





Schadegevallen aan gelaste constructies in relatie tot functionaliteit en toepassing van codes

BIL-NIL Lassymposium 29-30 nov 2017

Inhoud

- Wat weet u na deze presentatie?
- Falen als gevolg van niet optimale WPQR en lasuitvoering
- Verkeerde keuze gekwalificeerde lasmethode vs code(s)
- Conclusies



Wat weet u na deze presentatie:

Materiaalkundige kennis onontbeerlijk

- Aan de toepassing en ontwikkeling van (las) codes en normen ligt materiaalkundige kennis ten grondslag.
- Materiaalkundige expertise is niet meer alom aanwezig.
- Toepassen van (las) codes en normen zonder materiaalkundige kennis kan tot falen / onverwacht gedrag leiden.
- Een constructie ondergaat een gecontroleerde warmte(mis)behandeling met:
 - Temperatuur
 - Warmteïnbreng
 - AfkoelsnelheidMaar herkent niet waar de warmte vandaan komt (SMAW, GTAW, SAW, enz)

Werken volgens EEN code is geen garantie voor kwaliteit

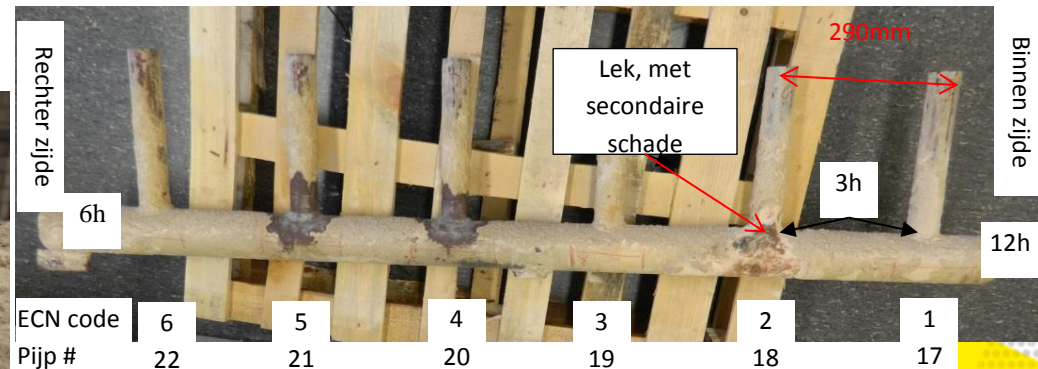
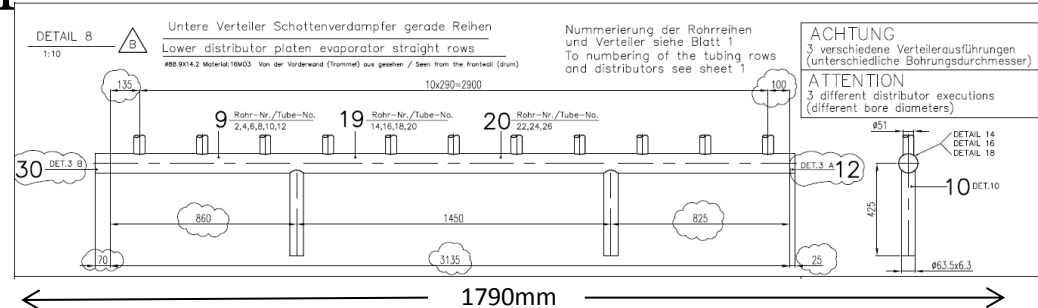
Case 1: Lekkage platen verdamper – materiaal en condities

Lekkages binnen 6 maanden na
in bedrijfname.

