

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.](#)

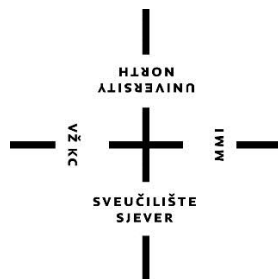
Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-18**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





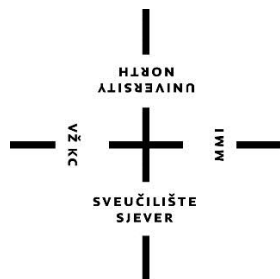
**Sveučilište
Sjever**

Završni rad br. 335/PS/2020

**Izrada dokumentacije za tlačnu posudu i atestacija
postupaka i zavarivača**

Vanja Marcioš, 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

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

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

Zadatak završnog rada

BROJ	335/PS/2020
OPIS	

U Završnom radu je potrebno obraditi sljedeće točke:

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

ZADATAK URUČEN

21.09.2020.



POTPIS MENTORA

[Signature]

Predgovor

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

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

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

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

Sažetak:

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

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

Abstract

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

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

Popis oznaka i kratica

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

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

Sadržaj

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

1. Uvod

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

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

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

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

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

2. O poduzeću

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

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



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

3. O tlačnim posudama

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

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

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

Izrada i proizvodnja posuda pod tlakom zahtijeva nekoliko sigurnosnih zahtjeva:

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

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

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

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

Svrha:

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

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

Svaka tlačna posuda treba sadržavati:

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

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

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

4. Ocjenjivanje sukladnosti

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

Ocjenjivanje sukladnosti jest dokaz da su navedeni potrebni zahtjevi zadovoljeni od strane 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.

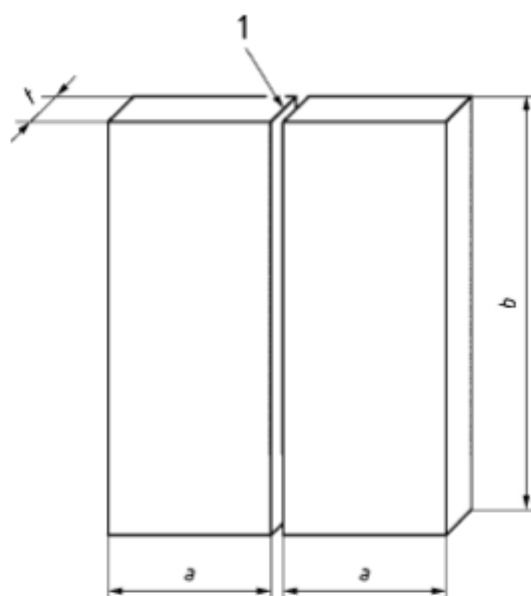
Akreditiranje je ocjenjivanje sukladnosti koje provodi treća strana, a misli se na tijelo za ocjenjivanje sukladnosti i davanje formalnog dokaza njegove osposobljenosti za provođenje zadaća ocjenjivanja sukladnosti. [4]

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.



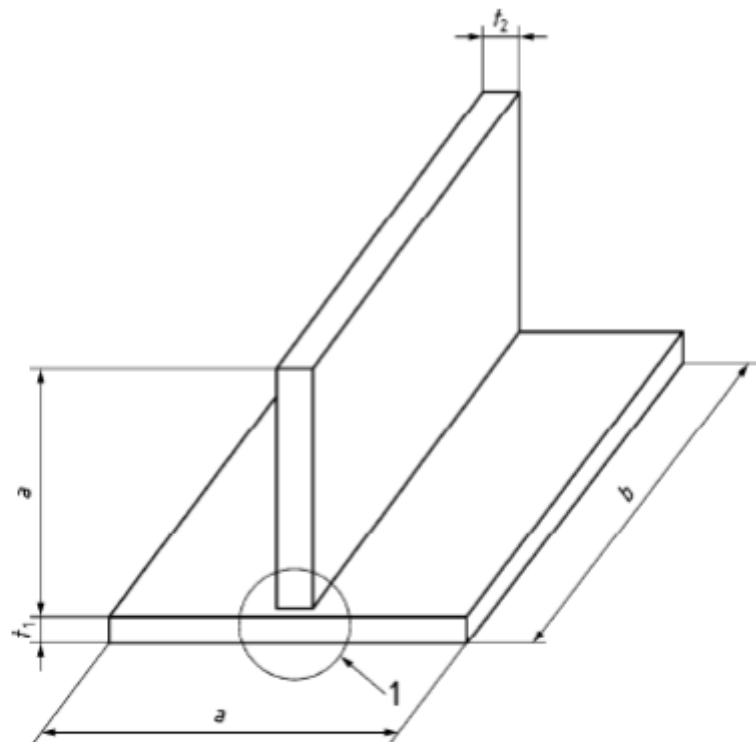
1 - Priprema spoja

a - Minimalno 150 mm

b - Minimalno 350 mm

t - Debljina materijala

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



1 - Priprema spoja

a - Minimalno 150 mm

b - Minimalno 350 mm

t_1, t_2 - Debljina materijala

Slika 5.2. Ispitni uzorak za kutni spoj [5]

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

5.2. „HRN EN ISO 15609-1:2019“

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

Treba obuhvaćati sve potrebne podatke za izradu konkretnog zavarenog spoja (WPS lista). Može i pokrivati određeni raspon debljina materijala, vrste osnovnog i dodatnog materijala. Prema normi „HRN EN ISO 15607“ specifikacija postupka zavarivanja određuje slijed aktivnosti u izradi zavora, 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.

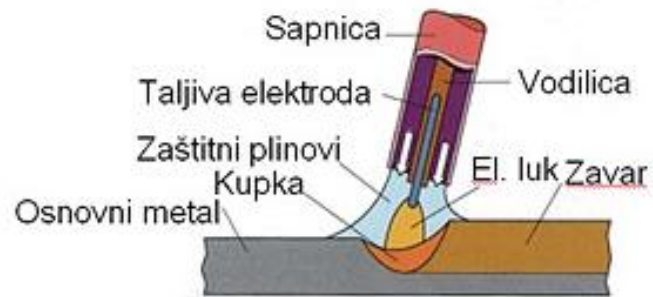
Prijenos materijala (uspostavljanje električnog luka) moguće je ostvariti kratkim spojevima (niska unosna energija, tanki lim, nametnuti položaji), prijelaznim lukom, štrcajućim lukom (za deblje materijale i veću učinkovitost) i impulsnim zavarivanjem (kontroliranim prijenosom štrcajućeg luka „kapljica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

Prednosti:

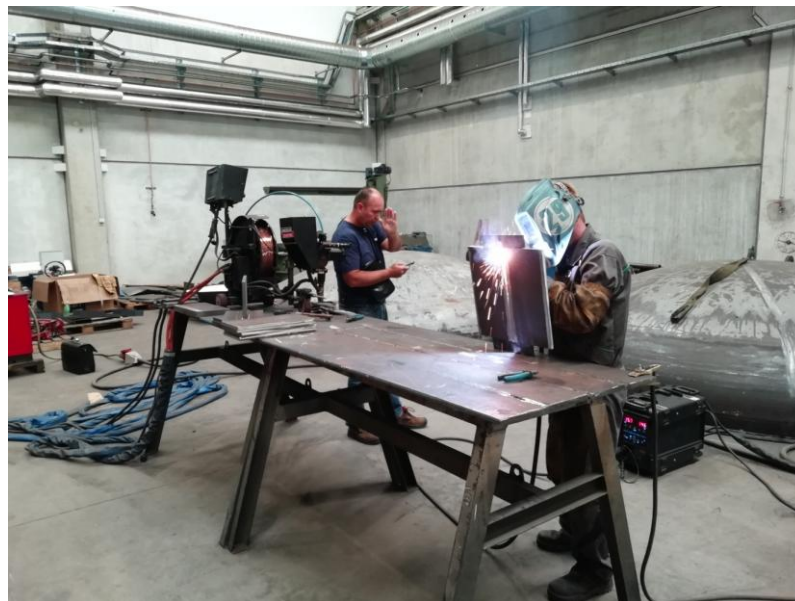
- Primjenjivo za zavarivanje svih tipova materijala
- Široka mogućnost odabira parametara i vrste prenošenja materijala
- Zavarivanje s mogućnošću u svim položajima
- Mogućnost zavarivanja i u radioni kao i terenu
- Mogućnost korištenja mnogih plinskih mješavina
- Mogućnost korištenja praškom punjene 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. niskouglični 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 ₅ [%]	20

Tablica 1. Mehanička svojstva niskougličnog 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 niskougličnog 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 cijelog procesa osigurati kvalitetu. Unutar norme „HRN EN ISO 3834“ – „Zahtjevi za kvalitetu zavarivanja taljenjem metalnih materijala“ su združeni između ostalog i atestacija postupaka zavarivanja i zavarivačkog osoblja, laboratorijska ispitivanja itd. U spomenutoj normi navedeni su zahtjevi koje proizvođač mora zadovoljiti da bi se smio koristiti potrebnim postupcima zavarivanja. Zahtjevi koje obuhvaća ova norma mogu se prilagoditi i na ostale postupke zavarivanja. Kod tih zahtjeva se misli na one aspekte kvalitete koji mogu biti obuhvaćeni u zavarivanju taljenjem bez nužnosti pridruženja nekoj od vrsta posebnih proizvoda. Norma „HRN EN ISO 3834“ se dijeli na nekoliko vrsta i to:

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

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

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

- Dobavljač proizvoda (kooperant)
- Operater zavarivanja

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

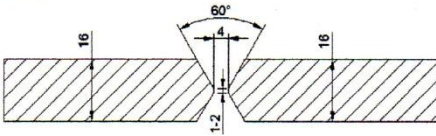
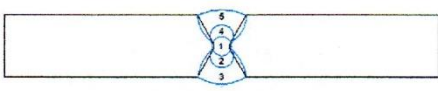
9.1. Izrada pWPS-a

