



HANDLEIDING SLIMCALC



KANTOREN



APPARTEMENTEN



BESTAANDE FUNDERING



INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING EN BESCHRIJVING VAN DE TOETSINGSEISEN	3
2	BASIS VAN DE BEREKENING	4
3	BELASTINGEN	5
3.1	Veiligheidsklassen	5
3.2	Belastingcombinaties	6
4	BEZWIJKVORMEN BIJ VOLLEDIG PROFIEL	7
4.1	Bezwijken op moment volledig profiel	8
4.2	Bezwijken op dwarskracht volledig profiel	9
4.3	kniklengte van de bovenflens	9
4.3.1	Het bepalen van de steunende lijfstukken ten behoeve van de kip bovenflens	10
4.3.2	Het bepalen van de kniklengte van de bovenstaaf	11
4.3.3	Bepalen van de kritische veerstijfheid (kvs1)	13
4.3.4	Bepalen van de kritische veerstijfheid (kvs2)	16
4.3.5	Bepalen van de kritische veerstijfheid (kvs3)	18
5	BEZWIJKEN TER PLAATSE VAN DE SPARINGEN	21
5.1	Buigend moment controle ter plaatse van de gaten	22
5.2	Dwarskracht Controle ter plaatse van de gaten	22
5.3	Afschuiven van het lijf	24
5.4	Plooien van het lijf	25
5.5	Plooien van de flenzen bij een T stuk	27
6	DOORBUIGING(EN)	30
6.1	Buiging	30
6.2	Formules	31
6.3	Belasting + geometrie	31
6.3.1	Kromming	31
6.3.2	Hoekverdraaiing	31
6.3.3	Zakking	31
7	BEREKENEN VAN DE EIGENFREQUENTIE	32
8	BRANDWERENDHEID	33

Slimline Buildings heeft eigen berekeningssoftware ontwikkeld: SlimCalc. Deze software helpt o.a. constructeurs om op een eenvoudige manier de vloerdikte, profielafmetingen en liggerindeling te bepalen.

Dit kan op twee manieren:

- 1 Door gebruik te maken van de snelle rekenmodule. Hierbij wordt een enkele ligger berekend en getoetst;
- 2 De uitgebreide ontwerpmodule, waarbij u een volledig vloerveld kunt intekenen. Op basis van uw ontwerp wordt door SlimCalc een liggerindeling bepaald. Deze liggers worden vervolgens individueel getoetst.

De ingestorte liggers worden op de volgende eigenschappen getoetst:

- Sterkte;
- Stijfheid;
- Eigen frequentie;
- Opwarming bij brand.

De eerste twee eigenschappen zijn niet onbekend, maar de laatste twee zijn niet gebruikelijk voor een vloer. Hieronder wordt kort toegelicht waarom en hoe de laatste twee zaken worden getoetst.

Aangezien het Slimline vloersysteem lichter is dan 500 kg/m^2 stellen de normen dat de eigenfrequentie van de vloer tenminste moet voldoen aan 3 Hz. In het programma SlimCalc ziet u dat Slimline dit te summier vindt en geeft daarom een advies over de minimale eigenfrequentie. Hoe groter de overspanning, hoe groter de massa en stijfheid van de ingestorte ligger. Indien de totale vloermassa de 500 kg/m^2 nadert, hoe dichter het advies bij de door de norm gestelde eis van 3 Hz ligt.

Het Slimline vloersysteem is o.a. door TNO beproefd op het gebied van brand. In alle gevallen voldoet het vloersysteem aan de eis van 120 minuten brandwerendheid. De eisen die de norm stelt voor deze brandwerendheid is dat de platen niet bezwijken en geen vlamdoorslag optreedt. Het staal zal echter wel opgewarmd worden tijdens de brand, wat kan betekenen de staalsterkte afneemt. Dit fenomeen kan bij slankere profielen (die sneller opwarmen dan groter profielen) van invloed zijn en worden om die reden getoetst op opwarming bij brand.

De Slimline vloer wordt berekend door de op iedere dx te bepalen wat er in de ligger gebeurt. Hiervoor worden de opgegeven belastingen teruggerekend naar een belasting per dx ligger. Vervolgens worden de D-lijn en M-lijn van de betreffende ligger bepaald door integraalrekenen.

Voor de D-lijn krijgen we dan:

$$D = \int dx q$$

Voor de M-lijn krijgen we dan:

$$M = \int dx D$$

2. BASIS VAN DE BEREKENING

4

Aansluitend bepalen we de doorbuiging, door rekening te houden met de verzwakking van de ligger door de aangebrachte sparingsen.

$$\frac{d\varphi}{dx} = K$$

$$K = \varphi'$$

$$\varphi = \int K$$

Kromming:

$$K = \frac{M}{EI}$$

Hoekverdraaiing:

$$\varphi = \int dx K = \int dx \frac{M}{EI}$$

Zakking:

$$u = \int dx \varphi$$

Voor het wegkappen van de bovenflens wordt rekening gehouden met het inklemmen van de onderflens in de beton.

Voor het berekenen van Slimline vloeren wordt de NEN 6702 aangehouden. Voor de belasting op de vloeren worden de waarden aangehouden zoals aangegeven in tabel 1

CATEGORIE		EXTREEM	MOMENTAAN	GECONCENTREERD	OPMERKINGEN *
		P_{rep} [kN/m ²]	ψ	F_{rep} [kN]	
Vloeren	Woningen	1,75	0,40	3	1,2
	Kantoren e.d.	2,50	0,50	3	2,3
	Winkelgebouwen	4,00	0,40	7	2
	Stations e.d.	4,00	0,25	7	2,4,5
	Industriële gebouwen	5,00	0,80	10	2,11
	Bibliotheken e.d.		1,00	7	10

TABEL 1

Opmerkingen*:

- 1 De geconcentreerde belasting werkt op een oppervlakte van 0,5 m x 0,5 m
- 2 Bij vrije randen moet rekening gehouden worden met een lijnbelasting van $q_{rep} = 5$ kN/m over een lengte van 1 m
- 3 Voor kelders en begane gronden gelden hogere belastingen (zie NEN 6702)
- 4 Bij vast aan de vloer verbonden zitplaatsen mag een reductie zijn toegepast (zie NEN 6702)
- 5 Er moet ook rekening zijn gehouden met een horizontale belasting (zie NEN 6702)
- 10 De belasting is afhankelijk van de stellinghoogte en de onderlinge afstand van de stellingen (zie NEN 6702)
- 11 Rekening moet zijn gehouden met dynamische belastingen door machines en voertuigen (zie NEN 6702)



