

Styropack A/S

Statisk beregning

Styrolit fundamentssystem

Marts 2010

Dokument nr.
Revision nr. 2
Udgivelsesdato 12.03.2007

Udarbejdet TFI
Kontrolleret KMJ
Godkendt TFI

COWI

Indholdsfortegnelse

1	Indledning	3
2	Beregningsforudsætninger	4
2.1	Normer og litteratur	4
2.2	Konsekvensklasse og sikkerhedsklasse	4
2.3	Isolering	4
2.4	Beton	4
2.5	Armering	5
3	Lastforudsætninger	6
4	Belastninger	8
4.1	Tungt hus	8
4.2	Let hus	9
4.3	Indvendig ikke bærende væg	10
4.4	Indvendig bærende væg	11
4.5	Punktlaster	11
5	Trykspænding i isoleringen	12
5.1	Styroment Tung	12
5.2	Styroment Tung PLUS	13
5.3	Styroment Let	14
5.4	Styroment Let PLUS	15
5.5	Indvendig ikke bærende væg	16
5.6	Stribefundament, indvendig bærende væg	17
5.7	Punktfundament	18
6	Armering	19
6.1	Langsgående armering	19
6.2	Armering punktfundamenter	20
6.3	Rustfri binder	21

7	Bilag, detaljer	23
D01	Styroment Tung	
D02	Styroment Let	
D03	Indvendig ikke bærende væg	
D04	Stribefundament, indvendig bærende væg	
D05	Punktfundament, søjle/punktlast	
D06	Styroment Tung PLUS	
D07	Styroment Let PLUS	
D08	Styroment Let PLUS med C-SIPS væg	

1 Indledning

For Styropack A/S skal COWI verificere trykspænding og armering i forskellige sokkelementer til det danske marked.

Beregningerne omfatter ikke krav til jordbundsforhold, sandpudeopbygning, dræning, frostsikring og kapillarbrydende lag, krav til terrændæk, eller krav til modhold og ballast i forbindelse med stabilitetseftersyn.

2 Beregningsforudsætninger

2.1 Normer og litteratur

Følgende litteratur er anvendt som reference.

- SBI-anvisning 189, Småhuse, bilag A, 1998
- DS/EN 1990 Projektgrundlag for bærende konstruktioner d. 2007-07-27 med *EN 1990 DK NA: 2007, d. 2007-11-07*
- DS/EN 1992-1-1 Betonkonstruktioner d. 2005-06-30, med *EN 1992-1-1 DK NA: 2007, d. 2007-11-15*

2.2 Konsekvensklasse og sikkerhedsklasse

Der benyttes middel konsekvensklasse og sikkerhedsklasse RC2 (normal)

2.3 Isolering

Der anvendes isolering af ekspanderet polystyren (EPS). Den regningsmæssige bæreevne af EPS-isoleringen er bestemt som den trykspænding i kN/m^2 , der for langtidslast vil give en maksimal deformation på 2 % over 50 år, jf. DS/EN 1606.

EPS 60:	$f_{pd} = 18 \text{ kN/m}^2$
EPS 80:	$f_{pd} = 24 \text{ kN/m}^2$
EPS 150:	$f_{pd} = 45 \text{ kN/m}^2$
EPS 250:	$f_{pd} = 75 \text{ kN/m}^2$
EPS 300:	$f_{pd} = 90 \text{ kN/m}^2$
EPS 350:	$f_{pd} = 105 \text{ kN/m}^2$

2.4 Beton

Som beregningsgrundlag forudsættes der brug af beton med følgende regningsmæssige styrke.

Beton 20 ($f_{ck} = 20 \text{ MPa}$):	$f_{cd} = 12,5 \text{ MPa}$ (uarmeret beton)
	$f_{ctd} = 0,94 \text{ MPa}$ (uarmeret beton)

2.5 Armering

Soklerne armeres med længdearmering i kamstål Y10 eller Y12, og binder mellem formurssokkel og bagmur/terrændæk i rustfri kamstål ø6.

Der regnes med følgende regningsmæssige trækstyrker.

Kamstål	($f_{yk} = 550 \text{ MPa}$):	$f_{yd} = 458 \text{ MPa}$
RF kamstål	($f_{yk} = 500 \text{ MPa}$):	$f_{yd} = 417 \text{ MPa}$

3 Lastforudsætninger

Lasterne bestemmes ud fra SBI-anvisning 189, bilag A. Den tager udgangspunkt i et traditionelt længehus. Det er et hus med bærende facadevægge og eventuelt en bærende længdevæg, der er placeret nær midten af huset. Lasterne dækker 1-plan og 1½-plan huse.

Bygningens bredde er 9 m og væghøjden er 2,5 m. Gavlvæggen er op til 7,0 m høj.

For 1-plan huset er det et gitterspær med 30° taghældning, der spænder fra facade til facade, og for 1½-plan huset er det 45° hanebåndsspær, der er mellemunderstøttet af en bærende længdevæg.

For 1½-planhuset består etagedækket af et træbjælkelag.

Lasterne fra SBI-anvisningen er forsynet med koder, hvis første bogstav står for:

- T = Tagkonstruktion
- E = Etageadskillelse
- V = Væg
- G = tyngdebaseret last (Gravitation)

Derefter er der angivet et løbenummer, som henviser til de forskellige lastsituationer, se SBI-anvisning 189.

Gravitationslasten G er den regningsmæssige last bestående af egenvægt og nyttelast. Lasten opdeles i to lasttyper, G2 & G3.

G2 er lastens sædvanlige værdi, bestemt som en høj egenvægt samt 0,5 gange den variable last (nyttelast eller snelast).

G3 er en tillægslast, som supplerer med den del af den variable last, som mangler op til en partialkoefficient på 1,3 på nyttelasten og 1,5 på snelasten.

Statisk beregning

Styrolit fundamentssystem

G værdierne i SBI-anvisningen er baseret på den gamle norm med partialkoefficienter er 1,3 på snelast, men værdierne er her omregnet til partialkoefficient 1,5, som er gældende i den nye norm.

Når der regnes på formurssoklen og på den indvendige ikke bærende væg, hvor der ikke er nyttelast, benyttes partialkoefficienten 1,2 på egenvægten af beton og murværk. Denne tillægslast placeres også under G3.

4 Belastninger

Lasterne bestemmes for et tungt hus, et let hus og så defineres de tilladelige belastninger på et punktfundament i forskellige størrelser og med forskellig isolering under.

4.1 Tungt hus

Formur, Styroment Tung:

<u>1½-plan, gavl</u>	<u>G2</u>	<u>G3</u>	
V5, murværk (6,0 m) *)	11,4	2,3	
Fundament (0,3 x 0,14 m)	1,0	0,2	
I alt	12,4	2,5	14,9 kN/m

*) $h = 2,5 + \tan(45) \cdot 9/2 = 7,0$ m i spidsen, udjævnet over 4,0 m

Formur, Styroment Tung PLUS:

<u>1-plan, gavl</u>	<u>G2</u>	<u>G3</u>	
V5, murværk (5,1 m) *)	9,7	1,9	
Fundament (0,32 x 0,12 m)	0,9	0,2	
I alt	10,6	2,1	12,7 kN/m

*) $h = 2,5 + \tan(30) \cdot 9/2 = 5,1$ m

Bagmur, Styroment Tung:

<u>1-plan, facade</u>	<u>G2</u>	<u>G3</u>	
T2, Gitterspær 30°, let tag	5,4	4,5 *)	
Ta, Tillæg for tungt tag, tegl	2,1	-	
V5, murværk (h = 2,5 m)	4,8	-	
Fundament (0,23 x 0,21 m)	1,2	-	
I alt	13,5	4,5	18,0 kN/m

*) Omregnet snelast, $G3 = 3,6 \cdot (1,5 - 0,5) / (1,3 - 0,5) = 4,5$ kN/m

Bagmur, Styroment Tung PLUS:

<u>1-plan, facade</u>	<u>G2</u>	<u>G3</u>	
T2, Gitterspær 30°, let tag	5,4	4,5 *)	
Ta, Tillæg for tungt tag, tegl	2,1	-	
V5, murværk (h = 2,5 m)	4,8	-	
Fundament (0,24 x 0,25 m)	1,4	-	
I alt	13,7	4,5	18,2 kN/m

