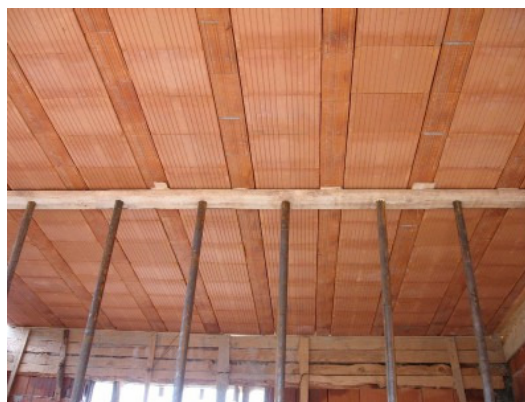


**INDRUMATOR PENTRU UTILIZAREA
PLANSEELOR MIXTE POROTHERM, CU GRINZI
PRECOMPRIMATE, BLOCURI CERAMICE SI
SUPRABETONARE ARMATA, LA CLADIRI CU
DIFERITE TIPURI DE STRUCTURI**

- REVIZIA 2-



BENEFICIAR: SC WIENERBERGER SISTEME DE CARAMIZI SRL

**INDRUMATOR PENTRU UTILIZAREA
PLANSEELOR MIXTE POROTHERM, CU GRINZI
PRECOMPRIMATE, BLOCURI CERAMICE SI
SUPRABETONARE ARMATA, LA CLADIRI CU
DIFERITE TIPURI DE STRUCTURI**

COLECTIV DE AUTORI

- Revizia 2-

Autor: SC IPCT STRUCTURI SRL

- ing. Gh. POPESCU
- ing. Rodica POPESCU

Colaborator: SC WIENERBERGER SISTEME DE CARAMIZI SRL

- ing. Petrus SCUTELNICU
- ing. Amalia CONSTANTIN

IUNIE 2015

**INDRUMATOR PENTRU UTILIZAREA
PLANSEELOR MIXTE POROTHERM, CU GRINZI
PRECOMPRIMATE, BLOCURI CERAMICE SI SUPRABETONARE
ARMATA, LA CLADIRI CU DIFERITE TIPURI DE STRUCTURI**

CUPRINS

I. OBIECTIVUL INDRUMATORULUI

- I.1. Dispozitii generale
- I.2. Lista de referinte
- I.3. Termeni si definitii

II. REGULI PRIVIND PROIECTAREA SI REALIZAREA PLANSEELOR POROTHERM

- II.1 Reguli generale
- II.2. Descrierea sistemului - planseu Porotherm cu grinzi precomprimate, blocuri ceramice de umplutura si suprabetonare armata
- II.3. Tipuri de elemente utilizate la planseele Porotherm
 - II.3.1 - Grinzile precomprimate Porotherm
 - II.3.2 - Blocurile Porotherm pentru plansee

III. ELEMENTE PENTRU PROIECTAREA SI CALCULUL PLANSEELOR POROTHERM

- III.1 Caracteristicile generale ale planseului
- III.2 Ipoteze de calcul
- III.3 Calculul incarcailor
- III.4 Verificarea sectiunii grinzilor Porotherm la incovoiere
- III.5 Verificarea sectiunii grinzilor Porotherm la forta taietoare
- III.6 Verificarea la smulgere a grinzilor Porotherm la reazeme, in cazul rezemarii indirecte
- III.7 Dimensionarea armaturii longitudinale a carcaselor de armatura de la reazemele grinzilor Porotherm, in cazul rezemarii indirecte
- III.8 Dimensionarea armaturii transversale (etrieri) a carcaselor de armatura de la reazemele grinzilor Porotherm, in cazul rezemarii indirecte
- III.9 Dimensionarea necesarului de armare superioara pe reazeme, in cazul rezemarii directe a grinzilor Porotherm
- III.10 Verificarea la starea limita de deformatie
- III.11 Calculul sustinerilor planseului

IV. PREVEDERI CONSTRUCTIVE SI DETALII PRIVIND EXECUTIA PLANSEELOR POROTHERM

IV.1 Montarea schelei de sustinere si a grinzilor prefabricate de planseu

IV.2 Montarea blocurilor ceramice de planseu si indreptarea conectorilor

IV.3 Montarea armaturilor in grinzile - nervuri, armarea centurilor si grinzilor de rigidizare, armarea placii de suprabetonare.

IV.4. Executarea suprabetonarii

IV.5. Asigurarea calitatii

V. PIESE DESENATE

V.1 Detalii pentru structuri in cadre din beton armat

V.2 Detalii pentru structuri de zidarie

V.3 Detalii pentru structuri metalice (informativ)

VI. ANEXE

ANEXA 1. Adresa INCERC NR. 504/24.09.2014

ANEXA 2 - Exemple de modelare a planseului Porothersm pentru o structura in cadre P+4E, respectiv pentru o structura din zidarie confinata P+1E, utilizand programul de calcul structural ETABS v.9.5.0.

I. OBIECTUL INDRUMATORULUI

I.1 Dispozitii generale

(1) Prezentul indrumator stabileste cerintele si criteriile conform carora se utilizeaza planseele realizate cu grinzi precomprimate Porotherm, blocuri ceramice pentru planseu Porotherm 45 si Porotherm 60 si suprabetonare armata, la cladiri cu diverse tipuri de structuri (zidarie, cadre din beton armat si metal) situate în zone seismice.

In continuare, in cuprinsul textului indrumatorului, vom denumi acest sistem de planseu – **planseul Porotherm**.

(2) Prevederile indrumatorului pot fi extinse si la proiectarea planseelor Porotherm pentru lucrari de reamenajari la constructii existente, (de ex. inlocuiri de plansee din lemn) cu conditia precizarii, in expertizele tehnice si proiectele de reamenajare care preced astfel de lucrari, a modalitatilor de legatura dintre centurile perimetrale ale planseelor si elementele structurale verticale.

Se pot utiliza plansee Porotherm si la acoperisuri in panta (de regula de tip terasa) care nu au o inclinatia a pantei mai mare de 10%.

(3) Indrumatorul completează, cu prevederi specifice, următoarele reglementări tehnice în vigoare în prezent, în România:

- Codul de proiectare seismica - partea I – Prevederi pentru cladiri P100-1/2013
- Codul de proiectare pentru structuri din zidarie – CR6-2013
- Codul de proiectare a constructiilor cu pereti structurali din beton armat – CR2-2013
- Codul de proiectare pentru structuri in cadre din beton armat – NP007-97
- STAS 10107/3-90 Plansee cu nervuri dese din beton armat si beton precomprimat. Prescriptii de proiectare
- SR EN 15037-1 – Produse prefabricate de beton. Sisteme de plansee din grinzi si blocuri de umplutura. Partea 1: Grinzi
- SR EN 15037-3 – Produse prefabricate de beton. Sisteme de plansee din grinzi si blocuri de umplutura. Partea 3: Blocuri de argila

(4) In partea desenata din ghid sunt prezentate detaliile curente de alcatuire a planseelor Porotherm pentru diverse tipuri de structuri – de zidarie, in cadre din beton armat sau cadre din metal. In cadrul proiectelor de executie concrete pot aparea si alte tipuri de detalii care vor putea fi aplicate cu conditia verificarii proiectelor respective de catre verificatori atestati MDRT.

I.2 Lista de referinte

(1) Documentele normative prezentate în cele ce urmează conțin prevederi care, prin intermediul referințelor din acest text, devin și prevederi ale acestui Indrumator. Pentru documentele normative mentionate se aplică prevederile celor mai recente ediții ale acestora.

I.2.1. Standarde romanesti

1. **STAS 10100/0-75** - Principii de verificare a sigurantei constructiilor
2. **STAS 10101/0-75** - Acțiuni in constructii. Clasificarea si gruparea acțiunilor
3. **STAS 10101/1-78** - Acțiuni in constructii. Greutati tehnice si incarcari permanente
4. **STAS 10101/2-75** - Acțiuni in constructii. Incarcari datorita procesului de exploatare
5. **STAS 10101/0A-77** - Acțiuni in constructii. Clasificarea si gruparea acțiunilor pentru constructii civile si industriale
6. **STAS 10101/2A1-87** - Acțiuni înconstructii. Incarcari tehnologice din exploatare pentru constructii civile, industriale si agrozootehnice.
7. **STAS 10101/21-92** - Acțiuni înconstructii. Incarcari date de zapada
8. **STAS 10101/23-75** - Acțiuni înconstructii. Incarcari date de temperatura exterioara
9. **STAS 10101/23A-78** - Acțiuni înconstructii. Incarcari date de temperaturi exterioare în constructii civile si industriale.
10. **STAS 10107/0-90** - Calculul si alcatuirea elementelor structurale din beton, beton armat si beton precomprimat.
11. **STAS 10107/1-90** - Plansee din beton armat si beton precomprimat. Prescriptii generale de proiectare
12. **STAS 10107/3-90** - Plansee cu nervuri dese din beton armat si beton precomprimat. Prescriptii de proiectare

I.2.2 Normative si instructiuni

1. **P100-1/2013** – Cod de proiectare seismica. Partea 1 – Prevederi pentru cladiri
2. **CR6 - 2013** – Cod de proiectare pentru structuri din zidarie.
3. **CR0 - 2012** – Cod de proiectare. Bazele proiectarii structurilor in constructii
4. **NE 012/1-2007** – Normativ pentru producerea betonului si executarea lucrarilor din beton, beton armat si beton precomprimat – Partea 1: Producerea betonului
5. **NE 012/2-2010** – Normativ pentru producerea betonului si executarea lucrarilor din beton, beton armat si beton precomprimat – Partea 2: Executarea lucrarilor din beton
6. **ST 009-2011** – Specificatie tehnica privind produse din otel utilizate ca armaturi: cerinte si criterii de performanta

I.2.3 Standarde Europene (adoptate ca standarde române SR EN)

1. **SR EN 1990:2004** – Eurocod 0 – Bazele proiectarii structurilor
2. **SR EN 1991-1-1:2004** – Eurocod 1 – Actiuni asupra structurilor. Partea 1.1 – Actiuni generale. Greutati specifice, greutati proprii, incarcari utile pentru cladiri.
3. **SR EN 1991-1-2:2004** – Eurocod 1 – Actiuni asupra structurilor. Partea 1.2 – Actiuni generale. Actiuni asupra structurilor supuse la foc.
4. **SR EN 1991-1-3:2005** – Eurocod 1 – Actiuni asupra structurilor. Partea 1.3 – Actiuni generale. Incarcari date de zapada.
5. **SR EN 1991-1-5:2004** – Eurocod 1 – Actiuni asupra structurilor. Partea 1.5 – Actiuni generale. Actiuni termice.
6. **SR EN 1991-1-6:2005** – Eurocod 1 – Actiuni asupra structurilor. Partea 1.6 – Actiuni generale. Actiuni pe durata executiei.
7. **SR EN 1991-1-7:2007** – Eurocod 1 – Actiuni asupra structurilor. Partea 1.7 – Actiuni generale. Actiuni accidentale.
8. **SR EN 1992-1-1:2004** – Eurocod 2 – Proiectarea structurilor din beton. Partea 1.1 – Reguli generale si reguli pentru cladiri.
9. **SR EN 1992-1-2:2006** – Eurocod 2 – Proiectarea structurilor din beton. Partea 1.2– Calculul comportarii la foc.
10. **SR EN 1996-1-1:2013** – Eurocod 6 – Proiectarea structurilor din zidarie. Partea 1.1– Reguli generale pentru constructii din zidarie armata si nearmata.
11. **SR EN 1996-1-2:2005** – Eurocod 6 – Proiectarea structurilor din zidarie. Partea 1.2– Reguli generale . Calculul structurilor la foc.
12. **SR EN 1998-1:2004** – Eurocod 8 – Proiectarea structurilor pentru rezistenta la cutremur. Partea 1: Reguli generale, actiuni seismice si reguli pentru cladiri
13. **SR EN 13369:2013** – Reguli generale pentru produse prefabricate din beton
14. **SR EN 15037-1:2008** – Produse prefabricate din beton – Sisteme de plansee cu grinzi si corpuri de umplutura – Partea 1 – Grinzi
15. **SR EN 15037-3+A1:2011** – Produse prefabricate din beton – Sisteme de plansee cu grinzi si corpuri de umplutura – Partea 3 – Blocuri de argila

I.3 Termeni si definitii

Se aplica termenii si definitiile din standardele europene SR EN 15037-1:2008 si SR EN 15037-3+A1:2011.

I.3.1 grinda

element structural linear cu aria sectiunii redusa, executat din beton armat sau beton precomprimat, prefabricat integral sau partial.;

NOTA: In sectiunea grinzii pot fi incluse si elemente care pot sau nu pot contribui la capacitatea de rezistenta a grinzii (ex. placa de baza sau invelis ceramic)

I.3.2 grinda din beton precomprimat

grinda precomprimata cu armatura preintinsa care constituie armarea principala a planseului;

I.3.3 grinda din beton armat

grinda la care armatura longitudinala din bare de otel beton constituie armarea principala a planseului;

I.3.4 grinda autoportanta

grinda din beton armat sau beton precomprimat care asigura capacitatea de rezistenta finala a planseului, independent de orice alta parte componenta a acestuia;

I.3.5 grinda non autoportanta

grinda din beton armat sau beton precomprimat care asigura capacitatea de rezistenta finala a planseului, impreuna cu beton monolit turnat la fata locului si, posibil, si cu aportul blocurilor ceramice;

I.3.6 blocuri

elemente dispuse intre grinzi, realizate din beton obisnuit sau din beton usor, argila, polistiren, plastic sau compozite din lemn;

I.3.7 armatura de conectare

armatura ancorata de o parte si de alta a interfatei dintre grinda si betonul de monolitizare;

NOTA: Poate fi realizata ca diagonale ale unei grinzi cu zabrele, cu bare individuale sau cu bare continue, sub forma unor bucle, posibil cu o bara longitudinala sudata la partea superioara si/sau la partea inferioara.

I.3.8 armatura pentru forta taietoare

armatura inclinata, in general la unghiuri intre 45^0 si 90^0 , fata de axa longitudinala a grinzii;

I.3.9 grinda cu zabrele

structura metalica bidimensionala sau tridimensionala compusa dintr-o bara longitudinala la partea superioara si una sau mai multe bare la partea inferioara si diagonale continue, sau discontinue, care sunt sudate sau conectate mecanic cu barele longitudinale;

I.3.10 sistemul planseu cu grinzi si blocuri

planseu realizat dintr-o combinatie de grinzi paralele cu blocuri dispuse intre ele si, posibil, cu o suprabetonare care poate sau nu sa conteze ca talpa comprimata;

I.3.11 talpa comprimata

talpa superioara comprimata a unei sectiuni a planseului;

NOTA: Ar putea fi o placa de repartitie conectata la nervuri sau o talpa, considerand partea superioara a nervurilor si talpa superioara a blocurilor.

I.3.12 placa de repartitie

placa din beton armat monolit turnata in situ pe toata suprafata planseului, pentru a asigura repartizarea incarcarilor concentrate la nervuri sau care asigura lucrul la incovoiere al planseului intre nervuri;

I.3.13 nervura

grinda care asigura capacitatea de rezistenta finala a planseului, compusa din una sau doua grinzi non autoportante si zona aferenta din suprabetonarea armata;

I.3.14 bloc ceramic non rezistent

bloc ceramic care nu are o functiune mecanica in sistemul final al planseului (denumit NR);

NOTA: Singura functiune mecanica a acestuia este de a constitui un cofraj in timpul realizarii planseului. Sistemele de plansee realizate cu blocuri ceramice non rezistente vor avea intotdeauna o suprabetonare din beton monolit

I.3.15 bloc ceramic semi rezistent

bloc ceramic care participa la transferul incarcarilor la grinzi (denumit SR);

NOTA: In combinatie cu betonul de monolitizare acesta poate contribui la rezistenta finala a sistemului. Totusi, talpa superioara a acestuia nu poate functiona ca o talpa comprimata in sistemul final al planseului.

I.3.16 bloc ceramic rezistent

bloc ceramic care are aceleasi functiuni ca si cel **semi rezistent**, dar a carui talpa superioara poate, in anumite conditii, sa actioneze ca o talpa comprimata in sistemul final al planseului (denumit RR);

I.3.17 bloc ceramic longitudinal

bloc ceramic la care axa perforatiilor este paralela cu grinda;

NOTA: Talpa superioara poate fi partial deschisa

I.3.18 bloc ceramic transversal

bloc ceramic la care axa perforatiilor este perpendiculara pe grinda;

NOTA: Talpa superioara poate fi partial deschisa

I.3.19 bloc ceramic deschis

bloc ceramic non rezistent sau semirezistent fara talpa superioara;

I.3.20 umar de rezemare

o forma data blocului astfel incat acesta sa poata rezema pe grinda;

I.3.21 bloc ceramic de completare

Un bloc cu lungime, latime sau inaltime desemnate sa asigure realizarea unui planseu ale carui dimensiuni nu sunt multiplu al dimensiunilor blocului;

I.3.22 familie

un grup de produse pentru care rezultatele incercarilor pentru una sau mai multe caracteristici pentru orice produs din familie sunt valabile si pentru celelalte produse din familie;

I.3.23 grinda de rigidizare

grinda din beton armat, dispusa constructiv perpendicular pe nervuri (vezi I.3.13), la planseele cu deschideri mai mari de 4.0m, cu rolul de a impiedica pierderea stabilitatii grinzilor principale (nervurilor).

II. REGULI PRIVIND PROIECTAREA SI REALIZAREA PLANSEELOR POROTHERM

II.1. Reguli generale

La structurile la care urmeaza sa fie utilizate plansee Porotherm se recomanda a se avea in vedere, inca de la proiectarea partiurilor de arhitectura, unele reguli care sa conduca la o executie eficienta, fara ajustari ale grinzilor Porotherm sau ale blocurilor ceramice pe santier. Cele mai importante reguli ar fi:

- proiectarea partiurilor de arhitectura se recomanda a se face astfel incat distantele intre peretii structurali sau intre grinzile cadrelor sa fie modulate pe dimensiunea blocurilor ceramice – $m \times 25$ cm pe directia paralela cu grinzile Porotherm si $n \times 45 + 12$ respectiv $n \times 60 + 12$, pe directia perpendiculara pe grinzile Porotherm (m-numar de module de 25cm; n=numar de intervale intre axele grinzilor Porotherm); la structurile din zidarie cu blocuri ceramice Porotherm, aceasta modulare trebuie sa fie corelata si cu modularea dimensiunilor pentru zidaria peretilor. In cazurile in care aceste distante nu pot fi modulate astfel, in caietul de sarcini din proiectul de structura si in detaliile din proiect se va specifica obligatia executantului de a ajusta blocurile ceramice sau grinzile Porotherm numai prin taiere cu disc diamantat si nu prin lovire cu ciocanul.

- la proiectarea instalatiilor, care se recomanda a se face in paralel cu proiectarea partiurilor de arhitectura, se va avea in vedere gruparea coloanelor de instalatii in zone restranse pentru a limita la minimum golurile de trecere prin plansee; in cazurile in care acest lucru nu este posibil, proiectantii de instalatii vor consulta proiectantii structuristi inainte de a prevedea golurile de trecere prin plansee; este extrem de riscant ca golurile de instalatii sa fie perforate dupa executarea planseului si mai ales dupa executarea tencuielilor la intrados; prin spargerile ulterioare pentru goluri pot fi afectate grav grinzile precomprimate cu compromiterea totala a rezistentei planseului; se interzice trecerea conductelor de instalatii – termice si electrice prin suprabetonarea de deasupra blocurilor ceramice Porotherm; acestea vor fi dispuse fie in sape deasupra suprabetonarii, fie la intrados, sub tavane false din gips carton.

- inainte de definitivarea partiurilor de arhitectura se va consulta inginerul structurst in vederea stabilirii dimensiunilor preliminare ale elementelor structurale – grosimi de pereti, latimi de grinzi etc. si pentru negocierea cu arhitectul a distantelor intre aceste elemente structurale;

- la structurile cu pereti structurali din zidarie, avand in vedere regimul redus de inaltime (si deci eforturile de compresiune reduse de la baza peretilor), proiectantul de structura va analiza posibilitatea dispunerii grinzilor Porotherm alternativ, pe directii perpendiculare in celule invecinate, astfel incat peretii structurali sa aiba eforturi de compresiune din incarcarile gravitationale cat mai uniforme pe cele doua directii de calcul;

aceasta in vederea obtinerii unor capacitati de rezistenta apropiate la fortele orizontale seismice; in acelasi scop, in cazurile in care celulele structurale in care se realizeaza planseele au dimensiuni apropiate pe cele doua directii (raportul laturilor este mai mic de 1.5), se poate avea in vedere si schimbarea directiei de rezemare, la celulele suprapuse pe diferite nivele.

II.2 Descrierea sistemului - planseu Porothersm cu grinzi precomprimate, blocuri ceramice de umplutura si suprabetonare armata

(1) Planseul Porothersm este un planseu compozit alcatuit din:

- grinzi prefabricate, din beton precomprimat cu invelis ceramic, dispuse ca nervuri dese la distante interax de 45cm sau 60cm – denumite in continuare **grinzile Porothersm**;
- blocuri ceramice de planseu, cu goluri orizontale, de doua tipuri – **Porothersm 45** si **Porothersm 60**;
- suprabetonare din beton armat monolit cu grosimi de 4cm; 6cm sau mai mare, in cazurile in care este necesara din dimensionarea nervurilor dese ale planseului - de ex. 8cm;



Fig. 1 – Un planseu Porothersm in executie

Grinzile precomprimate sunt produse in Ungaria, iar blocurile ceramice sunt produse in Romania, de firma Wienerberger.

Capacitatea portanta a planseului Porothersm a fost testata in cadrul experimentarilor derulate de catre Institutul pentru Controlul Calitatii din Budapesta si a experimentarilor suplimentare efectuate la INCERC Bucuresti. **Mentionam ca experimentarile din Budapesta s-au facut pentru grosimi ale suprabetonarii de 4 si respectiv 6 cm, iar in rapoartele de incercari capacitatile de rezistenta ale grinzilor compozite, cu armatura inferioara pretensionata sunt furnizate pentru aceste grosimi ale suprabetonarii.**

Pentru determinarea capacității de deformare la forțe orizontale, și aprecierea rigidității în planul planșeului, la INCERC București a fost realizat, în aprilie 2007, un test, în urma căruia s-a concluzionat că, în alcatuirea cu suprabetonare de 5-6 cm „...planșeele de tip Porothersm **sunt rigide în plan orizontal...**” încadrându-se în prevederile pct. 8.5.2.2 alin (2) din P100-1/2006 conform scrisoare INCERC nr. 1123/01.06.2007.

Institutul National de Cercetare INCERC București a reafirmat comportarea de saibă rigidă a planșeului Porothersm în cadrul scrisorii nr.504/24.09.2014: „...planșeul ceramic tip Porothersm poate să fie considerat planșeu rigid în plan orizontal, conform art. 8.4.1.(7) din P100-1/2013.”

Referitor la comportarea ca diafragma orizontală rigidă, care poate transmite la elementele structurale verticale încărările orizontale din seisme, se poate spune că, din punct de vedere constructiv planșeul Porothersm satisface toate cerințele prevăzute de SR EN 15037-1:2008 și anume (se vor consulta piesele desenate anexate Inginerului):

- grosimile suprabetonării de 5-6cm (cum sunt menționate în raportul INCERC) sunt peste cele minime specificate în Anexa B a SR EN 15037-1:2008 la pct B2.3. – respectiv grosimea suprabetonării să fie mai mare de 30mm în cazurile în care rezistența la străpungere din încovoiere a blocurilor este mai mare de 2.5kN (valoarea acestei rezistențe, declarată de producător și verificată prin încercări la INCERC, este de 4kN) – vezi pct. II.2.2. de mai jos.

- suprabetonarea este armată cu plase sudate Ø6/100 – Ø6/100mm (sau, în varianta Ø8/200 – Ø8/200mm) ceea ce înseamnă o arie de armatură de 2.83cm²/m (respectiv 2.0cm²/m) față de armarea minimă prevăzută în SR EN 15037-1:2008 Anexa G – 1.4cm²/m armatură perpendiculară pe grinzi, în zone seismice cu risc ridicat.

- armatura din câmpul suprabetonării este complet ancorată pe reazeme (grinzi sau pereți) fie prin prevederea unor bare suplimentare cu secțiune echivalentă în cazul armării cu plase sudate, fie prin ancorarea barelor independente cu ciocuri pe reazeme. – Anexa G pct.G1.

Având în vedere că o grosime a suprabetonării de 4cm face dificilă realizarea acoperirilor armaturilor cu beton, întrucât ancorarea cu calareți pe reazeme mărește numărul de suprapuneri pe cele două direcții la intersecțiile de grinzi și pereți, **este recomandat ca grosimea minimă a suprabetonării deasupra blocurilor ceramice să fie de 6cm.**

(2) Planșeul Porothersm conform prevederilor STAS 10107-3/90, este un planșeu cu nervuri dese, **cu reazemare pe o singură direcție.**

Conform prevederilor aceluiași STAS:

- planșeele cu nervuri dese pot fi utilizate când încărările temporare sunt uniform distribuite sau asimilabile cu acestea și se aplică static, iar valoarea de exploatare a acestor

incarcari este cel mult egala cu $1,5 \times$ valoarea incarcarii permanente; din tabelul 2 de mai jos rezulta ca greutatea proprie a planseului variaza, (in cazul grosimii suprabetonarii de 6cm) de la 3.1 la 3.8 kN/m^2 , ceea ce inseamna o incarcare utila maxima de cca. $4.6 - 5.7 \text{ kN/m}^2$.

- nu este recomandata utilizarea planseelor cu nervuri dese in cazul celor solicate de incarcari concentrate mai mari de 3 kN , de incarcari mobile, sau aplicate dinamic pe placa.

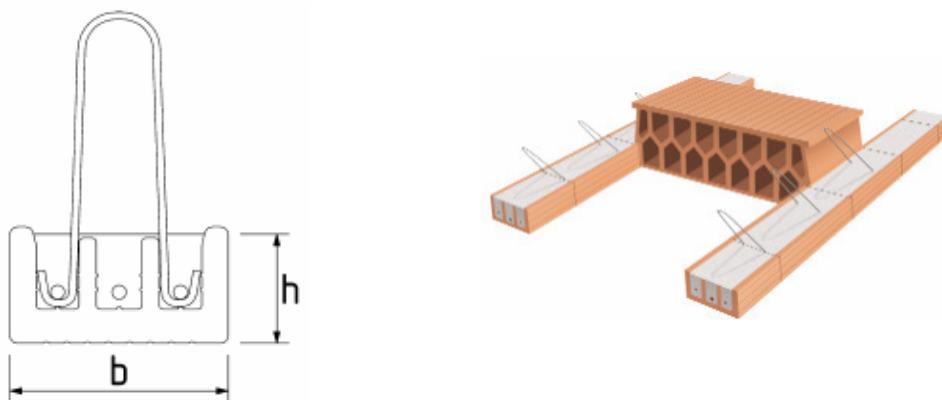
II.3 Tipuri de elemente utilizate la planseele Porotherm

II.3.1 Grinzile precomprimate Porotherm

(1) Grinzile Porotherm sunt grinzi prefabricate din beton precomprimat, cu armatura prentinsa, in invelis ceramic (elemente ceramice speciale tip T250), dispuse ca nervuri dese, la interax de 45 cm sau 60 cm , in functie de tipul blocului ceramic Porotherm.

(2) Grinzile reazema pe o lungime de cel putin 125 mm , pe peretii sau grinziile structurii; exista si posibilitatea rezemarii indirecte prin intermediul unor carcase din otel beton inglobate in betonul de monolitizare din nervuri; in acest caz capetele grinzilor precomprimate vor fi incastrate intr-o zona monolita a carei latime va fi dimensionata conform prevederilor SR EN 15037-1:2008 – anexa D – vezi cap. III.6.