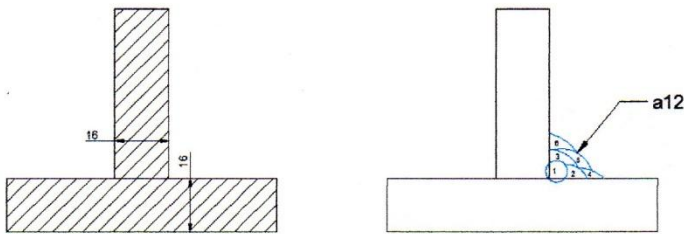
Za ovu tlačnu posudu predviđene su dvije atestacije postupka, jedna sučeljenog spoja „elektrolučnim zavarivanjem metalnim prahom punjenom elektrodnom žicom u atmosferi aktivnog plina (138)“ te druga kutnog spoja „MAG zavarivanjem-elektrolučnim zavarivanjem taljivom elektrodom u zaštiti aktivnog plina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

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

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

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

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

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

9.2. Zavarivanje ispitnih uzoraka

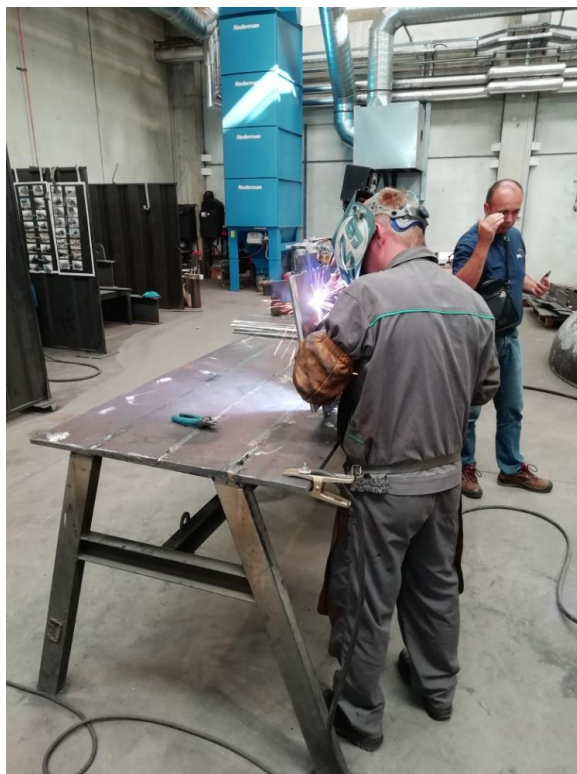
Zavarivanje uzoraka se vrši u prostorima naručitelja, u ovome slučaju u tvrtki Centrometal d.o.o. uz prisustvo ovlaštenog inspektora iz certifikacijske i inspeksijske kuće u odjelu tlačne opreme koji nadgledava postupak i piše zapisnik protokola atesta postupka zavarivanja.

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

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



Slika 9.1. Aparat za zavarivanje[12]



Slika 9.2. Zavarivanje korijena u sučeljenom spoju u PG položaju



Slika 9.3. Zavarivanje popune sučeljenog spoja u PA položaju

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

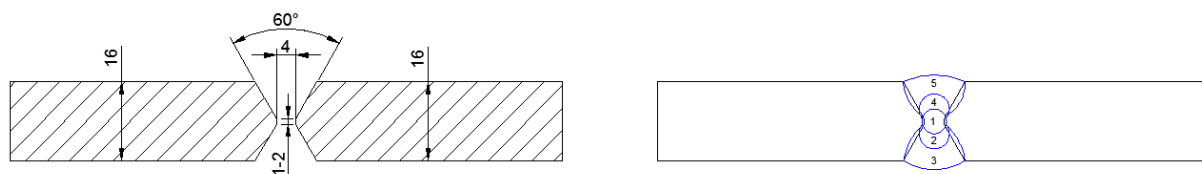


Slika 9.4. Zavaren prvi prolaz kutnog spoja u PB položaju

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

Tablica 3. Parametri zavarivanja ispitnih uzoraka

Sučeljeni spoj elektrolučnim zavarivanjem metalnim prahom punjenom 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.

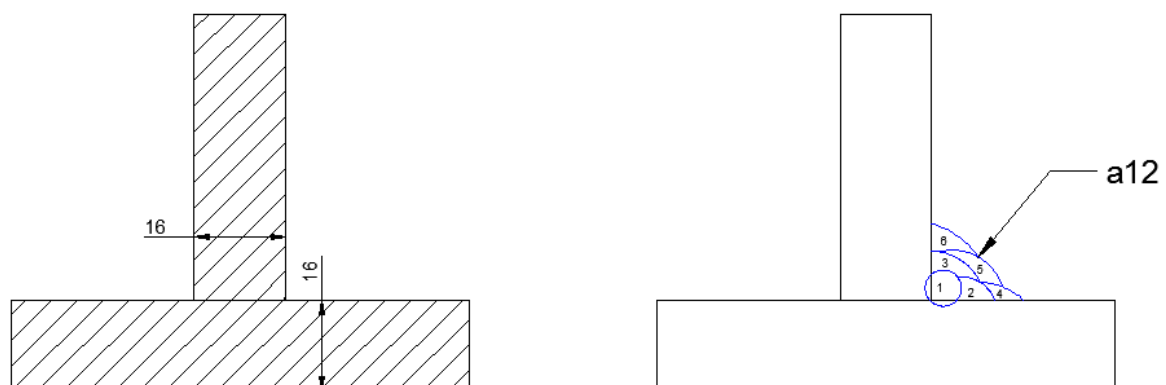


Slika 9.5. Skica pripreme sučeljenog spoja i polaganja slojeva/prolaza zavara



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



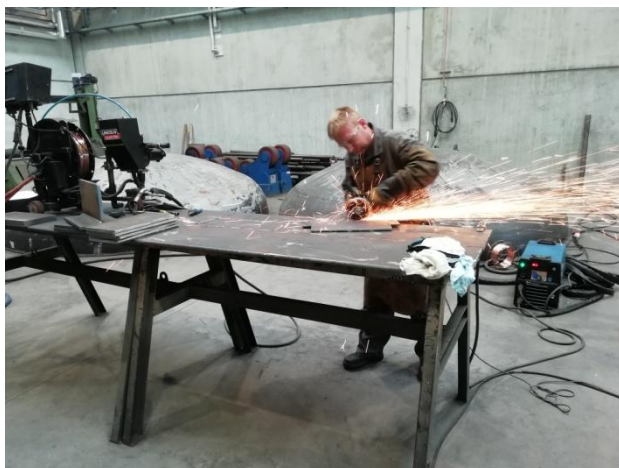
Slika 9.8. Zavaren ispitni uzorak kutnog spoja

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.

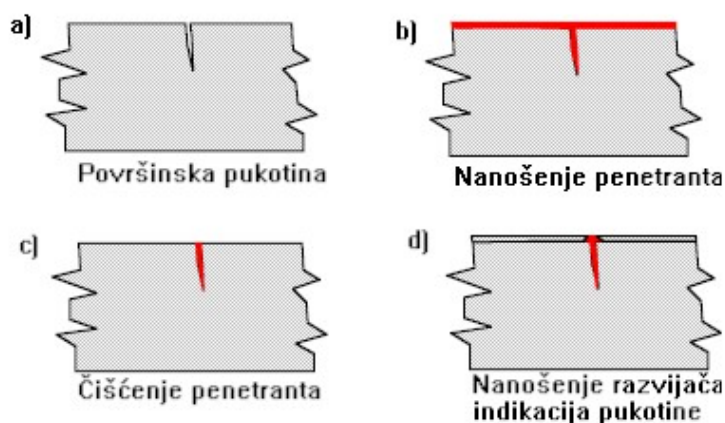


Slike 9.11. i 9.12. Međuslojno čišćenje brušenjem

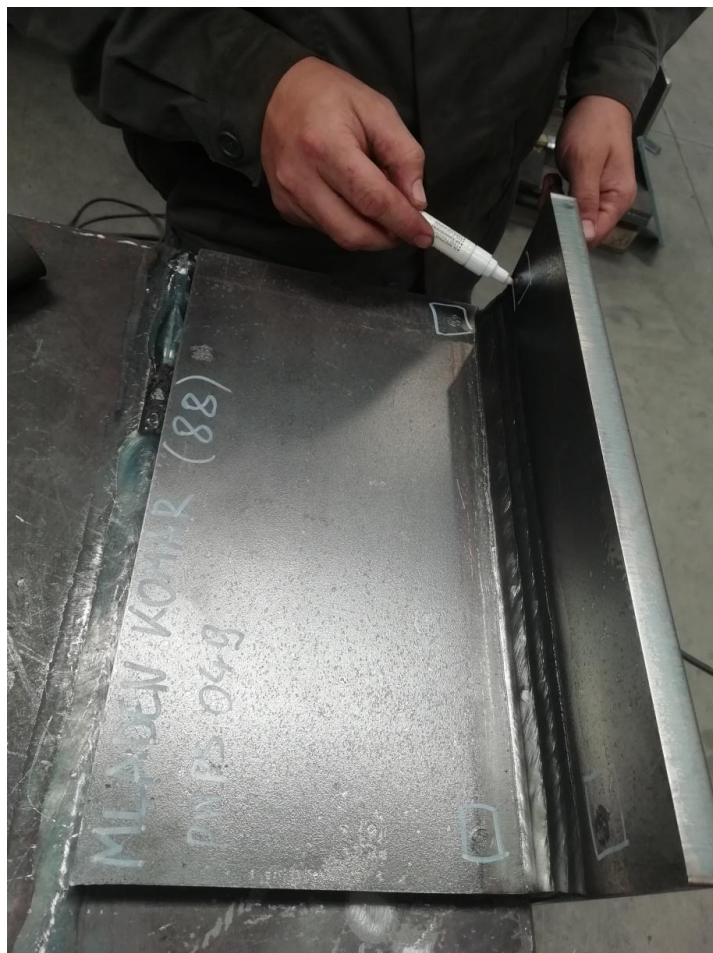
Prethodno, ovlašteni inspektor iz certifikacijske i inspekcijske kuće je sa zaposlenim inženjerom zavarivanja tvrtke dogovorio sve parametre zavarivanja i popunio dio protokola atesta postupka zavarivanja (WPQR). Na samome činu atestiranja postupaka i zavarivača inspektor nadgledava cijeli postupak zavarivanja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

Lužina uzerka 350 mm

PROTOKOL ATESTA POSTUPKA ZAVARIVANJA

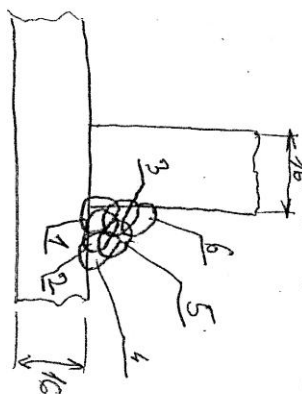
Broj:.....