*) Omregnet snelast, $G3 = 3,6 \cdot (1,5 - 0,5) / (1,3 - 0,5) = 4,5 \text{ kN/m}$

Bagmur, Styroment Tung:

<u>1½-plan, facade</u>	<u>G2</u>	<u>G3</u>	
T3, Hanebåndsspær 45°, let tag	5,1	2,3 *)	
Ta, Tillæg for tungt tag, tegl	2,1	-	
E1, Etagedæk, træbjælkelag	3,3	1,8	
V5, murværk (h = 2,5 m)	4,8	-	
Fundament (0,23 x 0,21 m)	1,2	-	
I alt	16,5	4,1	20,6 kN/m

*) Omregnet snelast, $G3 = 1,8 \cdot x(1,5 - 0,5) / (1,3 - 0,5) = 2,3 \text{ kN/m}$

Bagmur, Styroment Tung PLUS:

<u>1½-plan, facade</u>	<u>G2</u>	<u>G3</u>	
T3, Hanebåndsspær 45°, let tag	5,1	2,3 *)	
Ta, Tillæg for tungt tag, tegl	2,1	-	
E1, Etagedæk, træbjælkelag	3,3	1,8	
V5, murværk (h = 2,5 m)	4,8	-	
Fundament (0,24 x 0,25 m)	1,4	-	
I alt	16,7	4,1	20,8 kN/m

*) Omregnet snelast, $G3 = 1,8 \cdot x(1,5 - 0,5) / (1,3 - 0,5) = 2,3 \text{ kN/m}$

4.2 Let hus

Facade, Styroment Let:

<u>1-plan</u>	<u>G2</u>	<u>G3</u>	
T2, Gitterspær 30°, let tag	5,4	4,5 *)	
Ta, Tillæg for tungt tag, tegl	2,1	-	
Let væg ($g = 1,0 \text{ kN/m}^2$, $h = 2,5 \text{ m}$)	2,5	-	
Fundament (0,3 x 0,17 m)	1,2	-	
I alt	11,2	4,5	15,7 kN/m

*) Omregnet snelast, $G3 = 3,6 \cdot (1,5 - 0,5) / (1,3 - 0,5) = 4,5 \text{ kN/m}$

Facade, Styroment Let PLUS:

1-plan	G2	G3	
T2, Gitterspær 30°, let tag	5,4	4,5 *)	
Ta, Tillæg for tungt tag, tegl	2,1	-	
Let væg ($g = 1,0 \text{ kN/m}^2$, $h = 2,5 \text{ m}$)	2,5	-	
Fundament (0,32 x 0,22 m)	1,7	-	
I alt	11,7	4,5	16,2 kN/m

*) Omregnet snelast, $G3 = 3,6 \cdot (1,5 - 0,5) / (1,3 - 0,5) = 4,5 \text{ kN/m}$

Facade, Styroment Let:

1½-plan	G2	G3	
T3, Hanebåndsspær 45°, let tag	5,1	2,3 *)	
Ta, Tillæg for tungt tag, tegl	2,1	-	
E1, Etagedæk, træbjælkelag	3,3	1,8	
Let væg ($g = 1,0 \text{ kN/m}^2$, $h = 2,5 \text{ m}$)	2,5	-	
Fundament (0,3 x 0,17 m)	1,2	-	
I alt	14,2	4,1	18,3 kN/m

*) Omregnet snelast, $G3 = 1,8 \cdot (1,5 - 0,5) / (1,3 - 0,5) = 2,3 \text{ kN/m}$

Facade, Styroment Let PLUS:

1½-plan	G2	G3	
T3, Hanebåndsspær 45°, let tag	5,1	2,3 *)	
Ta, Tillæg for tungt tag, tegl	2,1	-	
E1, Etagedæk, træbjælkelag	3,3	1,8	
Let væg ($g = 1,0 \text{ kN/m}^2$, $h = 2,5 \text{ m}$)	2,5	-	
Fundament (0,32 x 0,22 m)	1,7	-	
I alt	14,7	4,1	18,8 kN/m

*) Omregnet snelast, $G3 = 1,8 \cdot (1,5 - 0,5) / (1,3 - 0,5) = 2,3 \text{ kN/m}$

Det gælder altså både for det tunge og det lette hus, at 1½-planshuset giver større laster på den bærende facadevæg, end 1-planshuset giver.

4.3 Indvendig ikke bærende væg

Tungt hus, indvendig ikke bærende væg:

1 etage	G2	G3	
V5, murværk ($h = 2,5 \text{ m}$)	4,8	1,0	
Terrændæk (0,3 x 0,1 m) *)	0,7	0,1	
I alt	5,5	1,1	6,6 kN/m

*) Der medregnes 0,3 m af terrændækket i bredden

4.4 Indvendig bærende væg

Tungt hus, bærende væg:

<u>1½-plan, længdevæg</u>	<u>G2</u>	<u>G3</u>	
E1, Etagedæk, træbjælkelag	7,4	4,8	
V5, murværk (h = 2,5 m)	4,8	-	
Fundament (0,6 x 0,25 m) *)	3,6	-	
I alt	15,8	4,8	20,6 kN/m

*) Fundamentsbredde = 0,6 m (svarende til fundering på EPS 150, se afsnit 5.4)

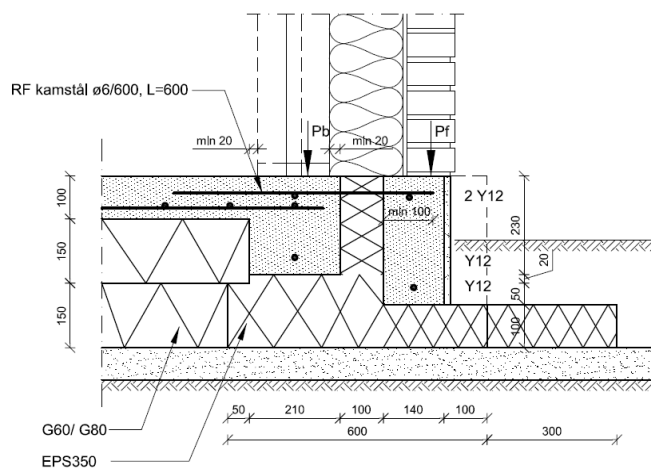
4.5 Punktlaster

Enkeltkræfter afhænger fuldstændig af bygningens geometri og konstruktion, og det er derfor ikke muligt at sige noget konkret om størrelsen. I stedet bestemmes den mulige bæreevne for punktfundamenter som funktion af fundamentets størrelse og isoleringens trykstyrke. Se afsnit 5.5.

5 Trykspænding i isoleringen

Belastningen på overside fundament betegnes P, og belastningen på overside polystyren betegnes P', som er P plus egenvægten af betonen.

5.1 Styroment Tung



Formur, 1½-plan, gavl:

Belastning inkl. egenvægt af fundament

$$P' = 14,5 \text{ kN/m}$$

Fundamentsbredde

$$b = 140 \text{ mm}$$

Trykspænding i isoleringen EPS 350

$$f_p = P'/b = 14,9/140 \cdot 10^3 = 106 \text{ kN/m}^2 \approx f_{pd} = 105 \text{ kN/m}^2 \quad \text{ok}$$

Bagmur, 1½-plan, facade:

Belastning inkl. egenvægt af fundament

$$P_b' = 20,6 \text{ kN/m}$$

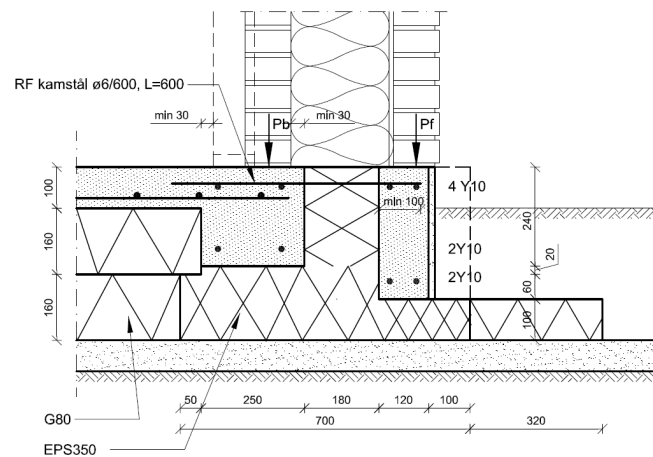
Fundamentsbredde

$$b = 210 \text{ mm}$$

Trykspænding i isoleringen EPS 350

$$f_p = P_b'/b = 20,6/210 \cdot 10^3 = 98 \text{ kN/m}^2 \leq f_{pd} = 105 \text{ kN/m}^2 \quad \text{ok}$$