(3) Lungimile de fabricatie sunt intre 1.75 m si 7.25 m cu variatia lungimii cu un modul de 25 cm . (vezi tabelul 1 de mai jos).



b x h = 120 mm x 65 mm

Fig. 2 - Grinda prefabricata planseu Porotherm

Dimensiuni (sectiune b x h)	120 mm x 65 mm
Lungimea de fabricatie	$1.75 \div 7.25 \text{ m}$
Dimensiunea modului de lungime de fabricatie	25 cm
Greutatea	16 kg/ml

(4) Caracteristicile materialelor din care sunt realizate grinzile Porothersm, conform fiselor tehnice ale producatorului, si conform datelor din dosarele tehnice puse la dispozitie de beneficiar sunt :

Armatura pretensionata a grinzii conform ÖNORM 4258-ST180/200 - productie

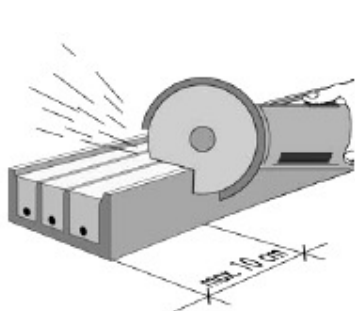
Austria - (se poate asimila cu armatura din standardul romanesc **ST 009-2011**) :

- toroane din sarma pentru beton precomprimat Ø2,5mm:
- cu rezistenta la intindere $f_{pk} = 1960 \text{ N/mm}^2$
- limita de elasticitate conventionala la 0.1% $f_{p0.1k} = 1765 \text{ N/mm}^2$
- rezistenta de calcul la tractiune $f_{pd} = 1500 \text{ N/mm}^2$

Conectori otel BSH 55.50 conform MSZ 339 - productie Ungaria:

- bare de otel beton Ø 4,2 mm:
- rezistenta la intindere $f_t = 560 \text{ N/mm}^2$
- limita de elasticitate de 0.2% $f_{0.2k} = 500 \text{ N/mm}^2$
- rezistenta de calcul la tractiune $f_{ywd} = 420 \text{ N/mm}^2$

Beton element prefabricat clasa C 30/37- conform SR EN 206-1- productie Ungaria, (se poate asimila cu betonul de clasa C30/37 din norma romaneasca NE 012/1-2007 si EC2)



$$f_{ck,cil} = 30 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ck,cub} = 37 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = 20 \text{ N/mm}^2$$

Fig. 3 Ajustarea lungimii grinzii este permisa numai prin sectionare cu disc diamantat, prin scurtarea cu cate max. 10 cm din capetele grinzii

(5) In acceptia SR EN 15037-1:2008 grinzile precomprimare Porothersm sunt **grinzi non autoportante** (vezi cap. I.3), acestea asigurand capacitatea de rezistenta finala a planseului, impreuna cu betonul monolit turnat in situ.

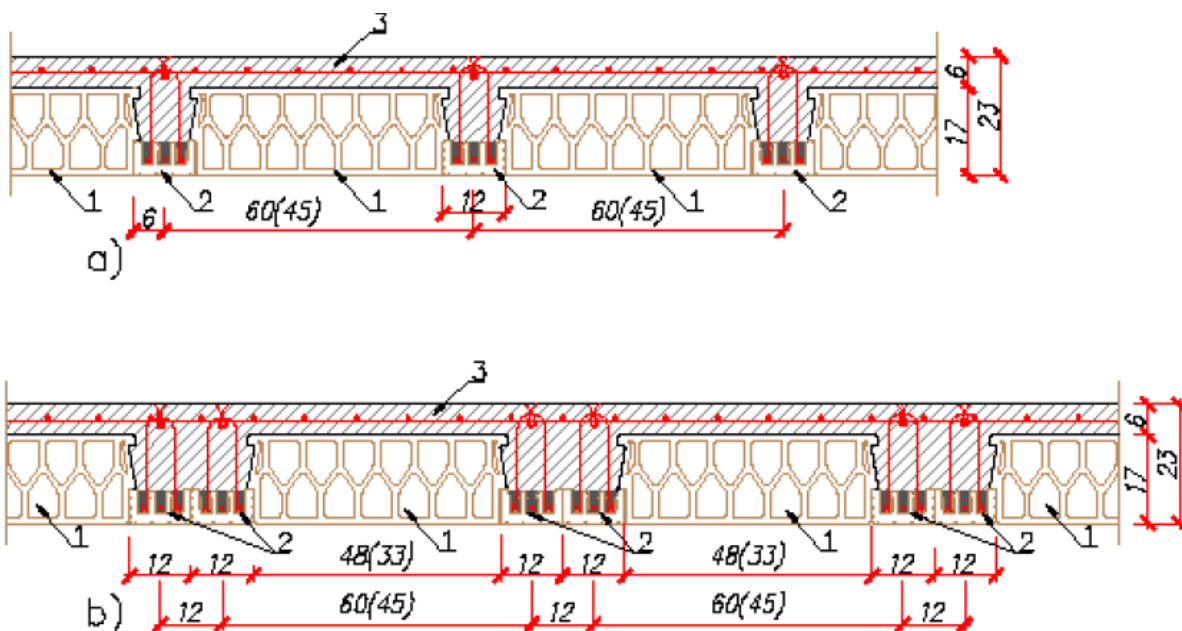
(6) Caracteristicile dimensionale si greutatile grinzilor sunt prezentate in tabelul 1 de mai jos (s-a pastrat notarea furnizorului pentru fiecare tipodimensiune F175 ÷ F725).

Tabel 1 - Caracteristicile grinzilor precomprimate (declarate de producator)

Denumirea	Lungimea	Distanța dintre pereti	Numărul toroanelor	Numărul conectorilor	Greutate totală grinda
	cm	cm	buc	buc	kg/buc
F175	175	150	5	7	28
F200	200	175	5	7	32
F225	225	200	5	7	36
F250	250	225	5	7	40
F275	275	250	5	7	44
F300	300	275	6	7	48
F325	325	300	7	7	52
F350	350	325	8	7	56
F375	375	350	9	9	60
F400	400	375	10	9	64
F425	425	400	12	9	68
F450	450	425	13	9	72
F475	475	450	14	11	76
F500	500	475	16	12	80
F525	525	500	17	12	84
F550	550	525	17	14	88
F575	575	550	19	14	92
F600	600	575	19	12	96
F625	625	600	19	15	100
F650	650	625	19	14	104
F675	675	650	19	14	108
F700	700	675	19	16	112
F725	725	700	19	16	116

(7) În funcție de valorile încărcărilor de calcul și de necesarul de capacitate de rezistență, planșeele pot fi realizate în sistem cu grinzi simple sau cu grinzi duble – **figura 4**.

Se pot utiliza grinzi duble, sau chiar triple, și în cazul unui planșeu realizat curent cu grinzi simple, pentru întărirea locală, în zonele cu încărcări sporite (de. ex sub pereții despărțitori) sau pentru bordarea unor goluri mari de instalații.



Legenda:

1. Bloc ceramic Porotherm60(45)
2. Grinda prefabricata din beton precomprimat Porotherm
3. Suprabetonare C20/25

a) structura simpla de grinzi

b) structura dubla de grinzi

Figura 4 – Dispunerea grinzilor Porotherm in structura simpla sau dubla

(8) Dispunerea conectorilor in lungul grinzilor, conform fiselor tehnice ale produsului, este prezentata in **Figura 5a** si **Figura 5b** de mai jos.

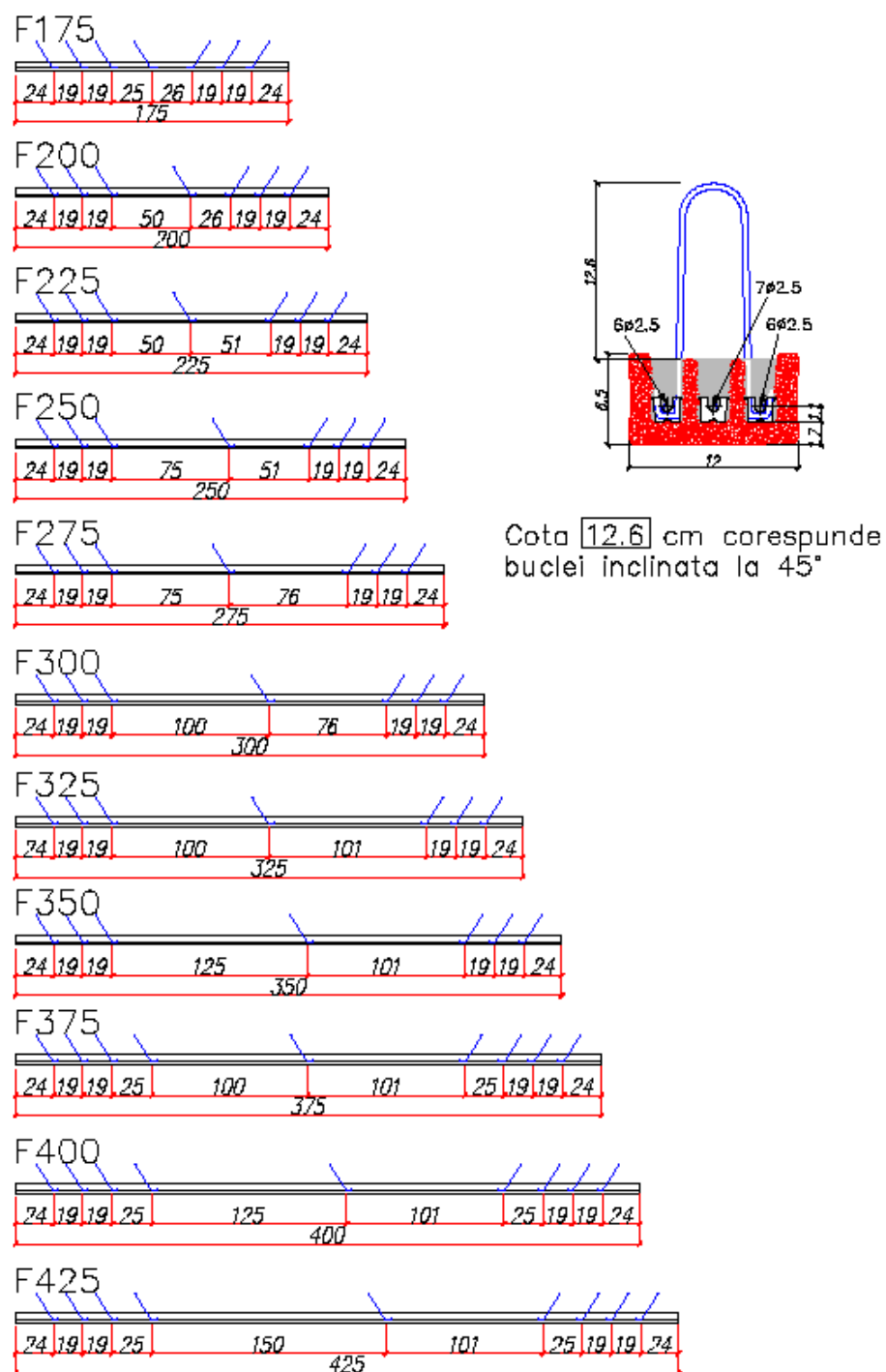


Figura 5a – Dispunerea conectorilor in lungul grinzilor Porotherm (F175 – F425)

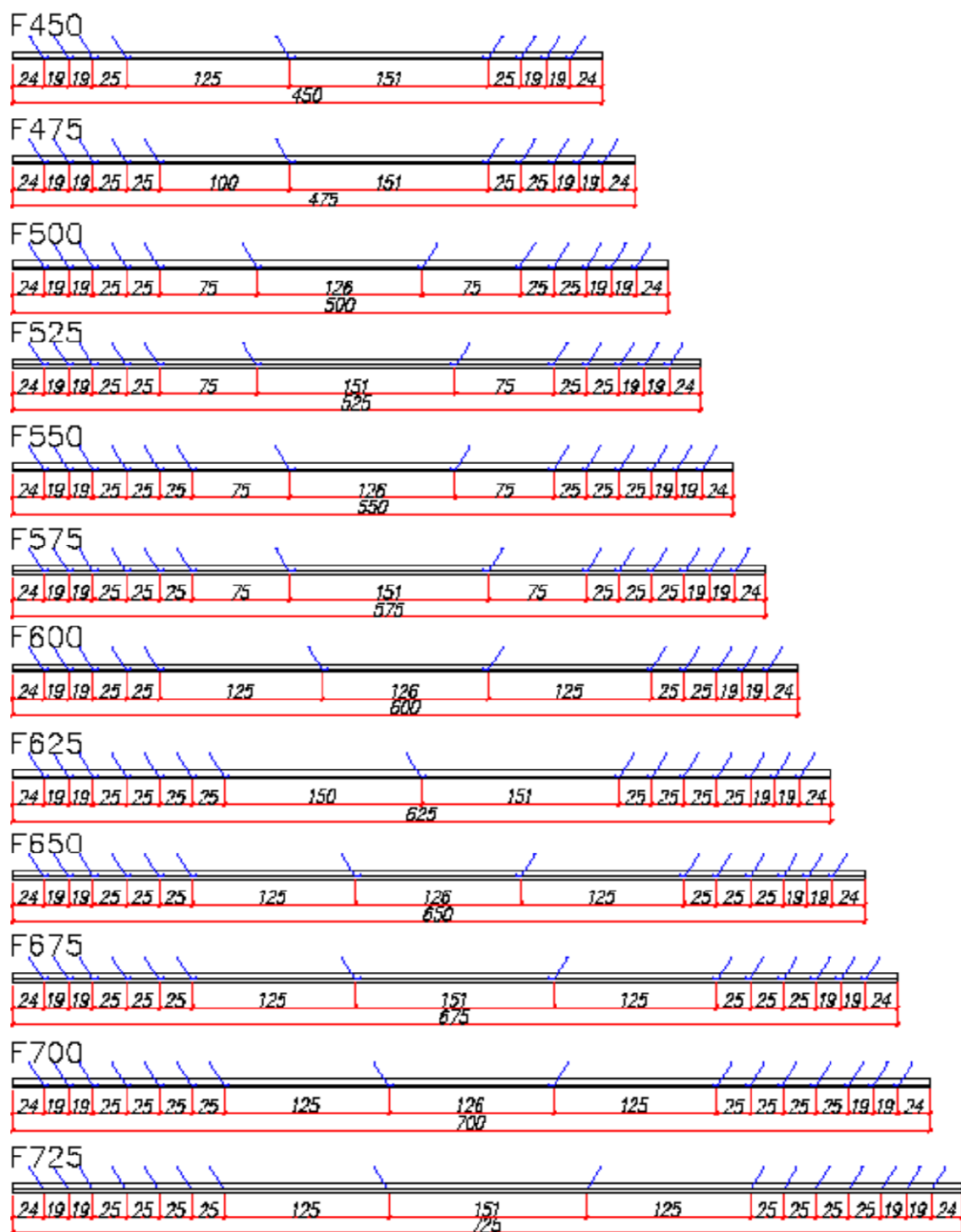


Figura 5b – Dispunerea conectorilor in lungul grinzilor Porotherm (F450 – F725)

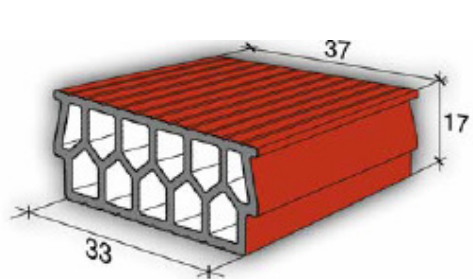
II.3.2 Blocurile Porotherm pentru plansee

(1) Blocurile pentru plansee sunt blocuri ceramice cu goluri orizontale cu forma apropiata de un paralelipiped dreptunghic, sectiunea transversala fiind apropiata de cea a unui trapez isoscel.

(2) In sistemul planseu ceramic Porotherm blocurile ceramice Porotherm 45 si Porotherm 60 sunt considerate in calcul ca fiind **semirezistente** (vezi cap. I.3) – nu se considera in calcul contributia talpii superioare a acestora la sectiunile active ale nervurilor planseului.

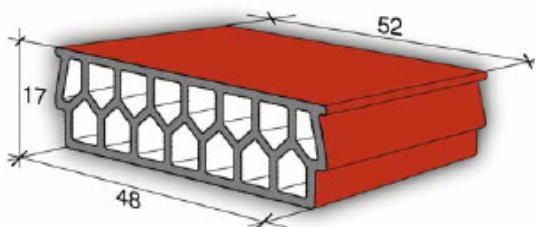
(3) Mai jos sunt prezentate caracteristicile dimensionale si tehnice ale celor doua tipuri de blocuri.

Fig. 6 - Bloc ceramic pentru planseu Porotherm 45



Dimensiuni	250 x 370 x 170 mm
Distanța interax între grinzile precomprimate	45 cm
Greutate	11 kg/buc
Forța medie de rupere la încovoiere	5.5 kN
Conductivitate termică λ (W/m K)	0.51
Rezistența la transfer termic R (m ² K/W)	0.34
Coeficient de absorbție fonică	48.5 dB
Densitate aparentă	max 700 kg/mc

Fig. 7 - Bloc ceramic pentru planseu Porotherm 60



Dimensiuni	250 x 520 x 170 mm
Distanța interax între grinzile precomprimate	60 cm
Greutate	15 kg/buc
Forța medie de rupere la încovoiere	4.5 kN
Conductivitate termică λ (W/m K)	0.51
Rezistența la transfer termic R (m ² K/W)	0.34
Coeficient de absorbție fonică	48.5 dB
Densitate aparentă	max 700 kg/mc

;

III. ELEMENTE PENTRU PROIECTAREA SI CALCULUL PLANSEELOR POROTHERM

III.1. CARACTERISITICILE GENERALE ALE PLANSEULUI

Caracteristicile generale geometrice, fizice si consumurile specifice de materiale pentru grosimi ale suprabetonarii de 4cm si de 6cm, sunt prezentate mai jos in Tabelul 2.

Valorile din tabel sunt conform specificatiilor tehnice din documentele WIENERBERGER.

TABELUL 2 - Date tehnice generale pentru planseul Porothersm - consumuri specifice de materiale

Datele geometrice, cantitative, fizice si constructive ale planseului										
Structura grinzi			Structura simpla de grinzi				Structura dubla de grinzi			
Grosimea planseului		cm	21	21	23	23	21	21	23	23
Grosimea suprabetonarii		cm	4	4	6	6	4	4	6	6
Distanța interax între grinzi la Porothersm		cm	45	60	45	60	45	60	45	60
Consum specific grinzi		ml/m ²	2,22	1,67	2,22	1,67	3,51	2,78	3,51	2,78
Consum specific blocuri ceramice		buc/m ²	8,89	6,67	8,89	6,67	7,02	5,56	7,02	5,56
Consum specific beton monolit		l/m ²	63	57	83	77	81	73	101	93
Greutatea planseului turnat monolit (umed)		kN/m ²	2,8	2,6	3,3	3,1	3,3	3,0	3,8	3,5
Rezistența la transfer termic	R _f	m ² K/W	0,293	0,310	0,307	0,325	0,255	0,276	0,269	0,290
Permeabilitate la vapori	δ	10 ⁻⁹ Kg/msPa	0,0269	0,0279	0,0242	0,0250	0,0233	0,0249	0,0213	0,0256
Coeficienti de difuzie de vapori	μ	-	6,17	5,95	6,87	6,64	7,12	6,67	7,79	7,38

III.2 IPOTEZE DE CALCUL

(a) Ipotezele de calcul pentru calculul planseelor Porotherm sunt cele mentionate in STAS 10107/3-90 – Plansee cu nervuri dese din beton armat si beton precomprimat.

(b) Conform STAS-ului :

- la planseele cu nervuri dispuse pe o singura directie, nervurile **se calculeaza ca grinzi obisnuite din beton armat sau beton precomprimat (indiferent de tipul de structura in care sunt prevazute).**

- **dimensionarea nervurilor se face considerand ca sunt simplu rezemate;**

- de regula, in calculul planseelor cu corpuri de umplutura nu se ia in considerare aportul corpurilor de umplutura si a eventualelor monolitizari intre nervuri si corpurile de umplutura;

- calculul la forta taietoare **se poate face** asimiland aria portiunii active a corpului de umplutura cu o arie echivalenta de beton, de aceeaasi clasa cu cea prevazuta in nervuri dedusa prin inmultirea cu raportul rezistentelor;

- calculul la starea limita de deformatii **se poate face** asimiland aria portiunii active a corpului de umplutura cu o arie echivalenta de beton de aceeaasi clasa cu cea prevazuta in nervuri prin inmultirea cu raportul modulilor de elasticitate.

In cazul planseelor Porotherm nu se va lua in calcul la nici una dintre verificari aria nervurilor corpului de umplutura; avand in vedere grosimile mici ale nervurilor aportul acestora va fi nesemnificativ in raport cu aportul betonului si armaturii. Totodata blocurile Porotherm sunt considerate in calcul ca blocuri semirezistente (vezi pct. I.3.5 si II.3.2), astfel ca talpa superioara a acestora nu poate fi considerata ca talpa comprimata in sistemul final al planseului.

In cazuri particulare, de exemplu cand grinzile Porotherm ies in consola peste reazemele marginale pentru a sustine balcoane, se poate avea in vedere si o schema de rezemare cu continuitate pe unul dintre reazeme. Armatura pentru preluarea momentelor negative se va dispune in nervuri si/sau in suprabetonare si se va dimensiona ca pentru o grinda din beton armat fara a tine seama de aportul grinzilor Porotherm.

III.3 CALCULUL INCARCARILOR

Pe planseu pot actiona urmatoarele tipuri de incarcari:

1. incarcari permanente datorate greutatilor proprii ale: suprabetonarii armate, blocurilor ceramice Porotherm, grinzilor precomprimate Porotherm, tencuielii de la partea inferioara a planseului si straturilor pardoselilor;
2. incarcari utile datorate procesului de exploatare a cladirilor ;

3. incarcari temporare datorate peretilor despartitori nestructurali care sprijina pe planseu.

Pentru calculul planseului se folosesc valorile de calcul ale incarcarii obtinute prin inmultirea valorilor normate cu coeficientii incarcarii n_i .

Incarcarea permanenta normata, uniform distribuita, pe planseu se calculeaza cu relatia:

$$g^n = \sum_{i=1}^n d_i \times \gamma_i \quad ; \text{ [daN/m}^2\text{]} \quad (1)$$

unde :

d_i – grosimea stratului component al planseului in m ;

γ_i – greutatea tehnica a materialului din care este realizat stratul respectiv, in daN/m³.

Incarcarea utila normata (datorata procesului de exploatare) este in functie de destinatia constructiei (de ex. de 150 daN/m² in incaperile de locuit, de 300 daN/m² in casa scarii si 200 daN/m² la balcoane, etc). **Valoarea normata, uniform distribuita, a acestei incarcari nu poate depasi 1.5 x greutatea proprie, uniform distribuita, a planseului (vezi Tabelul 2).**

Incarcarea temporara normata datorata peretilor despartitori se calculeaza mai intai ca o incarcare totala, in daN, cu relatia :

$$G_{pd}^n = d_p \times h_p \times l_p \times \gamma_p + 2 \times d_t \times h_p \times l_p \times \gamma_t \quad ; \text{ [daN]} \quad (2)$$

Unde :

d_p – grosimea peretelui despartitor (m) ;

h_p – inaltimea peretelui despartitor (m) ;

l_p – lungimea peretelui despartitor, in plan, **aferenta zonei de planseu calculata** (m) ;

γ_p – greutatea tehnica a materialului din care este realizat peretele despartitor in daN/m³ ;

d_t - grosimea tencuielii peretelui despartitor (m) ;

γ_t – greutatea tehnica a tencuielii peretelui despartitor in daN/m³ .

Aceasta incarcare totala se transforma in incarcare uniform distribuita pe m² de planseu cu relatia :

$$g_{pd}^n = \frac{P_{pd}^n}{S_{placa}} \quad ; \text{ [daN/m}^2\text{]} \quad (3)$$

unde S_{placa} – suprafata zonei de planseu calculata pe care reazema peretele despartitor.

In cazul in care un perete despartitor este dispus paralel cu grinzile Porotherm, greutatea acestuia se repartizeaza ca o incarcare uniform distribuita, in daN/ml la grinda (sau grinzile adiacente) pe care acesta reazema:

$$g_{pd}^n = \frac{P_{pd}^n}{l_{grinda}} ; [\text{daN/m}] \quad (4)$$

Incarcarea de calcul datorata peretilor despartitori se calculeaza mai intai ca o incarcare totala in daN cu relatia :

$$G_{pd}^c = n \times (d_p \times h_p \times l_p \times \gamma_p + 2 \times d_t \times h_p \times l_p \times \gamma_t) [\text{daN}] \quad (5)$$

unde :

n - coeficientul gruparii de incarcari

Aceasta incarcare totala se transforma in incarcare uniform distribuita pe m² de planseu sau pe metru liniar de grinda ca si in cazul incarcarilor normate.

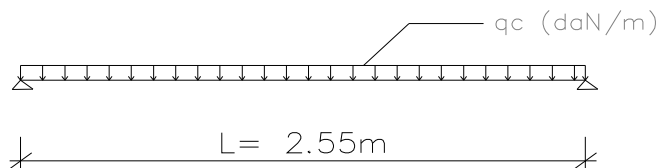
III.3.1 Exemplu de calcul a incarcarilor uniform distribuite pe plansee si pe grinzile planseelor

Caz A : (fara perete despartitor)

Element	g^n (daN/m ²)	n	g^c (daN/m ²)
Tencuiala 0.015x1900	28.5	1,35	38.5
Suprabetonare din beton armat 0.06x2500	150.0	1,35	202,5
Sapa 0.04x1900	76.0	1,35	102,6
Parchet 0.01x800	8.0	1,35	10.8
Corpuri ceramice 700x0.17	119.0	1,35	160,7
Utila	150.0	1,50	225.0
Perete despartitor	-	-	-
Total	531.5		740.1

Coeficientii incarcarilor s-au considerat conform Codului CR0-2012 – “Bazele proiectarii constructiilor”.

Incarcarea din planseu aferenta unei grinzi se calculeaza inmultind valoarea de calcul a incarcarii din planseu in daN/m^2 cu distanta dintre doua grinzi, respectiv 0.45m sau 0.60m.



$q_c (\text{daN/m}) = \text{greutate grinda (valoare de calcul)} + \text{incarcare din planseu (valoare de calcul)}$

Rezulta:

$q_{c, \text{planseu}} = g_{c, \text{planseu}} (\text{daN/m}^2) \times d = 740.1 \times 0,45 = 333.0 \text{ daN/m}$ (la planseul cu blocuri PTH 45)
sau

$q_{c, \text{planseu}} = g_{c, \text{planseu}} (\text{daN/m}^2) \times d = 740.1 \times 0,60 = 444.0 \text{ daN/m}$ (la planseul cu blocuri PTH 60)
 $g_{c, \text{grinda}} = 1.35(g^n + g^s)$

unde :

$g^n = \text{greutatea grinzii Porothersm} - 16 \text{ daN/m}$

$g^s = \text{greutatea suprabetonarii grinzii Porothersm (exclusiv grosimea suprabetonarii curente deasupra blocurilor ceramice - dispunere simpla de grinzi)} - 28 \text{ daN/m}$

Rezulta:

$g_{c, \text{grinda}} = 1.35(g^n + g^s) = 1.35(16+28) = 60 \text{ daN/m}$

si

$q_c = 333.0 + 60.0 = 393 \text{ daN/m} = 3.93 \text{ kN/m}$ (pentru distanta intre grinzi de 45cm)

sau

$q_c = 444.0 + 60.0 = 504 \text{ daN/m} = 5.04 \text{ kN/m}$ (pentru distanta intre grinzi de 60cm)

Caz B : (cu perete despartitor)

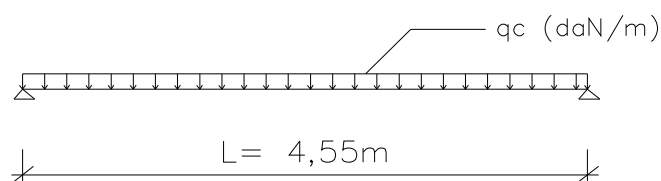
Element	$q^n (\text{daN/m}^2)$	n	$q^c (\text{daN/m}^2)$
Tencuiala 0.015x1900	28.5	1,35	38.5
Suprabetonare din beton armat 0.06x2500	150.0	1,35	202,5
Sapa 0.04x1900	76.0	1,35	102,6

Parchet 0.01x800	8.0	1,35	10.8
Corpuri ceramice 700x0.17	119.0	1,35	160.7
Utile	150.0	1,5	225.0
Perete despartitor	80*	1,05	84.0
Total	611.5		824.1

* valoare orientativa ce se calculeaza conform relatiilor de mai sus

Coeficientii incarcarilor s-au considerat conform Codului CR0-2012 – “Bazele proiectarii structurilor in constructii”.

Incarcarea din planseu aferenta unei grinzi se calculeaza inmultind valoarea de calcul a incarcarii din planseu in daN/m^2 cu distanta dintre doua grinzi., respectiv 0.45m sau 0.60m.



$q_c \text{ (daN/m)} = \text{greutate grinda (valoare de calcul)} + \text{incarcare din planseu (valoare de calcul)}$

$q_{c, \text{planseu}} = q_{c, \text{planseu}}(\text{daN/m}^2) \times d = 824.1 \times 0,45 = 370.9 \text{ daN/m}$ (la planseul cu blocuri

Porothersm45)

sau

$q_{c, \text{planseu}} = q_{c, \text{planseu}}(\text{daN/m}^2) \times d = 824.1 \times 0,60 = 494.5 \text{ daN/m}$ (la planseul cu blocuri

Porothersm60)

$g_{c, \text{grinda}} = 1.35(g^n + g^s)$

unde :

g^n = greutatea grinzii Porothersm – 16 daN/m

g^s = greutatea suprabetonarii grinzii Porothersm (exclusiv grosimea suprabetonarii curente deasupra blocurilor ceramice – dispunere simpla de grinzi) – 28 daN/m

$g_{c, \text{grinda}} = 1.35(g^n + g^s) = 1.35(16+28) = 60 \text{ daN/m}$

si

$q_c = 370.9 + 60.0 = 430.9 \text{ daN/m} = 4.31 \text{ kN/m}$ (pentru distanta intre grinzi de 45cm)

sau

$q_c = 494.5 + 60.0 = 554.5 \text{ daN/m} = 5.55 \text{ kN/m}$ (pentru distanta intre grinzi de 60cm)

III.4 VERIFICAREA SECTIUNII GRINZILOR POROTHERM LA INCOVOIERE

Pentru verificarea sectiunii grinzilor Porotherm la incovoiere se pot utiliza tabelele cu valorile capacitatilor de rezistenta M_H si/sau q_H , calculate si verificate prin incercari de laborator la producator, in Ungaria. – vezi tabelul 3 de mai jos.

