

VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA,
MARIBOR

DIPLOMSKO DELO

**PROJEKT NAČRTOVANJA IN IZDELAVE TLAČNE
MEŠALNE POSODE X ZA KEMIČNO INDUSTRIJO**

Kandidat: Lenart Knez

Študent študija ob delu

Številka indeksa: 11190040037

Program: strojništvo

Mentor: mag. Jože Ravničan

Maribor, september 2011

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Lenart Knez, št. indeksa 11190040037, sem avtor diplomske naloge z naslovom Projekt načrtovanja in izdelave tlačne mešalne posode x za kemično industrijo, ki sem jo napisal pod mentorstvom mag. Jožeta Ravničana.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo diplomsko delo izključno rezultat mojega dela;
- sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia;
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli, kot moje lastne – kaznivo po Zakonu o avtorskih in sorodnih pravicah; UL št. 16/2007; (v nadaljevanju ZASP), prekršek pa podleže tudi ukrepom VSŠ Academia skladno z njenimi pravili;
- skladno z 32. členom ZASP dovoljujem VSŠ Academia objavo diplomske naloge na spletnem portalu šole.

Maribor, 07. 09. 2011

Podpis študenta:

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju mag. Jožetu Ravničanu za pomoč in vodenje pri opravljanju diplomskega dela. Zahvaljujem se tudi kolektivu podjetja, v katerem sem zaposlen za razumevanje, koristne nasvete in podporo.

Prav posebna zahvala gre staršem in družini za razumevanje ter prijateljici in prijateljem za vso pomoč in v spodbudo. »Vsak vaš nasmeh, vsak pogled, vsak skupni trenutek, vsak lep spomin, vsaka solza ... Vse to mi je in mi daje novo upanje in neizmerno energijo, da dokončam že dolgo zastavljen cilj in si postavljam nove cilje.« Korak po korak! HVALA!

POVZETEK

Diplomska naloga opisuje projekt načrtovanja in izdelave tlačne mešalne posode x za kemično industrijo. Načrtovanje projekta je izvedeno na osnovi povpraševanja podjetja x (končni uporabnik – kupec) podjetju y (izdelovalec – prodajalec).

Prvi del diplomskega dela je sestavljen iz veljavne zakonodaje in teorije o tlačnih mešalnih posodah. Na osnovi vhodnih parametrov naročnika – končnega uporabnika tlačne mešalne posode – so opisani vsi potrebni priključki ter je izveden trdnostni preračun po AD 2000 Regelwerk. Glede na zahteve kupca in izkušnje izdelovalca se je obvezno potrebno dotakniti izboljšav in racionalizacije končnega proizvoda. Ključni dejavnik današnjega časa je ekonomski vidik, zato je del diplomskega dela posvečen tudi temu zelo specifičnemu področju. V naslednjem delu diplomskega dela pa je velika pozornost posvečena tehnični dokumentaciji, ki pa je obvezni sestavni del vsake tlačne mešalne posode. Kljub današnjemu vsakodnevnomu pomanjkanju časa pa je potrebno skrbno načrtovati tudi terminski plan celotnega projekta, ki je obvezen sestavni del takšnega projekta.

Skozi diplomsko delo je prikazano, da se mora podjetje, ki izvaja projekt načrtovanja in izdelave tlačne mešalne posode x za kemično industrijo, zelo kvalitetno pripraviti na tako zahteven projekt. Če želimo narediti kakovosten proizvod, ki je v skladu s pričakovanji kupca, mora biti vključen celoten kolektiv podjetja, saj je pri tem zelo pomemben vsak člen v verigi.

Ključne besede:

tlačna posoda, zakonodaja, AD – 2000 Regelwerk, preračun tlačne posode, dokumentacija, kakovosten proizvod.

ABSTRACT

Project of planning and production of pressure vessels x for the purposes of chemical industry

The diploma thesis describes the project of planning and production of pressure vessels x for the purposes of chemical industry. The planning of the project is executed on the basis of demand of the company x (end user – buyer) to company y (manufacturer – salesperson).

The first part of the diploma thesis consists of valid legislation and the theory of pressure mixing vessels. A description of needed parts for the installation - based on the entry parameters of the buyer – end user for the pressure mixing vessel - is included. Structural integrity calculations have been carried out in accordance with the AD 2000 Regelwerk. Considering the demands of the buyer and the experience of the manufacturer, it is important to discuss further improvements and rationalization of the final product. In today's age, the economic aspect is one of the key factors, which is why a part of the thesis is dedicated to this specific area. The second part of the thesis is dedicated to technical documentation, which is mandatory and considered to be an integral part of every pressure mixing vessel. Despite the lack of time, a time schedule of the entire project has to be carefully planned, as it is also considered to be an integral part in a project of such magnitude.

Throughout the thesis it is clear that a company, executing the project of planning and production of pressure mixing vessel x for the purposes of chemical industry, has to be well prepared for such a demanding project and that quality is immensely important. If we wish to manufacture a quality product that will meet the expectations of the buyer, the entire working collective of the company has to be included in the project since every link in the chain is important.

Key words:

pressure vessel, legislation, AD – 2000 Regelwerk, structural integrity calculations, documentation, quality product.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	10
1.1	Oprelitev področja in opis problema.....	10
1.2	Namen, cilji in osnovne trditve.....	10
1.3	Predpostavke in omejitve raziskave.....	11
1.4	Možne omejitve pri raziskavi	11
1.5	Predvidene metode raziskovanja	11
2	TLAČNE MEŠALNE POSODE	13
2.1	Zakonodaja	13
2.2	Kategorije in moduli tlačnih posod.....	14
2.2.1	Moduli ugotavljanja skladnosti.....	15
2.3	Razdelitev tlačnih posod.....	15
2.4	Delitev tlačnih posod glede na konstrukcijsko izvedbo	18
2.5	Vplivni parametri.....	19
2.6	Kakovostni razred tlačne posode	20
2.7	Konstrukcijske možnosti za različne izvedbe.....	21
2.7.1	Oblike tlačnih posod	21
2.7.2	Dna tlačnih posod	22
2.8	Izrezi in ojačitve v plašču ter podnici tlačne posode	23
3	PROJEKT NAČRTOVANJA TLAČNE MEŠALNE POSODE.....	26
3.1	Podatki o mešalni posodi	26
3.1.1	Splošni podatki	27
3.1.2	Tehnični podatki	28
3.2	Predvideni priključki	29
3.2.1	NAC priključki	29
3.2.2	Tri - Clamp	30
3.2.3	Pralna šoba.....	30
3.2.4	Razpočni disk.....	31
3.2.5	Vstopna odprtina.....	31
3.3	Preračun mešalne posode.....	32
3.3.1	Preračun po AD 2000 Regelwerk	32
3.3.2	Preračun tlačne mešalne s pomočjo programske opreme Dimy	34

3.4	Izboljšave	38
3.4.1	Magnetno mešalo namesto klasičnega mešala	38
3.4.2	Sprememba izolacije.....	41
4	DOKUMENTACIJA	45
4.1	Risba	45
4.2	Kosovnica	45
4.3	Popis priključkov	45
4.4	Prezemna dokumentacija	46
4.4.1	Lista vgrajenih materialov	46
4.4.2	Spisek varilcev	46
4.4.3	Spisek dodatnih materialov z atesti	47
4.5	Poročilo o tlačnem preizkusu.....	47
4.6	Periodični pregledi.....	47
4.7	IQ-dokumentacija	47
5	STROŠKI IZDELAVE TLAČNE MEŠALNE POSODE.....	48
6	PREDVIDEN TERMINSKI PLAN	50
7	ZAKLJUČEK	51
8	LITERATURA IN VIRI	52
8.1	Literatura.....	52
8.2	Viri.....	52
8.3	Internetni viri	52
9	PRILOGE	54
9.1	Izjava o skladnosti	54
9.2	Določitev kakovostnega razreda za tlačno mešalno posodo.....	55
9.3	A-test vgrajenega materiala	56
9.4	Risba tlačne mešalne posode x za kemično industrijo.....	57
9.5	Kosovnica	58
9.6	Poročilo tlačnega preizkusa	59
9.7	IQ-dokumentacija – pregled posode	60
9.8	IQ-dokumentacija – pregled elementov posode	61

KAZALO SLIK

Slika 1: Določitev kategorije tlačne posode	14
Slika 2: Konstrukcijske izvedbe tlačnih posod.....	18
Slika 3: Oblika tlačne posode z valjasto obliko.....	21
Slika 4: Oblika tlačne posode s stožčasto osnovno obliko	21
Slika 5: Oblika tlačne posode s sodčkasto osnovno obliko	22
Slika 6: Oblika polkroglastega dna.....	22
Slika 7: Oblika elipsoidnega dna.....	22
Slika 8: Oblika torisferičnega dna	23
Slika 9: Oblika koničnega dna.....	23
Slika 10: Koncentracija napetosti	23
Slika 11: Povečanje debeline stene.....	24
Slika 12: Navaritev ojačitvenih kolobarjev	24
Slika 13: Ojačitev z cevnimi nastavki	24
Slika 14: Kombinacija ojačitve	25
Slika 15: Tlačna mešalna posoda za kemično industrijo	26
Slika 16: NAC - priključek.....	29
Slika 17: Tri Clamp priključek	30
Slika 18: Pralna šoba	30
Slika 19: Razpočni disk	31
Slika 20: Vstopna odprtina DN 250	31
Slika 21: Vrste podnice	33
Slika 22: Preračun plašča.....	34
Slika 23: Preračun plašča posode – zunanji tlak	35
Slika 24: Preračun pokrova posode – notranji tlak.....	36
Slika 25: Preračun pokrova posode – zunanji tlak	36
Slika 26: Preračun dna posode – notranji tlak	37
Slika 27: Preračun dna posode – zunanji tlak.....	37
Slika 28: Preračun plašča duplikatorja – notranji tlak.....	38
Slika 29: Magnetno mešalo	39
Slika 30: Klasično mešalo	40
Slika 31: Prerez mešalne gredi na prehodu skozi plašč.....	41

Slika 32: Aerogel	41
Slika 33: Spisek priključkov	45
Slika 34: Lista vgrajenih materialov	46
Slika 35: Spisek varilcev	46
Slika 36: Lista dodatnih materialov	47
Slika 37: Predviden terminski plan	50

KAZALO TABEL

Tabela 1: Splošni podatki	27
Tabela 2: Tehnični podatki	28
Tabela 3: Pregled stroškov izdelave tlačne mešalne posode	48

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Prikaz porazdelitve stroškov	49
--	----

1 UVOD

1.1 Opredelitev področja in opis problema

Diplomsko delo predstavlja projekt načrtovanja in izdelave tlačne mešalne posode na osnovi povpraševanja podjetja x. Podjetje x je podjetju y poslalo povpraševanje za načrtovanje in izdelavo tlačne mešalne posode, ki bi se naj uporabljala kot mešalna posoda za pripravo kromatografskih raztopin v pilotnem merilu. Delovni pogoji so izmenično vakuum in povišan tlak pri temperaturah zahtevanim tehnološkim postopkom. Prostor duplikatorja je priključen na hladilno-grelni sistem, za katerega se uporablja voda. Zaradi tega so konstrukcija, izračun, izdelava in kontrola v skladu z odredbami za stabilne tlačne posode AD 2000 – Regelwerk, ter s splošno priznanimi pravili, še posebej po direktivah 97/23/EC.

Na osnovi zahtev naročnika bi naj bil osnovni material plašča iz dveh bombiranih dnov in delov, kateri so v stiku z delovnim medijem kvalitete W.N.1.4404. Prostor duplikatorja, noge in deli, kateri naj ne bi bili v stiku z medijem, pa bi se izdelali iz materiala kvalitete W.N.1.4301. Ves vgrajeni material mora obvezno spremljati A-test 3.1 po direktivah 97/23/EC.

Zahtevana posoda mora biti stabilna, vertikalna, sestavljena iz dveh bombiranih dnov in cilindričnega dela. Opremljena mora biti s tehnološko potrebnimi priključki, servisno odprtino DN 250 in prirobnico za pogon magnetnega mešala. Postavljena mora biti na štiri podporne noge, izdelane po DIN 28 081 z nastavljivimi, antistatičnimi ploščami.

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve

Namen diplomskega dela je preučiti strokovno literaturo in razpoložljive vire s področja izdelave novega proizvoda za znanega kupca. Želim pokazati, da se je takšnega projekta potrebno lotiti strokovno, premišljeno in natančno ter z maksimalno odgovornostjo. Prav tako želim dokazati, da je končni uspeh v največji meri odvisen ravno od tega, kako se takšen

projekt načrtuje in izvaja v fazi razvijanja ter izdelave. Želim pa tudi dokazati, da je pri takšnih konkretnih specifičnih povpraševanjih končnemu kupcu zelo pomembno svetovati, poiskati optimalne rešitve ter z obojestranskim sodelovanjem izdelati izdelek, ki je v skladu s pričakovanji kupca. Zaradi tega je cilj diplomske naloge:

- teoretično predstaviti veljavno zakonodajo v Sloveniji in EU,
- teoretično predstaviti konstrukcijske izvedbe ter delitev mešalnih posod,
- prikazati načrtovanje in izvedbo projekta,
- predlagati optimizacijo izvedbe mešalne posode,
- prikazati finančni del izdelave mešalne posode.

1.3 Predpostavke in omejitve raziskave

Predpostavke, uporabljene pri preučevanju zadeve, so:

- razpoložljivost domače in tuje strokovne literature,
- razpoložljivost in točnost podatkov v podjetju.

1.4 Možne omejitve pri raziskavi

Omejitve pri preučevanju zadeve so naslednje:

- omejenost na razpoložljivo literaturo,
- zaupnost podatkov v podjetju,
- zaradi obsežnega področja tematike so nekatera področja omejeno predstavljena.

1.5 Predvidene metode raziskovanja

Diplomska naloga uporablja naslednje metode raziskovanja:

- metoda kompilacije: povzemanje spoznanj, stališč, opazovanj in sklepov drugih avtorjev in lastnih spoznanj ter njihovo združevanje;
- metoda zbiranja podatkov iz eksternih virov (strokovne literature);
- metoda zbiranja podatkov iz internih virov podjetja.

Pri oblikovanju teoretičnega dela sem uporabil sekundarne vire podatkov (domačo in tujo literaturo, vire iz tega področja). Pri oblikovanju praktičnega dela sem podatke pridobil v podjetju y.