5.2 Styroment Tung PLUS



Formur, 1½-plan, gavl:

Belastning inkl. egenvægt af fundament

$$P_f' = 12,7 \text{ kN/m}$$

Fundamentsbredde

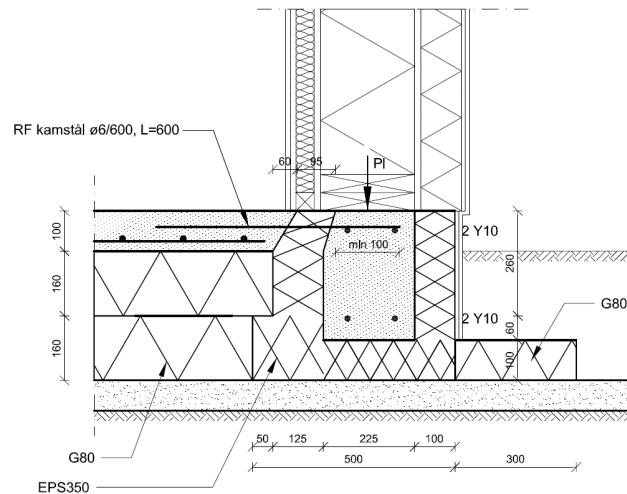
$$b = 120 \text{ mm}$$

Trykspænding i isoleringen EPS 350

$$f_p = P_f'/b = 12,7/120 \cdot 10^3 = 106 \text{ kN/m}^2 \approx f_{pd} = 105 \text{ kN/m}^2 \quad \text{ok}$$

$$Pb' = 20,6 \text{ kN/m}$$
$$b = 250 \text{ mm}$$
$$f_p = P_b'/b = 20,6/250 \cdot 10^3 = 82 \text{ kN/m}^2 \leq f_{pd} = 105 \text{ kN/m}^2 \quad \text{ok}$$
$$Pb'_{\text{til}} = f_{pd} * b = 105 * 250 * 10^{-3} = 26,3 \text{ kN/m}$$
$$P_{I'} = 18,3 \text{ kN/m}$$
$$b = 175 \text{ mm}$$
$$f_p = P_l' / b = 18,3 / 175 \cdot 10^3 = 105 \text{ kN/m}^2 \leq f_{pd} = 105 \text{ kN/m}^2 \quad \text{ok}$$

5.4 Styroment Let PLUS



Facade, let væg:

Belastning inkl. egenvægt af fundament

$$P_1' = 18,8 \text{ kN/m}$$

Fundamentsbredde

$$b = 225 \text{ mm}$$

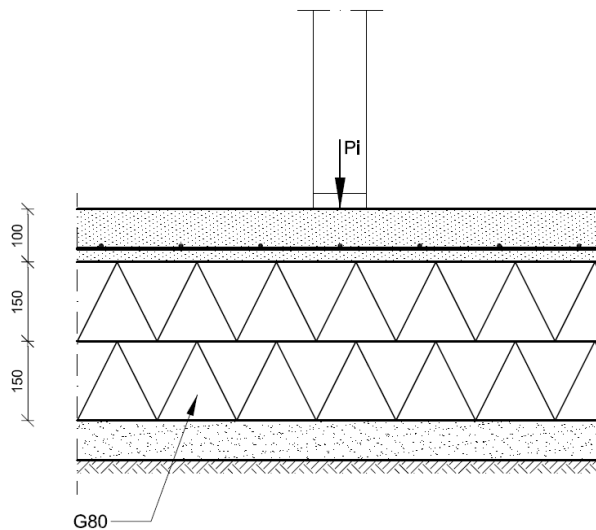
Trykspænding i isoleringen EPS 350

$$f_p = P_1'/b = 18,8/225 \cdot 10^3 = 85 \text{ kN/m}^2 \leq f_{pd} = 105 \text{ kN/m}^2 \quad \text{ok}$$

Den tilladelige belastning inkl. egenvægt af fundamentet er altså her noget større end SBI's laster, nemlig

$$P_{1\text{til}} = f_{pd} \cdot b = 105 \cdot 225 \cdot 10^{-3} = 23,6 \text{ kN/m}$$

5.5 Indvendig ikke bærende væg



Indvendig ikke bærende væg:

Der regnes med en trykspredning i terrændækket på 1:1.

Belastning inkl. egenvægt af fundament (Tungt hus)

$$P_i' = 6,6 \text{ kN/m}$$

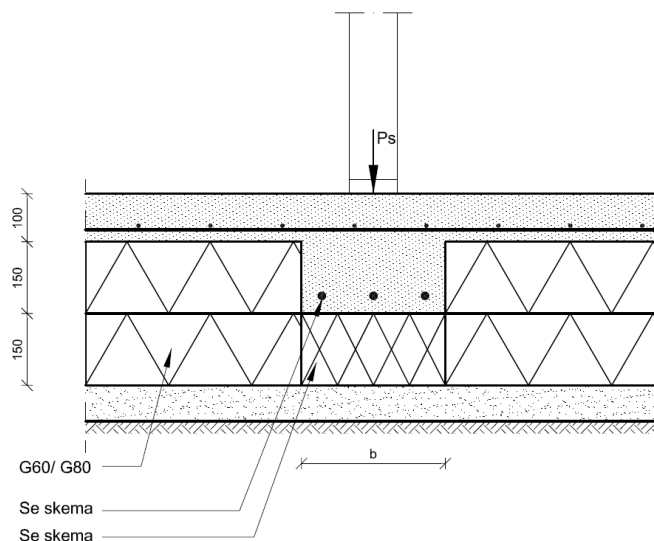
Fundamentsbredde

$$b = 300 \text{ mm}$$

Trykspænding i isoleringen EPS 80, som er den næst"ringeste" gulvisolering

$$f_p = P_i'/b = 6,6/300 \cdot 10^3 = 22 \text{ kN/m}^2 \leq f_{pd} = 24 \text{ kN/m}^2 \quad \text{ok}$$

5.6 Stribefundament, indvendig bærende væg



Den tilladelige belastning på oversiden af stribefundamentet afhænger af fundamentets størrelse og isoleringens trykstyrke. Lasterne bestemmes for forskellige værdier af fundamentbredde og trykstyrken og samles i et skema.

Beregningseksempel:

Fundamentsbredde

$$b = 300 \text{ mm}$$

Bæreevne underside fundament EPS 150

$$Ps' = b \cdot f_{pd} = 0,3 \cdot 45 = 13,5 \text{ kN/m}$$

Egenvægt fundament

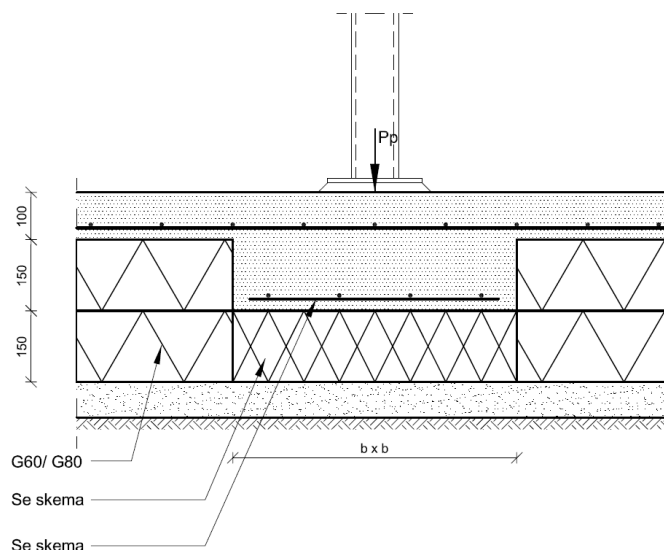
$$g = \gamma \cdot b \cdot t = 24 \cdot 0,3 \cdot 0,25 = 1,8 \text{ kN/m}$$

Bæreevne overside fundament

$$Ps = Ps' - g = 13,5 - 1,8 = 11,7 \text{ kN/m}$$

Stribefundament		Belastning Ps [kN/m]		
Bredde b [mm]		300	450	600
Isoleringstype	EPS 150	11,7	17,6	23,4
	EPS 250	20,7	31,1	41,4
	EPS 300	25,2	37,8	50,4

5.7 Punktfundament



Den tilladelige belastning på oversiden af punktfundamentet afhænger af fundamentets størrelse og af isoleringens trykstyrke. Lasterne bestemmes for forskellige værdier af fundamentsbredde og trykstyrken og samles i et skema. Fundamenterne udføres kvadratiske.