16Mo3, $\varnothing 51 \times 7$ & $\varnothing 90 \times 15$

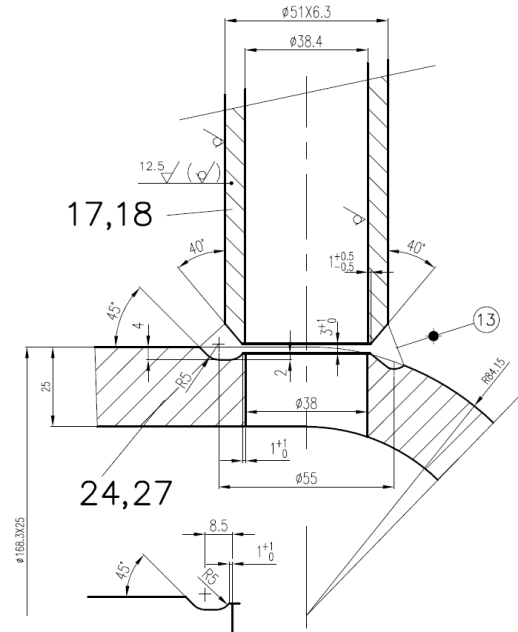
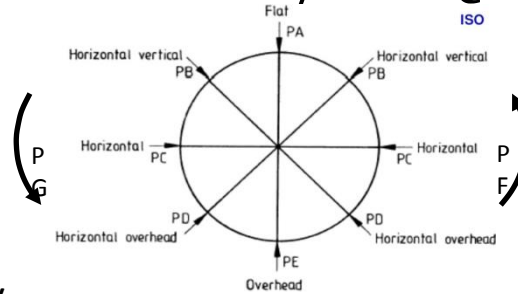
Druk: 113bar

Stoom temp: 320°C



Lekkage platen verdamper – WPS/WPQR

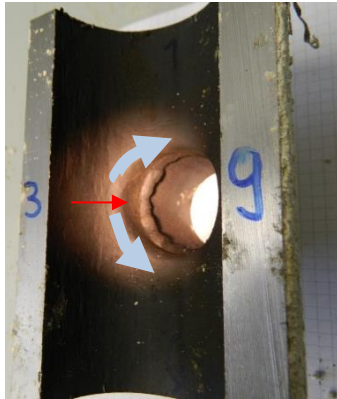
- Lasproces: 141
- LTM: WMoSi
- Laspositie: PB, PF
- WPS: HI: 1,9 doorlas, 1,5-1,8 vul kJ/mm
- WPQR: 0,78-2,04kJ/mm ! (gem 1,4±45%)
- Voorwarmtemp: 100-150°C , dla s≥20mm
- Interpass: max 250°C



	Wanddikte [mm]		Diameter [mm]	
	Header	Spriet	Header	spriet
WPQR	>68,8	>25,0	7,1-56,0	3,0-16,0
gelast	90	51	15	7

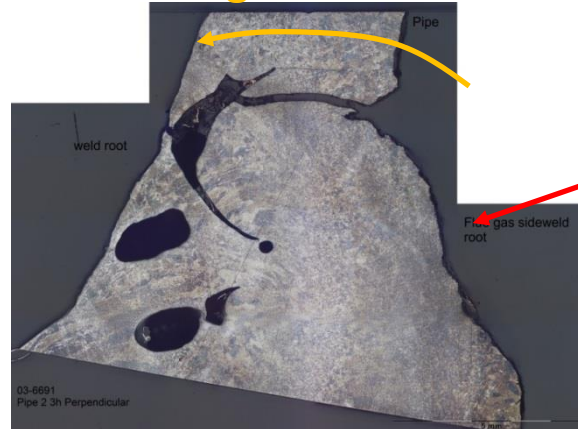
Lekkage platen verdamper - resultaat

- Er is gelast van zadelpunt naar zadelpunt, en dus start in PA/PB of PE/PB.
- Niet voor alle pijpen in PF: pijp 18 mogelijk in PG. → Lagere HI



Pijp 17 rij 25,
3uur = PE?

Buigend moment-zadelpunt



Plakfout/slak



Pijp 18 rij 25

Conclusie case 1

- Lassen, positie, niet allemaal conform WPS/WPQR uitgevoerd.
 - Elk geval een afwijkende laspositie (PG ipv PF)
- WPQR laat brede HI range toe: $\pm 45\%$ op het gemiddelde.
- EN-ISO-15614 laat max 25% bij eisen aan kerftaaiheid en/of hardheid. Bij deze constructie worden hier waarschijnlijk eisen aangesteld, dus is de WPQR te ruim.
- Bij opgaand lassen (PF) is waarschijnlijk gezwaaid (te snel), met vorming van insluitingen en plakfouten als gevolg → afkeur NEN-EN-ISO 5817
- Bij lassen in PG lagere HI en plakfouten.
- Belastingcondities schottenverdampers (buiging) leiden tot falen vanuit defecten.
- Lasgeometrie laat NDO (US en RT) niet goed toe → defecten gemist.
- HI's -vallen waarschijnlijk wel binnen de WPQR, die te ruim is.
- Een of meer testlassen voor uitvoering had problemen kunnen voorkomen.

