

RAPORT DE CERCETARE NR. 3

Aplicarea metodelor experimentale si numerice. Rezultate obtinute

Conducător de doctorat:

Prof. dr. ing. Pavel Cristian

Conducător de doctorat în cotutelă

Prof. univ. emerit dr.ing. Bratu Polidor Paul

Student doctorand

ing. Enescu Virgil Constantin

Aplicarea metodelor experimentale si numerice. Rezultate obtinute

1. Masurarea si determinarea parametrilor cumulativi

Aplicarea metodei experimentale constă in măsurarea si determinarea parametrilor cumulativi pentru un numar de statii de betoane automatizate si reprezentarea lor tabelară si grafică cu scopul de a scoate in evidență:

- modul de variație a duratei de malaxare cu consistența sau modul de obtinere a consistentei dorite la pastrarea constanta a duratei malaxarii, la trecerea de la o clasa de beton la alta;
- modul de respectare a recomandărilor date de producători, referitoare la durata de malaxare si/sau durata ciclului de preparare beton;
- modul de variație a duratei ciclului la statiile de betoane cu impact direct asupra productivitatii statiei cat si a fiabilitatii în exploatare;
- valorile erorilor de dozare componente, incadrabile in limitele din CP 012/1-2007, si anume $\pm 3\%$ pentru agregate, ciment și apă si $\pm 5\%$ pentru aditivi;
- valorile raportului apă/ciment obținute, cu variatia maximă de $\pm 0,02$ fata de valoarea impusă in reteta de laborator;
- valorile turațiilor de malaxare acolo unde a fost posibilă determinarea lor, tinând cont ca o variație a acestora mai mare de $\pm 5\%$, putând conduce la afectarea lucrabilității și consistenței betonului proaspăt.

2. Determinarea rezistenței la compresiune a betonului

Ultimul parametru cumulativ al betonului (al stației de betoane) este rezistența la compresiune a betonului

Rezultatele experimentale obtinute pentru rezistența la compresiune la 28 de zile pentru diverse durate de malaxare, în statii de betoane diferite, dotate cu diverse malaxoare având sisteme de malaxare diferite (un ax vertical, doua axe verticale sau doua axe orizontale) sunt utilizate **pentru validarea unor relații de legătura între durata de malaxare și rezistența la compresiune.**

Validarea acestor relații se face prin metoda numerică si metoda combinată numeric-experimentală, pentru a se vedea in ce masura relațiile propuse se pot aplica în practică, conducând la rezultate corespunzatoare obținute pentru rezistența la compresiune.

Pentru betoanele de clase de rezistenta C 8/10 pana la C 50/60, valorile medii ale rezistentei la compresiune determinate pe cuburi ar fi recomandat sa respecte relatia (1):

$$f_{cm} = f_{ck} + 6 \dots 12 \text{ Mpa} \quad (1)$$

Prin urmare se recomandă ca pentru aceste betoane valorile rezistenței la compresiune determinate pe cuburi, ar fi recomandat sa respecte valorile din tabelul 1

Tabel 1

Clasa de rezistenta a betonului	Rezistenta minima la 28 de zile(Mpa) pe cuburi	Intervalul in care ar trebui sa se gaseasca rezistenta medie (Mpa)
C 8/10	10	16...22
C 12/15	15	21...27
C 16/20	20	26...32
C 18/22,5	22,5	28,5...34,5
C 20/25	25	31...37
C 25/30	30	36...42
C 28/35	35	41...47
C 30/37	37	43...49
C 32/40	40	46...52
C 35/45	45	51...57
C 40/50	50	56...62
C 45/55	55	61...67
C 50/60	60	66...72

Valorile din tabelul 1 coloana 2 reprezintă valoarea minimă care trebuie atinsă la prepararea șarjelor de beton, pentru clasele respective iar valorile țintă recomandate se află la mijlocul intervalului indicat in coloana 3.

Pentru a se putea realiza aceasta, trebuie ca reteta sa se respecte intocmai, erorile de dozare si raportul apa/ciment sa se incadreze in abaterile prescrise iar duratele de malaxare prevazute in reteta si efectiv realizate sa respecte valorile recomandate de producatorul malaxorului, pentru tipurile de betoane preparate.

3. Studiul comparativ al parametrilor cumulativi determinati pe un lot de statii de betoane de diferite capacitati de productie si diferiti ani de fabricatie

- *Reprezentare grafica a duratelor de malaxare efective si prevăzute în rețetele de laborator pe durata preparării betonului pentru câteva stații de betoane analizate;*

Concluzii despre respectarea duratelor de malaxare prevazute în retete si despre modul de variatie a duratei efective de malaxare cu clasa betonului

- *Reprezentarea grafica a duratei ciclului de preparare în raport cu valoare din cartea tehnica pentru cateva statii analizate*

Concluzii despre fiabilitatea în functionare a statiilor de betoane, pornind de la cresterea duratei ciclului, ca urmare a blocajelor în functionare ivite de-a lungul unei perioade mai îndelungate de functionare

- *Reprezentare grafică erori de dozare agregate, ciment , apă și aditivi în raport cu valorile prevăzute în CP 012/1-2007*

Concluzii despre modul de respectare a valorilor prescrise în CP 012 și despre precizia de cântărire a cântarelor pe doze.

Concluzii despre respectarea raportului apă /ciment efectiv realizat la prepararea betoanelor, ținând cont de eroarea maximă de 0,02 față de valorile din rețetele de laborator.

- *Reprezentarea tabelară a valorilor productivităților operaționale ale stațiilor analizate în raport cu productivitățile prevăzute în cartea tehnică.*

Concluzii despre productivitatea de exploatare a stațiilor de betoane, ținând cont de durata de utilizarea.

- *Reprezentarea tabelară a valorilor turațiilor malaxoarelor aflate în dotarea stațiilor studiate.*

Concluzii despre variațiile determinate în raport cu valorile prevăzute în documentațiile tehnice.

În tabelul 2, s-au prezentat **pentru zece stații de betoane**, reprezentative din punct de vedere al sistemelor de malaxare-dozare- procesare parametrii, valorile următorilor parametrii cumulativi :

- durata de malaxare din rețetă și efectiv realizată;
- durata normată a ciclului și durata efectivă a ciclului;
- erorile de dozare rezultate la prepararea betonului.

S-au determinat productivitățile operaționale ale stațiilor la prepararea unor clase de beton, pentru a putea fi comparate cu valorile productivităților tehnice.

În tabelul 3 s-au prezentat turațiile malaxoarelor aflate în dotarea celor zece stații de betoane, (valori din cartea tehnică și valori determinate la mers în gol).

Tabel 2

Nr. crt	$t_{m\ ret}$ (sec)	t_{cn} (sec)	t_{mef} (sec)	t_c (sec)	P_{th} (m ³ /h)	P_{oper}	Erori de dozare conform CP 012/1-2007	Erori de dozare efective
1	30	84	33,4	98	96	82,6	Agregate, apă, ciment $\pm$ 3; aditivi $\pm$ 5	Agregate 0,4; ciment 0,2; apă 0,25; aditivi 1,24
2	30	60	36	72	60	50	Agregate, apă, ciment $\pm$ 3; aditivi $\pm$ 5	Agregate 1,2; ciment 0,66; apă 0,78; aditivi 1.12
3	30	60	30,2	74	60	48,6	Agregate, apă, ciment $\pm$ 3; aditivi $\pm$ 5	Agregate 1,07; ciment 0,33; apă 1,16; aditivi 2,14
4	30	67,5	31	78,3	80	69	Agregate, apă, ciment $\pm$ 3; aditivi $\pm$ 5	Agregate 0,96; ciment 0,24; apă 0,38; aditivi 0,76
5	40	90	42	109	80	66	Agregate, apă, ciment $\pm$ 3; aditivi $\pm$ 5	Agregate 1,33; ciment 0,58; apă 0,79; aditivi 1,36
6	40	135	41	146,5	40	36,8	Agregate, apă, ciment $\pm$ 3; aditivi $\pm$ 5	Agregate 0,94; ciment 0,77; apă 0,35; aditivi 1,23
7	45	82,6	50,3	88	98	82	Agregate, apă, ciment $\pm$ 3; aditivi $\pm$ 5	Agregate 1,18; ciment 0,42; apă 0,59; aditivi 1,49
8	45	85	49,4	94	106	95,7	Agregate, apă, ciment $\pm$ 3; aditivi $\pm$ 5	Agregate 0,64 ciment 0,18; apă 0,26; aditivi 1,94
9	45	108	46	122	50	36,9	Agregate, apă, ciment $\pm$ 3; aditivi $\pm$ 5	Agregate 2,02; ciment 0,98; apă 0,52; aditivi 1,56
10	45	120	45,4	126	45	35,7	Agregate, apă, ciment $\pm$ 3; aditivi $\pm$ 5	Agregate 1,55; ciment 0,36; apă 1,32; aditivi 2,66

