



Ministerul Educației al Republicii Moldova
Centrul de Excelență în Construcții

"Aprob"

Directorul Centrului de Excelență în
Construcții



Valeriu Pelivan

12 2016

Curriculumul disciplinar
F.07.O.017 Calculul construcțiilor

Specialitatea: 73110 Arhitectura
Calificarea: Tehnician-proiectant

Chișinău 2016

Curriculumul a fost elaborat în cadrul Proiectului *EuropeAid/133700/C/SER/MD/12*
"Asistență tehnică pentru domeniul învățământ și formare profesională
în Republica Moldova",
implementat cu suportul financiar al Uniunii Europene



Autor:

1. Lupolov Marina, grad didactic doi, Centrul de Excelență în Construcții.

Aprobat de:

Consiliul metodic-științific al Centrului de Excelență în Construcții.



Director

Valeriu Pelivan

" _____ 2016

Recenzenți:

1. Țurcan Lucia, grad didactic superior, director adjunct pentru instruire și educație
2. Cojocaru Elena, grad didactic întâi, șef catedră " Arhitectura și design interior"

Adresa Curriculumului în Internet:

Portalul național al învățământului profesional tehnic

<http://www.ipt.md/ro/produse-educationale>

Cuprins

| | | |
|-------|--|----|
| I. | Preliminarii..... | 4 |
| II. | Motivația, utilizarea disciplinei pentru dezvoltarea profesională..... | 4 |
| III. | Competențe profesionale specifice disciplinei..... | 5 |
| IV. | Administrarea disciplinei..... | 5 |
| V. | Unitățile de învățare..... | 6 |
| VI. | Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare..... | 7 |
| VII. | Studiul individual ghidat de profesor..... | 8 |
| VIII. | Lucrări practice recomandate..... | 8 |
| IX. | Sugestii metodologice..... | 8 |
| X. | Sugestii de evaluare a competențelor profesionale..... | 9 |
| XI. | Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studiu..... | 11 |
| XII. | Resursele didactice recomandate elevilor..... | 11 |

I. Preliminarii

Cursul disciplinar este destinat elevilor la specialitatea arhitectură, pentru care teoria structurilor constituie o disciplină indispensabilă, menită să furnizeze elementele necesare înțelegerii, comportării și rolul structurilor de rezistență ale construcțiilor, supuse la diverse solicitări, inclusiv cele seismice.

Se menționează că în relațiile cu utilizatorii, beneficiarii și proprietarii construcțiilor, tehnicianul proiectant trebuie să fie în măsură să ofere acestora toate informațiile și datele, atât pentru clădiri noi cât și pentru clădiri existente. În multe cazuri este vorba de măsuri constructive, ca de exemplu: mărci (clase) minime de betoane, compoziții de betoane, armări, rapoarte între dimensiuni, dispuneri de rosturi etc. Toate aceste informații se bazează pe cunoștințele dobândite prin intermediul unui curs de față, care conține elementele necesare de natură structurală, care poate fi asimilate relativ ușor de către elevi.

Scopul principal al acestei discipline este de a pregăti viitorul specialist în domeniul Arhitectura pentru a înțelege comportării structurilor de rezistență, modului de armare, respectarea abaterilor admisibile în construcții, precum și a citi și de analiza proiecte, compartimentul de rezistență.

Pentru a studia disciplina *Calculul construcțiilor*, elevii trebuie să posede cunoștințe și abilități de la disciplinele Mecanică teoretică și Curs general de construcții. Aceste noțiuni constituie baza însușirii unor noi cunoștințe, strict necesare elevilor din ultimul an, care se referă la elemente structurale și structuri de rezistență din beton armat, având în vedere ponderea deosebită pe care o au în practica de zi cu zi aceste tipuri de construcții.

Disciplina *Calculul construcțiilor* prevede 60 ore, dintre ele pentru contact direct sunt prevăzute 30 ore (inclusiv 20 ore teorie, 10 ore lucrări practice) și pentru studii individuale 30 ore, disciplina se predă la anul IV, semestrul VII de studii și se finalizează cu examen.