Case 2: Header-pijp verbinding WW

Constateringen:

- Lekkages met onregelmatige tijdsintervallen op zadelpunten (1^e na 2 mndn, 44 in de 7 mndn daarna)
- Gewijzigde assemblage methode:
 - Geen sprieten meer maar pijpen (10 meter) direct op de headers met zelf centreren lasdetail (kosten overweging!)
- WPQR op basis van een dik-dun verbinding met 'hindernis'.
- Lasnaad voorbereiding schrijft GEEN doorlassing voor. (let op: hoge druk en temperatuur met een dynamische belaste constructie)



Case 2: Header-pijp verbinding WW – Materiaal/WPQR/bedrijfscondities

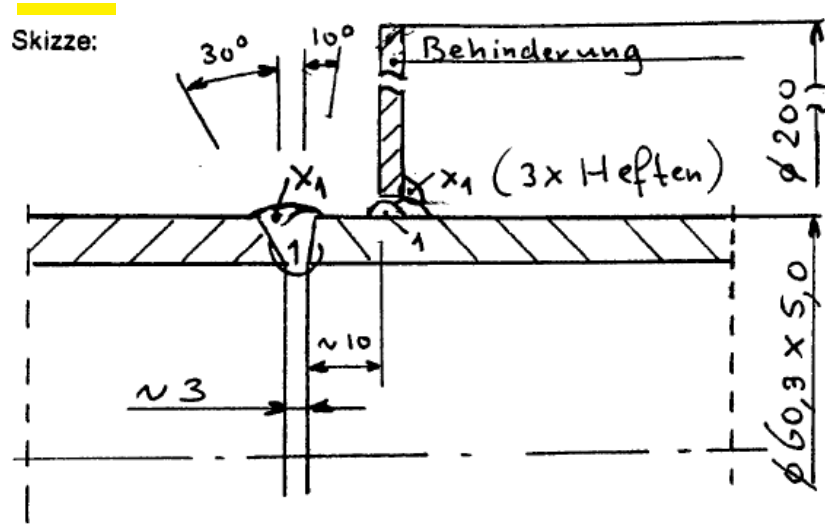
- 15Mo3 (mat nr: 1.5414)
 - pijp: t=5,6-6,3mm, header: 23,4mm
 - CE: geen voorwarmtemp. voorgeschreven
- LTM- Matching
- Lasproces: 141
- Geen voorwarmtemp.
- Interpas: max 350°C
- Max hardheid (WPQR): 221HV10

Bedrijfscondities:

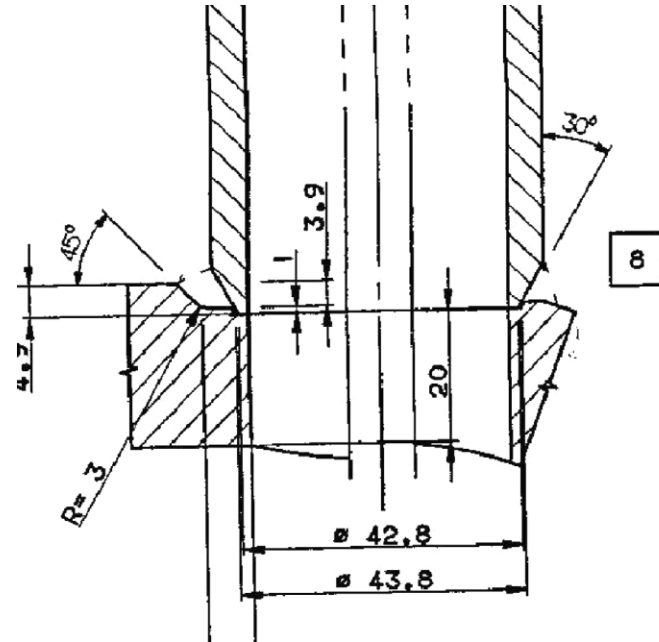
- Druk: 114-120 bar
- Temp: 325-415°C
- Dynamische belasting:
 - Hameren
 - Eigen frequentie trilling door turbulente stroming rookgassen

Chemische samenstelling in gewichtsprocenten (mat nr 1.5414)					CE
C	Si	Mn	Mo	Overige	
0,16	Max. 0,40	0,60	0,30	Max. Cu -= 0,30	0,34