Aceste valori insa, sunt date pentru cazurile particulare experimentate, cu grinzi prefabricate executate in Ungaria si cu beton de suprabetonare clasa C16/20. Avand in vedere ca SR EN 15037-1 accepta pentru suprabetonare doar beton de clasa minima C20/25, pot fi folosite numai pentru verificari rapide, acoperitoare.

Lungimile de calcul pentru calculul eforturilor se considera, conform precizarilor din anexa E la SR EN 15037-1:2008, cap. E1:

$$L=L_0+5\text{cm}$$

Unde L_0 este distanta intre fetele reazemelor (grinzi sau pereti).

Pentru exemplul de incarcari de mai sus de la cap III.3.1 vom avea:

- Cazul A (pentru distanta intre grinzi de 60cm)

Lungimea de calcul $l=2.55$ m

$$M_c = \frac{q_c \times l^2}{8} = \frac{504 \times 2.55^2}{8} = 409.6 \text{ daNm} = 4.10 \text{ kNm} \leq M_H = 7,1 \text{ kNm (vezi tabelul 3)}$$

- Cazul B (pentru distanta intre grinzi de 60cm)

Lungimea de calcul $l=4.55$ m

$$M_c = \frac{q_c \times l^2}{8} = \frac{555 \times 4.55^2}{8} = 1436.2 \text{ daNm} = 14.40 \text{ kNm} \leq M_H = 19.2 \text{ kNm (vezi tabelul 3)}$$

Vom verifica aceasta relatie si pentru lungimea maxima a grinzilor precomprimate Porotherm – grinda F725, pentru care lungimea de calcul este $L=7.05$ m (cu incarcare uniform distribuita corespunzator cazului B).

$$M_c = \frac{q_c \times l^2}{8} = \frac{555 \times 7.05^2}{8} = 3448 \text{ daNm} = 34.50 \text{ kNm} > M_H = 25.6 \text{ kNm (vezi tabelul 3)}$$

Rezulta ca este necesara utilizarea **structurii duble** de grinzi:

In acest caz:

$$q_{c, \text{planseu}} = q_{c, \text{planseu}} (\text{daN/m}^2) \times d = 824.1 \times 0,72 = 593.4 \text{ daN/m}$$

$$g_{c, \text{grinda}} = 1.35(2g^n + 2g^s) = 1.35(2 \times 16 + 2 \times 28) = 119 \text{ daN/m}$$

$$q_c = 593.4 + 119 = 712.4 \text{ daN/m} = 7.13 \text{ kN/m (pentru distanta intre grinzi de 60cm)}$$

$$M_c = \frac{q_c \times l^2}{8} = \frac{712.4 \times 7.05^2}{8} = 4426.0 \text{ daNm} = 44.30 \text{ kNm} \leq M_H = 48.90 \text{ kNm (vezi tabelul 3)}$$

In cazurile in care la verificare rezulta ca nu este satisfacuta relatia $M_c < M_H$, nici cu structura dubla de grinzi, se poate avea in vedere marirea grosimii suprabetonarii sau verificarea mai exacta conform relatiilor din SR EN 15037-1, cu beton de clasa C20/25 in suprabetonare.

Intrucat in tabelul 3 se dau valorile capacitatilor de rezistenta ale nervurilor planseului numai pentru suprabetonari de 4cm si 6 cm, pentru o valoare mai mare a grosimii suprabetonarii, capacitatea de rezistenta la incovoiere se va calcula cu relatia din SR EN15037-1 Anexa E:

$$M_{Rd} = \frac{1}{\gamma_R} F_A \left(d - \frac{1}{2} \frac{F_A}{b_{eff} f_{cd}} \right) \quad [Nmm] \quad (6)$$

cu

$$F_A = n_p F_{pk} \quad [N] \quad (7)$$

unde:

γ_R este coeficientul global de siguranta pentru SLU ($\gamma_R = 1,10$)

d este distanta de la centrul de greutate a fortei F_A la limita superioara a talpii (zonei) comprimate - in mm;

b_{eff} este latimea activa efectiva a zonei comprimate a sectiunii de calcul, definita ca distanta intre axele latimii blocurilor de o parte si de alta a grinzii, sau a grinzilor Porotherm;

f_{cd} este rezistenta de calcul la compresiune a betonului suprabetonarii din zona comprimata a planseului compozit, pentru SLU, in MPa

n_p este numarul de toroane (sarme) active pretensionate din grinda prefabricata

F_{pk} este forta de rupere garantata pentru toroanele pretensionate, in N

Valorile capacitatilor de rezistenta prezentate in tabelul 3 sunt confirmate in RAPORTUL DE EXPERTIZA TEHNICA nr. T-156/1998 al ICCU SA UNGARIA (similar INCERC Romania).

Din declaratiile producatorului din Ungaria rezulta ca, la grinzile cu lungimi mai mici decat 3.0m (F175-F275), chiar daca la experimentari, grinzile au fost prevazute cu cate 5 sarme preintinse $\varnothing 2.5mm$, in mod practic, aceste grinzi se executa cu cate 6 sarme, fara insa a se modifica si capacitatile de rezistenta (datorita efectului defavorabil al lungimilor mici, asupra pierderilor de tensiune in sarmele preintinse, dupa transfer).

TABELUL 3 – CAPACITATI DE REZISTENTA LA INCOVOIERE

Lungimea grinzii	Distanța între pereti	Greutate totală grinda	Numarul toranelor	Numarul conectorilor	Structura recomandata				Structura simpla de grinzi				Structura dubla de grinzi					
					60 cm		45 cm		4 cm beton monolit		6 cm beton monolit		4 cm beton monolit		6 cm beton monolit			
					Distanța interax grinzi				BETON MONOLIT:C16/20									
					4 cm	6 cm	4 cm	6 cm										
					Grosime suprabetonare				M _H	q _H	M _H	q _H	M _H	q _H	M _H	q _H		
cm	cm	Kg/buc	buc	buc					kNm	kN/m	kNm	kN/m	kNm	kN/m	kNm	kN/m		
175	150	28	5	7					6,4	9.0	7,1	10.0	12,6	17,8	14,1	19,9		
200	175	32	5	7					6,4	9.0	7,1	10.0	12,6	17,8	14,1	19,9		
225	200	36	5	7					6,4	9.0	7,1	10.0	12,6	17,8	14,1	19,9		
250	225	40	5	7					6,4	9,0	7,1	10,0	12,6	17,8	14,1	19,9		
275	250	44	5	7					6,4	7,4	7,1	8,2	12,6	14,6	14,1	16,3		
300	275	48	6	7					7,6	7,3	8.5	8,2	15,0	14,5	16,8	16,2		
325	300	52	7	7					8,9	7,2	9,9	8,1	17,4	14,2	19,5	15,9		
350	325	56	8	7					10,1	7,1	11,2	7,9	19,7	13,8	22,0	15,5		
375	350	60	9	9					11,3	6,9	12,6	7,7	22,0	13,4	24,6	15,0		
400	375	64	10	9					12,5	6,6	13,9	7,4	24,3	12,9	27,2	14,5		
425	400	68	12	9					14,8	7,0	16,6	7,8	28,7	13,5	32,2	15,2		
450	425	72	13	9					16,0	6,7	17,9	7,5	30,9	12,9	34,7	14,5		
475	450	76	14	11					17,2	6,4	19,2	7,2	33,0	12,5	37,1	13,9		
500	475	80	16	12					19,4	6,5	21,8	7,4	37,2	12,5	41,9	14,1		
525	500	84	17	12	**				20,6	6,3	23,1	7,0	39,3	12,0	44,3	13,5		
550	525	88	17	14					20,6	5,7	23,1	6,4	39,3	10,9	44,3	12,3		
575	550	92	19	14		**				22,8	5,8	25,6	6,5	41,2	10,4	48,9	12,1	
600	575	96	19	12						22,8	5,3	25,6	5,9	41,2	9,5	48,9	11,3	
625	600	100	19	15						22,8	4,9	25,6	5,5	41,2	8,8	48,9	10,4	
650	625	104	19	14						22,8	4,5	25,6	5,0	41,2	8,1	48,9	9,6	
675	650	108	19	14			**				22,8	4,2	25,6	4,7	41,2	7,5	48,9	8,8
700	675	112	19	16						**	22,8	3,9	25,6	4,3	41,2	7,0	48,9	8,3
725	700	116	19	16							22,8	3,6	25,6	4,0	41,2	6,5	48,9	7,7

Pentru valorile deschiderilor corespunzatoare coloanelor marcate cu ** se recomanda utilizarea structurii duble de grinzi precomprimate Porotherm.

M_H = moment maxim capabil corespunzator incarcarii limita de exploatare

q_H = incarcarea limita asociata momentului maxim capabil

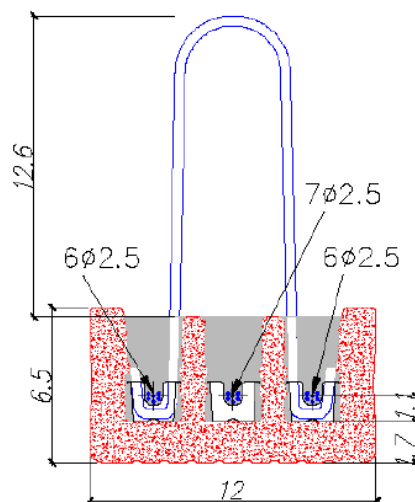
Pentru **calcule acoperitoare**, avand in vedere ca marirea grosimii suprabetonarii conduce la o marire proportionala a bratului de parghie a fortei de precomprimare (la aceeasi valoare a latimii efective a zonei comprimate si aceeasi clasa a betonului), determinarea capacitatii de rezistenta se poate face, utilizand valorile din Tabelul 3, multiplicat cu raportul inaltimilor nervurilor.

De exemplu, pentru grinzele cu 19 sarme de precomprimare F575÷F725 cresterea grosimii suprabetonarii cu 2cm, de la 6cm la 8cm conduce la cresterea inaltimii totale a nervurii de la 23cm la 25 cm si deci, la o capacitate de rezistenta marita astfel:

$$M_{H,8} = M_{H,6} \times h_8/h_6 = 25,6 \times 25/23 = 27.8 \text{ KNm (pentru structura simpla de grinzi)}$$

$$M_{H,8} = M_{H,6} \times h_8/h_6 = 48,9 \times 25/23 = 53.2 \text{ KNm (pentru structura dubla de grinzi)}$$

In fig.8 se arata, conform precizarilor furnizorului grinzilor Porotherm, modul de dispunere a sarmelor la grinzile cu 19 sarme – F575 ÷ F725.



**Fig. 8 – Detaliu sectiune grinda Porotherm –
dispunere armatura preintinsa la grinzile F575 ÷ 725**

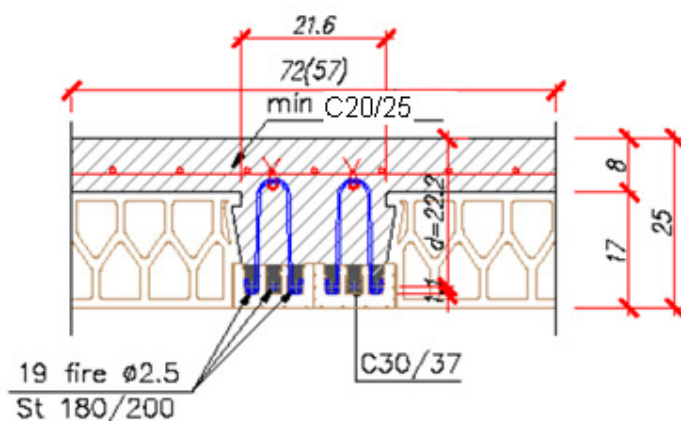


Fig. 9 – Detaliu sectiune planseu cu structura dubla de grinzi si suprabetonare 8cm

Conform precizarilor producatorului, otelul de precomprimare este caracterizat prin urmatoarele rezistente:

- rezistenta la intindere – valoare specificata - $f_{pk} = 1960 \text{ N/mm}^2$

- limita de elasticitate conventionala la 0.1% - $f_{p0.1k} = 1765 \text{ N/mm}^2$

Calculam capacitatea de rezistenta la incovoiere cu relatia (6) de mai sus:

$$F_A = n_p F_{pk}$$

$$F_{pk} = a_p \times f_{p0.1k} / \gamma_s = 4.91 \times 1765 / 1.15 = 7536 \text{ N}$$

a_p = aria unei sarme de precomprimare $\Phi 2.5 \text{ mm}$;

$$a_p = 4.91 \text{ mm}^2$$

$\gamma_s = 1.15$ – coeficient partial de siguranta pentru armaturi pretensionate conform SR EN 1992-1-1:2004 – tab 2.1N

$$F_A = n_p F_{pk} = 2 \times 19 \times 7536 = 286\,368 \text{ N}$$

$$b_{eff} = 720 \text{ mm}$$

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 20 / 1.5 = 13.3 \text{ N/mm}^2 \text{ (pt. beton C20/25)}$$

$\gamma_c = 1.5$ – coeficient partial de siguranta pentru beton conform SR EN 1992-1-1:2004 – tab 2.1N

$$d = 222 \text{ mm (vezi fig. 9)}$$

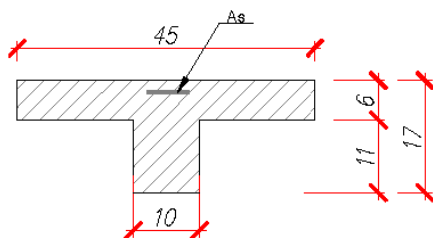
Inaltimea zonei comprimate va fi:

$$y_c = F_A / (b_{eff} \times f_{cd}) = 286\,368 / (720 \times 13.3) = 29.90 \text{ mm};$$

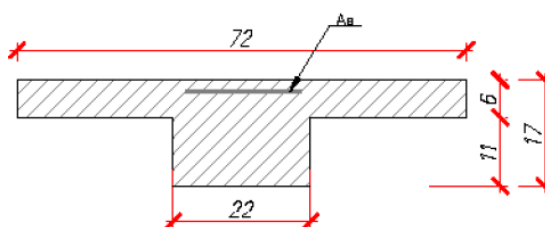
$$M_{Rd} = (286\,368 / 1.1) \times (222 - 29.9 / 2) = 53\,902\,267 \text{ Nmm} = 53.9 \text{ kNm (valoare apropiata de cea calculata mai sus, prin extrapolarea valorilor din tabelul 3 cu raportul inaltimilor nervurilor - 53.2 kNm)}$$

Desi nerecomandate, exista si cazuri in care grinzile Porotherm sunt rezemate continuu peste centurile sau grinzile exterioare si ies in consola pentru a sustine balcoane. In aceste cazuri se va prevedea ca structura planseului sa se realizeze fie cu blocuri Porotherm45 in structura simpla, fie cu blocuri Porotherm 60 in structura dubla (vezi detaliul Z04e2 din cap. V – piese desenate). Armatura pentru preluarea momentelor negative pe reazem va fi dimensionata fara a lua in considerare aportul grinzilor Porotherm. Sectiunile de calcul pot fi conform figurilor de mai jos:

SECTIUNE DE CALCUL
PENTRU MOMENTE NEGATIVE
PTH 45 – STRUCTURA SIMPLA DE GRINZI



SECTIUNE DE CALCUL
PENTRU MOMENTE NEGATIVE
PTH 60 – STRUCTURA DUBLA DE GRINZI



III.5 VERIFICAREA SECTIUNII GRINZILOR POROTHERM LA FORTA TAIETOARE

Verificarea sectiunii grinzilor Porotherm la forta taietoare se face conform prevederilor Anexei E din SR EN 15037-1:2008 pct. E5.

Nu este necesara armatura inclinata pentru forta taietoare daca valoarea de calcul a efortului unitar de lunecare in sectiunea considerata satisface relatia:

$$\tau_{sd} = V_{sd}/b_z \leq 0.03f_{ck} \quad [N/mm^2] \quad (8)$$

unde:

V_{sd} = forta taietoare de calcul in sectiunea verificata – [N]

τ_{sd} = efortul unitar de lunecare de calcul in MPa [1MPa = 1N/mm²]

b = latimea sectiunii grinzii la nivelul considerat (in cazul nostru 100 mm pentru structura simpla de grinzi);

z = bratul de parghie al cuplului de forte interioare la starea limita de rezistenta (SLU); in cazul nervurilor compozite cum sunt cele corespunzatoare planseului Porotherm bratul de parghie z se calculeaza cu relatia:

$$z = I_i/S \quad [mm] \quad (9)$$

I_i = momentul de inertie al sectiunii ideale de beton (vezi figurile 10 – 12; 14-16) - [mm⁴];

S = momentul static calculat pentru nivelul de verificare considerat – [mm³];

Se considera doua niveluri la care se face verificarea si anume – centrul de greutate al sectiunii ideale de beton si suprafata de contact intre betonul precomprimat din grinzile Porotherm si betonul monolit al nervurii - vezi figurile 13 si 17.

f_{ck} = rezistenta caracteristica la compresiune a betonului suprabetonarii, turnat in situ, la nivelul considerat in MPa.

In figurile 11 si 12, respectiv 15 si 16 ariile ideale ale talpilor inferioare ale sectiunii ideale se calculeaza astfel:

$$A_{t,i} = 2800(f_{ck,p}/f_{ck,s}) + (n_p A_p)f_{pk}/f_{ck,s} \quad [mm^2] \quad (10)$$

unde:

2800 = aria sectiunii de beton C30/37 din grinda Porotherm [mm²]

$f_{ck,p}$ = rezistenta caracteristica a betonului C30/37 din grinda Porotherm – [N/mm²];

$f_{ck,s}$ = rezistenta caracteristica a betonului monolit din suprabetonare - [N/mm²];

n_p = numarul toroanelor (sarmelor) de otel (ÖNORM 4258-180/200) corespunzator grinzii respective – vezi Tabelul 3;

A_p = aria unui toron (sarma) – [mm²];

f_{pk} = efortul unitar axial corespunzator fortei de intindere garantata pentru toroanele (sarmele pretensionate), in - [N/mm²]

Avand ariile $A_{t,i}$ [mm²] se pot determina latimile talpilor inferioare ale sectiunii ideale:

$$B_i = A_{t,i}/40 \quad [\text{mm}] \quad (11)$$

Fiind determinate dimensiunile geometrice ale sectiunii ideale de beton se pot determina pozitia centrului de greutate y_G si valorile momentelor de inertie si momentelor statice pentru sectiunile de verificare (vezi Figura 13 si 17).

$$y_G = (\sum A_i y_i) / \sum A_i \quad [\text{mm}] \quad (12)$$

$$I_i = (\sum A_{(i)} y_{G(i)}^2) + \sum A_{(i)} h_{(i)}^2 / 12 \quad [\text{mm}^4] \quad (13)$$

$$S_{1-1} = A_{t,i} (190 - y_G) + 50 (170 - y_G)^2 \quad [\text{mm}^3] \quad (14)$$

$$S_{2-2} = 20 A_{t,i} \quad [\text{mm}^3] \quad (15)$$

si in continuare valorile bratului de parghie z :

$$z_{1-1} = I_i / S_{1-1} \quad [\text{mm}] \quad (16)$$

$$z_{2-2} = I_i / S_{2-2} \quad [\text{mm}] \quad (17)$$

si valorile τ_{sd} (N/mm²):

$$\tau_{sd,1-1} = V_{sd} / 100 z_{1-1} \quad [\text{N/mm}^2] \quad (18)$$

$$\tau_{sd,2-2} = V_{sd} / 100 z_{2-2} \quad [\text{N/mm}^2] \quad (19)$$

Valorile de calcul, V_{sd} , ale fortelor taietoare se pot determina fie manual, considerand incarcările aferente unei grinzi (vezi cap.III.3), fie printr-un program de calcul automat, in care, planseul este modelat ca o retea de grinzi paralele, simplu rezemate, cu caracteristicile geometrice ale sectiunilor ideale de beton.

Dimensiunile sectiunilor reale si a celor ideale de beton **pentru structura simpla de grinzi** sunt aratate in figurile 10-13 de mai jos.

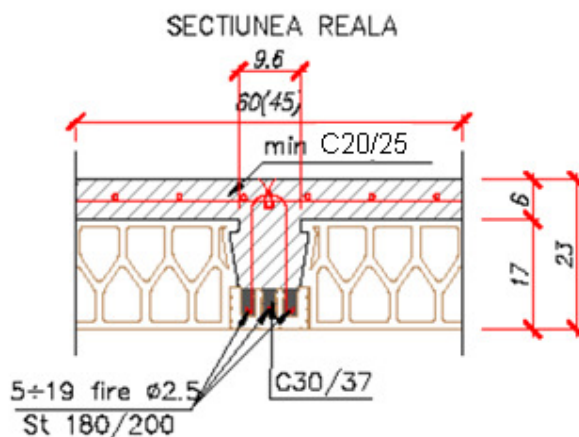


Fig. 10 – Sectiune reala – structura simpla de grinzi

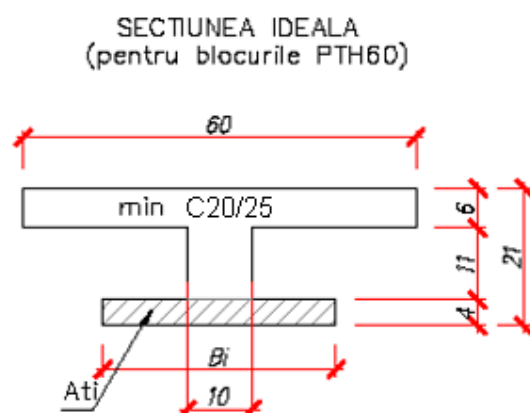


Fig. 11 – Sectiune ideala – structura simpla de grinzi cu blocuri PTH 60 (cm)

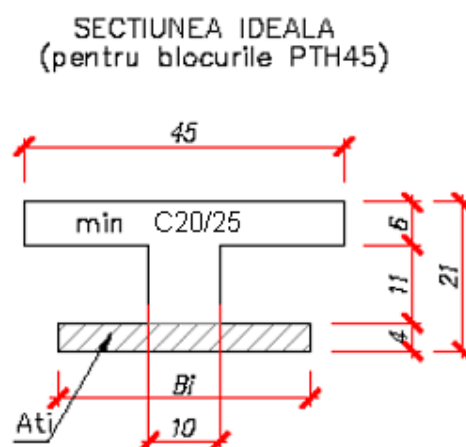
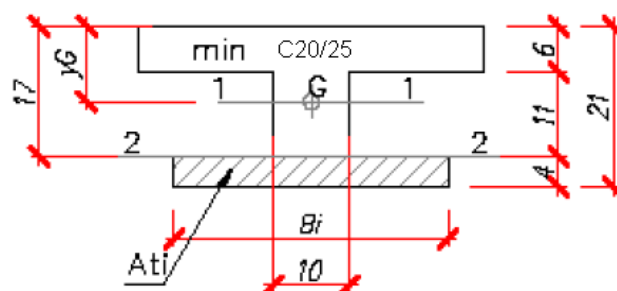


Fig. 12 – Sectiune ideala – structura simpla de grinzi cu blocuri PTH 45 (cm)



1-1; 2-2 sectiuni în care se
verifica valorile τ_{sd}

Fig. 13 – Sectiune ideala – niveluri de verificare a valorilor τ_{sd} – structura simpla

Dimensiunile sectiunilor reale si a celor ideale de beton pentru **structura dubla de grinzi** sunt aratate in figurile 14-17 de mai jos.

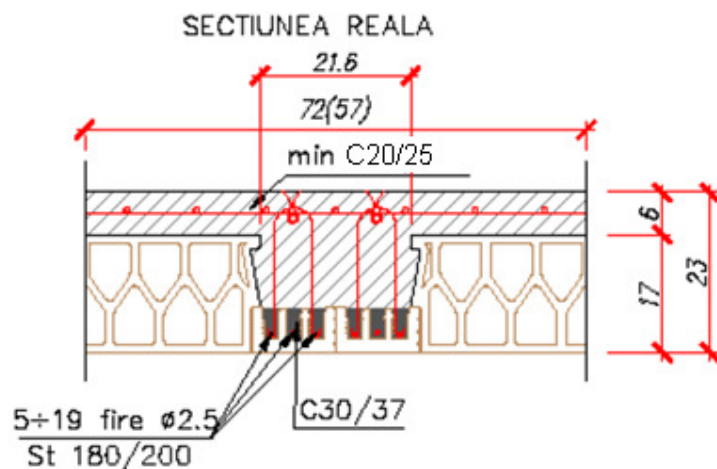


Fig. 14 – Sectiune reala – structura dubla de grinzi

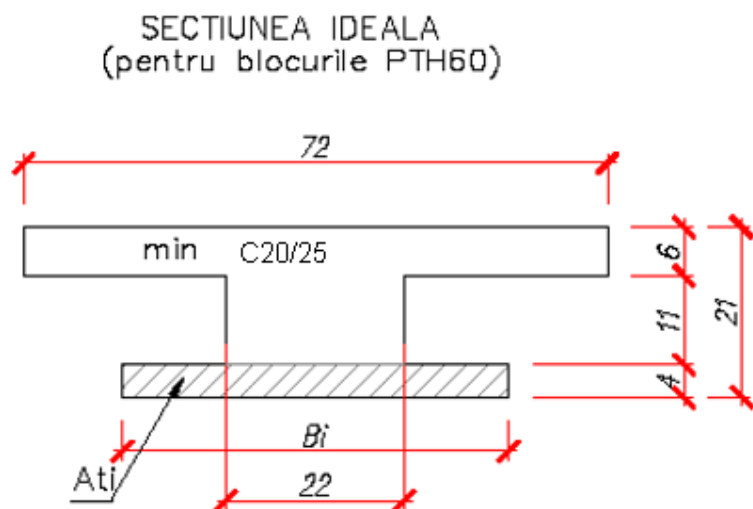


Fig. 15 – Sectiune ideala – structura dubla de grinzi cu blocuri PTH 60 (cm)

SECTIUNEA IDEALA
(pentru blocurile PTH45)

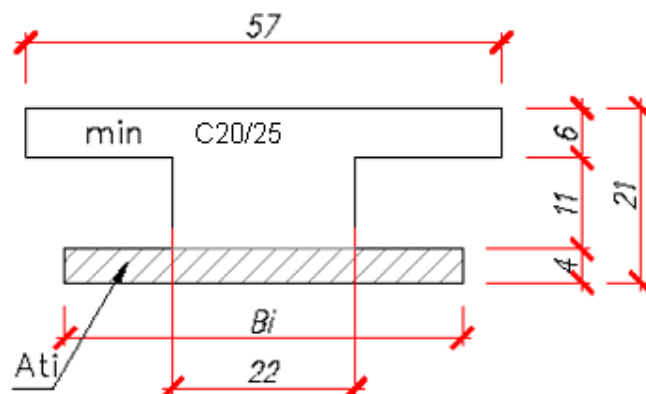


Fig. 16 – Sectiune ideala – structura dubla de grinzi cu blocuri PTH 45 (cm)

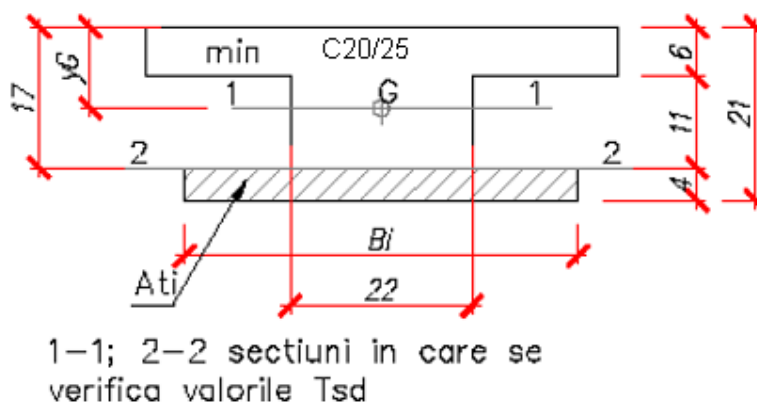


Fig. 17 – Sectiune ideala – niveluri de verificare a valorilor τ_{sd} – structura dubla

În cazurile în care se verifică relația de mai sus, $\tau_{sd} < 0.03f_{ck}$, armatura pentru forța tăietoare (constituită în cazul nostru de conectorii grinzilor Porotherm) este dispusă constructiv, la distanțele prevăzute de furnizor.

Dacă $\tau_{sd} > 0.03f_{ck}$ este necesară armatura înclinată pentru forța tăietoare, care va fi ancorată corespunzător de o parte și de alta a secțiunii verificate.

