

# PRETEC FORBINDELSYSTEM

## Dimensioneringsguide SPA anker

### DK NA





Let's connect

## Indholdsfortegnelse

Indledning.....	1
1. Produktoversigt .....	2
1.1 Forbindelsesstritter .....	2
1.2 SPA-1, Sandwichanker .....	3
1.3 PBS, Bjælkestige .....	4
2. Installation .....	5
2.1 Sandwichanker, SPA .....	6
2.2 Forbindelsesstritter .....	7
2.3 Bjælkestige (PBS) .....	8
3. Bæreevner .....	9
3.1 Sandwichanker .....	10
3.1.1 SPA-1, med vind- og temperaturlast, $q_p=0.52/0.89$ kPa .....	11
3.1.1 SPA-1, med vind- og temperaturlast, $q_p=1.07/1.25$ kPa .....	13
3.1.1 SPA-1, med vind- og temperaturlast, $q_p=1.55/1.96$ kPa .....	15
3.1.4 SPA-1 uden reduktion fra vind ( $H_{w,k}$ ) og temperatur ( $HT_k$ ).....	17
3.2 Forbindelsesstritter .....	18
3.2.1 Forbindelsesstritter, træklast .....	18
3.2.2 Forbindelsesstritter, tryklast .....	19
3.3 Bjælkestige PBS .....	20
4. Standarder og partialkoefficienter .....	21



Let's connect

## Indledning

Pretecs forbindelsessystem består af to forskellige systemer, forbindelsesstiger (PDM) og sandwichankre (SPA-1). Begge systemer bruges til at forankre forpladen til bagpladen i en betonsandwichvæg og overfører således laster fra egenvægt, vind og temperatur.

I dette dokumentet beskrives systemet med sandwichanker. Systemet består af sandwichanker (SPA-1), og forbindelsesstøttere (SPA-O/K/U). Bjælkestiger (PBS) kan anvendes over dør- og vinduesåbninger.

# 1. Produktoversigt

Samtlige produkter i Pretecs forbindelsessystem er CE-mærkede iht. DS EN 1090-1. Hvis ikke andet er angivet, leveres det i udførelsesklasse 2 (EXC2). Se ydeevnedeklarationer på Pretecs hjemmeside.

## Materiale

Tabel 1.1

Anker	Materiale	Flydespænding, $f_{yk}$ (MPa)
Forbindelsesstritter SPA-O/K/U	A2 eller A4 (Glat)	Min. 700
Sandwichanker SPA-1	A2 eller A4 (Glat)	Min. 700
Bjælkestige PBS	A2 eller A4 (Glat)	Min. 700

A2=1.4301/1.4307 iht. EN 10088-3/5, A4=1.4401/1.4404 iht. EN 10088-3/5.

Standard lagervarer er i rustfri A2. Kontakt os venligst ved ønske om rustfri A4, kan også være på lager. Ønskes andre materialekvaliteter, kontakt os venligst for yderligere dialog.

## 1.1 Forbindelsesstrittere

Produktet betegnes iht. følgende princip:

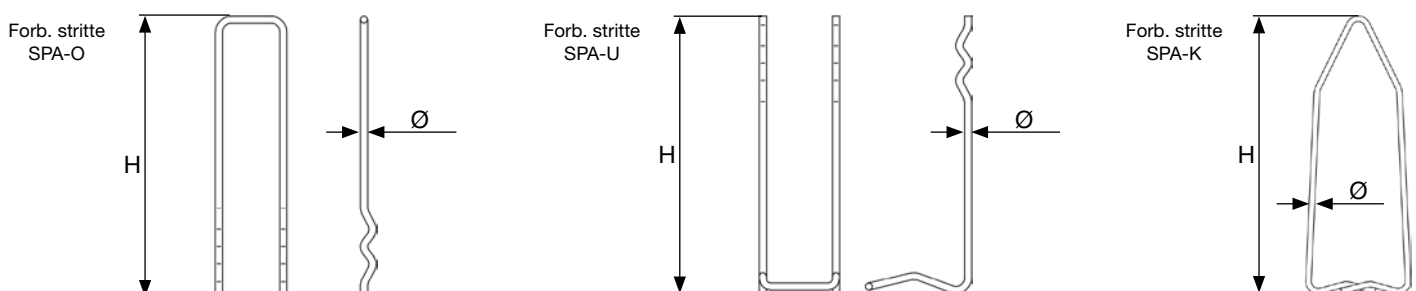
"Strittertype"-Ø-H-"Materiale".

For eksempel forbindelsesstritte med Ø4, H=160 og i A2 => SPA-O-04-160-A2.

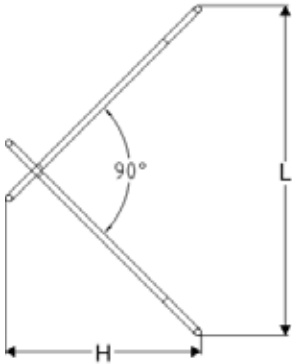
Tabel 1.2

	Strittertype	Diameter Ø (mm)	Højde H* (mm)
Forbindelsesstritte	SPA-O	04	120-400
		05	200-430
Forbindelsesstritte	SPA-U	04	160-360
		05	150-420
Forbindelsesstritte	SPA-K	04	120-340
		05	200-420

\*Strittere fås i flere forskellige højder med 20 mm intervaller, men kan også fremstilles i andre dimensioner efter ønske. Kontakt os venligst for at se, hvilke dimensioner der er tilgængelige som standard.



## 1.2 SPA-1, Sandwichanker



Produktet betegnes SPA-1- $\phi$ -H-"Materiale".

Eksempel, sandwichanker SPA-1 med H=220, tråddiameter 7 mm og A2 => SPA-1-07-220-A2

SPA-1-07 findes i H= 160-380

SPA-1-08 findes i H= 180-320

SPA-1-09 findes i H= 200-440

SPA-1-10 findes i H= 340-440

H-mål med 20 mm interval

Kontakt os venligst, for at få oplyst lagerførte dimensioner.

Tabel 1.3

H (mm)	Anbefalet isoleringsstykkelse b (mm)	L (mm)			
		$\phi 7$ SPA-1-07	$\phi 8$ SPA-1-08	$\phi 9$ SPA-1-09	$\phi 10$ SPA-1-10
160	40-50	256	—	—	—
180	60-70	296	294	—	—
200	80-90	336	334	330	—
220	100-110	376	374	370	—
240	120-130	416	414	410	—
260	140-150	456	454	450	—
280	160-170	496	494	490	—
300	180-190	536	534	530	—
320	200-210	576	574	570	—
340	220-230	616	—	610	608
360	240-250	656	—	650	648
380	260-270	696	—	690	688
400	280-290	—	—	730	728
420	300-310	—	—	770	768
440	320-330	—	—	810	808

### 1.3 PBS, Bjælkestige

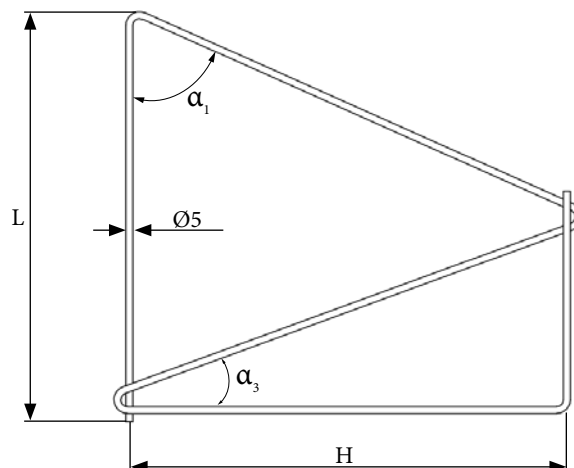
Produktet betegnes: PBS-Hx-Lx-"materiale".

For eksempel PBS bjælkestige med H=240, L=250 og materiale A2 => PBS-H240-L250-A2.

