

Probleme

Dr.ing. NAGY-GYÖRGY Tamás
Conferențiar

E-mail:

tamas.nagy-gyorgy@upt.ro

Tel:

+40 256 403 935

Web:

<http://www.ct.upt.ro/users/TamasNagyGyorgy/index.htm>

Birou:

A219

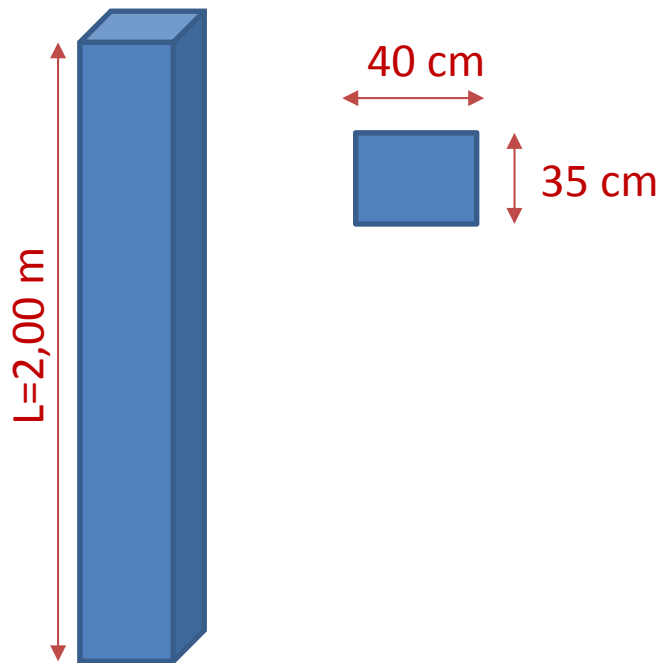
P1. CONTRACȚIA BETONULUI

P2. DETERMINAREA CURGERII LENTE

P3. EFECTUL CONFINĂRII

Determination of shrinkage / Determinarea contracției

Să se determine valoarea contracției pentru elementul de beton



Beton: **C30/37**

Condiții de mediu: **Interior RH=40%**

Ciment tip: **CEM II 42,5N**

Finalul tratamentului: $t_s = 1\text{ zi}$

Datele analizate:

- la **7 zile de la turnare**
- la **sfârșitul duratei de viață (∞)**

Determination of shrinkage / Determinarea contracției

Deformația totală de contracție:

$$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca}$$

ε_{cd} - deformația datorată contracției de uscare

ε_{ca} - deformația datorată contracției endogene

Valoarea finală a contracției de uscare:

$$\varepsilon_{cd,\infty} = k_h \cdot \varepsilon_{cd,0}$$

$$h_0 = 2A_c/u$$

h_0 - raza medie (mm) a secțiunii transversale

A_c - aria seciunii de beton;

u - perimetrul părții secțiunii expusă la uscare

Tabelul 3.3 - Valori k_h în expresia (3.9)

h_0	k_h
100	1.0
200	0.85
300	0.75
≥ 500	0.70

Determination of shrinkage / Determinarea contracției

Valoarea finală a contracției de uscare:

$$\varepsilon_{cd,\infty} = k_h \cdot \varepsilon_{cd,0}$$

$$h_0 = 2A_c/u = \frac{2 \cdot 400 \cdot 350}{2 \cdot (400 + 350)} = 186,7 \text{ mm}$$

Tabelul 3.3 - Valori k_h în expresia (3.9)

h_0	k_h
100	1.0
200	0.85
300	0.75
≥ 500	0.70

$$k_h = 0,88$$

Determination of shrinkage / Determinarea contracției

Valoarea finală a contracției de uscare:

$$\varepsilon_{cd,\infty} = k_h \cdot \varepsilon_{cd,0}$$

$$h_0 = 2A_c/u = \frac{2 \cdot 400 \cdot 350}{2 \cdot (400 + 350)} = 186,7 \text{ mm}$$

Tabelul 3.3 - Valori k_h în expresia (3.9)

h_0	k_h
100	1.0
200	0.85
300	0.75
≥ 500	0.70

$$k_h = 0,88$$

Tabelul 3.2 - Valori nominale ale contracției de uscare neîmpiedicate $\varepsilon_{cd,0}$ (în ‰) pentru beton cu cimenturi CEM de clasă N

$f_{ck}/f_{ck,cube}$ (MPa)	Umiditate Relativă (în %)					
	20	40	60	80	90	100
20/25	0,62	0,58	0,49	0,30	0,17	0,00
40/50	0,48	0,46	0,38	0,24	0,13	0,00
60/75	0,38	0,36	0,30	0,19	0,10	0,00
80/95	0,30	0,28	0,24	0,15	0,08	0,00
90/105	0,27	0,25	0,21	0,13	0,07	0,00

Determination of shrinkage / Determinarea contracției

Valoarea finală a contracției de uscare:

$$\varepsilon_{cd,\infty} = k_h \cdot \varepsilon_{cd,0} = 0,88 \cdot 0,52 = \mathbf{0,458\text{‰}}$$

$$h_0 = 2A_c/u = \frac{2 \cdot 400 \cdot 350}{2 \cdot (400 + 350)} = 186,7 \text{ mm}$$

Tabelul 3.3 - Valori k_h în expresia (3.9)

h_0	k_h
100	1.0
200	0.85
300	0.75
≥ 500	0.70

$$k_h = 0,88$$

Tabelul 3.2 - Valori nominale ale contracției de uscare neîmpiedicate $\varepsilon_{cd,0}$ (în ‰) pentru beton cu cimenturi CEM de clasă N

$f_{ck}/f_{ck,cube}$ (MPa)	Umiditate Relativă (în %)					
	20	40	60	80	90	100
20/25	0,62	0,58	0,49	0,30	0,17	0,00
40/50	0,48	0,46	0,38	0,24	0,13	0,00
60/75	0,38	0,36	0,30	0,19	0,10	0,00
80/95	0,30	0,28	0,24	0,15	0,08	0,00
90/105	0,27	0,25	0,21	0,13	0,07	0,00

Determination of shrinkage / Determinarea contracției

Valoarea finală a contracției de uscare:

$$\varepsilon_{cd,\infty} = k_h \cdot \varepsilon_{cd,0} = 0,88 \cdot 0,52 = \mathbf{0,458\text{‰}}$$

$$h_0 = 2A_c/u = \frac{2 \cdot 400 \cdot 350}{2 \cdot (400 + 350)} = 186,7 \text{ mm}$$

Tabelul 3.3 - Valori k_h în expresia (3.9)

h_0	k_h
100	1.0
200	0.85
300	0.75
≥ 500	0.70

$$k_h = 0,88$$

Tabelul 3.2 - Valori nominale ale contracției de uscare neîmpiedicate $\varepsilon_{cd,0}$ (în ‰) pentru beton cu cimenturi CEM de clasă N

$f_{ck}/f_{ck,cube}$ (MPa)	Umiditate Relativă (în %)					
	20	40	60	80	90	100
20/25	0,62	0,58	0,49	0,30	0,17	0,00
40/50	0,48	0,46	0,38	0,24	0,13	0,00
60/75	0,38	0,36	0,30	0,19	0,10	0,00
80/95	0,30	0,28	0,24	0,15	0,08	0,00
90/105	0,27	0,25	0,21	0,13	0,07	0,00

Valoarea deformației finale ($t=\infty$) din contracția de uscare:

$$\Delta L_{cd,\infty} = \varepsilon_{cd,\infty} \cdot L = 0,458\text{‰} \cdot 2000 \text{ mm} = \mathbf{0,92 \text{ mm}}$$

Determination of shrinkage / Determinarea contracției

Valoarea contracției de uscare la vârsta de 7 zile :

$$\varepsilon_{cd}(7zile) = \beta_{ds}(t, t_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0}$$

$$\beta_{ds}(t, t_s) = \frac{(t-t_s)}{(t-t_s)+0,04\sqrt{h_0^3}}$$

t - vârsta betonului la momentul considerat, în zile;

t_s - vârsta betonului (zile) la începutul contracției de uscare (sau umflare). În mod normal, aceasta corespunde sfârșitului tratamentului;

Determination of shrinkage / Determinarea contracției

Valoarea contracției de uscare la vârsta de 7 zile :

$$\varepsilon_{cd}(7zile) = \beta_{ds}(t, t_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0}$$

$$\beta_{ds}(t, t_s) = \frac{(t-t_s)}{(t-t_s)+0,04\sqrt{h_0^3}} = \frac{(7-1)}{(7-1)+0,04\sqrt{186,7^3}} = 0,056$$

t - vârsta betonului la momentul considerat, în zile;

t_s - vârsta betonului (zile) la începutul contracției de uscare (sau umflare). În mod normal, aceasta corespunde sfârșitului tratamentului;

Determination of shrinkage / Determinarea contracției

Valoarea contracției de uscare la vârsta de 7 zile :

$$\varepsilon_{cd}(7zile) = \beta_{ds}(t, t_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0} = 0,056 \cdot 0,88 \cdot 0,52 = \mathbf{0,026 \text{ ‰}}$$

$$\beta_{ds}(t, t_s) = \frac{(t-t_s)}{(t-t_s)+0,04\sqrt{h_0^3}} = \frac{(7-1)}{(7-1)+0,04\sqrt{186,7^3}} = 0,056$$

t - vârsta betonului la momentul considerat, în zile;

t_s - vârsta betonului (zile) la începutul contracției de uscare (sau umflare). În mod normal, aceasta corespunde sfârșitului tratamentului;

Determination of shrinkage / Determinarea contracției

Valoarea contracției de uscare la vârsta de 7 zile:

$$\varepsilon_{cd}(7zile) = \beta_{ds}(t, t_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0} = 0,056 \cdot 0,88 \cdot 0,52 = \mathbf{0,026\text{‰}}$$

$$\beta_{ds}(t, t_s) = \frac{(t-t_s)}{(t-t_s)+0,04\sqrt{h_0^3}} = \frac{(7-1)}{(7-1)+0,04\sqrt{186,7^3}} = 0,056$$

t - vârsta betonului la momentul considerat, în zile;

t_s - vârsta betonului (zile) la începutul contracției de uscare (sau umflare). În mod normal, aceasta corespunde sfârșitului tratamentului;

Valoarea deformației din contracția de uscare la vârsta de 7 zile :

$$\Delta L_{cd,7} = \varepsilon_{cd}(7zile) \cdot L = 0,026\text{‰} \cdot 2000 \text{ mm} = \mathbf{0,05mm}$$

Determination of shrinkage / Determinarea contracției***Valoarea finală a contracției endogene***

$$\varepsilon_{ca,\infty} = 2,5(f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6}$$

Determination of shrinkage / Determinarea contracției***Valoarea finală a contracției endogene***

$$\varepsilon_{ca,\infty} = 2,5(f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} = 2,5(30 - 10) \cdot 10^{-6} = \mathbf{0,05\text{‰}}$$

Determination of shrinkage / Determinarea contracției***Valoarea finală a contracției endogene***

$$\varepsilon_{ca,\infty} = 2,5(f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} = 2,5(30 - 10) \cdot 10^{-6} = \mathbf{0,05\text{‰}}$$

Valoarea deformației finale (t=∞) din contracția endogenă:

$$\Delta L_{ca,\infty} = \varepsilon_{ca,\infty} \cdot L = 0,05\text{‰} \cdot 2000 \text{ mm} = \mathbf{0,10 \text{ mm}}$$

Determination of shrinkage / Determinarea contracției***Valoarea finală a contracției endogene***

$$\varepsilon_{ca,\infty} = 2,5(f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} = 2,5(30 - 10) \cdot 10^{-6} = \mathbf{0,05\text{‰}}$$

Valoarea deformației finale ($t=\infty$) din contracția endogenă:

$$\Delta L_{ca,\infty} = \varepsilon_{ca,\infty} \cdot L = 0,05\text{‰} \cdot 2000 \text{ mm} = \mathbf{0,10 \text{ mm}}$$

Valoarea contracției endogene la vârsta de 7 zile

$$\varepsilon_{ca}(7 \text{ zile}) = \beta_{as}(7 \text{ zile}) \cdot \varepsilon_{ca,\infty}$$

$$\beta_{as}(7 \text{ zile}) = 1 - e^{-0,2t^{0,5}}$$

Determination of shrinkage / Determinarea contracției***Valoarea finală a contracției endogene***

$$\varepsilon_{ca,\infty} = 2,5(f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} = 2,5(30 - 10) \cdot 10^{-6} = \mathbf{0,05\text{‰}}$$

Valoarea deformației finale ($t=\infty$) din contracția endogenă:

$$\Delta L_{ca,\infty} = \varepsilon_{ca,\infty} \cdot L = 0,05\text{‰} \cdot 2000 \text{ mm} = \mathbf{0,10 \text{ mm}}$$

Valoarea contracției endogene la vârsta de 7 zile

$$\varepsilon_{ca}(7 \text{ zile}) = \beta_{as}(7 \text{ zile}) \cdot \varepsilon_{ca,\infty}$$

$$\beta_{as}(7 \text{ zile}) = 1 - e^{-0,2t^{0,5}} = 1 - e^{-0,2 \cdot 7^{0,5}} = 0,411$$