II. Motivația, utilitatea disciplinei pentru dezvoltarea profesională

Disciplina dată este destinată în special elevilor din domeniul arhitectura, pentru care calculul construcțiilor are menire să transmită elemente necesare pentru înțelegerea comportării structurilor de rezistență, modului de armare, respectarea abaterilor admisibile în construcții, utilizând literatura normativă și de specialitate. Absolventul înțelege comportarea sub încărcarea structurii, pentru a putea compara soluții structurale diverse și, nu în ultimul rând, pentru a putea colabora eficient în proiectarea și execuția construcției.

În marea majoritate a cazurilor, prima formă a structurii de rezistență este gândită de un inginer constructor licențiat, implicit atunci când concepe alcătuirea generală a clădirii, iar ulterior această formă este finisată prin colaborare cu alți specialiști

implicați. Din acest motiv, un tehnician-proiectant trebuie să posede, în cadrul cunoștințelor specifice profesiei sale, și noțiunile care să-i permită aprecierea modului în care se comportă o structură de rezistență. O atenție specială se acordă alcătuirii constructive a elementelor structurale și citirea planurilor cu detaliile de execuție, inclusiv a extraselor de armături, materiale de construcție.

În timpul studierii părții "Construcții din beton armat" elevii elaborează lucrări practice, unde are posibilitatea de a realiza calculul unui element portant, prezentarea modului de armare a elementului, diferite noduri și detalieri și calculul de materiale necesare pentru realizarea acestui element portant.

III. Competențe profesionale specifice disciplinei

CS 1. Utilizarea documentelor normative și documentației de proiect;

CS 2. Calculul și armarea plăcilor și grinzilor din beton armat monolit;

CS 3. Calculul și armarea casei scării din beton armat monolit;

CS 4. Calculul și armarea stâlpilor din beton armat monolit;

CS 5. Calculul fundațiilor din beton armat monolit.

IV. Administrarea disciplinei

| Semestrul | Numărul de ore | | | Modalitatea de evaluare | Numărul de credite | |
|-----------|----------------|----------------|----------------------|-------------------------|--------------------|-------------------|
| | Total | Contact direct | | | | Lucrul individual |
| | | Prelegeri | Practică/ Seminar | | | |
| VII | 60 | 20 | 10 | 30 | Examen | 2 |

V. Unitățile de învățare

| Unități de competență | Unități de conținut |
|---|--|
| 1. Metode de calcul. Noțiuni generale beton și armătură | |
| 1. Utilizarea documentelor normative și documentației de proiect: <ul style="list-style-type: none"> - Identificarea exigențelor de performanță pentru construcții; - Descrierea conceptului de siguranță al construcțiilor; - Aplicarea metodelor admisibile la structura de rezistență a construcției. - Identificarea acțiunilor asupra construcției după criterii tehnice; - Gruparea sarcinilor la starea limită; | 1.1 Introducere în baza de proiectare a construcțiilor. Siguranța construcțiilor. 1.2 Metode de calcul al construcțiilor. 1.3 Clasificarea acțiunilor. Acțiuni permanente și temporare. Încărcări utile. 1.4 Gruparea sarcinilor în cazul stărilor limită ultime și de serviciu. 1.5 Beton. Esența betonului armat. Avantajele și dezavantajele betonului armat. Clasele betonului. Rezistența |