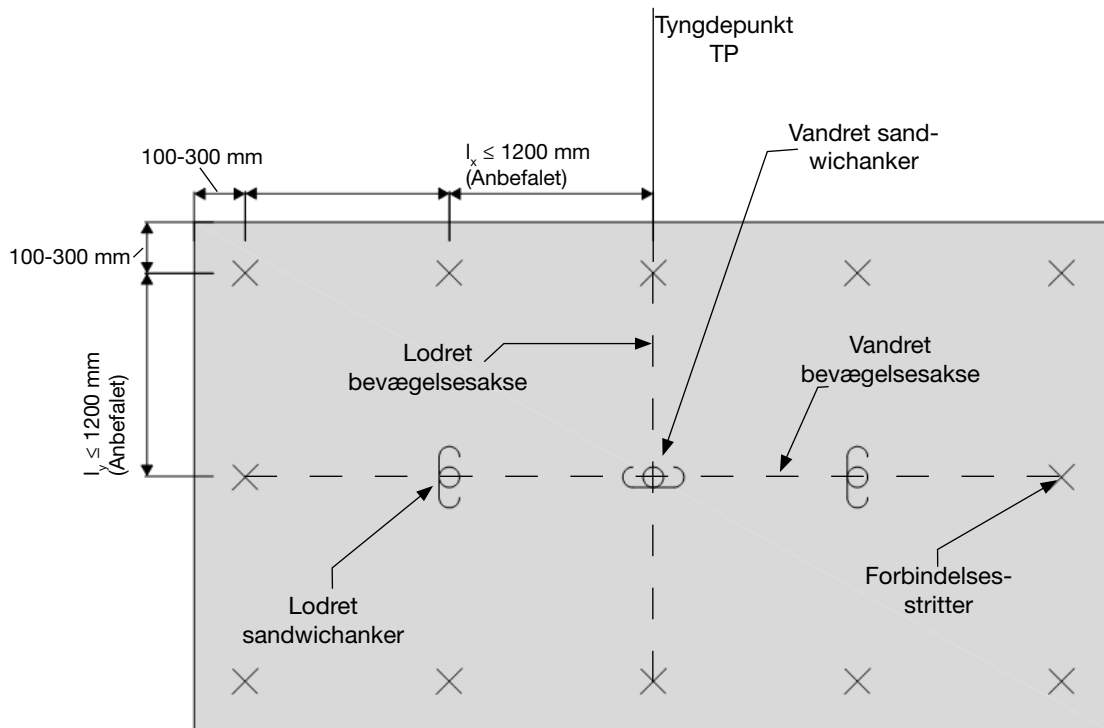
Tabel 1.4

Varebeskrivelse	Højde H* (mm)	Længde L (mm)	Anbefalet isoleringstykkelse b (mm)	$\alpha_1$ (°)	$\alpha_3$ (°)
PBS-H140-L250	140	250	80	49.4	32.5
PBS-H150-L250	150		90	51.4	30.9
PBS-H160-L250	160		100	53.2	29.4
PBS-H180-L250	180		120	56.5	26.7
PBS-H190-L250	190		130	58	25.6
PBS-H200-L250	200		140	59.3	24.5
PBS-H210-L250	210		150	60.6	23.5
PBS-H220-L250	220		160	61.7	22.6
PBS-H240-L250	240		180	63.8	20.9
PBS-H260-L250	260		200	65.6	19.5
PBS-H280-L250	280		220	67.2	18.2
PBS-H300-L250	300		240	68.6	17.1
PBS-H320-L250	320		260	69.9	16.1
PBS-H340-L300	340	300	280	67.3	19
PBS-H360-L300	360		300	68.4	18
PBS-H380-L300	380		320	69.5	17.2
PBS-H400-L300	400		340	70.4	16.4
PBS-H420-L300	420		360	71.3	15.6

\*Mål H er mellem midten af de lige stænger. Der vil være en forankringsdybde på 30 mm i både forplade og i bagplade når den anbefalede isoleringstykkelse anvendes



## 2. Installation



Når sandwichankre og forbindelsesstrittere placeres ud på vægelementet bør det tilstræbes at danne et gittermønster.

Sandwichankre bør placeres i samme linje for at minimere påvirkninger fra temperaturændringer og for at sikre, at forpladen udvider/krymper på tiltænkte vis. Placeringen af disse bestemmer, hvor forpladens teoretiske bevægelsesmidt punkt er, det vil sige det punkt som ikke flytter sig ved temperaturændringer.

Det vandrette sandwichanker fikserer forpladen vandret og sikrer dermed dens lodrette bevægelsesakse. En yderligere funktion er blandt andet at optage geometriske imperfektioner fra de lodrette sandwichankre.

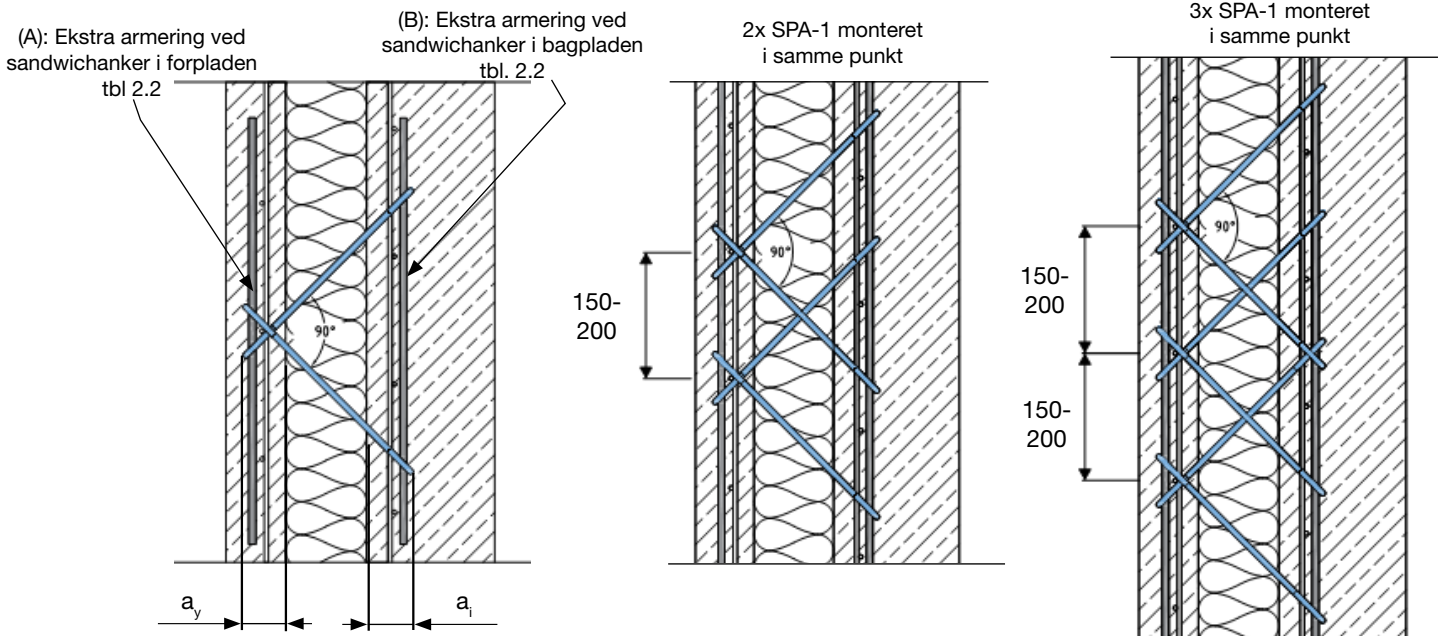
De lodrette sandwichankre optager forpladens egenlast og fikserer forpladen lodret, hvilket sikrer dens vandrette bevægelsesakse. Deres placering i forhold til forpladens tyngdepunkt bør tages i betragtning med hensyn til lastfordelingen for hvert enkelt sandwichanker punkt.