2 TLAČNE MEŠALNE POSODE

2.1 Zakonodaja

Nova enotna zakonodaja za izdelavo tlačne opreme velja v Evropski uniji od 29. maja 2002, v Republiki Sloveniji pa od 1. maja leta 2004. Z Evropsko direktivo 97/23 je omogočen prosti pretok blaga. Nova zakonodaja uvaja CE-označevanje, kar pomeni, da je izdelek – posoda s CE znakom – ustrezen za vsako članico Evropske unije.

K tlačni posodi, opremljeni s CE-znakom, pripada »najvišji« dokument – izjava o skladnosti (glej priložo 1 – Izjava o skladnosti). Skladnost se ugotavlja po modulih. Modul je tehnika ali postopek, s katerim se ocenjevanje izvaja. Nadzor in certificiranje izvajajo priglašeni organi. To so tako imenovani certifikacijski organi.

Tehniška dokumentacija za tlačno posodo je zelo pomembna in se mora hraniti približno 20 let. V tehniški dokumentaciji moramo navesti vse podatke: kdo je varil (A-testirani varilci), lista vgrajenih in dodatnih materialov, tlačni preizkus, preračun in risbe. Vse mora biti po standardu. Dokumentacijo pregleduje in poda zaznamek uradni organ (npr. TÜV).

V Sloveniji velja na področju tlačne opreme ter na drugih področjih, povezanih s tlakom, naslednja ključna zakonodaja:

- Pravilnik o tlačni opremi (Uradni list RS, št. 15/02, 47/02, 54/03 in 114/03) – na podlagi direktive EU 97/23/ES [3],
- Pravilnik o premični tlačni opremi (Uradni list RS, št. 18/04) – na podlagi direktive EU 96/36/ES,
- Pravilnik o pregledovanju in preskušanju opreme pod tlakom (Uradni list RS, št. 45/2004) [4],
- Pravilnik o utekočinjenem naftnem plinu (Uradni list RS, št. 22/91),
- Pravilnik o tehničnih pogojih za graditev, obratovanje in vzdrževanje plinovodov z največjim delovnim tlakom do vključno 16 barov (Uradni list RS, št. 26/2002),
- Pravilnik o tehničnih pogojih za graditev, obratovanje in vzdrževanje plinovodov z

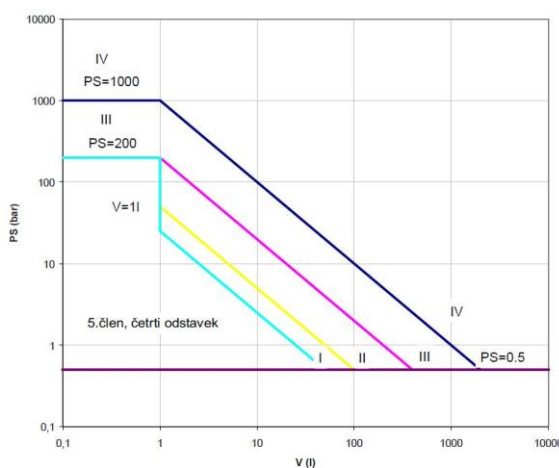
največjim delovnim tlakom nad 16 barov (Uradni list RS, št. 60/2001),

- Zakon o prevozu nevarnega blaga /ZPNB/ (Uradni list RS, št. 79/1999, 96/2002-ZE, 2/2004, 101/2005).

2.2 Kategorije in moduli tlačnih posod

Preden se tlačna oprema da v promet, mora proizvajalec ugotoviti skladnost tlačne posode. Postopek ugotavljanja skladnosti, ki se uporablja pri tlačni posodi z namenom namestitve oznake CE, se določi po kategorijah. Namestitev oznake CE pomeni, da se tlačna posoda lahko da v promet.

Tlačne posode so razdeljene v 4 kategorije, na podlagi vrste tlačne posode, medija, tlaka ter akumulirane energije. Kategorija tlačne posode se določa s pomočjo slike 2.2. Tlačna posoda z najvišjo stopnjo tveganja spada v 4. kategorijo, tlačna posoda z najnižjo stopnjo tveganja pa v 1. kategorijo. Pri tlačni opremi 2., 3., 4. kategorije mora delovne postopke in osebje odobriti neodvisna zunanja organizacija (priglašeni organ). Pri tlačni opremi 3. in 4. kategorije mora neporušitveno kontrolo izvajati osebje, ki ga je odobrila neodvisna zunanja organizacija. Zagotovljena mora biti sledljivost materiala. Izpolnjevanje zahtev za tlačno posodo z nizko stopnjo tveganja potrdi izvajalec z izjavo, tlačno opremo z visoko stopnjo tveganja pa preveri neodvisni certifikacijski organ, ki ga imenuje pristojno ministrstvo.



Slika 1: Določitev kategorije tlačne posode

Vir: Uradni list RS, št. 15/2002

Tlačna posoda mora biti certificirana. Najvišji dokument je izjava o skladnosti, ki predstavlja osebno izkaznico tlačne posode. Napiše jo proizvajalec in v njej jasno navede, katere pravilnike je upošteval pri izdelavi. Hkrati navede tudi certifikate o skladnosti, ki jih je morebiti za ta izdelek izdal priglašeni organ (Uradni list RS, št. 15/2002).

2.2.1 Moduli ugotavljanja skladnosti

Modul je postopek, s katerim se ocenjevanje izvaja. Proizvajalec lahko izbira med različnimi moduli, z večanjem tveganja se izbira omejuje. Možnosti izbire modulov certificiranja tlačne opreme v odvisnosti od kategorije posode so:

Kategorija 1 = modul A.

Kategorija 2 = moduli A1, D1, E1.

Kategorija 3 = moduli B1 + D, B1 + F, B + E, B + C1, H.

Kategorija 4 = moduli B + D, B + F, G, H.

Vrste modula ugotavljanja skladnosti:

Modul A – proizvajalčev notranji nadzor zasnove in proizvodnje (modul, dovoljen za tlačne posode z nizkim tveganjem).

Modul G – overjanje zasnove in proizvodnje s strani tretje stranke (za proizvodnjo majhnih serij).

Modul H – odobritev tretje stranke celotnih sistemov zagotavljanja kakovosti.

Modul B – pregled zasnove s strani tretje stranke.

Modul C – proizvajalčeva notranja kontrola proizvodnje.

Modul D – presoja sistemov zagotavljanja kakovosti s strani tretje stranke.

Modul E – presoja sistemov zagotavljanja kakovosti s strani tretje stranke za končni nadzor in preskušanje.

Modul F – overjanje proizvodov s strani tretje stranke (Lešnjak, 2007).

2.3 Razdelitev tlačnih posod

Predpisi delijo tlačne posode v stabilne in premične posode. Stabilne tlačne posode so tiste posode, ki ne spreminjajo svojega mesta med obratovanjem. Premične tlačne posode

spreminjajo svoje mesto v času obratovanju – to so jeklenke, tlačne sonde, cisterne, kriogene posode. Vgrajene so na plovnih in tirnih objektih.

Predpisi delijo tlačne posode še glede na fizikalne in geometrijske lastnosti:

Volumen posode:

- | | |
|---------------|--------------------------------|
| – mala | do 1,5 m ³ , |
| – srednja | nad 1,5 do 15 m ³ , |
| – velika | nad 15 do 150 m ³ , |
| – zelo velika | nad 150 m ³ . |

Debelina stene posode:

- | | |
|---------------|-------------------|
| – tanka | do 6 mm, |
| – srednja | nad 6 do 30 mm, |
| – debela | nad 30 do 100 mm, |
| – zelo debela | nad 100 mm. |

Masa posode:

- | | |
|---------------|------------------------|
| – mala | do 500 kg, |
| – srednja | nad 500 do 5000 kg, |
| – velika | nad 5000 do 50 000 kg, |
| – zelo velika | nad 50 000 kg. |

Oblika posode:

- cilindrična,
- krogelna,
- toroidna,
- stožčasta,
- sodčkasta,
- prizmatična.

Delovni tlak:

- nizek do 4 bar,
- srednji nad 4 do 25 bar,
- visok nad 25 do 80 bar,
- zelo visok nad 80 do 200 bar,
- ekstremno visok nad 200 bar.

Delovna temperatura:

- zelo nizka pod -60°C ,
- nizka nad -60 do 0°C ,
- srednja nad 0 do 120°C ,
- visoka nad 120 do 400°C ,
- zelo visoka nad 400°C .

Akumulirana energija:

- zelo mala do $0,3\text{ bar} \cdot \text{m}^3$,
- mala nad $0,3$ do $4\text{ bar} \cdot \text{m}^3$,
- srednja nad 4 do $80\text{ bar} \cdot \text{m}^3$,
- velika nad 80 do $1600\text{ bar} \cdot \text{m}^3$,
- zelo velika nad 1600 do $31500\text{ bar} \cdot \text{m}^3$
- ekstremno velika nad $315000\text{ bar} \cdot \text{m}^3$.

Agregatno stanje:

- tekočina,
- plin, para,
- večfazna stanje (tekočina, plin, para).

Fizikalno kemične karakteristike:

- nevtrarno,
- agresivno,
- vnetljivo,
- eksplozivno,

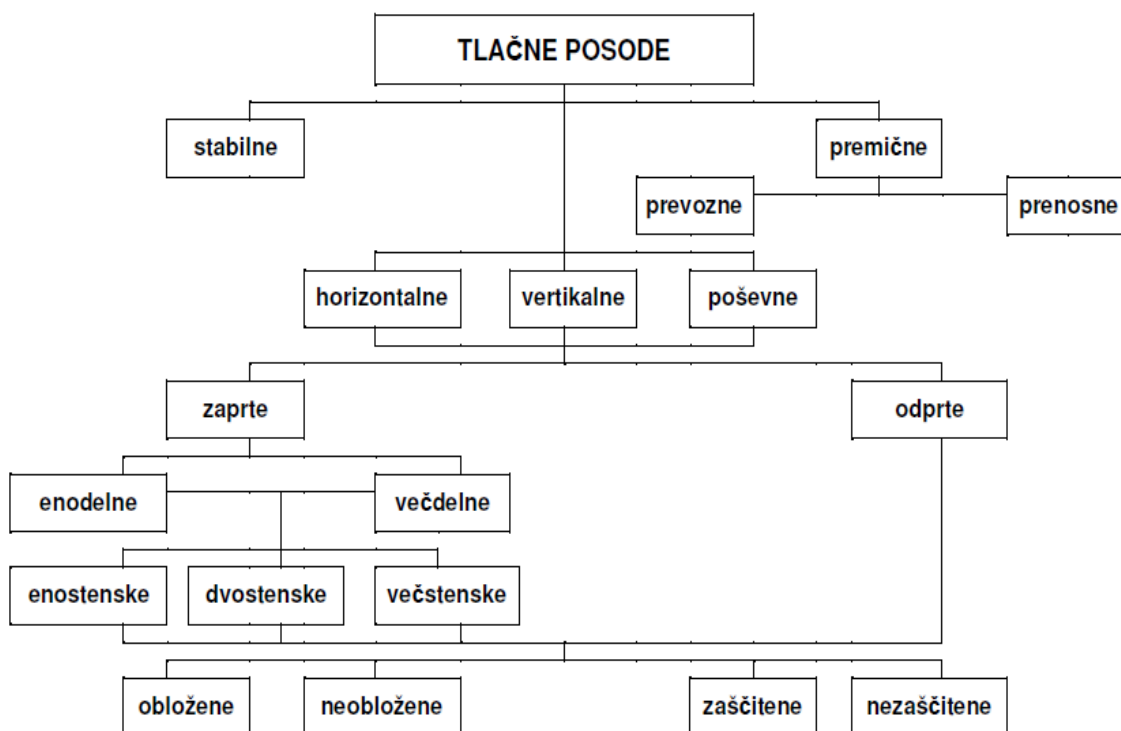
- strupeno,
- radioaktivno.

Delitev tlačnih posod glede na namen delovanja:

- za skladiščenje (posode, jeklenke),
- za transport (cisterne, posode, jeklenke),
- za energetska postrojenja (nuklearni reaktorji, izmenjevalci toplote, kondenzatorji, posode, parni kotli),
- za procesna postrojenja (reaktorji, izmenjevalci toplote, kolone, filtri, posode),
- za različne namene (gospodinjstvo, medicina, šport).

2.4 Delitev tlačnih posod glede na konstrukcijsko izvedbo

Glede na konstrukcijsko izvedbo se tlačne posode delijo kot kaže shema.



Slika 2: Konstrukcijske izvedbe tlačnih posod

Vir: Lasten

Razdelitev tlačnih posod glede na konstrukcijsko izvedbo je mogoča še glede na:

material tlačne posode:

- jekla,
- jeklena litina,
- siva litina,
- modularna litina,
- itd.

Izdelovalni postopek:

- preoblikovanje v toplem in hladnem,
- varjenje,
- lotanje,
- kovičenje.

Namen uporabe:

- skladiščenje delovnega sredstva,
- transport delovnega sredstva,
- energetski pogoni,
- mešanje medija (Jagarinec, 2010, 5).

2.5 Vplivni parametri

Najvišji delovni tlak P_S [bar] – najvišji tlak, kateri nastane med obratovanjem posode.

Delovni volumen V [m³] – volumen posode, ki je med obratovanjem pod tlakom.

Delovna temperatura T [°C] – najvišja temperatura, katera nastane med obratovanjem posode.

Akumulirana energija $p \cdot V$ [bar·m³] – zmnožek delovnega tlaka in volumna medija, ki se nahaja v posodi.

Masa m [kg] – masa posode z oblogo brez armature in izolacije (vpliv na lokalne napetosti v nogi).

2.6 *Kakovostni razred tlačne posode*

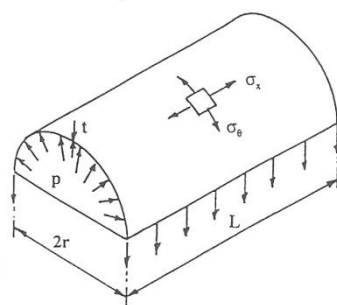
Predpisi zahtevajo določitev kakovostnega razreda tlačne posode, kar pomeni stopnjo zanesljivosti delovanja tlačne posode v predvidenih obratovalnih pogojih in predvideni življenjski dobi, pri čemer višjemu razredu odgovarja večja verjetnost varnega obratovanja, oziroma manjše tveganje kritične napake dela posode. Kritična napaka pomeni lom kateregakoli dela posode pod pritiskom (plašč, dno, priključki), pri katerem pride do hitrega iztekanja večje količine delovnega sredstva iz posode.

Kakovostni razred posode se določa s pomočjo tabele glede na tveganje za ljudi, ekonomsko tveganje in ekološko tveganje.

