

KLAIPĖDOS UNIVERSITETAS

Jūrų technikos fakultetas

Laivo inžinerijos katedra

Vitalij Ivanov

# OFŠORINIŲ KONSTRUKCIJŲ GAMYBOS PROCESO TYRIMAI

Laivo statybos ir projektavimo studijų programos  
magistro baigiamasis darbas

KLAIPĖDA, 2014

1 priedas  
**BAKALAURO IR MAGISTRO BAIGIAMŲJŲ DARBŲ LYDRAŠČIO FORMA**

Pildo bakalauro/magistro baigiamojo darbo autorius

Vitalijus Janov

.....  
(bakalauro/magistro baigiamojo darbo autoriaus vardas, pavardė)

Ofšorinių konstrukcijų gamybos proceso tyrimas

.....  
(bakalauro/magistro baigiamojo darbo pavadinimas lietuvių kalba)

Patvirtinu, kad bakalauro/magistro baigiamasis darbas parašytas savarankiškai, nepažeidžiant kitiems asmenims priklausančių autorių teisių, visas baigiamasis bakalauro/magistro darbas ar jo dalis nebuvo panaudotas Klaipėdos universitete ir kitose aukštosiose mokyklose.

M. Janov

.....  
(bakalauro/magistro baigiamojo darbo autoriaus ir parašas)

Sutinku, kad bakalauro/magistro baigiamasis darbas būtų naudojamas neatlygintinai 5 m. Klaipėdos universiteto studijų procese.

M. Janov

.....  
(bakalauro/magistro baigiamojo darbo autoriaus ir parašas)

Pildo bakalauro/magistro baigiamojo darbo vadovas

Bakalauro/magistro baigiamąjį darbą ginti .....

leidžiu

2014 05 26

.....  
(data )

Doc. Dr. Rima Mickevičienė

.....  
(bakalauro/magistro baigiamojo darbo vadovo vardas, pavardė ir parašas)

Pildo katedros, kuruojančios studijų programą, administratorius (sekretorius)

Baigiamasis darbas įregistruotas katedroje

.....  
(data)

.....  
(katedros sekretorės vardas, pavardė ir parašas)

Pildo katedros, kuruojančios studijų programą, vedėjas

Bakalauro/magistro baigiamąjį darbą ginti .....

.....  
(įrašyti – leidžiu arba neleidžiu)

.....  
(data )

.....  
(katedros vedėjo vardas, pavardė ir parašas)

Recenzentu(-ais) skiriu .....

.....  
(įrašyti recenzento(u) vardą, pavardę)

.....  
(data )

.....  
(katedros vedėjo vardas, pavardė ir parašas)



## **Laivų statybos ir projektavimo magistro studijų (621H52001) baigiamasis darbas**

Užduotis studentui: Vitalij Ivanov

Temos pavadinimas: Ofšorinių konstrukcijų gamybos proceso tyrimai

Darbo sudėtis

1. Įvadas
2. Laivų statybos ir ofšoro rinkų apžvalga
  - 2.1. Nauji iššūkiai ir galimybės Lietuvos laivų statybos pramonei
  - 2.2. Pasaulinės laivų statybos rinkos apžvalga
  - 2.3. Lietuvos laivų statybos pramonės apžvalga
3. Ofšorinės vėjo energetikos ričių technologinio gamybos proceso tyrimas
  - 3.1. Kas yra ofšorinė ritė ir jos techninė specifikacija
    - 3.1.1. Ritės (skersmuo 9,2 m) gamybos proceso tyrimas
    - 3.1.2. Pagrindiniai parametrai.
    - 3.1.3. Pagrindiniai techniniai reikalavimai
    - 3.1.4. Ritės gamybos proceso eiga
  - 3.2. Technologinio gamybos proceso tyrimas
    - 3.2.1. Parengiamieji darbai
    - 3.2.2. Flanšo gamyba
    - 3.2.3. Būgno surinkimas
    - 3.2.4. Ritės surinkimas į apimtį
    - 3.2.5. Kiti darbai, nepriklausantiems išvardintiems etapams.
    - 3.2.6. Ritės gamybos proceso tyrimo rezultatų apibendrinimas
4. Išvados
5. Literatūra
6. Priedai

Darbo vadovas (-ė): doc. dr. Rima Mickevičienė

(vardas, pavardė, parašas)

## SANTRAUKA

Ivanov. V. Ofšorinių konstrukcijų gamybos proceso tyrimai. Laivų statybos ir projektavimo magistratūros studijų programos baigiamasis darbas. Darbo vadovas doc. dr. Rima Mickevičienė, Klaipėdos universitetas: Klaipėda, 2014. -73 psl.

*Raktažodžiai: Ofšorinė konstrukcija, ofšorinė ritė, gamybos procesas, darbo našumas.*

Magistro darbo teorinėje dalyje pateikta pasaulio laivų statybos pramonės apžvalga, analizuojama Lietuvos laivų statybos ir remonto pramonės padėtis, nagrinėjami nauji iššūkiai Lietuvos laivų statytojams bei galimybės įsitvirtinti augančioje ofšorinėje rinkoje, pateikta UAB „Vakarų konstrukcijos“, kuri jau sėkmingai integravosi į ofšorinę rinką, ekonominės ir techninės veiklos apžvalga bei tolesnės perspektyvos.

Baigiamojo darbo empirinėje dalyje pateiktas pagrindinio įmonės gamybos proceso produkto – ofšorinės ritės – aprašymas, funkcijos ir darbo sąlygos, pateikta techninė specifikacija bei gamybos proceso eiga. Tyrimo metu eksperimentiniais stebėjimais sunormuotas ritės gamybos procesas. Gautų rezultatų pagrindu buvo identifikuotos pagrindinės ir pagalbinės operacijos, kurioms aktualu praktiškai taikyti LEAN sistemos tobulinimus. Tyrimo rezultatai išreikšti darbo našumu, apima buvusią, esamą ir būsimą gamybos proceso elementų trukmę. Pateiktos išvados ir rekomendacijos, kaip toliau trumpinti darbo proceso trukmę.

## SUMMARY

Ivanov. V. Research of offshore construction manufacturing process. Shipbuilding and Ship Design Master's degree thesis. Supervisor Dr. Rima Mickevičienė, University Klaipeda: Klaipeda, in 2014. -73 Pages.

*Keywords: Offshore structure, offshore reel manufacturing, process productivity.*

An overview of situation in global shipbuilding industry is presented in the theoretical part, as well as analysis of Lithuanian shipbuilding and ship repair industry. New challenges concerning shipbuilding anchoring in offshore construction market are discussed, too. An economical and technical performance of JSC ‘Western Construction’ that successfully has integrated in offshore construction market and their further perspectives are shown.

In the empirical part of the final thesis involves the description of the main company product – offshore reels, their functions, working conditions, technical specification and manufacturing process.

By the experimental observations, the rationing of the reel manufacturing process was provided. An application of LEAN system improvements to main and supporting operations based on research results are presented. Findings are given as former, current and further productivity and duration of reel manufacturing process's units. Conclusions and recommendations regarding further improvements of manufacturing process are presented.

# TURINYS

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>IVADAS</b> .....                                                                     | 9  |
| <b>I. LAIVŲ STATYBOS IR OFŠORO RINKŲ APŽVALGA</b> .....                                 | 11 |
| 1.1 Nauji iššūkiai ir galimybės Lietuvos laivų statybos pramonei .....                  | 12 |
| 1.2 Pasaulinės laivų statybos rinkos apžvalga .....                                     | 13 |
| 1.3 Lietuvos laivų statybos pramonės apžvalga.....                                      | 18 |
| <b>II. OFŠORINĖS VĖJO ENERGETIKOS RIČIŲ TECHNOLOGINIO GAMYBOS PROCESO TYRIMAS</b> ..... | 24 |
| 2.1 Kas yra ofšorinė ritė ir jos techninė specifikacija.....                            | 25 |
| 2.2 Ritės (skersmuo 9,2 m) gamybos proceso tyrimas .....                                | 33 |
| 2.2.1 Pagrindiniai parametrai. ....                                                     | 36 |
| 2.2.2 Pagrindiniai techniniai reikalavimai .....                                        | 37 |
| 2.2.3 Ritės gamybos proceso eiga .....                                                  | 38 |
| 2.3 Technologinio gamybos proceso tyrimas .....                                         | 41 |
| 2.3.1 Parengiamieji darbai.....                                                         | 42 |
| 2.3.2 Flanšo gamyba .....                                                               | 44 |
| 2.3.3 Būgno surinkimas .....                                                            | 56 |
| 2.3.4 Ritės surinkimas į apimtį.....                                                    | 63 |
| 2.3. Kiti darbai, nepriklausantiems išvardintiems etapams.....                          | 64 |
| 2.4 Ritės gamybos proceso tyrimo rezultatų apibendrinimas .....                         | 64 |
| <b>IŠVADOS</b> .....                                                                    | 67 |
| <b>LITERATŪRA</b> .....                                                                 | 68 |
| <b>PRIEDAI</b> .....                                                                    | 70 |

## PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 pav. Pasaulio energetinių resursų poreikis iki 2030 m. ....                                            | 11 |
| 2 pav. Pasaulio laivo statybos užsakymo portfelius . ....                                                | 14 |
| 3 pav. Laivostatybos rinka pagal ISL.....                                                                | 15 |
| 4 pav. Shipbuilding Market Monitoring 2009“ statistika.....                                              | 16 |
| 5 pav. Europos ir Kinijos naujų, pastatytų laivų bei viso užsakymų portfelio statistiniai duomenys ..... | 17 |
| 7 pav. Investicijos į atviros jūros vėjo jėgainių fermas .....                                           | 20 |
| 8 pav. 2007- 2013 metų UAB „Vakarų Konstrukcijų“ apyvarta (mln. Lt). ....                                | 21 |
| 9 pav. UAB „Vakarų konstrukcijos“ pagamintos produkcijos vartotojai pagal šalis (%). ....                | 21 |
| 10 pav. Stambios ritės (9,2m skersmens).....                                                             | 24 |
| 11 Pav. Ofšorinės ritės ir jų gabaritai.....                                                             | 25 |
| 12 pav. Kabelių paskirtis.....                                                                           | 25 |
| 13 pav. Kabelio klojimai. ....                                                                           | 26 |
| 14 pav. Ričių įranga. ....                                                                               | 27 |
| 15 pav. Klojimo būdai.....                                                                               | 27 |
| 16 pav. Kabelių ir vamzdžių klojimo įrenginiai.....                                                      | 28 |
| 17 pav. Ritės konstrukcija. ....                                                                         | 29 |
| 19 pav. 9,2 m skersmens ričių gamybos darbo našumas kitimas 2012-2014 m.....                             | 35 |
| 20 pav. Nagrinėjama 9,2 m skersmens ritė. ....                                                           | 37 |
| 21 pav. Ritės gamybos proceso grandinė. ....                                                             | 39 |
| 22 pav. Ritės gamybos procesas.....                                                                      | 41 |
| 23 pav. Ritės konduktorius: a- konduktoriaus kontūrai, b – užbaigtas konduktorius. ....                  | 43 |
| 24 pav. Darbo vieta. Flanšo detalių išdėstymas prie konduktoriaus. ....                                  | 43 |
| 25 pav. Flanšo principinė surinkimo schema. ....                                                         | 44 |
| 26 pav. Naujasis vamzdžių lenkimo būdas termomechaniškai lenkiant .....                                  | 45 |
| 27 pav. Gilzės iškyšų ruošiniai.....                                                                     | 46 |
| 28 pav. Juostų lenkimai.....                                                                             | 47 |
| 29 pav. Flanšo gilzė.....                                                                                | 48 |
| 30 pav. Gilzės montavimas prieš patobulinimą ir jį įdiegus. ....                                         | 49 |
| 31 pav. Stipinų ir juostų montavimas.....                                                                | 49 |
| 32 pav. Stipinų ir juostų statymai prieš ir po.....                                                      | 50 |
| 33 Pav. Segmento ir juostos montavimas bei virinimas.....                                                | 50 |
| 34 pav. Išorinės juostos montavimas ir brakečių virinimas.....                                           | 50 |
| 35 pav. Viršutinio segmento montavimas. ....                                                             | 51 |
| 36 pav. Gilzės žiedų-segmentų montavimas. ....                                                           | 51 |
| 37 pav. Automatinis suvirinimo aparatas su patobulinimais.....                                           | 54 |