Beregningseksempel:

Fundamentsbredde

$$b = 600 \text{ mm}$$

Belastning underside fundament EPS 150

$$Pp' = b^2 \cdot f_{pd} = 0,6^2 \cdot 45 = 16,2 \text{ kN}$$

Egenvægt fundament

$$g = \gamma \cdot b^2 \cdot t = 24 \cdot 0,6^2 \cdot 0,25 = 2,2 \text{ kN}$$

Belastning overside fundament

$$Pp = Pp' - g = 16,2 - 2,2 = 14,0 \text{ kN}$$

Punktfundament		Belastning Pp [kN]			
Bredde bxb [mm]		600x600	800x800	1000x1000	1200x1200
Isoleringstype	EPS 150	14	25	39	56
	EPS 250	25	44	69	99
	EPS 300	30	54	84	121

6 Armering

Armeringen i fundamenterne består af en langsgående svind- og differenssætningsarmering. Derudover ilægges en "binder" mellem formur og bagvægs fundamenterne. Der ilægges ikke forskydningsarmering.

6.1 Langsgående armering

Den langsgående armering består af Y12, med en minimumsarmering på 0,2 % af betontværsnitsarealet.

Formur, Styroment Tung:

Betontværsnitsareal

$$A_b = b \cdot h = 140 \cdot 300 = 42 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

Armeringsareal

$$A_a = 0,2\% \cdot A_b = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 42 \cdot 10^3 = 84 \text{ mm}^2 \leq A_a(Y12) = 113 \text{ mm}^2 \text{ ok}$$

Bagmur, Styroment Tung:

Betontværsnitsareal

$$A_b = b \cdot h = 210 \cdot 230 = 48 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

Armeringsareal

$$A_a = 0,2\% \cdot A_b = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 48 \cdot 10^3 = 96 \text{ mm}^2 \leq A_a(Y12) = 113 \text{ mm}^2 \text{ ok}$$

Formur, Styroment Tung PLUS:

Betontværsnitsareal

$$A_b = b \cdot h = 120 \cdot 320 = 38 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

Armeringsareal

$$A_a = 0,2\% \cdot A_b = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 38 \cdot 10^3 = 76 \text{ mm}^2 \leq A_a(Y10) = 79 \text{ mm}^2 \text{ ok}$$

Bagmur, Styroment Tung PLUS:

Betontværsnitsareal for Styroment Tung PLUS

$$A_b = b \cdot h = 250 \cdot 240 = 60 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

Armeringsareal

$$A_a = 0,2\% \cdot A_b = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 60 \cdot 10^3 = 120 \text{ mm}^2 \leq A_a(2Y10) = 157 \text{ mm}^2 \text{ ok}$$

Facade, Styroment Let:

Betontværsnitsareal

$$A_b = b \cdot h = 175 \cdot 300 = 53 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

Armeringsareal

$$A_a = 0,2\% \cdot A_b = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 53 \cdot 10^3 = 105 \text{ mm}^2 \leq A_a(Y12) = 113 \text{ mm}^2 \text{ ok}$$

Facade, Styroment Let PLUS:

Betontværsnitsareal

$$A_b = b \cdot h = 225 \cdot 320 = 72 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

Armeringsareal

$$A_a = 0,2\% \cdot A_b = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 72 \cdot 10^3 = 144 \text{ mm}^2 \leq A_a(2Y10) = 157 \text{ mm}^2 \text{ ok}$$

Indvendig bærende væg:

Betontværsnitsareal

$$A_b = b \cdot h = 300 \cdot 250 = 75 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$A_b = b \cdot h = 450 \cdot 250 = 113 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$A_b = b \cdot h = 600 \cdot 250 = 150 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

Armeringsareal

$$A_a = 0,2\% \cdot A_b = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 75 \cdot 10^3 = 150 \text{ mm}^2 \leq A_a(2Y12) = 226 \text{ mm}^2 \text{ ok}$$

$$A_a = 0,2\% \cdot A_b = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 113 \cdot 10^3 = 226 \text{ mm}^2 \leq A_a(3Y12) = 339 \text{ mm}^2 \text{ ok}$$

$$A_a = 0,2\% \cdot A_b = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 150 \cdot 10^3 = 300 \text{ mm}^2 \leq A_a(4Y12) = 452 \text{ mm}^2 \text{ ok}$$

Stribefundament	Armering		
Bredde b [mm]	300	450	600
Armering i US	2Y12	3Y12	4Y12

6.2 Armering punktfundamenter

I punktfundamentet ilægges et net Y10/150 i undersiden. På den sikre side antages det, at lasten optages af armeringen på den ene led alene. Største punktfundament er værst.

Fundamentsbredde 1,2 m:

Moment

$$M = Pp/2 \cdot b/4 = 121/2 \cdot 1,2/4 = 18,2 \text{ kNm}$$

Indre momentarm

$$h_i = 200 \text{ mm}$$

Armeringsareal (armeringen udnyttes 50 % pga. reduceret forankring)

$$A_a = M/(h_i \cdot f_{yd}/2) = 18,2/(0,2 \cdot 458/2) \cdot 10^3 = 397$$

$$\leq A_a(8Y10) = 628 \text{ mm}^2 \quad \text{ok}$$

Gennemløkning:

Effektiv højde

$$d = 200 \text{ mm}$$

Kontrolperimeter

$$u > 2 \cdot (2 \cdot \pi \cdot d) = 4 \cdot \pi \cdot 200 = 2500 \text{ mm}$$

Bæreevne, minimum af

$$v_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 0,5 \cdot 0,6 \cdot 12,5 = 3,75 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,c} \geq 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 2^{3/2} \cdot 20^{1/2} = 0,44 \text{ MPa}$$

Forskydningsspændingen ved maksimal last

$$v_{Ed} = Pp/(u \cdot d) = 121/(2500 \cdot 200) \cdot 10^3 = 0,24 \text{ MPa} \leq v_{Rd} = 0,44 \text{ MPa} \quad \text{ok}$$

Punktfundament	Armering			
Bredde bxb [mm]	600x600	800x800	1000x1000	1200x1200
Armering, net i US	Uarmeret	Y10/150	Y10/150	Y10/150

6.3 Rustfri binder

Formursfundamentet udsættes for en excentrisk last fra skalmuren. Derfor ilægges en rustfri binder, som fastholder formursfundamentet i forhold til bagmursfundamentet og terrændækket. Binderen består af RF kamstål ø6 pr. 600 mm, svarende til 2 stk. pr. element. Største excentricitet kommer fra formursfundamentet.