Fig. 1

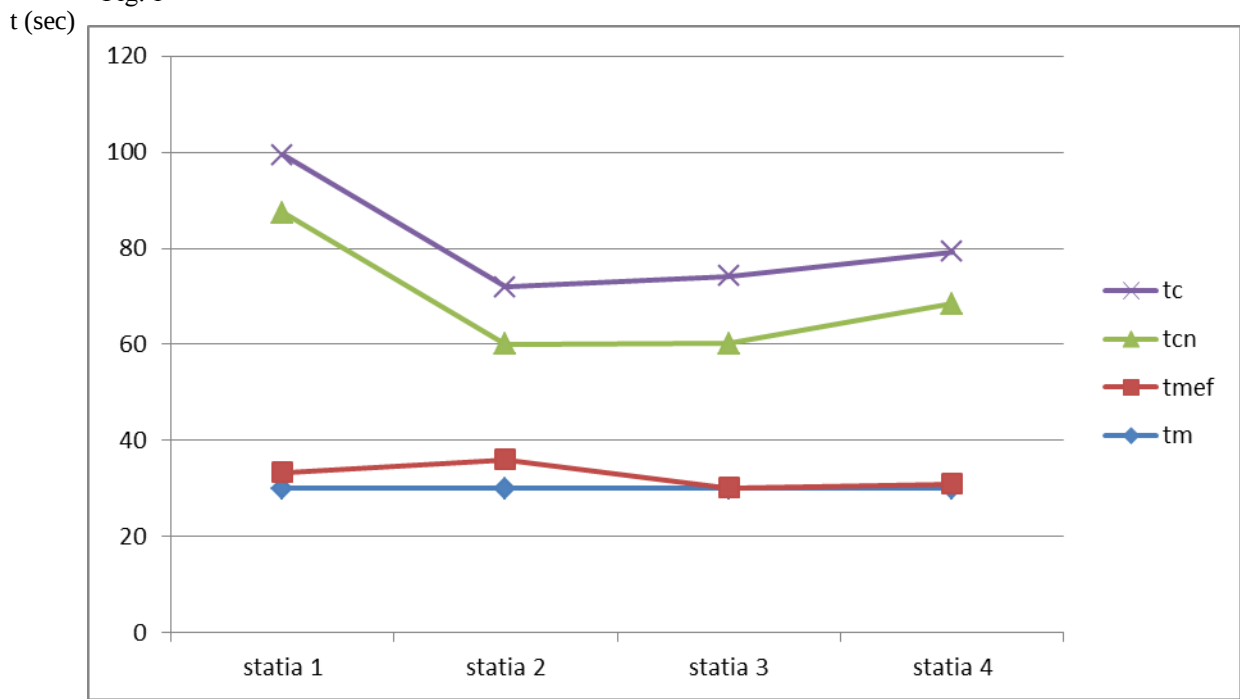


Fig.2

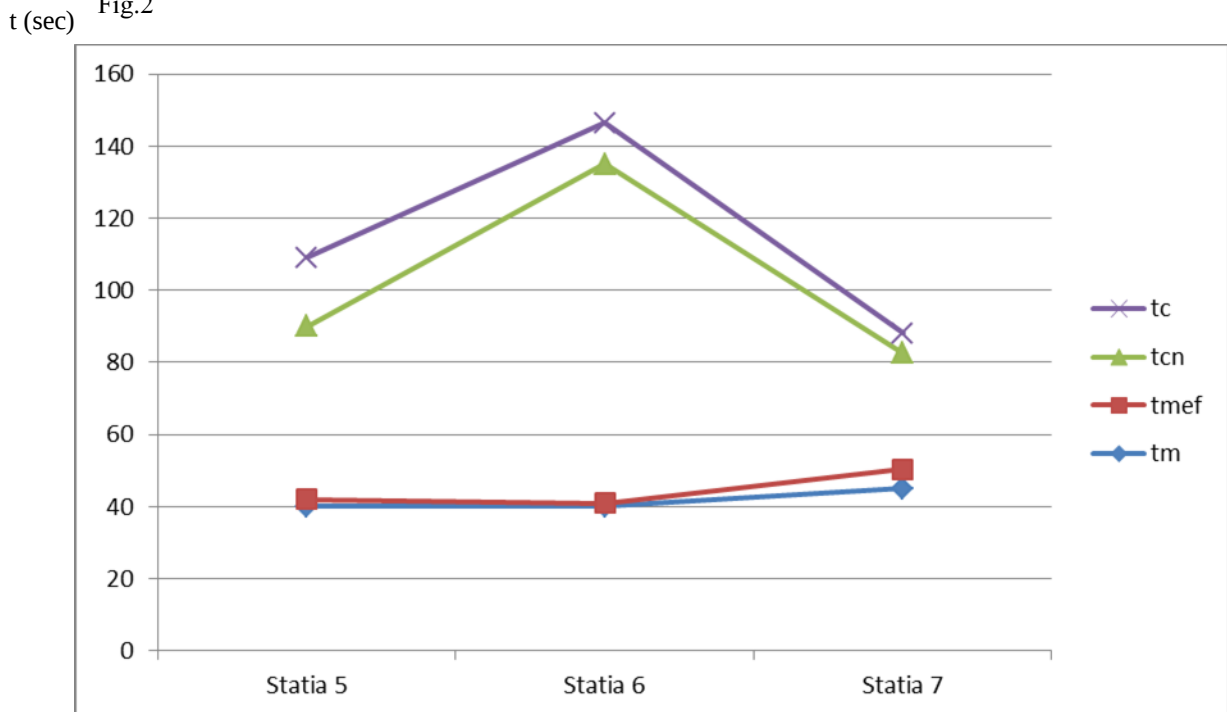


Fig.3
t(sec)

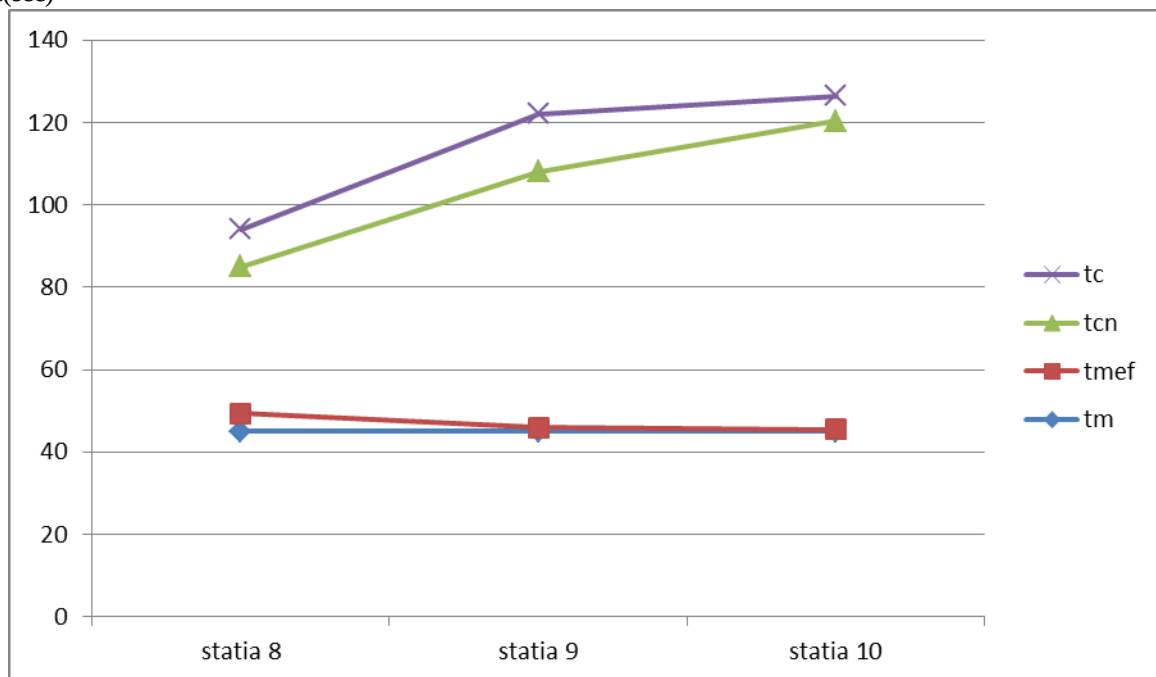


Fig. 4
Erori dozare(%)

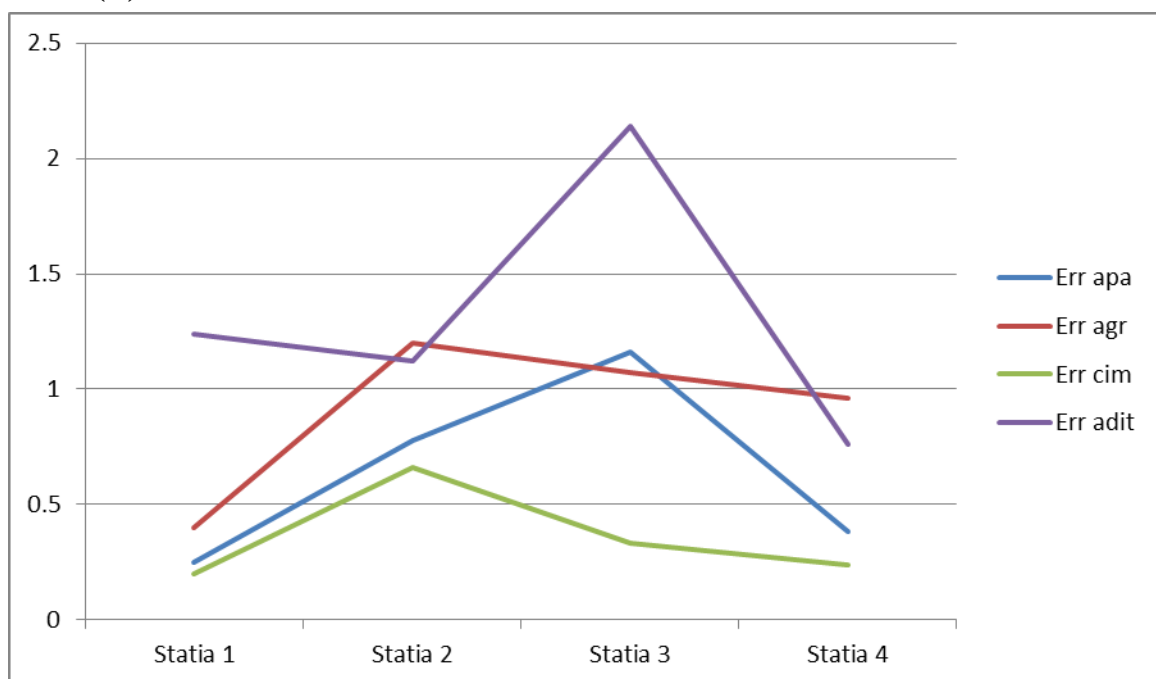
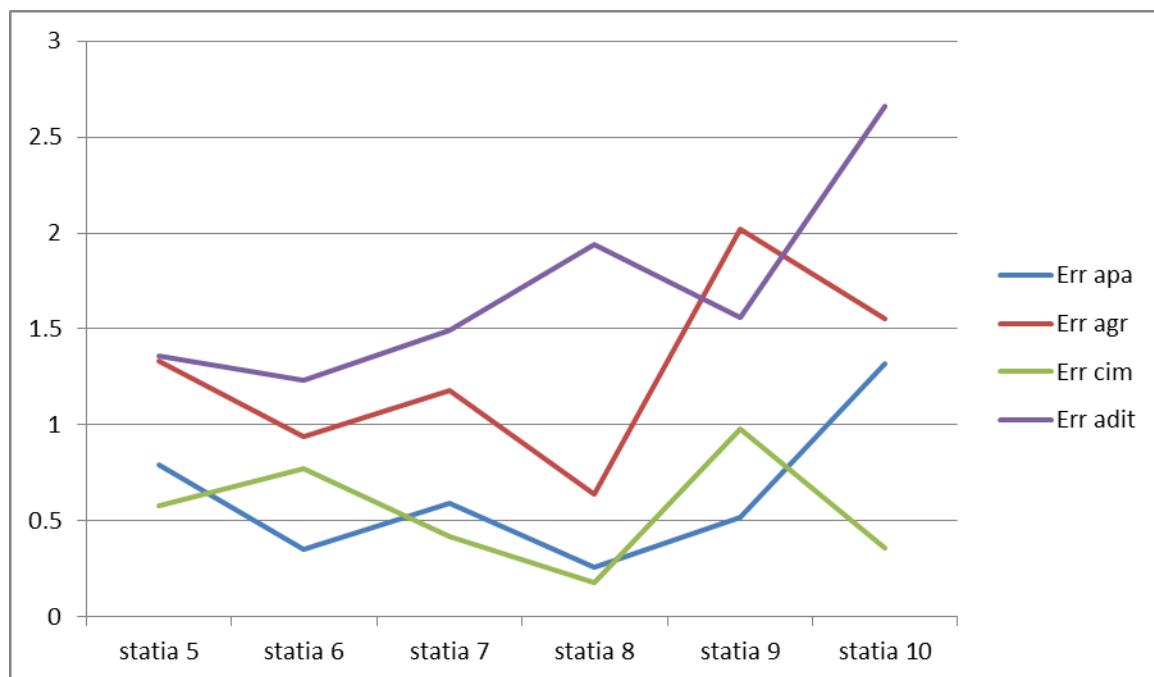


Fig.5
Erori dozare (%)



Tabel 3

Stația	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n_{ct}	20,7	26,4	20	25	15	15	20,7	20,7	25	25
n_{det}	20,4	25,9	19,9	24,8	14,7	14,3	20,6	20,2	24,3	24,1

Concluzii

Cele zece stații de betoane alese spre comparație au fost de dată mai recentă de fabricație, patru dintre ele având durate de utilizare de 12-14 ani, celelalte având anii de fabricație situați în intervalul 2012-2019. Firmele producătoare alese au fost firme străine reprezentative în opt din cazurile analizate, două dintre stațiile de betoane fiind de fabricație românească.