Hvor de lodrette og vandrette bevægelsesakser krydses er det teoretiske bevægelsesmidt punkt. Tag i betragtning, at andre bevidste og ubevidste fastlåsnings mellem for- og bagplade kan påvirke placeringen af bevægelsesmidt punktet.

Når flere forbindelsesstrittere placeres nær hinanden ved højt belastede punkter bør de ikke placeres tættere end 200 mm.

Information omkring installation og anbefalet afstand er beskrevet nærmere i afsnit 2.1, 2.2 og 2.3.

## 2.1 Sandwichankre, SPA



Tabel 2.1 Indstøbningsdybde på sandwichankre

Dimension	SPA-1-07	SPA-1-08	SPA-1-09	SPA-1-10
$a_y$ (forplade)	≥50	≥52	≥53	≥54
$a_i$ (bagplade)	≥55	≥55	≥55	≥55

Tabel 2.2 Ekstra armering ved sandwichankre. For 150 mm afstand mellem ankere (net s150).

H (mm)	1x SPA-1 (mål i mm)		2x SPA-1 s150 (mål i mm)		3x SPA-1 s150 (mål i mm)	
	A (1Ø8)	B (1Ø10)	A (1Ø8)	B (1Ø10)	A (1Ø8)	B (1Ø10)
≤280	l = 700	l = 700	l = 850	l = 850	l = 1000	l = 1000
300-320	l = 700	l = 800	l = 850	l = 950	l = 1000	l = 1100
340-360	l = 700	l = 900	l = 850	l = 1050	l = 1000	l = 1200
380-400	l = 700	l = 950	l = 850	l = 1100	l = 1000	l = 1250
420-440	l = 700	l = 1050	l = 850	l = 1200	l = 1000	l = 1350

\*Når 2x SPA-1 eller 3x SPA-1 monteres i samme punkt med 200 mm mellem sig (s200 net), i stedet for 150 mm, skal længden på den ekstra armering (tabel 2.2) forlænges med 50 mm respektivt 100 mm.

For beregning af mindste højde på sandwichankret:  $H \geq a_y + b + a_i$  (b = isoleringstykkelse).

Forpladen skal være min. 70 mm og bagpladen min. 100 mm tyk ved standardmonterede sandwichankre.

Sandwichankre skal monteres med de krydsende ben i forpladen (billede ovenfor) for at få sin tænkte funktion. Den ekstra armering jf. tabel 2.2 skal monteres i krogene på sandwichankret og ikke blot ligge ved siden af, centreret omkring ankeret. Ved små kantafstande kan den ekstra armering bukes ind. Monteres sandwichankrene tværtimod, med de krydsede ben i bagpladen gælder de angivne værdier i tabellerne ikke, og rotationsmomentet skal optages andetsteds.

Kantafstand fra den yderste forankringsdel på SPA ankeret i for-/bagplader skal være mindst 100 mm (den yderste del nærmest kanten). Afstand mellem sandwichankre på tværs af deres længderetning, mindst 220 mm (i bredden).

Armering i for- og bagplade skal mindst modsvare net Ø5s200. Min. Ø5 armeringsdiameter, B500B.



## 2.2 Forbindelsesstrittere

$t_i$  = bagpladens tykkelse

$t_y$  = forpladens tykkelse

Nominelle forankringslængder skal tages i betragtning, når du vælger længden på forbindelsesstrittere.

Forbindelsesstrittere bør ikke placeres tættere end c/c 200 mm mellem strittere eller forankringsdelen på sandwichankret. Kantafstand, mindst 100 mm.

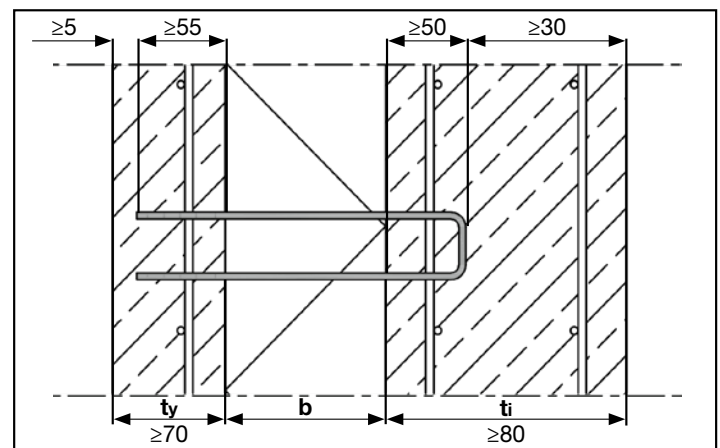
Forbindelsesstritter SPA-U og SPA-K monteres mod armeringsnettet, hvilket betyder, at placering af nettet også skal tages i betragtning for disse typer.

Forbindelsesstritter SPA-U og SPA-O kan også monteres i modsat retning sammenlignet med figurerne, for eksempel hvis væggen støbes med forpladen opad. Da gælder de samme geometriske mål for forbindelsesstritterne, som vist på figurerne for SPA-U og SPA-O. Monteres U-bøjlen på SPA-O i forpladen og skal optage tryklast, skal dæklaget i forpladen betragtes særskilt ift. betonens bæreevne.

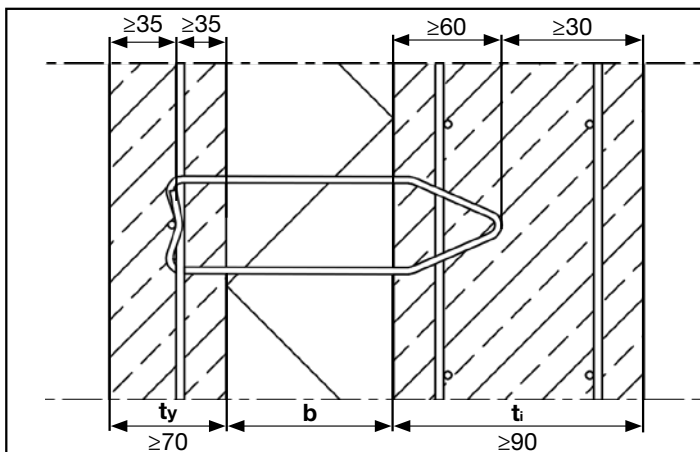
Forbindelsesstritter SPA-K kan også monteres i modsatte retning (og fastgøres derefter til nettet i bagpladen), men ved tryklaster skal dæklaget i forpladen betragtes separat med hensyn til bæreevnen af betonen.

Armering i for- og bagplade skal mindst modsvare net Ø5s200. Min. Ø5 armeringsdiameter, B500B.