| Unități de competență | Unități de conținut |
|---|--|
| - Aplicarea coeficienților de siguranță | betonului armat. |
| 2. Calculul plăcilor și grinzilor din beton armat monolit | |
| <p>2. Calculul și armarea plăcilor și grinzilor din beton armat monolit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sumarea sarcinilor ce acționează pe element; - Dimensionarea elementului constructiv; - Diferențierea modului de armare dintre element prefabricat și monolit; - Adoptarea armăturii de rezistență conform normativelor de standart; - Prezentarea secțiunii de beton și armarea constructivă a elementului la rezistență; - Analizează modul de armare a elementului; - Specificarea legăturii dintre grindă și alte elemente portante. | <p>2.1 Grosimea plăcilor, stratul de protecție a armăturii. Prevederi generale de armare a plăcilor.</p> <p>2.2 Calculul armăturii de rezistență la planșeul de beton armat monolit. Ghidul de performanță.</p> <p>2.3 Secțiuni de beton, armarea longitudinală de rezistență și transversală. Bare înclinate.</p> <p>2.4 Analiza modului de armare a diferitor tipuri de grinzi.</p> |
| 3. Calculul casei scării din beton armat monolit | |
| <p>3. Calculul și armarea casei scării din beton armat monolit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Argumentarea caracteristicilor materialelor; - Descrierea modului de armare a casei scării; - Reprezentarea modului de armare a secțiunii de beton (rampă și podest); - Rigidizarea casei scării; - Argumentarea modului de armare a legăturii dintre podest și rampă. | <p>3.1 Prevederi generale de armare a casei scării.</p> <p>3.2 Armarea podestului și rampa scării.</p> |
| 4. Calculul stâlpilor din beton armat monolit | |
| <p>4. Calculul și armarea stâlpilor beton armat monolit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificarea încărcărilor de acțiune asupra pereților structurali; - Armarea elementelor verticale conform normativelor în vigoare; - Respectarea abaterilor normative la armarea elementelor constructive; - Reprezentarea legăturii dintre elementele verticale cu cele orizontale; - Rigidizarea elementelor verticale; - Examinarea modului de armare (longitudinal și transversal) în diferite extrimități a stâlpului. | <p>4.1 Secțiuni, categorii de armături, armarea în câmp a elementelor verticale ale diaframelor și cadrelor.</p> <p>4.2 Armarea elementelor verticale, intersecțiilor, longitudinale și transversale (etrieri).</p> <p>4.3 Dimensionarea stâlpilor. Secțiunea de beton. Armături longitudinale și transversale.</p> <p>4.4 Modul de solicitare a stâlpilor centrici și excentrici.</p> |

| Unități de competență | Unități de conținut |
|---|--|
| 5. Calculul fundațiilor din beton armat monolit | |
| 5. Calculul fundațiilor beton armat monolit: <ul style="list-style-type: none"> - Alegerea tipului de fundare a construcției; - Stabilirea adâncimei minime de fundare; - Identificarea sarcinilor ce acționează pe fundație; - Analizarea modului de armare (longitudinal și transversal) a fundației; - Prezentarea modului de armare pentru diferite tipuri de fundații; - Argumentarea modului de armare a fundației. | 5.1 Noțiuni generale. Clasificarea fundațiilor. 5.2 Adâncimea fundațiilor. Armarea longitudinală și transversală. |

VI. Repartizarea orientativă a orelor pe unități de învățare

| Nr. crt. | Unități de învățare | Numărul de ore | | | |
|----------|--|----------------|----------------|-------------------|-------------------|
| | | Total | Contact direct | | Lucrul individual |
| | | | Prelegeri | Practică /seminar | |
| 1 | Metode de calcul. Noțiuni generale beton și armătură | 12 | 8 | - | 4 |
| 2 | Calculul plăcilor și grinzilor din beton armat monolit | 18 | 4 | 4 | 10 |
| 3 | Calculul casei scării | 10 | 2 | 2 | 6 |
| 4 | Calculul stîlpilor | 10 | 4 | 2 | 4 |
| 5 | Calculul fundațiilor | 10 | 2 | 2 | 6 |
| | Total | 60 | 20 | 10 | 30 |

