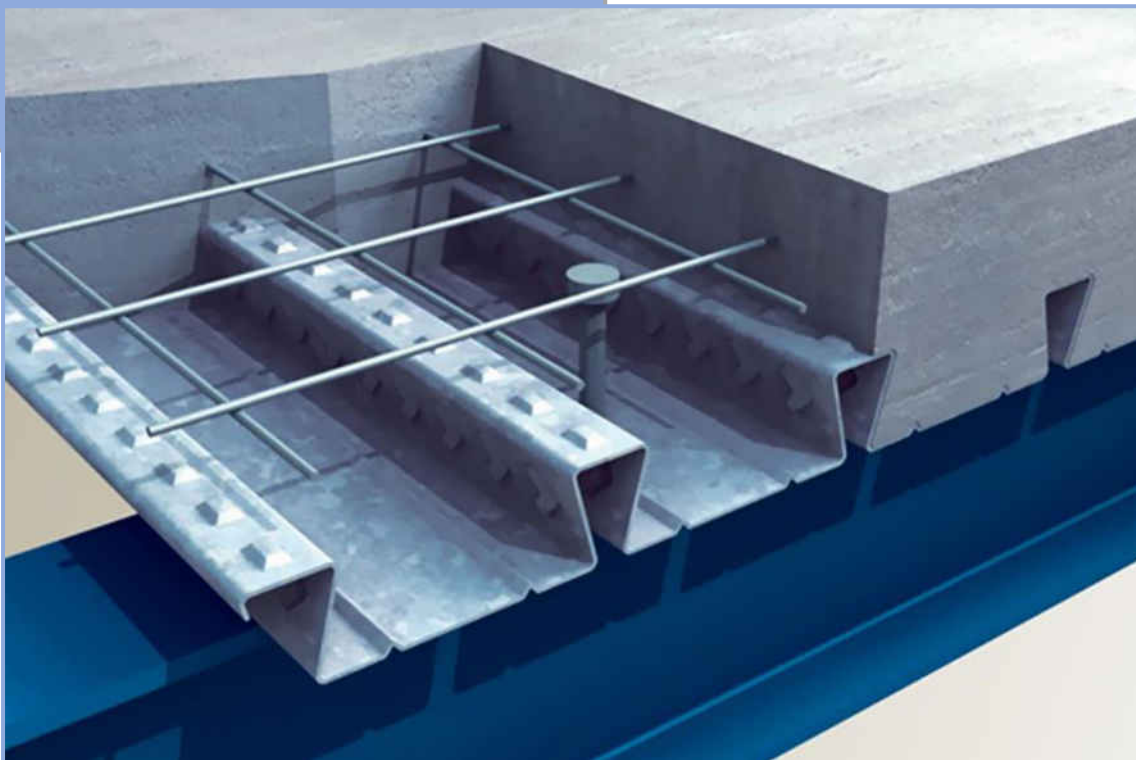




Digitally signed by
Technical Scientific
Library, TUM
Reason: I attest to the
accuracy and integrity of
this document



PROIECTAREA STRUCTURILOR COMPOZITE DIN OȚEL ȘI BETON

**PARTEA 1: REGULI GENERALE ȘI REGULI PENTRU CLĂDIRI
GHID DE UTILIZARE SM SR EN 1994-1-1**

**Chișinău
2023**

PROIECTAREA STRUCTURILOR COMPOZITE DIN OȚEL ȘI BETON

**EUROCOD 4: PROIECTAREA STRUCTURILOR COMPOZITE DIN
OȚEL ȘI BETON**

PARTEA 1: REGULI GENERALE ȘI REGULI PENTRU CLĂDIRI

Ghid de utilizare

CZU 692(075.8)

P 94

Lucrarea a fost discutată și aprobată pentru editare la ședința Consiliului Facultății Construcții, Geodezie și Cadastru, proces-verbal nr. 7 din 20.03.2023.