Toate stațiile alese spre comparație au sisteme gravimetrice de dozare la toate componentele și sistemul original de comandă automat. Patru dintre aceste stații au prevăzute în softul sistemului de comandă instrumente de corelare a consistenței betonului cu puterea absorbită de motorul malaxorului, operatorul putând realiza reglarea duratei de malaxare cu consistența și clasa betonului pe parcursul preparării șarjelor.

La aceste stații de betoane au fost întâlnite diferențe ceva mai mari între duratele de malaxare prevăzute și cele efective (vezi tabelul 2 și figurile 1, 2 și 3).

La celelalte stații de betoane o astfel de corelare se poate face experimental, pe baza rezultatelor de laborator și apoi prin resetarea duratelor de malaxare necesare pentru clasele respective de beton în rețetele din soft (unde este cazul).

Compararea duratelor de malaxare și a duratelor ciclurilor prevăzute în rețete și cărți tehnice cu valorile măsurate efectiv pe parcursul preparării betoanelor (vezi graficele din figurile 1,2 și 3) conduce la următoarele concluzii:

- durata efectivă de malaxare este mai mare decât cea prevăzută în rețetă în toate cazurile prezentate; diferențe nete se observă însă doar în cazul celor patru stații a căror soft poate determina consistența automat;

- duratele efective ale ciclurilor de preparare sunt mai mari decât cele prevăzute în documentații cu 6-20 de secunde, în funcție de clasa betonului preparat, capacitatea operațională a malaxorului , tipul malaxorului, și anul de fabricație a stației analizate; aceasta deoarece:

- la durate mai mari de utilizare, apar uzuri și blocaje în funcționare;

- durata normată a ciclului este determinată pentru capacitatea utilă a malaxorului, iar capacitatea operațională (mai mică decât cea utilă în majoritatea cazurilor) poate influența durata efectivă a ciclului în sensul descreșterii acesteia;

- clasa betonului preparat poate influența durata ciclului fie datorită variației duratei de malaxare, fie datorită variației duratelor de încărcare-descărcare a malaxorului;

- tipul malaxorului aflat în dotarea stației de betoane poate influența durata ciclului de preparare printr-o serie de factori cum ar fi: turația, modul de dispunere a paletelor, numărul de axe cu palete, prezența agitatoarelor montate suplimentar, etc.

Malaxoarele aflate în dotarea stațiilor de betoane alese au avut diferite capacități și diverse sisteme de dispunere a paletelor (cu un ax vertical, cu două axe verticale și cu două axe orizontale). Turațiile determinate ale arborilor cu palete s-au încadrat în limita de $\pm 5\%$, față de valorile prevăzute în cartea tehnică, fiind mai apropiate de acestea în cazul stațiilor mai noi, acestea prezentând un grad mai redus de uzură.

La setarea duratelor de malaxare în rețetă ar trebui să se țină seama de durata recomandată de producătorul malaxorului, de capacitatea și turația malaxorului, modul de dispunere a paletelor și mai ales de rețeta de beton (densitatea amestecului și raportul apă /ciment).

Clasele de beton preparate au fost în majoritatea cazurilor analizate C12/15, C16/20, C20/25, sau C 25/30.

Erorile de dozare determinate și prezentate în tabelul 2 și în graficele din figurile pentru toate cele zece stații analizate au condus la următoarele concluzii:

- erorile de dozare determinate pentru cele patru componente sau încadrat în valorile prevăzute de CP 012/1-2007;

- erorile cele mai mici s-au obținut în general la dozarea cimentului , iar cele mai mari la dozarea aditivului;

- erorile mici de dozare ale apei și cimentului (mai mici de 2%) oferă stațiilor de betoane posibilitatea să respecte abaterea de 0,02 impusă de CP 012/1-2007 pentru raportul apă/ciment

4. Studiul sistemelor de malaxare, randamentul malaxării

Malaxoarele utilizate uzual în stații de betoane automatizate au capacitati de 1,0-2,25 mc/sarja.

Exemple de malaxoare intalnite la diversi producatori de beton:

- malaxoare LIEBHERR cu ax vertical cu capacitatea de 0,5 mc si de 1,0 mc, cu turatia rotorului de 26 rot/min ;
- malaxoare LIEBHERR cu ax vertical, de 2,0 mc si de 2,25 mc, prevăzute cu agitatoare, montate pe unul din brate, utilizate pentru marirea randamentului procesului de amestecare; turatia rotorului este de 20,7 rot /min iar a agitatorului de 40 rot/min;
- malaxoare LIEBHERR cu doua axe orizontale cu capacitati de 2,25 si 2,5 mc, cu turatia rotorului de 20,7 rot/min;
- malaxoare SICOMA cu două axe orizontale cu capacitatea de 1,5 mc si turatia rotorului de 25 rot/min
- malaxoare SICOMA cu doua axe verticale cu turatia de 15 rot/min
- malaxoare SIMEM cu doua axe orizontale cu capacitatea de 1,5 mc, având turatia rotorului de 25 rot/min

Randamentul procesului de malaxare depinde de: numărul de axe cu palete, dispunerea lor în plan vertical/orizontal, suprafața, forma si numărul paletelor de amestecare, unghiurile de inclinare ale acestora în plan vertical/orizontal, prezenta sau nu a agitatoarelor.

În vederea obținerii de betoane de înaltă calitate respectarea reglementarilor date de producator referitoare la durata de malaxare este obligatorie.

Exemple de valori recomandate pentru durata de malaxare:

- malaxoarele LIEBHERR au recomandata ca durata de malaxare 30 secunde, cu observatia ca durata poate fi mărita în funcție de sarcină (volum mai mare a șarjei sau beton mai uscat);
- malaxoarele SICOMA și OCMER au durate de malaxare recomandate de 40 de secunde pentru betoane umede si de 60 de secunde pentru betoane uscate;
- malaxoarele SIMEM au durate de malaxare recomandate in functie de capacitatea de malaxare, pentru betoane fluide de 30-35 secunde si de 60 de secunde pentru betoane uscate.

O alta recomandare referitoare la durata de malaxare este cea privind utilizarea aditivului; la malaxarea pe timp friguros si utilizarea unui anumit aditiv (de exemplu aditiv model SIKa) se recomanda ca durata de malaxare sa fie majorata cu 10 secunde.

Eficiența malaxării, în vederea obținerii de amestecuri omogene

În cazul malaxoarelor cu un ax sau doua axe verticale eficiența depinde de:

- prezenta agitatoarelor montate suplimentar (în cazul volumelor mai mari de 1,0 mc);
- turatia rotorului sau a axelor cu palete(mai mare în cazul volumelor mai mici);
- numărul de palete de amestecare si modul de dispunere pe axul (axe)cu palete

În cazul malaxoarelor cu două axe orizontale eficiența procesului de amestecare depinde de numărul de palete și turația arborilor;

Clasificarea malaxoarelor după tipodimensiuni

Malaxoarele întâlnite în mod uzual la fabricanții de beton din România au capacități situate între 0,5-2,5 mc

După modul de dispunere a paletelor și după numărul de axe, putem enumera:

- malaxoare cu un ax vertical cu palete cu capacitatea de 0,5 mc, 1,0 mc, 2,0 mc, 2,25 mc;
- malaxoare cu doua axe verticale cu palete, cu capacitatea de 1,0 mc, 1,5 mc, 2 mc;
- malaxoare cu doua axe orizontale cu capacitatea de 1,0 mc, 1,5 mc, 2,0 mc;
- malaxoare cu un ax orizontal si elice cu capacitatea de 1,0 mc

4.1. Studiul malaxoarelor cu unul sau două axe verticale cu palete

4.1.1 Cazul malaxorului cu două axe verticale

Calculul puterii necesare acționării fiecărui ax cu palate, considerată ca fiind egală cu puterea fiecărui motor de acționare, utilizând relația :

$P_m = M\omega$, (2) din care rezultă:

$$P_m = \frac{k_m n \sum r_{mi}(S_i \cos \alpha_i \cos \beta_i + A_{si})}{95500 \eta_{tr}} [kW], (3)$$

relație din care se determină k_m , ca rezistență specifică medie, determinată pentru fiecare ax cu palete;

În relația (3) n este turația axelor cu palete (rot/min), η_{tr} este randamentul transmisiei motor – ax cu palete malaxor, S_i reprezintă suprafețele paletelor, α_i și β_i sunt unghiurile de înclinare a paletelor în plan vertical/orizontal, iar A_{si} reprezintă suprafața porțiunii de braț de malaxare aflată în interiorul materialului pe durata malaxării și de determină cu relația (3):

$$A_{si} = \frac{\pi d}{2} (h_m - h_p \cos \beta_i) [cm^2], (4),$$

în care d este diametrul brațului de malaxor, h_m este înălțimea stratului de material, iar h_p este înălțimea paletei.

Determinarea rezistenței la malaxare pentru cele $(n \times 2)$ palete (câte n palete amplasate pe fiecare ax) se face considerând raza medie a paletelor: $r_{m1} = r_{m2} = \frac{1}{n} \sum r_i [cm]$ (5);

Pentru fiecare paletă se aplică relația : $k_i = \frac{r_i}{r_m} k_m [daN/cm^2]$, (6)

Calculul vitezelor tangențiale ale paletelor pentru fiecare ax, se face prin aplicarea relației:

$$v_i = \omega r_{ie} = \frac{\pi n}{30} r_{ie} [m/s], (7),$$

în care r_{ie} reprezintă raza exterioară (tangențială) a fiecărei palete

4.1.2 Cazul malaxorului cu un ax vertical cu palete, cu sau fără agitator

În cazul malaxorului cu un ax vertical cu palete, se aplică relațiile de calcul de la punctual 2.1, cu deosebirea că toate cele n palete și agitatorul montat suplimentar se află dispuse pe un singur ax, acționat de un singur motor electric și prin urmare relația (4) devine $r_m = \frac{1}{n} \sum r_i$ [cm] (8)

iar în relația (3) se va introduce doar puterea necesară acționării celor n palete (nu și aceea necesară acționării agitatorului).

