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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:650431

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-20**

Repository / Repozitorij:

University North Digital Repository

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište
Sjever

Završni rad br. 335/PS/2020

Izrada dokumentacije za tlačnu posudu i atestacija postupaka i zavarivača

Vanja Marciuš, 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 Marciuš, 1518/336

Mentor

Marko Horvat, dipl. ing.

Varaždin, rujan 2020. godine

Sveučilište Sjever
Sveučilišni centar Varaždin
104. brigade 3, HR-42000 Varaždin

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL: Odjel za strojarstvo

STUDIJ: preddiplomski 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 slijedeće 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

REPUBLIKA HRVATSKA SVEUČILIŠTE SJEVER

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 charactheristics 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 elektrodnom 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_2O	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 inspekcijskih 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. Tvrtka 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 aluminija 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 (Rm) 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 stjenke 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 proizvoda, 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.

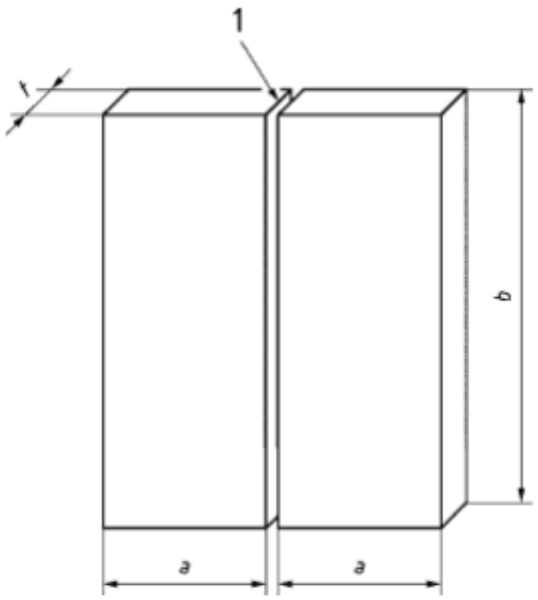
Akreditiranje je ocjenjivanje sukladnosti koje provodi treća strana, a misli se na tijelo za ocjenjivanje sukladnosti i davanje formalnog dokaza njegove osposobljenosti za provođenje zadaća ocjenjivanja sukladnosti. [4]

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.



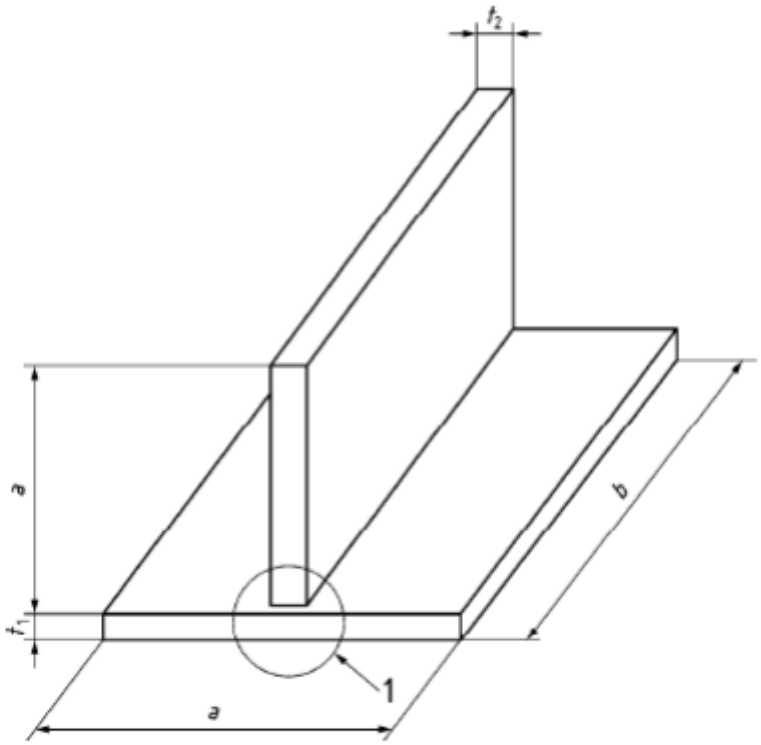
1 - Priprema spoja

a - Minimalno 150 mm

b - Minimalno 350 mm

t - Debljina materijala

Slika 5.1. Skica pripremka 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.

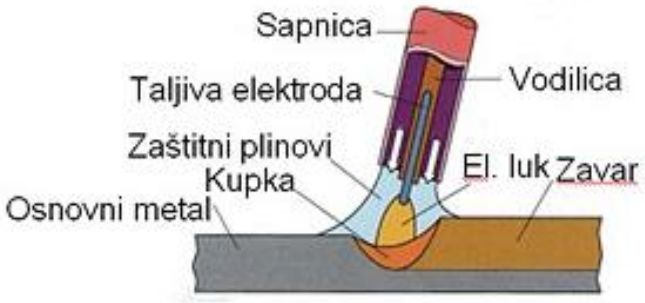
Prijenos materijala (uspostavljanje električnog luka) moguće je ostvariti kratkim spojevima (niska unosna energija, tanki lim, nametnuti položaji), prijelaznim lukom, štrcajućim lukom (za deblje materijale i veću učinkovitost) i impulsnim zavarivanjem (kontroliranim prijenosom štrcajućeg luka „kapljica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

Prednosti:

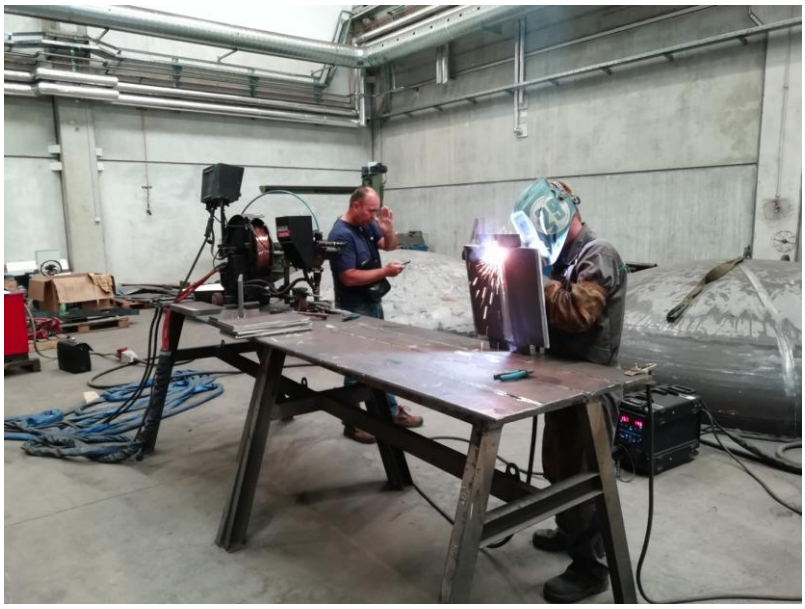
- Primjenjivo za zavarivanje svih tipova materijala
- Široka mogućnost odabira parametara i vrste prenošenja materijala
- Zavarivanje s mogućnošću u svim položajima
- Mogućnost zavarivanja i u radioni kao i terenu
- Mogućnost korištenja mnogih plinskih mješavina
- Mogućnost korištenja praškom punjene 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:

- Pojedinosti 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:

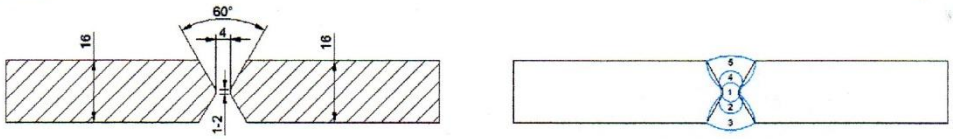
- postupak zavarivanja
- položaj zavarivanja
- vrsta i oblik spoja (skica)
- podaci o osnovnom materijalu (oznaka, grupa, debljina i promjer)
- parametri zavarivanja (broj prolaza, vrsta postupka, promjer, jakost struje, napon, vrsta i polaritet struje, protok plina, brzina zavarivanja, brzine žice i 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 rata 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

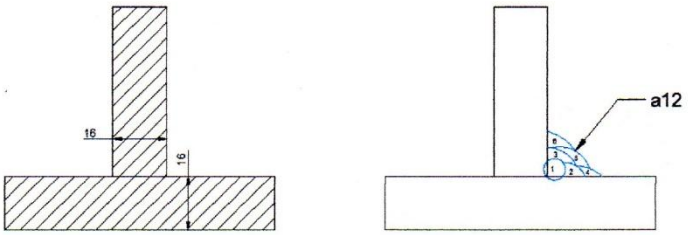
Filler metal Dodatni materijal		Postweld heat treatment Toplinska obrada poslije zavarivanja	-
Designation and manufacturer Naziv i proizvođač	Kobelco MX 100T	Preheat temperature Temperatura predgrijavanja	-
Clasification/Klasifikacija	T 42 2 M M/C 1 H5	Interpass temperature Međuslojna temperatura	250°C (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: Vanja Marciuš Date/Datum: 21.07.2020.	Approved by: Odobrio: ___ Date/Datum: 21.07.2020.	Revisions: Revizija:

	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 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 rata 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	-
Clasification/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: Vanja Marciuš Date/Datum: 21.07.2020.	Approved by: Odobrio: ___ Date/Datum: 21.07.2020.	Revisions: Revizija:

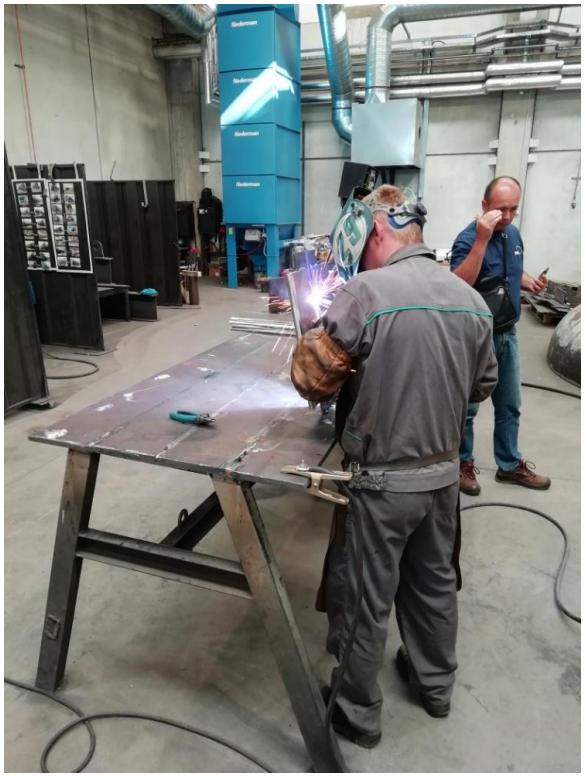
9.2. Zavarivanje ispitnih uzoraka

Zavarivanje uzoraka se vrši u prostorima naručitelja, u ovome slučaju u tvrtki Centrometal d.o.o. uz prisustvo ovlaštenog inspektora iz certifikacijske i inspekcijske 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

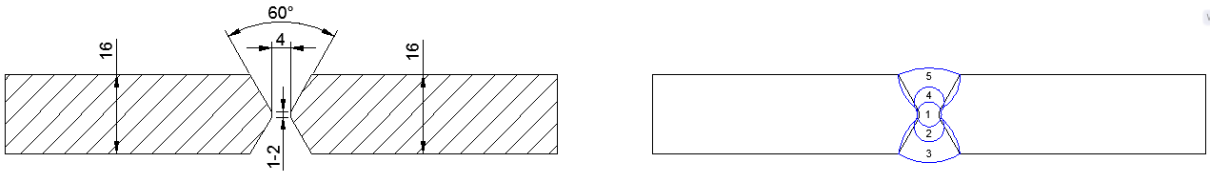
Kutni spoj MAG zavarivanjem-elektrolučnim zavarivanjem taljivom elektrodom u zaštiti aktivnog plina (135) zavaruje se u PB položaju (horizontalno-vertikalni položaj).