3.1 VEILIGHEIDSKLASSEN

BOUWWERKEN	VEILIGHEIDSKLASSE	REFERENTIEPERIODE
Bouwwerken waarbij bij extreem slecht weer geen mensen aanwezig zijn (Loodsen en overkappingen)	1	15
Mestkelders	1	20
Bouwwerken tijdens de bouwfase	1	1
Industrieel gebouw	2	15
Niet in woongebouw gelegen woning	2	50
Woongebouw, logiesgebouw, kantoorgebouw, onderwijsgebouw, gezondheidszorggebouw, winkelgebouw, stationsgebouw, horecagebouw, bijeenkomstgebouw, sportgebouw	3	50

Alle gebouwen met meer dan twee bouwlagen met uitzondering van niet in woongebouw, respectievelijk logiesgebouw gelegen woning, respectievelijk logiesverblijf	3	50
Alle bouwwerken waarin een algemene toegankelijkheidssector is gelegen	3	50
Alle bouwwerken voor primaire nutsvoorzieningen of maatschappelijke culturele functie	3	50

TABEL 2

3.2 BELASTINGCOMBINATIES

VEILIGHEIDSKLASSE	BELASTINGCOMBINATIES	Yf:g		Yf:q	Yf:a
		normaal	gunstig		
1	Fundamenteel BC-1	1,20	0,9	1,2	-
2	Fundamenteel BC-1	1,20	0,9	1,3	-
3	Fundamenteel BC-1	1,20	0,9	1,5	-
1,2 en 3	Fundamenteel BC-2	1,35	0,9	-	-
1,2 en 3	Bijzonder BC-3	1,00	1,0	1,0	-

TABEL 3

Voorgeschreven combinaties

UITERSTE GRENSTOESTAND (A)

Fundamentele combinaties:

$$1,2 * G + Y_{f,q} * Q_e + \sum Y_{f,q} * Q_m \quad (A1a)$$

$$0,9 * G + Y_{f,q} * Q_e + \sum Y_{f,q} * Q_m \quad (A1b)$$

$$1,35 * G \quad (A2)$$

BRUIKBAARHEIDSGRENSTOESAND (B)

Incidentele combinatie: $G + Q_e + \sum Q_m \quad (B1)$

Momentane combinatie: $G + Y_{f,q} * Q_e + \sum 0,6Q_m \quad (B2)$



In de uiterste grenstoestand kunnen 6 bezwijkvormen optreden:

3. Bezijken volledig profiel:

- Bezijken op moment
- Bezijken op dwarskracht
- Bezijken op kipinstabiliteit

4. Bezijken ter plaatse van de sparingen:

- Bezijken op afschuiving van de lijfstukken
- Bezijken op plooiën van het lijf door afschuiving
- Bezijken op het plooiën van de flenzen

4. BEZWIJKVORMEN BIJ VOLLEDIG PROFIEL

8

4.1 BEZWIJKEN OP MOMENT VOLLEDIG PROFIEL

$$M_{u;d} = f_{y;d} * W_{y;el}$$

Waarin:

$f_{y;d} = 235 \text{ N/mm}^2$ (Bij S235) hoogte profiel volgens tabel

$W_{y;el}$ = weerstandsmoment uit profielen tabel

Toets:

$$\frac{M_{s;d}}{M_{u;d}} \leq 1$$

$$\sigma_{u;d} = \frac{M_{s;d}}{W_{y;el}}$$

4.2 BEZWIJKEN OP DWARSKRACHT VOLLEDIG PROFIEL

$$V_{u;d} = 0,58 * f_{y;d} * (h - 2 * t_f) * t_w$$

Waarin :

h = hoogte profiel volgens tabel

t_f = dikte van de flens volgens tabel

t_w = dikte van het lijf volgens tabel

Toets:

$$\frac{V_{s;d}}{V_{u;d}} \leq 1$$

$$\frac{V_{s;d}}{V_{u;d}} + \frac{M_v}{\frac{f_{y;d} * 2.000.000}{(W_{y;T,o} + W_{y;T,b})}} \leq 1$$

9

Waarbij : $M_v = \frac{V_{s;d} * 1_{sparing}}{4000}$

4.3 KNIKLENGTE VAN DE BOVENFLENS

Door het ingeklemd zijn van de onderflens in de beton kan je de kniklengte reduceren. Tevens moeten hiervoor doorsnede grootheden op 1/6 van de hoogte bepaald worden.

Doorsnede grootheden op 1/6 h:

$$\begin{aligned} h1_{1/6h} &= h/6 & h2_{1/6h} &= h/2 \\ b1_{1/6h} &= b & b2_{1/6h} &= b \\ z1_{1/6h} &= \frac{h1_{1/6h}}{2} + t_f & z2_{1/6h} &= z/2 \\ A1_{1/6h} &= h1_{1/6h} * b1_{1/6h} & A2_{1/6h} &= A/2 \end{aligned}$$



$$z_{t;1/6h} = \frac{z_{1;1/6h} * A_{1;1/6h} + z_{2;1/6h} * A_{2;1/6h}}{A_{1;1/6h} + A_{2;1/6h}}$$

$$A_{t;1/6h} = A_{1;1/6h} + A_{2;1/6h}$$

$$I_{y;1/6h} = 1/12 * b_{1;1/6h} * h_{1;1/6h}^3 + A_{1;1/6h} * (z_{1;1/6h} - z_{t;1/6h})^2 + 1/12 * b_{2;1/6h} * h_{2;1/6h}^3 + A_{2;1/6h} * (z_{2;1/6h} - z_{t;1/6h})^2$$

$$W_{y;1/6h} = \frac{I_{y;1/6h}}{(h_{1;1/6h} - z_{t;1/6h} + h_{2;1/6h})}$$

$$i_{y;1/6h} = \sqrt{I_{y;1/6h} - A_{t;1/6h}}$$

$$i_{z;1/6h} = \sqrt{\frac{I_{z;1/6h}}{A_{t;1/6h}}}$$

$$I_{z;1/6h} = 1/12 * h_{1;1/6h} * b_{1;1/6h}^3 + 1/12 * h_{2;1/6h} * b_{2;1/6h}^3$$

4.3.1. HET BEPALEN VAN DE STEUNENDE LIJFSTUKKEN TEN BEHOEVE VAN DE KIP BOVENFLENS

Er zijn voor het berekenen van de Slimline liggers een aantal uitgangspunten bepaald.

$$L_{lijf,min} = \frac{L_{rep}}{(n_{sparing} + 1)}$$

$n_{sparing}$ = aantal sparingen in de ligger

Het maximale lijfstuk, dat wordt meegerekend voor het steunen van de bovenflens, is het minimale lijfstuk + de lengte van de grootste sparing in de ligger, $L_{sparing,max}$.

$$L_{lijf,max} = L_{lijf,min} + \frac{\sum L_{sparingen}}{n_{sparing}}$$

$\sum L_{sparingen}$ = totale som van de sparinglengten in de ligger.