4.2.Studiul malaxoarelor cu două axe orizontale

Calculul puterii necesare acționării fiecărui ax cu palete, considerată ca fiind egală cu puterea motorului de acționare, utilizând relația (2), $P_m = M\omega$, obținem:

$$P_m = \frac{\psi z n k_m b (r_e^2 - r_i^2)}{2 \times 95500 \eta_{tr}} x \cos \alpha [kW], (9)$$

în care: $\psi = 0,6 \dots 0,7$ este coeficientul de umplere a cuvei, z este numărul total de palete cu lățimea b , înclinate cu unghiul α față de planul longitudinal al cuvei, r_e și r_i sunt razele exterioare și interioare ale paletelor așezate în plan vertical radial, η_{tr} este randamentul transmisiei motor-malaxor; k_m reprezintă rezistența specifică medie la malaxare, egală cu rezistența la malaxare pentru fiecare paletă, deoarece în cazul acestui tip de malaxor putem considera $r_i = r_m$

Vitezele periferice egale pentru cele 12 palete se determină cu relația (7), în care $r_{ie} = r_e$

EXAMPLE

4.11. Malaxorul de 1,5 mc cu două axe verticale, prezentat în figura 6, are următoarele caracteristici tehnice:

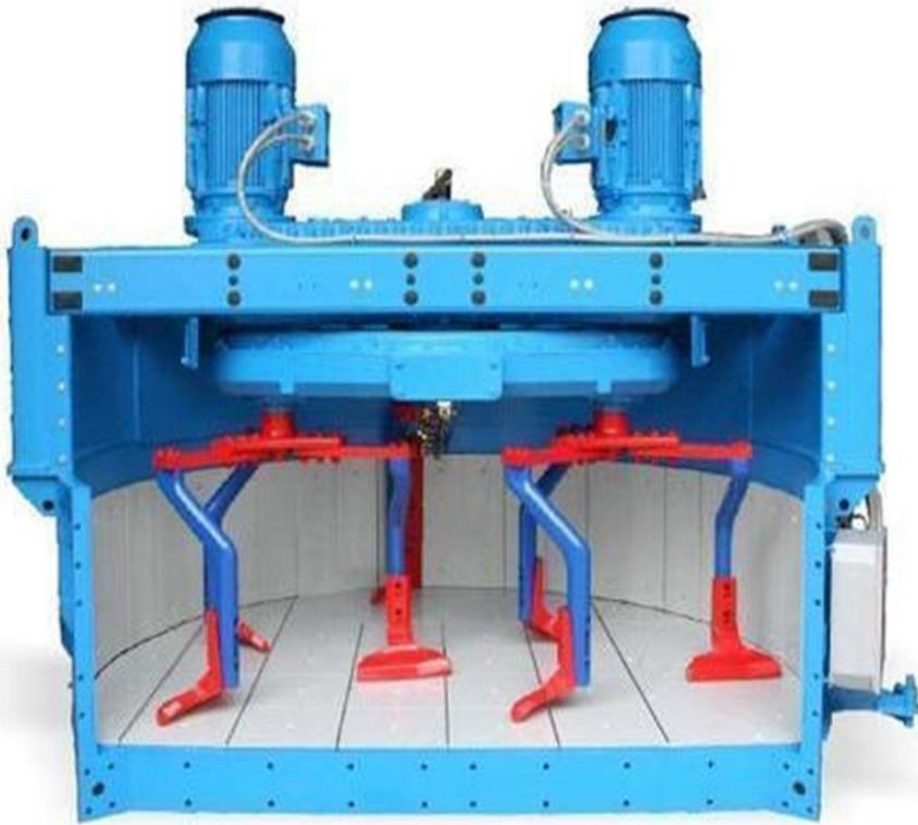
- puterea motoarelor de acționare 30+30 kW;
- numărul de palete 3+3, turația celor două rotoare 14,3 rot/min.

Considerând: $d = 5$ cm, $h_m = 46,6$ cm, iar $h_p = 12,8$ cm, $S_i = 332$ cm², $\alpha_i = 40^\circ$, $\beta_i = 25^\circ$ și razele paletelor pe cele două axe ca fiind de 62, 60 și 58 de cm, prin aplicarea formulei (3) obținem:

$$A_{si} = 274 \text{ cm}^2; S_i \cos \alpha_i \cos \beta_i = 230 \text{ cm}^2$$

$$\sum r_{mi} (S_i \cos \alpha_i \cos \beta_i + A_{si}) = 90720 \text{ cm}^3, \text{ pentru fiecare ax al malaxorului;}$$

Figura 6



În relația (3), introducând puterea motorului de acționare la un ax de 30 kW, considerată ca putere de acționarea acelor trei palete active (fără a mai lua în considerare puterea consumată de paletel răzuitor) și $\eta_{tr} = 0,85$ va rezulta pentru rezistența maximă specifică la malaxare valoarea **$k_m = 1,88 \text{ daN/cm}^2$**

Aplicând relația (6) obținem următoarele valori ale rezistenței specifice la malaxare pentru cele trei palete de pe fiecare ax : $k_1 = 1,94 \text{ daN/cm}^2$; $k_2 = 1,88 \text{ daN/cm}^2$; $k_3 = 1,81 \text{ daN/cm}^2$.

Vitezele periferice pentru cele trei palete, determinate cu relația (7) sunt următoarele:

$$v_1 = 1,1 \text{ m/s}; \quad v_2 = 1,06 \text{ m/s}; \quad v_3 = 1,02 \text{ m/s}$$

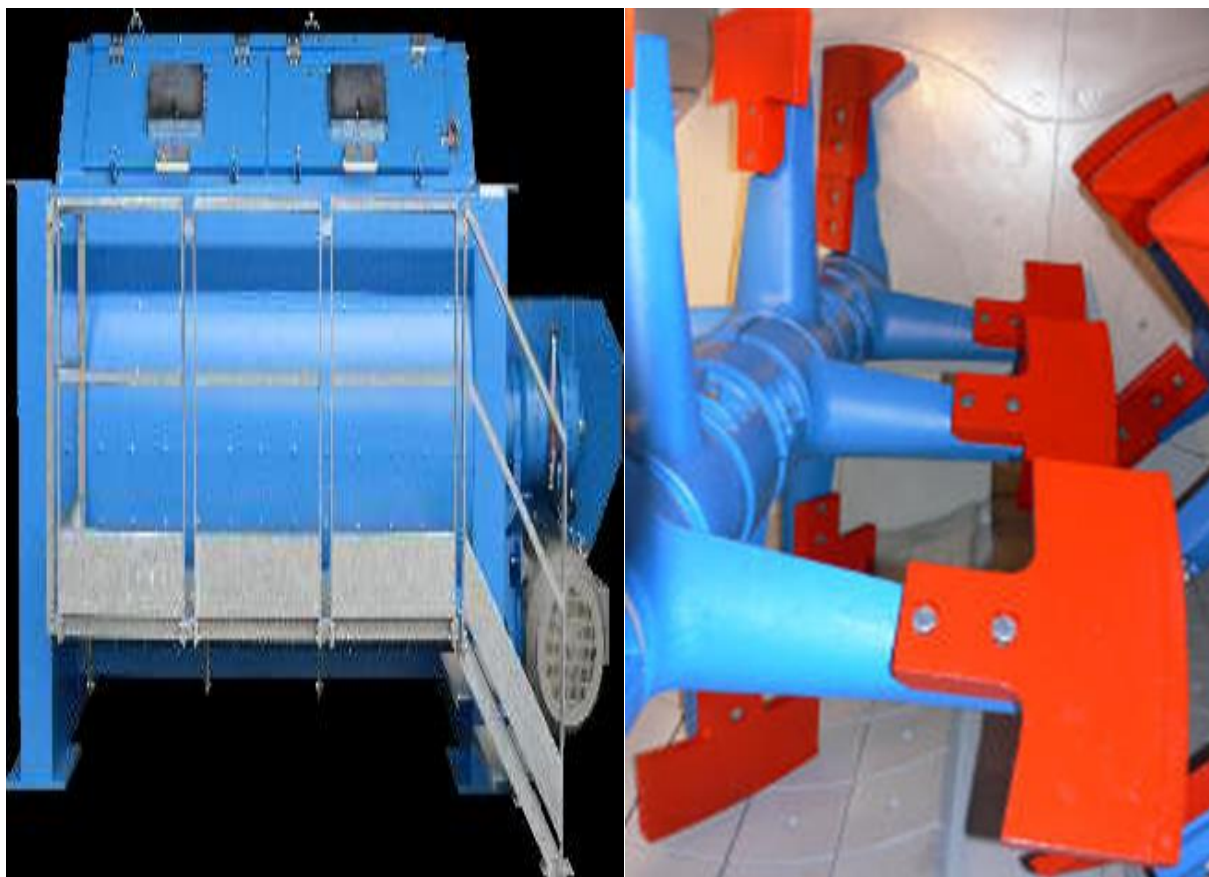
4.2.1 Malaxorul de 1,5 mc cu două axe orizontale, prezentat în figura 7, are următoarele caracteristici tehnice:

puterea instalată a motorul de acționare a celor două axe 55,2 kW, numărul de palate active 6+6=12, puterea de acționare a paletelor active 55,2 kW (fără a se ține cont de energia consumată de paletelă răzuitor) turația celor două axe cu paletă 25 rot /min

Introducând în relația (9) valorile: $\psi = 0,7$, $z = 12$, $b = 28$ cm, $\alpha = 40^\circ$, $r_e = 50$ cm, $r_i = 35$ cm și $\eta_{tr} = 0,85$, obținem pentru rezistența medie specifică valoarea **$k_m = 1,56 \text{ daN/cm}^2$**

Viteza periferică rezultată la paletă, după aplicarea relației (7) este: **$v = 1,31 \text{ m/s}$**

Figura 7



4.12. Malaxorul de 2,25 mc cu un ax vertical cu 5 palete și agitator, prezentat în figura 8, are următoarele caracteristici tehnice: puterea instalată a motorului de acționare 90 kW, puterea de acționare a celor 5 palete (fără răzuitoare și agitator) **70 kW**, turația rotorului 20,7 rot/min
Considerând: $d=5,2$ cm, $h_m=51,8$ cm, iar $h_p=12$ cm, $S_i=336$ cm²

$\alpha_i=40^\circ$, $\beta_i=25^\circ$ și razele paletelor fiind de: 142, 128, 114, 103 și 88 de cm, prin aplicarea formulelor obținem următoarele rezultate: $A_{si}=325$ cm²; $S_i \cos \alpha_i \cos \beta_i=233$ cm²

$\sum r_{mi}(S_i \cos \alpha_i \cos \beta_i + A_{si})=320850$ cm³, pentru cele 5 palete ale malaxorului;

În relația (3), introducând puterea motorului de acționare pentru cele 5 palete de 70 kW și $\eta_{tr}=0,85$ va rezulta pentru rezistența maximă specifică la malaxare valoarea **$k_m=0,86$ daN/cm²**

Aplicând relația (6) obținem următoarele valori ale rezistenței maxime specifice la malaxare pentru cele cinci palete:

$k_1=1,06$ daN/cm²; $k_2=0,95$ daN/cm²; $k_3=0,85$ daN/cm²; $k_4=0,77$ daN/cm²; $k_5=0,65$ daN/cm²

Vitezele unghiulare pentru cele cinci palete se determină cu relația (7) sunt următoarele: $v_1=3,37$ m/s; $v_2=3,03$ m/s; $v_3=2,70$ m/s; $v_4=2,47$ m/s; $v_5=2,16$ m/s

4.22. Malaxorul de 2,25 mc cu două axe orizontale, prezentat în figura 9 are următoarele caracteristici tehnice:

Puterea instalată a motorului de acționare 75 kW, număr de palete 12, puterea de acționare a celor 12 palete (fără paletele răzuitor) **70 kW**, turația rotorului 20,7 rot/min;

Introducând în relația (9) valorile: $\psi=0,7$, $z=12$, $b=28$ cm, $\alpha=40^\circ$, $r_e=57$ cm, $r_i=42$ cm și $\eta_{tr}=0,85$ obținem pentru rezistența medie specifică valoarea **$k_m=2,05$ daN/cm²**

Viteza periferică rezultată la palete: **$v=1,3$ m/s**

În mod similar s-au determinat vitezele periferice și rezistențele la malaxare pentru malaxorul cu două axe orizontale cu palete, cu capacitatea de 1,0 mc (putere motor 37 kW, turație rotor 25 rot/min, 8 palete) și cu capacitatea de 2,0 mc (putere motor 2x37 kW, turație rotor 25 rot/min, 12 palete):

- pentru malaxor cu două axe orizontale de 1,0 mc: **$v=1,17$ m/s, $k_m=1,47$ daN/cm²**;

- pentru malaxor cu două axe orizontale de 2,0 mc: **$v=1,30$ m/s, $k_m=1,78$ daN/cm²**;

Utilizând relațiile de la punctul 4.1.1 se determină :

