toarnă până la nivelul necesar marcat pe panoul de cofraj prin cuie și sfoară;
- Dacă pământul este slab sau de umplutură și fundațiile nu se pot turna direct în șanțurile săpate, corpul fundației se execută - ca și soclurile - în cofraje.

A2 Betonarea fundațiilor din beton armat

- Înainte de începerea turnării se curăță cofrajele, armăturile și betonul simplu de suport (este interzisă turnarea betonului direct pe pământ);
- Cu 2...3 ore înainte și imediat înainte de turnarea betonului, cofrajele și betonul de egalizare se udă bine cu apă;
- Betonul se va turna în straturi și se va compacta prin vibrare sau manual, prin îndesare cu vergele metalice sau șipci de lemn și prin baterea cofrajului cu ciocanul din lemn; se va acorda o atenție deosebită compactării betonului în colțurile cofrajului;
- Betonul trebuie turnat continuu, fără întreruperi, pe înălțimea secțiunii; de aceea cofrajele inimilor secțiunilor în formă de "T" trebuie montate înainte de începerea turnării betonului;
- În cazul fundațiilor continui, betonarea se va face în sens longitudinal, iar dacă ea trebuie oprită aceasta se va face la un unghi de 90°;
- Pe parcursul betonării se vor lua toate măsurile necesare pentru a asigura poziționarea corectă a pieselor înglobate (mustăți, plăcuțe metalice, cutii sau rame pentru goluri etc.);
- În cazul betonării radierelor aceasta se va face fără întreruperi, asigurând ca înălțimea de cădere liberă a betonului până la fața superioară a cofrajului să nu depășească 1 m și ca turnarea unui



strat nou să se realizeze înainte de începerea prizei betonului turnat în stratul anterior; compactarea betonului se va realiza numai prin vibrare;

- După terminarea operațiilor de turnare și compactare pe toată înălțimea fundației, fața superioară a betonului se nivelează cu dreptarul

B. Turnarea betonului în stâlpi și pereți

- Înainte de începerea turnării betonului în stâlpi se va verifica dacă pe fundul cofrajelor stâlpilor nu există rămășițe de lemn, dacă betonul de la baza stâlpilor a fost bine spălat și nu mai există nici un fel de impurități; numai după ce sunt îndeplinite aceste condiții se poate fixa capacul de vizitare la baza stâlpului penfru a se începe betonarea;
- Înainte de turnarea betonului (cu 2÷3 ore înainte și imediat înainte de turnare), cofrajele se vor uda bine cu apă; apa acumulată la bază se va îndepărta; este indicat ca la baza stâlpilor să se toarne un strat de mortar de ciment cu grosimea de cca. 50 mm și având o marcă superioară clasei betonului care urmează să fie turnat;
- Înălțimea de cădere liberă a betonului nu trebuie să fie mai mare de 1,00 m;
- Betonarea se face în straturi orizontale de 30-50 cm înălțime; acoperirea cu un strat nou trebuie să se facă înainte de începerea prizei cimentului din betonul stratului inferior; determinarea înălțimii stratului se face exact, ținând seama de mijloacele folosite la compactare (în cazul utilizării pervibratorului, grosimea stratului nu trebuie să depășească $\frac{3}{4}$ din lungimea buteliei - carcasa acestuia);
- Pentru stâlpi cu secțiunea mai mică decât 30x30 cm se prevăd în pereții laterali ai cofrajelor, la distanță de 1 m, ferestre prin care se introduce betonul; în momentul în care betonul s-a turnat până la nivelul feresfiei aceasta se va cofra, se va fixa bine și turnarea se va continua prin fereastra superioară; în cazul în care în dreptul feresfiei se prevede un cofraj cu buzunar, fundul acestuia se va realiza numai orizontal;
- Când betonul se toarnă cu pompa sau cu bena cu furtun, furtunul flexibil se introduce în cofrajul stâlpilor cât mai aproape de nivelul de turnare dar la o distanță maximă de 1,5 m față acesta; pentru vibrare se prevăd în cofraj ferestre prin care se introduc vibratoarele;
- La introducerea betonului în cofraje se urmărește ca acesta să fie dirijat cât mai vertical și spre centrul cofrajului; pentru aceasta se pot utiliza în unele cazuri burlane cu pâlnii;
- În cazul compactării manuale a betonului în stâlpi, acesta se îndeasă cu o vergea metalică sau cu o șipcă; carcasa de armătură se va scutura periodic, cu grijă, pentru ca betonul să intre în spațiul dintre armătură și cofraj, simultan cu baterea la exterior a cofrajului cu ajutorul unui ciocan din lemn (operație care trebuie efectuată sub nivelul betonului turnat);
- În sâmburii prevăzuți în zidăria executată sub formă de ștrepi, betonul trebuie turnat în straturi având grosimea de cca. 30 cm care se vor compacta, numai manual, astfel încât betonul să umple complet golurile dintre ștrepi pentru a se realiza o bună legătură cu zidăria.

C. Turnarea betonului în planșee (plăci și grinzi)

- Înainte de începerea turnării betonului în planșee se va verifica dacă fundul cofrajelor este curat;