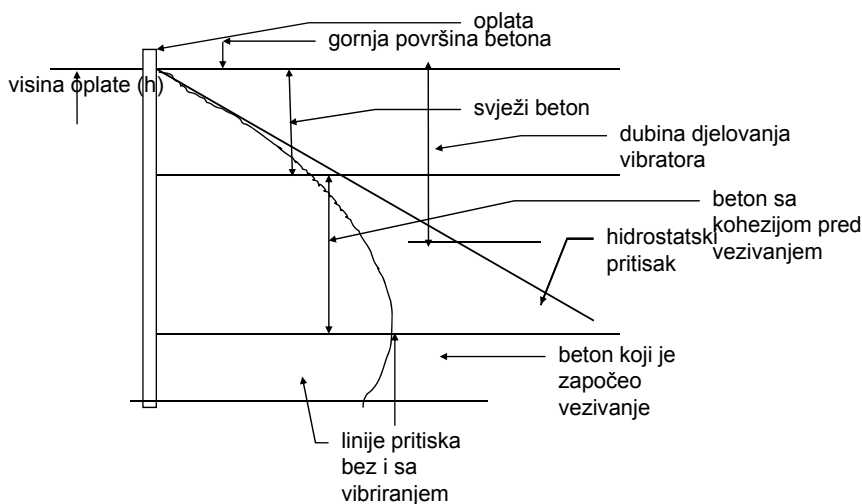


Pritisak betona na oplatu

- Beton koji se ugrađuje u oplatu djeluje na okolinu svojom masom. Pri tome se ovisno o vrsti oplata, visini ugrađivanja i vrsti betona javlja pritisak koji se mora savladati konstrukcijom oplata kako ne bi došlo do njezine deformacije. Svakako da veličina pritiska betona na bočne strane vertikalne oplata ovise jedino o visini stupca ugrađenog betona, a ne o širini oplata tj debljini zida ili stupa koji se izrađuje.

Bočni ili horizontalni pritisak betona na vertikalne zidove složenog je karaktera. Ovaj utjecaj je vezan na tri stanja ili faze u kojima se nalazi beton koji se ugrađuje ili se već nalazi unutar oplatnih površina. Ove faze koje direktno utječu na veličinu pritiska betona su:

- **svježi beton koji ima određen ali promjenjivi kut unutrašnjeg trenja**
- **beton koji je već ugrađen i nalazi se neposredno pred vezivanjem (ima određenu koheziju)**
- **beton koji je vezao (beton koji je postigao početne čvrstoće)**



- Ove tri faze betona po visini oplata prikazane su na slici . Debljine slojeva ovise o brzini punjenja (**v**) oplata svježom betonskom masom. Ako je **Q** (m^3/h) količina betona koja se doprema u oplatu, a **F** (m^2) površina presjeka koji se betonira onda je brzina punjenja oplata **v = Q / F** (m/h).
- Ako je kut unutrašnjeg trenja u svježoj betonskoj masi ρ (ovisan o konzistenciji betona), i ako se zanemari trenje između betona i oplata, onda je bočni pritisak na oplatu:

- **$P = h \gamma \operatorname{tg}^2 (45^\circ - \rho / 2)$ kN/ m²**
- gdje je :
- **P** = horizontalni pritisak betonske mase po jedinici površine
- γ = zapreminska masa betona
- **h** = visina svježeg betona u oplati
- ρ = kut unutrašnjeg trenja u svježem betonu

- Moguća stanja betonske mase tijekom ugrađivanja diferenciraju pritisak betona na oplatu. Tako u zoni svježeg betona, tj. u zoni koja se ugrađuje, pritisak (**P**) se pojavljuje u punoj veličini. Povećanjem visine oplata (**h**) tj. kod ugrađivanja u slojevima i napredovanjem radova u oplati se pojavljuje sloj betona koji je zbijen (ugrađen). U tom sloju se pritisak betona smanjuje jer postoji određena kohezija unutar betonske mase.

- U sloju betona koji je ugrađen, gdje je počela faza očvršćavanja, pritisak betona prestaje i teži prema nuli. To ne znači da između oplata i betona nema sile pritiska . Elastične deformacije oplata koje se pojavljuju za vrijeme djelovanja svježeg betonske mase ne vraćaju se nakon stvrdnjavanja betona u oplati, te se tako pojavljuje negativan pritisak oplata na beton.(pasivan pritisak).