Determination of shrinkage / Determinarea contracției***Valoarea finală a contracției endogene***

$$\varepsilon_{ca,\infty} = 2,5(f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} = 2,5(30 - 10) \cdot 10^{-6} = \mathbf{0,05\text{‰}}$$

Valoarea deformației finale (t=∞) din contracția endogenă:

$$\Delta L_{ca,\infty} = \varepsilon_{ca,\infty} \cdot L = 0,05\text{‰} \cdot 2000 \text{ mm} = \mathbf{0,10 \text{ mm}}$$

Valoarea contracției endogene la vârsta de 7 zile

$$\varepsilon_{ca}(7 \text{ zile}) = \beta_{as}(7 \text{ zile}) \cdot \varepsilon_{ca,\infty} = 0,411 \cdot 0,05 = \mathbf{0,021\text{‰}}$$

$$\beta_{as}(7 \text{ zile}) = 1 - e^{-0,2t^{0,5}} = 1 - e^{-0,2 \cdot 7^{0,5}} = 0,411$$

Determination of shrinkage / Determinarea contracției***Valoarea finală a contracției endogene***

$$\varepsilon_{ca,\infty} = 2,5(f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} = 2,5(30 - 10) \cdot 10^{-6} = \mathbf{0,05\text{‰}}$$

Valoarea deformației finale (t=∞) din contracția endogenă:

$$\Delta L_{ca,\infty} = \varepsilon_{ca,\infty} \cdot L = 0,05\text{‰} \cdot 2000 \text{ mm} = \mathbf{0,10 \text{ mm}}$$

Valoarea contracției endogene la vârsta de 7 zile

$$\varepsilon_{ca}(7zile) = \beta_{as}(7zile) \cdot \varepsilon_{ca,\infty} = 0,411 \cdot 0,05 = \mathbf{0,021\text{‰}}$$

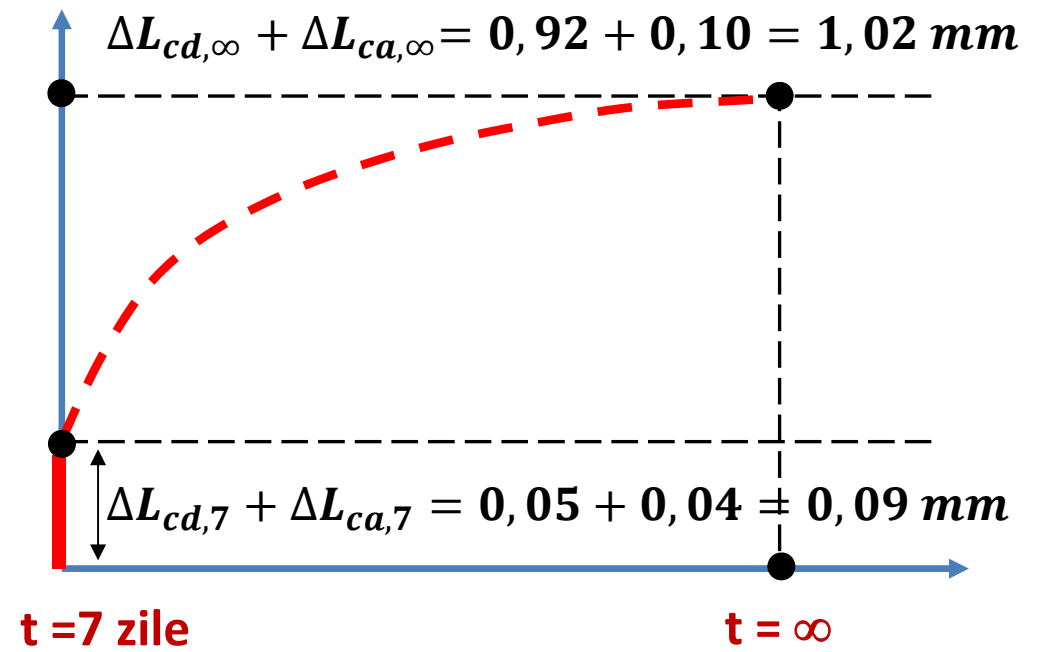
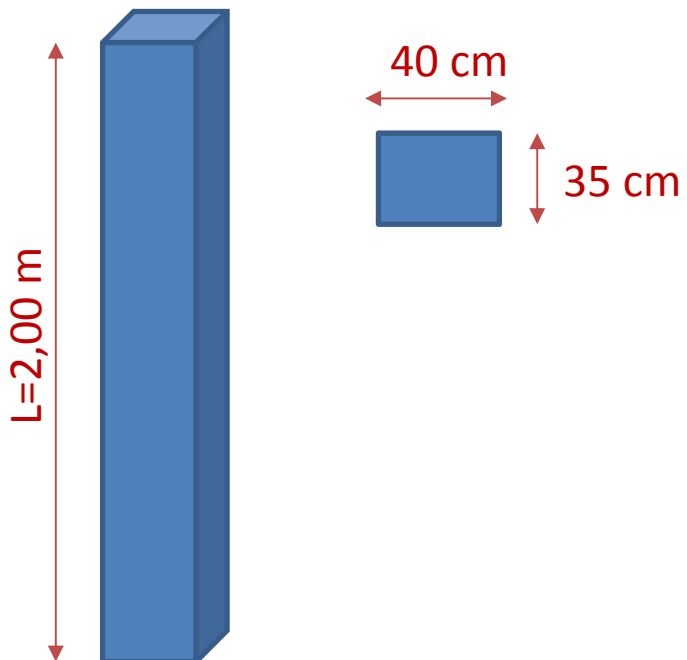
$$\beta_{as}(7zile) = 1 - e^{-0,2t^{0,5}} = 1 - e^{-0,2 \cdot 7^{0,5}} = 0,411$$

Valoarea deformației din contracția endogenă la vârsta de 7 zile :

$$\Delta L_{ca,7} = \varepsilon_{ca}(7zile) \cdot L = 0,021\text{‰} \cdot 2000 \text{ mm} = \mathbf{0,04 \text{ mm}}$$

Determination of shrinkage / Determinarea contracției

Deformațiile din contracție pentru elementul de beton



Beton: **C30/37**

Condiții de mediu: **Interior RH=40%**

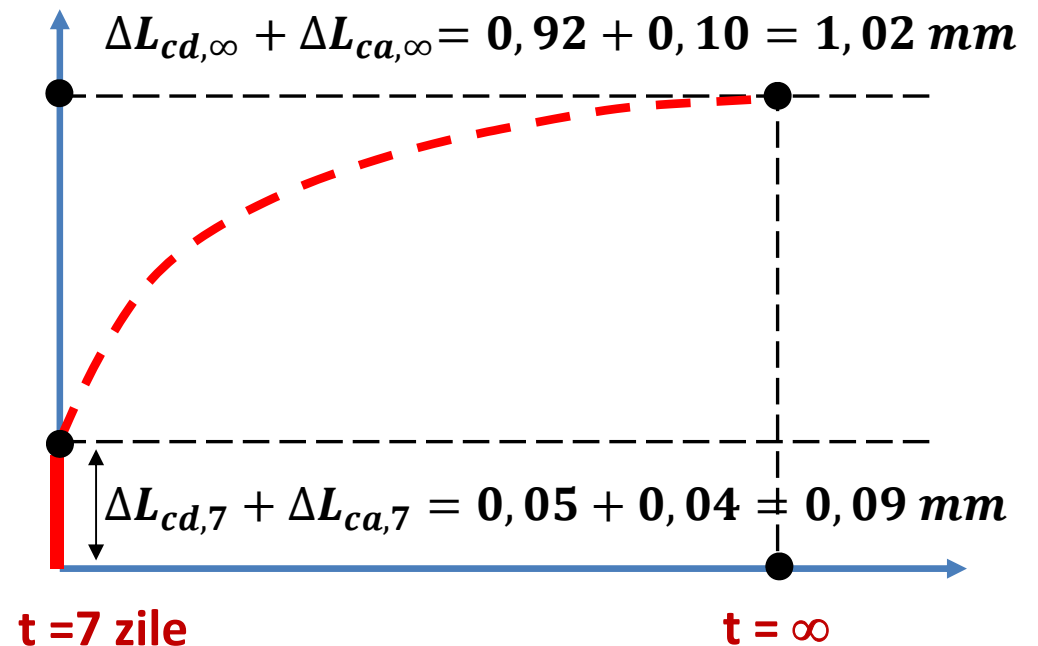
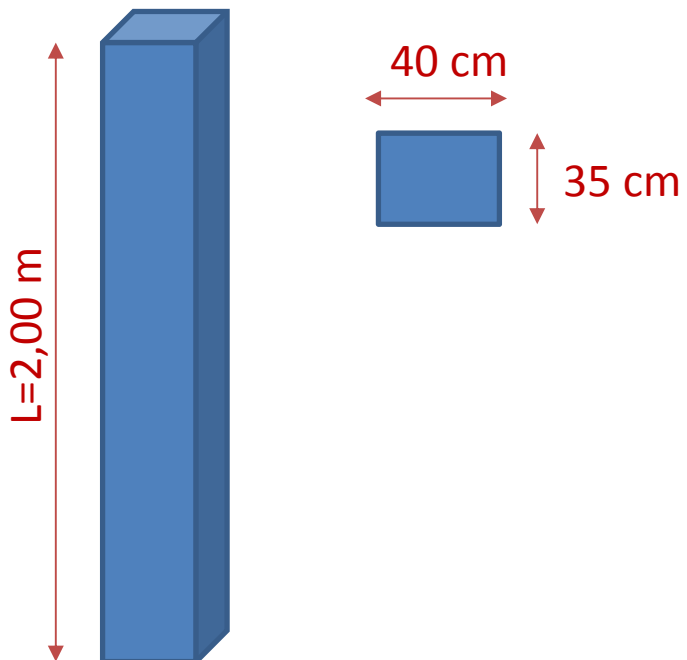
Ciment tip: **CEM II 42,5N**

Finalul tratamentului: $t_s = 1\text{ zi}$

- ??% din contracția de uscare se consumă în primele 7 zile.
- ??% din contracția endogenă se consumă în primele 7 zile.
- ??% din contracția totală se consumă în primele 7 zile.

Determination of shrinkage / Determinarea contracției

Deformațiile din contracție pentru elementul de beton



Beton: **C30/37**

Condiții de mediu: **Interior RH=40%**

Ciment tip: **CEM II 42,5N**

Finalul tratamentului: $t_s = 1$ zi

- 5%** din contracția de uscare se consumă în primele 7 zile.
- 40%** din contracția endogenă se consumă în primele 7 zile.
- 9%** din contracția totală se consumă în primele 7 zile.

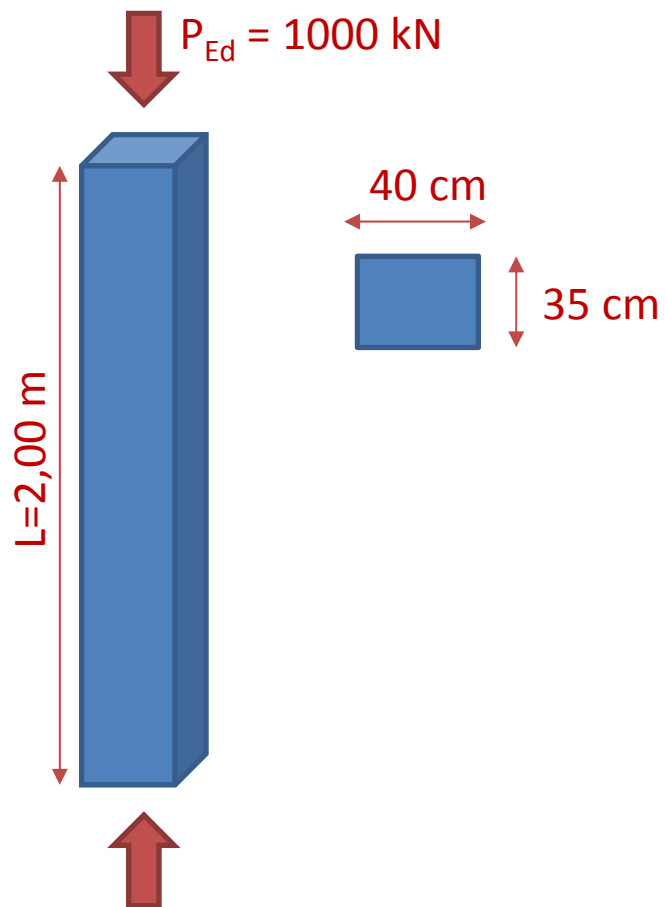
P1. CONTRACȚIA BETONULUI

P2. DETERMINAREA CURGERII LENTE

P3. EFECTUL CONFINĂRII

Determination of creep / Determinarea curgerii lente

Să se determine valoarea curgerii lente pentru elementul de beton



Beton: **C30/37**

Condiții de mediu: **Interior RH=50%**

Ciment tip: **CEM II 52,5R**

Prima încărcare: $t_0 = 7 \text{ zile}$

Determination of creep / Determinarea curgerii lente

Deformația elastică inițială din compresiune:

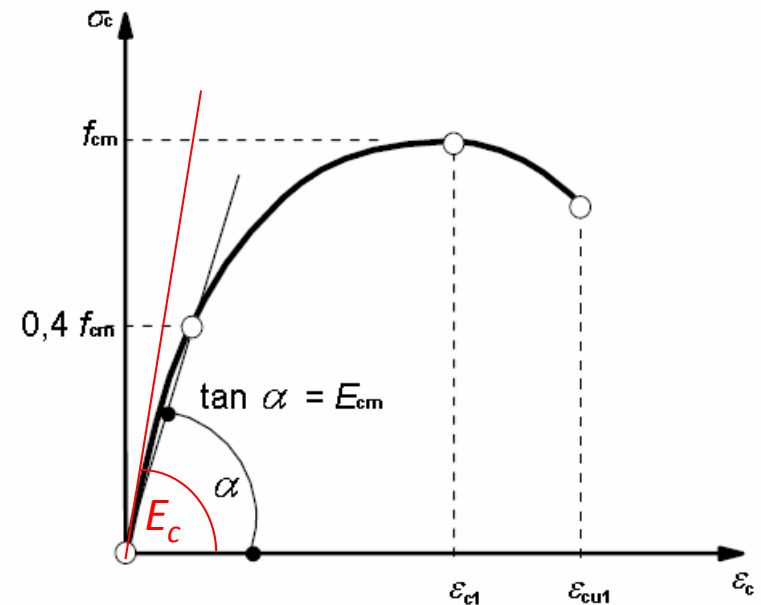
$$\varepsilon_{el} = \frac{\Delta L_{el}}{L} \quad \Rightarrow \quad \Delta L_{el} = \varepsilon_{el} \cdot L = \frac{\sigma_{el}}{E_c} L = \frac{P_{Ed}}{A} \cdot \frac{L}{E_c}$$

Unde $E_c = 1,05E_{cm}$

La vârsta de 7 zile $\Rightarrow \Delta L_{el}(7 \text{ zile}) = \frac{P_{Ed}}{A} \cdot \frac{L}{1,05E_{cm}(7 \text{ zile})}$

E_c - Modul de elasticitate tangent în origine la 28 de zile

E_{cm} - Modul de elasticitate secant al betonului



Determination of creep / Determinarea curgerii lente

Unde

$$E_{cm}(t) = (f_{cm}(t)/f_{cm})^{0.3} \cdot E_{cm}$$

$$f_{cm}(t) = \beta_{cc}(t)f_{cm}$$

$$\beta_{cc}(t) = \exp \left\{ s \left[1 - \left(\frac{28}{t} \right)^{1/2} \right] \right\}$$

$\beta_{cc}(t)$ - coeficient în funcție de vârsta t a betonului și de condițiile de întărire

t - vârsta betonului, în zile

$f_{cm}(t)$ - rezistența medie la compresiune a betonului la vârsta t zile

f_{cm} - rezistența medie la compresiune a betonului la 28 zile

s - coeficient în funcție de tipul cimentului

= 0,20 pentru cimenturi de clas de rezisten CEM 42,5 R, CEM 52,5 N și CEM 52,5 R (Clasa R)

= 0,25 pentru cimenturi de clas de rezisten CEM 32,5 R, CEM 42,5 N (Clasa N)

= 0,38 pentru cimenturi de clas de rezisten CEM 32,5 N (Clasa S)

Determination of creep / Determinarea curgerii lente

Clase de rezistență pentru beton															Expresii analitice/ Comentarii
f_{ck} (MPa)	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	
$f_{ck,cube}$ (MPa)	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105	
f_{cm} (MPa)	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98	$f_{cm} = f_{ck} + 8$ (MPa)
f_{ctm} (MPa)	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} \leq C50/60$ $f_{ctm} = 2,12 \cdot \ln 1 + (f_{cm}/10) > C50/60$
$f_{ck,0,05}$ (MPa)	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	$f_{ck,0,05} = 0,7 \times f_{ctm}$ cuantil 5%
$f_{ck,0,95}$ (MPa)	2,0	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3	5,5	5,7	6,0	6,3	6,6	$f_{ck,0,95} = 1,3 \times f_{ctm}$ cuantil 95%
E_{cm} (GPa)	27	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	41	43	44	$E_{cm} = 22[(f_{cm}/10)^{0,3}]$ (f_{cm} în MPa)
ϵ_{c1} (‰)	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,25	2,3	2,4	2,45	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8	a se vedea figura 3.2 $\epsilon_{c1} (\text{‰}) = 0,7 f_{cm}^{0,31} < 2,8$
ϵ_{cu1} (‰)	3,5														a se vedea figura 3.2 pentru $f_{ck} \geq 50$ MPa $\epsilon_{cu1} (\text{‰}) = 2,8 + 27[(98 - f_{cm})/100]^4$
ϵ_{c2} (‰)	2,0									2,2	2,3	2,4	2,5		a se vedea figura 3.3 pentru $f_{ck} \geq 50$ MPa $\epsilon_{c2} (\text{‰}) = 2,0 + 0,085 \times (f_{ck} - 50)^{0,53}$
ϵ_{cu2} (‰)	3,5									3,1 η_1	2,9 η_1	2,7 η_1	2,6 η_1		a se vedea figura 3.3 pentru $f_{ck} \geq 50$ MPa $\epsilon_{cu2} (\text{‰}) = 2,6 + 35[(90 - f_{ck})/100]^4$
n	2,0									1,75	1,6	1,45	1,4		pentru $f_{ck} \geq 50$ MPa $n = 1,4 + 23,4[(90 - f_{ck})/100]^4$
ϵ_{c3} (‰)	1,75									1,8	1,9	2,0	2,2		a se vedea figura 3.4 pentru $f_{ck} \geq 50$ MPa $\epsilon_{c3} (\text{‰}) = 1,75 + 0,55[(f_{ck} - 50)/40]$
ϵ_{cu3} (‰)	3,5									3,1 η_1	2,9 η_1	2,7 η_1	2,6 η_1		a se vedea figura 3.4 pentru $f_{ck} \geq 50$ MPa $\epsilon_{cu3} (\text{‰}) = 2,6 + 35[(90 - f_{ck})/100]^4$

Determination of creep / Determinarea curgerii lente

Deformația elastică inițială din compresiune:

$$\beta_{cc}(7 \text{ zile}) = \exp \left\{ s \left[1 - \left(\frac{28}{t} \right)^{1/2} \right] \right\} = e^{0,20 \left[1 - \left(\frac{28}{7} \right)^{1/2} \right]} = e^{-0,2} = 0,819$$

$$f_{cm}(7 \text{ zile}) = \beta_{cc}(7 \text{ zile}) f_{cm} = 0,819 \cdot 38 = 31,1 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{cm}(7 \text{ zile}) = (f_{cm}(7 \text{ zile})/f_{cm})^{0,3} \cdot E_{cm} = \left(\frac{31,1}{38} \right)^{0,3} \cdot 33000 = 31074 \text{ N/mm}^2$$

$$\Delta L_{el}(7 \text{ zile}) = \frac{P_{Ed}}{A} \cdot \frac{L}{1,05 E_{cm}} = \frac{1000 \cdot 10^3}{400 \cdot 350} \cdot \frac{2000}{1,05 \cdot 31074} = 0,438 \text{ mm}$$

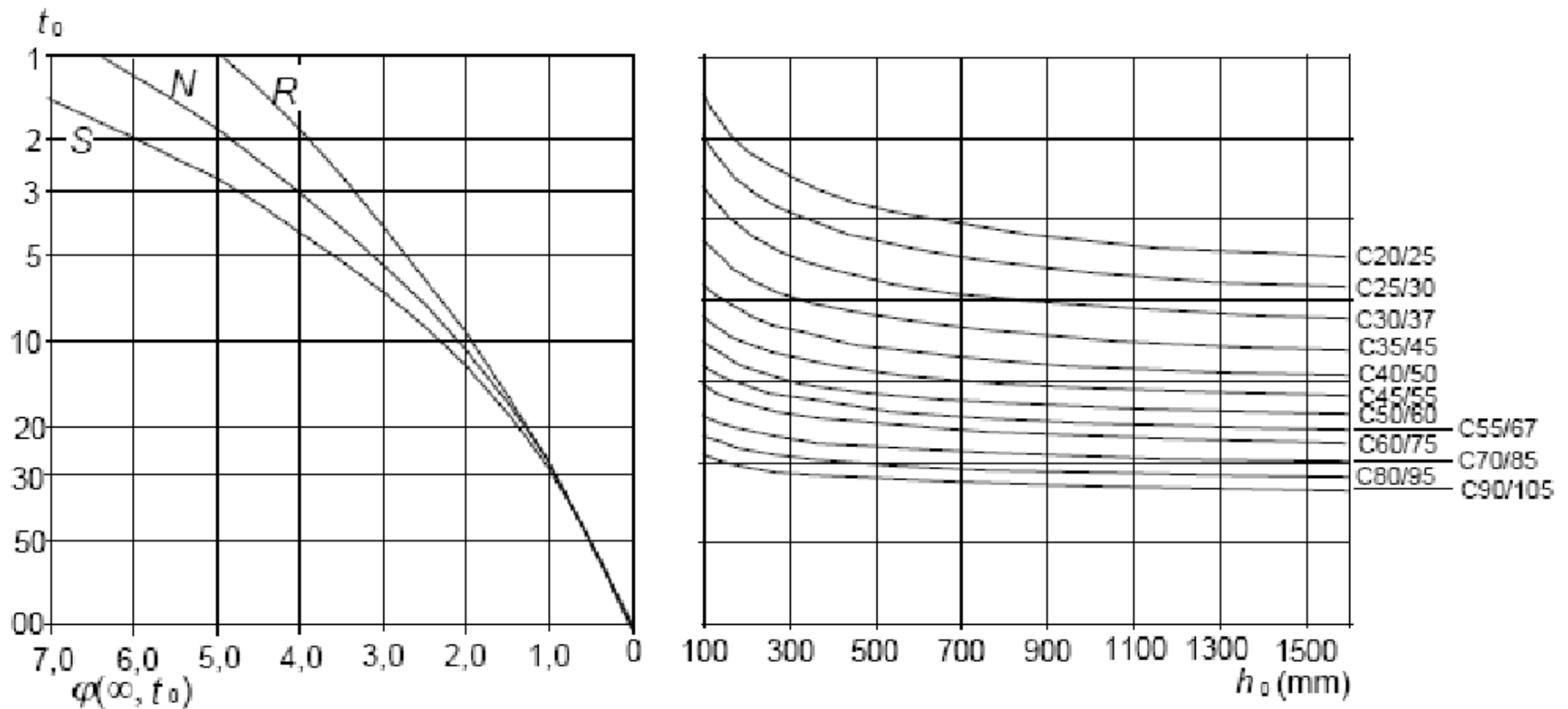
$$\Delta L_{el}(7 \text{ zile}) = \mathbf{0,438 \text{ mm}}$$

Determination of creep / Determinarea curgerii lente

Deformația specifică din curgere lentă:

$$\varepsilon_{cc}(\infty, t_0) = \varphi(\infty, t_0) \cdot (\sigma_c / E_c) = \varphi(\infty, t_0) \cdot \frac{\sigma_c}{1,05 E_{cm}}$$