Slika 9.4. Zavaren prvi prolaz kutnog spoja u PB položaju

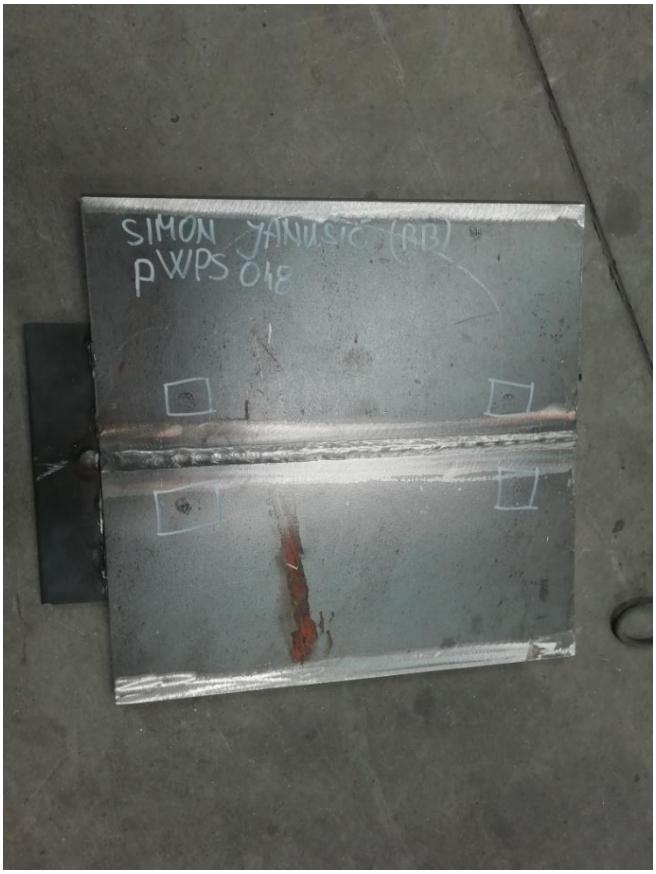
	Sučeljeni spoj		**Kutni spoj**	
Vrsta plina	M21		M21	
Broj prolaza	5		6	
Dimenzija DM [mm]	Ø1,2		Ø1,0	
	korijen zavara	**ostali prolazi**	**korijen zavara**	**ostali prolazi**
Jakost struje [A]	145	240	240	240
Napon [V]	15	26	30,5	30,5
Vrsta/polaritet	DC+	DC+	DC+	DC+
Protok plina [l/min]	13	13	13	13
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 elektrodnom 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.

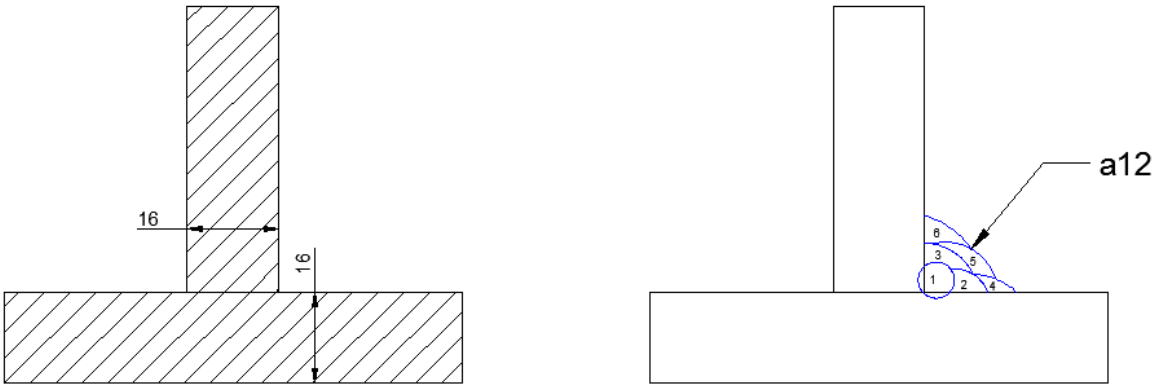


Slika 9.5. Skica pripreme sučeljenog spoja i polaganja slojeva/prolaza zavara



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.



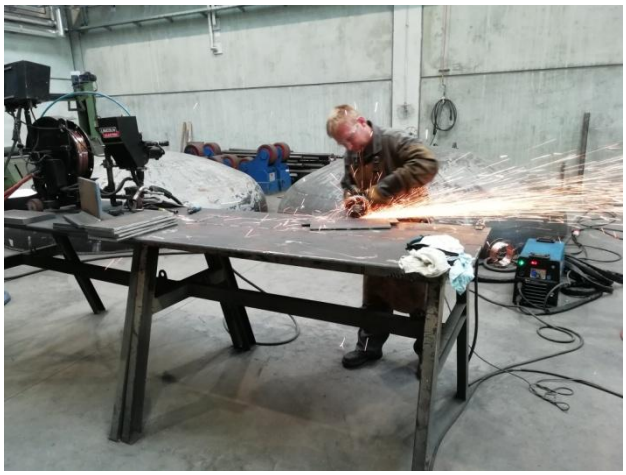
Slika 9.7. Skica pripreme kutnog spoja i polaganja slojeva/prolaza zavara

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.

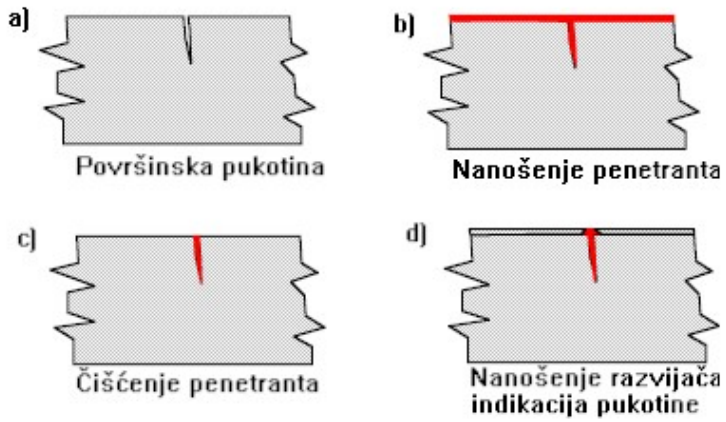


Slike 9.11. i 9.12. Međuslojno čišćenje brušenjem

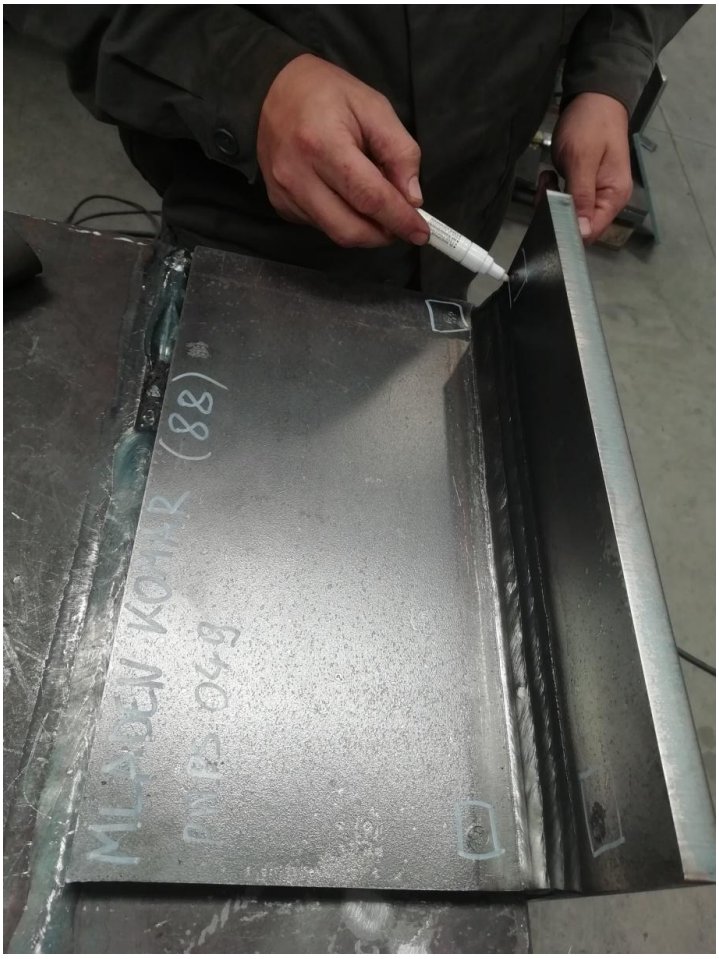
Prethodno, ovlašteni inspektor iz certifikacijske i inspekcijske kuće je sa zaposlenim inženjerom zavarivanja tvrtke dogovorio sve parametre zavarivanja i popunio dio protokola atesta postupka zavarivanja (WPQR). Na samome činu atestiranja postupaka i zavarivača inspektor nadgledava cijeli postupak zavarivanja 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

Duljina uzorka 400 mm

PROTOKOL ATESTA POSTUPKA ZAVARIVANJA

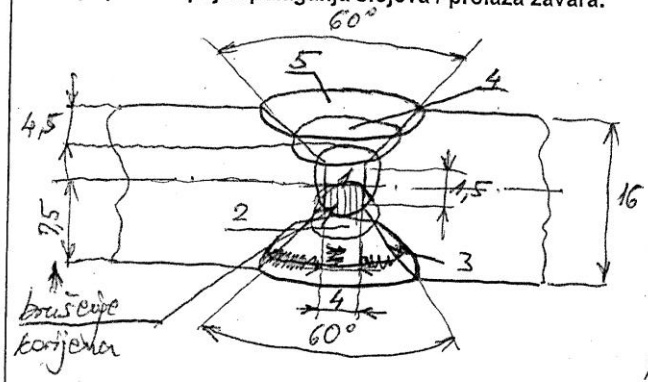
Broj:.....

Dokument br.: TI-BB- /11

Strana 1 od 1

Naziv tvrtke:	Za projekt: OPREMA * POD TLAKOM	Zahtijevane norme: ISO 15614-1 + PED 2014/68/EU	pWPS broj: 048	Datum zavarivanja: 22.07.2020.

Skica pripreme spoja i polaganja slojeva / prolaza zavara:



Mješač 82%Ar+18%CO2

Osnovni podaci o postupku zavarivanja

Zavarivač(i) / Operater(i):	–				
Postupak zavarivanja:	138	Položaj zavarivanja:	PG / PA		
Dio 1	S355J2+N	Dimenzije:	16mm lim	Šarža:	301333
Dio 2	S355J2+N	Dimenzije:	–"–	Šarža:	–"–
Predgrijavanje (T_p):	–	Metoda:	–		
Maksimalna međuprolazna temperatura (T_m):	250 ~~300~~ °C				
Održavanje temperature predgrijavanja:	–				
Toplinska obrada nakon zavarivanja (vrsta):	–				
Brzina zagrijavanja i hlađenja:	–				
Teperatura i vrijeme progrijavanja:	–				
Ostale pojedinosti:	MULLER XMT 350 Field Pro / ArcReach Smart				

Sloj br.	Prolaz br.	Postupak	Dodatni materijal			Zaštitni plin i protok [l/min]	Korjeni 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	Kobelco MX-100T	ϕ1,2	N00141	13	–	DC+	145÷150	15.0÷15.5	2min 49sek		24	BB
BRUŠENJE KORIJENA														
2	2	138	–"–	–"–	–"–	–"–	–	–"–	236÷240	26.6÷26.8	1min 12sek		48	BB
3	3	–"–	–"–	–"–	–"–	–"–	–	–"–	239–245	26.5÷26.9	1min 40sek		90	BB
4	4	–"–	–"–	–"–	–"–	–"–	–	–"–	240–245	26.4÷26.8	1min 5sek		80	BB
5	5	–"–	–"–	–"–	–"–	–"–	–	–"–	236÷239	26,3÷26,5	1min 18sek		100	BB

F:\02-tehnicka-insp\1-radna-mapa\08_WPQR-Postupci\Protokol o zavarivanju ...