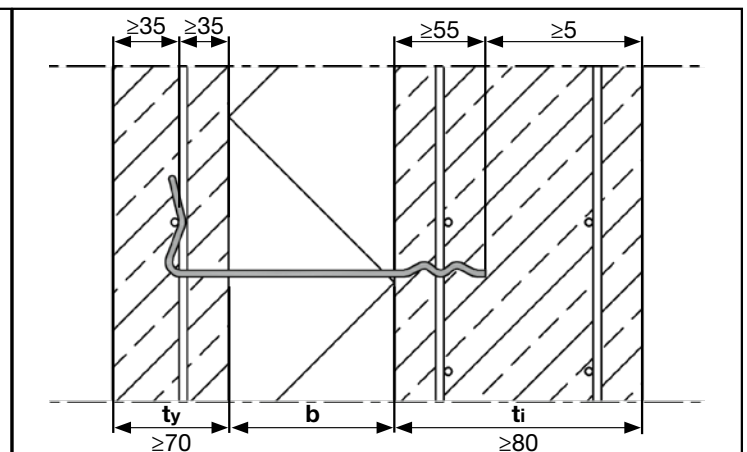
Forbindelsesstritter  
SPA-O



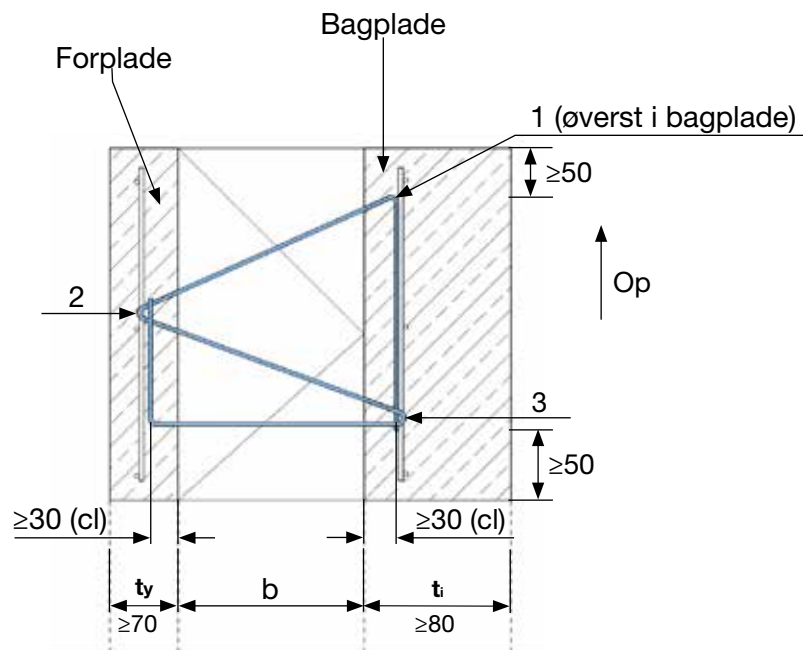
Forbindelsesstritte  
SPA-K



Forbindelsesstritte  
SPA-U



## 2.3 Bjælkestige (PBS)



Bjælkestige  
PBS

Bjælkestiger kan anvendes over døre og vinduer, hvor forpladen ikke kan bære dens egenvægt. Den anbefalede højde, H, til bjælkestiger er isoleringstykkelsen, b, + 60mm.

Det er vigtigt at bjælkestigerne monteres med svejsepunkt 1 og 3 i bagpladen, hvor punkt 1 skal sidde øverst i elementets lodrette retning.

Armering i for- og bagplade skal mindst modsvare net  $\text{Ø}5\text{s}200$ .

Centerafstand: 100-600 mm

Kantafstand sidevejs: 100-300 mm

Kantafstand under-/overkant: mindst 50 mm

### 3. Bæreevne

Forpladen i et sandwichelement påvirkes af vind, egenlast og temperatur.

#### Temperaturlaster

Forskelle i temperatur mellem forpladen og bagpladen forårsager relative bevægelser. Forpladen vil krumme på grund af temperaturforskellen mellem den overflade, der er i kontakt med luften og den overflade, der er i kontakt med isoleringen. Desuden udvides/krymper forpladen sig i forhold til bagpladen på grund af forskelle i indendørs og udendørs temperatur.

Eftersom sandwichankre, bjælkestiger og forbindelsesstrittere er forankret i begge plader, danner de en forbindelse. Når forpladen udvides/krymper i forhold til bagpladen, forskydes ankerpunktet på forpladen i forhold til bagpladen, hvilket giver anledning til en bøjning i forankringen. Jo større temperaturforskellen,  $\Delta T$ , og afstanden fra forpladens bevægelsesmidtpunkt,  $e_H$ , jo større er den relative forskydning. Stålspændingen i forankringen bliver større med en stigende relativ forskydning og en faldende isoleringsstykkelse.

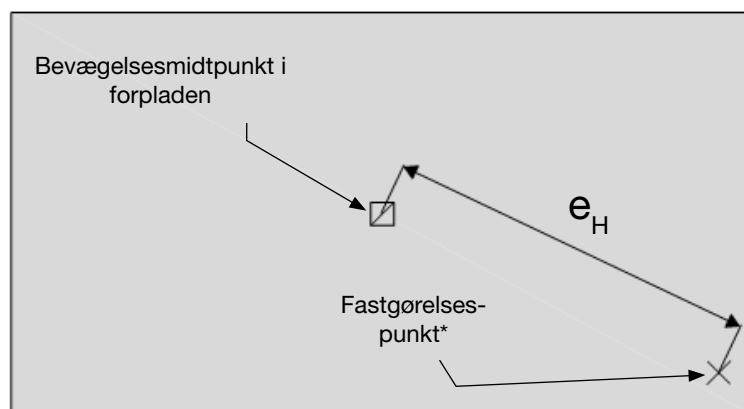
Hvor det teoretiske bevægelsesmidtpunkt er, beror på placeringen af de lodrette og vandrette sandwichankre.

Antagne værdier:

Længdeudvidelseskoefficient for beton,  $\alpha_T = 10 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$

Temperaturforskel mellem for- og bagpladen, tværgående,  $\Delta T = 45^{\circ}\text{C}$

(der beregnes ikke yderligere partialkoefficienter i beregningerne af temperaturbevægelsen,  $\Delta T \cdot \alpha_T \cdot e_H$ )



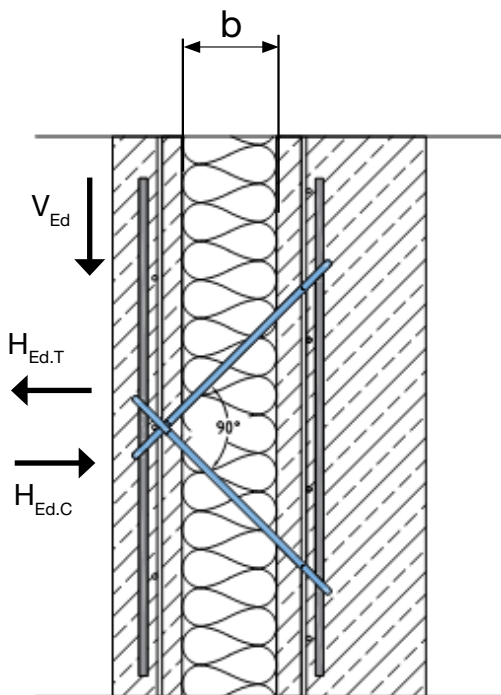
\*Et fastgørelsespunkt kan være et forbindelsesstritter, bjælkestige eller et sandwichanker.

### 3.1 Sandwichankre

Bæreevnen i tabel 3.1 - 3.12 angives som tilladt regningsmæssig lodret last (f.eks. egenvægt gange en faktor) fra forpladen pr. forankringspunkt med sandwichankre (1,2,3 sandwichankre pr. forankringspunkt). Vandret last fra vindsug og krumning p.g.a. temperaturgradient i forpladen er allerede inkluderet og fratrukket på bæreevnen.

Forudsætninger for tabel 3.1 - 3.12 (se indledning kap. 3)

- Betonstyrke mindst C30/37 (ikke-revnet)
- Installation iht. kapitel 2.1
- Tempdiff. forplade  $\pm 5$  °C, mørk farve ( $H_{T,k} = 2.4$  kN)
- Tykkelse forplade 70-80 mm
- Formfaktor -1.4 for vindsug og +1.0 for vindtryk, lastopland = 1.44 m<sup>2</sup>
- Konsekvensklasse 2 (CC2, Kfi=1)



$H_{Ed,T}$  = Regningsmæssig træklast  
 $H_{Ed,C}$  = Regningsmæssig tryklast  
 $V_{Ed}$  = Regningsmæssig lodret last

Træk- og tryklast er kombination af vind ( $H_{w,k}$ ) og temperaturlast ( $H_{T,k}$ ). Temperaturlasten er fra krumning af forpladen.

Lasterne er pr. forankringspunkt. 1, 2 og 3 SPA ankre på samme sted tæller stadig som et forankringspunkt i bæreevnetabellerne.

