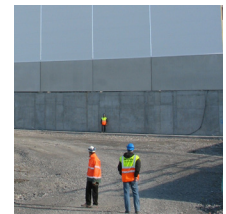




Stabilisering av pelare med sandwichpaneler

Riktlinjer för praktisk dimensionering



Stålbyggnadsinstitutet
The Swedish Institute of Steel Construction

Sandwichpaneler har, mycket tack vare att de är energi-effektiva och medger snabb montering, vunnit allt större marknadsandelar som yttervägg i framförallt hallbyggnader. Panelerna är uppbyggda av två stålplåtar som är limmade till en isolerkärna av stenull eller EPS. De tillhandahålls på marknaden av flera olika tillverkare och kan levereras i tjocklekar upp till 300 mm.

Liggande paneler monteras normalt fritt upplagda mellan pelare och fästs till pelarnas ytterfläns med genomgående borrhande skruv. Fästelementen dimensioneras med hänsyn till skruvens dragbrottskapacitet samt överkravning av plåten över skruvhuvud vid vindsug. Enligt tillverkarnas rekommendationer ska fästelementen fördelas jämt längs panelernas kortsidor och med minst två fästelement per panel och ände. Detta förband mellan panel och pelare gör att panelerna kan ha en viss stabiliserande inverkan på pelarna.

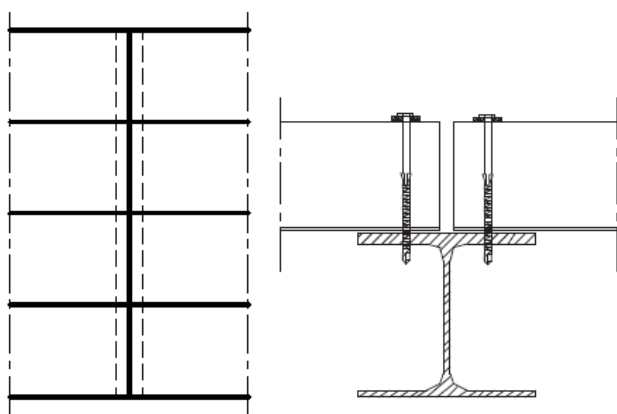
Det råder dock en viss osäkerhet bland praktiserande konstruktörer om vilken stabiliserande effekt sandwichpanelerna har på den pelare som panelerna är infästade till, och vilka faktorer som påverkar stabiliseringen. Det finns idag inga riktlinjer för hur detta ska hanteras, varken i våra normer eller från paneltillverkarna. Följden är att vissa konstruktörer väljer att dimensionera pelarna för böjknäckning i vek riktning, vilket kan vara onödigt konservativt, och vissa antar att den pelarfläns som panelerna är infästade till är stagad mot utböjning i sidled, vilket kan vara ett antagande på osäker sida.

Denna vägledning ger praktiska riktlinjer för vilka förutsättningar som ska vara uppfyllda för förbanden mellan pelare och sandwichpaneler för att kunna ta hänsyn till panelernas stagande inverkan vid dimensionering av pelare. Riktlinjerna har tagits fram av ProDevelopment AB på uppdrag av SBI, och de baseras på forskningsresultat som presenteras i doktorsavhandlingen *Column Buckling with Restraint from Sandwich Wall Elements* (Eva Hedman-Pétursson), LTU, 2001.

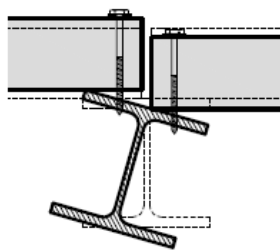
I avhandlingen studerades den stagande effekt en elementvägg har på en pelare mot knäckning i väggens plan genom en serie fullskaliga försök kompletterade med teoretiska beräkningar och FE-simuleringar. I fullskaleförsöken provades totalt tolv pelare. Tio pelare (HEA120 respektive IPE200) med längden 4,6 m provades i par med en monterad väggsektion och två pelare (HEA140) med längden 6,0 m provades med en väldefinierad stagning i vek riktning och full stagning i styv riktning. Vid försöken belastades pelarna med olika kombinationer av normalkraft och böjande moment. Vid samtliga försök användes vad som då kallades Plannja Prewall med tjocklek 100 eller 150 mm och 0,6 mm nominell plåttjocklek, infästade till pelarna med genomgående borrhande skruv ϕ 5,5 mm. FE-simuleringarna utfördes med en modell som kalibrerats mot försöken och omfattade fritt upplagda pelare HEA100 – HEA400 och IPE200 - IPE600 med pelarlängder 4,6 – 19,6 m belastade med olika kombinationer av normalkraft och böjande moment för fallen tryckt respektive dragen fläns stagad.