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

Duljina uzorka 350 mm

PROTOKOL ATESTA POSTUPKA ZAVARIVANJA

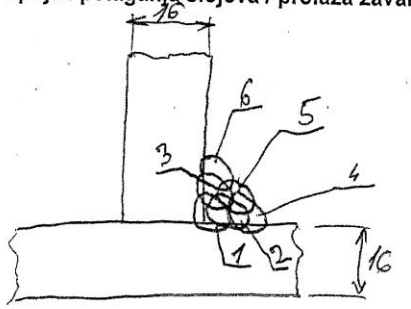
Broj:.....

Dokument br.: TI-BB- /11

Strana od

Naziv tvrtke:	Za projekt:	Zahtijevane norme:	pWPS broj:	Datum zavarivanja:
	OPT	ISO 15614-1 + PED 2014/68/EU	049	22.07.2020.

Skica pripreme spoja i polaganja slojeva / prolaza zavara:



Osnovni podaci o postupku zavarivanja

Zavarivač(i) / Operater(i):					
Postupak zavarivanja:	135		Položaj zavarivanja:	PB	
Dio 1	S355J2+N	Dimenzije:	16 mm	Šarža:	301333
Dio 2	-"-	Dimenzije:	-"-	Šarža:	-"-
Predgrijavanje (T_p):	~~50°C~~		Metoda:	PLINSKI	
Maksimalna međuprolazna temperatura (T_m):	250°C				
Održavanje temperature predgrijavanja:	—				
Toplinska obrada nakon zavarivanja (vrsta):	—				
Brzina zagrijavanja i hlađenja:	—				
Teperatura i vrijeme progrijavanja:	—				
Ostale pojedinosti:	82%Ar+18%CO2 MULLER XMT 350 Field Pro / Feeder ArcReach Smart				

Sloj br.	Prolaz br.	Postupak	Dodatni materijal 020054 Naziv	Dimenzije	Šarža	Zaštitni plin i protok [l/min]	Korjeni 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
1	1	135	E 56 6-3	⌀1,0	~~010105~~	13	—	DC+	239-244	30,7÷30,8	1 min 24 sek		25	88
2	2	-"-	-"-	-"-	-"-	-"-	—	-"-	238-245	30,5÷30,6	1 min 2 sek		90	88
2	3	-"-	-"-	-"-	-"-	-"-	—	-"-	240-244	30,6÷30,7	1 min 5 sek		126	88
3	4	-"-	-"-	-"-	-"-	-"-	—	-"-	235÷238	30,5÷30,6	1 min 3 sek		140	88
3	5	-"-	-"-	-"-	-"-	-"-	—	-"-	235÷241	30,6÷30,7	1 min 10 sek		126	88
3	6	-"-	-"-	-"-	-"-	-"-	—	-"-	238÷242	30,6÷30,7	1 min 12 sek		158	88

F:\02-tehnicka-insp\1-radna-mapa\08_WPQR-Postupci\Protokol o zavarivanju - obrazac

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

10. Dobivanje potrebnih certifikata

Naposljetku kada certifikacijska i inspekcijska 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.

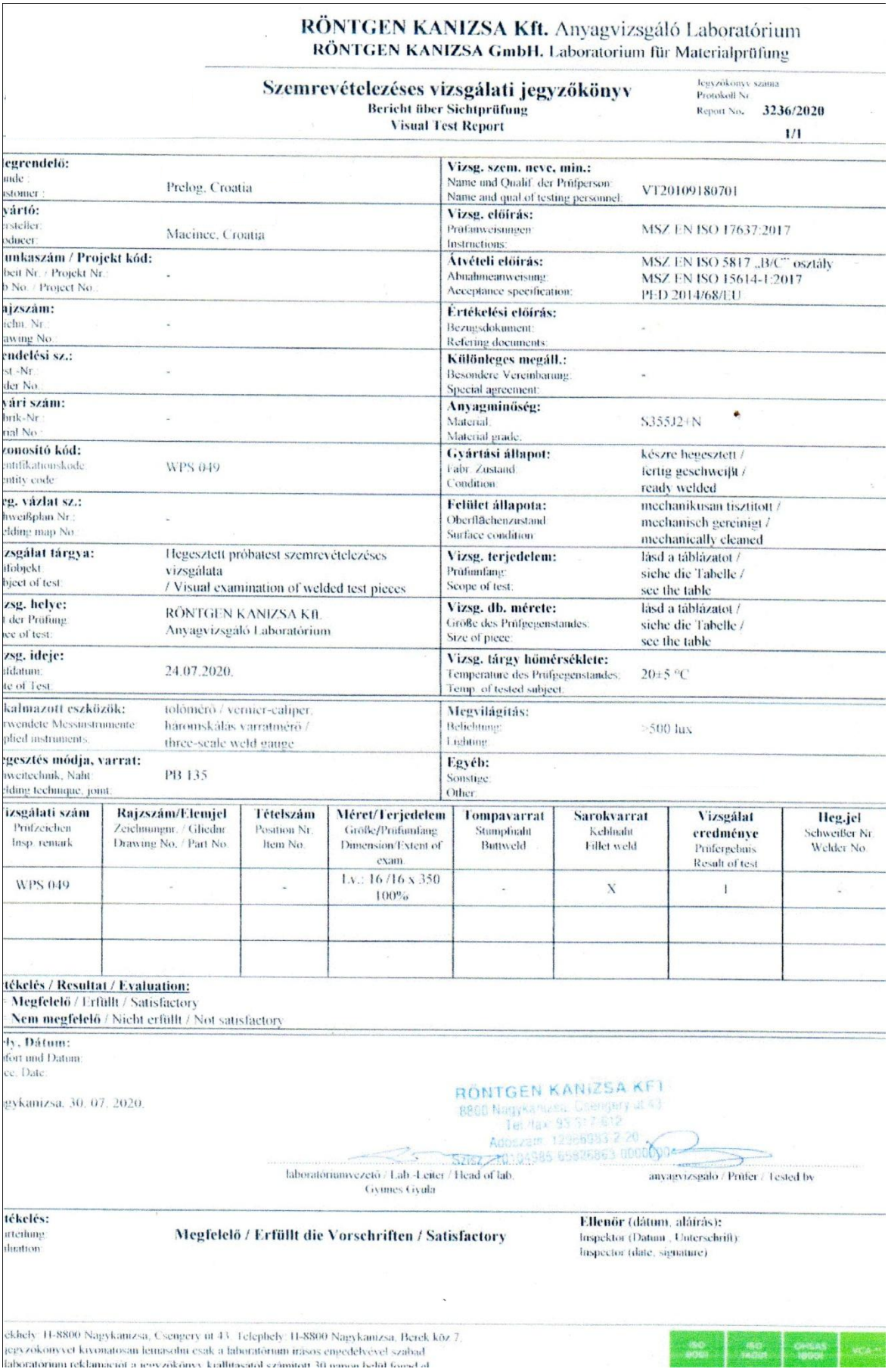
Osim specifikacije postupka zavarivanja u izvješću o odobrenju postupka zavarivanja, a prema zahtijevanim normama, nalaze se i izvješća s laboratorijskih ispitivanja koja su išla slijedećim redom ovisno o vrsti zavarenog spoja:

- 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

egrendelő: nde: stomer:	Prelog, Croatia	**Vizsg. szem. neve, min.:** Name und Qualif. der Prüfperson: Name and qual.of testing personnel:	VT20109180701
yártó: rsteller: oducer:	Macinec, Croatia	**Vizsg. előírás:** Prüfanweisungen: Instructions:	MSZ EN ISO 17637:2017
unkaszám / Projekt kód: beit Nr. / Projekt Nr.: o 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
ajzszám: ichn. Nr.: awing No.:	-	**Értékelési előírás:** Bezugsdokument: Refering documents:	-
endelési sz.: st.-Nr.: der No.:	-	**Különleges megáll.:** Besondere Vereinbarung: Special agreement:	-
yári szám: brik-Nr.: rial No.:	-	**Anyagminőség:** Material: Material grade:	S355J2+N
zonosító kód: ntifikationskode: ntity code:	WPS 049	**Gyártási állapot:** Fabr. Zustand: Condition:	készre hegesztett / fertig geschweißt / ready welded
g. vázlat sz.: hweißplan Nr.: lding map No.:	-	**Felület állapota:** Oberflächenzustand: Surface condition:	mechanikusan tisztított / mechanisch gereinigt / mechanically cleaned
zsgálat tárgya: ifobjekt: bject 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
zsg. helye: der Prüfung: ce 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
zsg. ideje: ifdatum: te of Test:	24.07.2020.	**Vizsg. tárgy hőmérséklete:** Temperature des Prüfgegenstandes: Temp. of tested subject:	20±5 °C
kalmazott eszközök: rwendete Messinstrumente: plied instruments:	tolómérő / vernier-caliper, háromskálás varratmérő / three-scale weld gauge	**Megvilágítás:** Beleihtung: Lighting:	>500 lux
gesztés módja, varrat: hweitechnik, Naht: lding technique, joint:	PB 135	**Egyéb:** Sonstige: Other:	

izsgálati szám Prüfzeichen Insp. remark	**Rajzszám/Elemjel** Zeichnungnr. / Gliednr. Drawing No. / Part No.	**Tételszám** Position Nr. Item No.	**Méret/Terjedelem** Größe/Prüfumfang Dimension/Extent of exam.	**Tompavarrat** Stumpfnaht Buttweld	**Sarokvarrat** Kehlnaht Fillet weld	**Vizsgálat eredménye** Prüfergebnis Result of test	**Heg.jel** Schweißer Nr. Welder No.
WPS 049	-	-	Lv.: 16 /16 x 350 100%	-	X	1	-

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

ly, Dátum:
fort und Datum:
ce, Date:

gykanizsa, 30. 07. 2020.