2.7 Konstruktivske možnosti za različne izvedbe

2.7.1 Oblike tlačnih posod

Tlačna posoda z valjasto osnovno obliko



$$\sigma_{\theta} = \frac{p \cdot r}{t}$$

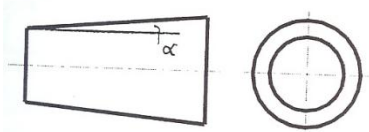
$$\sigma_x = \frac{p \cdot r}{2t}$$

Slika 3: Oblika tlačne posode z valjasto obliko

Vir: Lasten

Napetosti v valjastemu plašču so enakomerne po debelini in enake v vseh točkah srednje valjaste ploskve, razen v bližini dna.

Tlačna posoda s stožčasto osnovno obliko



$$\sigma_{\theta} = \frac{p \cdot r}{t \cdot \cos(\alpha)}$$

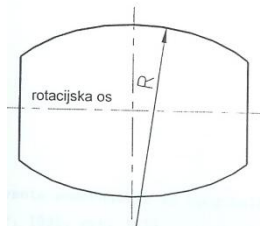
$$\sigma_s = \frac{p \cdot r}{2t \cdot \cos(\alpha)}$$

Slika 4: Oblika tlačne posode s stožčasto osnovno obliko

Vir: Lasten

Napetosti so enakomerne po debelini. Velikost napetosti je odvisna od polmera do opazovane točke na srednji ploskvi plašča.

Tlačna posoda s sodčkasto osnovno obliko

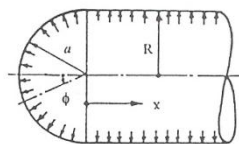


Slika 5: Oblika tlačne posode s sodčkasto osnovno obliko

Vir: Lasten

2.7.2 Dna tlačnih posod

Polkroglasto dno

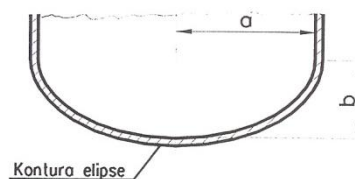


Slika 6: Oblika polkroglastega dna

Vir: Lasten

Napetosti so enake kot v kroglasti tlačni posodi.

Elipsoidno dno

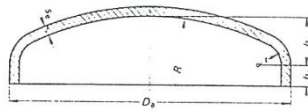


Slika 7: Oblika elipsoidnega dna

Vir: Lasten

Ob priključku na valjast plašč se pri $a \gg b$ pojavijo tlačne cirkularne napetosti.

Torisferično dno

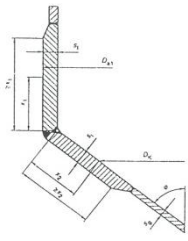


Slika 8: Oblika torisferičnega dna

Vir: Lasten

Tlačne napetosti naraščajo z zmanjševanjem globine dna.

Konično dno



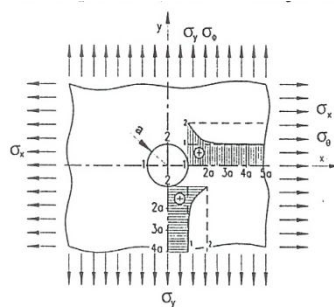
Slika 9: Oblika koničnega dna

Vir: Lasten

Tlačne napetosti so tim večje, čim večji je polkot ob vrhu stožca.

2.8 Izrezi in ojačitve v plašču ter podnici tlačne posode

Potrebno se je izogniti velikim koncentracijami napetosti.

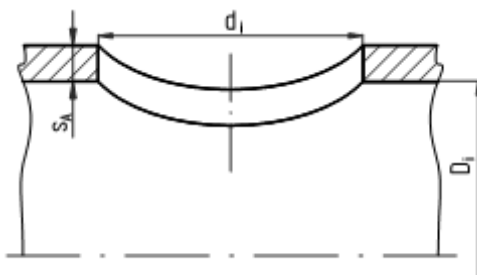


Slika 10: Koncentracija napetosti

Vir: Lasten

Oslabitve prereza kompenziramo na naslednje načine:

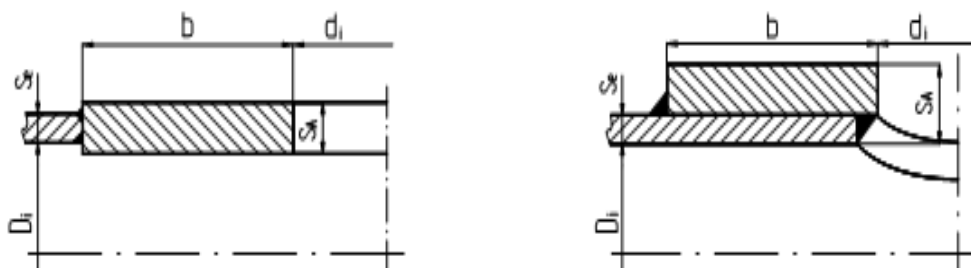
- s povečanjem debeline stene celotne posode,



Slika 11: Povečanje debeline stene

Vir: Lasten

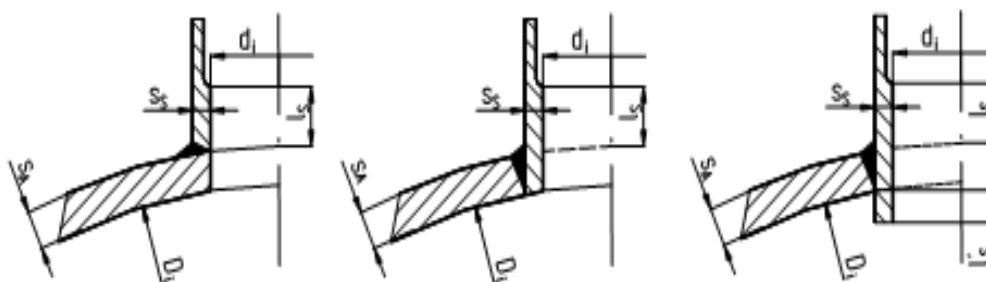
- z navaritvijo ojačitvenih kolobarjev,



Slika 12: Navaritev ojačitvenih kolobarjev

Vir: Lasten

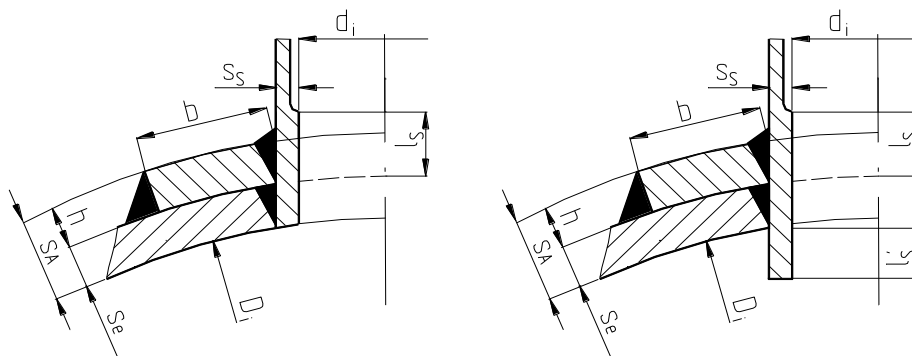
- ojačitev s cevnimi nastavki,



Slika 13: Ojačitev z cevnimi nastavki

Vir: Lasten

- kombinacija cevne nastavka in ojačitve v obliki plošče.



Slika 14: Kombinacija ojačitve

Vir: Lasten

To so samo nekatere konstrukcijske možnosti za variiranje in optimiranje.

Eno splošno navodilo je, da moramo paziti na razmerje višina/premer (H/D). Najbolj ugodno je, če imamo visoko in tanko tlačno posodo. Če imamo večji premer, je večji tlak in potrebujemo debelejši plašč.

Oslabitev podnice in plašča moramo upoštevati v preračunu tlačne posode. Upoštevamo ga tako, da vnesemo dimenzije podnice, nato pa koordinate izrezov. Če imamo več priključkov (oslabitev) na podnici ali na plašču, je debelejši plašč.

3 PROJEKT NAČRTOVANJA TLAČNE MEŠALNE POSODE

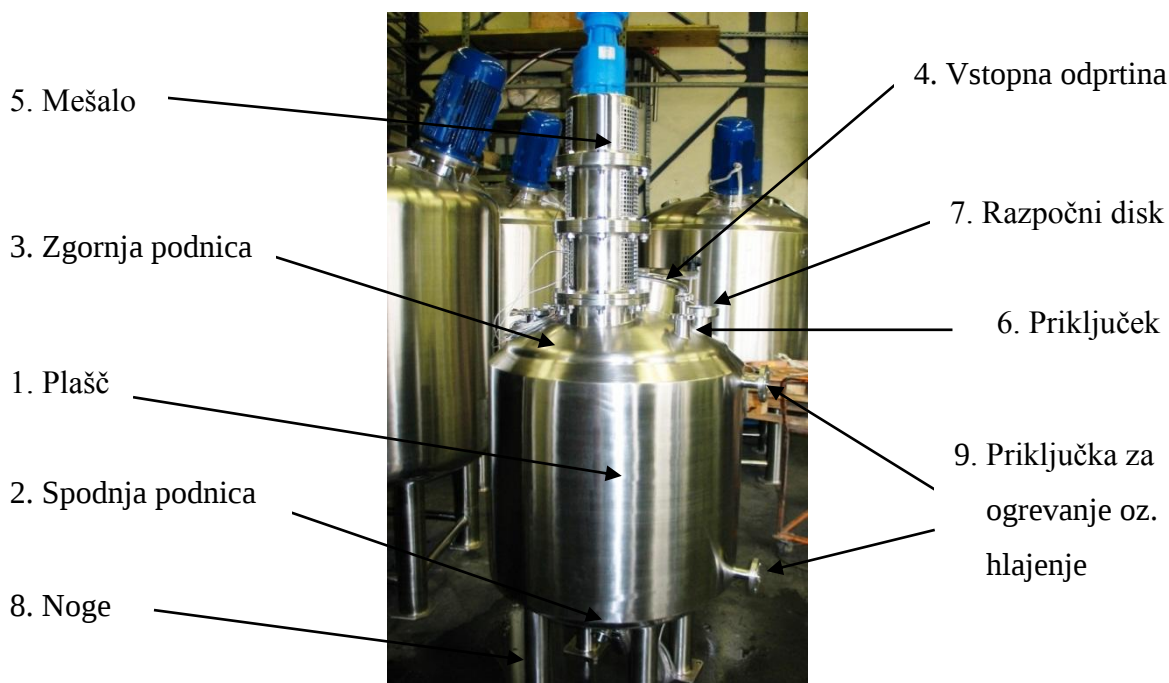
3.1 Podatki o mešalni posodi

Posode, ki se uporabljajo v kemični industriji, morajo biti konstrukcijsko prilagojene temu procesu, in sicer glede velikosti posode, postavitev priključkov itd. Te posode pa poimenujemo glede na proces, kateri se v njih dogaja; če je to mešanje, jo imenujemo mešalna posoda, če se dogajajo kemične reakcije, pa reaktor. Prav tako so lahko te posode tlačne, torej v bistvu zaprte posode, v katerih se nahaja medij, ki je pod tlakom. Medij je lahko zrak, plin, para ali kaj drugega. Tlak plina, zraka ali vodne pare je večji od zunanjega – atmosferskega tlaka. Tlačna posoda je posoda, ki izpolnjuje pogoja:

$$p \geq 1 \quad (\text{bar})$$

$$p \cdot V \geq 0.3 \quad (\text{bar} \cdot \text{m}^3)$$

»Tlačna posoda je posoda z najvišjim dovoljenim tlakom večjim od 0,5 bara nadtlaka.«
(Pravilnik o tlačni opremi – Uradni list RS, št. 15/02, 47/02, 54/03 in 114/03).



Slika 15: Tlačna mešalna posoda za kemično industrijo

Vir: Lasten

Tlačna mešalna posoda (slika 15) je sestavljena iz cilindričnega plašča (1), spodnje (2) in zgornje podnice (3), vstopne odprtine (4), mešala (5), procesnih priključkov (6), razpočnega diska (7), nog (8) in priključkov za ogrevanje oziroma hlajenje (9). Procesne priključke uporabljamo za dovod medija, odvod medija, odvzem vzorca in za ostale potrebe procesa. V nadaljevanju so napisani splošni podatki, kot so npr. naročnik, vrsta posode, kategorija in tehnični podatki (tlak, medij, volumen ...).

3.1.1 Splošni podatki

Naročnik	Podjetje x
Proizvajalec	Podjetje y
Tovarniška številka	625
Naziv, oznaka in velikost posode (m^3)	Mešalna posoda, $V = 0,611 m^3$
Vrsta posode	stabilna, vertikalna
Kategorija	IV
Modul	G
Oblika in konstruktivne mere po načrtu številka:	2 – 71 860

Tabela 1: Splošni podatki

Vir: Lasten

3.1.2 Tehnični podatki

Naziv delovnega prostora		Posoda	Duplikator
Največji delovni tlak (<i>bar</i>)		-1/3	6
Računski tlak po AD-Merkblatt B0 (<i>bar</i>)		-1/3	6
Preizkusni tlak	tekočine	4,5	8,6
	plina	-----	-----
Preizkusni medij		voda	voda
Temperatura preizkusnega medija (°C)		20	20
Največja delovna temperatura stene (°C)		+25/+35	+70/+90 (+15/+35)
Delovni medij		organska topila, voda	voda
Karakteristika delovnega medija: strupenost, vnetljivost, eksplozivnost		eksploziven	nevtralen
Prostornina (m^3)		0,611	0,059
Masa prazne posode (<i>kg</i>)		----	----
Največja masa polnjenja (<i>kg</i>)		650	70

Tabela 2: Tehnični podatki

Vir: Lasten

V predajni dokumentaciji pa se morajo navesti še naslednji podatki – na prvi strani.

Naziv opreme:	mešalna posoda V 510
Dobavitelj:	podjetje y
Naročnik:	podjetje x
Tovarniška številka:	xxx
Medij v posodi:	Organska topila, voda

Delovni tlak:	-1/3 bar
Delovna temperatura:	+35°C
Material posode:	W.N. 1.4404
Volumen posode:	611 L
Zunanji premer posode:	800 mm
Višina posode:	1355 mm

3.2 *Predvideni priključki*

3.2.1 *NAC priključki*

NAC-priključki so razporejeni na podnici in imajo različne namene. V NAC-priključke se vstavljajo različne naprave, npr.: vzorčevalni ventil, razpočni disk Te naprave se vstavijo v NACpriključek in se privijačijo s štirimi vijaki. NAC-priključki imajo še en namen, doziranje topil in luga.