Case 2: Header-pijp verbinding WW – Lasnaad geometrie WPQR vs werkelijk



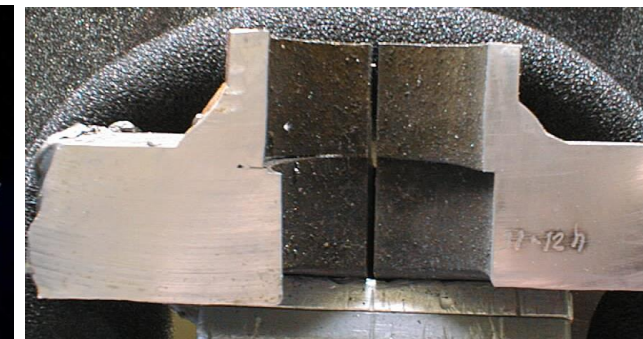
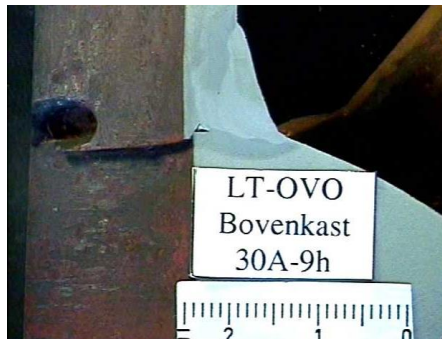
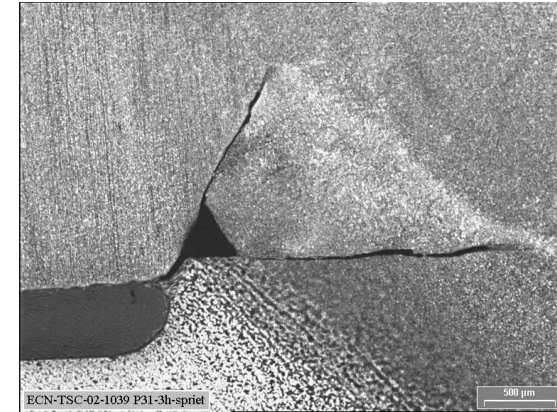
Schematisch tbv WPQR
Geen voorwarmtemp.
PF/PC



Uitgevoerd lasdetail
Zelf centrerend, geen doorlassing!

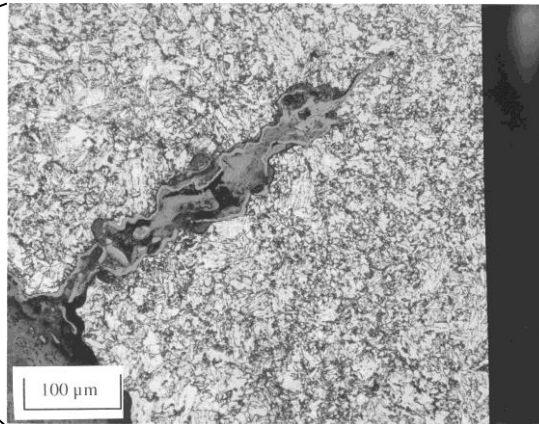
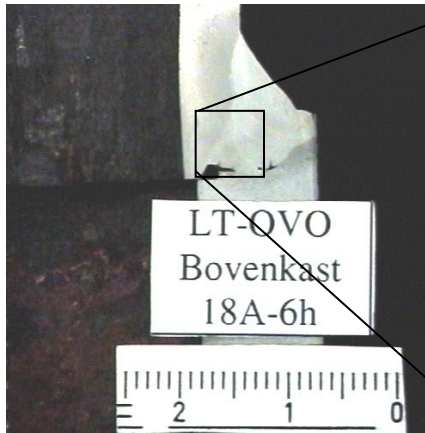
Case 2: Header-pijp verbinding WW – Resultaat toepassing WPQR in WPS

- Afwijkende positionering:
 - Off-set van spriet in de kast
 - Scheve montage
- Onvolkomen doorlassing
- Plakfouten & Warmscheuren
- Inkarteling cq afbranden van de laskant-voorbewerking spriet

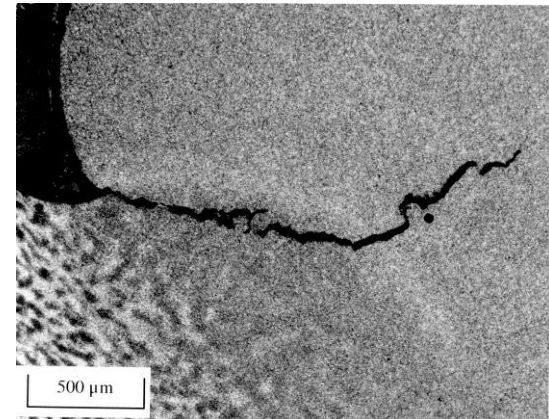


Case 2: Header-pijp verbinding WW – Resultaat toepassing WPQR in WPS

- Scheurinitiatie en scheurgroei (na 7 maanden bedrijf):
- Vanuit onvolkomen doorlassing
- Vanuit plakfout
- Scheuruitbreiding van max 0,5 mm aangetroffen → (corrosie-)vermoeiing