- pentru malaxor cu două axe verticale de 1,0 mc (putere motor 45 kW, turația rotor 20 rot/min, 6 palete) : **$v=1,15$ m/s, $k_m=1,38$ daN/cm²**

- pentru malaxor cu două axe verticale de 2,0 mc (putere motor 2x45 kW, turație rotor 15 rot/min, 6 palete) : **$v=1,30$ m/s, $k_m=1,62$ daN/cm²**

Figura 8

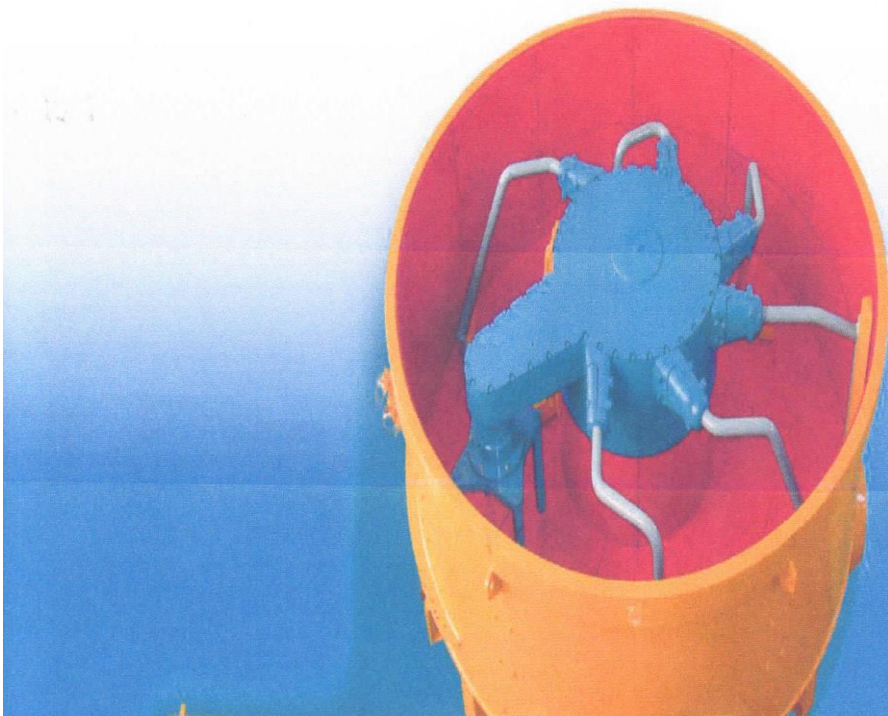


Figura 9

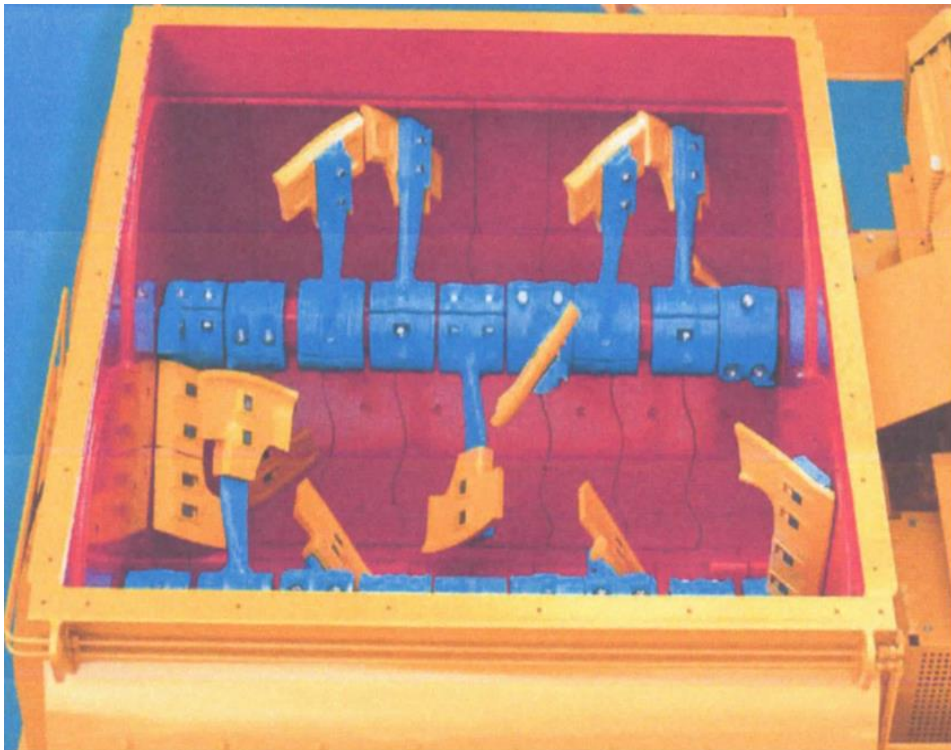




Figura 10

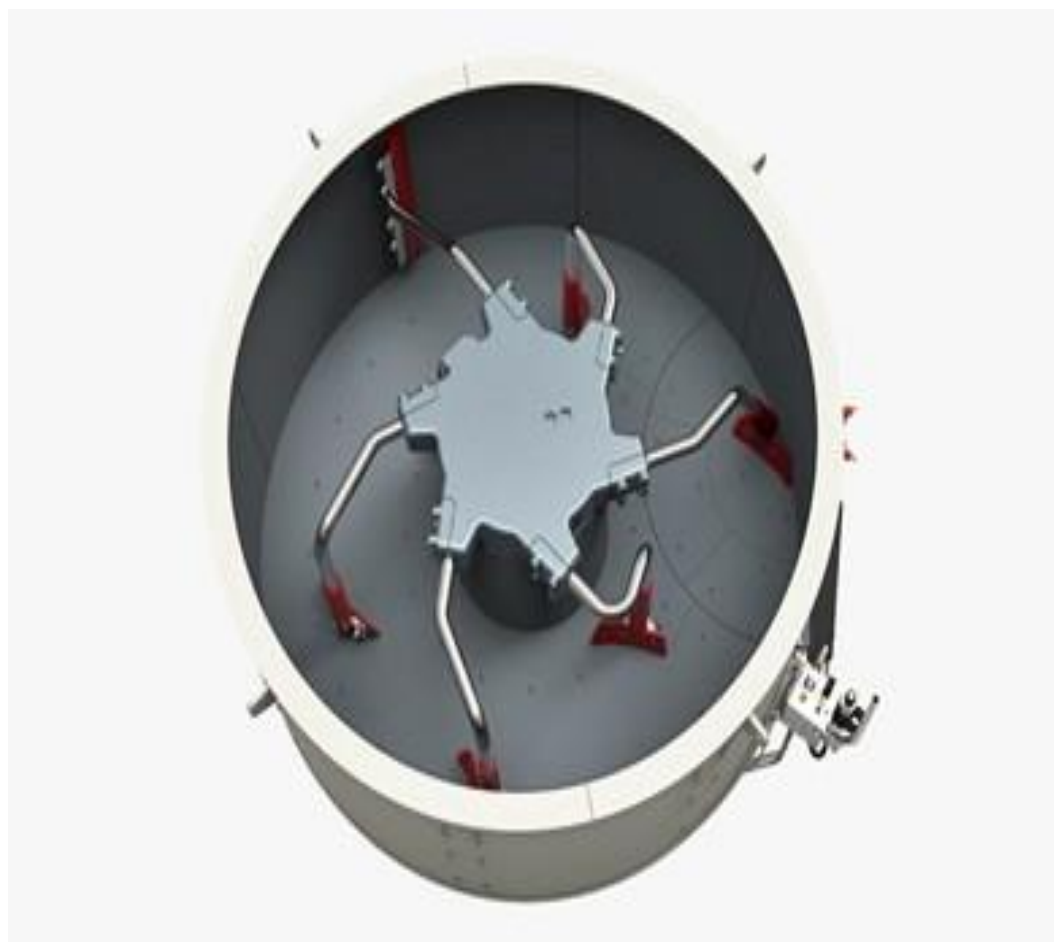


Figura 11

Utilizând relațiile de la punctul 4.1.2 se determină :

- pentru malaxor cu un ax vertical de 0,5 mc, prezentat în figura 10 (putere motor 22 kW, turația rotor 26,2 rot/min, 5 palete) : $v = 2,38 \text{ m/s}$, $k_m = 0,44 \text{ daN/cm}^2$
- pentru malaxor cu două axe verticale de 1,0 mc, prezentat în figura 11 (putere motor 37 kW, turație rotor 26,4 rot/min, 5 palete) : $v = 2,75 \text{ m/s}$, $k_m = 0,54 \text{ daN/cm}^2$
- pentru malaxor cu două axe verticale de 2,0 mc (putere motor 75 kW, turație rotor 20,7 rot/min, 5palete + agitator) : $v = 2,80 \text{ m/s}$, $k_m = 0,78 \text{ daN/cm}^2$

5. Modul de variație a duratei de malaxare cu rezistența la compresiune

Durata de malaxare depinde de mai mulți factori cei mai importanți fiind:

- durata recomandată de producătorul malaxorului, funcție de sistemul de malaxare și tipurile de betoane malaxate (fluide sau uscate);
- durata recomandată de producătorul aditivului utilizat, la prepararea betonului pe timp friguros;
- factorul rețetă a a clasei de beton (dependent de: modul de variație a densității amestecului din malaxor și a raportului apă /ciment la trecerea de la o clasă de beton la alta; acestea depind de cantitățile prevăzute la materiale, de erorile de dozare și de clasa de consistență impusă a betonului – dimensiunea maximă a agregatului);
- factorul malaxor, dependent de: sistemul de malaxare, capacitatea utilă, puterea de acționare a motorului, turația și modul de amplasare a paletelor).
- un factor specific utilizării pe timp friguros sau la prepararea unor betoane ce urmează să fie supuse tratamentului termic (cazul betoanelor utilizate la fabricarea elementelor tip grinzi pentru poduri;

Pentru fiecare rețetă în parte emisă de un laborator de încercări betoane, avem cantități variabile , rapoarte apă/ciment variabile, granulometria agregatelor variabilă (utilizarea sau nu a sortului > 16 mm), densități aparente variabile, densități ale amestecului din malaxor variabile.

Factorul rețetă este corespunzător clasei de beton și specific rețetei emise de laboratorul respectiv. Modul de variație a raportului apă /ciment cu clasa de beton și a densității aparente, implicit a densității reale a amestecului în malaxor este prevăzut în nomenclatorul rețetelor de beton.

Factorul malaxor este specific tipului de malaxor utilizat în stația de betoane respectivă. El este strâns legat de cei doi factori ai calității procesului de amestecare; viteza medie periferică la palete și rezistența medie specifică la malaxare.

Modul de corelare a rezistenței la compresiune cu durata de malaxare se poate face pornind de la durata de malaxare minimă (recomandată) și de la rezistența la compresiune, corespunzătoare clasei de beton de referință, considerată C 8/10. Factorul rețetă al clasei de beton X introdus în relația de legătură durata de malaxare/rezistență la compresiune ,poate fi determinat fie în raport cu clasa de referință C 8/10 sau cu clasa de beton anterioară clasei X.

Variatia factorului malaxor. Necesitatea adoptarii unui factor global.