Imamo različne standarde NAC-priključkov – ISO, DIN, ASME. V tej mešalni posodi so uporabljeni NAC-priključki po standardu ISO 1127.



Slika 16: NAC - priključek

Vir: <http://www.millipore.com>, dne 10.07.2011

3.2.2 Tri - Clamp

Tri Clampi se vstavijo v NAC-priključke in se privijačijo. Različni ventili imajo Tri Clampe, kateri se vstavijo v NAC-priključke. Tri Clampi se lahko samostojno zavarijo na podnico ali plašč posode. Tri Clampi večjega premera pa se lahko uporabljajo kot pokrovi posode (zavarijo se na plašč). To je uporabno, če si želimo sneti pokrov posode. Tri Clampi so sestavljeni iz ferule, pokrova, tesnila in spojke. Tri Clamp priključke imamo po DIN, ASME, ISO standardu.



Slika 17: Tri Clamp priključek

Vir: http://www.kieselmann.de/index.php?Nav_Nummer=10&SubNav_Nummer=8&SubSubNav_Nummer=1&R=, dne 11.07.2011

3.2.3 Pralna šoba

Pralna šoba se uporablja za dezinfekcijo in čiščenje mešalne posode. Na pralni šobi se nahaja rotirajoča glava, katera rotira 360° in čisti posodo. Pralna šoba se uporablja v kemiji, farmaciji, biotehnologiji in v proizvodnji hrane za posode z volumnom od 0,5 do 30 m³.



Slika 18: Pralna šoba

Vir: <http://www.csidesigns.com/alfalaval/toftejorg.php>, dne 10.07.2011

3.2.4 Razpočni disk

Razpočni disk ali varnostni disk se uporablja, da ne pride do preobremenitve tlačne posode. Če se poveča tlak, varnostni disk poči in ni nevarnosti eksplozije tlačne posode. Za vgradnjo varnostnega diska v tlačno posodo se uporabljajo NAC- priključki.



Slika 19: Razpočni disk

Vir: http://www.kieselmann.de/index.php?Nav_Nummer=10&SubNav_Nummer=8&SubSubNav_Nummer=1&R=, dne 09.07.2011

3.2.5 Vstopna odprtina

Vstopna odprtina se nahaja na pokrovu oziroma na zgornji podnici. Velikosti je DN 250. Vstopna odprtina ima v sebi vgrajeno ogledno steklo.



Slika 20: Vstopna odprtina DN 250

Vir: http://www.zimmerlin.de/index_en.html, dne 16.07.2011

3.3 Preračun mešalne posode

Obravnavana posoda je tlačna posoda, katere konstrukcija, izračun, izdelava in kontrola so v skladu z odredbami za stabilne tlačne posode AD 2000 – Regelwerk, splošno priznanimi pravili in še posebej po direktivah 97/23/EC.

Zato posodo preračunamo po AD 2000 Regelwerk.

3.3.1 Preračun po AD 2000 Regelwerk

Valjasti plašč:

Preračun izveden po standardu AD 2000 – Regelwerk (B1) (<http://www.ad-2000-online.de/>, dne 18.07.2011).

Določitev debeline stene valjastega plašča:

$$s = \frac{D_a \cdot p}{20 \cdot \frac{K}{S} \cdot v} + c_1 + c_2$$

D_a = mm – zunanji premer posode

p = bar – delovni tlak

K = N/mm² – računska trdnost

S = 1,5 – varnostni koeficient

v = 0,85 – koeficient kakovosti zvara

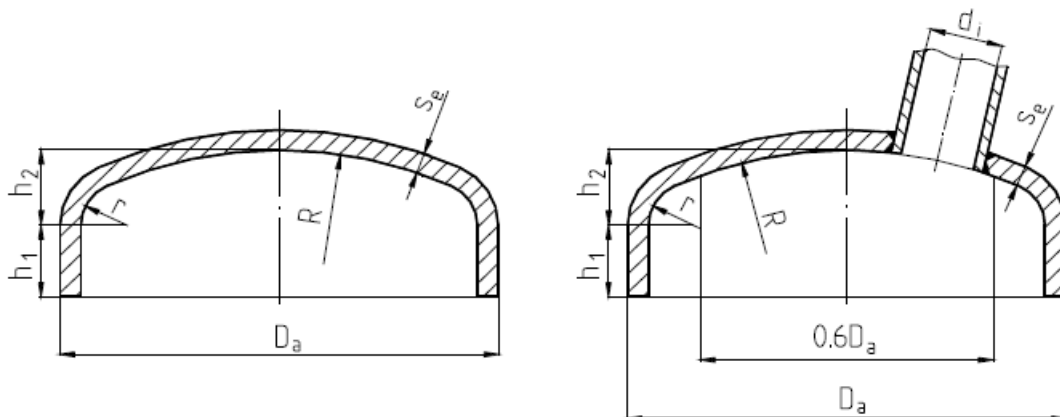
c_1 = mm – dodatek zaradi odstopanje debeline materiala

c_2 = mm – dodatek zaradi korozije

Podnica

Preračun izveden po standardu AD 2000 – Regelwerk (B3)

Imamo več vrst podnic (plitvo in globoko).



Slika 21: Vrste podnice

Vir: Lasten

Za plitvo podnico: $R=D$ (DIN 28011, Gewölte Böden, Deutsche Norm, Mai 1987).

Globoka podnica: $R=0,8 \cdot D$ (DIN 28013, Gewölter Boden, Deutsche Norm, Mai 1987).

Izbira podnice vpliva na volumen, višino in najbolj pomemben vpliv na napetostno stanje v posodi. Manjši je radij, večje so cirkularne tlačne napetosti.

Preračun izveden za globoko podnico:

$$s = \frac{D_a \cdot p}{40 \cdot \frac{K}{S} \cdot v} + c_1 + c_2$$

$D_a = \text{mm}$ – zunanji premer posode

$p = \text{bar}$ – delovni tlak

$K = \text{N/mm}^2$ – računska trdnost

$S=1,5$ – varnostni koeficient

$v=0,85$ – koeficient kakovosti zvara

$c_1 = \text{mm}$ – dodatek zaradi odstopanja debeline materiala

$c_2 = \text{mm}$ – dodatek zaradi korozije

3.3.2 Preračun tlačne mešalne s pomočjo programske opreme Dimy

- Plašč posode - notranji tlak

Vhodni parametri	B1B9 Cylindrical Shells with Opening AD 2000-B1/B9:2000-10 4 input data - shell drawing no: name/ item: Plasc posode-notranji tlak design data design pressure p = 3 bar design temperature T = 90 °C material data, shell material: 224-X 2 CrNiMo 17 13 2 (1.4404) DIN 17440 AD-W2 design strength value K = 202 N/mm² yield strength Rp 1.0 [90°C,10mm] design strength value at room temperature K20 = 225 N/mm² yield strength Rp 1.0 [20°C,10mm] safety factor S = 1.5 joint efficiency v = .85 geometry data, shell outer diameter Da = 800 mm actual wall thickness se = 4 mm manufacturing tolerance c1 = .1 mm corrosion allowance c2 = 0 mm
	results - shell results shown in percentages signify over-/underdimensioning for dimensions: (act-req) / req, with other data: (allow-act) / act req wall thickness without opening [2] sreq = 1.15 mm » act wall thickness is adequate! res = +249 % manufacturing tolerance / corrosion allowance c1/c2 = 0.10/0.00 mm allowances, shell (act wall thickness) c1/c2 = 0.10/0.00 mm max unreinforced opening da max ca 377 mm influence of multiple nozzles / AD-B9 [8] from l <= 111.4 mm max all working pressure pmax = 11.22 bar max all test pressure plmax = 17.85 bar

Dobljeni
rezultati

Slika 22: Preračun plašča

Vir: Lasten

Plasč posode - zunanji tlak

ZVLVAC Cylindrical Shells under External Pressure AD 2000-B6:2000-10 4.15			
input data		page: 1/ 2	
drawing no:			
name/ item: Plasc posode-zunanji tlak			
type declaration			
tube (Da> 200 mm), shell= 1 / tube (Da<= 200 mm)= 2		=	1
design data			
external pressure/ vacuum		p =	7 bar
design temperature		T =	90 °C
material data, shell			
material: 224-X 2 CrNiMo 17 13 2 (1.4404) DIN 17440 AD-W2			
design strength value		K =	202 N/mm ²
yield strength Rp 1.0 [90°C,10mm]			
safety factor, plastic deformation		S =	1.6
modulus of elasticity [90°C]		E =	194750 N/mm ²
operating condition= 1 / test-condition= 2		=	1
geometry data, shell			
outer diameter, shell		Da =	800 mm
actual wall thickness		s =	4 mm
manufacturing tolerance		c1 =	.1 mm
corrosion allowance		c2 =	0 mm
effective length of cylindrical shell		l =	135 mm
out-of-roundness		u =	1.5 %
stiffener: 1- ring (picture 2)			
material data, stiffeners			
material: 210-X 5 CrNi 18 10 (1.4301) DIN 17440:1996-09 AD-W2:1998-09			
design strength value		K =	195 N/mm ²
yield strength Rp 1.0 [90°C,10mm]			
safety factor		S =	1.6
modulus of elasticity [90°C]		E =	194750 N/mm ²
geometry data, stiffeners			
width of stiffener (see pic. 2 or 3)		b =	10 mm
hight of stiffener		h =	30 mm
results			
results shown in percentages signify over-/underdimensioning			
for dimensions: (act-req) / req, with other data: (allow-act) / act			
Elastic buckling			
required wall thickness at act pressure		sreq =	2.68 mm
		res =	+49 %
with manufacturing tolerance		c1 =	0.10 mm
with corrosion allowance		c2 =	0.00 mm
with number of dents at sreq		n =	15 pieces
allow buckling pressure at act wall		p-allow =	19.87 bar
with number of dents at act wall		n =	13 pieces
safety factor		Sk =	3.00

ZVLVHC Cylindrical Shells under External Pressure				AD 2000-B6:2000-10	4.15
results					page: 2/ 2
Plastic deformation - calculation acc to formula (6)					
required wall thickness		sreq =	2.32	mm	
		res =	+72	%	
with manufacturing tolerance		c1 =	0.10	mm	
with corrosion allowance		c2 =	0.00	mm	
allow buckling pressure at act wall		p-allow =	12.31	bar	
parameter		Da/l =	5.9259		
Stiffener					
Condition formular 9: $p \cdot Sk = 21.00 < pe = 46.46$		fulfilled!			
Condition formular 10		=	109.1	N/mm ²	
		res =	+12	%	
stressed shell-length		lm =	71.4	mm	
with manufacturing tolerance	shell/tube	c1 =	0.10	mm	
with corrosion allowance	shell/tube	c2 =	0.00	mm	
cross section - diameter		Dm =	813.7	mm	
moment of inertia of stiffening		Im =	64357	mm ⁴	
moment of resistant of stiffening		Wm =	2779	mm ³	
cross section of stiffening		Am =	579	mm ²	
center of inertia inside		ii =	10.7	mm	
outside		ia =	23.2	mm	
Remarks					
min allow wall thickness acc to AD-B6: se-c1-c2= 3 mm					

Slika 23: Preračun plašča posode – zunanji tlak

Vir: Lasten

- **Pokrov posode - notranji tlak**

B3B9

Formed Heads with Opening

AD 2000-B3/B9:2000-10

4.13

input data - dished end

$p = 3.00 \text{ bar}$
 $T = 90 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 head type:1- Kloepper type
 material-no. 224 1.4404; 90°C , 5mm
 $K = 202 \text{ N/mm}^2$
 $S = 1.50$
 $v = 1.00$
 $D_a = 800.00 \text{ mm}$
 $s_e = 4.00 \text{ mm}$
 $c_1 = .1 \text{ mm}$
 $c_2 = 0$

results - dished end

$\beta = 4.33$, $c_1 = 0.10 \text{ mm}$, $c_2 = 0.00 \text{ mm}$ for $s_{req} = 2.03 \text{ mm}$ **+97 %**
 $c_1 = 0.10 \text{ mm}$, $c_2 = 0.00 \text{ mm}$ for act wall thickness
 crown/knuckle $d_a \text{ max ca } 480 / 369 \text{ mm}$, $l = 158.19 \text{ mm}$
 $p_{max} = 4.06 \text{ bar}$, decisive component: opening no. 1
 $pT_{max} = 6.47 \text{ bar}$

input data - opening

no	name	mat.no	material	T °C	smass	K N/mm ²	v	alignm.
1	manloh	224	1.4404	90	10.0	202	.85	1 radial

Nr	da mm	ss mm	c1 DIN... / mm / %	c2	ls mm	ls' mm	x mm	t mm	b mm	h mm
1	290.0	10.0	.1 mm	0 mm	40.0	0.0	0.0	200	0	0.0

results - req wall thickness of nozzle acc to AD-B1

no	name	c1 req	act. mm	c2 req	act. mm	ssreq mm	Res %
1	manloh	0.10	0.10	0.00	0.00	0.48	+1985

results - req wall thickness knuckle for openings outside $0.6 \cdot D_a$

no	name	di mm di/Da	psi grd	(sreq-c)/Da β	c1 mm c2 mm	ls mit ls' mit mm	sreqK mm	res %
1	manloh	270.2 0.3378	90.0	0.00392 7.05	0.10 0.00	40.0 0.0	3.24	+23

Slika 24: Preračun pokrova posode – notranji tlak

Vir: Lasten

- **Pokrov posode - zunanji tlak**

B3B9

Formed Heads with Opening

AD 2000-B3/B9:2000-10

4.

input data - dished end

$p = -1.00$ bar $T = 90$ °C operating condition
 head type:1- Kloepper type
 material-no. 224 1.4404: 90°C, 5mm
 $K = 202$ N/mm² $E = 194750$ N/mm² $S = 1.80$ $v = 1.00$
 $D_a = 800.00$ mm $s_e = 4.00$ mm $c_1 = .1$ mm $c_2 = 0$

results - dished end

$\beta = 5.58$, $c_1 = 0.10$ mm, $c_2 = 0.00$ mm for $s_{req} = 1.09$ mm +266 %
 $c_1 = 0.10$ mm, $c_2 = 0.00$ mm for act wall thickness
 crown/knuckle d_a max c_a 480/ 369 mm, $l = 158.19$ mm
 $S = 2.40$, $c_1 = 0.10$, $c_2 = 0.00$ for $s_{reqp} = 0.58$ mm +593 %
 $S_k = 3.41$ $pelast = 4.97$ bar +397 %

input data - opening

no	name	mat.no	material	T °C	s _{mass}	K N/mm ²	v	A	alignm.
1	manloh	224	1.4404	90	10.0	202	.85	1	radial

Nr	d _a mm	s _s mm	c ₁ DIN... / mm / %	c ₂	l _s mm	l _s ' mm	x mm	t mm	b mm	h mm
1	290.0	10.0	.1 mm	0 mm	40.0	0.0	0.0	200	0	0.0

results - req wall thickness knuckle for openings outside 0.6*Da

no	name	d _i mm d _i /D _a	psi grd	(s _{req} -c)/D _a β	c ₁ c ₂ mm	l _s mit l _s ' mit mm	s _{req} K mm	res %
1	manloh	270.2 0.3378	90.0	0.00262 8.20 *	0.10 0.00	40.0 0.0	2.20	+82

*= Determination of BETA-values out of scope - serfk was calculated
 with the relation (serfk-c)/D_a for above named Beta-value !