Corrosie-vermoeiing



Warmscheur+groei

Case 2: Header-pijp verbinding WW – Resultaat Kritische foutgrootte

Kritische defectgrootte voor plastische vervorming tijdens bedrijf (ontwerp):

- Verdamper-bovenkast : 3 mm (of 35% vd lashoogte)
- HT-OVO (6,3mm) : 3,5 mm (of 36% vd lashoogte)
- LT-OVO (5,6mm) : **2 mm (of 24% vd lashoogte, meest kritisch)**

Gemeten defectgroottes:

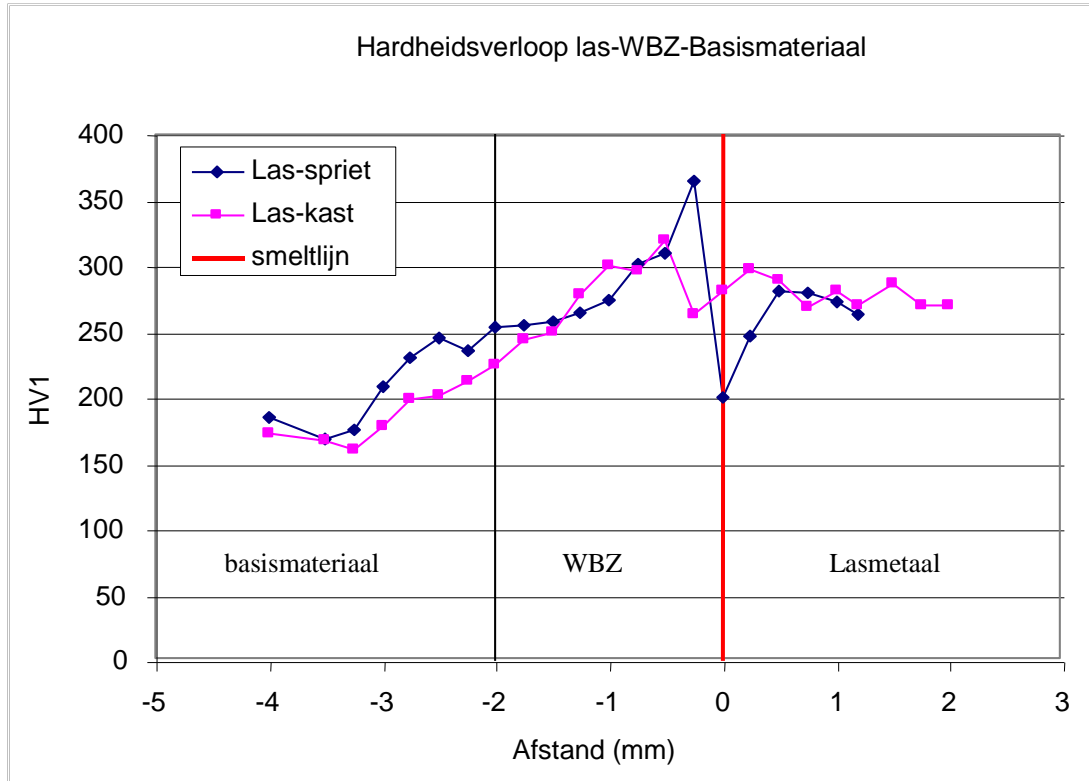
HT-OVO: max 6,9mm, 18% boven 35% van de lashoogte, s