Dokument br.:
TI-BB- /11

Naziv tvrtke: -

Za projekt:
OPT *

Skica pripreme spoja i polaganja slojeva / prolaza zavara:



Zahtjevi norme:

ISO 15614-1 + EN 20468/EN

WPWS broj:

049

Strana od

Datum zavarivanja:
22.07.2022.

Osnovni podaci o postupku zavarivanja

Zavarivač(i) / Operator(i):

Postupak zavarivanja:

135

Položaj zavarivanja:

PB

Dio 1

535VZ+N

Dimenzije:

16 mm

Šarža:

301333

Dio 2

11

Dimenzije:

11

Šarža:

11

Predgrijevanje (T_p):

300°C

Metoda:

Pinset

Maksimalna međuprolazna temperatura (T_m):

250°C

Održavanje temperature predgrijevanja:

-

Toplinska obrada nakon zavarivanja (vrsta):

-

Brzina zagrijavanja i hlađenja:

-

Temperatura i vrijeme progrejavanja:

-

82%Ar+18%Ni

Postoje pojedinosti:

Muller XHT 350 Fildel Pro / Feeder ArcReach

Sloj br.	Prolaz br.	Postupak	Dodatni materijal			Zaštitni plin i protok [l/min]	Korijeni Zaš. plin i protok [l/min]	Vrsta struje	Struja [A]	Napon [V]	Brzina zav. [mm/min]	Unos toplina [kJ/mm]	Tp / Tm [°C]	Žig zavarivača
			Naziv	Dimenzije	Šarža									
1	1	135	ES56-3	Ø10	04005	13	-	DC+	239-244	30,7÷30,8	1 min 2 sek		25	88
2	2	11	-	-	-	-	-	11	238-245	30,5÷30,6	1 min 2 sek		90	88
3	3	11	-	-	-	-	-	11	240-244	30,6÷30,7	1 min 5 sek		126	88
4	4	11	-	-	-	-	-	11	235÷238	30,5÷30,6	1 min 3 sek		140	88
5	5	11	-	-	-	-	-	11	235÷241	30,6÷30,7	1 min 40 sek		126	88
6	6	11	-	-	-	-	-	11	238÷242	30,6÷30,7	1 min 12 sek		152	88

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 zavora, 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 osvjtljenje iznad 500 luksa mehaničko očišćeni zavareni ispitni uzorci te sam zavar pomoću mjernog instrumenta s 3 skale za provjeravanje geometrije zavora, 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 zavora.



Slika 11.1. Mjerilo s 3 skale za vizualno provjeravanje geometrije zavora[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		
I/1							
megrendelő: order : customer : Prelog, Croatia				Vizsg. szem. neve, min.: Name und Qualif. der Prüfperson: Name and qual. of testing personnel: VT20109180701			
yártó: manufacturer: producer: Macince, Croatia				Vizsg. előírás: Prüfungsanweisung: Instructions: MSZ EN ISO 17637:2017			
alkalmazás / Projekt kód: item Nr. / Projekt Nr.: item No. / Project No.:				Átvételi előírás: Abnahmeanweisung: Acceptance specification: MSZ EN ISO 5817 „B/C” osztály MSZ EN ISO 15614-1:2017 PE-D 2014/68/EU			
rajzsám: item Nr.: drawing No.:				Értékelési előírás: Bezugsdokument: Referring documents:			
rendelési sz.: order Nr.: order No.:				Különleges megáll. Besondere Vereinbarung: Special agreement:			
yári szám: item Nr.: item No.:				Anyagminőség: Material: Material grade: S355J2+N			
azonosító kód: identification code: entity code: WPS 049				Gyártási állapot: Fabr. Zustand: Condition: készre hegesztett / fertig geschweißt / ready welded			
rajz vázlat sz.: drawing map Nr.: drawing map No.:				Felület állapota: Oberflächenzustand: Surface condition: mechanikusan tisztított / mechanisch gereinigt / mechanically cleaned			
vizsgálat tárgya: object: object of test: Hegesztett próbatétel szemrevételezéses vizsgálata / Visual examination of welded test pieces				Vizsg. terjedeleme: Prüfumfang: Scope of test: lásd a táblázatot / siehe die Tabelle / see the table			
vizsg. helye: place of Prüfung: place of test: RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium				Vizsg. db. mérete: Größe des Prüfgegenstandes: Size of piece: lásd a táblázatot / siehe die Tabelle / see the table			
vizsg. ideje: date: date of test: 24.07.2020.				Vizsg. tárgy hőmérséklete: Temperature des Prüfgegenstandes: Temp. of tested subject: 20±5 °C			
alkalmazott eszközök: used instruments: used instruments: tolómérő / vernier-caliper, háromskálás varratmérő / three-scale weld gauge				Megvilágítás: Beleuchtung: Lighting: >500 lux			
hegesztés módja, varrat: welding technique, joint: welding technique, joint: PB 135				Egyéb: Sonstige: Other:			
vizsgálati szám Prüfzeichen Insp. remark: WPS 049	Rajzsám/Elemjel Zeichnungnr. / Gliednr. Drawing No. / Part No.:	Tételszám Position Nr. Item No.:	Méret/Terjedeleme Größe/Prüfumfang Dimension/Extent of exam: L.v.: 16 / 16 x 350 100%	Tompavarrat Stumpfnaht Butt weld:	Sarokvarrat Kehlnaht Fillet weld: X	Vizsgálat eredménye Prüfergebnis Result of test: 1	Heg-jel Schweißer Nr. Welder No.:
Értékelés / Resultat / Evaluation: Megfelelő / Erfüllt / Satisfactory Nem megfelelő / Nicht erfüllt / Not satisfactory							
hely, dátum: location and Datum: place, Date: gykanizsa, 30. 07. 2020.							
RÖNTGEN KANIZSA KFT. 8800 Nagykanizsa, Csengeri út 43. Tel./fax: 95 517 612 Adószám: 12966953 7 20 Szám: 10124985 65876863 00000000 laboratóriumvezető / Lab.-Leiter / Head of lab. Gyimes Gyula anyagvizsgáló / Prüfer / Tested by							
Értékelés: evaluation: evaluation: Megfelelő / Erfüllt die Vorschriften / Satisfactory				Ellenőr (dátum, aláírás): Inspector (Datum, Unterschrift): Inspector (date, signature)			

hely: 11-8800 Nagykanizsa, Csengeri út 43. Telefonszám: 11-8800 Nagykanizsa, Berek köz 7.
 jegyzőkönyvet kivonatolva leírások csak a laboratórium írásos engedélyével szabad
 laboratórium reklamációt a jegyzőkönyv. Kelt: 2020. július 30. 16:00 óráig



Slika 11.2. Zadovoljavajuće izvješće vizualnog ispitivanja kutnog spoja

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

Szemrevételezéses vizsgálati jegyzőkönyv
Bericht über Sichtprüfung
Visual Test Report

Jegyzőkönyv száma:
 Protokoll Nr.
 Report No. **3235/2020**
 I/1

megrendelő: megrendelő: Customer:	Prelog, Croatia		Vizsg. szem. neve, min.: Name und Qualif. der Prüfperson Name and qual. of testing personnel:	V120109180701
yártó: gyártó: Manufacturer:	Macincec, Croatia		Vizsg. előírás: Prüfungsanweisung Instructions:	MSZ EN ISO 17637:2017
unkaszám / Projekt kód: alkotó Nr. / Projekt Nr.: Order 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
űjtszám: alkotó Nr. Drawing No.:	-		Értékelési előírás: Bezugsdokument Referring documents:	-
ndelési sz.: alkotó Nr. Order No.:	-		Különleges megáll. Besondere Vereinbarung Special agreement:	-
ári szám: alkotó Nr. Material No.:	-		Anyagminőség: Material: Material grade:	S355J2+N
onosító kód: alkotó kód Identify code:	WPS 048		Gyártási állapot: Fabr. Zustand Condition:	készre hegesztett / fertig geschweißt / ready welded
g. vázlat sz.: alkotó vázlat Nr. Drawing map No.:	-		Felület állapota: Oberflächenzustand Surface condition:	mechanikusan tisztított / mechanisch gereinigt / mechanically cleaned
zsgálat tárgya: alkotó tárgya: Object of test:	Hegesztett próbatest szemrevételezéses vizsgálata / Visual examination of welded test pieces		Vizsg. terjedlem: Prüfumfang Scope of test:	lásd a táblázatot / siehe die Tabelle / see the table
zsg. helye: alkotó helye: Place of test:	RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium		Vizsg. db. mérete: Größe des Prüfgegenstandes Size of piece:	lásd a táblázatot / siehe die Tabelle / see the table
zsg. ideje: alkotó ideje: Date of Test:	24.07.2020		Vizsg. tárgy hőmérséklete: Temperatur des Prüfgegenstandes Temp. of tested subject:	20±5 °C
alkalmazott eszközök: alkalmazott MESSinstrumente Applied instruments:	tolómérő / vernier-caliper, háromskafas varratmérő / three-scale weld gauge		Megvilágítás: Beleuchtung Lighting:	≥ 500 lux
gesztés módja, varrat: alkotó technik, varrat Drawing technique, joint:	PG/PA 138		Egyéb: Sonstige: Other:	

vizsgálati szám	Rajzsám/Elemjel	Tételszám	Méret/Terjedlem	Tompavarrat	Sarkvarrat	Vizsgálat eredménye	Heg-jel
Prüfzeichen	Zeichnungen / Gliednr.	Position Nr.	Größe/Prüfumfang	Stumpfnah	Kehlnah	Prüfresultat	Schweißer Nr.
Insp. remark	Drawing No. / Part No	Item No.	Dimension/Extent of exam	Buttweld	Fillet weld	Result of test	Welder No.
WPS 048	-	-	1 x 16 x 400 mm 100%	X	-	I	-

tékelés / Resultat / Evaluation:

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

ly, Dátum:
 Ort und Datum:
 Date:

gykanizsa, 30. 07. 2020.

