

Theorie: Beton – Verankering van betonstaal

Verankeren en verlengen van betonstaal

Basisverankeringslengte l_{v0}

De krachten die het beton en de wapening op elkaar uitoefenen moet worden opgenomen zonder dat de wapening wordt losgetrokken.

De trekstang dient goed in of achter de drukboog te worden verankerd.

Aanhechtkrachten strekken zich uit over de overdrachtslengte l_0

De overdrachtslengte waarborgt dat de spanning in het staal geleidelijk op het beton wordt overgebracht.

De berekende verankeringslengte moet groter of gelijk zijn aan de overdrachtslengte
 $l_v \geq l_0$

Formule

$$H = l_v * \pi * \varnothing_k * f_d \text{ (de aanhechtkracht)}$$

$$A_s = \frac{1}{4} * \pi * \varnothing_k^2$$

$$N_s = A_s * f_s$$

Voor het horizontaal evenwicht geldt:

$$H = N_s$$

$$l_v * \pi * \varnothing_k * f_d = \frac{1}{4} * \pi * \varnothing_k^2 * f_s$$

$$l_v = \frac{1}{4} * \varnothing_k * f_s / f_d \text{ (verankeringslengte)}$$

De aanhechtsterkte wordt bepaald door:

- het al dan niet geribt zijn van de wapeningstaaf
- de kenmiddellijn van de te verankeren staaf
- de plaats van de wapening in de betonconstructie
- de betondekking op de staaf
- de sterkteklasse van beton

De basisverankeringslengte

In beschouwing van bovenstaande factoren:

$$l_{v0} = \alpha_1 * \varnothing_k * f_s / \sqrt{f_b}$$

$$\alpha_1 = 0.40(1 - 0.1 * c/\varnothing_k) < 0.24 \quad \text{voor geribd staal}$$

$$\alpha_1 = 0.80(1 - 0.1 * c/\varnothing_k) < 0.48 \quad \text{voor glad staal}$$

(< : mag geen kleinere waarde worden aangehouden dan)

Een grotere dekking c dan $4\varnothing_k$ heeft geen invloed meer op de verankeringslengte.
(buiten een straal van $4\varnothing_k$ zijn geen aanhechtspanningen meer aanwezig)

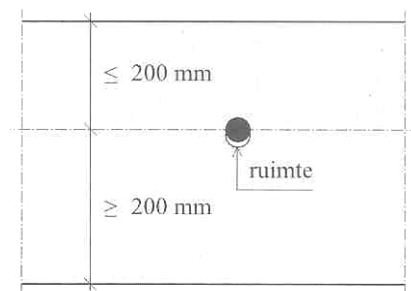
Tabel basisverankeringslengte

sterkteklasse	geribd staal				glad staal	
	FeB 500		FeB 400		FeB 220	
	$c/\varnothing_k = 1$	$c/\varnothing_k = 4$	$c/\varnothing_k = 1$	$c/\varnothing_k = 4$	$c/\varnothing_k = 1$	$c/\varnothing_k = 4$
B 15	$52 \varnothing_k$	$35 \varnothing_k$	$42 \varnothing_k$	$28 \varnothing_k$	$46 \varnothing_k$	$31 \varnothing_k$
B 25	$40 \varnothing_k$	$27 \varnothing_k$	$32 \varnothing_k$	$22 \varnothing_k$	$36 \varnothing_k$	$24 \varnothing_k$
B 35	$34 \varnothing_k$	$23 \varnothing_k$	$27 \varnothing_k$	$18 \varnothing_k$	$30 \varnothing_k$	$20 \varnothing_k$
B 45	$30 \varnothing_k$	$20 \varnothing_k$	$24 \varnothing_k$	$16 \varnothing_k$	$27 \varnothing_k$	$18 \varnothing_k$
B 55	$27 \varnothing_k$	$18 \varnothing_k$	$22 \varnothing_k$	$15 \varnothing_k$	$24 \varnothing_k$	$16 \varnothing_k$
B 65	$25 \varnothing_k$	$17 \varnothing_k$	$20 \varnothing_k$	$13 \varnothing_k$	$22 \varnothing_k$	$15 \varnothing_k$

