

Izrada dokumentacije za tlačnu posudu i atestacija postupaka i zavarivača

Marciuš, Vanja

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:650431>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

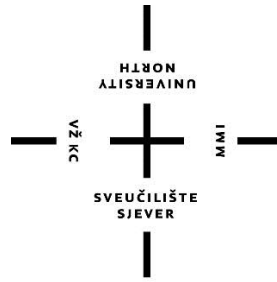
Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-08**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





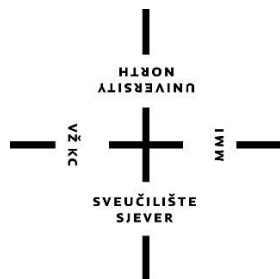
Sveučilište Sjever

Završni rad br. 335/PS/2020

Izrada dokumentacije za tlačnu posudu i atestacija postupaka i zavarivača

Vanja Marcuiš, 1518/336

Varaždin, rujan 2020. godine



Sveučilište Sjever

Proizvodno strojarstvo

Završni rad br. 335/PS/2020

Izrada dokumentacije za tlačnu posudu i atestacija postupaka i zavarivača

Student

Vanja Marcius, 1518/336

Mentor

Marko Horvat, dipl. ing.

Varaždin, rujan 2020. godine

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

| | | | |
|-----------------------------|--|--------------|-----------------|
| ODJEL | Odjel za strojarstvo | | |
| STUDIJ | prediplomski stručni studij Proizvodno strojarstvo | | |
| PRISTUPNIK | Vanja Marciuš | MATIČNI BROJ | 1518/336 |
| DATUM | 21.9.2020. | KOLEGIJ | Tehnologija III |
| NASLOV RADA | Izrada dokumentacije za tlačnu posudu i atestacija postupaka i zavarivača | | |
| NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU | Preparation of documentation for the pressure vessel and certification of procedures and welders | | |
| MENTOR | Marko Horvat, dipl.ing. | ZVANJE | viši predavač |
| ČLANOVI POVJERENSTVA | 1. dr. sc. Zlatko Botak, viši predavač 2. Marko Horvat, dipl.ing., viši predavač 3. Katarina Pisačić, dipl.ing., viši predavač 4. Damir Mađerić, dipl.ing., viši predavač 5. | | |

Zadatak završnog rada

BROJ 335/PS/2020

OPIS

- U Završnom radu je potrebno obraditi sljedeće točke:
- dati uvod u značaj i proizvodnju tlačne opreme/posuda pod tlakom te ocjenu sukladnosti istih
 - prikazati pregled i zahtjeve važećih normi i propisa u području ocjena sukladnosti posuda pod tlakom
 - na odabranom primjeru prikazati tehnologiju zavarivanja i pripremu za ispitivanje
 - prikazati metode ispitivanja pri ocjenjivanju sukladnosti
 - u zaključku Završnog rada dati osvrt na zadanu temu

ZADATAK URUČEN

21.09.2020.



POTPIS MENTORA

Predgovor

Veliko hvala mome mentoru Marku Horvatu, dipl. ing. koji mi je odobrio izradu ovog završnog rada.

Zahvalan sam tvrtki Centrometal d.o.o. koja mi je omogućila izradu praktičnog dijela ovog rada te Marku Dovečaru, dipl. ing. IWE, djelatniku spomenute tvrtke koji mi je pomogao u izradi rada.

Također se zahvaljujem svim profesorima, djelatnicima na fakultetu i prijateljima u cijelom mojem studijskom obrazovanju.

Isto tako se zahvaljujem mojoj obitelji i djevojci Steli koji su mi uvijek bili potpora i podrška kroz ove 3 godine studija.

Sažetak:

U teoretskom dijelu završnog rada govoriti će se prvo o poduzeću pa općenito o tlačnoj opremi i tlačnim posudama te o potrebnom postupku zavarivanja (MIG/MAG). Nadalje, opisane su zahtijevane norme („HRN EN ISO 15609-1“, „HRN EN ISO 9606-1:2017“ i „HRN EN ISO 15614-1 + PED 2014/68/EU“) kao i karakteristike osnovnog materijala (S355J2+N). U praktičnom dijelu će biti prikazana sva izrađena dokumentacija o atestaciji postupaka i zavarivača u svrhu odobrenja konstrukcije od tijela za ocjenu sukladnosti. Također, biti će prikazan i objašnjen sami atest postupaka i zavarivača u tvrtki kao i rezultati laboratorijskih ispitivanja i izdanih certifikata.

Ključne riječi: tlačna posuda, dokumentacija, atestacija, zavarivanje, norma, laboratorijsko ispitivanje, certifikat

Abstract

In the theoretical part of the final work, we will first talk about the company and then about pressure equipment and pressure vessels in general and the required welding procedure (MIG/MAG). Furthermore, the required standards („HRN EN ISO 15609-1“, „HRN EN ISO 9606-1:2017“ i „HRN EN ISO 15614-1 + PED 2014/68/EU“) as well as the characteristics of the base material are described (S355J2+N). In the practical part, all the prepared documentation on the attestation of procedures and welders for the purpose of approval of the structure by the conformity assessment body will be presented. Also, the attestation of procedures and welders in the company as well as the results of laboratory tests and issued certificates will be presented and explained.

Keywords: pressure vessel, documentation, attestation, welding, standard, laboratory testing, certificate

Popis oznaka i kratica

| Oznaka/kratica | Opis |
|----------------|---|
| P _s | maksimalni dopušteni tlak (Pa) |
| MAG | eng. metal active gas |
| MIG | eng. metal inert gas |
| HRN | Hrvatske norme |
| 135 | „elektrolučno zavarivanje taljenom elektrodom u zaštiti aktivnog plina (MAG)“ |
| 138 | „elektrolučno zavarivanje metalnim prahom punjenom elektrodom žicom u atmosferi aktivnog plina“ |
| EN | eng. European Norms |
| ISO | eng. „International Organization for Standardization“ |
| PED | eng. Pressure Equipment Directive |
| FSB | Fakultet strojarstva i brodogradnje |
| CE | fra. Conformité Européenne |
| WPS | eng. Welding procedure specification |
| pWPS | eng. Preliminary welding procedure specification |
| WPQR | eng. Welding procedure qualification record |
| WPAR | eng. Welding procedure approval record |
| C | ugljik |
| Mn | mangan |
| Si | silicij |
| Al | aluminij |
| Ti | titan |
| Cu | bakar |
| S | sumpor |
| P | fosfor |
| Ni | nikal |

| | |
|------------------|---|
| Cr | krom |
| Mo | molibden |
| N | dušik |
| Nb | niobij |
| V | vanadij |
| Ar | argon |
| CO ₂ | ugljični dioksid |
| DM | dodatni materijal |
| OM | osnovni materijal |
| ZUT | zona utjecaja topline |
| ZT | zona taljenja |
| DC | istosmjerna struja |
| RTG | radiografsko (rendgensko) ispitivanje |
| MT | ispitivanje magnetskim česticama |
| UT | ultrazvučno ispitivanje |
| PT | penetrantsko ispitivanje |
| IWE | eng. international welding engineer |
| EWf | eng. European welding federation |
| PG | vertikalni položaj zavarivanja |
| PA | vodoravni položaj zavarivanja |
| PB | horizontalno-vertikalni položaj zavarivanja |
| T _p | temperatura predgrijavanja (°C) |
| T _M | međuslojna temperatura (°C) |
| R _M | vlačna čvrstoća (MPa) |
| F _M | sila kidanja (kN) |
| HNO ₃ | dušična kiselina |
| H ₂ O | voda |
| M21 | zaštitni plin CORGON 18 (mješavina od 82% Ar i 18% CO ₂) |
| C1 | zaštitni plin (100% CO ₂) |

Sadržaj

| | |
|--|----|
| 1. Uvod | 1 |
| 2. O poduzeću..... | 2 |
| 3. O tlačnim posudama..... | 4 |
| 4. Ocjenjivanje sukladnosti | 7 |
| 5. Zahtijevane norme..... | 8 |
| 5.1. „HRN EN ISO 15614-1:2017 + PED 2014/68/EU“ | 8 |
| 5.2. „HRN EN ISO 15609-1:2019“ | 10 |
| 5.3. „HRN EN ISO 9606-1:2017“ | 10 |
| 6. Zavarivanje nelegiranih čelika | 11 |
| 7. MIG/MAG zavarivanje | 12 |
| 8. Osnovni materijal | 14 |
| 9. Atestiranje postupaka zavarivanja i zavarivača..... | 15 |
| 9.1. Izrada pWPS-a | 18 |
| 9.2. Zavarivanje ispitnih uzoraka..... | 21 |
| 9.3. Obavljanje nerazornih ispitivanja..... | 27 |
| 10. Dobivanje potrebnih certifikata..... | 31 |
| 11. Laboratorijska ispitivanja | 32 |
| 11.1. Vizualno ispitivanje | 33 |
| 11.2. Penetrantsko ispitivanje | 36 |
| 11.3. Rendgensko (radiografsko) ispitivanje | 39 |
| 11.4. Vlačno ispitivanje | 42 |
| 11.5. Ispitivanje na savijanje | 44 |
| 11.6. Ispitivanje udarne radnje loma..... | 46 |
| 11.7. Ispitivanje tvrdoće | 48 |
| 11.8. Makroskopski pregled | 51 |
| 12. Atesti zavarivača | 56 |
| 13. Zaključak..... | 59 |
| 14. Literatura | 60 |

1. Uvod

Kod izbora teme razmatralo se da se stečena znanja tijekom obrazovanja objedine u ovom završnom radu te da se osim teoretskog znanja obuhvati i ponešto praktičnog. Stoga je odabrana tema koja govori o izradi dokumentacije za tlačnu posudu te o atestaciji postupaka i zavarivača, a sve u svrhu odobrenja konstrukcije od tijela za ocjenu sukladnosti.

U nekom objektu priključenom na vodenu pumpu bez tlačne posude, crpka bi radila bez prestanka pa bi se smanjio vijek trajanja iste i imali bi veći trošak u vidu električne energije, zato se u raznim objektima javlja potreba za čuvanjem i skladištenjem vode upravo u već spomenutim tlačnim posudama. Naravno da se za izradu tlačnih posuda koriste nehrđajući materijali zbog medija (fluida) s kojim su uvijek u kontaktu te zbog otpornosti na koroziju i vijeka trajanja. Kod uporabe tlačnih posuda javljaju se opterećenja i naprezanja duž cijele posude te kod oštećenja istih nerijetko dolazi i do velikih gubitaka, stoga je prijekopotrebna prevencija kod zavarivanja, a i cijele tehnologije izrade tlačnih posuda.

Pravilnik o opremi pod tlakom precizno ukazuje zahtjeve za regulacijom tlaka i govori da kod povećanja tlaka maksimalni dopušteni tlak P_S se smije prekoračiti samo za najviše 10%. Kod slučaja opreme pod tlakom koja je namijenjena za točno određene radne parametre i kad radni tlak ostaje konstantan isto kao i temperatura, vrijednost proračunskog tlaka i maksimalnog dopuštenog tlaka P_S ostaju jednake. [1]

Atest (certifikat) zavarivača je dokument da zavarivač smije obavljati razne poslove zavarivanjem potrebnim postupkom zavarivanja na potrebnom osnovnom materijalu i u potrebnim položajima zavarivanja.

Za ovu tlačnu posudu predviđene su dvije atestacije postupka, jedna sučeljenog spoja „elektrolučnim zavarivanjem metalnim prahom punjenom elektrodnom žicom u atmosferi aktivnog plina (138)“ te druga kutnog spoja „MAG zavarivanjem-elektrolučnim zavarivanjem taljenom elektrodom u zaštiti aktivnog plina (135)“, a sve prema zahtijevanim normama „HRN EN ISO 15609-1“, „HRN EN ISO 15614-1 + PED 2014/68/EU“ i „HRN EN ISO 9606-1:2017.“ U radu će biti prikazana izrada cijele dokumentacije za dobivanje potrebnih certifikata kao i slikovno prikazana atestiranja postupaka i zavarivača i rezultati s laboratorijskih ispitivanja.

2. O poduzeću

Osnovna misao vodilja tvrtke Centrometal d.o.o. jest zaštita okoliša pa time i učinkovito iskorištenje energije, zelena proizvodnja, kvalitetan proizvod, sve više okretanje obnovljivim izvorima energije što samim time rezultira zadovoljstvom kupaca. Navedena „filozofija“ provodi se od razvoja, proizvodnje, eksploatacije i održavanja proizvoda pa do stalnog usavršavanja djelatnika te suradnika tvrtke Centrometal d.o.o. Centrometal ima iza sebe uspješnu tradiciju izrade toplovodnih kotlova i mnogih drugih proizvoda koja traje već više od polovine stoljeća. Sve je počelo 1965. godine kada Karlo Zidarić otvara obrtničku radionu za sastavljanje i održavanje sistema centralnog grijanja. 1990. godine nastaje tvrtka Centrometal d.o.o. koja danas uporno, vrlo uspješno stoji rame uz rame na vrhu s najvećim hrvatskim ali i europskim proizvođačima termotehničke opreme. Kao što je i spomenuto, naglasak je stavljen na proizvode koje koriste obnovljive izvore energije (sječka, pelet, sunce, drvo).

Dobro poznata marljivost međimurskog radnika, zajednička suradnja sa znanstvenim institucijama, naročito s FSB-om u Zagrebu, u konačnici su rezultirali značajnom razvoju tvrtke posljednjih godina koja zapošljava oko 250 radnika. Tvrtka ima vlastiti razvoj, ispitnu stanicu, centar za izobrazbu, vrlo moderan strojni park te svoju servisnu službu. Kvalitetu proizvoda dakako garantira sistem osiguranja kvalitete ISO 9001:2008, a dolazak na europska i svjetska tržišta garantiraju certifikati o sukladnosti dobiveni od ovlaštenih inspeksijskih i certifikacijskih kuća, kako domaćih tako i internacionalnih, o kojima će više riječi biti u nastavku. Tvrtka danas izvozi u više od 30 europskih i svjetskih zemalja, a u njih 5 ima i svoju servisnu službu. [2]



Slika 2.1. Tvrka Centrometal d.o.o. [2]

3. O tlačnim posudama

Tlačna oprema pa tako i tlačne posude uvijek su bile specifične za razmatranje u vidu opasnosti za ljude te su shodno tome propisani zakonski uvjeti koje svaka država unutar EU mora ispuniti za nesmetano kretanje proizvoda na tržištu na spomenutom teritoriju. Ti zakonski uvjeti opisuju ocjenjivanje sukladnosti i upotrebljavanje CE oznake. Za tlačne posude, konkretno za akumulacijske spremnike tople vode, to bi značilo da se sve države unutar EU obvezuju zadovoljiti sve zahtjeve za spomenuti proizvod. Tako su donesene dvije smjernice kojima je svaka tvrtka vođena za vrijeme cijele tehnologije izrade tlačne opreme sve do eksploatacije, a to su:

- „Jednostavne tlačne posude“ SPV („Simple Pressure Vessels“) i
- „Tlačna oprema“ PED („Pressure Equipment Directive“)

Tlačne posude se dijele na ložene (cjevovodi, tlačni i sigurnosni sklopovi i elementi...) i neložene (spremnici, reaktori, toplinski izmjenjivači...)

Izrada i proizvodnja posuda pod tlakom zahtijeva nekoliko sigurnosnih zahtjeva:

- Odgovarajuća konstrukcija i proračun
- Tehnologija izrade
- Potrebni propisani materijali za izradu
- Specifični zahtjevi za ložene, odnosno neložene posude
- Zahtjevi za cijevi
- Dopuštena naprezanja
- Odgovarajući zavareni spoj
- Sigurnosni ventili
- Tlačna proba

Neki od propisanih parametara raspona područja rada su i maksimalni radni tlak tlačne posude koji ne bi smio preći 30 bar, dok minimalna temperatura rada ne bi smjela pasti ispod -50 °C, a maksimalna najviše 300°C.

Centrometalove tlačne posude uz mogućnost ugradnje u sisteme centralnog grijanja na kruto gorivo, predviđene su i za namjenu ugradnje u niskotemperaturne sisteme grijanja potrošne tople vode moguće i uz pomoć solarnog sistema. Specifičnom konstrukcijom postiže se brzo

zagrijavanje gornjeg dijela akumulacijskog spremnika pomoću solarnih panela pa se tako dobiva efikasnije i ekonomičnije zagrijavanje potrošne tople vode. Solarni toplinski izmjenjivač se nalazi u donjem dijelu akumulacijskog spremnika, dok se orebrena cijev od inoxa za grijanje potrošne tople vode nalazi u gornjem dijelu. Isto tako se može ugraditi i elektrogrijač u gornji dio akumulacijskog spremnika u slučaju pomanjkanja energije od solarnog panela ili nekog drugog sistema kojim se može još naknadno zagrijati potrošna topla voda. Spomenuti akumulacijski spremnici tople vode su izvrsno izolirani debelim slojem toplinske izolacije s oblogom (130mm) poradi smanjenja gubitaka i ispuštanja toplinske energije u okolinu. Norme ISO 9001 i ISO 14001 garantiraju da su akumulacijski spremnici tople vode izrađeni modernim tehnologijama iz odgovarajućih materijala koji posjeduju potreban atest, najčešće iz nehrđajućih čelika, što garantira dugim vijekom trajanja te vrlo zadovoljavajuće higijenske uvjete.

Svrha:

- Ublažavanje jačine tlačnih vibracija klipnog kompresora (izjednačavanje tlaka)
- Kvalitetnije usklađivanje radnog kompresora s potrošnjom
- Preuzimanje vršne potrošnje
- Izdvajanje vode i ulja iz kompresora iz stlačenog zraka

Npr. u prehrambenoj industriji, a i mnogim drugima zahtjeva se čisti zrak radi kontrolirane atmosfere (suhoradni kompresor – npr. membranski s teflonskim lamelama).

Svaka tlačna posuda treba sadržavati:

- Priključak za stlačeni zrak
- Priključak za odvodnju stlačenog zraka
- Priključak za reguliranje kompresora
- Ventil za regulaciju tlaka koji se otvara samo kad je tlak 10% veći od radnog
- Manometar (uređaj za mjerenje tlaka)
- Slavinu za odvod kondenzata ili automatski odvod kondenzata
- Otvor za čišćenje
- Zaporni ventil ka mreži
- Tlačni prekidač

Tlačne posude i svi njezini dijelovi zbog potrebne čvrstoće izrađuju se od kvalitetnog nelegiranog niskougljičnog čelika, a moguće je i izrada iz nelegiranog aluminijske i legura. Materijal mora biti dobro zavarljiv i žilav radi izbjegavanja krhkog loma te otporan na starenje. Nelegirani čelici za proizvodnju tlačnih posuda dostavljaju se nakon procesa normalizacije. Udio ugljika mora biti manji od 0,25%, a udio nečistoća (S i P) ne veći od 0,05%. Najveća vlačna čvrstoća (R_m) mora biti manja od 580 N/mm^2 , dok udarni rad loma ne bi smio biti manji od 35 J, no dozvoljava se najmanja vrijednost i 25 J što je zadovoljeno i utvrđeno kasnije kod laboratorijskih ispitivanja. Čelici koji bi bili namijenjeni za tlačne posude kod kojih je radna temperatura ispod -10°C , debljina stijenke tlačne posude mora biti veća od 5 mm. Svi dodatni dijelovi tlačne posude koji nisu pod pritiskom kao i materijali za zavarivanje i oprema koja poboljšava čvrstoću posude moraju biti kompatibilni s materijalima od kojih se izrađuje tlačna posuda.

Posude pod tlakom koje su većeg volumena od 10 litara prema normama za opremu pod tlakom nužne su posjedovati atest. [3]

4. Ocjenjivanje sukladnosti

Ocjenjivanje sukladnosti je provjera sukladnosti, primjerenosti i djelotvornosti na izboru i određivanju te ocjene toga spram zadovoljavajućeg ispunjavanja potrebnih zahtjeva od strane predmeta koji se ocjenjuje za sukladnost.

Ocjenjivanje sukladnosti jest dokaz da su navedeni potrebni zahtjevi zadovoljeni od strane proizvođača, procesa, sistema ili fizičke osobe.

Kad ocjenjivanje sukladnosti provodi treća strana misli se na radnje na ocjenjivanju sukladnosti koje je zadužena provesti osoba ili jedna organizacija koja je neovisna o toj osobi ili samoj organizaciji koja je nužna osigurati i predmet ocjenjivanja.

Tijelo za ocjenu sukladnosti jest tijelo koje pruža usluge za ocjenu sukladnosti. Kod ocjenjivanja sukladnosti, naravno da je sukladnost ispunjavanje zahtjeva, a nesukladnost neispunjavanje istih.

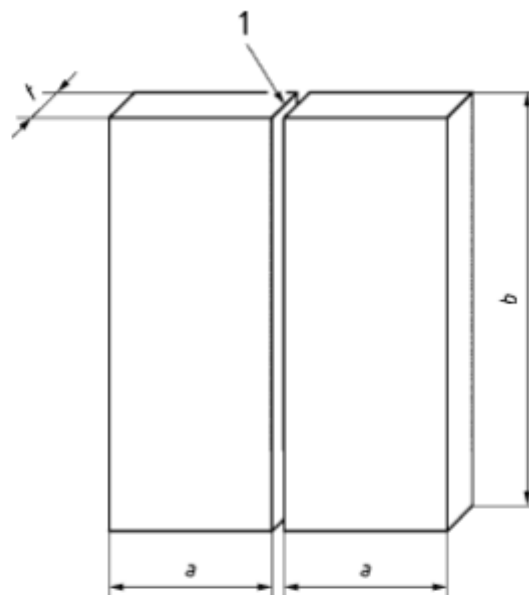
Akreditiranje je ocjenjivanje sukladnosti koje provodi treća strana, a misli se na tijelo za ocjenjivanje sukladnosti i davanje formalnog dokaza njegove osposobljenosti za provođenje zadaća ocjenjivanja sukladnosti. [4]

5. Zahtijevane norme

5.1. „HRN EN ISO 15614-1:2017 + PED 2014/68/EU“

Naziv norme je „Specifikacija i kvalifikacija postupaka zavarivanja za metalne materijale. Ispitivanje postupka zavarivanja – 1. dio: Elektrolučno i plinsko zavarivanje čelika te elektrolučno zavarivanje nikla i legura nikla.“ [5]

Pošto se u praktičnom dijelu rada radi atest na sučeljenom i kutnom spoju, ukratko će se prikazati općenite dimenzije ispitnih uzoraka za ta dva spoja prema spomenutoj normi.



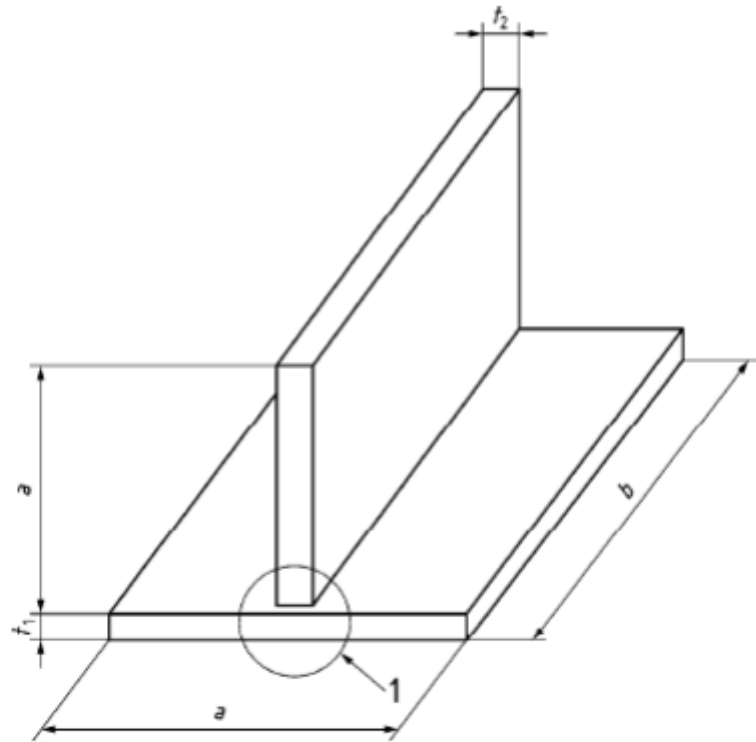
1 - Priprema spoja

a - Minimalno 150 mm

b - Minimalno 350 mm

t - Debljina materijala

Slika 5.1. Skica priprema ispitnog uzorka za sučeljeni zavareni spoj [5]



1 - Priprema spoja

a - Minimalno 150 mm

b - Minimalno 350 mm

t_1, t_2 - Debljina materijala

Slika 5.2. Ispitni uzorak za kutni spoj [5]

Tlačna oprema poput tlačne posude (akumulacijski spremnik tople vode) nužna je zadovoljiti propisane zahtjeve direktive „PED 2014/68/EU“ kako bi se ista mogla označiti CE oznakama te kako bi se nesmetano mogla plasirati na tržište zemalja Europske unije kao što je i ovdje slučaj pošto će se spomenute tlačne posude isporučivati u Austriju.