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 38 pav. Kelimo įranga. ....                               | 54 |
| 39 pav. Kėlimo ąsos. ....                                 | 55 |
| 40 pav. Iškyšų montavimas ir patikra.....                 | 55 |
| 41 pav. Flanšo apkala. ....                               | 55 |
| 42 pav. Būgno principinio surinkimo schema.....           | 57 |
| 43 pav. Būgno žiedų surinkimas. ....                      | 58 |
| 44 pav Būgno apkalos surinkimo ir suvirinimo darbai. .... | 58 |
| 45 pav. Būgno apkalos valcavimo darbai.....               | 58 |
| 46 pav. Apkalos ištraukimas iš lenkimo valcų.....         | 59 |
| 47 pav. Apkalos ir žiedų uždėjimas. ....                  | 60 |
| 48 pav. Būgno vamzdžių statymas.....                      | 61 |
| 49 pav. Apkalos apspaudimas. ....                         | 61 |
| 50 pav. Būgno vertikali siūlė.....                        | 62 |
| 51 pav. Ritės surinkimas į apimtį. ....                   | 63 |

## LENTELIŲ SĄRAŠAS

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 Lentelė. Norvegijos bendrovės „NLI Solutions“ pagaminta produkcija per 2008-2011 metus..... | 31 |
| 2 lentelė. CEV reikalavimai nelegiruotams konstrukciniams plienams .....                      | 33 |
| 3 lentelė. Įmonės veiklos rezultatai 2011-2013 m.....                                         | 36 |
| 4 lentelė. Ritės gamybos technologiniai reikalavimai.....                                     | 37 |
| 5 lentelė. Vidutinės ritės gamybos etapų darbo našumo reikšmės.....                           | 42 |
| 6 lentelė. Flanšo konduktoriaus paruošimo valandos.....                                       | 42 |
| 7 lentelė Flanšo ruošinių paruošimo valandos.....                                             | 44 |
| 8 lentelė. Flanšo ruošinių paruošimas. Tobulinti darbai.....                                  | 47 |
| 9 lentelė. Flanšo ruošinių paruošimas. Palyginimai.....                                       | 47 |
| 10 lentelė. Flanšo surinkimo darbai konduktoriuje.....                                        | 48 |
| 11 lentelė. Flanšo surinkimas konduktoriuje, darbo valandų sumažinimai.....                   | 52 |
| 12 lentelė. Flanšo surinkimo konduktoriuje. Palyginimai.....                                  | 52 |
| 13 lentelė. Flanšo gamybos darbai ištraukus iš konduktoriaus .....                            | 53 |
| 14 lentelė. Ištraukto iš konduktoriaus flanšo gamybos darbai. Darbų tobulinimai .....         | 56 |
| 15 lentelė Ištraukto iš konduktoriaus flanšo gamybos darbų patobulinimo efektas.....          | 56 |
| 17 lentelė. Būgno mazgų gamybos darbai.....                                                   | 57 |
| 18 lentelė. Būgno mazgų gamybos (1-a fazė) darbų patobulinimai.....                           | 59 |
| 19 lentelė. Būgno mazgų gamyba (1-a fazė). Skirtumai.....                                     | 59 |
| 20 lentelė. Būgno gamybos į apimtį (2-a fazė) darbai.....                                     | 60 |
| 21 lentelė. Būgno gamyba į apimtį (2-a fazė). Sumažintos valandos.....                        | 62 |
| 22 lentelė. Būgno gamyba į apimtį (2-a fazė). Valandų skirtumai.....                          | 62 |
| 23 lentelė. Ritės surinkimas į apimtį darbo valandomis.....                                   | 63 |
| 24 lentelė. Ritės surinkimas į apimtį. Darbo valandos sumažinimas .....                       | 64 |
| 25 lentelė. Sutaupytos valandos surenkant ritę į apimtį.....                                  | 64 |
| 26 lentelė. Gamybos proceso etapų nustatytos valandos.....                                    | 66 |
| 27 lentelė. Atskirų ritės mazgų darbo valandų ir našumų palyginimai.....                      | 66 |

## IVADAS

**Tyrimo problematika.** 2008 metais pasaulį apėmusios finansinės ir ekonominės krizės padariniai laivų statybos pramonę krečia iki šiol: sumažėjus prekybos apimtims ir frachtui nukritus 90%, laivų statytojai gauna vis mažiau užsakymų naujų laivų statybai. Spekuliacinis bumas, išauginęs laivų statyklų pajėgumus iki 85 mln. CGT per metus, artimiausiais metais išsilaikys 30-40 mln. CGT ribose [1]. Užsakymų kritimas, deja, nepasiskirstė tolygiai: nauji žaidėjai Pietryčių Azijoje, kuriuos subsidijuoja jų valstybės ir kurie savo plėtros mastais nustelbė Europos laivų statyklas, siūlydami paslaugas už mažas kainas, susirinko 90% naujų užsakymų. Europos laivų statybos įmonėms tenka arba užsidaryti, arba specializuotis nišinėje laivų statyboje (kruiziniai, keleiviniai, kt. specializuoti laivai), diversifikuotis (plėsti veiklų ratą) ir/arba persiorientuoti į naujas rinkas. Viena iš perspektyviausių pasaulinių veiklų yra atsinaujinanti energetika, kurios didžiąsą dalį sudaro atviros jūros vėjo jėgainių parkai, kurių plėtrai ir aptarnavimui skiriamas didžiulis politinis dėmesys, akumuliuojami finansai. Atviros jūros energetika – tai ne tik sistema, susidedanti iš pačių vėjo jėgainių. Tai ir specialios paskirties laivynas, jas statantis, klojantis kabelius, aptarnaujantis, vykdomas techninė priežiūra, remontą ir utilizaciją. Lietuvos stambiausia laivų statybos įmonė integruojasi į naują ofšorinių konstrukcijų rinką, dalyvaudama paskirstytos gamybos procese gaminant ofšorines jūrines metalines konstrukcijas. Konkurencija yra didelė. Tam, kad išlaikyti ir didinti užsakymų apimtį, reikia tapti konkurencinga šio segmento įmone, t. y. optimizuoti gamybos procesus, mažinti gaminamų produktų savikainą, didinti darbo našumą.

Produkcijos savikaina yra glaudžiai susijusi su visa įmonės ūkine bei finansine veikla ir ją apibūdinančiais rodikliais – gamybos programos, darbo išteklių, turto naudojimo, materialinio aprūpinimo, pelno ir pelningumo, finansinės padėties ir kitais ekonominiais rodikliais. Produkcijos savikainos mažinimas yra pagrindinis pelno didinimo šaltinis ir objektyvi įmonės plėtros būtinybė. Sumažinti produkcijos savikainą galima mechanizuojant ir automatizuojant gamybą, tobulinant technologinius procesus, gerinant darbo organizavimą, tobulinant įmonių gamybinę bei organizacinę struktūrą, keliant darbuotojų kvalifikaciją. Jos mažinimą užtikrina taip pat nenutrūkstamas darbo našumo didėjimas, vykstant techninei pažangai ir kylant darbuotojų kultūriniam bei techniniam lygiui, racionalus materialinių, finansinių ir darbo išteklių naudojimas, nuolatinis pažangių ūkininkavimo metodų diegimas [2].

Produkto savikainą sudaro tiesioginės ir netiesioginės išlaidos. Tiesioginėmis gamybos išlaidomis paprastai laikomos pagrindinių žaliavų (medžiagų), komplektuojamųjų gaminių ir tiesioginio darbo užmokesčio išlaidos. Netiesioginėms gamybos išlaidoms priskiriamos netiesiogiai su produkcijos gamyba susijusios išlaidos. Tai pagalbinių žaliavų (medžiagų), netiesioginio darbo

užmokesčio, nusidėvėjimo bei kitos gamybos išlaidos, kurių neįmanoma priskirti tiesioginėms. Pilnąją produkcijos savikainą sudaro gamybinė savikaina ir bendrosios administracinės išlaidos.

Šiame darbe nagrinėjamas ir tobulinamas ofšorinių ričių gamybos procesas tinkamai planuojant gamybos proceso valdymą, aprūpinant darbo vietas tinkamais įrankiais, gerinant darbo vietų išdėstymą, kad darbuotojai jaustųsi patogiai, tačiau negaištų laiko nereikalingoms detalių bei mazgų paieškoms bei jų perkėlimo darbams. Tai veiklos, darančios įtaką tiesioginėms gamybos išlaidoms, darbo našumui.

**Tyrimo objektas** – dukterinė AB „Vakarų Laivų Gamykla“ kompanija UAB „Vakarų konstrukcijos“, šiuo metu diegianti didžiųjų ričių serijinę gamybą.

**Tyrimo tikslas** – išanalizavus statistinę pasaulio laivų statybos ir ofšorinės rinkų informaciją bei prognozes, ekonominės ir techninės literatūros šaltinius, atlikus LEAN sistemos praktinio taikymo analizę, įvertinti UAB „Vakarų konstrukcijos“ dalyvavimo atviros jūros energetikos plėtros projektuose perspektyvas bei įdiegtus gamybos proceso ir darbo organizavimo sprendimus ir pateikti pasiūlymus tolimesniam ričių gamybos proceso tobulinimui. Išanalizuoti dabartini ričių gamybos procesus, identifikuoti klaidas. Duoti rekomendacijas ir sprendimo būdus, kaip jų išvengti ir sutrumpinti darbo proceso trukmę.

#### **Tyrimo uždaviniai:**

- išanalizuoti statistinę pasaulio laivų statybos ir ofšorinės rinkų informaciją bei prognozes, įvertinti UAB „Vakarų konstrukcijos“ dalyvavimo atviros jūros energetikos plėtros projektuose perspektyvas.
- išanalizavus ekonominės ir techninės literatūros šaltinius, įvertinti UAB „Vakarų konstrukcijos“ svarbiausias gaminamų ričių savikainos dedamąsias ir įdiegtus gamybos proceso sprendimus.
- atlikus LEAN sistemos praktinio taikymo analizę, įvertinti UAB „Vakarų konstrukcijos“ įdiegtus gamybos proceso organizavimo sprendimus.
- pateikti pasiūlymus tolimesniam ričių gamybos proceso tobulinimui.

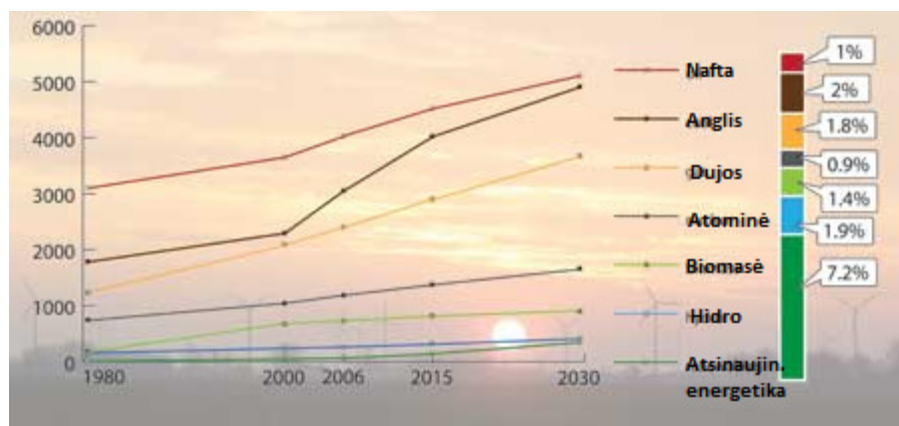
#### **Tyrimo metodai:**

- pasaulinės statistikos ir rinkos prognozių, Lietuvos ir užsienio autorių literatūros loginė bei palyginamoji analizė ir sintezė;
- techninis dabartinio ritės gamybos proceso normavimas;
- duomenų susisteminamas, naudojant Microsoft Excel skaičiuoklę, duomenų grupavimas, palyginamoji analizė.

## I. LAIVŲ STATYBOS IR OFŠORO RINKŲ APŽVALGA

Vos tik žmonija įžengė į pramoninę erą, viskas pradėjo kardinaliai keistis. Ėmė sparčiai vystytis technologijos, sparčiai pildėsi naujų išradimų sąrašas. Naujų technologijų vystymasis itin siejasi su augančiu pasaulio energijos vartojimu. Naudingų iškasenų stoka, augančios žaliavų kainos ir klimato kaita verčia ieškoti naujų alternatyvų ir sprendimų, kurie leistų palengvinti augančios pasaulio populiacijos gyvenimą bei užtikrintų darnią plėtrą.

Tarptautinė energijos agentūra, įsikūrusi Paryžiuje, sumodeliavo ateities energijos vartojimą. Savo 2008 m. Pasaulio energetikos įžvalgoje jie paskaičiavo, kiek energijos bus gauta iš įvairių šaltinių 2015-2030 m. 1 paveiksle procentinis stulpelis dešinėje rodo, kaip kiekvieno šaltinio indėlis didėja kasmet nuo 2006 m. iki 2030 m. Anglis tampa vis svarbesnė, o išlaikantys ekologinę pusiausvyrą šaltiniai auga greičiausiai, nors jų dar laukia ilgas kelias. Duomenų šaltinis: Tarptautinės energijos agentūros 2008 m. pasaulio energijos įžvalga.



1 pav. Pasaulio energetinių resursų poreikis iki 2030 m.

