

INSTITUTUL CENTRAL DE CERCETARE, PROIECTARE ȘI DIRECTIVARE
ÎN CONSTRUCȚII

Biroul executiv

I. P. T.

Nr.

DECIZIA NR. 92

din 14 decembrie 1984

BIBLIOTECA TEMNĂ

PRIVIND APROBAREA „NORMATIVULUI PENTRU
REALIZAREA PE TIMP FRIGUROS A LUCRĂRILOR DE
CONSTRUCȚII ȘI A INSTALAȚIILOR AFERENTE”
INDICATIV C 16—84.

Biroul executiv al Consiliului științific al Institutului
Central de Cercetare, Proiectare și Directivare în Construcții;
Având în vedere prevederile art. 5, litera „d” din Decretul
nr. 170/1976, cât și avizul CTE—ICCPDC nr. 493 din 17 octom-
brie 1984;

În temeiul Decretului nr. 170/1976, modificat prin Decretul
nr. 31/1983, privind organizarea și funcționarea Institutului
Central de Cercetare, Proiectare și Directivare în Construcții,
cât și Legea nr. 5/1978, emite următoarea

DECIZIE:

1. Se aprobă „Normativul pentru realizarea pe timp frigu-
ros a lucrărilor de construcții și a instalațiilor aferente” având
indicativul C 16—84.

2. Normativul de la pct. 1 intră în vigoare la data publicării
în Buletinul construcțiilor. El se va publica și în colecția de
normative și instrucțiuni.

La aceeași dată încetează valabilitatea „Normativului pen-
tru realizarea pe timp friguros a lucrărilor de construcții și a insta-
lațiilor aferente” indicativ C 16—79, aprobat de Institutul
Central de Cercetare, Proiectare și Directivare în Construcții cu
Decizia nr. 152/13.VII.1979.

PREȘEDINTELE BIRULUI EXECUTIV
DIRECTOR GENERAL
Ing. VALERIU CRISTESCU

**NORMATIV
PENTRU REALIZAREA PE TIMP FRIGUROS
A LUCRĂRILOR DE CONSTRUCȚII
ȘI A INSTALAȚIILOR AFERENTE
INDICATIV C 16-84**

Elaborat de:

I.C.C.P.D.C. FILIALA IAȘI PRIN CADRELE DIDACTICE
INTEGRATE DE LA INSTITUTUL POLITEHNIC IAȘI.

Șef filială: ing. Daniel Diaconu

Responsabil lucrare: prof. dr. ing. Antonie Trelea

Colectiv de elaborare: prof. dr. ing. Antonie Trelea

ș.l. dr. ing. Nicolae Giușcă

as. ing. Ștefan Cârlan

as. ing. Angela Vasilescu

as. ing. Vasile-Vivi Iatan

Responsabil din partea I.C.C.P.D.C.: ing. Nicolae Iova

NORMATIV PENTRU REALIZAREA PE TIMP
FRIGUROS A LUCRĂRILOR DE CONSTRUCȚII
ȘI A INSTALAȚIILOR AFERENTE

Indicativ C 16-84

Înlocuște; C 16-79

PARTEA I

PREVEDERI COMUNE TUTUROR LUCRĂRILOR

1. PREVEDERI GENERALE

Regimul de aplicare, obiectul și scopul normativului

1.1. Prevederile prezentului normativ sînt obligatorii pentru toate organizațiile de proiectare și de execuție din țară, indiferent de subordonarea lor, și se referă la asigurarea calității lucrărilor de construcții și a instalațiilor aferente, executate în condiții climatice specifice perioadei de timp friguros.

1.2. Lucrările de construcții și instalațiile aferente vor fi programate pentru a fi executate în condiții climatice specifice perioadei de timp friguros numai în măsura în care se respectă prevederile legale și se asigură condițiile materiale de care este determinată calitatea lor.

Măsurile prescrise trebuie să fie realizate cu cheltuieli minime de resurse materiale și în special de energie.

Conducătorii activității de producție au obligația de a nu dispune executarea lucrărilor ce nu au condiții pentru asigurarea calității.

Timp friguros și factori climatici specifici

1.3. Parametrul de bază pentru caracterizarea perioadei de timp friguros este temperatura aerului exterior, care se măsoară la ora 8⁰⁰ dimineța, la umbră, la 2,00 m înălțime de la sol și la distanța minimă de 5,00 m de clădiri sau de orice altă construcție.

Elaborat de:

I.C.C.P.D.C. — FILIALA IAȘI
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII IAȘI

Aprobat de ICCPDC
cu decizia nr. 92
din 14 decembrie 1984

1.4. „Zi friguroasă” se numește ziua în care temperatura aerului exterior, măsurată conform pct. 1.3., este inferioară valorii de $+5^{\circ}\text{C}$ și nu are tendință de urcare.

1.5. Scăderea temperaturii aerului exterior sub valoarea de $+5^{\circ}\text{C}$ este însoțită și de alte fenomene meteorologice ce influențează defavorabil activitatea de construcții și care apar cu frecvență mare în perioada convențională definită la pct. 1.6:

- ninsori abundente;
- vânturi puternice;
- fenomene alternative de îngheț-dezghet.

1.6. Perioada 15 noiembrie — 15 martie este considerată „perioadă convențională de timp friguros” deoarece în acest interval de timp apare o probabilitate maximă ca frecvența zilelor friguroase să depășească 90% din numărul total de zile ale intervalului. În această perioadă este de asemenea maximă probabilitatea de apariție frecventă și a celorlalte fenomene specifice menționate la pct. 1.5.

Influențe defavorabile ale factorilor climatici specifici timpului friguros asupra activității de construcție și măsuri de prevenire a lor

1.7. În vederea sistematizării efectelor pe care le poate avea temperatura aerului exterior asupra condițiilor de executare a lucrărilor de construcții în perioada de timp friguros, se definesc următoarele noțiuni:

a) „Temperatura critică de execuție” se numește temperatura minimă admisă în prescripțiile tehnice pentru materialele ce se depozitează, se prelucerează sau se pun în operă, în vederea asigurării calității produsului.

b) „Durată critică de execuție” se numește perioada în care trebuie să se asigure o temperatură superioară sau cel puțin egală cu cea critică.

c) „Temperatura critică de maturizare” se numește temperatura minimă admisă în prescripțiile tehnice pentru un element de construcție din momentul realizării sale prin procedee umede până în momentul în care înghețarea lui nu mai este dăunătoare din punct de vedere al calității.

d) „Durată critică de maturizare” se numește perioada în care trebuie asigurată temperatura critică de maturizare.

1.8. Înțelegînd prin „regim termic critic” ansamblul condițiilor de timp și de temperatură ce trebuie realizate pentru asigurarea calității lucrărilor, rezultă conform pct. 1.7:

a) „Regimul termic critic la execuție”, care constă în asigurarea unei temperaturi superioare sau cel puțin egală cu cea critică pe perioada de execuție.

b) „Regimul termic critic de maturizare”, care constă în asigurarea unei temperaturi superioare sau cel puțin egală cu cea critică de maturizare, pe perioada de maturizare critică.

Regimurile termice critice, prin care se asigură calitatea corespunzătoare lucrărilor, se evidențiază în proiectul anual de organizare a activității pe timp friguros.

Clasificarea lucrărilor de construcții executate pe timp friguros. Nivel de asigurare

1.9. Lucrările de construcții și instalațiile aferente acestora se clasifică din punct de vedere al influenței factorilor climatici specifici timpului friguros, asupra calității lor în:

a) Lucrări a căror calitate poate fi influențată defavorabil de regimul termic atât la execuție cît și în perioada de maturizare. Pentru executarea acestora pe timp friguros trebuie să se asigure, prin măsuri specifice, regimurile termice critice, atât la execuție cît și în perioada de maturizare; ex: lucrări realizate prin procedee umede.

b) Lucrări a căror calitate poate fi influențată defavorabil de regimul termic numai la execuție. Pentru executarea acestora pe timp friguros trebuie să se asigure, prin măsuri specifice, regimul termic critic la execuție; ex: asamblarea elementelor metalice, montarea geamurilor etc.

c) Lucrări a căror calitate nu este influențată de regimul termic nici la execuție și nici ulterior; ex: lucrări de dulgherie, săpături etc.

1.10. Influența factorilor climatici se manifestă și asupra unora dintre lucrările de la pct. 1.9. c prin creșterea dificultății de execuție, care determină adoptarea unor tehnologii de execuție,

caracterizate prin cheltuieli suplimentare de resurse: săparea pământurilor umede, înghețate.

1.11. Influența factorilor climatici (pct. 1.4 și 1.5) se manifestă asupra tuturor lucrărilor de la pct. 1.9 și 1.10 prin:

a) Scăderea randamentului muncitorilor și mașinilor.

b) Creșterea gradului de pericolozitate pentru activitatea muncitorilor: pericolul de accidentare prin alunecare și cădere de la înălțime fie a oamenilor, fie a gheții sau a zăpezii; pericolul surpării malurilor la săpături în abataje; pericolul de electrocutare ca urmare a acoperirii instalațiilor electrice cu zăpadă și a creșterii umidității etc.

c) Degradarea prin înghețare a unor materiale în timpul depozitării lor: var stins, vopsele, precum și deteriorarea instalațiilor umplute cu apă.

d) Deteriorarea sub acțiunea vînturilor puternice și a zăpezilor abundente a unor instalații de șantier; instalații electrice, schele, eșafodaje, cofraje etc.

e) Alterarea temporară a unor materiale prin înghețarea superficială și formarea de bulgări: agregate pentru betoane, mortare.

f) Înzăpezirea și ulterior, prin dezghețare, inundarea suprafețelor fronturilor de lucru, a drumurilor sau chiar a întregului teritoriu al șantierului.

Unele dintre aceste efecte pot fi acceptate în anumite limite (pct. a) iar altele pot fi prevenite total (pct. b; c; d) sau parțial (pct. e; f) prin măsuri generale de organizare a șantierului pentru perioada de timp friguros.

1.12. În vederea raționalizării efortului economic de aplicare a măsurilor prescrise pentru realizarea calității lucrărilor se adoptă, la organizarea executării lor pe timp friguros, „un nivel de asigurare”.

Se înțelege prin „nivel de asigurare” $\bar{\theta}_{ae}$ temperatura minimă a aerului exterior, măsurată conform pct. 1.3, pentru care se proiectează măsurile menite să asigure calitatea lucrărilor executate.

La organizarea executării lucrărilor pe timp friguros se vor adopta niveluri de asigurare diferențiate, în funcție de:

— regimul termic critic necesar în perioada de execuție și de maturizare critică;

— importanța lucrărilor;

— efortul economic (cost, consum specific de energie) necesar pentru aplicarea măsurilor prin care se realizează regimul termic critic.

1.13. Din compararea temperaturii aerului exterior măsurată conform pct. 1.3, cu nivelul de asigurare și cu temperatura critică, admisă drept valoare minimă pentru executarea unei lucrări, rezultă următoarele:

a) lucrările se pot executa fără măsuri speciale dacă temperatura efectivă a aerului exterior este superioară celei critice;

b) lucrările se pot executa numai dacă se iau măsurile specifice prin care se asigură regimul termic critic, dacă temperatura efectivă a aerului exterior este superioară nivelului de asigurare și inferioară celei critice;

c) lucrările nu se pot executa, deoarece măsurile prevăzute sînt insuficiente pentru realizarea regimului termic critic, dacă temperatura efectivă a aerului exterior este inferioară nivelului de asigurare.

1.14. În legătură cu adoptarea cît mai judicioasă a nivelurilor de asigurare se precizează următoarele:

a) Pentru depozitarea materialelor a căror calitate este influențată de regimul termic trebuie să se prevadă în mod obligatoriu drept nivel de asigurare valoarea temperaturii exterioare prevăzută în STAS 6472/2-73 pentru zona climatică în care este amplasat șantierul.

b) Pentru lucrările bazate pe procedee umede, la care nu se prevede încălzirea în perioada de maturizare critică (metoda conservării căldurii), trebuie să se adopte drept nivel de asigurare o temperatură inferioară cu cel puțin 5°C temperaturii adoptate drept nivel de asigurare pentru perioada de execuție.

În anexa A se dau indicații pentru nivelurile de asigurare ce pot fi recomandate la executarea pe timp friguros a lucrărilor de construcții și instalații aferente, analizate în partea a II-a a Normativului, cap. 6...18, inclusiv schema explicativă pentru interpretarea variației temperaturii aerului exterior în raport cu temperatura critică și cu nivelul de asigurare.

Pentru structurile calculate la variații de temperatură determinate, prevederile specifice de proiect se vor respecta cu prioritate față de cele generale, din prezentul Normativ.

Proiectarea executării lucrărilor pe timp friguros

1.15. Lucrările de construcții-montaj și instalațiile aferente care se execută pe timp friguros rezultă din „Proiectul de organizare a șantierului” și din graficul de eșalonare a investiției elaborate conf. pct. 16 și 20 din „Conținutul cadru al proiectului de execuție”, Anexa 2 la Legea nr. 9/1980.

a) Graficul de eșalonare a investiției trebuie să evidențieze în acest scop, pentru lucrările de construcții-montaj și instalațiile aferente, acele stadii fizice, la începerea și respectiv la terminarea perioadei convenționale de timp friguros, de care este condiționată realizarea lui.

b) Cheltuielile suplimentare necesitate de programarea în perioada convențională de timp friguros a unor lucrări de construcții-montaj și a instalațiilor aferente se acoperă din Devizul general partea I, cap. 10 b și partea a III-a, cap. 13, ținând seama și de precizările din Normativ P 91-83, pct. 6.2.4.

c) Prevederile din Graficul de eșalonare a investiției și din Devizul general trebuie să fie corelate între ele pentru a se asigura calitatea lucrărilor programate a fi executate în perioada convențională de timp friguros în condițiile prevăzute la cap. 4 „Măsuri de folosire rațională a energiei și combustibilului la realizarea construcțiilor pe timp friguros”.

1.16. Condițiile organizatorice și tehnologice pentru executarea lucrărilor de construcții-montaj și a instalațiilor aferente în perioada de timp friguros se detaliază într-un „Proiect anual de organizare a activității pe timp friguros” care se elaborează conform prevederilor de la cap 3 din prezentul normativ.

1.17. Modificările de soluții tehnice propuse de executant pentru satisfacerea prevederilor de la pct. 1.15 trebuie să aibă avizul proiectantului.

La execuție pot fi adoptate și alte soluții tehnologice decât cele recomandate în prezentul normativ pentru asigurarea calității lucrărilor dacă respectă măsurile prevăzute la cap. 4 și se pot realiza mai ușor și mai economic.

2. SARCINILE GENERALE CE REVIN UNITĂȚILOR DE CONSTRUCȚII MONTAJ ÎN PERIOADA DE TIMP FRIGUROS, PRECIZAREA PRINCIPALELOR MĂSURI

2.1. Pentru realizarea pe timp friguros a lucrărilor de construcții și instalații aferente trebuie să se ia din vreme o serie de măsuri tehnico-organizatorice, care se referă la următoarele probleme principale:

— amenajări generale de șantier și măsuri pentru asigurarea calității lucrărilor;

- construcțiile speciale de șantier;
- instalațiile și rețelele de șantier;
- depozitarea și conservarea materialelor;
- utilajele și mijloacele de transport;
- instalațiile de încălzire tehnologică și utilitară;
- înregistrări de date meteorologice necesare șantierului;
- protecția și igiena muncii;
- prevenirea și stingerea incendiilor;
- protejarea obiectelor sistate.

Amenajări generale de șantier și măsuri pentru asigurarea calității lucrărilor

2.2. Problemele din această grupă de măsuri se referă la:

a) amenajarea și întreținerea continuă a drumurilor de acces, căilor de circulație, platformelor și punctelor de staționare sau parcare auto, a intrărilor și ieșirilor din ateliere, depozite și baracamente etc.

b) asigurarea posibilităților de îndepărtare rapidă a apelor de suprafață și a celor provenite din precipitații (ploaie, ninsoare), sau dezgheț, de pe lângă construcții, drumuri și în general de pe întregul teritoriu al șantierului;

c) asigurarea din timp a panourilor contra înzăpezirii (para-zăpezi), inclusiv asigurarea utilajelor și dispozitivelor de curățare a zăpezii (pluguri de zăpadă, buldozere, lopeți) și de spargere a gheții (tîrnăcoape, topoare, baroase, spițuri etc.). Pentru perioadele cu ninsori abundente se va reorganiza activitatea utilajelor

folosite la dezăpezire astfel ca să se asigure funcționarea lor și în timpul nopții. La șantierele instalate pe terenuri cu denivelări pronunțate se va prevedea prin proiectul anual pentru organizarea lucrărilor pe timp friguros evacuarea zăpezii și gheții din zonele ridicate ale terenului inclusiv de pe suprafețele dintre clădiri;

d) asigurarea curățeniei generale a șantierului și îndepărtarea tuturor resturilor de materiale neutilizabile, a molozului, a pământului în exces provenit din săpături etc.;

e) strângerea în figuri regulate a pietrișului și nisipului existent pe șantier; se vor prefera figurile de volum mare, care chiar pe geruri puternice, conțin în interiorul lor un procent ridicat de materiale neînghețate;

f) acoperirea varului din gropile de var cu un strat uniform de nisip, în grosime de 20...30 cm, afară de cazul când durata de depozitare și intensitatea gerului ar reclama o grosime mai mare;

g) confecționarea și montarea de panouri pentru închiderea provizorie a golurilor de uși și ferestre la obiectele în interiorul cărora urmează a se executa lucrări în timpul friguros;

h) umplerea cu pământ a golurilor fundațiilor terminate și prevederea de pante superficiale la aceste umpluturi, pentru a grăbi îndepărtarea apelor de suprafață de lângă fundații, inclusiv asigurarea scurgerii lor la șanțurile colectoare cele mai apropiate;

i) verificarea existenței pe șantier a reperilor de trasare și a celor de nivelment, replantarea reperilor dislocați și a celor ce lipsesc, precum și înlocuirea țarușilor și împrejmuirilor de trasare, insuficient îngropate, cu altele corespunzătoare;

j) corectarea profilului șanțurilor și săpăturilor ce nu vor putea fi umplute înaintea perioadei de timp friguros, prin reducerea înclinării taluzurilor dacă pământul este sensibil la îngheț-dezghet;

k) astuparea sau acoperirea golurilor existente în elementele de beton, turnate sau depozitate în poziție orizontală, pentru a se împiedica colectarea apei sau zăpezii, care prin înghețare poate provoca, degradarea elementelor.

2.3. Pentru a se preveni dificultățile produse de perioadele de dezghet ce pot interveni de mai multe ori în cursul unui sezon friguros, conducerea brigăzilor și ale punctelor de lucru vor stabili măsurile care să asigure continuarea nestingherită a activității și pe timp de dezghet. În acest sens se vor efectua:

a) aprovizionarea din timp a cantităților necesare de materiale antiderapante (rumeguș, nisip, zgură etc.);

b) asigurarea materialelor de întreținere a drumurilor (bolovan, piatră brută, pietriș, piatră spartă, plăci de beton etc.) și executarea lucrărilor necesare pentru menținerea drumurilor în bună stare de circulație;

c) verificarea zilnică a stabilității tuturor stivelor de materiale și piese — mai ales a celor ce transmit presiuni mari terenului pe care sînt depozitate — și consolidarea acestora și a stivelor în caz de nevoie;

d) curățirea de noroi a gropilor de fundații și asigurarea taluzelor acestora împotriva prăbușirii;

e) colectarea apei provenită din topirea zăpezii și evacuarea acesteia în afara zonelor respective; oriunde este necesar și posibil se vor introduce conducte de evacuare, care vor fi prevăzute cu pante mai mari pentru a accelera scurgerea apei; de asemenea, se va prevedea curățirea gurilor de intrare în conducte;

f) verificarea și curățirea permanentă a conductelor de apă și de canalizare, precum și a instalațiilor sanitare de șantier, pentru a se preveni plesnirea lor datorită înghețării apei și noroiului din interior;

g) asigurarea din timp a stabilității și integrității elementelor de construcție, materialelor, utilajelor etc., situate în zone amenințate de inundații, spre a nu fi degradate sau deplasate de către sloiuri sau de către apele mari;

h) instalarea sub șoproane fără pereți a fierăstraielelor circulare, a uscătoarelor de orice fel și cu orice destinație, în afara celor cu condiții de temperatură sau de umiditate impuse prin proiect sau cerute de tehnologie

i) verificarea silozurilor și buncărelor pentru lianți și aditivi, în ceea ce privește etanșeitățile și stabilitatea lor;

j) verificarea tuturor tablourilor, întrerupătoarelor și dispozitivelor electrice de pornire de către electricienii șantierului și luarea măsurilor cuvenite de izolare pentru evitarea scurtcircuitelor și tensiunilor de atingere, datorită umidității crescute în perioadele de dezghet;

k) controlarea minuțioasă și permanentă a căilor de rulare la instalațiile de ridicat — mai ales a macaralelor turn; la apariția unor fenomene de tasare, macaralele vor fi oprite imediat, iar căile de rulare vor fi reglate corespunzător; în acest sens, căile de rulare instalate pe longrine de beton și pat de pietriș

trebuie să fie supravegheate atent, îndepărtându-se zăpada dintre șine și controlându-se dacă nu s-a produs noroi; îndepărtarea zăpezii se va face și preventiv în perioadele cu temperaturi mai scăzute, prin măturarea zăpezii pe o lățime de cel puțin 2 m de la fiecare șină; prevederea de mai sus este valabilă nu numai pentru căile de rulare a macaralelor, ci și pentru liniile ferate de transport din incinta șantierului.

Pentru asigurarea capacității depline de frinare a macaralelor la temperaturi în jur sau sub 0°C, trebuie să se dispună, de-a lungul traseului căii de rulare, mici depozite de nisip care va fi împărțiat pe șine;

l) verificarea stabilității eșafodajelor, schelelor, rampelor de lemn sau metalice așezate pe tălpi etc., luându-se măsurile necesare de îndepărtare a deficiențelor imediat după constatarea acestora; verificarea îmbinărilor și a punctelor de solidarizare se va face în mod special în timpul pauzelor mai lungi în activitate; la eșafodajele alcătuite din țevi metalice, se vor verifica suprafețele de rezemare ale stîlpilor și soliditatea legăturilor și cuplajelor.

Construcții speciale de șantier

2.4. În această grupă se cuprind:

a) construcțiile pentru adăpostirea stațiilor de preparare a mortarelor și betoanelor, inclusiv platformele și buncărele din interiorul lor;

b) podestele și punțile de trecere;

c) rampele de spălare a autovehiculelor;

d) scările fixe, platformele descoperite, planurile înclinate etc.

Pe timp friguros toate construcțiile și amenajările de acest fel care se află în contact cu aerul vor fi curățate permanent de zăpadă și de gheață. Pe platformele și pe căile de circulație de orice fel se vor presăra materiale antiderapante.

Instalații și rețele de șantier

2.5. Problemele de instalații se referă la revizuirea tuturor rețelilor existente de alimentare cu apă, de stingerea incendiilor, de canalizare, de alimentare cu energie termică etc.

a) Conductele existente se vor izola contra gerului prin îngroșarea lor în pământ, iar porțiunile de conducte expuse în aer liber se vor proteja prin înfășurarea cu materiale termoizolante conform prescripțiilor tehnice în vigoare. În punctele joase ale rețelilor se vor prevedea robinete de golire, iar fîntînile cu jet pentru băut apă vor fi prevăzute cu dispozitive de închidere și golire a racordurilor de apă pe timp friguros.

Hidranții, cișmelele și celelalte dispozitive de consum ale apei se vor izola cu paie, vată de sticlă sau minerală, rogojini, saci etc., bine legați cu sîrmă, pe toată porțiunea expusă înghețului.

b) Rețelele provizorii de canalizare se vor curăți continuu de materialele ce se pot depune la gurile de intrare.

c) Rețelele electrice de lumină și forță se vor revizui amănunțit, acordîndu-se o atenție specială acelor părți de instalații, la care, în caz de defect, accesul pentru efectuarea de intervenții în condiții de timp friguros poate deveni imposibil sau periculos.

Se vor revizui rețelele de iluminat în scopul asigurării nivelurilor de iluminare artificială prevăzute de normativul PE. 136—80, cu respectarea condițiilor de utilizare rațională a energiei electrice atît pentru lucrări exterioare cît și pentru cele interioare.

Se vor revizui cu deosebită atenție măsurile de protecție contra electrocutărilor pe șantier, instalațiile de legare la pământ, și la nul, izolarea amplasamentelor, tensiunea redusă etc., pentru a corespunde prescripțiilor tehnice în vigoare.

d) La rețelele termice, care servesc pentru transportul căldurii de la punctele de producere a acesteia la punctele de lucru sau de protejare a lucrărilor, se vor lua măsuri speciale pentru reducerea la minimum a pierderilor de căldură pe traseu, astfel ca la punctele de utilizare a căldurii să se asigure temperaturile prescrise, corespunzătoare specificului lucrărilor; izolarea conductelor se va realiza în conformitate cu prescripțiile tehnice în vigoare.

Depozitarea și conservarea materialelor

2.6. Toate materialele ce se folosesc în perioada de timp friguros se vor depozita pe teren uscat, evitîndu-se zonele înghețate sau umede precum și zonele care s-ar putea umezi ulterior. În mod special se va asigura menținerea în stare uscată prin adăpos-

tire sau acoperire a următoarelor materiale: cimentul, varul, ipsosul, zgura expandată sau granulată, filerul, profilele metalice cu pereți subțiri, materialele termoizolatoare (b.c.a, vată minerală polistiren, expandat, plăcile aglomerate PAL, PFL), lamelele de parchet, foliile bitumate, timplărie din lemn, geamurile, precum și orice alte materiale ce se pot degrada sub acțiunea umidității.

Materialele și substanțele combustibile se vor depozita în spații special amenajate; este interzisă depozitarea lor în interiorul construcțiilor în curs de execuție.

2.7. Temperaturile minime de conservare a materialelor speciale (lacuri și vopsele, adezivi, chituri, solvenți, folii, plăci și țevi din mase plastice, acceleratorii pentru întărirea betoanelor) vor fi asigurate conform normelor respective de fabricație.

Spațiile închise pentru depozitarea acestor materiale vor fi iluminate și încălzite corespunzător condițiilor impuse de prescripțiile tehnice pentru materialele depozitate, nefiind însă permisă încălzirea cu flacără deschisă sau aparate sub tensiune de tip reșou.

2.8. Pentru asigurarea condițiilor necesare execuției lucrărilor și altor activități anexe se vor folosi, în general, următoarele substanțe, materiale auxiliare și dispozitive;

- adaosuri pentru betoane, conform normativului C 140-79;
- sare industrială pentru împrăștiat pe scări, podeste, schele etc.;
- serpentine și recipiente metalice pentru încălzit apă sau alte lichide.

Pentru protejarea termică a lucrărilor, atât în timpul execuției cât și ulterior, se folosesc de asemenea, o serie de mijloace speciale care se aprovizionează înainte de apariția frigului și se depozitează, respectiv se utilizează, astfel încât să nu poată constitui surse de incendii; dintre acestea se menționează:

- carton bitumat sau împislitură din fibre de sticlă bitumate, rogojini, prelate, foi de cort, foi de polietilenă;
- rumeguș, talaj, paie, vată de sticlă sau vată minerală, sub formă de saltele sau pislă minerală;
- panouri termoizolante pentru închiderea golurilor de uși și ferestre la obiecte, pentru compartimentări de coridoare sau alte încăperi etc.;

— cabane sau gherete prefabricate, cu sau fără pardoseală, din lemn sau alt material, pentru protecția locală a lucrărilor, aparate sau utilaje mici;

— corturi complete.

Utilaje și mijloace de transport

2.9. Se vor prevedea măsuri pentru respectarea condițiilor de exploatare pe timp friguros a utilajelor în conformitate cu prevederile din Normativ U 6-78.

2.10. La răcirea cu apă a mașinilor de forță — în special a motoarelor cu ardere internă și a compresoarelor — apa de răcire va fi preîncălzită la temperatură mică (circa $+20^{\circ}\text{C}$), pentru pornirea motoarelor; la încetarea lucrului apa va fi evacuată.

Sistemul de răcire se va preîncălzi de mai multe ori cu apă caldă, înainte de a fi umplut cu apă fierbinte (65°C).

2.11. Pentru asigurarea parcării autovehiculelor pe perioadele de nefuncționare se vor amenaja, în bazele de mașini și utilaje, platforme de parcare și pentru perioada de timp friguros. Nu se admite construirea de garaje sau alte spații asemănătoare, destinate special parcării autovehiculelor pe timp friguros.

Platformele de parcare trebuie să permită în caz de incendiu evacuarea autovehiculelor și accesul utilajelor de intervenție.

2.12. Înainte de punerea în funcțiune a autovehiculelor se va controla cu atenție dacă elementele de acționare (șenilele, lanțurile, cârligele de tracțiune etc.) nu sînt înghețate; în acest caz ele vor fi încălzite prin procedee care să nu folosească flacără deschisă.

2.13. La boburi elevatoare platforma va fi protejată preventiv contra înghețului, prin acoperirea cu un strat subțire de sare industrială. Cablurile și ghidajele acestora vor fi unse.

La terminarea lucrului, bena (cupa) elevatorului va fi bine curățată.

2.14. Utilajele tehnologice ce nu necesită depozitarea în spații închise se vor introduce sub șoproane sau vor fi protejate de intemperii prin acoperire.

Utilajele care au venit în contact cu materiale umede, cum sînt: aparatele de torcretat, cele de sudare autogenă, mașinile de frecat mozaic, pistoalele pentru pulverizat, vibratoarele etc., vor fi curățate de resturile de materiale și spălate înainte de depozitare.

Instalații de încălzire

2.15. Pentru necesitățile de încălzire tehnologică și utilitară prin instalații speciale, proiectantul va stabili și prevedea în proiectul organizării de șantier, pe bază de calcule termo-tehnice, tipurile acestor instalații, dimensionate corespunzător cantităților de căldură cerute și regimului de funcționare necesar, cu respectarea prevederilor de la cap. 4 privind necesitatea economisirii la maximum a combustibilului și în special a hidrocarburilor.

Sistemul de încălzire se va alege astfel încît să corespundă și din punct de vedere al pericolului de incendiu, în ce privește destinația și gradul de rezistență la foc al construcțiilor, respectîndu-se în acest sens Normativul P 118-83 privind protecția împotriva incendiilor, Normativul I 13-79 precum și celelalte prescripții tehnice referitoare la utilizarea instalațiilor locale de încălzire.

Se va acorda o atenție deosebită protejării elementelor de construcție combustibile față de părțile calde ale sistemelor de încălzire.

Se va prevedea obligația supravegherii continue a sistemelor de încălzire pe toată durata lor de funcționare efectivă, inclusiv în perioadele situate în afara programului de lucru al șantierului.

2.16. Necesitățile de încălzire se vor determina atît pentru activitățile aferente proceselor de lucru programate în timpul friguros, cît și pentru încălzirea stațiilor de betoane și materiale și a altor spații și încăperi din șantier (camere în care se execută lucrări de finisaj, ateliere, birouri, dormitoare, săli de dușuri, cantine, spațiile destinate adăpostirii pompelor și mașinilor de intervenție în caz de incendiu etc.).

Activitatea meteorologică de șantier

2.17. Trusturile și întreprinderile de antrepriză generală au obligația să asigure fiecărei unități din subordine condițiile nece-

sare pentru organizarea și funcționarea continuă, pe durata timpului friguros, a unei activități meteorologice de șantier.

Răspunderea pentru desfășurarea acestei activități revine la trust sau întreprindere directorului tehnic cu resortul producție sau unui cadru cu funcție echivalentă, iar la unitățile subordonate, șefilor acestora ajutați de șefii resoartelor programare, lansare și urmărirea producției și de responsabilii laboratoarelor.

2.18. Activitatea meteorologică de șantier se desfășoară zilnic fără nici o excepție, pe toată perioada de timp friguros din localitatea unde se află situat șantierul, a cărei durată se va stabili pe baza informațiilor culese pe plan local. Activitatea meteorologică se va extinde în mod preventiv și pe cîte un interval suplimentar de 15 zile înainte și după perioada convențională de timp friguros, definită la pct. 1.6.

2.19. Activitatea meteorologică pe șantier se referă la obținerea și valorificarea previziunilor meteorologice furnizate de Institutul Meteorologic Central atît pe perioade scurte (o zi sau o săptămînă), cît și pe perioade mai lungi (prognoze decadales, chenzinale, lunare, trimestriale). Această previziune va conține informații privind temperaturile maxime și minime, regimul vînturilor (direcția, intensitatea, viteza) și regimul precipitațiilor (ploaie, lapoviță, ninsoare, perspective de formare a poleiului), atît în timpul zilelor cît și a nopților respective.

La șantierele izolate, situate în regiuni greu accesibile, nedotate cu alte mijloace de informare, transmiterea previziunilor zilnice se va face telefonic prin grija șefului serviciului programare, lansare și urmărirea producției al întreprinderii sau trustului.

2.20. Pentru înregistrarea temperaturii aerului, a temperaturii interioare din spațiile de lucru, precum și a temperaturii agregatelor, mixturilor, betoanelor și mortarelor, fiecare șantier va fi dotat cu termometrele necesare.

2.21. Toate temperaturile măsurate zilnic, împreună cu diversele fenomene atmosferice intervenite, pentru care se va arăta direcția, intensitatea și durata lor, vor fi înregistrate în documentele de evidență precizate la cap. 5.

2.22. Pentru șantierele așezate lângă cursurile de apă cu nivel variabil — cum este cazul lucrărilor de poduri, baraje, regularizări de râuri, consolidări de maluri etc. — activitatea meteorologică se va completa cu date hidrologice.

Protecția și igiena muncii

2.23. Conducerile brigăzilor și punctelor de lucru vor asigura aplicarea cu o rigurozitate sporită a măsurilor de protecție și igienă a muncii ținând seama de gradul sporit de pericolozitate pe care îl prezintă continuarea activității de construcții pe timp friguros.

În acest sens se vor respecta, atât la elaborarea proiectului anual de lucru pe timp friguros (pct. 3.2) cât și în timpul executării lucrărilor, prevederile din:

— Normele republicane de protecție a muncii aprobate de Ministerul Muncii, cu ord. nr. 54/1975 și de Ministerul Sănătății cu Ord. nr. 60/1975;

— Normele de protecție a muncii în activitatea de construcții montaj, aprobate de Ministerul Construcțiilor Industriale cu Ord. nr. 12—33/D-1980.

La începutul perioadei de timp friguros, definită conform pct. 1.6, din prezentul normativ, la toate punctele de lucru la care se continuă activitatea se vor efectua în mod obligatoriu instructaje cu privire la normele de protecție a muncii specifice perioadei de timp friguros, care se vor repeta ori de câte ori se schimbă condițiile de desfășurare a lucrărilor.

Instructajele se vor referi atât la normele generale ce trebuie respectate pe timp friguros cât și la cele specifice capitolelor de lucrări analizate în partea a II-a a Normativului (cap. 6...18).

Unitățile specializate de construcții-montaj din subordinea ministerelor vor asigura și aplicarea normelor de tehnica securității muncii specifice acestora.

Prevenirea și stingerea incendiilor

2.24. În afară de obligațiile curente prevăzute în normativele și celelalte reglementări oficiale în vigoare, referitoare la prevenirea și stingerea incendiilor, conducerile brigăzilor și punctelor de lucru vor lua pentru perioada de timp friguros următoarele măsuri suplimentare:

a) interzicerea depășirii temperaturii strict necesare pentru nevoi tehnologice sau utilitare — atât ca valoare cât și ca durată;

b) interzicerea oricăror focuri deschise — atât în interior cât și în aer liber — care nu sînt ordonate și controlate de către organele de conducere ale punctului de lucru; în locurile ce prezintă pericol de incendiu focurile deschise se vor putea admite numai pe bază de permis de lucru cu foc și cu respectarea măsurilor specifice stabilite pentru fiecare caz în parte;

c) asigurarea cantităților de apă necesară, a mijloacelor de depozitare (bazine, rezervoare termoizolante etc.), a pompelor, a conductelor, furtunurilor etc., precum și a numărului prescris de panouri de incendiu, echipate complet cu stingătoare, nisip, unelte, furtunuri etc., și plasate corespunzător pe teren; se vor lua în acest sens măsuri de protecție a acestora împotriva înghețului și de întreținere în condiții de funcționare corespunzătoare;

d) interzicerea utilizării sobelor și burlanelor metalice în interiorul construcțiilor de lemn (baracamentelor), precum și controlarea apariției fisurilor la pereți și la tavane, la coșurile și la sobele din zidărie precum și în jurul racordării acestora și repararea imediată a defecțiunilor constatate;

e) interzicerea folosirii instalațiilor electrice improvizate, care nu corespund normativelor în vigoare și a folosirii, în general, a resurselor;

f) interzicerea amenajării în interiorul construcțiilor de bază, în curs de execuție, a unor baracamente din materiale combustibile sau spații pentru depozitarea și păstrarea de substanțe și materiale combustibile;

g) protejarea împotriva înghețului a instalațiilor, utilajelor, mașinilor și celorlalte mijloace de intervenție în caz de incendiu;

h) asigurarea în permanență a accesului mașinilor de intervenție în caz de incendiu la sursele de apă (rezervoare, bazine, hidranți exteriori etc.);

i) dotarea șantierului cu mijloace de alarmă în caz de incendiu (toacă metalică, sirene etc.);

j) realizarea de controale temeinice la terminarea lucrului, la toate locurile de muncă pentru depistarea și înlăturarea imediată a oricăror nereguli care ar putea conduce la apariția unor incendii;

k) intensificarea instructajelor periodice ale întregului personal, la intervale mai dese decît în restul anului.

Protejarea obiectelor sistate

2.25. La obiectele la care se sistează activitatea de execuție în timpul iernii, șantierul este obligat să ia măsuri de protejare contra timpului frigos în așa fel încât să fie asigurate condiții pentru conservarea calității lucrărilor executate și reluarea normală a activității, fără cheltuieli speciale de reparații sau refaceri.

În acest sens:

a) săpăturile la gropile de fundații se vor întrerupe cu minimum 0,50 m înainte de a ajunge la cota de fundare, iar taluzurile se vor asigura pentru a nu se produce surpări; gropile pentru fundații de stâlpi se vor acoperi pentru ca apa să nu poată pătrunde în ele;

b) dacă fundațiile sînt deja executate se va degaja zăpada, gheața și noroiul din jurul acestora, și se vor executa umpluturile de pământ respective, asigurîndu-se și scurgerea apei la șanțurile principale de colectare sau la canalizarea șantierului;

c) zidăriile pereților vor fi executate numai pînă la centura nivelului aflat în lucru, peste care se va aplica un acoperiș provizoriu: de asemenea, vor fi montate panouri de închidere a golurilor la toate ușile exterioare și ferestrele fiecărui etaj; atunci cînd, pînă la sistarea execuției s-a realizat și centura ultimului nivel al clădirii, se va monta acoperișul definitiv;

d) începînd din ziua sistării activității pe timp frigos, la un obiect, se vor aplica acestuia și materialelor depozitate în el toate măsurile de pază și securitate necesare pînă la reluarea lucrului.

3. PROIECTUL ANUAL PENTRU ORGANIZAREA LUCRĂRILOR PE TIMP FRIGUROS

3.1. Proiectul anual pentru organizarea lucrărilor pe timp frigos va fi elaborat de constructor pînă cel tîrziu la data de 15.09. a anului curent. Proiectul se supune aprobării conducerii unității tutelare și se trimite la proiectant și la beneficiar pentru verificarea încadrării în devizul general al investiției pentru care se execută lucrarea.

Programul de măsuri pentru perioada de timp frigos

3.2. În vederea elaborării proiectului anual de organizare a lucrărilor pe timp frigos, pentru fiecare șantier, conducerea întreprizei stabilește, pe baza stadiului de realizare a graficului de execuție și a programelor de producție precum și a consultării responsabililor săi pe resoarte sau probleme, programul măsurilor pentru perioada de timp frigos. La unitățile unde există sub-întreprize, programul va fi întocmit cu participarea delegaților acestora.

La elaborarea acestui program se va ține seama de următoarele:

- crearea în timp util a fronturilor de lucru, potrivit specificului lucrărilor ce urmează a fi executate;
- închiderea definitivă sau provizorie a spațiilor în care se va desfășura activitatea;
- încălzirea spațiilor de lucru în condițiile legale;
- amenajarea și întreținerea căilor de circulație, platformelor, rampelor etc., prevăzîndu-se curățirea și presărarea lor cu materiale antiderapante;
- asigurarea de spații corespunzătoare de cazare.

Programul astfel întocmit este preluat în proiectul anual de organizare a lucrărilor pe timp frigos și după aprobare devine obligatoriu pentru întrepriză. Elaborarea programelor, conținînd măsuri concrete, termene și responsabili de îndeplinire, va fi îndrumată și coordonată de către unitatea tutelară, astfel ca, pe baza unui plan centralizat, să se poată asigura și controla realizarea din vreme a condițiilor necesare pentru continuarea activității la fiecare șantier.

3.3. Principalele elemente care trebuie cuprinse în programul de măsuri sînt următoarele:

- obiectele ce se vor începe, vor continua sau se vor termina în perioada de timp frigos conform graficelor de eșalonare a investițiilor aprobate;
- evidențierea lucrărilor ce urmează a se executa la fiecare dintre obiectele aprobate pentru continuarea realizării lor pe timp frigos, cu precizarea cantităților și eșalonării lor;
- rezolvarea, în condițiile specifice timpului frigos, a problemelor de aprovizionare, manipulare, transport, depozitare, conservare și distribuire a materialelor necesare activității de

execuție a obiectelor de construcții precum și activității din unitățile de producție auxiliară;

- extinderea utilizării elementelor prefabricate și a altor soluții tehnice moderne cum sînt: folosirea cimenturilor cu întărire rapidă, a aditivilor precum și a diverselor materiale noi cu eficiență sporită; folosirea tehnologiilor avansate de lucru, care conduc la scurtarea și ieftinirea execuției și permit ca lucrările să atingă mai repede calitățile prescrise;

- asigurarea materialelor și dispozitivelor auxiliare care se vor utiliza exclusiv la protecția termică a lucrărilor de bază;

- asigurarea, verificarea, adăpostirea, întreținerea și repararea utilajelor și mijloacelor de transport, destinate activității pe timp friguros;

- realizarea instalațiilor definitive și punerea lor în funcțiune prin racordarea la centralele provizorii de șantier, împreună cu rețelele și aparatele speciale pentru producerea și distribuirea căldurii la punctele de lucru, în condițiile precizate la cap. 4;

- asigurarea combustibililor și carburanților, pentru necesitățile tehnologice și cele utilitare, din șantier, a explozibililor, lubrefianților etc., în sortimentele și cantitățile corespunzătoare specificului și volumului producției planificate;

- redistribuirea sarcinilor și activităților necesare pentru dezapeziri, dezghețări, protecție termică a lucrărilor etc., potrivit cantităților de lucrări programate și eșalonării calendaristice a acestora;

- pregătirea și instruirea specială — introductivă și periodică — a cadrelor locale de execuție și de conducere pentru activitatea pe timp friguros, inclusiv precizarea temelor și specialiștilor ce vor face instruirea;

- dotarea muncitorilor, a punctelor de lucru și a altor puncte importante din șantier cu mijloacele de protecție și de intervenție necesare în cazuri de incendiu, inundații, prăbușiri de teren etc.;

- organizarea activității meteorologice prin laboratorul de șantier, constînd din dotarea punctelor de lucru și a altor puncte principale din șantier cu termometre curente, asigurarea de termometre speciale pentru măsurarea temperaturilor materialelor și mixturilor, organizarea sistemului de informare previzională și ținerea la zi a evidenței meteorologice de șantier.

3.4. Realizarea programelor de măsuri aprobate și a eventualelor corecturi aduse acestora, în timpul aplicării lor pe teren, va fi controlată de către un colectiv care se va înființa la unitatea de antrepriză generală sub conducerea directorului tehnic cu urmărirea producției sau a unui cadru cu funcție echivalentă — și în care vor fi incluși reprezentanți ai tuturor resoartelor de activități care au sarcini în executarea lucrărilor pe timp friguros.

Programarea lucrărilor de bază pentru timpul friguros

3.5. Lucrările de bază ce urmează a fi prevăzute în graficele de execuție pe timp friguros se vor programa în conformitate cu prevederile cap. 4 privind „Măsuri de folosire rațională a energiei și combustibilului”.

3.6. Programul lucrărilor de bază va conține cantitățile totale de executat la fiecare categorie de lucrări a unui obiect, cît și eșalonarea calendaristică respectivă pe toată perioada de timp friguros, pînă la realizarea cantităților și eliberarea echipelor de lucru și a mijloacelor de producție angajate la acest obiect.

3.7. Programul lucrărilor de bază va fi adus din timp la cunoștință celor responsabili de realizare atît prin expunerea și prelucrarea lui în ședințe de producție, cît și prin aplicarea lui la obiectul respectiv.

Conținutul proiectului anual pentru organizarea lucrărilor pe timp friguros

3.8. Proiectul anual pentru organizarea lucrărilor pe timp friguros se compune din următoarele piese:

a) Memoriu justificativ, care va analiza stadiul de încadrare în graficul general și în programul anual și va justifica din punct de vedere tehnico-economic modificările intervenite în volumul de lucrări a căror execuție se continuă sau se începe pe perioada de timp friguros, precizîndu-se condițiile avute în vedere la întocmirea programului (durata de timp friguros în funcție de situația locală, de date statistice și de previziunile meteorologice, temperaturile minime și adîncimile maxime de îngheț prevăzute, mijloace ce vor fi folosite, etc.). Memoriul va cuprinde justificarea solu-

țiilor adoptate pentru amenajările, instalațiile, dispozitivele etc., necesare aplicării metodelor speciale de lucru, inclusiv breviarul calculului termotehnice, precum și indicații pentru aplicarea metodelor speciale de lucru.

b) Programele calendaristice pentru activitatea pe timp friguros menționate la pct. 3.1—3.5 .

c) Fișele tehnologice pentru executarea pe timp friguros a lucrărilor pentru care temperaturile critice prevăzute în Normativ, trebuie să se realizeze prin tehnologii sau măsuri speciale.

d) Evaluarea cheltuielilor suplimentare necesare pentru executarea lucrărilor pe timp friguros în conformitate cu prevederile Legii 9/1980 și a Normativului P 91-83.

e) Planul de situație cu organizarea teritoriului șantierului în care se vor indica amenajările, construcțiile, rețelele și instalațiile speciale necesare executării lucrărilor în perioada de timp friguros; dacă se consideră necesar, se vor mai întocmi și următoarele piese:

— schițele de execuție pentru cazurile simple, respectiv proiectele de execuție pentru cazurile mai complexe, privind amenajările, dispozitivele etc., necesare aplicării unor metode speciale la executarea lucrărilor pe timp friguros;

— planul de sistematizare pe verticală a terenului șantierului, care să rezolve problema scurgerii apelor provenite din topirea gheții și zăpezii și a celor din precipitații sau infiltrații, precum și amenajarea corespunzătoare a căilor de transport pentru perioada de timp friguros;

— eșalonarea necesarului de forțe de muncă pentru perioada de timp friguros, care se întocmește pe baza graficului general de eșalonare a executării lucrărilor, ținându-se seama de productivitatea micșorată a muncitorilor în această perioadă precum și de activitățile auxiliare impuse de condițiile specifice de iarnă.

3.9. Beneficiarul, proiectantul și executantul trebuie să conlucreze strâns la stabilirea tuturor măsurilor necesare, potrivit sarcinilor concrete de producție ce revin șantierului, urmărindu-se și respectarea de către constructor a termenelor legale de precizare cu anticipație a necesităților de materiale dirijate, de utilaje, mijloace de transport și forțe de muncă, de încheiere a contractelor de furnizare aetc.

4. MĂSURI DE FOLOSIRE RAȚIONALĂ A ENERGIEI ȘI COMBUSTIBILULUI LA REALIZAREA CONSTRUCȚIILOR PE TIMP FRIGUROS

4.11 La elaborarea proiectelor de execuție se vor adopta soluții tehnice și grafice de eșalonare a investițiilor care să asigure continuitatea activității organizațiilor de execuție în condițiile prevăzute de Legea nr. 9/1980 (art. 5 alin. 4, art. 56) și actele normative ce explicitează prevederile acesteia (Ordinul Consiliului de Miniștri nr. 62/1982) fără încălcarea prevederilor din prezentul Normativ privind asigurarea calității.

În acest sens:

a) se interzice executarea pe timp friguros a tuturor lucrărilor de construcții sau instalații care necesită pentru asigurarea calității măsuri speciale ce conduc la consumuri de combustibili sub formă de hidrocarburi;

b) se interzice executarea pe timp friguros a îmbrăcăminților asfaltice la drumuri; lucrările de reparare a drumurilor cu îmbrăcăminți asfaltice se pot executa și în perioada de timp friguros numai cu tehnologii la rece și cu mixturi stocate.

4.2. Pentru asigurarea calității lucrărilor de construcții-montaj executate pe timp friguros se pot folosi combustibili, exclusiv hidrocarburi, numai pentru obiective prioritare, nominalizate prin acte normative emise de Biroul Executiv al Consiliului de Miniștri, la propunerea temeinic fundamentată a ministerelor, celorlalte organe centrale și consiliilor populare județene și al municipiului București.

4.3. Pentru alte obiective decât cele precizate la pct. 4.2. se vor programa pentru a fi executate pe timp friguros numai lucrări în spații închise sau acele lucrări exterioare care nu necesită consumuri de combustibili pentru încălzire.

a) Se vor avea în vedere pentru a fi executate pe timp friguros: săpături, construcții din lemn sau metalice, montări de elemente prefabricate, de instalații conducte metalice și de beton, montări de utilaje, lucrări subterane, rețele, fundații și compactări de adâncime, învelitori, lucrări de tinichigerie, izolații termice, suduri, realizarea diferitelor elemente de construcție în atelierele bazelor de producție, lucrări de reparare a drumurilor cu îmbrăcăminți asfaltice, dar numai cu tehnologii la rece și cu mixturi asfaltice etc.

b) Nu se vor prevedea pentru a fi executate pe timp friguros lucrări ce se execută prin procese umede ca: turnări de betoane (cu excepția celor prevăzute la pct. a), tencuieli, pardoseli, zugrăveli, placaje, îmbrăcămînți rutiere cu lianți hidraulici, îmbrăcămînți asfaltice la drumuri (cu excepția celor menționate la pct. a) și altele.

c) Se interzice folosirea combustibilului pentru încălzirea spațiilor de lucru, dacă acesta folosește exclusiv executării lucrărilor de construcții-montaj.

4.4. Se exceptează de la prevederile pct. 4.3. b și c lucrările la care se folosesc pentru încălzire pe timp friguros resurse energetice secundare rezultate din procesele de fabricație ale unor obiective industriale, alte resurse neutilizate ale acestora sau orice surse de energii neconvenționale.

4.5. Se vor respecta cu strictețe termenele stabilite pentru asigurarea executantului cu documentație și mijloace tehnico-materiale de producție, astfel ca nici unul din obiectele a căror execuție este prevăzută în sezonul calduros să nu întâmpine întârzieri de natură să-i prelungească execuția și în perioada de timp friguros.

4.6. În cazul obiectivelor ce se încadrează în condițiile menționate la pct. 4.4, prevăzute cu centrală termică și instalații proprii de încălzire centrală, se va prevedea în graficele anuale realizarea cu prioritate a acestor centrale și instalații, astfel ca ele să poată intra în funcțiune, fie și cu capacitate redusă, înainte de apariția sezonului friguros în zona în care este situat șantierul.

4.7. În întreaga perioadă de timp friguros lucrările de beton se vor executa numai pe baza unor regimuri termice evidențiate în proiectul anual de organizare a lucrărilor pe timp friguros conform prevederilor din cap. 8.

Proiectanții vor acorda șantierelor, la cerere, asistența tehnică necesară adaptării regimurilor termice prevăzute în proiectul de organizare, la condițiile efective de realizare pe timp friguros a lucrărilor.

Se va evita executarea în perioada de timp friguros a pieselor subțiri din beton, turnate monolit, care necesită măsuri dificile și prelungite de protejare termică.

4.8. Antrepriza va lua măsuri care să asigure, pentru fiecare brigadă, funcționarea în sezonul friguros a unor sisteme organi-

zate de folosire a căldurii, energiei și combustibilului, atât pentru nevoile producției cât și pentru activitatea administrativă și social culturală.

Se vor interzice cu severitate orice improvizații care contravin atât măsurilor de economisire a energiei cât și a normelor de prevenire și stingere a incendiilor.

4.9. Conducerile antreprizelor și brigăzilor vor veghea cu strictețe la utilizarea cât mai economicoasă a iluminatului de interior și de exterior, reducându-l la strictul necesar, atât ca intensitate cât și ca durată.

5. EVIDENȚA ACTIVITĂȚII PE TIMP FRIGUROS

5.1. La fiecare punct de lucru se va ține cu strictețe evidența lucrărilor executate în perioada de timp friguros urmărindu-se în mod special realizarea calității acestora.

5.2. În vederea evidențierii condițiilor climatice generale în care s-au desfășurat lucrările, se va institui pentru perioada convențională de timp friguros la fiecare punct de lucru, stație de beton, bază de producție, etc., un *registru meteorologic* în care se vor înregistra zilnic:

a) temperatura aerului, măsurată în condițiile precizate la pct. 1.3.;

b) regimul vînturilor (direcție, intensitate, durată);

c) precipitațiile (ploaie, lapoviță, ninsoare-intensitate, durată);

d) starea terenului (neînghețat, uscat, noroi, înghețat cu sau fără polei, înzăpezit, etc);

e) nivelul apei curgătoare — numai la punctele de lucru din vecinătatea acestora și numai în perioadele de dezgheț.

5.3. Controlul calității lucrărilor de betoane și mortare se va efectua în conformitate cu „Sistemul de evidență în activitatea de control tehnic al calității construcțiilor”, cu următoarele precizări:

a) Se vor completa cu deosebită grijă datele specifice perioadei de timp friguros prevăzute în formularele tipizate și anume:

— bon de livrare transport primire-beton (Cod 911-101-f), în care se înregistrează pe verso temperatura mediului și cea a betonului în momentul descărcării din mijlocul de transport;

— condica (evidența betoanelor turnate" (Cod 9-14-102) — înregistrează temperatura aerului exterior (col. 6) și cea a betonului (col. 7) la terminarea punerii în operă, precum și modul de protejare a betonului în col. 14 (Evenimente intervenite în timpul betonării). În col. 12 se va înregistra în cazul controlului calității betonului prin gradul său de maturizare, numărul fișei pentru controlul gradului de maturizare care înlocuiește în acest caz buletinul de încercări nedistructive.

5.4. Fișa pentru controlul gradului critic de maturizare M_k sau a gradului de maturizare pentru decofrare M_d (Anexa B_2) se întocmește la punctul de lucru prin înregistrarea temperaturilor măsurate conform prevederilor din cap. 8, pct. 8.26 și calculul direct în fișă a gradului de maturizare echivalent temperaturii normale de $+20^\circ\text{C}$, conform indicațiilor din anexa B , pct. 2.

5.5. Controlul și evidența calității lucrărilor de sudură executate pe timp friguros se vor organiza cu respectarea prevederilor din prescripțiile tehnice specifice, din condițiile tehnice speciale și din „Sistemul de evidență în activitatea de control tehnic al calității construcțiilor”, folosindu-se formularele:

— proces verbal de prelevare a probelor de sudură (Cod 9-12-102/b);

— proces verbal de recepție a lotului de armături sudate (Cod 9-11-101/e).

În aceste documente se va face în mod expres mențiunea că verificările se referă la lucrări executate pe timp friguros.

De asemenea, autorizația de lucru a sudorilor (Cod 9-17-104) va conține în mod explicit mențiunea că aceștia sînt autorizați a executa suduri pe timp friguros în condițiile prevăzute de prescripțiile tehnice specifice.

PARTEA II-a

PREVEDERI SPECIALE PE CATEGORII DE LUCRĂRI

6. LUCRĂRI DE PĂMÎNT

Indicații generale

6.1. Stabilirea măsurilor tehnico-organizatorice de executare a lucrărilor de pămînt la orice obiect trebuie să fie precizată prin proiectul de execuție, pe baza rezultatelor studiului geotehnic efectuat pentru obiectul respectiv. Conducerea unității de execuție trebuie totodată să țină seama de situația climatică reală din perioada executării lucrărilor de pămînt.

6.2. Proiectantul va adopta adîncimea de îngheț, conform prevederilor din STAS 6054-77 „Terenul de fundație. Adîncimea de îngheț”. Dacă localitatea în care se află șantierul nu figurează în lista localităților din standard, se va adopta adîncimea de la localitatea cea mai apropiată, menționată în listă. În cazuri de dubiu, adîncimea de îngheț se va stabili prin sondaje la fața locului.

Pentru săparea stratului de pămînt supus înghețului se poate adopta fie metoda protejării preventive fie aceea a afinării stratului înghețat.

Protejarea preventivă a pământurilor contra înghețului

6.3. Măsurile ce trebuie luate în acest scop, sînt următoarele:

a) Acoperirea suprafeței pământului cu vreascuri, paie, gunoi, bălegar, stuf, rogojini, talaș, turbă, zgură etc. Acestea vor fi îndepărtate numai în ziua săpării și numai pe porțiunea strict necesară pentru acest lucru, în funcție de mijloacele de săpare folosite și de intensitatea frigului.

b) Menținerea stratului de zăpadă depus pe pământ și chiar favorizarea îngroșării lui la ninsorile următoare folosind, dacă este nevoie, garduri de muiele, panouri de lemn, diguri de pământ etc., care să ușureze înzăpezirea. Înălțimea gardurilor, pancurilor și digurilor va fi de 0,4...0,5 m; ele se vor așeza pe mai multe rînduri paralele, la distanțe de 4...7 m și vor fi orientate perpendicular pe direcția vînturilor dominante. În cazul în care se produc ninsori stratul existent de zăpadă va fi acoperit cu materialele arătate la lit. a.

c) Acoperirea cu frunze, talaș, rumeguș etc., pentru protejarea fundului șanțurilor sau gropilor de fundație, la care executarea săpăturilor s-a sistat sau a ajuns la cota finală înainte de apariția frigului și urmează a se executa celelalte lucrări (pozarea de conducte, turnarea betonului etc.).

Grosimea minimă, în metri, a stratului termoizolant „h” se determină cu formula:

$$h = \frac{H}{k} \quad (6.1)$$

în care:

H — reprezintă adîncimea maximă locală de îngheț, în m;

k este un coeficient în funcție de natura terenului și aceea a materialului termoizolant, avînd valorile din tabelul 6.1.

d) În cazul în care terenul care urmează a fi săpat este acoperit cu tufişuri, arbuşti etc., această vegetație favorizează reținerea zăpezii, astfel că terenul nu va fi defrișat decît în ziua cînd începe executarea săpăturilor, și numai pe porțiuni minime, strict necesare lucrului.

Tabelul 6.1.

Natura terenului	Valoarea coeficientului „k” pentru:						
	frunze	talaș	rumeguș	Zgură		Pământ	
				uscată	umedă	afinat	îndes
Nisip puros	3,3	3,2	2,8	2,0	1,6	1,4	1,12
Nisip argilos fin	3,1	3,1	2,7	1,9	1,6	1,3	1,08
Argilă nisipoasă	2,7	2,6	2,3	1,6	1,3	1,2	1,06
Argilă	2,2	2,1	1,9	1,3	1,1	1,2	1,00

Afinarea pământului înghețat

6.4. Metoda se aplică la pământurile înghețate pe adîncime și constă în spargerea și afinarea mecanică sau manuală a stratului înghețat, pentru a ușura fie evacuarea lui, fie păstrarea pe loc ca acoperire de protecție pentru straturile mai adînci, în situația cînd sînt de așteptat geruri puternice care ar putea provoca înghețarea pământului pe adîncimi mai mari.

a) Desfacerea stratului de pământ înghețat pe cel mult 25 cm adîncime se face de regulă cu scarificatoare obișnuite.

b) La grosimi de pământ înghețat mai mari de 25 cm se vor folosi unelte pneumatice sau alte instalații mecanice pentru spargere.

Acolo unde situația locală permite, se pot utiliza excavatoarele cu cupă, fără alte dispozitive speciale. Ele pot dizloca pământuri înghețate pînă la 40 cm adîncime. Peste această adîncime, se montează dispozitive speciale (berbeci, pene etc) de diverse greutăți care, prin cădere odată cu sapa, pot desface straturi înghețate pînă la 80 cm.

c) Atunci cînd grosimea stratului înghețat este mai mare de 80 cm, iar sub acesta trebuie să se sape un strat gros de pământ neînghețat, se recurge la dislocarea pământului cu ajutorul explozibililor.

Executarea săpăturilor pe timp friguros

6.5. Executarea săpăturilor se va începe imediat după dezghețarea naturală sau afinarea stratului superficial, astfel ca să se evite o nouă înghețare a suprafeței lui, înainte de săpare și în special înainte de turnarea unor fundații.

La săpăturile cu epuizmente apa pompată va fi îndepărtată imediat, pentru a nu se forma gheață în jurul punctului de lucru.

Utilajele pentru executarea săpăturilor pe timp friguros: excavatoare, scarificatoare, buldozere etc., vor trebui examinate cu atenție la terminarea sau întreruperea lucrului curățindu-se de resturile de pământ, întregul sistem de transmisie și deplasare.

Transportul pământului pe timp friguros

6.6. Transportul pământului săpat pe timp friguros trebuie să se termine înainte de a începe să înghețe. În acest sens se vor respecta la organizarea lucrărilor duratele disponibile prevăzute în tabelul 6.2.

Tabelul 6.2.

Temperatura aerului (°C)	Timpul de începere a înghețării pământului (minute)
- 5	90
- 10	60
- 15	50

Transportul pământului trebuie făcut pe distanțe cât mai scurte, cu evitarea totală a staționării pe traseu a mijloacelor respective de transport.

La transportul pământului pe timp friguros, vehiculele se vor curăța bine de pământ după fiecare descărcare.

6.7. Căile pe care se deplasează vehiculele de transport vor fi amenajate și întreținute în mod special pentru lucrul pe timp friguros.

a) Căile rutiere vor fi amenajate în măsura posibilităților pe traseele și la cotele drumurilor interioare definitive, cu precizarea că acestea trebuie să aibă o capacitate portantă corespunzătoare traficului cu autocamioanele folosite la transportul pământului.

În funcție de sensibilitatea la îngheț a terenului se vor realiza pentru drumuri fundații stabile, folosind blocaje de piatră, plăci de beton etc.

Canalizarea se va menține în stare de funcționare, iar în lipsa acestora se va asigura scurgerea apelor prin șanțuri de suprafață.

Suprafața carosabilă va fi curățată de zăpadă și presărată cu materiale antiderapante

b) Căile ferate de transport vor fi întreținute prin curățarea zăpezii de pe traseu, în special în zona ramificațiilor și plăcilor turnante care vor fi menținute dezghețate prin presărare cu sare industrială, aprovizionată și depozitată în cantități suficiente în zona acestora.

Executarea umpluturilor pe timp friguros

6.8. Umpluturile se pot executa și compacta pe timp friguros prin mijloace mecanice sau manuale, în funcție de specificul și volumul lucrărilor prevăzute în proiect pentru perioada respectivă, dacă se respectă următoarele condiții:

	Procesul tehnologic și condiții de realizare	Regim termic critic	
		Temperatura	Durata
a.	Săparea, transportul, așternerea în umplutură și compactarea pământului neînghețat	+ 1°	Durata totală de execuție
b.	Săparea pământului pentru așezarea în umplutură, din zone în care terenul nu este înghețat.	+ 1°	Durata de săpare
c.	Așezarea pământului de umplutură pe teren sau pe stratul inferior neînghețat.	+ 1°	În momentul așternerii stratului

6.9. La executarea umpluturilor de pământ pe timp friguros în spații înguste se vor lua și următoarele măsuri organizatorice:

a) la atingerea temperaturilor critice menționate la pct. 6.8 executarea umpluturilor se oprește luându-se măsuri de protecție atât a suprafețelor decapate cât și a celor realizate prin umplură:

b) toată activitatea de executare și de compactare a umpluturilor trebuie să fie concentrată pe porțiuni mici de teren și să se desfășoare pe baza unei organizări cât mai judicioase, care să fie respectată cu rigurozitate; această activitate trebuie să se efectueze, pe cât posibil, fără întrerupere, astfel ca la sfârșitul zilei de lucru porțiunea de lucrare stabilită să fie complet terminată; se pot face unele întreruperi locale de pe o zi pe alta numai în cazurile când există certitudinea absolută că peste noapte nu vor interveni nici precipitații, nici scăderi periculoase de temperatură;

c) la așternerea și compactarea pământului se vor evita pe cât posibil pauzele în execuție; așternerea pământului se va face în straturi subțiri (max. 20 cm) și va alterna cu compactarea lor;

d) indiferent de temperatura aerului, lucrările de umpluturi se vor opri complet pe timp de ploaie sau ninsoare, spre a nu se permite acumularea unui exces de apă în corpul umpluturilor;

e) umpluturile executate pe timp friguros trebuie apărute prin șanțuri și diguri împotriva spălării ce ar putea fi provocată de precipitații; de asemenea, la terminarea dezghețului, aceste umpluturi vor fi controlate cu atenție și se vor lua imediat măsuri de remediere a defectelor ce eventual s-au produs;

f) umpluturile între fundațiile stîlpilor izolați pentru care s-a făcut o săpătură comună, umpluturile dintre fundații și pereții săpăturii și umpluturile la șanțuri se vor efectua numai cu pământ sau balast.

6.10. Compactarea pământurilor așternute în umpluturi pe timp friguros se va realiza cu mijloace normale de compactare, cu condiția ca operația să nu se execute pe timp de precipitații (ploaie, lapoviță, ninsoare), care modifică mult umiditatea pământurilor față de cea optimă necesară compactării.

Executarea rambleelor

6.11. Ca reguli principale de respectat la executarea rambleelor — fie prin mijloace manuale, fie prin mijloace mecanizate — se enumeră următoarele:

a) evitarea folosirii în ramblee a pământurilor coezive, recomandându-se rocile pietroase, piatra brută sau spartă, bolovanii, balastul, prundișurile, nisipurile și diversele varietăți de pământuri argiloase-nisipoase; în cazurile când folosirea pământurilor coezive nu poate fi evitată, acestea trebuie să fie puse în lucrare cu un conținut cât mai redus de apă, căci altfel apa din pori produce o suprapresiune care poate deveni periculoasă pentru stabilitatea rambleului;

b) așezarea pământului în rambleu se va face în straturi de grosime corespunzătoare caracteristicilor utilajului de compactare, astfel ca să se asigure, imediat după așternere, posibilitatea de nivelare și compactare;

c) în cazul când executarea unui rambleu trebuie să fie întreruptă, de pe o zi pe alta sau pentru mai multe zile — înainte de a se fi ajuns la cota finală a rambleului, — așternerea unui nou strat de umplură se va face numai după îndepărtarea sau dezghețarea completă a stratului înghețat, cu precizarea că dacă în urma dezghețării rezultă o cantitate de apă ce poate fi periculoasă pentru lucrare, așternerea straturilor următoare va fi amînată pînă la evaporarea apei sau dirijarea ei către canalizarea șantierului;

d) materialul de umplură va fi recoltat din straturi uscate situate deasupra pînzei freatice sau drenate; nu se vor pune în umplură bulgări sau sloiuri de pământ înghețat; acestea trebuie neapărat să fie sfărîmate complet înainte de așternere; restricția trebuie respectată cu extremă grijă în special la rambleele de cale ferată și șosea, la digurile de pământ ce suportă presiuni, cum este cazul la stăvilare, baraje, la umpluturile dintre pereții ecluzelor, la diversele umpluturi de etanșeitate, la sferturile de con ale podurilor, la umpluturile din spatele zidurilor de sprijin, pereurilor etc., chiar dacă compactarea pământurilor se face cu mijloace mecanice;

e) toate rambelele executate pe timp friguros cu pământ expus înghețării vor avea o supraînălțare, peste înălțimea dată în proiect, astfel ca, prin tasare, care este mai pronunțată în condițiile de umiditate sporită, partea superioară a umpluturii să ajungă la cota finală prevăzută în proiect; această supraînălțare se stabilește de proiectant pe baza avizului geotehnic și se precizează în proiectul lucrărilor programate pentru perioada de timp

friguros; constructorul se poate orienta și după datele informative din tabelul 6.3. potrivit naturii pământului folosit în ramblee:

Tabelul 6.3.

Natura pământului folosit în ramblee	Supraînălțarea în procente față de înălțimea finală a rambleului prevăzută în proiect
Pământuri nisipoase, pietroase, etc.	12%
Pământuri argiloase, marne, etc.	15%

f) nici un rambleu nu se va executa pe pământ înghețat, deoarece baza lui devine nestabilă în timpul dezghețului, putând compromite omogenitatea și chiar stabilitatea întregului rambleu; în asemenea cazuri este obligatoriu ca terenul pe care se așează rambleul să fie menținut dezghețat conform pct. 6.3. sau să se aștepte dezghețarea lui naturală.