4.3.2 HET BEPALEN VAN DE KNIKLENGTE VAN DE BOVENSTAAF

1. Voor het bepalen van de van de kniklengte bepalen we eerst de h_{kip} van het gekozen profiel.

$$h_{kip} = h - 2 * t_f$$

h = profielhoogte t_f = flensdikte van het profiel

2. Vervolgens wordt de stijfheid van het lijfstuk bepaald.

$$I_{kip} = 1/12 * L_{lijf,min} * t_w^3$$

t_w = lijfdikte van het profiel

3. Als de h_{kip} en de I_{kip} bekend zijn kunnen we de U_{kip} bepalen.

$$U_{kip} = \frac{h_{kip}^3}{3EI_{kip}} \quad E = 210.000 \text{ N}$$

1 1

4. Aan de hand van U_{kip} de bepalen we de K_{kip}

$$K_{kip} = \frac{1}{U_{kip}}$$

5. Voor het bepalen van de β_{kip} gebruiken we de K_{kip} en de K_{factor}

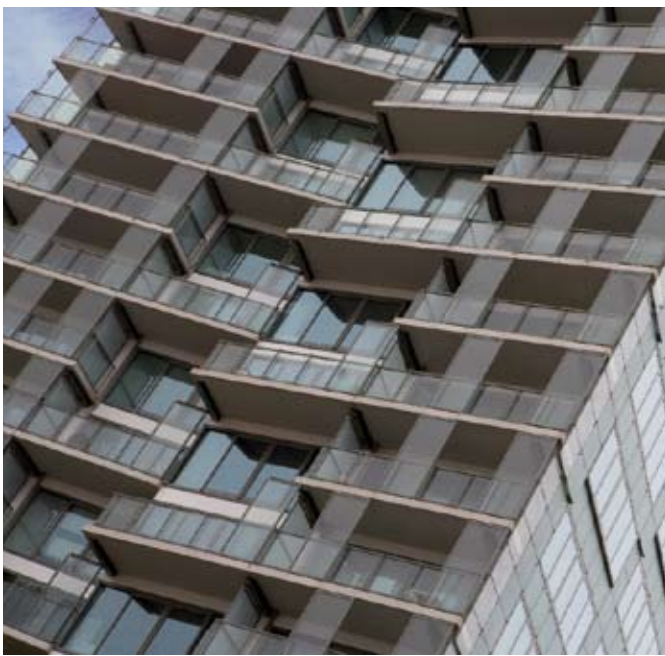
$$\beta_{kip} = \frac{(1 / U_{kip} / K_{factor;kvs3})}{L_{lijf,max}}$$

$K_{factor;kvs3}$ = komt uit de 3^e stap van de kritische veerstijfheid.

6. Vanuit de β_{kip} en de L_{rep} bepalen we de $\beta_{kip,rel}$

$$\beta_{kip,rel} = \frac{\beta_{kip} * L_{rep}^4}{(16 E I_z;1/6h)}$$

L_{rep} = overspanning van de vloer



$$7. K_{kip} = (\beta_{kip;rel} - \beta_{kip;rel;b}) / (\beta_{kip;rel;o} - \beta_{kip;rel;o}) * (Y_{kip;o} - Y_{kip;b}) + Y_{kip;b}$$

Uit onderstaande tabel dient de boven en de onderwaarde bepaald te worden van β_{rel}

$\beta_{rel;o} : \beta_{rel;b}$ hier uit volgt: $Y_{kip;o} - Y_{kip;b}$ Factor;o : Factor;b

Voorbeeld: $\beta_{rel} = 32,3$: $\beta_{rel;b} = 30$, $\beta_{rel;o} = 40$,
 $Y_b = 0,437$, $Y_o = 0,42$

β_{rel}	$Y_{b,o}$	β_{rel}	$Y_{b,o}$	β_{rel}	$Y_{b,o}$
0	1	40	0,421	1.000	0,195
1	0,927	50	0,406	1.500	0,179
3	0,819	75	0,376	2.000	0,165
5	0,741	100	0,351	3.000	0,149
10	0,615	200	0,286	4.000	0,140

15	0,537	300	0,263	5.000	0,132
20	0,483	500	0,235	8.000	0,117
30	0,437	700	0,214	10.000	0,111
				12.000	0,111

TABEL 4: VOLGENS NEN 6770

8. Door het bekend zijn van K_{kip} kunnen we $L_{ongesteund}$ bepalen.

$$L_{ongesteund} = L_{rep} * K_{kip}$$

9. Deze waarde $L_{ongesteund}$ wordt ingevoerd in de volgende formule om de λ_{rel} te bepalen:

$$\lambda_{rel} = L_{ongesteund} / ((iz_{;} / 1/6h)) / (\pi * \sqrt{(E/f_y)})$$

10. De λ_{rel} wordt ingevoerd om de ω_{buc} te bepalen.

$$\omega_{buc} = (1 + ak * (\lambda_{rel} - lo) + \lambda_{rel}^2) / (2 * \lambda_{rel}^2) - \sqrt{(1 + ak * (\lambda_{rel} - lo) + \lambda_{rel}^2)^2 - 4 * \lambda_{rel}^2} / (2 * \lambda_{rel}^2)$$

ak = 0,49 is een vaste waarde

lo = 0,20 is een vaste waarde

11. Met de ω_{buc} voeren we de toets uit door volgende formule in te vullen:

$$1,1 * N_{c;d} / (\omega_{buc} * N_{c;u;d}) \leq 1$$

4.3.3 BEPALEN VAN DE KRITISCHE VEERSTIJFHEID (KVS1)

1. Voor het bepalen van de kritische veerstijfheid bepalen we eerst het aantal lijfstukken NV_{kvs1} .

$$NV_{kvs1} = n_{sparing} + 1$$

$$n_{sparing} = \text{totaal aantal sparingen}$$

2. Als het aantal lijfstukken bekend is kunnen we de ksi aflezen uit onderstaande tabel.

TABEL 26, NEN 6770	
nv	ksi
2	0,500
3	0,333
4	0,293
5	0,279
6	0,268
7	0,263
8	0,260
9	0,258
10	0,256
11	0,255

TABEL 5



3. Voor de eerste kritische veerstijfheid is de $I_{buc;kvs1} = L_{lijf,max}$

4. Nu kunnen we de $\lambda_{rel;kvs1}$ bepalen.

$$\lambda_{rel;kvs1} = I_{buc;kvs1} / i_y / \pi * \sqrt{E/f_y}$$

λ_{rel1} = kolom C uit tabel 27

λ_{rel2} = kolom C uit tabel 27

f_{i1} = kolom C uit tabel 27

TABEL 27, NEN 6770				
	a	b	c	d
lrel1	0,50	0,50	0,41	0,38
lrel2	0,95	0,84	0,74	0,62
fi1	0,30	0,46	0,64	0,93