### 3.1.1 SPA-1, med vind- og temperaturlast $q_p = 0.52/0.89$ kPa

- Forudsætninger iht. kap. 3 og kap. 3.1.

**Tabel 3.1 Tilladt regningsmæssig lodret last SPA-1-07 (7 mm)**

Isolerings- tykkelse b (mm)	Anbef. dimension SPA-1-07 H (mm)	Tilladt regningsmæssig lodret last $V_{Ed}$ (kN)						$e_H$ max (m)
		$v_b = 24$ m/s ( $q_{p,k} = 0.52$ kPa) Terræntype IV Bygningshøjde 15 m			$v_b = 24$ m/s ( $q_{p,k} = 0.89$ kPa) Terræntype III Bygningshøjde 30 m			
		1 stk.	2 stk. s150/ s200	3 stk. s150/s200	1 stk.	2 stk. s150/s200	3 stk. s150/s200	
50	160	4.1	12.8	20.9	2.8	12.5	20.9	1.5
60	180	4	12.1	20.1	2.8	11.8	19.9	2
80	200	4.1	15.0	25.9	2.8	13.7	24.6	2
100	220	4.1	14.0	22.5	2.8	13.7	22.5	3
120	240	3.5	11.0	18.4	2.8	10.7	18.2	4
140	260	2.3	8.6	14.9	2.1	8.4	14.7	5
150	260	2.2	8.3	14.4	1.9	8.1	14.2	5
160	280	1.9	7.9	13.8	1.7	7.6	13.6	5
180	300	1.4	6.9	12.3	1.2	6.6	12.1	5
200	320	0.9	5.8	10.8	0.7	5.6	10.5	5
220	340	0.4	4.8	9.3	0.2	4.6	9.0	5
240	360	-	4.0	7.9	-	3.7	7.7	5
260	380	-	3.2	6.7	-	2.9	6.5	5

**Tabel 3.2 Tilladte dimensionerende vertikallast SPA-1-08 (8 mm)**

Isolerings- tykkelse b (mm)	Anbef. dimension SPA-1-08 H (mm)	Tilladte dimensionerende vertikallast $V_{Ed}$ (kN)						$e_H$ max (m)
		$v_b = 24$ m/s ( $q_{p,k} = 0.52$ kPa) Terræntype IV Byggehøjde 15 m			$v_b = 24$ m/s ( $q_{p,k} = 0.89$ kPa) Terræntype III Byggehøjde 30 m			
		1 stk.	2 stk. s150/ s200	3 stk. s150/s200	1 stk.	2 stk. s150/s200	3 stk. s150/s200	
60	180	4.8	15.4	24.2	3.3	15.2	24.2	2
80	200	4.8	17.4	30.0	3.3	15.9	28.5	2
100	220	4.8	17.4	30.0	3.3	15.9	28.5	3
120	240	4.8	17.2	26.5	3.3	15.9	26.5	4
140	260	4.8	14.3	22.9	3.3	14.1	22.9	5
150	260	4.8	14.2	22.7	3.3	14.0	22.7	5
160	280	4.8	13.8	22.3	3.3	13.6	22.3	5
180	300	4.4	12.7	20.8	3.3	12.4	20.8	5
200	320	3.7	11.3	19.0	3.3	11.1	18.7	5

### 3.1.1 SPA-1, med vind- og temperaturlast $q_p = 0.52/0.89$ kPa, forts.

- Forudsætninger iht. kap. 3 og kap. 3.1.

**Tabel 3.3 Tilladt regningsmæssig lodret last SPA-1-09 (9 mm)**

Isolerings- tykkelse b (mm)	Anbef. dimension SPA-1-09 H (mm)	Tilladt regningsmæssig lodret last $V_{Ed}$ (kN)						$e_H$ max (m)
		$v_b = 24$ m/s ( $q_{p,k} = 0.52$ kPa) Terræntype IV Bygningshøjde 15 m			$v_b = 24$ m/s ( $q_{p,k} = 0.89$ kPa) Terræntype III Bygningshøjde 30 m			
		1 stk.	2 stk. s150/ s200	3 stk. s150/s200	1 stk.	2 stk. s150/s200	3 stk. s150/s200	
80	200	4.8	17.4	30.0	3.3	15.9	28.5	2
100	220	4.8	17.4	30.0	3.3	15.9	28.5	3
120	240	4.8	17.4	30.0	3.3	15.9	28.5	4
140	260	4.8	17.4	30.0	3.3	15.9	28.5	5
150	260	4.8	17.4	30.0	3.3	15.9	28.5	5
160	280	4.8	17.4	30.0	3.3	15.9	28.5	5
180	300	4.8	17.4	30.0	3.3	15.9	28.5	5
200	320	4.8	17.4	28.0	3.3	15.9	28.0	5
220	340	4.8	16.7	25.8	3.3	15.9	25.8	5
240	360	4.8	14.9	23.6	3.3	14.7	23.6	5
260	380	4.6	13.3	21.6	3.3	13.0	21.6	5
280	400	3.9	11.7	19.6	3.3	11.5	19.4	5
300	420	3.2	10.4	17.6	3	10.1	17.3	5
320	440	2.6	9.2	15.7	2.3	8.9	15.5	5

**Tabel 3.4 Tilladt regningsmæssig lodret last SPA-1-10 (10 mm)**

Isolerings- tykkelse b (mm)	Anbef. dimension SPA-1-10 H (mm)	Tilladt regningsmæssig lodret last $V_{Ed}$ (kN)						$e_H$ max (m)
		$v_b = 24$ m/s ( $q_{p,k} = 0.52$ kPa) Terræntype IV Bygningshøjde 15 m			$v_b = 24$ m/s ( $q_{p,k} = 0.89$ kPa) Terræntype III Bygningshøjde 30 m			
		1 stk.	2 stk. s150/s200	3 stk. s150/s200	1 stk.	2 stk. s150/s200	3 stk. s150/s200	
220	340	4.8	17.4	30.0	3.3	15.9	28.5	5
240	360	4.8	17.4	30.0	3.3	15.9	28.5	5
260	380	4.8	17.4	30.0	3.3	15.9	28.5	5
280	400	4.8	17.4	28.4	3.3	15.9	28.4	5
300	420	4.8	16.8	26.0	3.3	15.9	26.0	5
320	440	4.8	15.1	23.9	3.3	14.9	23.9	5

### 3.1.2 SPA-1, med vind- og temperaturlast $q_p = 1.07/1.25$ kPa

- Forudsætninger iht. kap. 3 og kap. 3.1.

**Tabel 3.5 Tilladt regningsmæssig lodret last SPA-1-07 (7 mm)**

Isolerings- tykkelse b (mm)	Anbef. dimension SPA-1-07 H (mm)	Tilladt regningsmæssig lodret last $V_{Ed}$ (kN)						$e_H$ max (m)
		$v_b = 24$ m/s ( $q_{p,k} = 1.07$ kPa) Terræntype II Bygningshøjde 25 m			$v_b = 24$ m/s ( $q_{p,k} = 1.25$ kPa) Terræntype II Bygningshøjde 50 m			
		1 stk.	2 stk. s150/ s200	3 stk. s150/s200	1 stk.	2 stk. s150/s200	3 stk. s150/s200	
50	160	1.9	12.2	20.6	1	11.8	20.2	1.5
60	180	1.9	11.5	19.6	1	11.2	19.2	2
80	200	1.9	12.8	23.7	1	11.9	22.8	2
100	220	1.9	12.8	22.4	1	11.9	22.0	3
120	240	1.9	10.4	17.9	1	10.0	17.5	4
140	260	1.8	8.1	14.4	1	7.7	14.0	5
150	260	1.6	7.8	13.9	1	7.4	13.5	5
160	280	1.4	7.3	13.3	1	7.0	12.9	5
180	300	0.9	6.3	11.8	0.5	6.0	11.4	5
200	320	0.4	5.3	10.2	-	4.9	9.8	5
220	340	-	4.3	8.7	-	3.9	8.3	5
240	360	-	3.4	7.4	-	3.0	7.0	5
260	380	-	2.6	6.2	-	2.2	5.8	5