Slika 25: Preračun pokrova posode – zunanji tlak

Vir: Lasten

- **Dno posode - notranji tlak**

B3B9 Formed Heads with Opening AD 2000-B3/B9:2000-10 4.1									
input data - dish end									
p = 3.00 bar T= 90 °C head type:1- Kloepper type material-no. 224 1.4404; 90°C, 10mm K = 202 N/mm ² S= 1.50 v = 1.00 Da= 800.00 mm se= 4.00 mm c1=.1 mm c2=0									
results - dish end									
β= 4.33, c1= 0.10 mm, c2= 0.00 mm for sreq = 2.03 mm +97 % c1= 0.10 mm, c2= 0.00 mm for act wall thickness crown/knuckle da max ca 480/ 369 mm, l = 158.19 mm pmax = 6.88 bar , decisive component: opening no. 1 pTmax = 10.95 bar									
input data - opening									
no	name	mat.no	material	T °C	smass	K N/mm ²	v	alignm.	
1	meritev nivoj	224	1.4404	90	20.0	202	--	5	---
Nr	da mm	ss mm	c1 DIN... / mm / %	c2	ls mm	ls' mm	x mm	t mm	b mm h mm
1	125.0	7.8	---	---	11.1	0.0	0.0	250	20 11.1
results - req wall thickness knuckle for openings outside 0.6*Da									
no	name	di mm	psi	(sreq-c)/Da	c1 mm	ls mit mm	sreqK	res	%
1	meritev nivoj	85.0	90.0	0.00262	0.10	11.1	2.20	+82	
		0.1063		4.71	0.00	0.0			

Slika 26: Preračun dna posode – notranji tlak

Vir: Lasten

- **Dno posode - zunanji tlak**

B3B9 Formed Heads with Opening AD 2000-B3/B9:2000-10 4.15									
input data - dish end									
p = -1.00 bar T= 90 °C operating condition head type:1- Kloepper type material-no. 224 1.4404; 90°C, 10mm K = 202 N/mm ² E= 194750 N/mm ² S = 1.80 v = 1.00 Da= 800.00 mm se= 4.00 mm c1=.1 mm c2=0									
results - dish end									
β= 5.58, c1= 0.10 mm, c2= 0.00 mm for sreq = 1.09 mm +266 % c1= 0.10 mm, c2= 0.00 mm for act wall thickness crown/knuckle da max ca 480/ 369 mm, l = 158.19 mm S= 2.40, c1= 0.10, c2= 0.00 for sreqp = 0.58 mm +593 % Sk = 3.41 pelast = 4.97 bar +397 %									
input data - opening									
no	name	mat.no	material	T °C	smass	K N/mm ²	v	alignm.	
1	meritev nivoj	224	1.4404	90	20.0	202	--	5	---
Nr	da mm	ss mm	c1 DIN... / mm / %	c2	ls mm	ls' mm	x mm	t mm	b mm h mm
1	125.0	7.8	---	---	11.1	0.0	0.0	250	20 11.1
results - req wall thickness knuckle for openings outside 0.6*Da									
no	name	di mm	psi	(sreq-c)/Da	c1 mm	ls mit mm	sreqK	res	%
1	meritev nivoj	85.0	90.0	0.00133	0.10	11.1	1.16	+243	
		0.1063		5.97	0.00	0.0			

Slika 27: Preračun dna posode – zunanji tlak

Vir: Lasten

- *Plašč duplikatorja - notranji tlak*

B1B9 Cylindrical Shells with Opening AD 2000-B1/B9:2000-10				4
input data - shell				
drawing no:				
name/ item: Plasc duplikatorja - notranji tlak				
design data				
design pressure	p =	6 bar		
design temperature	T =	90 °C		
material data, shell				
material: 210-X 5 CrNi 18 10 (1.4301) DIN 17440:1996-09 AD-W2:1998-09				
design strength value	K =	195 N/mm ²		
yield strength Rp 1.0 [90°C,10mm]				
design strength value at room temperature	K20 =	230 N/mm ²		
yield strength Rp 1.0 [20°C,10mm]				
safety factor	S =	1.5		
joint efficiency	v =	.85		
geometry data, shell				
outer diameter	Da =	870 mm		
actual wall thickness	se =	3 mm		
manufacturing tolerance	c1 =	.1 mm		
corrosion allowance	c2 =	0 mm		
results - shell				
results shown in percentages signify over-/underdimensioning				
for dimensions: (act-req) / req, with other data: (allow-act) / act				
req wall thickness without opening	[2]	sreq =	2.46 mm	
» act wall thickness is adequate!		res =	+22 %	
manufacturing tolerance / corrosion allowance		c1/c2 =	0.10/0.00 mm	
allowances, shell (act wall thickness)		c1/c2 =	0.10/0.00 mm	
max unreinforced opening		da max ca	45 mm	
influence of multiple nozzles / AD-B9 [8] from		l <=	100.3 mm	
max all working pressure		pmax =	7.39 bar	
max all test pressure		pTmax =	12.45 bar	

Slika 28: Preračun plašča duplikatorja – notranji tlak

Vir: Lasten

3.4 *Izboljšave*

Ker pa je cilj narediti kakovosten proizvod, to se pravi v skladu s pričakovanji kupca, in hkrati prihraniti tako pri izdelavi kot pri kasnejši uporabi proizvoda, je potrebno nenehno iskati izboljšave. To je nujno potrebno zaradi konkurenčnosti na trgu tako proizvajalca kot tudi kupca. Prav zaradi tega in izkušenj na tem področju predlagam dve izboljšavi, ki bi se upoštevali pri načrtovanju ter izdelavi:

- zamenjava klasičnega mešala z magnetnim mešalom,
- zamenjave izolacije, aerogel namesto steklene volne.

3.4.1 *Magnetno mešalo namesto klasičnega mešala*

V tlačni mešalni posodi predlagam, da bi se klasično mešalo nadomestilo z magnetnim. V nadaljevanju so opisane lastnosti obeh mešal in kaj bi s tem nadomestilom pridobili.

Magnetno mešalo

Magnetna mešala delujejo na principu delovanja magnetnega polja. Na delu, kjer se vgradi magnetno mešalo – posoda je brez odprtine – zavarjena je le prirobnica s cilindričnim nastavkom, preko katerega se prenašajo magnetne silnice, magnetna mešala ne potrebujejo tesnila, zato ker se zavarijo na posodo. Izvedba je zelo enostavna. Magnetna mešala imajo dolgo življenjsko dobo in majhne stroške vzdrževanja, zato ker magnetni ne zgubijo svojega magnetnega polja.

Uporabljajo se v kemijski industriji, farmaciji in prehrabni industriji. Cene magnetnih mešal pri manjših posodah od 100 do 2000 L se gibljejo v razponu od 4.500,00 do 8.000,00 EUR.

Slabost pri magnetnih mešalih je, da niso ustrezna za sipke (zrnate) medije – že najmanjši kovinski delec povzroči zaribanje mešala (feritni delci v vodovodnem omrežju – magnet potegne na sebe). Enako je problem pri velikih posodah, ker je mešalni element na dnu, in so funkcije mešanja omejene. Enostavno je zagotavljanje delovanja v EX coni – pogoj, da je pred zagonom mešalo potopljeno v medij.



Slika 29: Magnetno mešalo

Vir: <http://www.directindustry.com/cat/motors-geared-motors-motion-control/asynchronous-electric-motors-D-599.html>, dne 14.07.2011

Klasično mešalo

Klasično mešalo je sestavljeno iz:

- elektromotorja,
- mehanskega tesnila,
- gredi,
- propelerja.

Navadna mešala pri manjših posodah od 100 do 2000 L se gibljejo v razponu od 750,00 do 1500,00 EUR.

Veliki problem pri klasičnih mešalih so mehanska tesnila, katera so draga in komplicirana.

Uporaba klasičnih mešal je v glavnem najbolj pogosta.

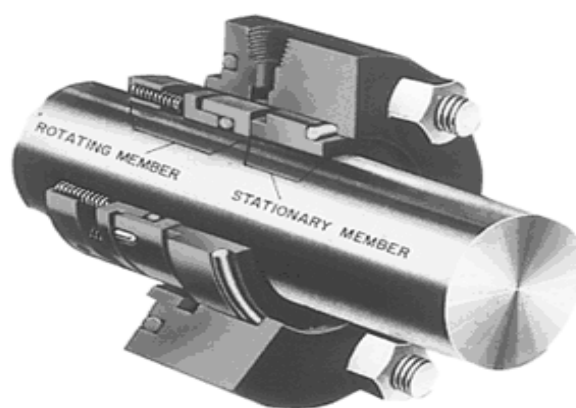


Slika 30: Klasično mešalo

Vir: <http://www.traderscity.com>, dne 21.07.2011

Zakaj magnetno mešalo

Največji problem pri vseh mešalih je izvedba tesnjenja mešalne gredi na mestu prehoda skozi plašč. V ta namen uporablja mehansko tesnilo, v katerem pa se nahaja tesnilno-hladilni medij. Tesnila se zaradi trenja morajo hladiti, zato se zraven tesnila vgradi termo-sifonska posoda, skozi katero se tekočina ohlaja. Celoten sistem je drag. Tesnila morajo zdržati tlak in temperaturene spremembe. Največji problem pa se pojavi v kemijski, farmacevtski in prehranski tehniki. Če želimo zagotoviti, da hladilni medij ne pride v posodo niti v mikro delih, so tesnila s posebno izvedbo, kar pa povzroči, da je samo mehansko tesnilo veliko dražje od kompletnega magnetnega mešala.



Slika 31: Prerez mešalne gredi na prehodu skozi plašč

Vir: <http://www.eagleburgmann.com/products/magnetic-couplings>, dne 03.07.2011

3.4.2 Sprememba izolacije

Na tlačni mešalni posodi prav tako predlagam spremembo izolacije. Namesto steklena volne bi vstavili aerogel, kateri je 3-krat boljši izolator od steklene volne.

Kaj je Aerogel?

Aerogel je trdni material nizke gostote in teže izpeljan iz gela. Tekoča komponenta gela se nadomesti z zrakom (90 % njegove sestavine) – “zmrznjeni dim”.

Rezultat – izjemne sposobnosti –15-krat vpis v Guinnessovo knjigo rekordov.



Slika 32: Aerogel

Vir: http://www.aerogel.si/4_energetika_toplovodi.htm, dne 22.06.2011

Pri debelini stene od 40 mm, aerogel ima 3-krat manjše toplotne izgube (ima 3-krat manjšo toplotno prevodnost).

Ker ima aerogel manjše toplotne izgube lahko zmanjšamo debelino izolacije. Zmanjšamo jo iz **40 mm na 12 mm**. Celotna izolacija je 12 mm aerogelova odeja.

Toplotne izgube aerogela (12 mm izolacija)

Podatki:

$$T_1 = 90^{\circ}\text{C} = 363 \text{ K}$$

$$d_1 = 870 \text{ mm} = 0,87 \text{ m}$$

$$T_2 = 20^{\circ}\text{C} = 293 \text{ K}$$

$$H = 1000 \text{ mm} = 1 \text{ m}$$

$$d_2 = 894 \text{ mm} = 0,894 \text{ m}$$

$$\lambda = 0,0125 \text{ W/mK}$$

$$Q = \frac{T_2 - T_1}{\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda} \cdot \ln\left(\frac{d_2}{d_1}\right)} \cdot H = \frac{363 - 293}{\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 0,0125} \cdot \ln\left(\frac{0,894}{0,87}\right)} \cdot 1 = 202 \text{ W}$$

Zakaj aerogel?

Zmanjšali smo debelino izolacije za 28 mm. Sedaj 12 mm aerogel odeja ima enake toplotne izgube kot steklena volna. Ko smo zmanjšali izolacijo, smo zmanjšali tudi celotni premer mešalne posode z 950 mm na 894 mm. S tem smo prihranili na materialu in na prostoru, kjer bo posoda postavljena.

Značilnosti aerogela:

- najbolj je učinkovit v vlogi izolacijskega materiala,
- najnižja toplotna prevodnost med vsemi trdnimi materiali,
- odlična zvočna izolacija,
- odlična absorpcija energije – zmožnost zajemanja prašnih delcev visoke hitrosti v prostoru,
- visoka specifična površina (tudi do 15 m²/g).

Prednosti aerogela:

- z enako debelino dosegamo 2x do 8x boljše izolacije z enako debelino v primerjavi s tradicionalnimi izolacijami,
- aerogel s svojo nizko debelino olajša delo pri namestitvah v težje dostopnih delih,
- zmanjšana prostornina, velika gostota pakiranja in nizke stopnje slabega materiala pri aerogelu močno zmanjšajo logistične stroške,

- ni nevaren za zdravje, ne vsebuje kancerogenih in alergenih snovi.

Cena steklene volne je 10 EUR/m², cena aerogela pa 35 EUR/m². Koliko je aerogel dražji na začetku, ko ga kupimo, prihranimo v kasnejših fazah (tanjša izolacija, manjši premer posode, manj obdelave ...).

4 DOKUMENTACIJA

4.1 Risba

»Izgovorjena ali zapisana beseda ne zadostuje vselej za vsa področja medsebojnega sporazumevanja. V takšnih primerih se sporazumevamo z risbo, ki ni izdelana poljubno, ampak po zakonitostih in pravilih, ki so standardizirana. S pomočjo takšne risbe lahko izdelamo določen predmet, izvršimo montažo narisane naprave, ... zaradi tega je zelo pomembno, da je risba narisana po vseh veljavnih pravilih in standardih. Kvalitetna risba je osnova za kvaliteten proizvod« (Hrženjak, 1998, 1).