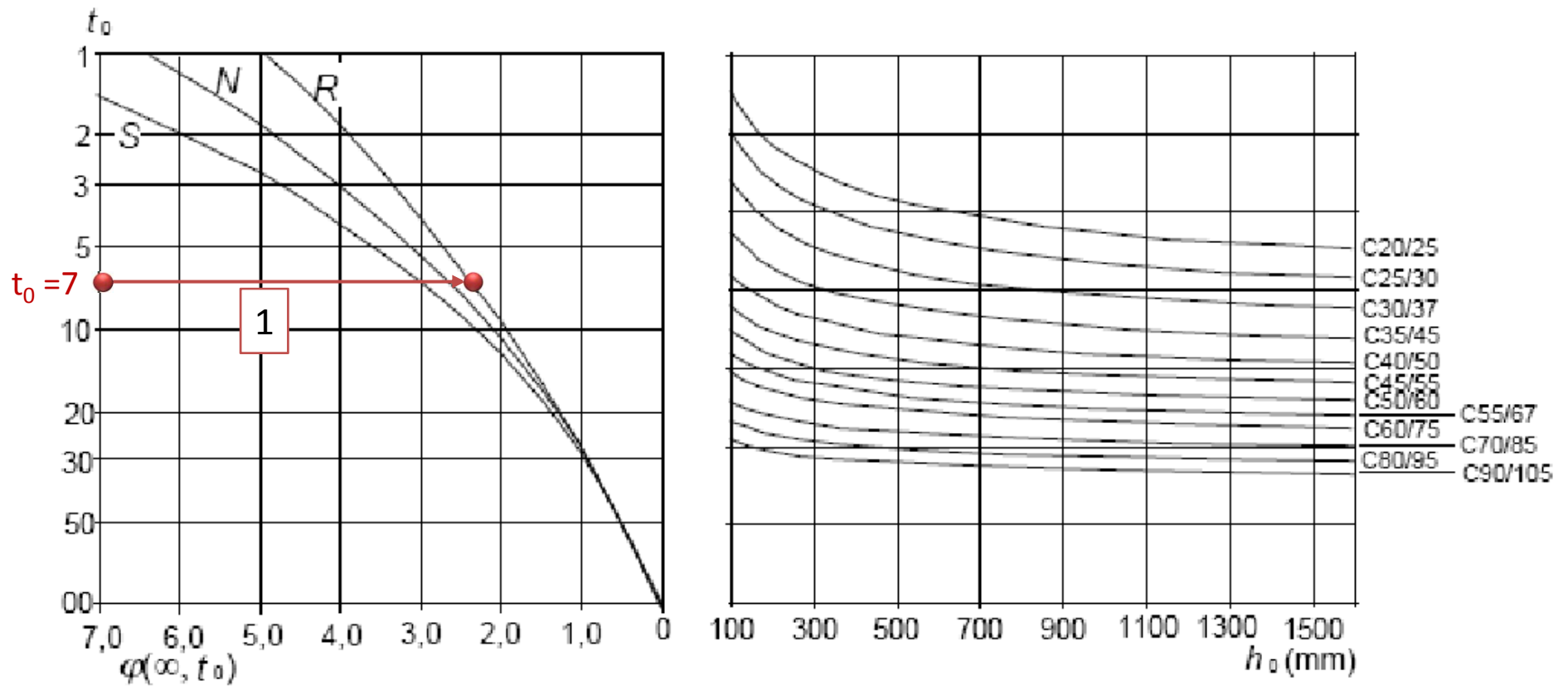
Unde $E_c = 1,05 E_{cm}$



a) Condiții pentru interior – RH = 50%

Determination of creep / Determinarea curgerii lente

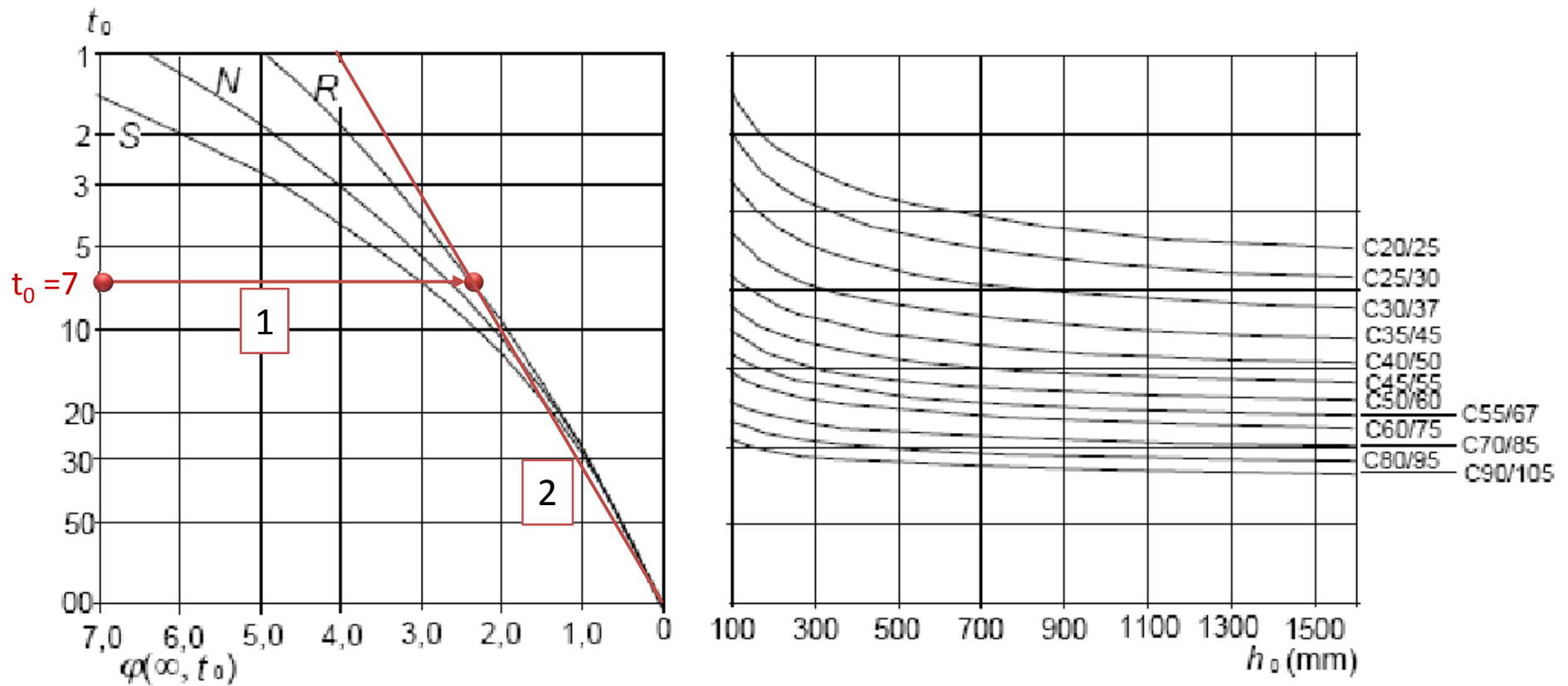
Determinarea coeficientului de curgere lentă



a) Condiții pentru interior – RH = 50%

Determination of creep / Determinarea curgerii lente

Determinarea coeficientului de curgere lentă

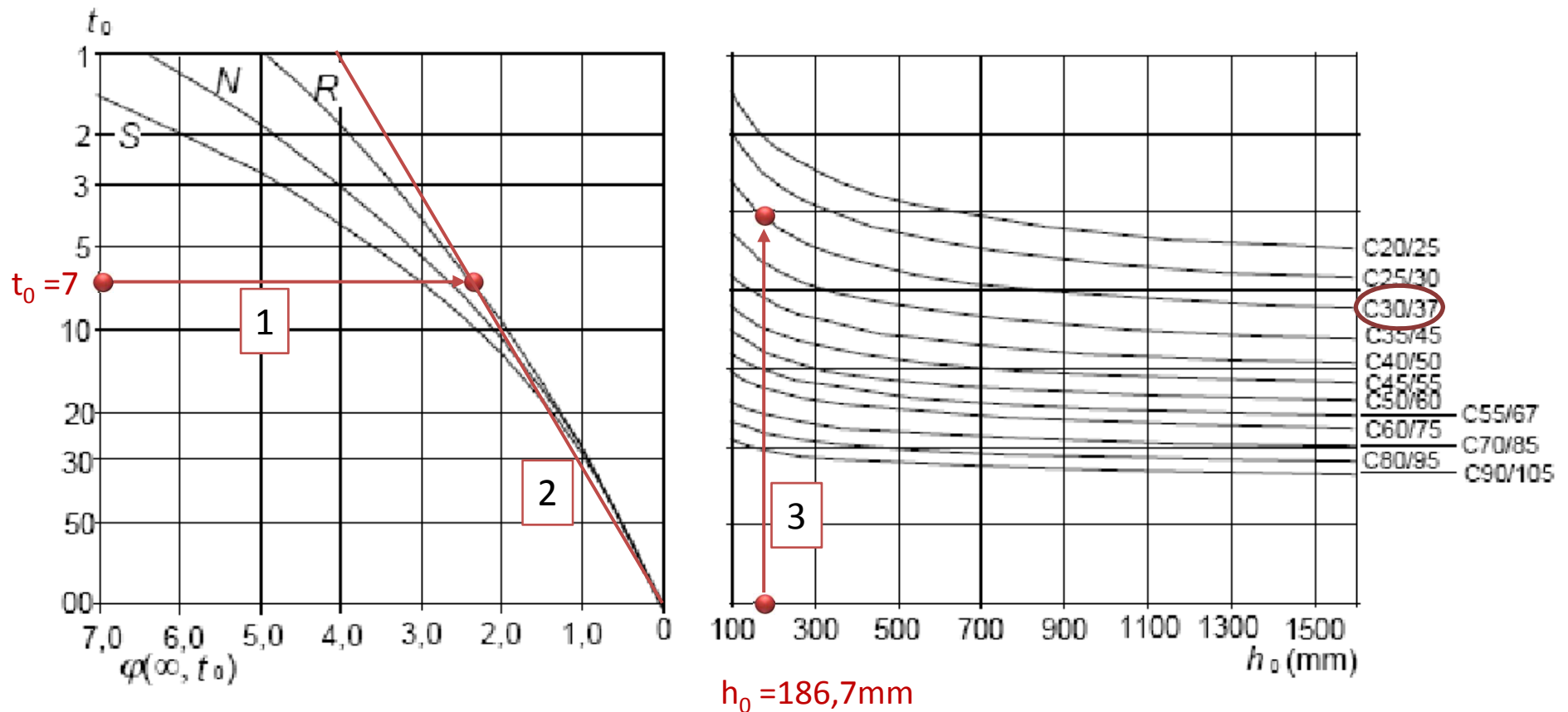


a) Condiții pentru interior – RH = 50%

Determination of creep / Determinarea curgerii lente

Determinarea coeficientului de curgere lentă

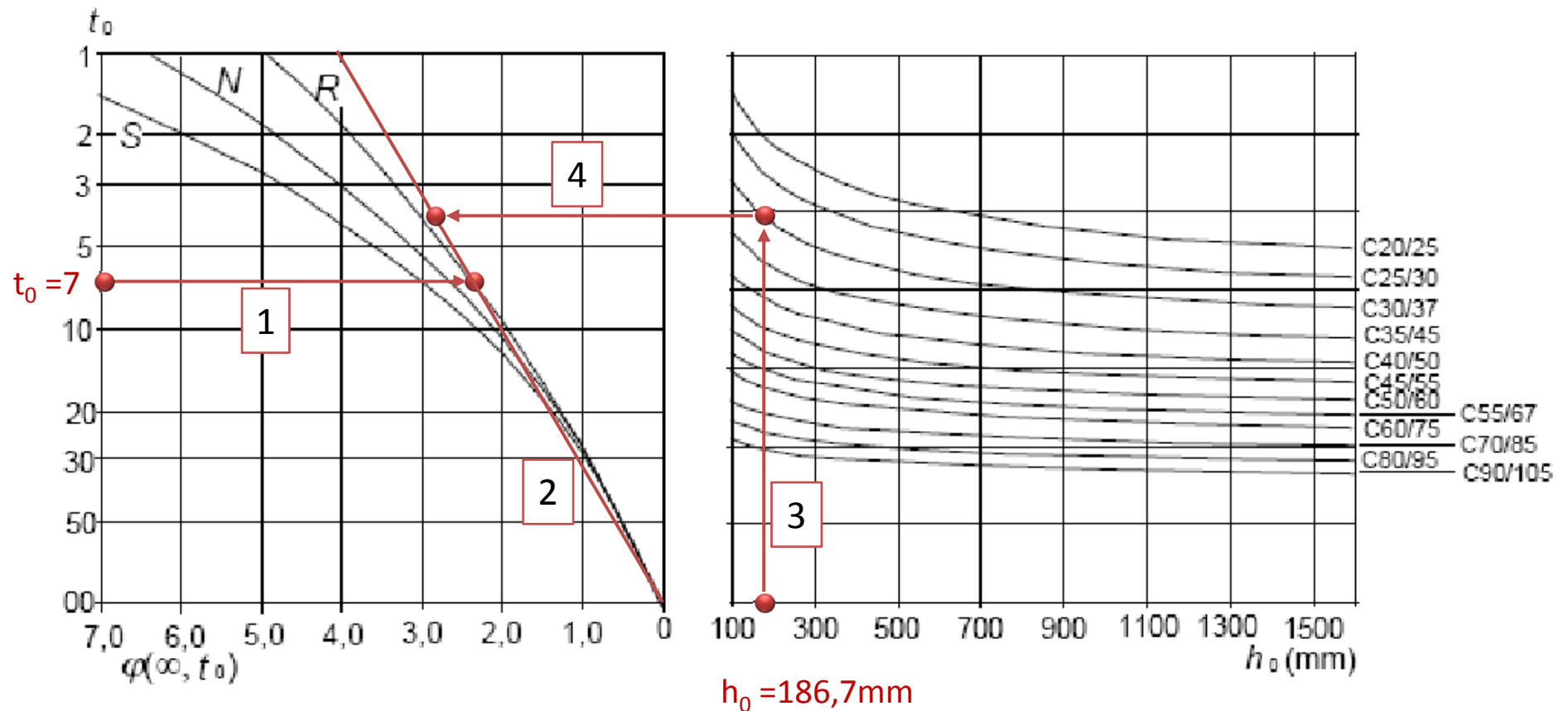
$$h_0 = \frac{2A_c}{u} = \frac{2 \cdot 400 \cdot 350}{2 \cdot (400 + 350)} = 186,7 \text{ mm}$$