Procedee de compactare a umpluturilor

6.12. Compactarea se face în spații înguste, folosindu-se maiuri obișnuite de mină, maiuri electrice sau mecanice (tip „broască”), vibropile, plăci vibratoare de compactat etc; în spații largi compactarea trebuie să se realizeze cu ajutorul utilajelor rutiere de compactat (cilindri compresoare cu fața netedă autopropulsate, cilindri cu proeminențe tip „picior de oaie” tractate cu mijloace auto, compactoare vibratoare, compresoare pe pneuri etc.).

Un alt procedeu de compactare, suficient de economic și deosebit de eficient — și care se află, în general, la dispoziția oricărui șantier — constă în dirijarea circulației auto de șantier chiar pe rambleele aflate în curs de execuție. Acest procedeu, care poate fi aplicat în condiții organizatorice ușoare, mai ales la lucrările de drumuri, căi ferate, baraje de pământ etc., se aplică, aproape cu aceeași eficiență, folosind fie vehicule cu roți

pe pneuri lestate prin încărcarea lor cu pământ sau alte materiale, fie diverse utilaje grele prevăzute cu șenile (tractoare, buldozere etc.).

6.13. Pentru lucrări de terasamente caracterizate prin cantități, suprafețe și înălțimi mari se vor respecta și condițiile care rezultă din caietele de sarcini sau documentațiile întocmite de proiectanții de specialitate.

7. FUNDAȚII ȘI CONSTRUCȚII SUB NIVELUL TERENULUI

7.1. La executarea pe timp friguros a fundațiilor și a celorlalte construcții sub nivelul terenului se vor lua măsuri specifice, diferențiate pe grupe de lucrări, care să asigure respectarea următoarelor condiții: (vezi tabel pag. 40)

Fundații de suprafață

7.2. La executarea fundațiilor de suprafață (continue, tălpi izolate, radiere etc.), este interzisă așezarea lor pe teren înghețat ori cu grad sporit de umiditate rezultat din dezgheț sau din precipitații atmosferice, spre a se împiedica producerea de tasări inegale ale ansamblului fundației, evitându-se astfel apariția de solicitări suplimentare ce pot periclita construcția.

Problema se pune la fel și pentru fundațiile de mașini care lucrează în regim de vibrații și cărora trebuie să li se asigure o comportare perfectă în condițiile în care sînt folosite.

7.3. În cazul fundațiilor executate la clădiri sau alte construcții exterioare ce sînt prevăzute cu trotuare se vor lua măsuri de executare a trotuarelor imediat ce fundațiile au fost realizate pînă deasupra cotei terenului, spre a împiedica pătrunderea în fundație a apelor de suprafață provenite din ploii sau dezgheț, care produc degradarea fundațiilor.

Grupa de lucrări	Procesul tehnologic și condiții de realizare	Regim termic critic	
		Temperatura	Durata
Fundații de suprafață	a) Săparea gropilor pentru fundații	cap. 6	
	b) Prepararea, transportul, punerea în operă a betonului și protejarea elementului în perioada critică de maturizare.	cap. 8	
	c) Săparea, transportul, împrăștierea și compactarea pământului în umpluturi.	cap. 6	
Fundații de adâncime	a) Săparea, forarea.	cap. 6.	
	b) Prepararea, transportul, punerea în operă a betonului și protejarea elementului în perioada critică de maturizare.	cap. 8.	
Conducte și cabluri subterane	a) Săparea șanțurilor.	cap. 6	
	b) Pozarea conductelor metalice	cap. 12	
	c) Probele de presiune cu apă la conducte	5°	72 h
	d) Pozarea cablurilor electrice	cap. 18	
	e) Manipularea și pozarea cond. PVC	cap. 18	
Canale și lucrări aferente	a) Săparea șanțurilor	cap. 6	
	b) Executarea canalelor din beton	cap. 8	
	c) Executarea canalelor din zidărie	cap. 10	
	d) Tencuieli, etanșări	cap. 13	
	e) Izolări	cap. 15	

Fundații de adâncime

7.4. La executarea acestor lucrări se va ține seama și de prevederile din „Normativ privind alcătuirea și executarea piloților pentru fundații” C. 160-75.

7.5. Piloții turnați la fața locului la care fața superioară a betonului se află la o adâncime mai mare de 1 m de la suprafața platformei de lucru, se vor proteja după formarea lor prin umplerea străpungerii din teren cu pământ ușor compactat.

Piloții la care fața superioară a betonului se află la o adâncime mai mică de 1,00 m de la suprafața platformei se vor proteja suplimentar conform prevederilor din cap. 8. Dacă există temeri că betonul ar fi putut să înghețe în zona capului piloților, se va verifica atent starea betonului la piloții suspectați, după executarea săpăturii de fundație.

Fundația respectivă nu se va turna decât după consemnarea prin proces-verbal între constructor și beneficiar a rezultatului acestei verificări. Dacă se va constata degradarea betonului din capul pilotului se va cere avizul proiectantului asupra măsurilor de luat.

După terminarea betonării și întărirea suficientă a fețelor laterale ale blocului de beton, se vor scoate cofrajele și sprijinirile respective și se va proceda la umplerea gropii cu pământ care se va compacta în straturi de câte 20 cm grosime.

Conducte și cabluri subterane

7.6. În timpul iernii se pot executa orice fel de lucrări privind pozarea de conducte și cabluri, însă cu respectarea măsurilor prevăzute la pct. 7.1.

7.7. Nu se vor monta tuburi în șanțuri în care se află apă, ci numai după evacuarea sau evaporarea acesteia, în care caz se va evacua și stratul de pământ înmuiat, care va fi înlocuit cu nisip pilonat.

7.8. Pe plan organizatoric se fac următoarele precizări cu caracter comun, pe lângă cele prevăzute la pct. 2.6.:

— piesele prefabricate se vor depozita pe calaje de lemn, stivindu-se separat, la mici distanțe între ele, astfel încât să

nu se lipească una de alta, spre a evita atât pericolul înghețării la zona de lipire cât și efectuarea de manevre inutile;

— conductele de azbociment sosite pe șantier în perioada 15 noiembrie — 15 martie vor fi depozitate în așa fel încât să fie ferite de intemperii în perioadele de timp frigurose, spre a nu fi expuse ciclurilor de îngheț-dezghet; în acest scop, ele vor fi acoperite cu folii de polietilenă sau adăpostite sub șoproane; nu se admite curățirea cu ranga a gheții sau a pământului înghețat;

— piesele de îmbinare pentru conducte se vor depozita în spații ferite de îngheț și protejate împotriva oricăror posibilități de a putea fi degradate sau murdărite;

— se vor aproviziona din vreme panouri și dispozitive suficiente de acoperire pentru protecția locală, asigurându-li-se și un spațiu corespunzător de depozitare;

— toate sprijinirile, rigidizările și consolidările se vor controla permanent, mai ales după perioadele de ploi sau ninsoiri neurmate de îngheț, precum și în perioadele de dezghet, și se vor lua măsuri de întărire imediată a lor.

7.9. Când șanțurile se execută în terenuri sensibile la îngheț, ele se vor realiza de la început cu taluze cu pantă mai mică, spre a le preveni prăbușirea la apariția dezghețului.

În cazurile când unele porțiuni de șanțuri trec pe lângă alte construcții exterioare, deja executate, se va avea grijă să nu se dezvelească fundațiile acestora și să nu li se micșoreze grosimea stratului de pământ de protecție, mai ales când acesta este nestabil la îngheț; în asemenea cazuri se va limita ampriza săpăturilor înspre fundațiile construcțiilor la strictul necesar, iar eventualele taluze verticale ce vor rezulta se vor sprijini cu dulapi sau chiar cu palplanșe bine șpraițuite.

7.10. La conductele îmbinate cu garnituri de cauciuc se vor asigura condițiile de la pct. 18.3 și se vor lua următoarele măsuri:

- depozitarea garniturilor în locuri uscate;
- curățirea mufelor de gheață și uscarea lor cu un jet de aer cald;
- montarea imediată a garniturilor.

7.11. Pentru a apăra fundul gropii la șanțurile deschise se poate apela la unul din următoarele procedee:

— cablurile sau tuburile se pozează imediat ce s-a ajuns la cota finală și se acoperă în aceeași zi cu pământ pe toată adâncimea, de către echipe speciale ce vin în urma echipei de pozare;

— se lasă nesăpat un strat de pământ de circa 20 cm, care urmează a fi săpat în ziua pozării conductelor, procedându-se apoi ca la alineatul precedent; în cazul când starea timpului se înrăutățește brusc în ziua pozării, se va renunța la decaparea acestui strat pe restul traseului, acoperindu-se corespunzător contra înghețului;

— dacă s-a ajuns pe vreme bună la cota finală a săpăturilor dar, din diverse motive, pozarea conductelor trebuie amânată pentru mai târziu, fundul șanțului va fi apărat de înghețarea ce poate interveni, prin acoperirea cu materiale de protecție.

7.12. Piesele de căptușire și de sprijinire a taluzelor verticale se vor dimensiona la sarcini sporite pentru a se ține seama de solicitările suplimentare ce iau naștere în urma umflării pământului înghețat și a micșorării unghiului de frecare a terenurilor nestabile la îngheț.

Executarea acestor căptușiri și a sprijinirilor respective trebuie făcută în strictă conformitate cu prevederile proiectului.

7.13. Conductele vor fi pozate numai pe suprafețe curățate de zăpadă și de stratul înghețat, după ce s-a așternut în prealabil un pat de nisip.

Dacă înghețul a pătruns pînă la fundul șanțului, dar pozarea conductelor trebuie neapărat să continue, neputîndu-se aștepta dezghețarea naturală a terenului, se va îndepărta stratul de pământ înghețat.

Această operație se va face pe porțiuni, de către echipe speciale care preced imediat echipa ce pozează conductele. Lungimea acestor porțiuni și ritmul de pregătire a lor vor fi coordonate cu lungimile tronsoanelor de conducte aduse lângă șanț, în vederea lansării și pozării, și cu ritmul posibil de realizat de către echipa de pozare.

Capetele conductelor trebuie să fie menținute în stare uscată și curată; ele vor fi apărate cu grijă de pătrunderea zăpezii, spre a se putea realiza o îmbinare etanșă.

7.14. Înainte și după pozarea conductelor trebuie să se ia măsuri de protecție pentru a împiedica fundul șanțului să se deformeze din cauza înghețului și a presiunilor ce le primește

de la conducta instalată. După pozarea definitivă, a conductelor ele vor fi acoperite cât mai repede cu pământ.

Toate manșonările se vor executa numai sub acoperiri locale de protecție.

7.15. La pozarea pe timp friguros a diverselor feluri de conducte se va ține seama de următoarele indicații:

- manevrarea conductelor metalice de presiune și a fitingurilor trebuie făcută cu multă atenție, deoarece în condițiile de ger ele pot deveni casante;

- la executarea lucrărilor de sudură se vor respecta indicațiile de sudare sub temperaturi scăzute, date la Cap. 12 din prezentul normativ;

- îmbinările metalice ale conductelor se vor etanșa numai la adăpost de efectele înghețului; de aceea mufele și ajutajele se vor preîncălzi;

- conductele în pantă, care sînt deosebit de sensibile la deformațiile fundului gropii produse de îngheț, trebuie să fie în final pozate la cota din proiect, pentru a se putea realiza panta generală prescrisă;

- la etanșarea mufelor pe timp friguros nu se vor folosi mixturi fierbinți deoarece, din cauza degajării substanțelor volatile din masa acestora, umplerea completă a rosturilor devine problematică; este preferabil să se folosească mixturi calde și să se preîncălzească mufele;

- cuzineții de sprijinire și manșoanele de beton ale conductelor se vor executa cu respectarea măsurilor de protecție date în prezentul capitol la betoanele de fundații.

7.16. La manevrarea cablurilor electrice și la executarea operațiilor de montare și execuție se vor respecta condițiile referitoare la temperatura minimă a mediului ambiant și temperatura minimă a cablului, indicate de producători și în prescripțiile tehnice în vigoare;

- Normativ pentru proiectarea și execuția rețelelor de cabluri electrice (PE 107-78) și

- Normativ privind proiectarea și executarea instalațiilor electrice la consumatori, cu tensiuni pînă la 1 000 V (I.7-78).

De asemenea, se va avea în vedere ca în momentul pozării cablurilor acestea să aibă o temperatură proprie prevăzută la pct. 18.7.

Canale și lucrări aferente

7.17. Înainte de apariția sezonului friguros — de regulă cel mai târziu la sfîrșitul lunii octombrie — se va da prioritate lucrărilor de pământ, zidărie și tencuieli ale canalelor, rămînînd ca lucrările de pozare a conductelor sau cablurilor să se execute pe timp friguros — în condițiile arătate la pct. 7.7....7.16 de mai sus — în cazurile în care această execuție nu poate fi amînată pînă la revenirea timpului călduros.

7.18. Talpa de beton a canalului, expusă înghețului, trebuie să fie așezată pe un pat uscat și totodată să fie protejată corespunzător pînă la maturizarea critică.

7.19. Canalele se vor acoperi cu plăci de beton armat prefabricat și apoi cu pământ.

7.20. Șanțurile pentru conducte sau cabluri se vor astupa cu pământ neînghețat care apoi va fi compactat. La partea superioară a șanțurilor — pe ultimii 20...30 cm — ele pot fi umplute și cu pământ înghețat, însă avînd un spor minim de volum de circa 15%, pentru tasare.

7.21. Șanțurile de sub pavaje ce se dau imediat în circulație se vor astupa pe toată înălțimea numai cu pământ dezghețat, iar în locurile de circulație intensă, cu nisip dezghețat.

7.22. La executarea pe timp friguros a fundațiilor și a construcțiilor diverse, se va urmări folosirea pe scară largă a elementelor prefabricate, care pot fi executate în condiții optime de temperatură, adică în ateliere, uzine, hale etc.

8. LUCRĂRI DE BETON

Condiții pentru asigurarea calității betonului pus în operă pe timp friguros

8.1. Calitatea lucrărilor de beton executate pe timp friguros poate fi asigurată dacă sînt îndeplinite următoarele condiții:

- a) betonul este preparat cu agregate dezghețate, avînd temperatura minimă de +5°C;

b) temperatura betonului, după punerea lui în operă, nu coboară sub temperatura sa de îngheț, înainte de a atinge un nivel critic de întărire, variabil în funcție de raportul A/C și exprimat în procente din marca betonului.

Nivelul critic de întărire rezultă din tabelul următor:

Nivelurile critice de întărire, în %, din marca betonului pentru A/C=			
0,40	0,50	0,60	0,70
18	25	31	36

Temperatura de îngheț a betonului este considerată valoarea de 0°C, cu excepția cazurilor în care se folosesc aditivi care coboară această temperatură pînă la o valoare specifică ce rezultă din instrucțiunile lor de folosire.

8.2. Realizarea nivelului critic de întărire se poate controla pe două căi:

a) Prin intermediul unor epruvete din beton *păstrate în aceleași condiții de regim termic* ca și elementul de construcție și încercate la compresiune înainte de înghețarea betonului;

b) Prin evaluarea gradului efectiv de maturizare al betonului și compararea echivalentului său la temperatura normală +20°C cu gradul critic de maturizare, M_k , pentru betoanele preparate cu cimenturile pentru care se dau date în anexa B.

Deoarece gradul critic de maturizare M_k se corelează semnificativ cu nivelul critic de întărire, între cele două metode de control a calității betonului nu există diferențe de fond, ele determinînd regimuri termice identice și o aceeași durată critică t_k de maturizare (sau de întărire).

Gradul de maturizare exprimat în h°C se definește prin suprafața diagramei cuprinsă între curba de variație a temperaturii betonului și ordonata de -10°C, în funcție de timp, exprimat în ore.

Gradul critic de maturizare este valoarea minimă a gradului de maturizare la temperatura normală de +20°C, necesară a

fi obținută înainte de înghețarea betonului, pentru ca rezistențele finale ale acestuia să nu fie afectate în mod defavorabil. Valori ale gradului critic de maturizare pentru betoane preparate cu cimenturile Pa 35 și P 40, se dau în anexa B. Pentru alte tipuri de ciment sînt necesare studii speciale de laborator.

În Anexa B se prezintă de asemenea, modul de echivalare a gradului de maturizare la o temperatură variabilă cu cel la temperatura normală +20°C, în vederea comparării lui cu gradul critic de maturizare.

Metoda controlului calității betonului pus în operă pe timp friguros prin gradul său critic de maturizare M_k are, față de metoda de la punctul a, avantajul eliminării încercărilor distructive ca și acela al unei corelări mai semnificative între realitate și parametrii pe baza cărora se face controlul, prin eliminarea diferențelor inevitabile dintre regimul termic din epruvetă și cel din elementul de construcție.

Conceptul gradului de maturizare permite, în plus, prevenirea regimului termic din beton și proiectarea condițiilor prin care să se poată asigura realizarea lui.

8.3. Lucrările de beton se execută pe timp friguros cu respectarea măsurilor de folosire rațională a energiei și combustibilului, detaliate la cap. 4. În aceste condiții, prepararea, transportul și punerea în operă a betonului trebuie să se facă numai pe baza unor regimuri termice proiectate pentru a asigura obținerea nivelului critic de întărire sau a gradului critic de maturizare înainte de înghețarea betonului.

Aceste regimuri termice se evidențiază în proiectul de organizare a lucrărilor pe timp friguros împreună cu măsurile ce condiționează realizarea lor efectivă.

În funcție de parametrii analizați la pct. 8.4. (dimensiunile și nivelul de protecție al elementului de construcție, caracteristicile cimentului folosit, condițiile de temperatură din beton, nivelul de asigurare etc.) trebuie să se respecte, atât la proiectarea regimurilor termice cît și la executarea lucrărilor de beton în diferite faze tehnologice, condițiile din tabelul următor:

Procesul tehnologic și condiții de realizare		Regimul termic critic	
		Temperatura	Durata
Prepararea betonului	a. cu agregate dezghețate avind temperatura minimă:	+5°	În momentul amestecării cu cimentul
	b. cu agregate încălzite la temperatură superioară celei de dezghețare	(*) 6°...25°	
	c. cu apă încălzită la temperatura	20°...80°(*)	
	d. temperatura la preparare θ_p să fie: — în metoda conservării căldurii — în metoda încălzirii după turnare	(*) 5°...25° 5°...10°	La descărcarea din malaxor
Transportul și descărcarea betonului la obiect	e. protejarea mijloacelor și reducerea duratelor astfel ca temperatura de livrare la șantier, θ_l să fie minimum: — în metoda conservării căldurii: — în metoda încălzirii după turnare:	3°...17° 3°...5°	Durata pe transport și descărcare la obiect, t_t
Transportul pe obiect și punerea în operă a betonului	f. protejarea mijloacelor și reducerea duratelor astfel ca la terminarea punerii în operă, temperatura betonului θ_b să fie minimum: — în metoda conservării căldurii: — în metoda încălzirii după turnare:	1°...15° 1°...3°	Durata de transport pe obiect și punerea în operă, t_i
Întărirea (maturizarea) betonului	g. protejarea elementului de construcție după punerea în operă a betonului (metoda conservării căldurii) și a eventualei surse exterioare de căldură (metoda încălzirii după turnare) astfel ca în perioada critică temperatura să fie cuprinsă: — la conservarea căldurii: — la încălzirea după turnare:	1°...15° 1°...20°	Durata critică de maturizare, t_k

* (*) În funcție de temperatura θ_b la terminarea punerii în operă și de condițiile de transport.

Regimurile termice la executarea lucrărilor de beton pe timp friguros

8.4. Regimurile termice pentru executarea lucrărilor de beton pe timp friguros (pct. 8.3) se stabilesc în fișele tehnologice pentru executarea lucrărilor de beton pe timp friguros ce fac parte din proiectul anual de organizare (cap. 3) și trebuie să țină seama de:

a) gradul critic de maturizare M_k (sau nivelul critic de întărire) evaluate conform pct. 8.1. sau prevederilor din Anexa B;
b) intensitățile prezumate ale frigului, evaluate distinct pentru ziua de preparare, transport și punere în operă și pentru perioada de realizare a gradului critic de maturizare M_k (respectiv a nivelului critic de întărire); se exprimă prin nivelurile de asigurare θ_{as} și θ_{as} , recomandate în Anexa A;

c) durata procesului și nivelul de protejare a betonului în timpul transportului și punerii în operă;

d) intensitatea cu care se degajă căldura datorată exotermiei cimentului;

e) masivitatea elementului de construcție ce se betonează rezultind din forma și dimensiunile sale, corelată cu nivelul de rezistență termică al protecției adoptate pentru suprafețele în contact cu aerul exterior și al celor în contact cu eventualul agent încălzitor;

f) neomogenitatea temperaturii în masa betonului, concretizată în condiția ca gradul critic de maturizare M_k (sau nivelul critic de întărire) să fie realizat în zona elementului de construcție cea mai expusă răcirii;

g) conformarea și nivelul protecției sursei de căldură în raport cu forma și dimensiunile elementelor ce se încălzesc;

h) gradul de expunere la vânt și nivelul de impermeabilitate al protecției betonului și sursei de căldură; se ia în considerare la alcătuirea protecției prin coeficientul de penetrație la vânt.

8.5. Proiectarea regimurilor termice la prepararea, transportul, punerea în operă și maturizarea critică a betonului se poate face:

a) prin alegerea din anexa C a unui regim termic tip, care se identifică prin nivelul de asigurare, prin caracteristicile betonului, ale elementului de construcție și ale protecției sale și prin metoda adoptată: (conservarea căldurii sau încălzirea după turnare);

b) prin asimilarea situațiilor reale cu cele corespunzătoare regimurilor tip prezentate în anexa C;

c) prin proiectarea directă, conform indicațiilor din anexa D, a unor regimuri termice specifice, în cazurile în care nu se pot adopta regimuri termice tip, datorită în primul rând, unor deosebiri semnificative între parametrii betonului luați în considerare pentru regimul tip și cei ce caracterizează betonul pus efectiv în operă.

Se pot proiecta regimuri termice specifice și pentru punerea în valoare a unor condiții organizatorice superioare celor avute în vedere la proiectarea regimurilor tip.

8.6. Regimul termic, definit prin ansamblul condițiilor de timp și de temperatură, se detaliază în fișele tehnologice pentru fiecare din fazele caracteristice procesului și anume:

a) regimul termic în perioada critică de maturizare (Anexele C sau D, pct. 4 și 5);

b) regimul termic în perioada de transport și de punere în operă (Anexele C sau D, pct. 6);

c) regimul termic la prepararea betonului (Anexele C sau D, pct. 7).

8.7. Concomitent cu regimurile termice proiectate, în fișele tehnologice se explicitează și măsurile specifice de care depinde realizarea lor și anume:

a) procedeele de protejare a elementului de construcție și, după caz, și a sursei de căldură în perioada de maturizare critică (Anexele C sau D, pct. 2);

b) procedeele de transport și de protejare a mijloacelor folosite, inclusiv duratele limită admise, pe etape (Anexele C sau D, pct. 6);

c) organizarea depozitării componentilor și procedeele de încălzire a lor (Anexele C sau D pct. 7).

Cofraje și armături

8.8. Tipurile de cofraje folosite și procedeele de protejare ale acestora cu materiale termoizolante trebuie explicitate în fișele tehnologice de executare a lucrărilor de beton pe timp friguros, corelat cu măsurile ce determină regimurile proiectate (pct. 8.7 a).

8.9. La execuție cofrajele trebuie să fie curățate de zăpadă și gheață prin mijloace mecanice și, în final, dacă este posibil, prin intermediul unui jet de aer cald.

Cofrajul trebuie să aibă rosturile dintre panouri etanșe iar fața lor interioară să fie unsă cu substanțe care ușurează defcofrarea aplicate numai după curățarea și uscarea suprafeței.

Se va acorda o deosebită atenție rezemării elementelor de susținere a cofrajelor luându-se măsuri corespunzătoare în funcție de comportarea la îngheț a terenului și anume:

— pentru pământurile stabile la îngheț rezemarea se va face pe tălpi așezate pe terenul nivelat și curățat în prealabil de zăpadă, de gheață și de stratul vegetal;

— pentru pământurile nestabile la îngheț, precum și în cazul umpluturilor, popii se vor așeza pe grinzi cu suprafață mare de rezemare îngropate sub adâncimea de îngheț, pe fundații existente sau pe piloți.

8.10. Armăturile se vor depozita pe teren uscat, amenajat cu platforme de pietriș compactat.

Barele acoperite cu gheață vor fi curățate înainte de tăiere și fasonare prin ciocănire, prin zgîriere cu unelte adecvate sau cu jet de aer cald pentru topirea gheții și uscarea apei rezultate. Nu se recomandă topirea gheții cu apă caldă decât dacă există certitudinea că aceasta nu va îngheța din nou pînă la turnarea betonului. Este interzisă dezghețarea cu ajutorul flăcării.

8.11. Fasonarea armăturilor se va face numai la temperaturi pozitive folosind, după caz, spații încălzite în bazele de producție.

Prepararea betonului

8.12. La prepararea betoanelor puse în operă pe timp friguros se vor utiliza cimenturile recomandate în anexa IV-1 din normativul C 140-79 cu excepția cimenturilor *F* și *M*.

Se vor folosi de asemenea, ori de cîte ori este posibil, aditivi pentru îmbunătățirea comportării betonului la îngheț.

a) La stabilirea compoziției betonului se va adopta o cantitate de apă cît mai scăzută. În acest scop se vor utiliza aditivi plastifianți de tip antrenori de aer (Disan), sau superplastifianți (Flubet) și se va reduce în mod corespunzător gradul critic de ma-

turizare M_k , pentru a fi corelat cu raportul A/C efectiv. La utilizarea aditivului Disan se vor respecta prevederile din normativul C 140-79, Anexa V.4, iar pentru superplastifiantul Flubet prevederile din Instrucțiuni tehnice C 211-82.

b) În condițiile admise de prescripțiile tehnice se vor putea utiliza, numai dacă se aplică metoda conservării căldurii, aditivi acceleratori de priză și întărire și anume:

— clorura de calciu, în conformitate cu instrucțiunile din Anexa V-4 la Normativul C 140-79;

— produsul Antigero, în conformitate cu instrucțiunile din Anexa V-4 la Normativul C 140-79.

În aceste cazuri se vor aplica aceleași regimuri termice ca și pentru betoanele fără aditivi, cu mențiunea că la valorile nivelului de asigurare din Anexa A se vor adăuga $+5^\circ$ (conform notei de la finele anexei).

În cazul folosirii aditivului Antigero se va ține seama și de efectul de plastifiant al acestuia, care permite reducerea raportului A/C.

8.13. Agregatele, dezghețate înainte de introducerea în malaxor, trebuie să corespundă condițiilor din STAS 1667-76, cu precizarea că nu trebuie să conțină granule poroase, care sînt gelive.

Ca o măsură de siguranță pentru omogenitatea amestecului în cazul în care se folosesc agregate dezghețate la temperatura minimă ($+5^\circ\text{C}$), acestea se vor malaxa în prealabil numai cu apă și apoi și împreună cu cimentul, durata totală de malaxare prelungindu-se cu 50%...100%. Nu se admite ca dezghețarea agregatelor să se facă numai în malaxor prin amestecarea cu apa caldă.

8.14. La locul de preparare va fi afișată în mod obligatoriu rețeta de preparare a lui, împreună cu următoarele date suplimentare:

— temperaturile minime ale apei și agregatelor la introducerea în malaxor;

— durata de malaxare a agregatelor cu apa, pînă la adăugarea cimentului;

— durata totală de malaxare;

— temperatura betonului la descărcarea acestuia din malaxor, care trebuie să corespundă cu regimul termic proiectat (pct. 8.5., 8.7) și temperatura betonului la livrarea către șantier (pct. 5.3).

Transportul betonului la obiect

8.15. La transportul betonului se vor lua măsuri de limitare la minimum a pierderilor de căldură, prin:

a) folosirea de mijloace de transport rapide, și, după caz, bine izolate termic; autoagitatoarele vor fi prevăzute cu capac; autobasculantele și mijloacele similare vor avea pereții izolați termic și vor fi acoperite;

b) evitarea distanțelor mari de transport, a staționărilor pe traseu și a transbordărilor betonului;

c) verificarea și curățirea mijlocului de transport utilizat, de gheață și de resturile de beton înghețat, folosind de preferință un jet de apă caldă.

Transportul betonului pe obiect, punerea în operă și protejarea lui

8.16. La transportul betonului pe obiect, la punerea lui în operă și în perioada de maturizare se vor lua măsuri de limitare la minimum a pierderilor de căldură prin:

a) protejarea benelor prin izolarea lor termică și acoperirea în perioada de așteptare cu folii de polietilenă sau prelate;

b) reducerea la minimum a timpului de așteptare în bene între momentul descărcării din mijlocul de transport și cel al ridicării pe obiect;

c) protejarea imediată a elementului de construcție conform soluțiilor prevăzute în cadrul măsurilor de asigurare a regimului termic proiectat (pct. 8.5 ... 8.7).

8.17. Este obligatorie compactarea tuturor betoanelor turnate pe timp friguros prin vibrare mecanică.

8.18. La punerea în operă a betoanelor se vor respecta prevederile din Anexa A privind nivelul de asigurare. Pentru betoanele masive se vor avea în vedere și următoarele:

— în perioada cînd există pericol de îngheț, începerea betonării unei lamele noi este permisă numai la temperaturi ale aerului exterior de peste $+5^\circ\text{C}$; se poate începe betonarea și la temperaturi sub $+5^\circ\text{C}$ cînd temperatura este pozitivă și are tendință de creștere;

— lamelele aflate în curs de betonare surprinse de scăderea temperaturii aerului exterior, vor fi continuate până la temperatura de -10°C , cu măsuri corespunzătoare privind temperatura și protecția betonului; la temperaturi ale aerului sub -10°C betonarea lamelei va fi întreruptă și se va crea un rost de lucru.

8.19. Începerea sau reluarea oricăror lucrări de betonare întrerupte din cauza gerului și intrate în această stare în perioada de dezgheț este permisă numai după pregătirea corespunzătoare a rostului de întrerupere a turnării conform Normativ C 140-79, pe baza unui proces verbal de recepție calitativă.

8.20. Protejarea betonului după punerea lui în operă trebuie să se facă într-un timp cât mai scurt și în conformitate cu soluțiile prevăzute pentru asigurarea realizării regimului termic proiectat (pct. 8.5...8.7).

Se vor folosi cofraje izolate termic, saltele termoizolatoare etc. acoperite întotdeauna cu folii de polietilenă sau prelate din pânză impermeabilă prin care să se etanșeze izolația termică și să se închidă și un strat de aer staționar (neventilat) de 3...5 cm rosime.

8.2.1. La locurile de muncă unde se pune în operă beton vor fi afișate obligatoriu:

- temperatura betonului la livrare (pct. 5.3);
- temperatura betonului la terminarea punerii în operă;
- nivelul de asigurare pentru perioada de maturizare;
- modul de protejare a betonului după turnare;
- durata proiectată pentru obținerea gradului critic de maturizare (t_k);
- fazele și caracteristicile regimului termic la încălzirea după turnare (atunci când este cazul).

Decofrarea elementelor de construcție din beton turnate pe timp friguros

8.22. Decofrarea se poate efectua numai dacă sînt îndeplinite condițiile din Normativ C 140-79 prin care se impun pentru beton rezistențe sau niveluri minime de întărire exprimate în procente din marca betonului.

Îndeplinirea condițiilor de decofrare se poate controla pe două căi:

a) Prin intermediul unor epruvete din beton păstrate în aceleași condiții de regim termic ca și elementul de construcție și încercate la compresiune în condițiile prevăzute în Normativ C 140-79.

b) Prin evaluarea gradului efectiv de maturizare al betonului și compararea echivalentului său la temperatura normală de $+20^{\circ}\text{C}$ cu gradul de maturizare M_{β} , corespunzător nivelului de întărire β B, prevăzut în Normativ C 140-79.

Deoarece gradul de maturizare M_{β} se corelează semnificativ cu nivelul de întărire β , între cele două metode nu există diferențe de fond. Metoda evaluării gradului de maturizare are însă față de cea de la pct. a aceleași avantaje ca și cele evidențiate la pct. 8.2 b pentru metoda gradului critic de maturizare.

Detalii pentru controlul condiției de decofrare prin evaluarea gradului de maturizare se dau în Anexa B.

8.23. Îndeplinirea condiției de realizare a gradului critic de maturizare asigură, în general, și condiția de decofrare a fețelor verticale (pct. 6.50 din Normativ C 140-79), dar nu și condițiile de decofrare ale fețelor orizontale.

Pentru decofrarea fețelor orizontale se va urmări astfel, în continuare, evoluția gradului de maturizare sau a nivelului de întărire și după depășirea celui critic, (Anexa B), fără ca să se mai impună însă măsuri pentru prevenirea înghețării betonului. Măsurile suplimentare ce s-ar lua în acest caz ar determina numai scurtarea termenului de decofrare.

Înainte de decofrare se va examina cu atenție calitatea betonului pe fețele elementului turnat, efectuîndu-se în acest scop unele decofrări parțiale, de probă.

Urmărirea realizării calității betonului turnat pe timp friguros

8.24. La executarea pe timp friguros a betoanelor de orice fel este necesar să se exercite un control permanent deosebit de exigent din partea conducerii tehnice a unității de execuție și a organelor CTC, la toate nivelurile, precum și din partea beneficiarului, respectiv a proiectantului, oricînd va fi necesar acest lucru.

La efectuarea recepțiilor preliminare a oricăror lucrări din beton, executate pe timp friguros, verificarea calității lor trebuie făcută cu o exigență sporită.

8.25. Controlul specific perioadei de timp friguros asupra calității betonului se va referi la:

a) respectarea în timpul execuției a regimurilor termice și a măsurilor ce condiționează realizarea lor, afișate la locurile de muncă (pct. 8.14 și 8.21);

b) măsurarea temperaturilor aerului exterior și a celor din beton;

c) urmărirea realizării în timp a gradului critic de maturizare M_k și, după caz, a gradului de maturizare pentru decofrare, respectiv a nivelelor critice de întărire și de decofrare.

8.26. Temperaturile betonului se vor măsura în părțile cele mai expuse răcirii, cu o frecvență de minimum 2...3 citiri în 24 de ore și se vor înregistra în documentele de evidență obligatorie a lucrărilor executate pe timp friguros (cap. 5), concomitent cu temperaturile aerului exterior.

Măsurarea temperaturilor se face pentru toate elementele de construcție din beton până la realizarea gradului critic de maturizare M_k sau a nivelului critic de întărire, iar pentru elementele cofrate pe fețele orizontale și în continuare până la realizarea gradului de maturizare M_B (Anexa B), respectiv a nivelului de întărire β (Normativ C 140-79).

Pentru măsurarea temperaturii în beton se vor folosi termometre industriale sau, în măsura posibilităților, înregistratoare automate de temperatură.

Termometrele, fără îmbrăcăminte exterioară din grătar sau plasă de protecție, se vor introduce în găurile cilindrice realizate la betonare, în pozițiile prevăzute în proiecte.

După introducerea termometrului în gaură aceasta se va etanșa la partea superioară cu cîlți introduși în spațiul dintre termometru și pereții găurii pentru a nu permite intrarea aerului rece.

Termometrul va fi menținut în această situație cel puțin 5' înainte de efectuarea citirii. Se vor folosi mai multe termometre pentru a se putea măsura temperatura betonului în mai multe puncte, simultan.

Urmărirea realizării în timp a gradului de maturizare, până la nivelul critic (M_k) sau a celui necesar pentru decofrare (M_B) se face conform indicațiilor din anexa B (Exemplul din anexa B₂).

8.2.7. Controlul calității betoanelor turnate pe timp friguros se va face conform prevederilor din Normativ C 140-79.

Dacă se prevăd încercări nedistructive acestea nu se vor efectua pe betoane înghețate.

9. MONTAREA PREFABRICATELOR

9.1. Montarea elementelor de construcții prefabricate din metal sau beton se poate executa cu respectarea următoarelor condiții:

Felul elementului prefabricat	Procesul tehnologic și condiții de realizare	Regim termic critic	
		Temp.	Durata
Metalic	Manipulare, montare	cap. 12	
Beton armat sau precomprimat	a) Manipulare, montare	—	—
	b) Sudarea armăturilor	cap. 12	
	c) Preîncălzirea lentă a prefabricatelor în zonele de îmbinare	+ 10°C	Înainte de turnarea betonului
	d) Temperatura betonului de monolitizare	+ 10°C	La terminarea punerii în operă
	e) Prepararea, transportul, punerea în operă și protejarea betonului	cap. 8	
	f) Prefabricarea pe șantier a elementelor	cap. 8	

9.2. În ce privește confecțiile metalice și elementele diverse (corpuri de încălzire, recipiente, scări, uși și ferestre, ventilatoare etc), acestea se montează în conformitate cu prevederile proiectului, în care trebuie să se arate măsurile speciale ce eventual sînt necesare dacă montarea acestor confecții urmează a se face pe timp friguros.

9.3. Cu privire la prefabricatele din beton, beton armat și beton precomprimat sînt necesare o serie de măsuri specifice și anume:

a) Se vor folosi cu precădere prefabricate realizate în fabrici și poligoane dotate corespunzător, unde se poate asigura tehnologia completă de fabricație și tratamentul termic necesar.

În cazul confecționării pe șantier a unor prefabricate, executarea acestora se va face numai în barăci sau șoproane, amenajate corespunzător și cu respectarea obligatorie a tuturor condițiilor termotehnice prevăzute pentru tipurile respective de prefabricate.

b) Înainte de ridicare și manevrare pentru montaj, elementele prefabricate vor fi curățate de gheață, zăpadă și impurități în zonele de îmbinare, prin: răzuire, ciocănire ușoară, periere cu perii de sîrmă etc.

Dacă la turnarea betonului de monolitizare s-au produs noi depuneri de gheață sau zăpadă, acestea vor fi îndepărtate prin aceleași procedee.

În funcție de posibilități se preferă ca îndepărtarea gheții și zăpezii să se facă printr-un jet de aer cald, care, pe lângă efectul de topire a gheții are și pe cel de uscare a zonei de monolitizare.

Nu se permite folosirea apei calde sau a aburilor decît dacă betonul de monolitizare se toarnă imediat, întrucît există pericolul formării unui nou strat de gheață.

Se interzice, de asemenea, folosirea lămpilor cu benzină și al oricărui alt mijloc de încălzire cu flacără deschisă, care afumă betonul și armăturile, compromițînd adeziunea armăturilor în betonul de monolitizare și buna legătură a acestuia cu betonul vechi.

c) După ce s-a realizat curățirea perfectă a zonei de monolitizare se va proceda la încălzirea lentă a prefabricatelor în punctele de îmbinare, prin insuflarea cu aer cald; atunci cînd există posibilitatea turnării imediate a betonului, se poate recurge la încălzirea cu abur viu sau cu apă caldă. În toate cazurile încălzirea se va face cel puțin pînă la temperatura betonului de monolitizare.

d) După turnarea betonului de monolitizare, acesta se va izola împotriva frigului prin acoperirea imediată a zonei respective cu materiale termoizolatoare.

e) Profilele echer din PVC vor fi încălzite în apă caldă înainte de introducerea în rebordurile verticale ale panourilor de fațadă.

f) La tensionarea și injectarea elementelor din beton precomprimat se vor respecta prevederile din Normativul C 21-77.

10. LUCRĂRI DE ZIDĂRIE

10.1. Lucrările de zidărie se pot executa pe timp friguros, cu respectarea următoarelor condiții:

Procesul tehnologic și condiții de realizare		Regim termic critic	
		Temperatura °C	Durata
a.	Depozitarea materialelor de zidărie înainte de punerea în operă, în spații închise	5°	1 zi
b.	Prepararea mortarului: — de ciment — de ciment-var	(*) 5°...25° 5°...50°	La descărcarea din malaxor
c.	Transportul și punerea în operă a mortarului	5°	La terminarea punerii în operă
d.	Executarea zidăriei în spații închise sau în aer liber	5°	Pe durata execuției
e.	Ziduri de orice grosime în spații închise	5°	Durata critică de maturizare
f.	Protejarea zidăriei după executare Ziduri de 25 cm sau mai groase protejate local pentru conservarea căldurii înmagazinate	(**) 1°...10°	Durata critică de maturizare

(*) În funcție de temperatura la terminarea punerii în operă;

(**) În funcție de parametri menționați pentru beton la cap. 8, pct. 8.4.

10.2. Pentru asigurarea calității lucrărilor de zidărie executate pe timp friguros este necesar și suficient să se realizeze în

mortar, înainte de a îngheța, o rezistență minimă de 5 N/mm², denumită rezistență critică.

Se vor folosi în acest sens numai mortar de ciment sau ciment-var, M 100 sau M 50 preparate cu ciment Pa 35.

10.3. Variația rezistenței mortarelor de ciment și a celor mixte de ciment-var preparate cu cimenturile recomandate la confecționarea mortarelor în Normativul C 140-79, anexa IV-1 se dă orientativ în tabelul următor:

Temperatura de întărire °C	Rezistența relativă a mortarului în procente din R ₂₈ pentru o durată, în zile:								
	1	2	3	5	7	10	14	21	28
+ 1	1	3	5	10	16	24	35	45	55
+ 5	4	8	12	20	27	37	48	62	72
+ 10	6	13	19	30	39	51	63	78	88
+ 15	10	19	26	39	50	62	75	90	100

10.4. Pentru accelerarea prizei și întăririi mortarelor de ciment sau mixte se poate folosi adaosul de clorură de calciu, în proporție de până la 2% din greutatea cimentului cu respectarea prevederilor din Normativ C 140-79, anexa V.4. Nu se permite folosirea în același scop a sării de bucătărie.

În cazul folosirii adaosului de clorură de calciu la mortarele de marcă M 50 sau mai mare, procente de rezistență din tabelul de la pct. 10.3 se vor majora cu coeficienții din tabelul următor:

Vîrsta mortarului, în zile	2	3	5	7	28
Coeficientul de majorare a rezistenței.	2,00	1,70	1,40	1,25	1,15

10.5. La executarea zidărilor pe timp friguros se vor respecta și următoarele condiții:

— nu se vor folosi cărămizi și blocuri umede sau acoperite cu gheață;

— nu se vor folosi mortare avînd drept liant numai varul;
10.6. Pentru executarea zidărilor pe timp friguros se folosesc, de la caz la caz, următoarele metode:

— metoda adăpostirii zidărilor sub construcții de protecție;
— metoda conservării căldurii inițiale a zidărilor.

Nu se permite folosirea metodei numită „la îngheț”, care este costisitoare și cu efecte îndoielnice.

10.7. La metoda prin adăpostire se încălzește spațiul astfel creat, pentru a se asigura mortarului o temperatură pozitivă, pe toată perioada de întărire, așa încît la uscare, zidăria să atingă rezistența minimă necesară.

Blocurile mici și cărămizile se vor introduce în construcția provizorie de protecție cu cel puțin o zi înainte de punerea lor în operă, pentru a ajunge la temperatură pozitivă.

Metoda adăpostirii zidărilor sub construcții de protecție se va folosi la executarea fundațiilor, subsolurilor, căminelor etc.

Mortarele utilizate vor fi de ciment și var și vor avea marca de minimum 25, iar temperatura mortarului, cărămizilor și blocurilor la punerea lor în lucrare nu va fi mai mică de +5°C.

10.8. Metoda conservării căldurii inițiale — care constă în acumularea prealabilă în zidărie a unei cantități de căldură și apoi în izolarea imediată a zidăriei cu materiale termoizolante — va fi folosită numai în cazuri speciale și numai la ziduri mai groase de 12,5 cm. Măsurile adoptate în cadrul acestei metode trebuie gradate funcție de temperatura aerului exterior, astfel încît mortarul, înainte de a ajunge la îngheț, să aibă rezistența de cel puțin 5 N/mm², verificată pe probe martor.

11. ÎNVELITORI ȘI TINICHIGERIE

11.1. Lucrările de învelitori se pot executa pe timp friguros cu respectarea următoarelor condiții: (vezi tabel pag. 62)

11.2. La executarea învelitorilor se vor avea în vedere următoarele:

a) Suportul învelitorii cît și materialele întrebuințate trebuie să fie bine curățate de zăpadă, gheață și impurități; nu se folosește apă caldă căci aceasta poate îngheța pe suport și pe materiale, făcînd astfel curățirea ineficace;

	Soluția de învelitoare	Procesul tehnologic și condiții de desfășurare	Regim termic critic	
			Temperatura	Durata
a.	Țigle și olane	Montarea țiglelor și olanelor	- 10°	durata de execuție
		Rostuirea cu mortar	nu se execută pe timp friguros	
b.	Plăci ondulate sau cutate din azbociment sau PAS (poliesteri armați cu fibre de sticlă)	Montarea	- 10°	durata de execuție
		Aplicarea cordonului de chit	+ 5°	1 zi
c.	Tablă plană, ondulată sau cutată	Montare	- 10°	durata de execuție
		Acoperirea cu vopsea de ulei a părților pe care s-a produs exfolierea peliculei de protecție	+ 5°	2 zile
		Etanșarea falțurilor cu chit de minium de plumb și ulei	+ 5°	2 zile
		Grunduirea și vopsirea cu minium de plumb.	+ 5°	2 zile
		Grunduirea și vopsirea cu vopsele pe bază de rășini sintetice	+ 15°	1 zi
d.	Folii bitumate primul strat	Depozitarea rulourilor înainte de montare	+ 5°	1 zi
		Bitumul topit	+ 180°	—
		Derularea și lipirea	+ 5°	—
e.	Folii bitumate al al doilea strat	Se execută în afara perioadei de timp friguros	—	—
f.	Șiță, șindrila din lemn, plăci și șiță din azbociment.	Fără restricții	—	—

b) La îndoirea pentru realizarea falțurilor foilor de tablă protejate în prealabil, se va verifica cu atenție:

— dacă nu s-a produs exfolierea peliculei de protecție, în care caz părțile deteriorate se vor curăța și acoperi cu vopsea;
— dacă, sub influența temperaturii scăzute, nu s-a produs crăparea foilor îndoite, în care caz acestea se vor îndepărta și înlocui cu foi bune.

11.3. Pe timp de ploaie sau ninsoare, ceață deasă, vânt puternic, indiferent de temperatura aerului, executarea lucrărilor de învelitori și tinichigerie se va întrerupe.

12. CONSTRUCȚII METALICE DIN OȚEL

Indicații generale

12.1. Prevederile din acest capitol se referă la condițiile speciale ce se cer atât pentru executarea pe timp friguros a structurilor metalice cât și pentru îmbinarea prin sudură a barelor de oțel beton.

12.2. Lucrările de construcții metalice se execută pe timp friguros numai din oțeluri cu sensibilitate redusă la fragilitate, având un conținut de carbon maximum 0,18% pentru poduri metalice și 0,22% pentru celelalte construcții și cu asigurarea energiei de rupere de 2,8 KVdaN, conform STAS 500/2-80 și STAS 500/3-80.

La executarea lucrărilor se vor respecta următoarele condiții: (vezi tabel pag. 64)

Îmbinarea prin sudură a construcțiilor metalice și a barelor de oțel beton

12.3. La execuția sudurilor se vor avea în vedere prevederile din STAS 767-78 și din „Instrucțiuni tehnice pentru sudarea armăturilor din oțel beton” C 28-83.

În zilele friguroase (pct. 1.4) sudurile pot fi executate în aer liber până la temperaturile prevăzute în proiecte, cu respectarea următoarelor condiții generale:

a) Situațiile în care se execută suduri pe timp friguros vor fi evidențiate în proiectul de execuție și în proiectul anual de organizare a lucrărilor pe timp friguros prin elaborarea de fișe tehnologice specifice acestor situații;

Procesul tehnologic și condiții de desfășurare			Regim termic critic	
			Temp.	Durata
a.	Depozitarea	Elementele metalice în depozite descoperite, pe suporturi de lemn sau beton amplasați pe platforme din pietriș compactat, amenajate pe teren uscat.	—	—
		Materiale de îmbinare — șuruburi normale, șuruburi de înaltă rezistență, piulițe, șaibe, rondelle și nituri — ambalate pe categorii și dimensiuni, în depozite închise și uscate.	—	—
		Electrozi, fluxuri și sîrmă de sudură învelite suplimentar în folii de polietilenă pe rafturi la înălțime minimă de 50 cm de la pardoseală.	Conform STAS 1125-81 1126-80	Durata de depozitare
b.	Montarea	Curățirea de rugină și uscarea porțiunilor destinate îmbinărilor.	— 10°	Durata de execuție
		Manipularea, așezarea la poziție, sprijinirea pe calaje și bulonarea provizorie a elementelor metalice.	— 10°	
		Executarea îmbinărilor fără sudură.	— 10°	
c.	Vopsirea	Chituirea pe suprafețe uscate.	+ 5°	2 zile
		Grunduirea elementelor izolate se face pe suprafețe uscate în încăperi încălzite.	+ 10°	1 zi
		Vopsirea elementelor izolate se face pe suprafețe perfect uscate la temperaturile indicate în cataloagele și prospectele întreprinderilor producătoare sau pe etichetele bidoanelor de vopsea; în lipsa acestora.	+ 15°	1 zi

b) Înainte de a se începe sudarea pe șantier a construcției metalice se vor executa câteva suduri de probă, la piese izolate, eventual la piese ce nu fac parte din structura metalică ce se montează;

c) Se vor folosi electrozi cu înveliș bazic, rezistent la fisurare. Se va urmări ca materialele de adaos să corespundă materialului de bază și să asigure cordonului de sudură proprietăți cel puțin egale cu ale materialului de bază;

d) Sudurile se vor executa fără întreruperi. Din acest motiv se vor utiliza la cordonurile lungi mai mulți sudori, care vor ataca piesele din mai multe puncte, într-o ordine ce trebuie indicată în proiect sau stabilită de responsabilul cu lucrările de sudură pe șantier, pentru a nu se introduce în piese tensiuni interne ce pot deveni periculoase sau nefavorabile structurii metalice;

f) Sudarea se va începe și se va termina obligatoriu pe piese terminale. În cazul cînd nu este posibilă așezarea pieselor terminale trebuie să se asigure completarea craterelor de la capetele cordonurilor de sudură;

g) Prelucrarea mecanică a sudurilor, după răcirea lor, mai ales în cazurile oțelurilor ce pot deveni casante, trebuie făcută cu multă grijă, evitîndu-se șocurile puternice (exemplu: cioplire cu dalta); oricînd este posibil, finisarea sudurilor se va face imediat după terminarea unei porțiuni sudate, cînd materialul este încă cald; dacă nu există condiții favorabile pentru această operație (pericol de răcire bruscă) este preferabil să se aștepte pînă la răcirea sudurii; în orice caz punctele cu zgură greu de îndepărtat (mai ales cele cu rădăcini adînci), trebuie să nu fie îndepărtate prin șocuri dinamice locale, ci să se taie complet porțiunea respectivă și să se așeze din nou cu mai multă atenție;

h) Utilajele de sudură vor fi protejate contra intemperiilor prin adăpostirea lor în barăci corespunzătoare;

i) Cablurile mobile ce servesc la alimentarea cu curent electric a locurilor de sudură vor fi pozate pe suporturi (capre) de lemn; nu se admite îngroparea cablurilor în zăpadă sau așezarea lor direct pe pămîntul înghețat.

12.4. La sudarea pieselor construcțiilor metalice în zilele friguroase se vor respecta următoarele faze și condiții de execuție:

Procesul tehnologic și condiții de execuție		Regim termic critic	
		Temperatura °C	Durata zile
a.	Protejarea contra umezelii și a vântului rece, a zonelor ce urmează a fi sudate folosind prelate, corturi, bari transportabile.	—	1
b.	Uscarea electrozilor în cuptoare speciale; electrozii uscați se vor aproviziona la punctul de sudare în cantități care să nu depășească necesarul pentru două ore de lucru.	Conform normelor furnizorilor	
c.	Preîncălzirea zonelor pe care se aplică cordonale de sudură, a tuturor pieselor ce vin în contact, pentru a avea toate aceeași temperatură: — la piese cu grosimi pînă la 25 mm — la piese cu grosimi peste 25 mm	100°—150° 150°—500°	Înainte de începerea sudurii
d.	Depunerea succesivă a straturilor de sudură, înainte de răcirea zonei de îmbinare. La depunerea unui strat nou, temperatura celui precedent nu trebuie să fie mai mică de	200°C	Durata executării sudurii
e.	Protejarea sudurilor cu materiale termoizolante în vederea răcirii lente.	—	—
f.	Îndepărtarea zgurii, după răcire.	—	—

12.5. La sudarea electrică a oțelului beton pentru elementele de beton armat sau precomprimat se vor respecta în zilele friguroase următoarele condiții:

Procesul tehnologic și condițiile de execuție			Regim termic critic	
			Temp. °C	Durata zile
a.	Sudarea electrică cap la cap prin topire intermediară.	Numai în încăperi închise, cu temperatura mediului peste 0°C.	0°	Durata executării sudurii
b.	Sudarea manuală cu arc electric prin metodele de încălzire prin „suprapunere”, cu „eclise”, în „cochilie”, în baie de zgură, cu sau fără „cusături longitudinale” și în manșon de cupru recuperabil	În aer liber la temperaturi ale mediului peste -5°C pentru OB 37 și peste 0°C pentru PC 52; PC 60 și PC 90 În spații protejate la temperaturi ale mediului sub -5°C pentru OB 37 și sub 0°C pentru PC 52; PC 60 și PC 90	Preîncălzire normală Preîncălzire la limita superioară 300°C	Durata executării sudurii Durata executării sudurii
c.	Protejarea sudurii cu materiale termoizolante uscate etanșate contra umezelii, pentru asigurarea unei răcirii lente.	La temperaturi ale mediului mai mici de +5°C.	—	Durata răcirii

Asigurarea calității lucrărilor executate pe timp friguros

12.6. La lucrările întrerupte pe timp friguros se va verifica, înainte de reluarea execuției îmbinărilor, contrasăgeata efectivă și corespondența acesteia cu proiectul.

Pentru prevenirea oricăror defecțiuni, proiectantul va prescrie prin „condiții tehnice speciale”, unele exigențe suplimentare privind verificarea sudurilor executate pe timp friguros, efectuarea acestor verificări și evidența lor constituind o obligație a executantului.

12.7. Pentru asigurarea unei bune calități a sudurilor executate pe timp friguros este necesar să se utilizeze sudori cu capacitate ridicată de adaptare la condițiile climatice defavorabile și cu

calificare corespunzătoare tehnicității speciale cerută în asemenea condiții de lucru.

Durata de lucru a sudorilor se va micșora, în funcție de temperatură, reducându-se chiar până la o oră, alternând cu pauze de circa 10 minute, pentru odihnă și încălzire.

În acest scop se vor pune la dispoziție cel puțin cocsieră instalate în adăposturi provizorii (gherete), așezate în apropierea locului de muncă și având dimensiunile de minimum $2 \times 2 \times 2,5$ m. Aceste adăposturi vor fi acoperite și vor avea în peretele opus vântului un gol de cel puțin 1,5 m pentru intrarea muncitorilor și evacuarea fumului și gazelor emanate de cocsieră. În acest caz gheretele de adăpostire trebuie să poată fi întoarse cu intrarea în orice direcție, după nevoie. Cocsierile vor fi introduse în gheretă numai după încălzirea suficientă a brichetelor și vor fi supravegheate în permanență de un responsabil, pentru a se evita pericolul de incendiu și cel al intoxicației cu gaze.

13. LUCRĂRI DE FINISAJ

Indicații generale

13.1. Lucrările exterioare de finisaj, bazate pe procese umede de execuție, cum sînt: tencuielile, zugrăvelile, vopsitoriile, placajele etc., nu se execută de regulă pe timp friguros, fiind periclitare de îngheț. Dacă se impune totuși executarea acestora în zilele friguroase se vor lua măsuri corespunzătoare de închidere și încălzire a spațiului de lucru, pentru a se crea condiții de execuție ca și pentru lucrările interioare (pct. 13.2).

13.2. Lucrările interioare de finisaj, bazate pe procese umede, pot fi executate și pe timp friguros dacă procesul tehnologic se desfășoară în încăperi închise în care s-au creat următoarele condiții: (vezi tabel pag. 69)

13.3. Pentru executarea tencuielilor interioare se vor avea în vedere prevederile din capitolul 10 al prezentului normativ.

Nu se admite introducerea în mortare a rumegușului sau resturilor de cîlți, căci acestea acumulează umezeală, întîrziind uscarea tencuielii.

Procesul tehnologic și condiții de execuție		Regim termic critic	
		Temperatura	Durata
a.	Depozitarea materialelor în spațiile de lucru sau în spații vecine	+5°	1 zi
b.	Mixturile ce urmează a fi așternute sau aplicate	+5°	Durata de execuție
c.	Executarea tencuielilor și a celorlalte lucrări de finisaj	+8°...+10°	Durata de execuție
d.	Maturizarea straturilor realizate prin așternerea sau aplicarea mixturilor, cu excepția tencuielilor	+8°...+10°	1 zi
e.	Maturizarea mortarilor folosite la tencuieli	Cap. 10	

13.4. La executarea șapelor suport a pardoselilor se va ține seama de prevederile din capitolul 10 al prezentului normativ.

Se vor folosi mortare cu raport A/C mic. Ridicarea mortarului în bene, la etajele unde urmează a se aplica, se va face în cantitățile care pot fi preluate imediat pentru zona de lucru respectivă.

Pentru pardoselile din mozaic, trecerea la operațiile de șlefuire se va face numai după verificarea comportării acestora prin încercări pe suprafețele reduse.

14. MONTAREA GEAMURILOR

14.1. Depozitarea, prelucrarea și montarea geamurilor se va face pe timp friguros în următoarele condiții: (vezi tabel pag. 70)

14.2. La montarea geamurilor se vor mai respecta următoarele:

a) cercevelele trebuie să fie curățate de zăpadă înainte de introducerea în încăperea în care se vor monta geamurile;

b) montarea geamurilor este permisă numai după uscarea completă a falțurilor cercevelor și la cel puțin 2 zile de la grunzirea lor;

c) este interzis să se manipuleze foi izolate de geam ce au stat la ger, deoarece sînt friabile.

Procesul tehnologic și condiții de desfășurare		Regim termic critic	
		Temperatura	Durata
Depozitarea materialelor	Geamurile în lăzi Chiturile în cutii și încăperi închise	+ 5°	Permanent
Prelucrarea geamurilor	Scoaterea din lăzi și tăierea	+ 15°	—
Montarea geamurilor	Păstrarea cercevelor în încăperi închise cu umiditate sub 60%	+ 5°	2...3 zile
	Manipularea și montarea geamurilor peste 2 m ² suprafață, a celor curbe sau cu ondule	+ 5°	—
	Chituirea	+ 5°	—
	Păstrarea cercevelor cu geamuri, după chituire	+ 5°	2 zile

14.3. Aplicarea directă a geamurilor pe cercevele în aer liber este permisă numai în mod excepțional la luminatoare și la ferestrele fixe ale căror cercevele sau rame nu pot fi demontate.

În aceste cazuri geamurile se vor monta direct pe cercevele sau ramele fixe în zilele în care umiditatea aerului exterior este sub 60%, iar temperatura aerului exterior măsurată în condițiile de la pct. 1.3, este mai mare sau cel puțin egală cu +5°C (temperatură critică).

Chitul folosit va conține cu 10...15% ulei în plus iar temperatura lui va fi de +20°C.

Prinderea geamurilor de cercevele sau rame se va face cu un număr sporit de țințe sau cleme. Lucrările astfel executate vor fi revizuite după trecerea perioadei convenționale de timp friguros, și eventual se va vopsi chitul cu vopsea de ulei.

Dacă cercevele sînt înghețate sau umede geamurile se vor monta provizoriu cu țințe sau cleme fără a se mai aplica chitul, urmînd ca definitivarea montării să se facă după trecerea perioadei de timp friguros.

15. IZOLAȚII

Izolații termice

15.1. Izolațiile termice ale elementelor de construcții, conductelor, aparatelor și instalațiilor tehnologice, se vor executa pe timp friguros cu respectarea următoarelor condiții:

Procesul tehnologic și condiții de desfășurare		Regim termic critic	
		Temperatura	Durata
a.	Betoane termoizolatoare	Cap. 8	
b.	Șape suport și de protecție pentru materiale termoizolatoare în vrac, BCA etc.	Cap. 10	
c.	Termoizolații aplicate prin lipire cu bitum la cald sau cu suspensii sau emulsii bituminoase	Cap. 15 pct. 15.3	
d.	Termoizolații aplicate prin mijloace mecanice	- 10°	Durata de execuție
e.	Straturi adiacente: bariere contra vaporilor; straturi de difuzie, hidroizolația.	Cap. 15 pct. 15.3.	
f.	Bariere contra vaporilor sub formă de pelicule din emailuri pe suprafața interioară a elementelor de construcție.	Cap. 13 Cap. 16	

15.2. Lucrările de termoizolare executate în aer liber vor fi oprite pe timpul căderii precipitațiilor (ploaie, lapoviță, zăpadă).

Izolații hidrofuge

15.3. Izolațiile hidrofuge se vor executa în perioada de timp friguros ținîndu-se seama de prevederile din „Normativ pentru executarea hidroizolațiilor bituminoase la lucrările de construcții C 112-80, precum și de următoarele condiții:

Procesul tehnologic și condiții de desfășurare		Regim termic critic	
		Temperatura	Durata
a.	Hidroizolații bituminoase prin procedee la cald.	+5°	Durata de execuție
b.	Hidroizolații prin procedee la rece (SUBIF sau emulsii bituminoase) numai în spații închise	+8°	Durata de execuție
c.	Hidroizolații cu folii și adevizi din mase plastice.	Prospectele firmelor producătoare	
d.	Hidroizolații din mortar de ciment, cu sau fără adaosuri hidrofuge, numai în spații închise	+5°	Durata de execuție și de maturizare critică (cap. 10)

15.4. La executarea hidroizolațiilor se vor avea în vedere și următoarele:

a. Suprafețele elementelor de construcții pe care se aplică hidroizolațiile de orice fel să fie bine curățate de zăpadă, gheață, polei și impurități și să fie uscate.

b. Hidroizolațiile exterioare care nu s-au putut executa în soluție definitivă, până la începerea timpului friguros, se vor realiza prin soluții provizorii, pentru protejarea elementelor de construcții în perioada friguroasă, urmînd ca la revenirea timpului cald să se aplice soluția definitivă.

La fel se va proceda și cu aplicarea straturilor de protecție a hidroizolațiilor, surprinse de apariția timpului friguros.

c. Nici o lucrare de hidroizolație nu se va executa pe timp de ploaie, ninsoare sau vînt puternic (avînd viteza mai mare de 6 m/s).

Izolații fonice

15.5. Izolațiile fonice se execută în spații închise, astfel ca ele necesită aceleași condiții de lucru ca și celelalte lucrări interioare de finisaj (tencuieli, zugrăveli etc.), pentru care, în capitolul 13 din prezentul normativ, se dau condițiile necesare de execuție.

16. PROTECȚIA ANTICOROSIVĂ ÎN CONSTRUCȚII

16.1. Lucrările de protecție anticorosivă se pot executa pe timp friguros numai în hale închise în care se asigură cu strictețe condițiile limită de temperatură și umiditate indicate de furnizorul materialelor prin norme interne de fabricație, prospecte, instrucțiuni de utilizare etc. În lipsa acestora se vor respecta următoarele condiții generale:

Procesul tehnologic și condiții de realizare		Regim termic critic	
		Temperatura	Durata
a.	Depozitarea materialelor de protecție anticorosivă	+10°...+15°	Permanent
b.	Pregătirea suportului-pereți sau pardoseli — pentru a nu depăși umiditatea de 4%, iar a mediului ambiant de 65%	+15°	Durata de pregătire
c.	Executarea lucrărilor de protecție	+15°	Durata de execuție
d.	Polimerizarea și stabilizarea chiturilor și maselor de șpacu aplicate	+15°	7...14 zile (eventual pînă la darea în folosință)

16.2. În spațiul de lucru se vor asigura mijloacele necesare pentru o ventilație corespunzătoare, cu un schimb al aerului de 10...12 ori/oră, pentru eliminarea vaporilor de substanțe volatile din chituri, mase de șpacu și vopsele.

16.3. Spațiul de lucru va fi iluminat corespunzător, cu corpuri de iluminare protejate etanș, pentru a nu se produce explozii.

16.4. În cazul lucrărilor de protecție ce trebuie executate în aer liber, se vor lua măsuri de închidere a obiectelor sau elementelor ce se protejează, folosind schelete de metal sau lemn și folii sau prelate, pentru obținerea de spații ferite de intemperii și care pot fi încălzite, ventilate și iluminate în condițiile indicate mai sus.

16.5. Toate soluțiile tehnice cele mai eficiente și economice pentru asigurarea condițiilor strict necesare executării lucrărilor de protecție anticorozivă pe timp friguros vor fi stabilite de proiectant, care va întocmi un proiect separat de execuție cu detaliile necesare și instrucțiuni tehnice speciale pentru utilizarea justă a materialelor și tehnologiilor de aplicare.

17. LUCRĂRI DE ZIDĂRIE REFRACTARĂ

17.1. Lucrările de zidărie refractară se vor executa pe timp friguros cu respectarea următoarelor condiții: (vezi tabel pag. 75).

17.2. Cărămizile care, din diverse motive, s-au umezit vor fi uscate înainte de utilizare; cărămizile care după o umezire accidentală au fost expuse frigului, astfel că au înghețat, nu se vor utiliza decât în locuri de importanță cu totul secundară și numai cu avizul favorabil al proiectantului, care trebuie să le precizeze o asemenea destinație, fie prin proiectul de execuție a lucrărilor pe timp friguros, fie la sesizarea expresă a constructorului sau beneficiarului.

17.3. Cărămizile care nu au suferit acțiunea umidității ci numai a frigului, astfel că au o temperatură foarte scăzută, nu se vor folosi la zidării deoarece provoacă răcirea bruscă a mortarelor, periclitând calitatea acestora și a întregii zidării.

17.4. Nu se admite utilizarea aditivilor antigel în mortarele zidărilor refractare.

17.5. Pentru realizarea condițiilor termice la locul de punere în operă a materialelor, lucrările se vor executa în spații închise și încălzite în condițiile de la cap. 4.

În acest scop se va asigura din timp închiderea halei respective și încălzirea ei cu sobe, calorifere sau generatoare de aer cald. Dacă acest lucru nu se poate realiza se vor face închideri provizorii cu caracter local: barăci, corturi, folii de polietilenă, prelate etc., la care însă trebuie în orice caz să se asigure încălzirea spațiului astfel delimitat.

Aceste închideri provizorii nu se vor demonta decât după uscarea perfectă a zidăriei pe care au protejat-o astfel ca expunerea ei la o scădere bruscă de temperatură prin contactul cu aerul mult mai rece din restul halei să nu-i mai poată periclita calitatea.

Procesul tehnologic și condiții de realizare			Regim termic critic *	
			Temperatura	Durata
a.	Depozitarea materialelor (cărămizi, făină de magnezită, cimenturi, șamote, etc.) în spații închise, ferite de umezeală		0°	Permanent
b.	Preîncălzirea materialelor de la pct. a prin depozitarea lor temporară în spații închise, ferite de umezeală		+5°	1 zi
c.	Fasonarea prin tăiere, cioplire etc. a cărămizilor refractare, în spații închise		+5°	Durata de execuție
d.	Executarea zidărilor cu mortare umede în spații închise	— încălzirea apei	+60°...+80°	La amestecare
		— prepararea mortarelor	+100°	Înainte de punerea în operă
		— executarea zidăriei	+5°	Durata de execuție
e.	Executarea zidărilor cu mortare uscate în spații închise	— preîncălzirea făinurilor de mortar cu cafe se umplu rosturile	+60°...+70°	La punerea în operă
		— executarea zidăriei	-5°	Durata de execuție
f.	Lucrări de șamotare în spații închise	— preîncălzirea straturilor suport	+8°	Înainte de șamotare
		— executarea lucrărilor de șamotare	+8°	Durata de execuție
g.	Lucrări de zidărie antiacidă, în spații închise		+15°	Durata de execuție
h.	Uscarea zidărilor și lucrărilor de șamotare		+5°	Durata de uscare

17.6. Închiderile la locul de lucru, se vor limita la realizarea unui volum minim de spațiu închis, asigurându-se totuși în interior lățimile minime necesare circulației în zona locului de lucru.

Aceste închideri se pot realiza în mai multe feluri, ca de exemplu: folii de polietilenă simplă sau armată fixată pe un schelet din țevă pentru schelele metalice de inventar; panouri de inventar din PFL sau azbociment; panouri sandviș cu vată minerală și polietilenă pe rame de lemn; plăci de azbociment ondulat pe rame de oțel-beton etc.

17.7. În cazurile când, în jurul zidăriei refractare, zidăria obișnuită (de roșu) și cea termoizolatoare s-au putut executa în prealabil, încăperile astfel formate pot înlocui închiderile provizorii, cu condiția încălzirii lor corespunzătoare.

17.8. Nu se vor utiliza mijloace de încălzire care consumă motorină, petrol sau gaze de sondă, preferându-se pe cele ce necesită combustibili solizi.

17.9. Încălzirea locurilor de lucru trebuie asigurată pe toată perioada desfășurării lucrărilor, fără nici o întrerupere, atât ziua cât și noaptea, inclusiv în zilele de repaus legal, spre a nu se expune zidăria refractară la înghețare înainte de uscarea ei completă.

Atunci când cauze de forță majoră determină întreruperea accidentală a încălzirii, precum și în timpul pauzelor de lucru de pe șantier, zidăria executată va fi protejată prin acoperirea cu rogojini, saci de iută etc.

