

SVETSANDE ROBOTAR I ANLÄGGNINGSEKTORN

Att svetsa i armeringsstål, som ska kunna hantera betydande trafiklast på en bro, är idag något som sällan är genomförbart. Stålet får en försvagning precis vid svetsen där sprickor kan uppstå. Laster från trafik, på exempelvis betongbroar, ger upphov till varierande krafter i armeringsstålet. Dessa varierande krafter *utmattar* stålet som kan gå till brott betydligt tidigare jämfört med statiska laster från egentygnd. *Svetsat* stål är dessutom extra känsligt för *specifikt* utmattningslast. Kan det vara så att industrirobotar kan svetsa i stål utan att stålet blir känsligt för utmattningslast? Ett stort antal provkroppar, ihopsvetsade av industrirobotar, utmattningsprovades för att ta reda på svaret. Provningsserien visade att industrirobotar inte genererade någon fördel jämfört med manuell svetsning och provningsresultatet stämmer överens med de bestämmelser som finns idag.

Nuvarande bestämmelser för dimensionering av broar är konservativa när det gäller svetsning av armeringsjärn där det uppstår utmattningslast. Industrirobotar håller en förhållandevis jämn nivå på svetsningens kvalitet. Därför kan robotsvetsning visa sig överträffa de bestämmelser som finns idag, som rör svetsning av armeringsjärn.

Utmattningshållfasthet mäts i lastcykler eftersom utmattning av material uppstår då växlande krafter finns. En cykel är från det att kraften är som störst till det att kraften är som minst. Förhoppningen är att robotsvetsning leder till att stålet klarar fler lastväxlingar, det vill säga cykler, innan brott uppstår. Eftersom roboten svetsar näst intill identiskt hela tiden kan stålets påverkan vara lägre på grund av att dålig svetsning utesluts. Med denna bakgrund så är hypotesen att det järn som ska provas är mindre påverkat från svetsningen och på grund av detta har ett längre utmattningstilliv sett till antalet lastcykler. Det ska förtydligas att det inte är svetsen i sig som provas utan det långa armeringsjärnets utmattningstilliv efter att det har påverkats av svetsningen.

Bakgrunden till denna studie är den tidsbesparing en automatisering av gjutningsarbeten i betong kan ge för anläggningssektorn. En möjlighet är att armeringsenheter kan produceras på arbetsplatsen där sammansättningen av enheterna kan göras med hjälp av industrirobotar. Därefter lyfts enheterna ner i gjutformen med en kran. Detta till skillnad från det traditionella sättet att producera armeringsenheter där armeringen byggs upp direkt i gjutformen. Att bygga upp armeringen i gjutformen tar längre tid och är dessutom påfrestande för yrkesarbetarna. Armeringsenheterna behöver dock vara tillräckligt styva för att kunna lyftas ner i gjutformen. Svetsning är ett alternativ för att uppnå tillräcklig styvhet, men svetsning av armeringsjärn innebär att utmattningshållfastheten reduceras kraftigt. De bestämmelser som finns idag gällande svetsning av armeringsjärn kan eventuellt vara för konservativa. En industrirobot svetsar med näst intill identisk kvalitet vid alla tillfällen och provningar med robotsvetsade armeringsjärn skulle därför kunna visa sig ge ett mer gynnsamt resultat jämfört med de hållfasthetsvärden som finns idag.

En serie experiment utfördes där 23 svetsade armeringsjärn, enligt figur 1, utmattningslastades till brott. Svetsarna var icke lastbärande och utfördes av industrirobotar. Spänningsvidderna, det vill säga skillnaden mellan de högsta och lägsta lastnivåer som provningsmaskinen växlade mellan, var 280, 176, 164 och 148 MPa. När spänningsvidden minskar ökar också antalet lastväxlingar, det vill säga cykler, som stålet kan klara av, vilket visas i figur 2. Lite avrundat klarade provkropparna mellan 400.000 och 800.000 lastväxlingar innan provkropparna gick till brott, beroende på vilken spänningsvidd som valts för provkroppen. Antalet cykler provkroppen klarat av, precis innan brott, registrerades och resultatet av alla 23 provningar plottades i ett diagram. Dagens bestämmelser och hållfasthetsvärden utgår från tidigare provningar där ett linjärt samband tagits fram som beskriver sannolikheten för brott vid en given spänningsvidd. Från provningarna i denna studie har ett linjärt samband, på samma sätt som i bestämmelserna, tagits fram. Dessa två kurvor har jämförts och analyserats och slutsatsen är att kurvorna sammanfaller väl.