TABEL 6

5. Afhankelijk van de waarde van $\lambda_{rel;kvs1}$ wordt de $k_{factor;kvs1}$ bepaald. Hiervoor geldt:

$$\lambda_{rel;kvs1} < \lambda_{rel,1} \quad k_{factor;kvs1} = 1 / (\lambda_{rel;kvs1}^2 * (50/3 * f_{i1} - 250/9 * f_{i1}^2 * \lambda_{rel;kvs1}^2))$$

$$\lambda_{rel,1} < \lambda_{rel;kvs1} < \lambda_{rel,2} \quad k_{factor;kvs1} = 1 / (2,5 * (1 - ((\omega_{buc;kvs1} - 0,7) / 0,3)^2))$$

$$\lambda_{rel;kvs1} > \lambda_{rel,2} \quad k_{factor;kvs1} = 2,5$$

Waarbij:

$$\omega_{buc;kvs1} = (1 + ak * (\lambda_{rel;kvs1} - lo) + \lambda_{rel;kvs1}^2) / (2 * \lambda_{rel;kvs1}^2) - \sqrt{(1 + ak * (\lambda_{rel;kvs1} - lo) + \lambda_{rel;kvs1}^2)^2 - 4 * \lambda_{rel;kvs1}^2} / (2 * \lambda_{rel;kvs1}^2)}$$

ak = 0,49 is een vaste waarde

lo = 0,20 is een vaste waarde

6. Het bepalen van de Kcr:

Bij: $\lambda_{rel;kvs1} < \lambda_{rel,1}$

$$At_{,1/6h} * f_{y,d} / L_{lijf,max} / Ksi * (50/3 * f_{i1} - 250/9 * f_{i1}^2 * \lambda_{rel;kvs1}^2)$$

Bij: $\lambda_{rel;1} < \lambda_{rel;kvs1} < \lambda_{rel;2}$

$$At_{;1/6h} * f_{y;d} / L_{lijf,max} / Ksi * 2,5 * / \lambda_{rel;kvs1}^2 * (1 - ((\omega_{buc;kvs1} - 0,7) / 0,3)^2)$$

Bij: $\lambda_{rel;1} < \lambda_{rel;kvs1} < \lambda_{rel;2}$

$$At_{;1/6h} * f_{y;d} / L_{lijf,max} / Ksi * 2,5 * / \lambda_{rel;kvs1}^2$$

7. Door het bekend zijn van de $k_{factor;kvs1}$ kunnen we $k_{eff;kvs1}$ bepalen.

$$k_{eff;kvs1} = K_{kip} / k_{factor;kvs1}$$

8. Na het bekend zijn van $k_{factor;kvs1}$ kunnen we $\beta_{rel;kvs1}$ bepalen.

$$\beta_{rel;kvs1} = k_{eff;kvs1} / L_{lijf,max} * L_{rep}^4 / (16 * E * I_{z;1/6h})$$

Via tabel 4, op pagina 12 onder sub 7, worden de boven- en onderwaarde bepaald Y_b resp. Y_o .

9. Aan de hand van de Y_b en Y_o kan de $k_{kip;kvs1}$ bepaald worden.

$$k_{kip;kvs1} = (\beta_{rel;kvs1} - \beta_{rel;kvs1;b}) / (\beta_{rel;kvs1;o} - \beta_{rel;kvs1;o}) * (Y_{kvs1;o} - Y_{kvs1;b}) + Y_{kvs1;b}$$

10. Door het bekend zijn van $k_{kip;kvs1}$ kunnen we $l_{ongesteund;kvs1}$ bepalen.

$$l_{ongesteund;kvs1} = L_{rep} * K_{kip;kvs1}$$



4.3.4. BEPALEN VAN DE KRITISCHE VEERSTIJFHEID (KVS2)

1. Voor het bepalen van de kritische veerstijfheid bepalen we eerst het aantal lijfstukken

$$NV_{kvs2} = NV_{kvs1}$$

2. Als het aantal lijfstukken bekend is kunnen we de ksi aflezen uit onderstaande tabel.

TABEL 26, NEN 6770	
nv	ksi
2	0,500
3	0,333
4	0,293
5	0,279

6	0,268
7	0,263
8	0,260
9	0,258
10	0,256
11	0,255

TABEL 7

3. Voor de eerste kritische veerstijfheid is de $l_{buc;kvs2} = L_{ongesteund;kvs1}$

4. Nu kunnen we de $\lambda_{rel;kvs2}$ bepalen.

$$\lambda_{rel;kvs2} = l_{buc;kvs2} / i_y / \pi * \sqrt{E/f_y}$$

λ_{rel1} = kolom C uit tabel 27

λ_{rel2} = kolom C uit tabel 27

f_{i_1} = kolom C uit tabel 27

TABEL 27, NEN 6770				
	a	b	c	d
Irel1	0,50	0,50	0,41	0,38
Irel2	0,95	0,84	0,74	0,62
fi1	0,30	0,46	0,64	0,93

TABEL 8

5. Afhankelijk van de waarde van $\lambda_{rel;kvs2}$ wordt de $k_{factor;kvs2}$ bepaald. Hiervoor geldt:

$$\lambda_{rel;kvs2} < \lambda_{rel1} \quad k_{factor;kvs2} = 1 / (\lambda_{rel;kvs2}^2 * (50/3 * fi_1 - 250/9 * fi_1^2 * \lambda_{rel;kvs2}^2))$$

$$\lambda_{rel1} < \lambda_{rel;kvs2} < \lambda_{rel2} \quad k_{factor;kvs2} = 1 / (2,5 * (1 - ((\omega_{buc;kvs2} - 0,7) / 0,3)^2))$$

$$\lambda_{rel;kvs2} > \lambda_{rel2} \quad k_{factor;kvs2} = 2,5$$

Waarbij:

$$\omega_{buc;kvs2} = (1 + ak * (\lambda_{rel;kvs2} - lo) + \lambda_{rel;kvs2}^2) / (2 * \lambda_{rel;kvs2}^2) - \sqrt{ (1 + ak * (\lambda_{rel;kvs2} - lo) + \lambda_{rel;kvs2}^2)^2 - 4 * \lambda_{rel;kvs2}^2 } / (2 * \lambda_{rel;kvs2}^2)$$

ak = 0,49 is een vaste waarde lo = 0,20 is een vaste waarde

6. Het bepalen van de Kcr:

Bij: $\lambda_{rel;kvs2} < \lambda_{rel1}$

$$At_{,1/6h} * f_{y,d} / L_{lijf,max} / Ksi * (50/3 * fi_1 - 250/9 * fi_1^2 * \lambda_{rel;kvs2}^2)$$