17.10. Atât zidăria refractară cât și cea obișnuită, care au fost surprinse și degradate de îngheț, se vor reface. La refacere se vor respecta cu mai multă atenție măsurile de precauție și protecție specifice timpului friguros, date în prezentul capitol.

Nu se admite folosirea mortarelor rezultate din desfacerea unor asemenea zidării.

18. INSTALAȚII INTERIOARE

18.1. La organizarea execuției pe timp friguros a lucrărilor de instalații aferente construcțiilor se va ține seama de caracteristicile tehnice ale materialelor ce se prelucrează și se montează

și de natura operațiilor necesare, în condițiile factorilor climatici din zilele de timp friguros, definite prin prezentul normativ.

18.2. Transportul, manipularea și depozitarea materialelor de instalații se vor efectua în conformitate cu prevederile condițiilor tehnice din standardele sau normele interne ale produselor respective.

Instalații sanitare, de încălzire și ventilare

18.3. Pentru realizarea unei calități corespunzătoare a lucrărilor de instalații interioare: sanitare, de încălzire și de ventilare, se vor respecta la executarea lor următoarele condiții: (vezi tabel pag. 78)

18.4. În proiectele de organizare a șantierelor, pentru activitatea pe timp friguros, în fișele tehnologice precum și în alte documente ale proiectului privind execuția lucrărilor de instalații, se vor preciza condițiile de efectuare a lucrărilor la diferite temperaturi ale mediului ambiant.

18.5. Execuția operațiilor tehnologice ale unor lucrări de construcții aferente lucrărilor de instalații ca de exemplu: lucrări de pământ, lucrări de beton, zidărie, lucrări de vopsitorie și izolații, construcții metalice din oțel etc. se va organiza și efectua în conformitate cu prevederile capitolelor respective din prezentul normativ.

18.6. În cazul unor temperaturi exterioare sub $+5^{\circ}\text{C}$, pentru a feri instalațiile de îngheț în încăperile neîncălzite, se va proceda la golirea de apă a tuturor elementelor instalației.

Instalații electrice și de automatizare

18.7. Instalațiile electrice și de automatizare se pot executa pe timp friguros cu respectarea următoarelor condiții: (vezi tabel pag. 79)

Felul materialului	Procesul tehnologic și condiții de realizare	Regim termic critic	
		Temp.	Durata
—	a. Lucrările de fixare a elementelor de instalații în structurile de construcții de beton zidărie, etc. prin procedee umede	+5°	Durata de execuție și maturizare critică
Inele de cauciuc, adezivi și solvenți	b. Depozitarea în magazine închise bine aerisite	+5°	Permanent
Țevi din PVC	c. Depozitarea în magazine închise	-5°	Permanent
	d. Preîncălzirea prin depozitare temporară în spații închise, dacă urmează a fi prelucrate la rece	+5°	24 ore
	e. Prelucrarea mecanică, la rece	+5°	Durata de prelucrare
	f. Prelucrarea prin deformare la cald, sudură, lipire	0...+5°	Durata de execuție
	g. Montarea pe șantier	0...-5°	Durata de montare
Oțel și fontă	h. Lucrări de sudură autogenă și electrică		Cap. 12
	i. Montarea conductelor și accesoriilor	0°	Durata de montare
Obiecte sanitare	j. Montarea	0°	Durata de montare
	k. Efectuarea probelor de presiune sau de funcționare (cu apă sau cu aer), la rece sau la cald.	+5°	Durata probei

Procesul tehnologic și condiții de realizare			Regim termic critic	
			Temp.	Durata
1			2	3
a.	Depozitare și manipulare	- Tuburi izolate IPY și IPEY din PVC	-5°	Durata de depozitare și manipulare
		- Conducte din Cu și Al cu izolații din PVC	-5°	
		- Conducte de conexiuni pentru telecomunicații și automatizări cu izolație din PVC	-5°	
		- Conducte de conexiuni pentru telecomunicații și automatizări cu izolație textilă	-15°	
b.	Preîncălzirea tuburilor izolate IPY și IPEY din PVC prin depozitare în spații închise		+5°	24 ore
c.	Manevrarea și pozarea cablurilor electrice fără încălzire prealabilă	- Cabluri cu izolație de hîrtie 15...35kV	+5°	24 ore înainte de manevră și pozare
		- cabluri cu izolație și manta din PVC pînă la 1 kV	+4°	
		- cabluri cu izolație de hîrtie și manta de plumb, aluminiu sau PVC pînă la 10 kV	0°	
		- cabluri armate cu izolație din cauciuc	-7°	
		- cabluri nearmate cu izolație de cauciuc	-20°	
d.	Preîncălzirea cablurilor în vederea manevrării și pozării lor la temperaturi inferioare celor de la pct. c	- în spații închise și încălzite	+ 5°...10° + 10°...20° + 20°...40°	3 zile 40 ore 20 ore
		- cu curenți alternativ trifazici	conf. pct. 18.8	

	1	2	3
e.	Preîncălzirea rășinii ce se amestecă cu întăritorul în vederea obținerii masei de turnare la executarea manșoanelor de legătură și a cutiilor terminale	+40°...+50°	La amestecare
f.	Probarea și punerea în funcțiune a aparatelor, armăturilor și a instalațiilor electrice și de automatizare se fac în conformitate cu prevederile standardelor, normelor interne de fabricație și prescripțiilor de execuție la temperaturi ale mediului.	+5°	Durata probei

18.8. În cazul încălzirii cablurilor pe cale electrică cu curent alternativ trifazic, durata de încălzire, curentul și tensiunea admisă sînt date pentru exemplificare la cabluri cu izolație din hîrtie impregnată, de la 10 kV, în tabelul de mai jos.

Nr. și secțiunea vinelor conductorului cablului 10 kV cu izolație de hîrtie impregnată	Curent maxim admis pentru încălzirea aerului	Timp aproximativ necesar pentru încălzirea față de temperatura medie a aerului înconjurător (min.)			Tensiunea (în V) necesară la bornele transformatorului la o lungime a cablului (în m) de:				
		0°	-10°	-20°	100	200	300	400	500
	A								
3 × 10	76	59	66	87	23	46	69	92	100
3 × 16	102	66	73	94	19	39	58	77	97
3 × 25	130	71	88	106	16	32	48	64	80
3 × 35	160	74	93	112	14	28	42	56	70
3 × 50	190	90	113	134	11,6	23	34,5	46	58
3 × 70	230	97	122	149	10	22	30	40	50
3 × 95	285	99	124	151	9	18	27	36	45
3 × 120	330	110	138	170	8,5	17	25	34	42
3 × 150	375	124	150	185	7,5	15	23	31	38
3 × 185	425	134	167	208	6	12	17	23	29
3 × 240	490	152	190	234	5,3	10,6	15,9	21,2	26,5

PARTEA III-a

Anexe

ANEXA A

NIVELURI DE ASIGURARE RECOMANDATE PENTRU EXECUTAREA PE TIMP FRIGUROS A LUCRĂRILOR DE CONSTRUCȚII ȘI INSTALAȚIILOR AFERENTE

Cap.	Felul lucrărilor	Procesul tehnologic și condiții climatice	Nivel de asigurare recomandat $\bar{\theta}_{ac} (^{\circ})$	
1	2	3	4	
6	Lucrări de pământ	Săparea și transportul pământului în depozit	- 15°	
		Săparea, transportul, împrăștierea și compactarea pământului în umpluturi	0°	
7	Fundații și construcții sub nivelul terenului	Fundații de suprafață	a) Săparea, gropilor pentru fundații	Cap. 6
			b) Prepararea, transportul, punerea în operă a betonului și protejarea elementului în perioada critică de maturizare	Cap. 8
			c) Executarea umpluturilor	Cap. 6
		Fundații de adâncime	a) Săparea, forarea	Cap. 6
b) Prepararea, transportul și punerea în operă a betonului și protejarea elementului în perioada critică de maturizare	Cap. 8			

1	2	3		4
7	Fundații și construcții sub nivelul terenului	Conducte și cabluri subterane	a) Săparea șanțurilor	Cap. 6
			b) Pozarea conductelor metalice	Cap. 12
			c) Probe de presiune cu apă la conducte	5°
			d) Pozarea cablurilor electrice	Cap. 18
		Canale și lucrări aferente	a) Săparea șanțurilor	Cap. 6
			b) Executarea canalelor din beton	Cap. 8
			c) Executarea canalelor din zidărie	Cap. 10
			d) Tencueli, etanșări	Cap. 13
			e) Izolări	Cap. 15
	8	Prepararea, transportul și punerea în operă a betonului	Zile friguroase (pct. 1.4) în care temperatura aerului (pct. 1.3) variază: — peste 0°C — între -5° și -10° (numai dacă betonul încălzește după punerea în operă)	0° -5° -10°
		Maturizarea betonului până la realizarea critic de maturizare	Metoda conservării căldurii fără aditivi antigel (**) — peste 5°C — între 5° și 0° — între 0° și -5°C	0° -5° -10°

1	2	3		4	
			Metoda încălzirii după punerea în operă Temperatura aerului (pct. 1.3) în ziua punerii în operă variază: — peste +5°C — între +5° și 0°C — între 0° și -5°C — între -5° și -10°C	+5° 0° -5° -10°	
9	Montarea prefabricatelor	Metalice	Manipulare, montare	- 15°	
		Din beton armat sau precomprimat	a) Manipulare, montare	- 15°	
			b) Sudarea armăturilor	Cap. 12	
			c) Turnarea betonului de monolitizare	Cap. 8	
10	Lucrări de zidărie	a) Depozitarea materialelor de zidărie		0°	
		b) Prepararea mortarului		+5°	
		c) Transportul și punerea în operă a mortarului		+5°	
		d) Executarea zidăriei		+5°	
		e) Protejarea f) zidăriei după executare	— în spații închise		0°
			— pentru conservarea căldurii înmagazinate		-5°

1	2	3	4
11	Învelitori și tinichigerie	a) Tigle și olane; montare	- 10°
		b) Plăci din azbociment și PAS	- 10°
		- montarea	- 10°
		- aplicarea cordonului de chit	+ 5°
		c) Tablă plană, ondulată sau cutată	- 10°
		- etanșare, grunduire, vopsire pe bază de ulei	+ 5°
12	Construcții metalice din oțel	- grunduire, vopsire pe bază de rășini sintetice	+ 15°
		d) Folii bituminate, primul strat	+ 5°
		e) Șită, șindrilă din lemn, plăci și șită din azbociment	- 10°
		a) Sudarea: - în aer liber OB 37	- 5°
		PC 52; PC 60; PC 90	0°
		- în spații închise și încălzite	- 10°
13	Lucrări de finisaj	b) Montarea	- 10°
		c) Vopsirea elementelor izolate în spații închise și încălzite.	- 10°
14	Montarea	În spații închise	- 5°
15	Izolații termice	geamurilor în spații închise	- 5°
		a) Betoane termoizolatoare	Cap. 8
		b) Șape de protecție (procese umede)	Cap. 10
		c) Termoizolații aplicate prin lipire cu bitum cald	Cap. 15 hidroiz.
		d) Termoizolații aplicate prin mijloace mecanice	- 10°
		e) Straturi adiacente; bariere contra vaporilor; straturi de difuzie; hidroizolații	Cap. 15 hidroiz.
		f) Bariere contra vaporilor sub formă de pelicule din emailuri, pe suprafața inferioară a elementelor de construcții	Cap. 13 Cap. 16

1	2	3	4
15	Hidroizo - lații	a) Hidroizolații prin procedee la cald	+ 5°
		b) Hidroizolații prin procedee la rece (SUBIF sau emulsii bituminoase) numai în spații închise	- 5°
		c) Hidroizolații cu folii și adezivi din mase plastice	Prospectele firmelor producătoare
		d) Hidroizolații din mortar de ciment, cu sau fără adaosuri hidrofuge, numai în spații închise.	- 5°
16	Protecția anticorrosivă în construcții	a) Depozitarea materialelor de protecție anticorrosive	(***)
		b; c) Pregătirea suportului, executarea lucrărilor de protecție	0°
		d) Polimerizarea și stabilizarea chiturilor și maselor de șpacu aplicate	- 10°
17	Lucrări de de zidărie refractară	a) Depozitarea materialelor specifice	(***)
		b...e) Preîncălzirea, fasonarea, executarea zidărilor	- 5°
		f; g) Lucrări de șamotare și zidărie antiacidă	0°
		h) Uscarea zidărilor și lucrărilor de șamotare	- 10°
		a) Lucrări de fixare	- 5°
18	Instalații interioare sanitare de încălzire și ventilare	b) Depozitarea materialelor din PVC	(***)
		c...f) Preîncălzire, prelucrare mecanică la rece, la cald, montare pe șantier a materialelor din PVC	- 5°
		g) Lucrări de sudură	Cap. 12
		h...i) Montarea conductelor metalice, a accesoriilor și a obiectelor sanitare	- 5°
		j) Efectuarea probelor de presiune	0°

1	2	3	4
18	Instalații interioare electrice	a) Depozitarea și manipularea tuburilor și conductorilor	(***)
		b) Preîncălzirea tuburilor izolante din PVC	-5°
		c) Manevrarea și pozarea cablurilor electrice fără preîncălzire prealabilă	Temperatura critică, pct. 18.7
		d) Preîncălzirea cablurilor	-5°
		e) Preîncălzirea rășinii la executarea manșoanelor și cutiilor terminale	-5°

(*) Nivelul de asigurare $\bar{\theta}_{ae}$ (pct. 1.12 din Normativ) este temperatura aerului exterior, definită conform pct. 1.3, pentru care se iau măsurile menite să asigure realizarea temperaturii critice a materialului sau elementului de construcție (pct. 1.7).

$\theta_{ae} > \theta_k$	Lucrările se execută fără măsuri speciale	θ_k - temperatura critică
$\theta_{ae} \geq \bar{\theta}_{ae}$ ($\bar{\theta}'_{ae}$)	Lucrările se execută numai cu măsuri speciale	$\bar{\theta}_{ae}$ ($\bar{\theta}'_{ae}$) - nivel de asigurare
$\theta_{ae} < \bar{\theta}_{ae}$ ($\bar{\theta}'_{ae}$)	Lucrările nu se execută	

(**) În cazul folosirii de aditivi antigel se vor adăuga la temperaturile din col. 4, valoarea +5°C.

(***) Conform pct. 1.14 a din Normativ.

POLOSIREA GRADULUI DE MATURIZARE LA CONTROLUL CALITĂȚII BETONULUI PUS ÎN OPERA PE TIMP FRIGUROS

1. Condiții de calitate

1.1. Calitatea betonului pus în operă pe timp friguros este asigurată dacă acesta atinge înainte de a îngheța un grad de maturizare (fig. B₁) evaluat pentru suprafețele elementului de construcție cele mai expuse răcirii (M_{θ}), al cărui echivalent cu gradul de maturizare evaluat la temperatura normală de +20°C este superior gradului critic de maturizare M_k (Normativ, pct. 8.2). Această condiție se exprimă prin relațiile:

$$\sum_{i=1}^n M'_{\theta i} K_{\theta i} = \sum_{i=1}^n (\theta'_i + 10) t_i K_{\theta i} \geq M_k \quad (1.1)$$

$$t_k = \sum_{i=1}^n t_i \quad (1.2)$$

în care

- $M'_{\theta i}$ este gradul de maturizare efectiv al betonului, în h°C, evaluat pentru zona elementului de construcție cea mai expusă răcirii, în intervalul de timp t_i ;
- t_i - durata în h a intervalului de timp t_i , în care temperatura variază liniar;
- M_k - gradul critic de maturizare al betonului, evaluat la temperatura normală +20°C, necesar a fi obținut în beton înainte de înghețarea lui, pentru ca rezistențele finale să nu fie afectate defavorabil;
- $K_{\theta i}$ - coeficientul de echivalare a gradului de maturizare al betonului evaluat la o temperatură oarecare θ_i , (θ'_i) cu gradul de maturizare evaluat la temperatura normală de +20°C;
- t_k - durata critică de maturizare pentru care se obține în beton un grad de maturizare efectiv, echivalent din punct de vedere al nivelului de întărire, cu cel evaluat la temperatura normală de +20°C, în h;
- θ'_i - valorile medii, pentru intervalele de timp t_i , ale temperaturii betonului măsurată în zona elementului de construcție cea mai expusă răcirii;
- n - numărul de intervale t_i în care se măsoară temperatura.

Valorile gradului critic de maturizare M_k în funcție de raportul A/C sint date, pentru două tipuri de ciment folosite curent în RSR, în anexa B_{1.1}.

Pentru alte tipuri de cimenturi valorile gradului critic de maturizare M_k se determină experimental, prin studii de laborator.

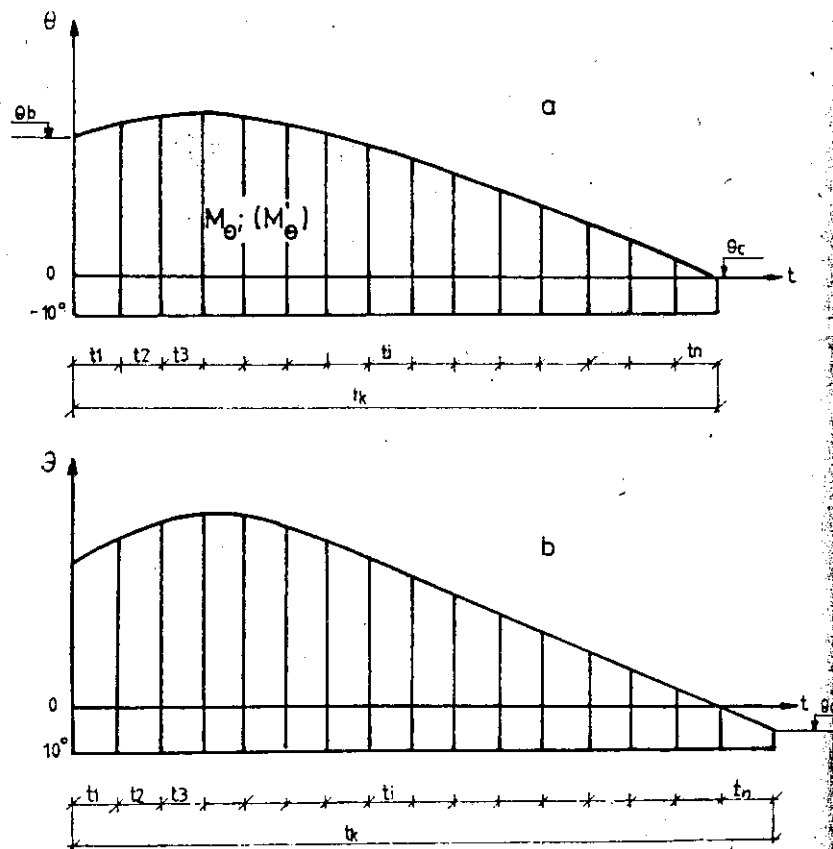


Fig. B 1. Gradul de maturizare efectiv M_θ ; (M'_θ)
a. La betoane cu temperatura de îngheț 0°C
b. La betoane cu temperatura de îngheț scăzută prin folosirea de aditivi specifici

1.2. Valorile coeficientului K_{θ_i} de echivalare a gradului de maturizare la temperatura θ_i (respectiv θ'_i) cu gradul de maturizare la temperatura normală, $+20^\circ\text{C}$, sînt date în Anexa B_{1.2}.

1.3. Condiția de decofrare a elementelor de construcție bazată pe evaluarea gradului de maturizare efectiv la temperatură variabilă și compararea echivalentului său la temperatura normală de $+20^\circ\text{C}$ cu gradul de maturizare M_β , corespunzător unui nivel de întărire β , se exprimă prin relațiile:

$$\sum_{i=1}^n M'_{\theta_i} K_{\theta_i} = \sum_{i=1}^n (\theta'_i + 10) t_i K_{\theta_i} \geq M_\beta \quad (1.3)$$

$$t_\beta = \sum_{i=1}^n t_i \quad (1.4)$$

în care:

M_β este gradul de maturizare al betonului, evaluat la temperatura normală de $+20^\circ\text{C}$, corelat cu nivelul de întărire β , necesar pentru a fi permisă decofrarea, în $h^\circ\text{C}$;

t_β — termenul de decofrare, în h , la care se obține un grad de maturizare efectiv, echivalent din punct de vedere al nivelului de întărire cu cel evaluat la temperatura normală de $+20^\circ\text{C}$;

Parametrii M'_{θ_i} , K_{θ_i} , t_i , θ'_i , n , au aceleași semnificații ca și la punctul 1.1, relațiile (1.1) și (1.2).

Valorile gradului de maturizare M_β necesar la temperatura normală de $+20^\circ\text{C}$, corelate cu nivelul de întărire β , sînt date pentru două tipuri de cimenturi folosite curent în RSR, în anexa B_{1.3}.

Valorile coeficientului K_{θ_i} rezultă din Anexa B_{1.2}.

1.4. Durata minimă de menținere a protecției se numește durată de maturizare critică și se corelează cu durata prevăzută în graficele de execuție cu relația:

$$t_k = 24 z_k + \Delta t \quad (1.5)$$

în care:

t_k este durata critică de maturizare, în h ;

z_k — durata rezervată în graficele de execuție pentru această fază tehnologică între ziua de turnare a betonului și cea de îndepărtare a protecției, în zile;

Δt — timpul disponibil pentru maturizarea betonului în ziua punerii lui în operă, variind între 0 ... 16 h, în funcție de regimul de lucru zilnic și de schimbul în care s-a pus în operă betonul, în h .

Regimul termic al betonului după punerea lui în operă trebuie să asigure realizarea gradului critic de maturizare în perioada t_k evaluată cu relația (1.2).

În lipsa unor durate z_k impuse prin graficele de execuție, durata critică de maturizare t_k se va determina concomitent cu proiectarea regimurilor termice.

În vederea reducerii la minimum a consumului de energie se vor adopta, în general, pentru durate valorile maxime posibile.

1.5. Durata t_{β} , pentru decofrare, se evaluează în funcție de durata z_{β} prevăzută în graficul de execuție în mod similar cu durata t_k . Se folosește relația:

$$t_{\beta} = 24 z_{\beta} + \Delta t \quad (1.6)$$

unde Δt are aceeași semnificație ca la pct. 1.4 (rel.1.5).

Durata t_{β} , respectiv z_{β} , se poate impune prin graficele de execuție numai în măsura în care se crează în mod artificial și un regim termic corespunzător. În toate celelalte cazuri durata de maturizare rezultă din controlul regimului termic pentru realizarea gradului de maturizare efectiv, conform pct. 2.

2. Evaluarea gradului de maturizare efectiv

Realizarea gradului de maturizare necesar se controlează la execuție prin evaluarea echivalentului la temperatura normală de $+20^{\circ}\text{C}$ a gradului de maturizare efectiv obținut la temperaturi variabile θ_i sau θ'_i și compararea lui cu gradul critic M_k (pct. 1.1) sau cu cel necesar pentru decofrare M_{β} (pct. 1.3).

Se folosește în acest scop o fișă de calcul (Anexa B₂) în care se înscriu în coloana 1 și 2 datele necesare evaluării intervalelor de timp la care conform prevederilor din Normativ pct. 8.26, s-au efectuat măsurătorile pentru temperatura betonului, înscrisă în col. 4.

În fișă se înscriu în col. 3 și temperaturile aerului exterior, pentru evidențierea condițiilor în care s-a maturizat betonul.

În coloana 5 se fac mediile aritmetice ale temperaturilor din col. 4 luate câte două, în ordinea în care au fost măsurate.

În coloana 6 se înscriu valorile K_{θ_i} din anexa B_{1.2}, corespunzătoare temperaturilor medii θ_i din coloana 5.

În coloana 7 se înscriu duratele t_i , rezultate din diferența dintre momentele în care s-au efectuat două măsurători succesive (col. 1 și 2).

În coloana 8 se calculează valorile $(\theta'_i + 10) K_{\theta_i} t_i$ iar în coloana 9 se cumulează relațiile (1.1 sau 1.3).

În momentul în care valoarea cumulată din col. 9 îndeplinește condiția (1.1) sau (1.3) se însumează duratele t_i din col. 7 rezultând duratele t_k , respectiv t_{β} (relațiile 1.2 sau 1.4) la care se pot lua măsurile de îndepărtare a protecției, respectiv de decofrare.

3. Metode pentru maturizarea critică a betonului. Tipuri de regimuri termice și domeniile lor de aplicare

3.1. Gradul critic de maturizare, M_k , poate fi realizat prin metoda conservării căldurii sau prin metoda încălzirii betonului după punerea lui în operă, în funcție de valoarea raportului M_s/R_s , între modulul de suprafață al elementului și nivelul său de protecție termică.

Metoda folosită determină în beton următoarele tipuri de regimuri termice:

a. Metoda conservării căldurii: regimul termic CC_k .

b. Metoda încălzirii după punerea în operă: regimurile termice TT_k ; TC_k ; RT_k ; RC_k ; RTC_k care se diferențiază în funcție de durata perioadelor caracteristice pentru încălzirea artificială și pentru răcirea naturală.

3.2. Regimul termic CC_k (fig. 3.1.) este recomandat pentru valori reduse ale parametrului M_s/R_s și se caracterizează prin variația naturală a temperaturii pe întreaga perioadă de maturizare critică t_k ; se poate realiza în trei variante în funcție de modul în care variază temperatura;

a. Temperatura betonului crește (fig. 3.1. a) de la o valoare θ_b , la terminarea punerii în operă, la o valoare θ_c , la sfârșitul perioadei t_c , deoarece intensitatea de degajare a exotermiei (P_{sez}) este mai mare decât cea de pierdere a căldurii prin protecția adoptată (P_{s1}); rezultă:

$$\theta_b < \theta_c; \quad t_k = t_c \quad (3.1)$$

b. Temperatura betonului scade (fig. 3.1. b) de la o valoare θ_b , la terminarea punerii în operă, la o valoare θ_c , la sfârșitul perioadei t_c , deoarece intensitatea de degajare a exotermiei (P_{sez}) este mai mică decât cea de pierdere a căldurii prin protecția adoptată (P_{s1}); rezultă:

$$\theta_b > \theta_c; \quad t_k = t_c \quad (3.2)$$

c. Temperatura betonului se menține relativ constantă (fig. 3.1. c) pe întreaga perioadă t_c , datorită egalității aproximative a intensității de degajare a exotermiei (P_{sez}) cu cea de pierdere a căldurii prin protecția adoptată (P_{s1}); rezultă:

$$\theta_b \cong \theta_c; \quad t_k = t_c \quad (3.3)$$

3.3. Regimurile termice TT_k și TC_k sunt recomandate pentru valori ridicate ale parametrului M_s/R_s și se caracterizează, pentru o aceeași durată de maturizare t_k , printr-o temperatură de punere în operă θ_b , mai redusă decât pentru regimul CC_k . În consecință, este necesar ca temperatura θ_b să fie menținută constantă o perioadă t_i , la terminarea căreia se întrerupe încălzirea și betonul este lăsat să se răcească natural, o perioadă t_c .

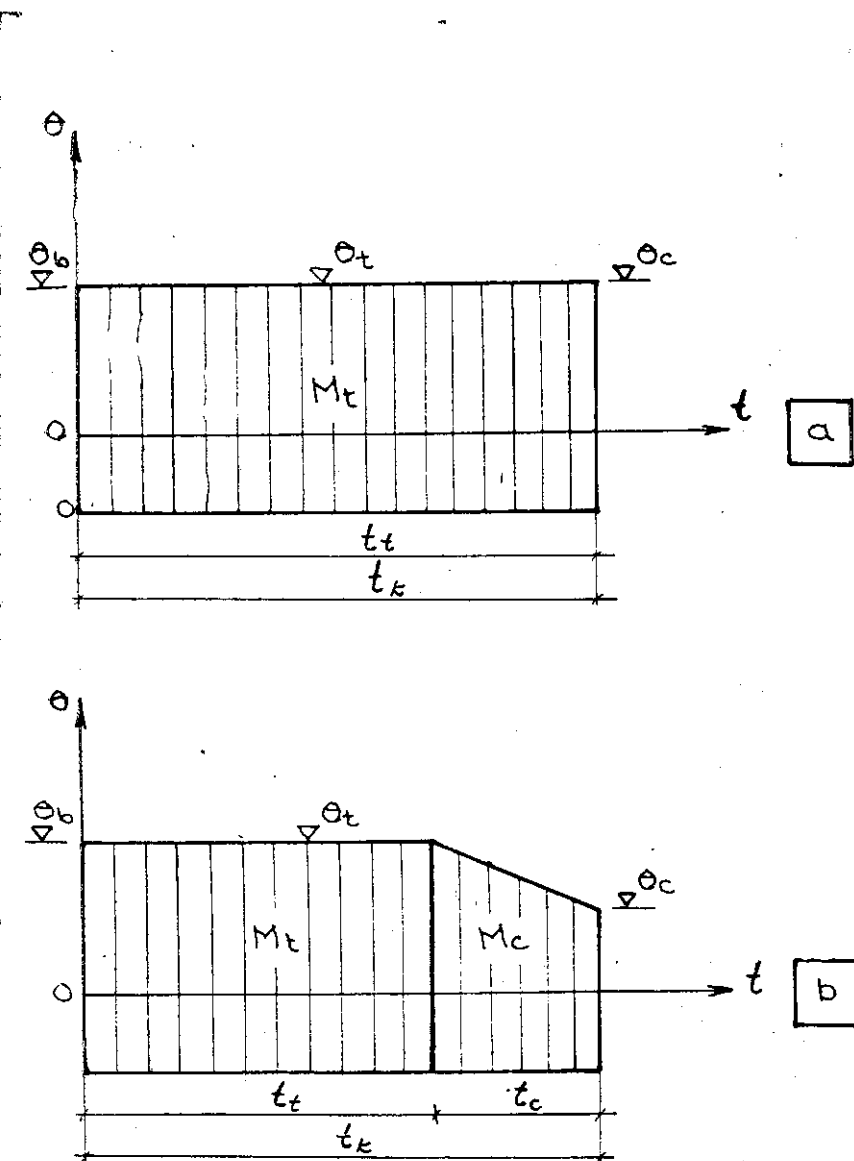
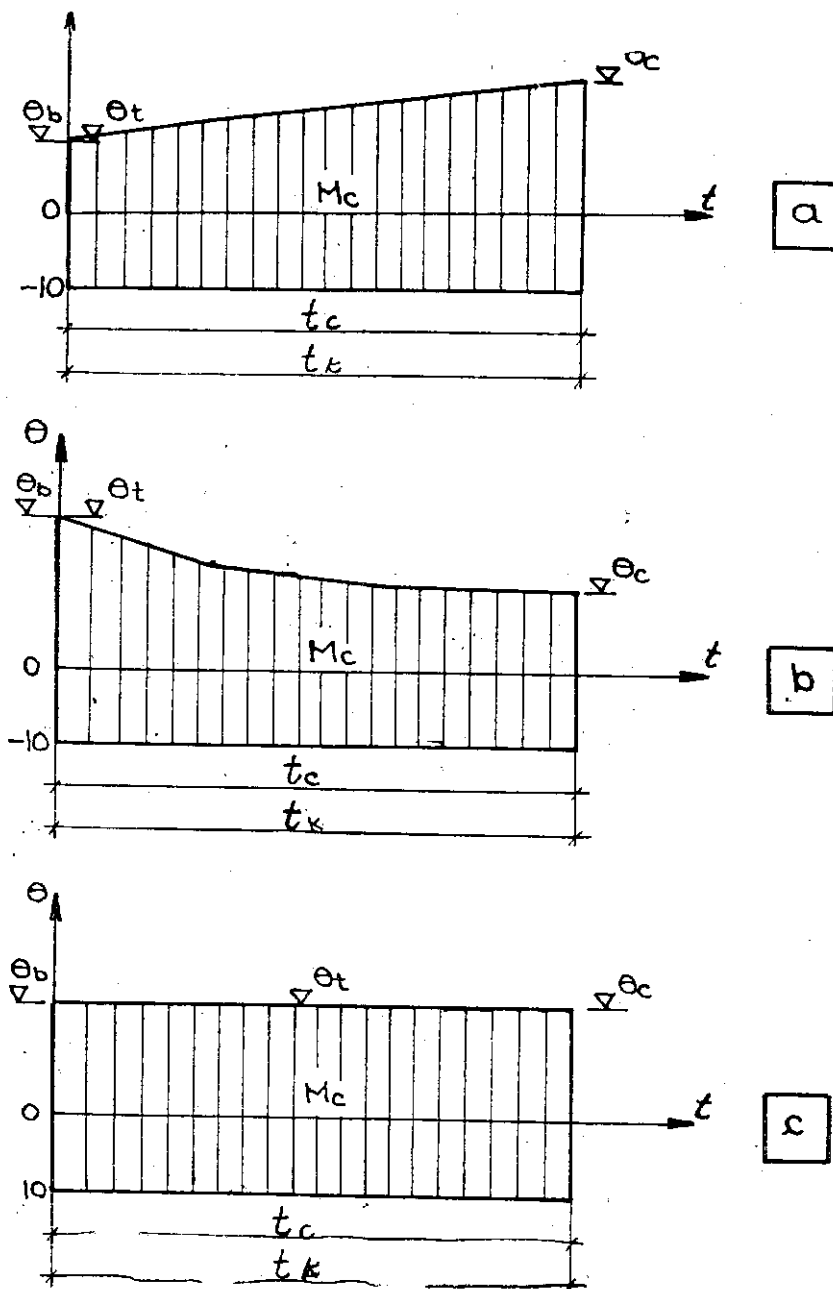
a) Regimul TT_k (fig. 3.2.a) este un regim termic de referință pentru departajarea domeniilor eficiente de aplicare din punct de vedere al consumului de energie, între regimurile CC_k și TC_k ; se caracterizează prin parametrii:

$$\theta_b = \theta_i = \theta_c; \quad t_k = t_i; \quad t_c = 0 \quad (3.4)$$

b) Regimul TC_k (fig. 3.2. b) este un regim termic efectiv mai avantajos decât un regim CC_k din punct de vedere al consumului specific de energie pentru valori ridicate M_s/R_s ; se caracterizează prin parametrii:

$$\theta_b = \theta_i > \theta_c; \quad t_k = t_i + t_c \quad (3.5)$$

3.4. Regimurile RT_k ; RC_k ; RTC_k (fig. 3.3) reprezintă alternative, în general mai economice din punct de vedere al consumului specific de energie, față de regimurile TT_k ; CC_k și TC_k . Aceste regimuri se caracterizează prin punerea



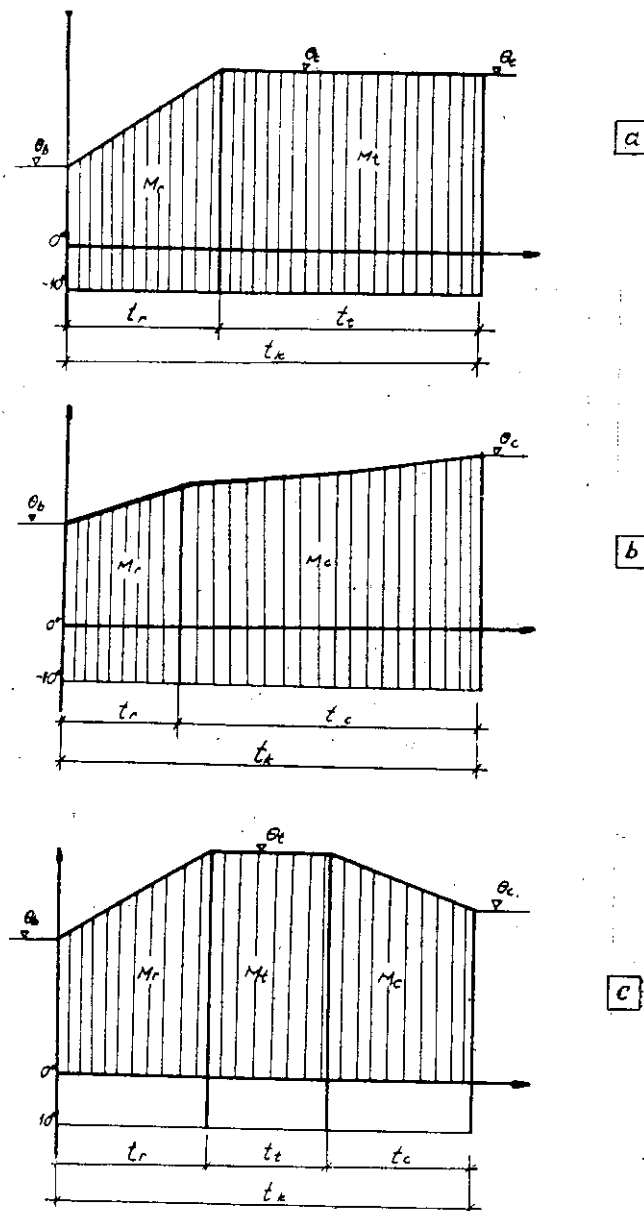


Fig. 3.3. Regimuri termice la încălzirea betonului după turnare

a) RT_k — de referință $t_r > 0$; $t_i > 0$; $t_c = 0$

b) RC_k — efectiv $t_r > 0$; $t_i = 0$; $t_c > 0$

c) RTC_k — efectiv $t_r > 0$; $t_i > 0$; $t_c > 0$

în operă a betonului la o temperatură θ_b relativ scăzută, astfel încât pentru maturizarea lui critică este necesară ridicarea temperaturii la o valoare superioară θ_i , într-o perioadă t_r .

a) Regimul RT_k (fig. 3.3. a) este un regim termic de referință, pentru departajarea domeniilor eficiente de aplicare, din punct de vedere al consumului specific de energie, între regimurile RC_k , și RTC_k ; se caracterizează prin parametri:

$$\theta_b < \theta_i = \theta_c; \quad t_k = t_r + t_i; \quad t_c = 0 \quad (3.6)$$

b) Regimul RC_k constituie o alternativă pentru regimul CC_k , față de care conduce, în general, la consumuri specifice de energie mai reduse. Se caracterizează prin ridicarea artificială a temperaturii betonului de la temperatura θ_b și la θ_i , de la care, datorită cauzelor menționate la pct. 1.2. a, temperatura betonului crește în continuare, fără încălzire; rezultă:

$$\theta_b < \theta_i \leq \theta_c; \quad t_k = t_r + t_c; \quad t_i = 0 \quad (3.7)$$

c) Regimul RTC_k constituie o alternativă pentru regimul TC_k , față de care conduce, în general, la consumuri specifice mai reduse.

Se caracterizează prin ridicarea temperaturii, într-o perioadă t_r , de la valoarea θ_b , la o valoare superioară θ_i care trebuie menținută constantă o perioadă t_i , înainte de a se întrerupe încălzirea și a fi lăsat betonul să se răcească, în mod natural, o perioadă t_c ; rezultă:

$$\theta_b < \theta_i \geq \theta_c; \quad t_k = t_r + t_c + t_i \quad (3.8)$$

4. Corelarea regimului termic la preparare cu regimul termic la maturizarea betonului; bilanțul energetic

4.1. Regimul termic la preparare se corelează cu cel din timpul maturizării, prin temperatura θ_i de livrare a betonului către șantier, după descărcarea din mijlocul de transport (fig. 4).

Temperatura θ_i se evidențiază prin bonul de livrare (transport—primire beton) conform prevederilor de la pct. 5.3 din Normativ.

4.2. Între temperatura θ_i , la livrare, și regimul termic la preparare, respectiv regimul termic la maturizare, trebuie să se respecte următoarele corelații (fig. 4):

$$\theta_p \geq \bar{\theta}_{ae} + \frac{2 + K'_i}{2 - K'_i} (\theta_c - \bar{\theta}_{ae}) \quad (4.1)$$

$$\theta_i \geq \bar{\theta}_{ae} + \frac{2 + K''_i}{2 - K''_i} (\theta_b - \bar{\theta}_{ae}) \quad (4.2)$$

în care:

θ_p este temperatura betonului la descărcarea din betonieră, în $^{\circ}\text{C}$;

θ_i — temperatura la descărcarea din mijlocul de transport, în $^{\circ}\text{C}$;

θ_b — temperatura la terminarea punerii în operă, în $^{\circ}\text{C}$;

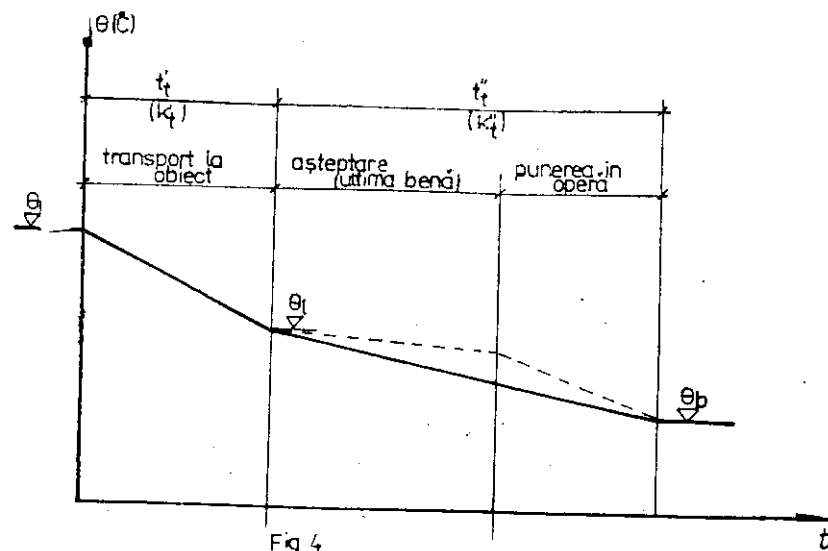


Fig. 4

- $\bar{\theta}_{ae}$ — temperatură aerului exterior sau (nivelul de asigurare) în timpul preparării, transportului și punerii în operă, în °C;
 K'_i — coeficient de scădere a temperaturii de la stația de preparare la obiect (anexa D, pct. 6.1);
 K''_i — coeficient de scădere a temperaturii în timpul transportului (ridicării) pe obiect și al punerii în operă (anexa D, pct. 6.2).

4.3. Indicațiile de la pct. 3.2 ... 3.4 privind domeniile eficiente de aplicare ale regimurilor termice, din punct de vedere al consumurilor specifice de energie, se bazează pe bilanțul energetic total la preparare și la încălzirea după turnare, considerind randamentele acestora egale.

Bilanțul energetic se exprimă prin relația:

$$Q_s = \frac{Q_{sp}}{r_p} + \frac{Q_{ss}}{r_s} = \text{minim} \quad (4.3)$$

în care:

- Q_s este consumul specific total, în kWh/m³;
 Q_{sp} — consumul specific tehnic, la prepararea betonului, în kWh/m³;
 Q_{ss} — consumul specific tehnic, la încălzirea betonului pe șantier, după punerea în operă, în kWh/m³;
 r_p — randamentul instalațiilor de încălzire la prepararea betonului;
 r_s — randamentul instalațiilor de încălzire a betonului după punerea lui în operă.

Randamentul r_p , la prepararea betonului, se evaluează pentru acoperirea pierderilor din rețeaua de alimentare cu energie calorică a instalațiilor de încălzire a componentelor și a pierderilor de căldură din timpul funcționării acestora. Pierderile de căldură în timpul amestecării sînt incluse în consumul tehnic.

Randamentul r_s , la încălzirea betonului în perioada de maturizare, se evaluează numai pentru acoperirea pierderilor din rețeaua de distribuție a energiei calorice și a celor datorate imperfecțiunilor soluțiilor de protecție, întrucît pierderile din timpul funcționării instalației sînt incluse în consumul tehnic.

4.4. Bilanțul energetic de la pct. 4.3 se poate modifica și odată cu acesta și concluziile pentru delimitarea domeniilor eficiente de aplicare ale diferitelor regimuri termice, dacă randamentele r_p și r_s sînt diferite.

Limitele pentru care concluziile de la pct. 3.2... 3.4 rămîn valabile, rezultă:

$$\frac{r_s}{r_p} \geq \lim \frac{r_s}{r_p} = \frac{Q_{ss2} - Q_{ss1}}{Q_{sp1} - Q_{sp2}} \quad (4.4)$$

în care:

- Q_{sp1} ; Q_{ss1} sînt consumurile specifice la preparare, respectiv pe șantier pentru soluția etalon (cu care se face comparație — CC_k sau TC_k);
 Q_{sp2} ; Q_{ss2} — consumurile specifice pentru soluția ce se compară (TC_k cu CC_k ; RC_k cu CC_k ; RTC_k cu TC_k).

ANEXA B_{1.1}

Gradul critic de maturizare

Felul cimentului	E_{28}		Gradul critic de maturizare M_k (la +20°C) pentru $A/C =$			
	Kcal/Kg	Kj/Kg	0,4	0,5	0,6	0,7
Pa 35	56	234	850	1100	1400	1620
P 40	60	252	750	1000	1270	1500

ANEXA B_{1.2}

Coefficientul K_{θ_i} de echivalare a gradului de maturizare la temperatura θ_i , cu gradul de maturizare la +20°C

$\theta_i = [^{\circ}\text{C}]$									
1 ... 5		6 ... 10		11 ... 15		16 ... 20		21 ... 25	
θ_i	K_{θ_i}	θ_i	K_{θ_i}	θ_i	K_{θ_i}	θ_i	K_{θ_i}	θ_i	K_{θ_i}
1	0,270	6	0,800	11	0,912	16	0,968	21	1,020
2	0,420	7	0,840	12	0,924	17	0,976	22	1,040
3	0,560	8	0,868	13	0,936	18	0,984	23	1,060
4	0,660	9	0,884	14	0,948	19	0,992	24	1,080
5	0,760	10	0,900	15	0,960	20	1,000	25	1,100

ANEXA B_{1.3}Gradul de maturizare M_{β} și corelarea lui cu nivelul de întărire β

Felul cimentului	Gradul de maturizare M (la +20°C), în h°C pentru $\beta = [\%]$								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Pa 35	600	880	1290	1880	2760	4050	5930	8700	12700
P 40	520	740	1150	1690	2510	3720	5520	8200	12100

ANEXA B₂

FIȘĂ PENTRU CONTROLUL GRADULUI CRITIC DE MATURIZARE M_k SAU GRADULUI DE MATURIZARE PENTRU DECOFRARE M_{β}

Exemplu:

 $B\ 250 - L_3 - Pa\ 35 - 31$ $M_k = 1310\ \text{h}^{\circ}\text{C}$

$$\frac{M_s}{R_s} = 5; K_b = 0,200$$

Data	Ora	θ_{ae}	Temperatura în beton $^{\circ}\text{C}$		K_{θ_i}	Interval de timp t_i	$M'_{\theta} K_{\theta}$	
			Măsu- rată	Medie θ'_i			Simplu $t_i (\theta'_i +$ $+ 10) K_{\theta_i}$	Cumulat $\Sigma t_i (\theta'_i +$ $+ 10) K_{\theta_i}$
14 XII	8,0	-5	—	—	—	—	—	—
	14	-2	10,0	—	—	—	—	—
	21	-6	10,0	10	0,900	7	126	126
15 XII	8,0	-9	10,0	10	0,900	11	198	324
	14	-3	10,0	10	0,900	6	108	432
	21	-5	10,0	10	0,900	7	126	558
	21	-5	10,0	10	0,900	11	198	756
16 XII	8,0	-13	10,0	9,5	0,892	6	104	860
	14	-11	9,0	8,5	0,876	7	113	973
	21	-12	8,0	7,0	0,840	11	157	1130
17 XII	8,0	-15	6,0	6,0	0,800	6	77	1206
	14	-8	6,0	6,0	0,800	7	90	1296
	21	-10	6,0	5,75	0,790	11	137	1433
18 XII	8,0	-13	5,5	$t_k = \Sigma t_i = 90\ \text{ore}$				

SOLUȚII TIP PENTRU REGIMURI TERMICE LA EXECUTAREA LUCRĂRILOR DE BETON PE TIMP FRIGUROS

Soluțiile tip prezentate în anexa C sînt caracterizate printr-o serie de parametri de ale căror valori depinde realizarea regimului termic proiectat.

În consecință, compararea valorilor acestor parametri cu cele ce rezultă din situația reală este necesară pe de o parte pentru alegerea unei soluții corespunzătoare, iar pe de altă parte pentru identificarea măsurilor necesare a fi luate pentru aplicarea în practică a soluției alese.

1. Parametrii pe baza cărora se face alegerea soluției tip de regim termic pentru maturizarea critică a betonului

Soluția tip de regim termic se alege în funcție de:

- tipul betonului și compoziția acestuia;
 - nivelul de asigurare conform recomandărilor din Anexa A;
 - durata critică de maturizare conform indicațiilor din Anexa B (pct. 1.4);
 - parametrii ce caracterizează elementul de construcție din punct de vedere al masivității și al nivelului de protecție;
 - parametrii ce caracterizează condițiile de transport și de punere în operă.
- Tipurile de betoane pentru care se dau soluții de regimuri termice tip se prezintă în anexa C₁.
- Dacă caracteristicile betonului pus în operă pe timp friguros nu se încadrează în limitele din anexa C₁ este necesar să se proiecteze regimuri termice specifice, conform indicațiilor din Anexa D.

2. Evaluarea parametrilor ce caracterizează elementul de construcție din punct de vedere al masivității și nivelului de protecție termică

2.1. Se adoptă soluțiile de protejare a elementului de construcție și se estimează valorile rezistențelor termice $\bar{R}'_{sj}$; R''_{sj} aferente suprafețelor opuse S'_j ; S''_j normale pe direcțiile j , ce corespund celor trei axe rectangulare ale elementului de construcție $j = x; y; z$. Se procedează conform indicațiilor din anexa C_{2.1} folosind soluțiile tip din anexa C_{2.7} sau soluții speciale proiectate conform indicațiilor din Anexa D₂.

2.2. Se evaluează parametrii $(M_s/R_s)_j$ și K_{bj} pentru fiecare din direcțiile j conform indicațiilor din Anexa C_{2.2} folosind tabelele din Anexele C_{2.4} - C_{2.6}.

2.3. Se evaluează parametrii M_s/R_s și K_b pentru întregul element de construcție conform indicațiilor din Anexa C_{2.3}.

Parametrii ce caracterizează elementul de construcție din punct de vedere al masivității și nivelului de protecție termică se evaluează în primul rînd în ipoteza aplicării metodei conservării căldurii, chiar dacă se folosesc pentru protecție soluții ce ar putea fi utilizate și pentru încălzirea după turnare (spre exemplu cofraje încălzitoare).

3. Soluțiile tip de regimuri termice prezentate în Anexa C și posibilități de extindere a aplicării lor

Soluțiile tipizate de regimuri termice sînt proiectate pentru:

- niveluri de asigurare variabile, conform prevederilor din Anexa A;
- gradele critice de maturizare corespunzătoare cimenturilor Pa 35 și P 40 (Anexa B_{1.1});
- durate de maturizare variabile, conform prevederilor din Anexa B, pct. 1.4;
- tipurile de regimuri termice din Anexa B, pct. 3;
- tipurile de betoane din Anexa C₁;
- parametrii $K_b = 0,050$ și $K_b = 0,200$;
- parametrii M_s/R_s variabili, conform prevederilor din Anexa C, pct. 2.

Anexa C₃ permite identificarea tabelelor din care urmează a fi extrase soluțiile tip de regimuri termice în funcție de metoda folosită, de tipul betonului pus în operă și de coeficientul K_b .

4. Metoda conservării căldurii. Alegerea unui regim termic tip CC_k (Anexa B, fig. 3.1 și Anexele C_{4.1} ... C_{4.8})

4.1. Se estimează nivelul de asigurare $\bar{\theta}_{ae}$ pe baza prevederilor din Anexa A.

4.2. Se determină parametrii ce caracterizează elementul de construcție $(M_s/R_s; K_b)$ conform prevederilor din anexa C₂.

4.3. Se identifică din Anexele C_{4.1} ... C_{4.8} tabelul corespunzător tipului de beton și coeficientului K_b , astfel:

- pentru $K_b < 0,050$ se folosesc tabelele cu $K_b = 0,050$;
- pentru $0,050 < K_b \leq 0,200$ se folosesc tabelele cu $K_b = 0,200$;
- pentru $K_b > 0,200$ se utilizează tabelele cu $K_b = 0,200$, corectîndu-se însă temperatura θ_b pentru ca să se asigure realizarea gradului de maturizare pe suprafețele cele mai reci ale elementului de construcție. Se folosește relația:

$$\theta'_b = \theta_b \frac{1 - K_b}{1 - K'_b} - \bar{\theta}_{ae} \frac{K'_b - K_b}{1 - K'_b} \quad (4.1)$$

în care:

θ'_b este valoarea ce se va adopta în loc θ_b , în regimul termic corespunzător pentru K'_b efectiv;

θ_b — temperatura corespunzătoare regimului termic stabilit pentru o valoare particulară K_b , în anexele C_{4.1} ... C_{4.8}.

4.4. Din tabelul corespunzător tipului de beton și coeficientului K_b se extrag pentru parametrii determinați la pct. 2.1. ... 2.3. parametrii ce caracterizează regimul termic CC_k :

- durata de maturizare critică, în zile;
- temperatura betonului la terminarea punerii în operă θ_b , în °C;
- temperatura betonului la terminarea perioadei de maturizare critică, θ_c , în °C;
- durata critică de maturizare efectivă $t_k = t_c$, în h.

5. Metoda încălzirii betonului după punerea în operă

5.1. Pentru încălzirea betonului după punerea lui în operă este necesar să fie îndeplinite următoarele condiții:

- elementul de construcție să se caracterizeze printr-un coeficient $K_b < 0,100$;
- să existe posibilitatea de încălzire a betonului după punerea lui în operă (să se poată aplica unul din procedeele cunoscute);
- randamentul r_s al instalației de încălzire a betonului după punerea în operă să fie superior sau cel puțin egal cu randamentul r_p al instalației de încălzire a componentelor.

Alegerea unui regim termic TC_k (tabelele $C_{5.1} \dots C_{5.4}$) fig. 3.2 Anexa B)

5.2. În condițiile de la punctul 5.1 se poate adopta un regim termic TC_k mai eficient decât regimul CC_k , din punct de vedere al consumului de energie, pentru valori ridicate ale parametrului M_s/R_s . Limita de separație între cele două regimuri este însă variabilă în funcție de tipul de beton, de nivelul de asigurare, de durata critică de maturizare.

5.3. Dacă sînt îndeplinite condițiile de la punctul 5.1, pe baza parametrilor determinați conform punctelor 2.1; 2.2 și 2.3 (pentru $K_b < 0,100$) se identifică dintre tabelele $C_{5.1} \dots C_{5.4}$ tabelul corespunzător duratei t_k necesare și tipului de beton, din care se extrag în funcție de nivelul de asigurare adoptat parametrii ce caracterizează regimul termic TC_k ; rezultă:

- temperaturile caracteristice: θ_b , la terminarea punerii în operă (egală cu temperatura de tratare izotermă $\theta_b = \theta_t$) și temperatura θ_c la terminarea duratei critice de maturizare, în °C;
- duratele caracteristice: t_t , de tratare izotermă și t_c , de răcire naturală, pînă la atingerea gradului critic de maturizare, în h;
- puterea specifică P_{st} , necesară în perioada t_t , în W/m^3 ;
- consumul specific de energie, Q_{ss} necesar pe șantier în kWh/m^3 ; pentru transformare în $Kcal/m^3$ se multiplică cu 860 $Kcal/kWh$.

Pentru valorile M_s/R_s inferioare celor din tabelele $C_{5.1} \dots C_{5.4}$ regimul termic CC_k este mai eficient decât un regim corespunzător TC_k la randamente $r_s = r_p$.

5.4. Valorile puterii și consumului specific sînt valori tehnice, estimate pentru un coeficient $K_s = 1,075$, corelat cu valorile $K_b < 0,100$.

Valorile efective ale puterii instalate și consumului specific se obțin prin raportarea valorilor tehnice la randamentul r_s .

Alegerea unui regim RC_k (tabelele $C_{5.5}; C_{5.6}$) (fig. 3.3 din anexa B₃)

5.5. În condițiile de la pct. 5.1, pentru durate critice de maturizare reduse, se poate adopta un regim termic RC_k mai eficient decât regimul termic CC_k și pentru valori M_s/R_s inferioare celor pentru care s-a recomandat conf. pct. 5.3, regimul termic TC_k .

5.6. Dacă sînt îndeplinite condițiile de la pct. 5.1, pe baza parametrilor determinați conform pct. 2.1 ... 2.3 (pentru $K_b < 0,100$) se identifică dintre tabelele $C_{5.5} \dots C_{5.6}$ tabelul corespunzător tipului de beton din care se extrag pentru durata $t_k = 64$ h parametrii ce caracterizează regimul termic RC_k ; rezultă:

- temperaturile caracteristice: θ_b , la terminarea punerii în operă; θ_t , la terminarea perioadei de ridicare a temperaturii și θ_c , la terminarea perioadei de maturizare critică, în °C;
- perioadele caracteristice: t_r , de ridicare artificială a temperaturii și t_c de variație naturală a acesteia după încetarea încălzirii, în h;
- puterea specifică P_{sr} în perioada t_r , în W/m^3 ;
- consumul specific tehnic de energie necesar pe șantier Q_{ss} , în kWh/m^3 ; pentru transformare în $Kcal/m^3$ se multiplică cu 860 $Kcal/kWh$.
- viteza de ridicare a temperaturii, v_r , în °C/h.

5.7. Puterea și consumul specific sînt determinate în condițiile precizate la pct. 5.4.

Viteza de ridicare a temperaturii este minimă pentru realizarea gradului critic de maturizare în durata t_k și corespunde puterii instalate minime. Mărirea vitezei de ridicare determină o creștere importantă a puterii instalate, în paralel cu o reducere nesemnificativă a duratei t_k și a consumului specific.

Alegerea unui regim RTC_k (tabelul $C_{5.7} \dots C_{5.10}$) (fig. 3.3 din anexa B₃)

5.8. În condițiile de la pct. 5.1, pentru durate critice de maturizare reduse, se poate adopta un regim termic RTC_k , mai eficient din punct de vedere al consumului de energie decât regimul termic TC_k , recomandat conform pct. 5.3.

5.9. Dacă sînt îndeplinite condițiile de la pct. 5.1, pe baza parametrilor determinați conform pct. 2.1 ... 2.3 (pentru $K_b < 0,100$) se identifică dintre tabelele $C_{5.7} \dots C_{5.10}$ tabelul corespunzător tipului de beton, din care se extrag, pentru durata $t_k = 64$ h, în funcție de nivelul de asigurare adoptat, parametrii ce caracterizează regimul termic RTC_k ; rezultă:

- temperaturile caracteristice: θ_b , la terminarea punerii în operă; θ_t , de tratare izotermă și θ_c la terminarea perioadei critice de maturizare, în °C;
- duratele caracteristice: t_r , de ridicare a temperaturii; t_t de tratare izotermă și t_c de variație naturală a temperaturii după încetarea încălzirii, în h;
- puterile specifice P_{sr} și P_{st} necesare în perioadele t_r și t_t , în W/m^3 ;
- consumul specific de energie necesar pe șantier Q_{ss} , în kWh/m^3 ; pentru transformare în $Kcal/m^3$ se multiplică cu 860 $Kcal/kWh$.

5.10. Puterea și consumul specific sînt determinate în condițiile precizate la pct. 5.4.

În tabele se prezintă două variante de regimuri termice diferite din punct de vedere al puterii specifice necesare; se remarcă reducerea nesemnificativă a consumului specific de energie pentru varianta P_{ssmax} deși puterea instalată are o creștere importantă.

6. Alegerea regimului termic la transportul și punerea în operă a betonului (Anexele C_{6.1}; C_{6.2})

6.1. Pentru ipoteze uzuale de organizare a procesului de transport și punere în operă rezultă din Anexa C_{6.1} valorile coeficientului unitar K'_t , de scădere a temperaturii în perioada t'_t de transport de la stație la obiect iar din Anexa C_{6.2} cele ale coeficientului K''_t , în perioada de transport pe obiect și punere în operă, t''_t .

6.2. În funcție de temperatura θ_b caracteristică regimului termic adoptat (anexa C, pct. 4 și 5), de coeficienții K'_t ; K''_t și de nivelul de asigurare $\bar{\theta}_{ae}$ se determină în Anexa C_{6.2} valorile $(\theta_t - \bar{\theta}_{ae})$ și respectiv $(\theta_p - \bar{\theta}_{ae})$ din care se obțin θ_t și θ_p .

7. Alegerea regimului termic la prepararea betonului (Anexele C_{7.1} ... C_{7.5})

7.1. Pentru tipurile de betoane din Anexa C₁ preparate cu aragate avind umidități variabile între 1% și 3% se pot obține temperaturile finale ale apei θ_{fa} și agregatelor, θ_{faa} , în funcție de nivelul de asigurare $\bar{\theta}_{ae}$ și temperatura θ_p necesară la descărcarea betonului din malaxor, folosind Anexele C_{7.1} ... C_{7.5}.

În același tabele se dau și valorile parametrului Q_{s0} pentru evaluarea consumurilor specifice tehnice de energie cu relația evidențiată pe ultima linie a tabelului.

7.2. Consumul specific real de energie la preparare se estimează prin raportarea consumului tehnic la randamentul r_p al instalațiilor de încălzire a componentelor evaluat conform prevederilor din Anexa B, pct. 4.3.

8. Definitivarea soluției pentru maturizarea critică a betonului

8.1. Regimurile termice posibile pentru asigurarea realizării gradului critic de maturizare M_k , înainte de înghețare, se compară între ele din punct de vedere al consumului specific de energie, conform prevederilor din anexa B, pct. 4.3; 4.4.

Odată cu definitivarea regimului termic se evidențiază toți parametrii de care depinde acesta, inclusiv măsurile de protecție necesare în diferitele faze ale procesului tehnologic.

9. Exemple de calcul

9.1. Parametri generali

a. Tipul de beton pus în operă: B 250 — L₃ — Pa 35 — 31
Compoziția efectivă trebuie să se încadreze în limitele:

$$A = 176; \quad C = 325; \quad A/C = 0,54 \text{ până la}$$

$$A = 194; \quad C = 340; \quad A/C = 0,57$$

b. Niveluri de asigurare ce pot fi luate în considerare (Anexa A):

— pentru metoda conservării căldurii, fără aditivi antigel:

$$\bar{\theta}_{ae} = 0^\circ\text{C} \text{ și } -5^\circ\text{C} \text{ (turnarea betonului se oprește la } -5^\circ\text{C)}$$

$$\bar{\theta}_{ae} = 0^\circ\text{C}; -5^\circ\text{C}; \text{ și } -10^\circ\text{C};$$

— pentru metoda conservării căldurii cu aditivi antigel:

$$\bar{\theta}_{ae} = 0^\circ\text{C} \text{ și } -5^\circ\text{C}; \text{ turnarea betonului se oprește la } -5^\circ\text{C}$$

$$\bar{\theta}_{ae} = 0^\circ\text{C} \text{ și } -5^\circ\text{C};$$

— pentru metoda încălzirii după turnare:

$$\bar{\theta}_{ae} = 0^\circ\text{C}; -5^\circ\text{C}; -10^\circ\text{C} \text{ (turnarea betonului se oprește la } -10^\circ\text{C});$$

$$\bar{\theta}_{ae} = 0^\circ\text{C}; -5^\circ\text{C}; -10^\circ\text{C};$$

c. durata de maturizare critică (Anexa B, cpt. 1.4) se iau în considerare valorile:

$$z_k = 6 \text{ zile}; \quad t_k = 160 \text{ h.}$$

$$z_k = 2 \text{ zile}; \quad t_k = 64 \text{ h.}$$

9.2. Evaluarea parametrilor ce caracterizează elementul de construcție din punct de vedere al masivității și nivelului de protecție termică

a. Stabilirea soluțiilor de protejare și evaluare a rezistențelor termice R'_{sj} și R''_{sj} , conform indicațiilor din Anexa C_{2.1}.

a₁. Pentru suprafețele verticale ale fundațiilor: panouri din placaj izolate termic cu 5 cm pislă minerală, (Anexa C_{2.7}, poz. 7, col. 2), protejate suplimentar cu prelată din pânză impermeabilă de 3 mm (Anexa C_{2.7}, poz. 13) cu strat de aer vertical de 2 cm.

$$R'_{sj} = R''_{sj} = 0,696 + 0,190 = 0,886 \text{ m}^2\text{K/W}$$

a₂. Pentru suprafețele orizontale ale fundațiilor se adoptă aceeași soluție de protejare ca și pentru cele verticale; stratul de aer este însă de 5 cm orizontal, la flux termic ascendent (de jos în sus).

$$R'_{sz} = 0,696 + 0,190 = 0,886 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R''_{sz} = \infty \text{ (Anexa C}_{2.7} \text{ poz. 11).}$$

a₃. Pentru suprafețele verticale ale diafragmelor se adoptă soluția de a se folosi panouri de cofraj metalice de inventar, existente în stoc, încălzitoare, dar fără a fi alimentate cu energie termică (metoda conservării căldurii), anexa C_{2.7}, poz. 10, col. 2:

$$R'_{sj} = R''_{sj} = R_{s1j} = 1,060 \text{ m}^2\text{K/W.}$$

b. Evaluarea parametrilor $(M_s/R_s)_j$; K_{bj} , conform indicațiilor din Anexa C_{2.3} și C_{2.4} și valorilor din tabele C_{2.4} ... C_{2.6}.

— Fundație: $2,00 \times 2,50$ avînd $h = 1,50$ m.

Pe direcția celor două axe orizontale, din tabelul C_{2.4} rezultă pentru $R'_{sj} = R_{sj} = 0,886 \text{ m}^2\text{K/W}$:

$$d_x = 2,00 \text{ m}; (M_s/R_s)_x = 0,96 - (0,96 - 0,88) \frac{0,886 - 0,800}{0,900 - 0,800} = 0,953$$

$$K_{bx} < 0,200$$

$$d_y = 2,50 \text{ m}; (M_s/R_s)_y = 0,73 - (0,73 - 0,67) \frac{0,886 - 0,800}{0,100} = 0,725$$

$$0,200 < K_{by} < 0,300$$

Pentru direcția verticală, $R'_{sj} = 0,886$; $R''_{sj} = \infty$ rezultă din tabelele C_{2.5} și C_{2.6}:

$$d_z = 1,50 \text{ m}; (M'_s/R'_s)_z = 0,58 - (0,58 - 0,53) \frac{0,886 - 0,800}{0,100} = 0,576$$

$$0,200 < K_{bz} < 0,300$$

$$(M''_s/R''_s)_z = 0$$

Anexa C_{2.3}, pct. b.

$$M_s/R_s = 0,953 + 0,725 + 0,576 = 2,254$$

$$K_b = 0,200$$

— Diafragmă $d_x = 0,15$ m

Pentru $R'_{sx} = R''_{sx} = 1,060 \text{ m}^2 \text{K/W}$; anexa C_{2.4}

$$(M_s/R_s)_x = 13,10 - (13,10 - 11,93) \frac{1,060 - 1,000}{1,100 - 1,000} = 12,398$$

$$K_{bx} < 0,050$$

Anexa C_{2.5}, pct. e

$$M_s/R_s = (M_s/R_s)_y = 12,4$$

$$K_b = 0,050$$

9.3. Alegerea regimului termic tip la maturizarea betonului.

Din Anexa C₃ rezultă că regimurile termice tip se vor extrage pentru beton B 250 — L₃, Pa 35—31 din:

- pentru fundație, regim CC_k; $K_b \leq 0,200$ din Anexa C_{4.3};
- pentru diafragmă, regim CC_k; $K_b \leq 0,050$ din Anexa C_{4.6};

- pentru diafragmă, regim TC_k; $t_k = 160$ h din Anexa C_{5.1};
- pentru diafragmă, regim TC_k; $t_k = 64$ h din Anexa C_{5.3};
- pentru diafragmă, regim RC_k; RTC_k; $t_k = 64$ h din Anexa C_{5.5} și C_{5.8}.

9.4. Metoda conservării căldurii; regimul CC_k.

a. Fundație; Anexa C_{4.3}. Se adoptă regimul termic corespunzător valorii $M_s/R_s = 3 > 2,25$ și $K_b = 0,200$, pentru $t_k = 160$ h (6 zile).

M_s/R_s	K_b	$\bar{\theta}_{ae}$	θ_b	θ_c	$t_k = t_c$	Z_k
3	0,200	0	2,5	9,1	133	5
		-5	3,5	7,7	140	6
		-10	4,5	5,9	151	6

b. Element de construcție diafragmă, regim CC_k, B 250 — L₃ — Pa 35 — 31; $K_b = 0,05$ — Anexa C_{4.6}.

Se alege regimul termic pentru $M_s/R_s = 12,4$ prin interpolare între $M_s/R_s = 12$ și 14.

t_k plan. h	$\bar{\theta}_{ae}$	Regim termic			Soluția de protejare a elementului
		θ_b	θ_c	t_k	
160	0	4,5	2,5	156	Conf. pct. 9.2 a ₃
	-5	15,0	2,5	86	
	-10	Neeconomică			
64	0	16,5	10,5	63	
	-5	Neeconomică			
	-10	Neeconomică			

Soluțiile „Neeconomice” necesită temperaturi $\theta_b > 16 \dots 17^\circ\text{C}$ respectiv $\theta_p > 25 \dots 30^\circ\text{C}$.