RÖNTGEN KANIZSA KFT
8800 Nagykanizsa, Csengery út 43
Tel./fax: 93 317 612
Adószám: 12966983-2-20
Szisz: 10104985 65826863 0000000

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

anyagvizsgáló / Prüfer / Tested by

tékelés:
rteilung:
luation:

Megfelelő / Erfüllt die Vorschriften / Satisfactory

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

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

ISO 9001 ISO 14001 OHSAS 18001 VCA

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**
1/1

egrendelő: / ide / stomer:	Prelog, Croatia	**Vizsg. szem. neve, min.:** / Name und Qualif. der Prüfperson / Name and qual.of testing personnel:	VT20109180701
yártó: / rsteller / ducer:	Macinec, Croatia	**Vizsg. előírás:** / Prüfanweisungen / Instructions:	MSZ EN ISO 17637:2017
unkaszám / Projekt kód: / bett Nr. / Projekt Nr.: /) 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
ajzszám: / ichn. Nr. / awing No.:	-	**Értékelési előírás:** / Bezugsdokument / Refernz documents:	-
endelési sz.: / st.-Nr.: / der No.:	-	**Különleges megáll.:** / Besondere Vereinbarung / Special agreement:	-
ári szám: / brik-Nr. / ial No.:	-	**Anyagminőség:** / Material / Material grade:	S355J2+N
onosító kód: / ntifikationskode / ntity code:	WPS 048	**Gyártási állapot:** / Fabr. Zustand / Condition:	készre hegesztett / fertig geschweißt / ready welded
g. vázlat sz.: / weißplan Nr. / lding map No.:	-	**Felület állapota:** / Oberflächenzustand / Surface condition:	mechanikusan tisztított / mechanisch gereinigt / mechanically cleaned
zsgálat tárgya: / fobjekt / ject 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
zsg. helye: / der Prüfung / ce 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
zsg. ideje: / ıfdatum / te of Test:	24.07.2020.	**Vizsg. tárgy hőmérséklete:** / Temperature des Prüfgegenstandes / Temp. of tested subject:	20±5 °C
kalmazott eszközök: / wendete Messinstrumente / plied instruments:	tolómérő / vernier-caliper; háromskálás varratmérő / three-scale weld gauge	**Megvilágítás:** / Beleuchtung / Lighting:	>500 lux
gesztés módja, varrat: / weitechnik, Naht / lding technique, joint:	PG/PA 138	**Egyéb:** / Sonstige / Other:	

izsgálati szám / Prüfzeichen / Insp. remark	**Rajzszám/Elemjel** / Zeichnungsnr. / Gliednr. / Drawing No. / Part No.	**Tételszám** / Position Nr. / Item No.	**Méret/Terjedelem** / Größe/Prüfumfang / Dimension/Extent of exam.	**Tompavarrat** / Stumpfnaht / Buttweld	**Sarokvarrat** / Kehlnaht / Fillet weld	**Vizsgálat eredménye** / Prüfergebnis / Result of test	**Heg.jel** / Schweißer Nr. / Welder No.
WPS 048	-	-	t.v.: 16 x 400 mm 100%	X	-	I	-

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

ly, Dátum: / Ort und Datum / ce, Date:

gykanizsa, 30. 07. 2020.

RÖNTGEN KANIZSA KFT
8800 Nagykanizsa, Csengery út 43.
Tel./Fax: 06 93/ 82 2...
Adószám: 12096391-2-20
H-8800 Nagykanizsa, Csengery út 43.

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

anyagvizsgáló / Prüfer / Tested by:

tékelés: / urteilung / luation:
Megfelelő / Erfüllt die Vorschriften / Satisfactory

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

ekhely: H-8800 Nagykanizsa, Csengery út 43. Telephely: H-8800 Nagykanizsa, Berek köz 7.
jegyzőkönyvet kivonatosan lemásolni 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

egrendelő: nde: stomer:	Prelog, Croatia	**Vizsg. szem. neve, min.:** Name und Qualif. der Prüfperson: Name and qual.of testing personnel:	PT20103180301
ártó: rsteller: oducer:	Macinec, Croatia	**Vizsg. előírás:** Prüfanweisungen: Instructions:	MSZ EN ISO 3452-1:2013
unkaszám / Projekt kód: ject Nr. / Projekt Nr.: No. / Project No.:	-	**Átvételi előírás:** Abnahmeanweisung: Acceptance specification:	MSZ EN ISO 232772x átv. szint MSZ EN ISO 15614-1:2017 PED 2014/68/EU
ajzszám: chn. Nr.: wing No.:	-	**Értékelési előírás:** Bezugsdokument: Refering documents:	-
ndelési sz.: st.-Nr.: der No.:	-	**Különleges megáll.:** Besondere Vereinbarung: Special agreement:	-
ári szám: rik-Nr.: ial No.:	-	**Anyagminőség:** Material: Material grade:	S355J2+N
onosító kód: ntifikationskode: ntity code:	WPS 049	**Gyártási állapot:** Fabr. Zustand: Condition:	készre hegesztett / fertig geschweißt / ready welded
g. vázlat sz.: weißplan Nr.: lding map No.:	-	**Felület állapota:** Oberflächenzustand: Surface condition:	mechanikusan tisztított / mechanisch gereinigt / mechanically cleaned
zsgálat tárgya: fobjekt: ject of test:	Hegesztett próbatest folyadékbehatolásos vizsgálata / Liquid penetrant examination of welded test pieces.	**Vizsg. terjedelem:** Prüfumfang: Scope of test:	100%
zsg. helye: der Prüfung: ce 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
zsg. ideje: fdatum: e of Test:	24. 07. 2020.	**Vizsg. tárgy hőmérséklete:** Temperature des Prüfgegenstandes: Temp. of tested subject:	20±5 °C
hatolási idő: dringzeit: etration time:	20 min	**Jelzőfolyadék:** Eindringmittel: Penetrant:	Pfinder 800
hívási idő: wicklungszeit: eloping time:	15 min	**Tisztító folyadék:** Reiniger: Cleaner:	Pfinder 890
nyintenzitás (fehér/UV): ntintensität (weiß / UV): ht intensity (white / UV):	>500 lux	**Előhívó:** Entwickler: Developer:	Pfinder 871

izsgálati szám rüfzeichen sp. remark	**Rajzszám/Elemjel** Zeichnungnr. / Gliednr. Drawing No. / Part No.	**Tételszám** Position Nr. Item No.	**Méret/Terjedelem** Größe/Prüfumfang Dimension/Extent of exam	**Tompavarrat** Stumpfnaht Buttweld	**Sarokvarrat** Kehlnaht Fillet weld	**Vizsgálat eredménye** Prüfergebnis Result of test	**Heg.jel** Schweißer Nr. Welder No.
VPS 049	-	-	Lv.: 16 /16 x 350 100%	-	X	1	-

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

ly. Dátum:
lort und Datum
ce, Date:

gykanizsa, 30. 07. 2020

RÖNTGEN KANIZSA KFT
8800 Nagykanizsa, Csengery út 43
Tel./fax: 95 317 612
Adószám: 12365383-2-20
Cégjegyzékszám: 10104285-5-826863-0000000

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

anyagvizsgáló / Prüfer / Tested by

ékelés: rteilung: luation:

Megfelelő / Erfüllt die Vorschriften / Satisfactory

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

ékhely: H-8800 Nagykanizsa, Csengery út 43. Telephely: H-8800 Nagykanizsa, Berek köz 7.
egyzőkönyvet kivonatosan lemásolni csak a laboratórium írásos engedélyével szabad
aboratórium reklamációt 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

egrendelő: nde: stomer	Prelog, Croatia	**Vizsg. szem. neve, min.:** Name und Qualif. der Prüfperson: Name and qual of testing personnel:	PT20103180301
ártó: rsteller: ducer:	Macinec, Croatia	**Vizsg. előírás:** Prüfanweisungen: Instructions:	MSZ EN ISO 3452-1:2013
unkaszám / Projekt kód: ject Nr. / Projekt Nr.: No. / Project No.:	-	**Átvételi előírás:** Abnahmeanweisung: Acceptance specification:	MSZ EN ISO 232772x átv. szint MSZ EN ISO 15614-1:2017 PED 2014/68/EU
ajzszám: chn. Nr.: wing No.:	-	**Értékelési előírás:** Bezugsdokument: Refering documents:	-
ndelési sz.: st.-Nr.: der No.:	-	**Különleges megáll.:** Besondere Vereinbarung: Special agreement:	-
ári szám: rik-Nr.: ial No.:	-	**Anyagminőség:** Material: Material grade:	S355J2+N
onosító kód: ntifikationskode: ntity code:	WPS 048	**Gyártási állapot:** Fabr. Zustand: Condition:	készre hegesztett / fertig geschweißt / ready welded
g. vázlat sz.: weißplan Nr.: lding map No.:	-	**Felület állapota:** Oberflächenzustand: Surface condition:	mechanikusan tisztított / mechanisch gereinigt / mechanically cleaned
zsgálat tárgya: fobjekt: ject of test:	Hegesztett próbatest folyadékbehatolásos vizsgálata / Liquid penetrant examination of welded test pieces.	**Vizsg. terjedelem:** Prüfumfang: Scope of test:	100%
zsg. helye: der Prüfung: ce 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
zsg. ideje: fdatum: e of Test:	24. 07. 2020.	**Vizsg. tárgy hőmérséklete:** Temperature des Prüfgegenstandes: Temp. of tested subject:	20±5 °C
hatolási idő: dringzeit: etration time:	20 min	**Jelzőfolyadék:** Eindringmittel: Penetrant:	Pfinder 800
hívási idő: wicklungszeit: eloping time:	15 min	**Tisztító folyadék:** Reiniger: Cleaner:	Pfinder 890
nyintenzitás (fehér/UV): htintensität (weiß / UV): ht intensity (white / UV):	>500 lux	**Előhívó:** Entwickler: Developer:	Pfinder 871

izsgálati szám ufzeichen sp. remark	**Rajzszám/Elemjel** Zeichnungsnr. / Gliednr. Drawing No. / Part No.	**Tételszám** Position Nr. Item No.	**Méret/Terjedelem** Größe/Prüfumfang Dimension/Extent of exam.	**Tompavarrat** Stumpfnaht Buttweld	**Sarokvarrat** Kehlnaht Fillet weld	**Vizsgálat eredménye** Prüfergebnis Result of test	**Heg.jel** Schweißer Nr. Welder No.
WPS 048	-	-	Lv.: 16 x 400 mm 100%	X	-	I	-

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

ly, Dátum:
fort und Datum:
e, Date

gykanizsa, 30. 07. 2020

RÖNTGEN KANIZSA KFT.
8800 Nagykanizsa, Csengery út 43
Tel./Fax: 93/317 612
Adószám: 12968003-2-20
Szisz: 40-04986-65526663-00000004

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

anyagvizsgáló / Prüfer / Tested by

tékelés: rteilung: luation:

Megfelelő / Erfüllt die Vorschriften / Satisfactory

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

ékhely: H-8800 Nagykanizsa, Csengery út 43. Telephely: H-8800 Nagykanizsa, Berek köz 7
jegyzőkönyvet kivonatosan lemásolni csak a laboratórium írásos engedélyével szabad
aboratórium reklamációt 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 ERESCO 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 ERESCO 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

Megrendelő: unde : ustomer :	Prelog, Croatia	**Vizsg. szem. neve, min.:** Name und Qualif. der Prüfperson: Name and qual.of testing personnel:	RT20101120110
Gyártó: ersteller: roducer:	Macinec, Croatia	**Vizsg. előírás:** Prüfanweisungen: Instructions:	MSZ EN ISO 17636-1:2013
Munkaszám / Projekt kód: rbeit Nr. / Projekt Nr.: b No. / Project No.:	-	**Átvételi előírás:** Abnahmeanweisung: Acceptance specification:	MSZ EN ISO 15614-1:2017 PED 2014/68/EU
Rajzszám: eichn. Nr.: rawing No.:	-	**Értékelési előírás:** Bezugsdokument: Refering documents:	-
Rendelési sz.: est.-Nr.: rder No.:	-	**Különleges megáll.:** Besondere Vereinbarung: Special agreement:	-
Gyári szám: brik-Nr.: erial No.:	-	**Anyagminőség:** Material: Material grade:	S355J2+N
Azonosító kód: entifikationskode: entity code:	WPS 048	**Gyártási állapot:** Fabr. Zustand: Condition:	készre hegesztett / fertig geschweißt / ready welded
Heg. vázlat sz.: chweißplan Nr.: elding map No.:	-	**Felület állapota:** Oberflächenzustand: Surface condition:	mechanikusan tisztított / mechanisch gereinigt / mechanically cleaned
Vizsgálat tárgya: üfobjekt: bject of test:	Hegesztett próbatest radiográfiai vizsgálata / Radiographic examination of welded test pieces	**Vizsg. terjedelem:** Prüfumfang: Scope of test:	100%
Vizsg. helye: rt der Prüfung: ace 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: üfdatum: ate of Test:	20. 07. 2020	**Vizsg. tárgy hőmérséklete:** Temperature des Prüfgegenstandes: Temp. of tested subject:	20±5 °C
Alkalmazott vizsgálati eljárás: rt der Durchstrahlungstechnik: diographic technique:	Radiográfia	**Alkalmazott berendezés típusa:** Typ des verwendeten Gerätes: Identification of equipment used:	ERESCO 200 MF
Vizsg. oszt. a vizsg. szabvány szerint: der Durchstr.technik nach Standard: diographic class acc. to standard:	„B"	**Fókuszfolt vagy izotóp fizikai mérete:** Abmessung des Brennfleckes: Focal spot or isotope physical source size:	1,5 x 1,5
Sugárforrás: rahlenquelle: diation source:	Röntgen	**Fóliafajta és vastagság:** Folienart und -dicke: Type and thickness oft intensifying screen:	Pb 0,027 mm
Filmosztály / Típus: lmsystemklasse / Typ : lm system class designation/ Brand	C4 (Carestream INDUSTREX T200)	**Alkalmazott jelölés módja:** Markierungssystem: System of marking used:	optikai + pb
Film feldolgozás módja: rt der Filmverarbeitung: ocessing technique:	**Kézi:** Hand: Manual:	**Automata:** Automatik: Automatic: X	**Egyéb:** Sonstige: Other: PG/PA 138

