



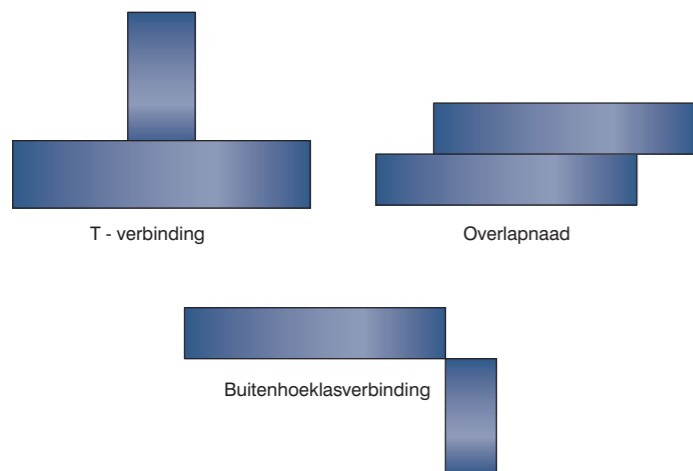
Laskennis opgefrist 54

Hoeklassen vormen het merendeel van alle lasverbindingen. Vaak worden de problemen die kunnen optreden bij het maken van hoeklassen onderschat. Door gebrekkige aanduidingen en specificaties op werktekeningen of een verkeerde uitvoering kunnen onnodige kosten ontstaan, of voldoen de gelaste constructies niet aan de gestelde eisen. In deze aflevering van Laskennis Opgefrist worden enkele belangrijke aspecten van hoeklassen behandeld.

Hoeklassen - een overzicht en praktische tips

Meest voorkomende naadvormen

Hoeklassen komen voor in T-, buitenhoek- en overlapverbindingen en behoren tot de meest voorkomende naadvormen in de lastechniek (figuur 1). In totaal wordt het aandeel hoeklassen geschat op ongeveer tachtig procent van alle door middel van booglassen gemaakte verbindingen. Daarnaast worden hoeklassen ook toegepast met andere verbindingstechnieken, zoals het hard- en zacht solderen en het lassolderen of MIG-solderen. Deze laatste technieken blijven in dit artikel buiten beschouwing. Ondanks het feit dat de hoeklas zo 'gewoon' is, kunnen er problemen ontstaan als er niet goed op een aantal zaken wordt gelet.



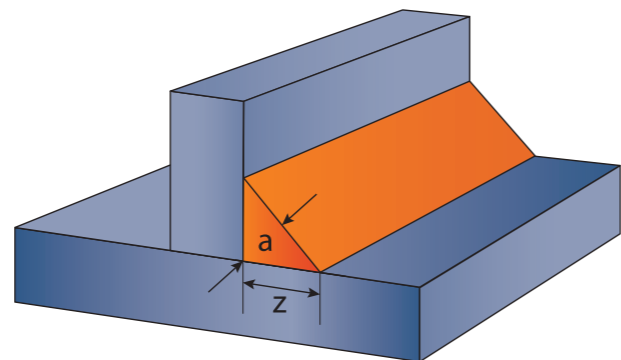
Figuur 1 Verschillende soorten hoeklassen

Specificatie hoeklassen

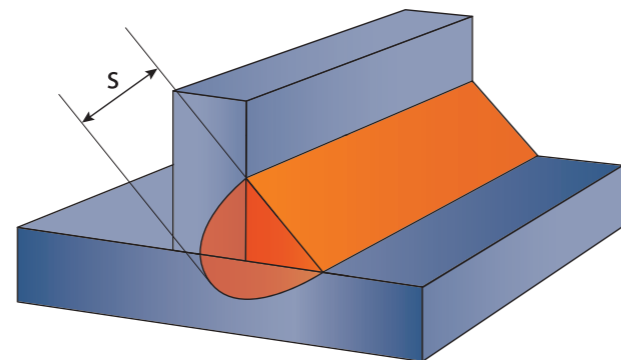
Op tekeningen worden hoeklassen door een driehoekssymbool weergegeven volgens de norm EN-ISO 2553 - Symbolen voor las- en soldeerverbindingen. (In dit artikel zijn het symbool en de hoeklassen ter verduidelijking in het oranje weergegeven, maar op werktekeningen is het symbool niet ingekleurd.)