Tabel verankeringslengte in relatie tot de basisverankeringslengte

staafsoort	$\varnothing_k \leq 25$	$\varnothing_k > 25$
enkele staaf	$1,00 l_{v0}$	$1,25 l_{v0}$
als bovenstaaf	$1,25 l_{v0}$	$1,50 l_{v0}$
bundels van 2 staven	$1,20 l_{v0}$	$1,50 l_{v0}$
als bovenstaaf	$1,50 l_{v0}$	$1,90 l_{v0}$
bundels van 3 staven	$1,30 l_{v0}$	$1,60 l_{v0}$
als bovenstaaf	$1,60 l_{v0}$	$2,00 l_{v0}$

Als bovenstaven moeten worden beschouwd staven waarvan de aslijn meer dan 200 mm boven de bekisting en tevens minder dan 200 mm beneden de bovenkant van het te storten constructiedeel ligt.



Gereduceerde verankeringslengte l_{vr}

Uitkragende liggers

$$l_{vr} = \sigma_{sd}/f_s * l_v < 1/5 l_v < 70 \text{ mm}$$

l_{vr} = gereduceerde verankeringslengte

σ_{sd} = de rekenspanning van waaraf de staaf wordt verankerd.

< = er mag geen kleinere waarde worden aangehouden dan.....

Bij A_s aanwezig > A_s berekend

$$\sigma_{sd} = A_{s \text{ berekend}}/A_{s \text{ aanwezig}} * f_s$$

ingevuld in de algemene formule voor de gereduceerde verankeringslengte

$$l_{vr} = A_{s \text{ berekend}}/A_{s \text{ aanwezig}} * l_v$$

De gereduceerde verankeringslengte mag nooit kleiner zijn dan 70 mm

Voorbeeld

FeB 500

$A_s = 550 \text{ mm}^2$

Onderstaaf

Gekozen wapening: 3Ø16 ($A_s = 603 \text{ mm}^2$)

$$\sigma_{sd} = 550/603 * f_s = 0.91 f_s$$

waardoor:

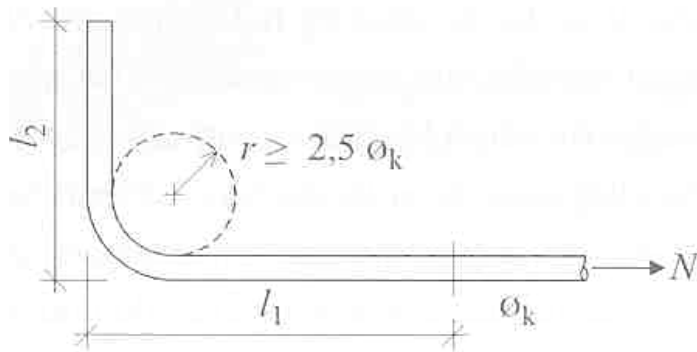
$$l_{vr} = 0.91 * l_v$$

$$l_v = 1.0 * l_{v0} \quad (\text{onderstaaf})$$

$$l_v = l_{v0} = 40\phi_k = 40 * 16 = 640 \text{ mm}$$

$$\text{Gereduceerde verankeringslengte } l_{vr} = 0.91 * 640 = 582 \text{ mm}$$

Ombuiging en verankering



$$l_v = l_1 + l_2$$

De trekkracht moet door de bocht worden geleid, in de bocht ontstaan dan drukkrachten.

Hoe groter de middellijn van de trekstang hoe groter de drukkrachten.

Hierbij ontstaat het gevaar voor het splijten van beton in de bocht.

Bij staven groter of gelijk dan 16 mm worden er dan ook beperkingen gesteld aan verankering achter de ombuiging en aan de buigstraal.