Filmjel Filmkennzeichen Film marking	Külső átmérő Außendurchmesser Outside diameter mm	Névleges falvastagság Nennwandicke Nominal thickness mm	Átsugárzott anyag vastagság Durchgestrahlte Wanddicke Penetrated thickness mm	Határenergia Grenzenergie Max. X-ray voltage keV	Választott csőfeszültség Gewählte Röhrenspannung Used X-ray voltage kV	Csőáram Röhrenstrom Tube current mA	Aktivitás Aktivität Activity TBq	Megvilágítási idő Belichtungszeit Time of exposure min	film mm	Sugárforrás film közötti táv. Stäfrlenquelle-Film Abst. FFA Source-to film distance SFD mm	Képminőség jelző helyzete Lage des BPK's Placement of IQ Film közel Filmnah Near to film	 Film távol Filmferne Far to film	Felvétel elrendezés Aufnahmeanordnung Specification of exam	Hegesztési varrat típusa Schweißnahtgeometrie Geometry of the weld	Hegesztési eljárás Schweißart Welding process	Hegesztő jele Schweißerstempel Welder stamp	Megjegyzés Bemerkung Notes
WPS 048	-	16	20	270	195	4,3	-	1,3	222	600	X	-	1	V	138	-	-

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

Filmkennzeichen Film marking	Vizsgált szakasz (cm) Prüfabschnitt (cm) Tested section (cm)	Feketedés Schwärzung Density		Képminőség jelző Bildgütezahl IQI sensitivity		Eltérések Unregelmäßigkeiten Imperfections															Értékelés Beurteilung Evaluation		Javitandó szakasz(cm) Nahtabschnitt zu reparieren (cm) Weld seam secton to repair(cm)
		Követelmény Gefordert Required	Elért Erreicht Reading	Követelmény Gefordert Required	Elért Erreicht Reading	101(Ea)	102(Eb)	104(Ec)	2011(Aa)	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	-	-

ıagyarázat:
henerklärung:
end:

Eltérések 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(Eb): Keresztirányú repedés / Querriss / Transverse crack
104(Ec): Kráterrepedés / Endkraterriss / Crater crack
2011(Aa): Gömbalakú gázzárvány / Pore / Gas pore
2012: Egyenletes eloszlású gázporozitás / Porosität / Uniformly distributed porosity
2013: Helyi porozitás /Porenest / Clustered (localized) porosity
2016(Ab): Hernyó alakú gázzárvány / Schlauchpore / Worm hole
301(Ba): Salakzárvány / Schlackeneinschluss / Slag inclusion
4011: Összeolvadási hiba a beolvadási övezetben / Flankenbindefehler / Lack of side wall fusion
4012: Összeolvadási hiány 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): Átolvadási hiba / Ungenügende Durchschweißung / Lack of penetration
5011(F): Folyamatos szélkiolvadás / Einbrandkerbe durchlaufend / Continuous undercut
5013: Gyökoldali szélkiolvadás / Wurzelkerbe / Shrinkage groove

érés a szabvány előírásaitól különleges megállapodás alapján:
eichung vom Standard nach besonderer Vereinbarung:
iation of standard by special agreement:

☐ **Van** Ja Yes
☒ **Nincs** Keine No

igen, az eltérés leírása:
n ja, Beschreibung der Abweichung:
s, description of agreement:

y, Dátum:
ort und Datum:
e, Date:

ykanizsa, 30. 07. 2020.

RÖNTGEN KANIZSA KFT.
8800 Nagykanizsa, Csengery út 43
Tel./fax: 93/317-612
Adószám: 12966983-2-20
Szisz.: 10104985-65826863-00000004

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

anyagvizsgáló / Prüfer / Tested by

ékelés:
rteilung:
luation:

Megfelel / Erfüllt die Vorschriften / Satisfactory

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

khely: H-8800 Nagykanizsa, Csengery út 43, Telephely: H-8800 Nagykanizsa, Berek köz 7
egyzőkönyvet kivonatosan lemásolni csak a laboratórium írásos engedélyével szabad
aboratórium reklamációt a jegyzőkönyv kiállításától számított 30 napon belül fogad el.

ISO 9001 ISO 14001 OHSAS 18001 VCA

Slike 11.8. i 11.9. Zadovoljavajuće izvješće 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**
1/1

egrendelő: nde: stomer:	Prelog, Croatia	**Vizsg. szem. neve, min.:** Name und Qualif. der Prüfperson: Name and qual of testing personnel:	
ártó: steller: ducer:	Macinec, Croatia	**Rajzszám:** Zeichn. Nr.: Drawing No.:	-
yagminőség: terial: terial grade:	S355J2+N	**Gyártási állapot:** Fabr. Zustand: Condition:	készre hegesztett / fertig geschweißt / ready welded
ület állapota: rfl. chenzustand: face condition:	nyers / mart gefräst / gedreht milled / turned	**Vizsgálat módja:** Prüfverfahren: Test method:	Keresztirányú szakítóvizsgálat
onosító kód: ntifikationskode: ntity code:	WPS 048		
sg. előírás: fanweisungen: ructions:	MSZ EN ISO 6892-1:2016 (visszavont szabvány) MSZ EN ISO 4136:2013	**Vizsgáló berendezés:** Prüfinstrument: Test equipment:	P-50-es szakítógép: gy.sz.:1686
ékelési előírás: ugsdokument: ering documents:	MSZ EN ISO 15614-1:2017 PED 2014/68/EU	**Próbavétel módja:** Art der Probenausnahme: Sampling:	-
sgálat tárgya: fobjekt: ject of test:	Hegesztett próbatest szakítóvizsgálata / Tensile test of welded test piece	**Próbatest adatai:** Daten der Prüfproben: Data of the test specimens:	16x25x300
		Hegesztés módja, varrat: Schweißtechnik, Naht: Welding technique, joint:	PG/PA 138
fedett hibák: deckte Fehler: ected defects:	-	**Megjegyzés:** Notizen: Note:	
sg. helye: der Prüfung: e of test:	RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium	**Vizsg. ideje:** Prüfdatum: Date of Test:	30.07.2020.

Vizsgálat eredménye – Prüfergebnisse - Result of Test

Próbatest	S_o (mm²)	L_o (mm)	L_u (mm)	F_{eH} (kN)	F_m (kN)	R_{eH} (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**	-	-

y, Dátum:
und Datum:
e, Date:

ykanizsa, 30.07.2020.

RÖNTGEN KANIZSA KFT
8800 Nagykanizsa, Csengery út 43
Tel./fax: 93 317 612
Adószám: 12966983-2-20
Szám: 10104985-6587686-1-0000000

laboratóriumvezető h. / Stellv. des Lab.-Leiters /Assistant Head of lab.
Gyimes Tünde

anyagvizsgáló / Prüfer / Tested by

ékelés:
rteilung:
luation:

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

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

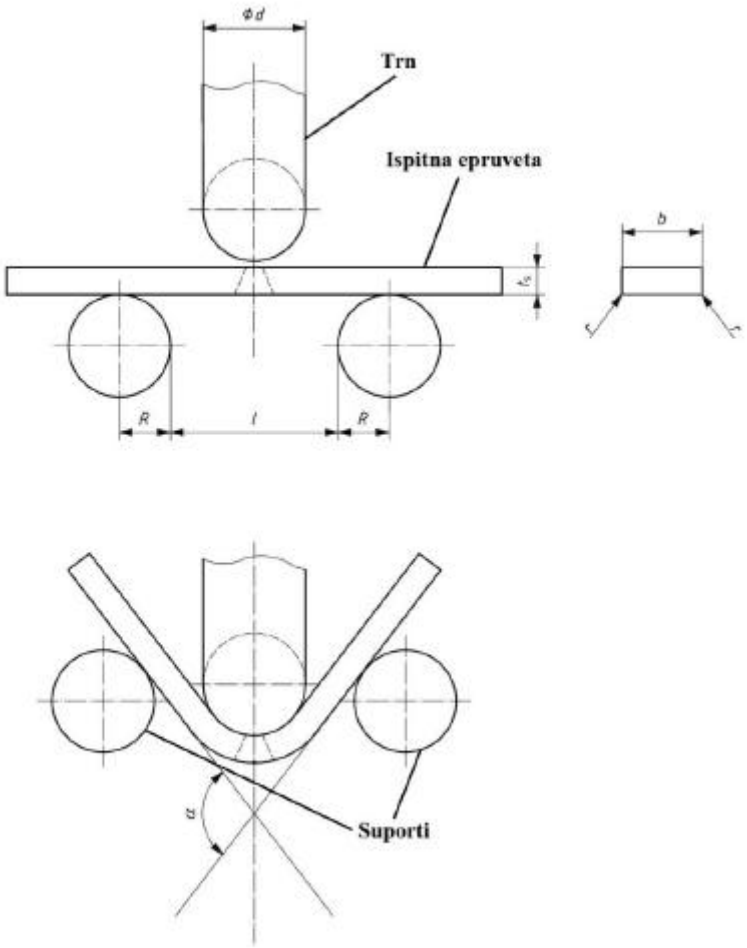
khely: H-8800 Nagykanizsa, Csengery út 43. Telephely: H-8800 Nagykanizsa, Berek köz 7.
egyzőkönyvet kivonatosan lemásolni csak a laboratórium írásos engedélyével szabad
aboratórium reklamációt a jegyzőkönyv kiállításától számított 30 napon belül fogad el.