[<http://www.scienceinschool.org/print/1348>]

Pasauliui reikės vis daugiau energijos. Planuojama, kad vien naftos poreikis iki 2030 m. išaugs 47%, todėl naftos bendrovės jau tiria gavybos galimybes giliavandeniuose šaltiniuose, ekstremaliose Arkties sąlygose, t.y. sudėtingiausiose aplinkose. Pasak Tarptautinės energijos agentūros (IEA), dėl planuojamų investicijų iškastinio kuro dalis sudarys 81% energijos. Apibendrinant, iki 2030 m. bendras energijos poreikis (o kartu ir iškastinio kuro poreikis) turėtų išaugti beveik 50%. IEA baiminasi, kad kiekvienais metais esamuose naftos telkiniuose gaunama vis mažiau naftos, o aptinkami nauji telkiniai yra per maži, kad sustabdytų gavybos lėtėjimą. Mums prireiks ekologinę pusiausvyrą išlaikančių energijos šaltinių, kad galėtume išvengti problemų dėl mažėjančių rezervų. Didelį susirūpinimą kelia ir tai, kaip iškastinis kuras sukelia klimato pokyčius, pasireiškiančius šiltnamio efektu. Tai dar kartą patvirtina, jog reikia ieškoti ekologinę pusiausvyrą išlaikančių energijos šaltinių.[3]

Laimei, jau vykdomi darbai, ateityje pakeisiantys energijos tiekimą mūsų pasauliui. Prie iškastinio kuro lėtai prisideda atsinaujinanti energija, gaunama iš saulės šviesos, vėjo, vandens ir netgi žemės branduolio skleidžiamos šilumos. Pasaulio dėmesys krypta į jūras ir vandenynus, kaip į neišnaudoto potencialo šaltinį, galintį ne tik generuoti energiją, bet ir aprūpinti proteinais, mineralais, žaliavomis vaistams, vystyti rekreaciją ir turizmą. Sparčiai populiarėja atviros jūros vėjo energetika: Europos vėjo energetikos asociacijos (EWEA) ataskaitos duomenimis, 2012 metais buvo pastatytos 293-os naujos vėjo jėgainės, taip pat įrengtos 9 vėjo jėgainių fermos. Tai sudaro 30% daugiau negu 2011 metais. Statomų vėjo jėgainių skaičius kasmet progresyviai didėja. 2014 metais vėjo jėgainių paklausa turėtų augti 50% lyginant su 2012 metais, tokia pat tendencija prognozuojama porai metų į priekį [4].

Tai leidžia manyti, kad, atsižvelgus į žmonijos energetikos poreikius, alternatyvieji šaltiniai artimiausioje ateityje sparčiai tobulinsis ir jų statybos apimtys didės. O tuo tarpu klasikinių energijos šaltinių palaipsniui mažės, tačiau veiklos vystymasis šiose srityse taip pat nesustos. Didžioji energijos gamybos dalis persikels į jūras ir vandenynus, kuo toliau ir kuo giliau.

### **1.1 Nauji iššūkiai ir galimybės Lietuvos laivų statybos pramonei**

Šiuolaikiniame pasaulyje yra svarbu išsilaikyti atsilaikyti konkurencinėje kovoje. Kaip ir buvo minėta, laivų statybos kompanijas krečia didžiulė krizė, joms sunku išlikti sudėtingomis ekonominėmis sąlygomis, kai Azijos gamintojai sėkmingai varžosi kalbos konkurencingumo srityje. Tokiu būdu, ypatingai aktualia užduotimi tampa gamybos ir valdymo kaštų mažinimas, įvairių nuostolių eliminavimas, gamybinių procesų optimizavimas, lankstus prisitaikymas prie paklausos pokyčių. Laivų statybos įmonės turi siūlyti klientams ne tik kokybišką produkciją priimtinomis kainomis, bet ir sugebėti per kuo trumpesnę laiką patenkinti įvairius klientų pageidavimus. Mūsų Baltijos jūros regione viena iš stambiausių gamyklų yra AB „Vakarų Laivų Gamykla“ (VLG), priklausianti Estijos koncernui „BLRT GRUPP“. Šiuo metu Vakarų laivų gamyklos įmonių grupę vienija 23 įvairios specializacijos dukterinės įmonės su daugiau kaip 1900 aukštos kvalifikacijos darbuotojų. Pagrindinė įmonių grupės veikla – laivų statyba, laivų remontas ir modernizacija, uosto krovos darbai bei sandėliavimo paslaugos, metalo konstrukcijų gamyba, metalo apdirbimas ir cinkavimas, techninis tiekimas, transporto bei kitos paslaugos. Įmonė išlaikė savo veiklos profilį ir tapo konkurencinga Europos šalių rinkose, įrodė galinti teikti įvairias paslaugas pagal užsakovų keliamus reikalavimus. Sėkmingai ir toliau vykdo savo veiklą, bando plėsti savo akiratį, integruotis į naujas rinkas. [5]

Paskutinių laikų jai puikiai sekasi integruotis į ofšorinių ir jūrinių konstrukcijų bei atsinaujinančios energetikos rinką. Tai yra pradeda statyti naujus gaminius:

- specialius giluminius inkarus (platformoms);

- sudėtingas konstrukcijas, tarp jų kranus, cisternas, platformas, prielaukos įrangą ir pan.;
- atviros jūros vėjo jėgainių kabelių klojimo laivų ritės.

Už ofšorinių ir jūrinių konstrukcijų gamybą yra atsakinga dukterinė „VLG“ kompanija – UAB „Vakarų Konstrukcijos“, jau 10 metų sėkmingai vykdanči savo veiklą. Svarbiausias UAB „Vakarų Konstrukcijos“ tikslas artimiausiam laikotarpiui - įsitvirtinti kabelių ričių gamybos rinkoje ir tapti gamybos lyderiais Rytų ir Vakarų Europoje. Šioje rinkoje UAB „Vakarų Konstrukcijos“ užsirekomendavo kaip patikimi labai kokybiškos produkcijos tiekėjai, todėl be galo svarbu išlaikyti gerą vardą ir konkurencingumą.[6]

Laivo statybos versle, kaip ir ofšorinių konstrukcijų versle, labai dažnai sutinkamas požiūris, kad reikalingos tik techninio - technologinio pobūdžio inovacijos. Remdamiesi tradiciniu požiūriu, įmonių vadovai dažnai koncentruoja dėmesį į atskirų įrengimų atnaujinimą ar atskirų darbo vietų gerinimą ir pan. Tačiau ne visais atžvilgiais tai yra teisinga. Derėtų žvilgtelti detaliau ir analizuoti tuos procesus, kurie lemia vienokius ar kitokius rezultatyvius pasiekimus. Optimizuoti procesai veda prie optimalaus rezultato. Darbas įmonėje turi vykti nustatyta tvarka, sukūrus veiksmingą vidinę informacijos sistemą, kai visi procesai yra valdomi, tarpusavyje susiję, nuolat tikrinami, prižiūrimi ir tobulinami. Valdomoje aplinkoje optimaliai valdoma rizika, o vartotojui pateikiami kokybiški produktai ir paslaugos.

Besikeičiančioje verslo aplinkoje yra svarbu, kaip įmonė valdys savo procesus naujoje sferoje. Integruojantis į bet kurią naują sferą, yra būtina tikslingai pertvarkyti visą sistemą, pradedant nuo informacijos bei medžiagų srauto reguliavimo ir baigiant atskirų procesų tarpusavio suderinimu bei jų optimizavimu.

AB „Vakarų Laivų Gamykla“ buvo žengtas teisingas žingsnis taikyti LEAN sistemos principus. Tai yra atidirbta sistema, kuri verčia nuolatos tobulėti, naudoti mažesnius išteklius, tuo pačiu kuriant didesnę vertę klientui ir taip didinti savo konkurencinį pranašumą. Siekiant sukurti efektyvius procesus, pirmiausia reikia juos vizualiai valdyti – kad kiekvienas darbuotojas bet kuriuo metu galėtų vertinti ar procesas juda teisinga linkme ir be trikdžių.

Yra svarbu ieškoti naujų rinkų, kurios nėra taip gerai išvystytos. Nuolatinis tobulinimas ir naujų sprendimų paieška veda prie gerų rezultatų, padedančių išlaikyti konkurencingumą šakoje. AB „Vakarų Laivų Gamykla“ dukterinei kompanijai pasitaikė proga realizuoti save ofšorinių ričių gamyboje. Gera pradžia jau padaryta. Bėlieka ir toliau saugoti savo pranašumą. [7]

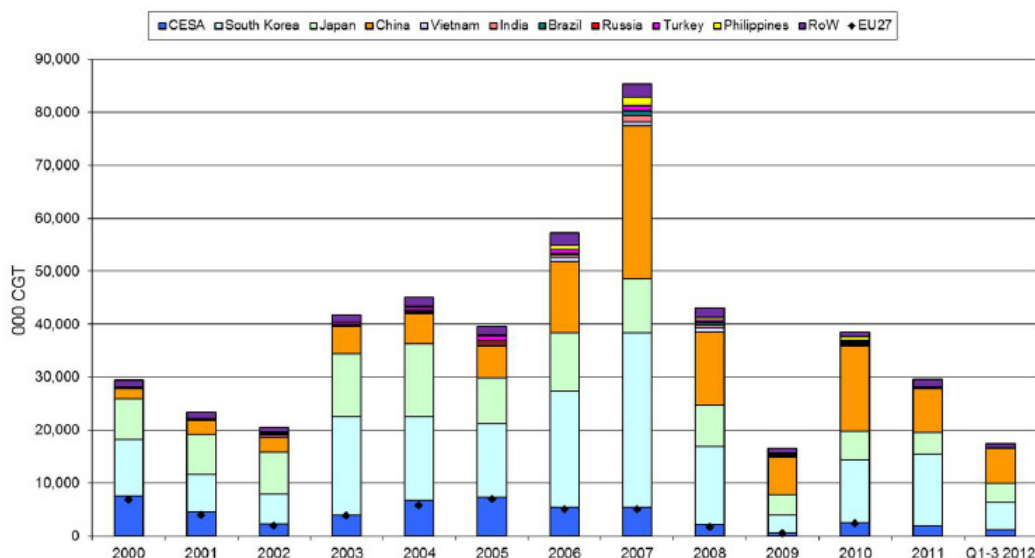
## **1. Pasaulinės laivų statybos rinkos apžvalga**

Šiuo metu pasaulio laivų statybos rinka dar nėra atsigavusi nuo visuotinės krizės pasekmių. Šios krizės padariniai susiję su pertekliumi: pasaulyje pagamintų laivų tonažo kiekis viršija pasaulinės prekybos poreikį; laivų statybos gamybinių pajėgumų yra ryškiai per daug, todėl

maždaug pusė jų turi būti arba likviduoti, arba keisti veiklos pobūdį. Viską lėmė be saiko ir be jokios priežasties vykdomas naujų laivų užsakymų augimas. Prieš prasidedant 2008-2009 metų ekonominei krizei, pasaulio laivų statyklose buvo stebimi rekordiniai naujų laivų užsakymų portfeliai. Netgi krizės metu intensyviai buvo statomi prieš tai gautų užsakymų laivai ir buvo didinamas pasaulio jūrų prekybos laivynas. Dirbtinai sukurta paklausa laivų statybos rinkoje turi savo pasekmes, jau dabar jaučiamas nesiliaujantis laivų statybos rinkos smukimas.[8]

Remiantis CESA „Laivų statybos rinkos tendencijos“ duomenimis, kuriuose aprašomas 2010-2011 metais kylantis pasaulinio jūrų laivyno ir jūrinių pervežimų pasiūlos ir paklausos disbalansas tiek frachto rinkoje, tiek tonažo pertekliuje. Pasaulio jūrų laivyno tonažas per paskutinius 5 metus (iki 2012 metų) priaugo nuo 1085 iki 1463 mln. tonų, kas sudaro 35%. Tuo tarpu, krovinių pervežimų augimas siekė tik 10-12%. Šis disbalansas yra pagrindinis dabartinės krizės iniciatorius.