Resultaten visar att med panelerna monterade på vanligt sätt, d v s utan att fästa elementen till varandra, fås en viss ökning av pelarnas bärförmåga. Ökningen kan beräknas med konventionella dimensioneringsmetoder om kritisk last beräknas för ett fall med elastisk förhindring av pelarens sidoförskjutning. Här behandlas inte detta fall, delvis stagning av tryckt fläns, men i avhandlingen ges ett förslag på hur det kan hanteras och vilka krav som ska vara uppfyllda.

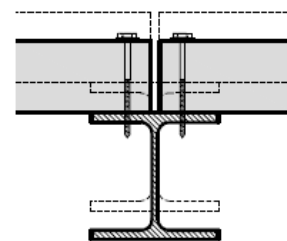
För att uppnå full stagning av den infästade flänsen måste de horisontella fogarna mellan panelerna nitas eller skruvas för att skapa en väggskiva av de enskilda panelerna, och denna väggskiva måste förankras i skivans över- och nedkant. Full stagning av tryckt fläns innebär normalt att pelarens bärförmåga bestäms av knäckning i styv riktning, men för vissa kombinationer av tvärsnitt och pelarlängder kan böjvidknäckning bli avgörande. Full stagning av dragen fläns medför att kritisk last för bunden böjvidknäckning kan användas som utgångspunkt för dimensioneringen.



Paneler infästade till pelare



Dragen fläns stagad
Bunden böjvidknäckn.



Tryckt fläns stagad
Böjknäckning styv rikt.

För att kunna anta full stagning av den infästade flänsen vid dimensionering av pelaren ska förbanden i väggskivans över- och nedkant dimensioneras för kraften

F_a (N).

$$F_a = 0,006 \frac{\left(N_{Ed} + \frac{M_{Ed}}{h} \right)}{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,NM}} \right)}$$

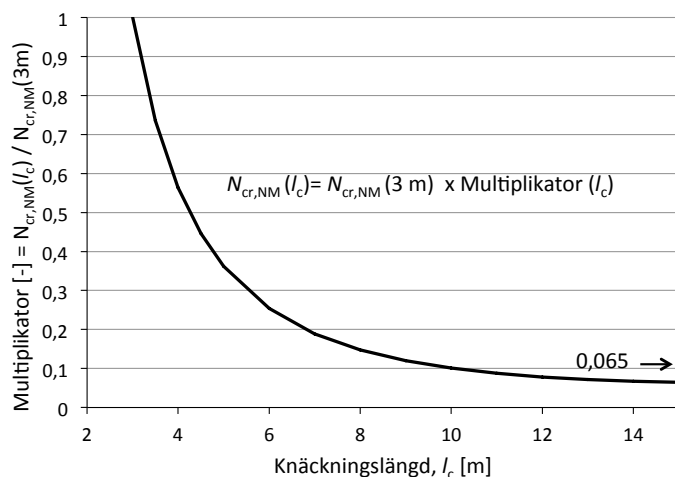
Där

- N_{Ed} och M_{Ed} är dimensionerande normalkraft och moment för pelaren
- h är avståndet mellan flänsarnas tyngdpunkter
- $N_{cr,NM}$ är en kritisk last som tar hänsyn till inverkan av förbandens styvhet samt normalkraft och moment

$N_{cr,NM}$ kan beräknas med hjälp av den ekvation som ges i Hedman-Péturssons avhandling eller hämtas ur tabellen och diagrammet nedan, där $N_{cr,NM}$ beräknats med antagandet att fjäderstyvheten, k , är 3,5 kN/m², vilket motsvarar två fästelement ϕ 5,5 per panelände. Tabellen visar $N_{cr,NM}$ för knäckningslängden $l_c = 3$ m för olika profiler. $N_{cr,NM}$ för andra knäckningslängder beräknas genom att multiplicera $N_{cr,NM}$ för $l_c = 3$ m med den dimensionslösa multiplikator som kan utläsas ur diagrammet. De värden för $N_{cr,NM}$ som erhålls här baseras på vissa förenklingar som ger resultat på säker sida jämfört med den ekvation som ges i avhandlingen.