ISO 9001 | ISO 14001 | OHSAS 18001 | VCA

Slika 11.11. Zadovoljavajuće izvješće 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

egrendelő: nde: stomer:	Prelog, Croatia	**Vizsg. szem. neve, min.:** Name und Qualif. der Prüfperson: Name and qual.of testing personnel:	
ártó: steller: ducer:	Macinec, Croatia	**Rajzszám:** Zeichn. Nr.: Drawing No.:	-
yagminőség: terial: terial grade:	S355J2+N	**Gyártási állapot:** Fabr. Zustand: Condition:	készre hegesztett / fertig geschweißt / ready welded
ület állapota: erflächenzustand: face condition:	nyers / mart roh / gefräst raw / milled	**Vizsgálat módja:** Prüfverfahren: Test method:	SBB
onosító kód: ntifikationskode: ntity code:	WPS 048		
sg. előírás: fanweisungen: ructions:	MSZ EN ISO 5173:2010 MSZ EN ISO 5173:2010/A1:2012 MSZ EN ISO 7438:2016	**Vizsgáló berendezés:** Prüfinstrument: Test equipment:	P-50-es szakítógép, gy.sz.: 1686
tékelési előírás: ugsdokument: ering documents:	MSZ EN ISO 15614-1:2017 PED 2014/68/EU	**Próbavétel módja:** Art der Probenausnahme: Sampling:	-
sgálat tárgya: fobjekt: ject of test:	Hegesztett próbatest hajlítóvizsgálata / Bend test of welded test piece	**Próbatest adatai:** Daten der Prüfproben: Data of the test specimens:	Lv. 16x10x300
		Hegesztés módja, varrat: Schweißtechnik, Naht: Welding technique, joint:	PG/PA 138
fedett hibák: deckte Fehler: ected defects:	-	**Megjegyzés:** Notizen: Note:	
sg. helye: der Prüfung: e of test:	RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium	**Vizsg. ideje:** Prüfdatum: Date of Test:	30.07.2020.

Vizsgálati jel Prüfkennzeichen Test marking	**Vizsgálat típusa** Prüfart Type of test	**Próbatest mérete** Größe des Prüfkörpers Dimensions L_t x t x b (mm)	**Görgőméret** Biegedorn Durchm. Former diameter Θd (mm)	**Görgőtávolság** Rollenabstand Dist. between rollers l (mm)	**Jeltáv** Orig. Zeichenabstand Original gauge length L_o (mm)	**Nyúlás** Dehnung Elongation (%)	**Hajlítás szöge** Biegewinkel Bend angle α (°)	**Hőmérséklet** Temperatur Temperature (C°)	**Eredmény** Testergebnis Test result
WPS 048 H1	SBB	b=16 t=10	40	65	-	-	180°	22	Nem megengedhető folytonossági hiányt nem észleltem / No unallowable impertection was detected
WPS 048 H2	SBB								
WPS 048 H3	SBB								
WPS 048 H4	SBB								

ly, Dátum:
und Datum:
e, Date:

ykanizsa, 30. 07. 2020

RÖNTGEN KANIZSA KFT
8800 Nagykanizsa, Csengery út 43
Tel./fax: 93 317 612
Adószám: 12966983-2-20
Sz.: 1-01-05-65826863-0000000

laboratóriumvezető h. / Stellv. des Lab. Leiters / Assistant Head of lab. Gyimes Tünde

anyagvizsgáló / Prüfer / Tested by

ékelés: rteilung: luation:

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

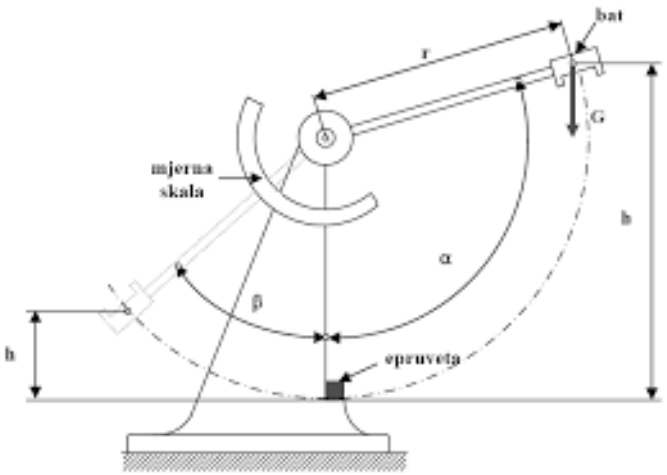
Ellenőr (dátum, aláírás):
Inspektor (Datum, Unterschrift)
Inspector (date, signature)

khely: H-8800 Nagykanizsa, Csengery út 43. Telephely: H-8800 Nagykanizsa, Berek köz 7
egyzőkönyvet kivonatosan lemásolni csak a laboratórium írásos engedélyével szabad.
aboratórium 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: 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:	-
Felület állapota: Oberflächenzustand: Surface condition:	nyers / mart roh / gefräst raw / milled	**Vizsgálat módja:** Prüfverfahren: Test method:	ütővizsgálat -20 °C-on
Azonosító kód: Identifikationskode: Identity code:	WPS 048		
Vizsg. előírás: Prüfanweisungen: Instructions:	MSZ EN ISO 148-1:2017 MSZ EN ISO 9016:2013	**Vizsgáló berendezés:** Prüfinstrument: Test equipment:	PS-30 ingás ütőmű
Értékelési előírás: Prüfungsdokument: Testing documents:	MSZ EN 10025-2:2020 MSZ EN ISO 15614-1:2017 PED 2014/68/EU	**Próbavétel módja:** Art der Probenanahme: Sampling:	-
		Próbatest adatai: Daten der Prüfproben: Data of the test specimens:	10 x 10 x 55 mm V-bemetszés
Vizsgálat tárgya: Prüfobjekt: Object of test:	Hegesztett próbatest ütővizsgálata / Impact test of welded test piece	**Hegesztés módja, varrat:** Schweißtechnik, Naht: 1 Welding technique, joint:	PG/PA 138
Elfedett hibák: Verdeckte 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:	30.07.2020.

Vizsgálat eredménye – Prüfergebnisse - Result of Test
Előírt legkisebb referencia 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/cm²)	77,5	70	66,25	35	40	42,5	71,25	39,1	-	-20

Hely, Dátum: Ort und Datum: Place, Date:
Nagykanizsa, 30.07.2020.

RÖNTGEN KANIZSA KFT
8800 Nagykanizsa, Csengery út 43.
Tel./fax: 93 317 512
Adószám: 12906383-2-20
Számla: 10402365-65826853-06600006

laboratóriumvezető h. / Stellv. des Lab.-Leiters /Assistant Head of lab.
Gyimes Tünde

anyagvizsgáló / Prüfer / Tested by

Értékelés: Beurteilung: Evaluation: **Megfelelő / Erfüllt die Vorschriften / Satisfactory**

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

Székhely: H-8800 Nagykanizsa, Csengery 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.

Slika 11.15. Zadovoljavajuće izvješće ispitivanja udarne radnje loma sučeljenog spoja

11.7. Ispitivanje tvrdoće

Kod ispitivanja tvrdoće ispituju se mehaničko 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

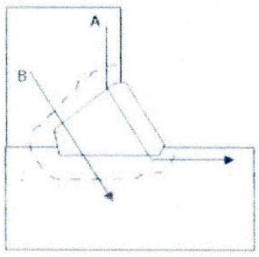
Jegyzőkönyv száma: Protokoll Nr. Report No. **HT-43/2020**
1/1

Megrendelő: Kunde: Customer:	Prelog, Croatia	**Vizsg. szem. neve, min.:** Name und Qualif. der Prüfperson: Name and qual.of testing personnel:	
Gyártó: Hersteller: Producer:	Macinec, 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: Identity code:	WPS 049		
Vizsg. előírás: Prüfanweisungen: Instructions:	MSZ EN ISO 9015-1:2011 MSZ EN ISO 6507-1:2018	**Vizsgáló berendezés:** Prüfinstrument: Test equipment:	HPO-250
Értékelési előírás: Bezugsdokument: Refering documents:	MSZ EN ISO 15614-1:2017 PED 2014/68/EU	**Próbavétel módja:** Art der Probenausnahme: Sampling:	-
Vizsgálat tárgya: Prüfobjekt: Subject of test:	Hegesztett próbatest keménységmérése / Hardness test of welded joint	**Próbatest adatai:** Daten der Prüfproben: Data of the test specimens:	-
		Hegesztés módja, varrat: Schweißtechnik, Naht: Welding technique, joint:	PB 135
Felfedett 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
zze/Foto
tch/photo



ly, Dátum:
und Datum:
ce, Date:

ykanizsa, 30. 07. 2020

RÖNTGEN KANIZSA KFT
8800 Nagykanizsa, Csengery út 43
Tel./fax: 93 317 512
Adószám: 12966983-2-20
SWIFT: [illegible]

laboratóriumvezető h. / Stellv. des Lab.-Leiters /Assistant Head of lab.: Gyimes Tünde

anyagvizsgáló / Prüfer / Tested by

lékelés: értelung: aluation:

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

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

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

Slika 11.17. Zadovoljavajuće izvješće ispitivanja tvrdoće kutnog spoja

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

Keménységmérési jegyzőkönyv
Protokoll für Härteprüfung
Hardness Test Report

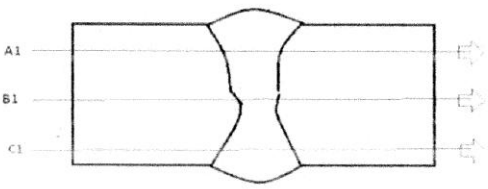
Jegyzőkönyv száma / Protokoll Nr. / Report No.: **HT-42/2020**
1/1

Megrendelő: / Auftraggeber / 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:	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: / Identity code:	WPS 048		
Vizsg. előírás: / Prüfanweisungen: / Instructions:	MSZ EN ISO 9015-1:2011 MSZ EN ISO 6507-1:2018	**Vizsgáló berendezés:** / Prüfinstrument: / Test equipment:	HPO-250
Értékelési előírás: / Vorgabedokument: / Refering documents:	MSZ EN ISO 15614-1:2017 PED 2014/68/EU	**Próbavétel módja:** / Art der Probenaunahme: / Sampling:	-
Vizsgálat tárgya: / Prüfobjekt: / Object of test:	Hegesztett próbatest keménységmérése / Hardness test of welded joint	**Próbatest adatai:** / Daten der Prüfproben: / Data of the test specimens:	-
		Hegesztés módja, varrat: / Schweißtechnik, Naht: / Welding technique, joint:	PG/PA 138
Elfedett hibák: / Unbedeckte 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 048	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	169	171	174	254	266	242	249	238	235	245	242	251	180	174	168
B 1 - 15	173	178	185	228	212	207	225	216	219	227	215	221	183	179	181
C 1 - 15	166	171	176	290	285	281	227	233	218	268	262	274	171	170	168

Vázlat/fénykép
Skizze/Foto
Sketch/photo



Kelt, Dátum: / Ausgestellt und Datum: / Issued, Date:
Nagykanizsa, 30. 07. 2020

RÖNTGEN KANIZSA KFT.
8800 Nagykanizsa, Csengery út 43
Tel./fax: 93/311-852
Adószám: 12396983-2-20
Cégjegyzékszám: 20-09-083552 000000

laboratóriumvezető h. / Stellv. 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

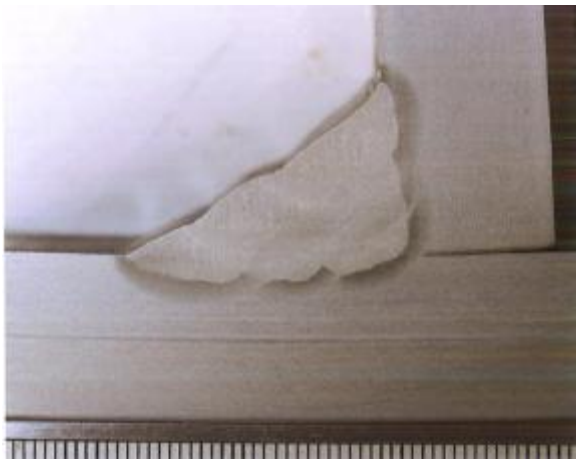
Ellenőr (dátum, aláírás): / Inspektor (Datum, Unterschrift) / Inspector (date, signature):

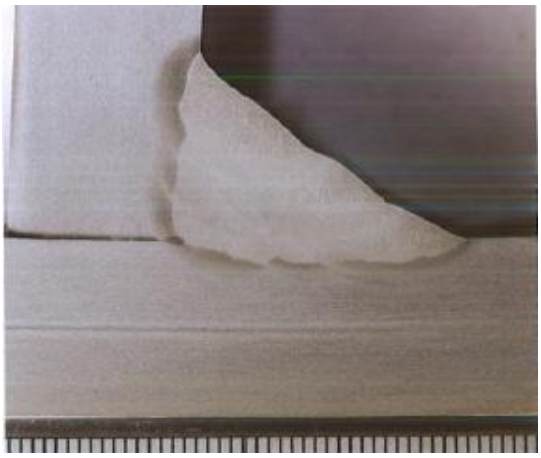
Székhely: H-8800 Nagykanizsa, Csengery út 43. Telephely: H-8800 Nagykanizsa, Berek köz 7.
A jegyzőkönyvet kivonatosan lemásolni csak a laboratórium írásos engedélyével szabad.
A laboratórium reklamációt a jegyzőkönyv kiállításától számított 30 napon belül fogad el.