Această armatură se dimensionează conform prevederilor pct.6.2.3. din SR EN 1992 1-1:2004 și se dispune pe lungimea pe care nu este satisfăcută relația de verificare.

Pentru cazul planseului cu structura simplă de grinzi cu deschiderea de calcul de 4.55 m, cu blocuri Porotherm 60 (vezi fig. 11) conform algoritmului de calcul prezentat mai sus, vom avea :

$$V_{sd} = (4.55 \times 555) / 2 = 1262.6 \text{ daN} = 12\,626 \text{ N}$$

$$A_{t,i} = 2800(f_{ck,p}/f_{ck,s}) + (n_p A_p)f_{pk}/f_{ck,s}$$

$$A_{t,i} = 2800(30/20) + (14 \times 4.91)1960/20 = 4200 + 6736 = 10936 \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$B_i = A_{t,i}/40 = 10936/40 = 273 \text{ [mm]}$$

$$y_G = (\sum A_i y_i) / \sum A_i \text{ [mm]}$$

$$\sum A_i = 600 \times 60 + 110 \times 100 + 10936 = 57936 \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$\sum A_i y_i = 36000 \times 30 + 11000 \times 115 + 10936 \times 190 = 4\,422\,840 \text{ [mm}^3\text{]}$$

$$y_G = 4\,422\,840 / 57936 = 76 \text{ [mm]}$$

$$I_i = (\sum A_{(i)} y_{G(i)}^2) + \sum A_{(i)} h_{(i)}^2 / 12 \text{ [mm}^4\text{]}$$

$$\sum A_{(i)} y_{G(i)}^2 = 36\,000 \times (76 - 30)^2 + 11\,000 \times (115 - 76)^2 + 10\,936 \times (190 - 76)^2 =$$

$$76\,176\,000 + 16\,731\,000 + 142\,124\,256 = 235\,031\,256 \text{ [mm}^4\text{]}$$

$$\sum A_{(i)} h_{(i)}^2 / 12 = 36\,000 \times 60^2 / 12 + 11\,000 \times 110^2 / 12 + 10\,936 \times 40^2 / 12 =$$

$$10\,800\,000 + 11\,091\,667 + 1\,458\,133 = 23\,349\,800 \text{ [mm}^4\text{]}$$

$$I_i = 235\,031\,256 + 23\,349\,800 = 258\,381\,056 \text{ [mm}^4\text{]}$$

$$S_{1-1} = A_{t,i}(190 - y_G) + 100(170 - y_G)^2 / 2 \text{ [mm}^3\text{]}$$

$$S_{1-1} = 10936(190 - 76) + 50(170 - 76)^2 = 1\,246\,704 + 441\,800 = 1\,688\,504 \text{ [mm}^3\text{]}$$

$$z_{1-1} = I_i / S_{1-1} = 258\,381\,056 / 1\,688\,504 = 153 \text{ [mm]}$$

$$S_{2-2} = 20 A_{t,i}$$

$$S_{2-2} = 20 \times 10936 = 218\,720 \text{ [mm}^3\text{]}$$

$$z_{2-2} = I_i / S_{2-2} = 258\,381\,056 / 218\,720 = 1181 \text{ [mm]}$$

$$\tau_{sd,1-1} = V_{Sd} / 100 z_{1-1}$$

$$\tau_{sd,1-1} = \frac{12626}{100 \times 153} = 0.83 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\tau_{sd,2-2} = V_{Sd} / 100 z_{2-2}$$

$$\tau_{sd,2-2} = \frac{12626}{100 \times 1181} = 0.11 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Verificam relatia:

$$\tau_{sd} < 0.03 f_{ck}$$

$$0.03 f_{ck} = 0.03 \times 20 = 0.60 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Rezulta ca relatia este satisfacuta la nivelul suprafetei de contact intre betonul de monolitizare si betonul din grinda Porotherm (sectiunea 1-1) si nu este satisfacuta in dreptul centrului de greutate al sectiunii ideale de beton (sectiunea 2-2), fiind necesara armatura pentru forta taietoare.

In cazul grinzilor Porotherm aceasta armatura este constituita din buclele din otel beton $\Phi 4.2$ mm dispuse la distante de 19 cm si 25 cm la capetele grinzii.

Modelul de calcul este cel din fig. 18, conform pct. 6.2.3 din SR EN 1992-1-1:2004.

Conform pct. 6.2.3 (4), in cazul elementelor cu armaturi inclinate, capacitatea de rezistenta la forta taietoare este cea mai mica dintre valorile:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha \quad (20)$$

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} b_w z v_1 f_{cd} (\cot \theta + \cot \alpha) / (1 + \cot^2 \theta) \quad (21)$$

unde:

A_{sw} = aria armaturii pentru forta taietoare

s = distanta dintre etrieri (bucle)

f_{ywd} = rezistenta de calcul a armaturilor pentru forta taietoare

v_1 = coeficient de reducere a rezistentei betonului fisurat la incovoiere

α_{cw} = coeficient care tine cont de starea de efort din fibra comprimata

b_w = latimea minima a sectiunii cuprinsa intre fibra intinsa si fibra comprimata

z = bratul de parghie al fortelor interne

f_{cd} = rezistenta de calcul la compresiune a betonului nervurii (suprabetonare)

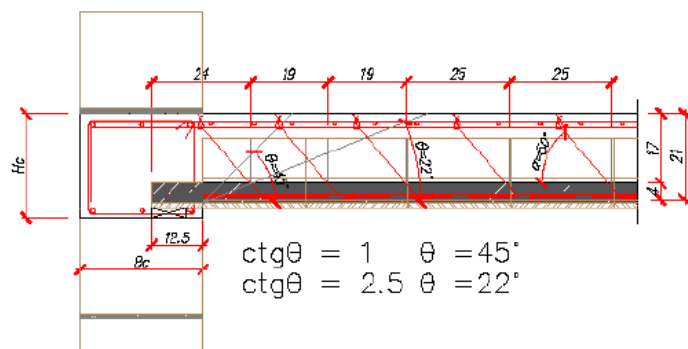


Fig. 18 – Modelul de calcul pentru calculul la forta taietoare

In cazul nostru vom avea, pentru situatia defavorabila $\cot \theta = 1$ (cand fisura inclinata intersecteaza o singura bucla conector ancorata de o parte si de alta) :

$$A_{sw} = 2 \times 13.85 = 27.7 \quad [\text{mm}^2]$$

$$s = 190 \quad [\text{mm}]$$

$$f_{ywd} = 420 \quad [\text{N/mm}^2] \quad (\text{vezi pct II.3.1 (4) de mai sus})$$

$$v_1 = 0.60 \quad (\text{pt. beton cu } f_{ck} < 60 \text{ Mpa}); \quad (\text{vezi pct. 6.2.3 din SR EN 1992-1-1:2004})$$

$$\alpha_{cw} = 1 \quad (\text{vezi pct. 6.2.3 din SR EN 1992-1-1:2004})$$

$$f_{cd} = 13.30 \quad [\text{N/mm}^2] \quad (\text{pt. beton C20/25})$$

$$b_w = 100 \quad [\text{mm}]$$

$$z = 153 \quad [\text{mm}]$$

$$\text{Rezulta: } V_{Rd,s} = \frac{27.7}{190} 153 \times 420 (1 + 0.839) \times 0.766 = 13197 \quad [\text{N}]$$

$$V_{Rd,max} = 1 \times 100 \times 153 \times 0.6 \times 13.3 \times (1 + 0.839) / (1 + 1) = 112265 \quad [\text{N}]$$

Deci, capacitatea de rezistentă la forta tăietoare în secțiunea de la reazem este $V_{Rd,s} = 13197 \text{ N}$, mai mare decât forta tăietoare de calcul determinată mai sus, $V_{sd} = 12626 \text{ N}$.

Pentru cazul planseului, cu structura dubla de grinzi, cu deschiderea de calcul de 7.05 m, cu blocuri Porotherm 60 (vezi mai sus fig.15) conform algoritmului de calcul prezentat mai sus, vom avea:

$$V_{sd} = (7.05 \times 712.4) / 2 = 2511.2 \text{ daN} = 25112 \quad [\text{N}]$$

$$A_{t,i} = 2 \times 2800 (f_{ck,p} / f_{ck,s}) + (2 \times n_p A_p) f_{pk} / f_{ck,s} \quad [\text{mm}^2]$$

$$A_{t,i} = 2 \times 2800 (30/20) + (2 \times 19 \times 4.91) 1960 / 20 = 8400 + 18284 = 26684 \quad [\text{mm}^2]$$

$$B_i = A_{t,i} / 40 = 26684 / 40 = 667 \quad [\text{mm}]$$

$$y_G = (\sum A_i y_i) / \sum A_i \quad [\text{mm}]$$

$$\sum A_i = 720 \times 60 + 110 \times 220 + 26684 = 94\,084 \quad [\text{mm}^2]$$

$$\sum A_i y_i = 43\,200 \times 30 + 24\,200 \times 115 + 26684 \times 190 = 9\,148\,960 \quad [\text{mm}^3]$$

$$y_G = 9\,148\,960 / 94\,084 = 97 \quad [\text{mm}]$$

$$I_i = (\sum A_{(i)} y_{G(i)}^2) + \sum A_{(i)} h_{(i)}^2 / 12 \quad [\text{mm}^4]$$

$$\sum A_{(i)} y_{G(i)}^2 = 43200 \times (97-30)^2 + 24200 \times (115-97)^2 + 26684 \times (190-97)^2 =$$

$$193\,924\,800 + 7\,840\,800 + 230\,789\,916 = 432\,555\,516 \quad [\text{mm}^4]$$

$$\sum A_{(i)} h_{(i)}^2 / 12 = 43200 \times 60^2 / 12 + 24200 \times 110^2 / 12 + 26684 \times 40^2 / 12 =$$

$$12\,960\,000 + 24\,401\,667 + 3\,557\,866 = 40\,919\,533 \quad [\text{mm}^4]$$

$$I_i = 432\,555\,516 + 40\,919\,533 = 473\,475\,049 \quad [\text{mm}^4]$$

$$S_{1-1} = A_{t,i} (190 - y_G) + 220 (170 - y_G)^2 / 2 \quad [\text{mm}^3]$$

$$S_{1-1} = 26684 (190-97) + 110 (170-97)^2 = 2\,481\,612 + 586\,190 = 3\,067\,802 \quad [\text{mm}^3]$$

$$z_{1-1} = I_i / S_{1-1} = 473\,475\,049 / 3\,067\,802 = 154 \quad [\text{mm}]$$

$$S_{2-2} = 20 A_{t,i} \quad [\text{mm}^3]$$

$$S_{2-2} = 20 \times 26\,684 = 533\,680 \quad [\text{mm}^3]$$

$$z_{2-2} = I_i / S_{2-2} = 473\,475\,049 / 533\,680 = 887 \quad [\text{mm}]$$

$$\tau_{sd,1-1} = \frac{25112}{220 \times 154} = 0.74 \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\tau_{sd,2-2} = \frac{25112}{220 \times 887} = 0.13 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Verificam si aici relatia: $\tau_{sd} < 0.03f_{ck}$

$$0.03 f_{ck} = 0.03 \times 20 = 0.60 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Rezulta, ca si in cazul grinzilor Porotherm de 7.05m deschidere de calcul, cazul planseului cu structura dubla de grinzi, relatia este satisfacuta la nivelul suprafetei de contact intre betonul de monolitizare si betonul din grinzile Porotherm si nu este satisfacuta in dreptul centrului de greutate al sectiunii ideale de beton, fiind necesara armatura pentru forta taietoare.

Si in cazul grinzilor Porotherm - F725, aceasta armatura este constituita tot din bucle din otel beton $\Phi 4.2$ mm dispuse la distante de 19 cm si 25 cm la capetele grinzii (vezi fig. 5).

Modelul de calcul este acelasi ca in fig.18.

In acest caz vom avea, pentru situatia defavorabila $\text{ctg}\theta = 1$ (cand fisura inclinata intersecteaza cate o singura bucla conector) :

$$\begin{aligned} A_{sw} &= 4 \times 13.85 = 55.4 && [\text{mm}^2] \\ s &= 190 && [\text{mm}] \\ f_{ywd} &= 420 && [\text{N/mm}^2] \quad (\text{vezi pct II.2.1 (4) de mai sus}) \\ v_1 &= 0.60 && (\text{pt. beton cu } f_{ck} < 60 \text{ MPa; vezi pct. 6.2.3 din SR EN 1992-1-1:2004}) \\ \alpha_{cw} &= 1 && (\text{vezi pct. 6.2.3 din SR EN 1992-1-1:2004}) \\ f_{cd} &= 13.3 && [\text{N/mm}^2] \quad (\text{pt. beton C20/25}) \\ b_w &= 220 && [\text{mm}] \\ z &= 154 && [\text{mm}] \end{aligned}$$

Rezulta:

$$V_{Rd,s} = \frac{55.4}{190} 154 \times 420 (1 + 0.839) 0.766 = 26567 \text{ N}$$

$$V_{Rd,max} = 1 \times 100 \times 154 \times 0.6 \times 13.3 \times (1 + 0.839) / (1 + 1) = 248598 \text{ N}$$

Deci, capacitatea de rezistenta la forta taietoare in sectiunea de la reazem este $V_{Rd,s} = 26567 \text{ N}$, mai mare decat forta taietoare de calcul determinata mai sus, $V_{sd} = 25112 \text{ N}$.

III.6 VERIFICAREA LA SMULGERE A GRINZILOR POROTHERM LA REAZEME, IN CAZUL REZEMARII INDIRECTE

Pentru cazurile in care rezemarea grinzilor Porotherm pe grinzile sau peretii structurii se face indirect, este necesara verificarea la smulgerea grinzii din betonul monolitizarii de pe conturul planseului.

In aceste cazuri pe laturile planseului unde reazema grinzile Porotherm, blocurile ceramice vor fi retrase de la fata peretilor la o distanta care sa acopere **lungimea de ancoraj la smulgere**.

Dimensionarea lungimii de ancoraj la smulgere se face conform SR EN 15037-1 Anexa D, pct. D.2.2 – Rezemarea indirecta.

Relatia de verificare este:

$$l_b \geq V_{sd} / (V_{Rdi} \cdot b_j) \quad (22)$$

unde:

V_{sd} = forta taietoare de calcul

V_{Rdi} = capacitatea de rezistenta la forta taietoare, specificata in Tabelul 3 din SR EN 15037-1:2008

b_j = lungimea conturului de interfata definit in Anexa C, pct.C1,fig.C1, din SR EN 15037-1

Modelul de rezemare si de calcul este prezentat in figura 19.

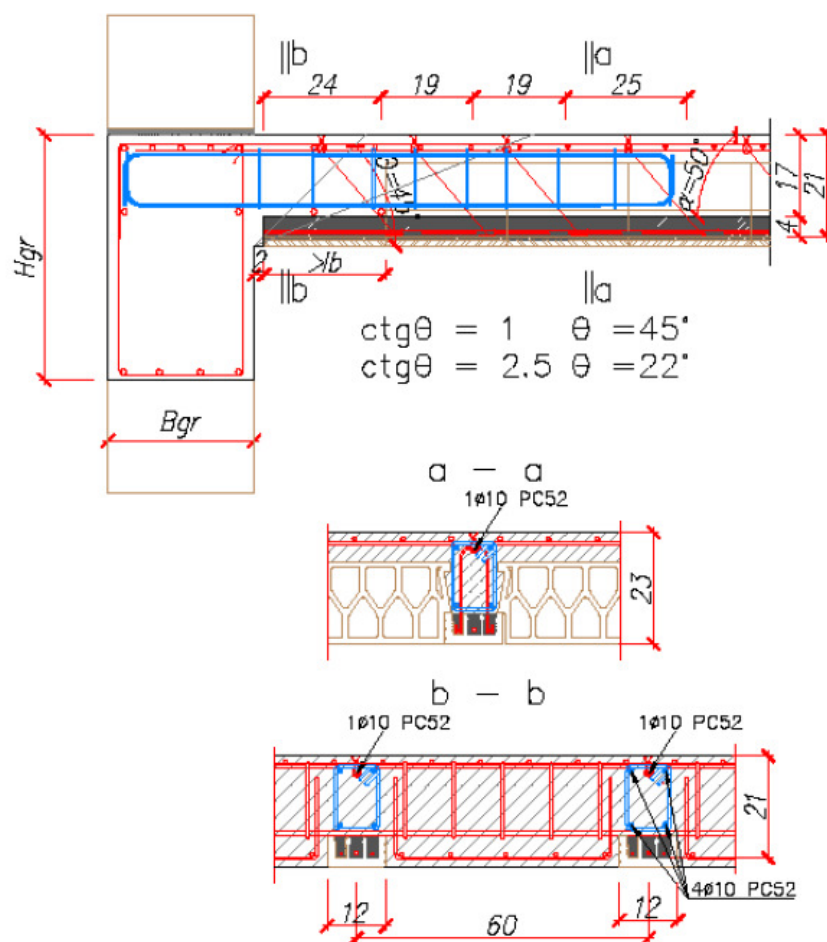


Fig. 19 – Modelul de calcul la forta taietoare si la smulgere in cazul rezemarii indirecte a grinzilor PTH

La rezemarea indirecta, este necesara retragerea blocurilor ceramice de la marginea reazemelor pe o distanta de cel putin $l_b + 20$ mm si realizarea unei centuri din beton monolit pentru a asigura ancorarea grinzilor Porotherm la capete impotriva smulgerii.

In cazul planseului cu deschiderea de calcul 4.55 m cu structura simpla de grinzi

vom avea:

$$V_{sd} = 12626 \text{ N} \quad - \text{ vezi pct. III.5}$$

$V_{Rdi} = 0.58 \text{ MPa}$ - capacitatea de rezistenta la forta taietoare, specificata in Tabelul 3 din SR EN15037-1:2008, corespunzator cazului c3a – **pentru beton de monolitizare C20/25.**

$b_j = 100 \text{ mm}$ - lungimea conturului de interfata definit in Anexa C, pct. C1, fig. C1, din SR EN 15037-1:2008.

$$l_b = V_{sd} / (V_{Rdi} * b_j) = 12626 / (0.58 * 100) = 217 \text{ mm}$$

In cazul planseului cu deschiderea de calcul 7.05 m cu structura dubla de grinzi,

vom avea:

$$V_{Ed} = 25112 \text{ N} \quad - \text{ vezi pct. III.5}$$

$$V_{Rdi} = 0.58 \text{ MPa}$$

$$b_j = 220 \text{ mm}$$

$$l_b = \frac{25112}{0.58 * 220} = 197 \text{ mm}$$

Rezulta deci ca, la reazemarea indirecta, este necesara retragerea blocurilor ceramice de la marginea reazemelor pe o distanta de cel putin $l_b + 20 \text{ mm}$ si realizarea unei centuri din beton monolit pentru a asigura ancorarea grinzilor Porotherm la capete impotriva smulgerii.

III.7 DIMENSIONAREA ARMATURII LONGITUDINALE A CARCASELOR DE ARMATURA DE LA REAZEMELE GRINZILOR POROTHERM, IN CAZUL REZEMARII INDIRECTE

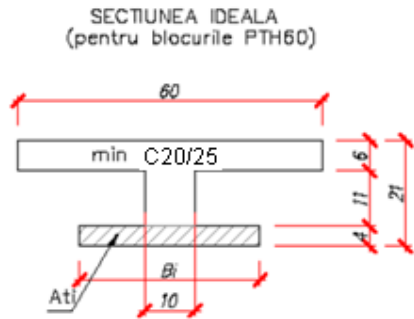
In cazul rezemarii indirecte, latirea zonei monolite de la marginea planseului pentru asigurarea la smulgere a grinzilor precomprimate, conduce practic la continuarea grinzilor planseului pe aceste reazeme, astfel ca armatura de la partea superioara a conectorilor nu va fi suficienta pentru preluarea momentelor incovoietoare negative ce vor aparea pe aceste reazeme. Pentru dimensionarea carcaselor, se considera, acoperitor, momentul incovoietor corespunzator unei incastrari perfecte – $M_c = q_c * l^2 / 12$

Pentru cazul grinzilor cu deschiderea de calcul de 4.55m, dispuse la 60cm, vom avea:

$$q_c = 5.55 \text{ kN/m} ; l = 4.55 \text{ m} \text{ – lungime de calcul grinda}$$

$$M_{reazem} = \frac{q_c * l^2}{12} = \frac{5.55 * 4.55^2}{12} = 9.58 \text{ kNm}$$

Sețiune de calcul: sețiunea ideală pentru grinda Porotherm 60



$$m = \frac{M}{b \times h_0^2 \times f_{cd}} = \frac{9.58 \times 10^6}{100 \times 180^2 \times 13.3} = 0.222$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \times m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.222} = 0.254$$

$$A_a = \xi \times b \times h_0 \times \frac{f_{cd}}{f_{ys}} = 0.254 \times 100 \times 180 \times \frac{13.3}{300} = 203 \text{ mm}^2$$

$A_{a, \text{exist}} = 78.5 \text{ mm}^2$ (bara de armatură Ø10 între conectori, prezenta în fiecare grindă Porotherm)

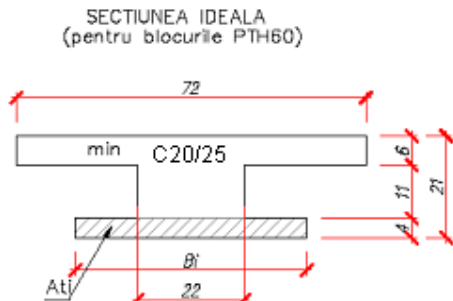
$$A_a^{\text{nec}} / \text{carcasa} = 203 - 78.5 = 124.5 \text{ mm}^2$$

Rezulta - armare sup./inf. carcasa 2Ø10 PC52 $\Rightarrow A_a^{\text{ef}} = 157 \text{ mm}^2$

- armare totală carcasa 4Ø10 PC52 $\Rightarrow A_a^{\text{tot}} = 314 \text{ mm}^2$

Pentru cazul grinzilor cu deschiderea de calcul de 7.05m, dispuse la 60cm, vom avea:

$q_c = 7.13 \text{ kN/m}$; $l_c = 7.05 \text{ m}$ – lungime de calcul grindă



$$M_{\text{reazem}} = \frac{q_c \times l^2}{12} = \frac{7.13 \times 7.05^2}{12} = 29.53 \text{ kNm}$$

$$m = \frac{M}{b \times h_0^2 \times f_{cd}} = \frac{29.53 \times 10^6}{220 \times 180^2 \times 13.3} = 0.311$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \times m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.311} = 0.385$$

$$A_a = \xi \times b \times h_0 \times \frac{f_{cd}}{f_{ys}} = 0.385 \times 220 \times 180 \times \frac{13.3}{300} = 676 \text{ mm}^2 - 2 \text{ carcase (structura dubla)}$$

$A_{a, \text{exist}} = 78.5 \text{ mm}^2$ (bara de armatură Ø10 între conectori, prezenta în fiecare grindă Porotherm)

$$A_a^{\text{nec}} / \text{carcasa} = 676 / 2 - 78.5 = 259.5 \text{ mm}^2$$

Rezulta - armare superioară carcasa 2Ø14 PC52 $\Rightarrow A_a^{\text{ef}} = 308 \text{ mm}^2$

- armare inferioară carcasa 2Ø10 PC52 $\Rightarrow A_a^{\text{ef}} = 157 \text{ mm}^2$

- armare totală carcasa $\Rightarrow A_a^{\text{tot}} = 465 \text{ mm}^2$

Se poate opta și pentru dispunerea acestei armături, parțial, sub forma de calareți pe lățimea de calcul a talpii superioare a grinzii. În acest caz vom avea:

- se confecționează carcasele cu câte 2Ø12 PC52 și vom avea în cele 2 carcase și armatură dintre conectori – $2 \times 78.5 + 4 \times 113 = 599 \text{ mm}^2$

- restul de armatura se dispune sub forma de calareti pe latimea de calcul de 72 cm:

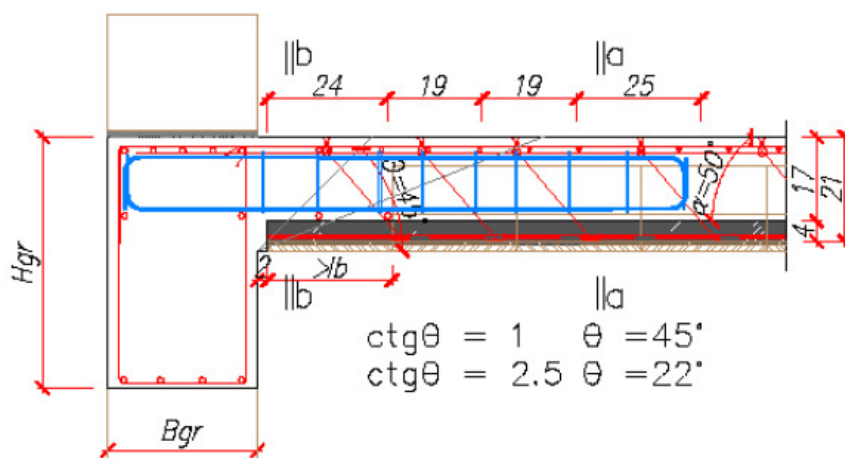
$$676 - 599 = 77 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{calareti } \varnothing 8/20 \text{ PC52} - A_{a,ef} = 251 \text{ mm}^2 / \text{mx} 0.72 = 180 \text{ mm}^2$$

Ar rezulta deci ca in afara armaturilor din nervuri pe latimea de 72 cm s-ar dispune inca 4 calareti $\varnothing 8$ PC52, cate 2 de fiecare parte a grinzii centrale.

III.8 DIMENSIONAREA ARMATURII TRANSVERSALE (ETRIERI) A CARCASELOR DE ARMATURA DE LA REAZEMELE GRINZILOR POROTHERM, IN CAZUL REZEMARII INDIRECTE

Armatura transversala (etrierii) carcaselor de la reazeme se dimensioneaza conform algoritmului uzual de calcul pentru o sectiune dreptunghiulara de beton armat, cu latimea de calcul din figurile 12 si 16.

Se neglijeaza, acoperitor, latirea sectiunii de beton pe zona de ancorare a grinzilor precomprimate Porotherm. Din figura de mai jos rezulta ca armatura inclinata constituita de bucele grinzilor Porotherm nu mai poate participa la preluarea fortei taietoare la reazem intrucat nu este ancorata corespunzator de o parte si de alta a fisurii diagonale care pleaca de la reazem la 45° . In consecinta este necesara armatura transversala sub forma de etrieri.