VII. Studiul individual ghidat de profesor

| Materii pentru studiul individual | Produse de elaborat | Modalități de evaluare | Termeni de realizare |
|---|---------------------|--------------------------------|----------------------|
| 1. Calculul plăcilor din beton armat monolită. | | | |
| 1.1 Descrierea precomprimării postîntinse și preîntinse | Studiu de caz | Susținerea studiului de caz | Săptămîna 4 |
| 2. Calculul grinzilor principale și secundare din beton armat monolit. | | | |
| 2.1 Modul de armare a grinzilor | Lucrare practică | Prezentarea desenului | Săptămîna 7 |
| 3. Calculul casei scării din beton armat monolit. | | | |
| 3.1 Dimensionarea casei scării. Modul de armare. | Lucrare practică | Prezentarea și citirea nodului | Săptămîna 9 |

| Materii pentru studiul individual | Produse de elaborat | Modalități de evaluare | Termeni de realizare |
|---|---------------------|--|----------------------|
| 4. Calculul stîlpilor din beton armat monolit. | | | |
| 4.1 Armarea elementelor și abaterile admisibile | Lucrare practică | Prezentarea calculelor și concluziilor | Săptămîna 11 |
| 5. Calculul fundațiilor din beton armat monolit. | | | |
| 5.1 Caracteristica de armare a diferitor tipuri de fundații | Prezentare grafică | Prezentarea și susținerea | Săptămîna 13 |

VIII. Lucrări practice recomandate

Lucrările practice vor fi în funcție de capitolul studiat. Sunt recomandate următoarele lucrări practice:

1. Armarea plăcilor din beton armat monolit.
2. Armarea casei scării din beton armat monolit.
3. Armarea stîlpilor din beton armat monolit.
4. Armarea grinzilor principale și secundare din beton armat monolit.
5. Armarea fundațiilor din beton armat monolit.

IX. Sugestii metodologice

Conținuturile cursului disciplinar „*Calculul construcțiilor*” sunt abordate într-o manieră *flexibilă, diferențiată*, ținând cont de *particularitățile colectivului* cu care se lucrează și de *nivelul inițial de pregătire*.

Numărul de ore alocat fiecărei teme rămâne la latitudinea profesorului didactic care predă conținutul cursului, în funcție de dificultatea temelor, de nivelul de cunoștințe anterioare ale colectivului cu care lucrează, de complexitatea materialului didactic implicat în strategia didactică și de ritmul de asimilare a cunoștințelor de către colectivul instruit.

Pentru unitățile de învățare metode probabiliste de calcul, gruparea sarcinilor, noțiuni generale beton și armătură se recomandă de utilizat următoarele metode de predare-învățare: conversația, lectura ghidată, lucrul cu informația nouă, prelegerea, expunerea, exercițiul, studiu de caz, problematizarea, exemplificarea, simularea, rezumatul. Având în vedere că temele date sunt bazate pe informație teoretică, definiții, lucrul cu normativele în vigoare majoritatea metodelor de predare vor fi axate pe interacțiune și lucrul cu informația nouă.

Temele următoare sunt bazate mai mult pe informație practică, desene, citirea proiectelor, realizarea calculelor, schițarea armării elementelor portante etc, este nevoie de aplicat metode de predare-învățare axate pe informație practică și activ-interactive cum ar fi: demonstrarea, cercetarea experimentală, studiu de caz,

simularea, proiectul, lucrări practice, exercițiul, problematizarea, studiul la vizită pe șantier, dezbateră, brainstorming-ul, probe scrise.

Metodele recomandate pentru a fi utilizate în procesul de predare-învățare sunt: expunerea de material teoretic, lucrul la calculator (individual și/sau sub conducerea cadrului didactic), rezolvarea de probleme, lucrări practice, elaborarea proiectelor, activități de elaborare, adaptare și mentenanță a produselor-program.