Bij: $\lambda_{rel2} < \lambda_{rel;kvs2} < \lambda_{rel2}$

$$At_{,1/6h} * f_{y,d} / L_{lijf,max} / Ksi * 2,5 * \lambda_{rel;kvs2}^2 * (1 - ((\omega_{buc;kvs2} - 0,7) / 0,3)^2)$$

Bij: $\lambda_{rel;kvs2} < \lambda_{rel2}$

$$At_{,1/6h} * f_{y,d} / L_{lijf,max} / Ksi * 2,5 * \lambda_{rel;kvs2}^2$$

7. Door het bekend zijn van de $k_{factor;kvs2}$ kunnen we $k_{eff;kvs2}$ bepalen.

$$k_{eff;kvs2} = K_{kip} / k_{factor;kvs2}$$



8. Na het bekend zijn van $k_{eff,kvs2}$ kunnen we $\beta_{rel,kvs2}$ bepalen.

$$\beta_{rel,kvs2} = k_{eff,kvs2} / L_{lijf,max} * L_{rep}^4 / (16 * E * I_{z,1/6h})$$

Via onderstaande tabel onder sub 7, worden de boven- en onderwaarde bepaald Y_b resp. Y_o .

9. Aan de hand van de Y_b en Y_o kan de $K_{kip,kvs2}$ bepaald worden.

$$K_{kip,kvs2} = (\beta_{rel,kvs2} - \beta_{rel,kvs2;b}) / (\beta_{rel,kvs2;o} - \beta_{rel,kvs2;b}) * (Y_{kvs2;o} - Y_{kvs2;b}) + Y_{kvs2;b}$$

10. Door het bekend zijn van $K_{kip,kvs2}$ kunnen we $I_{ongesteund,kvs2}$ bepalen.

$$I_{ongesteund,kvs2} = L_{rep} * K_{kip,kvs2}$$

4.3.5 BEPALEN VAN DE KRITISCHE VEERSTIJFHEID (KVS3)

1. Voor het bepalen van de kritische veerstijfheid bepalen we eerst het aantal lijfstukken $NV_{kvs3} = NV_{kvs1}$

2. Als het aantal lijfstukken bekend is kunnen we de ksi aflezen uit onderstaande tabel.

TABEL 26, NEN 6770	
nv	ksi
2	0,500
3	0,333
4	0,293
5	0,279
6	0,268
7	0,263
8	0,260
9	0,258
10	0,256
11	0,255

TABEL 9

3. Voor de eerste kritische veerstijfheid is de $l_{buc;kvs3} = L_{ongesteund;kvs2}$

4. Nu kunnen we de $\lambda_{rel;kvs3}$ bepalen.

$$\lambda_{rel;kvs3} = l_{buc;kvs3} / i_y / \pi * \sqrt{E/f_y}$$

$$\lambda_{rel1} = \text{kolom C uit tabel 27}$$

$$\lambda_{rel2} = \text{kolom C uit tabel 27}$$

$$f_{i1} = \text{kolom C uit tabel 27}$$

TABEL 27, NEN 6770				
	a	b	c	d
lrel1	0,50	0,50	0,41	0,38
lrel2	0,95	0,84	0,74	0,62
fi1	0,30	0,46	0,64	0,93

TABEL 10

5. Afhankelijk van de waarde van $\lambda_{rel;kvs3}$ wordt de $k_{factor;kvs3}$ bepaald. Hiervoor geldt:

$$\lambda_{rel;kvs3} < \lambda_{rel1} \quad k_{factor;kvs3} = 1 / (\lambda_{rel;kvs3}^2 * (50/3 * f_{i1} - 250/9 * f_{i1}^2 * \lambda_{rel;kvs3}^2))$$

$$\lambda_{rel1} < \lambda_{rel;kvs3} < \lambda_{rel2} \quad k_{factor;kvs3} = 1 / (2,5 * (1 - ((\omega_{buc;kvs3} - 0,7) / 0,3)^2))$$

$$\lambda_{rel;kvs3} < \lambda_{rel2} \quad k_{factor;kvs3} = 2,5$$

Waarbij:

$$\omega_{buc;kvs3} = (1 + ak * (\lambda_{rel;kvs3} - l_0) + \lambda_{rel;kvs3}^2) / (2 * \lambda_{rel;kvs3}^2) - \sqrt{(1 + ak * (\lambda_{rel;kvs3} - l_0) + \lambda_{rel;kvs3}^2)^2 - 4 * \lambda_{rel;kvs3}^2} / (2 * \lambda_{rel;kvs3}^2)$$

ak = 0,49 is een vaste waarde

l₀ = 0,20 is een vaste waarde

6. Het bepalen van de Kcr:

$$\text{Bij: } \lambda_{rel;kvs3} < \lambda_{rel;1}$$

$$\text{At}_{;1/6h} * f_{y;d} / L_{lijf;max} / K_{si} * (50/3 * f_{i1} - 250/9 * f_{i1}^2 * \lambda_{rel;kvs3}^2)$$



Bij: $\lambda_{rel;2} < \lambda_{rel;kvs3} < \lambda_{rel;2}$
 $A_{t,;1/6h} * f_{y,q} / L_{lijf,max} / K_{si} * 2,5 * / \lambda_{rel;kvs3}^2 * (1 - ((\omega_{buc;kvs3} - 0,7) / 0,3)^2$

Bij: $\lambda_{rel;kvs3} < \lambda_{rel;2}$
 $A_{t,;1/6h} * f_{y,q} / L_{lijf,max} / K_{si} * 2,5 * / \lambda_{rel;kvs3}^2)$

7. Door het bekend zijn van de $k_{factor;kvs3}$ kunnen we $k_{eff;kvs3}$ bepalen.

$$k_{eff;kvs3} = K_{kip} / k_{factor;kvs3}$$

8. Na het bekend zijn van $k_{eff;kvs3}$ kunnen we $\beta_{rel;kvs3}$ bepalen.

$$\beta_{rel;kvs3} = k_{eff;kvs3} / L_{lijf,max} * L_{rep}^4 / (16 * E * I_{z,;1/6h})$$

Via de tabel op blz. 12, worden de boven- en onderwaarde bepaald Y_b resp. Y_o .