PREFAȚĂ

Ghidul de utilizare SM SR EN 1994-1-1: Proiectarea structurilor compozite din oțel și beton. Partea 1-1 Reguli generale și reguli pentru clădiri a fost elaborat cu suportul Agenției de Dezvoltare din Republica Cehă în cadrul Proiectului nr. CzDA-MD-2016-012-RO-15130 ”Implementarea Eurocodurilor în Republica Moldova”.

Ghidul are scopul să familiarizeze utilizatorii cu principiile de proiectare a structurilor conform standardelor europene în construcții.

Acest ghid este destinat proiectanților, cercetătorilor științifici, studenților instituțiilor de învățământ superior de profil tehnic și nu este destinat vânzării.

Sugestiile și propunerile pentru acest material, rugăm să fie expediate la adresa: vadim.turcan@cms.utm.md.

Revizuirea și editarea ghidului în limba română a fost elaborată de:

Universitatea Tehnică a Moldovei

Conf. univ, dr., ing. Anatolie TARANENCO

Conf. univ, dr., ing. Ion CREȚU

Asist. univ., drd., ing. Vadim ȚURCAN

Asist. univ., drd., ing. Evgheni CUTIA

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII DIN RM

Proiectarea structurilor compozite din oțel și beton: Eurocod 4: proiectarea structurilor compozite din oțel și beton: Ghid de utilizare / Guvernul Republicii Moldova, Ministerul Economiei și Infrastructurii, Universitatea Tehnică a Moldovei; elaborare: Anatolie Taranenco [et al.]. – Chișinău: Tehnica-UTM, 2023 – . – ISBN 978-9975-45-933-4.

Cerințe de sistem: PDF Reader.

Partea 1: Reguli generale și reguli pentru clădiri. – 2023. – 105 p.: fig., tab. – Apare cu suportul Agenției de Dezvoltare din Rep. Cehă. – ISBN 978-9975-45-934-1 (PDF).

Bun de tipar 21.04.23

Coli de tipar 13,0

Formă electronică

Comanda nr. 52

MD-2004, Chișinău, bd. Ștefan cel Mare și Sfânt, 168. UTM

MD-2045, Chișinău, str. Studenților, 9/9. Editura ”Tehnica-UTM”

CUPRINS

Introducere	9
1. Generalități.....	12
1.1 Domeniul de aplicare.....	12
1.1.1. Domeniul de aplicare a Eurocodului 4.....	12
1.1.2. Domeniul de aplicare al secțiunii 1-1 Eurocodului 4.....	12
1.2 Documentele normative enumerate	12
1.3 Condiții	12
1.4 Distingerea între principii și reguli de aplicare	12
1.5 Definiții.....	13
1.5.1. Generalități	13
1.5.2. Termeni și definiții suplimentare utilizate în normă	13
1.6 Simboluri	14
2. Principiile de proiectare	15
2.1 Cerințe	15
2.2 Principiile de proiectare după stări limită.....	15
2.3 Mărimi de bază variabile	15
2.3.1 Solicitarea și influențele mediului.....	15
2.3.2 Proprietățile materialului și a produselor	15
2.3.3 Clasificarea solicitărilor	15
2.4 Verificarea prin metoda coeficienților parțiali	15
2.4.1 Valorile de calcul	15
2.4.2 Combinația de acțiuni.....	16
2.4.3 Verificarea echilibrului static (EQU).....	16
3. Materiale	16
3.1 Beton.....	16
3.2 Armătură.....	17
3.3 Oțel de construcții.....	17
3.4 Mijloacele de legătură	17
3.4.1 Generalități	17
3.4.2 Dornuri de cuplare cu cap	17
3.5 Tablă profilată din oțel pentru plăci compozite în construcții civile.....	17
4. Durabilitate	18
4.1 Generalități	18
4.2 Table profilate pentru plăci compozite la construcții civile	18
5. Analiza structurilor	19