Factorul malaxor se determina pentru fiecare malaxor in parte, tinand cont de trei parametrii:

- rezistenta specifica la malaxare care determina factorul rezistenta, ca raport intre rezistenta specifica a malaxorului respectiv si o rezistenta maxima de malaxare pentru sistemul de malaxare respectiv;
- viteza de amestecare care determina factorul viteza, calculat ca diferenta intre viteza optima pentru sistemul de malaxare respectiv si viteza medie de amestecare a malaxorului respectiv, raportata la viteza de referinta(1m/s);
- factorul de umplere cu material al malaxorului, ca raport intre capacitatea sarjei si capacitatea utila a malaxorului

Pentru malaxoare cu ax vertical aceasta rezistenta maxima se considera $1,0 \text{ daN/cm}^2$, iar pentru malaxoare cu doua axe (verticale sau orizontale) se considera $2,0 \text{ daN/cm}^2$

Pentru malaxoare cu ax vertical viteza optima tangentiala la palete se considera 3 m/s, iar pentru malaxoare cu doua axe (verticale sau orizontale) viteza optima se considera 1,5 m/s

Factorul de umplere , teoretic variabil permanent, se considera pentru toate malaxoarele 0,75, ca raport mediu intre capacitatea operationala /sarja si capacitatea utila a malaxorului.

La prepararea betoanelor, puterea absorbita de motorul electric si turatia rotorului cu palete (implicit viteza de amestecare) variaza permanent si prin urmare apare necesitatea de a defini un factor global, ca produs al celor trei factori(rezistenta, viteza, capacitate umplere)

La determinarea acestuia se va tine seama de: puterea motorului, turatia in gol , razele de amplasare, suprafata si numarul paletelor, volumul malaxorului.

Variatia factorului reteta

Factorul reteta variaza permanent, deoarece densitatea materialului in malaxor variaza datorita modificarii cantitatilor de materiale de la o clasa de beton la alta sau a modificarii raportului apa/ciment de la o sarja la alta, in timpul lucrului(in cazul in care materialul malaxat prezinta o consistenta prea mare).

Factorul reteta poate fi determinat fie raportand clasa de beton x la clasa de beton anterioara x-1, sau raportand clasa de beton x la clasa de referinta, considerata C8/10.

5.1. Relația dintre durata de malaxare și rezistența la compresiune

$$t_m = t_0 k_1 + t_0 k_2 \left(1 - \frac{R_{c0}}{R_c}\right) \quad (10)$$

$$R_{c0} = 10 \text{ N/mm}^2$$

$$k_2 = f_m + f_r, \quad (11)$$

$$f_m = k_{rez} k_{vit} k_u \quad (12)$$

$$f_r = 1 - \frac{\rho_x}{\rho_{x-1}} x \frac{a_x/c_x}{a_{x-1}/c_{x-1}} \quad (13)$$

$$\text{Sau } f_r = 1 - \frac{\rho_x}{\rho_0} x \frac{a_x/c_x}{a_0/c_0} \quad (14)$$

Pentru f_m considerat egal cu zero, avem relația:

$$k_2 = f_r = 1 - \frac{\rho_{x-1}}{\rho_x} x \frac{a_x/c_x}{a_{x-1}/c_{x-1}} \quad (15)$$

Malaxoare cu ax vertical

1) Capacitatea utilă 0,5 mc,

$$k_{rez} = \frac{k_{sp}}{k_{max}} = \frac{0,44}{1,0} = 0,44$$

$$k_{vit} = \frac{v_o - v_m}{v_{ref}} = \frac{3 - 2,4}{1} = 0,6$$

$k_u = 0,75$, factorul de umplere, valabil pentru toate cazurile

Rezultă: $f_m = 0,19$

2) Capacitate utilă 1,0 mc,

$$k_{rez} = \frac{k_{sp}}{k_{max}} = \frac{0,54}{1,0} = 0,54$$

$$k_{vit} = \frac{v_o - v_m}{v_{ref}} = \frac{3 - 2,7}{1} = 0,3, \text{ rezultă: } f_m = 0,12$$

3) Capacitatea utilă 2,0 mc

$$k_{rez} = \frac{k_{sp}}{k_{max}} = \frac{0,80}{1,0} = 0,80$$

$$k_{vit} = \frac{v_o - v_m}{v_{ref}} = \frac{3 - 2,8}{1} = 0,2, \text{ rezultă: } f_m = 0,12$$

Malaxoare cu două axe verticale

1)Capacitatea utilă : 1,0 mc,

$$k_{rez} = \frac{k_{sp}}{k_{max}} = \frac{1,38}{2,0} = 0,69$$

$$k_{vit} = \frac{v_o - v_m}{v_{ref}} = \frac{1,5 - 1,15}{1} = 0,35$$

$k_u = 0,75$, factorul de umplere, valabil pentru toate cazurile

Rezultă: $f_m = 0,18$

2) Capacitate utilă 1,5 mc,

$$k_{rez} = \frac{k_{sp}}{k_{max}} = \frac{1,88}{2,0} = 0,94$$

$$k_{vit} = \frac{v_o - v_m}{v_{ref}} = \frac{1,5 - 1,0}{1} = 0,50, \text{ rezultă: } f_m = 0,35$$

3)Capacitatea utilă 2,0 mc

$$k_{rez} = \frac{k_{sp}}{k_{max}} = \frac{1,62}{2,0} = 0,81$$

$$k_{vit} = \frac{v_o - v_m}{v_{ref}} = \frac{1,5 - 1,3}{1} = 0,2, \text{ rezultă: } f_m = 0,12$$

Malaxoare cu două axe orizontale

1)Capacitatea utilă : 1,0 mc

$$k_{rez} = \frac{k_{sp}}{k_{max}} = \frac{1,47}{2,0} = 0,73$$

$$k_{vit} = \frac{v_o - v_m}{v_{ref}} = \frac{1,5 - 1,17}{1} = 0,33$$

$k_u = 0,75$, factorul de umplere, valabil pentru toate cazurile

Rezultă: $f_m = 0,18$

2) Capacitate utilă 1,5 mc,

$$k_{rez} = \frac{k_{sp}}{k_{max}} = \frac{1,56}{2,0} = 0,78$$

$$k_{vit} = \frac{v_o - v_m}{v_{ref}} = \frac{1,5 - 1,17}{1} = 0,33, \text{ rezultă: } f_m = 0,19$$

3) Capacitatea utilă 2,0 mc

$$k_{rez} = \frac{k_{sp}}{k_{max}} = \frac{1,78}{2,0} = 0,89$$

$$k_{vit} = \frac{v_o - v_m}{v_{ref}} = \frac{1,5 - 1,3}{1} = 0,2, \text{ rezultă: } f_m = 0,13$$

Determinarea factorului reteta

Factorul rețetă, se determină cu relația 13 sau cu relația 14

$$f_r = 1 - \frac{\rho_{x-1}}{\rho_x} \times \frac{a_x/c_x}{a_{x-1}/c_{x-1}}$$

sau:

$$f_r = 1 - \frac{\rho_0}{\rho_x} \times \frac{a_x/c_x}{a_0/c_0}$$

Pentru clasa C 8/10, se consideră : $a/c = 0,72$ și $\rho_{x-1} = 2345 \text{ kg/mc}$;

aplicând relația (13)

Pentru C12/15, $a/c = 0,68$ și $\rho_x = 2348 \text{ kg/mc}$; rezultă $f_r = 0,056$

Pentru C 16/20, $a/c = 0,64$ și $\rho_x = 2355 \text{ kg/mc}$; $f_r = 0,061$

Pentru C 18/22,5, $a/c = 0,60$ și $\rho_x = 2353 \text{ kg/mc}$; $f_r = 0,061$

Pentru C 20/25, $a/c = 0,56$ și $\rho_x = 2359 \text{ kg/mc}$; $f_r = 0,085$

Pentru C 25/30, $a/c = 0,51$ și $\rho_x = 2355 \text{ kg/mc}$; $f_r = 0,087$

Pentru C 30/37, $a/c = 0,47$ și $\rho_x = 2371 \text{ kg/mc}$; $f_r = 0,085$

Pentru C 32/40, $a/c = 0,44$ și $\rho_x = 2376 \text{ kg/mc}$; $f_r = 0,066$

Pentru C 35/45, $a/c = 0,41$ și $\rho_x = 2379 \text{ kg/mc}$; $f_r = 0,069$

Pentru C 40/50, $a/c = 0,39$ și $\rho_x = 2388 \text{ kg/mc}$; $f_r = 0,052$

Pentru C 50/60, $a/c = 0,36$ și $\rho_x = 2398 \text{ kg/mc}$; $f_r = 0,080$

aplicând relația (14)

Pentru C12/15, $a/c = 0,68$ și $\rho_x = 2348 \text{ kg/mc}$; rezultă $f_r = 0,056$

Pentru C 16/20, $a/c = 0,64$ și $\rho_x = 2355 \text{ kg/mc}$; $f_r = 0,114$

Pentru C 18/22,5, $a/c = 0,60$ și $\rho_x = 2353 \text{ kg/mc}$; $f_r = 0,169$

Pentru C 20/25, $a/c = 0,56$ și $\rho_x = 2359 \text{ kg/mc}$; $f_r = 0,226$

Pentru C 25/30, $a/c = 0,51$ și $\rho_x = 2355 \text{ kg/mc}$; $f_r = 0,294$

Pentru C 30/37, $a/c = 0,47$ și $\rho_x = 2371 \text{ kg/mc}$; $f_r = 0,354$

Pentru C 32/40, $a/c = 0,44$ și $\rho_x = 2376 \text{ kg/mc}$; $f_r = 0,396$

Pentru C 35/45, $a/c = 0,41$ și $\rho_x = 2379 \text{ kg/mc}$; $f_r = 0,438$

Pentru C 40/50, $a/c = 0,39$ și $\rho_x = 2388 \text{ kg/mc}$; $f_r = 0,468$

Pentru C 50/60, $a/c = 0,36$ și $\rho_x = 2398 \text{ kg/mc}$; $f_r = 0,511$

5.2 Aplicarea relațiilor pentru diferite tipuri de malaxoare

a) La malaxoare cu ax vertical

0,5 mc : C 16/20, $R_c = 24,4 \text{ N/mm}^2$

$$t_m = t_0 k_1 + t_0 k_2 \left(1 - \frac{R_{c0}}{R_c} \right)$$

$$t_0 = 30 \text{ sec}, k_1 = 1$$

Valori calculate pentru durata de malaxare:

$$t_{m1} = 30 + 30(0,19 + 0,114) \left(1 - \frac{10}{24,4} \right) = 35,4 \text{ sec}, \text{ ținând cont de factorul malaxor și de factorul rețetă calculat cu relația (5)}$$

$$t_{m2} = 30 + 30 \times 0,061 \left(1 - \frac{10}{24,4} \right) = 31 \text{ sec}, \text{ ținând cont numai de factorul rețetă calculat cu relația (4)}$$

Valoarea măsurată : 30,68 sec

t_m recomandat de producătorul malaxorului 30 sec

1,0 mc: C 12/15, $R_c = 18,4 \text{ N/mm}^2$; C 16/20, $R_c = 28,9 \text{ N/mm}^2$; C 20/25, $R_c = 32,9 \text{ N/mm}^2$; C 25/30, $R_c = 38,7 \text{ N/mm}^2$; C 30/37, $R_c = 48,7 \text{ N/mm}^2$; C 35/45, $R_c = 52,7 \text{ N/mm}^2$

$$t_0 = 30 \text{ sec}, k_1 = 1$$

Valori calculate pentru t_{m1} (sec): 32,4; 34,5; 37,2; 39,2; 41,2; 43,5, ținând cont de factorul malaxor, 0,12 și de factorul rețetă calculat cu relația (5)