- Veličina pritiska betona može varirati i u dijelu gdje se ugrađuje ovisno o načinu ugradnje. U slučaju ručne ugradnje betona svježje betonske mase $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$, visine sloja betona h i $\rho = 17,5^\circ$ pa je:

$$P = 24 h \text{ tg}^2(45^\circ - 17,5^\circ / 2) = 13 h (\text{kN/m}^2)$$

- Ovaj pritisak je za 30% veći od hidrostatskog pritiska vode. U slučaju da se beton ugrađuje vibriranjem, kut unutrašnjeg trenja ρ poprima vrijednost nula (vibriranjem dolazi do zaplivavanja čestica agregata i betonska masa se ponaša kao tekućina) i izraz za pritisak poprima vrijednost:
- $P = \gamma h \text{ tg}^2 (45^\circ - 0 / 2) = \gamma h = 24 h (\text{kN/ m}^2)$

- Ovaj izraz pokazuje da je pritisak betona na oplatu kod vibriranog betona skoro dva puta veći nego kod betona koji se ručno ugrađuje.
- To znači da je vrijednost pritiska direktno vezana za visinu betonske mase unutar oplata. Uz $\gamma = 24 \text{ kN/ m}^3$ i uz maksimalnu brzinu punjenja oplata od $2,65 \text{ m / h}$ (puna visina oplata zidova u stanogradnji) bočni pritisak betona može poprimiti vrijednost od :

$$P = 24 \times 2,65 = 63,60 \text{ kN / m}^2$$

- U praksi je uobičajena brzina punjenja oplata betonom od 1 do 2 m / sat što znači da oplata treba biti dimenzionirana za ručno ugrađivanje na maksimalni pritisak:
 - $P_{\max} = 13 - 26 \text{ kN / m}^2$ i
 - za ugrađivanje pervibratorima na
 - $P_{\max} = 24 - 48 \text{ kN / m}^2$

- Kao što je već rečeno uslijed pritiska betona dolazi u oplati do elastičnih deformacija. Kada je beton počeo vezivanje elastične deformacije se mogu samo djelomično vratiti jer se u betonu povećava sila kohezije, povećava se kut unutrašnjeg trenja i pojavljuje se otpor povratku deformacija, tj. pojavljuje se pasivan otpor betona. Njegova vrijednost je:
 - $P' = \gamma h \operatorname{tg}^2 (45^\circ + \rho / 2)$
 - pa je za beton iz prethodnog slučaja
 - $P' = 46 h \text{ (kN/ m}^2 \text{)}$

- Sve ovo pokazuje da se prilikom izračuna oplata, horizontalni pritisak svježje betonske mase pri uobičajenim brzinama punjenja oplata betonom od 1,0 m/ sat i za ugrađivanje vibriranjem, treba uzimati sa linearnim povećanjem pritiska i sa $P = 24 \text{ kN / m}^2$ za beton sa $\gamma = 24 \text{ kN/ m}^3$.

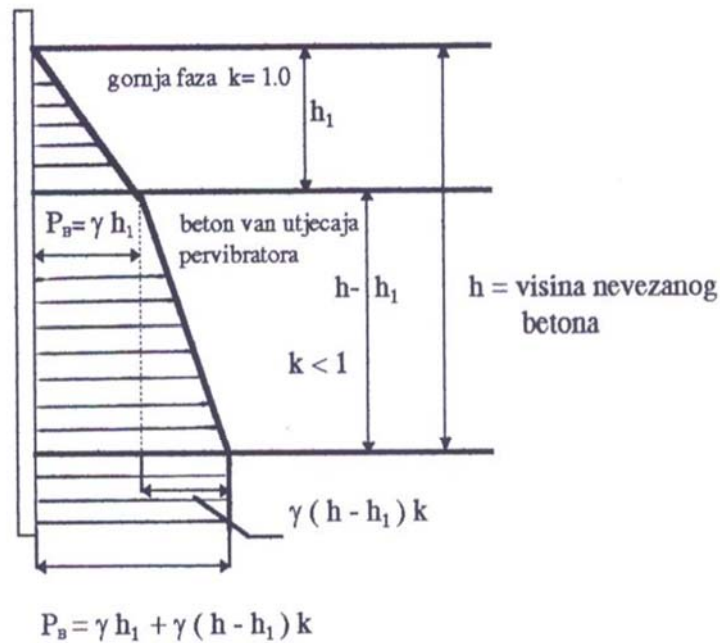


Slika 26.