RÖNTGEN KANIZSA KFT
 8600 Nagykanyizsa, Csengeri út 13.
 Tel: +36 30 317 512
 Fax: +36 30 317 512
 E-mail: info@rkanizsa.hu
 Web: www.rkanizsa.hu

laboratóriumvezető / Lab.-Leiter / Head of lab. Gyimes Gyula
 anyagvizsgáló / Prüfer / Tested by

tékelés:
 erteilung:
 Decision:

Megfelelő / Erfüllt die Vorschriften / Satisfactory

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

ekhely: 11-8800 Nagykanyizsa, Csengeri út 13. Telephely: 11-8800 Nagykanyizsa, Berek köz 7
 jegyzőkönyvet kivétel nélkül 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 osvjtljenje 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 obavlja 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**
 I/1

megrendelő: Name: Customer:	Prelog, Croatia	Vizsg. szem. neve, min.: Name und Qualif. der Prüfperson: Name and qual. of testing personnel:	PT20103180301			
ártó: Hersteller: Manufacturer:	Macinec, Croatia	Vizsg. előírás: Prüfanweisungen: Instructions:	MSZ EN ISO 3452-1:2013			
unkaszám / Projekt kód: Order No. / Projekt Nr. Order No. / Project No.	-	Átvételi előírás: Abnahmeanweisung: Acceptance specification	MSZ EN ISO 23272x átv. szint MSZ EN ISO 15614-1:2017 PLD 2014/68/EU			
űjjszám: Order No. Drawing No.	-	Értékelési előírás: Bezugsdokument: Referring documents	-			
ndelési sz.: Order No. Order No.	-	Különleges megáll.: Besondere Vereinbarung: Special agreement:	-			
ári szám: Order No. Order No.	-	Anyagminőség: Material: Material grade:	S355J2+N			
onosító kód: Identification code: Identity code	WPS 049	Gyártási állapot: Fabr. Zustand: Condition:	készre hegesztett / fertig geschweißt / ready welded			
g. vázlat sz.: Drawing No. Drawing map No.	-	Felület állapota: Oberflächenzustand: Surface condition:	mechanikusan tisztított / mechanisch gereinigt / mechanically cleaned			
zsgálat tárgya: Object of test:	Hegesztett próbatétel folyadékbehatolásos vizsgálata / Liquid penetrant examination of welded test pieces.	Vizsg. terjedeleme: Prüfumfang: Scope of test:	100%			
zsg. helye: Place of test:	RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium	Vizsg. db. mérete: Größe des Prüfgegenstandes: Size of piece:	lásd a táblázatot / siehe die Tabelle / see the table			
zsg. ideje: Date of Test:	24. 07. 2020.	Vizsg. tárgy hőmérséklete: Temperatur des Prüfgegenstandes: Temp. of tested subject:	20±5 °C			
hatolási idő: Dyeing time: Dyeing time	20 mm	Jelzőfolyadék: Eindringmittel: Penetrant:	Pfänder 800			
hívási idő: Development time: Development time	15 mm	Tisztító folyadék: Reiniger: Cleaner:	Pfänder 890			
nyintenzitás (fehér/UV): Intensity (white / UV):	>500 lux	Előhívó: Entwickler: Developer:	Pfänder 871			
izsgáló: Drawing No. / Part No.	Tételszám: Position No. / Item No.	Méret/Terjedeleme: Größe/Prüfumfang: Dimension/Extent of exam.	Tompavarrat: Stumpfnaht: Butt weld	Sarokvarrat: Kehlnaht: Fillet weld	Vizsgálat eredménye: Prüfergebnis: Result of test	Heg. jel: Schweißer Nr. / Welder No.
WPS 049	-	Ex.: 16 / 16 x 350 100%	-	X	I	-

Értékelés / Resultat / Evaluation:

Megfelelő / Erfüllt / Satisfactory

Nem megfelelő / Nicht erfüllt / Not satisfactory

ly. Dátum:

ort und Datum

ge, Date:

gykanizsa. 30. 07. 2020

RÖNTGEN KANIZSA KFT

8800 Nagykanizsa, Csengeri út 43.

Tel./fax: 95 517 812

Faxszám: 12061381-2-20

laboratóriumvezető / Lab.-Leit. / Head of Lab.

Gyimes Gyula

anyagvizsgáló / Prüfer / Tested by

Értékelés:

rtung

uation

Megfelelő / Erfüllt die Vorschriften / Satisfactory

Ellenőr (datum, aláírás):

nspektor (Datum, Unterschrift):

nspector (date, signature)

ékely: 11-8800 Nagykanizsa, Csengeri út 43. Telephely: 11-8800 Nagykanizsa, Berek köz 7.
 jegyzőkönyvet kivonatolva leírásokról csak a laboratórium írásos engedélyével szabad.
 laboratórium 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

megrendelő: Name und Qualif. der Prüfperson: Name and qual. of testing personnel:	Prelog, Croatia	Vizsg. szem. neve, min.: Name und Qualif. der Prüfperson: Name and qual. of testing personnel:	P120103180301
gyártó: Hersteller: Manufacturer:	Macinac, Croatia	Vizsg. előírás: Prüfanweisungen: Instructions:	MSZ EN ISO 3452-1:2013
számszám / Projekt kód: Teil Nr. / Projekt Nr.: Part No. / Project No.:	-	Átvételi előírás: Abnahmeanweisung: Acceptance specification:	MSZ EN ISO 232772x atv. sziml MSZ EN ISO 15614-1:2017 PED 2014/68/1U
rajtszám: Zeichn. Nr.: Drawing No.:	-	Értékelési előírás: Bezugsdokument: Referring documents:	-
megjelölési sz.: St.-Nr.: Ser. No.:	-	Különleges megáll. Besondere Vereinbarung: Special agreement:	-
any. sz.: Mater.-Nr.: Mat. No.:	-	Anyagminőség: Material: Material grade:	S355J2+N
gyártási kód: Produktionskennung: Prod. code:	WPS 048	Gyártási állapot: Fabr. Zustand: Condition:	készre hegesztett / fertig geschweißt / ready welded
rajz. vázlat sz.: Anschlußplan Nr.: Drawing map No.:	-	Felület állapota: Oberflächenzustand: Surface condition:	mechanikusan tisztított / mechanisch gereinigt / mechanically cleaned
vizsg. tárgy: Prüfgegenstand: Object of test:	Hegesztett próbatest folyadékbehatolásos vizsgálatára / Liquid penetrant examination of welded test pieces	Vizsg. terjedeleme: Prüfumfang: Scope of test:	100%
vizsg. helye: Ort der Prüfung: Place of test:	RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium	Vizsg. db. mérete: Größe des Prüfgegenstandes: Size of piece:	lásd a táblázatot / siehe die Tabelle / see the table
vizsg. ideje: Datum der Prüfung: Date of test:	24. 07. 2020.	Vizsg. tárgy hőmérséklete: Temperatur des Prüfgegenstandes: Temp. of tested subject:	20±5 °C
hatolási idő: Einwirkzeit: Infiltration time:	20 min	Jelzőfolyadék: Eindringmittel: Penetrant:	Pfinder 800
lehívási idő: Entwicklungszeit: Developing time:	15 min	Tisztító folyadék: Reiniger: Cleaner:	Pfinder 890
világosság (fehér/UV): Helligkeit (weiß / UV): Light intensity (white / UV):	>500 lux	Előhívó: Entwickler: Developer:	Pfinder 871

vizsg. szám Prüfzeichen sp. remark	Rajzsám/Elemjel Zeichnung / Glieder Drawing No. / Part No.	Vételszám Position Nr. Item No.	Méret/Terjedeleme Größe/Prüfumfang Dimension/Extent of exam.	Tompavarrat Stumpfnah Buttweld	Sarokvarrat Kehlnah Fillet weld	Vizsg. eredménye Prüfresultat Result of test	Heg. jel Schweißer Nr. Welder No.
VPS 048			Lv.: 16 x 400 mm 100%	X	-	I	-

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

Idő, Dátum:

Ort und Datum:
 Location and Date

gy. kanizsa, 30. 07. 2020

RÖNTGEN KANIZSA KFT.
 8800 Nagykanizsa, Csengeri út 43.
 Tel.: 06 93 877 812

Laboratóriumvezető / Lab.-Leiter / Head of lab. Gyimes Gyula
 Anyagvizsgáló / Prüfer / Tested by

Értékelés:
 Evaluation:
 Result:
Megfelelő / Erfüllt die Vorschriften / Satisfactory

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

Árshely: 11-8800 Nagykanizsa, Csengeri út 43. Telefonszám: 11-8800 Nagykanizsa, Berek köz 7
 A jegyzőkönyvet kivonatolva leírásuk csak a laboratórium irásos engedélyével szabad
 laboratórium reklamációt a jegyzőkönyv kiállításától számított 30 napon belül fogad el



Slika 11.6. Zadovoljavajuće izvešće penetrantskog ispitivanja sučeljenog spoja

11.3. Rendgensko (radiografsko) ispitivanje

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



Slika 11.7. Rendgenski uređaj ERESKO 200 MF[16]

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

Radiográfiai vizsgálati jegyzőkönyv
 Bericht über Durchstrahlungsprüfung
 Radiographic Test Report