Slika 11.18. Zadovoljavajuće izvješće ispitivanja tvrdoće sučeljenog spoja

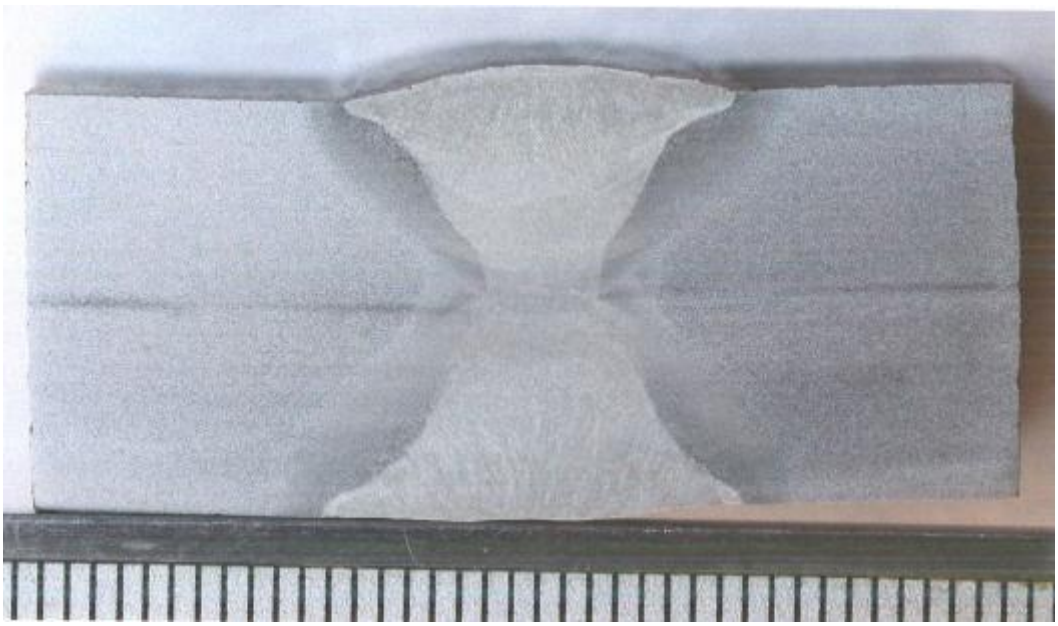
11.8. Makroskopski pregled

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 HNO_3 u 100 ml H_2O) 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**

Megrendelő: Kunde: Customer:	Prelog, Croatia	**Vizsg. szem. neve, min.:** Name und Qualif. der Prüfperson: Name and qual.of testing personnel:	VT20109180701
Gyártó: Hersteller: Producer:	Macinec, 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:	csiszolt / maratott polished / etched	**Vizsgálat módja:** Prüfverfahren: Test method:	Makrovizsgálat Macroscopic examination
Azonosító kód: Identifikationskode: Identity code:	WPS 049		
Vizsg. előírás: Prüfanweisungen: Instructions:	MSZ EN ISO 17639:2014	**Vizsgáló berendezés:** Prüfinstrument: Test equipment:	Nagyító Metasinex Magnifying glass
Értékelési előírás: Vizsgsdokument: Offering documents:	MSZ EN ISO 5817 „B/C" osztály MSZ EN ISO 15614-1:2017 PED 2014/68/EU	**Próbavétel módja:** Art der Probenausnahme: Sampling:	-
Vizsgálat tárgya: Prüfobjekt: Object of test:	Hegesztett próbatest makrovizsgálata / Makro test of welded test piece	**Próbatest adatai:** Daten der Prüfproben: Data of the test specimens:	-
		Hegesztés módja, varrat: Schweißtechnik, Naht: Welding technique, joint:	PB 135
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.

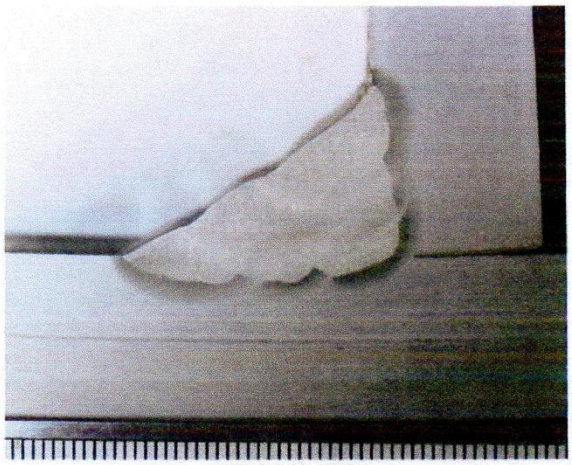
Vizsgálati jel Prüfkennzeichen Test marking	Alapanyag Grundmaterial Base material	Hegesztőanyag Schweißmaterial Welding material	WPAR száma Nr. r WPAR No. of WPAR	Maratószer Ätzmittel Etching solution	Elhelyezkedés Position Position	Nagyítás / Fénykép Vergrößerungs-faktor / Foto Magnification / Photo
WPS 049 M1	S355J2+N	-	-	HNO_3 3%	-	**lásd a mellékelt képen / Siehe das Bild / see in the picture**
WPS 049 M2	S355J2+N	-	-	HNO_3 3%	-	**lásd a mellékelt képen / Siehe das Bild / see in the picture**

Székhely: H-8800 Nagykanizsa, Csengery út 43. Telephely: H-8800 Nagykanizsa, Berek köz 7.
A jegyzőkönyvet kivonatosan lemásolni csak a laboratórium írásos engedélyével szabad.
A laboratorium reklamációt a jegyzőkönyv kiállításától számított 30 napon belül fogad el.

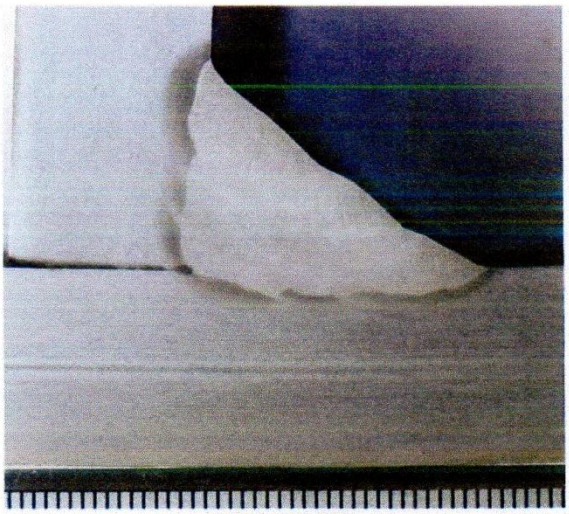
RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium
RÖNTGEN KANIZSA GmbH. Laboratorium für Materialprüfung

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

Jegyzőkönyv száma:
Protokoll Nr.
Report No. **M-90/2020**
2/2



WPS 049 M1



WPS 049 M2

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

ely, Dátum:
t und Datum:
ace, Date:

gykanizsa, 30.07.2020.

RÖNTGEN KANIZSA KFT.
8800 Nagykanizsa, Csengery út 43.
Tel./fax: 93/317-612
Adószám: 12966983-2-20
HU12985-65826853-0000000

laboratóriumvezető h. / Stellv. des Lab.Leiters /Assistant Head of lab.
Gyimes Tünde

anyagvizsgáló / Prüfer / Tested by

rtékelés:
urteilung:
aluation:

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

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

ISO 9001 ISO 14001 OHSAS 18001 VCA

Slika 11.22. i 11.23. Zadovoljavajuće izvješće makroskopskog pregleda kutnog 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-92/2020**
1/2

egrendelő: nde: stomer:	Prelog, Croatia	**Vizsg. szem. neve, min.:** Name und Qualif. der Prüfperson: Name and qual.of testing personnel:	VT20109180701
yártó: rsteller: oducer:	Macinec, Croatia	**Rajzszám:** Zeichn. Nr.: Drawing No.:	-
nyagminőség: terial: terial grade:	S355J2+N	**Gyártási állapot:** Fabr. Zustand: Condition:	készre hegesztett fertig geschweißt ready welded
lület állapota: erflächenzustand: rface condition:	csiszolt / maratott polished / etched	**Vizsgálat módja:** Prüfverfahren: Test method:	Makrovizsgálat Macroscopic examination
zonosító kód: ntifikationskode: ntity code:	WPS 048		
zsg. előírás: ifanweisungen: tructions:	MSZ EN ISO 17639:2014	**Vizsgáló berendezés:** Prüfinstrument: Test equipment:	Nagyító Metasinex Magnifying glass
tékelési előírás: zugsdokument: fering documents:	MSZ EN ISO 5817 „B/C" osztály MSZ EN ISO 15614-1:2017 PED 2014/68/EU	**Próbavétel módja:** Art der Probenausnahme: Sampling:	-
zsgálat tárgya: ifobjekt: bject of test:	Hegesztett próbatest makrovizsgálata / Makro test of welded test piece	**Próbatest adatai:** Daten der Prüfproben: Data of the test specimens:	-
		Hegesztés módja, varrat: Schweißtechnik, Naht: Welding technique, joint:	PG/PA 138
lfedett hibák: tdeckte Fehler: tected defects:	-	**Megjegyzés:** Notizen: Note:	
zsg. helye: t der Prüfung: ce of test:	RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium	**Vizsg. ideje:** Prüfdatum: Date of Test:	28.07.2020.