**Tabel 3.6 Tilladt regningsmæssig lodret last SPA-1-08 (8 mm)**

Isolerings- tykkelse b (mm)	Anbef. dimension SPA-1-08 H (mm)	Tilladt regningsmæssig lodret last $V_{Ed}$ (kN)						$e_H$ max (m)
		$v_b = 24$ m/s ( $q_{p,k} = 1.07$ kPa) Terræntype II Bygningshøjde 25 m			$v_b = 24$ m/s ( $q_{p,k} = 1.25$ kPa) Terræntype II Bygningshøjde 50 m			
		1 stk.	2 stk. s150/ s200	3 stk. s150/s200	1 stk.	2 stk. s150/s200	3 stk. s150/s200	
60	180	2.2	14.8	24.2	1.2	13.8	24.2	2
80	200	2.2	14.8	27.4	1.2	13.8	26.4	2
100	220	2.2	14.8	27.4	1.2	13.8	26.4	3
120	240	2.2	14.8	26.5	1.2	13.8	26.4	4
140	260	2.2	13.8	22.9	1.2	13.4	22.6	5
150	260	2.2	13.7	22.7	1.2	13.3	22.4	5
160	280	2.2	13.3	22.2	1.2	12.9	21.8	5
180	300	2.2	12.2	20.5	1.2	11.8	20.1	5
200	320	2.2	10.8	18.5	1.2	10.4	18.1	5

### 3.1.2 SPA-1, med vind- og temperaturlast $q_p = 1.07/1.25$ kPa, forts.

- Forudsætninger iht. kap. 3 og kap. 3.1.

**Tabel 3.7 Tilladt regningsmæssig lodret last SPA-1-09 (9 mm)**

Isolerings- tykkelse b (mm)	Anbef. dimension SPA-1-09 H (mm)	Tilladt regningsmæssig lodret last $V_{Ed}$ (kN)						$e_H$ max (m)
		$v_b = 24$ m/s ( $q_{p,k} = 1.07$ kPa) Terræntype II Bygningshøjde 25 m			$v_b = 24$ m/s ( $q_{p,k} = 1.25$ kPa) Terræntype II Bygningshøjde 50 m			
		1 stk.	2 stk. s150/ s200	3 stk. s150/s200	1 stk.	2 stk. s150/s200	3 stk. s150/s200	
80	200	2.2	14.8	27.4	1.2	13.8	26.4	2
100	220	2.2	14.8	27.4	1.2	13.8	26.4	3
120	240	2.2	14.8	27.4	1.2	13.8	26.4	4
140	260	2.2	14.8	27.4	1.2	13.8	26.4	5
150	260	2.2	14.8	27.4	1.2	13.8	26.4	5
160	280	2.2	14.8	27.4	1.2	13.8	26.4	5
180	300	2.2	14.8	27.4	1.2	13.8	26.4	5
200	320	2.2	14.8	27.4	1.2	13.8	26.4	5
220	340	2.2	14.8	25.8	1.2	13.8	25.8	5
240	360	2.2	14.4	23.6	1.2	13.8	23.4	5
260	380	2.2	12.7	21.3	1.2	12.3	21.0	5
280	400	2.2	11.2	19.1	1.2	10.8	18.7	5
300	420	2.2	9.8	17.0	1.2	9.5	16.6	5
320	440	2	8.6	15.2	1.2	8.2	14.8	5

**Tabel 3.8 Tilladt regningsmæssig lodret last SPA-1-10 (10 mm)**

Isolerings- tykkelse b (mm)	Anbef. dimension SPA-1-10 H (mm)	Tilladt regningsmæssig lodret last $V_{Ed}$ (kN)						$e_H$ max (m)
		$v_b = 24$ m/s ( $q_{p,k} = 1.07$ kPa) Terræntype II Bygningshøjde 25 m			$v_b = 24$ m/s ( $q_{p,k} = 1.25$ kPa) Terræntype II Bygningshøjde 50 m			
		1 stk.	2 stk. s150/s200	3 stk. s150/s200	1 stk.	2 stk. s150/s200	3 stk. s150/s200	
220	340	2.2	14.8	27.4	1.2	13.8	26.4	5
240	360	2.2	14.8	27.4	1.2	13.8	26.4	5
260	380	2.2	14.8	27.4	1.2	13.8	26.4	5
280	400	2.2	14.8	27.4	1.2	13.8	26.4	5
300	420	2.2	14.8	26.0	1.2	13.8	26.0	5
320	440	2.2	14.6	23.9	1.2	13.8	23.8	5



### 3.1.3 SPA-1, med vind- og temperaturlast $q_p = 1.55/1.96$ kPa

- Forudsætninger iht. kap. 3 og kap. 3.1.

**Tabel 3.9 Tilladt regningsmæssig lodret last SPA-1-07 (7 mm)**

Isolerings- tykkelse b (mm)	Anbef. dimension SPA-1-07 H (mm)	Tilladt regningsmæssig lodret last $V_{Ed}$ (kN)						$e_H$ max (m)
		$v_b = 24$ m/s ( $q_{p,k} = 1.55$ kPa) Terræntype I Bygningshøjde 100 m			$v_b = 27$ m/s ( $q_{p,k} = 1.96$ kPa) Terræntype I Bygningshøjde 100 m			
		1 stk.	2 stk. s150/ s200	3 stk. s150/s200	1 stk.	2 stk. s150/s200	3 stk. s150/s200	
50	160	-	10.4	19.6	-	8.4	18.7	1.5
60	180	-	10.4	18.5	-	8.4	17.7	2
80	200	-	10.4	21.3	-	8.4	19.3	2
100	220	-	10.4	21.3	-	8.4	19.3	3
120	240	-	9.4	16.8	-	8.4	16.0	4
140	260	-	7.0	13.3	-	6.1	12.4	5
150	260	-	6.7	12.9	-	5.8	12.0	5
160	280	-	6.3	12.2	-	5.4	11.4	5
180	300	-	5.3	10.7	-	4.4	9.9	5
200	320	-	4.3	9.2	-	3.4	8.3	5
220	340	-	3.3	7.7	-	2.4	6.8	5
240	360	-	2.4	6.3	-	1.5	5.5	5
260	380	-	1.6	5.1	-	0.7	4.3	5

**Tabel 3.10 Tilladt regningsmæssig lodret last SPA-1-08 (8 mm)**

Isolerings- tykkelse b (mm)	Anbef. dimension SPA-1-08 H (mm)	Tilladt regningsmæssig lodret last $V_{Ed}$ (kN)						$e_H$ max (m)
		$v_b = 24$ m/s ( $q_{p,k} = 1.55$ kPa) Terræntype I Bygningshøjde 100 m			$v_b = 27$ m/s ( $q_{p,k} = 1.96$ kPa) Terræntype I Bygningshøjde 100 m			
		1 stk.	2 stk. s150/ s200	3 stk. s150/s200	1 stk.	2 stk. s150/s200	3 stk. s150/s200	
60	180	-	12.1	23.5	-	9.7	22.3	2
80	200	-	12.1	24.7	-	9.7	22.3	2
100	220	-	12.1	24.7	-	9.7	22.3	3
120	240	-	12.1	24.7	-	9.7	22.3	4
140	260	-	12.1	21.9	-	9.7	21.0	5
150	260	-	12.1	21.7	-	9.7	20.8	5
160	280	-	12.1	21.2	-	9.7	20.3	5
180	300	-	11.1	19.5	-	9.7	18.6	5
200	320	-	9.8	17.4	-	8.9	16.5	5

### 3.1.3 SPA-1, med vind- og temperaturlast $q_p = 1.55/1.96$ kPa, forts.

- Forudsætninger iht. kap. 3 og kap. 3.1.