Jegyzőkönyv száma:
 Protokoll Nr.
 Report No. **1445/2020**
 1/2

Legrendelő: Ün- Customer:	Prelog, Croatia	Vizsg. szem. neve, min.: Name und Qualif. der Prüfperson: Name and qual. of testing personnel:	RT20101120110
Yártó: Ersther- roducer:	Macmec, Croatia	Vizsg. előírás: Prüfanweisungen: Instructions:	MSZ EN ISO 17636-1:2013
Linkaszám / 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
ajzszám: iclin. Nr.: rawing No.:	-	Értékelési előírás: Bezugsdokument: Referring documents:	-
endelési sz.: est.-Nr.: rder No.:	-	Különleges megáll.: Besondere Vereinbarung: Special agreement:	-
yári szám: abrik-Nr.: erial No.:	-	Anyagminőség: Material: Material grade:	S355J2+N
zonosító kód: entifikationskode: entity code:	WPS 048	Gyártási állapot: Fabr. Zustand: Condition:	készre hegesztett / fertig geschweißt / ready welded
eg. vázlat sz.: hweißplan.Nr.: elding map No.:	-	Felület állapota: Oberflächenzustand: Surface condition:	mechanikusan tisztított / mechanisch gereinigt / mechanically cleaned
izsgálat tárgya: tubjekt: bjeet of test:	Hegesztett próbatest radiográfiai vizsgálat / Radiographic examination of welded test pieces	Vizsg. terjedeleme: Prüfumfang: Scope of test:	100%
izsg. 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
izsg. ideje: ifdatum: ate of Test:	20. 07. 2020	Vizsg. tárgy hőmérséklete: Temperatur des Prüfgegenstandes: Temp. of tested subject:	20±5 °C
Alkalmazott vizsgálati eljárás: t der Durchstrahlungstechnik: adiographic technique:	Radiográfia	Alkalmazott berendezés típusa: Typ des verwendeten Gerätes: Identification of equipment used:	FRESCO 200 MF
izsg. oszt. a vizsg. szabvány szerint: der Durchstr.technik nach Standard: adiographic class acc. to standard:	„B”	Fókuszfolt vagy izotóp fizikai mérete: Abmessung des Brennflecks: Focal spot or isotope physical source size:	1,5 x 1,5
igárforrás: ahlenquelle: idation source:	Röntgen	Fóliafajta és vastagság: Folienart und -dicke: Type and thickness of intensifying screen:	Pb 0,027 mm
lmosztály / Típus: msystemklasse / Typ: m system class designation/ Brand:	C4 (Carestream INDUSTRIEX T200)	Alkalmazott jelölés módja: Markierungssystem: System of marking used:	optikai + pb
lm feldolgozás módja: t der Filmverarbeitung: ocessing technique:	Kézi: Hand: Manual:	Automata: Automatik: Automatic:	Egyéb: Sonstige: Other:

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

zékhely: H-8800 Nagykanizsa, Csenger ut. 43. Telefonszám: H-8800 Nagykanizsa, Berek köz 7.
 jegyzőkönyvet kivonatoln lemasolni csak a laboratórium írásos engedélyével szabad.
 laboratórium reklamációt a jegyzőkönyv kiállításától számított 30 napon belül fogad el.



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

Radiográfiai vizsgálati jegyzőkönyv
 Bericht über Durchstrahlungsprüfung
 Radiographic Test Report

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

2/2

Filmkencék Film marking	Vizsgált szakasz (cm) Prüfabschnitt (cm) Tested section (cm)	Feketedés Schwärzung Density		Képmínőség jelző Bildgütezahl IQI sensitivity		Eltérések Unregelmäßigkeiten Imperfections																Értékelés Beurteilung Evaluation		Javítandó szakasz (cm) Nachabschnitt zu reparieren (cm) Weld seam section to repair (cm)
		Követelmény Gefordert Required	Erlert Erreicht Reading	Követelmény Gefordert Required	Erlert Erreicht Reading	101(Ea)	102(Fb)	104(Fc)	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	*		

megjegyzés:

Erklärung:

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(Fb): Keresztirányú repedés / Querriss / Transverse crack
- 104(Fc): Kráterrepedés / Endkraterriß / Crater crack
- 2011(Aa): Gömb alakú 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 hevedési 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 szélkioldás / Einbrandkerbe durchlaufend / Continuous undercut
- 5013: Gyökoldali szélkioldás / Wurzelkerbe / Shrinkage groove

Értékelés a szabvány előírásaitól különleges megállapodás alapján:

Abweichung vom Standard nach besonderer Vereinbarung:

Evaluation of standard by special agreement:

☐ Van
Ja
Yes

☒ Nincs
Keine
No

Írásban, az eltérés leírása:

in writing, Beschreibung der Abweichung:

in writing, description of agreement

Hely, Dátum:

ort und Datum:

e. Date:

Nagykanizsa, 30. 07. 2020.

RÖNTGEN KANIZSA KFT.

8800 Nagykanizsa, Csengeri út 43.

Tel/fax: 93-317-612

Adószám: 12966963-2-00

Számla: 20104085-60826863-00000004

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

Anyagvizsgáló / Prüfer / Tested by

Értékelés:

Beurteilung:

Evaluation:

Megfelel / Erfüllt die Vorschriften / Satisfactory

Ellenőr (dátum, aláírás):

Inspektor (Datum, Unterschrift):

Inspector (date, signature)

Hely: 11-8800 Nagykanizsa, Csengeri út 43. Telefonszám: 11-8800 Nagykanizsa, Berek köz 7

Jegyzőkönyvet kivonatolva leírásai csak a laboratórium írásos engedélyével szabad

laboratórium reklamációt a jegyzőkönyv kiállításától számított 30 napon belül fogad el.



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.



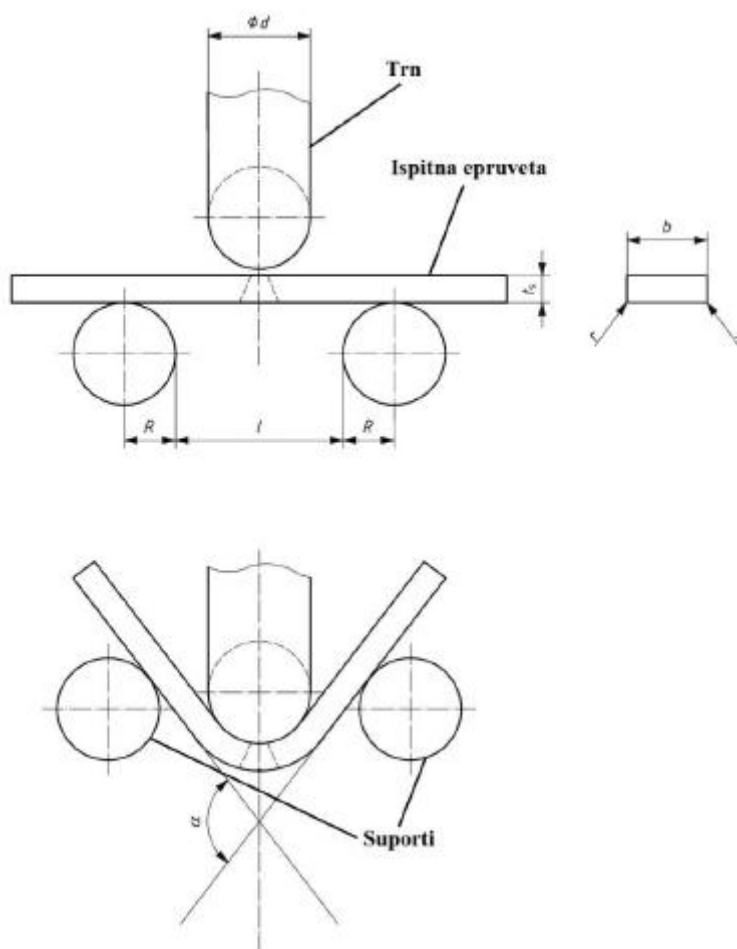
Slika 11.10 Kidalica P-50-es

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 I/1			
megrendelő: Name: Prelog, Croatia					Vizsg. szem. neve, min.: Name und Qualif. der Prüfperson: Name and qual of testing personnel:				
ártó: Hersteller: Macinec, Croatia					Rajzszám: Zeichn. Nr.: Drawing No.:				
anyagminőség: Material: S355J2+N Material grade:					Gyártási állapot: Fabr. Zustand: készre hegesztett / Condition: fertig geschweißt / ready welded				
felület állapota: Erfl. -chenzustand: nyers / mart face condition: gefräst / gedreht milled / turned					Vizsgálat módja: Prüfverfahren: Keresztirányú szakítóvizsgálat Test method:				
onosító kód: Identifikationscode: WPS 048 ID code:					Vizsgáló berendezés: Prüfinstrument: P-50-es szakítógépj. gy.sz.:1686 Test equipment:				
szg. előírás: Anweisung: MSZ EN ISO 6892-1:2016 functions: (visszavont szabvány) MSZ EN ISO 4136:2013					Próbavétel módja: Art der Probenahme: - Sampling:				
ékelési előírás: Aufschlagdokument: MSZ EN ISO 15614-1:2017 ering documents: PED 2014/68/EU					Próbatest adatai: Daten der Prüfproben: 16x25x300 Data of the test specimens:				
szgálat tárgya: Objekt: Hegesztett próbatest szakítóvizsgálata / ject of test: Tensile test of welded test piece					Hegesztés módja, varrat: Schweißtechnik, Naht: PG/PA 138 Welding technique, joint:				
fedett hibák: Deckte Fehler: - ectioned defects:					Megjegyzés: Notizen: Note:				
szg. helye: der Prüfung: RÖNTGEN KANIZSA Kft. ce of test: Anyagvizsgáló Laboratórium					Vizsg. ideje: Prüfdatum: 30.07.2020. Date of Test:				
Vizsgálat eredménye – Prüfergebnisse – Result of Test									
Próbatest	S ₀ (mm ²)	L ₀ (mm)	L _a (mm)	F _{0.2} (kN)	F _m (kN)	R _{0.2} (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	-	-
ly, Dátum: und Datum: e, Date: 30.07.2020.									
RÖNTGEN KANIZSA KFT. 8800 Nagykánizsa, Csengery út 43. Tel./fax: 95-317-612 Adózszám: 129669912-25 10 95 317 612 laboratóriumvezető h. / Stellv. des Lab.-Leiters /Assistant Head of lab. Gvimes Tiinde anyagvizsgáló / Prüfer / Tested by									
ékelés: eichung: uation:									
A vizsgált varrat az előírást kielégíti. / Erfüllt die Vorschriften. / Satisfactory.						Ellenőr (dátum, aláírás): Inspektor (Datum, Unterschrift): Inspector (date, signature)			
Hely: H-8800 Nagykánizsa, Csengery út 43. Telefonszám: H-8800 Nagykánizsa, Berek köz 7. jegyzőkönyvet kizárólagosan lemasolni csak a laboratórium írásos engedélyével szabad laboratórium reklamációt a jegyzőkönyv kiállításától számított 30 napon belül fogad el									

Slika 11.11. Zadovoljavajuće 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.