Se poate reține ca soluție certă numai varianta corespunzătoare duratei $t_k = 160$ h pentru nivelul de asigurare 0°C .

Soluția $t_k = 160$ h și $\bar{\theta}_{ae} = -5^\circ\text{C}$ poate fi reținută pentru a fi comparată cu soluțiile specifice încălzirii după turnare.

! Soluția $t_k = 64$ h și $\bar{\theta}_{ae} = 0^\circ\text{C}$ trebuie eliminată ca neeconomică, ca și cele corespunzătoare nivelelor de asigurare $\bar{\theta}_{ae} = -5^\circ\text{C}$ și $\bar{\theta}_{ae} = -10^\circ\text{C}$.

9.5. Metoda încălzirii după turnare pentru elementul de construcție diafragmă;

a. Regim TC_k . Se folosesc Anexa C_{3.1} pentru $t_k = 160$ h și Anexa C_{5.3} pentru $t_k = 64$ h; pentru $M_s/R_s = 12,4$ se interpolează între $M_s/R_s = 12$ și $M_s/R_s = 14$.

t_k planif. h	$\bar{\theta}_{ae}$	Regim termic							Soluția de protejare a elementului
		θ_b	θ_t	θ_c	t_t	t_c	P_{st} W/m ³	Q_{ss} KWh/ m ³	
160	0	5	5	3,0	34,4	126,6	19	0,7	Conf. pct. 9.2 a ₃
	-5	5	5	1,0	111,3	38,5	88	9,9	
	-10	5	5	1,0	125,0	20,4	158	19,7	
64	0	13	13	11,2	38,2	25,8	61	2,3	
	-5	13	13	11,0	51,4	12,6	127	6,5	
	-10	14	14	8,7	41,6	22,4	207	8,6	

b. Regim termic RTC_k pentru $t_k = 64$ h.

Se folosește Anexa C_{5.5}. Se interpolează pentru $M_s/R_s = 12,4$, între $M_s/R_s = 12$ și 14 se ia în considerare puterea specifică instalată, minimă.

$\bar{\theta}_{ae}$	θ_b	θ_t	θ_c	t_r	t_t	t_c	P_{sr}	P_{st}	Q_{ss}	Soluția de protejare a elementului
0	3	14	11,5	7,4	22,4	34,2	1149	67	10,0	conf. pct. 9.2. a ₃
-5	1	14	11,8	8,7	41,9	13,4	1254	134	16,9	
-10	1	15	9,7	9,3	33,3	21,4	1294	208	19,0	

9.6. Regimul termic la transportul, punerea în operă și prepararea betonului; consumuri specifice totale (Q_s).

Din Anexa C_{6.1} rezultă pentru transportul betonului la distanța $D = 5$ km cu autoagitatorul prevăzut cu capac (soluția 1. b), coeficientul $K'_t = 0,200$.

Din anexa C_{6.3} se obține pentru punerea în operă a betonului în fundații, folosind bene izolate termic (soluția 1. d), coeficientul $K''_t = 0,070$.

Tot din Anexa C_{6.2} se obține pentru punerea în operă a betonului în diafragme, folosind bene izolate termic (soluția 2 d), coeficientul $K'_t = 0,098 \sim 0,100$.

Valorile temperaturilor θ_t și θ_p , în funcție de temperaturile θ_b stabilite la punctele 9.4 a și b, respectiv 9.5 a și b, se determină din Anexa C_{6.3}, iar consumurile specifice de energie la preparare pentru $r_p = 1$, din Anexa C_{7.3}. Se folosesc indicațiile din Anexa C, pct. 6.1; 6.2 și 7.1 și se ține seama că în conformitate cu prevederile de la pct. 8.3 d din Normativ, temperatura minimă la preparare este $\theta_p = +5^\circ\text{C}$.

Toate valorile θ_p se rotunjesc în plus pînă la grade întregi.

În tabelul următor se dă ca exemplu cum se organizează calculul și cum se prezintă parametrii ce caracterizează regimul termic pentru elementul de construcție fundație, analizat la pct. 9.4 a, pentru durata $t_k = 160$ h (6 zile).

Nivelul de asigurare		Regim termic								Q_s $r_p = 1$ KWh/ m ³
$\bar{\theta}'_{ae}$ °C	$\bar{\theta}_{ae}$ °C	Maturizare				Preparare, transport, punere in operă				
		Tip	θ_b °C	θ_c °C	t_c h	θ_i °C	θ_p °C	Q_{so} KWh/ m ³	Q_{sp} KWh/ m ³	
0	0	CC_k	2,5	9,1	133	2,7	5	1,75	5,6	5,6
	-5		3,5	7,7	140	3,7	5		5,6	5,6
-5	-5		3,5	7,7	140	4,2	7	4,35	9,8	9,8
	-10		4,5	5,9	151	4,8			9,8	9,8

Ipoteze (parametri caracteristici):

B 250 - L₃ - Pa 35-31 $K'_t = 0,200$

$M_k = 1310$ h°C $K''_t = 0,070$

$M_s/R_s = 2,25$

$K_b = 0,200$

$\theta_{tag} = \theta_{fc} = \bar{\theta}_{ae}$

$u_{ag} = 2\%$

9.7. Bilanțul energetic

În cazul diafragmei pentru care s-au analizat concomitent mai multe variante de regimuri termice, tabelul centralizator al rezultatelor reprezintă și bilanțul energetic al soluțiilor posibile pe baza căruia se alege varianta optimă.

În tabelul următor se dă și un exemplu de asemenea bilanț energetic.

Din rezultatele obținute rezultă pentru elementul analizat - diafragmă - următoarele concluzii:

— Regimul CC_k este soluția cea mai economică pentru $t_k = 160$ h și niveluri de asigurare $\bar{\theta}_{ae}' = 0^\circ\text{C}$; $\bar{\theta}_{ae} = 0^\circ\text{C}$.

— Pentru niveluri de asigurare de -5°C soluția cea mai economică este un regim TC_k cu $t_k = 160$ h, dacă randamentele instalațiilor de la preparare și de pe șantier sînt egale $r_s = r_p$.

— Pentru durate scurte $t_k = 64$ h regimurile cele mai economice sînt cele de tip RTC_k , pentru toate nivelurile de asigurare. Se remarcă faptul că pentru $\bar{\theta}_{ae} = -10^\circ\text{C}$ regimul RTC_k cu $t_k = 64$ h conduce la regimuri termice cu consumuri specifice mai reduse decît TC_k , cu $t_k = 160$ h; aceste consumuri pot fi reduse și mai mult prin creșterea puterii instalate (după cum rezultă din Anexa C_{5.8}).

— În toate variantele consumurile specifice sînt mai reduse dacă se iau măsuri pentru reducerea coeficienților K_t' ; K_t'' de scădere a temperaturii betonului în timpul transportului și punerii în operă.

c. Regimurile termice adoptate se evidențiază în fișa tehnologică într-un tabel în care se inscriu și măsurile specifice necesare pentru realizarea lor; exemple în Anexele C_{8.1} și C_{3.2}.

9.8. Marea importanță pe care o prezintă protejarea elementului de construcție în perioada de maturizare critică a betonului în perioada de transport și punere în operă rezultă din exemplul următor în care se analizează elementul de fundație într-o variantă de protejare insuficientă.

a. Fundația se cofrează și se protejează și la partea superioară cu panouri neizolate termic (Anexa C_{2.7}, soluția 6) și se acoperă cu o prelată care închide un strat de aer vertical de 2 cm, respectiv orizontal de 5 cm (Anexa C_{2.7}, soluția 13).

— pentru fețele verticale:

$$R_{sj}' = R_{sj}'' = 0,126 + 0,190 = 0,316 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

— pentru fețele orizontale:

$$R_{iz}' = 0,126 + 0,190 = 0,316$$

$$R_{sz}'' = \infty$$

Din tabelul C_{2.4} rezultă pentru $R_{sj}' = R_{sj}'' = 0,316$

Procedînd ca la pct. 9.2 b, se obține:

$$d_x = 2,00 \text{ m}; (M_s/R_s)_x = 1,85 - (1,85 - 1,56) \frac{0,316 - 0,300}{0,100} = 1,794$$

$$d_y = 2,50 \text{ m}; (M_s/R_s)_y = 1,33 - (1,33 - 1,14) \frac{0,316 - 0,300}{0,100} = 1,300$$

$$d_z = 1,50 \text{ m}; (M_s/R_s)_z = 1,01 - (1,01 - 0,88) \frac{0,316 - 0,300}{0,100} = 0,989$$

$$(M_s/R_s)_{z'}'' = 0$$

$$M_s/R_s = 1,794 + 1,300 + 0,989 = 4,1 \text{ W/}^\circ\text{Cm}^3$$

$$K_b = K_{bx} = 0,300 < K_{by}; K_{bz}$$

Bilanș energetic pentru elementul de construcție diafragmă

Nivel de asigurare	$\bar{\theta}_{ae}$	Regim termic										Q_s $r_s = 1$ $r_p = 1$ kWh/ m ³			
		Maturizare					Preparare, transport punere în operă								
		θ_b °C	Tip	θ_t °C	θ_c °C	t_r h	t_t h	t_c h	P_{sr} W/m ²	P_{st} W/m ²	Q_{sp} kWh/m ³		θ_p °C		
$t_k = 160$ h (6 zile) conform pct. 9.4 b și 9.5 a															
0	0	4,5	CC _k	4,5	2,5	—	—	156,6	—	—	—	5,0	7	7,2	7,2*
	—5	5,0	TC _k	5,0	3,0	—	34,4	126,6	—	19	0,7	5,7	7	7,2	7,9
	—5	15,0	CC _k	15,0	2,5	—	—	86,0	—	—	—	16,6	21	17,9	17,9
	—5	5,0	TC _k	5,0	1,0	—	111,3	38,5	—	88	9,9	5,5	7	7,2	17,1*
-5	—5	15,0	CC _k	15,0	2,5	—	—	—	—	—	—	17,1	22	21,3	21,3
	—5	5,0	TC _k	5,0	1,0	—	111,3	38,5	—	88	9,9	6,1	9	11,3	21,2*
	—10	5,0	TC _k	5,0	1,0	—	125,0	20,4	—	158	19,7	6,1	9	11,3	31,0*
	—10	5,0	TC _k	5,0	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$t_k = 64$ h (2 zile) conform pct. 9.5 b															
0	0	16,5	CC _k	16,5	10,5	—	—	63,0	—	—	—	18,2	23	19,5	19,5
	—5	13,0	TC _k	13,0	11,2	—	38,2	25,8	—	61	2,3	14,4	18	15,6	17,9
	—5	3,0	RTC _k	3,0	11,5	7,4	22,4	34,2	1149	67	10,0	3,3	5	5,6	15,6*
	—5	13,0	TC _k	13,0	11,0	—	51,4	12,6	—	127	6,5	14,4	18	15,6	22,1
-5	—5	1,0	RTC _k	1,0	11,8	8,7	41,9	13,4	1254	134	16,9	1,1	5	5,6	22,5
	—5	13,0	TC _k	13,0	11,0	—	51,4	12,6	—	127	6,5	14,9	20	19,8	26,3
	—5	1,0	RTC _k	1,0	11,8	8,7	41,9	13,4	1254	134	16,9	1,6	5	8,2	25,1*
	—5	14,0	TC _k	14,0	8,7	—	41,6	22,4	—	207	8,6	16,0	21	20,5	29,1
-10	—10	1,0	RTC _k	1,0	15,0	9,7	33,3	21,4	1294	208	19,0	1,6	5	8,2	27,2*
	—10	1,0	RTC _k	1,0	15,0	9,7	33,3	21,4	1294	208	19,0	1,6	5	8,2	27,2*

B 250 — L^s
Pa 35-31
M_k = 1310
h^oC

M_s/R_s = 12,4
K_b = 0,050
K_s = 1,075
K_t' = 0,200
K_t'' = 0,100
θ_{ias}' = 0_{ic}
= θ_{ae}
u_{ag} = 2_{uo}

B 250-L₈
Pa 35-31
M_k = 1310
h₂₀
M_s/R_s = 12,4
K_b = 0,050
K_s = 1,075
K_t' = 0,200
K_t'' = 0,100
θ_{ag} = 0_{te} = 0_{ae}
u_{ag} = 2%

Din tabelul Anexă C_{4.3} pentru $K_b = 0,200$ și ținind seama de prevederile din Anexa C, pct. 4.3, rezultă pentru $t_k = 160$ h;

$$\bar{\theta}_{ae} = 0^\circ\text{C}; \quad \theta'_b = 2,5 \frac{1-0,2}{1-0,3} = 3^\circ\text{C}$$

$$\bar{\theta}_{ae} = -5^\circ\text{C}; \quad \theta'_b = 4,5 \frac{1-0,2}{1-0,3} + 5 \frac{0,3-0,2}{1-0,3} = 6^\circ\text{C}$$

$$\bar{\theta}_{ae} = -10^\circ\text{C}; \quad \theta'_b = 6 \frac{1-0,2}{1-0,3} + 10 \frac{0,3-0,2}{1-0,3} = 9^\circ\text{C}$$

b. Pentru regimul termic la transport se adoptă din Anexa C_{6.1} soluția 2 a având $K'_t = 0,280$ iar din Anexa C_{6.2} soluția 1 a cu $K''_t = 0,382$; din Anexa C_{6.3} se obțin temperaturile θ_e și θ_p , iar cu datele din Anexa C_{7.3} se calculează Q_{sp} (Anexa C, pct. 7.1).

c. Rezultă regimurile termice din tabelul următor, în care s-a evidențiat și diferența ΔQ_s față de soluțiile analizate la pct. 9.4. a și 9.6.

Regim termic	t_k	$\bar{\theta}_{ae}$	$\bar{\theta}_{ae}$	θ_b	θ_e	θ_p	Q_{so}	$Q_s = Q_{sp}$	ΔQ_s	
									KWh/m ³	%
CC _k	160	0	0	3	4,4	6	1,75	6,4	+ 1,2	+ 14
			-5	6	8,8	11		10,2	+ 4,6	+ 82
			-5	6	11,2	17		17,4	+ 8,4	+ 89
		-5	-10	9	15,6	23	4,35	22,1	+ 12,3	+ 126
			-10	9	15,6	23		22,1	+ 12,3	+ 126
			-10	9	15,6	23		22,1	+ 12,3	+ 126

d. Influența temperaturii betonului la terminarea punerii în operă, θ_b iese în evidență dacă se aplică condițiile de transport și punere în operă de la pct. b. de mai sus variantei de regim termic analizată la pct. 9.4 a; rezultă regimurile termice la transport și preparare din tabelul următor în care s-au evidențiat deasemenea diferențele ΔQ_s față de soluțiile analizate la pct. 9.4 a și 9.6.

Se subliniază faptul că diferențe $(\theta_p - \theta_b)$ este cu atât mai mare cu cât crește temperatura θ_b , ceilalți parametri K'_t ; K''_t ; $\bar{\theta}_{ae}$ rămânând constant (fig. 6.1).

Tot din fig. 6.1 rezultă că diferențele $(\theta_{p1} - \theta_{p2})$ sînt întotdeauna mai mari decît $(\theta_{b1} - \theta_{b2})$.

Regim termic	t_k	$\bar{\theta}_{ae}$	$\bar{\theta}_{ae}$	θ_b	θ_l	θ_p	Q_{so}	$Q_s = Q_{sp}$	ΔQ_s	
									KWh/m ³	%
CC _k	160	0	0	2,5	3,7	5	1,75	5,6	0	0
			-5	3,5	5,2	7		7,2	+ 1,6	+ 28
			-5	3,5	6,6	11		12,8	+ 3,8	+ 42
		-5	-10	4,5	9,0	14	4,35	15,1	+ 5,3	+ 54
			-10	4,5	9,0	14		15,1	+ 5,3	+ 54
			-10	4,5	9,0	14		15,1	+ 5,3	+ 54

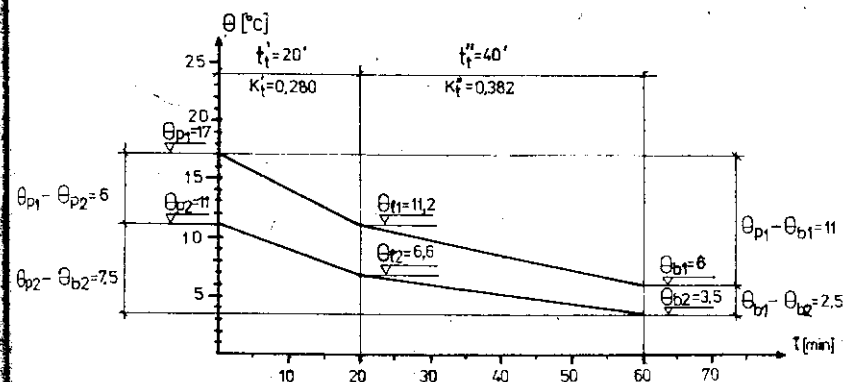


Fig. 6.1.

Ipoteze:

— Transportul betonului cu autoagitator de 5 m³ prevăzut cu capac (Anexa C_{6.1} soluția 2 a), la $D = 5$ Km; $t'_t = 20$; $K'_t = 0,280$.

— Așteptarea în bene de 1 m³ neprotejate și punerea în operă în fundații (Anexa C_{6.3} soluția 1a); $t''_t = 40$; $K''_t = 0,382$.

Pentru aceste motive consumurile specifice minime de energie se obțin întotdeauna în cazul temperaturilor θ_b minime, indiferent de metoda adoptată pentru maturizare (conservarea căldurii sau încălzirea după turnare), dacă randamentele sînt egale ($r_s = r_p$).

**TIPURILE DE BETOANE PENTRU CARE S-AU TIPIZAT SOLUȚII DE
REGIMURI TERMICE ȘI CARACTERISTICILE LOR**

Nr. crt.	Tipul betonului	Limite (*)	Compoziția $\frac{Kg}{m^3}$			A/C	M_k h°C	$\bar{P}_{sex}$
			A	C	Ag			
1	B 150-L ₂ -Pa 35-31	a	162	240		0,68	1576	3,445
		b	170	240	1971	0,73	1686	3,405
		c	178	244		0,73	1686	3,462
2	B 200-L ₃ -Pa 53-31	a	176	289		0,61	1422	4,254
		b	185	289	1886	0,64	1488	4,216
		c	194	303		0,64	1488	4,421
3	B 250-L ₃ -Pa 35-31	a	176	325		0,54	1220	4,900
		b	185	325	1854	0,57	1310	4,886
		c	194	340		0,57	1310	5,112
4	B 250-L ₃ -P 40-31	a	176	298		0,59	1243	5,320
		b	185	298	1818	0,62	1316	5,247
		c	194	313		0,62	1316	5,511
5	B 300-L ₃ -P 40-31	a	185	342		0,54	1108	6,244
		b	195	342	1812	0,57	1189	6,181
		c	205	360		0,57	1189	6,507

b. compoziția de bază;

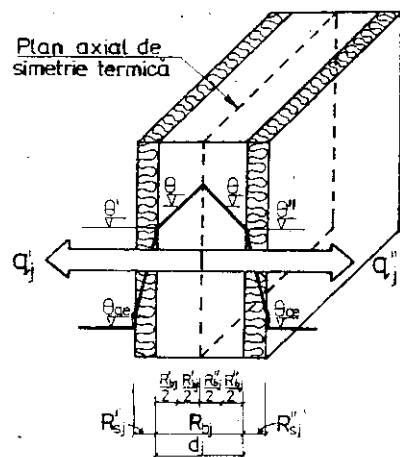
a. limita superioară din punct de vedere al raportului A/C (M_k);

c. limita superioară din punct de vedere al dozajului C;

**EVALUAREA REZISTENȚELOR TERMICE ALE PROTECȚIEI
BETONULUI**

Schema de pro tejare a betonului	Model de calcul	Relatii de evaluare
 Ⓐ Conservarea căldurii		$R'_{sj} = R'_{s1j}$ $R''_{sj} = R''_{s1j}$ R'_{sj}, R''_{sj} - din tabelul C.2.7.a col.2 ^(*)
 Ⓑ Încălzire pe o față		$R'_{sj} = R_{s1j}$ $R''_{sj} = R_{s3j} + R_{s3j} \frac{S_0}{S_3}$ R_{s1j} - din tabel C.2.7.a col.2 ^(*) R_{s3j} - din tabel C.2.7.a col.4 R_{s3j} - din tabel C.2.7.a col.5 ^(*) S_0 = suprafața de separație între mediul încălzitor și beton S_3 = suprafața de separație între mediul încălzitor și aerul ext. evaluate pentru toate elementele închise în aceeași încăntă
 Ⓒ Încălzire pe două fețe		$R'_{sj} = R'_{s0j} + R'_{s3j} \frac{S'_0}{S'_3}$ $R''_{sj} = R''_{s0j} + R''_{s3j} \frac{S''_0}{S''_3}$ R_{s0j}, R_{s0j} - din tabel C.2.7.a col.4 R_{s3j}, R_{s3j} - din tabel C.2.7.a col.5 ^(*) S'_0, S''_0 = suprafețele de separație între mediul încălzitor și beton S'_3, S''_3 = suprafețele de separație între mediul încălzitor și aerul ext. evaluate pentru toate elementele închise în aceeași încăntă

NOTA (*) Valorile $R_{s1j}, R'_{s1j}, R''_{s1j}$ respectiv $R_{s3j}, R'_{s3j}, R''_{s3j}$ extrase din tabelul C.2.7.a col. 2 sau 5 pot fi majorate prin adăugarea valorilor din tabelul C.2.7.b corespunzătoare soluțiilor de sporire a rezistenței termice.

EVALUAREA PARAMETRILOR $\left(\frac{M_s}{R_s}\right)_j$ SI K_{bj} PE DIRECTIONA d_j 

$q_j'; q_j''$ - fluxuri termice de sens contrar pe direcția j

$R_{sj}'; R_{sj}''$ - rezistențe termice ale protecției de pe suprafețe normale pe direcția j

$R_{bj} = \frac{d_j}{2,088}$ - rezistența termică a betonului pe direcția j

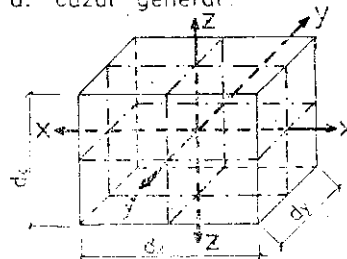
$$\Delta R_{sj} = R_{sj}'' - R_{sj}'$$

Nr. crt.	Schema protecției	Caracteristicile fluxurilor termice și ale protecției	$\left(\frac{M_s}{R_s}\right)_j$ și K_{bj}
a		$q_j' = q_j''$ $R_{sj}' = R_{sj}''$ $\Delta R_{sj} = 0$	$\left(\frac{M_s}{R_s}\right)_j = C.2.4$ K_{bj} - din anexa C.24
b		$q_j' = q_j''$ $R_{sj}'' > R_{sj}'$ $0 < \Delta R_{sj} \leq R_{bj}$	$\left(\frac{M_s}{R_s}\right)_j = C.24 - (C.24 - 2C.25) \frac{\Delta R_{sj}}{R_{bj}}$ $K_{bj} \geq \left(\frac{M_s}{R_s}\right)_j \frac{d_j^2}{2 \times 8,352} \left(1 + \frac{\Delta R_{sj}}{R_{bj}}\right)$
c		$q_j' = q_j''$ $R_{sj}'' < R_{sj}'$ $\Delta R_{sj} = R_{bj}$	$\left(\frac{M_s}{R_s}\right)_j = 2 \times C.25$ K_{bj} din anexa C.25
d		$q_j' < q_j''$ $R_{sj}'' > R_{sj}' + R_{bj}$ $\Delta R_{sj} > R_{bj}$	$\left(\frac{M_s}{R_s}\right)_j = C.25 + C.26$ K_{bj} din anexa C.25

NOTA: C.24, C.25 și C.26 sînt valabile $\left(\frac{M_s}{R_s}\right)_j, \left(\frac{M_s}{R_s}\right)_i, \left(\frac{M_s}{R_s}\right)_z$ din anexele C.24; C.25; C.26
n anexele C.24, C.25 și C.26 se interpolează liniar.

EVALUAREA PARAMETRILOR $\frac{M_s}{R_s}$ SI K_b PENTRU UN ELEMENT DE CONSTRUCTIE

a. Cazul general:



Directiile $j = x, y, z$

$$\frac{M_s}{R_s} = \left(\frac{M_s}{R_s}\right)_x + \left(\frac{M_s}{R_s}\right)_y + \left(\frac{M_s}{R_s}\right)_z$$

b. Cazul particular fundație de formă paralelipedică:

$$\left(\frac{M_s}{R_s}\right)_z = 0; \left(\frac{M_s}{R_s}\right)_x = \left(\frac{M_s}{R_s}\right)_y = \left(\frac{M_s}{R_s}\right)_x$$

c. Cazul particular stîlp

$$z_0 \gg x_0, y_0; \left(\frac{M_s}{R_s}\right)_z = 0; \frac{M_s}{R_s} = \left(\frac{M_s}{R_s}\right)_x + \left(\frac{M_s}{R_s}\right)_y$$

d. Cazul particular grindă

$$y_0 \gg x_0, z_0; \left(\frac{M_s}{R_s}\right)_y = 0; \frac{M_s}{R_s} = \left(\frac{M_s}{R_s}\right)_x + \left(\frac{M_s}{R_s}\right)_z$$

e. Cazul particular diafragmă

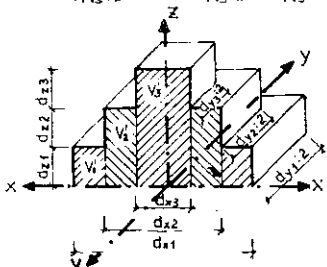
$$y_0, z_0 \gg x_0; \left(\frac{M_s}{R_s}\right)_y = 0; \left(\frac{M_s}{R_s}\right)_z = 0; \frac{M_s}{R_s} = \left(\frac{M_s}{R_s}\right)_x$$

f. Cazul particular placă

$$x_0, y_0 \gg z_0; \left(\frac{M_s}{R_s}\right)_x = 0; \left(\frac{M_s}{R_s}\right)_y = 0; \frac{M_s}{R_s} = \left(\frac{M_s}{R_s}\right)_z$$

g. Cazul particular fundație din mai multe blocuri suprapuse

$$\left(\frac{M_s}{R_s}\right)_z = 0; \left(\frac{M_s}{R_s}\right)_x = \left(\frac{M_s}{R_s}\right)_y = \left(\frac{M_s}{R_s}\right)_x$$



$$V_i = d_{xi} \cdot d_{yi} \cdot d_{zi}; V = (d_{x1} \cdot d_{y1} \cdot d_{z1}) + (d_{x2} \cdot d_{y2} \cdot d_{z2}) + (d_{x3} \cdot d_{y3} \cdot d_{z3})$$

$$V = \sum_{i=1}^n V_i$$

$$\text{Exemplu } V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$V_1 = d_{x1} \cdot d_{y1} \cdot d_{z1}; V_2 = (d_{x2} \cdot d_{y2} \cdot d_{z2}) + (d_{x1} \cdot d_{y1} \cdot d_{z2})$$

$$V_3 = d_{x3} \cdot d_{y3} \cdot d_{z3}; V_3' = d_{x3} \cdot d_{y3} \cdot (d_{z2} + d_{z3} + d_{z1})$$

NOTA: n toate cazurile K_b valoarea minimă dintre K_{bx}, K_{by}, K_{bz} .

* R'_{sj}		$(M_s/R_s)_j$ pentru $\Delta R_{sj} = 0$ și $d_j = [m]$														
		0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
0,050	322,72	196,19	135,23	100,08	77,59	62,18	51,08	42,78	36,41	31,39	27,36	24,07	21,35	19,08		
0,075	229,26	143,43	101,06	76,24	60,10	48,88	40,69	34,49	29,66	25,82	22,70	20,13	17,99	16,18		
0,100	178,61	113,03	80,68	61,57	49,05	40,27	33,81	28,88	25,02	21,93	19,40	17,30	15,54	14,05		
0,125	146,01	93,27	67,14	51,64	41,43	34,24	28,92	24,85	21,64	19,05	16,93	15,17	13,68	12,41		
0,150	123,48	79,38	57,49	44,46	35,86	29,78	25,27	21,80	19,06	16,85	15,03	13,81	12,22	11,12		
0,200	94,35	61,17	44,65	34,79	28,26	23,62	20,17	17,51	15,39	13,68	12,26	11,08	10,07	9,20		
0,300	64,11	41,93	30,87	24,25	19,85	16,71	14,37	12,56	11,12	9,94	8,96	8,14	7,44	6,84		
0,400	48,55	31,98	25,57	18,61	15,29	12,93	11,16	9,79	8,70	7,81	7,06	6,44	5,91	5,44		
0,500	39,06	25,74	19,09	15,10	12,44	10,54	9,13	8,02	7,14	6,43	5,83	5,33	4,89	4,52		
0,600	32,68	21,58	16,03	12,70	10,48	8,90	7,72	6,80	6,06	5,46	4,96	4,54	4,18	3,87		
0,700	28,09	18,57	13,81	10,96	9,06	7,70	6,68	5,90	5,26	4,75	4,32	3,96	3,65	3,38		
0,800	24,63	16,30	12,14	9,64	7,98	6,79	5,90	5,21	4,65	4,20	3,82	3,51	3,23	3,00		
0,900	21,93	14,52	10,82	8,60	7,12	6,07	5,27	4,66	4,17	3,76	3,43	3,15	2,90	2,69		
1,000	19,76	13,10	9,77	7,77	6,44	5,48	4,77	4,22	3,77	3,41	3,11	2,85	2,64	2,45		
1,100	17,99	11,93	8,90	7,08	5,87	5,00	4,35	3,85	3,45	3,12	2,84	2,61	2,41	2,24		
1,200	16,50	10,95	8,17	6,50	5,39	4,60	4,01	3,54	3,17	2,87	2,62	2,41	2,23	2,07		
1,300	15,24	10,12	7,55	6,02	4,99	4,26	3,71	3,28	2,94	2,66	2,43	2,23	2,06	1,92		
1,400	14,16	9,40	7,02	5,59	4,64	3,96	3,45	3,06	2,74	2,48	2,26	2,08	1,93	1,79		

 $K_b \leq 0,050$

ANEXA C. 2.4 (continuare)

R'_{sj}		$(M_s/R_s)_j$ pentru $\Delta R_{sj} = 0$ și $d_j = [m]$														
		0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,50	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
0,050	17,15	15,50	14,09	12,86	11,78	8,01	5,81	4,40	3,45	2,78	2,29	1,92	1,63	1,22		
0,075	14,64	13,31	12,16	11,15	10,27	7,12	5,24	4,02	3,18	2,58	2,14	1,80	1,54	1,16		
0,100	12,77	11,66	10,70	9,85	9,10	6,41	4,77	3,69	2,95	2,41	2,00	1,69	1,45	1,10		
0,125	11,32	10,38	9,55	8,82	8,17	5,82	4,38	3,42	2,74	2,25	1,89	1,60	1,38	1,05		
0,150	10,17	9,35	8,62	7,98	7,41	5,34	4,04	3,18	2,57	2,12	1,78	1,52	1,31	1,00		
0,200	8,45	7,80	7,22	6,71	6,26	4,58	3,51	2,79	2,27	1,89	1,60	1,37	1,19	0,92		
0,300	6,32	5,86	5,45	5,09	4,76	3,56	2,78	2,24	1,85	1,56	1,33	1,16	1,01	0,79		
0,400	5,04	4,69	4,38	4,10	3,85	2,91	2,30	1,88	1,56	1,33	1,14	1,00	0,88	0,70		
0,500	4,20	3,91	3,66	3,43	3,23	2,46	1,96	1,61	1,35	1,16	1,00	0,88	0,78	0,62		
0,600	3,59	3,35	3,14	2,95	2,78	2,13	1,71	1,41	1,19	1,02	0,89	0,78	0,70	0,56		
0,700	3,14	2,92	2,75	2,59	2,44	1,88	1,52	1,26	1,06	0,92	0,80	0,71	0,63	0,51		
0,800	2,79	2,61	2,45	2,30	2,17	1,68	1,36	1,13	0,96	0,83	0,73	0,64	0,58	0,47		
0,900	2,51	2,35	2,21	2,08	1,96	1,52	1,24	1,03	0,88	0,76	0,67	0,59	0,53	0,43		
1,000	2,28	2,14	2,01	1,89	1,79	1,39	1,13	0,94	0,81	0,70	0,62	0,55	0,49	0,40		
1,100	2,09	1,96	1,84	1,73	1,64	1,28	1,04	0,87	0,75	0,65	0,57	0,51	0,46	0,38		
1,200	1,93	1,81	1,70	1,60	1,52	1,18	0,97	0,81	0,69	0,60	0,53	0,48	0,43	0,35		
1,300	1,79	1,68	1,58	1,49	1,41	1,10	0,90	0,76	0,65	0,57	0,50	0,45	0,40	0,33		
1,400	1,67	1,57	1,47	1,39	1,32	1,03	0,84	0,71	0,61	0,53	0,47	0,42	0,38	0,31		

$K_p \approx 0,300$

$K_p \approx 0,400$

$K_b \leq 0,100$

$K_b \leq 0,200$

 $K_b \leq 0,200$ $K_b \leq 0,100$

R'_{sj}		$(M_s/R_s)'_{ij}$ pentru $\Delta R_{sj} = R_{bj}$ și $d_j =$															
		$\Delta R_{sj} = R_{bj} = d_j : 2,088 =$															
		0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75		
1	2	0,048	0,072	0,096	0,120	0,144	0,168	0,192	0,216	0,239	0,263	0,287	0,311	0,335	0,359		
0,050	135,23	77,59	51,08	36,41	27,36	21,35	17,15	14,09	11,78	10,04	9,07	8,48	7,99	7,48	6,96	5,81	$R_b \geq 0,400$
0,075	101,06	60,10	40,69	29,66	22,70	17,99	14,64	12,16	10,27	8,80	7,99	7,48	6,96	6,45	5,94	5,24	
0,100	80,68	49,05	33,81	25,02	19,40	15,54	12,77	10,70	9,10	7,85	7,13	6,62	6,11	5,60	5,10	4,77	
0,125	67,14	41,43	28,92	21,64	16,95	13,68	11,32	9,55	8,17	7,08	6,44	5,88	5,37	4,86	4,38	4,05	
0,150	57,82	35,86	25,27	19,06	15,03	12,22	10,17	8,62	7,41	6,45	5,88	5,37	4,86	4,38	4,05	3,72	
0,200	44,85	28,26	20,17	15,39	12,26	10,07	8,45	7,22	6,26	5,48	4,99	4,33	3,89	3,51	3,15	2,88	$R_b \geq 0,300$
0,300	30,96	19,85	14,37	11,12	8,96	7,44	6,32	5,45	4,76	4,21	3,84	3,38	3,05	2,78	2,52	2,30	
0,400	23,64	15,29	11,16	8,70	7,06	5,91	5,04	4,38	3,85	3,42	3,12	2,77	2,52	2,14	1,96	1,71	
0,500	19,12	12,44	9,13	7,14	5,83	4,89	4,20	3,66	3,23	2,88	2,63	2,27	2,04	1,86	1,65	1,52	
0,600	16,05	10,48	7,72	6,06	4,96	4,32	3,65	3,14	2,78	2,48	2,19	2,00	1,80	1,65	1,48	1,36	
0,700	13,83	9,06	6,69	5,26	4,32	3,65	3,14	2,75	2,44	2,19	1,95	1,79	1,61	1,48	1,34	1,24	
0,800	12,15	7,97	5,90	4,65	3,82	3,23	2,79	2,45	2,17	1,95	1,76	1,61	1,46	1,34	1,24	1,13	
0,900	10,83	7,12	4,22	4,17	3,43	2,90	2,51	2,21	1,96	1,76	1,61	1,47	1,33	1,22	1,13	1,04	
1,000	9,78	6,44	4,77	3,77	3,11	2,64	2,28	2,01	1,79	1,64	1,48	1,35	1,23	1,13	1,04	0,97	
1,100	8,91	5,87	4,36	3,45	2,84	2,41	2,09	1,84	1,64	1,48	1,35	1,23	1,13	1,04	0,97	0,90	
1,200	8,18	5,39	4,01	3,17	2,62	2,23	1,93	1,70	1,52	1,37	1,25	1,13	1,04	0,97	0,90	0,83	

 $R_b \leq 0,050$ $R_b \leq 0,100$

R'_{sj}	$(M_s/R_{sj})'_j$ pentru $\Delta R_{sj} = R_{bj}$ și $d_j =$																
	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,50			
	$\Delta R_{sj} = R_{bj} = d_j : 2,088 =$																
1	0,383	0,407	0,431	0,455	0,479	0,599	0,718	0,838	0,958	1,078	1,197	1,317	1,437	1,676	14	15	
0,050	5,17	4,64	4,18	3,79	3,45	2,29	1,63	1,22	0,94	0,75	0,62	0,51	0,43	0,32	0,43	0,32	
0,075	4,69	4,22	3,82	3,48	3,18	2,14	1,54	1,16	0,90	0,72	0,59	0,50	0,42	0,31	0,42	0,31	
0,100	4,29	3,88	3,52	3,21	2,95	2,00	1,45	1,10	0,86	0,70	0,57	0,48	0,41	0,30	0,41	0,30	
0,125	3,95	3,58	3,26	2,99	2,74	1,83	1,37	1,05	0,83	0,67	0,55	0,46	0,39	0,30	0,39	0,30	
0,150	3,66	3,33	3,04	2,79	2,57	1,78	1,31	1,00	0,80	0,65	0,53	0,45	0,38	0,29	0,38	0,29	
0,200	3,19	2,92	2,67	2,46	2,23	1,60	1,19	0,92	0,74	0,60	0,50	0,42	0,36	0,28	0,36	0,28	
0,300	2,54	2,34	2,16	2,00	1,85	1,33	1,01	0,80	0,64	0,53	0,45	0,38	0,33	0,25	0,33	0,25	
0,400	2,11	1,95	1,81	1,68	1,56	1,14	0,88	0,70	0,57	0,47	0,40	0,34	0,30	0,23	0,30	0,23	
0,500	1,81	1,67	1,55	1,45	1,35	1,00	0,78	0,62	0,51	0,43	0,36	0,31	0,27	0,21	0,27	0,21	
0,600	1,57	1,46	1,36	1,27	1,19	0,89	0,70	0,56	0,46	0,39	0,33	0,29	0,25	0,20	0,25	0,20	
0,700	1,40	1,30	1,21	1,13	1,06	0,80	0,63	0,51	0,42	0,36	0,31	0,27	0,24	0,19	0,24	0,19	
0,800	1,26	1,17	1,08	1,02	0,96	0,73	0,58	0,47	0,39	0,33	0,29	0,25	0,22	0,17	0,22	0,17	
0,900	1,15	1,07	1,00	0,93	0,88	0,67	0,53	0,46	0,36	0,31	0,27	0,23	0,21	0,16	0,21	0,16	
1,000	1,05	0,98	0,91	0,86	0,81	0,62	0,49	0,40	0,34	0,29	0,25	0,22	0,19	0,16	0,19	0,16	
1,100	0,97	0,90	0,84	0,79	0,75	0,57	0,46	0,38	0,32	0,27	0,24	0,21	0,18	0,15	0,21	0,18	
1,200	0,87	0,84	0,78	0,74	0,70	0,53	0,43	0,35	0,30	0,26	0,22	0,20	0,17	0,14	0,20	0,17	
																$R_{bj} \leq 0,400$	
																$R_{bj} \leq 0,300$	
																$R_{bj} \leq 0,200$	

ANEXA C₂

R_{sf}''		$(M_s/R_s)''$ pentru $\Delta R_{sf} > R_{bf}$ și $d_f = [m]$														
		0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,150		66,67	44,44	33,33	26,67	22,22										
0,200		50,00	33,31	25,00	20,00	16,67	14,29	12,50	11,11	10,00						
0,300		33,33	22,22	16,67	13,33	11,11	9,52	8,33	7,41	6,67	6,06	5,56	5,13	4,76		
0,400		25,00	16,67	12,50	10,00	8,33	7,14	6,25	5,56	5,00	4,55	4,17	3,85	3,57	3,33	
0,500		20,00	13,33	10,00	8,00	6,67	5,71	5,00	4,44	4,00	3,64	3,33	3,08	2,86	2,67	
0,600		16,67	11,11	8,33	6,67	5,56	4,76	4,17	3,70	3,33	3,03	2,78	2,56	2,38	2,22	
0,700		14,29	9,52	7,14	5,71	4,76	4,08	3,57	3,17	2,86	2,60	2,38	2,20	2,04	1,90	
0,800		12,50	8,33	6,25	5,00	4,17	3,57	3,13	2,78	2,50	2,27	2,08	1,92	1,79	1,67	
0,900		11,11	7,41	5,56	4,44	3,70	3,17	2,78	2,47	2,22	2,02	1,85	1,71	1,59	1,48	
1,000		10,00	6,67	5,00	4,00	3,33	2,86	2,50	2,22	2,00	1,82	1,67	1,54	1,43	1,33	
1,100		9,09	6,06	4,55	3,64	3,03	2,60	2,27	2,02	1,82	1,65	1,52	1,40	1,30	1,21	
1,200		8,33	5,56	4,17	3,33	2,78	2,38	2,08	1,85	1,67	1,52	1,39	1,28	1,19	1,11	
1,300		7,69	4,96	3,85	3,08	2,56	2,20	1,92	1,71	1,54	1,40	1,28	1,18	1,10	1,03	
1,400		7,14	4,76	3,57	2,86	2,38	2,04	1,79	1,59	1,43	1,30	1,19	1,10	1,02	0,95	
1,500		6,67	4,44	3,33	2,67	2,22	1,90	1,67	1,48	1,33	1,21	1,11	1,03	0,95	0,89	
1,600		6,25	4,17	3,13	2,50	2,08	1,79	1,56	1,39	1,25	1,14	1,04	0,96	0,89	0,83	
1,700		5,88	3,92	2,94	2,35	1,96	1,68	1,47	1,31	1,18	1,07	0,98	0,90	0,84	0,78	
∞	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

R_{sf}''	$(M_s/R_s)''$ pentru $\Delta R_{sf} > R_{bf}$ și $d_f = [m]$														
	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,150	3,13	2,94	2,78	2,63	2,50	2,38	2,27	2,17	2,08	2,00	1,92	1,85	1,79	1,73	1,67
0,200	2,50	2,35	2,22	2,11	2,00	1,90	1,81	1,73	1,66	1,60	1,54	1,48	1,43	1,38	1,33
0,300	1,79	1,68	1,59	1,50	1,43	1,37	1,31	1,25	1,20	1,15	1,10	1,06	1,02	0,98	0,94
0,400	1,56	1,47	1,39	1,32	1,25	1,19	1,14	1,09	1,05	1,01	0,97	0,93	0,90	0,87	0,84
0,500	1,39	1,31	1,23	1,17	1,11	1,06	1,01	0,97	0,93	0,89	0,86	0,83	0,80	0,77	0,75
0,600	1,25	1,18	1,11	1,05	1,00	0,96	0,91	0,87	0,83	0,80	0,77	0,74	0,71	0,69	0,66
0,700	1,14	1,07	1,01	0,96	0,91	0,87	0,83	0,80	0,77	0,74	0,71	0,68	0,65	0,63	0,60
0,800	1,04	0,98	0,93	0,88	0,83	0,79	0,75	0,71	0,68	0,65	0,62	0,60	0,57	0,55	0,53
0,900	0,96	0,90	0,85	0,81	0,77	0,73	0,69	0,66	0,63	0,60	0,57	0,55	0,52	0,50	0,48
1,000	0,89	0,84	0,79	0,75	0,71	0,67	0,63	0,60	0,57	0,54	0,51	0,49	0,46	0,44	0,42
1,100	0,83	0,78	0,74	0,70	0,66	0,63	0,60	0,57	0,54	0,51	0,48	0,46	0,43	0,41	0,39
1,200	0,78	0,71	0,69	0,66	0,63	0,60	0,57	0,54	0,51	0,48	0,46	0,43	0,41	0,39	0,37
1,300	0,74	0,69	0,65	0,62	0,59	0,57	0,54	0,51	0,48	0,46	0,43	0,41	0,39	0,37	0,35
1,400	0,70	0,65	0,61	0,58	0,55	0,52	0,50	0,47	0,45	0,42	0,40	0,38	0,36	0,34	0,32
1,500	0,66	0,61	0,57	0,54	0,51	0,48	0,46	0,43	0,41	0,39	0,37	0,35	0,33	0,31	0,29
1,600	0,62	0,57	0,53	0,50	0,47	0,45	0,42	0,40	0,38	0,36	0,34	0,32	0,30	0,28	0,26
1,700	0,58	0,53	0,49	0,46	0,43	0,41	0,39	0,37	0,35	0,33	0,31	0,29	0,27	0,25	0,23
∞	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**REZISTENȚELE TERMICE ALE UNOR SOLUȚII RECOMANDATE
PENTRU PROTEJAREA SUPRAFEȚELOR ELEMENTELOR DE
CONSTRUCȚIE DIN BETON**

C_{2.7a}

Nr. crt.	Soluția de protejare	Răcire naturală	Încălzire după turnare		
		R_{s1f}	Mediu încălzit	R_{sof}	R_{soj}
0	1	2	3	4	5
1	Folie de polietilenă de 1 mm grosime.	0,049	abur aer	0,010 0,049	0,053 0,092
2	Prelată din pânză impermeabilă de 3 mm.	0,073	abur aer	— —	0,077 0,116
3	Prelată din pânză impermeabilă de 3 mm cuplată cu folie de 1 mm gros.	0,079	abur aer	— —	0,083 0,122
4	Plapumă din poliuretan de 3 cm grosime între două folii de polietilenă de 1 mm.	0,651	abur aer	— —	0,655 0,694
5	Idem cu 4 cm de poliuretan	0,713	abur aer	— —	0,717 0,756
6	Panouri de cofraj din placaj F de 10 mm tipizate neizolate termic	0,117	abur aer	— 0,126	0,121 0,160
7	Idem, izolate termic cu 5 cm pislă minerală ($\rho = 250 \text{ Kg/m}^3$; $\lambda = 0,08$)	0,696	abur aer	— —	0,700 0,739
8	Cofraje metalice neprotejate termic	0,043	abur aer	0,004 0,043	0,047 0,086
9	Idem, izolate termic cu 6 cm de pislă minerală având 9,5% punți termice	0,722	—	—	—
10	Cofraje metalice încălzitoare (perete dublu) protejate la exterior cu 6 cm vară minerală de sticlă (100 Kg/m^3) sau 8 cm de pislă minerală (250 Kg/m^3) și 14,3% punți termice.	1,060	abur aer	0,004 0,043	0,904 0,943
11	Terenul de fundație (dezghetat)	∞	—	—	—

**SPORIREA REZISTENȚELOR TERMICE R_{s1f} ; R_{sof} PRIN
PROTEJAREA SUPLIMENTARĂ CU FOLIE DE POLIETILENĂ SAU
PRELATĂ CE ÎNCHID UN STRAT DE AER STAȚIONAR**

C_{2.7b}

Nr. crt.	Soluția de protejare	Strat de aer								
		vertical, de grosime					Flux termic	orizontal de grosime		
		1 cm	2 cm	5 cm	10 cm	15 cm		1 cm	2 cm	5 cm
12	Soluția 1 tabel C _{2.7a}	0,146	0,166	0,186	0,176	0,166	ascend. descend.	0,146 0,156	0,156 0,176	0,166 0,186
13	Soluția 2 tabel C _{2.7a}	0,170	0,190	0,210	0,200	0,190	ascend. descend.	0,170 0,180	0,180 0,200	0,190 0,210
14	Soluția 3 tabel C _{2.7a}	0,176	0,196	0,216	0,206	0,196	ascend. descend.	0,176 0,186	0,186 0,206	0,196 0,216

ANEXA C₃
TIPURILE DE REGIMURI TERMICE PROIECTATE ÎN FUNCȚIE DE PARA-
METRII CARACTERISTICI

$$\bar{\theta}_{ae} = 0^{\circ}\text{C}; -5^{\circ}\text{C}; -10^{\circ}\text{C}$$

$$\frac{M_s}{R_s} = \text{variabil}$$

Nr. crt.	Tipul betonului	K_b	t_k [h]	Anexele ce conțin regimurile termice tipizate pentru metoda			
				Conservarea căldurii CC_k	Încălzirea după turnare		
					TC_k	RC_k	RTC_k
0	1	2	3	4	5	6	7
1	B 150-L ₂ -Pa 35-31	0,200	var*	C _{4.1}	—	—	—
2	B 200-L ₃ -Pa 35-31	0,200	var*	C _{4.2}	—	—	—
			0,050	var*	—	—	—
			160	C _{4.5}	C _{5.1}	—	—
3	B 250-L ₃ -Pa 35-31	0,200	64	C _{4.5}	C _{5.3}	C _{5.5}	C _{5.7}
			var*	C _{4.3}	—	—	—
			0,050	var*	—	—	—
4	B 250-L ₃ -P 40-31	0,200	160	C _{4.6}	C _{5.1}	—	—
			64	C _{4.6}	C _{5.3}	C _{5.5}	C _{5.8}
			var*	C _{4.4}	—	—	—
5	B 300-L ₃ -P 40-31	0,050	var*	C _{4.7}	—	—	—
			160	C _{4.7}	C _{5.2}	—	—
			64	C _{4.7}	C _{5.4}	C _{6.6}	C _{5.9}
6	B 300-L ₃ -P 40-31	0,050	var*	C _{4.8}	—	—	—
			160	C _{4.8}	C _{5.2}	—	—
			64	C _{4.8}	C _{5.4}	C _{5.6}	C _{5.10}

(*) Variabil între 64 h ... 160 h (și peste) sau 2 zile ... 6 zile (și peste)

Regim termic CC_k
Element de construcție $K_b = 0,200$
Beton B 150-L₂-Pa 35-31; $M_k = 1686 \text{ h}^{\circ}\text{C}$

ANEXA C_{4.1}

$\bar{\theta}_{ae}$ °C	$\frac{M_s}{R_s}$	$>6z = 160h$						$6z = 160h$						$5z = 136h$						$4z = 112h$						$3z = 88h$						$2z = 64h$												
		θ_b		t_c	θ_b		t_c	θ_b		t_c	θ_b		t_c	θ_b		t_c	θ_b		t_c	θ_b		t_c	θ_b		t_c	θ_b		t_c	θ_b		t_c	θ_b		t_c	θ_b		t_c	θ_b		t_c				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
0	1	1,5	8,7	210	3,5	10,7	142	4,5	11,7	127	6,5	13,7	108	10,5	17,7	86	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2	1,5	7,5	224	3,5	9,4	149	4,5	10,4	132	6,5	12,3	112	10,5	16,1	88	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	3	1,5	6,5	241	3,5	8,3	157	5,5	10,0	126	7,5	11,8	109	11,5	15,4	88	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	4	1,5	5,4	262	4,5	8,0	145	5,5	8,8	131	7,5	11,5	112	12,5	14,7	87	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5	1,5	4,5	289	4,5	6,9	153	5,5	7,7	136	8,5	10,0	111	13,5	14,1	86	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	6	1,5	3,5	322	5,5	6,6	144	6,5	7,3	132	9,5	9,4	108	14	13,3	86	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	7	1,5	2,6	364	5,5	5,6	151	6,5	6,2	136	10	8,9	107	15	12,6	86	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	8	1,5	2,0	437	6	5,4	151	7	5,9	136	10	7,8	112	16	11,9	85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	9	1,5	1,1	437	7	4,5	161	8	5,6	135	11	7,2	112	16	10,5	88	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	10	2	1,1	437	8	3,7	155	10	5,2	133	12	6,8	112	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	11	4	1,4	311	8	3,3	155	11	4,8	132	13	6,3	111	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	12	5	1,2	288	9	3,3	155	11	4,4	132	14	5,8	112	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	14	8	1,2	233	11	2,5	159	13	3,5	135	16	4,9	112	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	16	12	1,4	190	14	2,2	152	16	3,1	130	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	-5	1	1,5	7,4	263	3,5	10,1	158	5,5	12,3	125	7,5	14,4	108	11,5	18,4	86	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		2	1,5	1,4	480	4,5	8,7	153	6,5	10,9	125	8,5	13,0	108	12,5	17,1	87	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3		3	2,3	313	5,5	7,4	150	7,5	9,6	124	9,5	11,6	109	13,5	15,7	87	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
4		5	4,3	189	6	5,9	149	7,5	7,2	132	10,5	10,3	107	14,5	14,3	87	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
5		6	2,3	183	7	4,4	159	9	6,9	128	11	8,9	111	16	13,8	85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
6		8	2,4	175	9	4,2	146	10	5,4	132	13	8,5	106	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
7		10	2,0	163	11	3,8	139	12	5,1	126	14	7,2	109	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	8	—	—	—	12	1,5	158	13	3,4	134	15	5,7	112	—	—	—	—	—	—
	9	—	—	—	—	—	—	15	2,8	130	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-10	1	1,5	3,7	449	4,5	10,7	152	5,5	11,8	136	8,5	15,1	109	12,5	19,2	87	—	—	—
	2	3,5	3,5	256	5,5	7,9	159	7,5	10,5	129	9,5	12,7	112	13,5	17,1	88	—	—	—
	3	6	4,5	181	7	6,3	156	9,5	9,2	122	-11,5	11,5	107	15,5	15,9	86	—	—	—
	4	8	2,2	184	9	4,9	149	10	6,4	134	13	10,2	107	16	13,7	88	—	—	—
	5	—	—	—	11	2,8	154	12	4,9	133	14	7,8	112	—	—	—	—	—	—
	6	—	—	—	—	—	—	14	3,1	136	16	6,5	110	—	—	—	—	—	—
	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Regim termic CC_k
 Element de construcție $K_b = 0,200$
 Beton B 200-I₃-Pa 35-31; $M_k = 1488$ h°C

$\bar{\theta}_{us}$	$\frac{M_s}{R_s}$	$\geq 6z = 160$ h			$6z = 160$ h			$5z = 136$ h			$4z = 112$ h			$3z = 88$ h			$2z = 64$ h		
		θ_b	θ_c	t_c	θ_b	θ_c	t_c	θ_b	θ_c	t_c	θ_b	θ_c	t_c	θ_b	θ_c	t_c	θ_b	θ_c	t_c
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0°	1	1,5	9,6	176	2,5	10,6	141	3,5	11,7	121	4,5	12,7	109	7,5	15,7	87	13,5	21,7	64
	2	1,5	8,6	186	2,5	9,6	148	3,5	10,5	127	5,5	12,5	104	8,5	15,3	85	14,5	21,2	64
	3	1,5	7,3	196	2,5	8,5	155	3,5	9,5	131	5,5	11,3	107	8,5	14,0	87	15,5	20,6	63
	4	1,5	6,7	209	3,5	8,4	137	4,5	9,3	121	5,5	10,2	110	9,5	13,6	86	15,5	19,1	64
	5	1,5	5,8	224	3,5	7,5	144	4,5	8,3	126	6,5	9,9	106	9,5	12,3	88	16,5	18,4	64
	6	1,5	4,9	243	3,5	6,5	152	4,5	7,3	132	6,5	8,8	108	10,5	11,9	87	—	—	—
	7	1,5	4,1	266	4,5	6,4	138	5,5	7,1	124	7,5	8,5	106	11,5	11,4	85	—	—	—
	8	1,5	3,3	293	4,5	5,6	146	5,5	6,2	129	7,5	7,5	109	12	10,9	85	—	—	—
	9	1,5	2,6	326	4,5	4,7	154	5,5	5,3	133	8	7,3	109	12	9,8	88	—	—	—
	10	1,5	2,1	386	5	4,7	154	6	5,3	133	9	6,9	106	13	9,4	87	—	—	—
	11	1,5	1,2	386	6	4,4	143	7	4,9	128	9	6,1	111	14	9,0	85	—	—	—
	12	2	1,3	386	6	3,6	154	7	4,2	136	10	5,8	110	15	8,6	86	—	—	—
	14	4	1,0	294	8	3,1	145	9	3,6	133	12	5,1	108	16	7,1	88	—	—	—
	16	7	1,2	219	10	2,5	147	11	2,9	132	14	4,4	108	—	—	—	—	—	—
	1	1,5	8,8	209	2,5	10,2	158	3,5	11,3	132	5,5	13,5	107	8,5	16,6	87	14,5	22,7	64
	2	1,5	4,9	311	3,5	9,1	147	4,5	10,2	127	6,5	12,4	105	9,5	15,5	87	15,5	21,6	64
	3	2,5	3,7	258	4,5	8,0	140	5,5	9,2	123	6,5	10,3	112	10,5	14,4	86	16,5	20,4	64
-5°	4	3,5	3,3	207	5,5	6,5	136	5,5	7,0	136	7,5	9,3	111	11,5	13,3	86	—	—	—
	5	5	3,0	176	6	5,7	143	7	6,9	117	8,5	8,2	108	12,5	12,2	85	—	—	—
	6	6	2,6	171	7	4,6	139	8	5,9	122	9	7,1	112	13	11,1	87	—	—	—
	7	—	—	—	8	3,2	144	9	4,8	125	11	7,0	105	14	9,9	87	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	8	9	10	11	12	2,3	141	10	3,7	131	12	5,8	107	15	8,8	88	—	—	—
						1,1	148	12	3,2	122	13	4,6	110	16	7,8	88	—	—	—
						—	—	13	1,1	136	15	4,5	104	—	—	—	—	—	—
						—	—	15	1,1	129	16	3,2	109	—	—	—	—	—	—
						—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1	1,5	7,1	295	3,5	10,9	147	4,5	12,1	128	6,5	14,3	103	9,5	17,4	87	15,5	23,5	64
	2	2,5	2,4	304	4,5	8,5	148	5,5	9,9	130	7,5	12,3	108	10,5	15,6	88	—	—	—
	3	4,5	4,1	181	5,5	6,1	154	6,5	7,7	133	8,5	10,3	110	12,5	14,8	85	—	—	—
	4	6	1,1	202	7	5,0	145	8	6,7	127	10	9,4	107	14	13,9	84	—	—	—
-10°	5	—	—	—	9	3,9	138	10	5,8	121	11	7,2	111	15	12,2	84	—	—	—
	6	—	—	—	—	—	—	11	4,8	136	13	6,4	107	16	10,3	87	—	—	—
	7	—	—	—	—	—	—	14	3,8	115	15	5,7	103	—	—	—	—	—	—
	8	—	—	—	—	—	—	16	2,5	116	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Regim termic CC_k
 Element de construcție $K_b = 0,200$
 Beton B 250-L₃ Pa 35-31; $M_k = 1310$ h°C

$\bar{\theta}_{as}$	$\frac{M_s}{R_s}$	$\geq 6z = 160$ h			$6z = 160$ h			$5z = 136$ h			$4z = 112$ h			$3z = 88$ h			$2z = 64$ h		
		θ_b	θ_c	t_c	θ_b	θ_c	t_c	θ_b	θ_c	t_c	θ_b	θ_c	t_c	θ_b	θ_c	t_c	θ_b	θ_c	t_c
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0°C	1	—	—	—	1,5	9,8	153	2,5	10,9	123	3,5	11,9	106	5,5	14,0	87	10,5	19,1	64
	2	1,5	—	—	1,5	8,9	160	2,5	9,9	128	3,5	10,9	110	6,5	13,8	84	11,5	18,6	64
	3	1,5	8,1	168	2,5	9,1	133	2,5	9,1	133	4,5	10,8	101	6,5	12,8	86	12,5	18,3	62
	4	1,5	7,3	176	2,5	8,2	139	3,5	9,0	118	4,5	9,9	104	6,5	11,7	88	12,5	17,1	64
	5	1,5	6,5	183	2,5	7,3	145	3,5	8,2	122	4,5	9,1	108	7,5	11,5	85	13,5	16,8	63
	6	1,5	5,7	198	2,5	6,5	153	3,5	7,3	127	4,5	8,1	112	7,5	10,5	88	13,5	15,5	64
	7	1,5	4,9	214	3,5	6,3	134	3,5	6,5	134	5,5	8,0	105	8,5	10,3	85	14,5	15,1	64
	8	1,5	4,2	231	3,5	5,8	141	4,5	6,4	121	5,5	7,3	109	8,5	9,3	88	15	14,8	64
	9	1,5	3,5	251	3,5	5,0	151	4,5	5,8	127	5,5	6,4	112	8,5	8,4	88	16	14,4	62
	10	1,5	2,8	278	3,5	4,2	160	4,5	5,1	135	6,5	6,2	106	9	8,3	88	16	13,2	64
	11	1,5	2,2	306	4,5	4,1	136	4,4	4,2	136	7	6,1	106	10	7,9	87	—	—	—
	12	1,5	1,7	340	5	4,0	136	5	4,1	136	7	5,5	111	11	7,7	86	—	—	—
	14	2	1,2	340	6	3,5	138	7	4,0	122	8	4,6	112	12	6,7	87	—	—	—
	16	4	1,0	257	7	2,6	145	8	3,2	128	10	4,2	107	14	6,2	85	—	—	—
	1	1,5	9,3	177	2,5	10,6	136	2,5	10,6	136	4,5	12,7	102	6,5	14,7	87	12,5	20,7	63
	2	1,5	6,4	233	2,5	8,4	154	3,5	9,8	125	4,5	10,9	109	7,5	14,1	87	12,5	19,2	64
	3	2,5	5,7	191	3,5	7,7	140	4,5	9,0	118	5,5	10,1	105	7,5	12,2	88	13,5	18,3	64
	4	3,5	5,1	169	4,5	6,9	130	4,5	6,9	130	5,5	8,2	112	8,5	11,4	88	14,5	17,5	63
	5	—	—	—	4,5	4,6	147	5,5	6,6	124	6,5	7,4	110	9,5	10,6	87	15,5	16,6	63
	6	—	—	—	5	3,2	157	6	5,7	126	7	6,5	112	10	9,7	88	16	15,7	64
	7	—	—	—	6	2,1	157	7	4,4	126	8	5,8	109	11	8,9	87	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	8							8	3,3	126	9	4,8	110	12	8,1	86			
	9							9	2,3	131	10	4,3	111	13	7,2	87			
	10							11	1,6	115	12	4,2	102	14	6,5	87			
	11										13	3,0	107	15	5,4	88			
	12										14	2,5	112	16	4,8	88			
	14																		
-10°C	1	1,5	8,3	220	2,5	10,1	153	3,5	11,4	126	4,5	12,6	111	7,5	15,9	86	12,5	21,1	64
	2	2,5	5,0	227	3,5	8,1	151	4,5	9,7	124	5,5	11,0	110	8,5	14,3	86	13,5	19,6	64
	3				4,5	5,9	151	5,5	7,8	125	6,5	9,2	111	9,5	12,7	87	15,5	19,3	63
	4							6	5,4	131	7,5	7,5	110	10,5	11,1	88	16,5	17,9	63
	5							8	5,3	119	9	6,9	106	12	10,7	85			
	6										10	4,8	112	13	9,2	86			
	7										12	4,3	107	14	7,5	88			
	8										14	3,6	103	15	5,3	88			
	9																		

Regim termic CC_k
 Element de construcție $K_b = 0,200$
 Beton B 250-L_g-P 40-31; $M_k = 1324$ h°C.

$\bar{\theta}_{ae}$	$\frac{M_s}{R_s}$	$>6 z = 160$ h			6 z = 160 h			5 z = 136 h			4 z = 112 h			3 z = 88 h			2 z = 64 h			
		θ_b	θ_c	t_c	θ_b	θ_c	t_c	θ_b	θ_c	t_c	θ_b	θ_c	t_c	θ_b	θ_c	t_c	$\dot{\theta}_b$	θ_c	t_c	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
0°C	1	—	—	—	—	1,5	10,5	149	2,5	11,6	121	3,5	12,6	105	5,5	14,6	87	10,5	20,1	64
	2	—	—	—	—	1,5	9,7	155	2,5	10,7	125	3,5	11,7	108	6,5	14,5	83	11,5	19,5	63
	3	1,5	8,7	162	2,5	2,5	9,6	130	2,5	9,6	130	3,5	10,6	112	6,5	13,4	86	11,5	18,2	64
	4	1,5	7,8	170	2,5	2,5	8,7	136	2,5	8,7	136	4,5	10,4	104	6,4	12,3	88	12,5	17,8	64
	5	1,5	6,9	179	2,5	2,5	7,8	141	3,5	8,6	120	4,5	9,5	107	7,5	12,2	85	13,5	17,5	63
	6	1,5	6,3	190	2,5	2,5	7,0	148	3,5	7,8	125	4,5	8,7	110	7,5	11,1	87	13,5	16,2	64
	7	1,5	5,6	202	2,5	2,5	6,3	156	3,5	7,1	131	5,5	8,6	104	8,5	10,9	85	14,5	15,8	63
	8	1,5	4,8	217	3,5	3,5	6,2	136	3,5	6,3	136	5,5	7,8	107	8,5	10,0	87	14	13,4	64
	9	1,5	4,1	235	3,5	3,5	5,6	144	4,5	6,2	124	5,5	7,6	112	9,5	9,7	85	15	14,2	64
	10	1,5	3,4	257	3,5	3,5	4,9	154	4,5	5,6	129	6,5	6,9	107	10	9,5	85	16	13,8	64
	11	1,5	2,8	282	4,5	4,5	4,5	136	4,5	4,9	136	7	6,3	107	10	8,0	88	—	—	—
	12	1,5	2,2	312	5	5	4,3	136	5	4,8	136	7	6,3	107	10	8,0	88	—	—	—
	14	2	1,1	340	5	5	3,4	153	6	4,0	129	8	5,1	109	12	7,1	87	—	—	—
	16	3	1,0	297	6	6	2,6	157	7	3,1	136	9	4,2	112	13	6,1	88	—	—	—
	—5°C	1	1,5	10,2	171	2,5	11,4	132	2,5	11,4	132	3,5	12,5	112	6,5	15,6	87	11,5	20,8	64
		2	1,5	7,4	215	2,5	9,3	148	3,5	10,5	122	4,5	11,7	107	7,5	15,1	84	12,5	20,0	64
3		1,5	1,7	378	3,5	8,5	135	3,5	8,5	135	5,5	11,0	103	7,5	13,1	88	13,5	19,1	36	
4		2,5	2,7	246	3,5	6,1	157	4,5	7,8	126	5,5	9,0	110	8,5	12,2	87	14,5	18,3	63	
5		3,5	3,2	184	4,5	5,5	143	5,5	7,0	121	6,5	8,2	108	9,5	11,3	86	15,5	17,4	63	
6		—	—	—	—	5	4,3	127	5,5	6,3	127	7,5	7,5	102	10,5	10,5	84	16,5	17,0	62
7		—	—	—	—	6	3,6	140	7	5,3	119	8	6,6	106	11	9,6	86	—	—	—

$\bar{\theta}_{ae}$ °C	$> 6 z = 160 h$				$6 z = 160 h$				$5 z = 136 h$				$4 z = 121 h$				$3 z = 88 h$				$2 z = 64 h$							
	$\frac{M_s}{R_s}$		t_c		θ_b		θ_c		t_c		θ_b		θ_c		t_c		θ_b		θ_c		t_c		θ_b		θ_c			
	θ_b	t_c	θ_b	t_c	θ_b	t_c	θ_b	t_c	θ_b	t_c	θ_b	t_c	θ_b	t_c	θ_b	t_c	θ_b	t_c	θ_b	t_c	θ_b	t_c	θ_b	t_c	θ_b	t_c		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20									
0	1	1,5	10	171	2,5	11	138	3,5	12	116	4,5	13	103	6,5	15	87	12,5	20	62									
	2	1,5	9	181	2,5	10	143	3,5	11	121	4,5	12	108	7,5	14	84	12,5	19	94									
	3	1,5	8	184	2,5	9	149	3,5	10	126	4,5	10	111	7,5	13	87	13,5	19	63									
	4	1,5	7	184	2,5	8	157	3,5	9	131	4,5	10	105	8,5	13	84	14,5	18	61									
	5	1,5	6	214	3,5	8	138	4,5	9	120	6,5	9	99	8,5	12	87	14,5	17	63									
	6	1,5	5	229	3,5	7	146	4,5	8	126	6,5	9	104	9,5	11	85	15,5	16	63									
	7	1,5	4	261	3,5	6	159	4,5	7	135	6,5	8	110	10,5	11	84	16	14	64									
	8	1,5	3	288	4,5	5	143	5,5	7	126	7,5	8	105	11	10	84	17	15	62									
	9	1,5	3	319	4,5	5	152	5,5	6	129	7,5	8	105	11	9	87	18	14	61									
	10	1,5	2	378	5	4	152	6	5	129	8	6	109	12	9	83	18	13	64									
	11	1,5	2	378	5	3	160	7	5	125	9	6	106	12	8	88	19	12	63									
	12	2	1	378	6	3	151	7	4	133	9	5	112	13	7	88	20	12	62									
	14	4	1	282	7	2	153	8	3	135	10	4	112	14	6	88	—	—	—									
	16	7	1	197	9	2	148	10	2	132	12	3	110	16	5	86	—	—	—									
	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
	•	1	1,5	8	198	2,5	10	147	3,5	11	122	4,5	12	107	17	15	84	13,5	21	60								
2		1,5	5	295	3,5	9	136	3,5	9	136	5,5	11	104	8,5	14	82	13,5	19	63									
3		2,5	4	238	3,5	8	158	4,5	8	127	5,5	9	111	9,5	13	82	14,5	18	62									
4		3,5	4	188	4,5	6	146	5,5	7	122	6,5	8	109	9,5	11	86	15,5	17	62									
5		—	—	—	—	5	4	149	6	5	127	7,5	8	103	10,5	11	83	15,5	16	63								
6	—	—	—	—	6	3	146	7	4	121	8	6	108	11	9	86	16	14	64									

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
-5	7	—	—	—	7	3	153	8	4	131	9	5	110	12	8	86	18	14	62
	8	—	—	—	—	—	—	9	3	131	10	4	111	13	7	86	19	13	52
	9	—	—	—	—	—	—	11	3	113	12	4	101	14	6	87	20	12	62
	10	—	—	—	—	—	—	12	1	131	13	3	106	15	5	88	—	—	—
	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	1	108	16	5	77	—	—	—
-10	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	1	95	17	5	77	—	—	—
	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1	1,5	6	258	2,5	9	160	3,5	10	129	4,5	12	100	6,5	14	85	12,5	20	64
	2	2,5	3	256	3,5	6	160	4,5	8	129	5,5	10	112	8,5	13	86	13,5	18	64
	3	—	—	—	4,5	5	151	5,5	8	129	6,5	7	113	9,5	11	87	14,5	17	64
	4	—	—	—	—	—	—	7	4	119	8	5	105	11	10	84	15,5	16	64
	5	—	—	—	—	—	—	8	3	130	9	4	109	12	9	84	17	14	62
	6	—	—	—	—	—	—	10	2	122	11	3	103	13	7	86	18	13	63
	7	—	—	—	—	—	—	12	2	115	13	3	97	14	4	88	20	13	63
	8	—	—	—	—	—	—	14	1	114	15	3	93	16	5	84	—	—	—
	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16	1	105	17	3	88	—	—	—
	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18	1	98	19	4	85	—	—	—
	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Regim termic CC_k.
 Element de construcție K_b = 0,05.
 Beton B 250-L_g-Pa 53-31; M_k = 1310 h°C.