Naast het symbool worden de volgende aanduidingen voor de maten van hoeklassen gegeven:

- a** = keelhoogte
- z** = beenlengte
- s** = keelhoogte met penetratiediepte

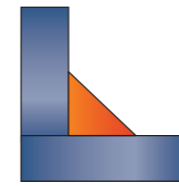


Figuur 2 Het verschil tussen a-maat (keelhoogte) en z-maat (beenlengte)

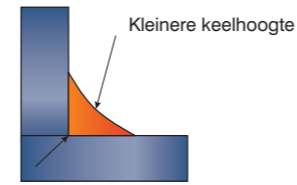


Figuur 3 Hoeklas met diepe inbranding

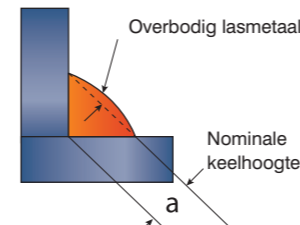
In figuur 2 is een hoeklas met nominale a-hoogte en beenlengte z afgebeeld. De waarde a is hier gelijk aan de hoogtelijn van de gelijkzijdige rechthoekige driehoek die de doorsnede van de las vormt. In figuur 3 is de hoeklas afgebeeld met diepe (positieve) inbranding.



Hoeklas als gelijkzijdige rechthoekige driehoek met nominale keelhoogte 'a' (a = 0,707z)



Holle las met kleinere keelhoogte



Bolle las met de nominale keelhoogte en overbodig lasmetaal

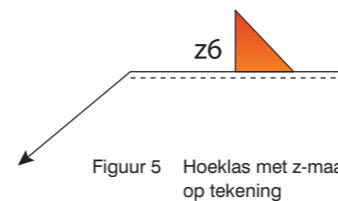
Figuur 4 Uiterlijk van hoeklassen

Afmeting en lasuiterlijk

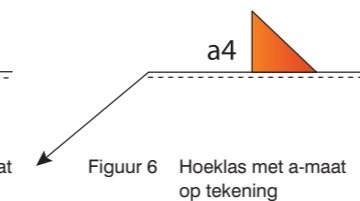
Een van de grootste problemen bij hoeklasverbindingen is het verkrijgen van de juiste maten. De constructeur berekent de afmetingen en calculeert daarbij een bepaalde veiligheidsfactor in. Daardoor is de gespecificeerde las op de werktekening groter dan voor het ontwerp strikt noodzakelijk.

Figuur 4 toont de relatie tussen de keelhoogte a en de beenlengte z. Ook wordt de invloed getoond van een hol en een bol lasuiterlijk op de keelhoogte a.

In Engeland wordt de maat van de hoeklas vaak opgegeven met vermelding van de beenlengte z, waarbij het getal de afmeting in millimeters voorstelt (figuur 5). In andere Europese landen is het gebruikelijk de a-hoogte op te geven (figuur 6).



Figuur 5 Hoeklas met z-maat op tekening



Figuur 6 Hoeklas met a-maat op tekening

Uitvoering

Zodra de tekening in de werkplaats wordt uitgegeven, komt het nog vaak voor dat de lasser, lassersvoorman, lascoördinator of lastoezichthouder nog een extra veiligheidsfactor toevoegt. De redenering is dat 'een tikkeltje meer de zaak alleen maar sterker maakt'. Het resultaat is een overmatig hoge las met misschien wel een a-hoogte van 8, terwijl 6 millimeter door de constructeur was opgegeven. Deze extra 2 mm heeft als gevolg dat het lasvolume met meer dan tachtig procent toeneemt. Opgeteld bij de al eerder ingecalculerde veiligheidsfactor door de constructeur, kan dit leiden tot een las die wel twee keer meer volume heeft dan werkelijk nodig zou zijn.