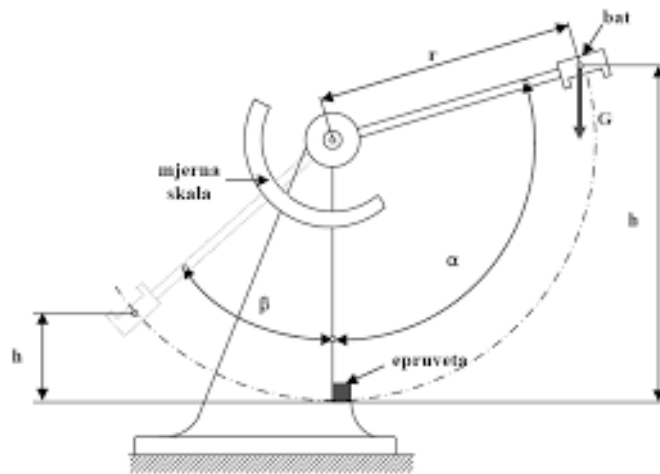
Slika 11.12. Ispitivanje na savijanje po „HRN EN ISO 5173:2010“ [17]

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									
megrendelő:	Prelog, Croatia				Vizsg. szem. neve, min.:				
gyártó:	Macinec, Croatia				Rajkszám:				
anyagminőség:	S355J2+N				Gyártási állapot:				
felület állapota:	nyers / mart				készre hegesztett /				
felület állapota:	roh / gefräst				fertig geschweißt /				
azonosító kód:	WPS 048				Vizsgálat módja:				
szeg. előírás:	MSZ EN ISO 5173:2010				Vizsgáló berendezés:				
szeg. előírás:	MSZ EN ISO 5173:2010/A1:2012				P-50-es szakítógépj. gy. sz.: 1686				
szeg. előírás:	MSZ EN ISO 7438:2016				Próbavétel módja:				
szeg. előírás:	MSZ EN ISO 15614-1:2017				Art der Probenaufnahme:				
szeg. előírás:	PED 2014/68/EU				Sampling:				
szeg. tárgya:	Hegesztett próbatest hajlítóvizsgálata /				Próbatest adatai:				
szeg. tárgya:	Bend test of welded test piece				Daten der Prüfproben:				
szeg. tárgya:					Data of the test specimens:				
szeg. tárgya:					Hegesztés módja, varrat:				
szeg. tárgya:					Schweißtechnik, Naht:				
szeg. tárgya:					PG/PA 138				
szeg. tárgya:					Megjegyzés:				
szeg. tárgya:					Notizen:				
szeg. tárgya:					Note:				
szeg. helye:	RÖNTGEN KANIZSA Kft.				Vizsg. ideje:				
szeg. helye:	Anyagvizsgáló Laboratórium				Prüfdatum:				
szeg. helye:					Date of Test:				
szeg. helye:					30.07.2020.				
Vizsgálati jel	Vizsgálat típusa	Próbatest mérete	Görgőméret	Görgőköz	Jelölés	Nyúlás	Hajlítási szög	Hőmérséklet	Eredmény
Prüfzeichen	Prüfart	Größe des Prüfkörpers	Biegeroller Durchmesser	Rollenabstand	Orig. Zeichenabstand	Dehnung	Biege Winkel	Temperatur	Testergebnis
Test marking	Type of test	Dimensions	Former diameter	Dist. between rollers	Original gauge length	Elongation	Bend angle	Temperature	Test result
WPS 048 111	SBB	b=16 t=10	40	65			180°	22	Nem megengedhető folytonossági hiányt nem észleltem / No unallowable imperfection was detected
WPS 048 112	SBB								
WPS 048 113	SBB								
WPS 048 114	SBB								
ly. Dátum: und Datum: e. Date: 30.07.2020.									
RÖNTGEN KANIZSA KFT 8800 Nagykanizsa, Csengeri út 43. Tel. fax: 06 31 77 612 E-mail: rkanizsa@rkanizsa.hu 17 966983 2-20 15 826863 0000000 laboratóriumvezető h. / Stellvert. des Lab. Leiters /Assistant Head of lab. Gyimesi Tünde									
élel:	A vizsgált varrat az előírást kielégíti. / Erfüllt die Vorschriften. /				Ellenőr (datum, aláírás):				
élel:	Satisfactory.				Inspektor (Datum, Unterschrift)				
élel:					Inspector (date, signature)				
Hely: H-8800 Nagykanizsa, Csengeri út 43. Telefonszám: H-8800 Nagykanizsa, Berek köz 7 jegyzőkönyvet kivonatolva leírások csak a laboratórium írásos engedélyével szabad laboratórium reklamációt a jegyzőkönyv kiállításától számított 30 napon belül fogad el.									

Slika 11.13. Zadovoljavajuće izvješće ispitivanja na savijanje sučeljenog spoja

11.6. Ispitivanje udarne radnje loma

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



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

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

47

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 zavora ili površini zavora, 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 zavora ili površini zavora, 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.: HT-43/2020 Report No.: 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		Rajkszám: 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: Identifikationscode: 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: referring documents: MSZ EN ISO 15614-1:2017 PED 2014/68/EU		Próbavétel módja: Art der Probenahme: 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:			
lefedett hibák: entdeckte Fehler: detected defects:		Hegesztés módja, varrat: Schweißtechnik, Naht: Welding technique, joint: PB 135			
		Megjegyzés: Notizen: Note:			
Vizsg. helye: Ort der Prüfung: place of test: RÖNTGEN KANIZSA Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium		Vizsg. ideje: Prüfdatum: Date of Test: 28. 07. 2020.			
Vizsgálat eredménye – Prüfergebnisse – Result of Test Elvart érték < 380 HV					
WPS 049	Alapanyag I. / Grundmaterial I. / Base material I.		Hőhatás övezet I. / Wärmeinflusszone I. / HAZ I		Ömledék / Schweißnaht / Weld
	Hőhatás övezet II. / Wärmeinflusszone II. / HAZ II		Alapanyag II. / Grundmaterial II. / Base material II.		
A 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 Foto Photo:					
ly, Dátum: und Datum: ce, Date: 2020. 07. 30.					
RÖNTGEN KANIZSA KFT. 8800 Nagykanizsa, Csengeri út 43. Tel./fax: 93 317 612 Adószám: 12966983-2-20 18104985-65629863-00900000 Laboratóriumvezető h. / Stellv. des Lab.-Leiters Gyimesi Zoltán Anyagvizsgáló / Prüfer / Tested by					
tékelés: ertung: dition: A vizsgált varrat az előírást kielégíti. / Erfüllt die Vorschriften. / Satisfactory			Ellenőr (dátum, aláírás): Inspektor (Datum, Unterschrift): Inspector (date, signature):		
Hely: 11-8800 Nagykanizsa, Csengeri út 43. Telefonszám: 11-8800 Nagykanizsa, Berek köz 7. jegyzőkönyvet kivonatolva leírásnak 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

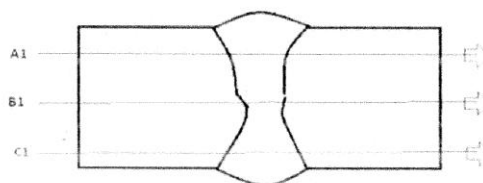
Jegyzőkönyv száma:
 Protokoll Nr.:
 Report No.: **HT-42/2020**
 1/1

Legrendelő: Ünnteilnehmer:	Prelog, Croatia	Vizsg. szem. neve, min.: Name und Qualif. der Prüfperson: Name and qual. of testing personnel:	
Gyártó: Hersteller: Producer:	Macinec, Croatia	Rajzszám: Zeichn. Nr.: Drawing No.:	-
Anyagminőség: Material: Material grade:	S355J2+N	Gyártási állapot: Fabr. Zustand: Condition:	keszre hegesztett / fertig geschweißt / ready welded
Előírt állapota: Oberflächenzustand: Surface condition:	mechanikusan tisztított / mechanisch gereinigt / mechanically cleaned	Vizsgálat módja: Prüfverfahren: Test method:	Vickers keménységmérés (HV10) Vickers hardness test (HV10)
azonosító kód: Identifikationscode: Entry code:	WPS 048	Vizsgáló berendezés: Prüfinstrument: Test equipment:	HPO-250
Vizsg. előírás: Nichtanweisungen: Instructions:	MSZ EN ISO 9015-1:2011 MSZ EN ISO 6507-1:2018	Próbavétel módja: Art der Probenentnahme: Sampling:	-
Értékelési előírás: Bewertungsdokument: Evaluating documents:	MSZ EN ISO 15614-1:2017 PLD 2014/68/EU	Próbatest adatai: Daten der Prüfproben: Data of the test specimens:	-
Vizsgálat tárgya: Prüfobjekt: Object of test:	Hegesztett próbatest keménységmérése / Hardness test of welded joint	Hegesztés módja, varrat: Schweißtechnik, Naht: Welding technique, joint:	PG/PA 138
Értékelési 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 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 I - 15	169 171 174	254 266 242	249 238 235	245 242 251	180 174 168
B I - 15	173 178 185	228 212 207	225 216 219	227 215 221	183 179 181
C I - 15	166 171 176	290 285 281	227 233 218	268 262 274	171 170 168

Ábra/fénykép
 Zeichnung/Foto
 Drawing/photo



Ábra, Dátum:
 Zeichnung und Datum:
 Drawing, Date:

Kanizsa, 30. 07. 2020

RÖNTGEN KANIZSA KFT.