$\bar{\theta}_{ae}$ °C	$\frac{M_s}{R_s}$	> 7z = 160 h			7 z = 160 h			6 z = 136 h			5 z = 112 h			4 z = 88 h			3 z = 64 h		
		θ_b	θ_c	t_c	θ_b	θ_c	t_c	θ_b	θ_c	t_c	θ_b	θ_c	t_c	θ_b	θ_c	t_c	θ_b	θ_c	t_c
0	1	—	—	—	1,5	10	149	2,5	11	118	3,5	12	101	5,5	14	82	9,5	18	63
	2	—	—	—	1,5	9	155	2,5	10	123	3,5	11	104	5,5	13	85	10,5	17	62
	3	1,4	8	163	2,5	9	128	2,5	9	128	3,5	10	112	5,5	12	87	10,5	16	63
	4	1,5	7	172	2,5	8	134	2,5	8	134	3,5	9	112	6,5	12	83	11,5	16	61
	5	1,5	7	180	2,5	8	141	3,5	8	118	4,5	9	103	6,5	11	86	11,5	15	63
	6	1,5	6	172	2,5	7	148	3,5	8	122	4,5	8	106	6,5	10	88	12,5	15	62
	7	1,5	5	209	2,5	6	160	3,5	7	131	5,5	8	102	6,5	10	86	13,5	15	62
	8	1,5	5	226	3,5	6	140	4,5	7	118	5,5	8	106	7,5	9	88	13,5	14	62
	9	1,5	4	246	3,5	5	150	4,5	6	124	5,5	7	109	8,5	9	85	14	13	63
	10	1,5	3	272	3,5	5	160	4,5	5	131	6,5	7	102	9	8	85	15	12	62
	11	1,5	3	300	3,5	4	160	4,5	5	134	7	6	102	9	7	88	15	11	64
	12	1,5	2	333	4	3	160	5	4	134	7	5	107	10	7	86	16	11	63
	14	2	1	333	5	2	151	6	3	129	8	4	104	11	6	84	17	10	62
	16	4	1	242	6	2	156	7	2	134	9	3	107	12	5	86	18	9	93
	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17	1	101	—	—	—	—	—	—
	1	1,5	9	167	2,5	10	126	2,5	10	126	3,5	11	106	5,5	13	85	10,5	18	61
-5	2	1,5	6	221	2,5	8	144	3,5	10	115	4,5	11	99	6,5	13	82	10,8	17	63
	3	2	1	339	3,5	8	131	3,5	8	131	4,5	9	107	6,5	11	86	11,5	16	63
	4	3	2	221	4,5	7	118	4,5	7	118	5,5	8	102	7,5	11	84	12,5	16	62
	5	4	3	168	5,5	7	114	5,5	7	114	6,5	8	98	8,5	10	82	13,5	15	61
	6	—	—	—	5	3	139	6	5	113	7	6	100	9	8	84	14	13	62
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

$\bar{\theta}_{as}$ °C	$\frac{M_s}{R_s}$	$7z = 160$ h			$6z = 136$ h			$5z = 112$ h			$4z = 88$ h			$3z = 64$ h					
		θ_b	θ_c	t_c	θ_b	θ_c	t_c	θ_b	θ_c	t_c	θ_b	θ_c	t_c	θ_b	θ_c	t_c			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	1	—	—	—	—	—	—	1.5	10	135	2.5	11	112	4.5	13	88	9.5	18	63
	2	—	—	—	1.5	10	150	2.5	11	119	3.5	12	103	5.5	13	83	10.5	18	61
	3	—	—	—	1.5	9	158	2.5	11	125	3.5	11	106	5.5	12	86	10.5	17	63
	4	—	—	—	1.5	8	160	2.5	9	131	3.5	10	111	6.5	12	86	11.5	17	61
	5	1.5	7	174	2.5	8	136	2.5	8	136	3.5	9	95	6.5	11	85	11.5	16	63
	6	1.5	7	185	2.5	7	143	3.5	8	119	4.5	9	105	6.5	10	88	12.5	16	61
	7	1.5	6	197	2.5	7	151	3.5	7	125	4.5	8	108	7.5	10	84	12.5	14	63
	8	1.5	5	212	2.5	6	160	3.5	7	121	4.5	7	112	7.5	10	86	13.5	14	62
	9	1.5	5	231	3.5	6	138	4.5	7	117	5.5	7	105	8.5	9	84	14	13	62
	10	1.5	4	248	3.5	5	146	4.5	6	122	5.5	7	108	9	8	83	15	13	60
	11	1.5	3	274	3.5	5	160	4.5	5	129	6	5	110	10	8	80	15	11	62
	12	1.5	3	305	3.5	4	160	5	4	129	6	5	110	10	7	81	16	11	60
	14	2	1	336	5	3	144	6	4	122	7	4	111	11	6	83	17	10	62
	16	3	1	289	6	2	147	7	4	127	8	4	104	12	5	84	18	8	63
	25	—	—	—	14	1	142	16	1	113	17	2	101	19	3	88	—	—	—
	1	1.5	10	161	—	11	123	2.5	11	123	3.5	12	104	5.5	14	84	10.5	19	61
	2	1.5	8	219	2.5	9	138	3.5	10	113	4.5	11	98	6.5	13	81	11.5	19	60
	3	1.5	2	342	3.5	8	124	3.5	8	124	4.5	10	105	6.5	12	85	11.5	16	62
	4	2.5	3	223	3.5	6	144	4.5	8	114	5.5	9	100	7.5	11	83	12.5	16	61
	5	3.5	4	166	4.5	6	130	4.5	6	130	5.5	7	108	7.5	10	88	12.5	15	64
	6	—	—	—	—	—	—	5	4	133	6.5	7	101	8.5	9	85	13.5	14	62

$\bar{\theta}_{ae}^{\circ}\text{C}$	$\frac{M_s}{R_s}$	$> 7 z = 160 \text{ h}$			$7 z = 160 \text{ h}$			$6 z = 136 \text{ h}$			$5 z = 112 \text{ h}$			$4 z = 88 \text{ h}$			$3 z = 64 \text{ h}$		
		θ_b	θ_c	t_c	θ_b	θ_c	t_c	θ_b	θ_c	t_c	θ_b	θ_c	t_c	θ_b	θ_c	t_c	θ_b	θ_c	t_c
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	1							1.5	11	125	2.5	12	101	3.5	13	87	8.5	17	62
	2							1.5	11	129	2.5	11	103	4.5	13	80	8.5	16	63
	3							1.5	10	134	2.5	11	107	4.5	13	82	8.5	16	61
	4				1.5	9	139	2.5	10	111	2.5	10	111	4.5	12	84	8.5	15	63
	5				1.5	8	146	2.5	9	115	3.5	10	98	4.5	11	86	9.5	15	61
	6				1.5	8	153	2.5	8	120	3.5	9	102	4.5	10	88	9.5	14	62
	7				1.5	7	160	2.5	8	125	3.5	9	105	5.5	10	83	9.5	13	64
	8	1.5	6	170	2.5	7	131	2.5	7	131	3.5	8	109	5.5	9	86	10.5	13	62
	9	1.5	6	179	2.5	6	137	3.5	7	113	4.5	8	98	5.5	9	88	10.5	12	64
	10	1.5	5	192	2.5	6	145	3.5	7	118	4.5	7	101	6.5	9	84	11.5	12	62
	11	1.5	4	207	2.5	5	155	3.5	6	124	4.5	7	106	6.5	8	86	12	11	62
	12	1.5	4	223	2.5	3	160	3.5	5	132	4.5	6	110	7.5	8	81	13	11	60
	14	1.5	3	264	3.5	4	145	4.5	5	117	6	5	100	8	6	84	14	10	60
	16	1.5	2	300	4	3	148	5	3	125	6	4	107	9	5	83	15	9	60
	25	1.5	—	—	10	1	145	11	1	127	13	2	101	15	3	85	—	—	—
	1							1.5	10	136	2.5	12	106	4.5	14	80	7.5	17	63
	2	1.5	8	163	2.5	10	117	2.5	10	117	3.5	11	96	4.5	12	74	8.5	16	62
	3	1.5	5	227	2.5	8	131	2.5	8	131	3.5	10	104	5.5	12	80	8.5	15	64
	4	2	1	306	3.5	6	114	3.5	8	114	4.5	9	95	5.5	10	85	9.5	14	63
	5	2	3	199	3.5	6	124	3.5	6	124	4.5	8	104	6.5	10	81	10.5	14	

B 200-I ₃ -Pa 35-31; $M_k = 1488$								B 250-I ₃ -Pa 53-31; $M_k = 1310$						
$\frac{M_s}{R_s}$	θ_b °C	θ_b °C	θ_c °C	t_t h	t_c h	$\frac{P_{st}}{W}$ mc	$\frac{Q_{ss}}{KWh}$ mc	θ_b °C	θ_c °C	t_t h	t_c h	$\frac{P_{st}}{W}$ mc	$\frac{Q_{ss}}{KWh}$ mc	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
12			3,2	16,8	143,2	13	0,2			3,6	9,4	150,6	3	0
14	5	5	2,7	52,0	108,0	24	1,2	4	4	2,8	57,1	102,9	12	0,7
16			2,3	67,8	92,2	34	2,3			2,5	81,2	78,8	20	1,7
25			1,4	96,1	63,9	83	8,0			1,7	110,8	49,2	59	6,6
Nivel de asigurare $\bar{\theta}_{as} = 0^\circ\text{C}$														
5														
6			2,3	38,0	122,0	13	0,5			2,6	34,6	125,4	0	0
7			1,9	74,4	88,6	24	1,7			2,1	94,8	65,2	19	1,8
8			1,4	85,1	74,9	34	2,9			1,8	107,4	52,6	29	3,1
9			1,0	92,9	67,1	45	4,2			1,6	111,4	48,6	39	4,3
10	5	5	1,0	99,8	56,4	56	5,6	4	4	1,3	117,3	42,7	48	5,7
11			1,0	104,8	48,6	67	7,0			1,0	121,0	39,0	58	7,0
12			1,0	108,6	42,6	77	8,4			1,0	123,8	35,0	77	9,5
14			1,0	113,9	34,4	99	11,3			1,0	128,2	28,0	87	11,2
16			1,0	117,3	28,8	120	14,1			1,0	131,3	23,4	106	14,0
25			1,0	124,9	16,6	217	28,1			1,0	137,8	13,4	194	26,7
Nivel de asigurare $\bar{\theta}_{as} = -5^\circ\text{C}$														
5														
6			2,3	38,0	122,0	13	0,5			2,6	34,6	125,4	0	0
7			1,9	74,4	88,6	24	1,7			2,1	94,8	65,2	19	1,8
8			1,4	85,1	74,9	34	2,9			1,8	107,4	52,6	29	3,1
9			1,0	92,9	67,1	45	4,2			1,6	111,4	48,6	39	4,3
10	5	5	1,0	99,8	56,4	56	5,6	4	4	1,3	117,3	42,7	48	5,7
11			1,0	104,8	48,6	67	7,0			1,0	121,0	39,0	58	7,0
12			1,0	108,6	42,6	77	8,4			1,0	123,8	35,0	77	9,5
14			1,0	113,9	34,4	99	11,3			1,0	128,2	28,0	87	11,2
16			1,0	117,3	28,8	120	14,1			1,0	131,3	23,4	106	14,0
25			1,0	124,9	16,6	217	28,1			1,0	137,8	13,4	194	26,7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Nivel de asigurare $\bar{\theta}_{ae} = -10^\circ\text{C}$														
4	5	5	2,4	58,0	102,0	13	0,7			2,6	93,5	66,5	12	1,1
5			1,5	86,7	73,3	29	2,5			1,9	111,1	48,9	27	3,0
6			1,0	91,5	59,0	45	4,1			1,5	121,0	39,0	42	5,1
7			1,0	108,7	46,2	61	6,7			1,2	125,6	34,4	57	7,2
8			1,0	113,4	38,1	77	8,8			1,0	129,4	30,0	72	9,3
9			1,0	117,0	32,5	94	10,9	4	4	1,0	131,9	26,0	87	11,5
10			1,0	119,9	28,1	110	13,1			1,0	135,3	21,0	102	13,8
11			1,0	121,9	24,9	126	15,3			1,0	137,2	18,0	117	15,9
12			1,0	123,5	22,3	142	17,5			1,0	139,7	14,4	132	18,1
13			1,0	126,0	18,5	174	21,9			1,0	141,1	12,4	147	20,2
14			1,0	129,5	15,8	206	26,7			1,0	144,2	7,5	162	22,7
15			1,0	131,5	9,5	352	46,2			1,0			328	47,3

REGIM TERMIC TC_k

$$t_k = 160 \text{ h} \approx 7 \text{ zile}; \frac{M_g}{R_g} \geq \lim \frac{M_g}{R_g} (CC_k)$$

$$K_g = 0,05; K_e = 1,075$$

B 250-L _g -P 40-31; M _k = 1324 h°C										B 300-L _g -P 40-31; M _k = 1182 h°C				
$\frac{M_g}{R_g}$	θ_b °C	θ_t °C	θ_c °C	t_t h	t_o h	$\frac{P_{st}}{W}$ mc	$\frac{Q_{ss}}{kWh}$ mc	θ_b °C	θ_t °C	θ_c °C	t_t h	t_o h	$\frac{P_{st}}{W}$ mc	$\frac{Q_{ss}}{kWh}$ mc
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Nivel de asigurare $\bar{\theta}_{ae} = 0^\circ\text{C}$														
14	4	4	3,0	35,6	124,4	9	0,3							
16			2,7	79,5	80,5	17	1,4	4	4	3,0	0	147,6	0	0
25			1,8	112,1	47,9	56	6,3			1,4	79,4	80,6	46	3,9
Nivel de asigurare $\bar{\theta}_{ae} = -5^\circ\text{C}$														
6			2,9	64,1	95,9	7	0,4							
7			2,4	95,3	64,7	16	1,5			1,9	26,2	133,8	7	0,2
8			1,9	105,9	54,1	26	2,7			1,2	65,2	94,8	16	1,1
9			1,7	131,7	46,3	36	4,0	4	4	1,0	83,3	72,0	26	2,1
10	4	4	1,5	118,9	41,1	45	5,4			1,0	93,6	57,0	36	3,3
11			1,3	122,0	38,0	55	6,7			1,0	100,1	48,0	45	4,5
12			1,0	124,4	35,6	65	8,0			1,0	105,6	40,0	55	5,8
14			1,0	129,2	28,8	84	10,8			1,0	111,5	31,2	74	8,3
16			1,0	132,4	23,9	103	13,7			1,0	115,5	25,5	94	10,8
25			1,0	139,3	13,5	190	26,5			1,0	123,0	14,1	181	22,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Nivel de asigurare $\bar{\theta}_{ae} = -10^{\circ}\text{C}$														
4	4	4	2,8	89,6	70,4	9	0,8			1,1	69,8	90,2	14	1,0
5			2,2	113,3	49,7	24	2,7			1,0	94,6	58,0	29	2,7
6			1,8	122,1	37,9	38	4,7			1,0	105,6	43,0	44	4,7
7			1,5	127,3	32,7	54	6,8			1,0	112,3	33,0	59	6,6
8			1,2	130,9	29,1	69	9,0			1,0	115,9	24,0	74	8,6
9			1,0	133,1	26,9	84	11,2	4		1,0	118,2	21,0	89	10,5
10			1,0	135,9	22,5	99	13,4			1,0	120,7	18,0	104	12,6
11			1,0	137,7	19,8	114	15,7			1,0	122,7	15,3	119	14,6
12			1,0	139,1	17,8	129	17,9			1,0	124,5	12,9	135	16,6
14			1,0	141,3	14,7	159	22,5			1,0	126,1	7,6	180	22,6
16			1,0	142,7	12,5	189	27,0			1,0	129,6	31,5	215	40,8
25			1,0	145,8	7,5	325	47,3			1,0				

REGIM TERMIC TC_k

$t_k = 64 \text{ h} = 3 \text{ zile}; \frac{M_g}{R_g} \geq \lim \frac{M_g}{R_g} (CC_k)$

B 200 ~ L _g -Pa 35-31; $M_k = 1488 \text{ h}^\circ\text{C}$										B 250-L _g -Pa 35-31; $M_k = 1310 \text{ h}^\circ\text{C}$						
$\frac{M_s}{R_s}$	θ_b °C	θ_t °C	θ_c °C	t_t h	t_c h	$\frac{P_{st}}{W}$ mc	$\frac{Q_{ss}}{kwh}$ mc			θ_b °C	θ_t °C	θ_c °C	t_t h	t_c h	$\frac{P_{st}}{W}$ mc	$\frac{Q_{ss}}{kwh}$ mc
1	2	3	4	5	6	7	8			9	10	11	12	13	14	15
Nivel de asigurare $\bar{\theta}_{as} = 0^\circ\text{C}$																
9			13,7	13,8	50,2	40	0,5					12,3	14,2	49,8	13	0,2
10			13,2	21,6	42,4	57	1,2					11,8	26,4	37,6	27	0,7
11			13,3	32,4	31,6	74	2,4					11,6	33,8	30,2	41	1,4
12	16	16	12,4	29,6	34,4	91	2,7		13	13		11,3	37,3	26,7	55	2,0
14			11,9	34,8	29,2	126	4,4					10,9	41,7	22,3	83	3,5
16			11,5	38,3	25,7	160	6,1					10,6	45,1	18,9	111	5,0
25			9,8	44,4	19,6	315	14,0					9,6	50,8	13,2	237	12,0
Nivel de asigurare $\bar{\theta}_{ae} = -5^\circ\text{C}$																
6			14,5	7,6	56,4	20	0,2					12,9	39,6	24,4	3	0,1
7			13,9	25,6	38,4	43	1,1					12,3	39,6	24,4	23	0,9
8			13,2	29,6	34,4	66	1,9					10,8	20,5	43,5	42	0,9
9			12,8	33,9	30,1	88	3,0		13	13		11,7	47,4	16,6	61	2,9
10	16	16	12,3	36,2	27,8	111	4,0			13		11,5	49,2	14,8	81	4,0
11			12,0	39,0	25,0	133	5,2					11,3	50,4	13,6	100	5,0
12			12,1	42,5	21,5	156	6,6					11,1	51,0	13,0	119	6,1
14			11,3	43,7	20,3	201	8,8					10,8	52,8	11,2	158	8,3
16			10,7	45,7	18,3	246	11,3					10,7	54,4	9,6	197	10,7
25			8,9	49,7	14,3	449	22,3					9,5	57,0	7,0	371	21,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Nivel de asigurare $\bar{\theta}_{ae} = -10^{\circ}\text{C}$														
5	16	16	14,5	18,8	45,2	25	0,5	14	14	11,6	13,0	51,0	42	0,5
6			13,8	32,6	31,4	53	1,7			10,9	23,7	40,3	68	1,6
7			13,2	37,4	26,6	81	3,0			10,3	30,3	33,7	94	2,8
8			12,4	38,3	25,7	109	4,2	14	14	9,9	34,1	29,9	119	4,1
9			12,4	42,6	21,4	137	5,8			9,4	37,5	26,5	145	5,4
10			12,2	44,9	19,1	165	7,4			9,0	38,7	25,3	171	6,6
11			11,7	46,9	17,1	192	9,0			8,8	40,9	23,1	197	8,0
12			11,7	49,0	15,0	276	13,5			8,1	43,5	20,5	248	10,8
14			10,9	50,8	13,2	332	16,9			7,5	44,4	19,6	300	13,3
16			9,6	54,2	9,8	584	31,6			6,0	47,7	16,0	532	25,4
25														

REGIM TERMIC TC_k

$$t_k = 64 \text{ h} = 3 \text{ zile}; \frac{M_s}{R_s} \geq \lim_{\substack{M_s \\ R_s}} \frac{M_s}{R_s} (CC_k)$$

B 250-L _g -P 40-31; $M_k = 1324 \text{ h}^{\circ}\text{C}$										B 300-L _g -P 40/31; $M_k = 1182 \text{ h}^{\circ}\text{C}$				
$\frac{M_s}{R_s}$	θ_b $^{\circ}\text{C}$	θ_t $^{\circ}\text{C}$	θ_e $^{\circ}\text{C}$	t_t h	t_e h	$\frac{P_{st}}{W}$ mc	$\frac{Q_{ss}}{\text{kwh}}$ mc	θ_b $^{\circ}\text{C}$	θ_t $^{\circ}\text{C}$	θ_e $^{\circ}\text{C}$	t_t h	t_e h	$\frac{P_{st}}{W}$ mc	$\frac{Q_{ss}}{\text{kwh}}$ mc
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Nivel de asigurare $\bar{\theta}_{ae} = 0^{\circ}\text{C}$														
9	13	13	12,9	38,3	25,7	4	0,2							
10			12,4	38,3	25,7	18	0,7							
11			12,0	38,3	25,7	32	1,2							
12			11,9	47,3	16,7	46	2,2	11	11	10,7	43,5	20,5	15	0,7
14			11,4	48,0	16,0	74	3,6			10,0	42,2	21,8	39	1,6
16			11,3	50,0	14,0	102	5,1			9,8	48,2	15,8	62	3,0
25			11,5	54,6	9,4	228	12,4			9,0	53,8	10,2	169	9,1
Nivel de asigurare $\bar{\theta}_{ae} = -5^{\circ}\text{C}$														
8	14	14	11,8	6,0	58,0	42	0,3							
9			11,1	18,3	45,7	62	1,1			9,9	6,3	57,7	29	0,2
10			10,6	27,4	36,6	83	2,3	12	12	9,7	23,8	40,2	56	1,3
11			10,2	31,4	32,6	103	3,2			8,6	20,2	43,8	74	1,5
12			9,8	33,7	30,3	124	4,2			8,4	27,9	36,1	92	2,6
14			9,3	37,7	26,3	164	6,2			8,0	35,2	28,8	120	4,2
16			8,8	40,8	23,2	205	8,4			7,4	38,6	25,4	166	6,4
25			8,0	47,0	17,0	389	18,3			5,8	46,1	17,9	330	15,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Nivel de asigurare $\bar{\theta}_{as} = -10^{\circ}\text{C}$														
6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
12,1	11,4	10,8	10,4	10,4	9,8	9,5	8,8	8,1	6,8	12,1	11,4	10,8	10,4	10,4
11,2	26,5	32,1	36,5	41,5	41,6	42,6	45,2	46,3	49,6	11,2	26,5	32,1	36,5	41,5
52,8	37,5	31,9	27,5	22,5	22,4	21,4	18,8	17,7	14,4	52,8	37,5	31,9	27,5	22,5
33	59	85	111	137	162	188	240	291	524	33	59	85	111	137
0,4	1,6	2,7	4,0	5,7	6,8	8,0	10,8	13,5	26,0	0,4	1,6	2,7	4,0	5,7
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
10,0	9,5	8,9	8,6	8,2	7,9	7,5	6,8	5,2	10,0	9,5	8,9	8,6	8,2	7,9
15,0	28,1	33,1	36,6	39,6	41,6	45,0	46,2	51,0	15,0	28,1	33,1	36,6	39,6	41,6
49,0	35,9	30,9	27,4	24,4	22,4	19,0	17,8	24,3	49,0	35,9	30,9	27,4	24,4	22,4
39	62	86	110	133	157	204	243	464	39	62	86	110	133	157
0,6	1,8	2,8	4,0	5,3	6,5	9,2	11,2	23,7	0,6	1,8	2,8	4,0	5,3	6,5

REGIM TERMIC RC_K

t_z = 64 h - 2 zile
M_K = 1400 h² C (RC_K)

K₀ = 0,050
K_s = 1,075

Anexa C55

BETON B200 - L ₂ - R ₂ 35-34 M _K = 1400 h ² C									BETON B250 - L ₃ - R ₃ 35-34 M _K = 1300 h ² C								
M _s	R _s	θ _z (°C)	θ _t (°C)	θ _c (°C)	t _n (h)	t _c (h)	P _z (h)	Q _z (h ² /m)	V _z (h ² /m)	θ _z (°C)	θ _t (°C)	θ _c (°C)	t _n (h)	t _c (h)	P _z (h)	Q _z (h ² /m)	V _z (h ² /m)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Nivel de asigurare $\bar{\theta}_{ac} = 0^{\circ}\text{C}$																	
1			22,1	30,1	33,9	280	8,4	0,47				19,3	30,5	33,5	198	6,0	0,36
2			21,3	28,5	35,5	344	8,8	0,49				18,6	29,1	34,9	220	6,4	0,38
3			20,4	26,7	37,3	346	9,2	0,52				17,8	27,6	36,4	245	6,7	0,40
4			19,5	24,7	39,3	389	9,6	0,57				17,2	26,2	39,8	270	7,1	0,42
5	3	17	18,6	22,6	41,4	439	9,9	0,62	3	14	16,4	24,3	39,7	304	7,4	0,45	
6			17,6	20,6	43,4	495	10,2	0,68				15,6	22,1	41,9	347	7,7	0,50
7			16,5	14,2	49,8	737	10,5	0,99				14,8	19,6	44,4	404	7,9	0,56
8			15,4	10,9	53,1	972	10,6	1,28				14,0	14,0	53,0	743	8,2	1,00
9			14,0	4,7	59,3	2258	10,6	2,98				13,0	11,0	53,0	752	8,3	1,00
10												11,9	3,8	60,2	2187	8,3	2,89
Nivel de asigurare $\bar{\theta}_{ac} = -5^{\circ}\text{C}$																	
1			22,5	26,1	37,9	403	10,5	0,61				19,6	25,7	38,3	320	8,2	0,51
2			21,3	23,6	40,4	467	11,0	0,68				18,8	23,9	40,1	362	8,7	0,54
3	1	17	20,0	20,8	43,2	551	11,5	0,77	1	14	17,6	21,4	42,6	423	9,1	0,61	
4			18,6	18,0	46,0	656	11,8	0,89				16,5	18,8	45,2	500	9,4	0,69
5			17,1	16,1	47,9	750	12,1	0,99				15,2	15,2	48,8	637	9,7	0,86
6			15,4	7,6	56,4	1601	12,2	2,11				13,8	6,7	57,3	1467	9,8	1,94
7												12,2	2,4	61,6	4096	9,8	5,42
Nivel de asigurare $\bar{\theta}_{ac} = -10^{\circ}\text{C}$																	
1			22,4	24,7	39,3	435	10,7	0,65				20,4	28,9	35,1	305	8,8	0,48
2			20,9	21,4	42,6	530	11,4	0,75				19,0	26,4	37,6	359	9,5	0,53
3	1	17	19,2	17,8	46,2	665	11,8	0,90	1	15	17,6	23,9	40,1	420	10,0	0,59	
4			17,3	14,6	49,4	833	12,2	1,10				16,2	20,5	43,5	513	10,5	0,68
5			15,0	5,0	59,0	2037	12,2	3,20				14,4	13,6	59,4	793	10,8	1,03
6												12,3	6,1	57,9	1763	10,8	2,30

REGIM TERMIC RC_x

$t_k = 64h = 3 \text{ zile}$
 $\frac{M_s}{R_s} \geq \lim \frac{M_s}{R_s} (RC_x)$

$K_s = 0,050$
 $K_s = 1,075$

Anexa C.5.6

$\frac{M_s}{R_s}$	BETON B250 - L3 - Pa0-31 $M_k = 1324 \text{ k}^\circ\text{C}$									BETON B300 - L3 - Pa0-31 $M_k = 1182 \text{ k}^\circ\text{C}$								
	θ_b (°C)	θ_t (°C)	θ_c (°C)	t_n (h)	t_t (h)	t_c (h)	P_{sr} (W/m²)	P_{st} (W/m²)	Q_{ss} (kWh/m²)	θ_c (°C)	θ_t (°C)	θ_c (°C)	t_n (h)	t_t (h)	t_c (h)	P_{sr} (W/m²)	P_{st} (W/m²)	Q_{ss} (kWh/m²)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Nivel de asigurare $\theta_{ae} = 0^\circ\text{C}$																		
1			19,8	29,9	34,1	19,7	5,9	0,37				17,8	33,0	31,0	1,7	3,8	0,27	
2			19,1	28,5	33,5	21,9	6,3	0,39				17,2	32,0	32,0	1,1	4,2	0,28	
3			18,4	27,2	32,8	24,3	6,6	0,40				16,7	30,8	33,2	1,47	4,5	0,29	
4			17,6	25,6	32,4	27,1	6,9	0,43				16,2	29,6	34,4	1,64	4,9	0,30	
5	3	14	16,9	23,7	40,3	30,6	7,2	0,46				15,5	28,2	35,8	1,84	5,2	0,32	
6			16,1	21,7	42,3	34,7	7,5	0,51		3	12	15,0	26,4	37,6	2,08	5,5	0,34	
7			15,3	19,3	44,7	40,4	7,8	0,57				14,3	24,8	39,2	2,33	5,8	0,36	
8			14,4	17,6	46,4	45,4	8,0	0,63				13,7	22,9	41,1	2,63	6,0	0,39	
9			13,5	16	53,4	55,6	8,2	1,28				13,1	20,2	43,8	3,11	6,3	0,45	
10			12,5	14,3	59,7	102,7	8,3	2,56				12,3	19,6	44,4	3,29	6,5	0,46	
11												11,7	19,5	54,5	7,05	6,7	0,95	
12												10,8	16,5	57,5	10,42	6,8	1,38	
Nivel de asigurare $\theta_{ae} = -5^\circ\text{C}$																		
1			20,9	29,6	34,4	28,6	8,5	0,47				18,9	32,3	31,7	2,03	6,6	0,37	
2			19,8	28,1	35,9	31,9	9,0	0,50				18,2	30,9	33,1	2,29	7,1	0,39	
3			18,8	26,4	37,6	35,7	9,4	0,53				17,4	29,4	34,6	2,57	7,5	0,41	
4	1	15	17,8	24,3	39,7	40,6	9,9	0,58				16,4	27,9	36,1	2,86	8,0	0,43	
5			16,6	21,8	42,2	46,9	10,2	0,64				15,5	25,9	38,1	3,24	8,4	0,46	
6			15,3	20,0	44,0	52,7	10,5	0,70				14,5	23,6	40,4	3,71	8,8	0,51	
7			14,0	18,7	50,3	78,3	10,7	1,02				13,4	21,7	42,3	4,17	9,1	0,55	
8			13,1	16,9	54,1	109,2	10,8	1,41				12,3	19,8	49,2	6,24	9,2	0,81	
9												10,9	18,8	54,2	9,48	9,3	1,22	
Nivel de asigurare $\theta_{ae} = -10^\circ\text{C}$																		
1			20,8	28,2	35,8	30,9	8,7	0,50				19,0	30,9	33,1	2,21	6,8	0,39	
2			19,5	26,2	37,8	35,7	9,4	0,53				18,0	29,1	34,9	2,58	7,5	0,41	
3	1	15	18,2	23,7	40,3	41,9	9,9	0,59				16,8	26,9	37,1	3,01	8,1	0,45	
4			16,7	20,5	43,5	50,7	10,4	0,68				15,6	24,5	39,5	3,52	8,6	0,49	
5			15,1	18,4	45,6	58,5	10,8	0,76				14,2	21,0	43,0	4,16	9,1	0,57	
6			13,0	16,0	56,0	134,9	10,8	1,79				12,6	19,8	51,2	7,26	9,3	0,94	
7												10,7	16,4	57,6	14,50	9,3	1,88	

REGIM TERMIC RTC_x

$t_k = 64h = 2 \text{ zile}$; $k_b = 0,050$; $\frac{M_s}{R_s} \geq \lim \frac{M_s}{R_s} (RC_x)$; $K_s = 1,075$

Beton B200 - L3 - Pa35-31 ; $M_k = 1488 \text{ k}^\circ\text{C}$ Anexa C.5.7

$\frac{M_s}{R_s}$	θ_b (°C)	θ_t (°C)	θ_c (°C)	t_n (h)	t_t (h)	t_c (h)	$P_{ss} \text{ minim } (v_s = 1,50)$			$P_{ss} \text{ maxim } (v_s = 2,0)$			θ_c	t_n	t_t	t_c	P_{sr}	P_{st}	Q_{ss}
							P_{sr} W/m²	P_{st} W/m²	Q_{ss} kWh/m²	P_{sr} W/m²	P_{st} W/m²	Q_{ss} kWh/m²							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Nivel de asigurare $\theta_{ae} = 0^\circ\text{C}$																			
9			14,6		8,9	45,8	114,9	44	11,1	14,3			4,2	52,8	152,1	44	10,8		
10			14,2		15,5	39,2	116,0	62	11,8	13,8			12,1	44,9	153,2	62	11,5		
11			13,8		20,1	34,6	117,0	81	12,5	13,4			17,5	39,5	154,3	81	12,2		
12	3	17	13,5	93	23,3	31,4	118,1	99	13,3	13,0	7		20,8	36,2	155,3	99	12,9		
14			12,6		25,7	29,0	120,3	135	14,7	12,2			24,2	32,8	157,5	135	14,3		
16			12,5		30,4	24,3	122,4	172	16,6	11,9			29,0	28,0	159,6	172	16,2		
25			10,8		36,7	18,0	132,1	336	24,6	10,0			36,0	21,0	169,3	336	24,0		
Nivel de asigurare $\theta_{ae} = -5^\circ\text{C}$																			
6			15,9		15,0	38,3	114,2	22	12,5	15,5			2,2	33,8	152,2	22	12,2		
7			15,5		26,8	26,5	115,7	45	13,6	14,8			16,9	39,1	153,7	45	13,1		
8			15,0		30,5	22,8	117,3	69	14,7	14,3			24,3	31,7	155,2	69	14,1		
9			14,8		34,3	19,0	118,8	92	15,9	13,9			28,5	27,5	156,7	92	15,2		
10	1	17	14,5	10,7	35,5	17,8	120,3	116	17,0	13,3	8		29,7	26,3	158,2	116	16,1		
11			14,2		37,5	15,8	121,8	140	18,3	13,1			33,2	22,8	159,7	140	17,4		
12			14,0		38,4	14,9	123,3	163	19,5	12,8			34,8	21,2	161,3	163	18,6		
14			13,7		40,0	13,3	126,3	211	21,9	12,4			37,1	18,9	164,3	211	21,0		
16			13,4		41,8	11,5	129,3	258	24,6	12,0			39,1	16,9	167,3	258	23,5		
25			12,3		43,9	9,4	142,8	471	36,0	10,3			42,6	13,4	180,8	471	34,5		
Nivel de asigurare $\theta_{ae} = -10^\circ\text{C}$																			
5			16,4		35,3	18,0	115,4	25	13,2	15,6			14,8	41,2	153,4	25	12,6		
6			16,9		37,7	15,6	117,5	54	14,6	14,9			26,2	29,8	155,4	54	13,8		
7			15,7		41,2	12,1	119,5	83	16,2	14,5			32,4	23,6	157,5	83	15,3		
8			15,5		43,0	10,3	121,6	112	17,8	14,1			35,4	20,6	159,5	112	16,7		
9			15,3		43,8	9,5	123,6	141	19,4	13,7			37,4	18,6	161,6	141	18,2		
10	1	17	15,1	10,7	44,4	8,9	125,6	170	21,0	13,4	8		39,2	16,8	163,6	170	19,7		
11			14,9		45,2	8,1	127,7	199	22,7	13,1			40,4	15,6	165,7	199	21,3		
12			14,8		45,6	7,7	129,7	228	24,3	12,8			41,2	14,8	167,7	228	22,8		
14			14,7		46,3	7,0	133,8	286	27,6	12,5			42,4	13,6	171,8	286	25,9		
16			14,0		47,3	6,0	137,9	344	31,0	12,1			44,4	11,6	175,9	344	29,3		
25			13,0		49,3	4,0	156,3	605	46,6	10,8			47,5	8,5	194,3	605	44,3		

REGIM TERMIC RTC_k

$t_k = 64h = 32zile$ $k_b = 0.050$ **Anexa C5.8**

$\frac{M_s}{R_s} \geq \lim \frac{M_s}{R_s} (RC_k)$ $k_b = 1.075$

Beton B250 - L₃ - P₄₀ 31 ; $M_k = 1310$

P _{ss} minim (v _f = 1.50)										P _{ss} maxim (v _f = 2.0)							
$\frac{M_s}{R_s}$	θ_b	θ_t	θ_c	t_r	t_t	t_c	P_{sr}	P_{st}	Q_{ss}	θ_c	t_r	t_t	t_c	P_{sr}	P_{st}	Q_{ss}	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Nivel de asigurare $\theta_{acc} = 0^\circ C$																	
10			12.3		8.3	48.5	1127	31	8.6	12.2			2.8	55.7	1514	31	8.6
11			11.8		16.1	40.5	1136	46	9.2	11.7			13.5	45.0	1523	46	9.0
12			11.6		21.6	36.2	1145	61	9.8	11.3			18.8	37.7	1532	61	9.6
14			11.0		26.6	30.0	1164	91	11.0	10.8			25.4	33.1	1530	91	10.8
16			10.6		30.8	25.8	1182	121	12.5	10.3			30.1	28.4	1568	121	12.3
25			8.7		36.2	20.4	1264	237	18.7	8.6			38.5	20.2	1631	237	18.9
Nivel de asigurare $\theta_{acc} = -5^\circ C$																	
6			13.9		25.5	27.8	1168	3	10.2	13.8			0.0	51.5	1561	0	10.1
7			15.1		25.5	27.8	1181	24	10.9	12.7			15.1	42.4	1575	24	10.6
8			12.8		33.3	22.0	1195	44	11.9	12.2			25.1	32.4	1588	44	11.4
9			12.6		37.5	17.8	1208	65	12.9	11.9			30.7	26.8	1601	65	12.4
10			12.3		39.4	15.7	1222	85	14.0	11.6			34.2	23.3	1615	85	13.4
11			12.0		40.6	14.7	1235	105	15.0	11.2			36.4	21.1	1628	105	14.4
12			11.9		41.5	13.8	1249	126	16.6	11.0			37.4	20.1	1642	126	15.4
14			11.4		43.3	12.0	1275	167	18.3	10.6			40.1	17.4	1659	167	17.5
16			11.4		44.7	10.6	1302	207	20.6	10.3			41.9	15.6	1695	207	19.7
25			10.1		47.5	7.8	1423	391	31.0	8.4			44.2	11.3	1816	391	22.9
Nivel de asigurare $\theta_{acc} = -10^\circ C$																	
6			12.7		4.3	48.4	1170	35	11.1	12.4			1.6	55.4	1543	35	10.9
7			12.0		12.0	37.7	1190	62	12.1	11.6			14.3	42.7	1562	62	11.8
8			11.4		22.6	32.1	1209	89	13.3	10.9			20.1	34.9	1581	89	12.9
9			10.9		26.0	28.7	1248	116	14.6	10.4			24.3	32.7	1601	116	14.0
10			10.7		30.6	24.1	1268	143	16.0	10.2			30.0	27.0	1620	143	15.6
11			10.4		31.6	23.1	1267	170	17.2	9.7			30.5	26.5	1639	170	16.7
12			9.8		32.8	21.5	1287	197	18.4	9.2			31.9	25.1	1659	197	17.9
14			9.2		35.5	19.2	1325	250	21.2	8.5			34.9	22.1	1697	250	20.6
16			8.6		38.6	16.1	1366	304	26.4	7.8			38.3	18.7	1736	304	23.8
25			7.3		40.2	14.5	1538	546	34.3	6.2			40.4	16.6	1910	546	35.4

REGIM TERMIC RTC_k

$t_k = 64h = 32zile$ $k_b = 0,050$

$\frac{M_s}{R_s} \geq \lim \frac{M_s}{R_s} (RC_k)$ $k_b = 1,075$

BETON B250 - L₃ P₄₀ 31 $M_k = 1324$

Anexa C5.9

				P _{ss} minim							P _{ss} maxim						
$\frac{M_s}{R_s}$	θ_b	θ_t	θ_c	t_r	t_t	t_c	P_{sr}	P_{st}	Q_{ss}	θ_c	t_r	t_t	t_c	P_{sr}	P_{st}	Q_{ss}	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Nivel de asigurare $0^\circ C$																	
10			12,7		8,2	48,5	1136	23	8,5	12,6			3,3	55,2	1507	23	8,4
11			12,2		20,1	36,6	1145	38	9,1	11,9			17,1	41,4	1516	38	9,0
12			11,9		23,4	33,3	1154	53	9,7	11,7			21,2	37,3	1525	53	9,5
14			11,5		24,9	26,8	1173	83	11,0	11,2			27,6	30,9	1544	83	10,8
16			10,8		31,1	25,6	1191	113	12,2	10,5			30,0	28,5	1562	113	12,0
25			10,8		36,0	20,7	1273	248	18,2	10,4			34,8	23,7	1644	248	17,7
Nivel de asigurare $-5^\circ C$																	
3			12,3		13,7	41,0	1175	58	11,9				9,9	47,1	1547	58	11,4
10			12,0		23,4	31,3	1189	80	12,9	11,3			17,9	39,1	1561	80	12,4
11			11,3		24,0	30,7	1203	101	13,6	10,8			21,9	35,1	1575	101	13,2
12			10,9		26,7	28,0	1217	123	14,6	10,4			25,1	31,9	1589	123	14,2
14			10,4		30,1	24,6	1245	166	16,6	9,9			28,3	28,7	1617	166	16,0
16			9,8		32,8	21,9	1273	209	18,7	9,2			32,0	25,0	1645	209	18,2
25			8,0		38,8	15,9	1338	402	28,6	7,2			38,7	18,3	1671	402	27,3
Nivel de asigurare $-10^\circ C$																	
6			13,2		5,4	49,3	1165	26	11,0	-			-	-	-	-	
7			12,5		19,6	35,1	1184	53	12,0	12,1			14,9	42,1	1557	53	11,7
8			12,0		24,4	30,3	1204	80	13,1	11,5			19,6	35,3	1576	80	12,6
9			11,6		29,4	25,3	1223	106	14,5	11,0			26,7	30,3	1595	106	14,0
10			11,5		33,5	21,2	1242	133	16,0	10,8			31,4	25,6	1615	133	15,5
11			10,8		33,5	21,2	1262	160	17,1	10,1			31,8	25,2	1634	160	16,6
12			10,4		34,8	19,9	1281	187	18,4	9,9			33,6	23,4	1653	187	17,9
14			9,9		37,5	17,2	1320	241	21,3	9,1			36,3	20,7	1692	241	20,6
16			9,4		37,9	16,8	1339	295	23,8	8,4			37,4	19,8	1731	295	23,1
25			8,2		42,2	12,5	1533	536	36,9	6,9			41,9	15,1	1905	536	35,8

REGIM TERMIC RTC_k

$$t_k = 64h = 3 \text{ zile} \quad K_b = 0,050$$

$$\frac{M_s}{R_s} \geq \lim \frac{M_s}{R_s} (RTC_k) \quad K_b = 1,075$$

BETON B300 - L₃ - P₄₀ - 31 $M_k = 1182$

Anexa C.5.10

$\frac{M_s}{R_s}$	θ_b	θ_t	θ_c	$P_{ss} \text{ minim}$						$P_{ss} \text{ maxim}$						
				t_r	t_t	t_c	P_{sr}	P_{st}	Q_{ss}	θ_c	t_r	t_t	t_c	P_{sr}	P_{st}	Q_{ss}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Nivel de asigurare 0°C -																
14			10,0		17,0	41,0	1145	45	7,6	9,9		15,4	44,1	1521	45	7,5
16	3	12	9,5	6,0	26,4	31,6	1161	71	8,9	9,3	4,5	24,8	34,7	1537	71	8,7
25			8,0		37,8	20,2	1234	187	14,5	7,7		37,6	21,9	1610	187	14,3
Nivel de asigurare -5°C																
10			10,1		9,0	47,0	1169	51	9,8	9,8		6,7	51,3	1545	51	9,6
11			9,7		15,7	40,3	1181	70	10,5	9,4		13,8	44,2	1558	70	10,3
12			9,3		19,8	36,2	1194	89	11,3	8,9		18,2	39,8	1571	89	11,1
14	1	13,0	8,5	8,0	26,1	29,9	1220	128	13,1	8,1	6,0	25,1	32,9	1596	128	12,8
16			8,0		28,7	27,3	1246	167	14,8	7,6		28,2	29,8	1622	167	14,4
25			6,1		37,2	18,8	1362	341	23,6	5,6		37,5	20,5	1738	341	23,2
Nivel de asigurare -10°C																
7			10,9		2,5	53,5	1167	30	9,4	-		-	-	-	-	-
8			10,1		16,0	40,0	1186	55	10,4	9,8		13,7	44,3	1562	55	10,1
9			9,6		22,0	34,0	1204	80	11,4	9,2		20,2	37,8	1580	80	11,1
10			9,2		26,4	29,6	1222	104	12,5	8,8		25,2	32,8	1599	104	12,2
11	1	13,0	8,8	8,0	29,4	26,6	1241	129	13,7	8,4	6,0	28,5	29,5	1617	129	13,4
12			8,4		31,7	24,3	1259	154	14,9	8,0		30,8	27,2	1635	154	14,5
14			7,6		34,2	21,8	1295	203	17,3	7,2		33,8	24,2	1672	203	16,9
16			7,2		36,8	19,2	1332	253	20,0	6,7		36,7	21,3	1708	253	19,9
25			5,4		40,8	15,2	1496	475	31,4	4,6		41,3	16,7	1873	475	30,1

ANEXA C_{9.1}

Coefficientul K'_i pentru soluții tipizate de organizare a transportului la obiect

Nr. crt.	Mijlocul de transport	Distanța (Km)	Durata (min)	K'_i pentru mijlocul	
				a neprotejat	b (*) protejat
1	Autobasculantă sau dumpăr	1,5	6	-	0,152
2	Autoagitator	5	20	0,280	0,200

(*) Soluții de protejare a mijlocului de transport:

- Autobasculanta sau dumpărul sint acoperite cu prelată
- Autoagitatorul are gura de alimentare acoperită cu un capac.

ANEXA C_{9.2}

Coefficientul K''_i pentru soluții tipizate de organizare a transportului la obiect și punerea în operă

Nr. crt.	Punerea în operă a betonului în elementul de construcție avînd dimensiunile caracteristice (cm)		K''_i pentru o durată de așteptare a ultimei bene de 40' și soluția de izolare termică (*):			
			a	b	c	d
1	Fundații cu dimensiunea minimă	50	0,382	0,222	0,142	0,070
2	Stâlpi, pereți, grinzi cu înălțimea	25	0,772	0,452	0,292	0,148
		> 50	0,722	0,402	0,242	0,098
3	Plăci cu grosimea	6	0,991	0,672	0,512	0,368
		10	0,872	0,552	0,392	0,248
		20	0,782	0,462	0,302	0,158

(*) Soluții de protejare a benelor în timpul așteptării:

- Neprotejată (nu se recomandă);
- Acoperită cu folie de polietilenă sau prelată;
- Pereții izolați termic cu două straturi de carton astfaltat; bena este acoperită în timpul așteptării cu o folie de polietilenă sau prelată;
- Pereții izolați termic cu 7 cm de vată minerală; zona de încărcare acoperită cu un capac izolat termic cu 4 cm de vată minerală; bena este acoperită în timpul așteptării cu o folie de polietilenă sau prelată.

ANEXA C_{4.3}

Corelarea temperaturilor ($\theta_i - \bar{\theta}'_{ae}$) cu
($\theta_b - \bar{\theta}'_{ae}$) și ($\theta_p - \bar{\theta}'_{ae}$) cu ($\theta_i - \bar{\theta}'_{ae}$)

$(\theta_b - \bar{\theta}'_{ae})$ sau $(\theta_i - \bar{\theta}'_{ae})$	$(\theta_i - \bar{\theta}'_{ae})$ sau $(\theta_p - \bar{\theta}'_{ae})$ (*) pentru K'_i sau $K'_i =$							
	0,075	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,400	0,500
1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,5	1,7
2	2,2	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	3,0	3,3
3	3,2	3,3	3,5	3,7	3,9	4,1	4,5	5,0
4	4,3	4,4	4,6	4,9	5,1	5,4	6,0	6,7
5	5,4	5,5	5,8	6,1	6,4	6,8	7,5	8,3
6	6,5	6,6	7,0	7,3	7,7	8,1	9,0	10,0
7	7,5	7,7	8,1	8,6	9,0	9,5	10,5	11,7
8	8,6	8,8	9,3	9,8	10,3	10,8	12,0	13,3
9	9,7	9,9	10,5	11,0	11,6	12,2	13,5	15,0
10	10,8	11,1	11,6	12,2	12,9	13,5	15,0	16,7
11	11,9	12,2	12,8	13,4	14,1	14,9	16,5	18,3
12	12,9	13,3	13,9	14,7	15,4	16,2	18,0	20,0
13	14,0	14,4	15,1	15,9	16,7	17,6	19,5	21,7
14	15,1	15,5	16,3	17,1	18,0	18,9	21,0	23,3
15	16,2	16,6	17,4	18,3	19,3	20,3	2,52	25,0
16	17,2	17,7	18,6	19,6	20,6	21,6	24,0	26,7
17	18,3	18,8	19,8	20,8	21,9	23,0	25,5	28,3
18	19,4	19,9	20,9	22,0	23,1	23,1	27,0	30,0
19	20,5	21,0	22,1	23,2	24,4	225,	28,5	31,7
20	21,6	22,1	23,2	24,4	25,7	27,1	30,0	33,3
21	22,6	23,2	24,4	25,7	27,0	28,4	31,5	35,0
22	23,7	24,3	25,6	26,9	28,3	29,8	3,03	36,7
23	24,8	25,4	26,7	28,1	29,6	31,1	34,5	38,3
24	25,9	26,5	27,9	29,3	30,9	32,5	36,0	40,0
25	26,9	27,6	29,1	30,5	32,1	33,8	37,5	
26	28,0	28,7	30,2	31,7	33,4	35,2	39,0	
27	29,1	29,8	31,4	33,0	34,7	3,65		
28	30,2	30,9	32,5	34,2	36,0	37,9		
29	31,3	32,1	33,7	35,4	37,2	39,2		
30	32,3	33,2	34,9	36,7	38,6	40,6		

* $\theta_i = (\theta_i - \bar{\theta}'_{ae}) + \bar{\theta}'_{ae}$
 $\theta_p = (\theta_p - \bar{\theta}'_{ae}) + \bar{\theta}'_{ae}$

ANEXA C_{7.1}

REGIMUL TERMIC LA PREPARAREA BETONULUI B-150-L2-P0 35-3/

REGIMUL TERMIC LA PREPARAREA BETONULUI B-150-L2-Po 35-3i

UMIDITATEA AGREGATELOR (U)

UMIDITATEA AGREGATELOR (U)												
θ_p °C	1%						3%					
	TEMPERATURA AERULUI EXTERIOR (θ_{ae})											
	0°C	-5°C	-10°C	0°C	-5°C	-10°C	0°C	-5°C	-10°C	0°C	-5°C	-10°C
	θ_{pa} °C	θ_{pa} °C	θ_{pa} °C	θ_{pa} °C	θ_{pa} °C	θ_{pa} °C	θ_{pa} °C	θ_{pa} °C	θ_{pa} °C	θ_{pa} °C	θ_{pa} °C	θ_{pa} °C
5	—	10,0	11,4	—	10,5	12,2	—	11,3	13,3	—	10,0	13,3
6	12,7	14,2	15,8	13,6	15,4	17,1	14,9	16,9	18,9	14,9	16,9	18,9
7	17,0	18,5	20,1	18,5	20,2	21,9	20,4	22,4	24,4	20,4	22,4	24,4
8	21,3	22,9	24,4	23,4	25,1	26,9	25,0	28,0	30,0	25,0	28,0	30,0
9	25,6	27,2	28,8	28,8	30,0	31,7	31,7	33,6	35,5	31,7	33,6	35,5
10	30,0	31,5	33,1	33,1	34,6	36,6	37,1	39,1	41,1	37,1	39,1	41,1
11	34,3	35,9	37,4	38,0	39,7	41,5	42,7	44,7	46,7	42,7	44,7	46,7
12	38,6	40,2	41,7	42,8	44,6	46,3	48,2	50,2	52,2	50,2	52,2	54,2
13	43,0	44,5	46,1	47,7	49,4	51,2	53,6	55,8	57,8	53,6	55,8	57,8
14	47,3	48,8	50,4	52,6	54,3	56,1	59,4	61,4	63,4	59,4	61,4	63,4
15	51,6	53,2	54,7	57,4	59,2	60,9	64,9	66,9	68,9	64,9	66,9	68,9
16	55,9	57,5	59,0	62,3	64,1	65,8	70,5	72,5	74,5	70,5	72,5	74,5
17	60,3	61,8	63,4	67,2	68,9	70,7	76,1	78,1	80,0	76,1	78,1	80,0
18	64,6	66,1	67,7	72,0	73,6	75,3	—	—	—	—	—	—
19	68,9	70,5	72,0	76,9	78,7	80,0	—	—	—	—	—	—
20	73,2	74,8	76,3	80	80	80,0	—	—	—	—	—	—
21	77,6	79,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	—	80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Q _{sp} kWh/m ³	0,25	2,45	5,05	1,55	4,25	6,95	3,35	6,05	8,65	—	—	—

Consumul specific la prepararea betonului se determină cu relația $Q_{sp} = Q_{30} + 0,77 \theta_p$ [kWh/m³]

Consumul specific la prepararea betonului se determină cu relația $Q_{sp} = Q_{30} + 0,77 \theta_p$ [kWh/m³]

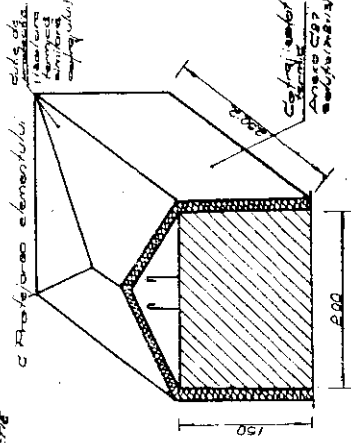
REGIMUL TERMIC LA PREPARAREA BETONULUI B 200-L ₃ -Pb35-31														
UNITATEA AGREGATELOR (U)														
θ _p °C	TEMPERATURA AERULUI EXTERIOR (θ _{ae})													
	1% 2% 3%													
	0°C	-5°C	-10°C	0°C	-5°C	-10°C	0°C	-5°C	-10°C	0°C	-5°C	-10°C	0°C	-10°C
5	10	116	156	130	149	124	142	164	135	142	164	135	142	135
6	121	178	199	173	194	169	193	213	186	193	213	186	193	186
7	161	218	235	219	239	256	244	266	237	244	266	237	244	237
8	201	258	273	264	283	303	296	316	289	296	316	289	296	289
9	241	298	315	309	328	348	341	361	334	341	361	334	341	334
10	281	338	355	354	373	392	385	405	378	385	405	378	385	378
11	321	378	395	398	418	437	430	450	423	430	450	423	430	423
12	360	418	435	443	462	482	475	495	468	475	495	468	475	468
13	400	457	475	483	502	522	515	535	508	515	535	508	515	508
14	440	497	515	523	542	562	555	575	548	555	575	548	555	548
15	480	537	555	563	582	602	595	615	588	595	615	588	595	588
16	520	577	595	603	622	642	635	655	628	635	655	628	635	628
17	560	617	634	642	661	681	674	694	667	674	694	667	674	667
18	600	657	674	682	701	721	714	734	707	714	734	707	714	707
19	640	697	714	722	741	761	754	774	747	754	774	747	754	747
20	680	737	754	762	781	801	794	814	787	794	814	787	794	787
21	719	777	794	802	821	841	834	854	827	834	854	827	834	827
22	759	817	834	842	861	881	874	894	867	874	894	867	874	867
23	799	857	874	882	901	921	914	934	907	914	934	907	914	907
24	839	897	914	922	941	961	954	974	947	954	974	947	954	947
25	879	937	954	962	981	1001	994	1014	987	994	1014	987	994	987
26	919	977	994	1002	1021	1041	1034	1054	1027	1034	1054	1027	1034	1027
27	959	1017	1034	1042	1061	1081	1074	1094	1067	1074	1094	1067	1074	1067
28	999	1057	1074	1082	1101	1121	1114	1134	1107	1114	1134	1107	1114	1107
29	1039	1097	1114	1122	1141	1161	1154	1174	1147	1154	1174	1147	1154	1147
30	1079	1137	1154	1162	1181	1201	1194	1214	1187	1194	1214	1187	1194	1187
31	1119	1177	1194	1202	1221	1241	1234	1254	1227	1234	1254	1227	1234	1227
32	1159	1217	1234	1242	1261	1281	1274	1294	1267	1274	1294	1267	1274	1267
33	1199	1257	1274	1282	1301	1321	1314	1334	1307	1314	1334	1307	1314	1307
34	1239	1297	1314	1322	1341	1361	1354	1374	1347	1354	1374	1347	1354	1347
35	1279	1337	1354	1362	1381	1401	1394	1414	1387	1394	1414	1387	1394	1387
36	1319	1377	1394	1402	1421	1441	1434	1454	1427	1434	1454	1427	1434	1427
37	1359	1417	1434	1442	1461	1481	1474	1494	1467	1474	1494	1467	1474	1467
38	1399	1457	1474	1482	1501	1521	1514	1534	1507	1514	1534	1507	1514	1507
39	1439	1497	1514	1522	1541	1561	1554	1574	1547	1554	1574	1547	1554	1547
40	1479	1537	1554	1562	1581	1601	1594	1614	1587	1594	1614	1587	1594	1587
41	1519	1577	1594	1602	1621	1641	1634	1654	1627	1634	1654	1627	1634	1627
42	1559	1617	1634	1642	1661	1681	1674	1694	1667	1674	1694	1667	1674	1667
43	1599	1657	1674	1682	1701	1721	1714	1734	1707	1714	1734	1707	1714	1707
44	1639	1697	1714	1722	1741	1761	1754	1774	1747	1754	1774	1747	1754	1747
45	1679	1737	1754	1762	1781	1801	1794	1814	1787	1794	1814	1787	1794	1787
46	1719	1777	1794	1802	1821	1841	1834	1854	1827	1834	1854	1827	1834	1827
47	1759	1817	1834	1842	1861	1881	1874	1894	1867	1874	1894	1867	1874	1867
48	1799	1857	1874	1882	1901	1921	1914	1934	1907	1914	1934	1907	1914	1907
49	1839	1897	1914	1922	1941	1961	1954	1974	1947	1954	1974	1947	1954	1947
50	1879	1937	1954	1962	1981	2001	1994	2014	1987	1994	2014	1987	1994	1987
51	1919	1977	1994	2002	2021	2041	2034	2054	2027	2034	2054	2027	2034	2027
52	1959	2017	2034	2042	2061	2081	2074	2094	2067	2074	2094	2067	2074	2067
53	1999	2057	2074	2082	2101	2121	2114	2134	2107	2114	2134	2107	2114	2107
54	2039	2097	2114	2122	2141	2161	2154	2174	2147	2154	2174	2147	2154	2147
55	2079	2137	2154	2162	2181	2201	2194	2214	2187	2194	2214	2187	2194	2187
56	2119	2177	2194	2202	2221	2241	2234	2254	2227	2234	2254	2227	2234	2227
57	2159	2217	2234	2242	2261	2281	2274	2294	2267	2274	2294	2267	2274	2267
58	2199	2257	2274	2282	2301	2321	2314	2334	2307	2314	2334	2307	2314	2307
59	2239	2297	2314	2322	2341	2361	2354	2374	2347	2354	2374	2347	2354	2347
60	2279	2337	2354	2362	2381	2401	2394	2414	2387	2394	2414	2387	2394	2387
61	2319	2377	2394	2402	2421	2441	2434	2454	2427	2434	2454	2427	2434	2427
62	2359	2417	2434	2442	2461	2481	2474	2494	2467	2474	2494	2467	2474	2467
63	2399	2457	2474	2482	2501	2521	2514	2534	2507	2514	2534	2507	2514	2507
64	2439	2497	2514	2522	2541	2561	2554	2574	2547	2554	2574	2547	2554	2547
65	2479	2537	2554	2562	2581	2601	2594	2614	2587	2594	2614	2587	2594	2587
66	2519	2577	2594	2602	2621	2641	2634	2654	2627	2634	2654	2627	2634	2627
67	2559	2617	2634	2642	2661	2681	2674	2694	2667	2674	2694	2667	2674	2667
68	2599	2657	2674	2682	2701	2721	2714	2734	2707	2714	2734	2707	2714	2707
69	2639	2697	2714	2722	2741	2761	2754	2774	2747	2754	2774	2747	2754	2747
70	2679	2737	2754	2762	2781	2801	2794	2814	2787	2794	2814	2787	2794	2787
71	2719	2777	2794	2802	2821	2841	2834	2854	2827	2834	2854	2827	2834	2827
72	2759	2817	2834	2842	2861	2881	2874	2894	2867	2874	2894	2867	2874	2867
73	2799	2857	2874	2882	2901	2921	2914	2934	2907	2914	2934	2907	2914	2907
74	2839	2897	2914	2922	2941	2961	2954	2974	2947	2954	2974	2947	2954	2947
75	2879	2937	2954	2962	2981	3001	2994	3014	2987	2994	3014	2987	2994	2987
76	2919	2977	2994	3002	3021	3041	3034	3054	3027	3034	3054	3027	3034	3027
77	2959	3017	3034	3042	3061	3081	3074	3094	3067	3074	3094	3067	3074	3067
78	2999	3057	3074	3082	3101	3121	3114	3134	3107	3114	3134	3107	3114	3107
79	3039	3097	3114	3122	3141	3161	3154	3174	3147	3154	3174	3147	3154	3147
80	3079	3137	3154	3162	3181	3201	3194	3214	3187	3194	3214	3187	3194	3187
81	3119	3177	3194	3202	3221	3241	3234	3254	3227	3234	3254	3227	3234	3227
82	3159	3217	3234	3242	3261	3281	3274	3294	3267	3274	3294	3267	3274	3267
83	3199	3257	3274	3282	3301	3321	3314	3334	3307	3314	3334	3307	3314	3307
84	3239	3297	3314	3322	3341	3361	3354	3374	3347	3354	3374	3347	3354	3347
85	3279	3337	3354	3362	3381	3401	3394	3414	3387	3394	3414	3387	3394	3387
86	3319	3377	3394	3402	3421	3441	3434	3454	3427	3434	3454	3427	3434	3427
87	3359	3417	3434	3442	3461	3481	3474	3494	3467	3474	3494	3467	3474	3467
88	3399	3457	3474	3482	3501	3521	3514	3534	3507	3514	3534	3507	3514	3507
89	3439	3497	3514	3522	3541	3561	3554	3574	3547	3554	3574	3547	3554	3547
90	3479	353												

ANEXA C_{7.5}163

FIȘĂ TEHNOLOGICĂ PENTRU EXECUTAREA DE TIPII FIBRUROR
A LUCRĂRIILOR DE BETON LA ELEMENTUL DE CONSTRUCȚIE
FUNDATIE

1. Prepararea și transportul betonului B20-L₁, 200-3

Măd de ciment	Preparare				Transport			
	Agregat	Foa	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	D ₁	D ₂
Q ₁	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅	Q ₆	Q ₇	Q ₈
0	0	0	10	0	0	0	5	5
-5	2	5	10				20	4
-5	-5	-5					20	45
-10								5



2. Plasa în opacă și mărimea cîrte și betonului

Măd de ciment	Plasa în opacă				Mărimea			
	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅	Q ₆	Q ₇	Q ₈
0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5	0	0	0	0	0	0	0	0
-5	0	0	0	0	0	0	0	0
-10	0	0	0	0	0	0	0	0

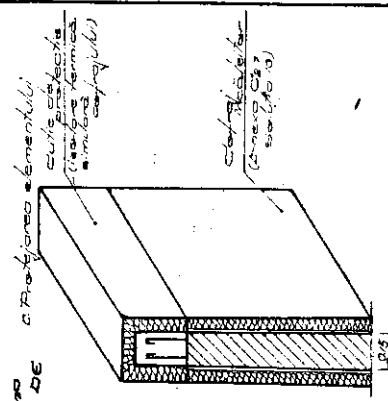
Notă: Temperatura Q₁, Q₂, mărimea în faza
reprezentativă, limita minimă și maximă
rămân în aceeași temperatură la
efectua, deoarece temperatura la
preparare sau transport la grade
maximă Q₁, Q₂.

3. Pentru obținerea consumului specific de raportare
consumului la Q₁ la randamentul și corectarea în mod
corect Q₁.

FIȘĂ TEHNOLOGICĂ PENTRU EXECUTAREA DE TIPII
FIBRUROR A LUCRĂRIILOR DE BETON LA ELEMENTUL DE
CONSTRUCȚIE DIAPHRAGMĂ

1. Prepararea și transportul betonului B20-L₁, 200-3

Măd de ciment	Preparare				Transport			
	Agregat	Foa	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	D ₁	D ₂
Q ₁	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅	Q ₆	Q ₇	Q ₈
0	0	0	18	0	7	0	0	0
-5	2	5	10				20	55
-5	-5	-5					20	60
-10								60



2. Plasa în opacă și mărimea cîrte

Măd de ciment	Plasa în opacă				Mărimea			
	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅	Q ₆	Q ₇	Q ₈
0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5	0	0	0	0	0	0	0	0
-5	0	0	0	0	0	0	0	0
-10	0	0	0	0	0	0	0	0

Notă: Temperatura Q₁, Q₂, mărimea
reprezentativă, limita minimă și maximă
rămân în aceeași temperatură la
efectua, deoarece temperatura la
preparare sau transport la grade
maximă Q₁, Q₂.

3. Pentru obținerea consumului specific de raportare
consumului la Q₁ la randamentul și corectarea în mod
corect Q₁.

PROIECTAREA REGIMURILOR TERMICE PENTRU EXECUTAREA LUCRĂRI- LOR DE BETON PE TIMP FRIGUROS

Proiectarea regimului termic la maturizarea critică a betonului constă în stabilirea condițiilor de timp și de temperatură necesare pentru atingerea gradului critic de maturizare înainte de coborîrea temperaturii acestuia sub temperatura de îngheț, concomitent cu evidențierea măsurilor prin care se asigură realizarea acestor condiții.

1. Evaluarea parametrilor ce caracterizează betonul

1.1. Betonul pus în operă pe timp friguros se caracterizează prin:

- compoziție: raport A/C; dozaj ciment, C , în Kg/m^3 ;
- gradul critic de maturizare M_K , în $h^\circ\text{C}$;
- modulul intensității de degajare a exotermiei $\bar{P}_{sex K}$, în $\text{W/m}^3\text{K}$.

1.2. Gradul de maturizare critic M_K se determină pentru fiecare compoziție de beton în funcție de felul cimentului folosit și de raportul A/C (Anexa B, pct. 1.1); pentru cimenturile Pa 35 și P 40 se vor utiliza datele din anexa D_{1.1}.

1.3. Modulul intensității de degajare a exotermiei cimentului, $\bar{P}_{sex K}$, se determină pentru fiecare compoziție de beton, cu relația:

$$\bar{P}_{sex K} = \frac{\beta_K}{100} \frac{CE_{28}}{M_K} \quad (1.1)$$

unde: β_K este nivelul de întărire exprimat în procente din rezistența la 28 zile, R_{28} , la temperatura normală $+20^\circ\text{C}$;

M_K — gradul de maturizare critic, în $h^\circ\text{C}$;

C — dozajul de ciment, în Kg/m^3 ;

E_{28} — exotermia totală a cimentului, la temperatura normală $+20^\circ\text{C}$, în Wh/Kg (valorile exprimate în Kcal/Kg se multiplică cu 1,163 iar cele în Kj/Kg cu 0,278).