5.1	Modelarea structurii pentru analiză	19
5.1.1	Modelarea structurii și condițiile de bază	19
5.1.2	Modelarea nodurilor	19
5.1.3	Interacțiunea structurii cu culcușul	19
5.2	Stabilitatea structurii	19
5.2.1	Influențele geometriei deformată a structurii	19
5.2.2	Metodele de analiză la construcțiile civile	19
5.3	Imperfecțiuni	20
5.3.1	Principii	20
5.3.2	Imperfecțiuni la construcțiile civile.....	20
5.4	Calculul influențelor solicitării	21
5.4.1	Metode de analiză globală.....	21
5.4.2	Analiza linear elastică	22
5.4.3	Analiză globală nelineară	23
5.4.4	Analiza linear plastică cu redistribuire limitată la construcțiile civile	23
5.5	Analiza globală a rigidității plastice la construcții civile	23
5.6	Clasificarea secțiunilor	24
5.6.1	Generalități	24
5.6.2	Clasificarea secțiunilor compozite fără betonare	24
5.6.3	Clasificarea secțiunilor compozite cu betonare la construcțiile civile	24
6.	Stări limită ale capacității de încărcare	26
6.1	Grinzi	26
6.1.1	Grinzile construcțiilor civile.....	26
6.1.2	Lățimea utilă pentru verificarea secțiunii	27
6.2	Capacitatea de încărcare a secțiunilor grinzilor	27
6.2.1	Capacitatea de încărcare în încovoiere	27
6.2.2	Capacitatea de încărcare în alunecare verticală.....	30
6.3	Capacitatea de încărcare a secțiunilor grinzilor la construcțiile civile betonate parțial .	31
6.3.1	Interval	31
6.3.2	Capacitatea de încărcare în încovoiere	31
6.3.3	Capacitatea de încărcare la alunecarea verticală	32
6.3.4	Încovoierea și alunecarea verticală	33
6.4	Pierderea stabilității grinzilor compozite la încovoiere	33
6.4.1	Generalități	33
6.4.2	Verificarea stabilității grinzilor continue compozite în construcțiile civile cu secțiunile din grupa 1, 2 și 3.....	33
6.4.3	Verificare simplificată la construcțiile civile fără calculul direct	34

6.5	Forțe transversale pe coloane	35
6.5.1	Generalități	35
6.5.2	Gondolarea coloanei produsă de centuri	35
6.6	Legături de alunecare.....	35
6.6.1	Generalități	35
6.6.2	Forța de alunecare longitudinală a grinzilor la construcțiile civile	36
6.6.3	Dornuri cu cap în placă plină și în beton.....	37
6.6.4	Capacitatea de încărcare proiectată a dornurilor cu cap utilizate în construcțiile civile împreună cu tablele profilate	38
6.6.5	Detaliile legăturii de alunecare și influența montajului	41
6.6.6	Alunecarea longitudinală în plăcile de beton	42
6.7	Stâlpi compoziți și elementele compozite apăsată	59
6.7.1	Generalități	59
6.7.2	Metodă generală de proiectare	60
6.7.3	Metodă simplificată de proiectare	60
6.7.4	Legătura de alunecare și introducerea solicitării.....	66
6.7.5	Prevederile de construcție	66
6.8	Oboseala	72
6.8.1	Generalități	72
6.8.2	Coeficienți parțiali pentru evaluarea oboselei la construcțiile civile	72
6.8.3	Rezistența de oboseală	72
6.8.4	Forțele interioare și solicitarea la oboseală	73
6.8.5	Tensiunea	73
6.8.6	Amplitudinile tensiunii.....	73
6.8.7	Evaluarea oboselei bazată pe amplitudinea tensiunilor nominale	74
7.	Stări limită de aplicabilitate	75
7.1	Generalități	75
7.2	Tensiunea.....	75
7.2.1	Generalități	75
7.2.2	Limitarea tensiunii la construcțiile civile	75
7.3	Deformațiile construcțiilor civile.....	75
7.3.1	Săgeți.....	75
7.3.2	Vibrații	76
7.4	Fisuri în beton.....	77
7.4.1	Generalități	77
7.4.2	Armătura minimă	77
7.4.3	Limitări pentru fisurile produse de solicitarea directă	77