8800 Nagykanizsa, Csengery út 43.

Tel./fax: 06 81 7 612

Addig: 06 81 7 612-20

laboratóriumvezető h. / Stellv. des Lab.-Leiters

Grünes Timde

anyagvizsgáló / Prüfer / Tested by

Értékelés:
 Beurteilung:
 Evaluation

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

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

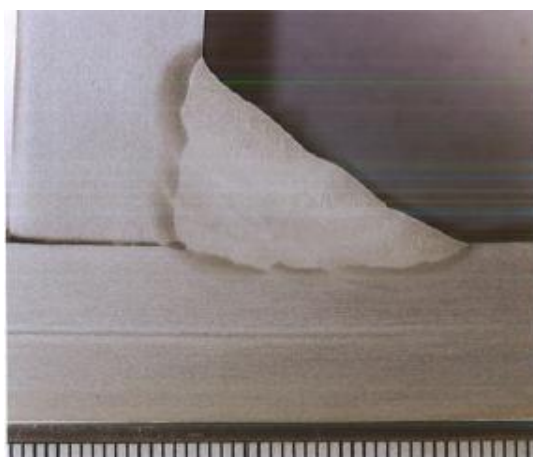
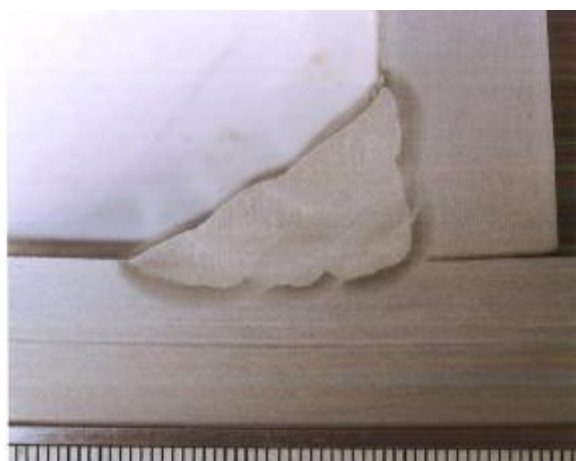
Az 11-8800 Nagykanizsa, Csengery út 43. Telephely: 11-8800 Nagykanizsa, Berek köz 7.
 A jegyzőkönyvet kizárólagosan leírásukhoz csak a laboratórium irásos engedélyével szabad
 laboratórium reklamációt a jegyzőkönyv kiállításától számított 30 napon belül fogad el.



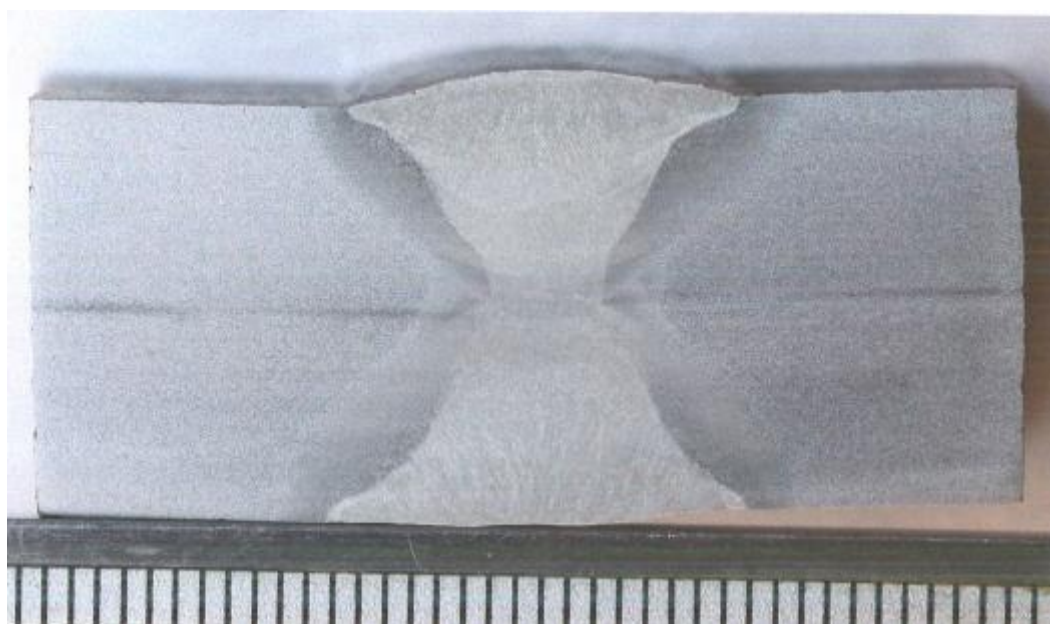
Slika 11.18. Zadovoljavajuće izvješće ispitivanja tvrdoće sučeljenog spoja

11.8. Makroskopski pregled

Kod makroskopskog pregleda pregledavaju se polirani zavareni ispitni uzorci pomoću povećala, a za dobivanje makroizbrusaka ispitne uzorke potrebno je nagristi elektrolitski u dušičnoj kiselini (3g HNO_3 u $100\text{ ml H}_2\text{O}$) 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

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

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

Legrendelő: megrendelő: customer:	Prelog, Croatia	Vizsg. szem. neve, min.: Name und Qualif. der Prüfperson: Name and qual. of testing personnel:	VT20109180701
Yártó: hersteller: producer:	Miacinec, Croatia	Rajzszám: Zeichn. Nr.: Drawing No.:	-
Nyagminőség: anyag: material grade:	S355J2+N	Gyártási állapot: Fabr. Zustand: Condition:	készre hegesztett fertig geschweißt ready welded
Felület állapota: felület állapota: surface condition:	csiszolt / maratott polished / etched	Vizsgálat módja: Prüfverfahren: Test method:	Makrovizsgálat Macroscopic examination
azonosító kód: identifikationskode: entity code:	WPS 049	Vizsgáló berendezés: Prüfinstrument: Test equipment:	Nagyító Metasinx Magnifying glass
Használati utasítás: Anweisungen: instructions:	MSZ EN ISO 17639:2014	Próbavétel módja: Art der Probenentnahme: Sampling:	-
Értékelési előírás: Bewertungsdokument: evaluation documents:	MSZ EN ISO 5817 „B/C” osztály MSZ EN ISO 15614-1:2017 PED 2014/68/EU	Próbatest adatai: Daten der Prüfproben: Data of the test specimens:	-
Vizsgálat tárgya: Vizsgálati tárgy: object of test:	Hegesztett próbatest makrovizsgálata / Makro test of welded test piece	Hegesztés módja, varrat: Schweißtechnik, Naht: Welding technique, joint:	PB 135
Felfedezett hibák: Festgestellte 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.

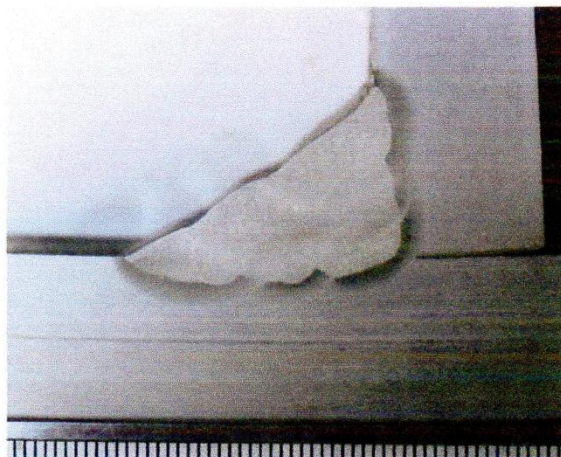
[illegible]

ekéhv. H-8800 Nagykamizsa, Csergery út 43. Telephely: H-8800 Nagykamizsa, Berek köz 7.
jegyzőkönyvet kivonatoln lemlsolnl csak a laboratórium írásos engedélyével szabad.
laboratórium reklamáclót a jegyzőkönyv kiállításától számított 30 napon belül fogad el.

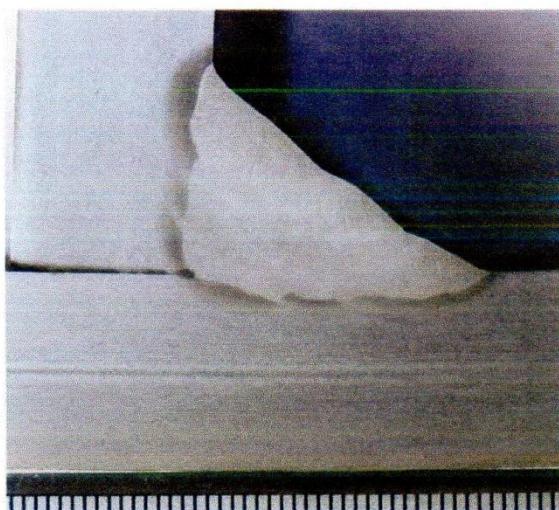


Makrovizsgálati és mikrovizsgálati jegyzőkönyv
Protokoll für makroskopische und mikroskopische Untersuchungen
Macroscopic and microscopic Examination Report

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



WPS 049 M1



WPS 049 M2

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

Előírt, Dátum:
t und Datum:
ace, Date:
agykanizsa, 30.07.2020.

RÖNTGEN KANIZSA KFT

8800 Nagykánizsa, Csengeri út 43.

Tel./fax: 93 317-612

Adószám: 12966963-2-20

laboratóriumvezető h. / Stellv. des Lab. Leiters

/Assistant Head of lab.

Gyimes Tünde

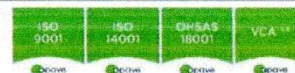
anyagvizsgáló / Prüfer / Tested by

értékelés:
urteilung:
aluation

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

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

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



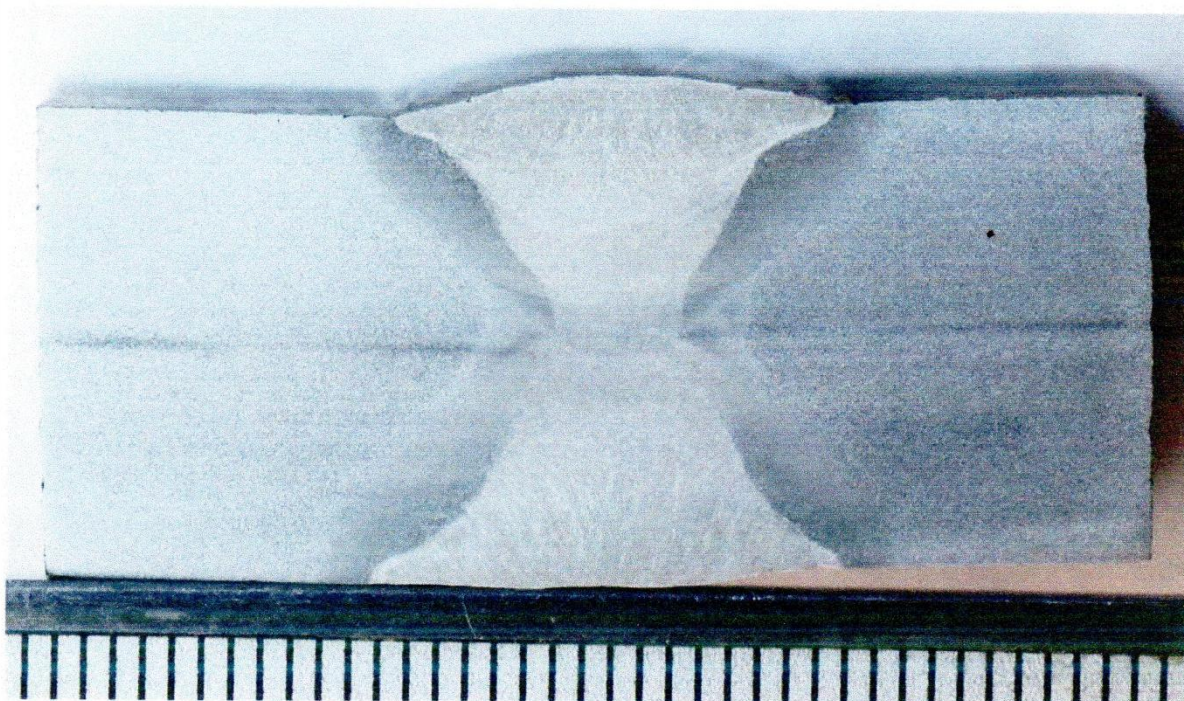
1/2

ISO 9001	ISO 14001	OHSAS 18001	VCAs
----------	-----------	-------------	------

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

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

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



WPS 048 M1

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

Hely, Dátum:

Ort und Datum:
Place, Date:

Nagykanizsa, 30.07.2020.