LT-OVO: max 7,5mm, 25% boven 24% van de lashoogte, s



Case 2: Header-pijp verbinding WW – Resultaat hardheden

Bovenkast verdamper lijn 2:
Piek hardheid boven 350HV1

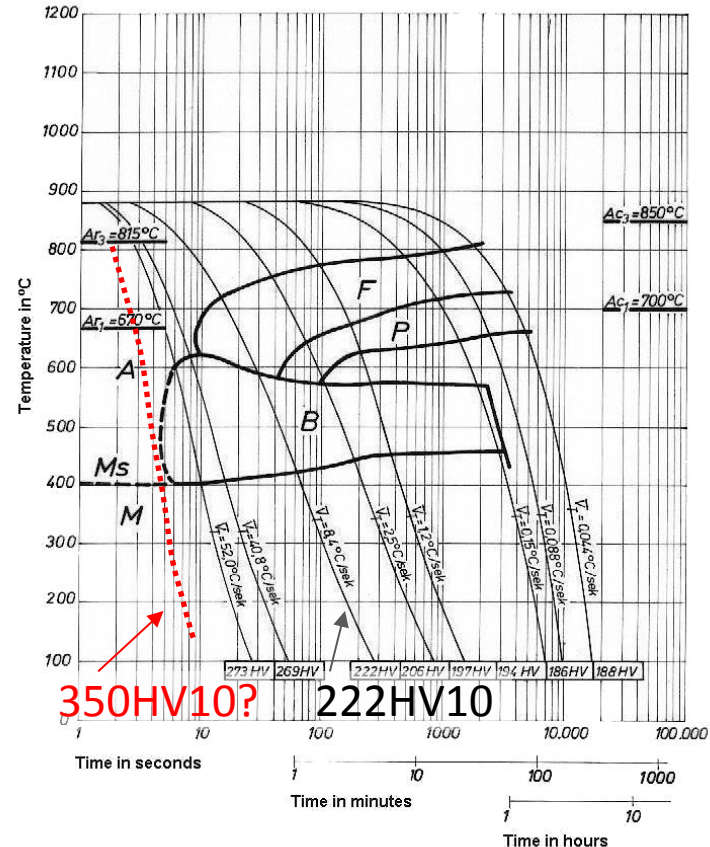


CCT-15Mo3 – Mat nr 1.5415

Bij $t=20\text{mm}$:

- 222HV10: $v=8,4^\circ\text{C}/\text{sec}$
- 278HV10: $v=52^\circ\text{C}/\text{sec}$
- 350HV10: $v=\gg 52^\circ\text{C}/\text{sec}$

Afkoelsnelheden waren veel hoger dan bij de WPQR



Case 2: conclusies

- **Lasnaadvoorwerking:**
 - Laat geen volledige doorlassing toe (was ook niet voorgeschreven!)
 - Slechte toegankelijkheid las (voor de lasser)
- **EN 13445 schrijft voor dynamisch belaste constructies volledige doorlassing voor (ivm vermoeiing) → verkeerde toepassing norm.**
- (Te) hoge $\Delta t_{8/5}$ → (Te) lage HI (of stroom, I) vs gecombineerde t:
 - (te) hoge hardheid
 - plakfouten + warmtscheuren!
(Dynamische belasting zorgt voor scheurgroei!)
- WPQR en afgeleide WPS op basis van 'verkeerde' uitvoering p-WPS vs werkelijk lasdetail (→ wel gelast volgens WPQR).
- Geen voorwarmtemp o.b.v. enkel CE niet altijd voldoende basis.
- WEL alles gecertificeerd → alleen gevraagd of p-WPS volgens (verkeerde) toepassing norm en code is gelast. (let op: NEN EN ISO 15614: stompe las kwalificeert aftakkingen $\geq 60^\circ$, dit was hier toegepast, maar....).
- Lasfouten zijn niet met NDO te detecteren (lasnaaduitvoering/constructie).

Case 2: aanbevelingen

- **Leg lasconstructie naast de juiste codes en normen.**
- **Overleg met IWE-er en materiaalkundige.**
- **Las met vooropening (waarborgt beter de doorlassing)** en inspecteer inwendig voor helemaal aflassen op doorlassing. (inspectie over minst belaste positie).
- Voer een proeflas uit en inspecteer destructief.
- Voer de p-WPS uit vergelijkbaar met de lasnaaduitvoering (let op: NEN EN ISO 15614:
 - stompe las kwalificeert aftakkingen $\geq 60^\circ$ (dit was hier toegepast).
 - stompe lasnaad voorbereiding niet vastgelegd.

Conclusies

- Normen maken het speciale proces lassen acceptabel maar:
- Normen zijn geen wetten (tenzij expliciet anders bepaald) maar ‘slechts’ goed onderbouwde afspraken
- Toepassen van normen en codes kan niet zonder verstand van zaken. Normen interpreteren is een hele kunst.
- Materiaalkundig onderzoek:
 - Achterhaald de faaloorzaken
 - Maakt het mogelijk correctieve acties te ondernemen
-



Materialen <https://www.ecn.nl/publicaties/PDFfetch.aspx?nr=ECN-F--16-021>

En alles wat u daarover wilt (en zou moeten) weten