a) Condiții pentru interior – RH = 50%

Determination of creep / Determinarea curgerii lente

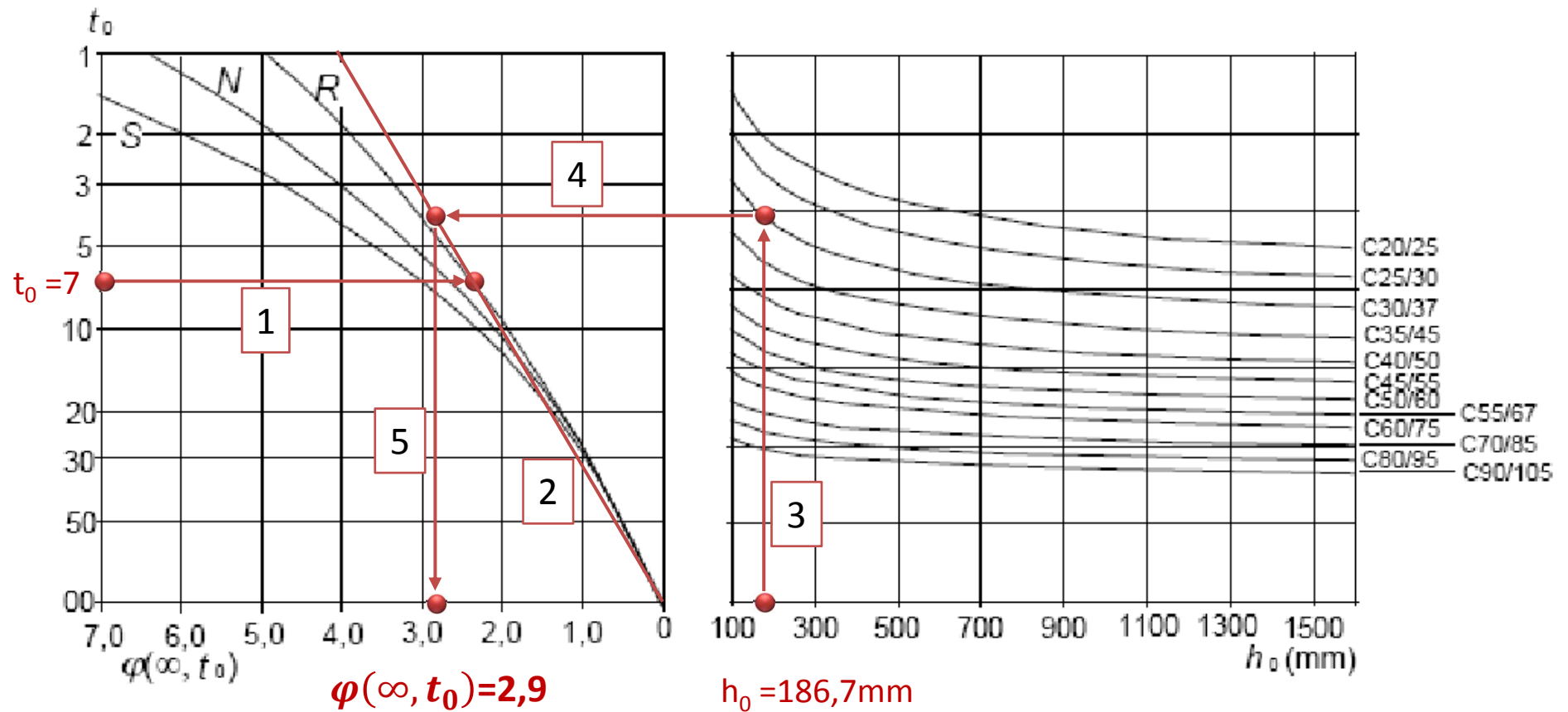
Determinarea coeficientului de curgere lentă



a) Condiții pentru interior – RH = 50%

Determination of creep / Determinarea curgerii lente

Determinarea coeficientului de curgere lentă



a) Condiții pentru interior – RH = 50%

Determination of creep / Determinarea curgerii lente

Valoarea coeficientului de curgere lentă:

$$\varphi(\infty, t_0) = 2,9$$

⇒ **Deformația specifică din curgere lentă**

$$\varepsilon_{cc}(\infty, t_0) = \varphi(\infty, t_0) \cdot \frac{\sigma_c}{1,05 E_{cm}} = 2,9 \cdot \frac{1000 \cdot 10^3}{400 \cdot 350} \frac{1}{1,05 \cdot 33000} = 0,598 \text{ ‰}$$

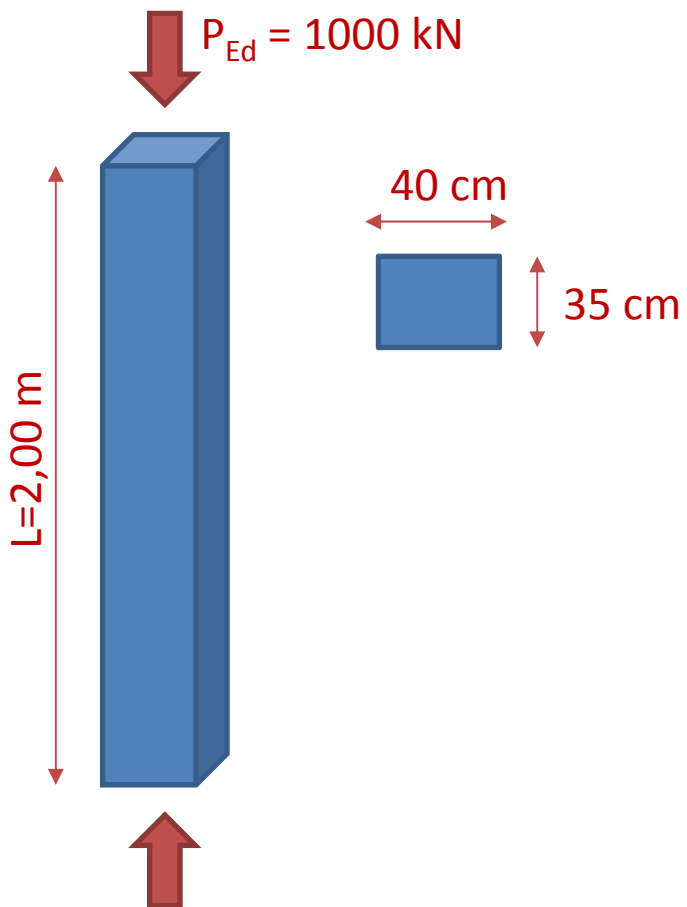
⇒ **Deformația de compresiune din curgere lentă**

$$\Delta L_{cc,\infty} = \varepsilon_{cc}(\infty, t_0) \cdot L = 0,598 \text{ ‰} \cdot 2000 \text{ mm} = 1,196 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{cc,\infty} = \mathbf{1,196 \text{ mm}}$$

Determination of creep / Determinarea curgerii lente

Deformațiile finale din curgerea lentă pentru elementul de beton

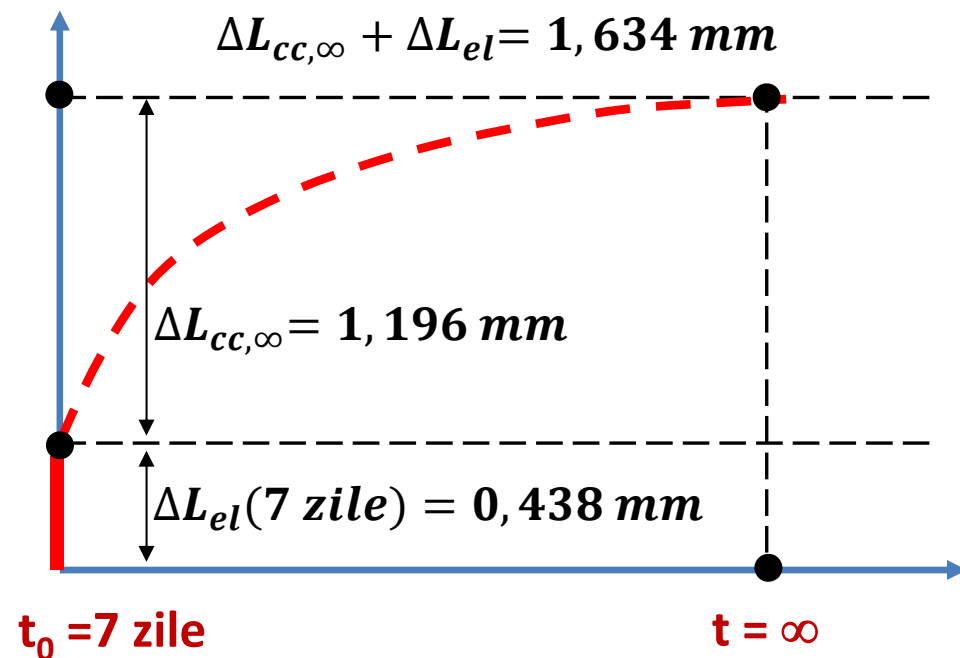


Beton: **C30/37**

Condiții de mediu: Interior RH=50%

Ciment tip: **CEM II 52,5R**

Prima încărcare: $t_0 = 7 \text{ zile}$



P1. DETERMINAREA CURGERII LENTE

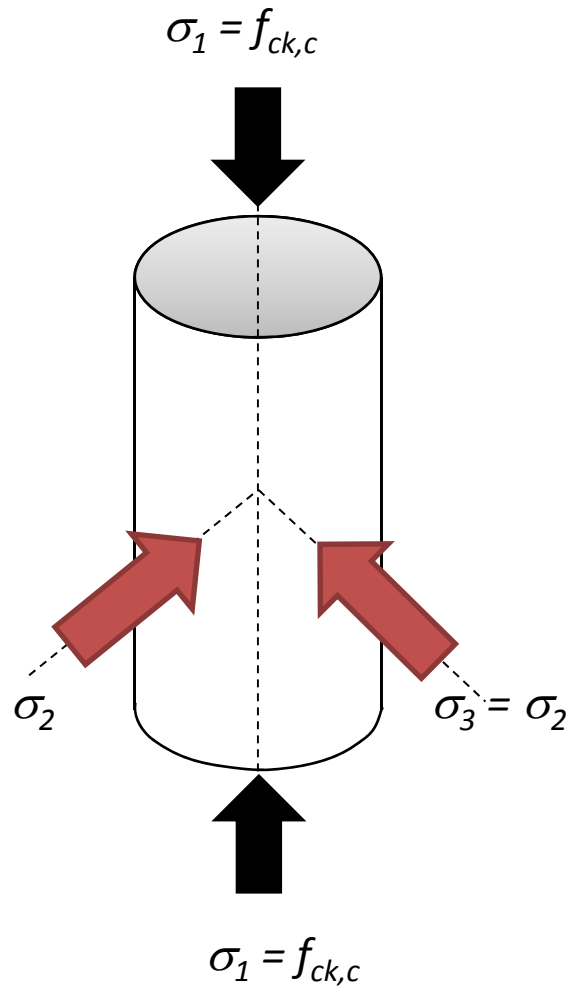
P3. CONTRACȚIA BETONULUI

P2. EFECTUL CONFINĂRII

Design curve of a confined concrete / Curba de comportare pentru beton confinării