Formur, Styroment Tung:

Excentricitet mellem belastningen og trykzonens resultant

$$e = 25 + 140/2 - 108/2 = 41 \text{ mm}$$

Indre momentarm

$$h_i \geq 200 \text{ mm}$$

Belastning på overside fundament

$$p_f = 14,5 - 1,2 = 13,3 \text{ kN/m}$$

Trækkraft i binderen (RF kamstål ø6)

$$T_d = A_a \cdot f_{yd} = \pi \cdot 6^2 / 4 \cdot 416 \cdot 10^{-3} = 11,8 \text{ kN}$$

$$T = p_f \cdot e / h_i \cdot a_t = 13,3 \cdot 41 / 200 \cdot 0,6 \cdot 10^3 = 1,6 \text{ kN}$$

Trækspænding i binderen (RF kamstål ø6)

$$f_y = T / A_a = 1,6 \cdot 10^3 \cdot \pi \cdot 6^2 / 4 = 57 \text{ MPa}$$

Forankringsstyrken

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 0,94 = 1,5 \text{ MPa}$$

Basisforankringslængden

$$l_{b,rqd} = (D/4) \cdot (f_y / f_{bd}) = (6/4) \cdot (57 / 1,5) = 57 \text{ mm}$$

Den regningsmæssige forankringslængde

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} \leq 1,0 \cdot 57 = 57 \text{ mm, dog altid større end}$$

Minimum forankringslængden, som er maksimum af

$$l_{b,min} \geq 0,3 \cdot l_{b,rqd} = 0,3 \cdot 57 = 17 \text{ mm og}$$

$$l_{b,min} \geq D \cdot 10 = 6 \cdot 10 = 60 \text{ mm og}$$

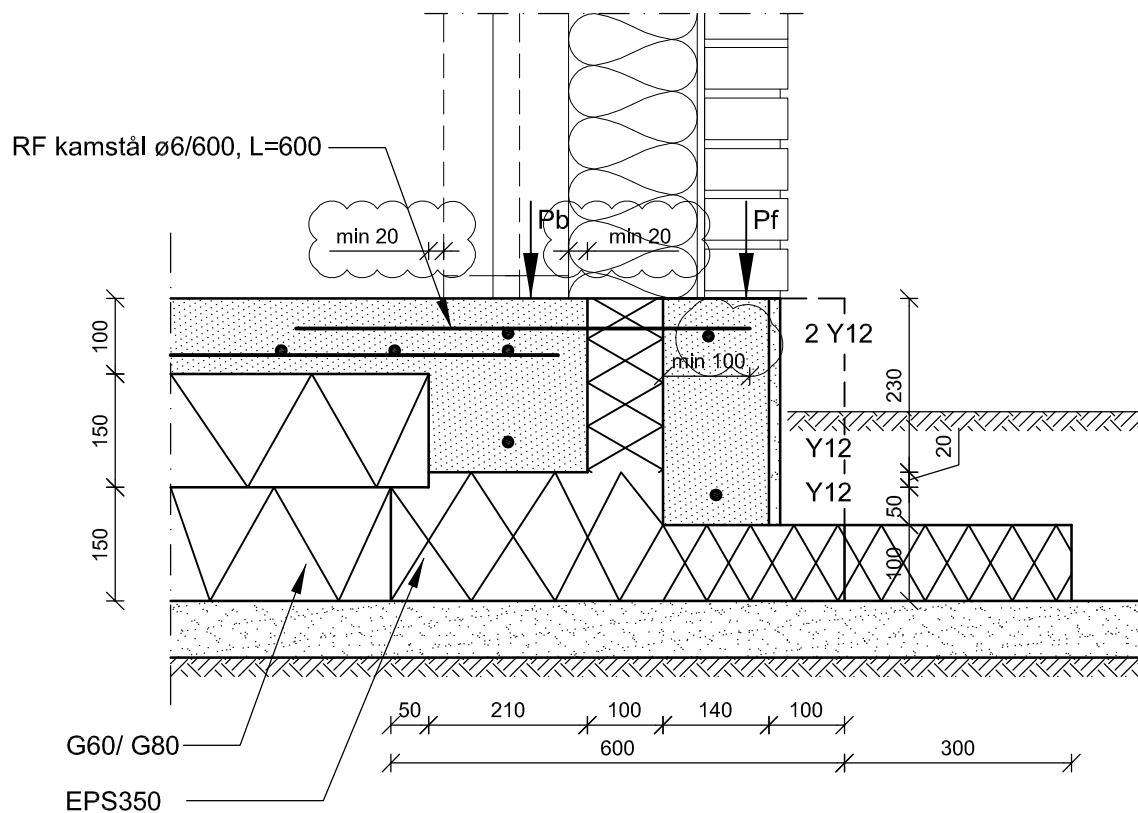
$$l_{b,min} \geq 100 \text{ mm}$$

Altså er den nødvendige forankringslængde

$$l_{b,nødv} = 100 \text{ mm}$$

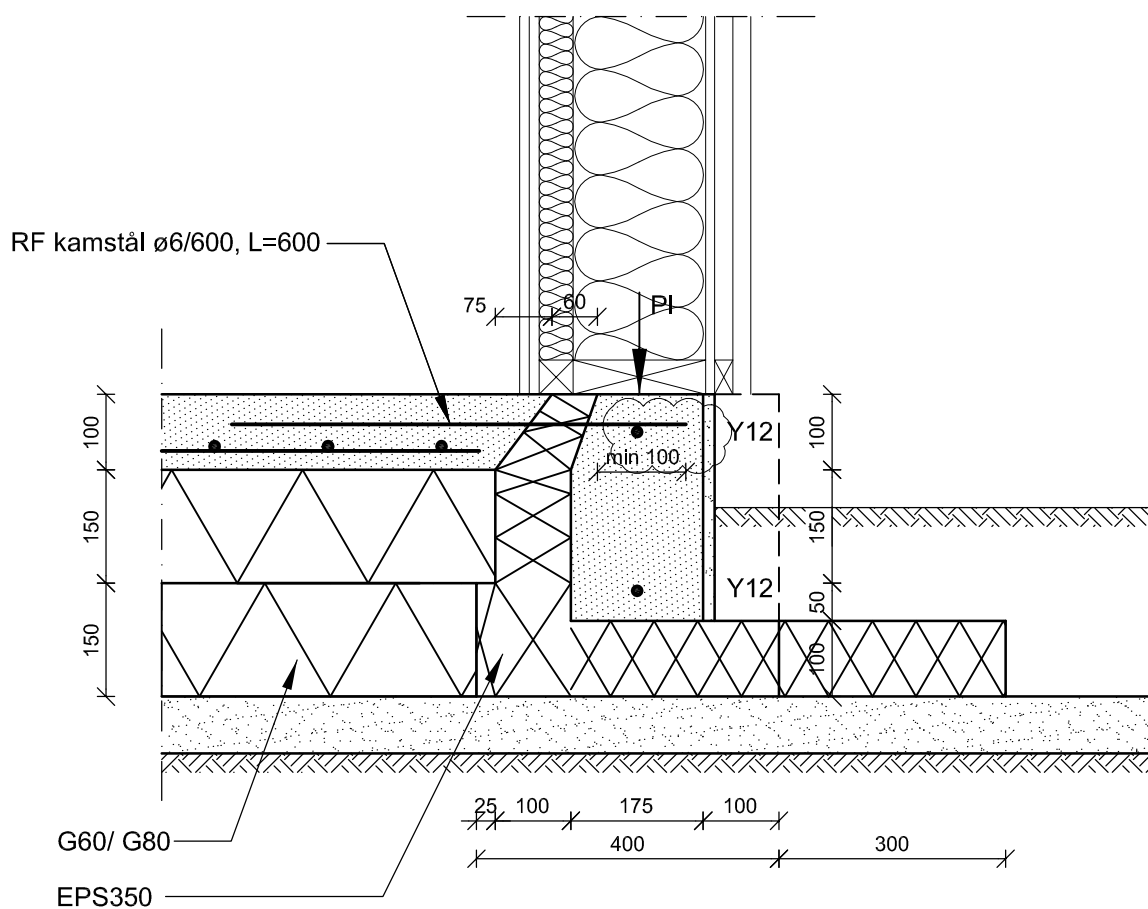
7 Bilag, detaljer

- D01 Styroment Tung
- D02 Styroment Let
- D03 Indvendig ikke bærende væg
- D04 Stribefundament, indvendig bærende væg
- D05 Punktfundament, søjle/punktlast
- D06 Styroment Tung PLUS
- D07 Styroment Let PLUS
- D08 Styroment Let PLUS med C-SIPS væg