- Na pritisak betona osim načina ugrađivanja (ručno ili strojno) utječu i neki drugi parametri kao što su:
 - - **sastav betona, odnosno granulometrijski sastav i vodocementni faktor,**
 - - **kvaliteta cementa tj. početak vremena vezivanja i brzina vezivanja**
 - - **vrsta i konstrukcija oplata pri čemu se misli na vrstu materijala, ravnost površina i**
 - **vodonepropusnost oplata.**

- - brzina punjenja oplate betonom - veća brzina punjenja oplate daje veći prirast pritiska
- - temperatura betona - veća temperatura daje manji pritisak (pritisak betona od 21° C iznosi
- 75% od pritiska betona temperature 10 ° C.
- - debljina presjeka zida - deblji zid daje manji pritisak betona na oplatu
- - gustoća armature – gušća armatura smanjuje pritisak betona na oplatu

- Prema standardima pritisak betona se određuje prema dijagramu na slici , gdje se razlikuju tri zone:
- Prva zona, gdje se beton ponaša kao tekućina i nalazi se u fazi ugrađivanja. Računa sa sa punim hidrostatskim pritiskom i koeficijentom pritiska $k = 1.0$.
- Druga zona, gdje je završeno ugrađivanje, beton ima određenu koheziju ali se naknadnim vibriranjem može dovesti u tekuće stanje i uzima se koeficijent pritiska $k < 1.0$.
- Treća zona gdje je započet proces vezivanja betona i javlja se pasivan tlak , koeficijent pritiska $k < 1.0$.



- Koeficijent pritiska k ovisi o kutu unutrašnjeg trenja ρ svježeg betona i kutu trenja β između betona i oplatne površine. Ovi kutevi imaju slijedeće vrijednosti:
-
- $\rho = 50^\circ$ za beton koji se naknadno vibrira
- $\rho = 30^\circ$ za plastični beton
- $\rho = 20^\circ$ za lijevani beton koji se ne može više zbijati
- $\rho = 0^\circ$ za beton u trenutku vibriranja
- $\beta \leq 25^\circ$ za grubo piljenu dasku
- $\beta = 20^\circ$ za blanjanu dasku
- $\beta = 18^\circ$ za oplatu presvučenu plastičnim masama ili premazom
- $\beta = 16^\circ$ za tvornički izrađene oplate s umjetnim premazima

S ovim vrijednostima kuteva ρ i β koeficijent pritiska k poprima slijedeće vrijednosti:

	Koeficijent pritiska (k)		
	$\rho = 20^\circ$	$\rho = 30^\circ$	$\rho = 50^\circ$
$\beta = 20^\circ$	0,42	0,30	0,13
$\beta = 18^\circ$	0,43	0,30	0,13
$\beta = 16^\circ$	0,44	0,30	0,13

Tablica 2.

- Ako se uvedu oznake gdje su :
- h = visina oplata tj. visina nevezanog betona u oplati ili visina punjenja oplata betonom (m)
- h_1 = debljina sloja betona koji se ugrađuje, tj. visina sloja betona na kojoj se osjeća utjecaj pervibratora. (Obično se uzima visina do najviše 1,0 metar.)
- γ = zapreminska masa svježeg betona , (uzima se obično 2,4 t / m³)
- k = koeficijent pritiska betona s vrijednostima iz tablice
- α = kut nagiba zida oplata prema horizontali

- onda se pritisak betona na oplatu može izračunati prema izrazu:

- $P = \gamma * h * k * \sin \alpha$

za ručno ugrađivanje betona i

- $P = \gamma * [h_1 * 1,0 + (h - h_1) * k] * \sin \alpha$

za strojno ugrađivane betona

- U slučaju okomitosti oplata , što je i najčešći slučaj kod izgradnje zidova objekata visokogradnje kut α poprima vrijednost od 90° i vrijednost $\sin \alpha = 1$ tako da se za okomite zidove pritisak betona može računati prema izrazu:

- $P = \gamma * h * k$

za ručno ugrađivanje betona i

- $P = \gamma * [h_1 * 1,0 + (h - h_1) * k]$

za strojno ugrađivane betona

Računanje pritiska betona na ovaj način daje potpuno zadovoljavajuće rezultate, iako postoji cijeli niz načina i izračuna koji daju manje više slične podatke. (tablica 3).

Vibrirani beton i glatka oplata $k = 0,13$

	$h_1 = 0,5 \text{ m}$	$h_2 = 0,75 \text{ m}$	$h_3 = 1,0 \text{ m}$
$h \text{ (m)}$	$P = \text{kN/m}^2$	$P = \text{kN/m}^2$	$P = \text{kN/m}^2$
0,50	12,52		
0,75	13,35	18,75	
1,00	14,15	19,55	25,00
2,00	17,45	22,80	28,25
2,50	19,02	24,42	29,87
2,60	19,35	24,75	30,20
3,00	20,65	26,05	31,50

Tablica 3.