



Designanvisning for huldæks forskydningsbæreevne under brand

Juni 2005

Huldæk kan anvendes i byggerier med krav om 60 minutters brandmodstandsevne [BS-bygningsdel 60], hvis det sikres, at forskydningskræfterne i de hårdest påvirkede dele af dækkonstruktionen i brandtilfældet, $V_{d(\text{brand})}$, ikke overstiger 75% af den regningsmæssige bæreevne i kold tilstand, $V_{ud(\text{kold})}$:

$$V_{d(\text{brand})} \leq 75\% \text{ af } V_{ud(\text{kold})}$$

under følgende betingelser:

1. Der skal foreligge dokumentation for, at den anvendte værdi af $V_{ud(\text{kold})}$ er bestemt iht. DS 411 på basis af funktionsprøvning med lastopstilling iht. prEN 1168.
2. Der skal ved beregningen af $V_{d(\text{brand})}$ regnes med en reaktionsfordeling, hvor det enkelte huldækelements reaktioner er i statisk ligevægt med den lodrette belastning på det samme element. Der må i brandtilfældet således ikke forudsættes overførsel af tværmomenter mellem elementerne.
3. Der bør ikke uden nøjere vurdering regnes med punktlaste større end $Q_{d(\text{brand})} = 10 \text{ kN}$ på huldækket i brandtilfældet. Alle punktlaste, såvel opadrettede som nedadrettede, skal påføres som tryk.
4. Huldækkene skal indbygges med fugearmering designet i overensstemmelse med Betonelement-Foreningens anvisning af december 2003 herom – gældende for 1,2 m brede huldækelementer. (<http://www.betonportal.dk/revisioner/index.htm>)
5. Huldækkene skal opfylde alle øvrige, gældende designkrav.

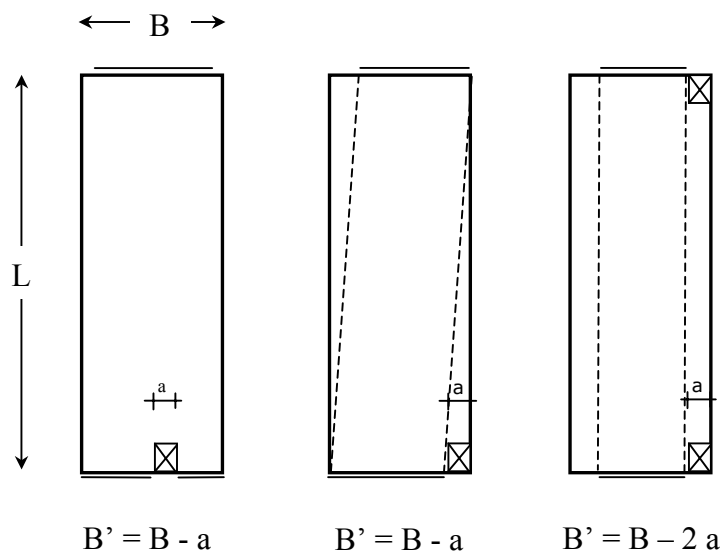
Særlige forhold

Det under pkt. 2 nævnte betyder, at der skal tages hensyn til udsparinger og enkeltlaste for hver enkelt dækelement. Ved det indledende design af råhuset bør således vælges en dæktykkelse, der er tilstrækkelig til at give mulighed herfor.

For dæk med jævn fordelt belastning vil med rimelighed kunne forudsættes rektangulære reaktionsfordelinger på de dele af dækket, der skal optage forskydningskræfterne. Dette kan håndteres ved at definere effektive forskydningszoner, B' , placeret således at reaktionerne fordelt hen over disse dele af understøtningen udgør et kraftsystem i ligevægt med belastningen på elementet.



Placeringen af de effektive forskydningszoner bestemmes i det generelle tilfælde ved momentligevægt om en akse parallelt med dækket. Se nedenstående figurer med forskellige placeringer af udspæringer.