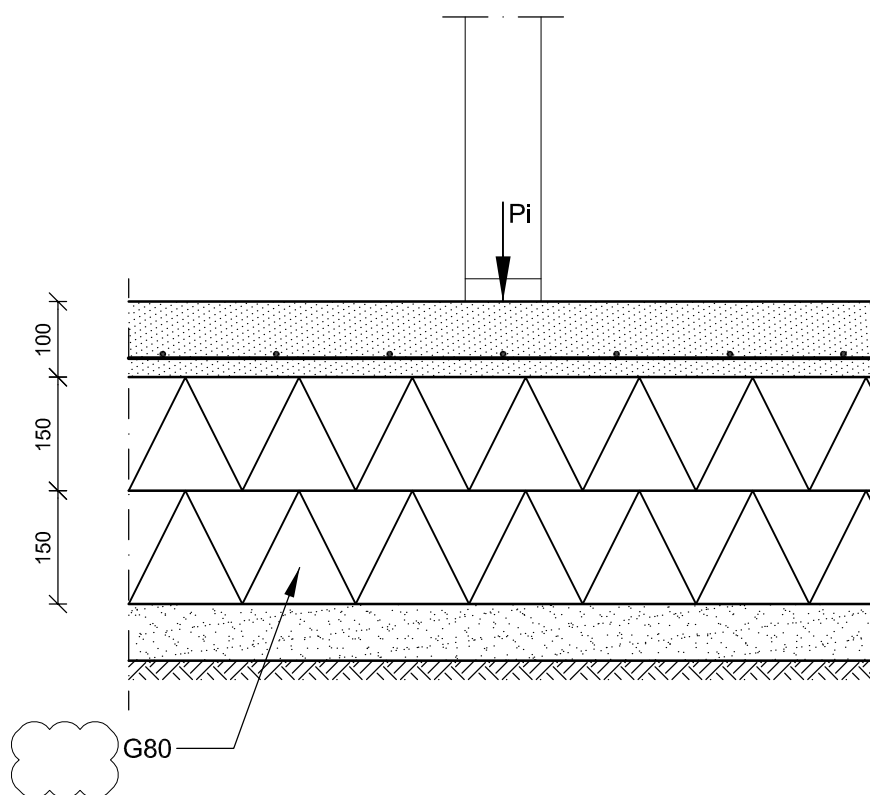
Tilladelig regningsmæssig belastning:

 $P_f \leq 13,7 \text{ kN/m}$
$$P_b \leq 19,4 \text{ kN/m}$$
[illegible]



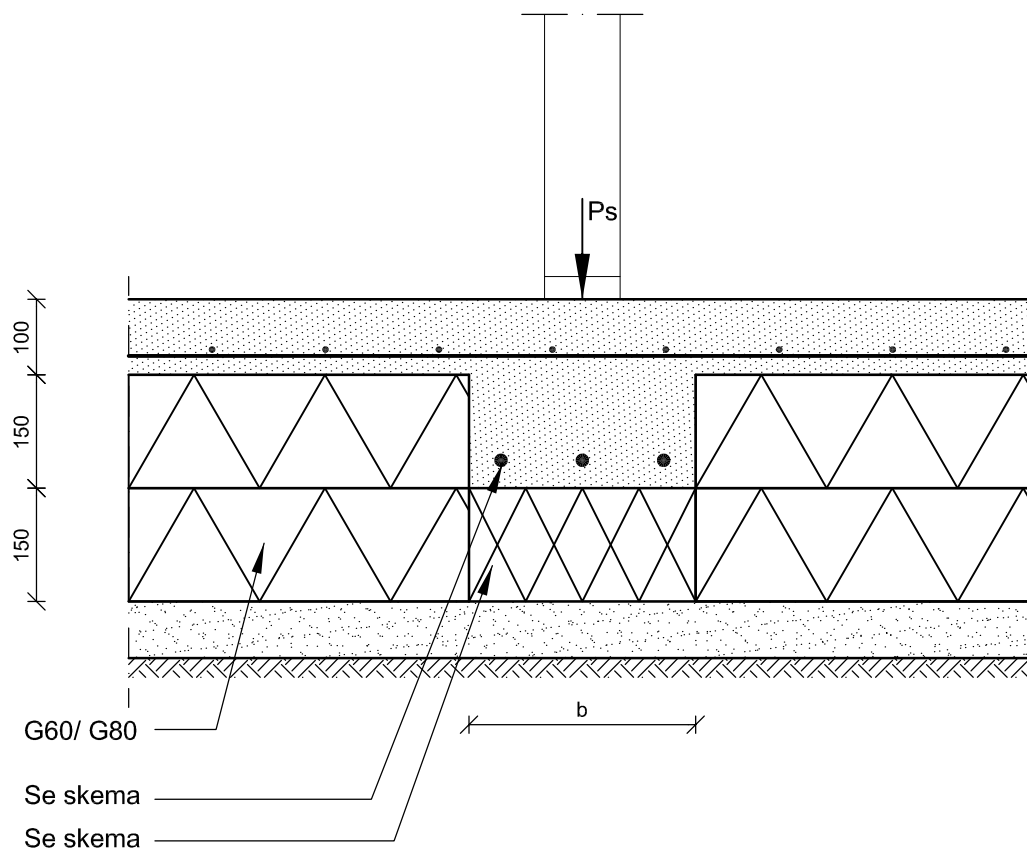
Tilladelig regningsmæssig belastning:
 $P_I \leq 17,1 \text{ kN/m}$

A 21.04.2009 HHB LEF TFI					B 11.03.2010 CAFR KMJ TFI									
Rev.	Dato	Udarb.	Kontr.	Godk.	Rev.	Dato	Udarb.	Kontr.	Godk.	Rev.	Dato	Udarb.	Kontr.	Godk.
STYROLIT FUNDAMENTSSYSTEM										Udarb. hhd		WBS-nr. P-64444-A-67		
Styroment Let										Kontr. LEF		Mål	1:10	
										Godk. TFI		Dato	01.02.2008	
					COWI A/S Parallelvej 2 2800 Kongens Lyngby					Telefon 45 97 22 11 Telefax 45 97 22 12 www.cowi.dk				
										Dokument nr. D02			Rev. B	
CAFR Mon, 15 Mar 2010 10:57:07 O:\A005000\A008315\A-3 Styroment sokkelsystem\Detaljer\fund detaljer.dwg														



Tilladelig regningsmæssig belastning:
 $P_i \leq 5,8 \text{ kN/m}$

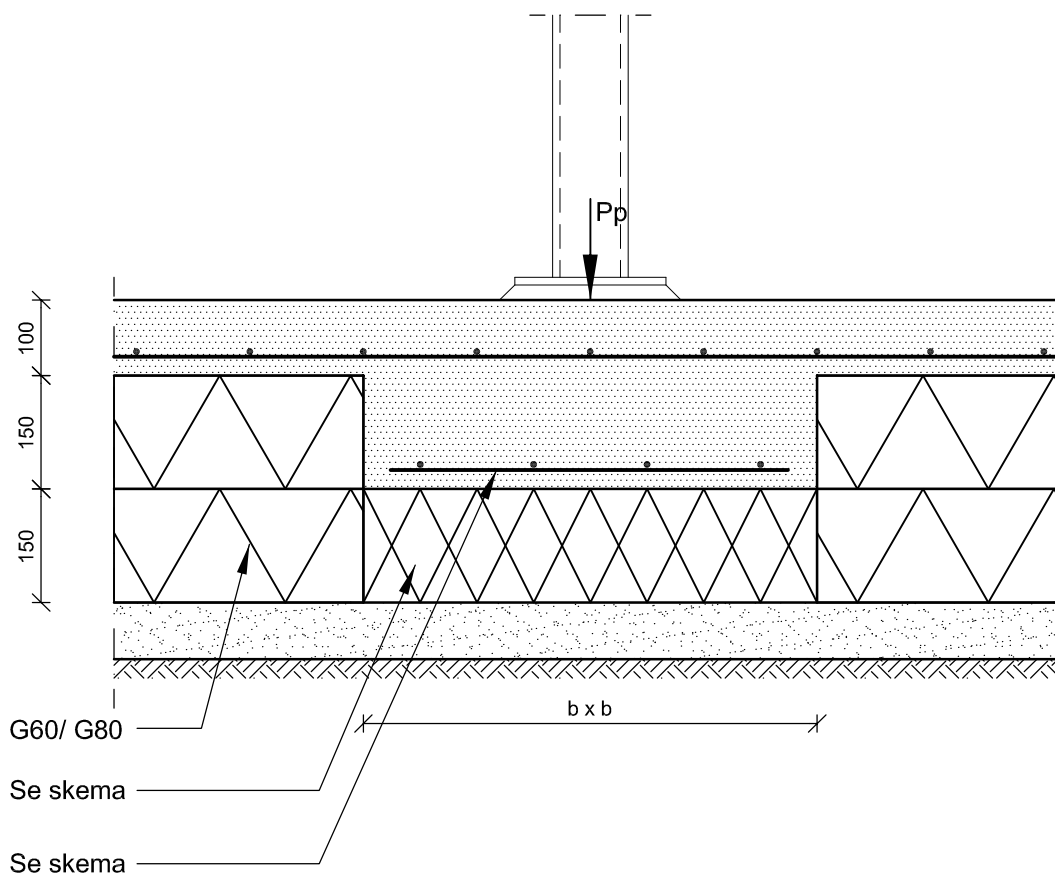
A 11.03.2010 CAFR KJM TFI									
Rev.	Dato	Udarb.	Kontr.	Godk.	Rev.	Dato	Udarb.	Kontr.	Godk.
STYROLIT FUNDAMENTSSYSTEM Indvendig ikke bærende væg					Udarb. hhd WBS-nr. P-64444-A-67 Kontr. LEF Mål 1:10 Godk. TFI Dato 01.02.2008				
 COWI A/S Parallelvej 2 2800 Kongens Lyngby					Telefon 45 97 22 11 Telefax 45 97 22 12 www.cowi.dk				
					Dokument nr. D03			Rev. A	
CAFR Fri, 12 Mar 2010 13:35:43 O:\A005000\A008315\A-3_Styroment_sokkelsystem\Detaljer\fund_detaljer.dwg									