5.2. „HRN EN ISO 15609-1:2019“

Naziv norme je „Specifikacija i kvalifikacija postupaka zavarivanja za metalne materijale. Specifikacija postupka zavarivanja – 1. dio: Elektrolučno zavarivanje“

Treba obuhvaćati sve potrebne podatke za izradu konkretnog zavarenog spoja (WPS lista). Može i pokrivati određeni raspon debljina materijala, vrste osnovnog i dodatnog materijala. Prema normi „HRN EN ISO 15607“ specifikacija postupka zavarivanja određuje slijed aktivnosti u izradi zavara, dodatni materijal, osnovni materijal, postupak zavarivanja, položaj zavarivanja, vrsta i oblik spoja i sve ostale parametre zavarivanja. [6]

5.3. „HRN EN ISO 9606-1:2017“

Naziv norme je „Provjera osposobljenosti zavarivača. Zavarivanje taljenjem. 1. dio: Čelici.“

Ova norma određuje zahtjeve za provjeravanje osposobljenosti zavarivača u području zavarivanja čelika taljenjem. Norma daje skupinu tehničkih pravila za sustavno kvalifikacijsko provjeravanje zavarivača. Kod provjeravanja zavarivača, posebice se gleda sposobnost istog da ručno upravlja elektrodom te da tako ostvari prihvatljiv i kvalitetan zavar. Ova norma obuhvaća postupke zavarivanja koje se izvode ručno ili djelomično automatizirano. [7]

6. Zavarivanje nelegiranih čelika

U praktičnom dijelu kod atestacije postupaka zavarivati će se materijal oznake S355J2+N tj. niskougljični nelegirani čelik debljine 16 mm.

Najbitniji kemijski element kod nelegiranih čelika dakako da je ugljik. Njegov udio je između 0,1% i 0,6%. Ostali bitniji kemijski elementi su: 0,9% Mn, 0,6% Si, 0,15% Al, 0,15% Ti, 0,25% Cu te nečistoće i zasigurno nepoželjni elementi u bilo kojem čeliku 0,05% S i 0,05% P.

Najveća problematika u zavarivanju spomenutih čelika su: pukotine, krhkosti (zbog P i S), poroznosti i starenje. Mjere koje rezultiraju značajno kvalitetnijim zavarima su predgrijavanje OM, upotreba bazičnih elektroda, smanjenje zaostalih naprezanja, zavarivanje višim unošenjem toplinske energije (toplinskim inputom)...

Za predgrijavanje čelika veoma je važan udio ugljika u slitini kao i drugih elemenata, debljina materijala, napetosti i udio vodika. Prednosti predgrijavanja su opadanje brzine ohlađivanja ZUT-a i ZT-a, oslobađanje difuzijskog vodika kao i smanjenje zaostalih naprezanja. Kod zavarivanja debljih materijala primjenjuje se žarenje kao naknadna obrada poslije zavarivanja i to u rasponu temperatura od 550°C i 650°C i brzini od 0,5 mm/min. Samim time se smanjuju zaostala naprezanja i mogućnost pojave krhkog loma. [8]

7. MIG/MAG zavarivanje

Tlačna posuda izrađivati će se postupcima „MIG/MAG zavarivanja-elektrolučnog zavarivanja taljivom elektrodom u zaštitnoj atmosferi inertnog/aktivnog plina.“ MIG-metal inert gas, MAG-metal active gas.

Upotreba i korištenje MIG/MAG zavarivanja započeto je 1948.g. kada je tvrtka AIRCO u SAD-u predstavila zavarivanje taljivom elektrodom u zaštitnom plinu argona dok je 1951.g. tvrtka Ljubovski u SSSR-u umjesto argona uvela ugljični dioksid.

Kod MAG postupka zavarivanja na kolutu je metalna elektroda namotana i potiskuje se kroz vodilicu za zavarivanje u pištolju gdje se događa taljenje u električnom luku uz zaštitni plin i prenosi se metal koji se tali i kojeg se zavaruje. Koriste se aktivni plinovi, većinom ugljični dioksid i mješavine. Približna vrijednost stupnja djelovanja učinkovitosti za MIG/MAG postupak zavarivanja se kreće između 0,65 i 0,85. Kod MAG zavarivanja karakteristično je impulsno zavarivanje te se koriste DC uređaji sa žicom na + polu. Kod novijih uređaja moguća je integracija i s robotskim sustavom.

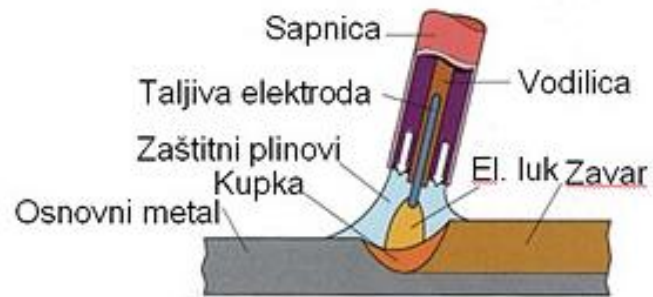
Prijenos materijala (uspostavljanje električnog luka) moguće je ostvariti kratkim spojevima (niska unosna energija, tanki lim, nametnuti položaji), prijelaznim lukom, štrcajućim lukom (za deblje materijale i veću učinkovitost) i impulsnim zavarivanjem (kontroliranim prijenosom štrcajućeg luka „kapljica metala po impulsu“).

Prednosti:

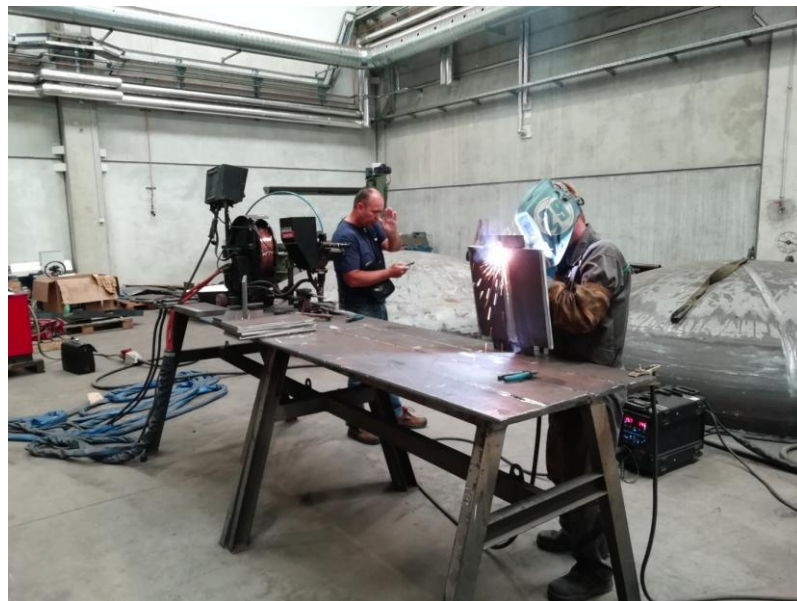
- Primjenjivo za zavarivanje svih tipova materijala
- Široka mogućnost odabira parametara i vrste prenošenja materijala
- Zavarivanje s mogućnošću u svim položajima
- Mogućnost zavarivanja i u radioni kao i terenu
- Mogućnost korištenja mnogih plinskih mješavina
- Mogućnost korištenja praškom punjene žice
- Veliki raspon debljina
- Visoka učinkovitost i proizvodnost
- Pogodno za automatiziranje
- Mogućnost korištenja i kod lemljenja

Nedostaci:

- Kod zavarivanja na terenu mogućnost grešaka radi lošije zaštite
- Problematika kod dovođenja elektrode za zavarivanje (Al)
- Relativno velik broj grešaka tijekom nekompetentne tehnike i parametara zavarivanja (poroznost i naljepljivanje većinom zbog prevelikog kuta zavarivanja)
- Pojavljivanje štrcanja u zavarivanju s kratkim spojem (pojava gubitaka i potrebe za naknadnom obradom – za zaštitni plin bolje koristiti mješavinu plinova npr. CORGON nego čisti plin – manje gubitaka, štrcanja i čišćenja nakon zavarivanja)
- Relativno složeni uređaji (dovođenje žice za zavarivanje, automatska regulacija) [9]



Slika 7.1. Skica MIG/MAG zavarivanja [9]



Slika 7.2. MAG zavarivanje ispitnog uzorka kod atestacije postupka

8. Osnovni materijal

Osnovni materijal koji se zavaruje je S355J2+N spada u grupu materijala 1.2 tj. niskougljični nelegirani čelik debljine 16 mm. Karakteristike osnovnog materijala navedene su u nastavku.

| | |
|--|-----|
| Temperatura ispitivanja [°C] | 20 |
| Granica razvlačenja [N/mm ²] | 355 |
| Vlačna čvrstoća [N/mm ²] | 470 |
| Istezanje A _s [%] | 20 |

Tablica 1. Mehanička svojstva niskougljičnog nelegiranog čelika [10]

| Kemijski element | Udio elementa [%] |
|------------------|-------------------|
| C | 0,17 |
| Mn | 1,47 |
| Si | 0,19 |
| Ni | 0,02 |
| Cr | 0,03 |
| Cu | 0,02 |
| Al | 0,047 |
| P | 0,017 |
| Mo | 0,002 |
| N | 0,006 |
| S | 0,015 |
| Ti | 0,003 |
| Nb | 0,003 |
| V | 0,003 |

Tablica 2. Kemijski sastav niskougljičnog nelegiranog čelika [10]

9. Atestiranje postupaka zavarivanja i zavarivača

Zavarivanje je specifičan proces zato što se nikako ne može prekontrolirati kvaliteta zavarenog spoja bez razaranja i uništenja istog. Za mehanička svojstva u svrhu njihove kontrole, nužno je uzeti uzorak zavarenog spoja za laboratorijska ispitivanja. Posljedično tome, nužno je na samome početku cijeloga procesa osigurati kvalitetu. Unutar norme „HRN EN ISO 3834“ – „Zahtjevi za kvalitetu zavarivanja taljenjem metalnih materijala“ su združeni između ostalog i atestacija postupaka zavarivanja i zavarivačkog osoblja, laboratorijska ispitivanja itd. U spomenutoj normi navedeni su zahtjevi koje proizvođač mora zadovoljiti da bi se smio koristiti potrebnim postupcima zavarivanja. Zahtjevi koje obuhvaća ova norma mogu se prilagoditi i na ostale postupke zavarivanja. Kod tih zahtjeva se misli na one aspekte kvalitete koji mogu biti obuhvaćeni u zavarivanju taljenjem bez nužnosti pridruženja nekoj od vrsta posebnih proizvoda. Norma „HRN EN ISO 3834“ se dijeli na nekoliko vrsta i to:

- „HRN EN ISO 3834-1“ – „Zahtjevi za kvalitetu zavarivanja taljenjem metalnih materijala – 1. dio: Kriteriji za izbor odgovarajuće razine zahtjeva za kvalitetu“
- „HRN EN ISO 3834-2“ – „Zahtjevi za kvalitetu zavarivanja taljenjem metalnih materijala – 2. dio: Sveobuhvatni zahtjevi za kvalitetu“
- „HRN EN ISO 3834-3“ – „Zahtjevi za kvalitetu zavarivanja taljenjem metalnih materijala – 3. dio: Standardni zahtjevi za kvalitetu“
- „HRN EN ISO 3834-4“ – „Zahtjevi za kvalitetu zavarivanja taljenjem metalnih materijala – 4. dio: Osnovni zahtjevi za kvalitetu“
- „HRN EN ISO 3834-5“ – „Zahtjevi za kvalitetu zavarivanja taljenjem metalnih materijala – 5. dio: Dokumenti s kojima se treba uskladiti kako bi bili sukladni sa zahtjevima za kvalitetu prema ISO 3834-2, ISO 3834-3 ili ISO 3834-4“
- „HRN EN ISO 3834-6“ – „Zahtjevi za kvalitetu zavarivanja taljenjem metalnih materijala – 6. dio: Smjernice za primjenu norme ISO 3834“

„ISO 3834-1“ daje kriterije koje je nužno razmatrati za odabir potrebne razine kvalitete. Za potrebe spomenute norme uzimaju se u obzir pojmovi dani u „ISO 9000:2000“ i to:

- Pojednosti izrade
- Kvalificirano osoblje
- Konstrukcija koja se zavaruje
- Proizvođač odgovoran za zavarivanje

- Dobavljač proizvoda (kooperant)
- Operater zavarivanja

Neki od kriterija za izbor ove norme između ostalih su i: provjera zahtjeva, tehnički pregled, operater i zavarivač („ISO 9606“), osoblje koje nadzire zavarivačke radove (IWE), osoblje za nadzor i kontrolu, održavanje uređaja, plan proizvodnje, upute za zavarivanje (ISO 15609-1), kvalificiranje postupaka zavarivanja („ISO 15614-1“), dodatni materijal, naknadna toplinska obrada, sustav za nadzor i kontrolu za vrijeme i nakon postupka zavarivanja, zapisnik o kvaliteti itd.

Norma „ISO 3834-2“ se može koristiti kod konstrukcija kod kojih bi neodgovarajući zavareni spoj mogao rezultirati havarijom proizvoda s mogućim velikim financijskim posljedicama te mogućnošću utjecaja na ljudsko zdravlje pa i život.

Norma „ISO 3834-3“ se može koristiti kod konstrukcija kod kojih bi neodgovarajući zavareni spoj također mogao rezultirati havarijom proizvoda, narušio bi svrhu konstrukcije, ali ne u toj mjeri kao kod prijašnje norme (financijske posljedice ne bi bile toliko izražene).

Norma „ISO 3834-4“ se može koristiti kod nezadovoljavajućeg zavarenog spoja koji ne bi osobito onemogućio svrhu konstrukcije, isto kao i ne bi osobito utjecao na ugroženost okoline (financijske posljedice još manje).

Norma „ISO 3834-5“ se može koristiti kod dokumenta potrebnog za usklađenje s normama „ISO 3834-2“, „ISO 3834-3“ i „ISO 3834-4“. Proizvođač je nužan pridržavati se tih dokumenata ili nekih drugih dokumenata sličnih tehničkih karakteristika kao što su npr. („ISO 9606-1“, „ISO 15609-1“, „ISO 15614-1“...)

Proizvođači koji steknu sve uvjete za dobivanje norme „HRN EN ISO 3834“ više razine (npr. „ISO 3834-2“), automatski se podrazumijeva i posjedovanje svih nižih razina (npr. „ISO 3834-3“ i „ISO 3834-4“).

Atest (certifikat) zavarivača je dokument da zavarivač smije obavljati razne poslove zavarivanjem potrebnim postupkom zavarivanja na potrebnom osnovnom materijalu i u potrebnim položajima zavarivanja. Kako bi tvrtka smjela obavljati razna zavarivanja na potrebnom proizvodu, nužno je posjedovati odobrene specifikacije postupaka i procedure zavarivanja (WPS). Shodno tome pokazuje se da zavarivanje odabranom vrstom postupka zavarivanja i DM, ispunjava potrebne specifikacije samog zavara (metalurške i mehaničke).

Prije izrađivanja i odobrenja specifikacije postupaka i protokola zavarivanja (WPS) nužno je izraditi preliminarnu specifikaciju zavarivanja (pWPS) te atestirati potrebni postupak i izraditi zapisnik i protokol atesta postupka zavarivanja (WPQR) što se sastoji od navedenih koraka:

- Izrade pWPS-a
- Zavarivanje potrebnih uzoraka svim potrebnim postupcima u certifikacijskoj i inspekcijskoj kući ili u prostorima naručitelja kao što je i ovdje slučaj
- Obavljanje razornih i nerazornih ispitivanja po zahtijevanim normama
- Obrada rezultata i izdavanje potrebnih certifikata (WPAR i WPS)

Atestiranje postupaka zavarivanja se provodi prema normi i direktivi „HRN EN ISO 15614-1:2007 + PED 2014/68/EU.“ Atestacija postupaka i zavarivača obavlja se u prostorima tvrtke, proizvodnom dijelu naručitelja ili konkretno na objektu.

Certifikat atesta zavarivača istječe za 2 godine nakon čega se treba produžiti na još toliko. Nakon prolaska te 4 godine, atest je nužno obnoviti. Atest zavarivača vrijedi samo ako se zavarivaču najmanje svakih pola godine kontrolira rad zavarivanja koji su obuhvaćeni tim atestom. Ukoliko atest nije propisano i redovito ispunjavan, dakako da se isti proglašava nevažećim i nužno ga je obnoviti.

Poslije zavarivanja potrebnih uzoraka te odgovarajućih ocjena poslije vizualnog pregleda, ispitni uzorci se upućuju na laboratorijska ispitivanja bez razaranja (RTG, MT, UT, PT) i po potrebi s razaranjem zavara (prijelom, savijanje...)

Nakon zadovoljavajuće atestacije u konačnici se izdaje certifikat (atest) zavarivača ovjeren i od strane inženjera za zavarivanje (IWE) ili od strane zaduženog inspektora certifikacijske kuće. [11]

Atestacija se provodi pod budnim okom specijalista za zavarivanje s nužnim EWF certifikatima ili po potrebi s nadzorom nekog iz certifikacijske kuće kao što je i ovdje slučaj, a prema potrebnim zahtjevima naručitelja.

9.1. Izrada pWPS-a

Za ovu tlačnu posudu predviđene su dvije atestacije postupka, jedna sučeljenog spoja „elektrolučnim zavarivanjem metalnim prahom punjenom elektrodnom žicom u atmosferi aktivnog plina (138)“ te druga kutnog spoja „MAG zavarivanjem-elektrolučnim zavarivanjem taljivom elektrodom u zaštiti aktivnog plina (135)“ prema normama i direktivi „HRN EN ISO 15609-1“, „HRN EN ISO 15614-1 + PED 2014/68/EU“ i „HRN EN ISO 9606-1:2017“.

Za svaku od njih predviđena je zasebna lista (pWPS) na temelju koje se odobrava procedura zavarivanja (WPS). U pWPS-u se navedeni:

- postupak zavarivanja
- položaj zavarivanja
- vrsta i oblik spoja (skica)
- podaci o osnovnom materijalu (oznaka, grupa, debljina i promjer)
- parametri zavarivanja (broj prolaza, vrsta postupka, promjer, jakost struje, napon, vrsta i polaritet struje, protok plina, brzina zavarivanja, brzine žice i unos topline)
- podaci o dodatnom materijalu (naziv i proizvođač, klasifikacija, zaštitni plin, međuslojna temperatura, početno i međuslojno čišćenje...)

Na kraju pWPS lista mora biti ovjerena od strane ovlaštenog inženjera zavarivanja.

| | | PRELIMINARY WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (pWPS) PRELIMINARNA SPECIFIKACIJA POSTUPKA ZAVARIVANJA (pSPZ) EN ISO 15609-1 | | | | pWPS No. pSPZ br. 048 | | | |
|---|----------------------------------|--|---------------------------------|---|---|--|---|--|---------------------------------------|
| Supporting PQR No's Atest postupka broj | 0 | Base material Osnovni materijal | | | | | | | |
| Welding Process Postupak zavarivanja | 138 | Mark Oznaka | Group Grupa | Thickness (mm) Debljina (mm) | Diameter (mm) Promjer (mm) | | | | |
| Welding position Položaj zavarivanja | PG, PA | S355J2+N | 1.2 | 16 | - | | | | |
| Joint type Vrsta spoja | Butt weld (BW) Sučeljeni spoj | S355J2+N | 1.2 | 16 | - | | | | |
| Joint Design/Oblik spoja | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Korijen u PG , popuna u PA | | | | | | | | | |
| Welding parametars Parametri zavarivanja | | | | | | | | | |
| Pass No. Prolaz br. | Process Postupak | Size of filler Promjer DM (mm) | Current Jakost struje (A) | Voltage Napon (V) | Type/Polarity Vrsta/Polaritet | Gas flow rate Protok plina (l/min) | Travel speed Brzina zavarivanja (cm/min) | Wire speed Brzina žice (m/min) | Heat input unos topline (kJ/mm) |
| 1 | 138 | 1,2 | 130-160 | 14-18 | DC+ | 12-14 | 13-16 | 3,4-4,2 | 0,84-1,08 |
| 2 | 138 | 1,2 | 200-250 | 22-28 | DC+ | 12-14 | 26-34 | 8,7-11,2 | 0,996-1,235 |
| 3 | 138 | 1,2 | 200-250 | 22-28 | DC+ | 12-14 | 26-34 | 8,7-11,2 | 0,996-1,235 |
| 4 | 138 | 1,2 | 200-250 | 22-28 | DC+ | 12-14 | 26-34 | 8,7-11,2 | 0,996-1,235 |
| 5 | 138 | 1,2 | 200-250 | 22-28 | DC+ | 12-14 | 26-34 | 8,7-11,2 | 0,996-1,235 |
| Filler metal Dodatni materijal | | | | Postweld heat treatment Toplinska obrada poslije zavarivanja | | | | | |
| Designation and manufacturer Naziv i proizvođač | | | Kobelco MX 100T | | Preheat temperature Temperatura predgrijavanja | | | | |
| Classification/Klasifikacija | | | T 42 2 M M/C 1 H5 | | Interpass temperature Međuslojna temperatura | | | 250°C (max) | |
| Coat type/Tip obloge | | | - | | Max. layer width Max. širina – njihanje | | | - | |
| Flux composition Sastav praha | | | - | | Initial and interpass cleaning Početno i međuslojno čišćenje | | | Brushing, Grinding Četkanje, brušenje | |
| Size and type W-electrode Promjer i vrsta W-elektrode | | | - | | Other/Ostalo Miller XMT 350 FieldPro | | | | |
| Shielding gas/Backing gas Zaštitni plin/Zaštita korijena | | | M21 | | | | | | |
| Prepared by: Pripremio: <u>Vanja Marčiuš</u> | | | | Approved by: Odobrio: _____ | | | | Revisions: Revizija: _____ | |
| Date/Datum: <u>21.07.2020.</u> | | | | Date/Datum: <u>21.07.2020.</u> | | | | | |

| | | PRELIMINARY WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (pWPS) PRELIMINARNA SPECIFIKACIJA POSTUPKA ZAVARIVANJA (pSPZ) EN ISO 15609-1 | | | | pWPS No. pSPZ br. 049 | | | |
|---|--------------------------------|--|---|---|-------------------------------------|--|---|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Supporting PQR No's Atest postupka broj | 0 | Base material Osnovni materijal | | | | | | | |
| Welding Process Postupak zavarivanja | 135 | Mark Oznaka | Group Grupa | Thickness (mm) Debljina (mm) | Diameter (mm) Promjer (mm) | | | | |
| Welding position Položaj zavarivanja | PB | S355J2+N | 1.2 | 16 | - | | | | |
| Joint type Vrsta spoja | Fillet weld (FW) Kutni spoj | S355J2+N | 1.2 | 16 | - | | | | |
| Joint Design/Oblik spoja | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Welding parameters Parametri zavarivanja | | | | | | | | | |
| Pass No. Prolaz br. | Process Postupak | Size of filler Promjer DM (mm) | Current Jakost struje (A) | Voltage Napon (V) | Type/Polarity Vrsta/Polaritet | Gas flow rate Protok plina (l/min) | Travel speed Brzina zavarivanja (cm/min) | Wire speed Brzina žice (m/min) | Heat input unos topline (kJ/mm) |
| 1 | 135 | 1,0 | 210-270 | 26,7-34,3 | DC+ | 12-14 | 30,6-39,4 | 10,5-13,5 | 1,1-1,41 |
| 2 | 135 | 1,0 | 210-270 | 26,7-34,3 | DC+ | 12-14 | 43,7-56,3 | 10,5-13,5 | 0,77-0,99 |
| 3 | 135 | 1,0 | 210-270 | 26,7-34,3 | DC+ | 12-14 | 43,7-56,3 | 10,5-13,5 | 0,77-0,99 |
| 4 | 135 | 1,0 | 210-270 | 26,7-34,3 | DC+ | 12-14 | 43,7-56,3 | 10,5-13,5 | 0,77-0,99 |
| 5 | 135 | 1,0 | 210-270 | 26,7-34,3 | DC+ | 12-14 | 43,7-56,3 | 10,5-13,5 | 0,77-0,99 |
| 6 | 135 | 1,0 | 210-270 | 26,7-34,3 | DC+ | 12-14 | 43,7-56,3 | 10,5-13,5 | 0,77-0,99 |
| Filler metal Dodatni materijal | | | Postweld heat treatment Toplinska obrada poslije zavarivanja | | | - | | | |
| Designation and manufacturer Naziv i proizvođač | | EZ SG3 | | Preheat temperature Temperatura predgrijavanja | | - | | | |
| Classification/Klasifikacija | | G42 4 C/M 4Si1 | | Interpass temperature Međuslojna temperatura | | 250°C (max) | | | |
| Coat type/Tip obloge | | - | | Max. layer width Max. širina – njihanje | | - | | | |
| Flux composition Sastav praha | | - | | Initial and interpass cleaning Početno i međuslojno čišćenje | | Brushing, Grinding Četkanje, brušenje | | | |
| Size and type W-electrode Promjer i vrsta W-elektrode | | - | | Other/Ostalo Miller XMT 350 FieldPro | | | | | |
| Shielding gas/Backing gas Zaštitni plin/Zaštita korijena | | M21 | | | | | | | |
| Prepared by: Pripremio: <u>Vanja Marčiuš</u> | | | Approved by: Odobrio: _____ | | | Revisions: Revizija: _____ | | | |
| Date/Datum: <u>21.07.2020.</u> | | | Date/Datum: <u>21.07.2020.</u> | | | | | | |

9.2. Zavarivanje ispitnih uzoraka

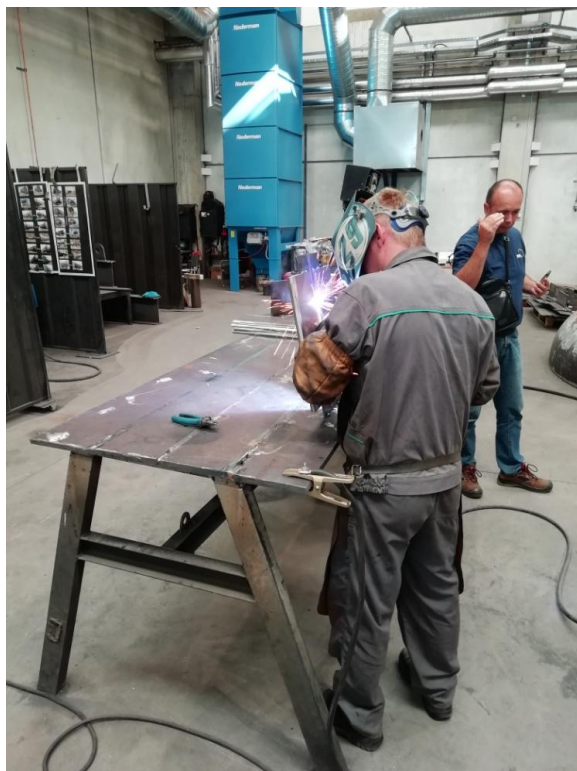
Zavarivanje uzoraka se vrši u prostorima naručitelja, u ovome slučaju u tvrtki Centrometal d.o.o. uz prisustvo ovlaštenog inspektora iz certifikacijske i inspeksijske kuće u odjelu tlačne opreme koji nadgledava postupak i piše zapisnik protokola atesta postupka zavarivanja.