Laivo statybos užsakymo portfelius parodytas grafike 2 pav. Jis yra ištrauktas iš „Leadership 2020“ ataskaitos remiantis „IHS Fairplay 2013“ duomenimis. Grafike nurodyti 2000-2012 metų laikotarpiui statistiniai duomenys. Grafikas leidžia stebėti naujų užsakymų apimtį. Didžiausias užsakymų pikas stebimas 2007 metais. Šis paveikslas puikiai atvaizduoja buvusią ir esamą situaciją ir dar kartą pagrindžia laivų statybos užsakymų ir gamybinių pajėgumų disbalanso prigimtį.[8]



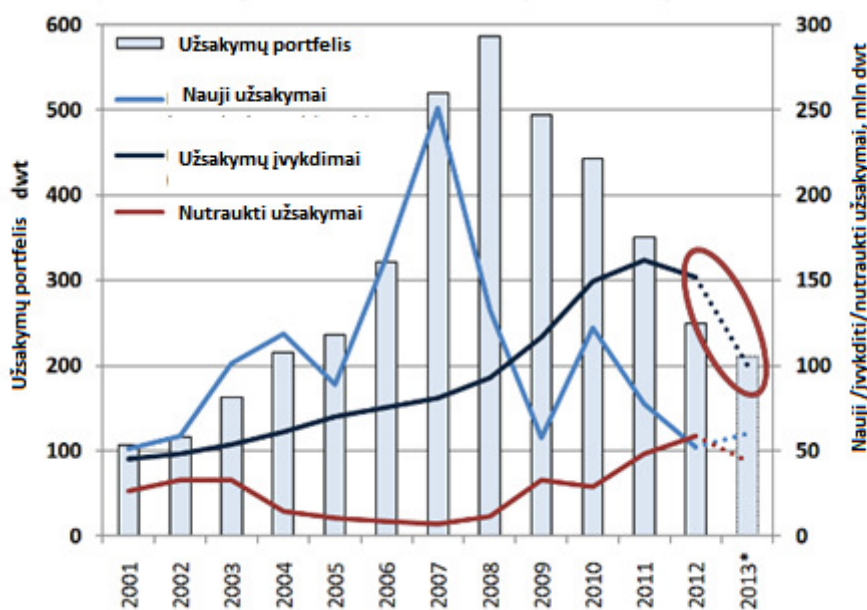
2 pav. Pasaulio laivo statybos užsakymo portfelius .

[[http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/maritime/files/fn97616\\_ecorys\\_final\\_report\\_on\\_shipbuilding\\_competitiveness\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/maritime/files/fn97616_ecorys_final_report_on_shipbuilding_competitiveness_en.pdf)]

„Prognozuojami sunkūs laikai laivo statybos industrijai“, - taip rašoma viename iš vokiškų straipsnių ISL (Institute of Shipping Economics and Logistics). Po atliktos 2010-2012 metų analizės, nustatyta, kad metinis vidutinis pastatytų laivų tonažas siekia 150 mln. DWT, ko negalime matyti dabar: 2013 metais nukrito iki 100 mln. DWT, o 2014 metais prognozuojamas dar didesnis nuosmukis. [9]

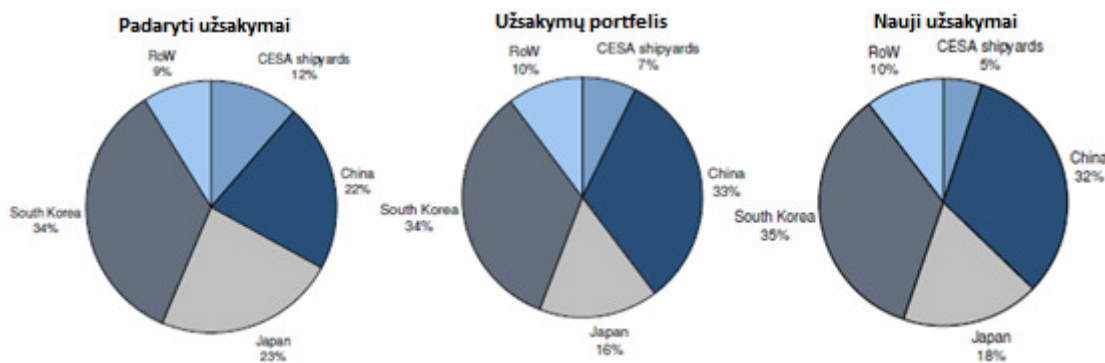
ISL pateiktas išsamus grafikas (pav.3), kuriame puikiai matosi bendra laivų statybos rinkos užsakymų situacija per paskutinį dešimtmetį. Laivų statybos industrijos aktyvumas 2013 metais krito apytikriai trečdaliu. Aktyvumas laikosi nuo likusių pasirašytų užsakymų bangos iš praeitų ir už praeitų metų. Dėl tokių veiksmų kenčia laivų statyklos. Netekdamos naujų užsakymų, jos paprasčiausiai užsidaro.[9]

Dalis problemos yra tame, jog šiuo metu yra žemos naujų statomų laivų kainos ir sunkiai prognozuojamas bendros rinkos atsistatymas. Nepaisant to, užsakymų aktyvumai („Clarkson Research Services Limited (CRSL)“) ataskaitos duomenimis 2012 metais siekė 58 mln. DWT. Nors ir per pirmąjį pusmetį 2013 metų nauji užsakymai buvo įgavę pagreitį, palyginus su ankstesniais, pagrindinė tendencija artimiausioje ateityje yra gana aiški. Kalbant apie potencialią tonažo produkciją, joje atsiras praraja, kuri tęsis 2013, 2014, o galbūt ir 2015 metų bėgyje. Taip pat didelį nerimą kelia padidėjęs užsakymų nutraukimas, kuris atima nemažą kąsnį nuo bendro užsakymų portfelio. Žiūrint plačiau, iki 2014 metų pabaigos viskas gali klostytis daug parankiau. Tai priklauso nuo statomo laivo tipo ir segmento. Tačiau netgi, jeigu pasaulis vystysis taip ir toliau ir bus matomas atsigavimas, tai negarantuos greito laivų gamybos pakilimo iki 150 mln. DWT per metus. [9]



3 pav. Laivostatybos rinka pagal ISL. [9]

Kas liečia Europą, šiuo metu ji yra dar sudėtingesnėje situacijoje nei kiti kontinentai. Maža to, jog pasaulį krečia laivo statybos rinkos nuosmukis, dar kelių yra pastoję galingi konkurentai, nauji žaidėjai. Lyderio vaidmenį jau senai perėmė Azija su savo užtikrintu dominavimu. Pagrindiniai jos varikliai yra Kinija, Pietų Korėja ir Japonija. Pavyzdžiui, paimsime „Shipbuilding Market Monitoring 2009“ ataskaitą. Vieni iš juos grafikų Pav. nurodo palyginimą, kaip pasiskirsto bendroji pasaulinės laivų statybos industrija. [8]



4 pav. Shipbuilding Market Monitoring 2009“ statistika. [8]

Diagramos parodo, kokią menką dalį sudaro CESA (kitaip, Europos Laivų statybos kompanijos). Padarytų laivų sudaro vos tik 12%; turimų užsakymų portfelis – 7%; nauji užsakymai - 5%. Palyginus su Azija – tai dešimtis kartų mažiau.[8]

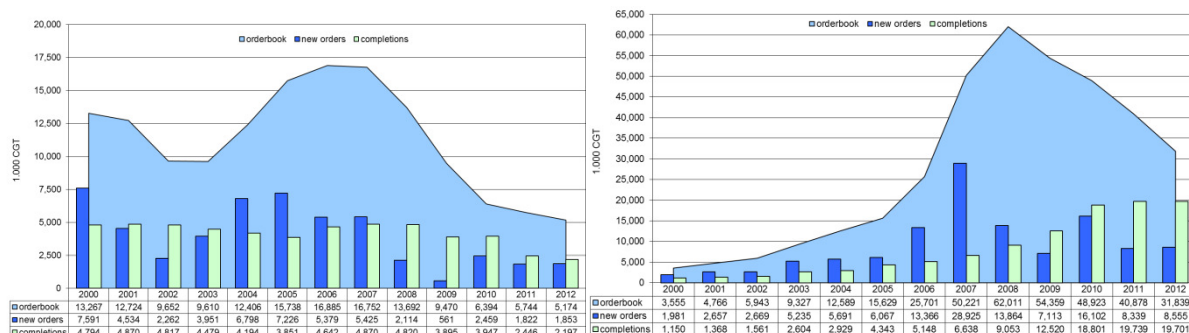
Garsi „Barry Rogliano Salles“ – Laivų brokerių kompanija, kuri savo veiklą vykdo nuo 1856 metų, kasmet ji pateikia metines apžvalgas apie Laivybos ir Laivo statybos rinkas. Viena iš paskutinių jos ataskaitų yra 2013 metų. Joje rašoma aprašoma apie pasaulines tendencijas ir susidariusias situacijas dabartinėje rinkoje. Buvo išsakytos 2013 metų krizės priežastys:

- Visų pirma tai – pagaminto laivų tonažo perteklius.
- Nors ir mažesnes apimties, tačiau toliau didėjantis laivų skaičius daro didelį skirtumą tarp bendro laivų krovinių gabenimo ir bendro laivų skaičiaus. 2012 metų pabaigoje laivų padaugėjo 8%, o skaičiuojant nuo 2008 metų – net 40%.
- Maža laivų paklausa skatina didelę konkurenciją tarp laivų statyklų. Dėl 2012 m. jos kurso kritimo ir vėliau jo staigaus atsigavimo Japonija įgavo dideli pranašumą ir pradėjo kelti grėsmę savo konkurentams.
- laivų savininkų sunkumai užsitikrinant finansavimą naujų laivų statybai.
- Laivų statyklų ir laivų savininko maržos pelno sumažėjimas. Nežiūrint į tai, jog pardavimo kaina sumažėjo, ji išlieka tame pačiame lygyje su nustatyta rinkos kaina. Kyla vis didesnė įtampa iš abiejų pusių, nes kainos pasiekė dar nebūtą žemą lygį. Ir tai gali padaryti neigiamą atoveiksmį 2014 metais ir vėliau.

Šiandien Europa nėra pačioje geriausioje vietoje. Čia jau nebestatomi dideli tanklaiviai, konteineriniai ir sausrūviai laivai. Kam statyti Europoje, jei daug pigiau tokius laivus galima statyti Azijos šalyse? Kainai įtaką daro pigesnė darbo jėga ir pigesnis metalas Rytuose. [10]

Naujausios ataskaitos „Laivų Statybos Rinkos Monitoringo“ („Shipbuilding Market Monitoring“) statistiniai duomenys teigia, jog paskutiniu metu naujų laivų pasiūla „Europos Laivų Statyklų Asociacijoje“ (angl. CESA) smarkiai krenta. Skaičiuojant nuo 2008 metų iki dabar, ji nukrito daugiau nei iki pusės ir dabar siekia vos 4,6%. Tuo tarpu Kinija vis tvirčiau įsitvirtina savo

lyderiaujančioje pozicijoje ir dabar siekia 41,1% viso pasaulio pastatytų laivų 2012 metais. Tuo tarpu statomų laivų lygis kiekvienais metais vis žemesnis. Diagramose 5 pav. yra statistiniai duomenys, kurie nurodo pastatytų laivų, naujų užsakymų ir užsakymų portfelio CGT tonažą. Didžiausias šių diagramų skirtumas – tai skaičiai. Kinija pagamina laivų kelis kartus daugiau nei visa Europa kartu sudėjus. Europoje jaučiamas visų trijų rodyklių progresyvus nuosmukis. Kinijoje tokio nuosmukio nesijaučia tik smarkiai krenta užsakymų portfelis – tai siejasi su krize ir pasaulinės laivybos pertekliumi. Tai yra grėsmingi rezultatai, parodantys prastą susiklosčiusią dabartinę situaciją. Galimas jos neigiamas progresavimus ir ateityje. [10]



5 pav. Europos ir Kinijos naujų, pastatytų laivų bei viso užsakymų portfelio statistiniai duomenys. [10]

„LeaderShip 2020“ teigia, jog didelį randą paliko Europos 2008-jų metų ekonominė krizė visai pasaulinei rinkai. Prekybos apimtys sumažėjo, frachto rinkliava nukrito daugiau nei 90 %. Ženkliai krito ir naujų užsakymų skaičius. Šeštus metus iš eilės krizė ir toliau smukdo Europos jūros technologijos pramonę. Agresyvi plėtra Azijoje atvėrė sunkesnių problemų. Šiandien situacija Europoje yra kur kas blogesnė nei prieš kelerius metus, todėl yra peržiūramos strategijos ir kurami nauji sprendimai. [1]

Dabartinė krizė itin skaudžiai palietė Europos laivų statybos pramonę dėl šių priežasčių: šio sektoriaus finansinių lėšų poreikiai yra didesni nei kitų sektorių, jis labai jautriai reaguoja į pasaulio prekybos pokyčius; kalbant apie statomų laivų paklausą, tai ji šiuo metu smarkiai mažėja didele dalimi dėl to, kad komercinių laivų skaičius pasaulyje rekordiškai išaugo, o jų pertekliniai pajėgumai aiškiai viršija vežimo jūra poreikio augimą; vyksta konkurencija, visų pirma su tomis valstybėmis, kurios vykdo intervencinę politiką laivų statybos pramonės atžvilgiu ir laiko šį sektorių strategiškai svarbiu; krizė prasidėjo tuo metu, kai visame pasaulyje akivaizdžiai buvo susidaręs perteklinis fizinis kapitalas, kuris gerokai viršijo poreikius; krizė prasidėjo kaip tik tada, kai daug Europos laivų statyklų buvo pradėjusios atsigauti po sudėtingo ir dažnai skausmingo restruktūrizavimo, modernizavimo ir technikos vystymo proceso (tokios padėties pavyzdys – Lenkijos laivų statyklos); dėl šio sektoriaus ypatumų (didžiulės investicijos, ilgi gamybos ciklai, prototipų bei prekių gamyba, kuri niekada nebūna masinė, ir kt.) laivų statyba daugeliu atžvilgių yra

neišvengiamai ir iš esmės nelanksti pramonės šaka. Gilios krizės sąlygomis imamasi kraštutinių priemonių, pavyzdžiui, uždaromos laivų statyklos [11].