Dimensionarea etrierilor se poate face prin prelucrarea relatiei (6.8), din SR EN 1992-1-1 cap. 6.2.3 (3) inlocuind valoarea V_{Rds} cu valoarea V_{sd} :

$$V_{Rds} = (A_{sw}/s) * [z * f_{ywd} * \text{ctg } \theta] \quad (23)$$

$$A_{sw} = V_{sd} * s / [z * f_{ywd} * \text{ctg } \theta] \quad (24)$$

V_{sd} = forta taietoare de calcul

A_{sw} = aria armaturii pentru forta taietoare

s = distanta dintre etrieri

f_{ywd} = rezistenta de calcul a armaturilor pentru forta taietoare

z = bratul de parghie al fortelor interne (vezi pct III.5)

θ = unghiul fisurii inclinate

Pentru cazul grinzilor cu deschiderea de calcul de 4.55m, dispuse la 60cm (structura simpla), vom avea:

$V_{sd}=12\,626\text{N} = 12.63\text{kN}$ – valoare forta taietoare de calcul

$s = 150\text{ mm}$ (distanța medie, conditionata si de dispunerea buclelor inclinate ale conectorilor din grinzi)

$f_{ywd} = 210\text{ N/mm}^2$ (otel beton OB37)

$z = 153\text{ mm}$

$\theta = 45^\circ$

Rezulta

$A_{sw} = 12626 \cdot 150 / [153 \cdot 210 \cdot 1] = 58.9\text{ mm}^2$ - pentru o carcasa, deci doua ramuri de etrier

Se face armare transversala pentru carcasa Ø8/150 (OB37) $\Rightarrow A_{sw,ef} = 100.6\text{ mm}^2$ sau Ø6/100 (OB37) $\Rightarrow A_{sw,nec}=39.3\text{mm}^2$; $A_{sw,ef} = 56.6\text{ mm}^2$

Pentru cazul grinzilor cu deschiderea de calcul de 7.05m, dispuse la 60cm (structura dubla), vom avea:

$V_{sd}=25\,112\text{N} = 25.11\text{kN}$ – valoare forta taietoare de calcul

$s = 150\text{ mm}$ (distanța medie conditionata si de dispunerea buclelor inclinate ale conectorilor din grinzi)

$f_{ywd} = 210\text{ N/mm}^2$ (otel beton OB37)

$z = 154\text{ mm}$

$\theta = 45^\circ$

Rezulta

$A_{sw} = 25112 \cdot 150 / [154 \cdot 210 \cdot 1] = 116.5\text{ mm}^2$ pentru doua carcase, deci 4 ramuri de etrier

Se face armare transversala pentru carcasa Ø8/150 (OB37) $\Rightarrow A_{sw,ef} = 201.2\text{ mm}^2$ sau Ø6/100 (OB37) $\Rightarrow A_{sw,nec}=77.6\text{mm}^2$; $A_{sw,ef} = 113.2\text{ mm}^2$

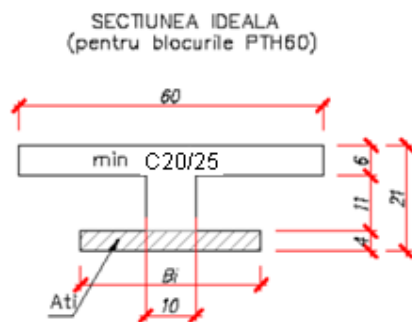
III.9 DIMENSIONAREA NECESARULUI DE ARMARE SUPERIOARA PE REAZEME IN CAZUL REZEMARII DIRECTE A GRINZILOR POROTHERM

Schema statica: grinda continua pe reazeme

Sețiune de calcul: sețiunea ideala pentru grinda PoroTherm60

Pentru cazul planseului cu deschiderea de calcul de 4.55m, cu structura simpla de grinzi, cu blocuri PoroTherm 60, vom avea:

$q_c=5.55\text{kN/m}$; $l_c=4.55\text{m}$ – lungime de calcul grinda



$$M_{reazem} = \frac{q_c \times l^2}{12} = \frac{5.55 \times 4.55^2}{12} = 9.58 kNm$$

$$m = \frac{M}{b \times h_0^2 \times f_{cd}} = \frac{9.58 \times 10^6}{100 \times 180^2 \times 13.3} = 0.222$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \times m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.222} = 0.254$$

$$A_a = \xi \times b \times h_0 \times \frac{f_{cd}}{f_{ys}} = 0.254 \times 100 \times 180 \times \frac{13.3}{300} = 203 mm^2 / 0.60m$$

$$\Rightarrow A_a^{nec} = 340 mm^2/m$$

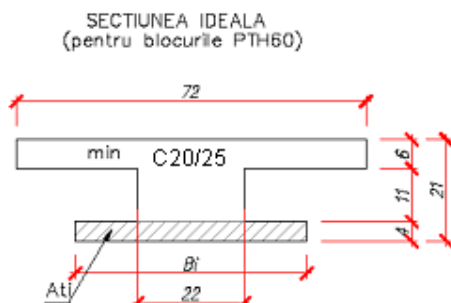
$A_a^{exist} = 2 \times 78.5 mm^2 = 157 mm^2$ (bare Ø10 PC2 in fiecare nervura: exista cate 2 nervuri pe latimea de 1.0m de placa)

$$A_a^{nec} = 340 mm^2 - 157 mm^2 = 183 mm^2$$

Rezulta armare superioara **calareti Ø8/200mm PC52 ($A_a^{ef} = 251 mm^2/m$)**

Pentru cazul planseului cu deschiderea de calcul de 7.05m, cu structura dubla de grinzi, cu blocuri Porotherm 60, vom avea:

$q_c = 7.13 kN/m$; $l_c = 7.05m$ – lungime de calcul grinda



$$M_{reazem} = \frac{q_c \times l^2}{12} = \frac{7.13 \times 7.05^2}{12} = 29.53 kNm$$

$$m = \frac{M}{b \times h_0^2 \times f_{cd}} = \frac{29.53 \times 10^6}{220 \times 180^2 \times 13.3} = 0.311$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \times m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0.311} = 0.385$$

$$A_a = \xi \times b \times h_0 \times \frac{f_{cd}}{f_{ys}} = 0.385 \times 220 \times 180 \times \frac{13.3}{300} = 676 mm^2 / 0.72m \Rightarrow A_a^{nec} = 939 mm^2/m$$

$A_a^{exist} = 4 \times 78.5 mm^2 = 314 mm^2$ (bare Ø10 PC2 in fiecare nervura: exista cate 4 nervuri pe latimea de 1.0m de placa)

$$A_a^{nec} = 939 mm^2 - 314 mm^2 = 625 mm^2$$

Rezulta armare superioara **calareti Ø10/100mm PC52 ($A_a^{ef} = 785 mm^2/m$)**

III.10 VERIFICAREA LA STAREA LIMITA DE DEFORMATIE

III.10.1 Principii

Verificarea la starea limita de deformatie presupune, conform pct E.4.2 din Anexa E la SR EN 15037-1:2008, limitarea deformatiei (sagetii) active pentru a preveni fisurarea sau dislocarea componentelor planseului.

Deformatia (sageata) activa este datorata urmatoarelor incarcari:

- fractiunea de lunga durata din incarcarile permanente aplicate pe planseu inainte de executarea peretilor despartitori si pardoselilor;
- fractiunea de lunga durata a incarcarilor permanente aplicate dupa executarea peretilor despartitori si pardoselilor;
- fractiunea de scurta durata a incarcarilor variabile aplicate dupa executarea peretilor despartitori si pardoselilor;
- fractiunea de lunga durata rezultata din contractia diferentiata a betonului intre betonul grinzii prefabricate si betonul turnat in situ dupa executarea peretilor despartitori si pardoselilor;
- la grinzile precomprimate – actiunea fortei de precomprimare considerata ca o actiune de lunga durata.

III.10.2 Limitarea deformatiilor

Valoarea limita a sagetii active depinde de tipul de elemente rezemate pe planseu (fragilitatea peretilor despartitori si a finisajelor planseului). Sageata activa este limitata astfel:

- pentru pereti despartitori din zidarie de caramida si/sau finisaje fragile la tavane si pardoseli - $l/500$
- pentru alte tipuri de pereti despartitori si finisaje nefragile - $l/350$
- pentru elemente de acoperis - $l/250$

unde l este deschiderea planseului

Arhitectul va stabili prin proiect categoria de tipuri de pereti si finisaje si o va comunica structuristului pentru verificarea incadrarii sagetilor in valorile de mai sus.

Trebuie avut in vedere si faptul ca producatorul recomanda ca montajul grinzilor Porothersm sa se faca cu o contrasageata de $1/300$ din deschidere.

III.10.3 Calculul deformatiilor

Pentru planseele cu grinzi din beton precomprimat deformatiile se calculeaza cu caracteristicile mecanice ale sectiunilor nefisurate pentru o grinda sau pentru un grup de grinzi.

In cazul unei grinzi simplu rezemate incarcata uniform distribuit, sageata activa in mm poate fi determinata cu urmatoarea relatie:

$$f_a = \frac{L^2}{8k_a E_{c,eff} I} [(k_1 g_1 + g_2/2 + (2/3)(g_v + g_a) + g_p + g_q + q/3) \frac{aL^2}{9.6} + k_s m n_s - k_p P_{m,0} e_p] \text{ [mm]} \quad (25)$$

unde:

g_1 = greutatea proprie a grinzii pe metru liniar [KN/m]

g_2 = greutatea proprie sistemului de planseu, minus greutatea grinzii, pe metru liniar de grinda [KN/m]

g_a = incarcarea permanenta corespunzatoare peretilor despartitori si finisajelor planseului – pardoseli si tavane - pe metru liniar de grinda [KN/m];

g_v = incarcarile permanente aplicate pe planseu inaintea incarcarii g_a - pe metru liniar de grinda [KN/m];

g_p = incarcarile permanente aplicate pe planseu dupa incarcarea g_a - pe metru liniar de grinda [KN/m];

g_q = fractiunea de incarcarile permanente din incarcarile utile (daca aceasta exista) - pe metru liniar de grinda [KN/m];

q = fractiunea de incarcarile variabile din incarcarile utile - pe metru liniar de grinda [KN/m];

$E_{c,eff}$ = modulul de elasticitate de lunga durata al betonului, in MPa [$1\text{MPa}=1\text{N/mm}^2$]; in absenta unor calcule exacte care sa tina cont de omogenizarea sectiunilor $E_{c,eff}$ poate fi luat egal cu 13000 MPa

k_a = coeficient care tine cont de cresterea rigiditatii datorita blocurilor;

$k_a=1.2$ pentru blocuri ceramice semirezistente;

a = coeficient care ia in considerare reducerea sagetilor datorita continuitatii pe reazeme;

$a = 1 - 1.2 \left(\frac{\delta_w + \delta_e}{2} - 0.3\alpha \right)$ pentru o deschidere cu continuitate si $a = 1$ pentru o deschidere cu

grinda simplu rezemata;

δ_w, δ_e = sunt rapoartele intre valorile absolute ale momentelor incovoietoare de pe reazemele din stanga si respectiv din dreapta deschiderii si valoarea absoluta a momentului incovoietor de la mijlocul deschiderii pentru grinda simplu rezemata cu aceeasi deschidere:

$$\delta_w = \frac{M_w}{M_0} \text{ si } \delta_e = \frac{M_e}{M_0}$$

α = raportul intre incarcarea utila si incarcarea totala

$$\alpha = \frac{g_q + q}{g_1 + g_2 + g_v + g_a + g_p + g_q + q} \quad (26)$$

m = momentul static al secțiunii totale a grinzii prefabricate (S_p) relativ la axa neutră a nervurii planseului finit [mm^3];

$m = S_p(V_i - v_i)$, unde V_i este distanța de la axa neutră a nervurii (grinda prefabricată + suprabetonare) la fibra inferioară iar v_i este distanța de la centrul de greutate al grinzii prefabricate la fibra inferioară;

n_s = efortul de întindere datorat contractiei împiedicate a betonului turnat în situ ($n_s=3.0$ MPa);

$P_{m,0}$ = forța finală de precomprimare în N;

e_p = valoarea absolută în mm a excentricității forței de precomprimare relativ la axa neutră a secțiunii nervurii planseului definitivat;

I = momentul de inerție al secțiunii nefisurate a nervurii planseului luată în considerare la dimensionarea la încovoiere în mm^4 , în cazul planseului cu grinzi prefabricate non autoportante (vezi I.3.5);

Conform celor precizate la cap. III.2 – Ipoteze de calcul - momentul de inerție se calculează pentru o secțiune ideală de beton la care aria talpii inferioare se va calcula ținând cont de raportul modulilor de elasticitate.

Sunt valabile și aici figurile 10, 11 și 12 sau 14, 15 și 16 cu deosebirea că aria talpii inferioare a secțiunii ideale se calculează cu relația:

$$A_{t,i} = 2800(E_{c,p}/E_{c,s}) + (A_p n_p E_p / E_{c,s}) \quad [\text{mm}^2] \quad (27)$$

unde:

2800 = aria secțiunii betonului C30/37 din grinda Porotherm – mm^2

$E_{c,p}$ = modulul de elasticitate al betonului C30/37 din grinda precomprimată - MPa;

$E_{c,s}$ = modulul de elasticitate al betonului monolit din suprabetonare - MPa;

A_p = aria unui toron (sarma) - mm^2

n_p = numărul toroanelor (sarmelor) de oțel ÖNORM 4258-ST180/200 corespunzător grinzii respective – vezi Tabelul 3

E_p = modulul de elasticitate al oțelului din toroanele (sarmele) pretensionate, în MPa;

k_1, k_s, k_p = sunt coeficienți care țin cont de efectul pe termen lung al diferitelor acțiuni și diferă în funcție de timpul de depozitare al grinzilor – respectiv de timpul scurs între terminarea fabricației și punerea în opera pe șantier:

$k_1 = 1/10$ – pentru timpul de depozitare mai mare de 3 săptămâni

$= 1/5$ – pentru timpul de depozitare mai mic de 3 săptămâni

$k_s = 1/3$ – pentru timpul de depozitare mai mare de 3 săptămâni

$= 1/5$ – pentru timpul de depozitare mai mic de 3 săptămâni

$K_p = 1/10$ – pentru timpul de depozitare mai mare de 3 săptămâni

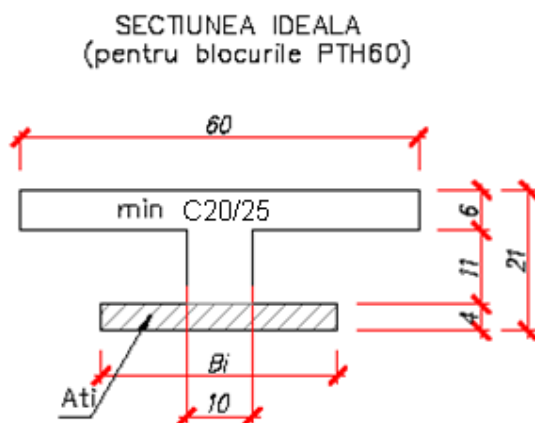
$= 1/5$ – pentru timpul de depozitare mai mic de 3 săptămâni

Pe baza detaliilor obtinute de la furnizor referitoare la aranjarea toroanelor (sarmelor) de precomprimare in sectiunea grinzii si a datelor referitoare la forta de precomprimare finala - $P_{m,0}$.

Vom face urmatoarele precizari:

- centrul de greutate al sectiunii toroanelor (sarmelor) este la 11 mm deasupra fibrei inferioare a sectiunii de beton precomprimat – vezi figura 8;
- forta finala de precomprimare $P_{m,0} = 6900\text{N}$
- modulul de elasticitate al otelului de precomprimare $E_p = 190\text{ GPa}$;
- finisajele si peretii de compartimentare sunt de tip fragil – $f_{a\text{ lim}} = L/500$

Pentru cazul grinzii cu deschiderea de calcul de 4.55 m – structura simpla de grinzi si blocuri Porotherm60 vom avea:



g_1 = greutatea grinzii compozite

$$g_1 = 16 + 42.5 = 58.5 \text{ daN/m} = 0.585 \quad [\text{kN/m}]$$

g_2 = greutatea proprie sistemului de planseu (fara greutatea grinzii) – vezi tabel calcul greutati pct. III.3.

$$g_2 = (0.60 - 0.10)(119 + 150) = 134.5 \text{ daN/m} = 1.345 \quad [\text{kN/m}]$$

g_a = incarcarea permanenta corespunzatoare peretilor despartitori si finisajelor planseului – pardoseli si tavane - vezi tabel calcul greutati pct. III.3.

$$g_a = 0.60(80 + 28.5 + 76 + 8) = 115.5 \text{ daN/m} = 1.155 \quad [\text{kN/m}]$$

g_v = incarcările permanente aplicate pe planseu inaintea incarcarii g_a ;

$$g_v = 0$$

g_p = incarcările permanente aplicate pe planseu dupa incarcarea g_a

$$g_p = 0$$

g_q = fractiunea de incarcari permanente din incarcările utile (daca aceasta exista)

$$g_q = 0$$

q = fractiunea de incarcari variabile din incarcari utile

$$q = 0.60 \times 150 = 90 \text{ daN/m} = 0.90 \quad [\text{kN/m}]$$

$E_{c,eff}$ = modulul de elasticitate de lunga durata al betonului,

$$E_{c,eff} = 13000 \text{ MPa}$$

$k_a = 1.2$ pentru blocuri ceramice semirezistente

$a = 1$ pentru grinda simplu rezemata;

m = momentul static al sectiunii totale a grinzii prefabricate (S_p) relativ la axa neutra a nervurii planseului finit – mm^3 ;

$$m = S_p (V_i - v_i)$$

Pozitia axei neutre a grinzii este:

$$y_{1-1} = F_p / b_{eff} \times f_{cd} = (14 \times 4.91 \times 1765 / 1.15) / (600 \times 13.3) = 13.2 \quad [\text{mm}]$$

$$S_p = 2800 \text{ mm}^2$$

$$V_i = 210 - 13.2 = 196.8 \text{ mm}$$

$$v_i = 20 \text{ mm}$$

$$m = 2800(196.8 - 20) = 495040 \text{ mm}^3$$

I = momentul de inertie al sectiunii ideale, nefisurate, al nervurii planseului

$$A_{t,i} = 2800(E_{c,p}/E_{c,s}) + (A_p n_p E_p / E_{c,s}) \quad [\text{mm}^2]$$

unde:

$$2800 = \text{aria sectiunii betonului C30/37 din grinda Porotherm} \quad [\text{mm}^2]$$

$$E_{c,p} = 33000 \quad [\text{Mpa}] \quad (\text{C30/37})$$

$$E_{c,s} = 30000 \quad [\text{Mpa}] \quad (\text{C20/25})$$

$$A_p = 4.91 \quad [\text{mm}^2]$$

$$n_p = 14 - \text{vezi tabelul 3}$$

$$E_p = 190000 \quad [\text{Mpa}]$$

$$A_{t,i} = 2800(33000/30000) + (4.91 \times 14 \times 190000 / 30000) = 3080 + 435 = 3515 \quad [\text{mm}^2]$$

$$B_i = A_{t,i} / 40 = 3515 / 40 = 88 \quad [\text{mm}]$$

$$y_G = (\sum A_i y_i) / \sum A_i \quad [\text{mm}]$$

$$\sum A_i = 600 \times 60 + 110 \times 100 + 3515 = 50515 \quad [\text{mm}^2]$$

$$\sum A_i y_i = 36000 \times 30 + 11000 \times 115 + 3515 \times 190 = 3\,012\,850 \quad [\text{mm}^3]$$

$$y_G = 3\,012\,850 / 50\,515 = 60 \quad [\text{mm}]$$

$$I_i = (\sum A_{(i)} y_{G(i)}^2) + \sum A_{(i)} h_{(i)}^2 / 12 \quad [\text{mm}^4]$$

$$\sum A_{(i)} y_{G(i)}^2 = 36\,000 \times (60 - 30)^2 + 11\,000 \times (115 - 60)^2 + 3515 \times (190 - 60)^2 =$$

$$32\,400\,000 + 33\,275\,000 + 59\,403\,500 = 125\,078\,500 \quad [\text{mm}^4]$$

$$\sum A_{(i)} h_{(i)}^2 / 12 = 36000 \times 60^2 / 12 + 11000 \times 110^2 / 12 + 3515 \times 40^2 / 12 =$$

$$10\,800\,000 + 11\,091\,667 + 468\,666 = 22\,360\,333 \quad [\text{mm}^4]$$

$$I_i = 125\,078\,500 + 22\,360\,333 = 147\,438\,833 \quad [\text{mm}^4]$$

$k_1 = 1/10$ – pentru timpul de depozitare mai mare de 3 săptămâni

$k_s = 1/3$ – pentru timpul de depozitare mai mare de 3 săptămâni

$k_p = 1/10$ – pentru timpul de depozitare mai mare de 3 săptămâni

$$f_a = \frac{L^2}{8k_a E_{c,eff} I} [(k_1 g_1 + g_2/2 + (2/3)(g_v + g_a) + g_p + g_q + q/3) \frac{aL^2}{9.6} + k_s m n_s - k_p P_{m,0} e_p]$$

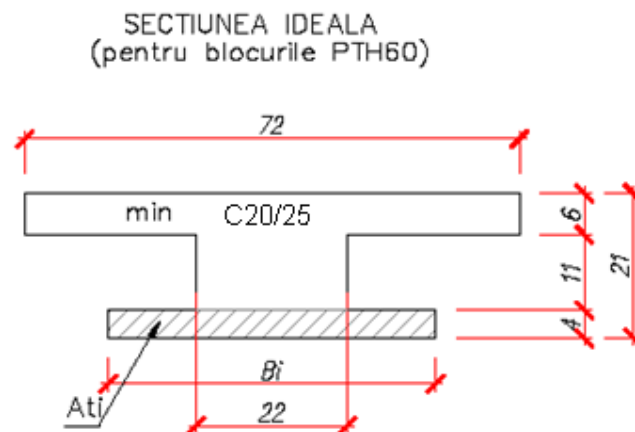
$$f_a = \frac{4550^2}{8 \times 1.2 \times 13000 \times 147456833} [(0.1 \times 0.585 + 1.345/2 + (2/3)(0 + 1.155) + 0 + 0 + 0.90/3) \frac{1 \times 4550^2}{9.6}$$

$$+ 1/3 \times 495040 \times 3 - 0.1 \times 14 \times 6900(210 - 11 - 13.2)]$$

$$f_a = 0.00000135 [3883875 + 495040 - 1794828] = 3.49 \quad [\text{mm}]$$

$$f_{a\,lim} = L/500 = 4500/500 = 9 \text{ mm} > f_a$$

Pentru cazul grinzii cu deschiderea de calcul de 7.05 m – structura dubla de grinzi si blocuri Porotherm60, vom avea:



g_1 = greutatea grinzii compozite

$$g_1 = 2 \times 16 + 93.5 = 125.5 \text{ daN/m} = 1.255 \quad [\text{kN/m}]$$

g_2 = greutatea proprie sistemului de planșeu (fara greutatea grinzii) – vezi tabel calcul greutati pct. III.3.

$$g_2 = (0.72 - 0.22)(119 + 150) = 134.5 \text{ daN/m} = 1.345 \quad [\text{kN/m}]$$

g_a = incarcarea permanenta corespunzatoare peretilor despartitori si finisajelor planseului – pardoseli si tavane - vezi tabel calcul greutati pct. III.3.

$$g_a = 0.72(80 + 28.5 + 76 + 8) = 138.6 \text{ daN/m} = 1.386 \quad [\text{kN/m}]$$

g_v = incarcările permanente aplicate pe planșeu inaintea incarcării g_a ;

$$g_v = 0$$

g_p = incarcările permanente aplicate pe planșeu dupa incarcarea g_a

$$g_p = 0$$

g_q = fractiunea de incarcari permanente din incarcările utile (daca aceasta exista)

$$g_q = 0$$

q = fractiunea de incarcari variabile din incarcările utile

$$q = 0.72 \times 150 = 108 \text{ daN/m} = 1.08 \text{ [kN/m]}$$

$E_{c,eff}$ = modulul de elasticitate de lunga durata al betonului,

$$E_{c,eff} = 13000 \text{ MPa}$$

$k_a = 1.2$ pentru blocuri ceramice semirezistente;

$a = 1$ pentru grinda simplu rezemata;

m = momentul static al sectiunii totale a grinzii prefabricate (S_p) relativ la axa neutra a nervurii planseului finit [mm³];

$$m = S_p (V_i - v_i)$$

Pozitia axei neutre a nervurii este:

$$y_{1-1} = F_p / b_{eff} \times f_{cd} = (2 \times 19 \times 4.91 \times 1765 / 1.15) / 720 \times 13.3 = 29.9 \text{ [mm]}$$

$$S_p = 2 \times 2800 \text{ mm}^2 = 5600 \text{ mm}^2$$

$$V_i = 210 - 29.9 = 180.1 \text{ mm}; \quad v_i = 20 \text{ mm}$$

$$m = 5600 (180.1 - 20) = 896560 \text{ mm}^3$$

I = momentul de inertie al sectiunii ideale, nefisurate, al nervurii planseului

$$A_{t,i} = 5600 (E_{c,p} / E_{c,s}) + (A_p n_p E_p / E_{c,s}) \quad [\text{mm}^2]$$

unde:

$$5600 = \text{aria sectiunii betonului C30/37 din cele doua grinzi Porotherm} \quad [\text{mm}^2]$$

$$E_{c,p} = 33000 \quad [\text{MPa}] \text{ (C30/37)}$$

$$E_{c,s} = 30000 \quad [\text{MPa}] \text{ (C20/25)}$$

$$A_p = 4.91 \quad [\text{mm}^2]$$

$$n_p = 2 \times 19 - \text{vezi tabelul 3}$$

$$E_p = 190000 \quad [\text{MPa}];$$

$$A_{t,i} = 5600 (33000 / 30000) + (4.91 \times 19 \times 2 \times 190000 / 30000) = 6160 + 1181 = 7341 \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$B_i = A_{t,i} / 40 = 7341 / 40 = 183 \quad [\text{mm}]$$

$$y_G = (\sum A_i y_i) / \sum A_i \quad [\text{mm}]$$

$$\sum A_i = 720 \times 60 + 110 \times 220 + 7341 = 74\,741 \quad [\text{mm}^2]$$

$$\sum A_i y_i = 43200 \times 30 + 24200 \times 115 + 7341 \times 190 = 5\,473\,790 \quad [\text{mm}^3]$$

$$y_G = 5\,473\,790 / 74\,741 = 73 \quad [\text{mm}]$$

$$I_i = (\sum A_{(i)} y_{G(i)}^2) + \sum A_{(i)} h_{(i)}^2 / 12 \quad [\text{mm}^4]$$

$$\sum A_{(i)} y_{G(i)}^2 = 43\,200 \times (73 - 30)^2 + 24\,200 \times (115 - 73)^2 + 7341 \times (190 - 73)^2 =$$

$$79\,876\,800 + 42\,688\,800 + 100\,490\,949 = 223\,056\,549 \quad [\text{mm}^4]$$

$$\Sigma A_{(i)} h_{(i)}^2 / 12 = 43\,200 \times 60^2 / 12 + 24\,200 \times 110^2 / 12 + 7341 \times 40^2 / 12 =$$

$$12\,960\,000 + 24\,401\,667 + 978\,800 = 38\,340\,467 \quad [\text{mm}^4]$$

$$I_i = 223\,056\,549 + 38\,340\,467 = 261\,397\,016 \quad [\text{mm}^4]$$

$k_1 = 1/10$ – pentru timpul de depozitare mai mare de 3 saptamani

$k_s = 1/3$ – pentru timpul de depozitare mai mare de 3 saptamani

$k_p = 1/10$ – pentru timpul de depozitare mai mare de 3 saptamani

$$f_a = \frac{L^2}{8k_a E_{c,eff} I} [(k_1 g_1 + g_2 / 2 + (2/3)(g_v + g_a) + g_p + g_q + q/3) \frac{aL^2}{9.6} + k_s m n_s - k_p P_{m,0} e_p]$$

$$f_a = \frac{7050^2}{8 \times 1.2 \times 13000 \times 261397016} [(0.1 \times 1.255 + 1.345/2 + (2/3)(0 + 1.386) + 0 + 0 + 1.08/3) \frac{1 \times 7050^2}{9.6} + 1/3 \times 896560 \times 3 - 0.1 \times 2 \times 19 \times 6900 (210 - 11 - 29.9)]$$

$$f_a = 0.00000183 [10779230 + 896560 - 4433802] = 13.3 \quad [\text{mm}]$$

$$f_{a\,lim} = L/500 = 7000/500 = 14 \text{ mm} > f_a$$

III.11 CALCULUL SUSTINERILOR PLANSEULUI

DIMENSIONAREA POPILOR DE SUSTINERE

De regula, popii se dispun la distante interax de maxim 1.75m pe ambele directii, si sustin grinzi de montaj pe care se aseaza grinzile Porothersm.

Sunt cazuri in sa, in care trebuie indesa retea de popi de sustinere in functie de tehnologia de executie a structurilor cu zidarie Porothersm – de ex. cazul cand paletii cu blocuri de zidarie sau cu blocuri pentru planseu, sunt depozitate temporar pe planseele intermediare in timpul executiei.

III.11.1 Calculul incarcarii

caz A - Incarcari curente din planseu inainte de turnarea suprabetonarii

- | | |
|--|--|
| 1. Corpuri ceramice | 120 [daN/m ²] |
| 2. Grinzi Porothersm | 16 daN/ml / 0.60m = 27 [daN/m ²] |
| 3. Grinzi de sustinere | 15x1.75 = 26 [daN] |
| 4. Armatura | 10 [daN/m ²] |
| 5. Utila | 200 [daN] |
| (incarcare concentrata 2 oameni) | |
| 6. Caramizi (max. 20buc) pentru dispunere in planseu | 300 [daN] |
| (incarcare concentrata) | |

Aria aferenta unui pop:

$$A_{af} = 1.75m \times 1.75m = 3.06 \quad [m^2]$$

$$P_n = (120+27+10) \times 3.06m^2 + 26+300+200 = 1006daN = \mathbf{10.06 [kN]}$$

Coeficient de siguranta la supraincercare $\gamma = 1.5$

$$P_c = 10.06 \times 1.5 = \mathbf{15.09 [kN]}$$

caz B - Incarcari curente planseu dupa de turnarea betonului (suprabetonare)

1. Corpuri ceramice 120 [daN/m²]
2. Grinzi Porothersm 44 daN/ml/0.60m = 73 [daN/m²]
3. Grinzi de sustinere 15 daN/mlx1.75m = 26 [daN]
4. Utila 200 [daN]
(incarcare concentrata 2 oameni)
5. Suprabetonare 150 [daN/m²]
(grosime 6 cm)

$$P_n = (120+73+150) \times 3.06 + 26+200 = 1276 daN = \mathbf{12.8 [kN]}$$

Coeficient de siguranta la supraincercare $\gamma = 1.5$

$$P_c = 12.8 \times 1.5 = \mathbf{19.2 [kN]}$$

Daca grosimea placii suprabetonarii va fi alta decat 6 cm incarcările vor fi corectate corespunzator.