Kao što je i prije navedeno, potrebne su dvije atestacije postupka, jedna sučeljenog spoja „elektrolučnim zavarivanjem metalnim prahom punjenom elektrodnom žicom u atmosferi aktivnog plina (138)“ te druga kutnog spoja „MAG zavarivanjem-elektrolučnim zavarivanjem taljivom elektrodom u zaštiti aktivnog plina (135)“ sve s aparatom za zavarivanje Miller XMT 350 FieldPro, stoga i 2 zavarivača koji ujedno atestiranjem postupka dobivaju i atest zavarivača.

Sučeljeni spoj elektrolučnim zavarivanjem metalnim prahom punjenom elektrodnom žicom u atmosferi aktivnog plina (138) zavaruje se tako da se korijen zavari u PG položaju (vertikalom prema gore) pa se korijen izbrusi, a popuna u PA položaju (vodoravni položaj).



Slika 9.1. Aparat za zavarivanje[12]



Slika 9.2. Zavarivanje korijena u sučeljenom spoju u PG položaju



Slika 9.3. Zavarivanje popune sučeljenog spoja u PA položaju

Kutni spoj MAG zavarivanjem-elektrolučnim zavarivanjem taljivom elektrodom u zaštiti aktivnog plina (135) zavaruje se u PB položaju (horizontalno-vertikalni položaj).

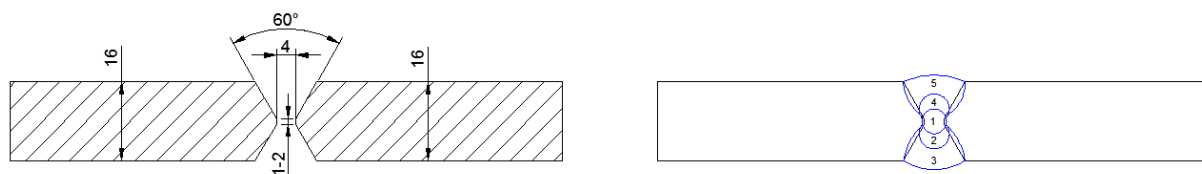


Slika 9.4. Zavaren prvi prolaz kutnog spoja u PB položaju

| | Sučeljeni spoj | | Kutni spoj | |
|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Vrsta plina | M21 | | M21 | |
| Broj prolaza | 5 | | 6 | |
| Dimenzija DM [mm] | Ø1,2 | | Ø1,0 | |
| | korijen zavara | ostali prolazi | korijen zavara | ostali prolazi |
| Jakost struje [A] | 145 | 240 | 240 | 240 |
| Napon [V] | 15 | 26 | 30,5 | 30,5 |
| Vrsta/polaritet | DC+ | DC+ | DC+ | DC+ |
| Protok plina [l/min] | 13 | 13 | 13 | 13 |
| Brzina zavarivanja [cm/min] | 15 | 30 | 35 | 50 |
| Brzina žice [m/min] | 4 | 10 | 12 | 12 |
| Unos topline[kJ/mm] | 0,9 | 1,1 | 1,25 | 0,85 |

Tablica 3. Parametri zavarivanja ispitnih uzoraka

Sučeljeni spoj elektrolučnim zavarivanjem metalnim prahom punjenom elektrodom žicom u atmosferi aktivnog plina (138) zavaruje se u 5 prolaza. Prvi prolaz zavarivanje korijena te po dva prolaza zavarivanje popune s obje strane. U nastavku je prikazana slika gotovog ispitnog uzorka sa žigom zavarivača i inspektora koji je nadgledavao i pisao protokol atesta postupka zavarivanja.

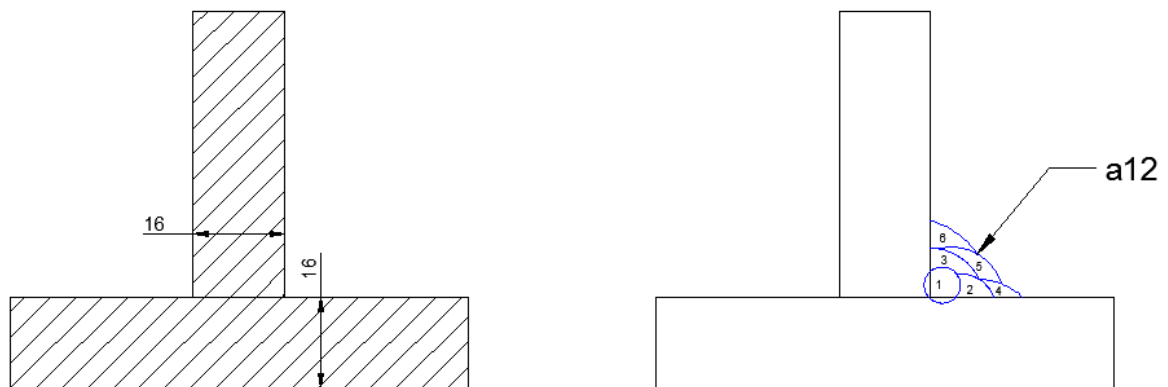


Slika 9.5. Skica pripreme sučeljenog spoja i polaganja slojeva/prolaza zavara



Slika 9.6. Zavaren ispitni uzorak sučeljenog spoja

Kutni spoj MAG zavarivanjem-elektrolučnim zavarivanjem taljivom elektrodom u zaštiti aktivnog plina (135) zavaruje se u 6 prolaza.



Slika 9.7. Skica pripreme kutnog spoja i polaganja slojeva/prolaza zavara



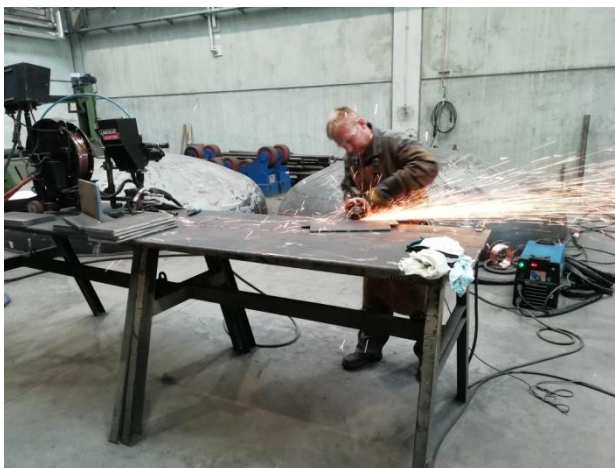
Slika 9.8. Zavaren ispitni uzorak kutnog spoja

Nazivi i proizvođači dodatnog materijala su Kobelco MX 100T i EZ SG3, a zaštitni plin je oznake M21 (CORGON 18 - mješavina od 82% argona i 18% ugljikovog dioksida). Temperatura predgrijavanja T_p je prvotno bila predviđena 50°C, no kasnijim odvlaživanjem nije bilo potrebe za predgrijavanjem te samim time niti za održavanjem iste kao ni potreba za toplinskim obradama poslije zavarivanja i progrijavanjem. Maksimalna međuslojna temperatura T_m je bila predviđena iskustveno na 250°C što se pokazalo dobrim zato što maksimalna međuprolazna temperatura nije prelazila 210°C pa nije bilo potrebe za daljnjim čekanjem da se osnovni materijal ohladi.



Slike 9.9. i 9.10. Mjerenje međuprolazne temperature

Nadalje, početno i međuslojno čišćenje je obavljeno četkanjem te u konačnici brušenjem.

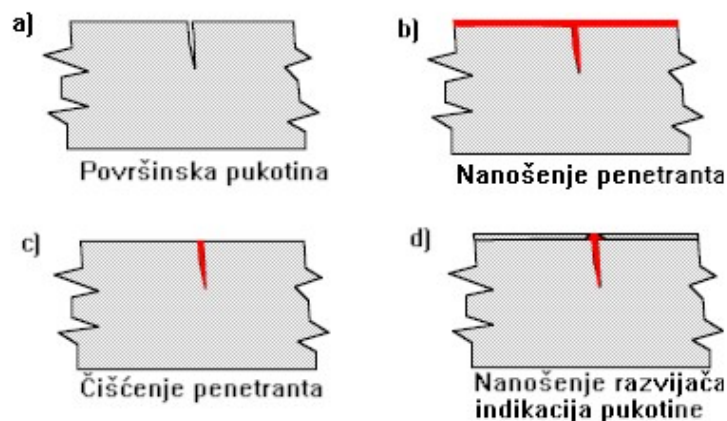


Slike 9.11. i 9.12. Međuslojno čišćenje brušenjem

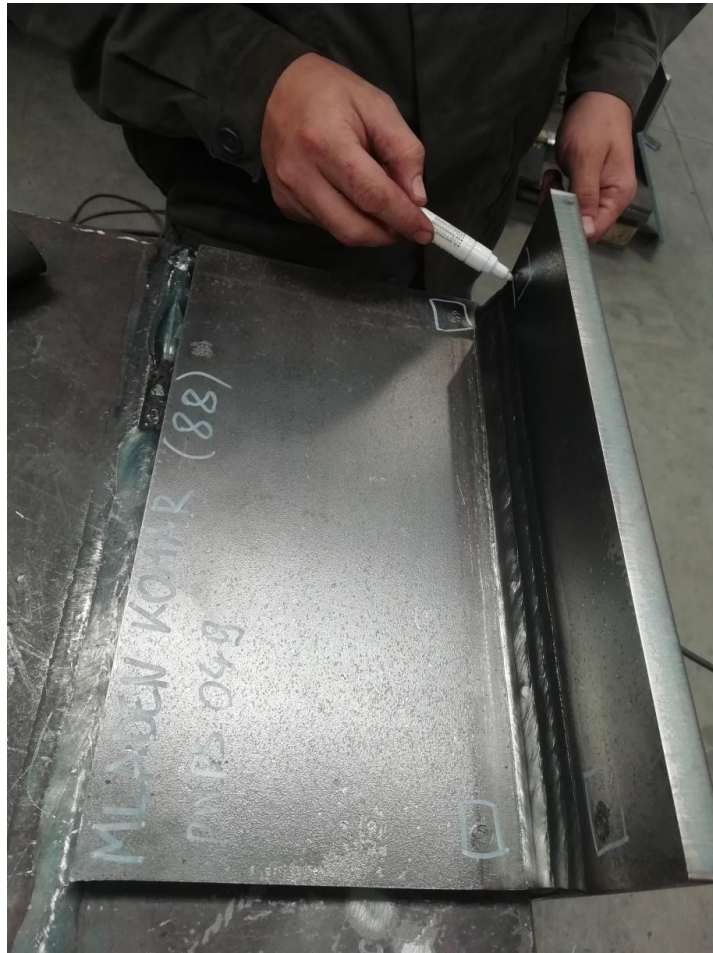
Prethodno, ovlaštenu inspektor iz certifikacijske i inspeksijske kuće je sa zaposlenim inženjerom zavarivanja tvrtke dogovorio sve parametre zavarivanja i popunio dio protokola atesta postupka zavarivanja (WPQR). Na samome činu atestiranja postupaka i zavarivača inspektor nadgledava cijeli postupak zavarivanja te popunjava WPQR listu sa svim potrebnim podacima. Tako je kroz cijeli postupak pratio i zapisivao za svaki prolaz posebno između ostalog i jakost električne struje, napon, mjerio brzinu zavarivanja te mjerio međuprolaznu temperaturu. WPQR lista služi kao dokaz za atestiranje postupka i sadrži sve potrebne podatke s atestacije, a ista je i podloga za dobivanje potrebnog certifikata (atesta) postupka zavarivanja i zavarivača, naravno ako ispitni uzorci zadovoljavajuće prođu kroz potrebna nerazorna i razorna ispitivanja (prema zahtijevanim normama) u laboratoriju.

9.3. Obavljanje nerazornih ispitivanja

Naposljetku nerazorna ispitivanja bila su penetrantskom i vizualnom metodom. Nakon odobrenja inspektora i njegovog popunjavanja protokola atesta postupka zavarivanja (WPQR) i izrade zapisnika, ispitni uzorci su bili poslani na daljnja laboratorijska ispitivanja.



Slika 9.13. Kontrola penetrantima [13]



Slika 9.14. Ispitni uzorak spreman za laboratorijska ispitivanja

Angina Morka 400 mm

PROTOKOL ATESTA POSTUPKA ZAVARIVANJA

Broj:.....

Dokument br.:
TI-BB- /M1

Naziv tvrtke:

Za projekt:

OPERA PLOD TČANON

Zahtjevane norme:

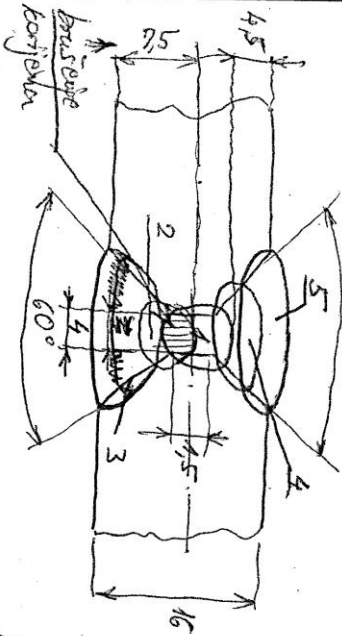
Škica pripreme spoja i polaganja slojeva / prolaza zavara:

60°

Osnovni podaci o postupku zavarivanja

PWPS broj: 048

Strana 1 od 1
Datum zavarivanja:
22.07.2020.



M. Šarić
22.07.2020.

Ostale pojednosti:

MULLER XMT 350 Field Pro / ArcReach Smart

Korijeni Zaš. plin i protok

Vrsta struje

Struja [A]

Napon [V]

Brzina zav. [mm/min]

Unos topline [kJ/mm]

Tp / Tm [°C]

Žig zavarivača

| Sloj br. | Prolaz br. | Postupak | Dodatni materijal | | | Zaštitni plin i protok [l/min] | Korijeni Zaš. plin i protok [l/min] | Vrsta struje | Struja [A] | Napon [V] | Brzina zav. [mm/min] | Unos topline [kJ/mm] | Tp / Tm [°C] | Žig zavarivača |
|----------|------------|----------|-------------------|-----------|-------|--------------------------------|-------------------------------------|--------------|------------|-----------|----------------------|----------------------|--------------|----------------|
| | | | Naziv | Dimenzije | Šarža | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 138 | Kater/oc | Ø1/2 | AD041 | 73 | - | DC+ | 145-150 | 150-155 | 2 min 49 sek | | 24 | EB |
| 2 | 2 | 138 | | | | | | | 236-240 | 26.6-26.8 | 1 min 12 sek | | 48 | EB |
| 3 | 3 | - | | | | | | | 233-245 | 26.5-26.9 | 1 min 40 sek | | 90 | EB |
| 4 | 4 | 11 | | | | | | | 240-245 | 26.4-26.8 | 1 min 5 sek | | 80 | EB |
| 5 | 5 | - | | | | | | | 236-239 | 26.3-26.5 | 1 min 18 sek | | 100 | EB |

RMD

Proga

Tearta

Slika 9.15. Protokol atesta postupka zavarivanja (WPQR) sučeljenog spoja

Analiza uzorka S50 mm

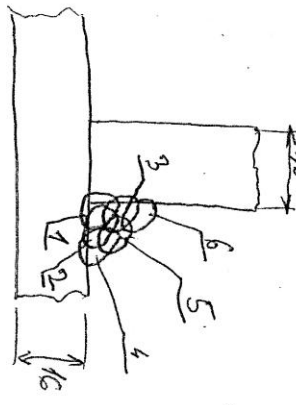
PROTOKOL ATESTA POSTUPKA ZAVARIVANJA

Broj:.....

Dokument br.:
TL-BB- /11

Naziv tvrtke: - Za projekt: *OP7*

Skica pripreme spoja i polaganja slojeva / prolaza zavera: *150 150/11-1 + Fed 204/6/En*



Zahtijevane norme: *150 150/11-1 + Fed 204/6/En* WPWS broj: *049* Strana od *22.07.2022.*

Ostovorni podaci o postupku zavarivanja

Zavarivač(i) / Operater(i): *135* Položaj zavarivanja: *PB*

Postupak zavarivanja: *SAWZ+N* Dimenzije: *16 mm* Šarža: *301333*

Dio 1 Dimenzije: *11* Šarža: *11*

Dio 2 Dimenzije: *11* Šarža: *11*

Predgrijavanje (T_p): *300°C* Metoda: *PULSE1*

Maksimalna međuprolazna temperatura (T_m): *250°C*

Održavanje temperature predgrijavanja: *-*

Toplinska obrada nakon zavarivanja (vrsta): *-*

Brzina zagrijavanja i hlađenja: *-*

Temperatura i vrijeme progrijavanja: *-*

| Sloj br. | Prolaz br. | Postupak | Dodatni materijal | | | Zaštitni plin i protok [l/min] | Korijeni Zaš. plin i protok [l/min] | Vrsta struje | Struja [A] | Napon [V] | Brzina zav. [mm/min] | Unos topline [kJ/mm] | Tp / Tm [°C] | Žig zavarivača |
|----------|------------|----------|-------------------|-----------|---------|--------------------------------|-------------------------------------|--------------|------------|-----------|----------------------|----------------------|--------------|----------------|
| | | | Naziv | Dimenzije | Šarža | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 135 | E25G-3 | Ø10 | otvaraš | 13 | - | DC+ | 239-244 | 307±30,8 | 1 min 2 sek | | 25 | 88 |
| 2 | 2 | 11 | - | - | - | - | - | 11 | 238-245 | 305±30,6 | 1 min 2 sek | | 90 | 88 |
| 2 | 2 | 11 | - | - | - | - | - | 11 | 240-244 | 30,6±30,7 | 1 min 5 sek | | 126 | 88 |
| 3 | 3 | 11 | - | - | - | - | - | 11 | 235±238 | 305±30,6 | 1 min 3 sek | | 140 | 88 |
| 3 | 3 | 11 | - | - | - | - | - | 11 | 235±241 | 30,6±30,7 | 1 min 40 sek | | 126 | 88 |
| 3 | 3 | 11 | - | - | - | - | - | 11 | 238±242 | 30,6±30,7 | 1 min 12 sek | | 152 | 88 |

F:\02-tehnicka-inspi\1-radna-mapa\08_WPQR-Postupci\Protokol o zavarivanju - obrasc

Slika 9.16. Protokol atesta postupka zavarivanja (WPQR) kutnog spoja

10. Dobivanje potrebnih certifikata

Naposljetku kada certifikacijska i inspeksijska kuća ustvrdi da je naručitelj regularno zadovoljio sve uvjete prema zahtijevanim normama, ista izvješćuje proizvođača te mu izdaje potrebne certifikate. Dobivenim certifikatom dozvoljava se korištenje certifikacijske oznake na potrebnim certificiranim tvrtkinim proizvodima. Zadržavanje potrebnih certifikata se obavlja u pravilu nadzornim pregledima kod proizvođača, u ovome slučaju u tvrtki Centrometal d.o.o. Od strane tijela za ocjenjivanje sukladnosti moguće je izvršavati i periodično ocjenjivanje i vrednovanje certificiranih proizvoda, a sve zato da bi se uvjerilo da certificirani proizvodi i dalje odgovaraju zahtijevanim normama. Svi izdani certifikati koji nisu navedeni i obuhvaćeni u samome radu, između ostalog i certifikati osnovnog i dodatnih materijala, biti će priloženi na kraju rada u prilogu.

11. Laboratorijska ispitivanja

Nakon odobrenja pWPS liste od strane certifikacijske kuće, ista postaje WPS lista te nakon obavljenih laboratorijskih ispitivanja te zadovoljavajućih rezultata certifikacijska kuća šalje u obliku izvješća svu potrebnu dokumentaciju i pripadajuće certifikate združene u WPAR dokumentu (izvješće o odobrenju postupka zavarivanja). Spomenuti dokument je vlasništvo tvrtke koja je naručila odobrenje atesta određene tehnologije zavarivanja te platila cijelu proceduru verifikacije (troškovi u proizvodnom pogonu, troškovi u vidu certifikacijske i inspekcije kuće te inspektora na samome činu atesta i cijele opisane procedure). Smatra se da su WPAR dokumenti i na određeni način poslovna tajna tvrtke, no rijetko tko ih strogo čuva zbog toga jer je jako teško naći savršenu tehnologiju i odrediti sve parametre zavarivanja pa se uzima tehnologija koja daje najbolje rezultate koja je i često dosta daleko od savršene. Stoga je i pametno da se inženjeri zavarivanja međusobno konzultiraju i podijele svoja iskustva zbog što bolje kvalitete zavara, ali i cijele izrade tehnologije zavarivanja.

Osim specifikacije postupka zavarivanja u izvješću o odobrenju postupka zavarivanja, a prema zahtijevanim normama, nalaze se i izvješća s laboratorijskih ispitivanja koja su išla slijedećim redom ovisno o vrsti zavarenog spoja:

- vizualno ispitivanje (kutni i sučeljeni)
- penetrantsko ispitivanje (kutni i sučeljeni)
- rendgensko (radiografsko) ispitivanje (sučeljeni)
- vlačno ispitivanje (sučeljeni)
- ispitivanje na savijanje (sučeljeni)
- ispitivanje udarne radnje loma (sučeljeni)
- ispitivanje tvrdoće (kutni i sučeljeni)
- makroskopski pregled (kutni i sučeljeni)

11.1. Vizualno ispitivanje

Kod vizualnog ispitivanja pregledavaju se na okolišnoj temperaturi (20 ± 5 °C) uz osvjetljenje iznad 500 luksa mehaničko očišćeni zavareni ispitni uzorci te sam zavar pomoću mjernog instrumenta s 3 skale za provjeravanje geometrije zavara, odnosno mjerenje debljine kutnog spoja i nadvišenje zavarenog sučeljenog spoja prema normi i direktivi „EN ISO 15614-1:2017+PED 2014/68/EU“. Prednost spomenutog mjernog instrumenta je ta da je s njim moguće mjeriti i geometrije nesimetričnog zavara.