Sudėjus visus šios aspektus į vieną, atsiranda didelis pavojus laivo statybos pramonei išgyvenimui. Tai gresia daugeliui pasaulio laivų statyklų, o ypač Europos. Likusios technologiškai sudėtingų laivų statybos nišos išlaikymas, nors ir sudarantis mažą pasaulines rinkos dalį, kol kas Europą išlaiko 4 pozicijoje pagal apyvartą, kas įrodo europiečių inovatyvumą, kurio dar nepasiekė konkurentai. Būtina išlaikyti šį segmentą, kadangi laivų statybos pramonė yra strateginė pramonė, kurios netekus, gali suirti visa jūrų pramonės sistema: be praktinės patirties statant laivus, sumažės inovacinės ir projektinės galimybės, dings grįžtamasis ryšys grandinėje projektuotojas – statytojas – eksploatuotojas – prižiūrėtojas/remontuotojas.

Išlaikyti laivų statyklas ir jų darbuotojus be darbo yra be galo nuostolinga. Tokiu būdu reikia kažką kardinaliai keisti, ieškoti naujų rinkų. Šiuo metu sparčiai populiarėja ofšorinė rinka, įgaunanti dideles apsumkas ir teikianti daug vilčių pasaulio ekonomikos augimui. Persiorientavimas į naujas rinkas galėtų išlaikyti statyklas ir jų darbuotojus, o kartu ir vystyti ekonomiką.

### **1.3 Lietuvos laivų statybos pramonės apžvalga**

Lietuvos laivų statybos pramonė yra stipriausia Baltijos šalių regione. Ryškiausias lyderis yra AB „Vakarų laivų gamykla“ ir UAB „Vakarų Baltijos laivų statykla“. Abi šios gamyklos priklauso Estijos koncernui „BLRT Grupp“. Vien tik sudėjus abiejų įmonių bendrus plotus, gaunasi įspūdingi skaičiai – apie 700 000 kv. m. Egzistuoja ir kitos mažųjų ir vidutinių laivų remonto įmonės: tai būtų AB „Laivytė“, UAB „Klaipėdos laivų remontas“, UAB „Grant service“, UAB „Litana“, UAB „Gridins grupp“.

Situacija Lietuvos laivybos rinkoje išlieka sudėtinga. Sumažėjęs krovinių srautas, perpildyta ir paklausos neatitinkanti laivų rinka, didelė ir įtempta konkurencija, nuolatinis užsakymų kainų kritimas bei aukštos kvalifikacijos darbuotojų trūkumas tiesiogiai daro įtaką laivų statybos pramonei. Verslo aplinka nėra palanki. Turkijos ir Rumunijos laivų statyklos siūlo kainas, kurios yra 20–30 proc. mažesnės. Apie tai Estijos žiniasklaidoje prabilo Taline esančios "BLRT grupės" vienas savininkų Fiodoras Bermanas. Jo teigimu, visi "BLRT grupės" projektai yra nuostolingi. Šiais metais šios grupės netektys sudarys per 28,8 mln. eurų. F.Bermano nuomone, laivybos, o taip pat laivų statybos ir remonto rinkose, padėtis primena tą, kuri buvo 2008 metais, prasidedant pasaulinei recesijai. "BLRT grupė" buvo viena tų, kuri dar laikėsi ir per krizę, bet dabar ji, kaip ir kitos išlikusios Europos laivų statyklos, pamažu praranda rinkos pozicijas. Ekspertų vertinimu, deja, laivybos verslas atsigaus tik 2015-2016 metais.[12] [10]

"BLRT grupė" nedalyvauja masinių laivų statyboje, ji ieško mažiau krizės pažeistų nišų. Pradėjo "iki rakto" statyti naujos kartos žvejybinius laivus, žemsiurbes. Užsakymų gaunama, bet

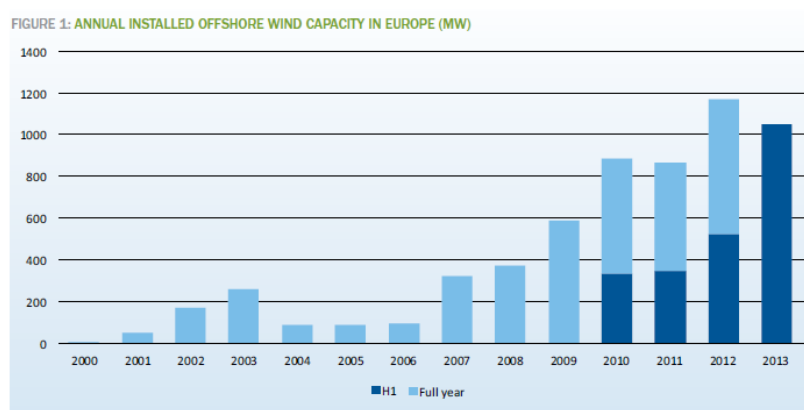
mažėja laivų statybos kainos. Dabar jos jau pasiekė 2003 metų lygį, nors šio laikotarpio išlaidos nepalyginti didesnės: juk per tuos metus kilo energetikos, darbo jėgos, metalo ir įrenginių kainos. Laivų remonto versle rinka traukiasi. Šiuo metu 15-20 metų senumo laivai jau neremontuojami, parduodami į metalo laužą. [11]

Dar viena niša – ofšoro konstrukcijų gamyba, kurios produkcijos poreikis pasaulyje vis didėja. Bendrovė UAB "Vakarų konstrukcijos" jau gamina konstrukcijas naftos gavybos ir kitoms lengvatinio apmokestinimo veikloms. Šiuo metu gaminamos hidraulinės ritės naftos gavybos laivams, jos bus plukdomos į Braziliją.

### 1.3 Ofšorinės laivų statybos rinkos plėtra – naujos galimybės Lietuvos laivų statytojams

Nuo 2000 metų, kaip tik tada, kai Europa užsakymų apimtimis pradėjo ženkliai atsilikti nuo savo konkurentų, joje pradėjo vis sparčiau vystosi ofšorinių konstrukcijų statyba. Kasmet jų paklausa kyla. Didžiulę įtaką tokiam reiškiniui daro sparčiai augantis atsinaujinančių energijos šaltinių sektorius, kuriam sudarytas palankus politinis kontekstas, į kurį žiūrima kaip ekonomikos atsigavimo garantą.

Šiandien Europos pramonėje yra įgyvendinama daug naujovių, atsiranda naujos intensyviai besivystančios perspektyvios rinkos tokios, kaip vėjo energetika, vandenynų energetika (potvynių ir bangų); laivyba Arkties regione; naujų energijos šaltinių tyrinėjimai jūroje ir giliavandenė kasyba bei gavyba. Tai yra specializuotos rinkos, kurias būtina plėtoti, nes šios veiklos gali sutvirtinti Europos ekonominį potencialą. Tai yra įgyvendinama vykdant veiksmingus tyrimus, patobulinimus ir kuriant inovacijas, kas yra pateikta kaip vienas iš Europos laivų statybos pramonės strateginės plėtros principų. Šiuo principu reiktų vadovautis ir mūsų šalyje.[13]



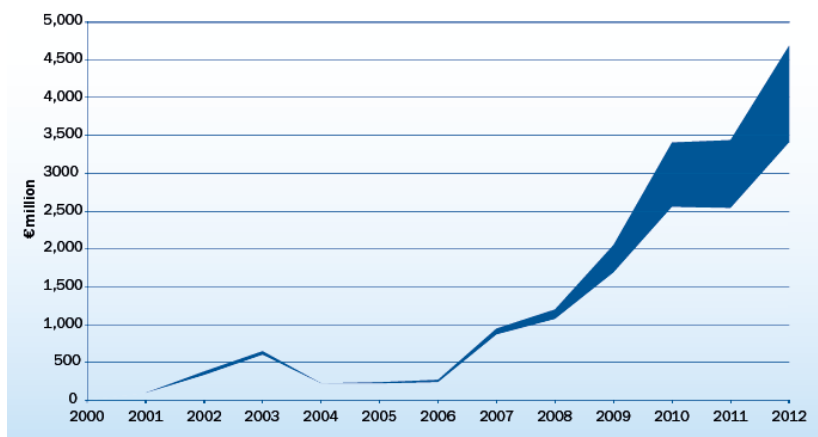
6 pav. Europos vėjo energetikos galios augimas (MW): žydras stulpelis – metinis pajėgumų augimas, mėlyna – pusmečio.

Atsiradus naujoms galimybėms atsinaujančios energetikos srityje (vėjo, vandens potvynių ir bangų energijos), atsiras integracija su aktyvesnėmis pramonės šakomis. Pagrindinis tikslas yra

sukoncentruoti nemažai trumpalaikių ir vidutinės trukmės rinkos augimo stimulų, sukurti gerai apmokamas darbo vietas ir spręsti socialines problemas, su kuriom Europa dabar susiduria.

Išgyvenimui reikalingos naujos idėjos ir nauji iššūkiai, kaip teigia „Leadership 2020“. Ofšorinių konstrukcijų gamyba tiek vėjo energetikai, tiek giliavandenių naftos ir dujų telkinių įsisavinimui yra puiki galimybė išgyventi sunkų laivų statykloms ir laivybai laikotarpį, neprarasti kvalifikuotos darbo jėgos ir inovacinių gebėjimų bei mokslo tyrimų infrastruktūros. [1]

Sparčiai augančios vėjo energetikos industrijos aptarnavimo poreikiai yra didžiuliai. Europos vėjo energetikos galios augimui (7 pav.) kelio negalėjo pastoti net krizės periodas. Per 2012 metų laikotarpį pradėta 293 naujos ofšorinių vėjo jėgainių statyba, kurios bus sukomplektuotos 9 jėgainių fermose. Visos investicijos dydis apytikriai siekia 3,4 – 4,6 milijardo eurų. Bendras galingumas 1,166 MW, kas yra 33% daugiau nei 2011 metais. Pastatyta 369 vėjo jėgainės, iš kurių 76 jėgainės dar laukia pajungimo prie bendro tinklo. Vyksta darbai su penkiais projektais, duota pradžia dar 9 projektams.[14]



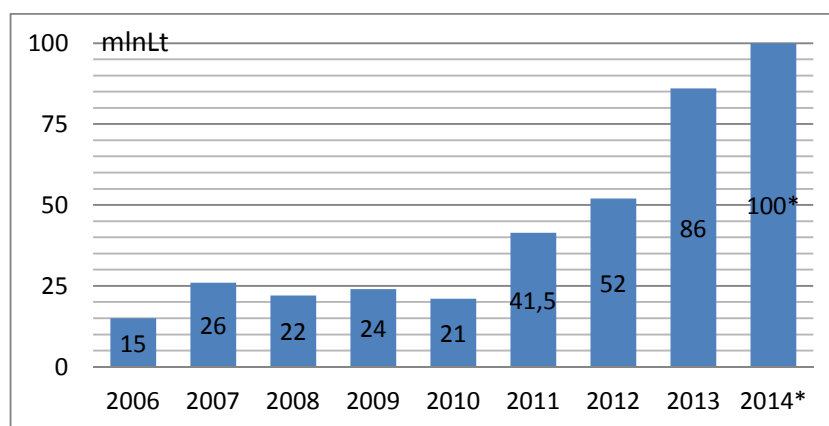
7 pav. Investicijos į atviros jūros vėjo jėgainių fermas

Visoje Europoje iki 2012 metų yra pastatyta ir instaliuota 1662 vėjo jėgainių, kurių bendra galia siekia 4,995 MW. Per 2013 m. planuota padidinti galingumą 1,174 MW, o 2014 m. – dar 1,400 MW. Tai yra milžiniški skaičiai, demonstruojantys, kad ir galimybės, ir paklausa yra tikrai dideli. Pagamintos vėjo elektros energijos statistika, skaičiuojant nuo 2000 metų, parodyta 2 pav. Investicijas į vėjo energetiką pateiktos 3 pav. [15].

Remdamiesi EWEA statistika (3 pav.), produkcijos apimtimis ir ateities planais, laivų statykloms galime tvirtinti, kad įsitvirtinimas ofšorinės industrijos plėtros perspektyvoje yra puiki galimybė veiklos diversifikuoti nevengiančioms įmonėms.