**- caz C - Incarcari zona de lucru (de depozitare a paletilor cu blocuri ceramice)
dupa de turnarea betonului**

1. Corpuri ceramice 120 [daN/m²]
2. Grinzi Porothersm 44 daN/ml/0.60m = 73 [daN/m²]
3. Grinzi de sustinere 15 daN/mlx1.75m = 26 [daN]
4. Utila 200 [daN]
(incarcare concentrata 2 oameni)
5. Suprabetonare 150 [daN/m²]
6. Caramizi (palet) 1000 [daN/palet]
(incarcare concentrata)

$$P_n = (120+73+150) \times 3.06 + 26+200+1000 = 2276 daN = \mathbf{22.8 [kN]}$$

Coeficient de siguranta la supraincercare $\gamma = 1.5$

$$P_c = 22.8 \times 1.5 = \mathbf{34.2 [kN]}$$

Daca grosimea placii suprabetonarii va fi alta decat 6 cm incarcările vor fi corectate corespunzator.

ATENTIE: Chiar si in cazul indesirii popilor de sustinere, nu se accepta cazul de incarcare in care paletii cu blocuri ceramice pentru pereti sau plansee sa fie rezemati pe grinzile precomprimate ale planseului (se pot deteriora iremediabil conectorii grinzilor si se pot deplasa de la pozitie grinzile Porotherm). In cazul in care paletii sunt rezemati pe planseul montat, inainte de montarea armaturii suprabetonarii, depozitarea se va face doar pe platforme sau podine de lucru.

III.11.2. Dimensionarea popilor metalici

Se vor utiliza popi metalici conform SR EN 1065:2002, dispusi la distante de 1.75m pe ambele directii.

Conform SR EN 1065:2002 popii metalici extensibili cu inaltime de pana la 3100 mm (ce pot fi folositi de regula la cladiri de locuit cu inaltime de nivel pana la 3.30 m) au o capacitate portanta de 20kN, garantata de furnizor pentru aceasta inaltime.

Popii se dispun la distante interax de 1.75m pe ambele directii.

$$A_{af} = 1.75m \times 1.75m = 3.06mp$$

Forta axiala de compresiune in pop:

- **caz A** - inainte de turnare suprabetonare
 $P_c = 15.09 \quad [kN]$
- **caz B** - dupa turnarea suprabetonarii
 $P_c = 19.2 \quad [kN]$
- **caz C - dupa** turnarea suprabetonarii cu incarcare suplimentara din paletii cu corpuri ceramice dispusi pe planseu
 $P_c = 34.2 \quad [kN]$

Se observa ca in cazurile A si B se pot utiliza popi metalici extensibili cu capacitatea portanta de 20 kN; in cazul C, fie se aleg popi cu capacitate portanta mai mare, fie se indeseasc sustinerile cu popi la distante de **0.875m pe ambele directii**,

Aceasta inseamna practic reducerea la jumatate a distantelor de 1.75 m intre grinzile de sustinere si intre popi; in consecinta **se pot rezolva “din mers” situatii** cand tehnologia de executie se schimba in timpul executiei si apare necesitatea ca unul dintre planseele intermediare sa fie incarcat suplimentar cu greutatea paletilor cu blocuri ceramice pentru executarea zidariei si planseului de la nivelul urmator. Proiectantul si constructorul pot conveni si asupra indesirii popilor numai pe zone limitate ale planseului; se vor specifica special in proiect sau in dispozitii de santier in timpul executiei, zonele de planseu cu popi indesiti in care se pot depozita materiale.

În acest caz, încărcarea axială pe popi va fi :

$$P_n = (120+73+150) \times 0.77 + 15 + 100 + 1000 = 1379 \text{ daN} = \mathbf{13.8 \text{ [kN]}}$$

Coeficient de siguranță la supraincercare $\gamma = 1.5$

$$P_c = 13.8 \times 1.5 = 20.7 \text{ kN} \approx \mathbf{20 \text{ [kN]}}$$

ESTE RECOMANDAT ca, la executia planseelor Poroform tehnologiile de executie sa prevada manipularea materialelor (în special paletii cu blocuri ceramice) de pe platforme exterioare – schele sau platforme autoridicatoare

III.11.3 Dimensionarea popilor din lemn

Dimensionarea popilor din lemn se va face conform NP005-2003 – “Cod pentru calculul și alcatuirea elementelor de construcție din lemn”.

Capacitatea de rezistență a popului cu secțiune simplă, solicitat la compresiune axială paralelă cu fibrele:

$$C_r = R_{cII} \times A_{calcul} \times \rho_c \times m_T$$

ρ_c = coeficient de flambaj

Se propune o secțiune de pop 10cm x 10cm (secțiune curentă în depozitele de materiale de construcții):

$$A_{calcul} = 10\text{cm} \times 10\text{cm} = 100 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$m_T = 1.0 \text{ (lemn netratat)}$$

Se consideră popii realizați din lemn de brad, clasa II de calitate:

Determinarea rezistenței de calcul R_{cII}^c

$$R_{cII}^c = m_{ui} \times m_{di} \times R_i / \gamma_i$$

m_{ui} = coef. al condițiilor de lucru care introduce în calcul umiditatea de echilibru a materialului lemnos.

$$m_{ui} = 0.90 \text{ (clasa II de exploatare)}$$

m_{di} = coef. al condițiilor de lucru în funcție de durata de acțiune a încărcărilor.

$$m_{di} = 0.85$$

γ_i = coeficient parțial de siguranță

$$\gamma_i = 1.25$$

$R_{cII} = 12 \text{ N/mm}^2$ – lemn de brad, clasa II de calitate

$$R_{cII}^c = 0.90 \times 0.85 \times 12 / 1.25 = \mathbf{7.34 \text{ [N/mm}^2\text{]}}$$

Determinarea coeficientului de flambaj ρ_c

Se face pentru înălțimea popului $H_{pop} = 3.00 \text{ [m]}$

$$L_f = H_{pop} = 3.00 \text{ [m]}$$

$$I_z = I_y = b \times h^3 / 12 = 100 \times 100^3 / 12 = 8.33 \times 10^6 \text{ [mm}^4\text{]}$$

$$A = 100 \times 100 = 10000 \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$i_z = i_y = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{8.33 \times 10^6}{10000}} = 28.87 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \lambda_z = L_f / i_y = 3000 / 28.87 = 104 \Rightarrow \rho_y = \rho_z = 0.287$$

$$C_r = R_{cII} \times A_{calcul} \times \rho_c \times m_T$$

$$C_r = 7.34 \times 100 \times 100 \times 0.287 \times 1.0 = 21066 \text{ N} = 21.1 \text{ [kN]}$$

Capacitatea de rezistență a secțiunii popului este superioară efortului efectiv din pop în cazurile de încărcare A și B.

$$C_r = 21.1 \text{ kN} > P_c = 14.7 \text{ kN} \text{ caz A}$$

$$C_r = 21.1 \text{ kN} > P_c = 19.2 \text{ kN} \text{ caz B}$$

Pentru situațiile de încărcare caz A și B, prezentate mai sus, se pot folosi popi din lemn de brad clasa II de calitate cu secțiunea 10cmx10cm, dispusi la interax de 1.75m pe ambele direcții.

Pentru situația de încărcare caz C se vor indesi popii la distanțe de 0.875m pe ambele direcții, pe tot planseul sau pe zona aferentă paletului de zidărie dacă acest lucru este convenit între proiectant și constructor.

$$C_r = 21.1 \text{ kN} > P_c = 20.7 \text{ kN} \text{ caz C (cu popi indesi)}$$

În situația utilizării popilor din lemn cu secțiune circulară Ø120mm:

$$I_y = I_z = \pi \times r^4 / 4 = 3.14 \times 6^4 / 4 = 1017 \text{ [cm}^4\text{]}$$

$$A = \pi \times r^2 = 3.14 \times 6^2 = 113 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$i = \sqrt{\frac{I_y(z)}{A}} = 3.00 \text{ cm} \quad \lambda = \frac{l_f}{i} = 100 \Rightarrow \rho = 0.310$$

Capacitatea de rezistență a popului circular la compresiune axială paralelă cu fibrele:

$$C_r = R_{cII} \times A_{calcul} \times \rho_c \times m_T$$

$$C_r = 7.34 \times 11300 \times 0.310 \times 1.0 = 25712 \text{ N} = 25.7 \text{ [kN]}$$

Concluzie: Se pot utiliza deci și popi circulari cu secțiunea de Ø120mm din lemn de brad clasa II de calitate, în condițiile valabile pentru popii cu secțiunea rectangulară (100x100mm) descrise mai sus.

IV. PREVEDERI CONSTRUCTIVE SI DETALII PRIVIND EXECUTIA PLANSEELOR

Porotherm

IV.1. Montarea schelei de sustinere si a grinzilor prefabricate de planseu

(a) Montarea schelei de sustinere a grinzilor de planseu se realizeaza intr-o varianta convenabila pentru constructor, respectiv din lemn sau metalica. (fig. 20)

Schelele de sustinere ale grinzilor se dispun conform proiectului de executie intocmit de catre proiectantul autorizat al lucrarii, dar la distante de maximum 1,75 m între ele sau fata de peretii structurali. Popii acestor schele se aseaza pe talpi, iar reglarea înaltimii acestora se realizeaza fie printr-un sistem de pene, fie cu dispozitive mecanice de tip cric (in functie de tipul de schela adoptat).

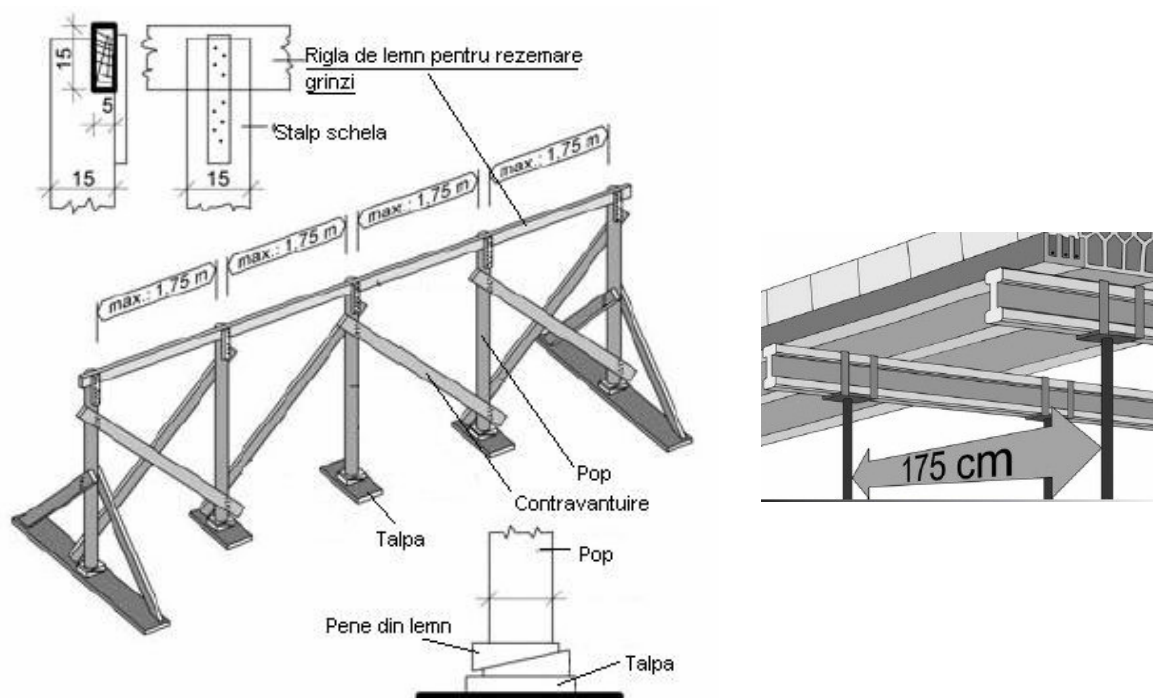


Fig. 20 – Exemple schela de sustinere grinzi Porotherm

In cazul in care proiectul prevede, la structuri in cadre din beton armat, rezemarea indirecta a grinzilor planseului prin intermediul unor carcase spatiale din otel beton, grinzile schelei de sustinere vor fi dispuse astfel incat sa poata asigura rezemarea grinzilor Porotherm in imediata apropiere a grinzilor cadrului.

Conform SR EN 15037-1:2008, anexa D, fig. D2, rezulta ca distanta maxima fata de pereti (sau grinzi) a primului reazem este de 650 mm.

Cota de la partea de sus a riglelor superioare ale schelei, pe care reazema grinzile Porotherm, se stabileste astfel încât acestea sa realizeze o contrasageata de 1/300 din deschidere, la mijloc – vezi fig. 21, fig. 22 si Tabelul 4).

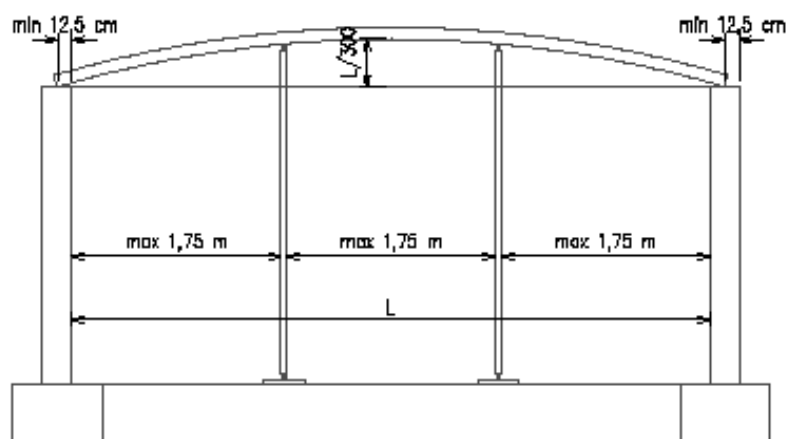


Fig. 21 Rezemarea grinzilor Porotherm cu asigurarea unor contrasageti de 1/300 din deschidere – cazul rezemarii directe pe pereti sau grinzi

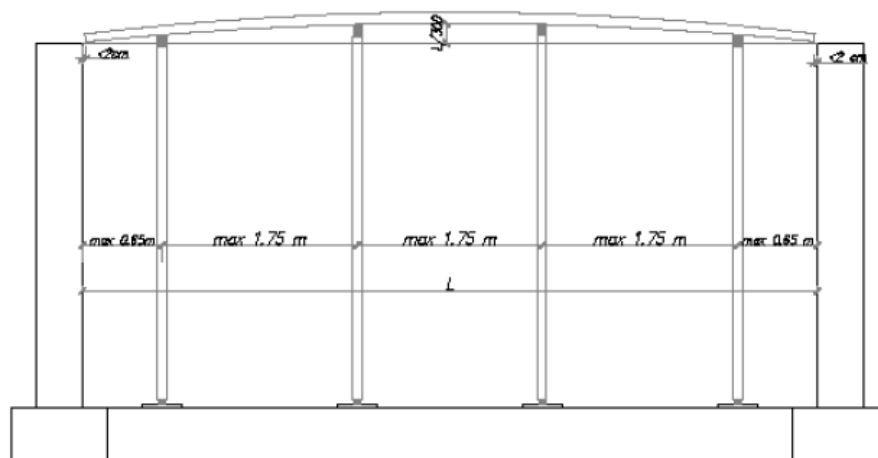


Fig. 22 Rezemarea grinzilor Porotherm cu asigurarea unor contrasageti de 1/300 din deschidere – cazul rezemarii indirecte pe pereti sau grinzi

Tabelul 4. Valoarea contrasageti grinzilor Porotherm (exemple)

Distanța dintre reazeme (L)	Valoarea contrasageti (L/300)
2,0 m (grinda Porotherm E225)	0,7 cm
3,0 m (grinda Porotherm E325)	1,0 cm
4,0 m (grinda Porotherm E425)	1,3 cm
5,0 m (grinda Porotherm E525)	1,7 cm
6,0 m (grinda Porotherm E625)	2,0 cm
7,0 m (grinda Porotherm E725)	2,3 cm

Se va acorda o atentie deosebita contravântuirii schelei pentru a se asigura stabilitatea ei pe cele doua directii si pentru a se evita în acest fel aparitia unor dereglari ulterioare în timpul realizarii planseului; de asemenea se va acorda o atentie deosebita orizontalitatii si verticalitatii principalelor componente ale schelei si din acest punct de vedere se va efectua o verificare atenta de catre inginerul de santier.

Proiectul pentru sustinerea grinzilor prefabricate se va întocmi de catre proiectant, tinand cont de fazele tehnologice de executie si de incarcările prevazute pentru aceasta etapa (montaj si betonare).

(b) La structurile cu pereti din zidarie sau beton armat, dupa definitivarea schelei de sustinere se face nivelarea partii superioare a reazemelor prin aplicarea unui strat de mortar de ciment de marca M10; pe acest strat de mortar se vor dispune distantieri de cca 20 mm înaltime (placute de otel sau cupoane din otel beton neted) pe care vor rezema grinzile. Acesti distantieri trebuie sa permita trecerea barelor pentru armarea centurilor – vezi detalii la cap. V.2 – Piese desenate.

(c) În cazul structurilor în cadre din beton armat rezemarea grinzilor Porothersm se va face pe schelele de sustinere în imediata apropiere a grinzilor cadrului, astfel ca nu este necesara rezemarea acestora (la montaj) pe grinzile de beton armat. De altfel, la structurile în cadre din beton armat, este indicat ca turnarea betonului în grinzile cadrului sa se faca în acelasi timp cu turnarea betonului în grinzile si suprabetonarea planseului.

(d) la structurile cu cadre metalice **rezemarea grinzilor Porothersm se va face pe talpa superioara a grinzilor cadrelor** prin intermediul unor benzi elastice din cauciuc sau poliuretan (vezi detaliile din anexa); proiectarea grinzilor cadrelor metalice si a grinzilor secundare ale planseului se va face astfel încat dispunerea conectorilor sa nu împiedice montarea grinzilor Porothersm; conectorii vor fi realizati din table sudate (recomandabil în atelierul de confectii metalice) si vor fi dispusi la distante modulate cu distantele între grinzile Porothersm (45 sau 60 cm); pentru asigurarea conlucrării planseului cu grinzile structurii metalice se poate avea în vedere si o dispunere uniform distribuita a unor gujoane din otel rotund (în mod similar cu cele ce se utilizeaza în mod curent la planseele “steel deck” la structurile metalice). Nu este recomandata dispunerea grinzilor Porothersm si a blocurilor ceramice sub nivelul talpii superioare a grinzilor metalice; grosimea mica a suprabetonării nu poate asigura o ancorare corespunzătoare a conectorilor pentru asigurarea conlucrării planseului cu grinzile metalice.

(e) Asezarea primei grinzi Porothersm de planseu se face la limita peretelui structural sau a grinzii cadrului, paralel cu directia de lucru a planseului. Grinda va rezema pe peretii structurali sau pe grinzile pe care descarca planseul, pe o lungime de cel putin 12,5 cm.

Lungimea grinzilor precomprimate Porothersm, este modulata la 25cm; este permisa ajustarea lungimii prin sectionare cu disc diamantat **numai in cazul scurtarii cu max.10cm la capetele grinzii**. La structurile in cadre din beton armat unde este prevazuta rezemarea indirecta a grinzilor Porothersm, ajustarea acestora se va face astfel incat distantele de la capetele grinzilor la marginea reazemelor sa nu depaseasca 2 cm (acest lucru este prevazut si in anexa D la SR EN 15037-1:2008)

(f) Este interzisa taierea elementelor prefabricate din beton armat precomprimat, sectionarea prin daltuire, perforarea partiala sau totala a acestora .

(g) Montarea celorlalte grinzi de planseu se face în pozitie paralela cu prima grinda, la distante interax de 45 sau 60 cm (in functie de blocurile ceramice utilizate - Porothersm 45 sau Porothersm 60), conform proiectului. Asigurarea corecta a distantei interax dintre grinzi se realizeaza cu distantieri din lemn sau cu dispozitive speciale precum si prin montajul unor siruri de blocuri ceramice Porothersm, la fiecare capat al grinzilor.

(h) In cazurile unor structuri de tip celular, atat in cazul structurilor in cadre din beton armat cat si in cazul structurilor cu pereti se pot prevedea grinzi intermediare ale planseelor cu rol exclusiv gravitational (fig. 23)

(i) In cazurile in care distantele intre peretii sau grinzile paralele cu grinzile Porothersm nu sunt modulate cu distantele intre grinzi, atunci distanta neacoperita se va distribui simetric la ambele margini ale planseului si se va acoperi cu beton armat monolit. Detaliile sunt prezentate in principiu in piesele desenate anexate prezentului indrumator – cap. V si vor fi precizate in proiectul de structura al constructiei respective.

(j) Schelele de sustinere vor fi prevazute pe linia reazemelor grinzilor Porothersm cu podine de lucru cu balustrade, de pe care se va face manipularea si fixarea grinzilor Porothersm si a blocurilor ceramice distantieri in pozitiile de montaj.

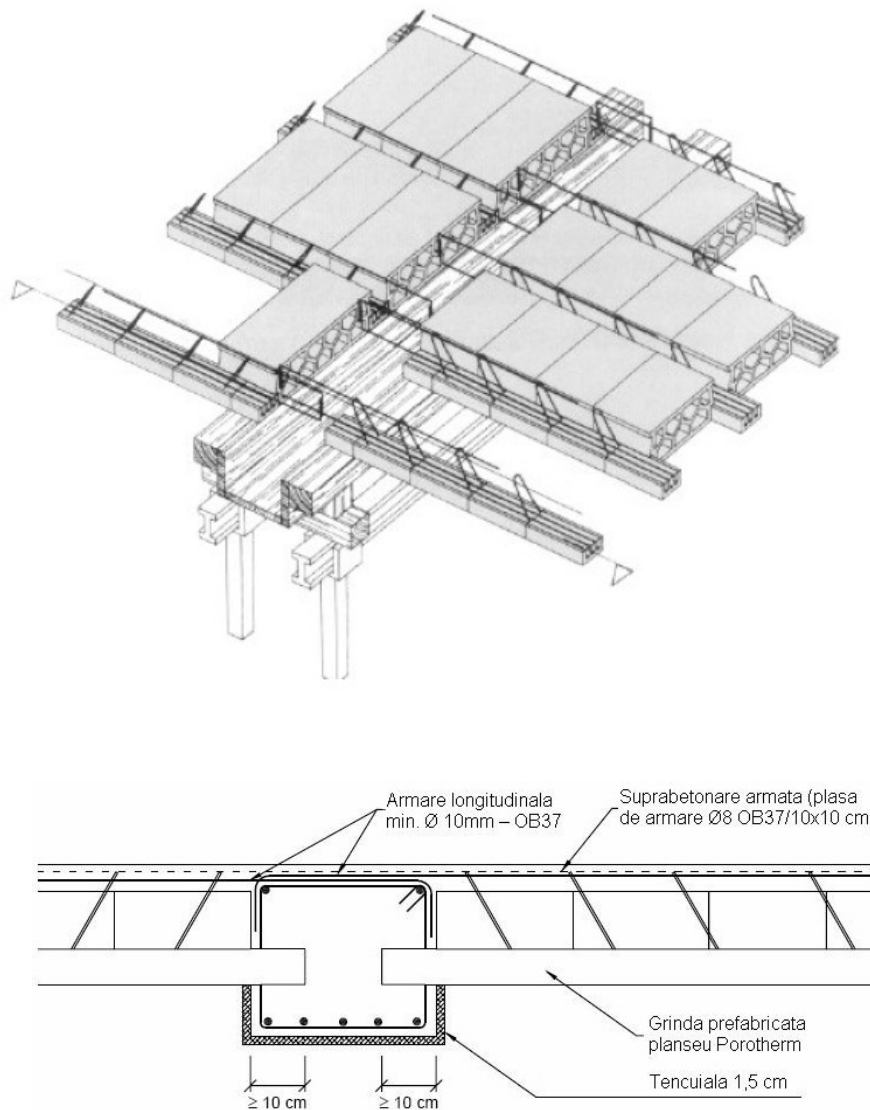


Fig. 23 - Exemplu realizare a unei grinzi intermediare din beton armat

Dimensionarea numărului de popi și poziționarea acestora se va face conform precizarilor de la pct. III.11.

IV.2. Montarea blocurilor ceramice de planșeu și îndreptarea conectorilor

(a) Înainte de începerea montării blocurilor ceramice, la desfacerea paletelor, se va verifica de către inginerul de șantier integritatea acestora; nu vor fi puse în lucru blocuri fisurate sau deteriorate în timpul transportului.

(b) Blocurile ceramice de planșeu Porothersm 45 și/sau Porothersm 60 se montează alăturat, fără rosturi, rezemate pe grinzile Porothersm, realizându-se siruri în lungul grinzilor. Această operație se face manual.

În zona de rezemare a grinzilor de planșeu pe un perete structural sau grindă, primul rând de blocuri se montează la față dinspre interior al reazemului; se montează în continuare celelalte blocuri, prin alăturare (Fig. 24).

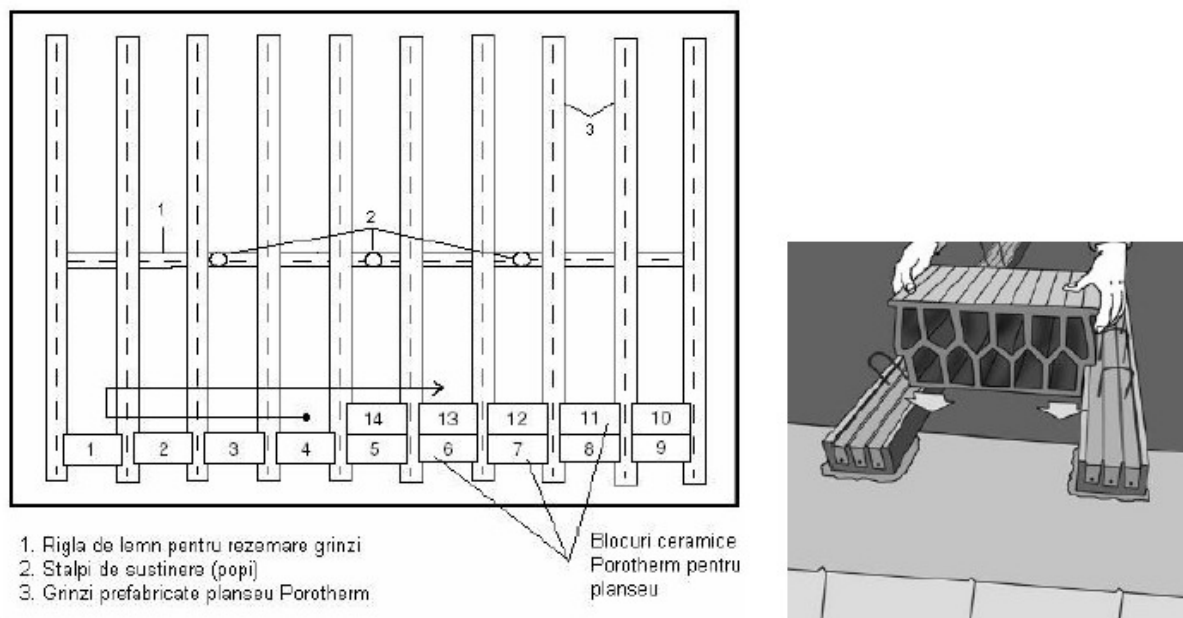


Fig. 24. Ordinea de montaj a blocurilor ceramice – varianta 1 (grinzile Porotherm fixate pe pozitie cu distantieri)

În figura 25 se prezintă o variantă de montaj în care, pe de o parte, blocurile ceramice sunt folosite și ca distanțieri între grinziile Porotherm, iar pe de altă parte pot fi utilizate ca contragreutate pentru realizarea contrasăgeții la montaj.

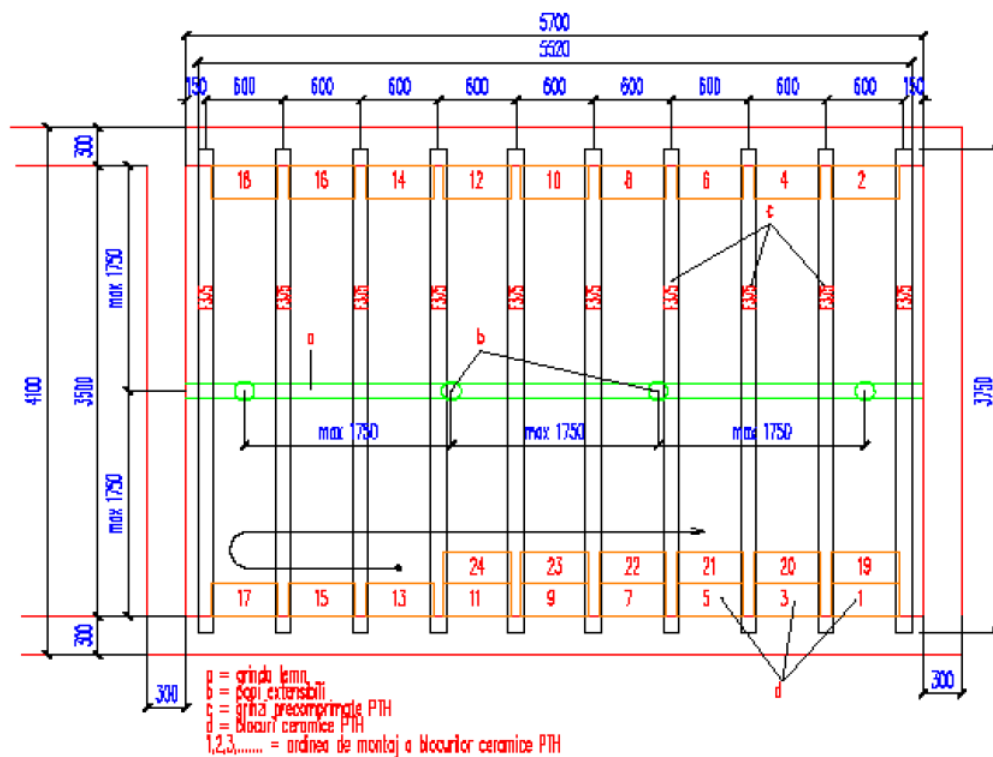


Fig. 25. Ordinea de montaj a blocurilor ceramice – varianta 2 (blocurile ceramice sunt și distanțieri pentru montarea grinziilor Porotherm)

(c) Daca distanta dintre reazemele grinzilor Porotherm, nu este modulata cu dimensiunea blocurilor ceramice se va putea proceda astfel:

- fie distanta neacoperita de dimensiunea unui bloc se repartizeaza egal la cele doua capete ale grinzilor rezultand o zona monolita de max 12.5 cm latime, ce va fi detaliata in proiectul de executie impreuna cu grinda sau centura din beton armat;

- fie ultimul rand de blocuri va fi taiat la dimensiunea necesara, astfel încât acesta sa nu depaseasca limita verticala interioara a celui alt reazem; ajustarea dimensiunii blocurilor ceramice se va face obligatoriu prin taiere cu disc diamantat, la un circular montat in apropierea locului de montaj, la sol sau pe planseul inferior.