Slika 11.1. Mjerilo s 3 skale za vizualno provjeravanje geometrije zavara[14]

RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium
RÖNTGEN KANIZSA GmbH. Laboratorium für Materialprüfung

Szemrevételezéses vizsgálati jegyzőkönyv
 Bericht über Sichtprüfung
 Visual Test Report

Jegyzőkönyv száma
 Protokoll Nr.
 Report No. **3236/2020**

1/1

| | | | |
|--|---|--|---|
| megrendelő: Név: Külszám / Projekt kód: | Prelog, Croatia | Vizsg. szem. neve, min.: Name und Qualif. der Prüfperson: Name and qual. of testing personnel | VT20109180701 |
| yártó: Készítők: Külszám / Projekt kód: | Macince, Croatia | Vizsg. előírás: Prüfanweisungen: Instructions: | MSZ EN ISO 17637:2017 |
| rajtszám / Projekt kód: Rajz-Nr. / Projekt Nr. Külszám / Projekt No.: | - | Átvételi előírás: Abnahmeanweisung: Acceptance specification: | MSZ EN ISO 5817 „B/C” osztály MSZ EN ISO 15614-1:2017 PE-D 2014/68/EU |
| anyagszám: Anyag-Nr. Anyag-Nr.: | - | Értékelési előírás: Bezugsdokument: Referring documents: | - |
| szendelési sz.: Szendelés-Nr. Szendelés-Nr.: | - | Különleges megáll. Besondere Vereinbarung: Special agreement: | - |
| yári szám: Yári-Nr. Yári-Nr.: | - | Anyagminőség: Material: Material grade: | S355J2+N |
| azonosító kód: Azonosítókód: Entity code: | WPS 049 | Gyártási állapot: Fabr. Zustand: Condition: | készre hegesztett / fertig geschweißt / ready welded |
| rajz vázlat sz.: Rajz-Nr. / Vázlat-Nr. Drawing map No.: | - | Felület állapota: Oberflächenzustand: Surface condition: | mechanikusan tisztított / mechanisch gereinigt / mechanically cleaned |
| vizsgálat tárgya: Vizsgálati tárgy: Object of test: | Hegesztett próbatest szemrevételezéses vizsgálata / Visual examination of welded test pieces | Vizsg. terjedelem: Prüfumfang: Scope of test: | lásd a táblázatot / siehe die Tabelle / see the table |
| vizsg. helye: Vizsgálati hely: Place of test: | RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium | Vizsg. db. mérete: Größe des Prüfgegenstandes: Size of piece: | lásd a táblázatot / siehe die Tabelle / see the table |
| vizsg. ideje: Vizsgálati dátum: Date of Test: | 24.07.2020. | Vizsg. tárgy hőmérséklete: Temperatur des Prüfgegenstandes: Temp. of tested subject: | 20±5 °C |
| alkalmazott eszközök: Felhasznált mérőeszközök: Used instruments: | tolómérő / vernier-caliper, háromskálás varratmérő / three-scale weld gauge | Megvilágítás: Beleuchtung: Lighting: | >500 lux |
| hegesztés módja, varrat: Hegeztékélm. / Varrat: Welding technique, joint: | PB 135 | Egyéb: Sonstige: Other: | |

| vizsgálati szám Prüfzeichen Insp. remark | Rajzsám/Elemjel Zeichnungnr. / Gliednr. Drawing No. / Part No. | Tételszám Position Nr. Item No. | Méret/Terjedelem Größe/Prüfumfang Dimension/Extent of exam | Tompavarrat Stumpfnahht Buttweld | Sarokvarrat Keblnahht Fillet weld | Vizsgálat eredménye Prüfgebnis Result of test | Heg-jel Schweißer Nr. Welder No. |
|--|--|---------------------------------------|---|--|---|--|--|
| WPS 049 | - | - | Lv.: 16 /16 x 350 100% | - | X | I | - |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Értékelés / Resultat / Evaluation:

Megfelelő / Erfüllt / Satisfactory
 Nem megfelelő / Nicht erfüllt / Not satisfactory

Dátum:

Datum:
Date:

gykanizsa, 30. 07. 2020.

RÖNTGEN KANIZSA KFT
 8800 Nagykanizsa, Csengeri út 43
 Tel./fax: 95 517 612
 Adószám: 12366953 7 20
 SZÉK: 10124985-65876863 00000000

laboratóriumvezető / Lab-Header / Head of lab.
 Gyimes Gyula

anyagvizsgáló / Prüfer / Tested by

Értékelés:

Erteilung:
Duration:

Megfelelő / Erfüllt die Vorschriften / Satisfactory

Ellenőr (dátum, aláírás):

Inspektor (Datum, Unterschrift)
 Inspector (date, signature)

cékhely 11-8800 Nagykanizsa, Csengeri út 43. Telephely 11-8800 Nagykanizsa, Berek köz 7.
 jegyzőkönyvet kivonatolva lementeni csak a laboratórium írásos engedélyével szabad
 laboratórium reklámaitól a jegyzőkönyv. Kizárólagos érvényessége 30 nappal lefelé korlátozott.



Slika 11.2. Zadovoljavajuće izvješće vizualnog ispitivanja kutnog spoja

RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium
RÖNTGEN KANIZSA GmbH. Laboratorium für Materialprüfung

Szemrevételezéses vizsgálati jegyzőkönyv
Bericht über Sichtprüfung
Visual Test Report

Jegyzőkönyv száma
 Protokoll Nr.
 Report No. **3235/2020**
I/I

| | | | |
|--|---|--|---|
| megrendelő: Ügyfél / Customer | Prelog, Croatia | Vizsg. szem. neve, min.: Name und Qualif. der Prüfperson Name and qual. of testing personnel: | V120109180701 |
| gyártó: Herst. / Producer | Macincec, Croatia | Vizsg. előírás: Prüfungsanweisung Instructions: | MSZ EN ISO 17637:2017 |
| alkalmazás / Projekt kód: Beitrag Nr. / Projekt Nr. Contribution No. / Project No.: | - | Átvételi előírás: Abnahmeanweisung Acceptance specification: | MSZ EN ISO 5817 „B/C” osztály MSZ EN ISO 15614-1:2017 PED 2014/68/EU |
| szerszám: Werkzeug-Nr. Tool No.: | - | Értékelési előírás: Bezugsdokument Referencing documents: | - |
| szárazítási előírás: Trocknungsanweisung Drying instructions: | - | Különleges megáll. Besondere Vereinbarung Special agreement: | - |
| anyagjelölés: Material-Nr. Material No.: | - | Anyagminőség: Material Material grade: | S355J2+N |
| gyártási kód: Herstellungskode Production code: | WPS 048 | Gyártási állapot: Fabr. Zustand Condition: | készre hegesztett / fertig geschweißt / ready welded |
| rajz vázlat száma: Zeichnungsplan Nr. Drawing map No.: | - | Felület állapota: Oberflächenzustand Surface condition: | mechanikusan tisztított / mechanisch gereinigt / mechanically cleaned |
| vizsgálat tárgya: Prüfobjekt Object of test: | Hegesztett próbatest szemrevételezéses vizsgálata / Visual examination of welded test pieces | Vizsg. terjedeleme: Prüfumfang Scope of test: | lásd a táblázatot / siehe die Tabelle / see the table |
| vizsgálat helye: Prüfungsort Place of test: | RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium | Vizsg. db. mérete: Größe des Prüfgegenstandes Size of piece: | lásd a táblázatot / siehe die Tabelle / see the table |
| vizsgálat ideje: Prüfungstermin Date of Test: | 24.07.2020 | Vizsg. tárgy hőmérséklete: Temperatur des Prüfgegenstandes Temp. of tested subject: | 20±5 °C |
| alkalmazott eszközök: Eingesetzte Messinstrumente Applied instruments: | telomérő / vernier-caliper, háromskalás varratmérő / three-scale weld gauge | Megvilágítás: Beleuchtung Lighting: | ≥ 500 lux |
| hegesztés módja, varrat: Schweißtechnik, Naht Welding technique, joint: | PG/PA 138 | Egyéb: Sonstige Other: | |

| vizsgálati szám Prüfzeichen Insp. remark | Rajzsám/Elemjel Zeichnungsnr. / Gliednr. Drawing No. / Part No | Tételszám Position Nr. Item No. | Méret/Terjedeleme Größe/Prüfumfang Dimension/Extent of exam. | Tompavarrat Stumpnaht Buttweld | Sarokvarrat Keblnaht Fillet weld | Vizsgálat eredménye Prüfergebnis Result of test | Heg. jel Schweißer Nr. Welder No. |
|--|--|---------------------------------------|--|--------------------------------------|--|---|---|
| WPS 048 | - | - | Lx: 16 x 400 mm 100% | X | - | I | - |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Értékelés / Resultat / Evaluation:

Megfelelő / Erfüllt / Satisfactory
Nem megfelelő / Nicht erfüllt / Not satisfactory

Idő, dátum:
Zeit und Datum
Time, Date:

gykanizsa, 30. 07. 2020.

laboratóriumvezető / Lab.-Leitender / Head of lab. *Gyimes Gyula*
 anyagvizsgáló / Prüfer / Tested by *[Signature]*

Értékelés:
 Mitteilung
 Notification

Megfelelő / Erfüllt die Vorschriften / Satisfactory

Ellenőr (dátum, aláírás):
 Inspektor (Datum, Unterschrift)
 Inspector (date, signature)

ekhely: 11-8800 Nagykánizsa, Csengeri út 13. Telephely: 11-8800 Nagykánizsa, Berek köz 7
 jegyzőkönyvet kivonatoln lementés csak a laboratórium írásos engedélyével szabad
 laboratórium reklamációt a jegyzőkönyv kiállításától számított 30 napon belül fogad el



Slika 11.3. Zadovoljavajuće izvješće vizualnog ispitivanja sučeljenog spoja

11.2. Penetrantsko ispitivanje

Kod penetrantskog ispitivanja pregledavaju se na okolišnoj temperaturi (20 ± 5 °C) uz osvjetljenje iznad 500 luksa mehaničko očišćeni zavareni ispitni uzorci te sam zavar pomoću penetranta (pfinder 800), odstranjivača (pfinder 890) i razvijača (pfinder 871) prema normi i direktivi „EN ISO 15614-1:2017+PED 2014/68/EU“. Penetrantsko ispitivanje se obavljalo tako da je prvo površina ispitnih uzoraka očišćena odstranjivačem (pfinder 890), zatim je nanesen penetrant (pfinder 800) koji bi se nakon 20 minuta isprao vodom. Naposljetku je nanesen i razvijač na 15 minuta.



Slika 11.4. Penetrant, odstranjivač i razvijač[15]

RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium
RÖNTGEN KANIZSA GmbH. Laboratorium für Materialprüfung

Folyadékbehatolásos vizsgálati jegyzőkönyv
 Bericht über Eindringprüfung
 Liquid Penetrant Test Report

Jegyzőkönyv száma
 Protokoll Nr.
 Report No. **2095/2020**

1/1

| | | | |
|---|---|---|---|
| megrendelő: Name: Customer: | Prelog, Croatia | Vizsg. szem. neve, min.: Name und Qualif. der Prüfperson: Name and qual. of testing personnel: | PT20103180301 |
| ártó: Hersteller: Supplier: | Macinec, Croatia | Vizsg. előírás: Prüfanweisungen: Instructions: | MSZ EN ISO 3452-1:2013 |
| unkaszám / Projekt kód: Zeit Nr. / Projekt Nr. No. / Project No. | - | Átvételi előírás: Abnahmeanweisung: Acceptance specification | MSZ EN ISO 232772x át. szmt MSZ EN ISO 15614-1:2017 PID 2014/68/EU |
| rajzszám: Zahn Nr. Drawing No. | - | Értékelési előírás: Bezugsdokument: Referring documents: | - |
| megnevezési sz.: St.-Nr. Item No. | - | Különleges megáll. Besondere Vereinbarung: Special agreement: | - |
| anyagi szám: Werk-Nr. Part No. | - | Anyagminőség: Material: Material grade: | S355J2+N |
| azonosító kód: Identifikationskode: Identity code: | WPS 049 | Gyártási állapot: Fabr. Zustand: Condition: | készre hegesztett / fertig geschweißt / ready welded |
| rajz vázlat sz.: Zeichnungs-Nr. Drawing map No. | - | Felület állapota: Oberflächenzustand: Surface condition: | mechanikusan tisztított / mechanisch gereinigt / mechanically cleaned |
| vizsgálat tárgya: Objekt: Object of test: | Hegesztett probatest folyadékbehatolásos vizsgálat / / Liquid penetrant examination of welded test pieces. | Vizsg. terjedeleme: Prüfumfang: Scope of test: | 100% |
| vizsg. helye: Ort der Prüfung: Place of test: | RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium | Vizsg. db. mérete: Größe des Prüfgegenstandes: Size of piece: | lásd a táblázatot / siehe die Tabelle / see the table |
| vizsg. ideje: Datum der Test: Date of Test: | 24. 07. 2020. | Vizsg. tárgy hőmérséklete: Temperatur des Prüfgegenstandes: Temp. of tested subject: | 20±5 °C |
| behatolási idő: Düngezeit: Penetration time: | 20 mm | Jelzőfolyadék: Eindringmittel: Penetrant: | Pfänder 800 |
| lehívási idő: Wicklungszeit: Developing time: | 15 mm | Tisztító folyadék: Reiniger: Cleaner: | Pfänder 890 |
| világítás (fehér/UV): Lichtintensität (weiß / UV): Light intensity (white / UV): | >500 lux | Előhívó: Entwickler: Developer: | Pfänder 871 |

| vizsgálati szám Prüfzeichen Sp. remark | Rajzszám/Elemjel Zeichnungnr. / Gliednr. Drawing No. / Part No. | Tételszám Position Nr. Item No. | Méret/Terjedeleme Größe/Prüfumfang Dimension/Extent of exam. | Tompavarrat Stumpflucht Buttweld | Sarokvarrat Kehlsaht Fillet weld | Vizsgálat eredménye Prüfergebnis Result of test | Heg. jel Schweißer Nr. Welder No. |
|---|--|--|---|---|---|--|--|
| VPS 049 | - | - | Lx.: 16 / 16 x 350 100% | - | X | I | - |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Értékelés / Resultat / Evaluation:

Megfelelő / Erfüllt / Satisfactory

Nem megfelelő / Nicht erfüllt / Not satisfactory

Dátum:

Ort und Datum

Place, Date:

nykanyisa. 30. 07. 2020

RÖNTGEN KANIZSA KFT

8800 Nagykanizsa, Csengeri út 43

Tel: +36 95 517 612

Fax: +36 95 517 613

E-mail: rka@rka.hu

www.rka.hu

laboratóriumvezető / Lab.-l. chief / Head of lab

Gyimes Gyula

anyagvizsgáló / Prüfer / Tested by

Értékelés:

Ergebnis

Conclusion

Megfelelő / Erfüllt die Vorschriften / Satisfactory

Ellenőr (datum, aláírás):

Inspektor (Datum, Unterschrift):

Inspector (date, signature)

Értékelés: H-8800 Nagykanizsa, Csengeri út 43. Telephely: H-8800 Nagykanizsa, Berek köz 7.
 A jegyzőkönyvet kizárólagosan lemasolhat csak a laboratórium írásos engedélyével szabad.
 A laboratórium reklámcióját a jegyzőkönyv kiállításától számított 30 napon belül fogad el.



Slika 11.5. Zadovoljavajuće izvješće penetrantskog ispitivanja kutnog spoja

RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium
RÖNTGEN KANIZSA GmbH. Laboratorium für Materialprüfung

Folyadékbehatolásos vizsgálati jegyzőkönyv
 Bericht über Eindringprüfung
 Liquid Penetrant Test Report

Jegyzőkönyv száma
 Protokoll Nr.
 Report No. **2094/2020**

1/1

| | | | |
|--|---|---|---|
| megrendelő: Megrendelő neve / Customer | Prelog, Croatia | Vizsg. szem. neve, min.: Name und Qualif. der Prüfperson / Name and qual of testing personnel: | P120103180301 |
| gyártó: Gyártó neve / Manufacturer | Macinec, Croatia | Vizsg. előírás: Prüfanweisungen / Instructions: | MSZ EN ISO 3452-1:2013 |
| alkalmazás / Projekt kód: Projekt Nr. / Projekt Nr. / Project No. / Project No. | - | Átvételi előírás: Abnahmeweisung / Acceptance specification: | MSZ EN ISO 232772x atv. szint MSZ EN ISO 15614-1:2017 PED 2014/68/EU |
| rajtszám: Rajz Nr. / Drawing No. | - | Értékelési előírás: Bezugsdokument / Referring documents: | - |
| szigetelési sz.: Szt.-Nr. / Jet No. | - | Különleges megáll. Besondere Vereinbarung / Special agreement: | - |
| anyagi szám: Anyag-Nr. / Mat. No. | - | Anyagminőség: Material / Material grade: | S355J2+N |
| gyártási kód: Identifikationskód / Ident. code: | WPS 048 | Gyártási állapot: Fabr. Zustand / Condition: | készre hegesztett / fertig geschweißt / ready welded |
| rajz vázlat sz.: Rajzterv Nr. / Drawing map No. | - | Felület állapota: Oberflächenzustand / Surface condition: | mechanikusan tisztított / mechanisch gereinigt / mechanically cleaned |
| vizsgálat tárgya: Vizsgálati tárgy / Object of test | Hegesztett próbatest folyadékbehatolásos vizsgálatára / Liqued penetrant examination of welded test pieces | Vizsg. terjedeleme: Prüfumfang / Scope of test: | 100% |
| vizsg. helye: Vizsgálati hely / Place of test | RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium | Vizsg. db. mérete: Größe des Prüfgegenstandes / Size of piece: | lásd a táblázatot / siehe die Tabelle / see the table |
| vizsg. ideje: Vizsgálati idő / Date of Test: | 24. 07. 2020. | Vizsg. tárgy hőmérséklete: Temperatur des Prüfgegenstandes / Temp. of tested subject: | 20±5 °C |
| hatolási idő: Hatolási idő / Infiltration time: | 20 min | Jetzőfolyadék: Eindringmittel / Penetrant: | Pfänder 800 |
| előkészítési idő: Előkészítési idő / Preparation time: | 15 min | Tisztító folyadék: Reiniger / Cleaner: | Pfänder 890 |
| világítás (fehér/UV): Világítás (weiß / UV) / Light intensity (white / UV): | >500 lux | Előhívó: Entwickler / Developer: | Pfänder 871 |

| Vizsgálati szám Vizsgálatszám / Sp. remark | Rajzszerinti elemjel Zeichnung - Glieder / Drawing No. - Part No. | Vételszám Position Nr. / Item No. | Méret/Terjedeleme Größe/Prüfumfang / Dimension/Extent of exam. | Tompavarrat Stumpfnah / Buttweld | Sarokvarrat Kehlnah / Fillet weld | Vizsgálati eredménye Prüfergebnis / Result of test | Hegyesztő Schweißer Nr. / Welder No. |
|---|--|--|---|---|--|---|---|
| VPS 048 | - | - | Lv.: 16 x 400 mm 100% | X | - | I | - |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Értékelés / Resultat / Evaluation:
Megfelelő / Erfüllt / Satisfactory
Nem megfelelő / Nicht erfüllt / Not satisfactory

Dátum:

Ország és dátum /
Country and Date

Magyarország, 30. 07. 2020

RÖNTGEN KANIZSA KFT.

8800 Nagykanizsa, Csengeri út 43.

Tel.: 06 93 20 7 412

Fax: 06 93 20 7 412

E-mail: rontgen@kanizsa.hu

laboratóriumvezető / Lab-Leiter / Head of lab
 Gyimes Gyula

anyagvizsgáló / Prüfer / Tested by

Értékelés:

Értékelés /
Evaluation

Megfelelő / Erfüllt die Vorschriften / Satisfactory

Ellenőr (dátum, aláírás):

Inspektor (Datum, Unterschrift) /
Inspector (date, signature)

Az alábbiakban megadott címre írt leveleket csak a laboratórium irattartásának engedélyével szabad
 a laboratórium reklamációját a jegyzőkönyv kiállításától számított 30 napon belül fogad el



Slika 11.6. Zadovoljavajuće izvješće penetrantskog ispitivanja sučeljenog spoja

11.3. Rendgensko (radiografsko) ispitivanje

Kod rendgenskog ispitivanja pregledava se na okolišnoj temperaturi (20 ± 5 °C) mehaničko očišćeni zavareni ispitni uzorak sučeljenog spoja te sam zavar korištenjem gama i X zraka pomoću rendgenskog uređaja ERESKO 200 MF prema normi i direktivi „EN ISO 15614-1:2017+PED 2014/68/EU“. Korišteni napon rendgenskog uređaja kod ispitivanja je 195 kV, ekspozicija 4,3 mA/min, a vrijeme izlaganja 1,3 min. Udaljenost između filma i fokusa iznosi 600 mm.



Slika 11.7. Rendgenski uređaj ERESKO 200 MF[16]

RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium
RÖNTGEN KANIZSA GmbH. Laboratorium für Materialprüfung

Radiográfiai vizsgálati jegyzőkönyv
Bericht über Durchstrahlungsprüfung
Radiographic Test Report

Jegyzőkönyv száma:
 Protokoll Nr.
 Report No. **1445/2020**

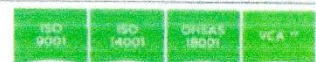
1/2

| | | | |
|---|---|---|---|
| Igrendelő: Ünide: Külszám: | Prelog, Croatia | Vizsg. szem. neve, min.: Name und Qualif. der Prüfperson: Name and qual. of testing personnel: | RT20101120110 |
| gyártó: Herst.: Gyártó: | Macimcc, Croatia | Vizsg. előírás: Prüfanweisungen: Instructions: | MSZ EN ISO 17636-1:2013 |
| funkciószám / Projekt kód: Munka Nr. / Projekt Nr.: Job No. / Project No.: | - | Átvételi előírás: Abnahmeanweisung: Acceptance specification: | MSZ EN ISO 15614-1:2017 PED 2014/68/EU |
| rajtszám: Dokument-Nr.: Drawing No.: | - | Értékelési előírás: Bezugsdokument: Referring documents: | - |
| rendelési sz.: Best.-Nr.: Order No.: | - | Különleges megáll.: Besondere Vereinbarung: Special agreement: | - |
| gyári szám: Fabrik-Nr.: Material No.: | - | Anyagminőség: Material: Material grade: | S355J2+N |
| zonosító kód: Identifikationscode: Entity code: | WPS 048 | Gyártási állapot: Fabr. Zustand: Condition: | készre hegesztett / fertig geschweißt / ready welded |
| heg. vázlat sz.: Schweißplan-Nr.: Welding map No.: | - | Felület állapota: Oberflächenzustand: Surface condition: | mechanikusan tisztított / mechanisch gereinigt / mechanically cleaned |
| vizsgálat tárgya: Prüfobjekt: Object of test: | Hegesztett próbatest radiográfiai vizsgálata / Radiographic examination of welded test pieces | Vizsg. terjedelem: Prüfumfang: Scope of test: | 100% |
| vizsg. helye: Ort der Prüfung: Place of test: | RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium | Vizsg. db. mérete: Größe des Prüfgegenstandes: Size of piece: | lásd a táblázatot / siehe die Tabelle / see the table |
| vizsg. ideje: Prüfdatum: Date of Test: | 20. 07. 2020 | Vizsg. tárgy hőmérséklete: Temperatur des Prüfgegenstandes: Temp. of tested subject: | 20±5 °C |

| | | | |
|--|-----------------------------------|--|--------------------------------------|
| alkalmazott vizsgálati eljárás: Módszer der Durchstrahlungsprüfung: Radiographic technique: | Radiográfia | alkalmazott berendezés típusa: Typ des verwendeten Gerätes: Identification of equipment used: | FRESCO 200 MF |
| izsg. oszt. a vizsg. szabvány szerint: Klassifizierung der Durchstr.technik nach Standard: Radiographic class acc. to standard: | „B” | Fókuszfolt vagy izotóp fizikai mérete: Abmessung des Brennflecks: Focal spot or isotope physical source size: | 1,5 x 1,5 |
| izgárforrás: Strahlungsquelle: Radiation source: | Röntgen | Fóliafajta és vastagság: Folienart und -dicke: Type and thickness of intensifying screen: | Pb 0,027 mm |
| hmosztály / Típus: Systemklasse / Typ: Film system class designation/ Brand: | C4 (Carestream INDUSTRIX T200) | alkalmazott jelölés módja: Markierungssystem: System of marking used: | optikai + pb |
| film feldolgozás módja: Módszer der Filmverarbeitung: Processing technique: | Kézi: Hand: Manual: | Automata: Automatic: Automatic: | Egyéb: Sonstige: Other: |

| Filmjel Filmkennzeichnung Film marking | Külső átmérő Außendurchmesser Outside diameter | Névleges falvastagság Nennwanddicke Nominal thickness | Asszagított anyag vastagság Durchgestrichelte Wanddicke Penetration thickness | Hőenergia Grenzenergie Max. X-ray voltage | Választott csőfeszültség Gewählte Rohrensspannung Used X-ray voltage | Csőáram Röhrenstrom Tube current | Aktivitás Aktivität Activity | Megvilágítási idő Belichtungszeit Time of exposure | f _{min} | Sugárforrás film közötti táv. Strahlenquelle-Film Abst. FFA Source-to film distance SFD | Képmínőség jelző helyzete Lage des BPK's Placement of IQ | | | Feltétel elrendezés Aufnahmenordnung Specification of exam | Hegesztési varrat típusa Schweißnahtgeometrie Geometry of the weld | Hegesztési eljárás Schweißart Welding process | Hegesztési jele Schweißersymbol Welding status | Megjegyzés Bemerkung Notes |
|--|--|---|---|---|--|--|------------------------------------|--|------------------|---|---|-------------------------|-------------------------|--|--|---|--|----------------------------------|
| | | | | | | | | | | | Film közeli Filmnah | Film távoli Filmfern | Film távoli Filmfern | | | | | |
| WPS 048 | - | 16 | 20 | 270 | 195 | 4,3 | - | 1,3 | 222 | 600 | X | - | I | V | 138 | - | - | |

cékhely: H-8800 Nagykanizsa, Csengery ut. 43. Telephely: H-8800 Nagykanizsa, Berek köz 7.
 jegyzőkönyvet kivonatosan lemasolni csak a laboratórium írásos engedélyével szabad.
 laboratórium reklamációt a jegyzőkönyv kiállításától számított 30 napon belül fogad el.



RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium
RÖNTGEN KANIZSA GmbH. Laboratorium für Materialprüfung

Radiográfiai vizsgálati jegyzőkönyv
Bericht über Durchstrahlungsprüfung
Radiographic Test Report

Jegyzőkönyv száma:
 Protokoll Nr.
 Report No. **1445/2020**
 2/2

| Félfilm Film marking | Vizsgált szakasz (cm) Prüfabchnitt (cm) Tested section (cm) | Feketedés Schwärzung Density | | Képmínőség jelző Bildgütezahl IQI sensitivity | | Elterések Unregelmäßigkeiten Imperfections | | | | | | | | | | | | | Értékelés Beurteilung Evaluation | | Javítandó szakasz(ek) Nachabschnitt zu reparieren (cm) Weld seam section to repair (cm) | | | | | |
|-------------------------|---|--------------------------------------|------------------------------|--|------------------------------|--|---------|---------|----------|------|------|------|----------------|------|------|-----|------|--------|--|-----|---|------|--|-------------------------------------|--|---|
| | | Követelmény Gefordert Required | Elért Erreicht Reached | Követelmény Gefordert Required | Elért Erreicht Reached | 101(Ea) | 102(Fb) | 104(Fc) | 2011(Aa) | 2012 | 2013 | 2014 | 2015, 2016(Ab) | 3012 | 3041 | 401 | 4021 | 402(D) | 5011, 5012 | 515 | | 5041 | Filmhiba Filmfehler Defect on film | Megfelel Erfüllt Satisfactory | Nem felel meg Nicht erfüllt Failed | |
| PS 048 | 00-400 | 2.3 | 3.0 | 13 | 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | X | - | - |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Magyarítás:
 Bemerkung:
 Anmerkung:

Elterések az EN ISO 6520-1 szerint/ Art der Unregelmäßigkeiten nach EN ISO 6520-1 / Imperfections acc. to EN ISO 6520-1:

- 101(Ea): Hosszirányú repedés / Längsriß / Longitudinal crack
- 102(Fb): Keresztirányú repedés / Querriss / Transverse crack
- 104(Fc): Kráterrepedés / Endkraterriß / Crater crack
- 2011(Aa): Gőmbalakú gázzárvány / Pore / Gas pore
- 2012: Egyenletes eloszlású gázzárvány / Porosität / Uniformly distributed porosity
- 2013: Helyi porozitás / Porenst / Clustered (localized) porosity
- 2016(Ab): Hernyó alakú gázzárvány / Schlauchpore / Worm hole
- 301(Ba): Salakzárvány / Schlackeneinschluss / Slag inclusion
- 4011: Összeolvadási hiba a hevedési övezetben / Flankenbindefehler / Lack of side wall fusion
- 4012: Összeolvadási rétegek közötti / Lagenbindefehler / Lack of inter-run fusion
- 4013: Összeolvadási hiba a gyökben / Wurzelbindefehler / Lack of fusion at the root of the weld
- 402(D): Aiolvadási hiba / Ungenügende Durchschweißung / Lack of penetration
- 5011(F): Folyamatos szélkiolvadás / Einbrandkerbe durchlaufend / Continuous undercut
- 5013: Gyökoldali szélkiolvadás / Wurzelkerbe / Shrinkage groove

Értékelés a szabvány előírásaitól különleges megállapodás alapján:

Abweichung vom Standard nach besonderer Vereinbarung:
 Deviation of standard by special agreement

Van
 Ja
 Yes Nincs
 Keine
 No

Leírás az eltérés leírása:

Abw. ja, Beschreibung der Abweichung:
 Description of agreement

Hely, Dátum:

Ort und Datum:
 Location and Date:

Nagykanizsa, 30. 07. 2020.

RÖNTGEN KANIZSA KFT.
 8800 Nagykanizsa - Csengeri út 43
 Tel./fax: 93-317-612
 Adószám: 12966983-2-00
 Számla: 20104985-60826853-00000004

laboratóriumvezető / Lab.-Leiter / Head of lab.
 Gyimes Gyula

anyagvizsgáló / Prüfer / Tested by

Értékelés:

Beurteilung:
 Evaluation: **Megfelel / Erfüllt die Vorschriften / Satisfactory**

Ellenőr (dátum, aláírás):
 Inspektor (Datum, Unterschrift):
 Inspector (date, signature)

Cím: H-8800 Nagykanizsa, Csengeri út 43. Telephely: H-8800 Nagykanizsa, Berek köz 7
 A jegyzőkönyvet kivonatolva leírás nélkül csak a laboratórium írásos engedélyével szabad
 a laboratórium reklamációját a jegyzőkönyv kiállításától számított 30 napon belül fogadni.



Slike 11.8. i 11.9. Zadovoljavajuće izvešće rendgenskog ispitivanja sučeljenog spoja

11.4. Vlačno ispitivanje

Kod vlačnog ispitivanja (statički vlačni pokus) izrađuju se ispitne epruvete iz ispitnog uzorka sučeljenog spoja prema normi i direktivi „EN ISO 15614-1:2017+PED 2014/68/EU“. Ispitne epruvete se izrežu na kružnoj pili te se još dodatno obrade glodanjem na zahtijevane dimenzije pa se ispituju na kidalici P-50-es na okolišnoj temperaturi 20 ± 5 °C. Istezanjem ispitnih epruveta do puknuća dobivaju se rezultati vlačne čvrstoće ispitnog uzorka sučeljenog spoja. Uvjet je da vlačna čvrstoća R_m bude u granici između 470 MPa i 630 MPa. U izvješću su navedeni i sila kidanja F_m (220kN) te vlačna čvrstoća R_m (550 MPa), a i vidljivo je da je epruveta puknula u OM što samim time dokazuje da je zavareni ispitni uzorak sučeljenog spoja kvalitetno izveden.



Slika 11.10 Kidalica P-50-es

RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium
RÖNTGEN KANIZSA GmbH. Laboratorium für Materialprüfung

Szakítóvizsgálati jegyzőkönyv
Protokoll für Zugversuch
Tensile Test Report

Jegyzőkönyv száma:
 Protokoll Nr.
 Report No. **S-29/2020**
 I/1

| | | | |
|---|---|--|--|
| megrendelő: Külső megrendelő: Customer: | Prelog, Croatia | Vizsg. szem. neve, min.: Name und Qualif. der Prüfperson: Name and qual of testing personnel: | |
| ártó: Készítőkészítő: Manufacturer: | Macinec, Croatia | Rajzszám: Zeichn. Nr.: Drawing No.: | - |
| anyagminőség: Anyagminőség: Material grade: | S355J2+N | Gyártási állapot: Fabr. Zustand: Condition: | készre hegesztett / fertig geschweißt / ready welded |
| felület állapota: Felület állapota: Surface condition: | nyers / mart gefräst / gedreht milled / turned | Vizsgálat módja: Prüfverfahren: Test method: | Keresztirányú szakítóvizsgálat |
| minősítő kód: Minősítő kód: Certification code: | WPS 048 | Vizsgáló berendezés: Prüfströmung: Test equipment: | P-50-es szakítógépj. gy.sz.:1686 |
| sz. előírás: Szabvány: Standards: | MSZ EN ISO 6892-1:2016 (visszavont szabvány) MSZ EN ISO 4136:2013 | Próbavétel módja: Art der Probenahme: Sampling: | - |
| élelési előírás: Élelési előírás: Certification documents: | MSZ EN ISO 15614-1:2017 PED 2014/68/EU | Próbatest adatai: Daten der Prüfproben: Data of the test specimens: | 16x25x300 |
| vizsgálat tárgya: Vizsgálat tárgya: Object of test: | Hegesztett próbatest szakítóvizsgálata / Tensile test of welded test piece | Hegesztés módja, varrat: Schweißtechnik, Naht: Welding technique, joint: | PG/PA 138 |
| fedett hibák: Fedett hibák: Detected defects: | - | Megjegyzés: Notizen: Note: | |
| sz. helye: Sz. helye: Place of test: | RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium | Vizsg. ideje: Prüfdatum: Date of Test: | 30.07.2020. |

Vizsgálat eredménye – Prüfergebnisse – Result of Test

| Próbatest | S ₀ (mm ²) | L ₀ (mm) | L _u (mm) | F _{0.01} (kN) | F _m (kN) | R _{0.01} (MPa) | R _m (MPa) | A _{5,65} (%) | Szakadás helye |
|-------------------------|-----------------------------------|---------------------|---------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|------------------------------|
| PS 048 / S1 | 400 | 113 | 122 | 144 | 213 | 360 | 532,5 | - | Alapanyag / Base material |
| PS 048 / S2 | 400 | 113 | 124 | 148 | 220 | 370 | 550 | - | Alapanyag / Base material |
| A mérések átlaga | | | | | | 545 | 541,25 | - | - |
| Elvárt érték | | | | | | Min: 345 | 470-630 | - | - |

ny. Dátum:
ny. Datum:
e. Date:
ny. Kanizsa, 30.07.2020.

RÖNTGEN KANIZSA KFT

8800 Nagykanyizsa, Csengeri út 43.

Tel./fax: 35-317 612

Adószám: 12986993-2-25

Tollszám: 06-6587686-9-00000000

laboratóriumvezető h. / Stellv. des Lab.-Leiters

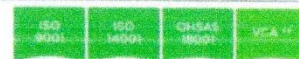
Gvimes Tünde

anyagvizsgáló / Prüfer / Tested by

élelés:
élelung:
élelung:
A vizsgált varrat az előírás kielégíti. / Erfüllt die Vorschriften. /
Satisfactory.

Ellenőr (dátum, aláírás):
Inspektor (Datum, Unterschrift):
Inspektor (date, signature)

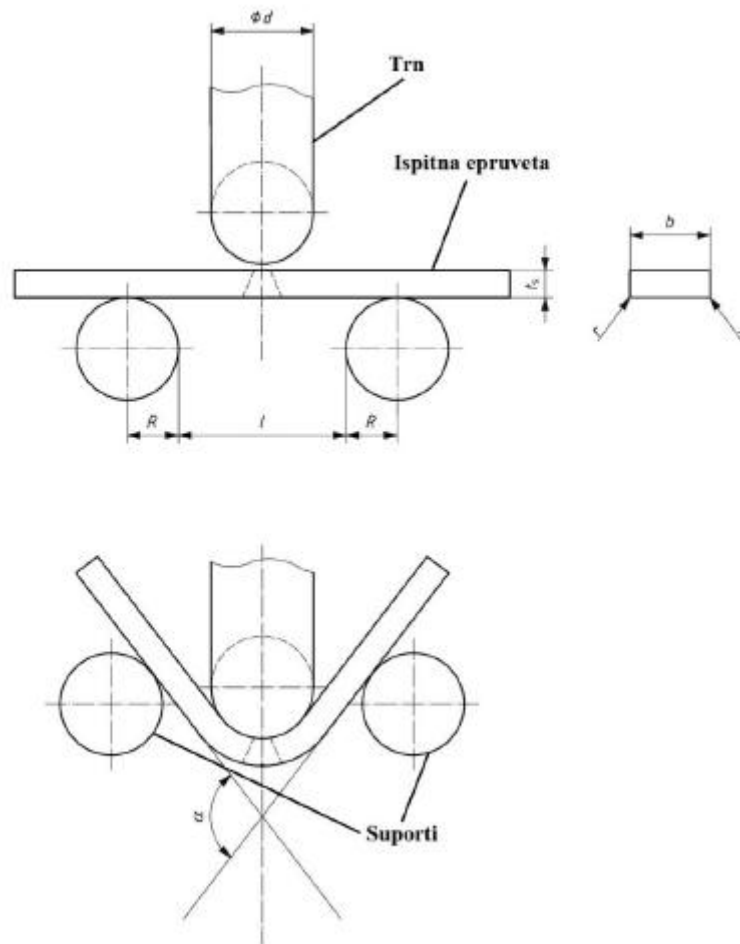
Hely: H-8800 Nagykanyizsa, Csengeri út 43. Telephely: H-8800 Nagykanyizsa, Berek köz 7.
 jegyzőkönyvet kizárólagosan lemasolni csak a laboratórium írásos engedélyével szabad
 laboratórium reklamációt a jegyzőkönyv kiállításától számított 30 napon belül fogad el.



Slika 11.11. Zadovoljavajuće izvešće vlačnog ispitivanja sučeljenog spoja

11.5. Ispitivanje na savijanje

Kod ispitivanja na savijanje također se izrađuje ispitna epruveta iz ispitnog uzorka sučeljenog spoja prema normi i direktivi „EN ISO 15614-1:2017+PED 2014/68/EU“. Ispitna epruveta se izreže na kružnoj pili te se još dodatno obradi glodanjem na zahtijevane dimenzije pa se ispituje poprečnim savijanje na naličje i korijen zavarenog spoja. Promjer trna iznosi 40 mm, udaljenost između valjaka (suporta) je 65 mm, dok je kut savijanja 180° . U izvješću je navedeno da nije otkrivena nedopuštena nesavršenost u sučeljenom spoju pa se da zaključiti da je ispitni uzorak zavarenog spoja zadovoljavajuće izveden.



Slika 11.12. Ispitivanje na savijanje po „HRN EN ISO 5173:2010“ [17]

RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium
RÖNTGEN KANIZSA GmbH. Laboratorium für Materialprüfung



Hajlítóvizsgálati jegyzőkönyv
Protokoll für Biegeversuch
Bend Test Report

Jegyzőkönyv száma:
 Protokoll Nr.:
 Report No. **HA-49/2020**
 1/1

| | | | |
|--|--|---|--|
| megrendelő: Megrendelő: Customer: | Prelog, Croatia | Vizsg. szem. neve, min.: Name und Qualif. der Prüfperson: Name and qual. of testing personnel: | |
| ártó: Ártó: Manufacturer: | Macinec, Croatia | Rajzszám: Zeichn. Nr.: Drawing No.: | |
| anyagminőség: Anyagminőség: Material grade: | S355J2+N | Gyártási állapot: Fabr. Zustand: Condition: | készre hegesztett / fertig geschweißt / ready welded |
| felület állapota: Felület állapota: Surface condition: | nyers / mart roh / gefräst raw / milled | Vizsgálat módja: Prüfverfahren: Test method: | SBB |
| elosztó kód: Elosztó kód: Classification code: | WPS 048 | Vizsgáló berendezés: Prüfinstrument: Test equipment: | P-50-es szaktőgép, gy.sz.: 1686 |
| szeg. előírás: Szeg. előírás: Specifications: | MSZ EN ISO 5173:2010 MSZ EN ISO 5173:2010/A1:2012 MSZ EN ISO 7438:2016 | Próbavétel módja: Art der Probenahme: Sampling: | |
| érvényes előírás: Érvényes előírás: Applicable documents: | MSZ EN ISO 15614-1:2017 PED 2014/68/EU | Próbatest adatai: Daten der Prüfproben: Data of the test specimens: | Lx. 16x10x300 |
| vizsgálat tárgya: Vizsgálat tárgya: Object of test: | Hegesztett próbatest hajlítóvizsgálata / Bend test of welded test piece | Hegesztés módja, varrat: Schweißtechnik, Naht: Welding technique, joint: | PG/PA 138 |
| fedett hibák: Fedett hibák: Detected defects: | | Megjegyzés: Notizen: Note: | |
| szeg. helye: Szeg. helye: Place of test: | RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium | Vizsg. ideje: Prüfdatum: Date of Test: | 30.07.2020. |

| Vizsgálati jel Prüfmarkierung Test marking | Vizsgálat típusa Prüfart Type of test | Próbatest mérése Größe des Prüfkörpers Dimensions L ₀ x A x B (mm) | Görgőmeret Biegedorn Durchmesser Former diameter Ød (mm) | Görgőtávolság Rollenabstand Dist. between rollers l (mm) | Jelölés Orig. Zeichenabstand Original gauge length L _g (mm) | Nyúlás Dehnung Elongation (%) | Hajlítási szög Biegewinkel Bend angle α (°) | Hőmérséklet Temperatur Temperature (°C) | Eredmény Testergebnis Test result |
|--|---|---|---|---|---|--|--|--|--|
| WPS 048 111 | SBB | b=16 t=10 | 40 | 65 | | | 180° | 22 | Nem megengedhető folytonossági hiányt nem észleltem / No unallowable imperfection was detected |
| WPS 048 112 | SBB | | | | | | | | |
| WPS 048 113 | SBB | | | | | | | | |
| WPS 048 114 | SBB | | | | | | | | |

ny. Dátum:
 und Datum:
 e. Date:
 2020.07.30


RÖNTGEN KANIZSA KFT.
 8800 Nagykanizsa, Csengeri út 43.
 Tel./fax: 33 377 972
 Áruazonosító: 17 669883 2 20
 Laboratóriumvezető h. / Stellvert. des Lab. Leiters:  / Assistant Head of Lab.
 Gyimes Tünde

Értékelés:
 eilung:
 ation:

A vizsgált varrat az előírást kielégíti. / Erfüllt die Vorschriften. / Satisfactory.

Ellenőr (dátum, aláírás):
 Inspektor (Datum, Unterschrift)
 Inspector (date, signature)

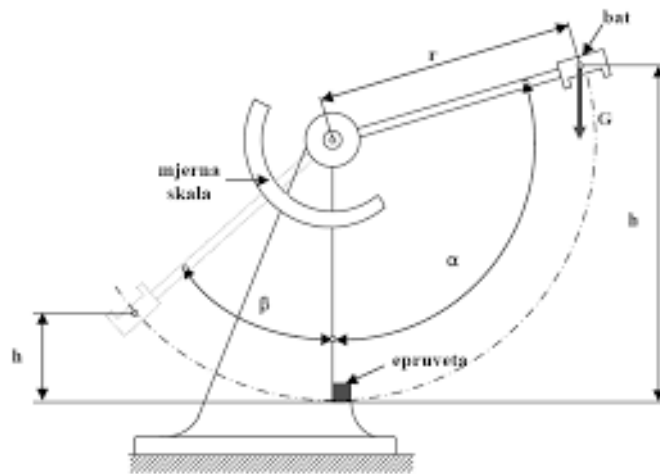
Kihely: H-8800 Nagykanizsa, Csengeri út 43. Telephely: H-8800 Nagykanizsa, Berék köz 7
 A jegyzőkönyvet kivonatolva leírás nélkül csak a laboratórium írásos engedélyével szabad
 laboratórium reklamációt a jegyzőkönyv kiállításától számított 30 napon belül fogad el.



Slika 11.13. Zadovoljavajuće izvješće ispitivanja na savijanje sučeljenog spoja

11.6. Ispitivanje udarne radnje loma

Kod ispitivanja udarne radnje loma (žilavost materijala) također se izrađuje ispitna epruveta iz ispitnog uzorka sučeljenog spoja prema normi i direktivi „EN ISO 15614-1:2017+PED 2014/68/EU“. Ispitna epruveta se izreže na kružnoj pili te se još dodatno obradi glodanjem na zahtijevane dimenzije. Ispitivanje udarne radnje loma se provodi pomoću Charpyjevog bata na temperaturi od -20°C . Uvjet je da udarna radnja loma bude viša od 27 J. U izvješću se vidi da su srednje vrijednosti udarne radnje loma 31,3 J i 57 J što zadovoljava.



Slika 11.14. Shema ispitivanja udarne radnje loma Charpyjevim batom[18]

RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium
RÖNTGEN KANIZSA GmbH. Laboratorium für Materialprüfung

Ütővizsgálati jegyzőkönyv
Protokoll für Kerbschlagbiegeversuch
Impact Test Report

Jegyzőkönyv száma:
 Protokoll Nr.:
 Report No. **U-22/2020**
1/1

| | | | |
|--|--|--|--------------------------------|
| megrendelő: Kliensnév: Kliens címe: | Prelog, Croatia | Vizsg. szem. neve, min.: Name und Qualif. der Prüfperson: Name and qual of testing personnel: | |
| gyártó: Gyártó neve: Gyártó címe: | Maimec, Croatia | Rajzszám: Zeichn. Nr.: Drawing No.: | |
| anyagminőség: Anyag minőség: Anyag minőség: | S355J2+N | Gyártási állapot: Fabr. Zustand: Condition: | |
| felület állapota: Felület állapota: Felület állapota: | nyers / mart roh / gefräst raw / milled | Vizsgálat módja: Prüfverfahren: Test method: | Ütővizsgálat -20 °C-on |
| azonosító kód: Azonosító kód: Azonosító kód: | WPS 048 | Vizsgáló berendezés: Prüfinstrument: Test equipment: | PS-30 ingás ütőmű |
| szabvány előírás: Szabvány előírás: Szabvány előírás: | MSZ EN ISO 148-1:2017 MSZ EN ISO 9016:2013 | Próbavétel módja: Art der Probenahme: Sampling: | |
| szabvány előírás: Szabvány előírás: Szabvány előírás: | MSZ EN 10025-2:2020 MSZ EN ISO 15614-1:2017 PED 2014/68/EU | Próbatest adatai: Daten der Prüfproben: Data of the test specimens: | 10 x 10 x 55 mm V-hemetszés |
| vizsgálat tárgya: Vizsgálat tárgya: Vizsgálat tárgya: | Hegesztett próbatest ütővizsgálata / Impact test of welded test piece | Hegesztés módja, varrat: Schweißtechnik, Naht: Welding technique, joint: | PG/PA 138 |
| lefedett hibák: Lefedett hibák: Lefedett hibák: | | Megjegyzés: Notizen: Note: | |
| vizsg. helye: Vizsg. helye: Vizsg. helye: | RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium | Vizsg. ideje: Prüfdatum: Date of Test: | 30.07.2020. |

Vizsgálat eredménye – Prüfergebnisse - Result of Test
 Előírt legkisebb referenca érték KV 27J (-20°C)

| WPS 048 | 1 VWT 1/2 | 2 VWT 1/2 | 3 VWT 1/2 | 1 VHT 0/1 | 2 VHT 0/1 | 3 VHT 0/1 | A mérések átlaga KV (J) | | Szórás | Vizsgálat hőmérséklete (°C) |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|------|--------|--------------------------------|
| Mért értékek (J) | 62 | 56 | 53 | 28 | 32 | 34 | 57 | 31,3 | - | -20 |
| Fajlagos érték (J/cm ²) | 77,5 | 70 | 66,25 | 35 | 40 | 42,5 | 71,25 | 39,1 | - | -20 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

Hely, Dátum:
 Hely, Dátum:
 Hely, Dátum:
 Gy. Kanizsa, 30.07.2020.