Stribefundament		Belastning P_s [kN/m]		
Bredde b [mm]		300	450	600
Isoleringstype	EPS 150	11,7	17,6	23,4
	EPS 250	20,7	31,1	41,4
	EPS 300	25,2	37,8	50,4
Armering i US		2Y12	3Y12	4Y12

Linielasterne er de tilladelige regningsmæssige belastninger.

Rev.	Dato	Udarb.	Kontr.	Godk.	Rev.	Dato	Udarb.	Kontr.	Godk.	Rev.	Dato	Udarb.	Kontr.	Godk.
STYROLIT FUNDAMENTSSYSTEM Stribefundament, indvendig bærende væg										Udarb. hhd WBS-nr. P-64444-A-67 Kontr. LEF Mål 1:10 Godk. TFI Dato 01.02.2008				
COWI COWI A/S Parallelsvej 2 2800 Kongens Lyngby Telefon 45 97 22 11 Telefax 45 97 22 12 www.cowi.dk										Dokument nr. D04 Rev.				



Punktfundament		Belastning Pp [kN]			
Bredde bxb [mm]		600x600	800x800	1000x1000	1200x1200
Isoleringstype	EPS 150	14	25	39	56
	EPS 250	25	44	69	99
	EPS 300	30	54	84	121
Armering, net i US		Uarmeret	Y10/150	Y10/150	Y10/150

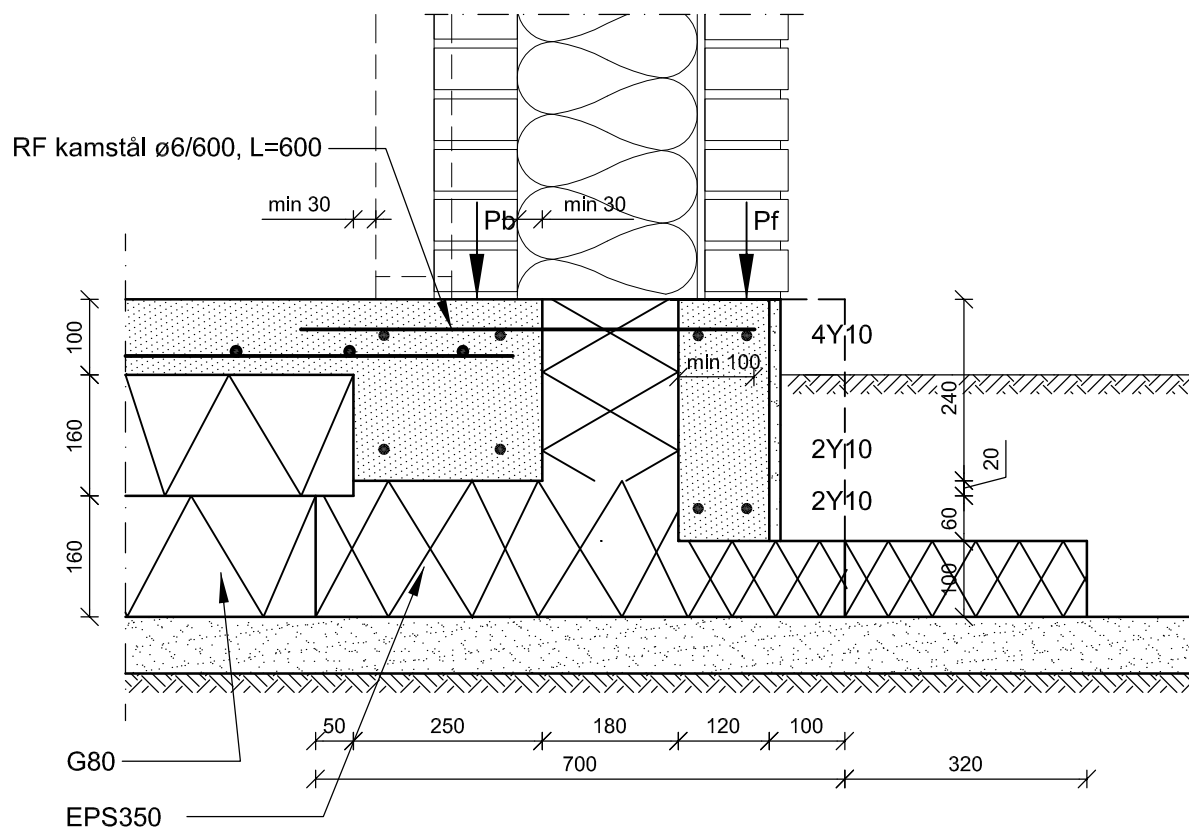
Punktlasterne er de tilladelige regningsmæssige belastninger.

Rev.	Dato	Udarb.	Kontr.	Godk.	Rev.	Dato	Udarb.	Kontr.	Godk.	Rev.	Dato	Udarb.	Kontr.	Godk.
STYROLIT FUNDAMENTSSYSTEM										Udarb. hhd				
Punktfundament, søjle/punktlast										WBS-nr. P-64444-A-67				
										Kontr. LEF				
										Mål 1:10				
										Godk. TFI				
										Dato 01.02.2008				
										Dokument nr.				
										D05				
										Rev.				