Este interzisa ajustarea dimensiunii blocurilor ceramice prin lovire cu ciocanul.

In cazul cand in proiect este prevazuta reazemarea indirecta a grinzilor Porotherm pe grinzi sau pe pereti, distantele de la primul rand de blocuri la reazeme vor fi dimensionate astfel incat sa se realizeze lungimea de ancorare la smulgere a grinzilor Porotherm din betonul monolit (vezi cap. III.6 de mai sus)

(d) Chiar daca rezistenta de rupere la incovoiere a unui bloc ceramic, in conditii de laborator, este de cca 4 ori mai mare decat greutatea unui om (4 kN - vezi pct. II.2.2), este recomandat ca circulatia muncitorilor deasupra blocurilor ceramice dupa montaj, fie pentru montarea blocurilor in continuare si indreptarea conectorilor de pe grinzi, fie pentru montarea armaturilor si turnarea betonului suprabetonarii, sa se faca pe podine din dulapi de lemn reazemate perpendicular pe grinzile Porotherm. Sculele cu care se lucreaza vor fi manipulate cu atentie pentru a evita socurile care pot afecta talpa superioara a blocurilor ceramice si zonele de reazemare pe grinzile Porotherm.

(e) Nu este necesara astuparea, golurilor blocurilor ceramice invecinate grinzilor sau centurilor; pierderile de beton prin astuparea partiala a golurilor sunt nesemnificative iar existenta acestor "pene" de beton peste limita sectiunii centurilor sau grinzilor nu fac decat sa imbunatateasca conlucrarea elementelor planseului pentru asigurarea efectului de diafragma orizontala rigida.

(f) In cazurile in care, accidental, talpa superioara a unui bloc ceramic sau zona de reazemare pe grinda se sparge in timpul montajului, acesta va fi inlocuit integral. Nu se admit la montaj blocuri ceramice sparte la care spaturile sunt astupate cu diverse materiale (hartie, polietilena, polistiren, etc.) si nici nu se va permite umplerea blocurilor sparte cu betonul de monolitizare; pentru a se evita astfel de situatii proiectantul structurii va prevedea in programul de urmarire a lucrarilor pe santier o faza determinanta (nu neaparat cu participarea inspectorilor ISC) in care sa fie verificata integritatea si montarea corecta a grinzilor si blocurilor ceramice inainte de inceperea armarii suprabetonarii.

Daca **dupa terminarea armarii** se intampla, accidental, ca unul sau cel mult doua blocuri pe o celula a planseului sa fie deteriorate prin spargerea talpii superioare pe max 10% din suprafata, atunci se poate accepta ca aceste blocuri sa fie reparate prin indesarea in golul din talpa superioara a unor materiale usoare – hartie, resturi de polistiren – si astuparea (chituirea) cu un adeziv – de ex. CM11 – a golului din talpa superioara. Daca insa blocul ceramic este afectat in zona de rezemare pe grinzile Porothersm, (stirbituri sau fisuri in umarul de rezemare pe grinda) se va desface local armatura si blocul respectiv va fi inlocuit; in cazul armarii suprabetonarii cu plase sudate, plasa va fi taiata local in dreptul blocului ce trebuie inlocuit iar dupa inlocuirea blocului peste decupare se va monta deasupra un cupon de plasa suprapus peste plasa taiata cate 25 cm pe toate directiile.

(g) Conectorii din grinzile Porothersm se gasesc, din fabrica, în pozitie îndoit la 90°, în planul superior al grinzilor (culcati pe grinda). Dupa montarea grinzilor, si a blocurilor ceramice conectorii se ridica în pozitie înclinata cu o scula simpla, scoaba, astfel încat partea lor de deasupra sa ajunga la min. 20mm sub nivelul superior al betonului din stratul de suprabetonare (Fig. 26).

In acest caz se asigura, pentru o grosime a suprabetonarii de 6 cm, un unghi de inclinare a buclelor (armatura transversala pentru preluarea fortei taietoare) de cca 50°.

Nu este recomandata o crestere a inaltimii nervurilor prin dispunerea unui strat de polistiren extrudat peste blocuri din urmatoarele motive:

- cresterea inaltimii planseului cu, de ex. 3 cm, (de la 23 la 26 cm) ar aduce buclele in situatia de a fi aproape verticale cu consecintele de rigoare asupra scaderii capacitatii de rezistenta la forta taietoare in sectiunile de la reazemul grinzilor (in cazul verificarii grinzilor de la cap. III.5, reducerea valorilor V_{Rsd} este substantiala - cu cca 40%);
- eliminarea aderenței între betonul monolit al suprabetonarii si blocurile ceramice reduce substantial aportul blocurilor ceramice la rigiditatea generala a planseului conducand la crestera corespunzatoare a deformatiilor; la calculul sagetii (vezi cap. III.6) nu se va mai aplica coeficientul de reducere $k_a=1.2$.

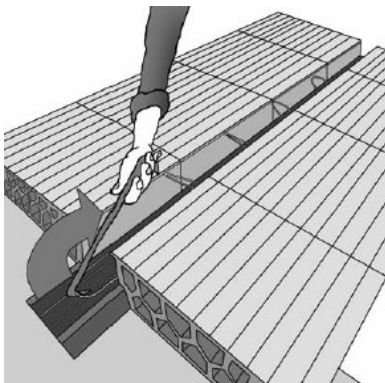


Fig. 26 - Indreptarea conectorilor grinzilor Porothersm

IV.3. Montarea armaturilor grinzilor nervuri, armarea centurilor si grinzilor de rigidizare, armarea placii de suprabetonare

(a) Toti conectorii vor fi legati la partea superioara cu o bara din otel beton Ø10 PC52, dispusa in interiorul buclelor, pe toata lungimea grinzilor. Barele se ancoreaza cu ciocuri sau carlige în centurile de la capetele grinzilor.

(b) In cazurile structurilor in cadre, la care rezemarea grinzilor Porothersm este prevazuta indirect, prin intermediul unor carcase din otel beton (vezi detaliile in anexa cu piese desenate) se vor monta mai intai carcusele de la capetele grinzilor si apoi barele Ø10, iar acestea se vor suprapune peste barele superioare ale carcaselor pe min 50 cm. Armatura grinzilor cadrelor se va monta inaintea montarii grinzilor Porothersm, iar cofrajele laterale ale

grinzilor vor avea decupari (sau completari) corespunzatoare pentru a permite trecerea grinzilor si armaturilor de la capetele grinzilor Porothersm.

(c) La structurile cu pereti structurali din zidarie, armatura centurilor de pe peretii de pe conturul planseelor, se monteaza conform detaliilor din proiect (pentru exemplificare, in anexa cu piese desenate sunt prezentate detaliile curent intalnite la astfel de structuri).

Dimensiunile centurilor si armarea minima a acestora vor satisface prevederile Codului CR6-2013 si P100-1/2013.

Ordinea operatiunilor ar putea fi urmatoarea:

- se verifica pozitia distantierilor de sub grinzile Porothersm si se fac eventuale corectii, eliberandu-se spatiile pentru trecerea barelor longitudinale ale centurilor (vezi piesele desenate);

- se monteaza provizoriu, la pozitie etrierii centurilor, la distantele mentionate in proiect;

- se trec barele longitudinale ale centurilor prin etrieri si se leaga in colturile etrierilor si, eventual la mijlocul laturilor acestora; barele longitudinale se pot innadi, prin suprapunere pe cel putin 60Ø, in lungul centurilor si la capete, la ancorarea in centurile perpendiculare, cu conditia ca in aceeasi sectiune sa nu fie innadite mai mult de 50% din numarul barelor iar distantele intre doua innadiri succesive sa nu fie mai mici de 1.0 m.

(c) In cazurile in care dimensiunile planseului necesita si dispunerea unor grinzi de rigidizare - cand distantele intre reazemele grinzilor Porothersm sunt mai mari de 4.0 m - armarea grinzilor de rigidizare se va face concomitent cu cea a centurilor perimetrice si vor respecta aceleasi prevederi constructive ca si la centuri, cu urmatoarele precizari suplimentare:

- latimea grinzii de rigidizare va fi, de regula, egala cu dimensiunea blocurilor Porotherm – adica 25 cm; in cazul in care distantele intre peretii pe care reazema grinzile nu sunt modulate la 25 cm, pentru a evita ajustarea blocurilor ceramice prin taiere, se poate reduce latimea grinzii de rigidizare la 15-20 cm iar armarea longitudinala se va realiza cu min 4Ø12 PC52;

- inaltimea grinzii de rigidizare va fi egala cu inaltimea planseului, insa armarea acesteia se va dezvolta numai deasupra grinzilor Porotherm;

(d) Dupa montarea armaturilor in nervuri si centuri urmeaza montarea armaturilor suprabetonarii – se recomanda plase sudate din STNB Ø6/100 - Ø6/100 sau plase din otel beton Ø 8/200 - Ø 8/200 PC52 legate cu sarma (Fig. 27)

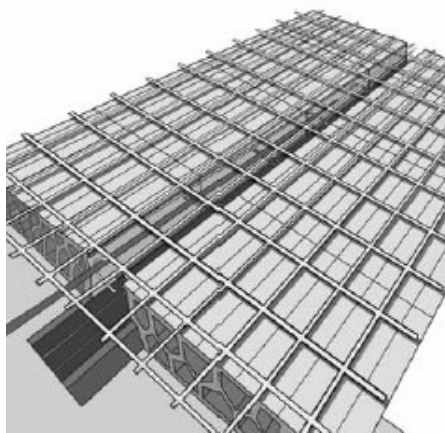


Fig. 27 – Armarea suprabetonarii

(e) In ambele variante de armare, plasele vor fi legate cu sarma neagra de fiecare conector al grinzilor Porotherm, si la distante de min 30cm, de barele si carcusele din nervuri si centuri.

(f) Plasele sudate vor fi montate, de regula, cu randul inferior de bare perpendicular pe grinzile Porotherm si vor fi innadite prin suprapunere pe min 25 cm;

(g) Ancorarea pe reazeme a plaselor se face cu calareti din bare de otel Ø 8/20 cm PC52, dispusi deasupra plaselor. Pe reazemele centrale se poate avea in vedere o indesire a calaretilor sau o marire a diametrului acestora la Ø10; dispunerea barelor si diametrele vor fi precizate de catre proiectant in proiectul de executie . Trebuie mentionat ca standardul european EN 15037-1 prevede ca armatura din suprabetonare va fi ancorata integral pe reazeme; de aceea chiar in cazul realizarii plaselor de armatura cu otel beton Ø 8/200 - Ø 8/200 PC52 se vor prevedea calareti Ø 8/20 cm PC52; se poate renunta la acesti calareti numai in cazurile in care detaliile din proiecte prevad in mod expres ancorarea barelor plaselor in centuri si prevad in Caietele de sarcini urmarirea speciala a executiei pe santier.

(h) Armarea suprabetonarii se poate realiza in doua variante:

- Plasa sudata minim Ø6/100/100 STNB (STB cu rol constructiv si calareti pe reazemele placii de pe ambele directii (paralel si perpendicular pe directia nervurilor Porothersm). Calaretii paraleli cu directia nervurilor Porothersm, vor fi din otel PC52 si se vor dimensiona conform pct. III.8 si III.9. Calaretii pe directia perpendiculara nervurilor, vor fi min Ø8/200 si au rolul constructiv de a asigura ancorarea suprabetonarii pe reazeme si preluarea unor momente incovoietoare negative locale in placa subtire a suprabetonarii.

- Armare cu bare independente din Ø8/200 - Ø8/200 PC52 ancorate cu ciocuri pe reazeme; in cazul in care la dimensionarea calaretilor rezulta o armare mai deasa – de ex. Ø8/150 PC52 atunci, pentru a nu mai pune si calareti suplimentar pe reazeme se poate face si armarea in campul suprabetonarii tot cu Ø8/150 PC52.

IV.4. Executarea suprabetonarii

(a) Executarea suprabetonarii se va face cu beton de clasa prevazuta in proiect dar minim clasa C20/25; se va turna aceeasi clasa de beton atat in centurile si grinzile perimetrare ale planseului cat si in nervuri si suprabetonare. In caietul de sarcini se va preciza ca betonul sa fie preparat cu agregate cu dimensiunea granulei de pana la 16 mm. La structurile in cadre, betonul suprabetonarii va fi turnat odata cu cel din grinzi si nodurile de cadru.

(b) Se umezesc în exces blocurile ceramice de planseu, dupa care se toarna betonul concomitent în toate elementele care alcatuiesc planseul - nervuri, grinzi de rigidizare, centuri, grinzi de cadru si stratul de suprabetonare (fig.28).

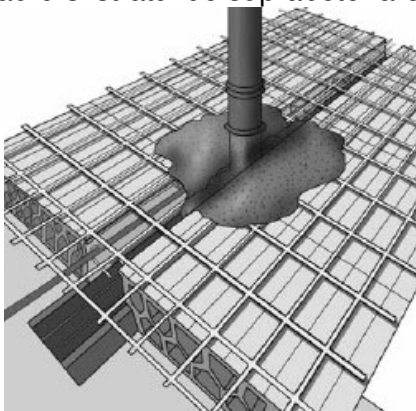


Fig. 28 – Turnarea betonului in suprabetonare si nervuri

(c) Se va planifica activitatea astfel încât betonarea planseului sa se faca continuu (fara intreruperi). Fata superioara a betonului se niveleaza, astfel încât sa se respecte grosimea stratului de suprabetonare (conform proiectului). Betonul se va proteja cu rogojini care se umezesc pe tot parcursul întaririi betonului, de 1-2 ori pe zi. (Fig. 29).

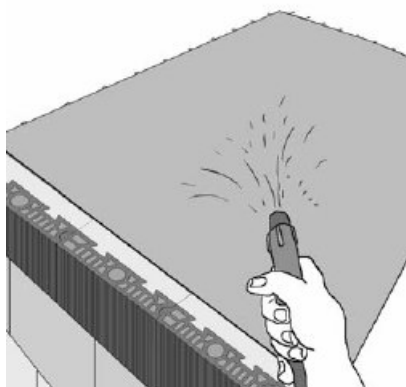


Fig. 29 – Tratarea betonului dupa turnare

(d) Durata de tratare a betonului dupa turnare se va stabili conform Codului de practica NE012-2007, in functie de compozitia betonului, de conditiile atmosferice din timpul si de dupa turnare si de conditiile de serviciu si de expunere a structurii dupa turnare.

(e) Schela de rezemare a grinzilor de planseu se demonteaza numai dupa întărirea completa a betonului, respectiv dupa 28 zile.

(f) Caietul de sarcini intocmit de catre proiectantul autorizat trebuie sa prevada conditiile de lucru si eventualele restrictii privind protectia muncii, functie de specificul constructiei respective.

IV.5. Asigurarea calitatii

IV.5.1. Prevederi generale

a) Corpurile ceramice, carcasele de armatura prefabricate pentru asigurarea rezemarii si grinzile Porotherm se executa în ateliere specializate, avand dotarile tehnice si personalul calificat, necesare, pe baza unor proceduri de executare a lucrarilor cu un sistem propriu de asigurare a calitatii.

b) Produsele utilizate vor corespunde standardelor și prevederilor din acest indrumator, fiind însoțite, la procurare, de documente privind calitatea. Ele vor fi manipulate si depozitate astfel încat sa nu se degradeze si sa poata fi identificate.

c) - Verificarile privind calitatea se fac, conform prevederilor specifice care urmeaza, astfel:

- (i) - prin verificarea existentei si analiza continutului documentelor privind calitatea produselor respective;
- (ii) - prin observare vizuală, amanuntita;
- (iii) - prin masurare directa a marimilor precizate;
- (iv) - prin incercare, conform metodelor precizate.

d) - Verificarile privind componentele, prevazute in acest indrumator se refera numai la cele care se fac în vederea punerii în opera.

e) - Pentru unele incercari, se prevede efectuarea acestora la producator, urmand ca pentru punerea în opera să fie verificate documentele care atestă efectuarea acestor încercări și rezultatele obținute. Incercarile respective se vor referi la probe din loturile de produse care urmeaza a fi puse în operă.

f) Toate inregistrarile privind verificarile efectuate se vor pastra in registre, care vor putea fi consultate.

IV.5.2. Verificari privind componentele

a) Verificarile privind grinzile Porotherm se vor face in modurile si cantitatile aratate în tabelul IV.5.1.

Tabelul IV.5.1

Nr. crt.	Caracteristica	Verificarea prin			
		documente	observare vizuală	măsurare	încercare
1	Tipul si calitatea grinzilor	100%	100%		
2	Dimensiunile			100%	
3	Poziția si integritatea conectorilor		100%	100%	
4	Numarul si pozitia sarmelor de precomprimare	100%	100%		
5	Integritatea invelisului ceramic si a betonului		100%		

b) Verificarile privind corpurile ceramice se vor face în modurile si cantitatile aratate în tabelul IV.5.2.

Tabelul IV.5.2

Nr. crt.	Caracteristica	Verificarea prin			
		documente	observare vizuală	măsurare	încercare
1	Tipul și calitatea blocurilor	100%	100%		
2	Integritatea, aspectul		100%		
3	Forma la extrados și rezeamări - planeitate - paralelism (*)			20% la întâmplare	
4	Dimensiunile (*)			10% la întâmplare	
5	Rezistența la încovoiere - străpungere (*)				6 buc la fiecare lot aprovizionat

(*) conform procedurilor standardizate

c) Dacă rezultatul pentru una din caracteristici, pe cantitatea de probe prevăzută, nu intră în limitele abaterilor admise, elementele sau lotul, după caz, se consideră neconform și nu se pune în operă, astfel:

c1) - pentru verificările care vizează fiecare bucată în parte (100%), se permite trierea și admiterea celor care se încadrează în abaterile admise;

c2) - pentru verificările care vizează întregul lot și care se fac prin sondaj, se respinge întregul lot.

IV.5.3. Verificari la montarea grinzilor si blocurilor ceramice si la turnarea betonului

a) Înainte de a efectua montarea elementelor planseului, se va efectua verificarea condițiilor prealabile montării, care se referă la:

a1) - existența procesului verbal de predare-primire front de lucru, care trebuie să consemneze terminarea completă, la nivelul de calitate cerut, a lucrărilor care vor constitui suportul elementelor de planșeu (ziduri, grinzi/rigle de cadru sau alte elemente portante pentru grinzi), verificarea înregistrărilor privind calitatea acestora, precum și verificarea lucrărilor respective, prin observare directă și măsurări după caz;

a2) - starea zonelor pe care se va efectua reșemarea provizorie a grinzilor, la montarea acestora (sub aspectul rezistenței și stabilității, precum și al cotei de nivel;

a3) - existența și starea elementelor pentru reșemarea provizorie a grinzilor la montarea acestora;

a4) - existența detaliilor de execuție care stabilesc alcatuirea și condițiile de trasare a planșeelor care se montează;

a5) - organizarea corespunzătoare a punctului de lucru pentru desfășurarea corespunzătoare a lucrărilor (cu deosebire în ceea ce privește transportul și turnarea betonului).

b) Trasarea pentru montare se referă la:

b1) - identificarea elementelor portante (pereti, rigle s.a.) pe care reazema grinzile, conform prevederilor din proiect;

b2) - marcarea, pe aceste elemente, a poziției grinzilor Porotherm (axul sau, de preferat, marginile acestora), verificând deschiderea conform proiectului pentru fiecare grindă;

b3) - marcarea, dacă este cazul, a poziției nervurilor transversale de rigidizare.

c) La montarea grinzilor Porotherm se verifică:

c1) - executarea corectă a esafodajelor pentru reșemare

c2) - distanța liberă dintre talpile acestora, de regulă chiar cu un corp ceramic, cel puțin la cele două capete, lângă reazeme;

c3) - condițiile de reșemare pe elementele portante ale structurii (lungime,

suprafata)

c4) - conditiile de rezemare pe riglele esafodajului;

c5) - cotele stabilite pentru goluri, treceri, montari speciale (grinzi duble, grinzi intrerupte s.a.);

c6) - unghiurile corecte dintre axul grinzilor Porotherm si axul elementelor pe care acestea reazema;

d) La montarea corpurilor ceramice se verifica:

d1) - conditiile de rezemare pe umerii grinzilor Porotherm (latime, suprafata);

d2) - pozitia la capetele fiecarui rand, fata de elementele portante (centuri sau grinzi);

d3) - marimea rosturilor dintre corpurile in camp curent si perpendicularitatea acestora pe axul grinzilor;

d4) - cota si latimea golului pentru nervurile transversale de rigidizare, daca este cazul.

e) Este interzisa depozitarea de materiale pe zona de planseu montata. Circulatia persoanelor care lucreaza, se va face numai pe podina din lemn asezata peste corpurile ceramice.

f) Montarea armaturilor se face in concordanta cu prevederile din proiect, verificandu-se:

f1) - caracteristicile armaturii si carcaselor de armatura conform tabelului IV.5.3.;

f2) - acoperirea cu beton si distantele relative dintre bare conform detaliilor din proiect;

f3) - lungimile, petrecerea (daca este cazul) si pozitia (cotele) in lungul barei;

f4) - fixarea in pozitie;

f5) - starea suprafetei armaturilor (curatire, absenta ruginii neaderente).

g) Turnarea betonului se face in concordanta cu prevederile din proiect (clasa, grosime), verificandu-se:

g1) - caracteristicile betonului conform tabelului IV.5.3.;

g2) - stropirea cu apa a elementelor montate, imediat inaintea turnarii betonului;

g3) - starea de curatenie a suprafetei care vine in contact cu betonul si lipsa corpurilor straine care sa ocupe/obtineze spatiul care se betoneaza;

g4) - compactarea si absenta scurgerilor de lapte de ciment prin rosturi;

g5) - finisarea suprafetei superioare.

h) Verificarile privind armatura si betonul, inainte de punerea in opera, se vor face in modurile si cantitatile aratate in tabelul IV.5.3.

Se vor avea in vedere si cele aratate la pct. IV.1 – IV.4 de mai sus.

Tabelul IV.5.3

Nr. crt.	Caracteristică	Verificarea prin			
		documente	observare directă	măsurare	încercare
1	Tipul și calitatea armăturii	100%			- la tracțiune • câte 3 probe pentru fiecare lot și diametru (*)
2	Diametrul armaturilor			100%	
3	Forma și dimensiunile carcaselor prefabricate pentru rezemare indirectă			50% din fiecare tip de carcasa	
4	Starea suprafeței armaturilor		100%		
5	Lucrabilitatea betonului			Conf NE012-2007	
6	Rezistența la compresiune (la 28 de zile de la turnare) (**)				pe cuburi sau cilindri Conf. NE012-2007(*)

Note:

(*) Conform procedurilor standardizate

(**) Reteta betonului și verificarea clasei de beton obținută se face de către stația de betoane, la comanda unității care pune în opera betonul.

i) Turnarea betonului se face continuu, pentru un nivel, în grinzi, suprabetonare și centuri. În cazul în care nu se poate asigura continuitatea punerii în opera a betonului, rostul de lucru va fi poziționat la 1/5..1/3 din deschiderea grinzilor pe direcția de betonare în lungul acestora, și la mijlocul interaxului între două grinzi, în zona precizată, în cazul betonării pe direcție perpendiculară pe grinzi.

V. PIESE DESENATE

(VEZI VOLUMUL 2)

VI. ANEXE

URBAN
INCD
INCERC

**Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Construcții, Urbanism
și Dezvoltare Teritorială Durabilă "URBAN-INCERC"**

SUCURSALA INCERC BUCUREȘTI



INCERC URBAN - INCERC SUC. INCERC	
INTRARE	Nr. 504
IESIRE	
Ziua 24	Luna 09 Anul 2014

23.09.2014

Catre,

S.C. WIENERBERGER SISTEME DE CARAMIZI S.R.L.
Sos. Bucuresti-Ploiesti nr. 42-44, Cladirea A1, Et.1

Referitor: incadrare planseu ceramic Porotherm conform P100-1 si CR 6 : 2013

In baza analizei valorilor obtinute in cadrul programelor de cercetare derulate pentru S.C. WIENERBERGER SISTEME DE CARAMIZI S.R.L., de catre sucursala INCERC Bucuresti, in cadrul contractului de cercetare nr. 4347/2007, va comunicam ca planseul ceramic tip Porotherm poate sa fie considerat planseu rigid in plan orizontal, conform art. 8.4.1 (7) din P 100-1/2013.

Director Sucursala INCERC Bucuresti,
CS II Dr.ing. Claudiu I. Ionescu



Tel: 021.255.02.70; Fax: 021.255.00.62; e-mail: incerc@incerc2004.ro, www.incerc2004.ro

Șos. Pantelimon 266, 021652, Sector 2, București, Tel: 021.627.27.40; Fax: 021.255.18.52; e-mail: urban-incerc@incd.ro, www.incdr.ro

Exemplu de modelare planseu Porotherm, utilizand programul de calcul structural ETABS

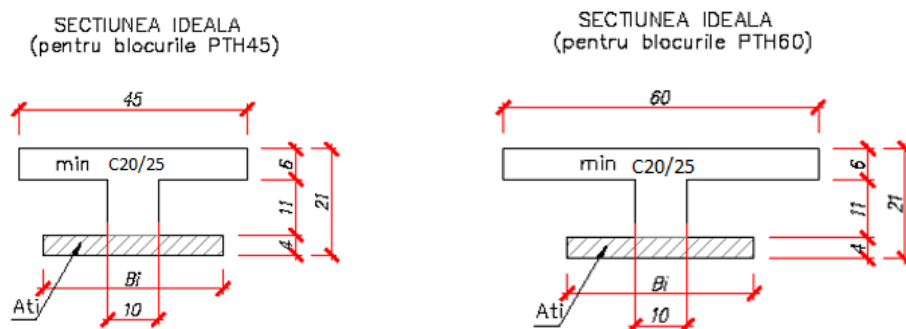
In acest capitol vor fi prezentate principalele etape de modelare, utilizand programul de calcul structural ETABS v.9.5.0, pentru urmatoarele sisteme structurale cu planseu mixt Porotherm:

- Structura din zidarie confinata - P+1E
- Structura in cadre de beton armat - P+4E

Etape modelare:

1. Definire sectiuni caracteristice planseu

1.1. Sectiune nervura planseu mixt Porotherm



Nervurile din alcatuirea planseului Porotherm au fost considerate in mod simplificat si acoperitor, cu o sectiune dreptunghiulara 10cmx21cm din beton clasa C20/25, neglijand aportul suplimentar al talpii inferioare de latime variabila B_i , echivalenta sectiunii de beton precomprimat. In acest mod se optimizeaza timpul de lucru, eliminand necesitatea de a determina si a defini pentru fiecare lungime de nervura in parte, sectiunea echivalenta a acesteia (functie de numarul de toroane din betonul precomprimat).