Door de afmetingen van de las aan te houden zoals die op tekening zijn aangegeven, kan sneller (met een grotere voortloopsnelheid) worden gelast. Met als gevolg een hogere productiviteit, een lager gewicht van het werkstuk, minder toevoegmateriaal en dus aanmerkelijk lagere kos-

ten. Een ander voordeel is dat bij de meeste booglasprocessen een kleine verhoging van de voortloopsnelheid zorgt voor een grotere inbrandingsdiepte en daarmee een vergroting van de s-maat (keelhoogte + inbrandingsdiepte).

Een overgedimensioneerde hoeklas is daarom een kostbare manier van werken. Het hoeft niet te betekenen dat de constructie sterker wordt, het draagt bij aan verspilling van toevoegmateriaal en het kan ook nog andere problemen - zoals ongewenste vervorming - tijdens de fabricage veroorzaken.

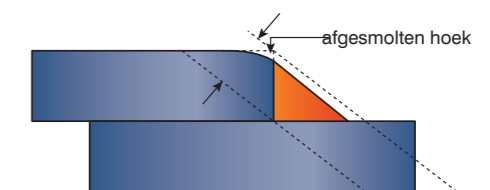
Hoeklassen bij overlapverbindingen

Zoals besproken, komen te zwaar uitgevoerde hoeklassen veelvuldig voor en de hoeklassen in overlapverbindingen vormen hierop geen uitzondering. De constructeur zal in het algemeen een beenlengte z opgeven die gelijk is aan de materiaaldikte, zoals is aangegeven in figuur 7. Uit sterkteoverwegingen is het vaak helemaal niet noodzakelijk dat de afmetingen van de hoeklas zo groot zijn.



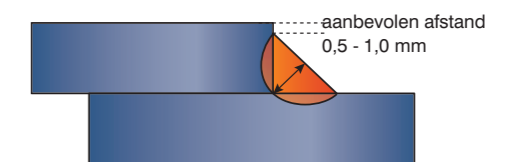
Figuur 7 Hoeklas materiaalhoogte

In de praktijk kan de las om bepaalde redenen niet aan de gespecificeerde waarden voldoen. Dit wordt aangegeven in het voorbeeld van figuur 8.



Figuur 8 Hoeklas voldoet niet aan gespecificeerde keelhoogte

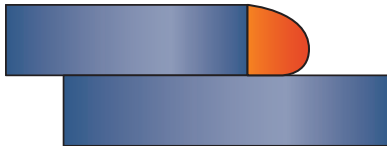
Door het wegsmelten van de hoek van de bovenste plaat wordt de verticale beenlengte kleiner, wat tevens inhoudt dat de keelhoogte kleiner wordt en de las dus niet meer voldoet aan de gespecificeerde afmetingen. Daarom moet erop worden gelet dat de hoek van de bovenste plaat niet wordt weggesmolten. Het zou beter zijn als de las zo'n 0,5 tot 1 mm van de bovenrand af zou liggen (figuur 9).



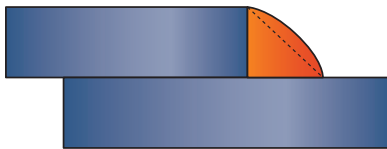
Figuur 9 Aanbevolen afstand van de rand, om wegsmelten te voorkomen

De constructeur zou daarom een iets kleinere beenlengte dan de plaatdikte kunnen aanhouden. Ter compensatie van de kleinere keelhoogte zou een diepere inbranding van de hoeklas noodzakelijk kunnen zijn. Deze grotere penetratiediepte moet worden gecontroleerd door middel van een geschikte test. Om de vereiste inbranding over de gehele laslengte te kunnen verzekeren, zijn een lasproef en extra aandacht tijdens het lassen noodzakelijk.