 8800 Nagykánizsa, Csengery út 43.
 Tel./fax: 36-31-7-512
 Adószám: 12900383-2-20
 VEVŐSZÁM: 8582693-0800000
 Gy. Kanizsa / Assistant Head of Lab. Gyimes Tünde
 Gy. Kanizsa / Prüfer / Tested by

értékelés:
 értékelés:
 értékelés:
Megfelelő / Erfüllt die Vorschriften / Satisfactory

Ellenőr (dátum, aláírás):
 Inspektor (Datum, Unterschrift):
 Inspector (date, signature)

székhely: H-8800 Nagykánizsa, Csengery út 43. Telephely: H-8800 Nagykánizsa, Berék köz 7.
 jegyzőkönyvet kivonatolva lementeni csak a laboratórium írásos engedélyével szabad.
 laboratórium reklamációt a jegyzőkönyv kiállításától számított 30 napon belül fogad el.



Slika 11.15. Zadovoljavajuće izvešće ispitivanja udarne radnje loma sučeljenog spoja

11.7. Ispitivanje tvrdoće

Kod ispitivanja tvrdoće ispituju se mehanički očišćeni zavareni ispitni uzorci te sam zavar pomoću metode prema Vickersu (HV10) s tvrdomjerom HPO-250 prema normi i direktivi „EN ISO 15614-1:2017+PED 2014/68/EU“. Uvjet je da izmjerena tvrdoća ne prelazi 380 HV. U osnovnom materijalu tvrdoća prema Vickersu u kutnom spoju iznosi između 153 i 179 HV, u zoni utjecaja topline između 240 i 283 HV, dok u samome zavarenom spoju (zoni taljenja) iznosi između 195 i 233 HV sve ovisno radi li se o korijenu zavara ili površini zavara, stoga se može zaključiti da je uvjet ispunjen. U osnovnom materijalu tvrdoća prema Vickersu u sučeljenom spoju iznosi između 166 i 185 HV, u zoni utjecaja topline između 207 i 290 HV, dok u samome zavarenom spoju (zoni taljenja) iznosi između 216 i 249 HV sve ovisno radi li se o korijenu zavara ili površini zavara, stoga se također može zaključiti da je uvjet zadovoljen.



Slika 11.16. Uređaj za mjerenje tvrdoće (tvrdomjer) HPO-250[19]

RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium
RÖNTGEN KANIZSA GmbH. Laboratorium für Materialprüfung

Keménységmérési jegyzőkönyv
 Protokoll für Härteprüfung
 Hardness Test Report

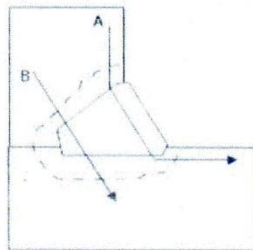
Jegyzőkönyv száma:
 Protokoll Nr.:
 Report No.: **HT-43/2020**
 1/1

| | | | |
|--|---|---|---|
| Megrendelő: Kunde: Customer: | Prelog, Croatia | Vizsg. szem. neve, min.: Name und Qualif. der Prüfperson: Name and qual. of testing personnel: | |
| Gyártó: Hersteller: Producer: | Macince, Croatia | Rajzszám: Zeichn. Nr.: Drawing No.: | |
| Anyagminőség: Material: Material grade: | S355J2+N | Gyártási állapot: Fabr. Zustand: Condition: | készre hegesztett / fertig geschweißt / ready welded |
| felület állapota: Oberflächenzustand: Surface condition: | mechanikusan tisztított / mechanisch gereinigt / mechanically cleaned | Vizsgálat módja: Prüfverfahren: Test method: | Vickers keménységmérés (HV10) Vickers hardness test (HV10) |
| Azonosító kód: Identifikationskode: Ident. code: | WPS 049 | Vizsgáló berendezés: Prüfinstrument: Test equipment: | HPO-250 |
| Vizsg. előírás: Prüfanweisungen: Instructions: | MSZ EN ISO 9015-1:2011 MSZ EN ISO 6507-1:2018 | Próbavétel módja: Art der Probenahme: Sampling: | |
| Értékelési előírás: Bewertungsdokument: Evaluating documents: | MSZ EN ISO 15614-1:2017 PED 2014/68/EU | Próbatest adatai: Daten der Prüfproben: Data of the test specimens: | |
| Vizsgálat tárgya: Prüfobjekt: Subject of test: | Hegesztett próbatest keménységmérése / Hardness test of welded joint | Hegesztés módja, varrat: Schweißtechnik, Naht: Welding technique, joint: | PB 135 |
| Felfedezett hibák: Entdeckte Fehler: Detected defects: | - | Megjegyzés: Notizen: Note: | |
| Vizsg. helye: Ort der Prüfung: Place of test: | RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium | Vizsg. ideje: Prüfdatum: Date of Test: | 28. 07. 2020. |

Vizsgálat eredménye - Prüfergebnisse - Result of Test
 Elvárt érték < 380 HV

| WPS 049 | Alapanyag I. / Grundmaterial I. /Base material I. | Hőhatás övezet I. / Wärmeeinflusszone I. / HAZ I | Ömledék / Schweißnaht / Weld | Hőhatás övezet II. / Wärmeeinflusszone II. / HAZ II | Alapanyag II. / Grundmaterial II. / Base material II. |
|-----------------|---|--|------------------------------------|---|---|
| A 1 - 15 | 163 161 162 | 283 245 253 | 209 195 213 | 266 262 270 | 171 156 153 |
| B 1 - 15 | 179 174 171 | 264 251 260 | 228 222 233 | 251 240 253 | 167 172 179 |

zlat/fénykép
Zur Foto
Tech/photo



ly, Dátum:
und Datum:
ce, Date:

rkamizsa, 30. 07. 2020

RÖNTGEN KANIZSA KFT.

8800 Nagykanizsa, Csengeri út 43

Tel./fax: 33 337 612

Adószám: 12966983-2-20

Számla: 1810485-65829863-0090000

laboratóriumvezető h. / Stellv. des Lab.-Leiters

Gyimesi György
 Assistant Head of lab.

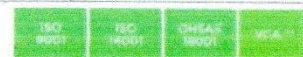
anyagvizsgáló / Prüfer / Tested by

teljes:
erfüllung:
dition:

A vizsgált varrat az előírást kielégíti. / Erfüllt die Vorschriften. /
Satisfactory

Ellenőr (dátum, aláírás):
Inspektor (Datum, Unterschrift):
Inspector (date, signature)

ékhely: 11-8800 Nagykanizsa, Csengeri út 43. Telephely: 11-8800 Nagykanizsa, Berek köz 7.
 jegyzőkönyvet kivonatolva lefoglalni csak a laboratórium írásos engedélyével szabad.
 laboratórium reklamációt a jegyzőkönyv kiállításától számított 30 napon belül fogad el.



Slika 11.17. Zadovoljavajuće izvešće ispitivanja tvrdoće kutnog spoja

RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium
RÖNTGEN KANIZSA GmbH. Laboratorium für Materialprüfung

Keménységmérési jegyzőkönyv
Protokoll für Härteprüfung
Hardness Test Report

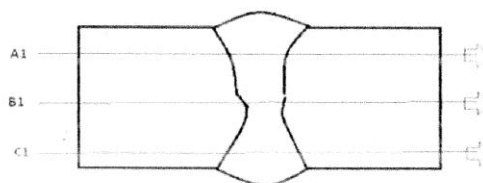
Jegyzőkönyv száma
Protokoll Nr.
Report No. **HT-42/2020**
1/1

| | | | |
|--|---|--|---|
| Legrendelő: Kunde: Customer: | Prelog, Croatia | Vizsg. szem. neve, min.: Name und Qualif. der Prüfperson Name and qual of testing personnel | |
| gyártó: Hersteller Producer: | Macinec, Croatia | Rajzszám: Zeichn. Nr. Drawing No. | |
| anyagminőség: Material Material grade: | S355J2+N | Gyártási állapot: Fabr. Zustand Condition | keszre hegesztett / fertig geschweißt / ready welded |
| felület állapota: Oberflächenzustand Surface condition | mechanikusan tisztított / mechanisch gereinigt / mechanically cleaned | Vizsgálat módja: Prüfverfahren: Test method | Vickers keménységmérés (HV10) Vickers hardness test (HV10) |
| azonosító kód: Identifikationscode Identity code | WPS 048 | Vizsgáló berendezés: Prüfinstrument Test equipment | HPO-250 |
| vizsg. előírás: Nüchternormen, Instructions | MSZ EN ISO 9015-1:2011 MSZ EN ISO 6507-1:2018 | Próbavétel módja: Art der Probenentnahme Sampling | - |
| értékelési előírás: Bewertungsdokument Evaluating documents | MSZ EN ISO 15614-1:2017 PED 2014/68/EU | Próbatest adatai: Daten der Prüfproben Data of the test specimens | - |
| vizsgálat tárgya: Prüfobjekt Object of test | Hegesztett próbatest keménységmérése / Hardness test of welded joint | Hegesztés módja, varrat: Schweißtechnik, Naht Welding technique, joint | PG/PA 138 |
| elfedett hibák: Entdeckte Fehler Detected defects | - | Megjegyzés: Notizen Note | |
| vizsg. helye: Ort der Prüfung Place of test | RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium | Vizsg. ideje: Prüfdatum Date of Test | 28. 07. 2020. |

Vizsgálat eredménye – Prüfergebnisse - Result of Test
Elvart érték ≤ 380 HV

| WPS 048 | Alapanyag I. / Grundmaterial I. / Base material I. | Hőhatás övezet I. / Wärmeinflußzone I. / HAZ I | Ömledék / Schweißnaht / Weld | Hőhatás övezet II. / Wärmeinflußzone II. / HAZ II | Alapanyag II. / Grundmaterial II. / Base material II. |
|----------|--|--|------------------------------------|--|---|
| A I - 15 | 169 171 174 | 254 266 242 | 249 238 235 | 245 242 251 | 180 174 168 |
| B I - 15 | 173 178 185 | 228 212 207 | 225 216 219 | 227 215 221 | 183 179 181 |
| C I - 15 | 166 171 176 | 290 285 281 | 227 233 218 | 268 262 274 | 171 170 168 |

Ábra/fénykép
Zeichnung/Foto
Drawing/photo



Ábra, Dátum:
Zeichnung, Datum
Drawing, Date

kanizsa, 30. 07. 2020

RÖNTGEN KANIZSA KFT.

8800 Nagykánizsa, Csengeri út 43

Tel./fax: 28 317 812

Árnyék: 12304963-2-20

laboratóriumvezető h. / Stellv. des Lab.-leiters / Laboratoriumsleiter / Prüfer / Tested by
Gyimesi Tamás

Értékelés:
Bewertung
Evaluation

A vizsgált varrat az előírást kielégíti. / Erfüllt die Vorschriften. /
Satisfactory

Ellenőr (datum, aláírás):
Inspektor (Datum, Unterschrift)
Inspector (date, signature)

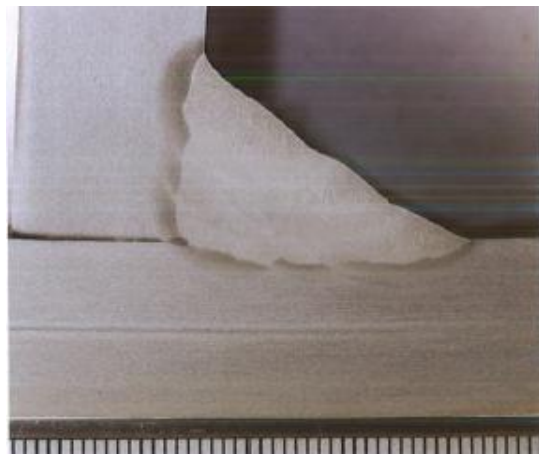
Hely: H-8800 Nagykánizsa, Csengeri út 43. Telephely: H-8800 Nagykánizsa, Berek köz 7.
Egyezményt kizárólagosan lementve csak a laboratórium részére engedélyvel szabad
laboratórium reklamációt a jegyzőkönyv kiállításától számított 30 napon belül fogad el.



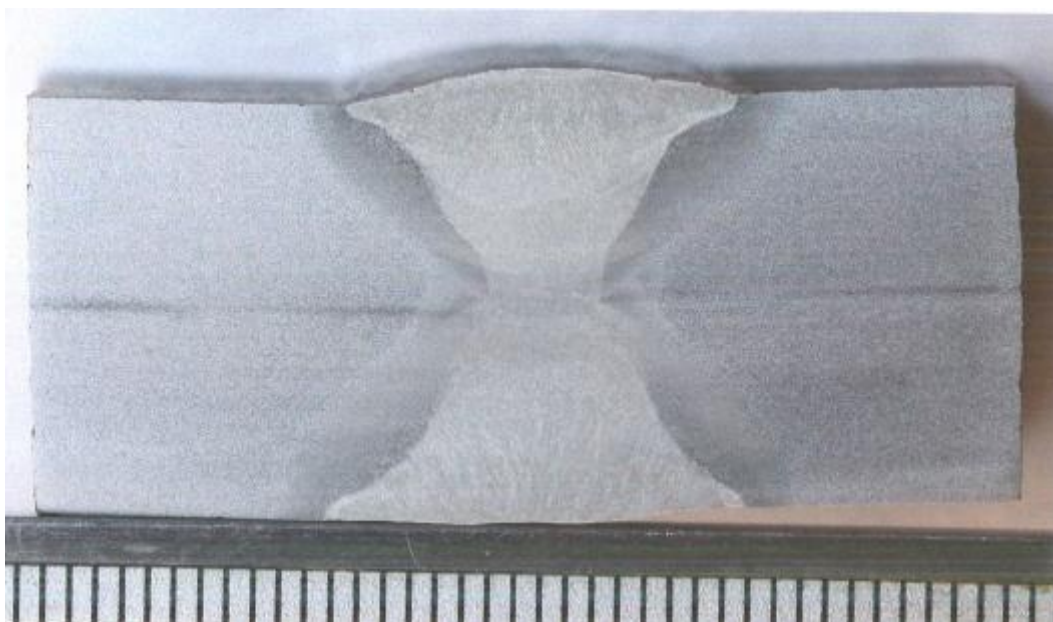
Slika 11.18. Zadovoljavajuće izvješće ispitivanja tvrdoće sučeljenog spoja

11.8. Makroskopski pregled

Kod makroskopskog pregleda pregledavaju se polirani zavareni ispitni uzorci pomoću povećala, a za dobivanje makroizbrusaka ispitne uzorke potrebno je nagristi elektrolitski u dušičnoj kiselini (3g HNO₃ u 100 ml H₂O) prema normi i direktivi „EN ISO 15614 1:2017 +PED 2014/68/EU“.



Slika 11.19. i 11.20. Makroizbrusci ispitnog uzorka kutnog spoja



Slika 11.21. Makroizbrusak ispitnog uzorka sučeljenog spoja

RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium
RÖNTGEN KANIZSA GmbH. Laboratorium für Materialprüfung

Makrovizsgálati és mikrovizsgálati jegyzőkönyv
 Protokoll für makroskopische und mikroskopische Untersuchungen
 Macroscopic and microscopic Examination Report

Jegyzőkönyv száma
 Protokoll Nr.
 Report No. **M-90/2020**

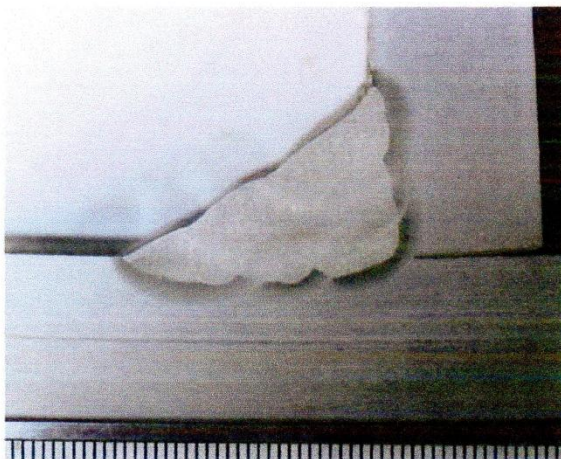
1/2

| | | | |
|---|--|---|--|
| Irgendelő: Inde: Customer: | Prelog, Croatia | Vizsg. szem. neve, min.: Name und Qualif. der Prüfperson: Name and qual. of testing personnel: | VT20109180701 |
| Yártó: Hersteller: Producer: | macinec, Croatia | Rajzszám: Zeichn. Nr.: Drawing No.: | - |
| Nyagminőség: Material: Material grade: | S355J2+N | Gyártási állapot: Fabr. Zustand: Condition: | készre hegesztett fertig geschweißt ready welded |
| Felület állapota: Oberflächenzustand: Surface condition: | csiszolt / maratott polished / etched | Vizsgálat módja: Prüfverfahren: Test method: | Makrovizsgálat Macroscopic examination |
| Zonosító kód: Identifikationscode: Entity code: | WPS 049 | Vizsgáló berendezés: Prüfinstrument: Test equipment: | Nagyító Metasinx Magnifying glass |
| Előírás: Normenweisungen: Instructions: | MSZ EN ISO 17639:2014 | Próbavétel módja: Art der Probenaussahme: Sampling: | - |
| Értékelési előírás: Zugsdokumente: Rating documents: | MSZ EN ISO 5817 „B/C” osztály MSZ EN ISO 15614-1:2017 PED 2014/68/EU | Próbatest adatai: Daten der Prüfproben: Data of the test specimens: | - |
| Vizsgálat tárgya: Prüfobjekt: Object of test: | Hegesztett próbatest makrovizsgálata / Makro test of welded test piece | Hegesztés módja, varrat: Schweißtechnik, Naht: Welding technique, joint: | PB 135 |
| Fedett hibák: Entdeckte Fehler: Detected defects: | - | Megjegyzés: Notizen: Note: | - |
| Vizsg. helye: Ort der Prüfung: Place of test: | RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium | Vizsg. ideje: Prüfdatum: Date of Test: | 28.07.2020. |

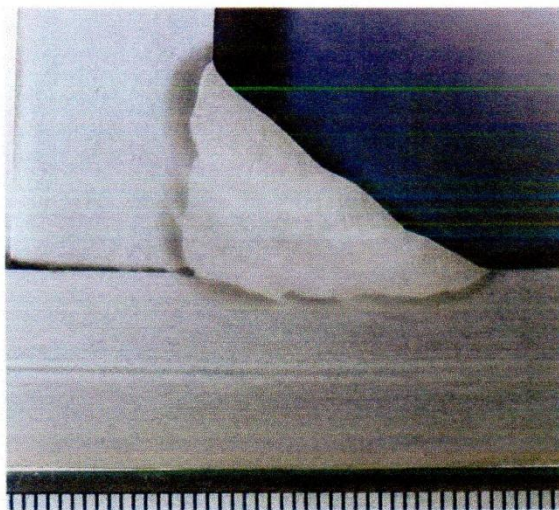
| Vizsgálati Jél Prüfmarkenzeichn. Test marking | Alapanyag Grundmaterial Base material | Hegesztőanyag Schweißmaterial Welding material | WPAR száma Nr. r WPAR No. of WPAR | Maratószer Ätzmittel Etching solution | Elhelyezkedés Position Position | Nagyítás / Fénykép Vergrößerungs- faktor / Foto Magnification / Photo |
|---|---|--|---|---|---------------------------------------|--|
| VPS 049 M1 | S355J2+N | - | - | HNO ₃ 3% | - | lásd a mellékelt képen / Siehe das Bild / see in the picture |
| VPS 049 M2 | S355J2+N | - | - | HNO ₃ 3% | - | lásd a mellékelt képen / Siehe das Bild / see in the picture |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

ékhely: H-8800 Nagykanizsa, Csengeri út 43. Telephely: H-8800 Nagykanizsa, Berek köz 7.
 jegyzőkönyvet kivonatoln csak a laboratórium írásos engedélyével szabad.
 laboratórium reklamációt a jegyzőkönyv kiállításától számított 30 napon belül fogad el.





WPS 049 M1



WPS 049 M2

A varrat és az alapanyag összcsovdása megfelelő, a varrat felülete egyenletes, szélkiolvadás nem látható.
A Skálaosztás mm-ben értendő.

hely, Dátum:
ort und Datum:
hely, Date:
Nagykanizsa, 30.07.2020.

RÖNTGEN KANIZSA KFT
8800 Nagykanizsa, Csengeri út 43
Tel./fax: 93 317-612
Adószám: 12966963-2-20
laboratóriumvezető h. / Stellv. des Lab. Leiters Gyimes Tünde anyagvizsgáló / Prüfer / Tested by

értékelés:
urteilung:
helyzet:
evaluation

A vizsgált varrat az előírást kielégíti. / Erfüllt die Vorschriften. /
Satisfactory.

Ellenőr (dátum, aláírás):
Inspektor (Datum, Unterschrift):
Inspector (date, signature)

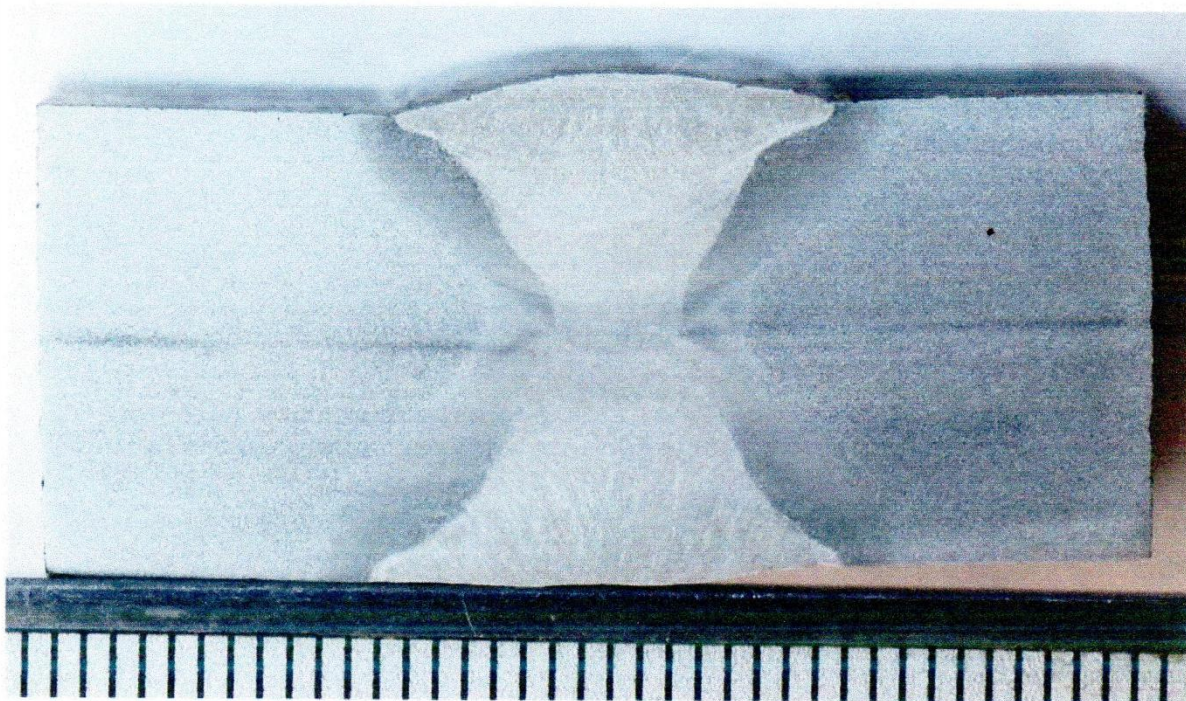
székhely: H-8800 Nagykanizsa, Csengeri út 43. Telephely: H-8800 Nagykanizsa, Berek köz 7.
A jegyzőkönyvet kivonatosan lemásolni csak a laboratórium írásos engedélyével szabad.
A laboratórium reklamációt a jegyzőkönyv kiállításától számított 30 napon belül fogad el.
Makrovizsgálati és mikrovizsgálati jegyzőkönyv (magyar-német-angol) Kiadás: 2. Módosítás: 1. Dátum: 2020.03.15.



RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium
RÖNTGEN KANIZSA GmbH. Laboratorium für Materialprüfung

Makrovizsgálati és mikrovizsgálati jegyzőkönyv
Protokoll für makroskopische und mikroskopische Untersuchungen
Macroscopic and microscopic Examination Report

Jegyzőkönyv száma:
Protokoll Nr.
Report No. **M-92/2020**
2/2



WPS 048 M1

A varrat és az alapanyag összeolvadása megfelelő, a varrat felülete egyenletes, szélkivadás nem látható.
A Skálaosztás mm-ben értendő.