9. Aan de hand van de Y_b en Y_o kan de $K_{kip;kvs3}$ bepaald worden.

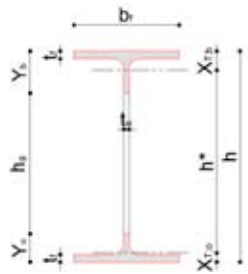
$$K_{kip;kvs3} = (\beta_{rel;kvs3} - \beta_{rel;kvs3;b}) / (\beta_{rel;kvs3;o} - \beta_{rel;kvs3;o}) * (Y_{kvs3;o} - Y_{kvs3;b}) + Y_{kvs3;b}$$

10. Door het bekend zijn van $K_{kip;kvs3}$ kunnen we $I_{ongesteund;kvs3}$ bepalen.

$$I_{ongesteund;kvs3} = L_{rep} * K_{kip;kvs3}$$

Een belangrijk onderdeel bij de berekening van de Slimline vloeren, zijn de sparingen in de ligger. De positie en de afmetingen spelen hierbij een belangrijke rol. Er zijn 2 belangrijke doorsnedes te definiëren: de doorsnede ter plaatse van de sparing en de doorsnede ter plaatse van het lijfstuk tussen twee sparingen.

GEOMETRIE



FIGUUR 1

5. BEZWIJKEN TER PLAATSE VAN DE SPARINGEN

Bepalen van de Z-lijn T stuk t.o.v. de uiterste vezel en de inwendige hefboomsarm:

T-stuk boven: T_b

$$X_{T,b} = \frac{b_f * t_f * 1/2 t_f + (Y_b - t_f) * t_w * (1/2 (Y_b - t_f) + t_f)}{b_f * t_f + (Y_b - t_f) * t_w}$$

T-stuk onder: T_o

$$X_{T,o} = \frac{b_f * t_f * 1/2 t_f + (Y_o - t_f) * t_w * (1/2 (Y_o - t_f) + t_f)}{b_f * t_f + (Y_o - t_f) * t_w}$$

Inwendige hefboomsarm wordt dan:

$$h^* = h - X_{T,b} - X_{T,o}$$

Bepalen van de oppervlakten van de T-stukken:

$$A_{T,b} = b_f * t_f + (Y_b - t_f) * t_w$$

$$A_{T,o} = b_f * t_f + (Y_o - t_f) * t_w$$



Bepalen van het kwadratisch oppervlakte moment $I_{T,b}$ en $I_{T,o}$

$$I_{T,b} = 1/12 * b_f * t_f^3 + b_f * t_f (X_{T,b} - 1/2t_f)^2 + 1/12 * t_w * (Y_b - t_f)^3 + t_w * (Y_b - t_f) * [1/2 (Y_b - t_f) - (X_{T,b} - t_f)]^2$$

$$I_{T,o} = 1/12 * b_f * t_f^3 + b_f * t_f (X_{T,o} - 1/2t_f)^2 + 1/12 * t_w * (Y_o - t_f)^3 + t_w * (Y_o - t_f) * [1/2 (Y_o - t_f) - (X_{T,o} - t_f)]^2$$

5.1 BUIGEND MOMENT CONTROLE TER PLAATSE VAN DE GATEN

Bepalen kritische waarde A_T :

Als: $A_{T,b} \leq A_{T,o}$
 $M_{gat;pl;d} = A_{T,b} * h^* * f_{y,d}$

Anders: $M_{gat;pl;d} = A_{T,o} * h^* * f_{y,d}$

Eis : $\frac{M_{gat;s;d}}{M_{gat;pl;d}} \leq 1$

Waarin: $M_{gat;s;d}$ is de grootst optredend moment t.p.v. de sparing in de ligger (fundamentele belastingcombinatie)

5.2 DWARSKRACHT CONTROLE TER PLAATSE VAN DE GATEN

Grootheden:

$M_{T;s;d}$ = rekenwaarde moment t.g.v. dwarskracht

$V_{T;s;d}$ = rekenwaarde dwarskracht t.g.v. dwarskracht ($V_{T,b;s;d}$ en $V_{T,o;s;d}$)

$N_{T;s;d}$ = rekenwaarde normaalkracht t.g.v. moment

l_g = Lengte van de sparing in de ligger

T-stuk boven

$$V_{T,b;s;d} = \frac{I_{T,b}}{I_{T,b} + I_{T,o}} * V_{s;d} \quad [\text{dwarskracht}]$$

$$M_{T,b;s;d} = V_{T,b;s;d} * 1/2 l_g$$

$$N_{T,b;s;d} = \frac{M_{s;d}}{h^*}$$

$$A_{w;T;b} = (Y_b - t_w) \quad (\text{opp lijf T-stuk boven})$$

$$\tau_{T,b;s;d} = \frac{V_{T,b;s;d}}{A_{w;T;b}}$$

23

TOETS 1

$$\sigma_{T,b;red;s;d} = \sqrt{f_{y;d}^2 - 3 (\tau_{T,b;red;s;d})^2} \leq f_{y;d}$$

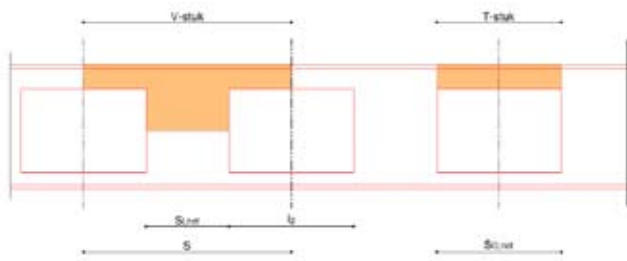
$$A_{T,b;ben} = 1/2 * A_{T;b} + \frac{1/2 N_{T;s;d}}{\sigma_{T,b;red;s;d}}$$

$$Z_{T;b;1} = \frac{A_{T,b;ben}}{b_f}$$

$$M_{T,N;V;u;d} = b_f * Z_{T;b;1} * 2\sigma_{T,b;red;s;d} * \left(X_{T;b} - \frac{Z_{T;b;1}}{2} \right)$$

TOETS 2 (UC)

$$\frac{M_{T,b;s;d}}{M_{T,N;V;u;d}} \leq 1$$



FIGUUR 2

5.3 AFSCHUIVEN VAN HET LIJF

De dwarskracht $V_{z;s;d}$ ($V_{s;d}$) veroorzaakt een horizontale afschuifkracht $H_{x;s;d}$ en een moment $M_{y;s;d}$

Grootheden:

$V_{s;d}$ = rekenwaarde optredende dwarskracht

$V_{1;s;d}$ = rekenwaarde dwarskracht in gat i (1)

$V_{2;s;d}$ = rekenwaarde dwarskracht in opeenvolgend gat i+1 (2)

s = h.o.h. afstand tussen gaten

s_{net} = dagmaat tussen gaten

HORIZONTALE SNEDE I (IN NEUTRALE LIJN)

Bepalen van de $H_{x;s;d}$

$$H_{x;s;d} = \frac{1/2 * V_{s;d;gem} * s}{1/2 * h^*} = \frac{V_{s;d;gem} * s}{h^*}$$

$V_{s;d;gem} = 1/2 (V_{z;1;s;d} + V_{z;2;s;d})$ gemiddelde dwarskracht tussen 2 opeenvolgende gaten.