8.	Noduri compozite la structurile construcțiilor civile	79
8.1	Valabilitate.....	79
8.2	Analiza, modelarea și clasificarea	79
8.2.1	Generalități	79
8.2.2	Analiza elastică globală.....	79
8.2.3	Clasificarea nodurilor	79
8.3	Metode de proiectare	79
8.3.1	Principii și domeniu de valabilitate	79
8.3.2	Capacitatea de încărcare.....	80
8.3.3	Rigiditatea de rotație	80
8.3.4	Capacitatea de rotație	80
8.4	Capacitatea de încărcare a componentelor	80
8.4.1	Interval	80
8.4.2	Componentele de bază ale nodului.....	80
8.4.3	Peretele stâlpului în presiune transversală	80
8.4.4	Componentele armate.....	80
9.	Plăci compozite cu tablă profilată în construcții civile.....	81
9.1	Generalități	81
9.1.1	Domeniu de valabilitate	81
9.1.2	Definiție.....	81
9.2	Prevederi de construcție.....	81
9.2.1	Grosimea plăcii și armatura.....	81
9.2.2	Piatra spartă.....	81
9.2.3	Cerințe de poziționare	82
9.3	Solicitarea și efectele solicitării.....	82
9.3.1	Situații de proiectare.....	82
9.3.2	Solicitarea tablei profilate utilizate ca și cofraj.....	82
9.3.3	Solicitarea plăcii compozite	83
9.4	Analiza forțelor și momentelor interioare	83
9.4.1	Tablă din oțel profilată ca și cofraj.....	83
9.4.2	Analiza plăcii compozite.....	83
9.4.3	Lățimea eficientă a plăcii compozite pentru solicitarea concentrică și lineară	83
9.5	Verificarea tablei profilate din oțel utilizate ca și cofraj în starea limită ultimă	84
9.6	Verificarea tablei profilate din oțel utilizate ca și cofraj în starea limită de serviciu....	84
9.7	Verificarea plăcii compozite în starea limită a capacității de încărcare	84
9.7.1	Criteriul de proiectare.....	84

9.7.2	Încovoiere.....	84
9.7.3	Alunecare longitudinală la plăcile fără ancoraj terminal	86
9.7.4	Alunecare longitudinală la plăcile cu ancoraj terminal	86
9.7.5	Alunecarea verticală	86
9.7.6	Împingere	87
9.8	Evaluarea plăcilor compozite la stările limită de aplicabilitate	87
9.8.1	Dirijarea fisurilor în beton.....	87
9.8.2	Săgeata	87
Anexa A (informativă)		101
Anexa B (informativă)		102
Anexa C (informativă)		105

Introducere

Republica Moldova este la etapa de tranziție în vederea implementării Eurocodurilor în Republica Moldova. Cadrul legal de implementare și adoptare a eurocodurilor o constituie:

- Legea nr. 112 din 02.07.2014 *"pentru ratificarea Acordului de Asociere între Republica Moldova, pe de o parte, și Uniunea Europeană și Comunitatea Europeană a Energiei Atomice și statele membre ale acestora, pe de altă parte"*
- Hotărârea de Guvern Nr. 933 din 12.11.2014 *„cu privire la armonizarea reglementărilor tehnice și a standardelor naționale în domeniul construcțiilor cu legislația și standardele europene"*
- Cod Practic CP A.01.02/L:2014 *"Aplicarea și utilizarea Eurocodurilor"*

Eurocod 4 este compus din următoarele părți:

- **SM SR EN 1994-1-1** Proiectarea structurilor compozite de oțel și beton.
Partea 1-1: Reguli generale și reguli pentru clădiri
- **SM SR EN 1994-1-2:** Proiectarea structurilor compozite de oțel și beton.
Partea 1-2: Reguli generale. Calculul structurilor la foc
- **SM SR EN 1994-2:** Proiectarea structurilor compozite de oțel și beton.
Partea 2: Reguli generale și reguli pentru poduri

Acestea au fost aprobate prin Hotărârea Institutului Național de Standardizare și Metrologie nr. 724-ST din 23.11.2011.