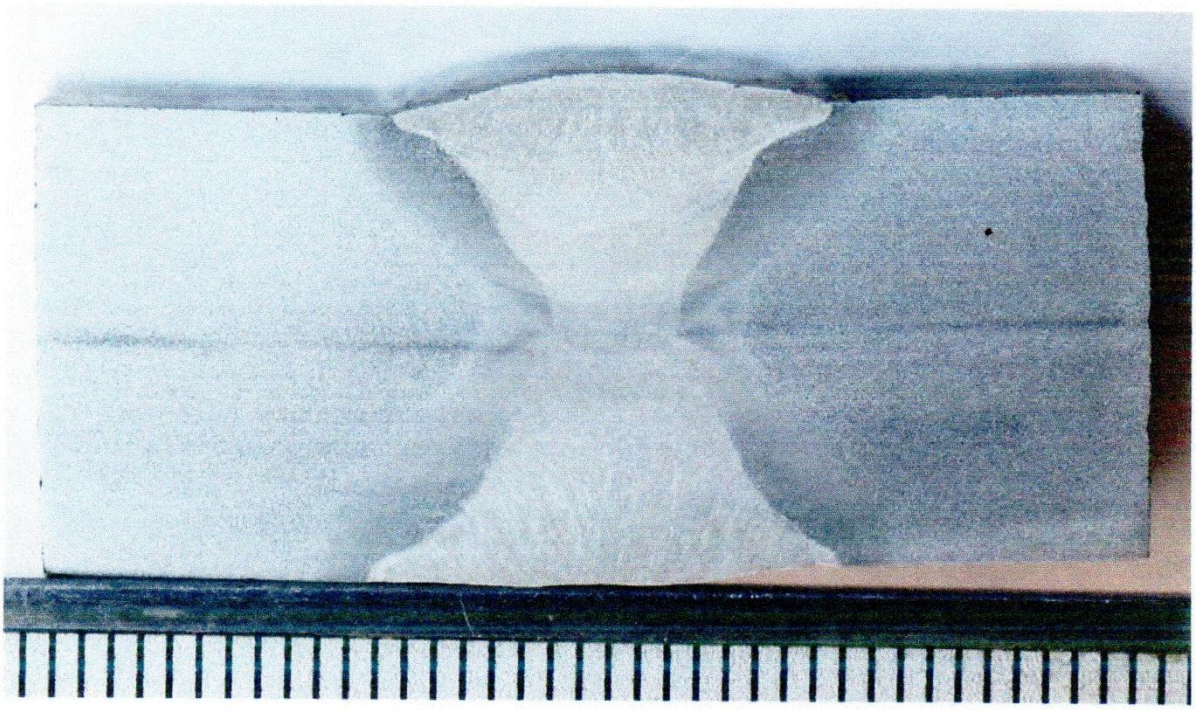
Vizsgálati jel Prüfkennzeichen Test marking	**Alapanyag** Grundmaterial Base material	**Hegesztőanyag** Schweißmaterial Welding material	**WPAR száma** Nr. r WPAR No. of WPAR	**Maratószer** Ätzmittel Etching solution	**Elhelyezkedés** Position Position	**Nagyítás / Fénykép** Vergrößerungs-faktor / Foto Magnification / Photo
WPS 048 M1	S355J2+N	-	-	HNO_3 3%	-	**lásd a mellékelt képen / Siehe das Bild / see in the picture**

zékhely: H-8800 Nagykanizsa, Csengery út 43. Telephely: H-8800 Nagykanizsa, Berek köz 7.
jegyzőkönyvet kivonatosan lemásolni 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

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, szélkiolvadás nem látható.
A Skálaosztás mm-ben értendő.

Hely, Dátum:
Ort und Datum:
Place, Date:

Nagykanizsa, 30.07.2020.

RÖNTGEN KANIZSA KFT
8800 Nagykanizsa, Csengery út 43
Tel./fax: 92 317 612
Adószám: 12966983-2-20
Szám: 10104000 08826853 00000004

laboratóriumvezető h. / Stellv. 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 (dátum, aláírás):
Inspektor (Datum , Unterschrift):
Inspector (date, signature)

Székhely: H-8800 Nagykanizsa, Csengery 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.

ISO 9001 | ISO 14001 | OHSAS 18001 | VCA

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:

Method of identification: Identity card
Date and place of birth: 1980-12-17, Cakovec - Kroatien
Employer:
Code / testing standard: PED 2014/68/EU, EN ISO 9606-1:2017

WPS - Reference: 049 CEN 2-08/2020
Order no.: 1978/2020
Test report no.: 0045/202/9090/P/01930/20/S/000(00)

Supplementary fillet weld test: –
(completed in conjunction with a butt weld qualification)

Job knowledge: Not tested

	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 KS!.
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
Facture 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 titlel	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
Date and place of birth: 1983-11-05, Cakovec / Kroatien
Employer:
Code / testing standard: PED 2014/68/EU, EN ISO 9606-1:2017

Order no.: 1978/2020
Test report no.: 0045/202/9090/P/01929/20/S/000(00)

Supplementary fillet weld test: No
(completed in conjunction with a butt weld qualification)

Job knowledge: Not tested

	Test piece		Range of qualification	
Welding process(es);	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	-
Facture 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 titlel	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%20I/Ispitivanje%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.

Sveučilište
Sjever

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 djelatnost 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 pripremka 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 razvijač [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 ERESCO 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 niskougljičnog nelegiranog čelika [10] 14
Tablica 2. Kemijski sastav niskougljičnog 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, Grou 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:	≥ 25°C
	Interpass temperature [°C]:	≤ 158°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
Requirement				

Macro structure EN ISO 17639		**Micro structure**	
Attachment	**Result**	**Attachment**	**Result**
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'

ystems GmbH & Co. KG, Große Bahnstraße 31, 22525 Hamburg

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 by
Date: 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
Requirement	SBB	°	-	
WPS 048 H1	SBB	180	-	Fulfilled
WPS 048 H2	SBB	180	-	Fulfilled
WPS 048 H3	SBB	180	-	Fulfilled
WPS 048 H4	SBB	180	-	Fulfilled

Macro structure EN ISO 17639 / Micro structure

Attachment	Result	Attachment	Result
M-92/2020	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 ž1-3	VWT 1/2	-20	62	56	53	57	Fulfilled	-
WPS 048 ž4-6	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'

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

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. / *No.*	Naziv proizvoda / *Trade name*	Proizvodnja broj / *Batch No.*	Oznaka / *Designation*	Granica razvl. / *Yield strength* (N/mm²)	Vlačna čvrst. / *Tensile strengt* (N/mm²)	Istezanje / *Elongation* A_5 (%)	Udarni rad loma / *Impact energ* ISO -V (J)	Tvrdoća / *Hardness*
01	E2-SG2 1,0 S-S ŽIČANI	010105	G 42 4 C/M 3Si1	>430	500-640	>22	>47 (-40°C)	-
02	E2-SG2 1,2 S-S ŽIČANI	010105	G 42 4 C/M 3Si1	>430	500-640	>22	>47 (-40°C)	-
03	E2-SG3 1,0 S-S ŽIČANI	020054	G 46 4 C/M 4Si1	>460	530-680	>22	>47 (-40°C)	-
04	E2-SG3 1,2 S-S ŽIČANI	020054	G 46 4 C/M 4Si1	>460	530-680	>22	>47 (-40°C)	-

KEMIJSKI SASTAV *CHEMICAL COMPOSITION*

Br. / *No.*	Naziv proizvoda / *Trade name*	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	0,06-0,13	1,4-1,6	0,7-1,0	-	-	-	<0,3	-	-	-	-
03	E2-SG3 1,0 S-S ŽIČANI	020054	0,08-0,12	1,6-1,8	0,9-1,1	-	-	-	<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 ispostavljen je računalom 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	100%CO2	
WELDING CURRENT	280	(A)	ARC VOLTAGE	33.0	(V)

5.REMARKS

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

QA Manager

Mercegaglia
I-46040 via Bresciani 16 Geroldo degli Ippoliti Mantova Italy
Tel. +39 - 0376 685 1 Fax. +39 - 0376 685 500
www.mercegaglia.com

Stab. di S. Giorgio di Nogaro
via Enrico Fermi 33, 33058 S. Giorgio di Nogaro-Udine
tel.+39 0431 1924111 fax 0431 624872

Type/Tipo 3.1 CERTIFICATO DI COLLAUDO EN10204 — THIS DOCUMENT WAS PRODUCED AUTOMATICALLY AND IS VALID WITHOUT SIGNATURE

Number/Numero 16020351738 — Creato il 18/06/2020

Product: Hot Rolled Heavy Plates
NormaCollaudoLamieraTreno: EN10025-2
Steel grade:: S355J2+N

Code: 0000082401

Delivery/N° Consegna	8360828567	Quality Control/Controllo Qualità	Pages/Pagine
Of/Del	18/06/2020	Q.M.D./RESP. M.Quargnali	1/4
Delivery note nr/N° doc. di trasp.	1050006235	Plant/Stab. S. Giorgio di Nogaro	

Material/Codice Materiale
LTS

Description/Descrizione
LTS 2000,0X 6000,0X 16,00 S355J2+N

Surface Quality: EN10163-2 CL A2
Flatness: rif EN 10029 cl. N (STANDARD)
Thickness tolerance: EN10029 CLASSE A

Delivery Condition: Normalizing Rolling
Steel Making Process: BOF= Basic oxigen

Order N/ordine 1191214340/20
Materiale Cliente

Client Order/Ordine cliente M012020
Client Date/data cliente 16/06/2020

Item	Batch/N° Partita	Heat/Colata	Quantity/Q.tà PZZ
1	20EP009251	301333	1
2	20E7007834	201478	1
3	20E9007158	201474	1
4	20EP009250	301333	1

Remarks/Note:
Manufacturer has a Quality-Assurance System with specific assessment for materials acc. to AD2000-Merkblatt W0/W1/W10 - Certificate Nr. 01 202 VQ 10 6270 issued by TUV Rheinland
The Declaration of Performance (DOP) can be downloaded from the following web page:
www.quality.mercegaglia.com/mercegaglia-plate/ut-dop
EN 10025-2 Ed.2019

Batch/N° Partita	C (%)	Mn (%)	Si (%)	S (%)	P (%)	Cr (%)	Ni (%)	Cu (%)	Al (%)	Mo (%)	Nb (%)	V (%)	Ti (%)	N (%)	Ceq (%)
	0.2	1.6	0.55	0.025	0.025	0.3	0.3	0.55	0.02 0.3	0.08	0.06	0.1	0.05	0.012	0.45
20EP009251	.180	1.500	.190	.0140	.0200	.030	.010	.020	.031	.0020	.003	.004	.0030	.0060	.44
20E7007834	.170	1.470	.190	.0150	.0170	.030	.020	.020	.047	.0020	.003	.003	.0030	.0060	.42
20E9007158	.180	1.480	.200	.0200	.0190	.030	.040	.020	.033	.0040	.003	.003	.0030	.0080	.44
20EP009250	.180	1.500	.190	.0140	.0200	.030	.010	.020	.031	.0020	.003	.004	.0030	.0060	.44

Batch/N° Partita	Forma	(1)	(2)	(3)	Tst [°C]	Rm [N/mm2]	ReH [N/mm2]	A% [%]	(1b	(2b	(3b	T [°C]	Kv1 [J]	Kv2 [J]	Kv3 [J]	Kv* [J]	TESTN
					20	470	355	20				-20	27	27	27		
					20	630						-20					
20EP009251	P	1	P	T	20	540	399	24.3	1	P	L	-20	73	87	68	76	20-28898
20E7007834	P	1	P	T	20	543	403	29.6	1	P	L	-20	94	101	122	105	20-28487
20E9007158	P	1	P	T	20	539	397	26.3	1	P	L	-20	97	92	101	96	20-28485
20EP009250	P	1	P	T	20	540	399	24.3	1	P	L	-20	73	87	68	76	20-28898

Controllo ad ultrasuoni

Apparecchiatura	Numero di serie	Condizioni di superficie	Accoppiante	Mod. operativo	Taratura
Gilardoni RDG700	1001288	As Rolled	Acqua	Secondo le specifiche	Secondo le specifiche

Item	Norma di riferimento	Classe accettabilità	Esito	Indicazioni	Reticolo	Bordi	Sonda	Frequenza	Angolo

- 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 compliance with the order prescription

Firma
III Liv. EN/ISO 9712
Q.M.D. M.Quargnali

(1)Posizione 1=Testa/2=Punta/(2)Posizione 1/4=1/2 spessore/Pu=Pelle/(3)=1/4 spessore/(3)Direzione L=Longitudinale/T=Trasversale

DescrizioneMarchi

0474

PLATES
v. Enrico Fermi 33
33058 - S. Giorgio Nogaro
Udine - Italy

EN 10025-1
EN 10025-2

81104356