1.4. Exemplu de calcul: B 250-L₃-Pa 35-31; A/C = 0,57;

$$C = 325 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Anexa D}_{1.1}: M_K = \frac{1280 + 1340}{2} = 1310 \text{ h}^\circ\text{C};$$

$$\beta_K = \frac{29,8 + 30,8}{2} = 30,3\%; \quad E_{28} = 65 \text{ Wh/kg}$$

$$\bar{P}_{sex K} = \frac{30,3}{100} \frac{325 \times 65}{1310} = 4,886 \text{ W/m}^3$$

2. Evaluarea parametrilor ce caracterizează elementul de construcție din punct de vedere al masivității și al nivelului de protecție termică

Masivitatea și nivelul de protecție al elementului de construcție se evidențiază prin parametrii:

- raportul M_s/R_s , în $\text{W/m}^3\text{K}$;

în care:

M_s — este modulul de suprafață, în m^{-1} ;

R_s — rezistența termică medie a protecției, inclusiv cea a betonului (între zona în care se înregistrează temperatura medie θ și temperatura aerului exterior, θ_{ae}), în $\text{m}^2\text{K/W}$;

— coeficientul K_b — de corelare între temperatura medie a betonului θ , într-o secțiune a elementului de construcție și temperatura pe suprafața cea mai rece;

— coeficientul K_s — de corelare între temperatura sursei de căldură θ_s și temperatura medie a betonului într-o secțiune (numai în cazul încălzirii betonului după punerea în operă).

Modulul de suprafață

2.1. Modulul de suprafață M_s este raportul între suprafața prin care elementul de construcție face schimb de căldură cu mediul (aerul) exterior sau cu mediul încălzitor și volumul său. Modulii de suprafață se evaluează separat pentru fiecare dintre suprafețele ce limitează elementul de beton, în vederea corelării cu rezistențele termice, care pot fi diferite.

a. Lîndu-se în considerare un sistem de trei axe de coordonate, normale între ele: $j = x; y; z$ (fig. 2.1) se scriu relațiile:

$$M'_{sj} = \frac{S'_j}{V} = M''_{sj} = \frac{S''_j}{V} \quad (2.1)$$

în care:

$S'_j; S''_j$ sint suprafețele opuse, normale pe direcția j și egale între ele, în m^2
 V — volumul elementului de construcție, în m^3 .

b. Schimbul de căldură între elementul de construcție și mediu se poate efectua:

— pe ambele fețe $S'_j; S''_j$ normale pe direcția j , rezultînd două fluxuri termice de sens contrar, $n_j = 2$;

— numai pe una din fețe S'_j , deoarece cealaltă S''_j se află în contact cu un corp cu rezistență termică infinită cum este considerat terenul de fundare dezghețat; rezultă $n_j = 1$;

— pe nici una din fețe, în cazul în care suprafețele $S'_j; S''_j$ separă o porțiune din elementul de construcție de restul acestuia, avînd aceeași temperatură; rezultă $n_j = 0$.

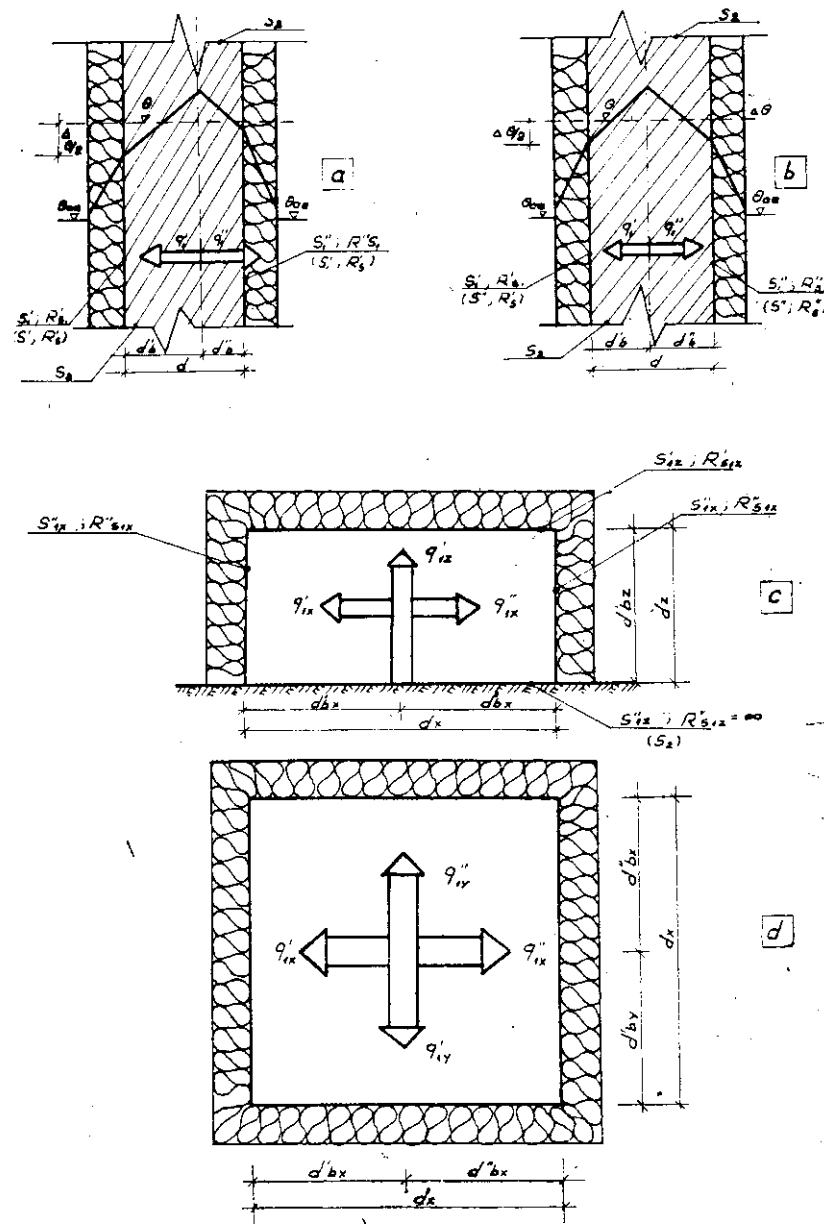


Fig. 2.1. Fluxuri termice și variația temperaturii în secțiunea elementului de beton la metoda conservării căldurii
a: $R_{s1} < R_{s1}'$; b: $R_{s1} = R_{s1}'$; c secțiune; d: plan

Corespunzător direcției j , modulul de suprafață este:

$$M_{sj} = \frac{n_j S_j'}{V} \quad (2.2)$$

în care:

n_j este numărul de suprafețe normale pe direcția j , pe care se face schimb de căldură; respectiv numărul de fluxuri termice pe direcția j ; ($n_j = 2$; 1 sau 0)

Modulul de suprafață total se determină cu expresia:

$$M_s = \Sigma M_{sj} = M_{sx} + M_{sy} + M_{sz} \quad (2.3)$$

Rezistențe termice de bază și optimizarea lor

2.2. Rezistența termică de bază $\bar{R}_{sj}$ a soluției prin care este protejat betonul din elementul de construcție, sau sursa de căldură, pe suprafața S_j se evaluează cu relația:

$$\bar{R}_{sj} = \sum \frac{d_k}{b_k \cdot \lambda_k} \quad (2.4)$$

în care:

d_k este grosimea stratului, k , în m;

λ_k — coeficientul de conductivitate termică a materialului din stratul k , în W/mK;

b_k — coeficientul de calitate al izolației termice din stratul k .

În unele cazuri în care rezistența termică pe o suprafață S_j este variabilă pe porțiunile S_{jl} , este necesar să se calculeze o rezistență termică medie:

$$\bar{R}_{sj} = \frac{\Sigma S_{jl}}{\sum \frac{S_{jl}}{\bar{R}_{sjl}}} \quad (2.5)$$

în care :

$\bar{R}_{sjl}$ sînt rezistențele termice calculate cu (2.4) pe porțiunile de suprafețe S_{jl} .

2.3. Suprafețele S_j ; S_j' ce mărginesc un element de construcție îndeplinesc funcțiuni diferite, în funcție de metoda folosită pentru maturizarea critică a betonului; în vederea evidențierii acestor funcțiuni se notează (fig. 2.2):

S_0 — suprafețele ce separă elementul de construcție de o sursă de căldură exterioară (dacă există), în m^2 ;

S_1 — suprafețele ce separă elementul de construcție de aerul exterior, în m^2 ;

S_2 — suprafețele pe care nu se face schimb de căldură, în m^2 ;

S_3 — suprafețele ce separă sursa de căldură (dacă există) de aerul exterior, în m^2 .

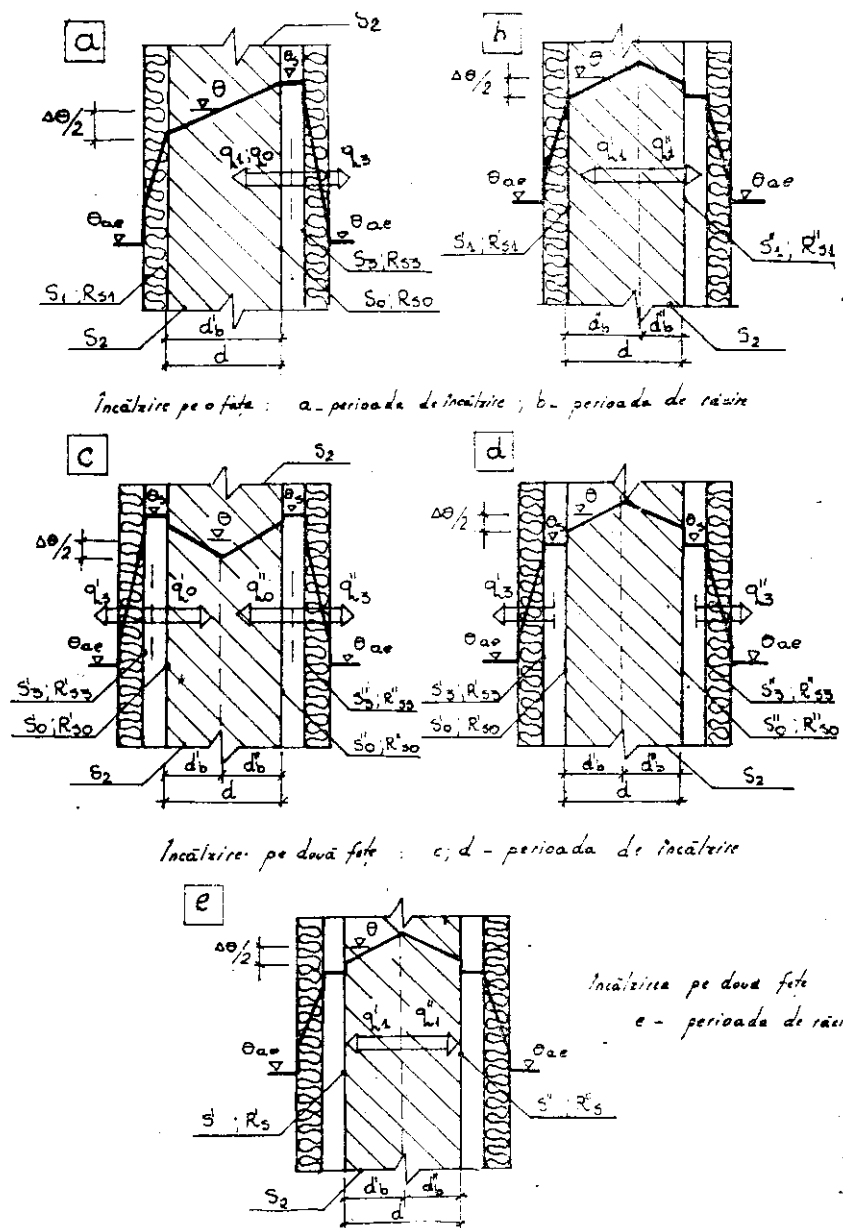


Fig. 2.2. Fluxuri termice și variația temperaturii în secțiunea de beton la încălzirea după turnare.

2.4. Fiecărei suprafețe de tip $S_0 \dots S_3$ îi corespunde o rezistență termică care se evaluează cu relațiile:

$$R_{s0} = \bar{R}_{s0} + R_i \quad (2.6)$$

$$R_{s1} = \bar{R}_{s1} + R_e \quad (2.7)$$

$$R_{s2} = \infty \quad (2.8)$$

$$R_{s3} = R_i + \bar{R}_{s3} + R_e \quad (2.9)$$

unde: R_{s0} ; R_{s1} ; R_{s2} ; R_{s3} sunt rezistențele termice ale protecției pe suprafețele S_0 , S_1 , S_2 , S_3 definite la pct. 2.3. în $\text{m}^2\text{K/W}$;

$\bar{R}_{s0}$; $\bar{R}_{s1}$; $\bar{R}_{s3}$ sunt rezistențele termice de bază ale protecției de pe suprafețele S_0 , S_1 , S_3 evaluate cu relația (2.4) sau eventual (2.5), în $\text{m}^2\text{K/W}$;

R_i — rezistența la transfer termic pe suprafețele în contact cu mediul încălzitor, în $\text{m}^2\text{K/W}$;

R_e — rezistența la transfer termic pe suprafețele în contact cu aerul exterior, în $\text{m}^2\text{K/W}$.

Rezistențele termice $\bar{R}_{s0}$; $\bar{R}_{s1}$; $\bar{R}_{s3}$; R_i ; R_e pentru unele cazuri uzuale sunt date în Anexa D_{2.1}.

2.5. În vederea realizării unor regimuri termice optime rezistențele de bază $\bar{R}_s$ trebuie să îndeplinească condiții diferențiate corelate cu funcțiunile suprafețelor respective și anume:

$$\bar{R}_{s0} = \text{minim} \quad (2.10)$$

$$R_{min} \leq \bar{R}_{s1} \text{ și } \bar{R}_{s3} \leq R_{max} \quad (2.11)$$

unde: R_{min} este valoarea rezistenței termice pentru care suma costurilor izolațiilor termice și energiei consumate este minimă;

R_{max} — rezistența termică ce corespunde consumului minim de energie. Valoarea R_{min} , exprimată în $\text{m}^2\text{K/W}$, se evaluează cu relațiile:

$$R_{min} = \sqrt{\frac{n \cdot c_e \cdot N}{p \cdot \lambda}} \quad (2.12)$$

$$N = (0 - \theta_{se}) t \quad (2.13)$$

unde: n este numărul de reutilizări ale izolației termice;

c_e — costul unității energetice consumate, în lei/Wh;

p — costul unitar al izolației termice, în lei/ m^3 ;

λ — coeficientul de conductivitate al izolației termice, în W/mK ;

θ — temperatura betonului, în $^\circ\text{C}$;

θ_{ae} — temperatura aerului, în $^\circ\text{C}$;

t — durata pe care este menținută izolația termică, în h.

Valoarea $R_{max} = 1,9 \text{ m}^2\text{K/W}$ corespunzătoare consumului de energie minim este constantă și rezultă din condiția că sporirea izolației termice este nesemnificativă pentru reducerea consumului de energie.

Parametrii R_{min} și R_{max} rezultă în $\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C/Kcal}$ dacă λ se exprimă în $\text{Kcal/mh}^\circ\text{C}$.

Materialele optime pentru a fi utilizate la izolarea termică a elementelor de construcție se recunosc prin valori reduse ale intervalului $R_{max} - R_{min}$.

Rezistențele termice R_{min} ale unor materiale termoizolatoare uzuale, cu valori particulare $N = 1800 \text{ h}^\circ\text{C}$; $c_e = 250 \text{ lei/Gcal}$ și valori variabile ale numărului n de folosiri sînt date în Anexa D_{2.2}.

Pentru alte materiale caracterizate prin valori variabile ale tuturor parametrilor p ; λ ; c_e și d (grosimea stratului) cu excepția valorii $N = 1800 \text{ h}^\circ\text{C}$, care rămîne constantă, se poate evalua rezistența termică R_{min} folosind graficul din Anexa D_{2.3}.

Rezistența termică a betonului

2.6. Fluxurile termice ce traversează un element de construcție întîmpină și rezistența termică a betonului a cărei valoare totală, pe o direcție j , normală pe suprafețele S'_j ; S''_j , ce-l limitează, se evaluează cu relația:

$$R_{bj} = \frac{d_j}{b \cdot \lambda_b} = \frac{d_j}{2,088} \quad (2.14)$$

unde: R_{bj} este rezistența termică totală a unui element de beton, pe direcția j ;

d_j — grosimea elementului de beton pe direcția j , în m ;

λ_b — $1,74 \text{ m}^2\text{K/W}$ — conductivitatea termică a betonului;

$b = 1,2$ — coeficient de sporire a conductivității termice datorită umidității mărite a betonului proaspăt.

Rezistențele termice totale și parametrii K_b , M_s/R_s în metoda conservării căldurii

2.7. În metoda conservării căldurii iau naștere pe fiecare din direcțiile j , fluxuri termice egale și de sens contrar care întîmpină în beton rezistențe termice a căror valoare depinde de nivelurile de protecție $R'_{sj} = R'_{s1j}$; $R''_{sj} = R''_{s1j}$, de pe cele două fețe opuse (fig. 2.1).

Dacă se notează:

$$\Delta R_{sj} = R''_{sj} - R'_{sj} \geq 0 \quad (2.15)$$

rezultă:

$$R'_{bj} = \frac{R_{bj}}{2} + \frac{\Delta R_{sj}}{2} \leq R_{bj} \quad (2.16)$$

$$R''_{bj} = R_{bj} - R'_{bj} \quad (2.17)$$

unde: R_{bj} este rezistența termică totală în beton, evaluată cu relația (2.14);

R'_{sj} ; R''_{sj} — rezistențele termice de tip R_{s1} (pct. 2.4) pe suprafețele opuse S'_j ; S''_j normale pe direcția d_j .

Rezistențele termice totale întîmpinate de fluxurile termice între zona în care temperatura în beton are o valoare medie, θ , și aerul exterior pe cele două sensuri ale direcției j , sînt:

$$(R_s)_j' = R'_{sj} + \frac{R_{bj}}{2} \quad (2.18)$$

$$(R_s)_j'' = R''_{sj} + \frac{R_{bj}}{2} \quad (2.19)$$

2.8. Raportul M_s/R_s se determină prin însumarea rapoartelor parțiale determinate pentru fiecare direcție și sens a fluxurilor tehnologice.

$$\begin{aligned} \frac{M_s}{R_s} &= \sum_{j=x}^z \left(\frac{M_s}{R_s} \right)_j = \sum_{j=x}^z \left[\left(\frac{M_s}{R_s} \right)'_j + \left(\frac{M_s}{R_s} \right)''_j \right] = \\ &= \sum_{j=x}^z \left(\frac{M'_{sj}}{R'_{sj} + \frac{R_{bj}}{2}} + \frac{M''_{sj}}{R''_{sj} + \frac{R_{bj}}{2}} \right); \end{aligned} \quad (2.20)$$

în care:

$(M_s/R_s)_j$ este raportul M_s/R_s pe direcția $j = x; y; z$, în $\text{W/m}^3\text{K}$;

$(M_s/R_s)'_j$; $(M_s/R_s)''_j$ — rapoartele determinate pentru fiecare din cele două sensuri opuse ale fluxurilor termice pe direcția j .

Valori $(M_s/R_s)_j$ sau $(M_s/R_s)'_j$; $(M_s/R_s)''_j$ în funcție de d_j și R_{sj} se pot obține direct din Anexele C_{2.4} ... C_{2.8}.

2.9. Coeficientul K_b , necesar pentru evaluarea temperaturii betonului pe suprafața cea mai rece se determină separat pentru fiecare direcție j și porțiune a elementului de construcție pe care dimensiunea transversală a elementului d_{jt} este constantă, folosind relația:

$$K_{bj} = \frac{R'_{bj}/2}{R'_{sj} + R'_{bj}/2} = \frac{R'_{bj}}{2R'_{sj} + R'_{bj}} \quad (2.21)$$

în care:

R'_{bj} este rezistența termică a betonului determinată cu (2.16) pentru fiecare porțiune din elementul de construcție pentru care dimensiunea transversală d_{jt} este constantă.

Coeficientul K_b este cea mai mică dintre valorile calculate cu (2.21), adică:

$$K_b = \min K_{bj} \quad (2.22)$$

Valorile coeficienților K_{bj} în funcție de dimensiunile transversale d_{ji} și rezistențele termice R_{sj} sint date în anexele D_{2.4}; D_{2.5}.

Rezistențele termice totale și parametrii K_b , M_s/R_s și K_s în metoda încălzirii după turnare

2.10. Parametrii K_b și M_s/R_s se determină în același mod ca și pentru metoda conservării căldurii (pct. 2.7; 2.8 și 2.9) cu mențiunea că parametrii R'_{sj} și R''_{sj} se stabilesc în modul următor:

a. Dacă elementul de construcție este încălzit pe o singură parte (fig. 2.2 a și b), se notează ținând seama de (2.15).

$$R'_{sj} = R_{s1j} \text{ și } R''_{sj} = R_{s0j} + R_{s3j} \frac{S_0}{S_3} \quad (2.23)$$

sau:

$$R'_{sj} = R_{s0j} + R_{s3j} \frac{S_0}{S_3} \text{ și } R''_{sj} = R_{s1j} \quad (2.24)$$

unde: S_0 reprezintă suprafața totală a elementului sau elementelor încălzite de la aceeași sursă de căldură, în m²;

S_3 — suprafața totală ce separă sursa de căldură de aerul exterior.

b. Dacă elementul de construcție este încălzit pe două fețe (fig. 2.2. c, d și e):

$$R'_{sj} = R''_{sj} = R_{s0j} + R_{s3j} \frac{S_0}{S_3} \quad (2.25)$$

unde: S_0 și S_3 au aceeași semnificație ca la pct. a, relațiile (2.23) și (2.24).

2.11. Parametrul K_s , necesar pentru evaluarea puterii și consumului specific se evaluează cu relația:

$$K_s = 1 + \frac{R_{s0} + R_b/2}{R_{s3} \frac{S_0}{S_3}} \quad (2.25)$$

Valori K_s în funcție de $(R_{s0} + R_b/2)$ și $R_{s3} S_0/S_3$ se pot obține din Anexa D_{2.6}.

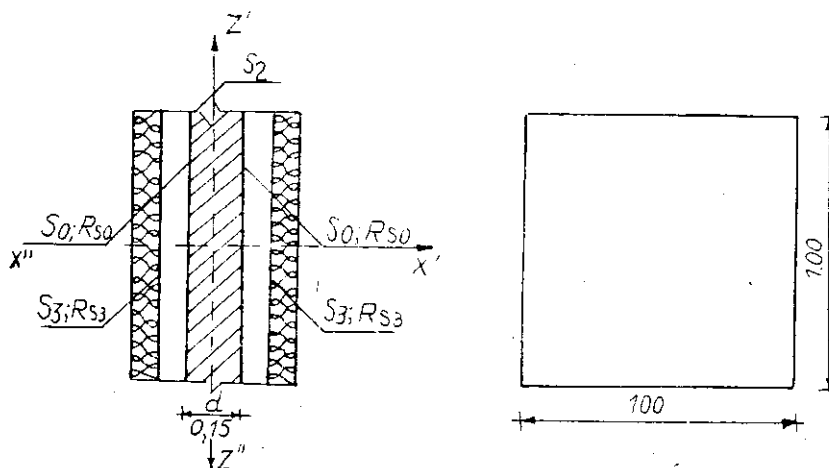


Fig. 2.3. Diafragmă încălzită pe două fețe în cofraje încălzitoare: a — secțiune verticală prin tronsonul de 1.00 m; b — vedere laterală

2.12. Exemple de calcul:

a. Element de construcție diafragmă cu grosimea constantă $d_b = 0,15$ m, cofrată cu cofraje încălzitoare (fig. 2.3) care nu sint racordate la o sursă de căldură exterioară, continuându-se numai pe izolarea termică a lor.

Din tabelul D_{2.1}, pct. 10 rezultă pentru protecția sursei de căldură o rezistență termică de bază $R_s = 0,857$ m²K/W. Din alcătuirea cofrajului rezultă că între protecție și plinul acestuia, din tablă, este inclus un strat de aer neventilat (tabel D_{2.1}, pct. 11 b). Se obține: rezistența termică de bază:

$$\bar{R}_{s1} = 0,857 + 0,160 = 1,017 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

Ținând seama de relațiile (2.7) și (2.14) ... (2.17):

$$R_{s1} = R'_{sj} = R''_{sj} = \bar{R}_{s1} + R_i = 1,017 + 0,043 = 1,060 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_b = R_{bj} = \frac{0,15}{1,2 \cdot 1,74} = 0,072 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R'_b = R''_b = \frac{R_b}{2} = \frac{0,072}{2} = 0,036 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

Pentru evaluarea raportului M_s/R_s se separă în zona centrală a diafragmei o porțiune de 1 m², mărginită pe contur cu suprafețele de tip S_2 , prin care nu se face schimb de căldură (nu există diferență de temperatură).

Ținând seama de relațiile (2.2) și (2.18) ... (2.20) se determină:

$$\frac{M_s}{R_s} = \frac{2 \times 1,00 \times 1,00}{1,00 \times 1,00 \times 0,15} \times \frac{1}{1,060 + 0,036 : 2} = 12,4 \text{ W/m}^3\text{K}$$

Cu relația (2.21) se determină:

$$K_b = \frac{0,036 : 2}{1,060 + 0,036 : 2} = 0,017$$

b. Element de construcție stilp (fig. 2.4) cu secțiunea $0,40 \times 0,45 \text{ m}$ cofrat cu panouri din placaj F, izolate termic cu 5 cm de pislă minerală tabel D_{2.1}, pct. 7). Ansamblul este acoperit cu o prelată de pînă de 3 mm (tabel D_{2.1}, pct. 2) ce închide între ea și cofraj un strat de aer vertical, neventilat, de minimum 5 cm (tabel D_{2.1}, pct. 11 c), rezultă:

$$R'_{s1x} = R''_{s1x} = R'_{s1y} = R''_{s1y} = 0,863 + 0,043 = 0,906 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

Pentru evaluarea raportului M_s/R_s se separă în zona centrală a stilpului un tronson de 1 m înălțime limitat de suprafețe de tip S₂ prin care nu se face schimb de căldură (deoarece nu există diferență de temperatură).

Cu relațiile (2.14) ... (2.17):

$$R'_{bx} = R''_{bx} = \frac{R_{bx}}{2} = \frac{0,54}{2 \times 2,088} = 0,108 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R'_{by} = R''_{by} = \frac{R_{by}}{2} = \frac{0,40}{2 \times 2,088} = 0,096 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

Cu relațiile (2.2) și (2.18) ... (2.20):

$$\frac{M_s}{R_s} = \frac{2}{0,45 (0,906 + 0,108 : 2)} + \frac{2}{0,40 (0,906 + 0,096 : 2)} = 9,87 \text{ W/m}^3\text{K}$$

Cu relațiile (2.21); (2.22):

$$K_{bx} = \frac{0,054}{0,906 + 0,054} = 0,056; \quad K_{by} = \frac{0,084}{0,906 + 0,048} = 0,050$$

$$K_b = 0,050$$

c. Element de construcție: fundație (fig. 2.5), cofrată cu panouri din placaj F, izolate termic cu 5 cm de pislă minerală (tabel D_{2.1}, pct. 7). Acest tip de panouri sînt utilizate și pentru protejarea betonului la partea superioară. Ansamblul este acoperit cu prelată de 3 mm (tabel D_{2.1}, pct. 2) ce închide între ea și cofraj un spațiu de aer neventilat orizontal de 5 cm (tabel D_{2.1}, pct. 12 c), iar vertical variind între 5 și 15 cm (tabel D_{2.1}, pct. 11 e).

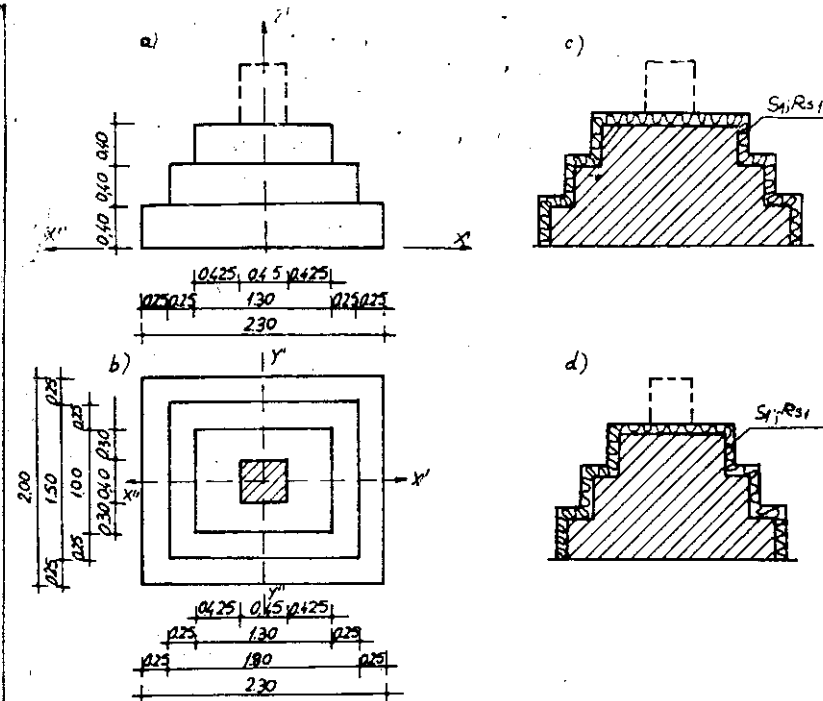


Fig. 2.5 Fundație tratată termic prin metoda conservării căldurii

a - vedere laterală ; b - vedere în plan;
c-d - protejarea fundației

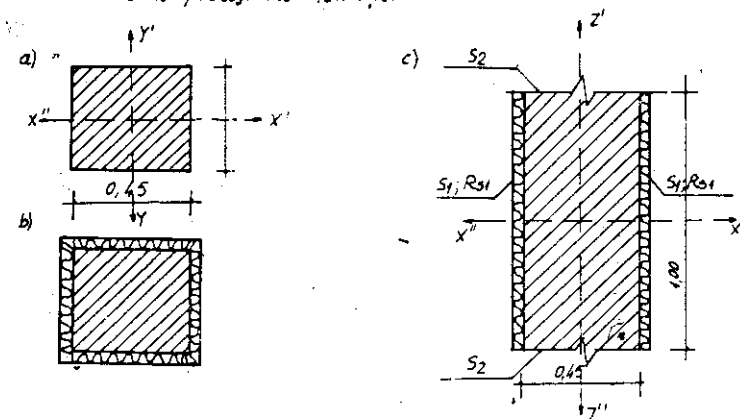


Fig. 2.4 Stilp tratat prin metoda conservării căldurii: a - secțiune orizontală;
b - secțiune orizontală prin stilpul izolat termic; c - secțiune verticală prin tronsonul de 1,00 m înălțime, izolat termic

Rezistențele termice de bază, pe cele trei direcții $j = x; y; z$:

$$\bar{R}_{S1x} = \bar{R}_{S1y} = \bar{R}_{S1z} = 0,653 + 0,030 + 0,160 = 0,843 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

Relația (2.7):

$$R'_{S1x} = R''_{S1x} = R'_{S1y} = R''_{S1y} = R'_{S1z} = R_{S1} = 0,843 + 0,043 = 0,886 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$R'_{S1z} = \infty$ (teren dezghețat, nu se face schimb de căldură)

Suprafețele corespunzătoare și volumul fundației:

$$\text{Normale pe direcția } x: 1,00 \times 0,40 = 0,40 \text{ m}^2$$

$$1,50 \times 0,40 = 0,60 \text{ m}^2$$

$$2,00 \times 0,40 = 0,80 \text{ m}^2$$

$$\text{Normale pe direcția } y: 1,30 \times 0,40 = 0,52 \text{ m}^2$$

$$1,80 \times 0,40 = 0,72 \text{ m}^2$$

$$2,30 \times 0,40 = 0,92 \text{ m}^2$$

$$\text{Normale pe direcția } z: 1,30 \times 1,00 = 1,30 \text{ m}^2$$

$$1,80 \times 1,50 - 1,30 \times 1,00 = 1,40 \text{ m}^2$$

$$2,30 \times 2,00 - 1,80 \times 1,50 = 1,90 \text{ m}^2$$

$$V = (1,3 \times 1,0 + 1,8 \times 1,5 + 2,3 \times 2,0) \cdot 0,40 = 3,44 \text{ m}^3$$

În continuare calculele se organizează în tabel.

Direc- ția j	d_{bj} m	S'_{1j}	S''_{1j}	R_{bj}	R'_{bj}	R''_{bj}	$\frac{R'_{S1j} + R_{bj}}{2}$	$\frac{R''_{S1j} + R_{bj}}{2}$	Col. 3 Col. 8	Col. 4 Col. 9	K_{bj} Col. 6 2 Col. 8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
x	1,30	0,40	0,40	0,622	0,311	0,311	1,041	1,104	0,384	0,384	1,150
	1,80	0,60	0,60	0,862	0,431	0,431	1,102	1,102	0,544	0,544	0,196
	2,30	0,80	0,80	1,102	0,551	0,551	1,162	1,162	0,688	0,688	0,237
y	1,00	0,52	0,52	0,479	0,239	0,239	1,005	1,005	0,517	0,517	0,119
	1,50	0,72	0,72	0,178	0,359	0,359	1,066	1,066	0,675	0,675	0,169
	2,00	0,92	0,92	0,958	0,479	0,479	1,126	1,126	0,817	0,817	0,213
z	1,20	1,30	—	0,575	0,575	—	1,173	∞	1,108	—	0,245
	0,80	1,40	—	0,383	0,383	—	1,078	∞	1,299	—	0,178
	0,40	1,90	—	0,192	0,192	—	0,982	∞	1,935	—	0,098
Σ									7,967	3,625	

$$\frac{M_S}{R_S} = \frac{7,967 + 3,625}{3,44} = 3,37 \text{ m}^{-1}$$

$$K_b = \min K_{bj} = 0,100$$

d.1. Elementul de construcție diafragmă cofrată cu cofraje încălzitoare pe două fețe (fig. 2.3), dintre care numai una se racordează la sursa de căldură avînd ca agent încălzitor abur (fig. 2.2. a).

Conform datelor de la exemplul a:

Pe fața neracordată la sursa de căldură.

$$R_{s1} = 1,060 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$M_{s1} = \frac{1,00 \times 1,00}{0,15 \times 1,00} = 6,67 \text{ m}^{-1} \text{ (relația 2.1).}$$

Pe fața încălzitoare (relațiile 2.6; 2.8)

$$R_{s0} = \bar{R}_{s0} + R_t = 0,00 + 0,004 = 0,004 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_{s3} = (R_t + \bar{R}_{s3} + R_g) = (0,004 + 0,857 + 0,043) = 0,904$$

$$M_{s0} = \frac{1,00 \times 1,00}{0,15} = 6,67 \text{ m}^{-1}$$

Se notează (conform pct. 2.9. a), relațiile (2.15) și (2.24)

$$R'_s = R_{s0} + R_{s3} = 0,004 + 0,904 = 0,908 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R''_s = R_{s1} = 1,060 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

Relațiile (2.14) ... (2.22) și (2.25).

$$R_b = \frac{0,15}{1,2 \cdot 1,74} = 0,072 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R'_b = \frac{0,072}{2} + \frac{1,060 - 0,908}{2} = 0,148 > R_b = 0,072$$

$$R_b = 0,072; R''_b = 0$$

$$M'_s = M_{s0} = 6,67$$

$$M''_s = M_{s1} = 6,67$$

$$\frac{M_s}{R_s} = \frac{6,67}{0,908 + 0,072/2} + \frac{6,67}{1,060} = 13,4 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$K_b = \frac{0,072}{2(0,908 + 0,072 : 2)} = 0,038$$

$$K_s = 1 + \frac{0,004 + 0,072 : 2}{0,904} = 1,044$$

e. Elementul de construcție de la pct. d, fig. 2.3 avînd racordate la sursa de căldură cofrajele de pe ambele fețe (fig. 2.2 c; d):

$$M'_s = M''_s = M'_{s0} = M''_{s0} = 6,67 \text{ m}^{-1}$$

$$R'_s = R''_s = R_{s0} + R_{s3} = 0,004 + 0,904 = 0,908$$

$$R_b = 0,072 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R'_b = R''_b = \frac{0,072}{2} = 0,036 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\frac{M_s}{R_s} = \frac{2 \times 6,67}{0,908 + 0,036 : 2} = 14,4 \text{ W/m}^3 \text{ K}$$

$$K_b = \frac{0,036}{2(0,908 + 0,036 : 2)} = 0,019$$

$$K_s = 1 + \frac{0,004 + 0,036 : 2}{0,904} = 1,024$$

3. Evaluarea nivelului de asigurare și a duratelor critice de maturizare

3.1. Nivelul de asigurare se determină conform prevederilor din Anexa A.

3.2. Durata critică de maturizare t_k se evaluează:

a. din graficele, de execuție, dacă există în acestea asemenea prevederi, conform Anexa B pct. 1.4; Anexa D_{1.3}.

b. în acțiunea de proiectare a regimului termic ținînd seama de faptul că, în general, consumurile specifice minime de energie corespund temperaturilor minime θ_b , la terminarea punerii în operă a betonului, iar acestea duratelor maxime.

3.3. Pentru orientare, se pot utiliza la evaluarea duratelor t_k și a temperaturilor θ_b următoarele date ajutătoare:

— pentru regimul CC_k , specific metodei conservării căldurii, graficele D_{3.1} ... D_{3.3} din care rezultă, pentru tipurile de betoane semnificative ce pot fi folosite, corelarea temperaturii θ_b , la terminarea punerii în operă cu durata t_k ;

— pentru regimurile specifice încălzirii după turnare, graficele D_{3.4}, din care rezultă: pentru tipurile de betoane ce pot fi folosite, corelarea temperaturii $\theta_b = \theta_t$, cu durata t_k .

4. Proiectarea regimurilor termice CC_k în perioada de maturizare critică. Metoda conservării căldurii.

4.1. Regimul termic al betonului în cazul aplicării metodei conservării căldurii este de tipul CC_k (Anexa B, fig. 31). Pentru proiectarea acestuia se discretizează variația temperaturii θ_i din grad în grad și se notează:

$$m_i = (\theta_i + 10) K_{\theta i} \quad (4.1)$$

$$m'_i = (\theta_i - \Delta\theta_i/2 + 10) k_{\theta i} = [\theta_i - (\theta_i - \theta_{ae}) K_b + 10] K_{\theta i} \quad (4.2)$$

în care:

m_i este gradul unitar de maturizare la temperatura de $+20^\circ\text{C}$, echivalent gradului efectiv de maturizare la temperatura medie θ_i , pentru o durată $t_i = 1 \text{ h}$;

m'_i — gradul unitar de maturizare la temperatura de $+20^\circ\text{C}$ echivalent gradului efectiv de maturizare pe suprafața cea mai rece avînd temperatura $(\theta_i - \frac{\Delta\theta_i}{2})$ într-o durată $t_i = 1 \text{ h}$.

Durata t_i în care temperatura betonului variază în mod natural în intervalul $(\theta_i - 0,5) \dots (\theta_i + 0,5)^\circ\text{C}$ se calculează cu relația:

$$t_i = \frac{c_b \cdot \rho_b \cdot \delta\theta_i}{m_i \bar{F}_{se} - (\theta_i - \theta_{ae}) M_s/R_s} \quad (4.3)$$

în care:

$c_b \rho_b = 700 \text{ W h/m}^3$ este produsul între căldura masică a betonului proaspăt $c_b = 0,28 \dots 0,29 \text{ W h/Kg}$ și densitatea lui aparentă $\rho_b = 2500 \dots 2400 \text{ Kg/m}^3$;

$\delta\theta_i = \pm 1^\circ\text{C}$ — creșterea sau scăderea temperaturii în intervalul $(\theta_i - 0,5) \dots (\theta_i + 0,5)$.

Durata t_i are întotdeauna valori pozitive astfel încît în relația (4.3), intervalul $\delta\theta_i = \pm 1^\circ\text{C}$ are semnul numitorului.

4.2. Condițiile de realizare a gradului critic de maturizare, din Anexa B, pct. 1.1, relațiile (1.1) și (1.2) se scriu pentru duratele t_i calculate cu relația (4.3), sub forma:

$$M_c = \sum M'_i = \sum m'_i t_i \geq M_k \quad (4.4)$$

$$t_c = \sum t_i \leq t_k \quad (4.5)$$

Valorile m_i ; m'_i se extrag din anexa D, tabelul D_{4.1} pentru $\theta_i = 1,5 \dots 29,5^\circ\text{C}$ din grad în grad și K_b variabil; pentru alte valori K_b decît cele din tabel se poate interpola sau extrapola liniar.

Valorile t_i se determină cu relația (4.3) începînd de la $\theta_i = 1,5^\circ\text{C}$, pentru o gamă mai largă de temperaturi și niveluri de asigurare ($\theta_{ae} = 0^\circ$; -5° ; -10°C). Calculele se organizează într-un tabel (pct. 4.4).

Semnul $\pm$ rezultat pentru intervalul $\delta\theta_i$, astfel încît valorile duratelor să fie întotdeauna pozitive ($t_i > 0$), indică:

$\delta\theta_i = +1^\circ\text{C}$; creșterea temperaturii în perioada t_i de la $(\theta_i - 0,5) \dots (\theta_i + 0,5)^\circ\text{C}$;

$\delta\theta_i = -1^\circ\text{C}$; scăderea temperaturii în perioada t_i de la $(\theta_i + 0,5) \dots (\theta_i - 0,5)^\circ\text{C}$.

4.3. Cumulările prevăzute de relațiile (4.4) și (4.5) se fac în ordine crescătoare a valorilor θ_i înscrise în tabelul auxiliar, începînd cu cele mai mici și se continuă pe n valori θ_i pînă este îndeplinită condiția (4.4).

Regimul termic se poate încadra în una din cele trei variante din fig. 3.1, Anexa B, după semnul parametrului $\delta\theta_i = \pm 1^\circ\text{C}$. În funcție de acesta se stabilesc și valorile temperaturilor θ_i , la începutul perioadei t_c , valoarea exactă a acesteia, ca și temperatura θ_c , la terminarea perioadei. Se procedează astfel:

a. Dacă $\delta\theta_i = +1^\circ\text{C}$, rezultă:

$$\theta_c > \theta_i = \theta_b \quad (4.6)$$

Se adoptă în acest caz:

$$\theta_i = \theta_1 \quad (4.7)$$

și se cumulează primele „ n ” valori M'_i și t_i pentru care este îndeplinită condiția (4.4) simultan cu condiția privind durata t_c , exprimată prin relația:

$$t'_c = \sum_{i=1}^{n-1} t_i \leq t_k \quad (4.8)$$

Se calculează apoi valoarea:

$$0 < \Delta t_n = \frac{M_k - \sum_{i=1}^{n-1} M'_i}{m_n} < t_n \quad (4.9)$$

cu care se determină:

$$t_c = t'_c - \Delta t_n \leq t_k \quad (4.10)$$

$$\theta_c = \theta_n - 0,5 + \frac{\Delta t_n}{t_n} \quad (4.11)$$

Relațiile (4.7) ... (4.11) se aplică și în cazul particular:

$$M_k < M'_1 = M'_n; \sum_{i=1}^{n-1} M'_i = 0; t'_c = 0 \quad (4.12)$$

b. Dacă $\delta\theta_i = -1^\circ\text{C}$ rezultă:

$$\theta_c < \theta_i = \theta_b \quad (4.13)$$

Se cumulează o serie de valori succesive M'_i și t_i pînă este îndeplinită condiția (4.4). Cea mai mare dintre valorile θ_i pentru care s-a verificat condiția (4.4) se notează θ_1 și se determină:

$$\theta_i = \theta_1 + 0,5 \quad (4.14)$$

Se cumulează din nou valorile θ_i , în ordine descrescătoare ale acestora, începînd cu $\theta_1 = \theta_i - 0,5$ pînă la $i = n$, pentru care este îndeplinită condiția (4.4).

Regimul termic se definitivează folosind în continuare relațiile (4.8); (4.9); (4.11) și (4.12).

Temperatura θ_c se determină cu relația:

$$\theta_c = \theta_n + 0,5 - \frac{\Delta t_n}{t_n} \quad (4.15)$$

Dacă se începe cumularea cu $\theta_1 = 1,5^\circ\text{C}$ se obțin regimurile termice cu consum minim de energie, dar cu durată maximă.

În măsura în care se începe cumularea cu valori $\theta_1 > 1,5^\circ\text{C}$ se obțin regimuri termice cu durate mai mici, dar cu consumuri specifice mai mari.

4. Exemplu de calcul

a. Se determină datele preliminare:

Beton B 250-L₃-Pa 35-31

$$M_k = 1310 \text{ h}^\circ\text{C}$$

$$\bar{P}_{se} = 4,886 \text{ W/m}^3\text{K}$$

$$M_s/R_s = 10,1 \text{ W/m}^3\text{K}$$

$$K_b = 0,039$$

$$K_s = 1,076$$

$$\theta_{as} = 0^\circ; -5^\circ; -10^\circ\text{C}$$

$$t_k = 160 \text{ h și } t_k = 64 \text{ h}$$

b. Se alcătuieste tabelul cu valorile auxiliare de calcul și se proiectează regimurile termice astfel încît să fie îndeplinite simultan condițiile (4.4); (4.8) și (4.10).

Tabelul cu valori auxiliare de calcul pentru regimul termic CC_k

Parametrii de calcul		$M_k = 1301 \text{ h}^\circ\text{C}; \bar{P}_{\text{ex}k} = 4,886 \text{ W/m}^3\text{K}$									
		$\bar{\theta}_{ae} = 0^\circ\text{C}$					$\bar{\theta}_{ae} = -5^\circ\text{C}$				
		δ_i	t_i	m'_i	M'_i	δ_i	t_i	m'_i	M'_i	δ_i	t_i
0_i	K_{0i}	m_i									
1,5	0,345	3,97	164,0	3,95	648		15,1	3,88	59	7,2	3,81
2,5	0,490	6,13	147,9	6,08	899		15,3	5,99	92	7,3	5,89
3,5	0,160	8,24	141,4	8,16	1154		15,4	8,04	124	7,3	7,92
4,5	0,710	10,30	142,1	10,17	1445	+1	15,4	10,04	155	7,3	9,90
5,5	0,870	12,09	195,4	11,92	1652		14,9	11,77	175	7,2	11,62
6,5	0,820	13,53	1332,8	13,32	17753		14,0	13,16	184	7,0	13,00
7,5	0,854	14,95	266,2	14,70	3913		13,2	14,53	192	6,8	14,37
8,5	0,876	16,21	106,6	15,92	1697		12,3	15,75	194	6,5	15,58
9,5	0,892	17,39	64,3	17,06	1097	-1	11,4	16,88	192	-1	16,71
10,5	0,906	18,57	46,0	18,20	837		10,7	18,02	193	6,0	17,84
11,5	0,918	19,74	35,7	19,33	690		10,0	19,15	192	5,8	18,97
12,5	0,930	20,93	29,3	20,48	600	-1	9,4	20,30	191	5,6	20,11
13,5	0,942	22,14	25,0	21,64	541		8,9	21,46	191	5,4	21,28
14,5	0,954	23,37	21,8	22,84	498		8,5	22,65	193	5,3	22,47
15,5	0,964	24,58	19,3	24,00	463		8,1	23,81	193	5,1	23,62
16,5	0,972	25,76	17,2	25,13	432		7,7	24,94	192	4,9	24,65
17,5	0,980	26,95	15,6	26,28	410		7,3	26,09	190	4,8	25,80

c. Rezultatele obținute, comparate cu cele extrase din anexa C_{4.6} se prezintă în tabelul următor, pentru $M_s/R_s = 10$ și $K_b = 0,05$

Durata t_k ore	Nivel de asigurare θ_{ae}	Regim termic proiectat conf. pct. D.4.4			Regim termic conf. anexa C _{4.6}		
		θ_i	θ_c	t_c	θ_i	θ_c	t_c
160	0	3,5	4,1	157	3,5	5	160
	-5	10	1,6	118	10	1	126
	-10	17	4,6	75	16	3	83
64	0	14	11,8	63	15	12	62
	-5	17	10,2	62	17	9	61
	-10	-	-	-	19	8	62

Se observă că regimurile termice din anexa C pot fi folosite în locul celor calculate mai exact la acest punct.

În unele cazuri, cînd valorile M_s/R_s diferă în măsură mai mare, se poate interpola liniar sau să se adopte o soluție acoperitoare (M_s/R_s mai mare).

4.5. Pentru simplificarea proiectării regimurilor termice CC_k se pot utiliza graficele D. 3.1 ... D. 3.8 din care rezultă corelarea temperaturii θ_b , la terminarea punerii în operă, cu durata de maturizare t_k , prin care se asigură realizarea gradului critic de maturizare M_k pentru valori variabile M_s/R_s ; K_b și $\bar{\theta}_{ae}$, fără ca temperatura betonului să coboare sub $+1^\circ\text{C}$.

Prin cei doi parametri θ_b și t_k regimul termic CC_k este determinat suficient, fără să fie obligatorie explicitarea temperaturii θ_c .

Deși construite pentru betoanele tipizate în Anexa C, graficele dau indicații valabile și pentru alte betoane, similare, astfel încît proiectarea regimului termic se poate limita la verificarea celui obținut din graficele D. 3.1 ... D. 3.8.

5. Proiectarea regimurilor termice în perioade de maturizare critică. Metoda încălzirii betonului după punerea în operă.

5.1. Regimul termic al betonului în cazul încălzirii lui după punerea în operă se proiectează în mai multe variante simbolizate TT_k ; TC_k (fig. 3.1) RT_k ; RC_k RTC_k (fig. 3.2) Anexa B₃

Pentru temperatura maximă θ_i ce caracterizează fiecare din aceste regimuri se calculează:

$$m_i = (\theta_i + 10) K_{\theta_i} \quad (5.1)$$

$$m'_i = [\theta_i - (\theta_i - \theta_{ae}) K_b + 10] K_{\theta_i} \quad (5.2)$$

unde: m_i ; m'_i sînt gradele unitare de maturizare similare gradelor m_i ; m'_i , evaluate însă pentru temperaturile θ_i .

Gradele unitare de maturizare m_i ; m'_i sint date in anexa D, tabelul D. 5.1 pentru $\theta_i = 1^\circ \dots 30^\circ\text{C}$, din grad in grad și K_b variabil; pentru alte valori K_b decît cele din tabel se interpolează sau se extrapolează liniar.

5.2. Regimul TT_k , ca regim de referință (fig. 3.2 a — Anexa B) se proiectează în vederea reducerii temperaturii $\theta_b = \theta_i$ și implicit a consumului specific de energie la preparare, Q_{sp} , față de regimurile de tip CC_k ; în acest sens:

a) Se calculează:

$$m'_{i\text{ nec}} = \frac{M_k}{t_k} \quad (5.3)$$

iar din tabelul D. 5.1 se extrage o temperatură $\bar{\theta}$ căreia îi corespunde cea mai apropiată valoare m'_i ce îndeplinește condiția:

$$m'_i \geq m'_{i\text{ nec}} \quad (5.4)$$

b) Se definitivează regimul de referință TT_k caracterizat prin:

$$\theta_i = \bar{\theta} \quad (5.5)$$

$$t_k = \frac{M_k}{m'_i} \quad (5.6)$$

unde $\bar{\theta}$ și m'_i sint valorile determinate cu condiția (5.4).

Regimul termic TT_k se poate obține direct din graficele D. 3.9 din care rezultă θ_k în funcție de t_k sau din tabelele D. 3.10 și D. 3.11.

c) Se verifică pentru $\theta_i = \theta_1 = \theta_i \pm 0,5$ semnul și mărimea parametrului $\delta\theta_i$ din relația (4.3) pentru ca $t_i > 0$. În funcție de rezultatul obținut pentru fiecare nivel de asigurare se separă domeniile de aplicare ale regimurilor termice CC_k și TT_k sau TC_k pe baza indicațiilor de la pct. d. și e.

d) Se adoptă regimul CC_k , caracterizat prin consum total minim de energie, pentru nivelurile de asigurare și valorile M_s/R_s pentru care este îndeplinită una din condițiile:

$$\theta_1 = (\theta_i + 0,5); t_1 > 0 \text{ dacă } \delta\theta_1 = +1^\circ\text{C} \quad (5.7)$$

$$\theta_1 = (\theta_i - 0,5); t_1 > t_k \text{ dacă } \delta\theta_1 = -1^\circ\text{C} \quad (5.8)$$

Regimul termic CC_k se proiectează ca la pct. 4.3 a, folosind relațiile (4.7) ... (4.12).

e) Regimul TT_k și cel derivat din acesta, TC_k , se aplică pentru nivelurile de asigurare și valorile M_s/R_s pentru care:

$$\theta_1 = (\theta_i - 0,5); 0 < t_1 < t_k \text{ dacă } \delta\theta_1 = -1^\circ\text{C} \quad (5.9)$$

5.3. Regimul TC_k (fig. 3.2 b — Anexa B), ca regim termic destinat a fi aplicat efectiv, se proiectează pentru a se reduce consumul specific de energie pe șantier Q_{ss} , față de TT_k prin introducerea unei perioade t_c , în care nu se consumă energie. În acest scop, dacă este îndeplinită condiția (5.9):

a) Se cumulează valorile t_i corespunzătoare temperaturilor $\theta_i = \theta_1 = (\theta_i - 0,5)$ pînă la o valoare $\theta_i = \theta_{(n-1)}$, pentru care:

$$t'_c = \sum_{i=1}^{n-1} t_i < t_k \quad (5.10)$$

Pentru aceleași valori $\theta_i = \theta_1 \dots \theta_i = \theta_{(n-1)}$, se cumulează și valorile $M'_i = m'_i t_i$, rezultînd $\sum_{i=1}^{n-1} M'_i$.

Parametrii t_i , M'_i au aceleași semnificații și se determină în același mod ca la pct. 4.1 și 4.2.

b) Se calculează parametrii t_t și t_c , folosind relațiile:

$$t_t = \frac{M_k - \sum_{i=1}^{n-1} M'_i - m'_n (t_k - t'_c)}{m'_i - m'_n} > 0 \quad (5.11)$$

$$t_c = t_k - t_t > t'_c \quad (5.12)$$

unde m'_n este gradul unitar de maturizare corespunzător valorii $\theta_i = \theta_n$ ce urmează valorii $\theta_i = \theta_{n-1}$.

Temperatura θ_c se determină cu relațiile (4.11), respectiv (4.15) în care Δt_n se obține din condiția:

$$0 < \Delta t_n = t_c - t'_c < t_n \quad (5.13)$$

c) Dacă prin cumularea menționată la pct. a se atinge temperatura $\theta_n = 1,5^\circ\text{C}$, fără a fi îndeplinită condiția (5.13) se folosește pentru evaluarea duratei t_i relația:

$$t_i = \frac{M_k - \sum_{i=1}^n M'_i}{m'_i} \quad (5.14)$$

iar durata t_k se obține din expresia:

$$t_k = t_t + t_c = t_t + \sum_{i=1}^n t_i \quad (5.15)$$

5.4. Regimul termic RT_k (fig. 3.3, a — Anexa B) este tot un regim de referință ce se proiectează în vederea reducerii, față de regimurile TT_k și TC_k , a consumului specific de energie la prepararea betonului (Q_{sp} , prin diminuarea temperaturii θ_b . În condițiile de la pct. 5.2. d, dacă nu există regim TT_k nu se poate proiecta nici regim RT_k , respectiv RC_k sau RTC_k .

Se pornește de la regimul TT_k și în funcție de caracteristicile acestuia:

a) Se stabilește valoarea temperaturilor θ_b și θ_t astfel încît să satisfacă condițiile:

$$1 \leq \theta_b \leq \bar{\theta} \quad (5.16)$$

$$\bar{\theta} < \theta_t < \bar{\theta} + \frac{\bar{\theta} - \theta_b}{2} \quad (5.17)$$

unde $\bar{\theta}$ este valoarea determinată pentru regimul TT_k , pct. 5.2 a.

Regimurile termice cu consum minim de energie, atît la preparare (Q_{sp}) cît și pe șantier (Q_{ss}) se obțin pentru valori minime θ_b și θ_t .

b) Se evaluează gradul unitar de maturizare m'_r :

$$m'_r = \frac{1}{\theta_t - \theta_b} \sum_{\theta_i = \theta_b + 0,5}^{\theta_t - 0,5} m'_i \quad (5.18)$$

Gradele unitare de maturizare m'_r pentru $\theta_b = 1$, respectiv $\theta_b = 3$ și valori variabile θ_t sînt evaluate în tabelele D.5.2 și D.5.3.

c) Se calculează pe aceste baze:

$$t_t = \frac{M_k - m'_r t_k}{m'_t - m'_r} \quad (5.19)$$

$$t_r = t_k - t_t \quad (5.20)$$

d) Regimul termic rezultat se verifică din punct de vedere al vitezei v_r de ridicare a temperaturii care trebuie să îndeplinească condiția:

$$v_r = \frac{\theta_t - \theta_b}{t_r} \leq 10^\circ\text{C/h} \quad (5.21)$$

Dacă această condiție nu este îndeplinită se reduce temperatura θ_t sau se mărește θ_b în limitele condițiilor (5.16) și (5.17) sau se mărește durata t_k impusă inițial, modificîndu-se în mod corespunzător regimul RT_k .

e) Regimul de referință RT_k permite separarea domeniilor de aplicare ale regimurilor termice efective RC_k și RTC_k . În acest sens se verifică pentru $\theta_t = \theta_i = \theta_t \pm 0,5$ semnul parametrului $\delta\theta_i$ pentru care $t_i > 0$, procedîndu-se ca la pct. 5.2.c.

În funcție de rezultatul obținut se adoptă regimul RC_k sau RTC_k .

5.5. Regimul RC_k (fig. 3.3b — Anexa B) se proiectează pe baza verificării de la pct. 5.4e astfel:

a) dacă este îndeplinită condiția (5.7) se procedează ca la pct. 5.3a, evaluîndu-se t'_c și $\sum_{i=1}^{n-1} M'_i$, pe baza relației (5.10).

Durata t_r se calculează cu relația:

$$0 \leq t_r = \frac{M_k - \sum_{i=1}^{n-1} M'_i - m'_n (t_k - t'_c)}{m'_r - m'_n} \leq t_k \quad (5.22)$$

unde: m'_r — este gradul unitar de maturizare în perioada t_r în care temperatura se ridică de la θ_b la θ_t

$$t_c = t_k - t_r \geq 0 \quad (5.23)$$

Parametrul Δt_n se determină cu rel. (5.13), iar θ_c cu relația:

$$\theta_c = \theta_n - 0,5 + \frac{\Delta t_n}{t_n} \quad (5.24)$$

Dacă nu este îndeplinită cond. (5.13) regimul termic va fi de tip RTC_k .

b) Dacă sînt îndeplinite condițiile (5.9) sau (5.8) se procedează ca și la pct. 5.5a, cu deosebirea că temperatura θ_c va fi:

$$\theta_c = \theta_n + 0,5 - \frac{\Delta t_n}{t_n} \quad (5.25)$$

c) Regimul termic rezultat se verifică din punct de vedere al vitezei de ridicare a temperaturii care trebuie să îndeplinească condiția (5.21).

Este important de reținut că dacă regimul RC_k se proiectează pe baza condiției (5.9) sau (5.8) se obțin pentru viteza de ridicare valori care cresc rapid și determină o sporire corespunzătoare și a puterii specifice. Această situație poate fi evitată prin proiectarea unui regim RTC_k .

5.6. Regimul termic RTC_k (fig. 3.3c — Anexa B) se aplică în condițiile de la pct. (5.4e) dacă sînt îndeplinite condițiile (5.9) sau (5.8):

a) Se impune o viteză de ridicare a temperaturii v_r , mai mare decît viteza corespunzătoare din regimul de referință RT_k și se calculează durata t_r cu relația:

$$t_r = \frac{\theta_t - \theta_b}{v_r} \quad (5.26)$$

b) Se procedează ca la pct. (5.3a) pentru a determina durata t'_c (relația 5.10) și valoarea corespunzătoare $\sum_{i=1}^{n-1} m'_i t_i$, astfel încît să fie îndeplinită condiția:

$$t'_c = \sum_{i=1}^{n-1} t_i < t_k - t_r \quad (5.27)$$

c) Se evaluează parametrii:

$$M'_r = m'_r t_r \quad (5.28)$$

$$t_t = \frac{M_k - M'_r - \sum_{i=1}^{n-1} M'_i - m'_n (t_k - t_r - t'_c)}{m'_t - m'_n} > 0 \quad (5.29)$$

$$0 < \Delta t_n = t_k - t_r - t'_c - t_t < t_n \quad (5.30)$$

$$t_c = t'_c + \Delta t_n \quad (5.31)$$

Temperatura θ_c se evaluează cu relație (4.15).

d) Dacă prin cumularea menționată la pct. b se include și valoarea $\theta_n = 1,5^\circ\text{C}$ fără a fi îndeplinite condițiile (5.29) și (5.30) se va evalua durata t_t cu relația:

$$t_t = \frac{M_k - M'_r - \sum_{i=1}^{n-1} M'_i}{m'_t} \quad (5.32)$$

Durata totală t_k va rezulta în acest caz prin sumarea duratelor caracteristice:

$$t_k = t_r + t_t + t_c = t_r + t_t + \sum_{i=1}^n t_i \quad (5.33)$$

e) Consumul minim de energie se obține pentru aceeași durată t_k și aceeași temperatură θ_t pentru varianta în care suma $(t_r + t_t)$ este minimă.

Puterea specifică instalată și consumul specific de energie pe șantier

5.7. Puterea specifică instalată pentru încălzirea pe șantier a betonului pus în operă pe timp friguros se evaluează în funcție de puterea specifică necesară în cele două perioade caracteristice t_r și t_t .

a) Pentru perioada t_r se evaluează:

$$m_r = \frac{1}{\theta_t - \theta_b} \sum_{\theta_i = (\theta_b + 0,5)}^{\theta_t - 0,5} m_i \quad (5.34)$$

$$\Delta Q_{sr} = 700 (\theta_t - \theta_b) \quad (5.35)$$

$$P_{sexr} = \bar{P}_{sex} \cdot m_r \quad (5.36)$$

$$P_{sr} = \left(\frac{\Delta Q_{sr}}{t_r} + \theta_r \frac{M_s}{R_s} - P_{sexr} \right) K_s - \theta_{ae} \frac{M_s}{R_s} K_s \quad (5.37)$$

unde: m_r — este gradul unitar de maturizare în perioada de ridicare a temperaturii, în $h^\circ\text{C}/h$;

Q_{sr} — este cantitatea specifică de căldură înmagazinată în beton în Wh/m^3 ;

θ_r — este temperatura medie a betonului în perioada t_r , în $^\circ\text{C}$;

P_{sexr} — este puterea specifică furnizată de exotermie în perioada t_r , în W/m^3 ;

K_s — coeficientul prin care se ia în considerare transmisia căldurii între sursa exterioară și beton.

b) Pentru perioada t_t se evaluează:

$$P_{sext} = \bar{P}_{sex} \cdot m_t \quad (5.38)$$

$$P_{st} = \left(\theta_t \frac{M_s}{R_s} - P_{sext} \right) K_s - \theta_{ae} \frac{M_s}{R_s} K_s \quad (5.39)$$

unde:

m_t — este gradul unitar de maturizare în perioada de tratare izotermă;

θ_t — temperatura medie a betonului în perioada t_t în $^\circ\text{C}$;

P_{sextr} — puterea specifică furnizată de exotermie în perioada t_t , în W/m^3 ;

K_s — coeficient prin care se ia în considerare corelația între sursa exterioară și beton.

Parametrii necesari pentru evaluarea puterilor specifice se extrag din anexele D, astfel:

— coeficientul K_s	tabelul D.2.6
— gradele unitare de maturizare m_i	tabelul D.4.1
— gradele unitare de maturizare m_t	tabelul D.5.1
— gradele unitare de maturizare m_r	tabelele D.5.2 și D.5.3

c) Puterea specifică, tehnică, instalată pe șantier, P_{ss} rezultă din condiția:

$$P_{st} \leq P_{ss} \leq P_{sr} \quad (5.40)$$

5.8. Consumul specific de energie, tehnic, pe șantier, Q_{ss} , se evaluează cu relația:

$$Q_{ss} = P_{sr} \cdot t_r + P_{st} \cdot t_t \quad (5.41)$$

În anexele C₅ sînt prezentate pentru aceleași tipuri de regimuri termice soluții proiectate pentru a fi utilizate ca atare, în măsura în care nu sînt diferențe semnificative între situațiile reale și ipotezele avute în vedere la proiectarea lor. Consumul specific exprimat în Kwh/m^3 se transformă în $Kcal/m^3$ prin multiplicare cu 860 $Kcal/Kwh$.

Calculule pentru proiectarea regimurilor termice TT_k ; TC_k ; RT_k ; RC_k ; RTC_k și pentru evaluarea puterilor specifice instalate, respectiv a consumurilor specifice, tehnice, de energie se organizează în tabele, așa cum se exemplifică la pct. 5.9.

5.9. Exemple de calcul

a) Se determină datele preliminare.

Se adoptă aceleași date ca pentru exemplul de la punctul D.4.4.

b. Se alcătuieste tabelul cu valorile auxiliare de calcul necesare la proiectarea regimurilor termice prin încălzirea betonului.

c) Se proiectează regimul termic TT_k folosind graficele D.3.9 și indicațiile de la pct. 5.2; calculele se organizează într-un tabel.

Proiectarea regimului termic TT_k

t_k	θ_{ae}	$\theta_b = \theta_t = \theta_c$	t_t	$\delta\theta_t$ pentru:		Regim termic recomandat	
				$\theta_t - 0,5$	$\theta_t + 0,5$		
160	0	4	141,8	+ 1	0	CC_k	RTC_k
	- 5			- 1	- 1	TC_k	
	- 10			- 1	- 1	TC_k	
64	0	14	57,6	- 1	- 1	TC_k	RC_k
	- 5			- 1	- 1	TC_k	RTC_k
	- 10			- 1	- 1	TC_k	RTC_k

d) Se proiectează regimul termic TC_k conform pct. 5.3; calculele se organizează ca în tabelul următor.

e) Se proiectează regimul termic de referință RT_k , conform punctului 5.4; calculul se organizează într-un tabel.

TABEL CU VALORI AUXILIARE DE CALCUL PENTRU PROIECTAREA REGIMURILOR TERMICE LA ÎNCĂLZIREA BETONULUI DUPĂ TURNARE

θ_t	m_t	m_r		P_{sext}	P_{sext}		$\bar{\theta}_{ae} = 0^\circ\text{C}$		$\bar{\theta}_{ae} = -5^\circ\text{C}$		$\bar{\theta}_{ae} = -10^\circ\text{C}$			
		$\theta_b = 1$	$\theta_b = 3$		$\theta_b = 1$	$\theta_b = 3$	m_t	m_r	$\theta_b = 1$	$\theta_b = 3$	m_t	m_r	$\theta_b = 1$	$\theta_b = 3$
2	5,04	3,97	—	25	—	19	—	5,02	—	4,93	3,88	4,85	3,81	
3	7,28	5,05	—	36	—	25	—	7,12	—	7,01	4,93	6,90	4,85	
4	9,24	6,11	8,24	45	30	40	40	9,16	8,16	9,04	5,97	8,91	5,87	
5	11,40	7,16	9,27	56	35	45	45	11,04	9,16	10,90	6,99	10,76	6,88	
6	12,80	8,15	10,21	63	40	50	50	12,62	10,08	12,46	7,94	12,31	7,83	
7	14,28	9,04	11,04	70	44	54	54	14,01	10,89	13,84	8,81	13,68	8,69	
8	15,62	9,89	11,82	76	48	58	58	15,31	11,65	15,14	9,63	14,97	9,50	
9	16,80	10,68	12,55	82	52	61	61	16,49	12,36	16,31	10,39	16,14	10,26	
10	18,00	11,42	13,24	88	56	65	65	17,63	13,08	17,45	11,11	17,27	10,98	
11	19,15	12,14	13,91	94	59	68	68	18,76	13,68	18,58	11,81	18,40	11,66	
12	20,33	12,83	14,56	99	63	71	71	19,90	14,31	19,72	12,47	19,54	12,33	
13	21,53	13,50	15,20	105	66	74	74	21,06	14,93	20,88	13,13	20,69	12,98	
14	22,75	14,17	15,83	111	69	77	77	22,24	15,54	22,05	13,77	21,87	13,61	
15	24,00	14,83	16,46	117	73	81	81	23,42	16,15	23,23	14,40	23,04	14,25	
16	25,17	15,48	17,08	123	76	84	84	24,56	16,75	24,37	15,03	24,18	14,87	
17	26,35	16,12	17,70	129	79	87	87	25,70	17,48	25,51	15,65	25,32	15,49	

PROIECTAREA REGIMULUI TERMIC TC_k

Nivel de asig.	$\theta_b = \theta_c$	θ_1	θ_n	m'_i	m'_n	t_n	t'_c (5.10)	$\sum_{i=1}^{n-1} M'_i$	t_i (5.11)	t'_c (5.12)	Δt_n (5.13)	t_i (5.14)	θ_c (4.15)	t_k (5.15)
Durata $t_k = 160$ h														
-5	4	3,5	1,5	9,04	3,89	15,1	30,7	216	114,8	45,2	14,5	-	1	160
-10			1,5	8,91	3,81	7,2		(128)*	-	21,8*	-	132,7	1	154,5
Durata $t_k = 64$ h														
0			11,5	21,06	19,33	35,7	29,3	600	22,7	41,3	12,0	-	11,7	64
-5	13	12,5	10,5	20,88	18,00	10,7	19,4	383	43,1	20,9	1,5	-	10,9	64
-10			10,5	20,69	17,84	6,0	11,4	223	52,1	11,9	0,5	-	10,9	64

(*) Cumularea se face pentru t_i și m'_i până la $i = n$ în loc de $i = (n - 1)$ și se aplică relația (5.14) în loc de relația (5.11) — pct. 5.3.c.