Bepalen van de $H_{u;d}$

$$H_{u;d} = \frac{t_w * s_{net} * f_{y;d}}{\sqrt{3}}$$

Toets:

$$UC : \frac{H_{x;s;d}}{H_{u;d}} < 1$$

HORIZONTALE SNEDE II (IN OVERGANG LIJF/LENS)

Bepalen van de spanningsverdelingsfactor c

$$c = \frac{H_{x;s;d} * \sqrt{3}}{f_{y;d} * t_w}$$

Bepalen van de $M_{ll;s;d}$

$$M_{ll;s;d} = H_{s;d} * w$$

$$w = 1/2 h - t_f$$

$$M_{ll;u;d} = f_{y;d} * t_w * 1/4 (s_{net}^2 - c^2)$$

Toets:

$$UC : \frac{M_{ll;s;d}}{M_{ll;u;d}} < 1$$

5.4 PLOOIEN VAN HET LIJF

Voor het bepalen van de plooi van het lijf gebruiken we de Eulerse plooielasting. Deze bepalen we met onderstaande formule

$$H_{x;cr} = 1,45 * \frac{E_d * t_w^3 S_{l;net}}{(h^*)^2} * \sqrt{\left(\frac{S_{l;net}}{h^*}\right)^2 + 1,7}$$

De relatieve slankheid $\lambda_{lijf,rel}$ volgt uit:

$$\lambda_{lijf,rel} = \sqrt{\frac{H_{u;d}}{H_{x;cr}}}$$

Met als:
$$H_{x;pl;d} = \frac{t_w * S_{l;net} * f_{y;d}}{\sqrt{3}}$$



De relatieve plooi spanning wordt bepaald met: $H_{x;u;d} = \sigma_{ploo;rel} * H_{x;p;d}$

$\sigma_{ploo;rel}$ volgt uit de volgende voorwaarde:

Als: $0 < \lambda_{lijf;rel} \leq 0,7$ dan $\sigma_{ploo;rel} = 1,0$

$0,7 < \lambda_{lijf;rel} \leq 1,291$ dan $\sigma_{ploo;rel} = 1,474 - 0,677 * \lambda_{lijf;rel}$

$1,291 < \lambda_{lijf;rel} \leq 2,5$ dan $\sigma_{ploo;rel} = \frac{1}{\lambda_{lijf;rel}^2} + 1,32 * \lambda_{lijf;rel} - 0,17$

$\lambda_{lijf;rel} > 2,5$ dan $\sigma_{ploo;rel} = \frac{1}{\lambda_{lijf;rel}^2}$

C_{sig} volgt uit de volgende voorwaarde:

Als: $0 < \lambda_{lijf;rel} \leq 0,7$ dan $C_{sig} = 1,0$

$0,7 < \lambda_{lijf;rel} \leq 1,291$ dan $C_{sig} = 0,2258 * \lambda_{lijf;rel} + 0,842$

$\lambda_{lijf;rel} > 1,291$ dan $C_{sig} = 1,1334$

$$H_{ploo;d} = \frac{\sigma_{ploo;rel} * H_{x;u;d}}{C_{sig}}$$

Toets:

$$UC: \frac{H_{x;u;d}}{H_{ploo;d}} < 1$$

5.5 PLOOIEN VAN DE FLENZEN BIJ EEN T STUK

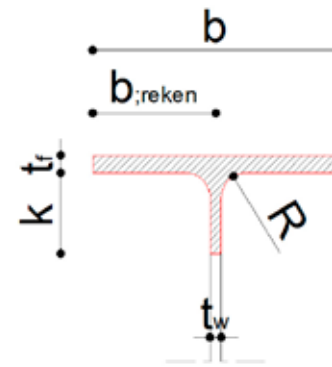
Toets doorsnede klasse: voor FE360 (S235)

$$\frac{k - r}{t_w} \leq 10 \text{ en } \frac{b_{;reken}}{t_f} \leq 11$$

Toets doorsnede klasse: voor FE510

$$\frac{k - r}{t_w} \leq 8 \text{ en } \frac{b_{;reken}}{t_f} \leq 9$$

Voor de staalkwaliteiten Fe360 en Fe510 is het plooien van de flenzen niet maatgevend als voldaan wordt aan de genoemde maximale breedtedikte verhoudingen (Construeren A, overspannend staal).



FIGUUR 3

Berekening van het T-stuk boven de sparing:

$$N_{c;T;s;d} = H_{x;s;d}$$

$$N_{c;T;u;d} = H_{x;u;d}$$

Om de Y-as

$$L_{y;T;b} = 1/12 * t_f * Y_{1;tb}^3 + A_{1;tb} * (Z_{1;tb} - X_{tb})^2 + 1/12 * b_f * t_w^3 + A_{2;tb} * (Z_{2;tb} - X_{tb})^2$$

$$i_{y;T;b} = \sqrt{\frac{I_{y;T;b}}{A_{T;b}}}$$

$$I_{y;kip} = I_g$$

$$\lambda_{y;T} = \frac{I_{y;kip}}{i_{y;T;b}}$$

$$\lambda_{y;rel} = \frac{\lambda_{y;T}}{\lambda_e}$$



$$\lambda_e = \pi * \sqrt{E/fy}$$

$$\omega_{y,kip} = \frac{1 + \alpha k * (\lambda_{y,rel} - \lambda_o) + \lambda_{y,rel}^2}{2 * \lambda_{y,rel}^2} - \frac{\sqrt{[1 + \alpha k * (\lambda_{y,rel} - \lambda_o) + \lambda_{y,rel}^2]^2 - 4 * \lambda_{y,rel}^2}}{2 * \lambda_{y,rel}^2}$$

Als $\omega_{z,kip} > 1$, dan $\omega_{z,kip} = 1$ anders uitkomst bovenstaande formule.

Om de Z-as

$$I_{z,T,b} = 1/12 * t_f * b_f^3 + 1/12 * t_w^3 * y_b$$

$$i_{z,T,b} = \sqrt{\frac{I_{z,T,b}}{A_{T,b}}}$$

$$I_{z,kip} = I_g$$

$$\lambda_{z,T} = \frac{I_{z,kip}}{i_{z,T,b}^2}$$

$$\lambda_{z,rel} = \frac{\lambda_{z,T}}{\lambda_e}$$

$$\lambda_e = \pi * \sqrt{E/fy}$$

$$\omega_{z,kip} = \frac{1 + \alpha k * (\lambda_{z,rel} - \lambda_o) + \lambda_{z,rel}^2}{2 * \lambda_{z,rel}^2} - \frac{\sqrt{[1 + \alpha k * (\lambda_{z,rel} - \lambda_o) + \lambda_{z,rel}^2]^2 - 4 * \lambda_{z,rel}^2}}{2 * \lambda_{z,rel}^2}$$

$\alpha k = 0,49$ is een vaste waarde

$\lambda_o = 0,2$ is een vaste waarde

Als $\omega_{z,kip} > 1$, dan $\omega_{z,kip} = 1$ anders uitkomst bovenstaande formule.