Bij een toegepaste buigstraal gelegen tussen de $2,5\varnothing_k$ en $5\varnothing_k$ geldt de verhouding:

$$l_2/l_v \leq f_b'/30$$

Tabel maximale verhouding l_2/l_v voor staven $\varnothing_k \geq 16$ mm

sterkteklasse	f_b'	l_2/l_v
B 15	9	0,30
B 25	15	0,50
B 35	21	0,70
B 45	27	0,90
B 55	33	1,00
B 65	39	1,00

Voorbeeld

Een console-kolom verbinding

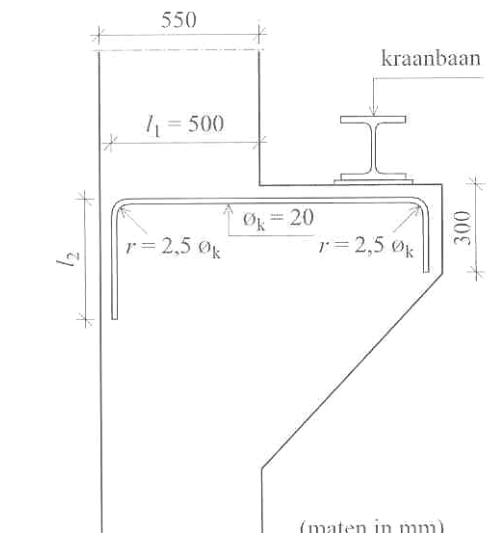
Wapening: 4Ø20

FeB500, bovenstaaf

Beton B25

Betondekking $c = 25$ mm

$l_1 = 500$ mm



Oplossing

$$L_{v0} = 39\phi_k = 39 * 20 = 780 \text{ mm}$$

Verankeringslengte bovenstaaf:

$$L_v = 1.25 * 780 = 975 \text{ mm}$$

De toelaatbare verhouding

$$l_2/l_v = 0.5$$

$$l_{2\max} = 0.5 * 975 = 488 \text{ mm}$$

De verankeringslengte

$$l_v = l_1 + l_2$$

$$l_2 = 975 - 500 = 475 < 488 \text{ mm} \quad \text{akkoord}$$

Overlappingslas

De laslengte waarin de staven over elkaar moeten liggen worden gelijk gesteld aan aan de verankeringslengte l_v .

De minimale laslengte voor staven bedraagt 300 mm

De minimale laslengte voor wapeningsnetten bedraagt 250 mm

Dwarskracht

Bezwijkvormen bij een gewapende betonbalk

- Zuivere buigbreuk
 - o In de buigtrekzone ontstaat scheurvorming op die plaatsen waar het scheurmoment M_r wordt overschreden.
 - o Tussen de puntlasten ontstaan de eerste scheuren loodrecht op de balkas
 - o De balk bezwijkt op den duur door het verbrijzelen van de drukzone (betonstuik)
- Verankeringsbreuk
 - o De laatste scheur begint in de dag van de oplegging
 - o De laatste scheur loopt onder een hoek van 45 graden.
 - o Bij onvoldoende verankeringslengte na de laatste scheur zal de balk bezwijken door het slippen van de wapening in het beton.
- Afschuifbuigbreuk
 - o Het deel van de balk tussen oplegging en de puntlast.
 - o Een constante dwarskracht en een toenemend moment.
 - o Schuine scheuren in de afzuigzone nabij de oplegging
 - o De scheuren reduceren de drukzone waardoor de balk bezwijkt.
 - o Dwarskrachtwapening aanbrengen
- Afschuiftrekbreuk
 - o Schuine scheuren in het hart van het lijf
 - o Dwarskrachtwapening aanbrengen
- Afschuifdrukbreuk
 - o Maximum stellen aan hoeveelheid dwarskrachtwapening.

Onderscheid uiterste opneembare schuifspanning bij een puntlast

- Gedrongen liggers, $10v/h \leq 2$
- Slanke liggers, $10 < l/h < 20$

Bij gedrongen liggers belast door een puntlast, is het afschuifdraagvermogen groter dan bij een slanke ligger., omdat een deel van de belasting via drukdiagonalen rechtstreeks naar de oplegging wordt afgedragen.