PROIECTAREA REGIMULUI TERMIC RT_k

Nivel de asigurare	θ_b	θ_1	m'_i	m'_r	t_i	t_r	v_r
Durata $t_k = 160$ h							
-5	1	5	10,90	6,99	49,0	111,0	0,04
-10	1		10,76	6,88	53,9	106,1	0,04
Durata $t_k = 64$ h							
0	3	14	22,24	15,54	47,1	16,9	0,65
-5	1		22,05	13,77	51,8	12,2	1,07
-10	1		21,87	13,61	53,1	10,9	1,19

Pentru nivelul de asigurare $\theta_{ae} = 0^\circ\text{C}$ betonul se pune în operă la $\theta'_{ae} = 0^\circ\text{C}$ astfel încît ținînd seama de condiția ca $\theta_p \geq +5^\circ\text{C}$ rezultă $\theta_b = 3^\circ\text{C}$.

Pentru celelalte niveluri de asigurare ($\theta_{ae} = -5^\circ\text{C}$; $\theta_{ae} = -10^\circ\text{C}$) betonul se pune în operă la $\theta'_{ae} = -5^\circ\text{C}$, rezultînd $\theta_b = 1^\circ\text{C}$.

Se observă că în cazul duratei $t_k = 160$ h și nivelului de asigurare $\theta_{ae} = 0^\circ\text{C}$ regimul termic este de tipul CC_k (conf. pct. 5.2d, relația 5.7 și exemplul de la pct. 5.9c).

f) Se proiectează regimul termic RC_k conf. pct. 5.5; calculul se organizează într-un tabel.

PROIECTAREA REGIMULUI RC_k

Nivel de asig.	θ_b	θ_1	θ_n	m'_r	m'_n	t'_c (5.10)	t_n	$\sum_{i=1}^{n-1} M'_i$	t_r (5.22)	t'_c (5.23)	Δt_n (5.13)	θ_c
$t = 64$ h												
0°	3	14	13,5	11,5	15,54	19,33	54,3	35,7	1 141	4,9	59,1	4,8 < 5,7

Pentru nivelele de asigurare $\theta_{ae} = -5^\circ\text{C}$ și $\theta_{ae} = -10^\circ\text{C}$, duratele $t_k = 160$ h și $t_k = 64$ h rezultă conf. pct. 5.9c regimuri RTC_k .

PROIECTAREA REGIMULUI TERMIC RTC_K

Nivel de asig.	θ_b	θ_i	θ_n	m'_i	m'_n	t_n	i'_c (5.27)	$\sum_{i=1}^{n-1} M_{t_i}$	t_e (5.29)	Δt_n (5.30)	t'_e (5.31)	t'_e (5.32)	θ_c (4.15)	t_k
Durata $t_k = 160$ h														
-5	1	5	0,5	8,0				3,88	15,1	46,1	371	38,6	—	—
												(*)	—	—
												61,2	75,6	1,0 144,8
-10												29,1	98,0	1,0 135,1
Durata $t_k = 64$ h														
0	3							20,48	29,30	25,0	541	52,8	13,1	64
												(*)	—	—
												3,9	27,8	—
												3,3	—	—
												34,3	2,7	64
												(*)	—	—
												32,1	—	—
												42,6	1,7	64
												(*)	—	—
												41,5	—	—

* Condiție nefădeplinită.

Evaluarea puterilor și consumurilor specifice pe șantier

Regim termic	Nivel de asig.	θ_b °C	θ_i °C	θ_r °C	t_r h	t_t h	t_e h	m_r	m_t	$\frac{P_{sr}}{W}$ m³	$\frac{P_{st}}{W}$ m³	$\frac{Q_{ss}}{Kwh}$ m³
$t_K = 160$ h												
CC _K	0°	3,5	3,5	—	—	—	157,0	—	—	—	—	—
CC _K		10	10	—	—	—	118,0	—	—	—	—	—
TC _K	-5°	4	4	—	—	114,8	45,2	—	9,24	—	49	5,6
RTC _K		1	5	3	8	75,2	61,2	7,16	11,40	426	49	7,1
CC _K		17	17	—	—	—	75,0	—	—	—	—	—
TC _K	-10°	4	4	—	—	132,7	21,8	—	9,24	—	104	13,7
RTC _K		1	5	3	8	98,0	29,1	7,16	11,40	480	103	13,9
$t_K = 64$												
CC _K		14	14	—	—	—	63,0	—	—	—	—	—
TC _K	0°	13	13	—	—	22,7	41,3	—	21,53	—	28	0,6
RC _K		3	14	8,5	4,9	0	59,1	15,83	—	1700	—	8,3
RTC _K					7,3	3,9	52,8	15,83	22,75	1144	32	8,5
CC _K	-5°	17	17	—	—	—	62,0	—	—	—	—	—
TC _K		13	13	—	—	43,1	20,9	—	21,53	—	82	3,5
RTC _K		1	14	7,5	8,7	34,3	21,0	14,17	22,75	1187	87	13,3
TC _K	-10°	13	13	—	—	52,1	11,9	—	21,53	—	137	7,1
RTC _K		1	14	7,5	8,7	42,6	12,7	14,17	22,75	1241	141	15,3

Se poate proiecta un regim RTC_k și pentru $\theta_{ae} = 0^\circ\text{C}$; $t_K = 64$ h, dacă se adoptă o viteză de ridicare a temperaturii v_r cuprinsă între valorile caracteristice regimurilor RT_k și RC_k :

$$\frac{14 - 3}{16,9} = 0,65 < v_r = \frac{\theta_t - \theta_b}{t_r} < \frac{14 - 3}{4,9} = 2,24^\circ\text{C/h}$$

g) Se proiectează regimul termic RTC_k conform pct. 5.6; calculul se organizează într-un tabel.

h) Puterile specifice și consumurile specifice se evaluează conf. pct. 5.7 și 5.8; calculele se organizează într-un tabel, în care s-au înscris pentru comparație și regimurile termice CC_k .

5.10. Pentru simplificarea departajării domeniilor de aplicare a diferitelor regimuri termice se dau în tabelele D.3.10 și D.3.11 regimurile termice de referință TT_k și RT_k în cazul tipurilor uzuale de betoane tipizate în Anexa C pentru diferite durate t_k și niveluri de asigurare θ_{ae} , împreună cu limitele parametrului M_s/R_s pentru aplicarea regimurilor termice CC_k și RC_k în condiții de consum minim de energie.

Deși proiectate pentru tipurile de betoane tipizate în Anexa C, tabelele D.3.10 și D.3.11 dau indicații valabile și pentru alte betoane, astfel încât să se treacă direct la proiectarea regimului termic cel mai eficient.

6. Proiectarea regimului termic în timpul transportului și punerii în operă a betonului

Proiectarea regimului termic în timpul transportului betonului constă (Anexa B, pct. 4) în precizarea temperaturii θ_t , la livrarea betonului (descărcarea din mijlocul de transport) și a temperaturii θ_p la preparare (descărcarea din malaxor) cu evidențierea mijloacelor folosite și a condițiilor de protejare termică a lor.

6.1. Coeficientul unitar K'_t de scădere a temperaturii betonului în timpul transportului la obiect depinde de mijlocul folosit, de condițiile de protejare ale acestuia și de durata transportului. Pentru situațiile uzuale valorile coeficientului K'_t sînt date în anexa D_{6.1} în care se poate interpola liniar pentru durate intermediare.

6.2. Coeficientul unitar K''_t de scădere a temperaturii betonului în timpul transportului pe obiect și punerii lui în operă depinde de forma și dimensiunile elementului de construcție în care se toarnă, de durata procesului, de soluția de protejare a benelor în perioada de așteptare și de durata acesteia pentru ultima benă. Pentru soluțiile uzuale valorile coeficientului K''_t sînt date în anexa D_{6.2}, în care se poate interpola liniar pentru durate intermediare.

Durata de așteptare, t_a , a betonului din ultima benă se determină cu relația:

$$t_a = 10 \left(\frac{V_t}{v_b} - 1 \right) \quad (6.1)$$

în care: $10'$ reprezintă durata maximă de punere în operă a betonului dintr-o benă;

V_t — volumul betonului transportat într-un ciclu;
 v_b — volumul (capacitatea) unei bene.

6.3. Temperaturile caracteristice: θ_p , la preparare și θ_t , la livrare, în funcție de temperatura θ_b , la terminarea punerii în operă se determină conform indicațiilor din Anexa B, pct. 4, folosind relațiile (4.1) și (4.2).

În graficul din anexa D_{6.3} se pot obține direct valorile $(\theta_t - \theta_{ae})$ în funcție de $(\theta_b - \theta_{ae})$ și K'_t , respectiv $(\theta_p - \theta_{ae})$ în funcție de $(\theta_t - \theta_{ae})$ și K''_t , din care se determină θ_t și respectiv θ_p .

6.4. Exemplu de calcul.

a) Coeficienții K'_t ; K''_t , în ipoteza transportului betonului la 2,5 km distanță cu viteză de 15 km/h folosind un autoagitator de 5 m³ capacitate, neprotejat (Anexa D_{6.1}, soluția 2a) din care betonul se descarcă în bene de 1 m³, protejate conform soluției c (Anexa D_{6.2}) și a punerii lui în operă într-o diafragmă (Anexa D_{6.2}, soluția 2c), rezultă în funcție de duratele caracteristice astfel:

$$\text{Durata de transport: } \frac{2,5 \times 60}{15} = 10'$$

$$K'_t = 0,168 + (0,360 - 0,168) \frac{10 - 6}{30 - 60} = 0,200$$

Durata de punere în operă a betonului dintr-o benă: $10'$

Durata de așteptare a ultimei bene:

$$t_a = 10 \left(\frac{5,0}{1,0} - 1 \right) = 40'$$

$$K''_t = 0,122 + (0,282 - 0,122) \frac{40 - 10}{50 - 10} = 0,242$$

b) Temperaturile caracteristice:

— nivelul de asigurare $\bar{\theta}_{ae} = -5^\circ\text{C}$

— temperatura betonului la terminarea punerii în operă: $\theta_b = 10^\circ\text{C}$

c) Temperaturile θ_t ; θ_p folosind relațiile (4.1) și (4.2) din Anexa B, pct.4:

$$\theta_t = -5 + \frac{2 + 0,242}{2 - 0,242} (10 \div 5) = 14,1$$

$$\theta_p = -5 + \frac{2 + 0,200}{2 - 0,200} (14,1 \div 5) = 18,3 \cong 19$$

- d) Temperaturile θ_i ; θ_p , folosind graficul din anexa D.6.3
 - pentru $K'_i = 0,242$; $\theta_i - \theta = 19^\circ\text{C}$

$$\theta_i = 19 - 5 = 14^\circ\text{C}$$

- pentru $K'_i = 0,200$; $\theta_p - \theta_b = 24$

$$\theta_p = 24 - 5 = 19^\circ\text{C}$$

6.5. Diferența între temperaturile ($\theta_p - \theta_b$) este cu atât mai mare cu cât crește temperatura θ_b , ceilalți parametri K' , K'_i , θ_{ae} , rămânând constanți (Anexa C, fig. 6.1). Din aceeași figură rezultă că diferențele ($\theta_{p1} - \theta_{p2}$) sînt întotdeauna mai mari decît ($\theta_{b1} - \theta_{b2}$).

Din aceste motive încălzirea betonului după punerea lui în operă, conduce, pentru randamente $\eta_p = \eta_s$, la consumuri specifice de energie mai reduse decît metoda conservării căldurii.

6.6. Regimul termic la prepararea, transportul și punerea în operă a betonului pe timp friguros se poate determina prin:

a) alegerea unei soluții tip de organizare a procesului dintre cele prezentate în anexa C, pct. 6 și corelarea temperaturilor θ_p , θ_i și θ_b pe baza valorilor tipizate ale coeficienților K'_i , K'_i (tabelele C.6.1, C.6.2);

b) proiectarea unei soluții specifice de organizare a procesului și evaluarea coeficienților K'_i , K'_i pe baza prevederilor din această anexă, (Anexele D.6.1, D.6.2); corelarea temperaturilor θ_b , θ_i și θ_p se face în acest caz folosind graficul D.6.3.

7. Proiectarea regimului termic la prepararea betonului

7.1. Regimul termic la prepararea betonului constă în evidențierea următorilor parametri:

- nivelul de asigurare $\bar{\theta}_{ae}$, stabilit conform anexei A;
- temperatura betonului la descărcarea din malaxor, θ_p , în $^\circ\text{C}$, stabilită conform prevederilor din anexa D.6.
- compoziția betonului: apă, A; ciment, C; agregate, Ag, în kg/m^3 ;
- umiditatea agregatelor u, în procente;
- temperaturile inițiale ale apei θ_{ia} ; agregatelor θ_{iag} și cimentului θ_{ic} ;
- temperaturile finale ale apei, θ_{fa} , agregatelor, θ_{fag} și cimentului;
- consumul specific tehnic de energie, Q_{sp} , la prepararea betonului.

7.2. Temperaturile inițiale ale componentelor se stabilesc astfel:

a) temperatura inițială a apei se estimează la valoarea

$$\theta_{ia} = + 10^\circ\text{C}, \text{ dacă nu există date reale; } (7.1)$$

b) temperatura inițială a agregatelor θ_{iag} se estimează pe baza datelor din tabelul D.7.1; în lipsa unor date efective privind caracterul depozitului și variația temperaturii aerului în zilele precedente se adoptă relația:

$$\theta_{iag} = \bar{\theta}_{ae} (7.2)$$

c) temperatura inițială a cimentului

$$\theta_{ic} = \bar{\theta}_{ae} (7.3)$$

7.3. În vederea determinării temperaturilor finale ale componentelor betonului se adoptă următoarele ipoteze de lucru:

a) agregatele se dezgheață în mod obligatoriu, adică se încălzesc pînă la o temperatură minimă:

$$\theta_{fag} = + 5^\circ\text{C} (7.4)$$

b) cimentul nu se încălzește, însă prin frecarea ce se produce în timpul transportului pe șneclul dozatorului, temperatura sa poate crește cu o valoare θ_c astfel încît rezultă:

$$\theta_{fc} = \theta_{ic} + \Delta\theta_c (7.5)$$

unde: $\Delta\theta_c = 0 \dots 10^\circ\text{C}$

c) apa se încălzește la temperatura necesară pentru ca să rezulte prin amestecare beton la temperatura θ_p , dar nu mai mare decît o valoare maximă θ'_{fa} specifică fiecărui tip de ciment:

$$\theta_{fa} \leq \theta'_{fa} = 80^\circ \text{ pentru Pa 35} (7.6)$$

$$\theta_{fa} \leq \theta'_{fa} = 70^\circ \text{ pentru P 40}$$

d) dacă pentru realizarea temperaturii θ_p a betonului rezultă că apa trebuie încălzită la o temperatură superioară valorii θ'_{fa} , se adoptă:

$$\theta_{fa} = \theta'_{fa} (7.7)$$

$$\theta_{fag} > + 5^\circ (7.8)$$

7.4. Temperaturile finale ale apei și agregatelor se evaluează folosind graficele D.7.2...D.7.4, astfel:

a) Se determină valorile auxiliare:

$$\Delta A = 10^{-2} u A_g (7.9)$$

θ_{bc} , în graficul D.7.2 în funcție de dozajul de ciment; se intră pe ordonată cu valoarea θ_{fc} ;

θ'_{ba} , în graficul D.7.3 în funcție de parametrii ΔA și $\theta_{fa} = \theta'_{fa}$, se intră pe abscisă cu cantitatea totală de apă A;

θ'_{bag} , în graficul D.7.4, în funcție de parametrii ΔA și $\theta_{fag} = + 50$; se intră pe abscisă cu cantitatea totală de agregate uscate, A_g ;

b) Se calculează:

$$\theta'_p = \theta_{bc} + \theta'_{ba} + \theta'_{bag} (7.10)$$

unde θ_p' este temperatura betonului preparat cu agregate la temperatura $\theta_{fag} = \pm 5^\circ\text{C}$ și apă la temperatura $\theta_{fa} = \theta_{fa}'$.

c) Pentru betoanele a căror temperatură θ_p este inferioară valorii θ_p' adică:

$$\theta_p \leq \theta_p' \quad (7.11)$$

se adoptă:

$$\theta_{fag} = \theta_{fag \text{ min.}} = +5^\circ\text{C} \quad (7.12)$$

și se calculează valoarea auxiliară:

$$\theta_{ba} = \theta_p - \theta_{bc} - \theta_{bag}' \quad (7.13)$$

cu care se determină în graficul D.7.3, în funcție de A și ΔA , temperatura $\theta = \theta_{fag}$, necesară.

7.5. Consumul specific tehnic de energie la prepararea betonului, se evaluează distinct pentru încălzirea apei și agregatelor.

a) Consumul specific pentru încălzirea apei. Se evaluează în graficul D.7.3 valorile:

$$Q_{sa}', \text{ în funcție de } A; \Delta A \text{ și } \theta = \theta_{fa}$$

$$Q_{sa}'', \text{ în funcție de } A; \Delta A \text{ și } \theta = \theta_{fa}$$

cu care se determină:

$$Q_{sa} = Q_{sa}' - Q_{sa}'' \quad (7.14)$$

b) Consumul specific pentru încălzirea agregatelor. Se evaluează în graficul D.7.4 valorile:

$$Q_{sag}', \text{ în funcție de } A_g, \Delta A \text{ și } \theta = \theta_{fag}$$

$$Q_{sag}'', \text{ în funcție de } A_g, \Delta A \text{ și } \theta = \theta_{fag} > 0$$

$$\text{Dacă } \theta_{fag} = \chi \quad 0 \text{ rezultă } Q_{sag}'' = 0. \quad (7.15)$$

Se evaluează în graficul D.7.5 valoarea:

$$\bar{Q}_{sag} \text{ în funcție de } \Delta A \text{ și } \theta_{fag} \leq 0$$

$$\text{Dacă } \theta_{fag} > 0, \text{ rezultă } \bar{Q}_{sag} = 0 \quad (7.16)$$

Consumul specific tehnic la încălzirea agregatelor este:

$$Q_{sag} = Q_{sag}' - Q_{sag}'' + \bar{Q}_{sag} \quad (7.17)$$

c) Consumul specific tehnic de energie la prepararea betonului, Q_{sp} este:

$$Q_{sp} = Q_{sa} + Q_{sag} \quad (7.18)$$

7.6. Consumul specific tehnic de energie la prepararea betonului se poate evalua și cu relația simplificată:

$$Q_{sp} = Q_{so} - 0,77\theta_p \quad (7.19)$$

unde: Q_{so} este o valoare constantă pentru același beton, aceeași umiditate a agregatelor, același nivel de asigurare, și aceeași ipoteză organizatorică $\theta_{fag} = \theta_{fc} = \bar{\theta}_{ae}'$.

7.7. Regimul termic la prepararea betonului pe timp friguros se poate determina prin:

a) alegerea unui regim termic tip dintre cele prezentate în Anexa C, în măsura în care compoziția efectivă a betonului și parametrii ce caracterizează condițiile organizatorice reale sînt similare cu cele avute în vedere la proiectarea regimurilor termice tip din anexa C.

b) proiectarea pe baza indicațiilor din această anexă (anexa D.7) a unui regim termic specific compoziției betonului și condițiilor organizatorice reale.

Parametrul θ_{so} se obține din Anexele C.7.1 ... C.7.5.

7.8. Exemplu de calcul.

a) Este necesară cunoașterea următorilor parametri:

— Caracteristicile betonului: B 250—L₂—Pa 35—31

Compoziția: $A = 185 \text{ l/m}^3$; $C = 325 \text{ kg/m}^3$; $A_g = 1854 \text{ kg/m}^3$

Temperatura la descărcarea din betonieră: $\theta_p = 12^\circ\text{C}$

— Caracteristicile componentelor:

agregate: umiditate $u = 1,7\%$

temperatura inițială, măsurată în depozit $\theta_{fag} = -3^\circ\text{C}$

ciment: creșterea temperaturii în timpul transportului pe șnec $\Delta\theta_s = +9^\circ\text{C}$

apă: temperatura inițială măsurată la conductă $\theta_{fa} = 12^\circ\text{C}$

temperatura maximă a apei (caracteristica instalației) $\theta_{fa \text{ max}} = 65^\circ\text{C}$

— Nivel de asigurare $\bar{\theta}_{ae} = -5^\circ\text{C}$

Deoarece condițiile inițiale sînt sensibil diferite de cele avute în vedere la întocmirea Anexei C.7.3 proiectarea regimului termic se face conform punctului 7 din Anexa D.

b) Se calculează conf. pct. 7.3 și 7.4.

$$(7.9) \Delta A = 10^{-2} u A_g = 10^{-2} \cdot 1,7 \cdot 1854 = 32 \text{ l}$$

$$(7.5) \theta_c = \bar{\theta}_{ae} + \Delta\theta_s = -5 + 9 = +4^\circ\text{C}$$

c) Temperaturile componentelor

Din graficul Anexa D.7.2 pentru $\theta_c = +4^\circ\text{C}$ și $C = 325 \text{ kg}$ se determină $\theta_{bc} = 0,4^\circ\text{C}$.

Din graficul Anexa D.7.3 pentru $A = 185 \text{ l}$, $\Delta A = 32 \text{ l}$ și $\theta = \theta_{fmax} = 65^\circ\text{C}$, se determină $\theta'_{ba} = 15^\circ\text{C}$.

Din graficul Anexa D.7.4, pentru $A_g = 1854 \text{ kg}$, $\Delta A = 32 \text{ l}$, $\theta = \theta_{fag min} = +5^\circ\text{C}$, se determină $\theta_{bag} = 3^\circ\text{C}$.

Conform relației (7.10).

$$\theta'_p = 0,4 + 15 + 3 = 18,4^\circ\text{C}$$

Deoarece $\theta_p = 12 < \theta'_p = 18,4^\circ\text{C}$, pentru obținerea betonului la temperatura $\theta_p = 12^\circ\text{C}$ este suficient să se dezghețe agregatele ($\theta_{fag} = +5^\circ\text{C}$) și să se încălzească apa la o temperatură $\theta_{fa} < \theta_{famax} = 65^\circ\text{C}$.

Se calculează, cu relația (7.13):

$$\theta_{ba} = 12 - 0,4 - 3 = 8,6^\circ\text{C}$$

Din graficul Anexa D.7.3 pentru $A = 185 \text{ l}$, $\Delta A = 32 \text{ l}$ și $\theta_{ba} = 8,6^\circ\text{C}$, se determină $\theta = \theta_{fa} = 37^\circ\text{C}$. Deci, temperaturile componentelor la amestecare sînt:

$$\theta_{fa} = 37^\circ\text{C}$$

$$\theta_{fag} = 5^\circ\text{C}$$

d) Consumurile specifice

Pentru ridicarea temperaturii apei

Din graficul Anexa D.7.3 pentru $A = 185 \text{ l}$, $\Delta A = 32 \text{ l}$ și $\theta = \theta_{fa} = 37^\circ\text{C}$ se determină $Q'_{sa} = 6,6 \text{ KWh/m}^3$, iar pentru $A = 185 \text{ l}$, $\Delta A = 32 \text{ l}$ și $\theta = \theta_{ia} = 12^\circ\text{C}$ se determină $Q'_{sa} = 2,2 \text{ KWh/m}^3$.

Conform relației (7.14):

$$Q_{sa} = 6,6 - 2,2 = 4,4 \text{ KWh/m}^3$$

Pentru ridicarea temperaturii agregatelor

Din graficul Anexa D.7.4 pentru $A_g = 1854 \text{ kg}$, $\Delta A = 32 \text{ l}$ și $\theta = \theta_{fag} = 5^\circ\text{C}$ se determină $Q'_{sag} = 1,95 \text{ KWh/m}^3$ beton. Deoarece $\theta_{tag} = -3^\circ\text{C} < 0$, conform (7.15) rezultă $Q'_{sag} = 0$.

Din graficul Anexa D.7.5 pentru $A = 32 \text{ l}$ și $\theta_{tag} = -3^\circ\text{C}$ se determină $Q_{sag} = 2,9 \text{ KWh/m}^3$ beton. Conform relației (7.17):

$$Q_{sag} = 1,95 - 0 + 2,9 = 4,85 \text{ KWh/m}^3$$

Deci, consumul specific de energie la prepararea betonului este conform relației (7.18).

$$Q_{sp} = 4,4 + 4,85 = 9,25 \text{ KWh/m}^3 \text{ beton}$$

Dacă evaluarea consumului specific la preparare se face în mod acoperitor din tabelul C.7.3, neluîndu-se în considerare condițiile locale, adică pentru: $\theta_{ia} = 10^\circ\text{C}$, $\theta_c = \theta'_{ae} = -5^\circ\text{C}$;

$$\theta_{iag} = \theta'_{ae} = -5^\circ\text{C} \text{ și } u = 2\%, \text{ rezultă (relația 7.19):}$$

$$Q_{sp} = 4,35 + 0,77 \cdot 12 = 13,6 \text{ KWh/m}^3$$

Comparînd cele două consumuri, se constată că luarea în considerare a condițiilor locale conduce la o economie de energie de:

$$Q = 9,25 - 13,6 = -4,35 \text{ KWh/m}^3, \text{ adică } 32\%.$$

8. Bilanțul energetic

8.1. Bilanțul energetic constă în sintetizarea rezultatelor obținute la proiectarea diferitelor regimuri termice (pct. 4.4 și 5.9, Anexa D) și completarea lor cu proiectarea regimurilor termice la transport și punere în operă, respectiv la preparare.

Pentru proiectarea regimurilor termice la transport și punere în operă se procedează ca la exemplul de la pct. 6.4. adoptînd aceeași ipoteză organizatorică ($k'_t = 0,200$; $K'_t = 0,242$); se stabilesc în acest fel valorile θ_i și θ_p din tabel.

Pentru proiectarea regimurilor termice la preparare se procedează conform indicațiilor de la pct. 7.6 folosind relația (7.19) și valorile Q_{s0} din Anexa C.7.3.

8.2. Exemplul din tabelul intitulat „Bilanț energetic” prezintă rezultatele obținute la exemplele de la pct. 4.4 și 5.9 din Anexa D în ipoteza $r_s = r_p = 1$, corespunzătoare consumurilor specifice tehnice. Pentru obținerea consumurilor efective, acestea trebuiesc majorate prin raportare la r_s , respectiv r_p (anexa B, pct. 4.3, relația 4.3).

Consumurile specifice din tabelul „Bilanț energetic” sînt în general minime pentru varianta RTC_k (sau RC_k) care necesită însă și puterea instalată maximă la ridicarea temperaturii (P_{sr}).

Se pot reduce puterile specifice prin adoptarea variantelor TC_k , caracterizate însă prin consumuri specifice mai ridicate. Acestea din urmă pot fi însă reduse prin luarea în considerare a situațiilor favorabile ce pot să apară la prepararea betonului (exemplul de la pct. 7.8, Anexa D) sau prin îmbunătățirea condițiilor de protecție (Anexa C, pct. 9.7).

BILANT ENER-

Nivel de asigurare		Regim termic								
		Maturizare								
$\bar{\theta}_{ae}$	$\bar{\theta}_{ae}$	Tip	θ_b °C	θ_t °C	θ_c °C	t_r h	t_t h	t_c h	P_{sr} W/m³	P_{st} W/m³
$t_k =$										
0	0	CC _k	3,5	3,5	4,1	—	—	157,0	—	—
-5	-5	CC _k	10	10	1,6	—	—	118,0	—	—
		TC _k	4	4	1,0	—	114,8	45,2	—	49
		RTC _k	1	5	—	8,0	75,2	61,2	426	49
	-10	CC _k	17	17	4,6	—	—	75,0	—	—
		TC _k	4	4	1,0	—	132,7	21,8	—	104
		RTC _k	1	5	—	8,0	98,0	29,1	480	103
$t_k =$										
0	0	CC _k	14	14	11,8	—	—	63,0	—	—
		TC _k	13	13	11,7	—	22,7	41,3	—	28
		RC _k	3	14	11,9	4,9	—	59,1	1700	—
		RTC _k	3	14	13,1	7,3	3,9	52,8	1144	32
-5	-5	CC _k	17	17	10,2	—	—	62,0	—	—
		TC _k	13	13	10,9	—	43,1	20,9	—	82
		RTC _k	1	14	11,7	8,7	34,3	21,0	1187	87
	-10	TC _k	13	13	10,9	—	52,1	11,9	—	137
		RTC _k	1	14	11,7	8,7	42,6	12,7	1241	141

GETIC (EXEMPLU)

Q_{ss} KWh/m ³	Preparare, transport, punere în operă			Q_s $r_s = 1$ $r_p = 1$ KWh/m ³	Ipoteze (parametri caracteristici)
	θ_l °C	θ_p °C	Q_{sp} KWh/m ³		

160 h

—	4,5	6	6,4	6,4
—	14,1	19	19,0	19,0
5,6	6,5	9	11,3	16,9
7,1	2,7	5	8,2	15,3
—	23,0	29	26,7	26,7
13,7	6,5	9	11,3	25,0
13,9	2,7	5	8,2	22,1

B 250—L₃—Pa35—31
 $M_k = 1310h^\circ C$
 $M_s/R_s = 10,1W/m^3K$
 (*) $K_b = 0,05$
 $K_s = 1,075$
 $K' = 0,200$
 $K'' = 0,242$
 $\theta_{lag} = \theta_{fc} = \theta'$
 $u_{ag} = 2\%$
 (*) Variante optime
 pentru nivelurile de
 asigurare respective

64 h

—	17,9	22	18,7	18,7
0,6	16,6	21	17,9	18,5
8,3	3,8	5	5,6	13,9
8,5	3,8	5	5,6	14,1
—	23,0	29	26,7	26,7
3,5	18,0	24	22,8	26,3
13,3	2,7	5	8,2	21,5
7,1	18,0	24	22,8	29,9
15,3	2,7	5	8,2	23,5

(*)

(*)

(*)

(*)

ANEXA D_{1.1}

GRADUL CRITIC DE MATURIZARE M_k , CORELAREA LUI CU NIVELUL CRITIC DE ÎNTĂRIRE β_k ȘI VALORILE EXOTERMIEI

Felul cimentului		A/C = 0,4..0,5			A/C = 0,5..0,6			A/C = 0,6..0,7		
Marcă	E_{28} Wh/Kg	A/C	M_k h°C	β_k %	A/C	M_k h°C	β_k %	A/C	M_k h°C	β_k %
Pa 35	65	0,40	850	18,9	0,50	1100	25,4	0,60	1400	31,9
		0,42	900	20,5	0,52	1160	26,8	0,62	1444	32,6
		0,44	950	21,7	0,54	1220	28,3	0,64	1488	33,4
		0,46	1000	22,9	0,56	1280	29,8	0,66	1532	34,1
		0,48	1050	24,1	0,58	1340	30,8	0,68	1576	34,8
P 40	70	0,50	1100	25,4	0,60	1400	31,9	0,70	1620	35,6
		0,40	750	19,2	0,50	1000	26,0	0,60	1270	32,2
		0,42	800	20,8	0,52	1054	27,5	0,62	1316	33,1
		0,44	850	22,1	0,54	1108	28,9	0,64	1362	33,9
		0,46	900	23,4	0,56	1162	30,2	0,66	1408	34,8
		0,48	950	24,7	0,58	1216	31,2	0,68	1454	35,6
		0,50	1000	26,0	0,60	1270	32,2	0,70	1500	36,5

ANEXA D_{1.2}

CORELAREA DURATELOR DE MATURIZARE t_k (ÎN h) CU DURATELE z_k (ÎN ZILE)

z_k (*) (zile)	Durata critică de maturizare $t_k^{(**)}$ in ore, pentru betonul turnat în schimb				
	I		II		III
	8h/sch	10h/sch	8 h/sch	10h/sch	8 h/sch
1	40	38	32	28	24
2	64	62	56	52	48
3	88	86	80	76	72
4	112	110	104	100	96
5	136	134	128	124	120
6	160	158	152	148	144
7	184	182	176	172	168

(*) exclusiv zilele de turnare și de îndepărtare a protecției;

(**) inclusiv durată Δt din ziua de turnare din momentul terminării schimbului în care betonul a fost pus în operă.

ANEXA D_{2.1}

REZISTENȚELE TERMICE $\bar{R}_s$ ALE UNOR SOLUȚII RECOMANDATE PENTRU PROTEJAREA SUPRAFEȚELOR ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚIE DIN BETON

Nr. crt.	Soluția de protejare	$\bar{R}_s$		Domeniul de utilizare
		$\frac{m^2K}{W}$	$\frac{m^2Ch}{Kcal}$	
0	1	2	3	4
1	Folie de polietilenă de 1 mm grosime	0,006	0,007	— Impermeabilizarea la vînt a protecției termice
2	Prelată din pinză impermeabilă de 3 mm grosime	0,030	0,035	— Impermeabilizarea la vînt a protecției termice
3	Prelată din pinză impermeabilă de 3 mm grosime, cuplată cu folie de polietilenă de 3 mm grosime	0,036	0,042	— Impermeabilizare la vînt a protecției termice
4	Plapomă de poliuretan de 3 cm grosime între două folii de polietilenă	0,608	0,707	— Protecție termică a suprafețelor libere ale betonului
5	Idem cu 4 cm poliuretan			— Protecție termică a suprafețelor libere ale betonului
6	Panouri de cofraj din placaj F de 10 mm grosime, neizolate termic, tipizate	0,083	0,098	— Strat de separație între mediul încălzitor și beton (suprafețe cofrate)
7	Idem, izolate termic cu 5 cm pîslă minerală ($\rho = 250 \text{ kg/m}^3$; $\lambda = 0,08$)	0,653	0,759	— Protecție termică a fețelor cofrate
8	Cofraje metalice neprotejate termic	0	0	— Strat de separație între mediul încălzitor și beton (fețe cofrate)
9	Idem, izolate termic cu 6 cm pîslă minerală avînd 9,5% punți termice	0,679	0,790	— Protecție termică a fețelor cofrate

0	1	2	3	4
10	Cofraje metalice încălzitoare protejate la exterior cu 6 cm vată minerală de sticlă (100 kg/m ³) sau 8 cm pislă minerală cu 14,3% punți termice	0,857	0,997	— Protecție termică a sursei de căldură
11	Strat de aer vertical în grosime de: a; 1 cm b; 2 cm c; 5 cm d; 10 cm e; 15 cm	0,140 0,160 0,180 0,170 0,160	0,163 0,186 0,209 0,198 0,186	Îmbunătățirea caracteristicilor de izolare termică dacă este staționar (neventilat)
12	Strat de aer orizontal la flux termic de jos în sus grosimea: a; 1 cm b; 2 cm c; 5 cm	0,140 0,150 0,160	0,163 0,174 0,186	Îmbunătățirea caracteristicilor de izolare termică dacă este staționar (neventilat)
13	Strat orizontal la fluxul termic de sus în jos, grosimea: a; 1 cm b; 2 cm c; 5 cm	0,150 0,170 0,180	0,174 0,198 0,209	Idem

Rezistențe la transfer termic:

— Pe suprafața interioară:

— agent încălzitor abur $R_i = 0,004 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$; $0,005 \frac{\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}}{\text{Kcal}}$
 — agent încălzitor aer cald $R_i = 0,043 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$; $0,050 \frac{\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}}{\text{Kcal}}$

Pe suprafața exterioară: $R_e = 0,043 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$; $0,050 \frac{\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}}{\text{Kcal}}$

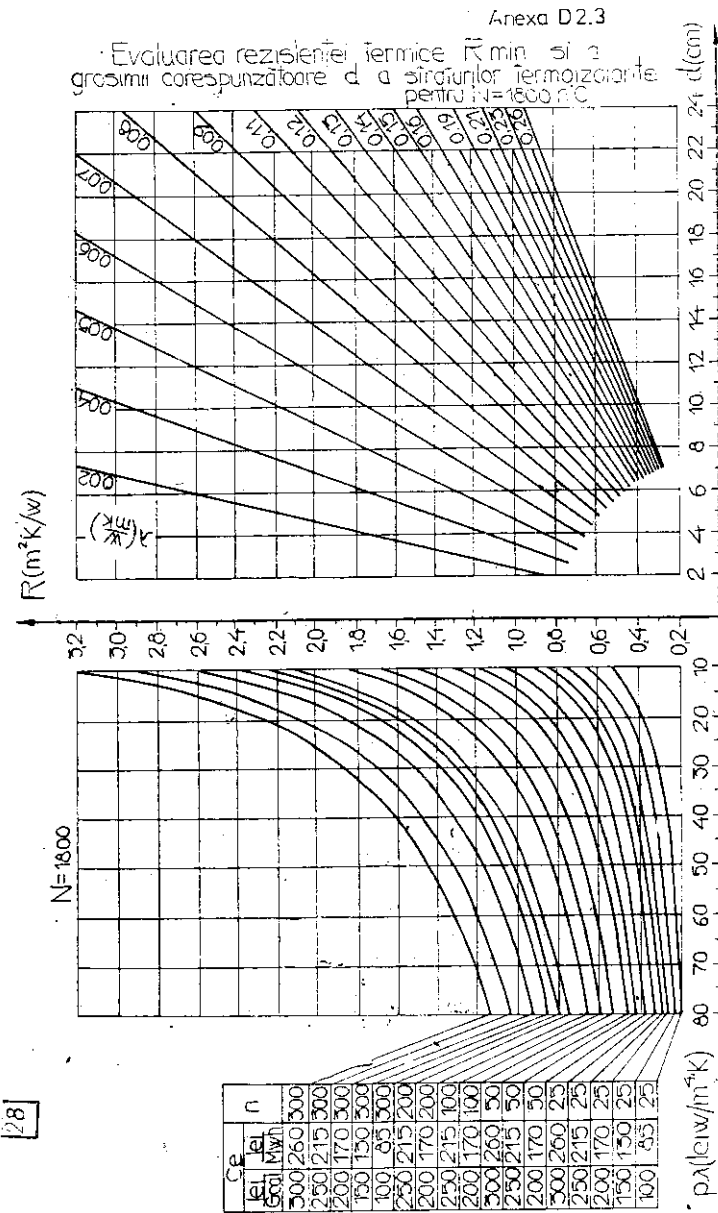
REZISTENȚELE TERMICE $R_{m\text{te}}$ ALE UNOR MATERIALE TERMOIZOLANTE UZUALE
 PENTRU $N = 1800 \text{ h}^\circ\text{C}$ și $C_e = 250 \text{ lei/Gcal}$

Nr. crt.	Denumirea materialului	Densitate aparentă $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	Coeficient de conductivitate termică: λ		Costul estimativ p lei/mc	Rezistență minimă pentru:						
			$\frac{\text{W}}{\text{mK}}$	$\frac{\text{Kcal}}{\text{mh}^\circ\text{C}}$		n = 25		n = 100		n = 300		
						$\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$	$\frac{\text{m}^2\text{Ch}}{\text{Kcal}}$	$\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$	$\frac{\text{m}^2\text{Ch}}{\text{Kcal}}$	$\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$	$\frac{\text{m}^2\text{Ch}}{\text{Kcal}}$	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	Plăci din pudrerie de in și chieapă	300	0,134	0,115	725	0,32N	0,37N	0,63	0,74	1,09	1,27	
2	Plăci din stuf tocat liat (izostuf)	200	0,107	0,092	650	0,37N	0,43N	0,75	0,87	1,30	1,51	
3	Plăci din PFL poros	250	0,114	0,098	585	0,38N	0,44N	0,76	0,89	1,32	1,53	
4	Plăci din fibroperlit	270	0,120	0,103	550	0,39N	0,45N	0,77	0,90	1,34	1,55	
5	Plăci din deseuri textile	150	0,053	0,046	835	0,47N	0,54N	0,94	1,09	1,62	1,88	
6	Vată de sticlă	150	0,041	0,035	530	0,55A	0,63A	1,09	1,27	1,88	2,19	
7	Vată minerală	100	0,049	0,042	620	0,57A	0,66A	1,13	1,32	1,96	2,28	
8	Polistiren expandat	60	0,041	0,035	680	0,60A	0,70A	1,20	1,40	2,08	2,42	
9	Plăci din paie liate	220	0,087	0,015	350	0,57A	0,66A	1,13	1,31	1,99	2,27	

A = admis

N = nerecomandabil

[28]

VALORILE COEFICIENTILOR K_{bf} PENTRU $\Delta R_{sf} = 0$ ÎN FUNCȚIE DE PARAMETRUL R'_{sf} ȘI d_f

R'_{sf}	K_{bf} pentru $d_f =$														
	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,60	0,80	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
0,030	0,193	0,264	0,324	0,418	0,489	0,590	0,657	0,705	0,750	0,782	0,807	0,827	0,857	0,878	
0,075	0,138	0,193	0,242	0,324	0,390	0,489	0,561	0,616	0,666	0,705	0,736	0,761	0,800	0,827	
0,100	0,107	0,152	0,193	0,264	0,324	0,418	0,489	0,545	0,599	0,642	0,677	0,705	0,750	0,782	
0,125	0,087	0,126	0,161	0,223	0,277	0,365	0,434	0,489	0,545	0,590	0,626	0,657	0,705	0,742	
0,150	0,074	0,107	0,138	0,193	0,242	0,324	0,390	0,444	0,499	0,545	0,583	0,615	0,666	0,705	
0,200	0,056	0,082	0,107	0,152	0,193	0,264	0,324	0,374	0,428	0,473	0,512	0,545	0,599	0,642	
0,300	0,038	0,056	0,074	0,107	0,138	0,193	0,242	0,285	0,333	0,374	0,411	0,444	0,499	0,545	
0,400	0,029	0,043	0,056	0,082	0,107	0,152	0,193	0,230	0,272	0,310	0,344	0,374	0,428	0,473	
0,500	0,023	0,035	0,046	0,067	0,087	0,126	0,161	0,193	0,230	0,264	0,295	0,324	0,374	0,418	
0,600	0,020	0,029	0,038	0,056	0,074	0,107	0,138	0,166	0,200	0,230	0,259	0,285	0,333	0,374	
0,700	0,017	0,025	0,033	0,049	0,064	0,093	0,120	0,146	0,176	0,204	0,230	0,255	0,300	0,339	
0,800	0,015	0,022	0,029	0,043	0,056	0,082	0,107	0,130	0,158	0,183	0,208	0,230	0,272	0,310	
0,900	0,013	0,020	0,026	0,038	0,051	0,074	0,096	0,117	0,143	0,166	0,189	0,210	0,250	0,285	
1,000	0,012	0,018	0,023	0,035	0,046	0,067	0,087	0,107	0,130	0,152	0,173	0,193	0,230	0,264	
1,100	0,011	0,016	0,021	0,032	0,042	0,061	0,080	0,098	0,120	0,140	0,160	0,179	0,214	0,246	
1,200	0,010	0,015	0,020	0,029	0,038	0,056	0,074	0,091	0,111	0,130	0,149	0,166	0,200	0,230	
1,300	0,009	0,014	0,018	0,027	0,036	0,052	0,069	0,084	0,103	0,121	0,139	0,156	0,187	0,216	
1,400	0,008	0,013	0,017	0,025	0,033	0,049	0,064	0,079	0,097	0,114	0,130	0,146	0,176	0,204	

$K_b \leq 0,05 \leftarrow$

$K_b \leq 0,100 \leftarrow$

$K_b \leq 0,200 \leftarrow$

$k_b \approx 0,300 \leftarrow$

$k_b \approx 0,400$

ANEXA D_{2.5}
VALORILE COEFICIENTILOR K_{bf} PENTRU $\Delta R_{ef} \geq R_{bf}$ ÎN FUNCȚIE DE PARAMETRUL R'_{ef} ȘI d_j

R_{sf}	K_{sf} pentru $d_f =$														
	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,60	0,80	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
0,050	0,324	0,418	0,489	0,590	0,657	0,742	0,793	0,827	0,857	0,878	0,893	0,905	0,923	0,935	
0,075	0,242	0,324	0,390	0,489	0,561	0,657	0,719	0,761	0,800	0,827	0,848	0,865	0,889	0,905	
0,100	0,193	0,264	0,324	0,418	0,489	0,590	0,657	0,705	0,750	0,782	0,807	0,827	0,857	0,878	
0,125	0,161	0,223	0,277	0,365	0,434	0,535	0,605	0,657	0,705	0,742	0,770	0,793	0,827	0,852	
0,150	0,138	0,193	0,242	0,324	0,390	0,489	0,561	0,615	0,666	0,705	0,736	0,761	0,800	0,827	
0,200	0,107	0,152	0,193	0,264	0,324	0,418	0,489	0,545	0,599	0,642	0,677	0,705	0,750	0,782	
0,300	0,074	0,107	0,138	0,193	0,242	0,324	0,390	0,444	0,499	0,545	0,583	0,615	0,666	0,705	
0,400	0,056	0,082	0,107	0,152	0,193	0,264	0,324	0,374	0,428	0,473	0,512	0,545	0,599	0,642	
0,500	0,046	0,067	0,087	0,126	0,161	0,223	0,277	0,324	0,374	0,418	0,456	0,489	0,545	0,590	
0,600	0,038	0,056	0,074	0,107	0,138	0,193	0,242	0,285	0,333	0,374	0,411	0,444	0,499	0,545	
0,700	0,033	0,049	0,064	0,093	0,120	0,170	0,215	0,255	0,300	0,339	0,374	0,406	0,461	0,506	
0,800	0,029	0,043	0,056	0,082	0,107	0,152	0,193	0,230	0,272	0,310	0,344	0,374	0,428	0,473	
0,900	0,026	0,038	0,051	0,074	0,096	0,138	0,176	0,210	0,250	0,285	0,318	0,347	0,399	0,444	
1,000	0,023	0,035	0,046	0,067	0,087	0,126	0,161	0,193	0,230	0,264	0,295	0,324	0,374	0,418	
1,100	0,021	0,032	0,042	0,061	0,080	0,116	0,148	0,179	0,214	0,246	0,276	0,303	0,352	0,395	
1,200	0,020	0,029	0,038	0,056	0,074	0,107	0,138	0,166	0,200	0,230	0,259	0,285	0,333	0,374	
1,300	0,018	0,027	0,036	0,052	0,069	0,100	0,128	0,156	0,187	0,216	0,244	0,269	0,315	0,356	
1,400	0,017	0,025	0,033	0,049	0,064	0,093	0,120	0,146	0,176	0,204	0,230	0,255	0,300	0,339	

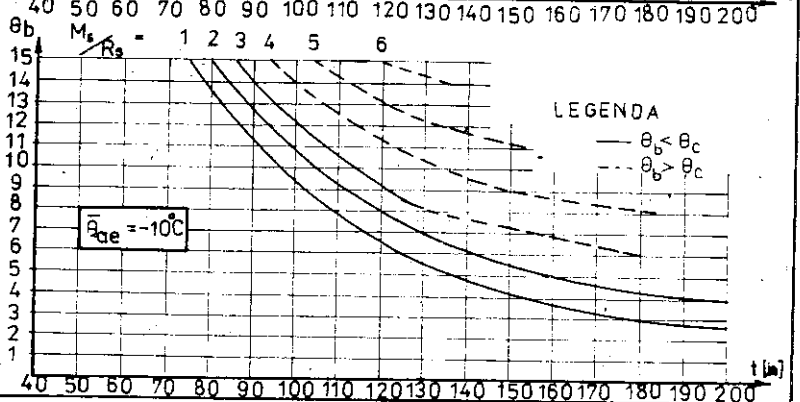
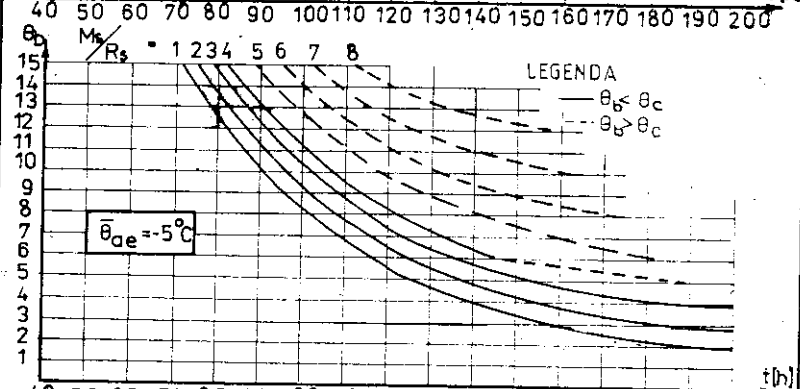
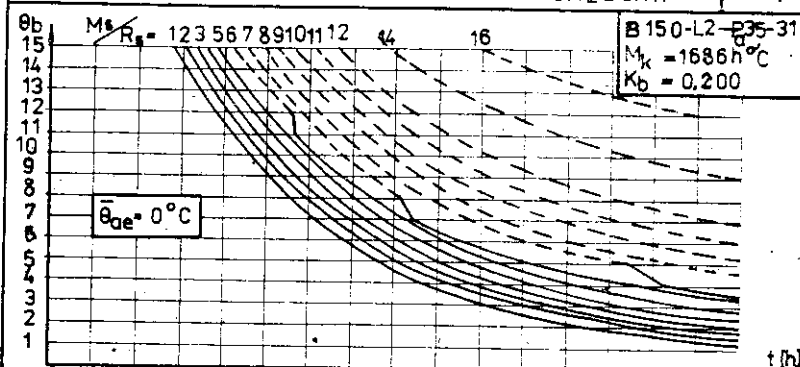
$K_{sf} \nearrow 0,300$

 $K_b \leq 0,050$ $K_b \leq 0,100$ $K_b \leq 0,200$ $K_b \leq 0,300$ $\rightarrow 000'00''M$ EVALUAREA COEFICIENTULUI K_s

$R_{so} \frac{S_0}{S_3}$ [m ² K/W]	Coeficientul K_s pentru $(R_{so} \pm \frac{R'b}{2}) = \frac{m^2K}{W}$									
	0,020	0,040	0,060	0,080	0,100	0,120	0,140	0,160	0,180	0,200
0,70	1,028	1,057	1,085	1,414	2,443	1,171	1,200	1,228	1,257	1,285
0,80	1,025	1,050	1,029	1,266	1,425	1,150	1,175	1,200	1,225	1,250
0,90	1,022	1,044	1,066	1,088	1,111	1,133	1,153	1,177	1,200	1,222
1,00	1,020	1,040	1,060	1,080	1,100	1,120	1,140	1,160	1,180	1,200
1,10	1,018	1,036	1,054	1,072	1,090	1,109	1,127	1,145	1,163	1,181
1,20	1,016	1,033	1,050	1,066	1,083	1,100	1,116	1,133	1,150	1,166
1,30	1,015	1,030	1,046	1,061	1,076	1,092	1,107	1,123	1,138	1,153
1,40	1,014	1,028	1,042	1,057	1,071	1,085	1,100	1,114	1,128	1,142
1,50	1,013	1,026	1,040	1,053	1,066	1,080	1,093	1,106	1,120	1,133
1,60	1,012	1,025	1,037	1,050	1,062	1,075	1,087	1,100	1,112	1,125
1,70	1,011	1,023	1,035	1,047	1,058	1,082	1,082	1,094	1,105	1,117
1,80	1,011	1,022	1,033	1,044	1,055	1,066	1,077	1,088	1,100	1,111
1,90	1,010	1,021	1,031	1,042	1,052	1,063	1,073	1,084	1,094	1,105
2,00	1,010	1,020	1,030	1,040	1,050	1,060	1,070	1,080	1,090	1,100
2,10	1,009	1,019	1,028	1,038	1,047	1,057	1,066	1,076	1,085	1,095
2,20	1,009	1,018	1,027	1,036	1,045	0,154	1,063	1,072	1,081	1,090
2,30	1,008	1,017	1,026	1,034	1,043	1,052	1,060	1,069	1,078	1,086
2,40	1,008	1,016	1,025	1,033	1,041	1,050	1,058	1,066	1,075	1,083
2,50	1,008	1,016	1,024	1,032	1,040	1,048	1,056	1,064	1,072	1,080

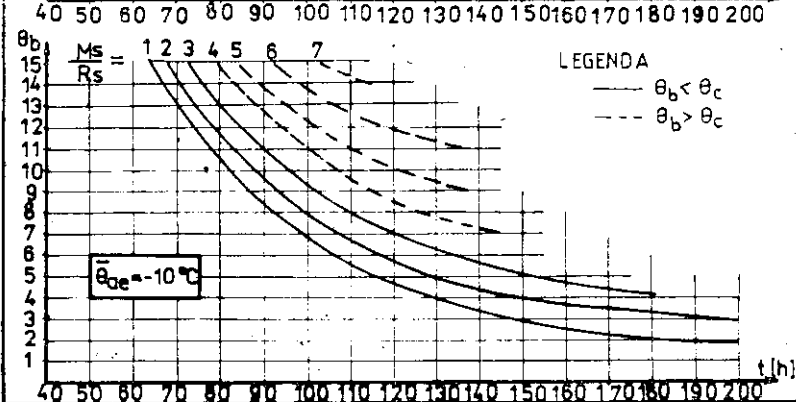
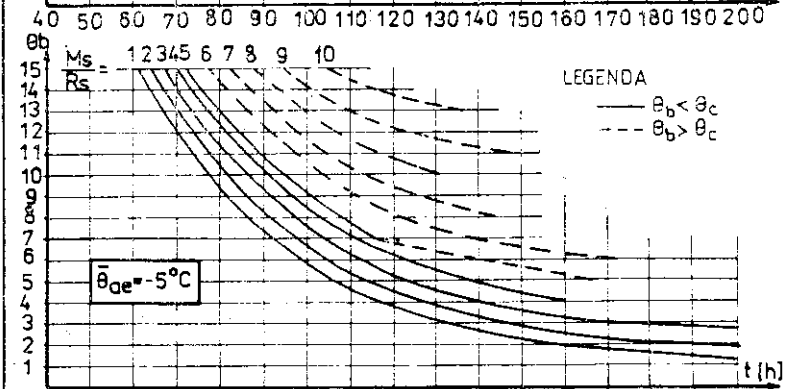
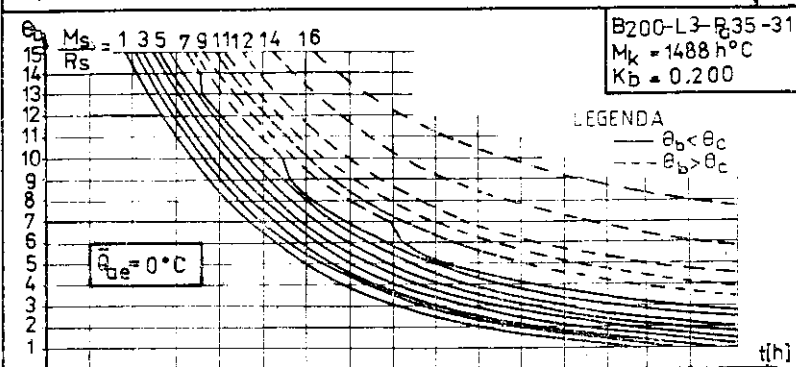
CORELAREA PARAMETRILOR θ_b, t_k LA MATURIZAREA CRITICĂ PRIN METODA CONSERVĂRII CĂLDURII

ANEXA D31



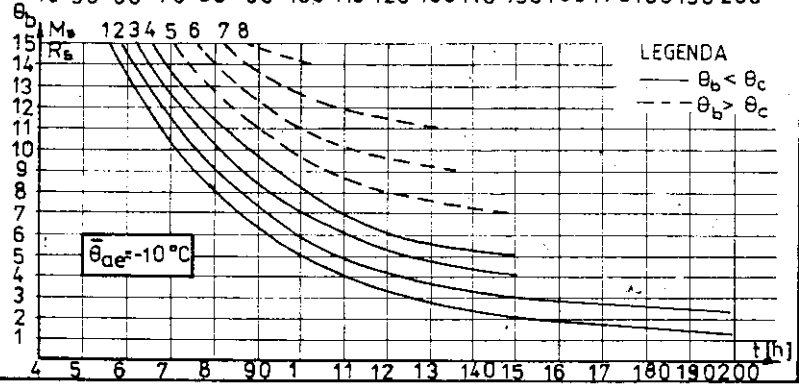
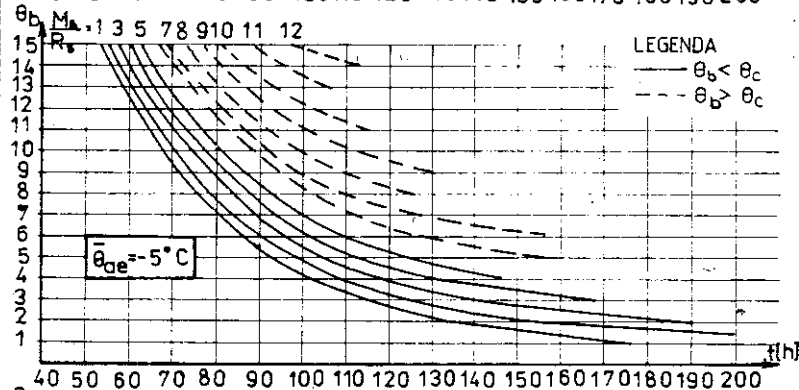
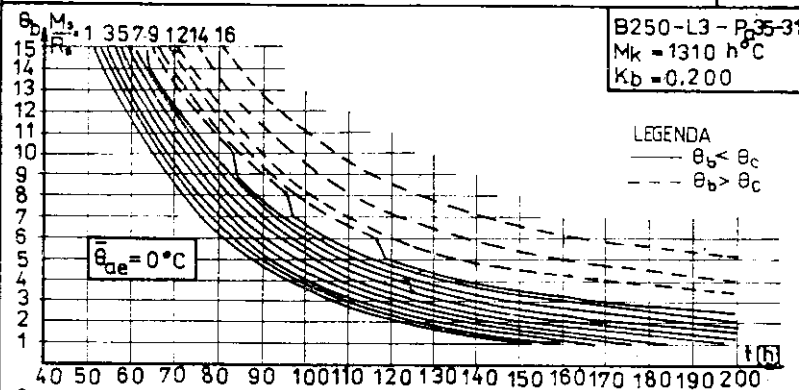
CORELAREA PARAMETRILOR θ_b, t_k LA MATURIZAREA CRITICĂ PRIN METODA CONSERVĂRII CĂLDURII

ANEXA D32



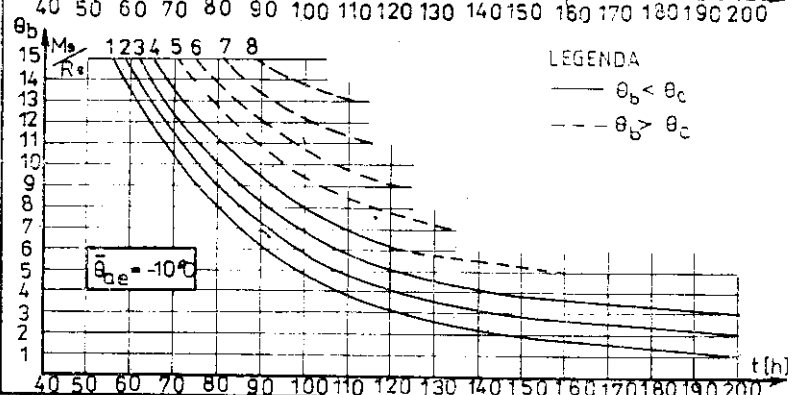
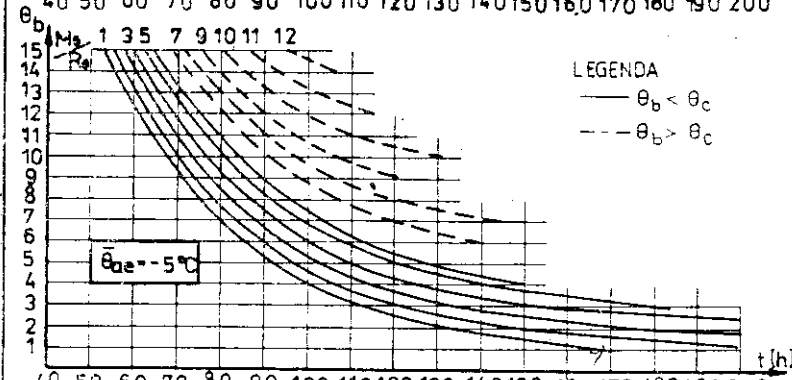
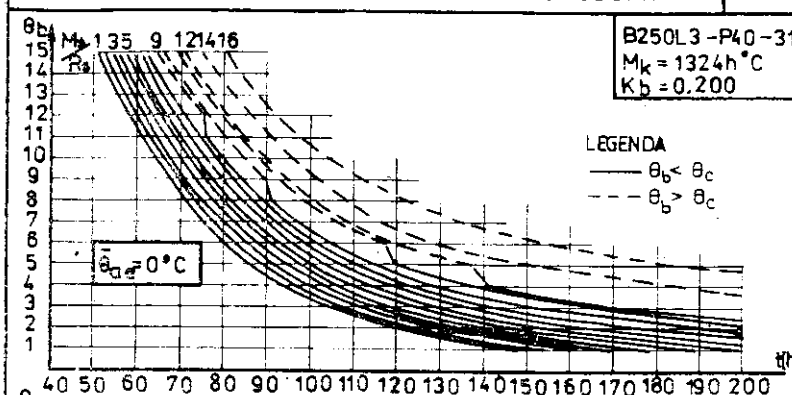
CORELAREA PARAMETRILOR θ_b, t_k LA MATURIZAREA CRITICĂ PRIN METODA CONSERVĂRII CĂLDURII

ANEXA
D 3.3

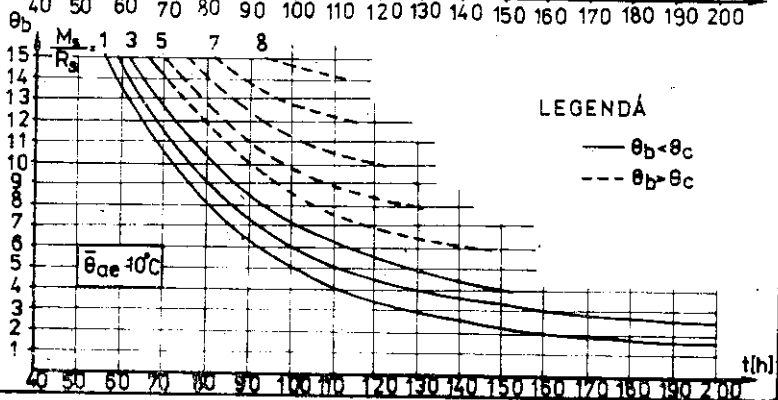
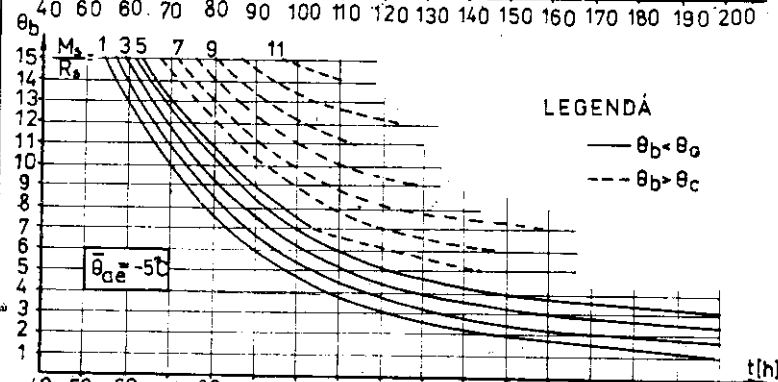
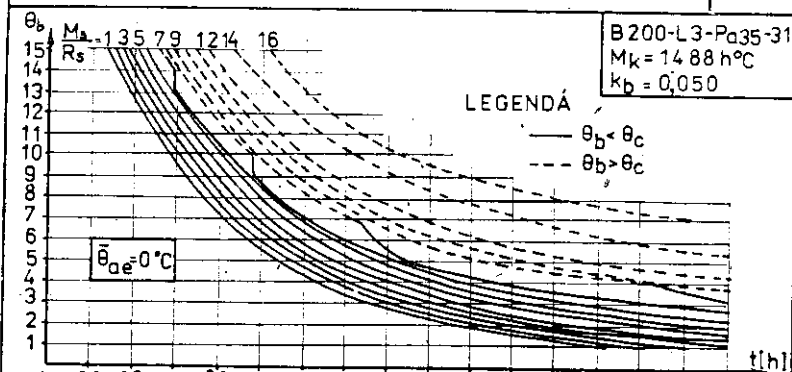


CORELAREA PARAMETRILOR θ_b, t_k LA MATURIZAREA CRITICĂ PRIN METODA CONSERVĂRII CĂLDURII

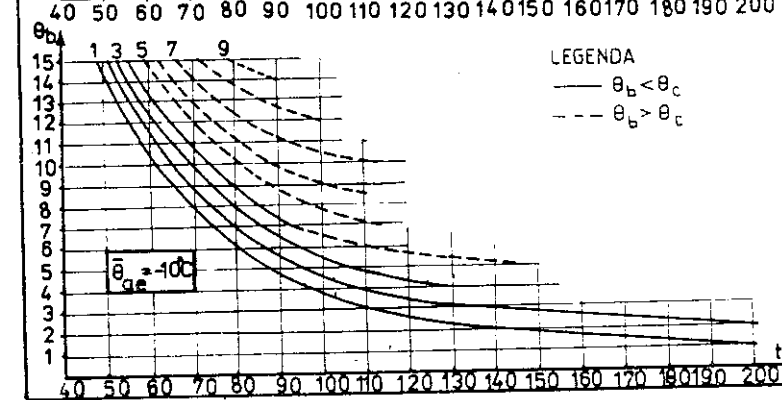
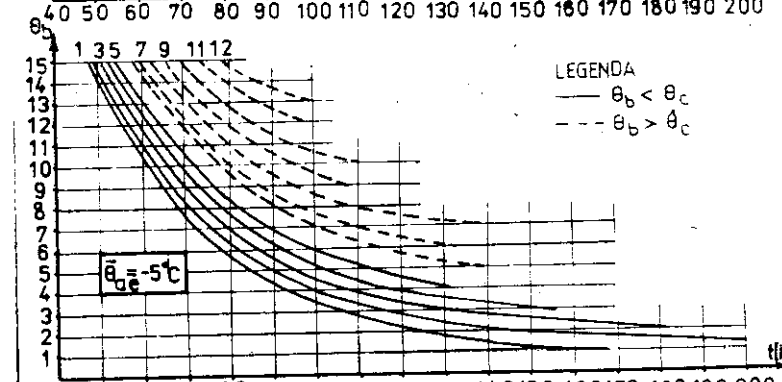
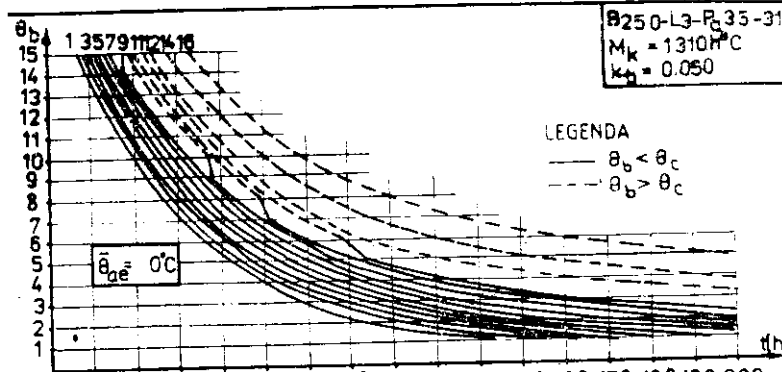
ANEXA
D 3.4