COWI

COWI A/S
Parallelsvej 2
2800 Kongens Lyngby

Telefon 45 97 22 11
Telefax 45 97 22 12
www.cowi.dk



Tilladelig regningsmæssig belastning:

$P_f \leq 11,6 \text{ kN/m}$

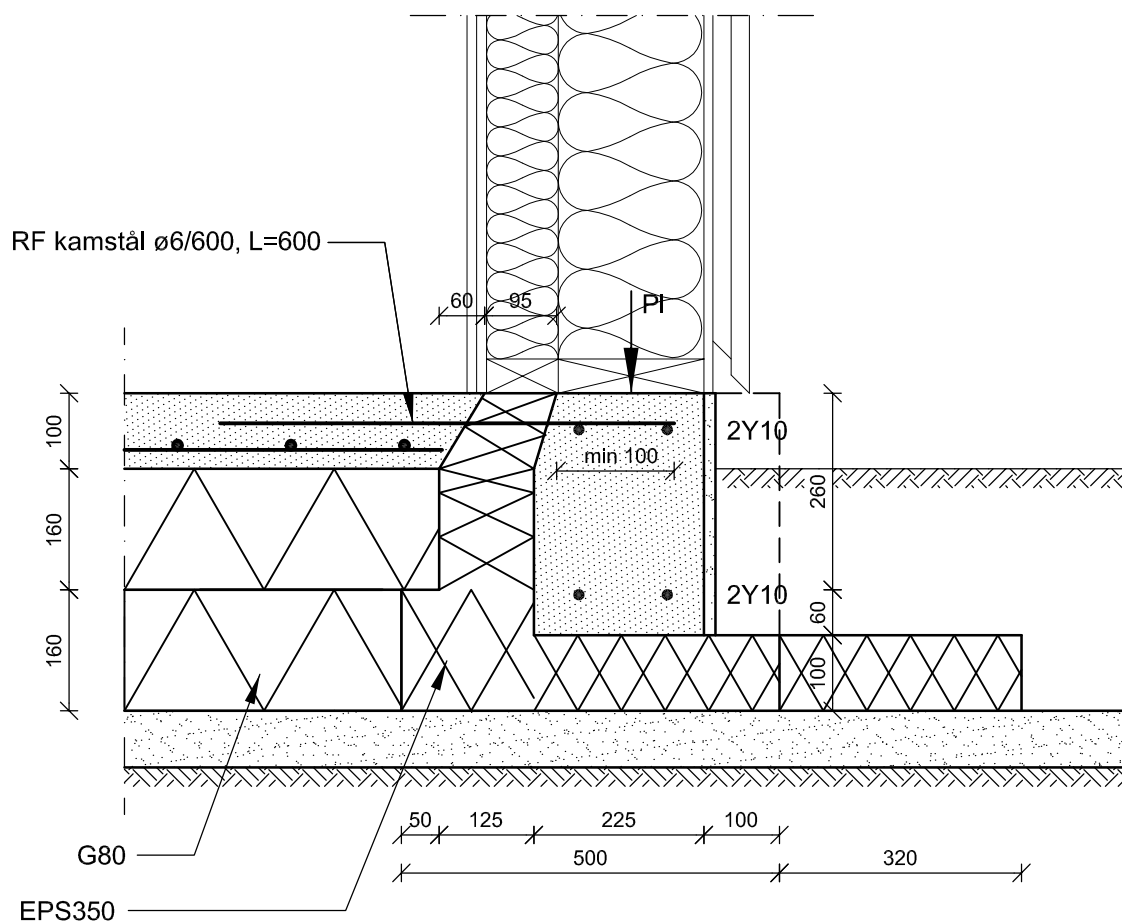
$P_b \leq 24,9 \text{ kN/m}$

Rev.	Dato	Udarb.	Kontr.	Godk.	Rev.	Dato	Udarb.	Kontr.	Godk.	Rev.	Dato	Udarb.	Kontr.	Godk.
STYROLIT FUNDAMENTSSYSTEM										Udarb. CAFR				
Styroment Tung PLUS										WBS-nr. P-64444-A-67				
										Kontr. KMJ				
										Mål 1:10				
										Godk. TFI				
										Dato 11.03.2010				
										Dokument nr.				
										D06				
										Rev.				

COWI

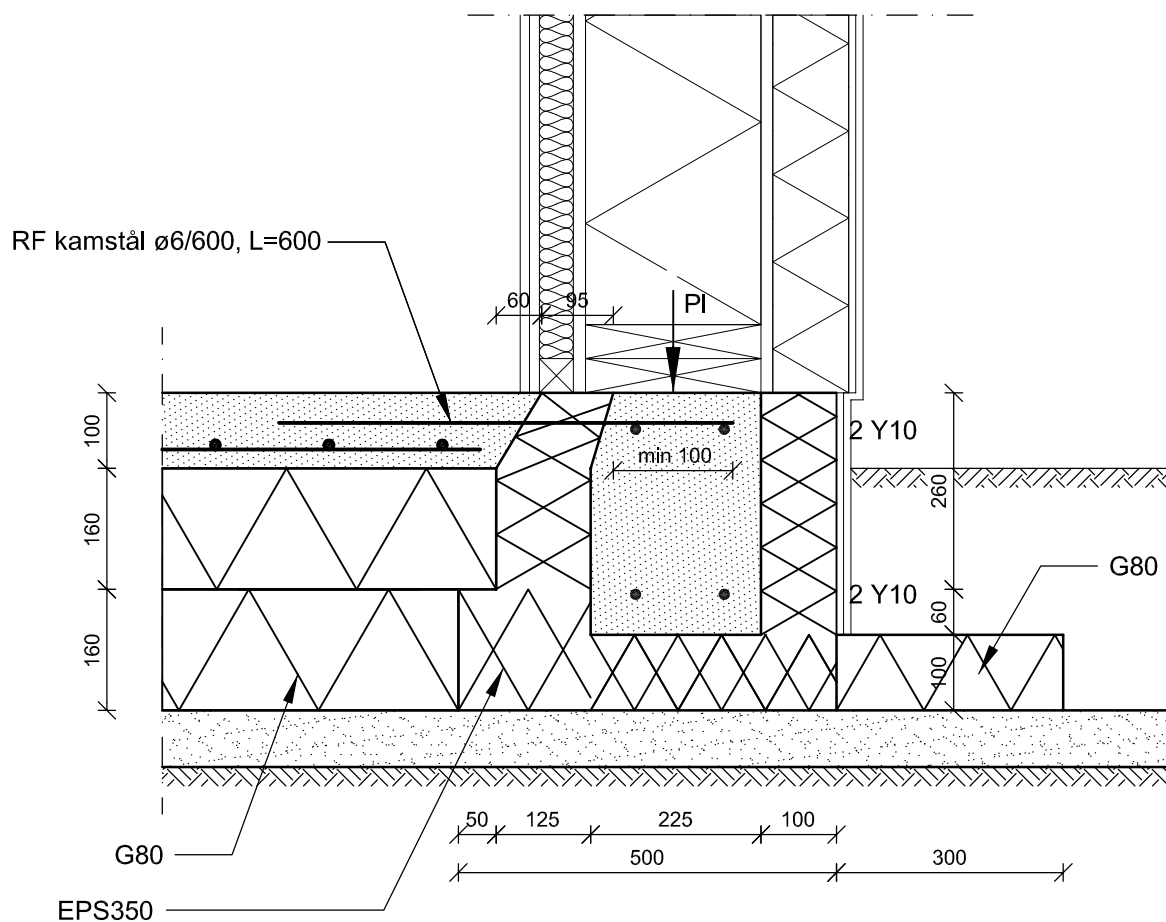
COWI A/S
Parallevej 2
2800 Kongens Lyngby

Telefon 45 97 22 11
Telefax 45 97 22 12
www.cowi.dk



Tilladelig regningsmæssig belastning:
 $P_I \leq 21,9 \text{ kN/m}$

Rev.	Dato	Udarb.	Kontr.	Godk.	Rev.	Dato	Udarb.	Kontr.	Godk.	Rev.	Dato	Udarb.	Kontr.	Godk.	
STYROLIT FUNDAMENTSSYSTEM Styroment Let PLUS										Udarb. CAFR		WBS-nr.P-64444-A-67			
										Kontr. KMJ		Mål		1:10	
										Godk. TFI		Dato		11.03.2010	
										Dokument nr. D07					
COWI A/S Parallelsvej 2 2800 Kongens Lyngby					Telefon 45 97 22 11 Telefax 45 97 22 12 www.cowi.dk					Rev.					



Tilladelig regningsmæssig belastning:
 $PI \leq 21,9 \text{ kN/m}$

Rev.	Dato	Udarb.	Kontr.	Godk.	Rev.	Dato	Udarb.	Kontr.	Godk.	Rev.	Dato	Udarb.	Kontr.	Godk.
STYROLIT FUNDAMENTSSYSTEM Styroment Let PLUS med C-SIPS væg										Udarb. CAFR WBS-nr. P-64444-A-67 Kontr. KMJ Mål 1:10 Godk. TFI Dato 11.03.2010				
COWI COWI A/S Parallelvej 2 2800 Kongens Lyngby Telefon 45 97 22 11 Telefax 45 97 22 12 www.cowi.dk										Dokument nr. D08				