$N_{cr,NM}$ (kN) för $l_c = 3,0$ m

Profil	$N_{cr,NM}$ kN	Profil	$N_{cr,NM}$ kN	Profil	$N_{cr,NM}$ kN
HEA100	310	HEA280	10970	IPE270	970
HEA120	540	HEA300	14530	IPE300	1390
HEA140	900	HEA320	16090	IPE330	1820
HEA160	1420	HEA340	17130	IPE360	2400
HEA180	2130	HEA360	18160	IPE400	3040
HEA200	3080	HEA400	19720	IPE450	3860
HEA220	4510	IPE200	330	IPE500	4940
HEA240	6380	IPE220	480	IPE550	6150
HEA260	8450	IPE240	670	IPE600	7800



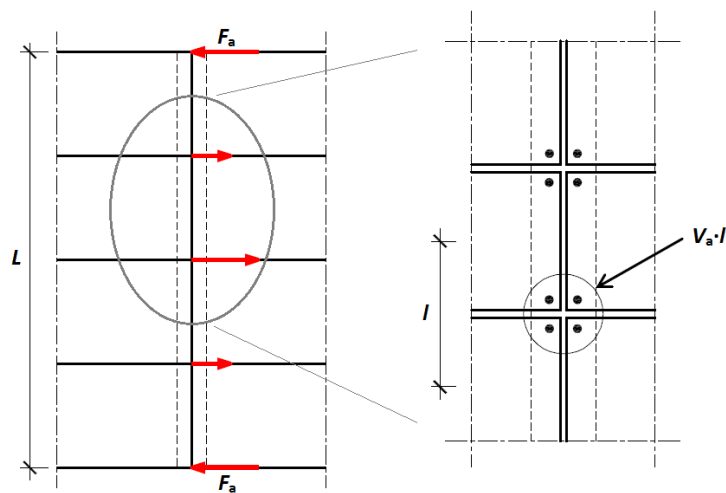
Jämviktsvillkoret gör att den totala kraft som teoretiskt ska överföras mellan pelaren och väggskivan uppgår till $2xF_a$, summerat över pelarens längd. Denna stagkraft är störst mitt på pelaren och avtar mot pelarändarna. I praktiken är dock infästningarna mellan paneler och pelare normalt samlade i ”skruvgrupper” placerade där de liggande panelerna möts, och detta, liksom att pelaren kan knäcka i fler än en våg, måste man ta hänsyn till vid dimensionering av skruvförbanden.

För praktisk dimensionering rekommenderas att respektive skruvgrupp dimensioneras för skjuvkraften $V_a = 3F_a/L$ (N/m) per längdenhet pelare. För mindre pelare är ofta den rekommenderade minimiinfästningen med en skruv per panelhörn, motsvarande en skruvgrupp med fyra enskilda fästelement, tillräcklig för att klara denna skjuvkraft.

Skjuvkraften V_a kan behöva begränsas med hänsyn till hur stor kraft kärnan och limningen kan överföra mellan plåtskikten. Om osäkerhet råder om detta bör frågan utredas i samråd med pannelleverantören.

För att skapa en sammanhängande väggskiva av de enskilda panelerna behöver även de horisontella fogarna mellan panelerna dimensioneras för skjuvkraften V_a . Detta löses genom att fogarna skruvas eller nitas i paneländarna. Normalt krävs det inte fler fästelement än att de kan döljas av den täckplåt som används för att dölja den vertikala panelskarven.

De enskilda skruvarnas bärförmåga vid skjuvning beror av skruvdiameter och plåtens tjocklek och hållfasthet. Antagen dimensionerande bärförmåga för infästningarna mellan panel och pelare samt i de horisontella panelfogarna, liksom utformningen av dessa detaljer, bör följa pannelleverantörens rekommendationer.



STÅLBYGGNADSINSTITUTET

Vasagatan 52, 4tr, 111 20 STOCKHOLM

Telefon: 08-661 02 80, Telefax: 08-24 54 64, e-post: info@sbi.se

Plusgiro: 25 25 69-9, Bankgiro: 740-5947, internet: www.sbi.se