Valori calculate pentru t_{m2} (sec) ținând cont numai de factorul rețetă calculat cu relația (4): 30,8; 31,2; 31,8; 31,9; 32,02; 33,1

Valori măsurate: 31,15; 31,42; 31,55; 32,31; 31,67; 32,43

C12/15, $R_c = 23,8 \text{ N/mm}^2$, $t_0 = 35 \text{ sec}$, $k_1 = 1$; $t_{m1} = 38,6 \text{ sec}$; $t_{m2} = 36,1 \text{ sec}$; val măsur. 35,72 sec

C 18/22,5, $R_c = 30,4 \text{ N/mm}^2$; $t_0 = 40 \text{ sec}$, $k_1 = 1$; $t_{m1} = 47,7 \text{ sec}$; $t_{m2} = 41,6 \text{ sec}$; val măsur. 40,52 sec

C 20/25, $R_c = 35,4 \text{ N/mm}^2$, $t_0 = 45 \text{ sec}$, $k_1 = 1$; $t_{m1} = 56,2 \text{ sec}$; $t_{m2} = 47,7 \text{ sec}$; val măsur. 46,12 sec

t_m recomandat de producătorul malaxorului 30 sec

2,0 mc : C 25/30, $R_c = 36,0 \text{ N/mm}^2$

$$t_0 = 30 \text{ sec}, k_1 = 1$$

$$t_{m1} = 38,9 \text{ sec}$$

$$t_{m2} = 31,8 \text{ sec}$$

Valoarea măsurată: 32,77 sec

t_m recomandat de producătorul malaxorului 30 sec

b)Malaxoare cu două axe verticale

1,0 mc

C16/20, $R_c = 23,8 \text{ N/mm}^2$; C 20/25, $R_c = 29,0 \text{ N/mm}^2$; C 25/30, $R_c = 36,8 \text{ N/mm}^2$

$t_0=30 \text{ sec}$, $k_1=1$

t_m recomandat de producătorul malaxorului 40 sec

Valori calculate:

$t_{m1}= 35,1 \text{ sec}$; 38 sec; 40,3 sec;

$t_{m2}= 31,05 \text{ sec}$; 31,7 sec; 31,9 sec;

Valori măsurate: 30,47 sec; 30,51 sec; 31,02 sec

1,5 mc

C16/20, $R_c = 29,9 \text{ N/mm}^2$; C 20/25, $R_c = 33,4 \text{ N/mm}^2$; C 25/30, $R_c = 41,8 \text{ N/mm}^2$

$t_0=40 \text{ sec}$, $k_1=1$

Valori calculate:

$t_{m1}= 52,34 \text{ sec}$; 56,1 sec; 59,6 sec;

$t_{m2}= 41,6 \text{ sec}$; 42,4 sec; 42,6 sec;

Valori măsurate: 40,67 sec; 41,25 sec; 41,33 sec

t_m recomandat de producătorul malaxorului 40 sec

2,0 mc

C 12/15, $R_c = 19,2 \text{ N/mm}^2$; C 30/37, $R_c = 46 \text{ N/mm}^2$;

$t_0=40 \text{ sec}$, $k_1=1$

Valori calculate:

$t_{m1}= 43,4 \text{ sec}$; 54,8 sec;

$t_{m2}= 40,22 \text{ sec}$; 42,7 sec;

Valori măsurate: 40,47 sec; 41,55 sec;

C 40/50, $R_c = 54,7 \text{ N/mm}^2$; C 50/60, $R_c = 64,3 \text{ N/mm}^2$

$t_0=60 \text{ sec}$, $k_1=1,5$, pentru betoane speciale supuse tratamentului termic ulterior

$t_{m1}= 118,83 \text{ sec}$; 121,95 sec;

$t_{m2}= 92,5 \text{ sec}$; 94,05 sec;

Valori măsurate: 120,12 sec; 120,26 sec;

t_m recomandat de producătorul malaxorului 60 sec

c) Malaxoare cu două axe orizontale

1,0 mc

C 16/20, $R_c = 21,63 \text{ N/mm}^2$, C 20/25, $R_c = 27,27 \text{ N/mm}^2$, C 25/30, $R_c = 31,25 \text{ N/mm}^2$,
 $t_0=45 \text{ sec}$, $k_1=1$, t_m recomandat de producătorul malaxorului 30 sec

Valori calculate:

$t_{m1} = 52,1 \text{ sec}$; 56,7 sec; 59,5 sec;

$t_{m2} = 46,4 \text{ sec}$; 47,4 sec; 47,7 sec;

Valori măsurate: 45,12 sec; 46,22 sec; 45,67 sec;

C 35/45, $R_c = 48,7 \text{ N/mm}^2$

$t_0=30 \text{ sec}$, $k_1=1$

Valori calculate:

$t_{m1} = 44,7 \text{ sec}$

$t_{m2} = 31,6 \text{ sec}$

Valoare măsurată: 30,45 sec

1,5 mc

C 25/30, $R_c = 41,5 \text{ N/mm}^2$; C 30/37, $R_c = 46,8 \text{ N/mm}^2$

$t_0=30 \text{ sec}$

t_m recomandat de producătorul malaxorului 40 sec

Valori calculate:

$t_{m1} = 41 \text{ sec}$; 42,8 sec;

$t_{m2} = 32 \text{ sec}$; 32 sec;

Valori măsurate: 30,22 sec; 31,15 sec;

C 25/30, $R_c = 45,8 \text{ N/mm}^2$

t_m recomandat de producătorul malaxorului 40 sec

$t_0=45 \text{ sec}$

$t_{m1} = 62 \text{ sec}$

$t_{m2} = 48,05 \text{ sec}$

Valoarea măsurată: 46,14 sec

2,0 mc

C 12/15, $R_c = 19,6 \text{ N/mm}^2$; C 16/20, $R_c = 27,3 \text{ N/mm}^2$; C 18/22,5, $R_c = 26,4 \text{ N/mm}^2$;

C 25/30, $R_c = 38,2 \text{ N/mm}^2$

$t_0=30 \text{ sec}$

t_m recomandat de producătorul malaxorului 40 sec

Valori calculate:

$t_{m1} = 32,7 \text{ sec}$; 34,6 sec; 35,6 sec; 39,4 sec;

$t_{m2} = 30,8 \text{ sec}$; 31,1 sec; 31,1 sec; 31,9 sec;

Valori măsurate: 31,34 sec; 31,18 sec; 30,92 sec; 32,14 sec.

Variația duratei de malaxare cu rezistența la compresiune pe cuburi, pentru malaxoare cu un ax vertical cu capacități de 0,5mc, 1,0 mc și 2,0 mc, la prepararea unor betoane de clase de rezistență C 12/15 - C 35/45

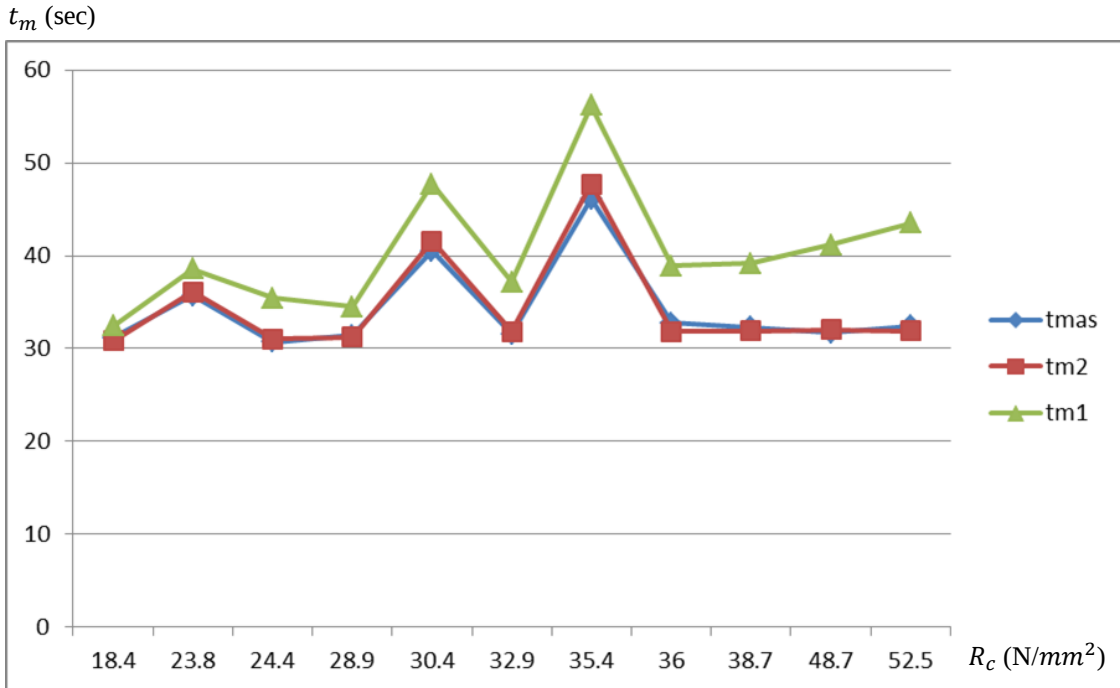


Figura 12

t_{mas} este durata de malaxare determinată prin măsurare directă cu cronometrul la prepararea unei șarje de beton;

t_{m2} este durata de malaxare determinată prin calcul, cu relația (10). în care :

- $k_1=1$, pentru toate cazurile analizate;
- $f_m=0$, influența malaxorului nu este luată în considerare, $k_2 = k_r$;
- f_r se determină cu relația (13) , în care ρ_x, ρ_{x-1} , reprezintă densitățile materialului din malaxor pentru clasa de beton x și cea anterioară x-1 , iar rapoartele apă / ciment sunt introduse pentru clasa x de beton și clasa anterioară x-1

t_{m1} este durata de malaxare determinată prin calcul, cu relația (1). în care :

- $k_1=1$, pentru toate cazurile analizate;
- f_m are diverse valori funcție de capacitatea malaxorului;
- f_r se determină cu relația (14) , în care ρ_x, ρ_0 , reprezintă densitățile materialului din malaxor pentru clasa de beton x și C8/10, iar rapoartele apă / ciment sunt introduse pentru clasa x de beton și clasa anterioară C 8/10

$R_{c0}= 10 \text{ N/mm}^2$ (rezistența minimă de referință, pentru clasa de beton C 8/10)

Variația duratei de malaxare cu rezistența la compresiune pe cuburi, pentru malaxoare cu două axe verticale, cu capacități de 1,0 mc, 1,5 mc și 2,0 mc, la prepararea unor betoane de clase de rezistență C 12/15- C 50/60