**Tabel 3.11 Tilladt regningsmæssig lodret last SPA-1-09 (9 mm)**

Isolerings- tykkelse b (mm)	Anbef. dimension SPA-1-09 H (mm)	Tilladt regningsmæssig lodret last $V_{Ed}$ (kN)						$e_H$ max (m)
		$v_b = 24$ m/s ( $q_{p,k} = 1.55$ kPa) Terræntype I Bygningshøjde 100 m			$v_b = 27$ m/s ( $q_{p,k} = 1.96$ kPa) Terræntype I Bygningshøjde 100 m			
		1 stk.	2 stk. s150/ s200	3 stk. s150/s200	1 stk.	2 stk. s150/s200	3 stk. s150/s200	
80	200	-	12.1	24.7	-	9.7	22.3	2
100	220	-	12.1	24.7	-	9.7	22.3	3
120	240	-	12.1	24.7	-	9.7	22.3	4
140	260	-	12.1	24.7	-	9.7	22.3	5
150	260	-	12.1	24.7	-	9.7	22.3	5
160	280	-	12.1	24.7	-	9.7	22.3	5
180	300	-	12.1	24.7	-	9.7	22.3	5
200	320	-	12.1	24.7	-	9.7	22.3	5
220	340	-	12.1	24.7	-	9.7	22.3	5
240	360	-	12.1	22.8	-	9.7	21.9	5
260	380	-	11.7	20.3	-	9.7	19.4	5
280	400	-	10.2	18.0	-	9.3	17.2	5
300	420	-	8.8	16.0	-	7.9	15.1	5
320	440	-	7.6	14.1	-	6.7	13.3	5

**Tabel 3.12 Tilladt regningsmæssig lodret last SPA-1-10 (10 mm)**

Isolerings- tykkelse b (mm)	Anbef. dimension SPA-1-10 H (mm)	Tilladt regningsmæssig lodret last $V_{Ed}$ (kN)						$e_H$ max (m)
		$v_b = 24$ m/s ( $q_{p,k} = 1.55$ kPa) Terræntype I Bygningshøjde 100 m			$v_b = 27$ m/s ( $q_{p,k} = 1.96$ kPa) Terræntype I Bygningshøjde 100 m			
		1 stk.	2 stk. s150/s200	3 stk. s150/s200	1 stk.	2 stk. s150/s200	3 stk. s150/s200	
220	340	-	12.1	24.7	-	9.7	22.3	5
240	360	-	12.1	24.7	-	9.7	22.3	5
260	380	-	12.1	24.7	-	9.7	22.3	5
280	400	-	12.1	24.7	-	9.7	22.3	5
300	420	-	12.1	24.7	-	9.7	22.3	5
320	440	-	12.1	23.1	-	9.7	22.2	5

### 3.1.4 SPA-1 uden reduktion fra vind ( $H_{w,k}$ ) og temperatur ( $H_{T,k}$ )

Værdierne i tabel 3.13 og 3.14, er bæreevner uden reduktion fra vind ( $H_{w,k}$ ) og temperatur ( $H_{T,k}$ ). Disse kan bruges til eftervisning med andre vindpåvirkninger end angivet i tabel 3.1-3.12.

- Betonstyrke mindst C30/37 (ikke-revnet)
- Installation iht. kapitel 2.1
- Tykkelse forplade mindst 70 mm

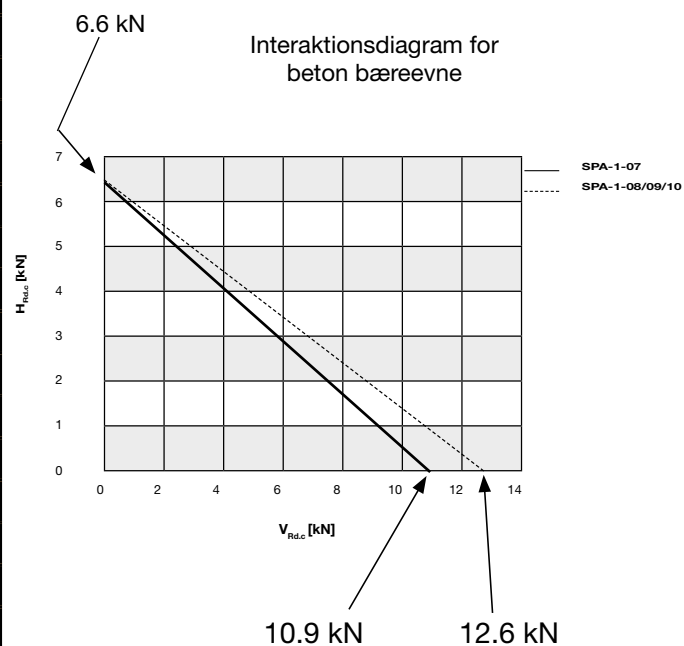
Isolerings- tykkelse b (mm)	SPA-1-07 $V_{Rd,s} =$ $H_{Rd,s}$ (kN)	SPA-1-08 $V_{Rd,s} =$ $H_{Rd,s}$ (kN)	SPA-1-09 $V_{Rd,s} =$ $H_{Rd,s}$ (kN)	SPA-1-10 $V_{Rd,s} =$ $H_{Rd,s}$ (kN)	$e_H$ max (m)
40	4.4	-	-	-	1.5
50	8.3	-	-	-	1.5
60	8	9.6	-	-	2
70	9.9	12.6	-	-	2
80	11	14.6	18.3	-	2
90	8.5	11.3	14	-	3
100	8.9	12.3	15.8	-	3
110	7.3	10.1	13.1	-	4
120	7.4	10.5	14	-	4
130	6.3	9	12	-	5
140	6.2	9.1	12.4	-	5
150	6.1	9	12.5	-	5
160	5.9	8.9	12.5	-	5
170	5.6	8.6	12.3	-	5
180	5.4	8.3	11.9	-	5
190	5.1	8	11.6	-	5
200	4.9	7.6	11.1	-	5
210	4.6	7.3	10.7	-	5
220	4.4	-	10.3	14.5	5
230	4.1	-	9.8	13.9	5
240	3.9	-	9.4	13.4	5
250	3.7	-	9	12.8	5
260	3.5	-	8.6	12.3	5
270	3.3	-	8.2	11.8	5
280	3.2	-	7.8	11.3	5
290	-	-	7.5	10.8	5
300	-	-	7.1	10.4	5
310	-	-	6.8	9.9	5
320	-	-	6.5	9.5	5

Følgende interaktionsformler skal kontrolleres, med totalværdien på laster ( $-4\text{kN} = 4\text{kN}$ ):

$$(1) V_{Ed}/V_{Rd,s} + H_{Ed}/H_{Rd,s} \leq 1$$

$$(2) V_{Ed}/V_{Rd,c} + H_{Ed}/H_{Rd,c} \leq 1$$

	$V_{Rd,c}$ [kN]	$H_{Rd,c}$ [kN]
SPA-1-07	10.9	6.6
SPA-1-08	12.6	6.6
SPA-1-09	12.6	6.6
SPA-1-10	12.6	6.6

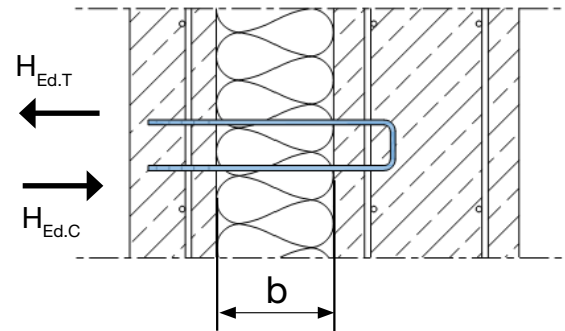


## 3.2 Forbindelsesstritter

I tabel 3.15 og 3.16 angives tilladte vandrette laster pr. forbindelsesstritter (SPA-O/U/K). Tilladte vandrette laster er vist både som tryk ( $H_{Ed,C}$ ) og træk ( $H_{Ed,T}$ ). Der er her taget udgangspunkt i, at isoleringen ikke optager nogen tryklast.