Să se determine curba de comportare pentru un beton confinat

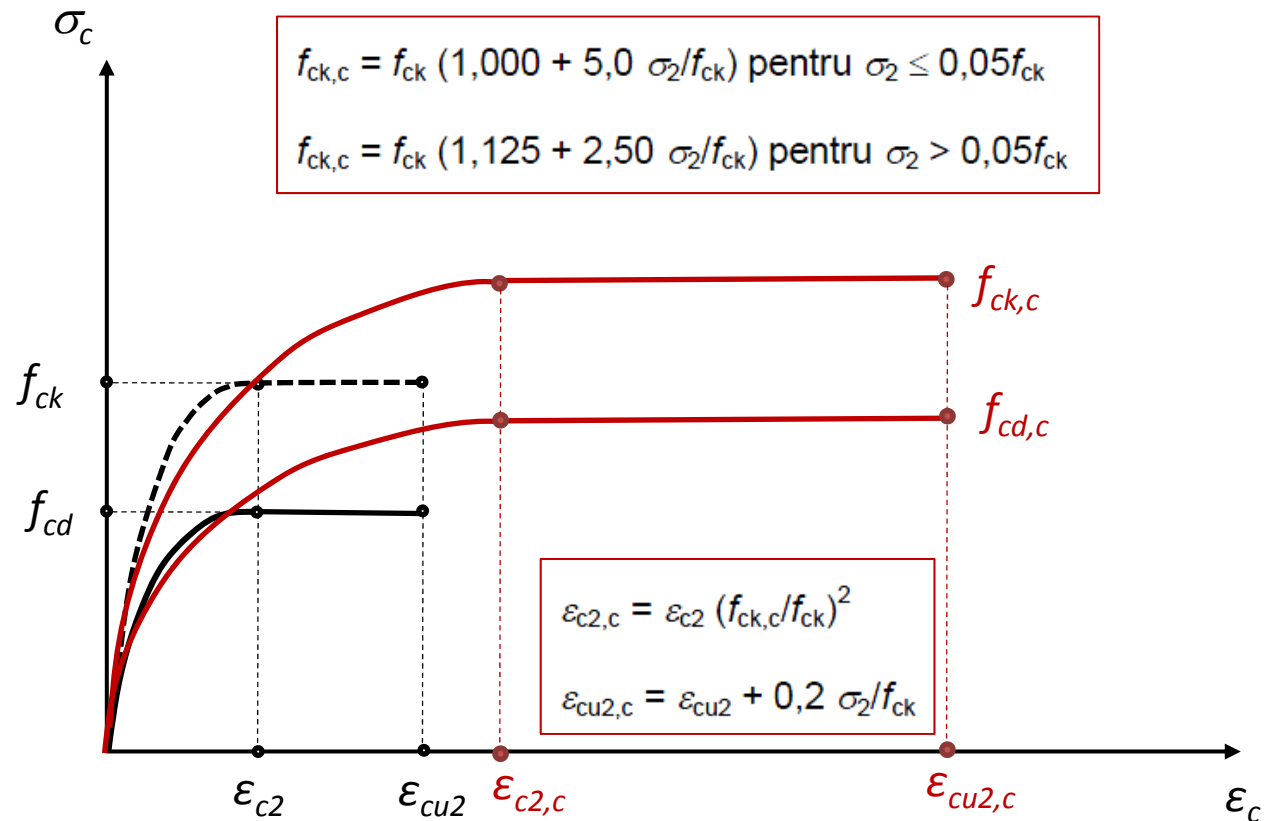
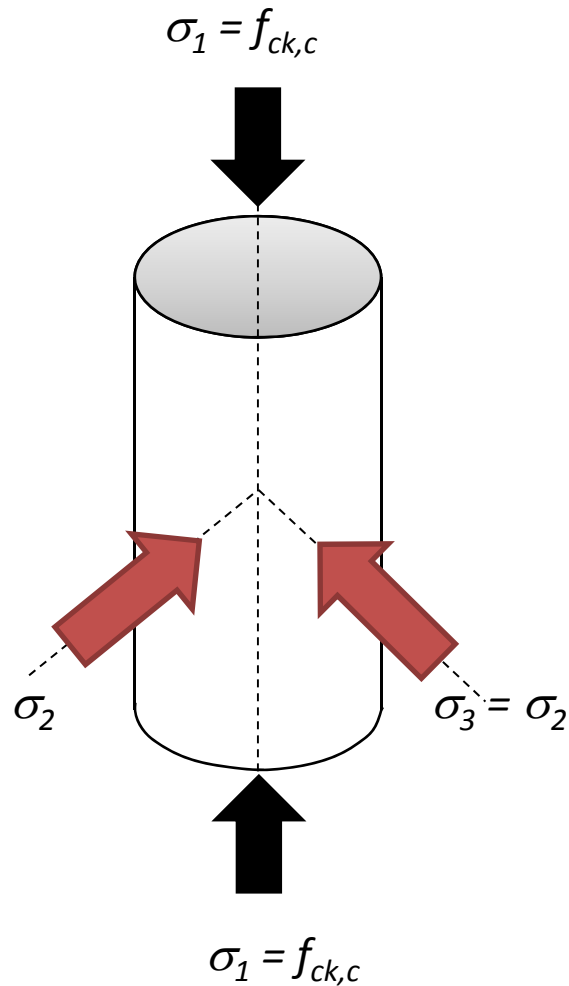
C20/25



Design curve of a confined concrete / Curba de comportare pentru beton confinării

Să se determine curba de comportare pentru un beton confinat

C20/25

(Diagrama $\sigma_c - \epsilon_c$ parabolă-dreptunghi)

Design curve of a confined concrete / Curba de comportare pentru beton confinării

Să se determine curba de comportare pentru un beton confinat

C20/25

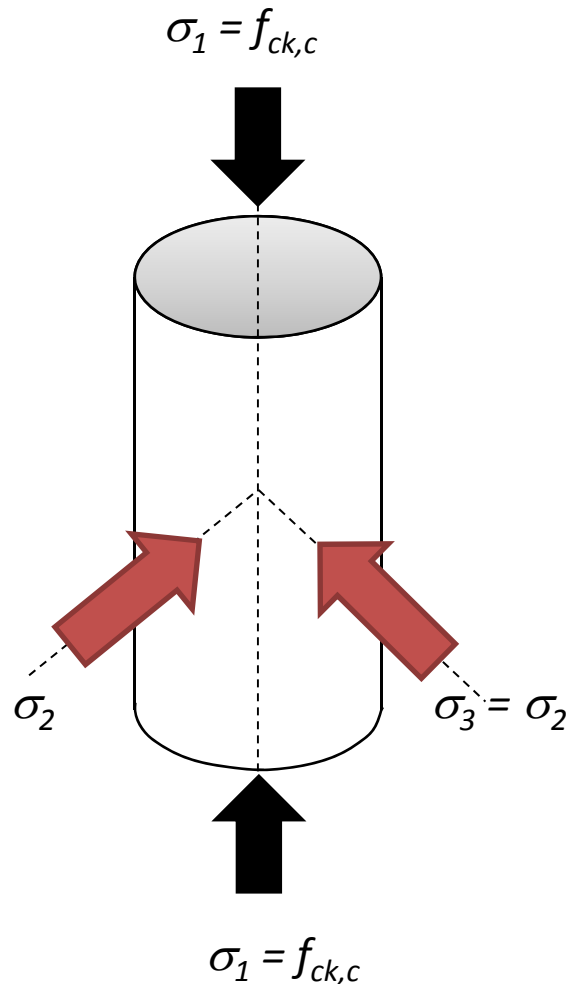
Clase de rezistență pentru beton														Expresii analitice/ Comentarii	
f_{ck} (MPa)	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	
$f_{ck,cube}$ (MPa)	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105	
f_{cm} (MPa)	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98	$f_{cm} = f_{ck} + 8$ (MPa)
f_{ctm} (MPa)	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} \leq C50/60$ $f_{ctm} = 2,12 \cdot \ln(1 + (f_{cm}/10)) > C50/60$
$f_{ck,0,05}$ (MPa)	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	$f_{ck,0,05} = 0,7 \times f_{ctm}$ cuantil 5%
$f_{ck,0,95}$ (MPa)	2,0	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3	5,5	5,7	6,0	6,3	6,6	$f_{ck,0,95} = 1,3 \times f_{ctm}$ cuantil 95%
E_{cm} (GPa)	27	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	41	43	44	$E_{cm} = 22[(f_{cm})/10]^{0,3}$ (f_{cm} în MPa)
ϵ_{c1} (%)	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,25	2,3	2,4	2,45	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8	a se vedea figura 3.2 $\epsilon_{c1} (\%) = 0,7 f_{cm}^{0,31} < 2,8$
ϵ_{cu1} (%)	3,5														a se vedea figura 3.2 pentru $f_{ck} \geq 50$ MPa $\epsilon_{cu1} (\%) = 2,8 + 27[(98 - f_{cm})/100]^4$
ϵ_{c2} (%)	2,0										2,2	2,3	2,4	2,5	a se vedea figura 3.3 pentru $f_{ck} \geq 50$ MPa $\epsilon_{c2} (\%) = 2,0 + 0,085 \times (f_{ck} - 50)^{0,53}$
ϵ_{cu2} (%)	3,5										$3,1 \eta_1$	$2,9 \eta_1$	$2,7 \eta_1$	$2,6 \eta_1$	a se vedea figura 3.3 pentru $f_{ck} \geq 50$ MPa $\epsilon_{cu2} (\%) = 2,6 + 35[(90 - f_{ck})/100]^4$
n	2,0										1,75	1,6	1,45	1,4	pentru $f_{ck} \geq 50$ MPa $n = 1,4 + 23,4[(90 - f_{ck})/100]^4$
ϵ_{c3} (%)	1,75										1,8	1,9	2,0	2,2	a se vedea figura 3.4 pentru $f_{ck} \geq 50$ MPa $\epsilon_{c3} (\%) = 1,75 + 0,55[(f_{ck} - 50)/40]$
ϵ_{cu3} (%)	3,5										$3,1 \eta_1$	$2,9 \eta_1$	$2,7 \eta_1$	$2,6 \eta_1$	a se vedea figura 3.4 pentru $f_{ck} \geq 50$ MPa $\epsilon_{cu3} (\%) = 2,6 + 35[(90 - f_{ck})/100]^4$

Design curve of a confined concrete / Curba de comportare pentru beton confinării

Să se determine curba de comportare pentru un beton confinat

C20/25

$$\sigma_2 = 0,02f_{ck}$$



$$f_{ck,c} = f_{ck} (1,000 + 5,0 \sigma_2/f_{ck}) \text{ pentru } \sigma_2 \leq 0,05f_{ck}$$

$$f_{ck,c} = f_{ck} (1,125 + 2,50 \sigma_2/f_{ck}) \text{ pentru } \sigma_2 > 0,05f_{ck}$$

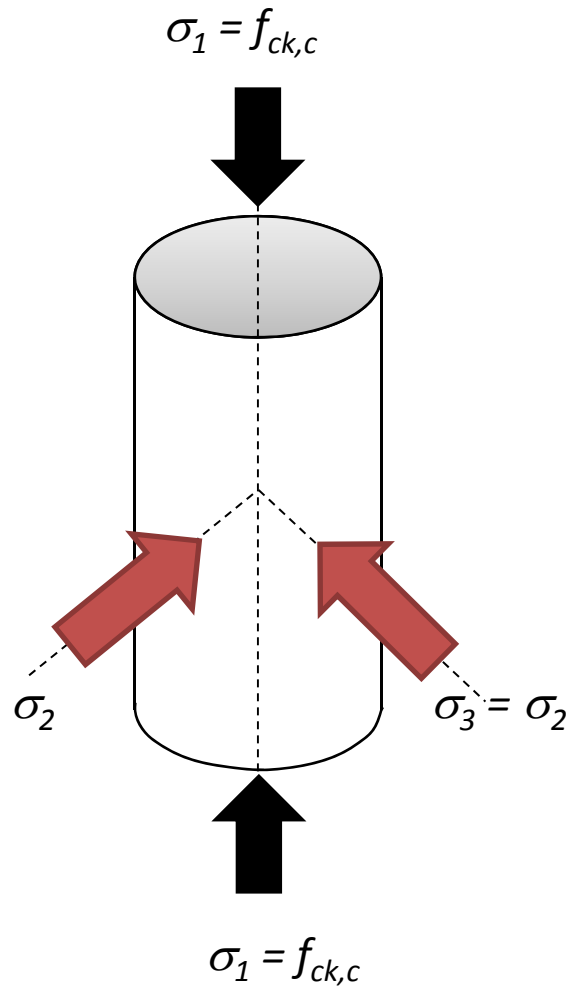
$$\sigma_2 = 0,02f_{ck} = 0,4 \text{ N/mm}^2 < 0,05f_{ck} = 1,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ck,c} = f_{ck} \cdot \left(1,00 + 5,0 \cdot \frac{\sigma_2}{f_{ck}} \right) = 20 \cdot \left(1,00 + 5,0 \cdot \frac{0,4}{20} \right)$$

$$f_{ck,c} = 22 \text{ N/mm}^2$$

Design curve of a confined concrete / Curba de comportare pentru beton confinării

Să se determine curba de comportare pentru un beton confinat

C20/25

$$\varepsilon_{c2,c} = \varepsilon_{c2} \left(\frac{f_{ck,c}}{f_{ck}} \right)^2$$

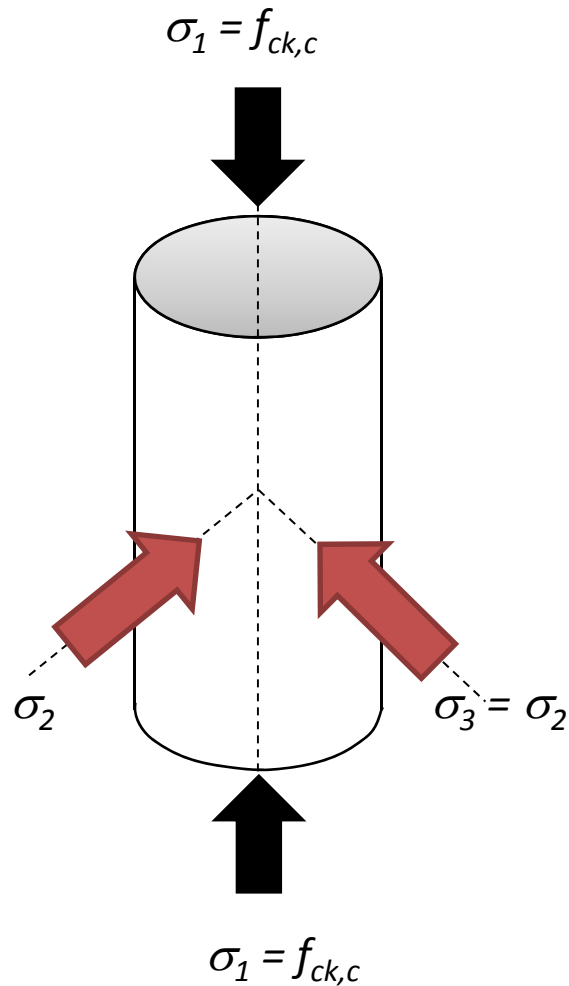
$$\varepsilon_{cu2,c} = \varepsilon_{cu2} + 0,2 \frac{\sigma_2}{f_{ck}}$$

$$\varepsilon_{c2,c} = \varepsilon_{c2} \left(\frac{f_{ck,c}}{f_{ck}} \right)^2 = 2,00\text{‰} \cdot \left(\frac{22}{20} \right)^2$$

$$\varepsilon_{c2,c} = 2,42\text{‰}$$

Design curve of a confined concrete / Curba de comportare pentru beton confinării