4.2 Kosovnica

Kosovnica je seznam vseh elementov nekega sestava. V kosovnici so praviloma navedeni vsi identifikacijski in kvantitativni podatki prikazane sestavne zveze. Ti podatki so prikazani v obliki seznama.

4.3 Popis priključkov

V popisu priključkov so navedeni vsi potrebni priključki z vsemi dimenzijami ter predpisanimi standardi.

— PRIKLJUČKI —			
Oznaka	Velikost	Standard	Namen
N1	DN250, PN6, T=150	Tip—hltro odpl	Dozirna odprtina
N2	DN32, TC64	NAC—ISO 1127	Pralna šoba
N3	DN20, TC50,5	NAC—ISO 1127	Doziranje topli
N4	DN20, TC50,5	NAC—ISO 1127	Doziranje topli
N5	DN20, TC50,5	NAC—ISO 1127	Doziranje luga
N6	DN20, TC50,5	NAC—ISO 1127	Oddušni ventil
N7	DN32, TC64	NAC—ISO 1127	Nivojna stikalo
N8	DN20, TC50,5	NAC—ISO 1127	Tlačno stikalo
N9	DN65, DRD65	E&H	Merjenje nivoja
N10	DN65, PN6(ø160/70)	DIN 2501	Opazovalno steklo
N11	DN 1 1/2", TC50,5	NAC—38—SMS	Razpočni disk
N12	DN25, PN10	DIN 2576	Odvod hlad/ogrev medija
N13	DN25, PN10	DIN 2576	Dovod hlad/ogrev medija
N14	DN8, R 1/4"	mufa + čep	Odzračevanje duplikatorja
N15	DN25, R 5/4"	/	pH sonda
N16	DN 1/2", TC25	NAC—18—SMS	Vzorčevalni ventil
N17	DN8, R 1/4"	mufa + čep	Lekaža plašča izolacije
N18	DN40, TC64	NAC—ISO 1127	Konduktivna sonda
N19	FI 107/100/80	PRG	Magnetno mešalo
N20	DN65, DRD65	E&H	Merjenje nivoja
N21	DN25—FI95, TC50,5	ITT	Talni pnev—memb ventil

Slika 33: Spisek priključkov

Vir: Lasten

4.4 Prevezemna dokumentacija

Ko se objekt (tlačna mešalna posoda) konča, se mora naročitelju dostaviti potrebna dokumentacija. Zraven že prej navedenih in obrazloženih stvari (risba, preračun, kosovnica, ...), moramo priložiti še potrebne A-teste.

Za vsaki vgrajeni del v mešalno posodo moramo imeti svoj A-test, variti morajo A-testirani varilci, opraviti se mora tlačni preizkus.

4.4.1 Lista vgrajenih materialov

V listi vgrajenih materialov navedemo vse materiale, kateri so vgrajeni v posodo (podnice, plašča ...).

PODJETJE Y					
LISTA VGRAJENIH MATERIALOV Liste von eingebauten Werkstoffe				Št. 625/2011 Nr.	
OBJEKT TLAČNA MEŠALNA POSODA V=500 L Anlage				Tovar. št. 625 Fabrik Nr.	
ŠT. ATESTA Certif. Nr.	ŠARŽA SchmelzeNr.	KVALITETA Werkstoffg.	POZICIJA Position	ATEST Einungnac.	Št. Nr.
3255	55174	W.N.1.4404	Podnica posode zgornja	10204 3.1	1
3256	61986	W.N.1.4404	Podnica posode spodnja	10204 3.1	2
1565186-EN	470592	W.N.1.4404	Plašč posode, podl. pločev. nog	10204 3.1	3
1533	504298	W.N.1.4435	Prirobnica mešala-prik. N19	10204 3.1	4
/	/	W.N.1.4404	Vst.odprtina DN250-pr.N1, N10:	10204 3.1	5
31076028-1	257950	W.N.1.4404	- Prirobnica Ø=40 iz Ø=50mm	10204 3.1	6
31078603-2	257706	W.N.1.4404	- Prirobnica Ø=22 iz Ø=25mm	10204 3.1	7
IT07001363	244476	W.N.1.4404	- Tečaj iz kvadr. 30 mm	10204 3.1	8

Slika 34: Lista vgrajenih materialov

Vir: Lasten

4.4.2 Spisek varilcev

V dokumentacijo moramo obvezno priložiti še spisek varilcev z veljavnimi A-testi.

PODJETJE Y							
SPISEK VARILCEV / SCWEISSER LISTE							
OBJEKT :		Mešalna posoda V=500 L		Tovar. št. 625			
Ime Name	Št.ziga Stemp-Nr.	ROČNO VARJENJE Handschweissen		POLAVTOMATSKO VARJENJE Automat.		AVTOMATSKO VARJENJE Automat.	
		DATUM Datum	ST. ATESTA Certifikat-Nr.	DATUM Datum	ST. ATESTA Certifikat-Nr.	DATUM Datum	ST. ATESTA Certifikat-Nr.
xy	4	09.10.2010	0036/IS-TSS/00537/07				
xy	1	09.10.2010	0036/IS-TSS/00532/07				
xy	3	16.04.2011	0036/TSS-IS/0006/07				
xy	3	20.05.2011	0036/TSS-BB-LJ/0084/05				
VARILCI ATESTIRANI PO Schweisser geprüft nach		Zig Stempel		KONTROLA: Abteilung der Qualitätskontrolle			
Datum : 03.07.2011							

Slika 35: Spisek varilcev

Vir: Lasten

4.4.3 Spisek dodatnih materialov z atesti

Prav tako je sestavni del obvezne dokumentacije spisek dodatnih materialov z A-testi.

Podjetje Y				
LISTA DODAJNIH MATERIALOV Werkstoffszuzatzliste			Št. 625 Nr.	
OBJEKT Anlage	Tlačna mešalna posoda V=500 L			Tov.št. 625 Fabrik Nr.
ST. ATESTA Certif. Nr.	SARŽA Schmelze Nr.	KVALITETA/OZNACBA Werkstoffgüte/Bezeichnung	PROIZVAJALEC Hersteller	Št. Nr.
75-07-00103	673117	TIG19/12/3 NeSi fi 2	ELEKTRODE JESENICE	1
70-07-00964	671417	TIG19/12/3 NeSi fi 2,4	ELEKTRODE JESENICE	2
75-07-00100	693440	TIG19/9 NeSi fi 2	ELEKTRODE JESENICE	3
75-07-00100	693140	TIG19/9 NeSi fi 2,4	ELEKTRODE JESENICE	4

Slika 36: Lista dodatnih materialov

Vir: Lasten

4.5 Poročilo o tlačnem preizkusu

Tlačni preizkus se izvede z vodo pod predpisanim tlakom. Predpisani čas testiranja znaša 2 uri. Po opravljenem testiranju pa se mora obvezno izdelati poročilo testiranja ter predložiti dokumentaciji.

4.6 Periodični pregledi

Uporabnik posode zagotovi, da organ za periodične preglede opravi uvodni pregled v okviru postopka dajanja posode pod tlakom v obratovanje.

Periodične preglede tlačne posode opravi organ za periodične preglede skladno s pravilnikom o pregledovanju in preskušanju opreme pod tlakom (Ur. l. RS 45/2004), in sicer na vsake 2 leti zunanji pregled in na vsakih 10 let tlačni (trdnostni) preskus sočasno z rednim notranjim pregledom.

4.7 IQ-dokumentacija

IQ-dokumentacija je v bistvu pregled naročnika. Naročnik pregleda objekt. Imamo dve stanji, zahtevano stanje in dejansko stanje. Brez IQ-dokumentacije naročnik ne prevzame objekta.

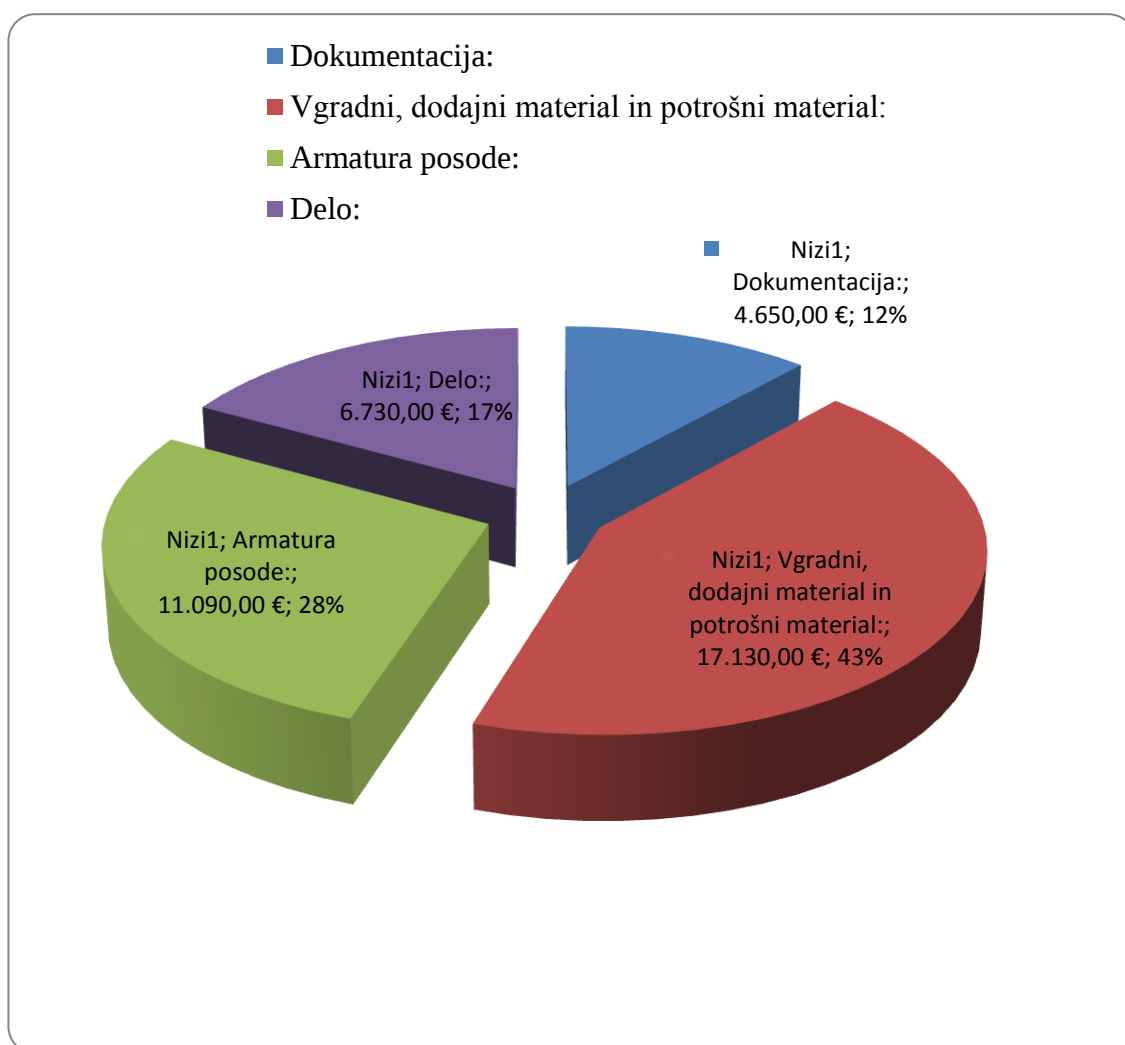
5 STROŠKI IZDELAVE TLAČNE MEŠALNE POSODE

Kaj je strošek? »Cenovno izraženi potroški prvin poslovnega procesa« (Gorjup, 2011, 2)

Dokumentacija:	
Dokumentacija in statika	2.500,00 €
Strošek potrjevanja dokumentacije z strani inšpekcije TÜV ali BUREAU VERITAS in prevzem posode po izdelavi (pregled posode, žigosanje tablice, potrjevanje dokumentacije-atesti osnovnih in dodatnih materialov, varilcev, vse vgrajene armature, ...)	1.700,00 €
Strošek neporušne kontrole zvarov	450,00 €
Vgradni, dodatni material in potrošni material:	
Osnovni material (pločevina plaščev, noge posode, ...)	9.270,00 €
Varilni material	450,00 €
Podnice posode (samo certificiran proizvajalec)	2.400,00 €
Priključki sterilne izvedbe	2.800,00 €
DRD prirobnice	360,00 €
Vstopna odprtina	1.200,00 €
Potrošni material (brusni in polirni material):	650,00 €
Armatura posode:	
Magnetno mešalo	7.320,00 €
Pnevmatski membranski izpustni ventil	1.650,00 €
Pralna šoba, vrtljiva 360°	470,00 €
Luč za osvetlitev notranjosti posode	340,00 €
Opazovalno steklo (na vstopni odprtini)	390,00 €
Manometer	380,00 €
Razpočni disk	540,00 €
Delo :	
Razrez na plazmi in škarjah	450,00 €
Ovijanje plaščev in usmerjevalca grel./hlad. medija	380,00 €
Sestava posode (ključavničarska dela)	2.800,00 €
Varjenje po TIG - postopku	1.600,00 €
Poliranje posode	1.500,00 €
SKUPAJ: 39.600,00 €	