UAB „Vakarų konstrukcijos“ yra jauna sparčiai besivystanti įmonė, kuri dideliais žingsniais bando įsitvirtinti metalo konstrukcijų rinkoje. Jai tai puikiai sekasi: įmonės apyvarta išaugo dvigubai (pav. 8). Iškeltas 2013 metams tikslas – pasikelti pelningumą iki 40% – yra sėkmingai

įvykdytas, netgi viršijantis visus planus. UAB „Vakarų konstrukcijos“ ir toliau sėkmingai žengia su naujais tikslais ir iššūkiais ir jau dabartiniais 2014 metais žadas kirsti 100 mln. Lt ribą.



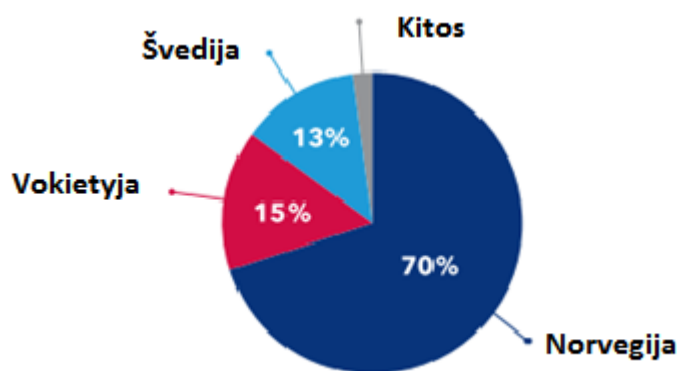
8 pav. 2007- 2013 metų UAB „Vakarų Konstrukcijų“ apyvarta (mln. Lt).

#### UAB „Vakarų Konstrukcijų“ šaltinys.

Įmonė susilaukė didelio dėmesio iš naujų metalinių konstrukcijų vartotojų tarpo. Pagrindiniai vartotojai, su kuriais dirba įmonė, yra užsienio kompanijos, kurios vykdo stambiausius projektus. UAB „Vakarų konstrukcijos“ juos vilioja žema kaina ir greita gaminio pagaminimo trukme.

- Esami įmonės pagamintų produktų vartotojai:
- Galutiniai produkto/projekto pirkėjai: NOV, Statoil, RWE, Technip.
- Projektų vykdytojai/koord./tiekėjai: NLI, Aker Solutions, AF Gruppen, Heerema. IHC.
- Atskirų komponentų gamintojai: MTL Group, Momek Group, Mt Hojgaard.

Didžioji dalis šių užsakovų kaip tik ir yra stambiagabaritinių ričių užsakovai, teikiantys didžiausius užsakymus. Analizuojant pateiktas statistines reikšmes, Norvegija užima didžiausią rinkos dalį (9 pav.). Tai yra normalu pagal pasaulines ofšorinių rinkų tendencijas. Vedančios šalys ofšoriniame versle kaip tik ir yra šios šalys. [6]



9 pav. UAB „Vakarų konstrukcijos“ pagamintos produkcijos vartotojai pagal šalis (%). [6]

Šitaip įsitvirtinti rinkoje UAB „Vakarų konstrukcijos“ įmonei padėjo Europos Sąjungos lėšos. ES programa Lietuvos ekonomikos skatinimas. 2011 m. gegužės 25 d. buvo pasirašyta „Įmonės UAB „Vakarų konstrukcijos“ pardavimų užsienio rinkose skatinimas“ finansavimo ir

administravimo sutartis[16]. Projektas finansuojamas, nes metalo apdirbimo pramonė yra labai stipri ES ekonomikos varomoji jėga ir viena iš stambiausių šios rinkos darbdavių. Tai yra svarbi ES apdirbamosios pramonės dalis, kurios veiklos rezultatai geresni nei daugumos kitų šios pramonės sektorių. ES metalo apdirbimo sektoriuje sukuriamą 10 proc. visos gamybos pridėtinę vertę, o šio sektoriaus gamybos apimtis sudaro 7,5 proc. gamybos pajėgumų. Plieno ir pagrindinių metalų sektoriaus gamybos apimtis sudaro maždaug 5 proc. gamybos pajėgumų. Šiame sektoriuje sukuriamą 12,5 proc. darbo vietų ir šiame sektoriuje veikiančios įmonės sudaro 20 proc. visų gamybos įmonių, daugiausia mažos ir vidutinės įmonės – daugiau kaip 400 000 metalo apdirbimo įmonių visoje Europoje. Maždaug 90 proc. šių įmonių turi mažiau nei 50 darbuotojų. 2008 m. šiame sektoriuje pagaminta produkcija įvertinta 530 mlrd. EUR.

Darbo našumas mažesnis nei visos apdirbamosios pramonės, ir tai galima paaiškinti tuo, kad tai yra imlus darbuotojų sektorius (ES-27 vidurkis – 37 700 EUR). ES-25 bendrasis veiklos pelningumas yra maždaug 12 %, o darbo našumas siekia maždaug 42 000 EUR vienam darbuotojui (ši investicija vienam darbuotojui yra du tris kartus mažesnė nei cheminių medžiagų ar pagrindinių metalų sektoriuje). Metalų apdirbimo veikla dominuoja metalo apdirbimo pramonės sektoriuose – pagal gamybos apimtį, užimtumą ir įmonių skaičių šis sektorius užima maždaug 40 proc. dalį. Bendros investicijos į materialųjį turtą didesnės nei pagrindinių metalų, mechaninės inžinerijos ir elektros inžinerijos sektoriuose, bet mažesnės nei cheminių medžiagų ir variklinių transporto priemonių sektoriuose. 2006 m. jos buvo šiek tiek didesnės kaip 21 mlrd. EUR arba du kartus didesnės už investicijas pagrindinių metalų sektoriuje. Nors dauguma kitų sektorių užimtumas ėmė mažėti dar prieš prasidedant ekonomikos krizei, užimtumas metalo apdirbimo pramonėje iki krizės nuosekliai didėjo. 2000–2006 m. užimtumas padidėjo 8%, arba 300 000 darbo vietų. Metalų apdirbimo sektoriuje, kuriame suvartojama daugiausia plieno, suvartojami du trečdaliai ES pagamintos plieno žaliavos.

Projekto tikslas - dalyvavimas tarptautinėse parodose, taip didinant padidinti UAB „Vakarų konstrukcijos“ žinomumą, tarptautiniu mastu pagerinti įmonės įvaizdį esamose ir naujose rinkose. Aktyvus dalyvavimas didžiausiose tarptautinėse parodose bei papildomų rinkodaros priemonių panaudojimas sudarė palankias sąlygas didinti produkcijos žinomumą, plėsti esamas ir įsitvirtinti naujose rinkose. Projekto pagalba išaugo įmonės darbo našumas bei buvo sukurta pridėtinė vertė, išaugo bendra apyvarta ir eksporto pajamos. Bet to projekto įgyvendinimas ir jo eigoje pasiekti rezultatai turėjo teigiamos įtakos ir kitoms Lietuvos pramonės įmonėms (tiek veikiančioms metalo konstrukcijų gamybos sektoriuje, tiek kituose ekonomikos sektoriuose).[16]

Nepaisant pastangų ir aktyvaus patobulinimų, UAB „Vakarų konstrukcijos“ turi nemažai konkurentų, iš kurių pagrindiniai būtų šie:

- Ričių gamyboje: Caley Ocean Systems (UK), Forsyths (UK), Imeca Groupe Reel (FR);
- Stambiagabaritinių konstrukcijų gamyboje: MTL Group (UK), Cemet (PL), JP Kenny (UK), IHC Merwede (NL), Heerema (NL), Bladt Industries (DK), Loksa (EST).

Lietuvoje yra keletas didelių metalo konstrukcijų gamintojų, tačiau jie neturi priėjimo prie Baltijos jūros, todėl jų galimybės konkuruoti dėl didelių gabaritų konstrukcijų gamybos yra labai ribotos.[6]

Įgytą užsakovų pasitikėjimą reikia išlaikyti ir stiprinti. Įmonėje yra nuolat vykdomi auditai, ne tik vidiniai, bet ir išoriniai. Juos užsako ir atlieka patys užsakovai, tikslu įvertinti gaminamos produkcijos kokybę, patikrinti, ar vykdomi darbo saugos reikalavimai, ar viskas yra atliekama pagal reikalavimus. Nuo audito rezultatų priklauso naujų užsakymų gavyba.

Kadangi UAB „Vakarų konstrukcijos“ yra dukterinė AB Vakarų laivų gamykla kompanija, jos tiekėjos yra kitos dukterinės kompanijos [5]:

- „ELMELIT“ - visos išorinės tiekimo operacijos tarp jų prekių ir paslaugų.
- „ELME METAL“ – tiekia metalą, galimybe tiekti iš visu pasaulio taškų.
- „METALGAMA“ – atlieka visus metalo lakštų ir profilių pjovimo darbus.
- „ELME MESSER“ – tiekia įvairaus pobūdžio dujas, suvirinimui ir ne tik.
- „BALTIC PREMATOR“ – atlieka visus dažymo darbus.
- „VAKARŲ KROVA“ – kėlimo kranų paslaugos.

Siekdama išsilaikyti konkurencinėje kovoje, įmonė privalo susisteminti visą savo veiklą. Ričių gamyba artėja prie serijinės gamybos, todėl turi būti gautas efektas sutaupant kuo daugiau darbininko darbo valandų. Šiam momentui technologines darbininkų valandos užima didžiąją sąnaudų dalį, todėl jas būtina mažinti gerinant darbo organizavimą ir spartinant technologines

Operacijas arba, jei įmanoma, net gi kai kurias eliminuojant.

Įmonėje darbo valandų skaičius vienai tonai produkcijos nuo 50-60val./t pagamintų konstrukcijų turi būti sumažintas iki 40-50 val./t. LEAN filosofijos koncepcijos integravimas ir nuolatinis gamybos ir darbo organizavimo procesų tobulinimas jau duoda savo rezultatus. Manoma, kad po 4-5 metų įmonė jau turės pilnai perdirbtą vidaus gamybos, projektų valdymo bei logistikos sistemas.

## II. OFŠORINĖS VĖJO ENERGETIKOS RIČIŲ TECHNOLOGINIO GAMYBOS PROCESO TYRIMAS

Šiame skyriuje bus atliekamas ofšorinės ritės konstrukcijos gamybos proceso tyrimas. Šis tyrimas yra atliekamas siekiant padidinti įmonės „Vakarų konstrukcijos“ gamybos darbo proceso našumą, taip užtikrinant aukštą konkurencingumo lygį. Kaip žinoma, ši įmonė jau yra padariusi pirmus žingsnius siekiant užtikrinti konkurencingumo palaikymą:

- 2011 m. buvo gauta ES paramos fondo finansavimo dalis, skirta pardavimų užsienio rinkose skatinimui.
- 2012 metais pradėtas „Toyota“ gamyklos principo LEAN metodo taikymas gamyboje, siekiant didinti darbo našumą.



10 pav. Stambios ritės (9,2m skersmens) [6]

Šie įmonės žingsniai pasiteisino, nes per pastaruosius 3 metus įmonė tvirtai įsitvirtino tarptautiniame ričių gamybos rinkos segmente. Didžiosios ritės tapo vienu svarbiausių Vakarų Konstrukcijų gaminių. Šios ritės jau tapo serijiniu produktu (10 pav.). Tokios produkcijos per metus gali pagaminti nuo 80 iki 150 vienetų. Žinoma, įmonė gali padaryti ir daugiau, viskas priklauso nuo užsakymų krepšelio ir, be abejonės, įmonės pajėgumų. Ričių, kaip produkto, gamyba pereina į serijinę gamybą, tampa pagrindiniu šios įmonės šaltiniu, tiekiančiu didžiausią pelną. Lyginant su 2010 metais, įmonės apyvarta išaugo keturgubai, o 2014 metų prognozės siekia 100 mln. Lt., kas yra penkiskart daugiau nei 2010 metais. Didelę įtaką davė naujų užsienio klientų prisiviliojimas bei spartus darbo našumo padidėjimas, prie kurio nemažai prisidėjo LEAN metodikos realizavimas. Įmonė tampa vis patrauklesnė su savo trumpėjančiais gaminio pagaminimo terminais ir gerėjančia kokybe.[17]

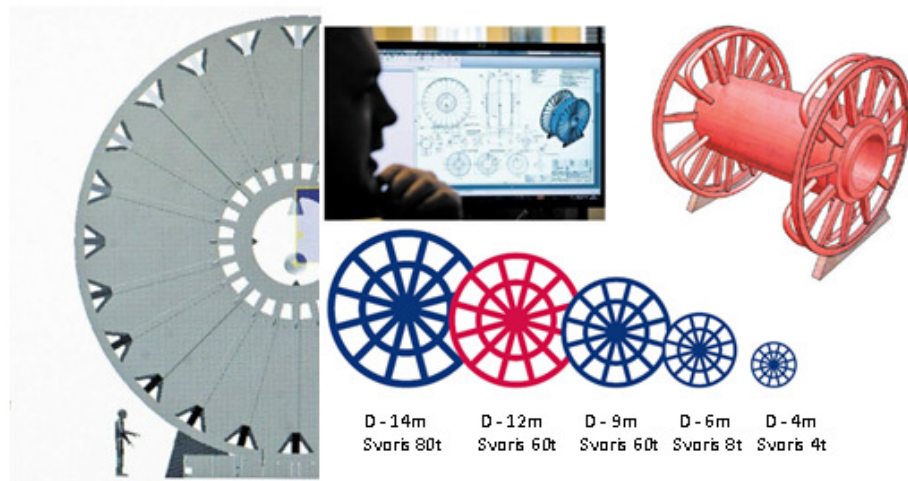
Tyrimo tikslas – išnagrinėti ir įvertinti įmonės UAB „Vakarų konstrukcijos“ gamybos procesų pokyčius lyginant su buvusiais rezultatais ir pateikti naujas rekomendacijas, kaip dar labiau padidinti darbo našumą. Tyrimo objektas – ritės gamybos technologinis procesas.