Să se determine curba de comportare pentru un beton confinat

C20/25

$$\varepsilon_{c2,c} = \varepsilon_{c2} \left(\frac{f_{ck,c}}{f_{ck}} \right)^2$$

$$\varepsilon_{cu2,c} = \varepsilon_{cu2} + 0,2 \frac{\sigma_2}{f_{ck}}$$

$$\varepsilon_{c2,c} = \varepsilon_{c2} \left(\frac{f_{ck,c}}{f_{ck}} \right)^2 = 2,00\text{‰} \cdot \left(\frac{33}{30} \right)^2$$

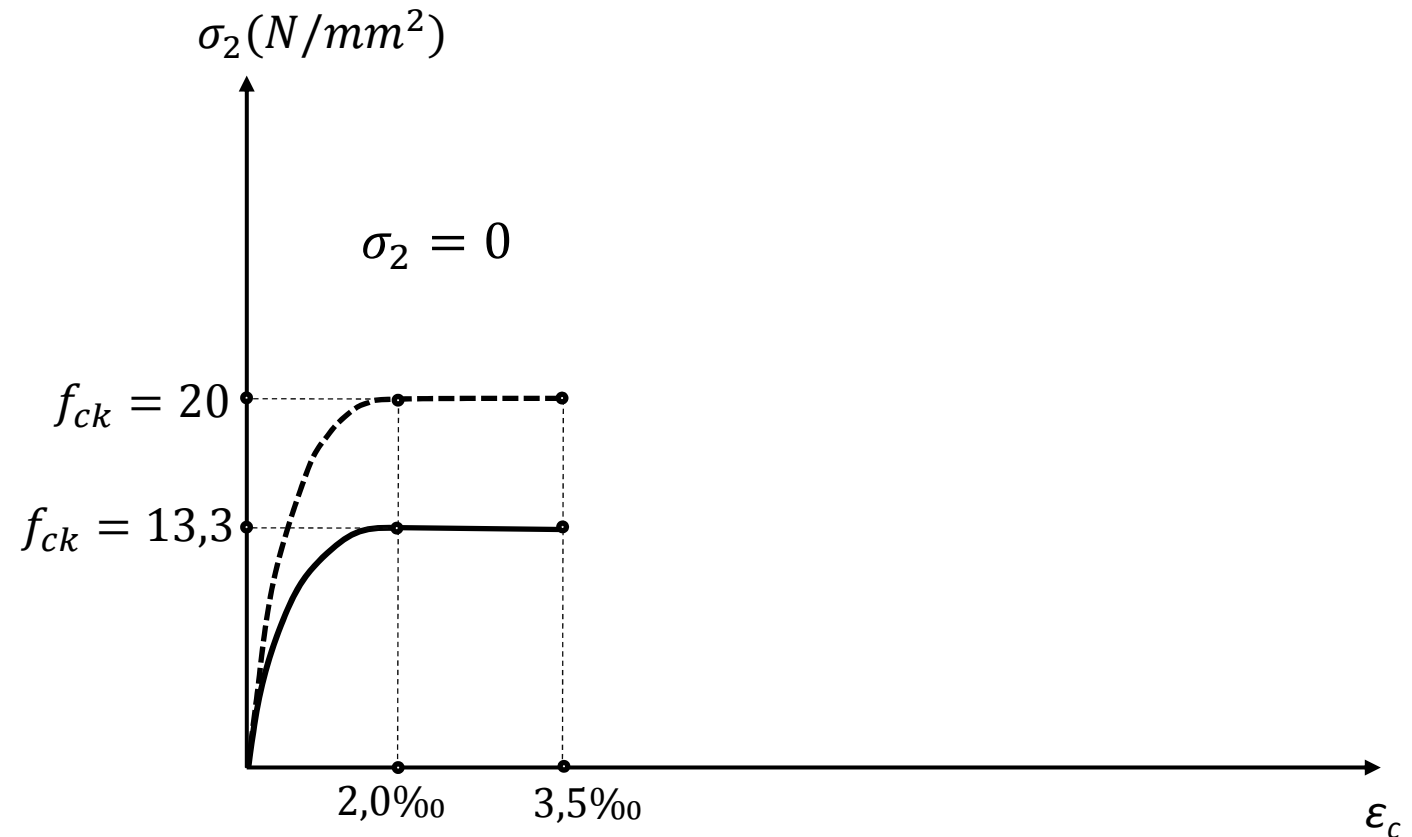
$$\varepsilon_{c2,c} = 2,42\text{‰}$$

$$\varepsilon_{cu2,c} = \varepsilon_{cu2} + 0,2 \frac{\sigma_2}{f_{ck}} = 3,50\text{‰} + 0,2 \cdot \frac{0,4}{20}$$

$$\varepsilon_{cu2,c} = 7,50\text{‰}$$

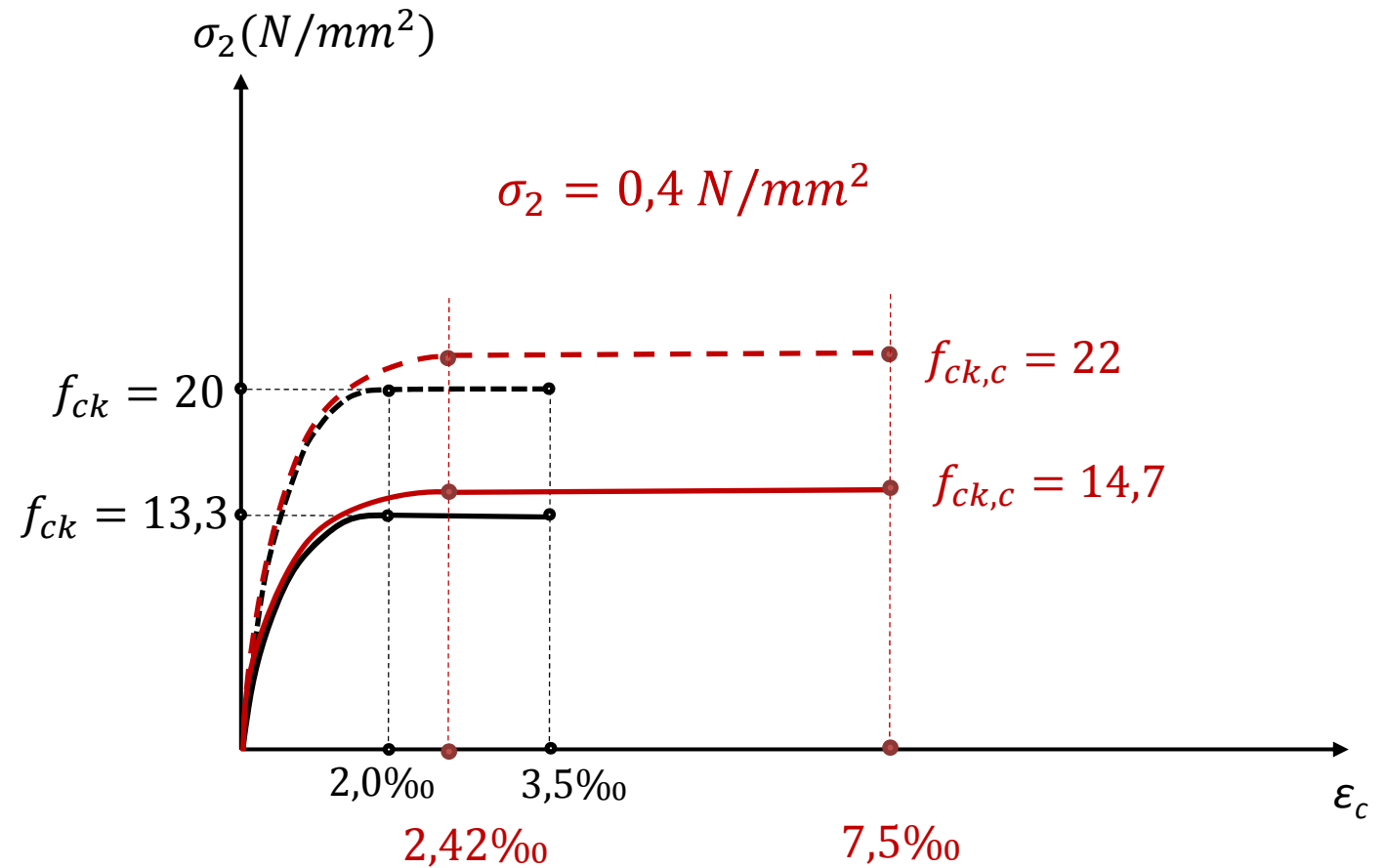
Design curve of a confined concrete / Curba de comportare pentru beton confinării

Să se determine curba de comportare pentru un beton confinat

C20/25*(Diagrama $\sigma_c - \epsilon_c$ parabolă-dreptunghi)*

Design curve of a confined concrete / Curba de comportare pentru beton confinării

Să se determine curba de comportare pentru un beton confinat

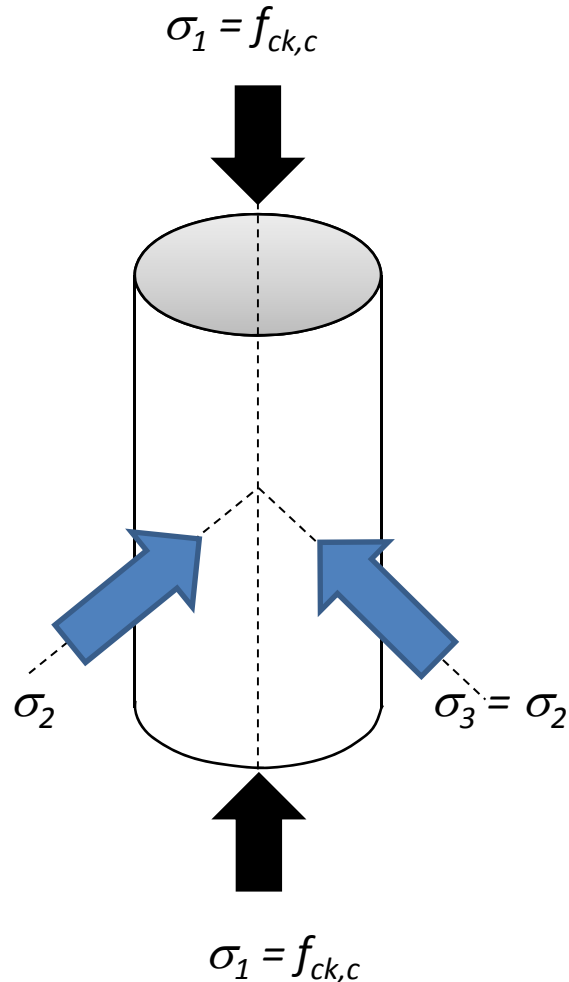
C20/25(Diagrama $\sigma_c - \epsilon_c$ parabolă-dreptunghi)

Design curve of a confined concrete / Curba de comportare pentru beton confinării

Să se determine curba de comportare pentru un beton confinat

C20/25

$$\sigma_2 = 0,1f_{ck}$$



$$f_{ck,c} = f_{ck} (1,000 + 5,0 \frac{\sigma_2}{f_{ck}}) \text{ pentru } \sigma_2 \leq 0,05f_{ck}$$

$$f_{ck,c} = f_{ck} (1,125 + 2,50 \frac{\sigma_2}{f_{ck}}) \text{ pentru } \sigma_2 > 0,05f_{ck}$$