I de viste tilfælde kræves da:

$$V_{d(\text{brand})} = \frac{1}{2} p_{d(\text{brand})} \cdot B \cdot L \leq 75\% \text{ af } \left[\frac{b'_{\text{eff}}}{h_{\text{eff}}} \right] \cdot V_{ud(\text{kold})}$$

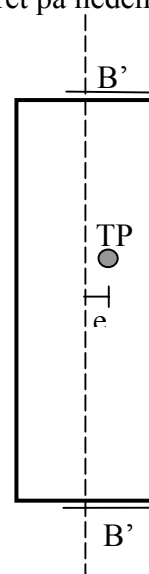
hvor L er elementets spændvidde, B er elementbredden og $p_{d(\text{brand})}$ er den regningsmæssige belastning i brandtilfældet. Endvidere er indført den samlede sum af ribbebredder, b'_{eff} , i elementet og summen af ribbebredder, b'_{eff} , målt over bredden B' .

Hvis et huldækelement påvirkes af excentrisk last kan tilsvarende betragtninger anvendes, når de effektive forskydningszoner ved understøtningerne bestemmes som illustreret på nedenstående figur.

Først findes tyngdepunktet, TP, for den resulterende belastning på huldækelementet og excentriciteten, e , i forhold til elementets midterakse bestemmes.

Bredden af de effektive forskydningszoner bliver da:

$$B' = B - 2e$$





Bemærkninger

Anvisningen er til dels baseret på et indledende forsøg udført i november 2004 og tre endelige forsøg udført i april 2005, se rapporten *Huldæk og Brand – dokumentation vedrørende forskydningskapacitet* udarbejdet for Betonelement-Foreningen maj 2005.

Ved det indledende forsøg var armeringen i tværfugerne for enden af elementerne forsynet med strainingages. Målingerne viste betydelige tøjninger (ca. 2‰) i tværarmeringen. Denne tværarmering er således afgørende for at modvirke tendensen til spaltning af elementenderne under brandforløbet – og dermed også for at modvirke risikoen for svigt af linernes endeforankring.

Det indledende forsøg demonstrerede endvidere, hvorledes de tværgående temperaturudvidelser i elementundersiden medfører en tendens til kraftig revnedannelse i oversiden af dækket langs kanalerne. Dette betyder, at huldækkenes evne til at overføre tværmomenter svækkes betydeligt, og at koncentrerede belastninger kun i beskedent omfang kan overføres til naboribber. Ved det indledende forsøg opstod store utilsigtede tvangsdeformationer, der udmøntedes i betydelige krumninger på tværs af huldækkene. Da belastningen blev påført med stive åg liggende på tværs af elementerne, medførte de nævnte krumninger at ågene kom til at virke som bjælker, så belastningen blev koncentreret på huldækkenes kantribber, som derfor brød relativt tidligt i brandforløbet.

Ved de endelige forsøg i april 2005 blev forsøgsopstillingen udformet, så de store tvangsdeformationer på tværs af huldækkene blev undgået, og belastningen blev styret, så ribberne fik ensartet forskydningspåvirkning. De to første forsøg med belastninger svarende til en størrelse af $V_{d(\text{brand})}$ på henholdsvis 65% og 75% af $V_{ud(\text{kold})}$ forløb uden der på noget tidspunkt indtrådte brud, afskalninger eller andre væsentlige skader på huldækkene, hverken under eller efter brandforløbet. Ved det tredje forsøg, hvor dækkene var belastet svarende til en størrelse af $V_{d(\text{brand})}$ på 80% af $V_{ud(\text{kold})}$ indtraf brud efter 45 minutter uden tidligere tegn på skader.

Tværarmeringens vigtighed betyder, at der skal tages særlige hensyn til forholdene ved frie dækkanter og ved udsparinger ved vederlaget – eksempelvis ved at sikre en effektiv udstøbning på siden af de frie kanter i dækkets vederlagszone som vist nedenfor.