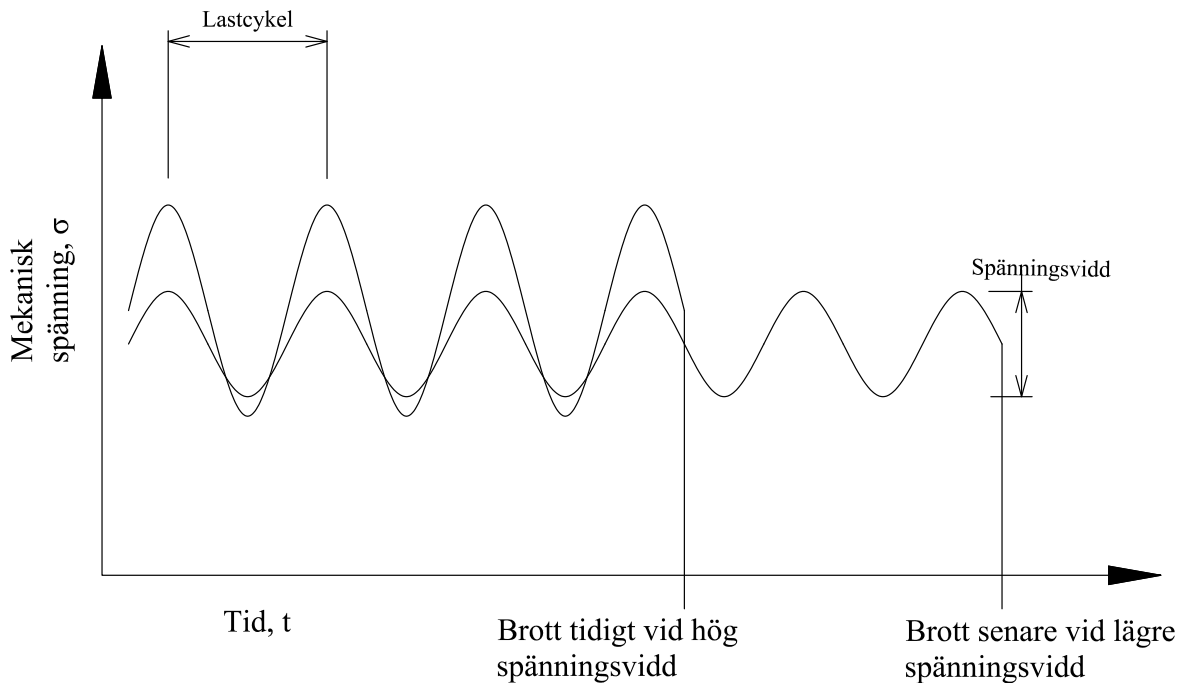
Sammanfattningsvis uppvisade provkropparna i denna studie provningsresultat i enlighet med de gällande kurvor som finns i dagens bestämmelser. Robotsvetsningen uppvisade inga fördelar vid de valda spänningsvidderna. Dock skulle det kunna vara så att lägre spänningsvidder



Figur 1: Visar hur en provkropp såg ut. Provkroppen var svetspåverkad genom en punktsvets mitt på järnet.

ger ett bättre resultat. Dagens dimensioneringskurvor är framtagna med hänsyn till att det fanns ett bra forskningsunderlag upp till ca 2 miljoner cykler för armeringsjärn. Därefter blir underlaget mindre säkert eftersom provningar vid ännu lägre spänningsvidder ger långa provningti-

der och är därför dyrt. Att prova vad som händer vid lägre spänningsvidder, det vill säga så låga spänningsvidder att stålet klarar mellan 2-100 miljoner cykler är det som krävs om en djupare analys ska kunna göras och jämföras med dagens dimensioneringskurvor för armeringsjärn.



Figur 2: Skillnaden mellan största och minsta spänning som materialet belastas med är spänningsvidden. Då spänningsvidden ökar, minskar också antalet lastcykler som materialet kan tåla och det går därför till brott tidigare.