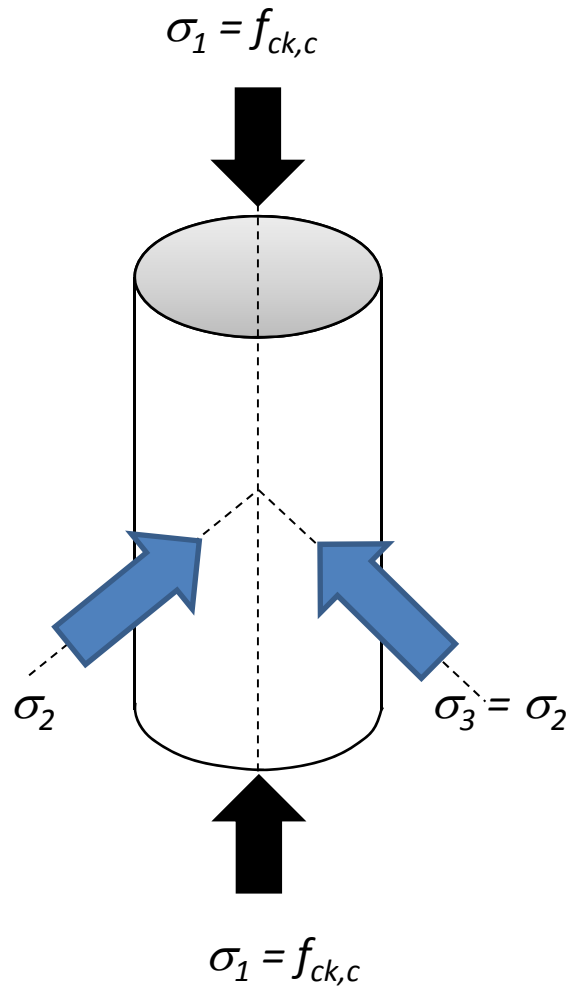
$$\sigma_2 = 0,1f_{ck} = 2 \text{ N/mm}^2 > 0,05f_{ck} = 1,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ck,c} = f_{ck} \cdot \left(1,125 + 2,50 \cdot \frac{\sigma_2}{f_{ck}} \right) = 20 \left(1,125 + 2,50 \frac{2}{20} \right)$$

$$f_{ck,c} = 27,5 \text{ N/mm}^2$$

Design curve of a confined concrete / Curba de comportare pentru beton confinării

Să se determine curba de comportare pentru un beton confinat

C20/25

$$\varepsilon_{c2,c} = \varepsilon_{c2} \left(\frac{f_{ck,c}}{f_{ck}} \right)^2$$

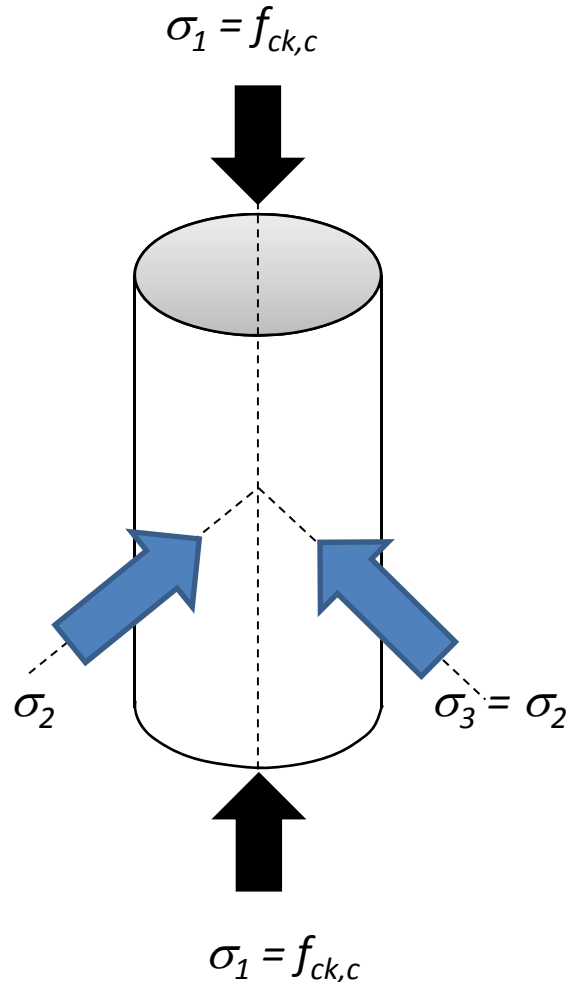
$$\varepsilon_{cu2,c} = \varepsilon_{cu2} + 0,2 \frac{\sigma_2}{f_{ck}}$$

$$\varepsilon_{c2,c} = \varepsilon_{c2} \left(\frac{f_{ck,c}}{f_{ck}} \right)^2 = 2,00\% \cdot \left(\frac{27,5}{20} \right)^2$$

$$\varepsilon_{c2,c} = 3,78\%$$

Design curve of a confined concrete / Curba de comportare pentru beton confinării

Să se determine curba de comportare pentru un beton confinat

C20/25

$$\varepsilon_{c2,c} = \varepsilon_{c2} \left(\frac{f_{ck,c}}{f_{ck}} \right)^2$$

$$\varepsilon_{cu2,c} = \varepsilon_{cu2} + 0,2 \frac{\sigma_2}{f_{ck}}$$

$$\varepsilon_{c2,c} = \varepsilon_{c2} \left(\frac{f_{ck,c}}{f_{ck}} \right)^2 = 2,00\% \cdot \left(\frac{27,5}{20} \right)^2$$

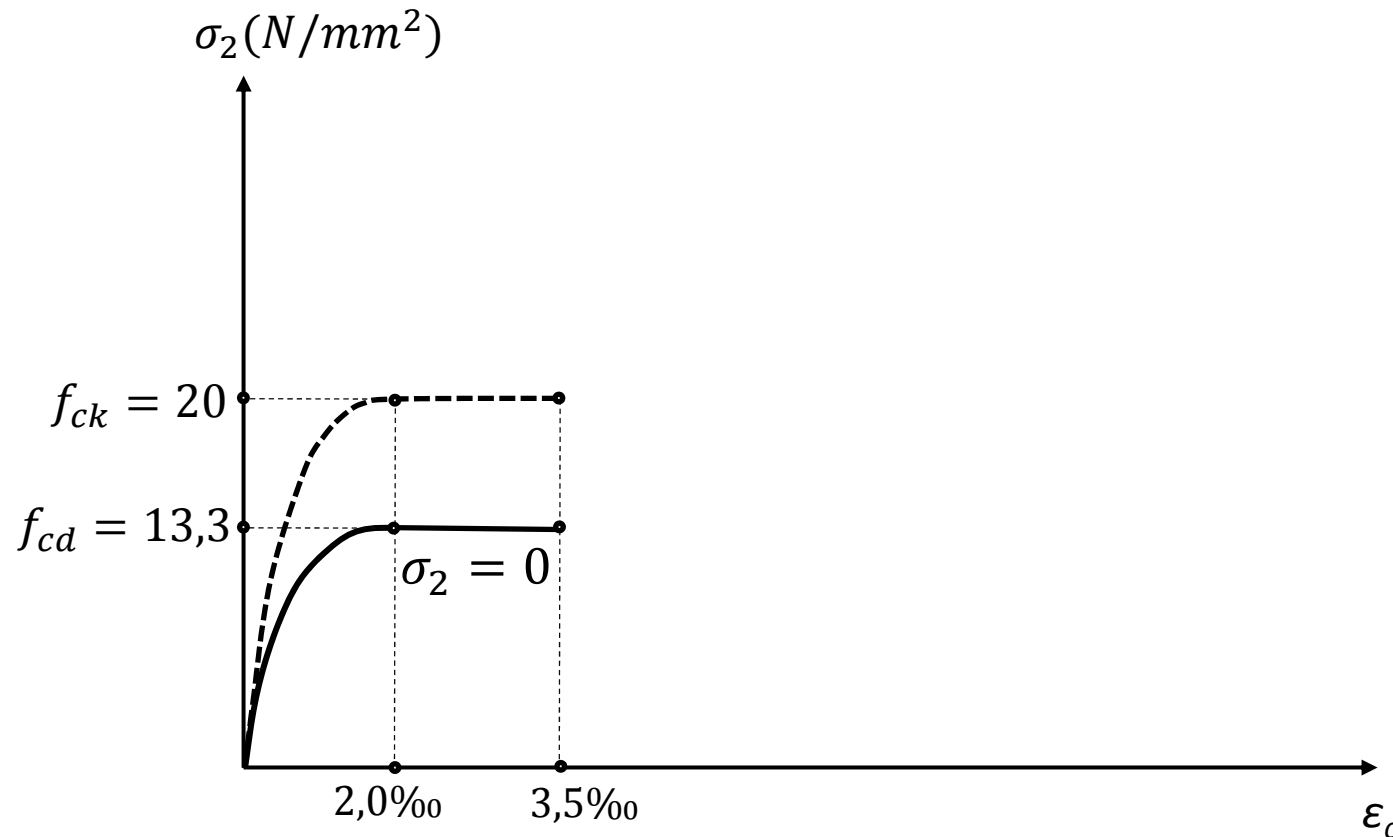
$$\varepsilon_{c2,c} = 3,78\%$$

$$\varepsilon_{cu2,c} = \varepsilon_{cu2} + 0,2 \frac{\sigma_2}{f_{ck}} = 3,50\% + 0,2 \cdot \frac{2}{20}$$

$$\varepsilon_{cu2,c} = 23,50\%$$

Design curve of a confined concrete / Curba de comportare pentru beton confinării

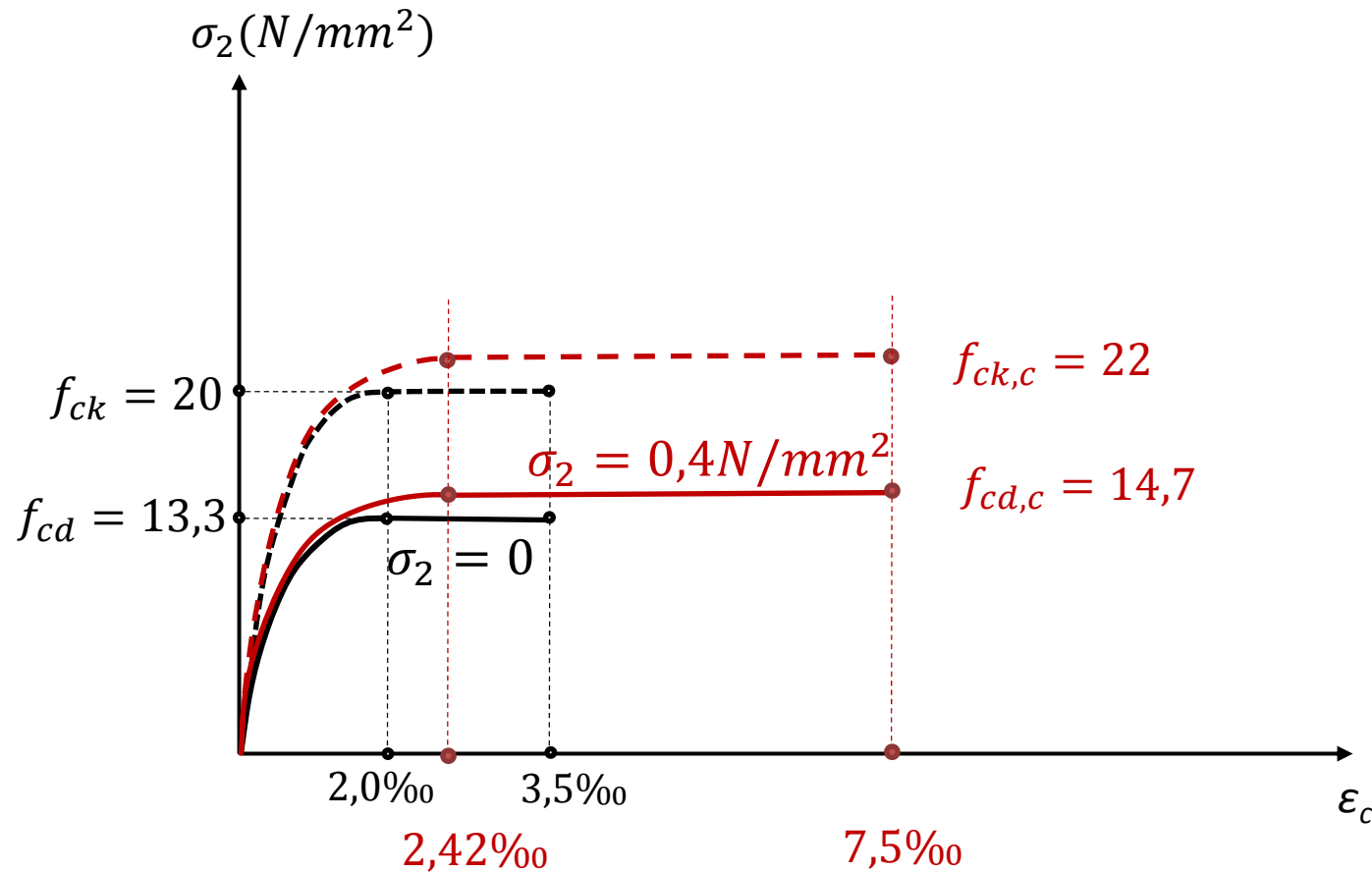
Să se determine curba de comportare pentru un beton confinat

C20/25*(Diagrama $\sigma_c - \epsilon_c$ parabolă-dreptunghi)*

Design curve of a confined concrete / Curba de comportare pentru beton confinării

Să se determine curba de comportare pentru un beton confinat

C20/25



Design curve of a confined concrete / Curba de comportare pentru beton confinării

Să se determine curba de comportare pentru un beton confinat **C20/25**