Hotărârea de Guvern Nr. 933 din 12.11.2014 prevede că până în 2020 Republica Moldova va armoniza legislația în domeniul construcțiilor cu standardele europene.

După cum urmează armonizarea documentelor normative naționale în domeniul construcțiilor urmează a fi substituite de Eurocod-uri, prin elaborarea anexelor naționale pentru fiecare în parte.

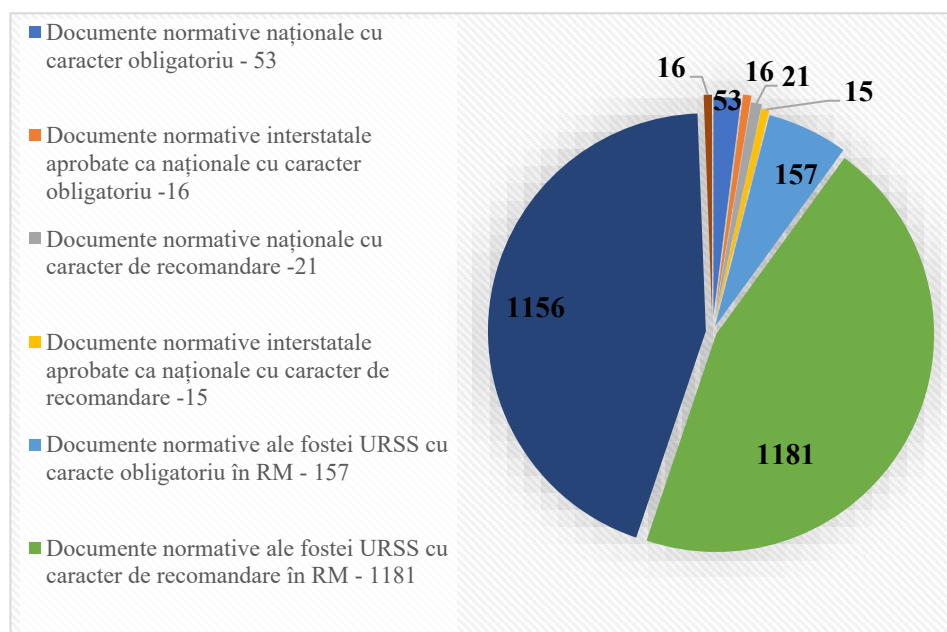
În Republica Moldova realizarea construcțiilor este reglementată de un cadru legislativ amplu. Legea nr. 721 din 02.02.1996 *"privind calitatea în construcții"* stabilește baza juridică, tehnico-economică și organizatorică de activitate a persoanelor fizice și juridice în domeniul construcțiilor, obligațiile și răspunderea lor privind calitatea în construcții.

Pentru obținerea unor construcții de calitate corespunzătoare sînt obligatorii realizarea și menținerea pe întreaga durată de existență a construcțiilor a următoarelor exigențe esențiale:

- **A** – rezistență și stabilitate;
- **B** – siguranță în exploatare;
- **C** – siguranță la foc;
- **D** – igienă, sănătatea oamenilor, refacerea și protecția mediului înconjurător;
- **E** – izolație termică, hidrofușă și economie de energie;
- **F** – protecție împotriva zgomotului.

Normativele de proiectare în vigoare pe teritoriul Republicii Moldova sunt prezentate în [Catalogul documentelor în construcții 2020](#). Menținerea documentului respectiv este asigurată anual de către Ministerul Economiei și Infrastructurii.