X. Sugestii de evaluare a competențelor profesionale

La cursul *Calculul construcțiilor* sunt propuse mai multe forme de evaluare a competențelor:

Lucrări practice/Portofoliul. Fiecare elev are un portofoliu în care sunt adunate lucrările. Fiecare lucrare are înscrisă data când a fost efectuată. Tot ceea ce este prezent în portofoliu reprezintă munca elevului pe parcursul semestrului și este un document. Astfel, acestea pot fi prezentate părinților, care au posibilitatea de a urmări evoluția copiilor lor, precum și altor persoane autorizate din administrație și nu numai. Criteriile de evaluare a lucrărilor practice/portofoliului vor fi: prezentarea lucrărilor practice în termenii stabiliți, indicarea datelor inițiale, reprezentarea schemei de calcul, aplicarea formulelor de calcul cu descrierea fiecărui pas, acuratețea, corectitudinea rezultatelor, interpretarea rezultatelor și argumentarea lor, propunerea de soluții dacă este cazul, completarea tuturor lucrărilor practice în portofoliu.

Referatul. Pentru anumite teme precum Metode probabilistice de calcul, Clasificarea sarcinilor, Beton, Armătura se poate de aplicat ca formă de evaluare, referatul.

Criteriile de evaluare a referatului sunt: corespunderea informației referatului cu tema, prezentarea sintezei informației investigate, respectarea structurii referatului, gradul de noutate a informației furnizate, prezentarea concluziilor și argumentarea lor, respectarea numărului de pagini (până la 5-7 pagini), răspunsul la întrebări.

Investigația este un sens de cercetare, descoperire, se folosește, de regulă, ca metodă de evaluare, pentru a-i deprinde pe elevi să gândească și să acționeze independent, atât individual cât și în echipă. Poate să se realizeze în clasă și să continue lucru acasă. Se recomandă de aplicat la temele Calculul plăcilor din beton armat monolit, grinzilor, casei scării, diafragmelor, stâlpilor, fundațiilor. Li se propune o situație simulată, unde elevii urmează să investigheze și să indice cauzele și soluțiile necesare în situațiile respective. Criteriile de evaluare a acestui instrument sunt: înțelegerea sarcinilor, găsirea și organizarea informațiilor, formularea ipotezelor, capacitatea de a aplica creativ informația și de a identifica noi surse de informare, în caz că lucrează în grup, atunci se ține cont de cooperarea în cadrul grupului, capacitatea de redactare și prezentare a informației.

Proiectul este folosit de elevi pentru învățarea unor teme mai complexe, care se prestează la abordări interdisciplinare și transdisciplinare sau ca metodă de evaluare (pe parcursul instruirii sale) sumativă. Cu ajutorul lui elevii, pot face dovada că au capacitatea de a investiga un subiect dat, cu metode și instrumente diferite, folosind cunoștințe din diverse domenii. Elevii trebuie să fie orientați și îndrumați și (eventual) sprijiniți de profesor în colectarea datelor necesare (potrivit temei alese sau repartizate), iar pe parcursul realizării proiectului să beneficieze de consultații și de evaluări parțiale.

La aceste evaluări, ca și la evaluarea finală (când proiectul se prezintă sau se susține), profesorul operează cu anumite criterii, referitoare, atât la proces (documentarea, utilizarea datelor și a informațiilor în formularea concluziilor etc.), cât și la produs (structura proiectului, concordanța dintre conținut și temă, capacitatea de analiză și sinteză, relevanța concluziilor, caracterul inedit al rezultatelor etc.). Aceste criterii se recomandă să fie cunoscute și de elevi: colectarea datelor inițiale, reprezentarea schemei de calcul, determinarea și adoptarea numărului de bare și diametrul lor, reprezentarea modului de armare a elementului calculat, reprezentarea secțiunii longitudinale și transversale, indicarea unor noduri, detalieri de armare a elementului, realizarea specificației de armare a elementului calculat, elaborarea borderoului consumului de armătură, оформarea memoriului explicativ și coalei format A1, susținerea proiectului, răspunderea la întrebări.