Tabela 3: Pregled stroškov izdelave tlačne mešalne posode

Vir: Lasten



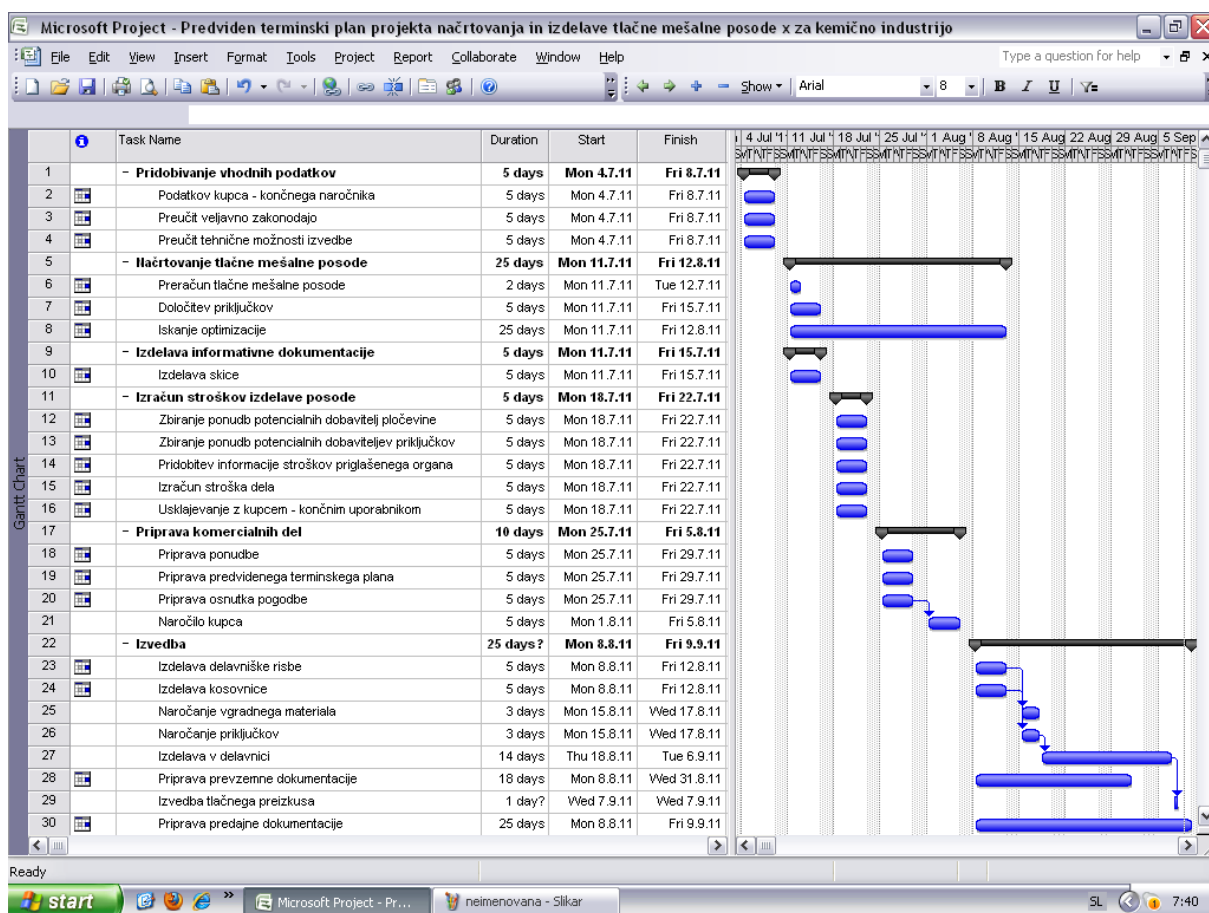
Graf 1: Prikaz porazdelitve stroškov

Vir: Lasten

Zgornji graf nam nazorno pokaže vpliv stroškov posameznih delov procesa na skupni strošek izdelave izdelka. Pri racionalizaciji in nenehnih izboljšavah si je smotrno vsak projekt tako razdelati, saj lahko hitro razberemo največji dejavnik. To je smotrno, ker pri mali optimizaciji dosežemo velik učinek. Šele nato se posvetimo še manjšim vplivnim parametrom.

6 PREDVIDEN TERMINSKI PLAN

Eno najpomembnejših orodij, tako rekoč osnovno delovno sredstvo managerja projekta, ki služi časovnemu planiranju in kontroliranju izvedbe, se v originalu imenuje »Gantt chart«, po Gantt, ki naj bi ga »izumil« že davnega leta 1917. Gantogram grafično prikazuje časovni razpored in trajanje izvedbe posameznih aktivnosti, ki so nanizane ena pod drugo. Za vsako aktivnost se tako hitro in jasno razbere, kdaj naj bi se začela in kdaj zaključila (<http://projektni-management.si/2011/02/15/terminski-plan-projekta-gantogram>, dne 02.08.2011).



Slika 37: Predviden terminski plan

Vir: Lasten

7 ZAKLJUČEK

Ugotovitve, ki so se pokazale skozi diplomsko delo, so:

- Posodo morajo obvezno variti A-testirani varilci. Pri varih je obvezen žig varilca. Po varjenju naredimo kontrolo zvarov v skladu s predpisi AD-HP 5/2, 5/3, in sicer sočelne: vzdolžne 10 %, radialne 2 % in 100 % križna mesta RT. Kotne zware (priključki) 100 % PT.
- Po varjenju se izvrši tlačni preizkus z vodo v posodi pri tlaku 4,5 bara in v duplikatorju pri tlaku 8,6 bara. Preizkusu prisostvuje inšpektor priglašenega organa. Posoda je opremljena s tablico, katere vsebina je v skladu s predpisi.
- Po uspešnem tlačnem preizkusu posodo termično izoliramo z aerogelom, dokončno obdelamo zware in površine posode. Notranje površine polirane do $Ra < 0,8 \mu m$, zunanje istosmerno brušene do $Ra < 1,2 \mu m$ za lep videz.

Skozi diplomsko delo sem ugotovil, da se mora podjetje zelo kvalitetno pripraviti na tako zahteven projekt. Za njegovo izvedbo je potreben kompetenten kader, finančni viri ter na koncu predvsem kakovosten proizvod, ki je v skladu s pričakovanji kupca in v terminskem roku.

Skozi diplomsko delo sem želel tudi pokazati, kako je potrebno vključiti vsak detalj, vsakega človeka (končnega kupca – uporabnika, proizvodne delavce, projektanta, komercialista, priglašenega organa – inšpektorja ...

Če smo na pravi poti, nam to potrdi kupec z naročilom in kasnejšimi povratnimi informacijami o zanesljivem delovanju tlačnega mešalnika. Predvsem je cilj napraviti proizvod s pričakovanji kupca – končnega uporabnika, se pri tem kaj novega naučiti ter pri tem še nekaj zaslužiti, saj le tako lahko vlagamo v nenehni razvoj in izobraževanje zaposlenih.

8 LITERATURA IN VIRI

8.1 Literatura

1. Gorjup, M.: *3. Posvet šolskih računovodij*, Planet GV, Ljubljana, 2010.
2. Hrženjak, J.: *Tehnično risanje*, TZS, Ljubljana, 1998.
3. Jagarinec, D.: *Projektiranje tlačnega reaktorja 1000 L*, Univeza v Mariboru – Fakulteta za strojništvo, Maribor, 2010.

8.2 Viri

1. DIN 28011, Gewölte Böden, Deutsche Norm, Mai 1987.
2. DIN 28013, Gewölter Boden, Deutsche Norm, Mai 1987.
3. Uradni list RS, št. 15/02, 47/02, 54/03 in 114/03 – na podlagi direktive EU 97/23/ES [3].

8.3 Internetni viri

1. <http://www.directindustry.com/cat/motors-geared-motors-motion-control/ac-asynchronous-electric-motors-D-599.html>, dne 14.07.2011.
2. <http://www.eagleburgmann.com/products/magnetic-couplings>, dne 03.07.2011.
3. http://www.kieselmann.de/index.php?Nav_Nummer=10&SubNav_Nummer=8&SubSubNav_Nummer=1&R, dne 11.07.2011.
4. http://www.kieselmann.de/index.php?Nav_Nummer=10&SubNav_Nummer=8&SubSubNav_Nummer=1&R, dne 09.07.2011.
5. http://www.uradni-list.si/files/RS_-2002-015-00620-OB~P002-0000.PDF, dne 02.07.2011.

6. <http://projektni-management.si/2011/02/15/terminski-plan-projekta-gantogram>, dne 02.08.2011.
7. http://www.aerogel.si/4_energetika_toplovodi.htm, dne 22.06.2011.
8. <http://www.csidesigns.com/alfalaval/toftejorg.php>, dne 10.07.2011.
9. <http://www.millipore.com>, dne 10.07.2011.
10. http://www.zimmerlin.de/index_en.html, dne 16.07.2011.
11. <http://www.ad-2000-online.de/>, dne 18.07.2011.
12. <http://www.traderscity.com>, dne 21.07.2011.

9 PRILOGE

9.1 Izjava o skladnosti



Potrdilo o skladnosti

Po direktivah 97/23/EC

Za tlačne posode

Izdelovalec

Odgovarja opremi tlačnih posod po 97/23/EC

Naziv / načrt št.:	Mešalna posoda-V 510 / 2-71 860	
Tovarniška številka:	625	
Prostor:	Posoda / Duplikator	
max. dovoljen delovni pritisk PS:	-1÷3 / 6	bar
dovoljena max. delovna temp. TS:	+35 / +90	°C
Volumen:	611 / 59	L
Leto izdelave:	2011	
Preizkusni pritisk PT:	4,5 / 8,6	bar
Preizkusni medij:	Voda/Voda	

Določena ustreznostna procedura:	Kategorija IV, Modul G
Upoštevani standardi in tehnične specifikacije:	AD 2000 Regelwerk, EN 287-1
Druge upoštevane EC direktive:	ne

Angažirana inšpekcija:

Sledenje QS-sistema:	Bureau Veritas Slovenija
Pregled/ inšpekcija/ kontrola med proizvodnjo	Bureau Veritas Slovenija

Priloženi certifikati:

EC-certifikat pooblašene inšpekcije št.:	/./
EC-potrdilo skladnosti št.:	/./

9.2 Določitev kakovostnega razreda za tlačno mešalno posodo

Einstufung nach Druckgeräterichtlinie 97/23/EG

Hersteller

Druckgerät

Beschreibung / Verwendungszweck:	MEŠALNA POSODA
Typ-, Serien-, Fabrikationsnummer:	V 510, 625
Druckgeräteart:	Behälter
max. zulässiger Druck PS:	3,00 bar
Volumen V / Nenndurchmesser DN:	611,00 L 0,00
Mediumeigenschaft nach Art. 9:	Gruppe 1 - gefährlich
Mediumzustand:	gasförmig oder flüssig, wenn pD > 0.5 bar
Qualitätsicherung:	keines nach Richtlinie 97/23/EG

Ergebnisse:

Kategorie IV

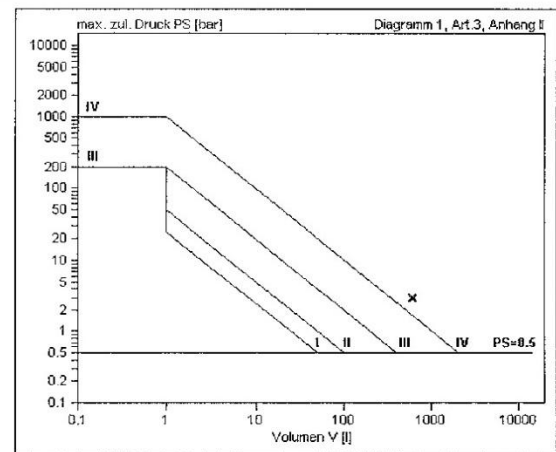
PS·V = 1833

Konformitätsbewertungsverfahrens:

Modul G

Aufgaben des Herstellers:

Anbringen eines CE-Zeichens
Ausstellen einer Konformitätserklärung
Erstellen von technischen Unterlagen



Aufgaben der benannten Stelle:

prüft die technischen Unterlagen
Abnahme jedes Druckgerätes
bringt Kennnummer an
stellt Konformitätsbescheinigung aus
führt Untersuchungen und Prüfungen durch

9.3 A-test vgrajenega materiala

	COMPANY WITH QUALITY SYSTEM CERTIFIED BY DNV = ISO 9001 / 2000 = CERT-08149-94-AQ-MIL-SINCERT	COMPANY WITH ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM CERTIFIED BY DNV = ISO 14001 : 2004 = CERT-1194-2005-AE-MIL-SINCERT	

TEST CERTIFICATE ACCORDING TO EN 10204/ 3.1 N° **64998** Pag. 1 di 1
ABNAHMEPRÜFZEUGNIS - CERTIFICAT D'ESSAIS - CERTIFICATO DI COLLAUDO
 for longitudinally welded tubes/längsnahtgeschweißte rohre/pour tubes soudés longitudinalement/Per tubi saldati longitudinalmente

Customer: Besteller/Cliant/Ciente		Customer Order N°: 5408610 Bestellung/Commande Client/Ordine Cliente		Mill's Itainox N°: 2009/0014 Werte N°/N° référence interne/Conferma ordine	
Specifications: Anforderungen/Specifications/Specifiche		EN 10217-7: 2005 / TC1 /		Tolerances: EN ISO 1127 D2/T3 Tolérances/Tolérances/Tolleranze	
Manufacturer's mark: Inspection's stamp: M.S. Stampel des Sachverständigen/Poinçon de l'inspecteur/Punzione dell'ispettore		 Herstellerzeichen/Marque du fabricant/Marchio del produttore		Marking: EN 10217-7 Kennzeichnung/Marque/Marcatura	
Item Pos. N°	DIMENSIONS Abmessungen Dimensioni/Dimensioni	PIECES N° Stückzahl Pezzi/Pezzi	METERS Meter Mètres/Metri	WEIGHT(Kg) Gewicht/Poids Peso	GRADE Werkstoff/Nuance Materiale
001	256.00x 3.00x6000	7	42.00	750.00	1.4571 316Ti Z6 CNDT 17-12 UNS
				STANDARD CODE Normenbezeichnung Designation/Designazione	EXECUTION Ausführung Esecuzione/Esecuzione
				X6CrNiMoTi 17-12-2	W2

Chemical analysis acc.to: ASTM A240 / EN 10088-2/EN 10028-7 Last Edition
Steel making process : E/AOD

Schmelzanalyse/Chimique analyses/Analisi chimiche
 Erzeugnisart/Procédé d'élaboration/Procedimento di elaborazione acciaio

Item N°	Manuf. Hersteller	HEAT N° Schmelze/Coulee/Cassa	% C	% Si	% S	% P	% Mn	% Cr	% Ni	% Mo	% Ti	% Co	% Cu	% N
001		416559	0.029	0.590	0.001	0.031	0.900	16.800	10.580	2.060	0.280	0.190	0.230	0.016

Mechanical test acc.to tab.: 6-7 EN 10217-7

Mechanische Prüfungen/Essais mécaniques/Caratteristiche meccaniche

MECHANICAL TESTS ACC. TO EN 10002-2									
Item Pos. N°	HEAT N° Schmelze Coulee Cassa	HOMOLOG. Zulassung Omologazione Omologazione	TEST Probe Eprouvette Prova N°	SPECIMEN SIZE Abmessung Probe/essai Dimen. Eprouvette Dimensione provetta mm.	YIELD STRENGTH Streck-Dehngrenze Limite d'élasticité Limite di snervamento 0,2% N/mm² 1%		TENSILE STRENGTH Zugfestigkeit Résistance à traction Limite di rottura N/mm²	ELONGAT. Bruchdehnung Allongement Allungamento A %	HARDNESS Härte Durezza Durezza HB
Requirement Anforderungen/Esigences/Requisiti				X6CrNiMoTi 17-12-2	>= 210	>= 245	500 - 730	L>35 T>30	
001	416559		1 L	20 x 3.0	354	387	605	53.5	
001	416559		2 T	20 x 3.0	380	414	614	36.5	