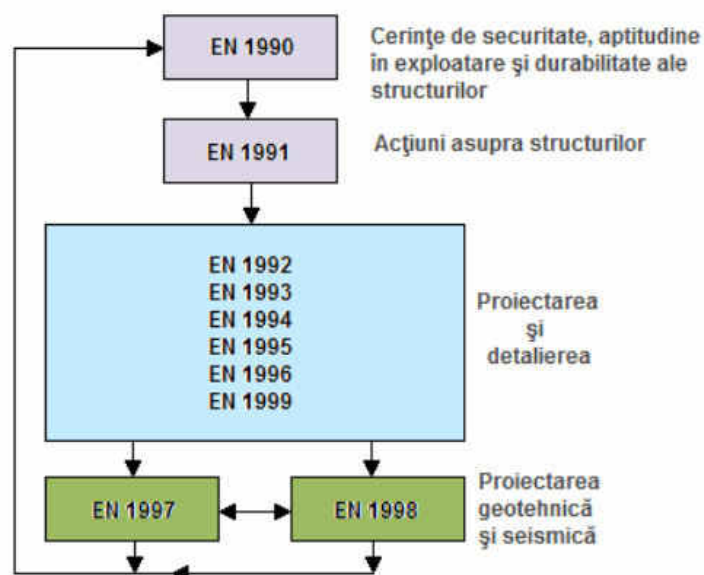
Actualmente, sistemul de documente normative în construcții (SDNC) al Republicii Moldova constă din **2615 documente normative**. Majoritatea documentelor normative în construcții sunt normative ale fostelor U.R.S.S. și R.S.S.M., aplicarea cărora pe teritoriul Republicii Moldova a fost permisă prin scrisoarea Ministerului Arhitecturii și Construcțiilor al Republicii Moldova nr. 03-05/340 din 01.04.1993 "Referitor la funcționarea normativelor în construcție pe teritoriul Republicii Moldova". Prin această scrisoare s-a autorizat aplicarea documentelor normative ale fostelor U.R.S.S. și R.S.S.M., pînă la anularea sau precizarea lor.



În 1975, Comisia Comunității Europene decide, în baza art. 95 al Tratatului, un program de acțiune în domeniul construcțiilor. Obiectivul programului este de a elimina obstacolele în calea comerțului și armonizarea specificațiilor tehnice.

În cadrul acestui program de acțiune, comisia a luat inițiativa de a stabili un ansamblu de reguli tehnice armonizate pentru proiectarea lucrărilor de construcții; aceste reguli, într-o primă etapă, sunt utilizate ca o alternativă la reglementările naționale în vigoare în diferite state membre și înlocuirea acestora.

Structura normativelor de proiectare Eurocod este următoarea:



După cum urmează armonizarea documentelor normative naționale în domeniul construcțiilor urmează a fi substituite de Eurocod-uri, prin elaborarea anexelor naționale pentru fiecare în parte. În general, conform recomandărilor Comisiei Europene procesul de tranziție la Eurocodurile constă din următoarele etape:

1. Perioada de traducere
2. Perioada de calibrare la nivel național
3. Perioada de coexistență

În perioada de traducere se efectuează traducerea Eurocodurilor publicate de CEN, iar în perioada de calibrare la nivel național se determină parametrii determinați la nivel național (NDP), se elaborează Anexele naționale. Aceste două etape pot fi comasate.

Publicarea Anexelor naționale constituie începutul perioadei de coexistență, pe parcursul căreia atât standardele și normativele în construcții naționale cât și Eurocodurile pot fi aplicate, alegerea privind aplicarea lor aparținând clientului. Această perioadă poate dura până la 3 ani, după expirarea căreia toate standardele și normativele în construcții naționale conflictuale cu Eurocodurile trebuie să fie anulate.

Republica Moldova a recepționat toate părțile Eurocodurilor traduse în limba română. Acestea au fost recepționate de Institutului de Standardizare din Moldova (ISM) de la Asociația de Standardizare din România (ASRO).

În cadrul Institutului de Standardizare din Moldova, comitetul tehnic *TC54 – Eurocoduri cu domeniul de activitate: „Bazele proiectării și calculul structurilor de construcții pentru toate tipurile de materiale de construcții cu referire la terminologie, simboluri utilizate, încărcături, acțiuni și alte solicitări”* are rolul de a elabora și implementa anexele naționale la eurocoduri.

La momentul actual Republica Moldova a adoptat 28 de anexe naționale.