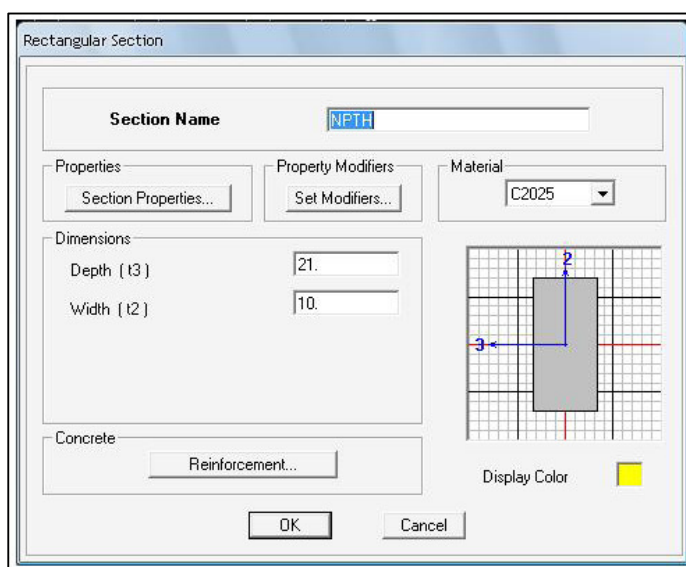
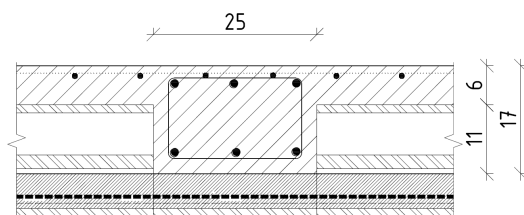


Fig.1. Definire sectiune echivalenta nervura planseu Porotherm

1.2. Sectiune grinda de rigidizare planseu mixt Porotherm



Se definește secțiunea grinzii de rigidizare 25cmx17cm din beton clasa C20/25.

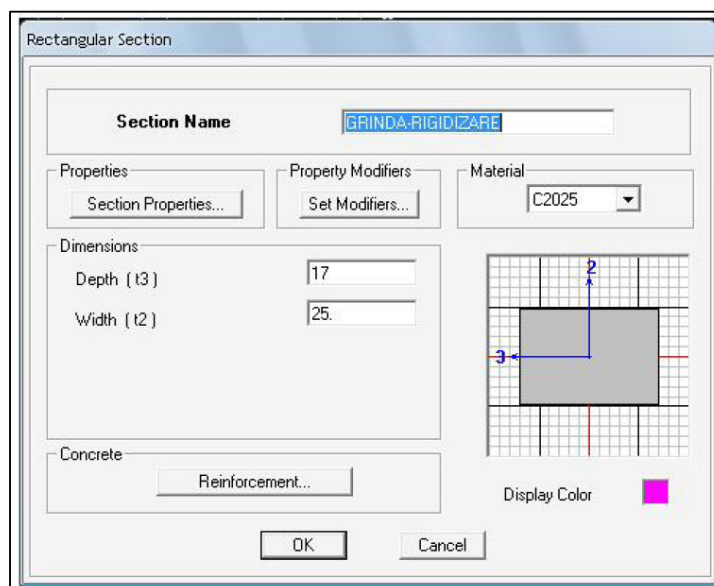
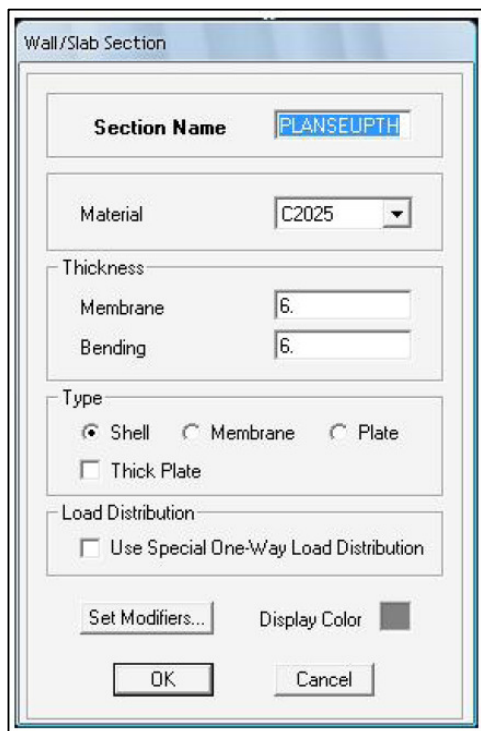


Fig.2. Definire secțiune grinda de rigidizare planseu Porotherm

Această grindă este dispusă constructiv, perpendicular pe nervuri, în ochiurile de placă având deschideri mai mari de 4.0m, cu rolul de a împiedica pierderea stabilității nervurilor planseului.

1.3. Definire caracteristici suprabetonare



Placa de suprabetonare este modelată similar cu un planseu de beton armat de clasa C20/25, având grosimea de 6cm sau 8cm. Pentru considerarea în calcul a rigidităților planseului în plan și perpendicular pe plan, se activează opțiunea „shell”.

Odată selectată această opțiune, se recomandă meshuirea manuală a plăcii respectând o mărime a celei rețele de minim 50cm. În acest mod se vor obține rezultate cu suficientă acuratețe și se va optimiza timpul de rulare a modelului.

Fig.3. Definire caracteristici placă suprabetonare – grosime 6cm din beton clasa C20/25

2. Vizualizarea modelelor generate in Etabs:

2.1. Structura din zidarie confinata - P+1E

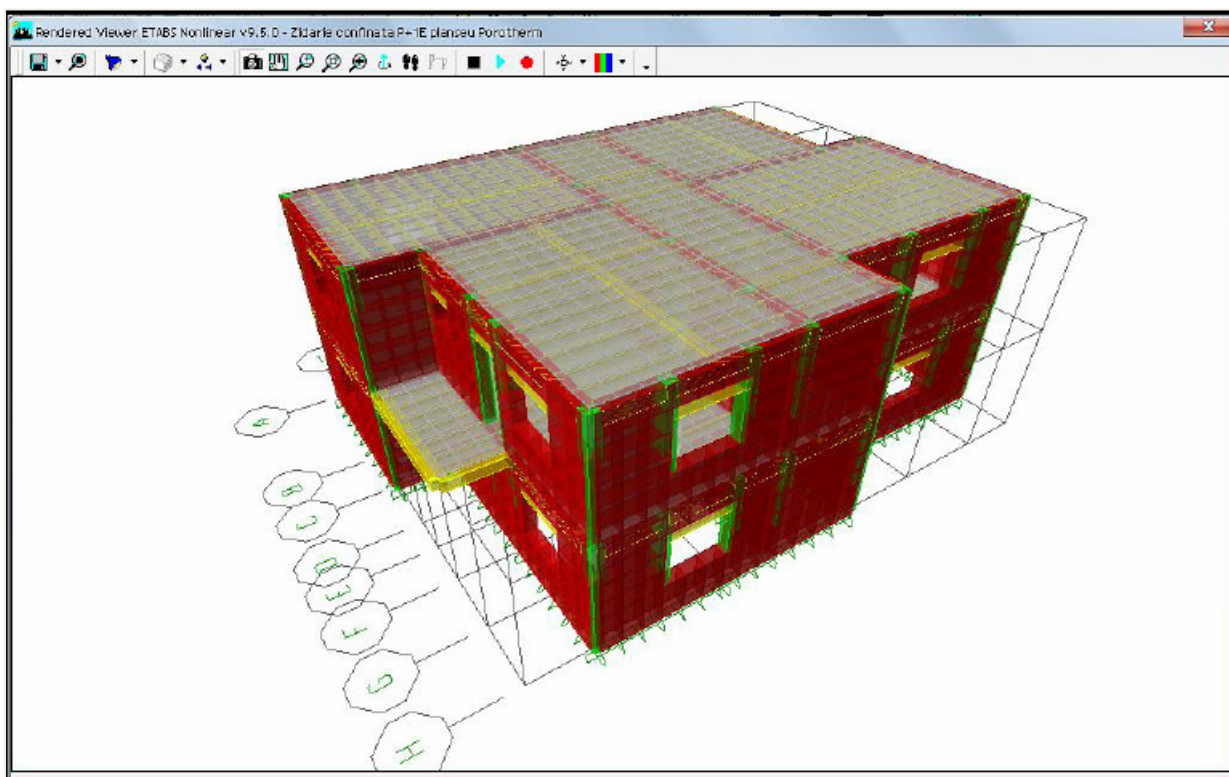


Fig.4. Vizualizare randare model 3D – structura din zidarie confinata

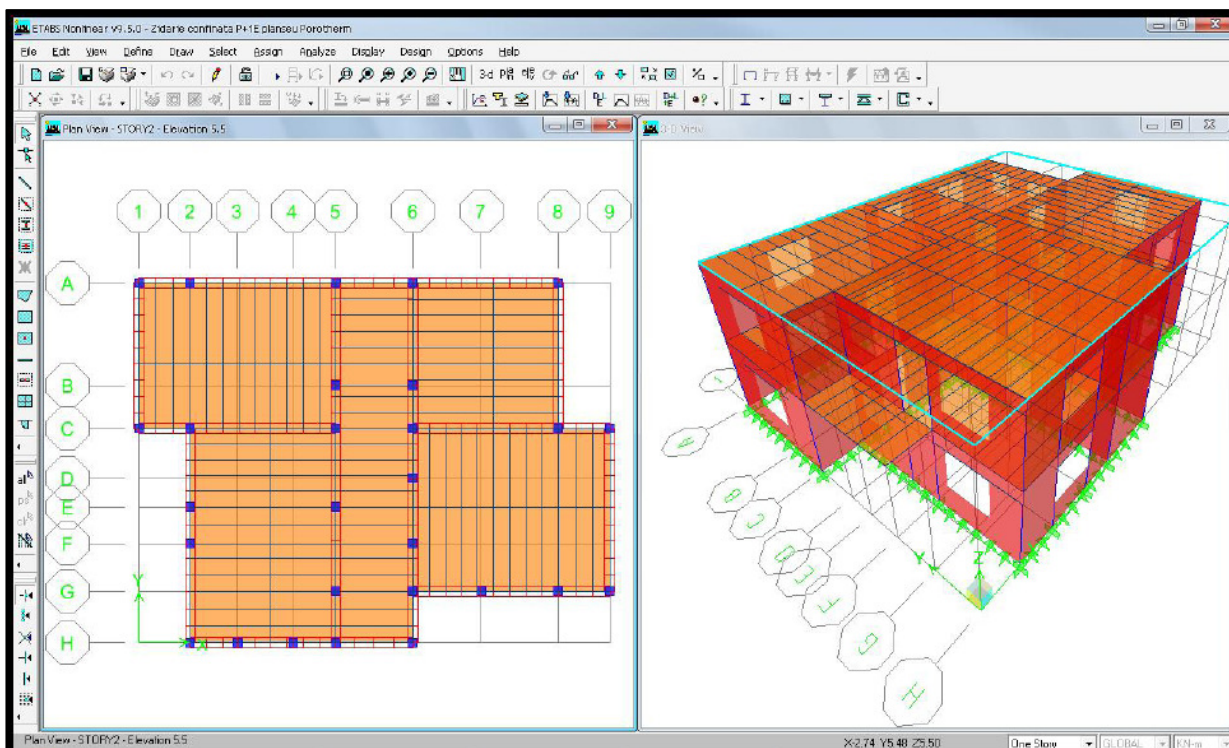


Fig.5. Vizualizare plan si model 3D – structura din zidarie confinata

2.2. Structura in cadre de beton armat - P+4E

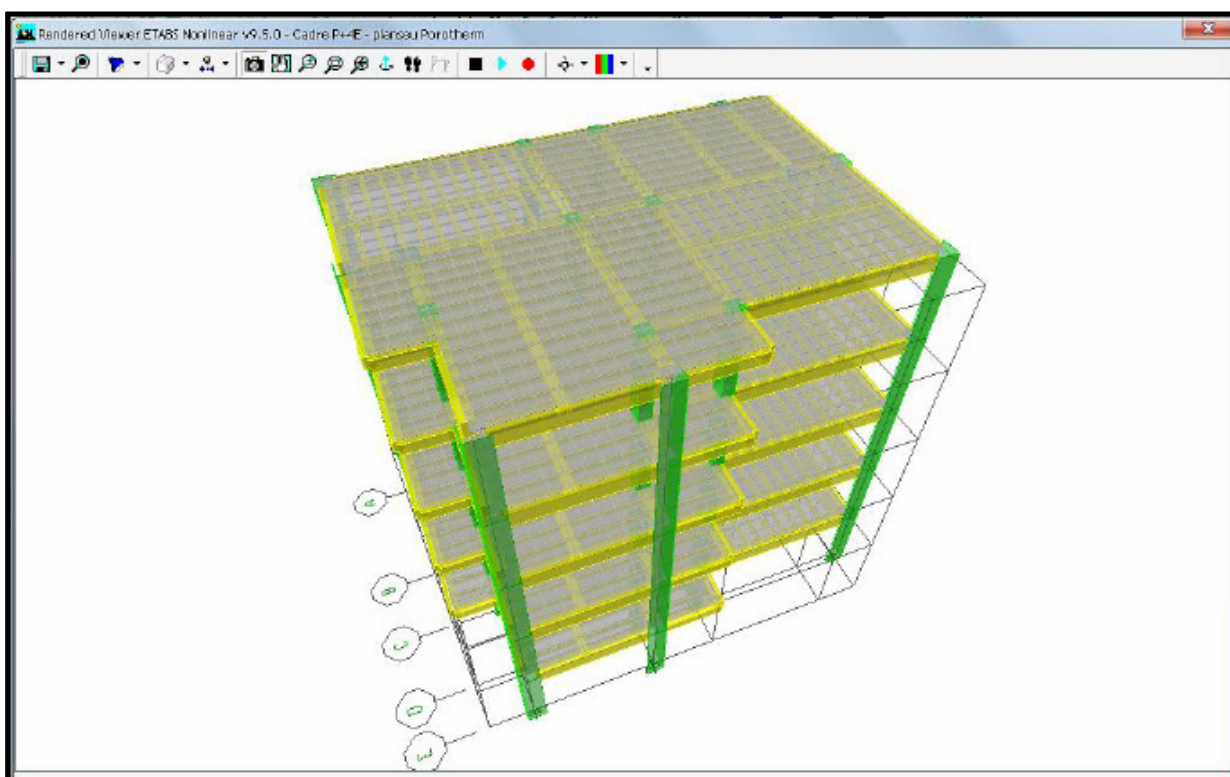


Fig. 6. Vizualizare randare model 3D – structura in cadre de beton armat

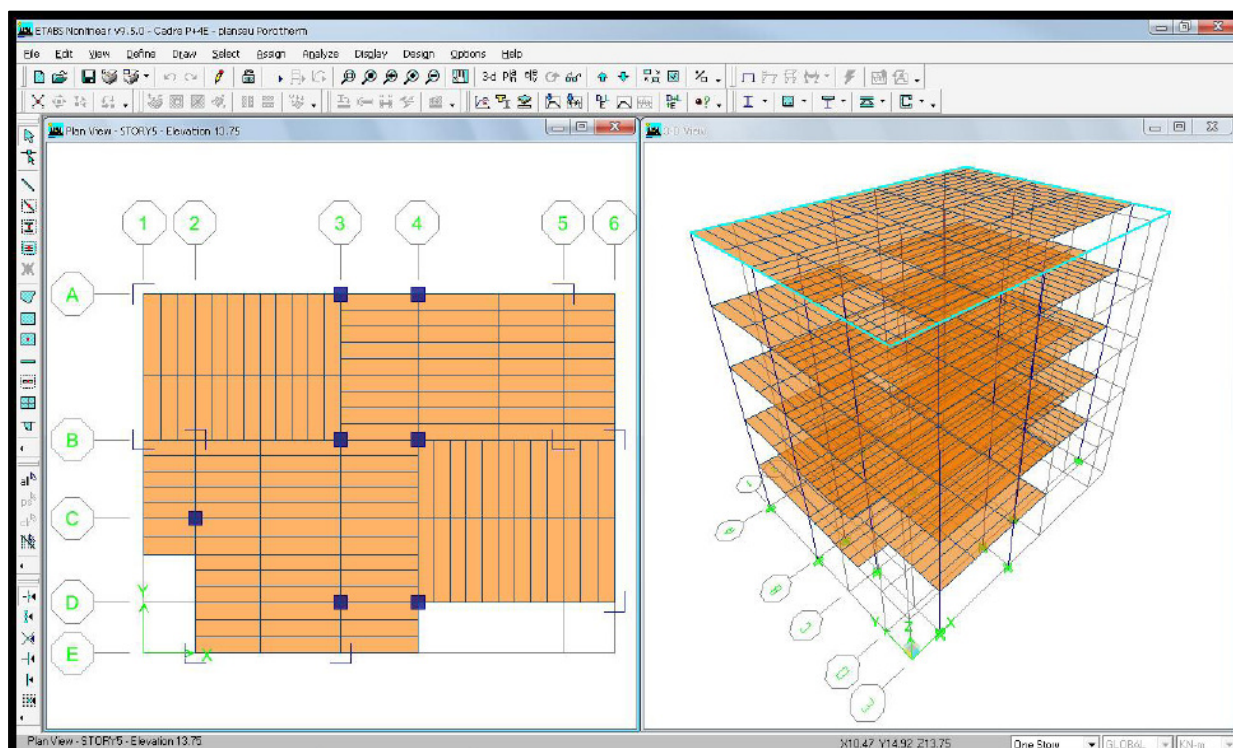


Fig. 7. Vizualizare plan si model 3D – structura in cadre de beton armat

3. Vizualizare rezultate

3.1. Moduri proprii de vibrație structurală

3.1.1. Structura din zidărie confinată P+1E

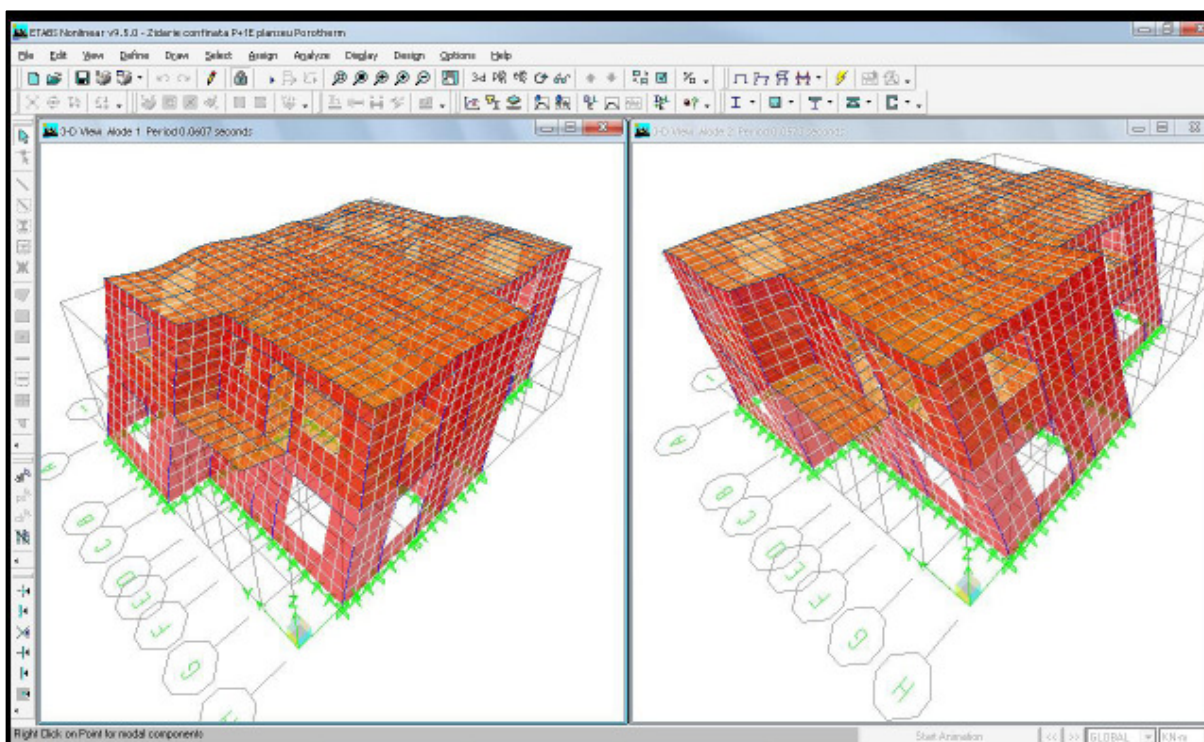
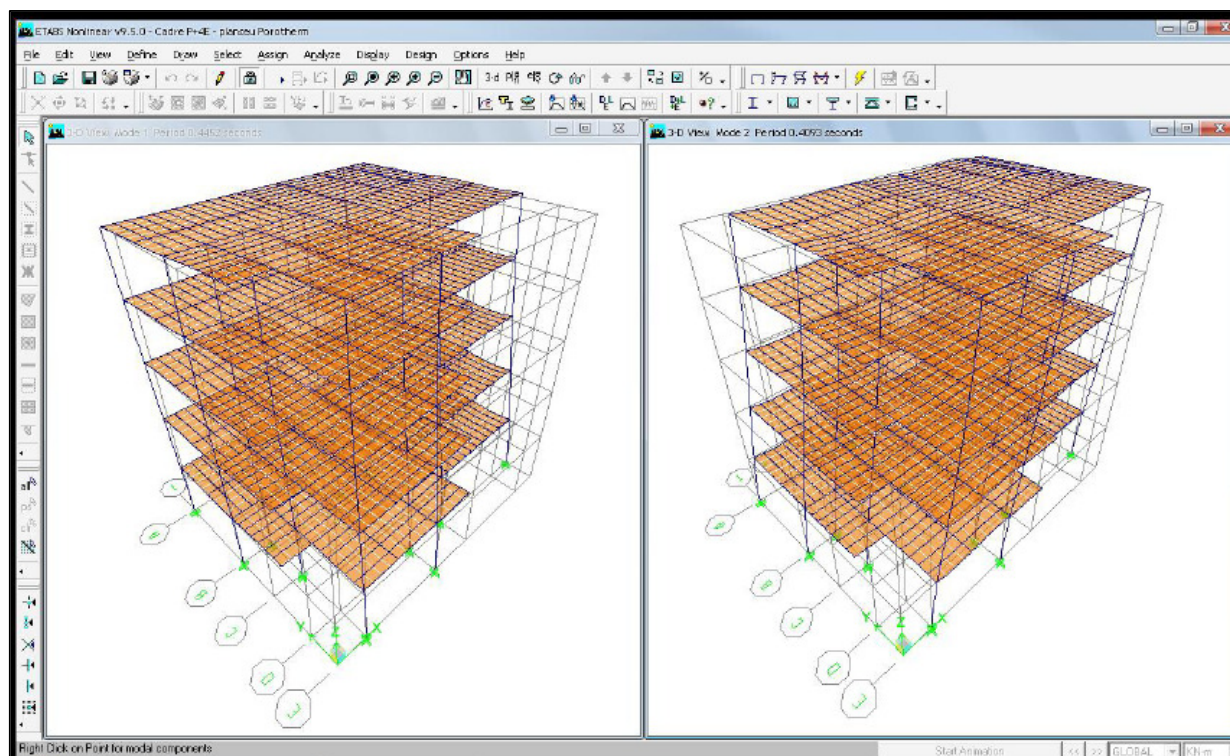


Fig.8. Vizualizare moduri proprii de vibrație – structura din zidărie confinată

3.1.2. Structura în cadre de beton armat P+4E

Fig.9. Vizualizare moduri proprii de vibrație – structura în cadre de beton armat



3.2. *Diagrame de eforturi in planseu – Gruparea Fundamentală de incarcari*

Pentru acest exemplu, au fost considerate incarcările pe planseu mentionate la punctul III.3 din prezentul îndrumător.

3.2.1. Structura din zidarie confinată P+1E

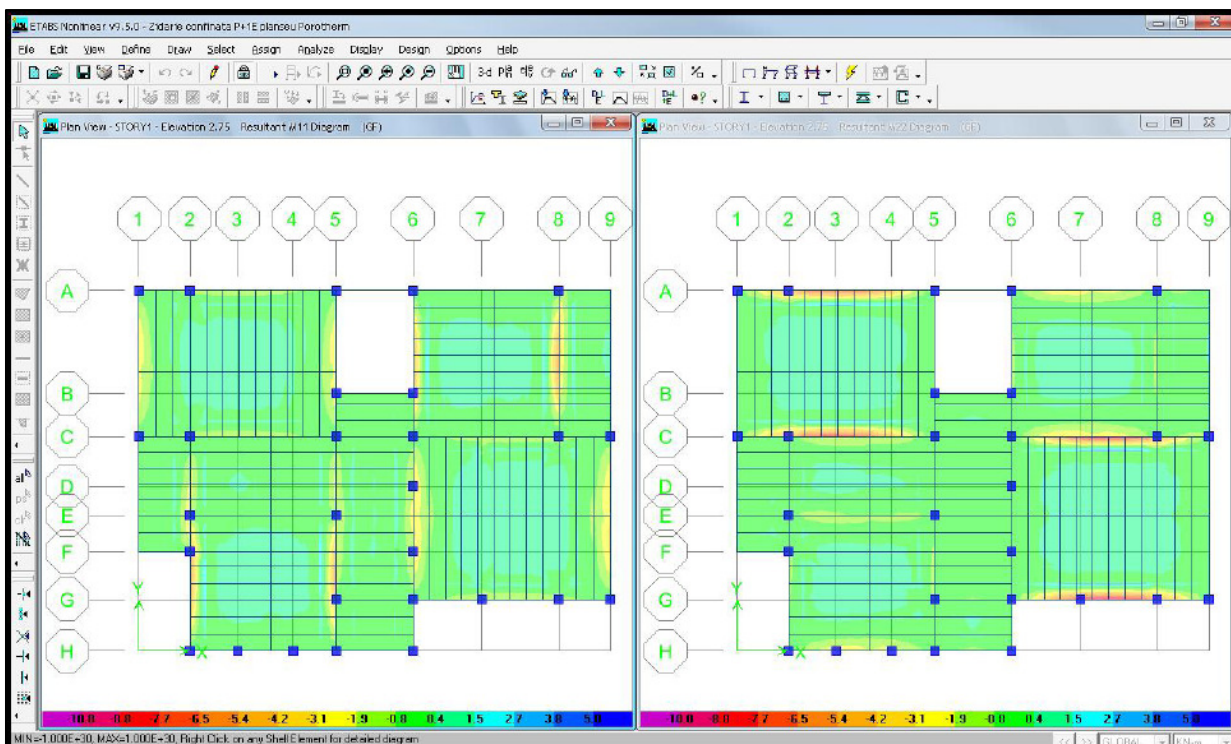


Fig.10. Vizualizare eforturi M11,M22 in planseu nivel 1 – structura din zidarie confinata

3.2.2. Structura in cadre de beton armat P+4E

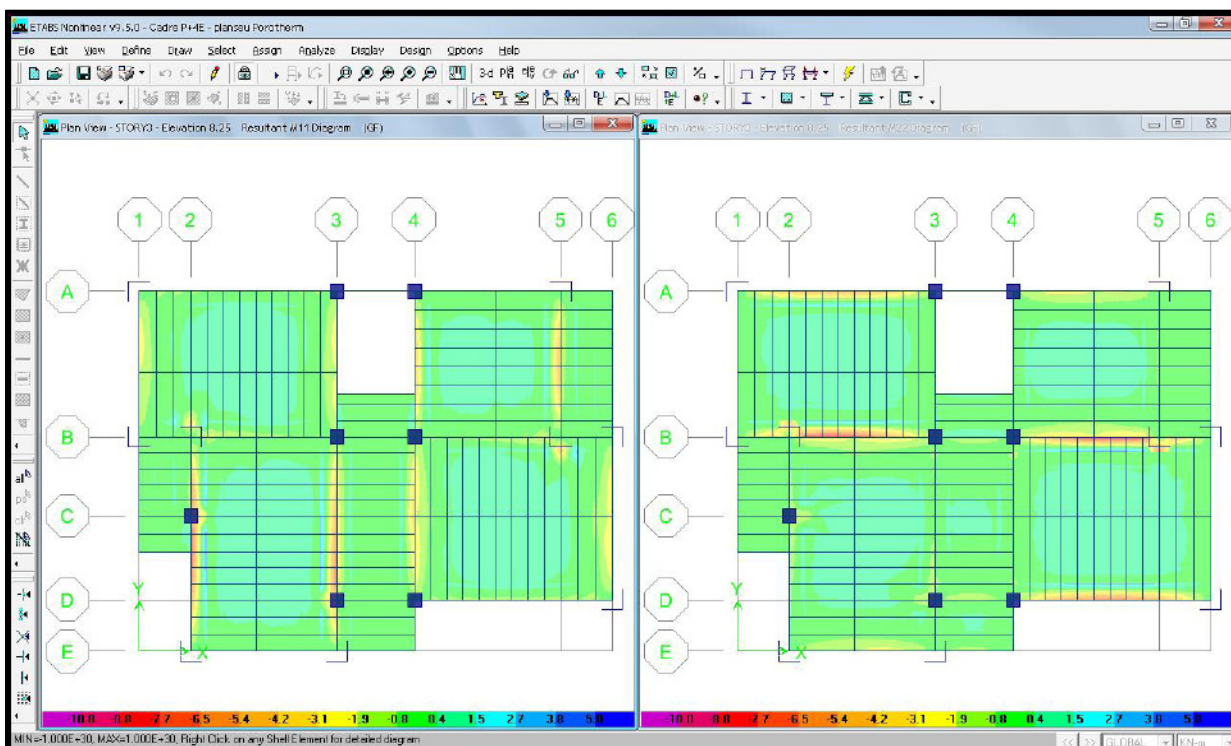


Fig.11. Vizualizare eforturi M11,M22 in planseu nivel 3 – structura in cadre de beton armat