Examenul reprezintă o metodă de evaluare sumativă la sfârșit de semestru, pentru realizarea examenului sunt prevăzute 3 ore academice. Examenul se desfășurează în cursul sesiunii de examinare și verifică capacitățile elevilor pentru semestrul respectiv. Examenul se realizează în baza testului sumativ (2-3 variante), care conțin întrebări alcătuite conform competențelor profesionale și cele specifice disciplinei. Subiectele examenului sunt examinate la ședința catedrei și aprobate de către directorul adjunct de studii.

Subiectele examenului:

- să fie formulate clar, precis în concordanță cu curriculum și cu temele, valabile pentru desfășurarea examenului în semestrul respectiv;
- să aibă un nivel mediu de dificultate.

Nota finală la cursul de specialitate se constituie ca medie a notei de la evaluarea curentă (nota semestrială) și a notei de la examen. Evaluarea curentă (nota semestrială) constituie 60% din nota finală, respectiv nota de la examen constituie 40%. *Nota de la evaluarea curentă* (nota semestrială) se calculează ca media aritmetică a notelor obținute în cadrul orelor teoretice, lucrărilor practice atât de la contact direct, cât și la studiul individual (2-3 note).

XI. Resursele necesare pentru desfășurarea procesului de studii

Pentru parcurgerea cursului disciplinar *"Calculul construcțiilor"* se recomandă utilizarea următoarelor resurse material minime: documentație de specialitate-manuale, pliante, reviste de specialitate, broșuri, cataloage, normative, material informativ cu suport electronic, proiecte, filme, materiale și accesorii folosite la executarea construcțiilor din beton armat monolit, fișe de documentare, cartea tehnică, fișe de lucru, materiale video, folii, marchere, hârtie, mostre de profile, desene de execuție.

Aparate suport: videoproiector, calculator, tablă interactivă, aplicații grafice pe calculator, informații suport la teme din Internet.

Alte resurse: vizite de studiu pe șantier, reprezentanți ai firmelor de construcții, elevii participanți la un proiect anterior (mentori), documentația tehnică a diferitelor firme producătoare de construcții din beton armat monolit, documente tehnologice (desene de execuție, desene de ansamblu, fișe tehnologice, planuri de operații).

XII. Resursele didactice recomandate elevilor

| Nr. crt. | Denumirea resursei | Locul în care poate fi consultată | Numărul de exemplare disponibile |
|----------|---|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1 | Postelnicu. T. „Îndrumător pentru calculul și alcătuirea elementelor structurale de beton armat.” Editura Tehnica, București, 1992 | Biblioteca | 2 |
| 2 | Ciupac I. „Beton armat și beton precomprimat” Chișinău UTM, 2013 | Biblioteca | 50 |
| 3 | Vlaicu G. „Calculul elementelor de beton armat. Îndrumător de seminar la cursul de construcții de beton armat secția – FCCIA” Editura Conspress, București, 2009 | Biblioteca | 5 |
| 4 | Pascu R. „Comportarea și calculul elementelor din beton armat” Editura Conspress, București, 2008 | Biblioteca | 3 |
| 5 | Postelnicu T. „Beton armat. Calculul elementelor din beton armat” p.I și II, ICB, București, 1996 | Biblioteca | 1 |
| 6 | Popescu H. „Calculul secțiunilor elementelor din beton armat, prelucrarea rapidă.” Editura Academiei Române, București, 1990 | Biblioteca | 1 |
| 7 | Postelnicu T. „Structuri din beton armat pentru clădiri etajate.” Exemple de proiectare. MatrixRom, București, 2008 | Biblioteca | 1 |
| 8 | Postelnicu T. Îndrumător de proiectare. „Structura din beton armat cu 2 niveluri P+1E.” MatrixRom, București, 2001 | Biblioteca | 2 |
| 9 | Calculul, proiectarea și alcătuirea elementelor de construcție din beton armat și precomprimat. NCM F.02.02-2006, Agenția Construcții și dezvoltare a teritoriului RM, 2006 https://www.scribd.com/document/325322064/NCM-F-02-02-2006-pdf | Internet | 21 |