Test Results

Ergebnisse der Prüfungen/Résultat des essais/Risultati delle prove

Heat treatment: ***** °C	Wärmebehandlung/Traitement thermique/Treatment termico
Technological test: ***** / EN 10233: OK / ***** / *****	Technologische Prüfung/Examen technologique/Prova tecnologiche
Residual Corrosion Test acc. to:	Korrosionsrückstände Rückstände/Esai residue corrosivi/Prove residui corrosivi
Intergranular Corrosion Test acc. to: EN ISO 3651-2/A: OK	IK Beständigkeit/Esai con intergr./Prove di corrosione intergranulare
Non Destructive Test acc to: EN 10246-3/E1H: OK	Zerstörungsfreie Prüfung/Contrôle non destructif/Controllo non distruttivo
Leak Test/Hydrostatic test to: EN 10246-2: OK	Dichtheitsprüfung/Esai d'étanchéité/Prove di tenuta
Uncorrect Material Test: Ohne Beanstandung zu 100%: Durchgeführt	Verwechslungsprüfung/Esai P.M.I./Prove antimiscuglio
Visual and gauging control: Ohne Beanstandung	Beachtung und Ausmessung/Contrôle visuel et dimensionnel/Controllo Visivo e dimensionale

Notes:

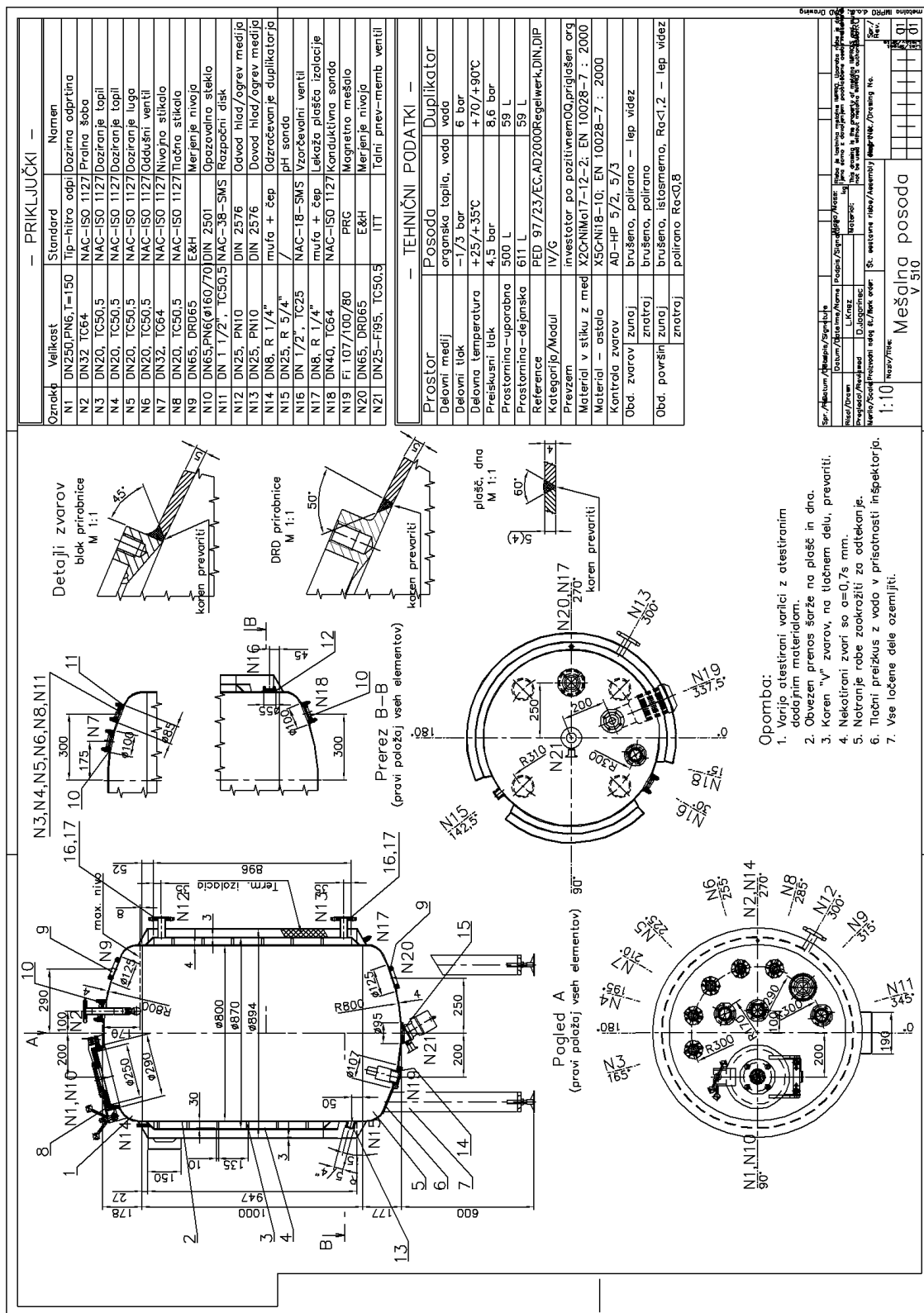
We certify that the delivered products comply with the specification of the order. Wir bestätigen, dass die gelieferte Ware den Bestellvorschriften entspricht/Nous attestons que les produits livrés sont conformes aux références de la commande/ Noi attestiamo che il materiale spedito è conforme ai requisiti dell'ordine

Issued by: Cordani A. 21/01/2009 S

Mill's Inspector / Der Werksachverständige Mazzolari p.l. Stefano
 Inspecteur de l'usine / Firma Ispettore

Arvedi
 ARVEDI GROUP

9.4 Risba tlačne mešalne posode x za kemično industrijo



9.5 Kosovnica

						KOSOVNICA					
Proizvod (Naziv)					Primek in ime	Podpis	Datum	Številka kosovnice		List št.	
			Sestavil	Knez Lenart		Julij 2011			1/2		
Sestava (Naziv)			Številka sestave		Neto masa		Sprememba	Oznaka	Primek in ime	Datum	K K
											1 – element 2 – podsestava
Tlačna mešalna posoda V 510											
	Načrt št.	Količina	Naziv (opis, material)	Dimenzija	Snov-kvaliteta	Atest	Neto masa		K	Opomba (proizvajalec)	
Pozicija	Stand. oblik	v kosih			Stand. kvalitete	Osn. preizkusa	za 1 kos	Skupaj	K		
1	DIN 28 011		BOMBIRANO DNO	Fi 800 x 5	X2CrNiMo17-12-2	3.1 PED 97/23 EC			1		
2			PLAŠČ POSODE	PN4 x 1000 x 2500	X2CrNiMo17-12-2	3.1 PED 97/23 EC			1		
3			PLOŠČATO	PL 30 x 10 x 15,6 mm	X5CrNi18-10	2.2 PED 97/23 EC			1		
4			PLAŠČ DUPLIKATORJA	PN3 x 896 x 2724	X5CrNi18-10	3.1 PED 97/23 EC			1		
5	DIN 28 011		BOMBIRANO DNO	Fi 800 x 4	X2CrNiMo17-12-2	3.1 PED 97/23 EC			1		
6			OJAČILNA PLOČEVINA	PN4 Fi120	X2CrNiMo17-12-2	3.1 PED 97/23 EC			1		
7			NOGA	CV88,9 x 3 x 603	X5CrNi18-10	2.2 PED 97/23 EC			1		
8	3-71 904		DOZIRNO-SERVISNA ODPRTINA		X2CrNiMo17-12-2	3.1 PED 97/23 EC			2		
9	3- 71 888		PRIROBNICA DRD 65	Fi 125/50 x 20	X2CrNiMo17-12-2	3.1 PED 97/23 EC			1		
10	3-71 871		PRIROBNICA NAC-I- TC64	Fi 100/48 x 18	X2CrNiMo17-12-2	3.1 PED 97/23 EC			1		
11	3-71 868		PRIROBNICA NAC-I- TC50,5	Fi 85/35,5 x 18	X2CrNiMo17-12-2	3.1 PED 97/23 EC			1		
12	3-71 877		PRIROBNICA NAC-I- TC25	Fi 55/15 x 14	X2CrNiMo17-12-2	3.1 PED 97/23 EC			1		
13	4-71 383		PRIKLJUČEK R 5/4"	Fi 42/25 x 47	X2CrNiMo17-12-2	3.1 PED 97/23 EC			1		
14			PRIROBNICA MEŠALA	Fi 107/48 x 23	X2CrNiMo17-12-2	3.1 PED 97/23 EC			2	PRG	
15			PRIROBNICA VENTILA	Fi 95/42 x 16	X2CrNiMo17-12-2	3.1 PED 97/23 EC			2	ITT	
16			BREŽŠIVNA CEV	CV 33,7 x 2,6 x 82	X5CrNi18-10	3.1 PED 97/23 EC			1		
17	DIN 2576		PRIROBNICA	DN 25 NP 10	X5CrNi18-10	3.1 PED 97/23 EC			1		

9.6 Poročilo tlačnega preizkusa

Podjetje y		POROČILO O PREIZKUSU TESNOSTI Dichtheitsprüfbericht			
☐ VAKUMSKA KONTROLA Dichtheitsprüfung		☒ VODNI TLAČNI PREIZKUS Wasserdruckprobe		☐ ZRAČNI TLAČ PREIZ. Druckluftprobe	
				☐ PENETRANTSKA KONTROLA Eindringprüfung	
NAROČNIK / Auftraggeber		OBJEKT / Objekt		TOV.ŠT. / Fabrik Nr.	
Podjetje x		Tlačna mešalna posoda V= 500 L		625	
ZAHTEVE TESTIRANJA / Prüfbedingungen					
- TLAČNA PROBA POSODE Z VODO – 4,5 bar					
- TLAČNA PROBA GRELNEGA PLAŠČA – 8,6 bar					
CAS TESTIRANJA / Prüfdauer					
120 min					
TEMPERATURA / Temperatur					
okolice					
TLAK / Druck					
4,5 bar / 8,6 bar					
MEDIJ / Medium					
H ₂ O					
MAX.DOPUSTNA PROPUSTNOST / Max.zulässige Durchlässigkeit					
/					
POSTOPEK / OBSEG / Verfahren /Umfang					
PREIZKUŠANJE Z VODO POD PRITISKOM					
TESTIRNA OPREMA / Verwendete Prüfgeräte					
MANOMETER (2X)					
REZULTATI TESTA / Prüfungsergebnisse					
V času trajanja preizkusa ni bilo izvorov netesnosti, hkrati ni bilo pojava deformacij.					
OPOMBE / Bemerkungen					
MESTO TESTIRANJA / Prüfort					
Podjetje y					
PRIPRAVIL	DATUM	IZVAJALEC TESTA	DATUM	KONTROLIRAL	DATUM
Knez Lenart	03.07.2011.				

9.7 IQ-dokumentacija – pregled posode

1. PREGLED POSODE

TESTIRANA AKTIVNOST	ZAHTEVANO STANJE DQ	DEJANSKO STANJE	USTREZA	NE USTREZA
Uporabni volumen	500 L			
Geometrijski volumen	611 L			
Premier posode	φ800 mm			
Premier grel. plašča	φ870 mm			
Premier izol. plašča	φ950 mm			
Višina posode (podnici+valj)	1355 mm			
Celotna višina posode z nogami	1955 mm			
Izgled posode	Posoda mora biti brez poškodb			
Površinska obdelava notranjosti posode	0,8 μm			
Površinska obdelava zunanjih površin	1,2 μm			
Vstopna odprtina DN 250	Tlačna -1/+6 bar z oglednim steklom DN65-za hitro odpiran.			
NaConect priključki	NaConect prirobnice po stand. NovAseptic-ISO 2852			
DRD 65	Po standard E&H			
Prirobnice posode	DIN 2576			
Izvedba priključkov	Brez ostrih robov			
Napisna ploščica	Dobro vidna			
Tesnila	EPDM			
Pralna šoba	Toftejorg -360° 1/2"			
Izpustni ventil	Pnev., membranski-DN 25			
Magnetno mešalo	Dobavitelj PRG-montirano EedKFGR (r) –MR-140			
Noge posode	Nastavljive po višini			

9.8 IQ-dokumentacija – pregled elementov posode

2. PREGLED ELEMENTOV POSODE

NAZIV ELEMENTA	OZNAKA NA NAČRTU	ZAHTEVANO STANJE /položaj	DEJANSKO STANJE	
			USTREZA	NE USTREZA
Dozirna odprtina	N1	DN250 – R 200-90°		
NaConec prirobn./TC	N2	DN32/DN25 TC64/TC50,5 -v centru		
NaConec prirobnica	N3	DN 20-TC 50,5-- R 300/165°		
NaConec prirobnica	N4	DN 20-TC 50,5-- R 300/195°		
NaConec prirobnica	N5	DN 20-TC 50,5-- R 300/225°		
NaConec prirobnica	N6	DN 20-TC 50,5-- R 300/255°		
NaConec prirobnica	N7	DN 32-TC 64-- R 170/210°		
NaConec prirobnica	N8	DN 20-TC 50,5-- R 300/285°		
DRD Prirobnica E&H	N9	DRD 65 -- R 290/315°		
Opazovalno steklo	N10	DN 65 PN6-na servisni odprtini		
NaConec prirobnica	N11	1 1/2 "-TC 50,5-- R 300/345°		
Prirobnični priključek	N12	DN 25 PN 10 / 300°		
Prirobnični priključek	N13	DN 25 PN 10 / 300°		
Odzrač. duplik.-mufa	N14	R1/4" -- 270°		
Ingold čep DN25H8	N15	R5/4" --poševn.15°-- 142,5°		
NaConec prirobnica	N16	1/2 "-TC 25-- 30°		
Prik.za lekažo izol.-mufa	N17	R1/4" -- 270°		
NaConec prirobnica	N18	DN 40-TC 64-- R 300/15°		
Prirobnica mešala PRG	N19	φ107 – R 180/337,5°		
DRD Prirobnica E&H	N20	DRD 65 -- R 250/270°		
Talni ventil	N21	DN 25 / v centru		
Noge posode- 4 kos	/	45°/135°/225°/315°		