Hely, Dátum:

Ort und Datum:
Place, Date:

Nagykanizsa, 30.07.2020.

RÖNTGEN KANIZSA KFT.

8800 Nagykanizsa, Csengeri út 43.

Tel./fax: 92 317 612

Adószám: 12099537-20

HIVATALOS NYILVÁNTARTÁS SZÁMA: 00000000

laboratóriumvezető h. / Stelle des Lab.-Leiters

/Assistant Head of lab.

Gyimes Tünde

anyagvizsgáló / Prüfer / Tested by

Értékelés:

Beurteilung:
Evaluation:

**A vizsgált varrat az előírást kielégíti. / Erfüllt die Vorschriften. /
Satisfactory.**

Ellenőr (datum, aláírás):

Inspektor (Datum, Unterschrift):
Inspector (date, signature)

Székhely: H-8800 Nagykanizsa, Csengeri út 43. Telephely: H-8800 Nagykanizsa, Berek köz 7.

A jegyzőkönyvet kivonatolva lemásolni csak a laboratórium írásos engedélyével szabad.

A laboratórium reklámcióját a jegyzőkönyv kiállításától számított 30 napon belül fogad el.

11.24



Slika 11.24. i 11.25. Zadovoljavajuće izvješće makroskopskog pregleda sučeljenog spoja

12. Atesti zavarivača

Atest (certifikat) zavarivača je dokument da zavarivač smije obavljati razne poslove zavarivanjem potrebnim postupkom zavarivanja na potrebnom osnovnom materijalu i u potrebnim položajima zavarivanja.

Certifikat atesta zavarivača istječe za 2 godine nakon čega se treba produžiti na još toliko. Nakon prolaska te 4 godine, atest je nužno obnoviti. Atest zavarivača vrijedi samo ako se zavarivaču najmanje svakih pola godine kontrolira rad zavarivanja koji su obuhvaćeni tim atestom. Ukoliko atest nije propisano i redovito ispunjavan dakako da se isti proglašava nevažećim i nužno ga je obnoviti.

Nakon zadovoljavajuće atestacije u konačnici se izdaje certifikat (atest) zavarivača ovjeren i od strane inženjera za zavarivanje (IWE) ili od strane zaduženog inspektora certifikacijske kuće.

Atestacija zavarivača se provodi pod budnim okom specijalista za zavarivanje s nužnim EWF certifikatima ili po potrebi s nadzorom nekog iz certifikacijske kuće kao što je i ovdje slučaj, a prema potrebnim zahtjevima naručitelja.

Atesti zavarivača se izdaju prema normi „HRN EN ISO 9606-1:2017“. U ovome slučaju izdana su 2 atesta zavarivača koji vrijede za sučeljeni spoj „elektrolučnim zavarivanjem metalnim prahom punjenom elektrodnom žicom u atmosferi aktivnog plina (138)“ te za kutni spoj „MAG zavarivanjem-elektrolučnim zavarivanjem taljivom elektrodom u zaštiti aktivnog plina (135)“. Sučeljeni spoj elektrolučnim zavarivanjem metalnim prahom punjenom elektrodnom žicom u atmosferi aktivnog plina (138) zavaruje se tako da se korijen zavari u PG položaju (vertikalom prema gore) pa se korijen izbrusi, a popuna u PA položaju (vodoravni položaj). Kutni spoj MAG zavarivanjem-elektrolučnim zavarivanjem taljivom elektrodom u zaštiti aktivnog plina (135) zavaruje se u PB položaju (horizontalno-vertikalni položaj). Osnovni materijal koji se zavaruje je S355J2+N i spada u grupu materijala 1.2 tj. niskougljični nelegirani čelik debljine 16 mm. Nazivi i proizvođači dodatnog materijala su Kobelco MX 100T i EZ SG3, a zaštitni plin je oznake M21 (CORGON 18 - mješavina od 82% argona i 18% ugljikovog dioksida). Atesti zavarivača priloženi su u nastavku.

Welder's Qualification Test Certificate

Certificate no.: 0045/202/9090/Z/01930/20/S/000(00)

Designation(s): ISO 9606-1 135 P FW FM1 S t16 PB ml

Welder's name: WPS - Reference: 049 CEN 2-08/2020

Method of identification: Identity card Order no.: 1978/2020

Date and place of birth: 1980-12-17, Cakovec - Kroatien Test report no.: 0045/202/9090/P/01930/20/S/000(00)

Employer:

Code / testing standard: PED 2014/68/EU, EN ISO 9606-1:2017

Supplementary fillet weld test: — Job knowledge: Not tested
(completed in conjunction with a butt weld qualification)

| | Test piece | Range of qualification |
|--------------------------------------|------------------|---------------------------|
| Welding process(es); | 135 MAG / GMAW | 135, 138 |
| Transfer mode | S Spray | S, P, G |
| Product type (plate P or pipe T) | P Plate | P, T |
| Type of weld | FW Fillet weld | FW |
| Parent material group(s) | 1.2 | 1 to 11 |
| Filler material group(s) | FM1 | FM1, FM2 |
| Filler material typ(s) | S | S, M |
| Shielding gas / flux | EN ISO 14175-M21 | _____ |
| Auxiliaries | - | _____ |
| Type of current and polarity | DC+ (= +) | _____ |
| Material thickness t (mm) | 16.0 | ≥ 3.0 |
| Deposited thickness s (mm) | - | _____ |
| Outside pipe diameter (mm) | - | rot.: ≥ 75, PB fix: ≥ 500 |
| Welding position(s) | PB (2F) | PA, PB; (F, H) |
| Weld details | - | _____ |
| Single layer (sl) / Multi layer (ml) | ml | sl, ml |

Additional information: Inspection within the framework of the WPQAR 040A/20 KS1.
Parent metal: S355J2+N (1.0577). Filler: EN ISO 14341-A G 46 4 C1/M21 4Si1 (EZ-SG3)

| Type of tests | Performed and accepted | Not tested |
|-------------------------|------------------------|------------|
| Visual testing | X | - |
| Radiographic testing | - | X |
| Fracture test | - | X |
| Bend test | - | X |
| Notch tensile test | - | X |
| Macroscopic examination | X (FW) | - |

Notified Body 0045 for Pressure Equipment
Digitally signed
by
Date: 2020.08.24
13:41:33 +02'00'

Systems GmbH & Co. KG
Große Bahnstraße 31, D-22525 Hamburg

| | | |
|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Date of welding: 2020-07-22 | Revalidation method: 9.3 a | Validity until: 2023-07-21 |
|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|

| Revalidation for qualification by examiner or examining body for the following 2 years | | | Confirmation of the validity by welding coordinator / examiner or examining body for the following 6 months | | |
|--|-----------|-------------------|---|-----------|-------------------|
| Date | Signature | Position or title | Date | Signature | Position or title |
| | N/A | | 2021-01- | | |
| | | | 2021-07- | | |
| | | | 2022-01- | | |
| | | | 2022-07- | | |
| | | | 2023-01- | | |

Welder's Qualification Test Certificate

Certificate no.: **0045/202/9090/Z/01929/20/S/000(00)**
 Designation(s): **ISO 9606-1 138/S P BW FM1 M s16 PG/PA ss nb/mb**
 (138 P BW FM1 M s4 PG ss nb / 138-S P BW FM1 M s12 PA ss mb)
 Welder's name: _____ WPS - Reference: 048 CEN 1-8/20
 Method of identification: Identity card Order no.: 1978/2020
 Date and place of birth: 1983-11-05, Cakovec / Kroatien Test report no.: 0045/202/9090/P/01929/20/S/000(00)
 Employer: _____
 Code / testing standard: PED 2014/68/EU, EN ISO 9606-1:2017

Supplementary fillet weld test: No Job knowledge: Not tested
 (completed in conjunction with a butt weld qualification)

| | Test piece | | Range of qualification | |
|--------------------------------------|--|--|----------------------------------|-----------------------|
| | 138 MAG welding with metal cored electrode | 138 MAG welding with metal cored electrode | 135, 138 | 135, 138 |
| Transfer mode | D Dip/Short | S Spray | D, G, S, P (All) | S, P, G |
| Product type (plate P or pipe T) | P Plate | P Plate | P; T | P; T |
| Type of weld | BW Butt weld | BW Butt weld | BW | BW |
| Parent material group(s) | 1.2 | 1.2 | 1 to 11 | 1 to 11 |
| Filler material group(s) | FM1 | FM1 | FM1, FM2 | FM1, FM2 |
| Filler material typ(s) | M | M | M, S; Root: M | S, M |
| Shielding gas / flux | EN ISO 14175-M21 | EN ISO 14175-M21 | _____ | _____ |
| Auxiliaries | - | - | _____ | _____ |
| Type of current and polarity | - | - | _____ | _____ |
| Material thickness t (mm) | - | - | _____ | _____ |
| Deposited thickness s (mm) | 4.0 | 12.0 (≥ 3 Layers) | 3.0 - 8.0; 138-D/138-S: ≥ 3.0 | ≥ 3.0 |
| Outside pipe diameter (mm) | - | - | fix: ≥ 500 | rot: ≥ 75, fix: ≥ 500 |
| Welding position(s) | PG (3G down) | PA (1G) | PG; (Vd) | PA; (F) |
| Weld details | ss nb | ss mb | ss (nb, mb, gb, fb), bs | ss mb, bs |
| Single layer (sl) / Multi layer (ml) | - | - | _____ | _____ |

Additional information: Inspection within the framework of the WPQAR 39A/20 KS!
 Parent metal: S355J2+N (1.0577). Filler: ISO 17632-A T 42 2 M M 1 H5 (MX-100T, KOBELCO), ISO 17632-A T 42 2 M M 1 H5 (MX-100T, KOBELCO)

| Type of tests | Performed and accepted | Not tested |
|-------------------------|------------------------|------------|
| Visual testing | X | - |
| Radiographic testing | X | - |
| Fracture test | - | X |
| Bend test | - | X |
| Notch tensile test | - | X |
| Macroscopic examination | - | X |

Notified Body 0045 for Pressure Equipment
 Digitally signed
 by
 Date: 2020.08.24
 13:41:21 +02'00'

Systems GmbH & Co. KG
 Große Bahnstraße 31, D-22525 Hamburg

| | | |
|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Date of welding: 2020-07-22 | Revalidation method: 9.3 a | Validity until: 2023-07-21 |
|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|

| Revalidation for qualification by examiner or examining body for the following 2 years | | | Confirmation of the validity by welding coordinator / examiner or examining body for the following 6 months | | |
|--|-----------|-------------------|---|-----------|-------------------|
| Date | Signature | Position or title | Date | Signature | Position or title |
| | N/A | | 2021-01- | | |
| | | 2021-07- | | | |
| | | 2022-01- | | | |
| | | 2022-07- | | | |
| | | 2023-01- | | | |

Slika 12.1 i 12.2. Atesti zavarivača

13. Zaključak

Za dobivanje kvalitetnog zavarenog spoja nužan je odgovarajući dodatni materijal, zaštitni plin te zadovoljavajući parametri zavarivanja. Tako je tijekom izrade ovog rada utvrđeno da je npr. puno bolje koristiti zaštitni plin M21 (CORGON 18 - mješavina od 82% argona i 18% ugljikovog dioksida) nego čisti 100%-tni ugljikov dioksid (C1) radi pojave nesavršenosti (uključaka) u zavarenom spoju, manjih gubitaka, štrcanja i čišćenja nakon zavarivanja. Isto tako se preporučuje korištenje metalnim prahom punjenih žica jer omogućuju veći toplinski input pa samim time i bolje miješanje osnovnog i dodatnog materijala, a i postupak je moguće automatizirati. Kod metalnim prahom punjenih žica jedini nedostatak je relativno visoka cijena.

Na temelju izrađene dokumentacije i atestiranja postupaka zavarivanja i zavarivača u tvrtki Centrometal d.o.o., zadovoljavajućih rezultata ispitnih uzoraka na laboratorijskim ispitivanjima (vizualno, penetrantsko, rendgensko, vlačno, na savijanje, na udarnu radnju loma, ispitivanje tvrdoće te makroskopski pregled) te dobivenih potrebnih certifikata za atestaciju postupaka zavarivanja i zavarivača od strane tijela za ocjenu sukladnosti (certifikacijska kuća), a prema zahtijevanim normama „HRN EN ISO 15609-1“, „HRN EN ISO 15614-1 + PED 2014/68/EU“ i „HRN EN ISO 9606-1:2017“ regularno su ispunjeni svi uvjeti za nesmetani početak proizvodnje tlačnih posuda (akumulacijskih spremnika tople vode) te plasiranje istih na tržišta Europske unije.

U Varaždinu, _____

14. Literatura

- [1] https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2016_09_79_1804.html dostupno 15.6.2020.
- [2] www.centrometal.hr dostupno 15.6.2020.
- [3] https://www.vuka.hr/fileadmin/user_upload/knjiznica/on_line_izdanja/Pneumatika_i_hidraulika_-_skripta.pdf dostupno 15.6.2020.
- [4] <http://www.svijet-kvalitete.com/index.php/norme-za-akreditaciju/iso-iec-17000> dostupno 15.6.2020.
- [5] HRN EN ISO 15614-1:2007
- [6] HRN EN ISO 15609-1:2019
- [7] HRN EN ISO 9606-1:2017
- [8] <https://www.sfsb.unios.hr/kth/zavar/zavar/neleg.html> dostupno 13.7.2020.
- [9] „Hrvatsko društvo za tehniku zavarivanja“, I. Lučića 1, HR-10000 Zagreb
- [10] Certifikat materijala čelika S355J2+N
- [11] http://www.treatrade.com/hr/atestiranje_postupaka_zavarivanja/353/73 dostupno 13.7.2020.
- [12] <https://www.weldersupply.com/P/2738/XMT350FieldProTwecoArcReachSuitCase12BernardBTB300AGunPkg951734> dostupno 3.8.2020.
- [13] https://www.sfsb.unios.hr/kth/zavar/tii/kbr_met.html dostupno 3.8.2020.
- [14] <http://rktmaya.com/en/welding-gauge.html> dostupno 24.8.2020.
- [15] <https://www.ptsndt.com/en/sale/pt-dye-penetrant-testing/pt-consumables/1338-pfinder-penetrant-products> dostupno 24.8.2020.
- [16] https://www.topndt.sk/sites/default/files/prilohy/eresco_200_mf4-r_air-cooled_brochure_english.pdf dostupno 24.8.2020.
- [17] HRN EN ISO 5173:2010
- [18] <http://brod.sfsb.hr/~ikladar/Materijali%20Ispitivanje%20udarne%20radnje%20loma> dostupno 25.8.2020.
- [19] <https://www.hegewald-peschke.com/products/detail/product-detail/vickers-brinell-hardness-tester-hpo-250.html> dostupno 25.8.2020.



**IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU**

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, Vanja Marciuš pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor završnog rada pod naslovom „Izrada dokumentacije za tlačnu posudu i atestacija postupaka i zavarivača“ te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Vanja Marciuš
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, Vanja Marciuš neopozivo izjavljujem da sam suglasan s javnom objavom završnog rada pod naslovom „Izrada dokumentacije za tlačnu posudu i atestacija postupaka i zavarivača“ čiji sam autor.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Vanja Marciuš
(vlastoručni potpis)

Popis slika

| | |
|---|----|
| Slika 2.1. Tvrtka Centrometal d.o.o. [2]..... | 3 |
| Slika 5.1. Skica priprema ispitnog uzorka za sučeljeni zavareni spoj [5]..... | 8 |
| Slika 5.2. Ispitni uzorak za kutni spoj [5]..... | 10 |
| Slika 7.1. Skica MIG/MAG zavarivanja [9]..... | 13 |
| Slika 7.2. MAG zavarivanje ispitnog uzorka kod atestacije postupka..... | 13 |
| Slika 9.1. Aparat za zavarivanje [12]..... | 21 |
| Slika 9.2. Zavarivanje korijena u sučeljenom spoju u PG položaju..... | 22 |
| Slika 9.3. Zavarivanje popune sučeljenog spoja u PA položaju..... | 22 |
| Slika 9.4. Zavaren prvi prolaz kutnog spoja u PB položaju..... | 23 |
| Slika 9.5. Skica pripreme sučeljenog spoja i polaganja slojeva/prolaza zavara..... | 24 |
| Slika 9.6. Zavaren ispitni uzorak sučeljenog spoja..... | 24 |
| Slika 9.7. Skica pripreme kutnog spoja i polaganja slojeva/prolaza zavara..... | 25 |
| Slika 9.8. Zavaren ispitni uzorak kutnog spoja..... | 25 |
| Slike 9.9. i 9.10. Mjerenje međuprolazne temperature..... | 26 |
| Slike 9.11. i 9.12. Međuslojno čišćenje brušenjem..... | 26 |
| Slika 9.13. Kontrola penetrantima [13]..... | 27 |
| Slika 9.14. Ispitni uzorak spreman za laboratorijska ispitivanja..... | 28 |
| Slika 9.15. Protokol atesta postupka zavarivanja (WPQR) sučeljenog spoja..... | 29 |
| Slika 9.16. Protokol atesta postupka zavarivanja (WPQR) kutnog spoja..... | 30 |
| Slika 11.1. Mjerilo s 3 skale za vizualno provjeravanje geometrije zavara [14]..... | 33 |
| Slika 11.2. Zadovoljavajuće izvješće vizualnog ispitivanja kutnog spoja..... | 34 |
| Slika 11.3. Zadovoljavajuće izvješće vizualnog ispitivanja sučeljenog spoja..... | 35 |
| Slika 11.4. Penetrant, odstranjivač i razvijlač [15]..... | 36 |
| Slika 11.5. Zadovoljavajuće izvješće penetrantskog ispitivanja kutnog spoja..... | 37 |
| Slika 11.6. Zadovoljavajuće izvješće penetrantskog ispitivanja sučeljenog spoja..... | 38 |
| Slika 11.7. Rendgenski uređaj ERESKO 200 MF [16]..... | 39 |
| Slike 11.8. i 11.9. Zadovoljavajuće izvješće rendgenskog ispitivanja sučeljenog spoja..... | 41 |
| Slika 11.10. Kidalica P-50-es..... | 42 |
| Slika 11.11. Zadovoljavajuće izvješće vlačnog ispitivanja sučeljenog spoja..... | 43 |
| Slika 11.12. Ispitivanje na savijanje po „HRN EN ISO 5173:2010“ [17]..... | 44 |
| Slika 11.13. Zadovoljavajuće izvješće ispitivanja na savijanje sučeljenog spoja..... | 45 |
| Slika 11.14. Shema ispitivanja udarne radnje loma Charpyjevim batom [18]..... | 46 |
| Slika 11.15. Zadovoljavajuće izvješće ispitivanja udarne radnje loma sučeljenog spoja..... | 47 |
| Slika 11.16. Uređaj za mjerenje tvrdoće (tvrdomjer) HPO-250 [19]..... | 48 |
| Slika 11.17. Zadovoljavajuće izvješće ispitivanja tvrdoće kutnog spoja..... | 49 |
| Slika 11.18. Zadovoljavajuće izvješće ispitivanja tvrdoće sučeljenog spoja..... | 50 |
| Slike 11.19. i 11.20. Makroizbrusci ispitnog uzorka kutnog spoja..... | 51 |
| Slika 11.21. Makroizbrusak ispitnog uzorka sučeljenog spoja..... | 52 |
| Slike 11.22. i 11.23. Zadovoljavajuće izvješće makroskopskog pregleda kutnog spoja..... | 53 |
| Slike 11.24. i 11.25. Zadovoljavajuće izvješće makroskopskog pregleda sučeljenog spoja..... | 55 |
| Slike 12.1. i 12.2. Atesti zavarivača..... | 58 |

Popis tablica

| | |
|---|----|
| Tablica 1. Mehanička svojstva niskougličnog nelegiranog čelika [10] | 14 |
| Tablica 2. Kemijski sastav niskougličnog nelegiranog čelika [10]..... | 14 |
| Tablica 3. Parametri zavarivanja ispitnih uzoraka | 23 |

Prilozi

I. Certifikati i evidencije o kvalifikaciji postupaka zavarivanja

II. Certifikati osnovnog i dodatnih materijala

Certificate for a welding procedure qualification record (WPQR)

Certificate no.: 0045/202/9090/Z/00050/20/V/000(00)

WPQR no.: 040A/20 KS

Order no.: 1978/2020

WPS no.: 049

Test report no.: 0045/202/9090/P/00050/20/V/000(00)

Manufacturer:

Address: Glavna 12, 40306 Macinec / Croatia

Test basis: PED 2014/68/EU, DIN EN ISO 15614-1 (Level 2)

Range of qualification

| | |
|--|--|
| Welding process(es) acc. ISO 4063: | 135 - MAG, Metal active gas welding with single wire electrode, partly mechanized |
| Deposited thickness s [mm]: | - |
| Product form: | Plate, Tube |
| Type of joint and weld: | FW - Fillet weld |
| Parent material (sub)group(s): | Cover Group 1 acc. ISO/TR 15608 / Reh ≤ 355 MPa |
| Parent material thickness t [mm]: | 3 ÷ 32 |
| Throat thickness [mm]: | No restriction |
| Single layer / multi layer: | ml |
| Outside pipe diameter [mm]: | > 500mm, >150mm welded in the PC, in PF rotated position or in PA rotated position |
| Filler material designation: | EN ISO 14341-A - G 46 4 M 4Si1 |
| Filler material make: | Solid wire |
| Filler material size [mm]: | No limited if requirements of heat input are satisfied |
| Designation of shielding gas / flux: | EN ISO 14175 - M21 - ArC - 18 |
| Designation of backing gas: | - |
| Type of welding current and polarity: | DC,+ |
| Transfer mode acc. ISO 4063: | Spray, Pulse or Globular |
| Heat input [kJ/mm]: | 0,771 to 1,804 |
| Welding position(s) acc. ISO 6947: | All Positions except PG, PJ and J-L045 |
| Preheat temperature [°C]: | ≥ 25* |
| Interpass temperature [°C]: | ≤ 208* |
| Post weld heat treatment: | - |
| Other information: | * For additional restrictions see EN ISO 15614-1:2017, points 8.4.8 and 8.4.9 |

Remarks: An evidence of notch impact strength has not been executed.

In case of manufacture according to directive 2014/68/EU, all requirements of the directive regarding manufacturing and materials apply.

We confirm that the statements in this record are correct and that the test pieces were prepared, welded, tested and have fulfilled the requirements in accordance with the test basis.