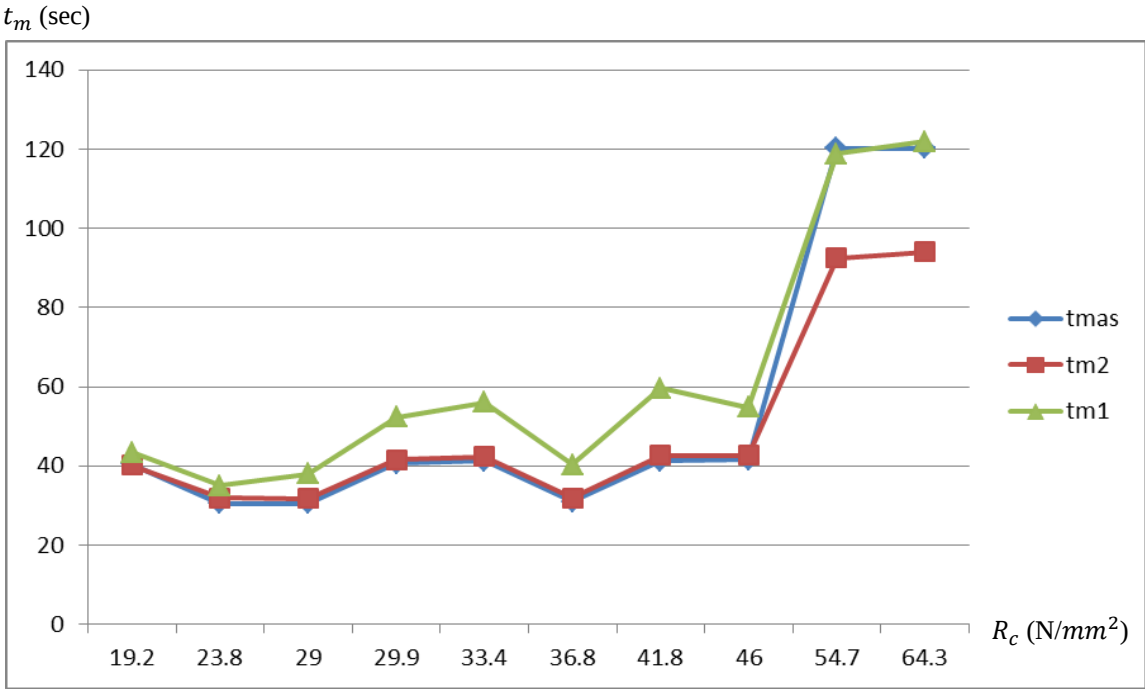


Figura 13

Variația duratei de malaxare cu rezistența la compresiune pe cuburi, pentru malaxoare cu două axe orizontale, cu capacități de 1,0 mc, 1,5 mc și 2,0 mc, la prepararea unor betoane de clase de rezistență C 12/15- C 35/45

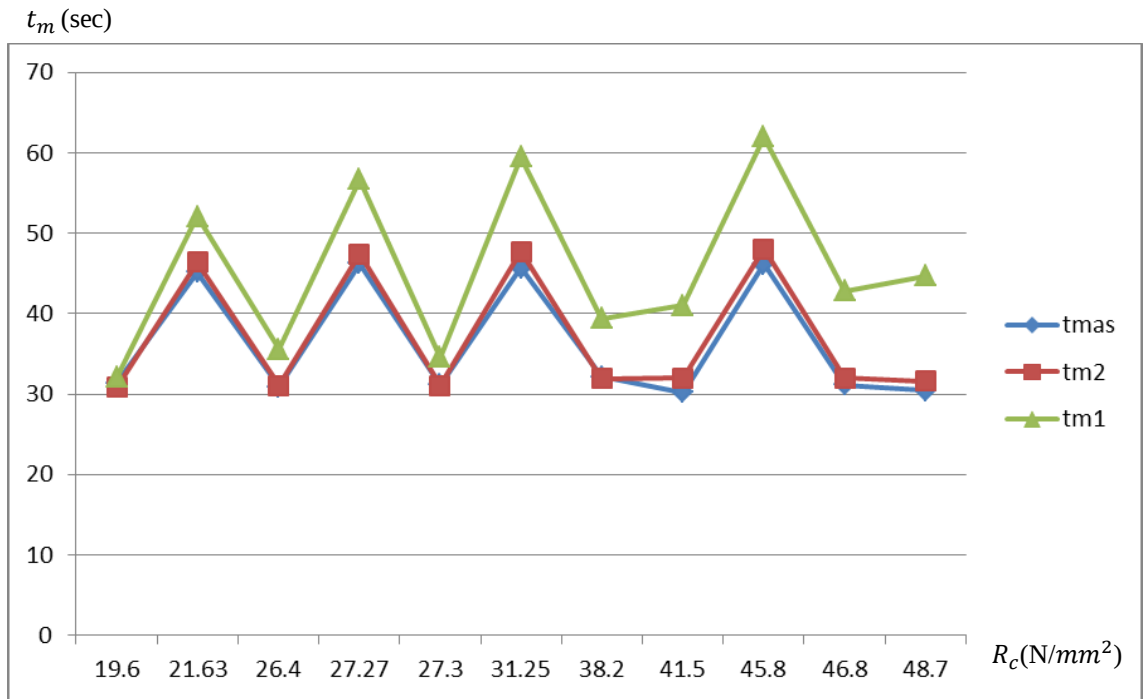


Figura 14

6. Concluzii

Analizand rezultatele obtinute pentru cele trei sisteme de malaxare, reprezentate in graficele din figurile 12, 13 si 14 putem sistetiza urmatoarele concluzii :

- 1) statiile de betoane dotate cu malaxoare cu un ax vertical au respectat durata de malaxare prevazuta de producatorul malaxorului;
- 2) in cazul statiilor dotate cu malaxoare cu doua axe verticale sau orizontale s-au intalnit cateva cazuri in care durata de malaxare recomandata de producatorul malaxorului nu a fost respectata;
- 3) in unele cazuri durata de malaxare propusa in reteta a depasit valoarea recomandata de producatorul malaxorului, oferind garantia suplimentara a producerii unor betoane de calitate;
- 4) in majoritatea cazurilor, valorile masurate pentru durata de malaxare si valorile calculate pentru t_{m2} au fost foarte apropiate, relatia de determinare a duratei de malaxare in raport cu rezistenta cubului pentru t_{m2} reliefand la modul general modul de lucru in statiile de betoane;
- 5) in cazul prepararii betoanelor cu destinatie speciala de clasa C 40/50 si C 50/60 (cazul malaxorului cu doua axe verticale de 2,0 mc) , $k_1 = 1,5$ si in acest caz valorile pentru valorile masurate si t_{m2} (calculate) difera; in acest caz valorile t_{m1} propuse pentru malaxare se apropie de valorile masurate;
- 6) in majoritatea cazurilor analizate, valorile obtinute pentru t_{m1} (ca durata de malaxare propusa) sunt superioare valorilor masurate si a celor determinate cu relatia t_{m2} , diferentele cele mai mari rezultand in cazul rezistentelor la compresiune determinate in laborator cu cele mai mari valori; aceste valori se apropie de cele prescrise in tabelul 1;
- 7) In cazul valorilor mai mici ale rezistentelor la compresiune obtinute in laborator valorile rezultate pentru t_{m1} se apropie destul de mult de valorile masurate si de cele pentru t_{m2} , in special in cazul valorilor la limita ale rezistentei, ceea ce conduce la concluzia ca duratele propuse de malaxare pentru varianta t_{m1} , pot fi aplicate in toate statiile de betoane si in special la acele statii unde nu s-a tinut cont de durata recomandata a malaxarii.

7. Durata optima de malaxare

De la caz la caz si de la o clasa de beton la alta, durata de malaxare optima poate fi considerata a fi situata in intervalul t_{min} , t_{max} , in care valoarea minima corespunde duratei recomandate de producatorul malaxorului , iar valoarea maxima este t_{m1} .

SISTEME DE MONITORIZARE A AUTOBETONIERELOR

MONITORIZARE ÎN TIMP REAL

Management flota și managementul conducătorilor auto

- se trimite raport automat prin email
- monitorizare consum combustibil
- navigatie auto
- șofer activ pe vehicul
- folosire autovehicule în interes personal
- avertizări expirare documente: permis de conducere, RCA, ITP, CASCO
- stil de conducere șoferi
- actualizare poziții la fiecare 10s , localizare GPS auto



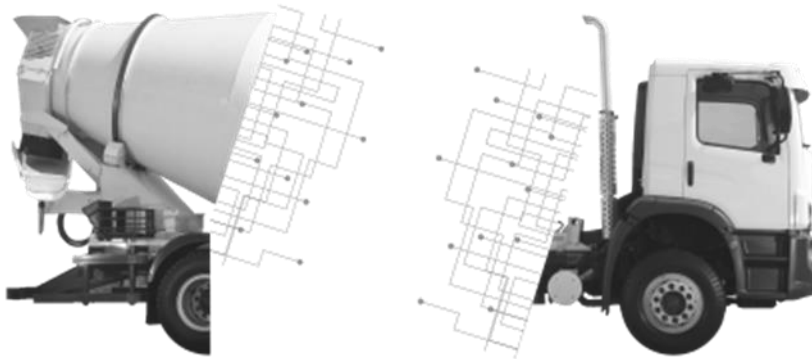
Alte soluții

OBD – Diagnosticare la bord

Dispozitivul OBD (On Board Diagnostics) este un sistem conectat la centrala electronică a mașinii, permițând citirea și transmisia online a celor mai diverse tipuri de date mecanice și electronice de navigatie auto a vehiculelor. Diagnosticarea electronică va anunța despre reparațiile a fi programate și reduce nevoia de a vă deplasa la un service. În plus, se asigură că autovehiculul funcționează la parametrii la care a fost proiectat, ceea ce asigură economii și reduce uzura pieselor.

RFID (iButton) – identificarea șoferului

Identificarea conducătorului auto prin modulul RFID (iButton) este identificarea șoferului prin intermediul insignei sau etichetei sale. De îndată ce contactul este activat, se transmite o alarmă auditivă conducătorului auto pentru a-și aseza card-ul pe cititorul RFID. Crawler-ul trimite aceste informații instantaneu în datacenter pentru a putea fi interogate imediat.



- Camioane / betoniere
- Având GPS pe camioane, cu modulul de comandă al mixerului de beton putem identifica direcția de rotație, dacă acesta amestecă betonul, chiar și când descarcă betonul, evitând astfel o deviere și o livrare inutilă într-un loc nedorit. Toate acestea, prin monitorizare gps, în timp real, fără interferențe umane.
- Timpul de conducere
- Timpul de conducere este o soluție care permite identificarea șoferului și a tuturor informațiilor despre curse, identificând începutul, sfârșitul, ore de condus, calculator distanțe, calculator combustibil, monitorizare consum combustibil, etc. Aceste informații sunt trimise instantaneu în server și sunt afișate în fiecare raport.
-



Foto 1. Sistem de monitorizare a autobetonierelor prin GPS, la o statie de betoane automatizata. Pozitia vehiculelor este monitorizata in timp real pe harta

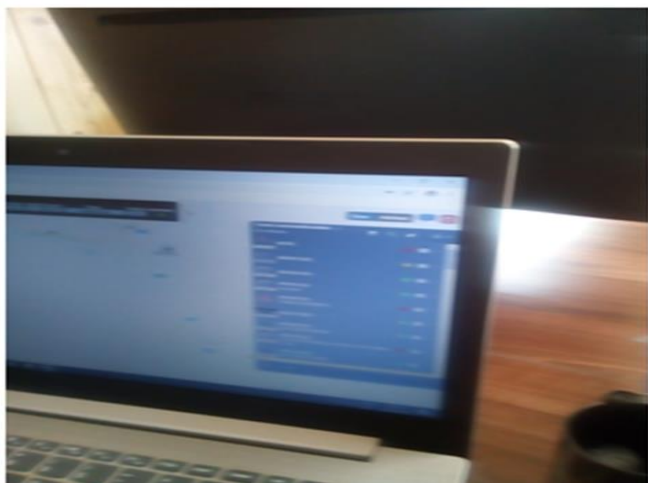


Foto 2. Pe monitor pot fi afisate toate autobetonierile aflate pe traseu, cu detalii privind traseul parcurs si consumul de motorina