ANEXA
CORELAREA PARAMETRILOR θ_b, t_k LA MATURIZAREA CRITICĂ PRIN METODA CONSERVĂRII CĂLDURII D3.5

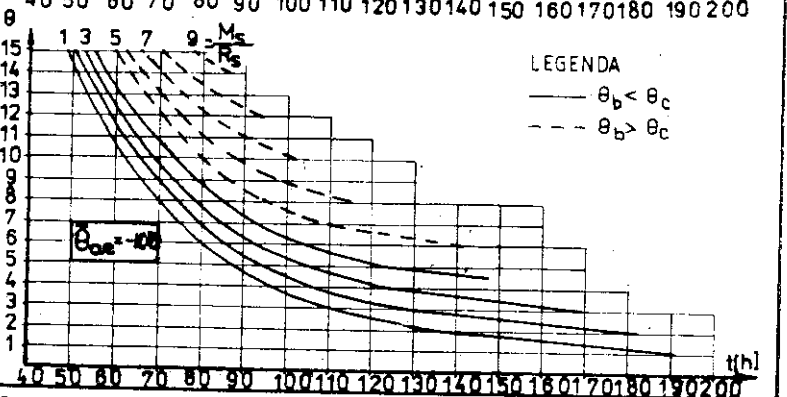
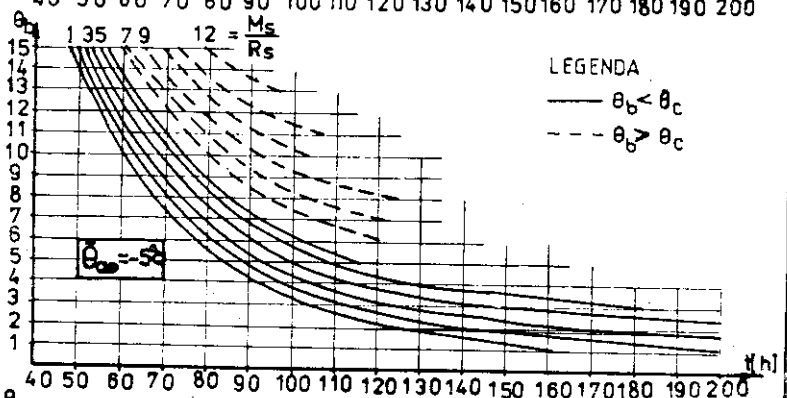
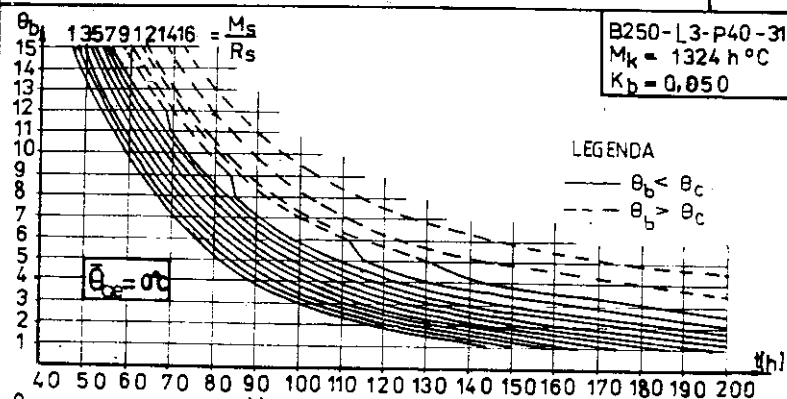


ANEXA
CORELAREA PARAMETRILOR θ_b, t_k LA MATURIZAREA CRITICĂ PRIN METODA CONSERVĂRII CĂLDURII D3.6



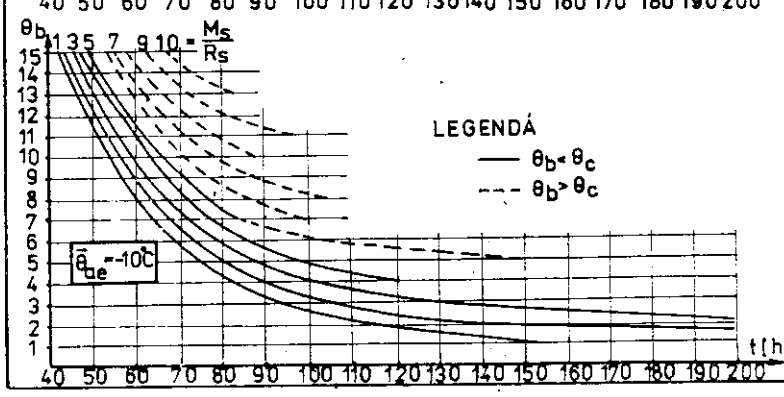
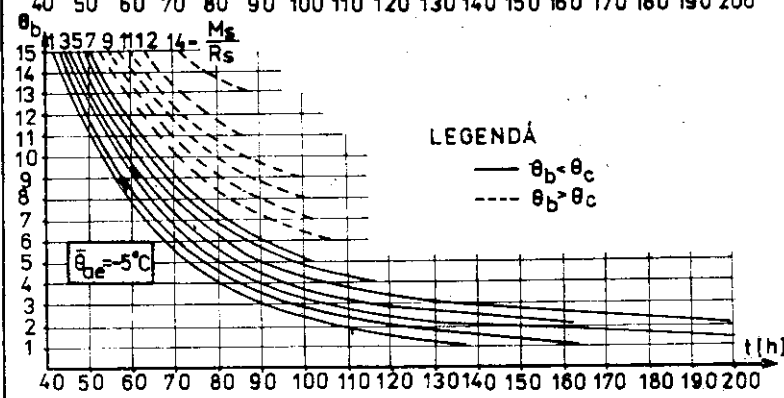
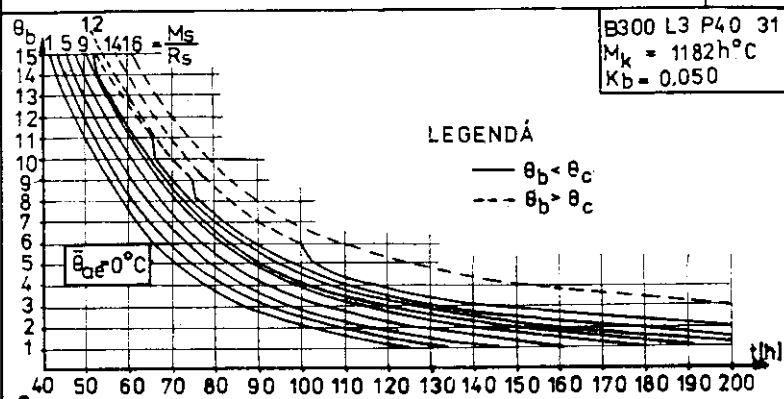
CORELAREA PARAMETRILOR θ_b, t_k LA MATURIZAREA CRITICĂ PRIN METODA CONSERVĂRII CĂLDURII

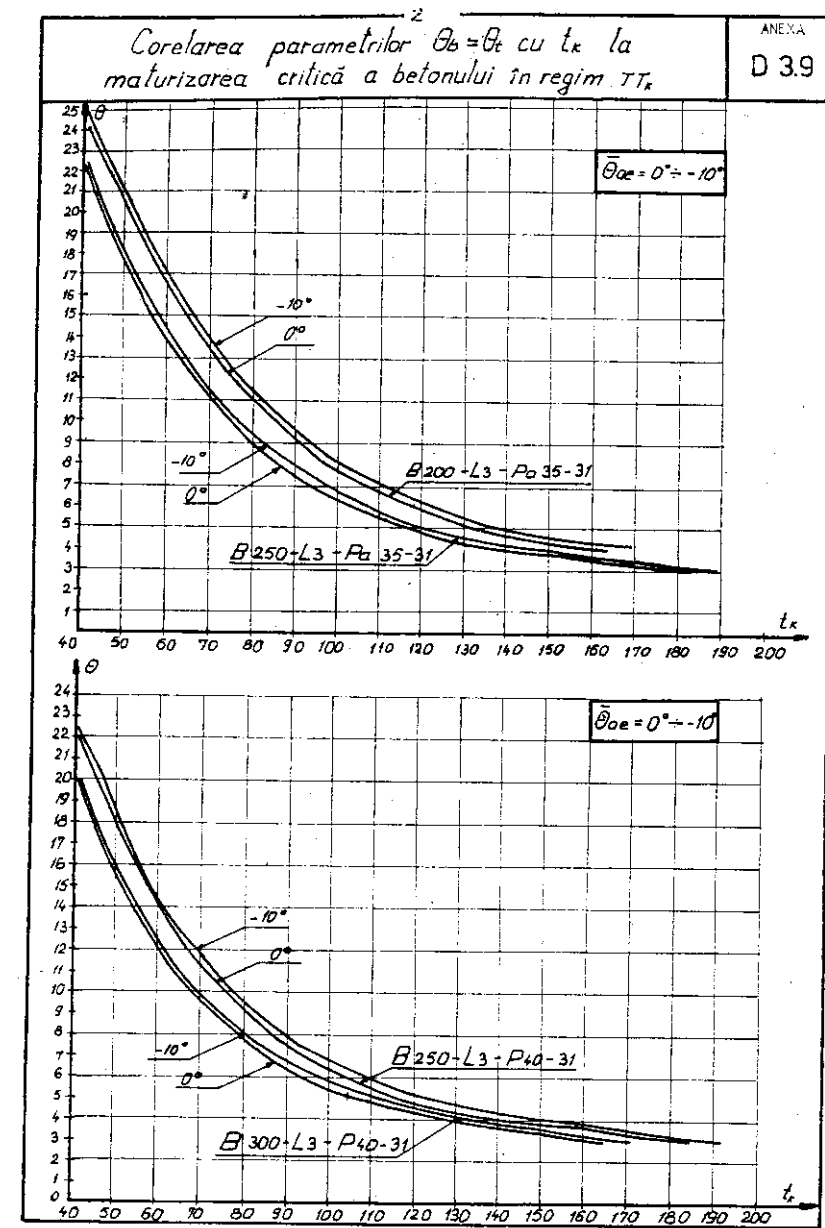
D37



CORELAREA PARAMETRILOR θ_b, t_k LA MATURIZAREA CRITICĂ PRIN METODA CONSERVĂRII CĂLDURII

D38





REGIMURI TERMICE DE REFERINȚĂ TT_{kl} ; RT_k
Elementul de construcție $K_b = 0,05$

ANEXA D 3.10

Nr. crt.	t_k		θ_{ae} °C	TT_k			$\frac{CC_k}{M_s} \leq \frac{R_s}{R_s}$	RT_k					$\frac{RC_k}{M_s} \leq \frac{R_s}{R_s}$		
	z	h		θ_b °C	$\theta_t = \theta_c$ °C	t_t h		t_c h	θ_b °C	θ_t °C	t_r h	t_t h		t_c h	v_r °C/h
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Beton B 200—L ₃ —Pa 35—31; M _k = 1488 h°C															
1	7	160	0 —5 —10	5	5	132,7 135,0 137,4	0	10 5 3	1	6	115,1 109,3 103,5	44,9 50,7 56,5	0 0 0	0,05 0,05 0,05	9 5 3
2	6	136	0 —5 —10	5 5 6	5 5 6	132,7 135,0 122,4	0	10 5 3	1	6 7	48,9 43,1 71,7	87,4 92,9 64,2	0	0,10 0,12 0,07	9 5 3
3	5	112	0 —5 —10	7	7	106,4 108,0 109,7	0	9 5 3	1	8	40,2 36,1 31,9	71,8 75,9 80,1	0	0,18 0,20 0,22	8 5 4
4	4	88	0 —5 —10	10	10	84,8 85,9 87,0	0	8 5 4	1	11	22,7 19,8 17,0	65,3 68,2 71,0	0	0,44 0,51 0,59	7 5 4
5	3	64	0 —5 —10	16	16	61,0 61,6 62,2	0	7 5 4	1	17	13,7 14,3 11,7	50,3 49,7 52,3	0	1,17 1,12 1,37	7 5 4
6	2	40	0 —5 —10	26	26	37,7 38,0 38,3	0	7 6 5	1	27	9,4 8,8 8,2	30,6 31,2 31,8	0	2,77 2,95 3,17	7 6 5

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Beton B 250—L3—Pa 35—31; $M_k = 1310 \text{ h}^\circ\text{C}$															
1	7	160	0	4	4	143,8 146,5 149,2	0	12 5 3	1	5	116,8 111,1 104,9	43,2 48,9 55,1	0	0,03 0,04 0,04	11 6 3
2	6	136	0	5	5	116,6 118,8 121,0	0	11 6 4	1	6	87,9 82,8 77,8	48,1 53,2 58,2	0	0,06 0,06 0,07	10 6 4
3	5	112	0	6	6	104,3 106,0 107,7	0	11 6 4	1	7	50,5 46,4 42,0	61,5 65,6 70,0	0	0,12 0,13 0,15	10 6 4
4	4	88	0	8	8	85,7 87,0 82,1	0	10 6 4	1	9 10	22,5 19,4 39,7	65,5 68,6 56,8	0	0,36 0,41 0,23	9 6 4
5	3	64	0	13	13	62,6 63,3 60,6	0	8 6 5	1	14 15	12,8 10,8 17,1	51,2 53,2 46,9	0	1,02 1,20 0,82	9 5 5
6	26	40	0	23	23	38,8 38,1 39,4	0	8 6 5	1	24	7,0 6,3 5,6	33,0 33,7 34,4	0	3,29 3,65 4,11	8 6 5

ANEXA D_{3,II}REGINURI TERMICE DE REPERINȚĂ TT_k ; RT_k Element de construcție $K_b=0,05$

Nr. crt. U	t_k		θ_{ae} °C	TT _k			$\frac{CC_k}{M_s} \leq \frac{R_s}{R_s}$	RT _k					$\frac{RC_k}{M_s} \leq \frac{R_s}{R_s}$		
				θ_b °C	$\theta_{t-z} - \theta_c$ °C	t_c h		θ_b °C	θ_t °C	t_r h	t_c h	t_e h		v_r °C/h	
	z	1	2	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15	
Beton B 250—L3—P 40 — 31; M _k = 1324															
1	7	160	0	4	4	145,3	0	12	1	5	113,4	46,6	0	0,04	12
			-5			148,1					107,6	52,4		0,04	6
			-10			150,8					101,4	58,6		0,04	4
2	6	136	0	5	5	118,1	0	12	1	6	84,8	51,2	0	0,06	12
			-5			120,1					79,7	56,3		0,07	6
			-10			122,3					74,6	61,4		0,07	4
3	5	112	0	6	6	105,4	0	12	1	7	47,7	64,3	0	0,13	11
			-5			107,1					43,6	68,4		0,14	6
			-10			108,9					39,3	72,7		0,16	4
4	4	88	0	8	8	86,6	0	10	1	9	20,1	67,9	0	0,40	10
			-5			87,9					8,0	80,0		1,0	6
			-10			83,0					29,0	59,0		0,31	5
5	3	64	0	13	13	63,3	0	9	14	15	10,9	53,1	0	1,19	9
			-5			60,6					17,2	46,8		0,81	8
			-10			61,3					15,5	48,5		0,84	5
6	2	40	0	23	23	39,2	0	8	1	24	6,0	34,0	0	3,84	8
			-5			39,5					5,4	34,6		4,26	7
			-10			39,8					4,7	35,3		4,89	6

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Beton B 300—L3—P 40 —31; $M_k = 1182$															
1	7	160	0	4	4	121,0 132,2 134,6	0	14	1	5	147,7 142,4 136,7	12,3 17,6 23,3	0	0,03 0,03 0,03	14 7 4
2	6	136	0	4	4	129,7 132,8 134,6	0	14	1	5	82,7 77,6 72,2	53,3 58,4 63,8	0	0,05 0,05 0,06	14 7 4
3	5	112	0	5	5	105,4 107,3 109,1	0	14	1	6	49,6 45,2 40,7	62,4 66,8 71,3	0	0,10 0,11 0,13	14 7 5
4	4	88	0	7	7	84,5 85,8 87,1	0	12	1	8	29,3 26,1 20,6	58,7 61,9 67,4	0	0,24 0,27 0,34	12 8 5
5	3	64	0	11	11	63,4 60,5 61,2	0	11	1	12	11,6 18,5 15,6	52,4 45,5 48,4	0	0,95 0,65 0,77	11 9 6
6	2	40	0	21	21	38,7 39,0 39,3	0	10	1	22	7,8 7,0 6,2	32,2 33,0 33,8	0	2,70 3,00 3,39	10 8 6

GRADE UNITARE DE MATURIZARE m_i ; m_i CORESPUNZĂTOARE TEMPERATURII θ_i

θ_i °C	m_i	m_i pentru:								
		$\bar{\theta}_{ae} = 0^\circ\text{C}$			$\bar{\theta}_{ae} = -5^\circ\text{C}$			$\bar{\theta}_{ae} = -10^\circ\text{C}$		
		$K_b =$			$K_b =$			$K_b =$		
		0,05	0,10	0,30	0,05	0,10	0,30	0,05	0,10	0,30
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1,5	3,97	3,94	3,92	3,81	3,86	3,74	3,29	3,77	3,57	2,78
2,5	6,13	6,06	6,00	5,76	5,94	5,76	5,02	5,82	5,51	4,29
3,5	8,24	8,13	8,02	7,59	7,98	7,72	6,68	7,82	7,41	5,76
4,5	10,30	10,14	9,98	9,34	9,96	9,62	8,27	9,78	9,27	7,21
5,5	12,09	11,88	11,66	10,80	11,68	11,27	9,63	11,49	10,88	8,46
6,5	13,53	13,26	13,00	11,93	13,06	12,59	10,70	12,85	12,18	9,47
7,5	14,95	14,62	14,30	13,02	14,41	13,88	11,74	14,20	13,45	10,46
8,5	16,21	15,83	15,46	13,97	15,61	15,02	12,66	15,40	14,58	11,34
9,5	17,39	16,97	16,55	14,85	16,75	16,10	13,51	16,52	15,65	12,18
10,5	18,57	18,10	17,62	15,72	17,87	17,17	14,36	17,64	16,72	13,00
11,5	19,74	19,21	18,68	16,57	18,98	18,22	15,19	18,75	17,76	13,82
12,5	20,93	20,34	19,76	17,44	20,11	19,30	16,04	19,88	18,83	14,65
13,5	22,14	21,50	20,87	18,32	21,27	20,39	16,91	21,03	19,92	15,50
14,5	23,37	22,68	21,99	19,22	22,46	21,51	17,79	22,20	21,04	16,36
15,5	24,58	23,83	23,09	20,10	23,59	22,61	18,65	23,35	22,12	17,21
16,5	25,76	24,96	24,15	20,95	24,71	23,67	19,49	24,47	23,18	18,03
17,5	26,95	26,09	25,24	21,81	25,85	24,75	20,34	25,60	24,26	18,87
18,5	28,16	27,24	26,33	22,67	27,00	25,84	21,19	26,75	25,34	19,71
19,5	29,38	28,41	27,44	23,56	28,16	26,94	22,06	27,91	26,44	20,57
20,5	30,81	29,77	28,73	24,59	29,32	28,23	23,08	29,26	27,72	21,56
21,5	32,45	31,34	30,23	25,80	31,08	29,72	24,26	30,82	29,20	22,71
22,5	34,13	32,94	31,76	27,04	32,68	31,24	25,46	32,43	30,71	23,89
23,5	35,85	34,59	33,33	28,30	34,32	32,80	26,70	34,05	32,26	25,09
24,5	37,61	36,27	34,93	29,59	36,00	34,39	27,96	35,72	33,84	26,32
25,5	39,69	38,26	36,84	31,14	37,98	36,28	29,46	37,70	35,72	27,78
26,5	42,12	40,59	39,06	32,95	40,30	38,49	31,22	40,01	37,91	29,48
27,5	44,63	42,99	41,35	34,81	42,69	40,76	33,02	42,39	40,16	31,24
28,5	47,20	45,45	43,71	36,72	45,15	43,09	34,88	44,84	42,48	33,04
29,5	49,85	47,99	46,13	38,68	47,67	45,50	36,79	47,36	44,86	34,89

GRADE UNITARE DE MATURIZARE m_t , m_i , CORESPUNZĂTOARE TEMPERATURILOR DE TRATARE TERMICĂ θ_t

θ_t °C	m	m_t pentru:								
		$\bar{\theta}_{ae} = \theta^\circ\text{C}$			$\bar{\theta}_{ae} = -5^\circ\text{C}$			$\bar{\theta}_{ae} = -10^\circ\text{C}$		
		$K_b =$			$K_b =$			$K_b =$		
		0,05	0,10	0,30	0,05	0,10	0,30	0,05	0,10	0,30
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	2,97	2,96	2,94	2,89	2,89	2,81	2,48	2,82	2,67	2,08
2	5,04	5,00	4,96	4,79	4,89	4,75	4,16	4,79	4,54	3,53
3	7,28	7,20	7,11	6,78	7,06	6,83	5,94	6,92	6,55	5,10
4	9,24	9,11	8,98	8,45	8,94	8,65	7,46	8,78	8,32	6,47
5	11,40	11,21	11,02	10,26	11,02	10,64	9,12	10,83	10,26	7,98
6	12,80	12,56	12,32	11,36	12,36	11,92	10,16	12,16	11,52	8,96
7	14,28	13,99	13,69	12,52	13,78	13,27	11,26	13,57	12,85	10,00
8	15,62	15,28	14,93	13,54	15,06	14,50	12,24	14,84	14,06	10,94
9	16,80	16,40	16,00	14,41	16,18	15,56	13,08	15,96	15,12	11,76
10	18,00	17,55	17,10	15,30	17,33	16,65	13,95	17,10	16,20	12,60
11	19,15	18,65	18,15	16,14	18,42	17,69	14,77	18,19	17,24	13,41
12	20,33	19,77	19,22	17,00	19,54	18,76	15,62	19,31	18,30	14,23
13	21,53	20,92	20,31	17,88	20,69	19,84	16,47	20,45	19,38	15,07
14	22,75	22,09	21,42	18,77	21,85	20,95	17,35	21,61	20,48	15,93
15	24,00	23,28	22,56	19,68	23,04	22,08	18,24	22,80	21,60	16,80
16	25,17	24,39	23,62	20,52	24,15	23,14	19,07	23,91	22,65	17,62
17	26,35	25,52	24,69	21,37	25,28	24,20	19,91	25,03	23,72	18,45
18	27,55	26,67	25,78	22,24	26,42	25,29	20,76	26,17	24,80	19,29
19	28,77	27,83	26,88	23,11	27,58	26,39	21,63	27,33	25,89	20,14
20	30,00	29,00	28,00	24,00	28,75	27,50	22,50	28,50	27,00	21,00
21	31,62	30,55	29,48	25,19	30,29	28,97	23,67	30,04	28,46	22,13
22	33,28	32,14	30,99	26,42	31,88	30,47	24,86	31,62	29,95	23,50
23	34,98	33,76	32,54	27,67	33,50	32,01	26,08	33,23	31,48	24,49
24	36,72	35,42	34,13	28,94	35,15	33,59	27,32	34,88	33,03	25,70
25	38,50	37,3	35,75	30,25	36,85	35,20	28,60	36,58	34,65	26,95
26	40,90	39,42	37,94	32,04	39,14	37,37	30,33	38,85	36,81	28,63
27	43,36	41,78	40,20	33,87	41,49	39,61	32,11	41,20	39,03	30,35
28	45,90	44,21	42,52	35,76	43,91	41,92	33,94	43,61	41,31	32,15
29	48,52	46,71	44,91	37,69	46,40	44,29	35,83	46,09	43,66	33,96
30	51,20	49,28	47,36	39,68	48,96	46,72	37,76	48,64	46,08	35,84

GRADE UNITARE DE MATURIZARE m_r , m_r' CORESPUNZĂTOARE TEMPERATURILOR $\theta_b = 1^\circ\text{C}$

θ_t °C	m_r	m_r' pentru:								
		$\bar{\theta}_{ae} = 0^\circ\text{C}$			$\bar{\theta}_{ae} = -5^\circ\text{C}$			$\bar{\theta}_{ae} = -10^\circ\text{C}$		
		$K_b =$			$K_b =$			$K_b =$		
		0,05	0,10	0,30	0,05	0,10	0,30	0,05	0,10	0,30
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	3,97	3,94	3,92	3,81	3,86	3,74	3,29	3,77	3,57	2,78
3	5,05	5,00	4,96	4,79	4,90	4,75	4,16	4,80	4,54	3,54
4	6,11	6,04	5,98	5,72	5,93	5,74	5,00	5,80	5,50	4,28
5	7,16	7,07	6,98	6,63	6,94	6,71	5,82	6,80	6,44	5,01
6	8,15	8,03	7,92	7,46	7,88	7,62	6,58	7,74	7,33	5,70
7	9,04	8,90	8,76	8,21	8,75	8,45	7,27	8,59	8,14	6,33
8	9,89	9,72	9,55	8,89	9,56	9,23	7,90	9,39	8,90	6,92
9	10,68	10,48	10,29	9,53	10,31	9,95	8,50	10,14	9,61	7,47
10	11,42	11,20	10,99	10,12	11,03	10,63	9,06	10,85	10,28	7,99
11	12,14	11,89	11,65	10,68	11,71	11,29	9,59	11,53	10,92	8,50
12	12,83	12,56	12,29	11,21	12,37	11,92	10,10	12,19	11,54	9,98
13	13,50	13,21	12,91	11,73	13,02	12,53	10,59	12,83	12,15	9,45
14	14,17	13,84	13,52	12,24	13,65	13,14	11,08	13,46	12,75	9,92
15	14,83	14,48	14,13	12,74	14,28	13,74	11,56	14,08	13,34	10,38
16	15,48	15,10	14,73	13,23	14,90	14,33	12,03	14,70	13,93	10,83
17	16,12	15,72	15,32	13,71	15,51	14,91	12,50	15,31	14,51	11,28
18	16,76	16,33	15,90	14,19	16,12	15,49	12,96	15,92	15,08	11,73
19	17,39	16,93	16,48	14,66	16,73	16,06	13,41	16,52	15,65	12,17
20	18,02	17,54	17,06	15,13	17,33	16,64	13,87	17,12	16,22	12,61
21	18,66	18,15	17,64	15,60	17,94	17,22	14,33	17,72	16,79	13,06
22	19,32	18,78	18,24	16,09	18,56	17,81	14,80	18,35	17,38	13,52
23	19,99	19,42	18,85	16,58	19,21	18,42	15,29	18,99	17,99	13,99
24	20,68	20,08	19,48	17,09	19,86	19,05	15,78	19,64	18,61	14,47
25	21,39	20,75	20,13	17,61	20,53	19,69	16,29	20,31	19,27	14,97
26	22,12	21,45	20,80	18,16	21,23	20,35	16,82	21,01	19,90	15,48
27	22,89	22,19	21,50	18,72	21,97	21,05	17,37	21,74	20,60	16,02
28	23,69	22,96	22,23	19,32	22,73	21,78	17,95	22,50	21,32	16,58
29	24,53	23,76	23,00	19,94	23,53	22,54	18,56	23,30	22,08	17,17
30	25,40	24,60	23,80	20,59	24,37	23,33	19,18	24,13	22,86	17,78

GRADE DE MATURIZARE m_r ; m_r' CORESPUNZĂTOARE
TEMPERATUILOR $\theta_b = 3^\circ\text{C}$

θ_i $^\circ\text{C}$	m_r	m_r' pentru :								
		$\theta_{ae} = 0^\circ\text{C}$			$\theta_{ae} = 5^\circ\text{C}$			$\theta_{ae} = 10^\circ\text{C}$		
		$K_b =$			$K_b =$			$K_b =$		
		0,05	0,10	0,30	0,05	0,10	0,30	0,05	0,10	0,30
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	8,24	8,13	8,02	7,59	7,98	7,72	6,68	7,32	7,41	5,76
5	9,27	9,14	9,00	8,47	8,97	8,67	7,48	8,80	8,34	6,49
6	10,21	10,05	9,89	9,24	9,87	9,54	8,19	9,70	9,19	7,14
7	11,04	10,85	10,67	9,92	10,67	10,30	8,82	10,49	9,94	7,73
8	11,82	11,61	11,39	10,54	11,42	11,02	9,40	11,23	10,64	8,27
9	12,55	12,31	12,07	11,11	12,12	11,68	9,95	11,92	11,30	8,78
10	13,24	12,98	12,71	11,64	12,78	12,31	10,46	12,58	11,92	9,27
11	13,91	13,62	13,32	12,15	13,42	12,92	10,94	13,21	12,52	9,74
12	14,56	14,24	13,92	12,64	14,03	13,51	11,42	13,83	13,10	10,19
13	15,20	14,85	14,50	13,12	14,64	14,09	11,88	14,43	13,67	10,64
14	15,83	15,45	15,08	13,60	15,24	14,66	12,34	15,03	14,24	11,08
15	16,46	16,06	15,66	14,06	15,84	15,23	12,79	15,63	14,81	11,52
16	17,08	16,65	16,23	14,53	16,44	15,80	13,24	16,22	15,37	11,96
17	17,70	17,25	16,80	14,9	17,03	16,36	13,69	16,81	15,93	12,39
18	18,32	17,84	17,36	15,44	17,62	16,92	14,13	17,40	16,48	12,82
19	18,93	18,42	17,92	15,89	18,20	17,48	14,57	17,98	17,04	13,25
20	19,55	19,01	18,48	16,34	18,79	18,04	15,01	18,57	17,59	13,68
21	20,17	19,61	19,05	16,80	19,39	18,60	15,46	19,16	18,15	14,12
22	20,82	20,23	19,64	17,28	20,00	19,19	15,92	19,77	18,73	14,57
23	21,48	20,86	20,24	17,76	20,64	19,79	16,40	20,41	19,33	15,04
24	22,17	21,52	20,87	18,27	21,29	20,41	16,89	21,06	19,95	15,52
25	22,87	22,19	21,51	18,78	21,96	21,04	17,39	21,72	20,58	16,01
26	23,60	22,89	22,17	18,32	22,65	21,71	17,92	22,42	21,24	16,52
27	24,37	23,62	22,88	19,89	23,39	22,41	18,47	23,15	21,93	17,06
28	25,18	24,10	23,61	20,48	24,16	23,14	19,05	23,92	22,66	17,63
29	26,03	25,27	24,39	21,11	24,97	23,91	19,66	24,73	23,42	18,21
30	26,91	26,05	25,19	21,76	25,81	24,71	20,30	25,56	24,22	18,84

COEFICIENTUL K_i' PENTRU TRANSPORTUL BETONULUI DE LA STAȚIE LA
OBIECT

Nr. crt.	Mijlocul de transport	Distanța Km	Durata min	$K_i' (*)$ pentru mijlocul:	
				a neprotejat	b(**) protejat
1	Autobasculantă sau dumpăr	0,5	2	—	0,120
		1,5	6	—	0,152
2	Autoagitator	1,5	6	0,168	0,144
		7,5	30	0,360	0,240

(*) Pentru durate intermediare se interpolează liniar.

(**) Soluții de protejare a mijlocului de transport:

- autobasculanta sau dumpărul sînt acoperite cu prelată;
- autoagitatorul are gura de alimentare acoperită cu un capac.

COEFICIENTUL K'' PENTRU TRANSPORTUL BETONULUI PE OBIECT ȘI
PUNEREA ÎN OPERĂ

ANEXA D_{6.2}

Nr. crt.	Punerea în operă a beto- nului în ele- mentul de construcție avînd dimen- siunile carac- teristice (cm)	K _i '' (*)								
		în funcție de soluția de izolare termică a benei de 0,8...1,0 m ³ (**)								
		a		b		c		d		
		și de durata de așteptare a ultimei bene (minute)								
		10'	50'	10'	50'	10'	50'	10'	50'	
1	Fundații cu dimen- siunea minimă	50	0,142	0,462	0,102	0,262	0,082	0,162	0,064	0,072
2	Stîlpi, pe- reți, grinzi cu înălți- mea :	25	0,292	0,932	0,212	0,532	0,172	0,332	0,136	0,152
		≥ 50	0,242	0,882	0,162	0,482	0,122	0,282	0,086	0,102
3	Plăci cu grosimea	6	0,512	1,152	0,432	0,752	0,392	0,552	0,356	0,372
		10	0,392	1,032	0,312	0,632	0,272	0,432	0,236	0,252
		20	0,302	0,942	0,222	0,542	0,182	0,342	0,146	0,162

(*) Pentru durate intermediare se interpolează liniar; durată de punere în operă a betonului dintr-o benă este de maximum 10'.

(**) Soluții de protejare a benelor în timpul așteptării:

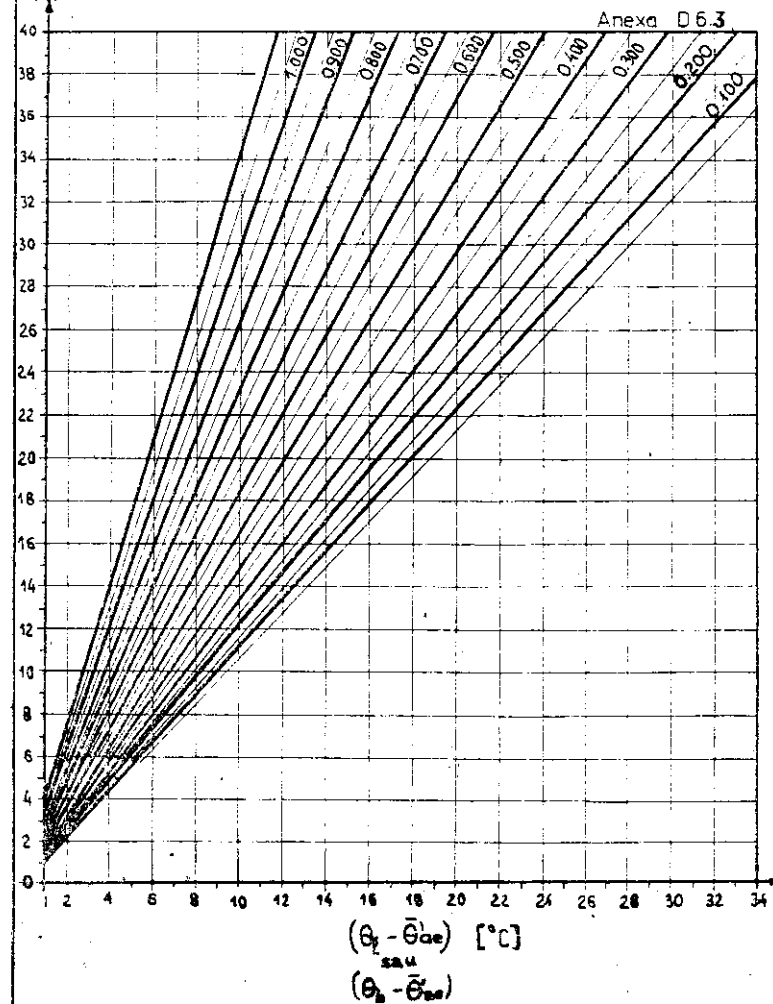
- Neprotejară (în general nu se recomandă);
- Acoperită cu folie de polietilenă sau prelată;
- Pereții izolați termic cu două straturi de carton asfaltat; bena este acoperită în timpul așteptării cu o folie de polietilenă sau prelată;
- Pereții izolați termic cu 7 cm vată minerală, zona de încărcare acoperită cu un capac izolat termic cu 4 cm de vată minerală; bena este acoperită în timpul așteptării cu o folie de polietilenă sau prelată.

CORELAREA DIFERENTELOR DE TEMPERATURA

$$(\theta_p - \bar{\theta}_{ae}) \text{ cu } (\theta_l - \bar{\theta}_{ae})$$

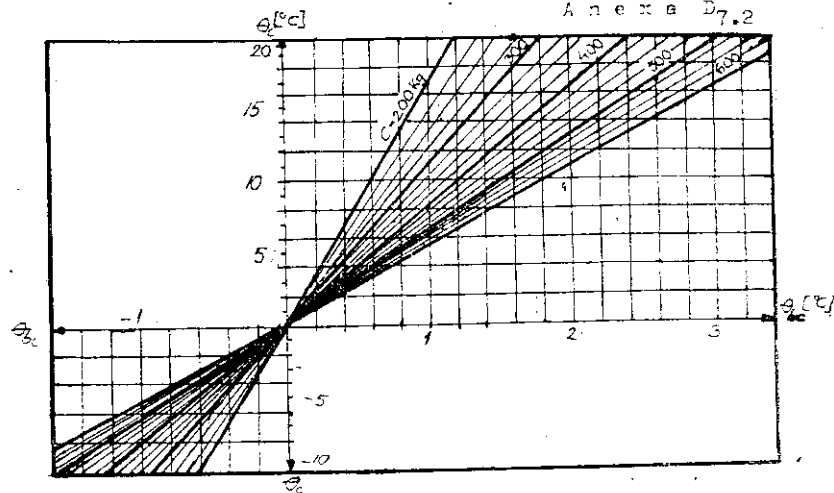
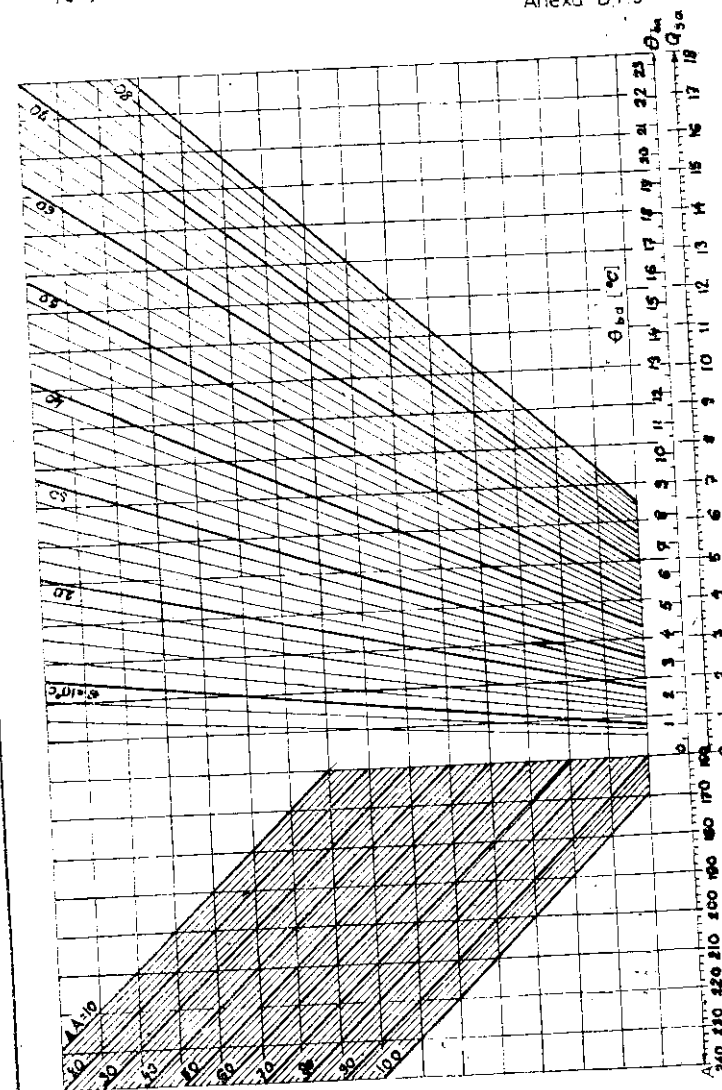
$$(\theta_p - \bar{\theta}_{ae}) \text{ sau } (\theta_l - \bar{\theta}_{ae}) \text{ cu } (\theta_b - \bar{\theta}_{ae})$$

$$(\theta_p - \bar{\theta}_{ae}) [\text{°C}]$$

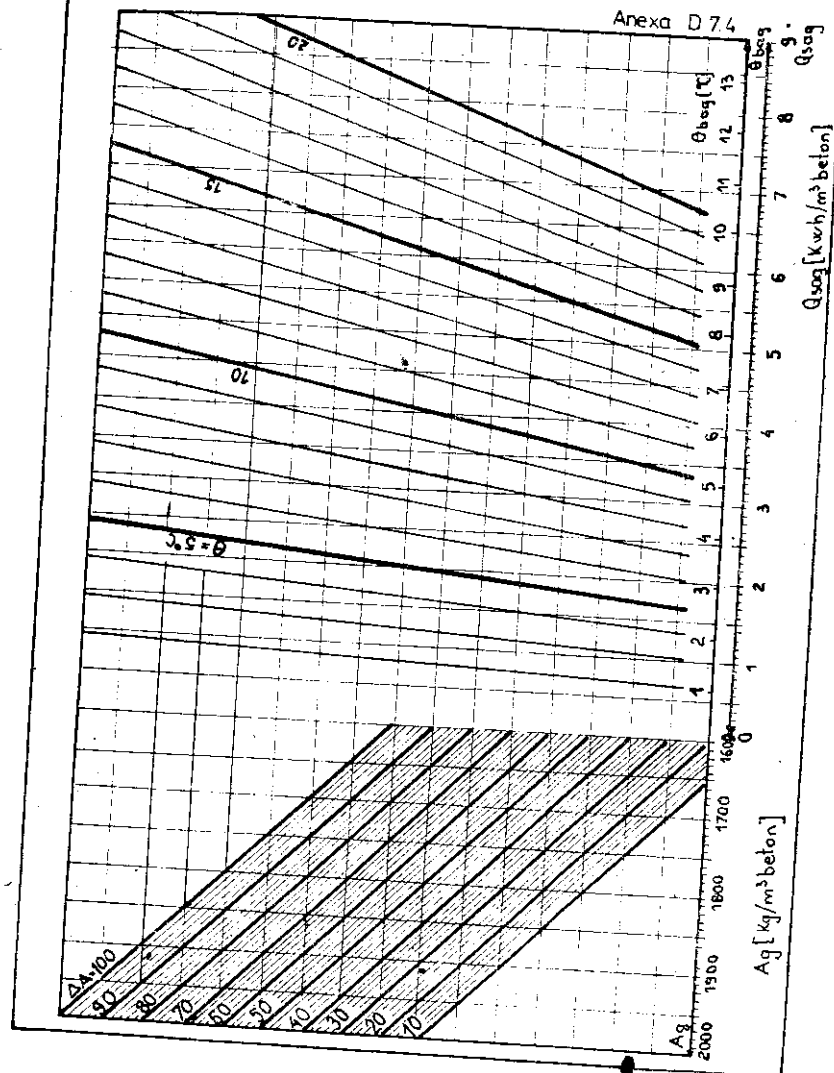


EVALUAREA TEMPERATURILOR ÎNȚIALE ALE AGREGATELOR, θ_{iag}

Depozit de agregate. Caracteristici de masivitate	Temperatura aerului exterior în zilele precedente, în °C	Temperatura inițială a agregatelor, θ_{iag} în °C
Depozit masiv $H > 2,0$ m	< -10 $-10 \dots -5$ $-5 \dots 0$	-7 -5 0
Depozit otășnit $H \leq 2,0$ m	< -10 $-10 \dots -5$ $-5 \dots 0$	-10 -7 -5

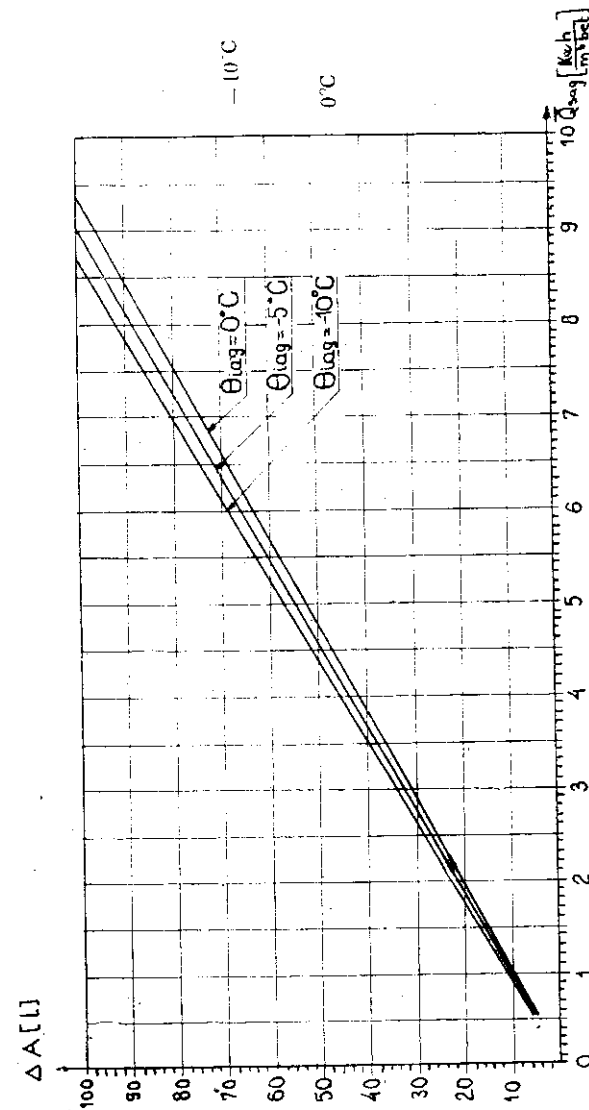
CORELAREA PARAMETRILOR θ_c ; C; θ_{bc} Anexa D_{7.2}Evaluarea temperaturilor θ_{sa} și θ_{fa} și a consumului specific Q_{sa} Anexa D_{7.3}

EVALUAREA TEMPERATURILOR θ_{bag} ; θ_{fag}
 SI CONSUMULUI SPECIFIC Q_{bag} PENTRU
 $\theta_{lag} > 0^\circ$



EVALUAREA CONSUMULUI SPECIFIC
 $\bar{Q}_{bag}$ PENTRU $\theta_{lag} \leq 0^\circ$

Anexa D.75



SEMNICIFICAȚIA SIMBOLURILOR FOLOSITE ÎN ANEXE

1. Niveluri de întărire; grade de maturizare

- β — nivelul de întărire al betonului, în procente din rezistența R_{28} ;
- β_k — nivel de întărire critic, în procente;
- R_3 — rezistența la compresiune a betonului la un moment dat, în condiții normale de întărire, în daN/cm²;
- R_{28} — rezistența medie la compresiune a betonului la 28 zile, în condiții normale de întărire, în daN/cm²;
- M_β — gradul de maturizare, corespunzător nivelului de întărire β în h°C;
- M_k — gradul critic de maturizare, în h°C;
- M_{θ_i} — gradul de maturizare în intervalul de timp t_i , în care temperatura medie în secțiune este θ_i , în h°C;
- M'_{θ_i} — gradul de maturizare în intervalul de timp t_i , evaluat pentru temperatura medie θ'_i , pe suprafața cea mai rece, în h°C;
- m_i — gradul unitar de maturizare în intervalul de timp $t_i = 1$ h, în h°C/h;
- m'_i — gradul unitar de maturizare pe suprafața cea mai rece a elementului, în intervalul de timp $t_i = 1$ h, corelat cu m_i , în h°C/h;
- M_r — gradul de maturizare la temperatura normală de +20°C echivalent gradului de maturizare efectiv realizat în perioada t_r , de ridicare a temperaturii, în h°C;
- M_t — idem în perioada t_t , de tratare izotermă, în h°C;
- M_c — idem în perioada t_c , de variație naturală a temperaturii, în h°C;

2. Temperaturi; niveluri de asigurare

- θ_p — temperatura betonului la preparare (descărcarea din malaxor) în °C;
- θ_t — temperatura betonului la livrare, (descărcarea din mijlocul de transport, la obiect), în °C;
- θ_k — temperatura betonului la terminarea procesului de punere în operă (începerea maturizării), în °C;
- θ_i — temperatura medie a betonului în secțiunea unui element de construcție, într-un interval de timp t , în °C;
- θ'_i — temperatura medie a betonului, măsurată pe suprafața cea mai rece, în același interval de timp t_i , în °C;
- $\Delta\theta_i$ — diferența între temperaturile maximă și minimă din secțiunea unui element de construcție la un moment dat, în °C;
- $\delta\theta_i$ — mărimea intervalului de temperatură pentru care aceasta are valoare medie θ_i (sau θ'_i), în °C;

240

- θ_k — temperatura maximă a betonului în perioada de maturizare (în perioada de tratare izotermă, la terminarea celei de ridicare a temperaturii, la începerea celei de variație naturală), în °C;
- θ_c — temperatura betonului la terminarea perioadei de maturizare (în momentul îndepărtării protecției sau decofrării), în °C;
- θ_r — temperatura medie a betonului în perioada de ridicare a temperaturii, în °C;
- θ_{ae} — temperatura efectivă a aerului exterior în perioada de maturizare (t_k ; t_β), în °C;
- $\bar{\theta}_{ae}$ — nivelul de asigurare în perioada de maturizare (t_k ; t_β), în °C;
- θ'_{ae} — temperatura efectivă a aerului exterior în perioada de preparare, transport și punere în operă a betonului (t'_i ; t''_i), în °C;
- $\bar{\theta}'_{ae}$ — nivelul de asigurare în perioada de preparare, transport și punere în operă a betonului (t'_i ; t''_i), în °C;

3. Intervale de timp

- t_k — durata în care se obține la temperatură variabilă θ un grad de maturizare echivalent gradului critic M_k de maturizare la +20°C în h;
- t_β — durata în care se obține la temperatură variabilă θ un nivel de întărire β , corespunzător gradului de maturizare M_β , la temperatura de +20°C, în h;
- t'_i — durata de transport a betonului la obiect, în h;
- t''_i — durata de transport a betonului pe obiect și de punere în operă în h;
- t_i — durata intervalului de timp în care temperatura variază liniar față de temperatura medie a betonului, în h;
- t_r — durata de ridicare artificială a temperaturii în timpul maturizării betonului, h;
- t_t — durata de tratare izotermă a betonului, în h;
- t_c — durata de variație naturală a temperaturii betonului (ridicare sau coborîre), în h;
- z_k — durata de obținere a gradului critic de maturizare M_k , în zile;
- z_β — durata de obținere a gradului de maturizare M_β , în zile;

4. Coeficienți

- K_{θ_i} — coeficient de echivalare a gradului de maturizare la o temperatură oarecare θ_i (θ'_i), cu gradul de maturizare la temperatura normală de +20°C;

241

- K_b — coeficient pentru evidențierea scăderii temperaturii betonului pe suprafața cea mai rece (θ_i) în comparație cu temperatura medie (θ_s) în secțiune (evidențiază realizarea gradului de maturizare necesar pe suprafața cea mai rece);
- K_{bj} — coeficientul K_b pe direcția j ;
- K_s — coeficient pentru luarea în considerare a pierderilor de căldură directe ale sursei de căldură;
- K'_t — coeficient pentru evidențierea scăderii temperaturii betonului în timpul transportului (de la θ_p la θ_t), în perioada t'_t ;
- K''_t — coeficient pentru evidențierea scăderii temperaturii betonului în timpul transportului pe obiect și punerii în operă (de la θ_t la θ_b) în perioada t''_t ;

5. Tipuri de regimuri termice

- CC_k — regim termic pentru obținerea gradului de maturizare M_k , numai prin metoda conservării căldurii;
- TT_k — idem, numai prin menținerea temperaturii betonului la o valoare constantă, θ_t , (încălzire izotermă);
- TC_k — idem, parțial prin încălzire izotermă și restul prin conservarea căldurii;
- RT_k — idem, parțial prin ridicarea temperaturii betonului și restul prin menținerea ei la o valoare constantă θ_t (încălzire izotermă);
- RC_k — idem, parțial prin ridicarea temperaturii betonului și restul prin conservarea căldurii;
- RTC_k — idem, parțial prin ridicarea temperaturii betonului, parțial prin încălzire izotermă și restul prin conservarea căldurii.

6. Puteri și consumuri specifice

- Q_{sp} — consum specific tehnic de energie, la prepararea betonului (anexa B, pct. 3), în Wh/m³; KWh/m³ sau Kcal/m³;
- Q_{ss} — consum specific tehnic de energie, pe șantier, la încălzirea după turnare (anexa B, pct. 3), în Wh/m³; KWh/m³ sau Kcal/m³;
- $r_p; r_s$ — randamentele instalațiilor de încălzire la preparare, respectiv pe șantier după turnare;
- Q_s — consumul specific total, în Wh/m³; KWh/m³ sau Kcal/m³;
- $P_{sez k}$ — modulul intensității de degajare a exotermiei cimentului, în perioada de maturizare critică, în W/°Cm³;
- E_{28} — exotermia totală a cimentului (28 zile la temperatură normală de +20°C), în Wh/Kg;
- P_{sez} — puterea specifică datorată exotermiei cimentului, în W/m³;
- $P_{sezt}; P_{sext}$ — puterea specifică P_{sez} în perioadele t_r , t_t , în W/m³;

- P_{so} — puterea specifică corespunzătoare cantității de căldură primită de un element de construcție de la o sursă exterioară, în W/m³;
- $P_{sor}; P_{sot}$ — puterea specifică P_{so} , în perioadele t_r , respectiv t_t , în W/m³;
- P_{s1} — puterea specifică corespunzătoare cantității de căldură pierdută de elementul de construcție prin suprafețele de tip S_1 , în W/m³;
- $P_{s1r}; P_{s1t}; P_{s1c}$ — puterile specifice P_{s1} , în perioadele caracteristice t_r ; t_t ; respectiv t_c , în W/m³;
- $P_{sr}; P_{st}$ — puteri specifice necesare pentru încălzirea unui element în perioadele t_r , respectiv t_t , în W/m³;
- P_{ss} — puterea specifică tehnică, instalată, pentru încălzirea betonului pe șantier, după turnare, în W/m³.

7. Caracteristicile elementului de construcție

- M_s/R_s — raportul între modulul de suprafață și rezistența termică la transmisia căldurii prin beton și protecția sa pentru întregul element de construcție, în W/m³K;
- d_j — dimensiunea transversală a unui element de construcție pe direcția j , în m;
- q'_j — fluxul termic pe direcția j , normal pe suprafața S'_j ;
- q''_j — fluxul termic pe direcția j , normal pe suprafața S''_j ;
- $(M_s/R_s)_j$ — raportul (M_s/R_s) pe direcția $j = x; y; z$, în W/m³K;
- $(M_s/R_s)'_j; (M_s/R_s)''_j$ — rapoartele (M_s/R_s) determinate pentru fiecare din cele două sensuri opuse ale fluxurilor termice, pe direcția j , în W/m³K;
- $S'_j; S''_j$ — suprafețele opuse, normale pe direcția j , pe care se face schimb de căldură, în m²;
- $R'_{sj}; R''_{sj}$ — rezistențele termice ale protecției betonului pe suprafețele S'_j, S''_j , în m²K/W;
- $(R_s)'_j; (R_s)''_j$ — rezistențele termice totale (protecție + beton) pe direcția j în cele două sensuri ale fluxurilor termice;
- R_{bj} — rezistența termică totală a betonului în curs de maturizare, pe direcția j , în m²K/W;
- $R'_{bj}; R''_{bj}$ — rezistențele termice împinse de fluxurile $q'_j; q''_j$, de sens contrar, pe direcția j , în m²K/W;
- λ_b — coeficientul de conductivitate termică al betonului întărit, în W/mK;
- b_b — coeficient pentru evidențierea sporirii conductivității termice a betonului în curs de maturizare față de cel întărit;
- M_s — modulul de suprafață total al unui element de construcție, în m⁻¹;
- M_{sj} — modulul de suprafață parțial, corespunzător suprafețelor normale pe direcția j , în m⁻¹;

$M'_{sj}; M''_{sj}$	— module de suprafață parțială aferente suprafețelor $S'_j; S''_j$, în m^{-1} ;
V	— volumul total al elementului de construcție, în m^3 ;
$V_1..V_n$	— volumele parțiale ale unui element de construcție de formă complexă (volumele treptelor unei fundații, anexa C _{2.3});
$V'_1..V'_n$	— volumele parțiale ale unui element de construcție, corespunzătoare unei porțiuni pe care dimensiunea transversală d_z este constantă, anexa C _{2.3} , în m^3 ;
S_0	— suprafețele pe care elementul de construcție primește căldură de la o sursă exterioară, în m^2 ;
S_1	— suprafețele pe care elementul de construcție face schimb de căldură cu aerul exterior, în m^2 ;
S_2	— suprafețele prin care elementul de construcție nu face schimb de căldură, în m^2 ;
S_3	— suprafețele ce separă sursa de căldură de aerul exterior, în m^2 ;
$S_{0j}; S_{1j}; S_{3j}$	— suprafețele de tip $S_0; S_1; S_3$ normale pe direcția j
$S'_{0j}; S'_{1j}; S'_{3j}$	— sau $S''_{0j}; S''_{1j}; S''_{3j}$ — suprafețele de tip S_0, S_1, S_3j ; normale pe direcția j în sensul fluxului termic de sens contrar q'_j , respectiv q''_j , în m^2 ;
$R_{s0}; R_{s1}; R_{s3}; R_{s0j}; R_{s1j}; R_{s3j}; R'_{s0j}; R'_{s1j}; R'_{s3j}; R''_{s0j}; R''_{s1j}; R''_{s3j}$	— rezistențele termice ale protecției pe suprafețele de tip $S_0; S_1; S_3$, în m^2K/W ;
$\bar{R}_{sj}$	— rezistența termică de bază a protecției elementului de construcție, pe direcția j , în m^2K/W ;
d_k	— grosimea unui strat k al protecției, în m ;
λ_k	— coeficientul de conductivitate termică a materialului din stratul k , în W/mK ;
b_k	— coeficientul de calitate al izolației termice din stratul k ;
S_{jl}	— suprafața parțială în porțiunea l a suprafeței S_j , în m^2 ;
$\bar{R}_{sjl}$	— rezistența termică de bază a protecției elementului de construcție în porțiunea l a suprafeței S_j , în m^2K/W ;
$\bar{R}_{s0}; \bar{R}_{s1}; \bar{R}_{s3}$	— rezistențele termice de bază pe suprafețele de tip $S_0; S_1; S_3$, în m^2K/W ;
R_i	— rezistența la transfer termic pe suprafețele în contact cu mediul încălzitor, în m^2K/W ;
R_e	— rezistența la transfer termic pe suprafețele în contact cu aerul exterior, în m^2K/W .

C U P R I N S

PARTEA I: Prevederi comune tuturor lucrărilor	5
1. Prevederi generale	5
2. Sarcinile generale ce revin unităților de construcție în perioada de timp friguros. Precizarea principalelor măsuri	11
3. Proiectul anual pentru organizarea lucrărilor pe timp friguros	22
4. Măsuri de folosire rațională a energiei și combustibilului la realizarea construcțiilor pe timp friguros	27
5. Evidența activității pe timp friguros	29
PARTEA II: Prevederi speciale pe categorii de lucrări	31
6. Lucrări de pământ	31
7. Fundații și construcții sub nivelul terenului	39
8. Lucrări de beton	45
9. Montarea prefabricatelor	57
10. Lucrări de zidărie	59
11. Învelitori și tinichigerie	61
12. Construcții metalice	63
13. Lucrări de finisaj	68
14. Montarea geamurilor	69
15. Izolații	71
16. Protecția anticorozivă în construcții	73
17. Lucrări de zidărie refractară	74
18. Instalații interioare	76
PARTEA III: Anexe	81
Anexa A: Niveluri de asigurare recomandate pentru executarea pe timp friguros a lucrărilor de construcții și instalații aferente	81
Anexa B: Folosirea gradului de maturizare la controlul calității betonului pus în operă pe timp friguros	87
1. Condiții de calitate	87
2. Evaluarea gradului de maturizare efectiv	90

3. Metode pentru maturizarea critică a betonului. Tipuri de regimuri termice și domeniile de aplicare	90
4. Corelarea regimului termic la preparare cu regimul termic la maturizarea betonului; bilanțul energetic	95
Anexa B _{1,1} Gradul critic de maturizare M_k	98
B _{1,2} Coeficientul K_{θ} de echivalare a gradului de maturizare la temperatura θ_i cu gradul de maturizare la $+20^\circ\text{C}$	98
B _{1,3} Gradul de maturizare $M\beta$ și corelarea lui cu nivelul de întărire β	98
B ₂ Fișă pentru controlul gradului critic de maturizare pentru decofrare $M\beta$ Exemplu	99
Anexa C: Soluții tip pentru regimuri termice la executarea lucrărilor pe timp friguros	100
1. Parametrii pe baza cărora se face alegerea soluției tip de regim pentru maturizarea critică a betonului	100
2. Evaluarea parametrilor ce caracterizează elementul de construcție din punct de vedere al masivității și nivelului de protecție termică	100
3. Soluții tip de regimuri termice prezentate în anexa C	101
4. Metoda conservării căldurii. Alegerea unui regim termic tip CC_k	101
5. Metoda încălzirii betonului după punerea în operă. Alegerea unor regimuri TC_k ; RC_k ; RTC_k	102
6. Alegerea regimului termic la transportul și punerea în operă a betonului	104
7. Alegerea regimului termic la prepararea betonului	104
8. Definitivarea soluției pentru maturizarea critică a betonului	104
9. Exemple de calcul	104
Anexa C ₁ Tipurile de betoane pentru care s-au tipizat regimuri termice	114
C _{2,1} ...C _{2,3} Evaluarea rezistențelor termice și parametrilor M_s/R_s ; K_{θ}	115
C _{2,4} ...C _{2,6} Valori $(M_s/R_s)_f$; $(M_s/R_s)_f'$; $(M_s/R_s)_f''$	118
C _{2,7} Rezistențele termice ale unor soluții recomandate pentru protejarea suprafețelor elementelor de construcții din beton	124
Anexa C ₃ Tipuri de regimuri termice proiectate în funcție de parametrii caracteristici	126
C _{4,1} ...C _{4,8} Regimuri termice tip CC_k	127
C _{5,1} ...C _{5,4} Regimuri termice tip TC_k	143
C _{5,5} ...C _{5,6} Regimuri termice tip RC_k	151
C _{5,7} ...C _{5,10} Regimuri termice tip RTC_k	153
C _{6,1} Evaluarea coeficientului K_t în funcție de soluția de organizare a procesului de transport și punere în operă a betonului pe timp friguros	157

C _{6,2} Corelarea temperaturilor θ_p și θ_b	157
C _{7,1} ...C _{7,3} Regimuri termice la prepararea betonului	159
C _{8,1} ...C _{8,2} Fișe tehnologice	164

Anexa D: Proiectarea regimurilor termice pentru maturizarea critică a betonului pus în operă pe timp friguros	166
1. Evaluarea parametrilor ce caracterizează betonul pus în operă pe timp friguros; exemple de calcul	166
2. Evaluarea parametrilor ce caracterizează elementul de construcție din punct de vedere al masivității și nivelului de protecție termică; exemple de calcul	167
3. Evaluarea nivelului de asigurare și a duratelor critice de maturizare	180
4. Proiectarea regimurilor termice CC_k în perioada de maturizare critică. Metoda conservării căldurii; exemple de calcul	181
5. Proiectarea regimurilor termice în perioada de maturizare critică. Metoda încălzirii betonului după punerea în operă; exemple de calcul	185
6. Proiectarea regimului termic la transportul și punerea în operă a betonului	198
7. Proiectarea regimului termic la prepararea betonului	200
8. Bilanțul energetic	205
Anexa D _{1,1} Gradul critic de maturizare M_k ; corelarea lui cu nivelul de întărire β_k și valorile exotermiei totale E_{28}	208
Anexa D _{1,2} Corelarea duratelor de maturizare t_k , în ore, cu duratele z_k , în zile	208
D _{2,1} Rezistențele termice R_s ale unor soluții recomandate pentru protejarea suprafețelor elementelor de construcție din beton	209
D _{2,2} Rezistențele termice R_{min} ale unor materiale termoizolatoare uzuale pentru $N = 1800 \text{ h}^\circ\text{C}$ și $C_{\theta} = 250 \text{ lei/Gcal}$	211
D _{2,3} Evaluarea rezistenței R_{min} și a grosimii corespunzătoare „d” a straturilor termoizolante pentru $N = 1800 \text{ h}^\circ\text{C}$	212
D _{2,4} și D _{2,5} Valorile coeficienților $K_{\theta j}$ în funcție de parametrii d_j și R_{sj}	213
D _{2,6} Valorile coeficienților K_s în funcție de $(R_{s0} + R_b/2)$ și $R_{s3} \cdot S_0/S_3$	215
D _{3,1} ...D _{3,8} Corelarea parametrilor θ_b cu t_k la maturizarea critică a betonului prin metoda conservării căldurii	216
D _{3,9} Corelarea parametrilor $\theta_b = \theta_t$ cu t_k la maturizarea critică a betonului în regim TT_k	224
D _{3,10} și D _{3,11} Regimuri termice de referință TT_k și RT_k	225

D _{4.1}	Grade unitare de maturizare m_i și m'_i corespunzătoare temperaturilor θ_i	229
D _{5.1}	Grade unitare de maturizare m_t și m'_t corespunzătoare temperaturilor de tratare izotermă θ_t	230
D _{5.2}	Grade unitare de maturizare m_r și m'_r corespunzătoare temperaturii $\theta_b = 1^\circ\text{C}$	231
D _{5.3}	Grade unitare de maturizare m_r și m'_r corespunzătoare temperaturii $\theta_b = 3^\circ\text{C}$	232
D _{6.1} ... D _{6.2}	Coeficienții K'_t ... K''_t	233
D _{6.3}	Corelarea diferențelor de temperatură $(\theta_p - \theta'_{ae})$ și $(\theta_b - \theta'_{ae})$	235
D _{7.1}	Evaluarea temperaturilor inițiale θ_{iag}	236
D _{7.2}	Corelarea parametrilor θ_c ; C și θ_{bc}	236
D _{7.3}	Evaluarea temperaturilor θ_{ba} și θ_{fa} și a consumului specific Q_{sa}	237
Anexa D _{7.4}	Evaluarea temperaturilor θ_{bag} și θ_{fag} și a consumului specific Q_{sag}	238
D _{7.5}	Evaluarea consumului specific Q_{sag}	239
	Semnificația simbolurilor folosite în anexe	240

REGIM TERMIC RTC_k

$$t_k = 64h = 3 \text{ zile} \quad K_b = 0,050$$

$$\frac{M_s}{R_s} \geq \lim \frac{M_s}{R_s} (RTC_k) \quad K_b = 1,075$$

BETON B300 - L₃ - P₄₀ - 31 $M_k = 1182$

Anexa C5.10

$\frac{M_s}{R_s}$	θ_0	θ_r	θ_c	$P_{ss} \text{ minim}$						$P_{ss} \text{ maxim}$						
				t_r	t_t	t_c	P_{sr}	P_{st}	Q_{ss}	θ_c	t_r	t_t	t_c	P_{sr}	P_{st}	Q_{ss}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Nivel de asigurare 0°C																
14			10,0		17,0	41,0	1145	45	7,6	9,9		15,4	44,1	1521	45	7,5
16	3	12	9,5	6,0	26,4	31,6	1161	71	8,9	9,3	4,5	24,8	34,7	1537	71	8,7
25			8,0		37,8	20,2	1234	187	14,5	7,7		37,6	21,9	1610	187	14,3
Nivel de asigurare -5°C																
10			10,1		9,0	47,0	1169	51	9,8	9,8		6,7	51,3	1545	51	9,6
11			9,7		15,7	40,3	1181	70	10,5	9,4		13,8	44,2	1558	70	10,3
12			9,3		19,8	36,2	1194	89	11,3	8,9		18,2	39,8	1571	89	11,1
14	1	13,0	8,5	8,0	26,1	29,9	1220	128	13,1	8,1	6,0	25,1	32,9	1596	128	12,8
16			8,0		28,7	27,3	1246	167	14,8	7,6		28,2	29,8	1622	167	14,4
25			6,1		37,2	18,8	1362	341	23,6	5,6		37,5	20,5	1738	341	23,2
Nivel de asigurare -10°C																
7			10,9		2,5	53,5	1167	30	9,4	-		-	-	-	-	-
8			10,1		16,0	40,0	1186	55	10,4	9,8		13,7	44,3	1562	55	10,1
9			9,6		22,0	34,0	1204	80	11,4	9,2		20,2	37,8	1580	80	11,1
10			9,2		26,4	29,6	1222	104	12,5	8,8		25,2	32,8	1599	104	12,2
11	1	13,0	8,8	8,0	29,4	26,6	1241	129	13,7	8,4	6,0	28,5	29,5	1617	129	13,1
12			8,4		31,7	24,3	1259	154	14,9	8,0		30,8	27,2	1635	154	14,3
14			7,6		34,2	21,8	1295	203	17,3	7,2		33,8	24,2	1672	203	16,1
16			7,2		36,8	19,2	1332	253	20,0	6,7		36,7	21,3	1708	253	19,1
25			5,4		40,8	15,2	1496	475	31,4	4,6		41,3	16,7	1833	475	30,1

ANEXA C_{5.1}

Coeficientul K'_i pentru soluții tipizate de organizare a transportului la obiect

Nr. crt.	Mijlocul de transport	Distanța (Km)	Durata (min)	K'_i pentru mijlocul	
				a neprotejat	b (*) protejat
1	Autobasculantă sau dumpăr	1,5	6	-	0,152
2	Autoagitator	5	20	0,280	0,200

(*) Soluții de protejare a mijlocului de transport:
 - Autobasculanta sau dumpărul sint acoperite cu prelată
 - Autoagitatorul are gura de alimentare acoperită cu un capac.

ANEXA C_{5.2}

Coeficientul K''_i pentru soluții tipizate de organizare a transportului la obiect și punerea în operă

și punerea în operă

Nr. crt.	Punerea în operă a betonului în elementul de construcție avînd dimensiunile caracteristice (cm)	K''_i pentru o durată de așteptare a ultimei bene de 40' și soluția de izolare termică (*):				
		a	b	c	d	
1	Fundații cu dimensiunea minimă	50	0,382	0,222	0,142	0,070
2	Stilpi, pereți, grinzi cu înălțimea	25	0,772	0,452	0,292	0,148
		> 50	0,722	0,402	0,242	0,098
3	Plăci cu grosimea	6	0,991	0,672	0,512	0,368
		10	0,872	0,552	0,392	0,248
		20	0,782	0,462	0,302	0,158

(*) Soluții de protejare a benelor în timpul așteptării:

- Neprotejată (nu se recomandă);
- Acoperită cu folie de polietilenă sau prelată;
- Pereții izolați termic cu două straturi de carton astfaltat; bena este acoperită în timpul așteptării cu o folie de polietilenă sau prelată;
- Pereții izolați termic cu 7 cm de vată minerală; zona de încărcare acoperită cu un capac izolat termic cu 4 cm de vată minerală; bena este acoperită în timpul așteptării cu o folie de polietilenă sau prelată.