Forudsætninger for tabel 3.15 og 3.16 (se også indl. kap. 3)

- Betonstyrke mindst C30/37 (ikke-revnet)
- Installation iht. kapitel 2.2



### 3.2.1 Forbindelsesstritter, træklast

- Forudsætninger iht. kap. 3.2 og kap. 3.

Tabel 3.15 Tilladt regningsmæssig træklast $H_{Ed,T}$ SPA-O/U/K (kN)						
Dimension	Diameter 4 mm (04)			Diameter 5 mm (05)		
	Afstand $e_H$			Afstand $e_H$		
Isolerings-tykkelse $b$ (mm)	3m	4m	5m	3m	4m	5m
50	0.4	-	-	-	-	-
60	4.6	0.9	-	4.1	-	-
70	5.6	4.5	1.6	5.7	3.6	-
80	5.6	5.6	4.7	5.7	5.7	3.9
≥90	5.6	5.6	5.6	5.7	5.7	5.7

### 3.2.2 Forbindelsesstritter, tryklast

- Forudsætninger iht. kap. 3.2 og kap. 3.

Tabel 3.16 Tilladte regningsmæssige tryklast $H_{Ed,C}$ SPA-O/U/K (kN)						
Dimension	Diameter 4 mm (04)			Diameter 5 mm (05)		
	Afstand $e_H$			Afstand $e_H$		
	3m	4m	5m	3m	4m	5m
50	-	-	-	-	-	-
60	0.69	-	-	-	-	-
70	1.67	0.56	-	1.84	-	-
80	2.30	1.31	0.55	3.23	1.35	-
90	2.65	1.80	1.12	4.19	2.47	1.15
100	2.80	2.08	1.49	4.59	3.25	2.05
110	2.82	2.22	1.72	4.59	3.76	2.69
120	2.76	2.26	1.83	4.59	4.05	3.10
130	2.66	2.24	1.88	4.59	4.18	3.36
140	2.53	2.18	1.87	4.59	4.20	3.49
150	2.39	2.10	1.84	4.59	4.15	3.53
160	2.25	2.00	1.78	4.59	4.05	3.51
170	2.11	1.90	1.72	4.44	3.91	3.45
180	1.98	1.80	1.64	4.22	3.76	3.36
190	1.85	1.70	1.57	3.99	3.60	3.25
200	1.74	1.61	1.49	3.77	3.44	3.13
210	1.63	1.52	1.42	3.57	3.27	3.01
220	1.53	1.43	1.34	3.37	3.11	2.88
230	1.43	1.35	1.27	3.18	2.96	2.76
240	1.35	1.28	1.21	3.01	2.81	2.63
250	1.27	1.21	1.15	2.85	2.67	2.52
260	1.19	1.14	1.09	2.69	2.54	2.4
270	1.13	1.08	1.03	2.55	2.42	2.29
280	1.06	1.02	0.98	2.42	2.3	2.19
290	1.01	0.97	0.93	2.29	2.19	2.09
300	0.95	0.92	0.89	2.18	2.09	2
310	0.9	0.87	0.84	2.07	1.99	1.91
320	0.86	0.83	0.8	1.97	1.9	1.82

### 3.3 Bjælkestige PBS

Bjælkestigen optager de lodrette laster fra forpladen og lasterne fra vind ( $H_{w,k}$ ) og temperatur ( $H_{T,k}$ ).

Med afsæt i hvilke lastkombinationer, der anvendes kan det være nødvendigt at kontrollere ankeret for både lodret last kombineret med vandret last (vind) og kun lodret last.

Regningsmæssig lodret bæreevne uden reduktion fra vindlast ( $H_{w,k}$ ):

$V_{Rd} = 1$  kN pr. bjælkestige (= tilladte regningsmæssig lodret last fra forpladen pr. bjælkestige)

Forudsætninger for bæreevne med vindlast:

- Betonstyrke mindst C30/37 (ikke-revnet)
- Tryklaster optages af isolering (hård isolering)
- Installation iht. kapitel 2.3 (indstøbt 30 mm)
- Lastoplend fra vind = 0,42 m<sup>2</sup> Formfaktor -1.4
- Afstand til bevægelsesmidtpunkt,  $e_H$  max 5 m
- Konsekvensklasse 2 (CC2, Kfi=1)

Regningsmæssig lodret bæreevne efter reduktion fra vindlast ( $H_{w,k}$ ):

( $V_{Rd}$  = tilladte regningsmæssig lodret last fra forpladen pr. bjælkestige)

- Vindhastighed 24 m/s, Terræntype IV, Bygningshøjde max 15 m ( $q_p=0.52$  kPa)  
 $V_{Rd} = 0.94$  kN pr. bjælkestige
- Vindhastighed 24 m/s, Terræntype III, Bygningshøjde max 30 m ( $q_p=0.89$  kPa)  
 $V_{Rd} = 0.88$  kN pr. bjælkestige
- Vindhastighed 24 m/s, Terræntype II, Bygningshøjde max 25 m ( $q_p=1.07$  kPa)  
 $V_{Rd} = 0.85$  kN pr. bjælkestige
- Vindhastighed 24 m/s, Terræntype II, Bygningshøjde max 50 m ( $q_p=1.25$  kPa)  
 $V_{Rd} = 0.82$  kN pr. bjælkestige
- Vindhastighed 24 m/s, Terræntype I, Bygningshøjde max 100 m ( $q_p=1.55$  kPa)  
 $V_{Rd} = 0.79$  kN pr. bjælkestige
- Vindhastighed 27 m/s, Terræntype I, Bygningshøjde max 100 m ( $q_p=1.96$  kPa)  
 $V_{Rd} = 0.72$  kN pr. bjælkestige

## 4. Standarder og partialkoefficienter

### Standarder

- DS/EN 1990 DK NA:2021
- DS/EN 1991-1-1 DK NA:2013
- DS/EN 1991-1-4 DK NA:2015
- DS/EN 1991-1-5 DK NA:2012 (modificeret  $\Delta T=45^{\circ}\text{C}$ , se kap. 3)
- DS/EN 1992-1-1 DK NA:2021
- DS/EN 1993-1-4 DK NA:2019
- DS/EN 1993-1-8 DK NA:2019
- EN 1992-4
- Der Tragsicherheitsnachweis für dreischichtige Außenwandplatten aus Stahlbeton, Günter Utescher (last temperaturkrumning forplade)

### Partialkoefficienter

Vandrette laster:  $H_{Ed} = 1.5 \cdot (H_{w,k} \text{ alt. } H_{T,k}) + 1.5 \cdot \psi_0 \cdot (H_{w,k} \text{ alt. } H_{T,k})$

Vind:  $\psi_0 = 0.3$

Temperatur:  $\psi_0 = 0.6$

(anvendes ikke m.h.t. vandret forskydning,

relativ forskydning til fastgørelsespunkt =  $\Delta T \cdot \alpha_T \cdot e_H$ )

$H_{T,k}$  = Last fra temperaturkrumning af forplade

$H_{w,k}$  = Last fra vind

### Bæreevner:

Stål, stang (rustfrit):  $\gamma_{M0} = 1.1$ ,  $\gamma_{M1} = 1.2$

Stål, svejs (rustfrit):  $\gamma_{M2} = 1.35$

Beton:  $\gamma_c = 1.6$  (trækstyrke), 1.40 (trykstyrke armeret beton), 1.55 (trykstyrke i uarmeret beton).

Størstedelen af betonens bæreevne er baseret på betonens trækstyrke.