Šiame skyriuje informacija pateikiama sekančia seka: ritės – kaip nagrinėjamo produkto - techninė specifikacija, jos gamybos proceso tyrimas su pateiktais faktiniais darbo valandų rezultatais, problemų sprendimais ir aprašymais, pasitelkus LEAN metodų principus.

## 2.1 Kas yra ofšorinė ritė ir jos techninė specifikacija

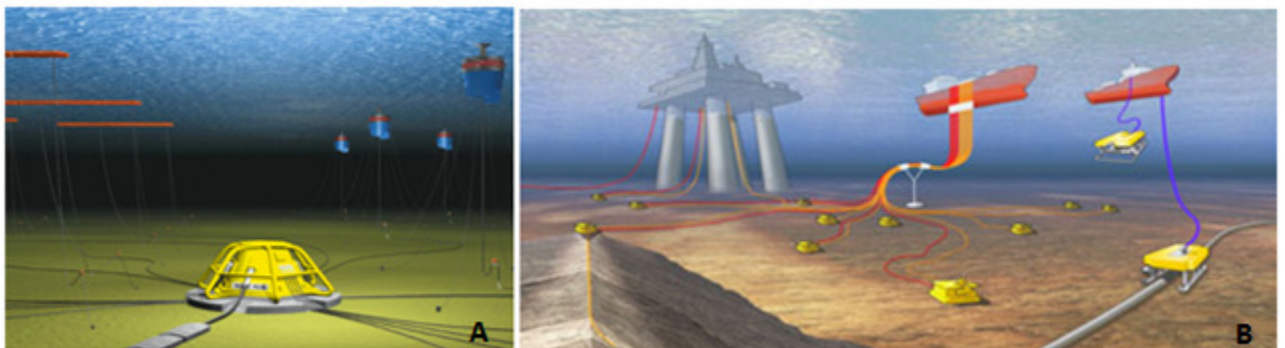
Ten, kur iš žemės ir jūros gelmių siurbiamo nafta ar dujos ir gaudomi didžiausi vėjai, savo indėlį yra įnešusi ir Lietuvos įmonė – UAB „Vakarų konstrukcijos“. Naftos, dujų ir vėjo energetikos pramonė- šios bendrovės strateginė rinka. Pagrindinis segmento produktas – ritė.

Ofšorinė ritė nėra toks paprastas produktas. Pirmą mintį – tai yra paprasčiausia „špūlė“ skirta siuvimo siūlams vynioti ir nėra čia nieko sudėtingo pagaminti. Tačiau taip nėra, vien tik pažiūrėjus į jos gabaritus (palyginimai pateikti 11 pav.) ir svorius iš karto pasikeičia nuomonė. Ritės kabelio 1 metro kaina gali siekti 1000 eurų už metrą, o į vieną tokią ritę gali tilpti tūkstančiai metrų. Ritė, kuri pavaizduota 11 pav. iš kairės, yra 11,4 m skersmens, sveria 50 tonų ir yra suprojektuota gabenti 8500 m ilgio kabelį (300 – 400 t kabelio svorio). Pateikti skaičiai suformuoja bendrą supratimą, kokia yra šio gaminio svarba ir sudėtingumas. [6]



11 Pav. Ofšorinės ritės ir jų gabaritai [6]

Ritės, kurias įmonė gauna užsakymams, būna skirtingų gabaritų. Matmenys gali siekti 3-14 m, o svoris gali svyruoti nuo 4 iki 80 tonų. Pagamintos ritės naudojamos vyniojamoms medžiagoms transportuoti, tokioms kaip kabeliai, vamzdžiai, žarnos, metalinės-nemetalinės vielos ir pan.

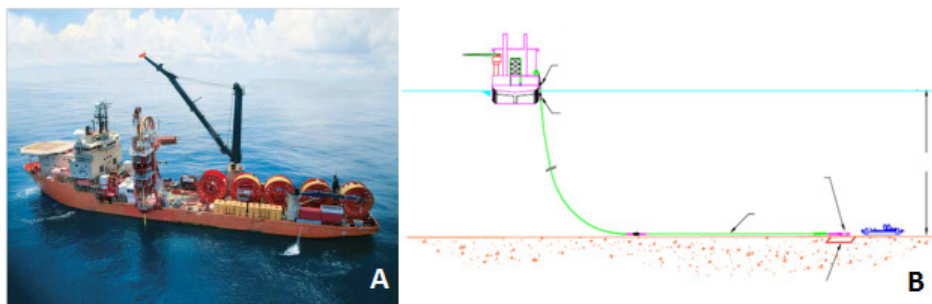


12 pav. Kabelių paskirtis

A – kabeliai; B – vamzdžiai ir žarnos. [<http://subseaworldnews.com/2013/03/27/norway-fmc-technologies-wins-subsea-operations-services-agreement-from-statoil/>]

**Ritės eksploatacinė paskirtis.** Jūriniai vėjai, jūros bangavimai ir kiti sudėtingi gamtos reiškiniai apsunkina ritės eksploatavimo sąlygas. Pagal paskirtį ofšorines ritės yra skirtos kabeliams, vamzdžiams bei žarnoms kloti jūros dugnu. Tai yra infrastruktūra, kuri palaiko elektros tiekimą, duomenų perdavimą, naftos ar dujų pumpavimo funkcijas. Nors toliau darbe kalbama apie kabelių klojimą, vamzdžių ir žarnų klojimo metodų principai yra tie patys arba labai panašūs.

Kabeliai yra klojami jūros dugnu ir atlieka jūros platformų susisiekimo, maitinimo funkcijas, elektros transportavimą tiesiogiai į krantą. Jie būna trijų rūšių: elektros (elektros-signalų), šviesolaidiniai ir metaliniai. Elektros ir signalo kabeliai yra naudojami elektros perdavimui nuo kranto į platformas ir atvirkščiai. Šie kabeliai naudojami elektros tiekimui ir yra taikomi pagal naują naftos platformų statymo koncepciją. Ekonomiškiau yra prisijungti prie elektros tinklų nuo kranto, nei gamintis ją pačiam. Tokiu būdu nėra naudojami dyzeliniai-generatoriai, todėl mažėja oro užterštumas. Taip pat tokia elektros instaliacija leidžia mažinti platformos gabaritus ir išskirti mažiau CO<sub>2</sub> emisijos. Optiniai kabeliai naudojami informacijos perdavimui.[18]



13 pav. Kabelio Klojimai.

*A – klojimo laivas. B – klojimo būdas.* [18]

Kabelių tiesimas vyksta sekančia tvarka:

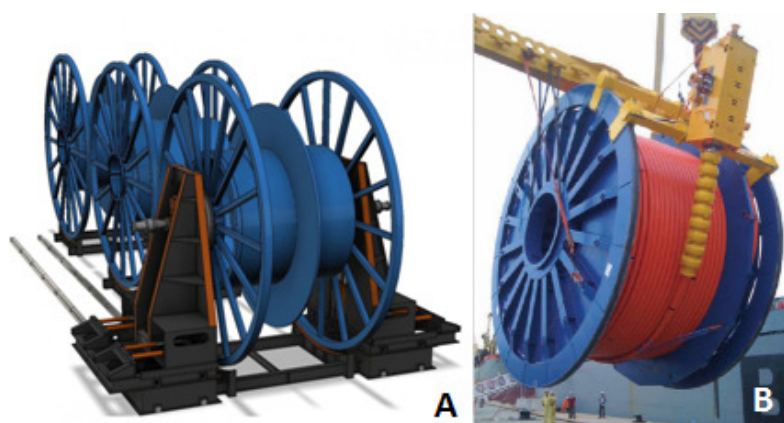
1) Kabelio pagaminimo vietoje su specialiu įrenginiu (13 pav.) kabelis tolygiai susukamas ant ritės, kuri vėliau pakraunama į laivą 12 pav. Kabelio skersmuo gali būti skirtingas, todėl suvynioto kabelio ilgis tai pat gali skirtis (Pvz.: 85 mm skersmens kabelio, užvynioto ant 9 metrų aukščio ritės, ilgis gali siekti 1 km).

2) Dažniausiai ritė į paskirties vietą gabenama su laivu-klojiku. Visos kitos krovimo operacijos (jeigu tokios yra) atliekamos jūroje.

3) Kabelio klojimo metu kabelis yra dedamas į specialų sukamą hidraulinį įrenginį. Pradedant klojimo darbus kabelis yra tempiamas ir leidžiamas į jūros dugną 12 pav.

4) Kiekvienos ritės kabelis turi specialų antgalį. Jis veikia kaip pritvirtinimo ir jungties antgalis 13 pav. Nuleidus tokį kabelio galą ant jūros dugno, pirmiausia jis tvirtinamas prie stoties (arba kitos konstrukcijos). Tik gerai pritvirtinus, galima tęsti tolimesnius klojimo darbus.

5) Išvyniojus ir suklojus visos ritės kabelį, įstatoma antra ritė. Taip vyksta tol, kol nesuklojamos visos kabelio atkarpos.

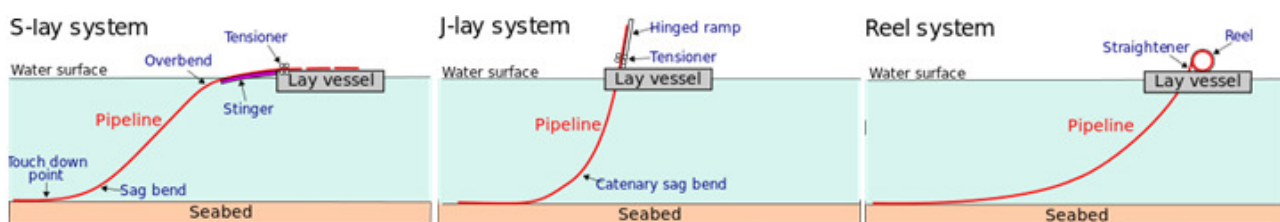


14 pav. Ričių įranga.

*A - Hidraulinis sukimo įrenginys; B – Susukta ritė su primontuotu antgaliu.*

[<http://www.larsoffshore.com/news/>]

Labai panašiu būdu yra klojami ir vamzdžiai. Jie taip pat vyniojami ant ričių ir gabenami į klojimo vietą, kur yra išvyniojami. Iš viso yra trys vamzdžių ir kabelių klojimo būdai: S-lay, J-lay(L-lay) ir Reel-lay (15 pav.). Skiriasi vienas nuo kito savo veikimo principais, kuriuos nusako vandens gylis ir vamzdžio ar kabelio skersmuo. Nedideliuose gyliuose yra naudojamas S-lay metodas. Tokiu metodu gali dirbti tik tokie laivai, kurie turi tam specialios įrangos (suvirinimo aparatus, rentgeno aparatus testavimui, specialius palinkusius bokštus vamzdžiui prilaikyti, taip pat valcavimo įrenginius). Vamzdžiai (5-20m ilgio) yra virinami ant paties laivo, vėliau klojami. Šio metodo trūkumas – jis veikia tik nedideliuose gyliuose. J-lay metodas naudojamas dideliuose



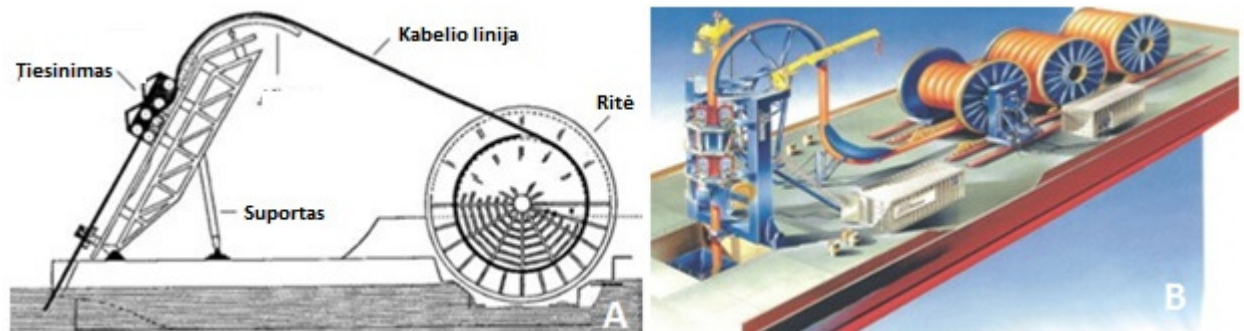
15 pav. Klojimo budai.