Toets Y-as:

$$\text{UC: } \frac{1,1 * N_{c;T;d}}{\omega_{y;kip} * N_{c;T;d}} < 1$$

$\omega_{y;kip}$ = kipfactor om Z-as.

Toets Z-as:

$$\text{UC: } \frac{1,1 * N_{c;T;d}}{\omega_{z;kip} * N_{c;T;d}} < 1$$

$\omega_{z;kip}$ = kipfactor om Z-as.



Eis met betrekking tot doorbuiging.

Het bepalen van de doorbuigingen gebeurt aan de hand van de eis in de NEN 6702 art. 10.2. Zie hiervoor onderstaande tabel:

VLOEREN	BIJKOMENDE DOORBUIGING U_{bij}	ZAKKING IN EINDTOESTAND U_{EIND}
Vloeren	$\leq 0,003 * L_{rep}$	$\leq 0,004 * L_{rep}$
Vloeren met scheidingswanden	$\leq 0,002 * L_{rep}$	$\leq 0,004 * L_{rep}$
daken	$\leq 0,004 * L_{rep}$	$\leq 0,004 * L_{rep}$

TABEL 11

Berekening van de doorbuiging:

Incidentele belastingcombinatie 4: belastingfactoren 1.0

Permanente belastingcombinatie: belastingfactoren 1.0

6. DOORBUIGING(EN)

De bijkomende doorbuiging is de totale doorbuiging min de onmiddellijke doorbuiging.

$$U_{bij} = U_{tot} - U_{on}$$

6.1 BUIGING

ω = el. Lijn = zakking

ω' = φ

$$\omega'' = \frac{M}{EI} = K$$

$$\omega''' = \frac{M'}{EI} = -D$$

$$\omega'''' = \frac{M''}{EI} - D' = -q$$

6.2 FORMULES

$$M'' + g = 0 \begin{cases} V' + q = 0 \\ M' - V = 0 \end{cases}$$

$$M = EI * K$$

6.3 BELASTING + GEOMETRIE

$$\text{D-lijn: } D = \int^{dx} q$$

$$\text{M-lijn: } M = \int^{dx} D$$

$$\frac{d * \phi}{dx} = K = \phi'$$

$$\phi = \int K$$

6.3.1 KROMMING

$$K = \frac{M}{EI}$$

6.3.2 HOEKVERDRAAIING

$$\phi = \int^{dx} K = \int^{dx} \frac{M}{EI}$$

6.3.3 ZAKKING

$$U = \int^{dx} \phi$$



Op basis van de onmiddellijke doorbuiging bij de momentane belastingcombinatie, $U_{,on,mom}$ wordt conform NEN 6702,10 de doorbuiging bepaald.

De eigenfrequentie wordt dan:

$$f_e = \sqrt{\frac{\pi}{U_{,on,mom}}}$$

De berekende waarde wordt getoetst aan:

$$f_e \geq 3 \text{ Hz}$$

Toets eigenfrequentie:

$$UC: \frac{3}{f_e} \leq 1$$

7. BEREKENEN VAN DE EIGENFREQUENTIE

32

NOOT.

Slimline heeft een eigengewicht van gemiddeld 300 tot 350 kg/m² en hoort hierdoor tot de lichte vloersystemen. Ondanks de massa, kan de standaardeis van 3 Hz resulteren in een vloer die in de praktijk geen comfortabele beleving geeft.

Door de jarenlange ervaring van Slimline Buildings met betrekking tot het trillingsgedrag van Slimline vloeren wordt er in SlimCalc een minimale advieswaarde aangegeven voor trilling, die hoger ligt dan de huidige standaardeis (NEN6702). Zie onderstaand voorbeeld.

TRILLINGSGEDRAG			
●	frequentie	6,9 Hz	0,43
●	advies	> 6,0 Hz	

TRILLINGSGEDRAG			
●	frequentie	5,8 Hz	0,52
●	advies	> 6,0 Hz	

TRILLINGSGEDRAG			
●	frequentie	2,7 Hz	1,10
●	advies	> 6,0 Hz	

In de 1^e situatie is de berekende frequentie hoger dan de advies frequentie en de eis uit de NEN6702. In de 2^e situatie is de berekende frequentie lager dan de advieswaarde van Slimline, maar voldoet nog steeds volgens de NEN6702. Het is raadzaam om nu extra aandachtig naar de specifieke situatie van de ligger in het vloerveld te kijken. In de 3^e situatie voldoet de vloer niet op trilling volgens de NEN6702.

Op 15 september 2000 is in opdracht van Slimline Buildings (Prefab Limburg) een brandtest uitgevoerd door TNO op het Slimline vloersysteem (INFRA+). Hieruit is gebleken dat het Slimline vloersysteem, zoals getest, een brandwerendheid heeft van meer dan 145 minuten en voldoet dus ruimschoots aan de maximale eis van 120 minuten. De vloer was opgebouwd uit IPE240 profielen met een onderlinge afstand van 1200 mm en een overspanning van 7,42 m.

In het TNO rapport staat een uitbreidingsformule voor het geval er vloeren met hogere liggers of grotere overspanningen worden toegepast. Het maximaal optredend buigend moment mag bij belastinggeval brand echter niet groter zijn dan 30,31 kNm zijn. Een grotere overspanning zal echter al snel leiden tot een buigend moment dat groter is dan 30,31 kNm. De ligger bij een grotere overspanning zal echter ook hoger zijn en meer capaciteit hebben.

In september 2008 is door Efectis Nederland BV een analyse gemaakt van Slimline vloeren met grotere liggers in combinatie met brand. Hieruit is een nieuwe formule voortgekomen die wel toepasbaar is in combinatie met hogere liggers.

Formule Efectis: $M \text{ [kNm]} \leq 0,00779 * I_{zz_ipe} \text{ [cm}^4\text{]}$

Het SlimCalc programma controleert aan de hand van bovenstaande formule.

SLIMLINE BUILDINGS BV

Westplein 6
3016 BM Rotterdam

T +31 (0) 10 742 08 88
F +31 (0) 10 742 08 85
E info@slimlinebuildings.com
W www.slimlinebuildings.com