RÖNTGEN KANIZSA KFT.

8800 Nagykanizsa, Csengery ut 43.

Tel./Fax: 93 317 612

Adószám: 12060351-2-20

Üzleti regisztrációs szám: 03826853 00000404

laboratóriumvezető h. / Stelle des Lab.-Leiters

/Assistant Head of lab.

Gyimes Tünde

anyagvizsgáló / Prüfer / Tested by

Értékelés:

Beurteilung:
Evaluation:

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

Ellenőr (datum, aláírás):

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

Székhely: H-8800 Nagykanizsa, Csengery ut 43. Telefonszám: H-8800 Nagykanizsa, Berek köz 7.

A jegyzőkönyvet kivonatolva másolni csak a laboratórium írásos engedélyével szabad.

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

8.4.1.



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

12. Atesti zavarivača

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

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

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

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

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

Welder's Qualification Test Certificate

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

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

Welder's name:

WPS - Reference: 049 CEN 2-08/2020

Method of identification: Identity card

Order no.: 1978/2020

Date and place of birth: 1980-12-17, Cakovec - Kroatien

Test report no.: 0045/202/9090/P/01930/20/S/000(00)

Employer:

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

Supplementary fillet weld test: —
(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 KS1.
Parent metal: S355J2+N (1.0577). Filler: EN ISO 14341-A G 46 4 C1/M21 4Si1 (EZ-SG3)

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

Notified Body 0045 for Pressure Equipment

Digitally signed

by

Date: 2020.08.24

13:41:33 +02'00'

Systems GmbH & Co. KG

Große Bahnstraße 31, D-22525 Hamburg

Date of welding: 2020-07-22			Revalidation method: 9.3 a		Validity until: 2023-07-21
Revalidation for qualification by examiner or examining body for the following 2 years			Confirmation of the validity by welding coordinator / examiner or examining body for the following 6 months		
Date	Signature	Position or title	Date	Signature	Position or title
	N/A		2021-01-		
			2021-07-		
			2022-01-		
			2022-07-		
			2023-01-		

Welder's Qualification Test Certificate

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

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

	Test piece		Range of qualification	
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	-
Fracture test	-	X
Bend test	-	X
Notch tensile test	-	X
Macroscopic examination	-	X

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

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

Date of welding: 2020-07-22		Revalidation method: 9.3 a		Validity until: 2023-07-21	
Revalidation for qualification by examiner or examining body for the following 2 years			Confirmation of the validity by welding coordinator / examiner or examining body for the following 6 months		
Date	Signature	Position or title	Date	Signature	Position or title
	N/A		2021-01-		
			2021-07-		
			2022-01-		
			2022-07-		
			2023-01-		

Slika 12.1 i 12.2. Atesti zavarivača

13. Zaključak

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

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

U Varaždinu, _____

14. Literatura

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

Sveučilište
Sjever

UNIVERSITY
OF NORTH
DAKOTA



SVEUČILIŠTE
SIEVER

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

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

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

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Vanja Marciuš
(vlastoručni potpis)

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

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

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Vanja Marciuš
(vlastoručni potpis)

Popis slika

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

Popis tablica

Tablica 1. Mehanička svojstva 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 byDate: 2020.08.17
13:22:48 +02'00'

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

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

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

General test details	Location of test: Macinec / Croatia		Order no.: 1978/2020							
	pWPS no.: 049		Joining personnel name: I							
	WPQR no.: 040A/20 KS		Date of welding: 22.07.2020							
	Manufacturer:									
	Address: Glavna 12, 40306 Macinec / Croatia									
Test piece	Marking: WPS 049		Welding position (ISO 6947): PB							
	Type of test piece: Plate		Welding process(es): 135- Partly mechanized							
	Parent mat. designation 1: EN 10025-2: S355J2+N, Group 1.2 acc. ISO/TR 15608		Parent mat. designation 2: EN 10025-2: S355J2+N, Group 1.2 acc. ISO/TR 15608							
	Material thickness 1 [mm]: 16		Material thickness 2 [mm]: 16							
	Outside diameter 1 [mm]: --		Outside diameter 2 [mm]: -							
Weld preparation	Joint type: FW		Included angle [°]: -							
	Face height [mm]: -		Root gap [mm]: -							
	Backing: -		Gouging: -							
Run no.	Welding process	Size of filler material [mm]	Current [A]	Voltage [V]	Type of current /polarity	Wire feed speed [m/min]	Travel speed [cm/min]	Heat input [kJ/mm]	Interpass temp. [°C]	Metal transfer
1	135	1,0	239÷244	30,7÷30,8	DC / +	-	25	1,409÷1,443	-	S
2	135	1,0	238÷245	30,5÷30,6	DC / +	-	33,9	1,028÷1,062	90	S
3	135	1,0	240÷244	30,6÷30,7	DC / +	-	32,3	1,091÷1,113	126	S
4	135	1,0	235÷238	30,5÷30,6	DC / +	-	33,3	1,032÷1,049	140	S
5	135	1,0	235÷241	30,6÷30,7	DC / +	-	29,9	1,154÷1,187	146	S
6	135	1,0	238÷242	30,6÷30,7	DC / +	-	29,2	1,199÷1,223	158	S
Filler material	Designation: EN ISO 14341-A - G 46 4 M 4Si1									
	Trade name / manufacturer: EZ - SG3 / ELEKTRODA ZAGREB									
Flux / cored- or filled electrode	Designation: -									
	Trade name: -									
	Drying: -									
Backing gas	Designation: -									
	Flow rate [l/min]: -									
Shielding gas	Designation: EN ISO 14175 - M21 - ArC - 18									
	Flow rate [l/min]: 13									
Tungsten electrode	Type: -									
	Size [mm]: -									
Oscillation	Details: -									
	Manufacturer: -									
Heat treatment	Pre weld treatment: ≥ 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	Attachment	Result	Attachment	Result
Requirement					M-90/2020	Fulfilled		

Impact tests with specimen type: (attachment)

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

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

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

Additional tests:

Remarks:

Test results:

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

The test requirements are fulfilled.

Notified body 0045 for pressure equipment
Digitally signed by

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

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

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

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

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

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

Attachment:**Notified body 0045 for pressure equipment**Digitally signed
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	Attachment	Result	Attachment	Result
Requirement	SBB	°	-		M-92/2020	Fulfilled		
WPS 048 H1	SBB	180	-	Fulfilled				
WPS 048 H2	SBB	180	-	Fulfilled				
WPS 048 H3	SBB	180	-	Fulfilled				
WPS 048 H4	SBB	180	-	Fulfilled				

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

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

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

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

Additional tests:

Remarks:

Test results:

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

The test requirements are fulfilled.

Notified body 0045 for pressure equipment

Digitally signed by

Date: 2020.08.25
09:04:59 +02'00'

Tvornička svjedodžba Br: 000748
Test report

HRN EN 10204-2.2

TRG REPUBLIKE 6
 40000 ČAKOVEC
 HRVATSKA

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

Šifra kupca: 14628

M.Br.: 04512580451258

MEHANIČKA SVOJSTVA METALA ZAVARA MECHANICAL PROPERTIES OF WELD METAL

Br. Naziv proizvoda No. Trade name	Proizvodnja broj Batch No.	Oznaka Designation	Granica razvl. Yield strength (N/mm ²)	Vlačna čvrst. Tensile strengt (N/mm ²)	Istezanje Elongation A ₅ (%)	Udarni rad loma Impact energy ISO -V (J)	Tvrdoća Hardness
01 E2-SG2 1,0 S-S ŽIČANI	010105	G 42 4 C/M 3511	>430	500-640	>22	>47 (-40°C)	-
02 E2-SG2 1,2 S-S ŽIČANI	010105	G 42 4 C/M 3511	>430	500-640	>22	>47 (-40°C)	-
03 E2-SG3 1,0 S-S ŽIČANI	020054	G 46 4 C/M 4511	>460	530-680	>22	>47 (-40°C)	-
04 E2-SG3 1,2 S-S ŽIČANI	020054	G 46 4 C/M 4511	>460	530-680	>22	>47 (-40°C)	-

KEMIJSKI SASTAV CHEMICAL COMPOSITION

Br. Naziv proizvoda No. Trade name	Proizvodnja broj Batch No.	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Cu	Fe	Mg	Al	Zn
her (	Batch No.	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
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	0,06-0,13	1,6-1,8	0,9-1,1	-	-	-	<0,3	-	-	-	-
04 E2-SG3 1,2 S-S ŽIČANI	020054	0,06-0,13	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 računom
 i vrijedi bez potpisa.

This document is prepared by computer
 and valid without signature.

Odjel kontrole i razvoja proizvoda
 Quality Control and Development Department

INSPECTION CERTIFICATE

FLUX CORED WIRE

According to EN 10204-3.1

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

PURCHASER

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	ARC VOLTAGE	33.0 (V)

5. REMARKS

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



QA Manager