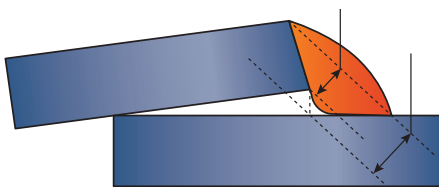
Behalve het risico van een te kleine keelhoogte kunnen er andere problemen ontstaan, zoals het overbloezen als gevolg van een te groot smeltbad (figuur 10) of een te bol oppervlak van de las met de daaraan gekoppelde scherpe overgang naar het plaatmateriaal (figuur 11). Beide geschetste problemen hebben een negatieve invloed op de vermoeiingssterkte van de lasverbinding door de verhoogde spanningsconcentraties op de scherpe overgangen van de las naar het werkstuk.



Figuur 10 Overbloezing



Figuur 11 Te bol lasoppervlak met scherpe overgang naar het materiaal



Figuur 12 Verkeerd aanbouwen kan leiden tot de verkeerde keelhoogte

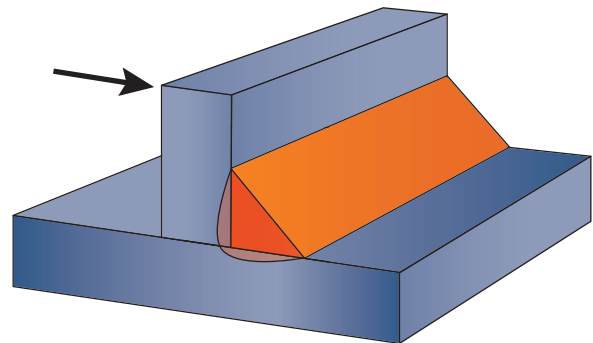
Verkeerd aanbouwen kan ook leiden tot een te geringe keelhoogte. Dit is geschetst in figuur 12, waarbij de bovenste plaat (overdreven) onder een hoek is gesteld.

Onvoldoende inbranding

Een ander probleem bij hoeklassen is onvoldoende inbranding. Dit is niet aan de buitenkant te zien. Een visueel mooie hoeklas kan qua sterkte helemaal niks waard zijn. Het is moeilijk om onvoldoende inbranding met NDO-technieken (niet-destructief onderzoek) zichtbaar te

maken, zeker als het om dunnere platen gaat. Helaas komen onvoldoende ingebrande hoeklassen veel voor. De oorzaak moet gezocht worden in gebrek aan handvaardigheid van de lasser.

Een manier om de inbrandingsdiepte te testen is het uitvoeren van een breekproef (destructief onderzoek). Twee platen worden met een hoeklas verbonden (figuur 13), waarna de verticale plaat omgeslagen wordt in de richting van de pijl. De hoeklas zal openbreken. Aan het breukvlak is te zien of er sprake is van onvoldoende inbranding of van bindingsfouten.



Figuur 13 Breekproef voor het destructief testen van een hoeklas

Samenvatting

Hoeklassen zijn niet alleen de meest voorkomende lasverbindingen, maar ze behoren ook tot de moeilijkste, als het gaat om het verkrijgen van een gelijkmatige kwaliteit. Hoeklassen vereisen een hogere warmte-inbreng dan stompe lassen bij dezelfde materiaaldikte. Onvoldoende inbranding en/of bindingsfouten zijn problemen die optreden bij lassers die onvoldoende vaardigheid bezitten. Dergelijke onvolkomenheden kunnen niet goed met NDO-technieken worden opgespoord, of ze vereisen tijdrovende NDO-technieken zoals ultrasoon onderzoek. Bovendien zijn de onderzoeksresultaten dikwijls moeilijk te interpreteren. Bij visuele inspectie wordt vaak de meeste tijd besteed aan het bepalen van de afmetingen en krijgen andere kwaliteitsaspecten van de las minder aandacht. Vaak zijn de geproduceerde lassen zwaarder dan ze hadden moeten zijn of hebben ze een slechte vorm, wat een negatieve invloed kan hebben op de levensduur van de constructie. Om problemen te voorkomen moeten constructeurs de vereiste afmetingen van de las nauwkeurig aangeven. Het laspersoneel moet ernaar streven de gespecificeerde maten aan te houden. De lassers moeten voldoende en op hoeklassen gericht getraind worden, zodat ze over voldoende vaardigheid beschikken om een aanvaardbare kwaliteit hoeklassen te kunnen maken.