Attachment:

Notified body 0045 for pressure equipment
Digitally signed by

Date: 2020.08.17
13:22:48 +02'00'

Test report of a welding procedure qualification (WPQR)
Record of weld test

Test report no.: 0045/202/9090/P/00050/20/V/000(00)

| | | |
|----------------------|--|--|
| General test details | Location of test: Macinec / Croatia | Order no.: 1978/2020 |
| | pWPS no.: 049 | Joining personnel name: I |
| | WPQR no.: 040A/20 KS | Date of welding: 22.07.2020 |
| | Manufacturer: | |
| | Address: Glavna 12, 40306 Macinec / Croatia | |
| Test piece | Marking: WPS 049 | Welding position (ISO 6947): PB |
| | Type of test piece: Plate | Welding process(es): 135- Partly mechanized |
| | Parent mat. designation 1: EN 10025-2: S355J2+N, Group 1.2 acc. ISO/TR 15608 | Parent mat. designation 2: EN 10025-2: S355J2+N, Group 1.2 acc. ISO/TR 15608 |
| | Material thickness 1 [mm]: 16 | Material thickness 2 [mm]: 16 |
| | Outside diameter 1 [mm]: -- | Outside diameter 2 [mm]: - |
| Weld preparation | Joint type: FW | Included angle [°]: - |
| | Face height [mm]: - | Root gap [mm]: - |
| | Backing: - | Gouging: - |

| Run no. | Welding process | Size of filler material [mm] | Current [A] | Voltage [V] | Type of current /polarity | Wire feed speed [m/min] | Travel speed [cm/min] | Heat input [kJ/mm] | Interpass temp. [°C] | Metal transfer |
|---------|-----------------|------------------------------|-------------|-------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|----------------|
| 1 | 135 | 1,0 | 239+244 | 30,7+30,8 | DC / + | - | 25 | 1,409+1,443 | - | S |
| 2 | 135 | 1,0 | 238+245 | 30,5+30,6 | DC / + | - | 33,9 | 1,028+1,062 | 90 | S |
| 3 | 135 | 1,0 | 240+244 | 30,6+30,7 | DC / + | - | 32,3 | 1,091+1,113 | 126 | S |
| 4 | 135 | 1,0 | 235+238 | 30,5+30,6 | DC / + | - | 33,3 | 1,032+1,049 | 140 | S |
| 5 | 135 | 1,0 | 235+241 | 30,6+30,7 | DC / + | - | 29,9 | 1,154+1,187 | 146 | S |
| 6 | 135 | 1,0 | 238+242 | 30,6+30,7 | DC / + | - | 29,2 | 1,199+1,223 | 158 | S |

| | |
|-----------------------------------|--|
| Filler material | Designation: EN ISO 14341-A - G 46 4 M 4Si1 |
| | Trade name / manufacturer: EZ - SG3 / ELEKTRODA ZAGREB |
| Flux / cored- or filled electrode | Designation: - |
| | Trade name: - |
| | Drying: - |
| Backing gas | Designation: - |
| | Flow rate [l/min]: - |
| Shielding gas | Designation: EN ISO 14175 - M21 - Arc - 18 |
| | Flow rate [l/min]: 13 |
| Tungsten electrode | Type: - |
| | Size [mm]: - |
| Oscillation | Details: - |
| | Manufacturer: - |
| Heat treatment | Pre weld treatment: $\geq 25^{\circ}\text{C}$ |
| | Interpass temperature [°C]: $\leq 158^{\circ}\text{C}$ |
| | Post weld heat treatment: - |

Attachement:

Welding equipment: MULLER XMT 350 Field PRO

Test report of a welding procedure qualification (WPQR)
Test results

Test report no.: 0045/202/9090/P/00050/20/V/000(00)

| | |
|--|----------------------|
| Location of test: Macinec / Croatia | Order no.: 1978/2020 |
| pWPS no.: 049 | WPQR No.: 040A/20 KS |
| Manufacturer: | |
| Address: Glavna 12, 40306 Macinec / Croatia | |
| Inspection basis: PED 2014/68/EU, EN ISO 15614-1 (Level 2) | |

Non destructive testing (Attachment 3236/2020, 2095/2020)

| | | | | | |
|----------------------------|---------------|-----------|-----------------------|---|-----|
| Visual testing: | EN ISO 17637 | Fulfilled | Radiographic testing: | - | --- |
| Penetrant particle testing | EN ISO 3452-1 | Fulfilled | Ultrasonic testing: | - | --- |

Tensile tests (attachment)

| Position / no. | Temp. [°C] | Re/Rp0,2/1,0 [MPa] | Rm [MPa] | A [%] | Z [%] | Fracture location | Result | Remark |
|----------------|------------|--------------------|----------|-------|-------|-------------------|--------|--------|
| Requirement | | | | | | | | |

Bend tests (attachment) with a former diameter of

| Position / no. | Kind | Bend angle | Elongation | Results | Macro structure EN ISO 17639 | | Micro structure | |
|----------------|------|------------|------------|---------|------------------------------|-----------|-----------------|--------|
| | | | | | Attachment | Result | Attachment | Result |
| Requirement | | | | | M-90/2020 | Fulfilled | | |

Impact tests with specimen type: (attachment)

| Position / no. | Notch location / direction | Temperature [°C] | Values [J] | | | Average [J] | Result | Remark / Fracture appearance |
|----------------|----------------------------|------------------|------------|----|----|-------------|--------|------------------------------|
| | | | K1 | K2 | K3 | | | |
| Requirement | | | | | | | | |

Hardness tests type (test load): EN ISO 9015-1 HV 10 (attachment HT-43/2020)

| Maximum values | Requirement | Top layer | Middle | Root | Result | Remark |
|-----------------|-------------|-----------|--------|------|-----------|--------|
| Parent material | ≤ 380 | 171 | - | 179 | Fulfilled | - |
| HAZ | ≤ 380 | 283 | - | 264 | Fulfilled | - |
| Weld material | ≤ 380 | 213 | - | 233 | Fulfilled | - |

Additional tests:

Remarks:

Test results:

The tests have been executed in accordance with the inspection basis as stated above.

The test requirements are fulfilled.

Notified body 0045 for pressure equipment
 Digitally signed by

Date: 2020.08.17
 11:21:49 +02'00'

Certificate for a welding procedure qualification record (WPQR)**Certificate no.:** 0045/202/9090/Z/00052/20/V/000(00)**WPQR no.:** 039A/20 KS**Order no.:** 1978/2020.**WPS no.:** 048**Test report no.:** 0045/202/9090/P/00052/20/V/000(00)**Manufacturer:****Address:** Glavna 12, 40306 Macinec / Croatia**Test basis:** PED 2014/68/EU, DIN EN ISO 15614-1 (Level 2)**Range of qualification**

| | |
|--|--|
| Welding process(es) acc. ISO 4063: | 138: MAG welding with metal cored electrode, partly mechanized with single wire system |
| Deposited thickness s [mm]: | PG: max. 8; PA: max. 24 |
| Product form: | Plate, Tube |
| Type of joint and weld: | BW: ss mb, bs; FW |
| Parent material (sub)group(s): | Cover Group 1 acc. ISO/TR 15608 with Reh ≤ 355 MPa |
| Parent material thickness t [mm]: | BW: 8+32; FW: 3+32 |
| Throat thickness [mm]: | No restriction |
| Single layer / multi layer: | PG: sl / PA: ml |
| Outside pipe diameter [mm]: | > 500mm or > 150mm welded in the PC, in PF rotated position, in PA rotated position |
| Filler material designation: | EN ISO 17632-A-T 42 2 M M/C 1 H5 |
| Filler material make: | Metal cored |
| Filler material size [mm]: | No limited if requirements of heat input are satisfied |
| Designation of shielding gas / flux: | EN ISO 14175 - M21 - ArC - 18 |
| Designation of backing gas: | Without or with group I, N1, N2 and N3 |
| Type of welding current and polarity: | DC, + |
| Transfer mode acc. ISO 4063: | D for root pass; S, P and G for fill and cover passes |
| Heat input [kJ/mm]: | 0,551=1,648 |
| Welding position(s) acc. ISO 6947: | All Positions except for PG, PJ and J-L045 |
| Preheat temperature [°C]: | ≥ 24* |
| Interpass temperature [°C]: | ≤ 150* |
| Post weld heat treatment: | With or without Post-heating for hydrogen release |
| Other information: | * For additional restrictions see EN ISO 15614-1:2017, points 8.4.8 and 8.4.9 |

Remarks: An evidence of notch impact strength has been executed at -20°C.

In case of manufacture according to directive 2014/68/EU, all requirements of the directive regarding manufacturing and materials apply.

We confirm that the statements in this record are correct and that the test pieces were prepared, welded, tested and have fulfilled the requirements in accordance with the test basis.

Attachment:

Notified body 0045 for pressure equipment

Digitally signed
byDate: 2020.08.25
10:01:59 +02'00'

Systems GmbH & Co. KG, Große Bahnstraße 31, 22525 Ham

**Test report of a welding procedure qualification (WPQR)
Record of weld test**

Test report no.: 0045/202/9090/P/00052/20/V/000(00)

| General test details | Location of test: Macinec / Croatia | | Order no.: 1978/2020. | | | | | | | |
|-----------------------------------|---|------------------------------|---|-------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|----------------|
| | pWPS no.: 048 | | Joining personnel name: | | | | | | | |
| | WPQR no.: 039A/20 KS | | Date of welding: 22.07.2020 | | | | | | | |
| | Manufacturer: | | | | | | | | | |
| | Address: Glavna 12, 40306 Macinec / Croatia | | | | | | | | | |
| Test piece | Marking: WPS 048 | | Welding position (ISO 6947): PG / PA | | | | | | | |
| | Type of test piece: Plate | | Welding process(es): 138 - MAG welding partly mechanized | | | | | | | |
| | Parent mat. designation 1: EN 10025-2: S355J2+N (1.0577) Group 1.2 acc. ISO/TR 15608 | | Parent mat. designation 2: EN 10025-2: S355J2+N (1.0577) Group 1.2 acc. ISO/TR 15608 | | | | | | | |
| | Material thickness 1 [mm]: 16 | | Material thickness 2 [mm]: 16 | | | | | | | |
| | Outside diameter 1 [mm]: - | | Outside diameter 2 [mm]: - | | | | | | | |
| Weld preparation | Joint type: BW Double-V preparation | | Included angle [°]: 60 | | | | | | | |
| | Face height [mm]: 1.5 | | Root gap [mm]: 4 | | | | | | | |
| | Backing: without | | Gouging: with grinding | | | | | | | |
| Run no. | Welding process | Size of filler material [mm] | Current [A] | Voltage [V] | Type of current /polarity | Wire feed speed [m/min] | Travel speed [cm/min] | Heat input [kJ/mm] | Interpass temp. [°C] | Metal transfer |
| 1(PG) | 138 | 1,2 | 145÷150 | 15,0÷15,5 | DC/+ | - | 14,2 | 0,735÷0,786 | - | D |
| 2(PA) | 138 | 1,2 | 236÷240 | 26,6÷26,8 | DC/+ | - | 33,3 | 0,904÷0,926 | 48 | S |
| 3(PA) | 138 | 1,2 | 239÷245 | 26,5÷26,9 | DC/+ | - | 24 | 1,267÷1,318 | 90 | S |
| 4(PA) | 138 | 1,2 | 240÷245 | 26,4÷26,8 | DC/+ | - | 36,9 | 0,823÷0,853 | 80 | S |
| 5(PA) | 138 | 1,2 | 236÷239 | 26,3÷26,5 | DC/+ | - | 30,8 | 0,968÷0,984 | 100 | S |
| Filler material | Designation: EN ISO 17632-A-T 42 2 M M/C 1 H5 | | | | | | | | | |
| | Trade name / manufacturer: MX-100T / KOBELCO | | | | | | | | | |
| Flux / cored- or filled electrode | Designation: EN ISO 17632-A-T 42 2 M M/C 1 H5 | | | | | | | | | |
| | Trade name: MX-100T / KOBELCO Drying: without | | | | | | | | | |
| Backing gas | Designation: - | | | | | | | | | |
| | Flow rate [l/min]: - | | | | | | | | | |
| Shielding gas | Designation: ISO 14175 - M21 - ArC - 18 | | | | | | | | | |
| | Flow rate [l/min]: 13 | | | | | | | | | |
| Tungsten electrode | Type: - | | | | | | | | | |
| | Size [mm]: - | | | | | | | | | |
| Oscillation | Details: - | | | | | | | | | |
| | Manufacturer: - | | | | | | | | | |
| Heat treatment | Pre weld treatment: ≥ 24°C | | | | | | | | | |
| | Interpass temperature [°C]: ≤ 100 | | | | | | | | | |
| | Post weld heat treatment: - | | | | | | | | | |

Attachement:

Power source for welding: Muller XMT 350 Field Pro with feeder Arc Reach Smart and RMD program for first run.

Test report of a welding procedure qualification (WPQR)
Test results

Test report no.: 0045/202/9090/P/00052/20/V/000(00)

| | |
|--|-----------------------|
| Location of test: Macinec / Croatia | Order no.: 1978/2020. |
| pWPS no.: 048 | WPQR No.: 039A/20 KS |
| Manufacturer: | |
| Address: Glavna 12, 40306 Macinec / Croatia | |
| Inspection basis: PED 2014/68/EU, EN ISO 15614-1 (Level 2) | |

Non destructive testing (Attachment 3235/2020, 2094/2020, 1445/2020)

| | | | | | |
|----------------------------|---------------|-----------|-----------------------|----------------|-----------|
| Visual testing: | EN ISO 17637 | Fulfilled | Radiographic testing: | EN ISO 17636-1 | Fulfilled |
| Penetrant particle testing | EN ISO 3452-1 | Fulfilled | Ultrasonic testing: | - | --- |

Tensile tests EN ISO 4136 (attachment S-29/2020)

| Position / no. | Temp. [°C] | Re/Rp0,2/1,0 [MPa] | Rm [MPa] | A [%] | Z [%] | Fracture location | Result | Remark |
|----------------|------------|--------------------|----------|-------|-------|-------------------|-----------|--------|
| Requirement | 20 | ≥ 355 | 470+630 | - | - | | | |
| WPS 048 / S1 | 20 | 360 | 532,5 | - | - | Parent material | Fulfilled | - |
| WPS 048 / S2 | 20 | 370 | 550 | - | - | Parent material | Fulfilled | - |

Bend tests EN ISO 5173 (attachment HA-49/2020) with a former diameter of 40mm 4 t

| Position / no. | Kind | Bend angle | Elongation | Results | Macro structure EN ISO 17639 | | Micro structure | |
|----------------|------|------------|------------|-----------|------------------------------|-----------|-----------------|--------|
| | | | | | Attachment | Result | Attachment | Result |
| Requirement | SBB | ° | - | | M-92/2020 | Fulfilled | | |
| WPS 048 H1 | SBB | 180 | - | Fulfilled | | | | |
| WPS 048 H2 | SBB | 180 | - | Fulfilled | | | | |
| WPS 048 H3 | SBB | 180 | - | Fulfilled | | | | |
| WPS 048 H4 | SBB | 180 | - | Fulfilled | | | | |

Impact tests with specimen type: KV300/10 x 10 x 55 mm EN ISO 148-1 (attachment U-22/2020)

| Position / no. | Notch location / direction | Temperature [°C] | Values [J] | | | Average [J] | Result | Remark / Fracture appearance |
|----------------|----------------------------|------------------|-------------------------|----|----|-------------|-----------|------------------------------|
| | | | K1 | K2 | K3 | | | |
| Requirement | VWT / VHT | -20 | ≥ 27J (allowed 1x ≥19J) | | | ≥ 27 | | |
| WPS 048 z1-3 | VWT 1/2 | -20 | 62 | 56 | 53 | 57 | Fulfilled | - |
| WPS 048 z4-6 | VHT 0/1 | -20 | 28 | 32 | 34 | 31,3 | Fulfilled | - |

Hardness tests type (test load): EN ISO 9015-1 HV 10 (attachment HAT-42/2020)

| Maximum values | Requirement | Top layer | Middle | Second side top layer | Result | Remark |
|-----------------|-------------|-----------|--------|-----------------------|-----------|--------|
| Parent material | ≤ 380 | 180 | 185 | 176 | Fulfilled | - |
| HAZ | ≤ 380 | 266 | 228 | 290 | Fulfilled | - |
| Weld material | ≤ 380 | 249 | 225 | 233 | Fulfilled | - |

Additional tests:

Remarks:

Test results:

The tests have been executed in accordance with the inspection basis as stated above.

The test requirements are fulfilled.

Notified body 0045 for pressure equipment

Digitally signed by

Date: 2020.08.25

09:04:59 +02'00'

Tvornička svjedodžba Br: 000748
Test report

HRN EN 10204-2.2

TRG REPUBLIKE 6
 40000 ČAKOVEC
 HRVATSKA

Zaprešić: 24/04/2020
 Proizvod: ELEKTRODE
 Product: ELECTRODES
 Otpremnica br.: 000748
 Delivery note:
 Tehnički uvjeti isporuke: HRN EN ISO 544
 Terms of delivery:

Šifra kupca: 14628

M.Br.: 04512580451258

MEHANIČKA SVOJSTVA METALA ZAVARA MECHANICAL PROPERTIES OF WELD METAL

| Br. Naziv proizvoda No. Trade name | Proizvodnja broj Batch No. | Oznaka Designation | Granica razvl. Yield strength (N/mm ²) | Vlačna čvrst. Tensile strengt (N/mm ²) | Istezanje Elongation A ₅ (%) | Udarni rad loma Impact energy ISO -V (J) | Tvrdoća Hardness |
|---------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|--|--|---|--|---------------------|
| 01 E2-SG2 1,0 S-S ŽIČANI | 010105 | G 42 4 C/M 3511 | >430 | 500-640 | >22 | >47 (-40°C) | - |
| 02 E2-SG2 1,2 S-S ŽIČANI | 010105 | G 42 4 C/M 3511 | >430 | 500-640 | >22 | >47 (-40°C) | - |
| 03 E2-SG3 1,0 S-S ŽIČANI | 020054 | G 46 4 C/M 3511 | >460 | 530-680 | >22 | >47 (-40°C) | - |
| 04 E2-SG3 1,2 S-S ŽIČANI | 020054 | G 46 4 C/M 3511 | >460 | 530-680 | >22 | >47 (-40°C) | - |

KEMIJSKI SASTAV CHEMICAL COMPOSITION

| Br. Naziv proizvoda stalo No. Trade name bar (| Proizvodnja broj Batch No. | C (%) | Mn (%) | Si (%) | Cr (%) | Ni (%) | Mo (%) | Cu (%) | Fe (%) | Mg (%) | Al (%) | Zn (%) |
|---|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 01 E2-SG2 1,0 S-S ŽIČANI | 010105 | 0,06-0,13 | 1,4-1,6 | 0,7-1,0 | - | - | - | <0,3 | - | - | - | - |
| 02 E2-SG2 1,2 S-S ŽIČANI | 010105 | 0,08-0,13 | 1,4-1,6 | 0,7-1,0 | - | - | - | <0,3 | - | - | - | - |
| 03 E2-SG3 1,0 S-S ŽIČANI | 020054 | 0,08-0,13 | 1,6-1,8 | 0,9-1,2 | - | - | - | <0,3 | - | - | - | - |
| 04 E2-SG3 1,2 S-S ŽIČANI | 020054 | 0,08-0,12 | 1,6-1,8 | 0,9-1,1 | - | - | - | <0,3 | - | - | - | - |

Potvrđujemo da gore navedeni materijal zadovoljava uvjete narudžbe.

We hereby certify that material described above complies with the terms of order

Ovaj dokument izostavljen je računom i vrijedi bez potpisa.

This document is prepared by computer and valid without signature.

Odjel kontrole i razvoja proizvoda
 Quality Control and Development Department

INSPECTION CERTIFICATE

FLUX CORED WIRE

According to EN 10204-3.1

PURCHASER: _____
 CERTIFICATE NO: **KC20-039**
 DATE OF ISSUE: **22/01/2020**

| | | | |
|-------------------|-----------------------------|---------------|---|
| TRADE DESIGNATION | DIAMETER (mm) / WEIGHT (kg) | MFG.NO. | APPLICABLE SPECIFICATION AND CLASSIFICATION |
| MX-100T | 1.2 | ND0141 | AWS A5.18 E70C-6M/-6C EN ISO 17632-A - T 42 2 M M/C 1 H5 |

1. CHEMICAL COMPOSITIONS OF ALL WELD METAL (wt%)

| ELEMENT | C | Si | Mn | P | S | Cu | Ni | Cr | Mo | V | Nb | 91 |
|------------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|--------|------|
| WELD METAL | 0.07 | 0.56 | 1.59 | 0.011 | 0.016 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | < 0.01 | 0.05 |
| ELEMENT | | | | | | | | | | | | |
| WELD METAL | | | | | | | | | | | | |

91=Ni+Cr+Mo+V

2. TENSILE TEST OF ALL WELD METAL

| YIELD STRENGTH at 0.2% OFFSET MPa | TENSILE STRENGTH MPa | ELONGATION GL=5D(%) |
|-----------------------------------|----------------------|---------------------|
| 428 | 558 | 28 |

3. CHARPY IMPACT TEST OF ALL WELD METAL

| TESTING TEMPERATURE (°C) | ABSORBED ENERGY (J) | |
|--------------------------|---------------------|---------|
| | EACH | AVERAGE |
| -30 | 55 | 88 |
| | 80 | 74 |

4. WELDING CONDITIONS FOR THE TESTING

| TYPE OF CURRENT | DC+ | SHIELDING GAS |
|-----------------|---------|---------------|
| WELDING CURRENT | 280 (A) | 100%CO2 |
| | | 33.0 (V) |

5. REMARKS

WE HEREBY CERTIFY THAT THE TEST RESULTS OF THE ABOVE WELDING MATERIAL ARE CORRECT



QA Manager

19/06/2020 Creaio il 15/05/2020
 1502051738 Number/Numero 1502051738
 3.1 CERTIFICATO DI COLLAUDO EN10204 THE REQUIREMENT WAS PROVIDED AUTOMATICALLY AND IS VALID WITHOUT SIGNATURE

Product: Hot Rolled Heavy Plates
 Norma Colliaudi Lamiera Treno: EN10025-2
 Steel grade: S355J2+N

Quality Control/Controllo Qualità
 O.M. D./RESP. M. Quagnoli
 Plant/Tab. S. Giorgio di Nogaro
 Delivery note nr/n° doc. di trasp. 1080052205
 Delivery/N° Consigna 8360826567
 Order Reference 1191214340/20
 Client Order/Ordine cliente M012020
 Client Data/Date cliente 16/05/2020

Remarks/Note:
 Manufacturer has a Quality-Assurance System with specific assessment for materials used in ADR500-Mechanics
 WOLFRYTO - Certificate No. 01 202 10 10 8272 issued by TÜV Rheinland
 The Declaration of Performance (DOP) can be downloaded from the following web page:
 www.quality-management.com/mercatogialla/attesta-cep
 EN 10025-2 Ed.2019

| Item | Heat/Calore | Quantity/Qtà PZ | Surface Quality: EN10163-2 CL A2 | Fitness: rif EN 10029 cl. N (STANDARD) | Thickness tolerance: EN10029 CLASSE A |
|------|-------------|-----------------|----------------------------------|--|---------------------------------------|
| 1 | 20EP009251 | 301333 | | | |
| 2 | 20E7007834 | 201478 | | | |
| 3 | 20E9007158 | 201474 | | | |
| 4 | 20EP009250 | 301333 | | | |

| Batch/n° Partita | C | Min (%) | Si (%) | S (%) | P (%) | Cr (%) | Ni (%) | Cu (%) | A (%) | Mn (%) | Nb (%) | V (%) | Ti (%) | N (%) | CaO (%) |
|------------------|-------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|-------|---------|
| 20EP009251 | 0.2 | 1.5 | 0.55 | 0.005 | 0.025 | 0.3 | 0.3 | 0.55 | 0.3 | 0.35 | 0.06 | 0.1 | 0.05 | 0.012 | 0.45 |
| 20E7007834 | 0.180 | 1.500 | 0.180 | 0.140 | 0.020 | 0.030 | 0.10 | 0.020 | 0.031 | 0.020 | 0.03 | 0.04 | 0.030 | 0.060 | 0.44 |
| 20E9007158 | 0.170 | 1.470 | 0.190 | 0.150 | 0.0170 | 0.060 | 0.020 | 0.020 | 0.047 | 0.020 | 0.03 | 0.03 | 0.030 | 0.060 | 0.42 |
| 20EP009250 | 0.180 | 1.430 | 0.200 | 0.0200 | 0.0190 | 0.020 | 0.040 | 0.020 | 0.033 | 0.040 | 0.03 | 0.03 | 0.030 | 0.080 | 0.44 |
| 20EP009250 | 0.180 | 1.500 | 0.190 | 0.140 | 0.0200 | 0.030 | 0.10 | 0.020 | 0.031 | 0.020 | 0.03 | 0.04 | 0.030 | 0.060 | 0.44 |

| Forma | (1) | (2) | (3) | Tst [°C] | Rm [N/mm²] | RpH [N/mm²] | A5k (%) | A5k (Cb) | (Cb T) | Kv1 | Kv2 | Kv3 | Kv4 | TESTN |
|------------------|-----|-----|-----|----------|------------|-------------|---------|----------|--------|-----|-----|-----|-----|-------|
| Batch/n° Partita | | | | 20 | 470 | 355 | 20 | -20 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | |
| 20EP009251 | P | 1 | P | 20 | 540 | 399 | 24.3 | 1 | P | L | -20 | 73 | 68 | 76 |
| 20E7007834 | P | 1 | P | 20 | 543 | 403 | 29.6 | 1 | P | L | -20 | 94 | 101 | 122 |
| 20E9007158 | P | 1 | P | 20 | 539 | 397 | 26.3 | 1 | P | L | -20 | 97 | 92 | 101 |
| 20EP009250 | P | 1 | P | 20 | 540 | 399 | 24.3 | 1 | P | L | -20 | 73 | 68 | 76 |

| Item | Numero di serie | Condizioni di superficie | As Rollat | Epito | Indicazioni | Raffinori | Bordi | Sonda | Frequenza | Angolo |
|------------------|-----------------|--------------------------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Apparecchiatura | Numero di serie | Condizioni di superficie | As Rollat | Epito | Indicazioni | Raffinori | Bordi | Sonda | Frequenza | Angolo |
| Giuliano: RD3700 | 1001268 | As Rollat | As Rollat | As Rollat | As Rollat | As Rollat | As Rollat | As Rollat | As Rollat | As Rollat |

Material Free of radioactive contamination
 Dimensional check and visual examination of the surface condition, without objection
 We Declare that the above mentioned plates are in conformance with line order prescription