*1- S-lay; 2- J-lay ir 3 -Reel-lay.*

[[http://en.wikipedia.org/wiki/File:SubmarinePipelinesConstruction\\_Laybarge%26Towsystems.svg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:SubmarinePipelinesConstruction_Laybarge%26Towsystems.svg)]

gyliuose. Jo pasviręs bokštas yra artimas stačiam kampui. Denyje taip pat yra suvirinami vamzdžiai ir klojami iš karto ant dugno. Pats ekonomiškiausias ir efektyviausias yra Reel-lay metodas. Jis veikia J-lay principu, tačiau laivo denyje nėra vykdomi suvirinimo darbai. Visus surinkimo ir suvirinimo darbus atlieka krante. Sujungti ir sustikluoti visi vamzdžiai – jie yra susukami ant ritės – gabenami į klojimo vietą. Šiuo atveju kabeliai yra tiesiog suvyniojami ant ritės specialiuose, tam skirtuose cechuose. Klojimas be suvirinimo leidžia dirbti prie bet kurių oro sąlygų. Reel-lay (16

pav.) metodo trūkumas yra klojamojo vamzdžio skersmens apribojimai. Didelio skersmens vamzdžio nesuvyniosime ant ritės, nes vamzdžio lenkimo spindulys turi ribinę minimalią reikšmę.[19]



16 pav. Kabelių ir vamzdžių klojimo įrenginiai.

*A - Kabelio klojimas; B – Vamzdžių klojimas*

[[http://file.scirp.org/Html/9-2000136\\_23279.htm](http://file.scirp.org/Html/9-2000136_23279.htm)]

Darbe nagrinėjamas objektas – ritė – nėra mechanizuotas įrenginys, tai yra pagalbinė ofšorinė konstrukcija. Pagrindinė jos funkcija skirta vyniojamųjų produktų transportavimui. Jos pagalba greitai ir efektyviai užimama vieta transportuojamų kabelių, vamzdžių ir kt. rinkoje. Kadangi transportuojamos medžiagos gali būti labai brangios ir tuo pačiu turėti didelį svorį, ritėms yra skiriamas itin didelis dėmesys. Kaip ofšorinė konstrukcija, ritė privalo atitikti visus ofšorinių konstrukcijų reikalavimus. Į tai įeina dažymo, suvirinimo, surinkimo, tiekiamų medžiagų reikalavimai su savo standartais. Visa tai yra aprašyta technologinėje dalyje.

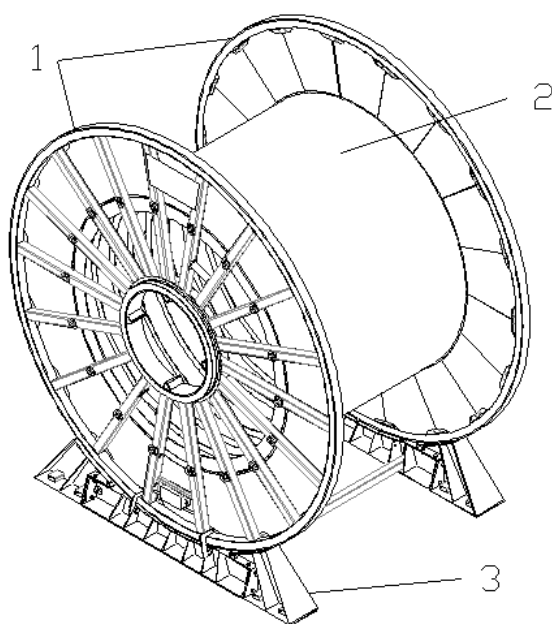
***Ričių sudedamosios dalys.*** Ritė susideda iš apvalių formų rėmo konstrukcijos (žr. 17 pav.). Pilnas ritės komplektas (įskaitant pagalbinę fundamento dalį) susideda iš trijų skirtingų dalių:

- Flanšas 2 vnt. (angl. Sidewall) 3 pav., 1;
- Būgnas 1 vnt. (angl. Drum) 3 pav., 2;
- Fundamentas 1 vnt. (angl. Cradle) 3 pav., 3;

Šias dalis sudaro lakštiniai plienai ir profiliai, kurie tarpusavyje sujungti neišardomomis jungtimis (suvirinimų).

Flanšai – tai yra ritės šoninės sudedamosios dalys. Jiems atitenka pagrindinė svorio apkrova. Flanšo pagrindinės dalys yra: vidurinė gilzė, stipinai, išorinė ir vidinė juosta, žiedai. Gilzė – yra cilindrinė juosta arba tiesiog cilindras. Užtikrinant pakankamą stiprumą, gilzė yra pastorinama (15-40 mm metalo lakšto storis), kad atlaikytų visų iš išorės sukoncentruotų flanšo stipinų gniuždymus. Vidinėje gilzės pusėje turi būti privirintos keturios iškyšos (dantys), skirtos ritės užfiksavimui. Todėl gilzė ir jos iškyšos yra iš storesnio metalo nei kitos detalės. Įprastai gilzė papildomai sustiprinama 4 žiedais – segmentais, du iš kurių yra suvirinami su stipiniais ir gilze, o likę du yra

pagalbiniai ir naudojami ritės kėlimui (tarp jų susidaro tarpelis, į kurį dedamas kėlimo lynas, jo pagalba yra keliama ritė).[20]



17 pav. Ritės konstrukcija.

*1 – Flanšai; 2 – Būgnas; 3 – Fundamentas.*

*[VK įmonės brėžiniai]*

Stipinams naudojami dviejų tipų profiliai – sijos (HEA, HEB tipo) ir kvadratiniai vamzdžiai. Stipinų skaičius būna įvairus: esant mažam flanšo skersmeniui stipinų kiekis yra mažesnis ir atvirkščiai, esant didesniai - ritės kėlimo stipinų gali būti daugiau arba tokiu atveju stipinai pastorinami. Ritės nuo 9 metrų skersmens dažniausiai turi po 18-20 stipinų ir daugiau, o ritės iki 9 metrų turi po 8-18 vienetų. Ant kiekvieno stipino statomos kėlimo ąsos, kitaip tariant D-formos žiedai (D-rings). Jiems skiriamas didelis dėmesys, kadangi jų pagalba keliamos ir apverčiamos ritės.

Išorinė flanšo dalis yra lyg sulenktas apskritimų kvadratinis vamzdžio profilis. Tačiau tai nėra profilis. Taip vadinamas profilis yra suvirintas iš dviejų žiedų, sudarytų iš juostų ir dviejų šoninių žiedų - segmentų. Visi kartu jie sudaro uždara ertmę. [20]

Būgnas – paviršius, ant ko yra vyniojami kabeliai ir kiti panašūs produktai. Jį veikia gniuždymo jėgos. Dažniausiai pagrindiniam standumui palaikyti naudojami vidiniai standumo žiedai (su pastiprinimo juostomis ar be jų), išilginiai profiliniai vamzdžiai tarp žiedų arba tiesiog išilginiai vamzdžiai, einantys išilgai būgno. Jų derinys gali būti skirtingas, vien žiedai arba vien vamzdžiai, arba viskas kartu. Tai priklauso nuo vyniojamo produkto svorio. Taip pat būgno sujungimo su flanšais vietose yra pastorinti žiedai. Kraštiniai žiedai yra virinami prie flanšų, jie yra storesni, tam, kad užtikrintu tvirtumą. Būgno vidiniai žiedai ir profiliai yra su apkala, kurios metalo

storis sudaro 5-10 mm. Ši apkala yra darbinis paviršius, kuris turi būti lygus ir glotnus, be jokių aštrumų, tam, kad nepažeistų vyniojamo produkto.[20]

Fundamentas – kitaip tariant, tai yra stovas. Tai pagalbinė konstrukcija, kuri palaiko ritę ir neleidžia jai pajudėti. Susideda daugiausiai iš lakštinių medžiagų. Būna dvejų tipų konstrukcijos: 1) uždara - su dviem šoninėm sienelėm, kurios tarpusavyje sutvirtintos skersinėmis plokštelėmis, o šonuose knicomis; 2) su viena centrine sieniele iš šono palaikančiomis knicomis. Fundamento detalės su viena centrine sieniele yra storesnės, negu detalės su dviem šoninėmis sienelėmis. Skirtingų fundamentų konstrukcijų tipų sudedamųjų detalių kiekis yra skirtingas (pirmo tipo detalių yra du kartus daugiau, nei antro tipo).

***Ofšorinių ričių geometriniai parametrai.*** Ritės matmenys skirstomi į sekančius pagrindinius parametrus: ritės išorinis skersmuo (flanšo diametras); ritės plotis; vyniojamojo būgno skersmuo; keliamoji galia.

Šie priklauso nuo eksploatavimo paskirties, kam ji bus skirta vynioti - kabeliui, vamzdžiui ar kitiems vyniojamiems produktams. Tai yra, jeigu ritė bus skirta kabelių gabenimui, pavyzdžiui optinio kabeli, skirto komunikacijos ryšiams, tai reikėtų, kad ritė turės specifinių matmenų ir formą. Bet kokie kabeliai, vamzdžiai bei žarnos turi lenkimo kampo apribojimus. Todėl ritės vidinio būgno skersmuo priklauso nuo kabelio skersmens. Taip pat kuo ilgesnis kabelis, tuo didesni flanšo gabaritai, dažniausiai tai būna 9 metrų skersmens ritės.

Tam, kad iš analizuoti, kokios būna ritės ir turėti vaizdinį supratimą apie galimus jos parametrus Lentelėje 1 yra pateikti 2008-2011 metais pagamintų ričių duomenys. Šie duomenys yra paimti iš Norvegų bendrovės „NLI Solutions“, kuri specializuojasi ofšorinių konstrukcijų projektavime. Iš lentelės galime teigti, jog lankstiams vyniojamiems produktams (lynams) naudojamos mažos ritės su mažais būgnais 0,8 - 3,2 metrų skersmens. Tuo tarpu kabeliams naudojamos didesnės ritės su didesniais būgnais, tačiau šie priklauso nuo kabelio skersmens. Kuo didesnis kabelio skersmuo, tuo platesnis turėtų būti būgnas. Kabeliai būna įvairaus tankio ir lenkimo parametrai, todėl ir yra skirtumai tarp ritės dydžio ir vynioto produkto parametrai.[20]

Visgi reikia pripažinti tai, jog ritė nėra paprasta konstrukcija, kaip atrodo, su savo apvaliomis, specifinėmis formomis. Tai gali sudaryti tam tikrų sunkumų gaminant tokio tipo konstrukcijas.

***Ritės pagaminimui naudojamos medžiagos.*** Ritės konstrukcijos medžiagos yra metalinės. Kaip ir buvo minėta, pagrindinės medžiagos yra plieniniai lakštai ir profiliai, kurie tarpusavyje yra suvirinami. Prie lakštinių medžiagų priskiriame – žiedus, juostas ir apsiuvas. O prie profilinių – kvadratiniai/stačiakampiai, apvalus vamzdžiai, sijos (HEB, HEA tipo) ir kampuočiai. Profiliai atvaizduoja ritės rėmą, tuo tarpų lakštinės medžiagos – apsiuvą. Ritė turi būti pakankamai tvirta,

atlaikant visas užduotas apkrovas, keliamoji galia gali siekti nuo 10 iki 500 tonų, todėl metalo storiai gali būti įvairūs (svyruoja nuo 3 iki 40 mm).[20]

1 Lentelė. Norvegijos bendrovės „NLI Solutions“ pagaminta produkcija per 2008-2011 metus

| Ritės parametrai |            |                 |                   | Ritės paskirtis      |               |
|------------------|------------|-----------------|-------------------|----------------------|---------------|
| Flanšo D; m      | Būgno D; m | Ritės plotis; m | Keliamo svoris; t | Paskirties produktas | Produkto d; m |
| 7,5              | 7          | 3,6             | 23                | Kabelis              | 171           |
| 11,4             | 7          | 5               | 120               | Kabelis              | 165           |
| 7,8              | 6          | 5               | 42                | Kabelis              | 245           |
| 6,7              | 6          | 3               | 30                | Kabelis              | 142           |
| 9,2              | 5,6        | 5               | 300               | Lankstus vamzdis     | 165           |
| 9,2              | 5,4        | 5               | 70                | Kabelis              | 165           |
| 9,2              | 5,4        | 5               | 70                | Kabelis              | 104           |
| 11,4             | 5          | 5               | 260               | Kabelis              | 172           |
| 11,4             | 5          | 5               | 290               | Kabelis              | 120           |
| 11,4             | 5          | 5               | 124               | Kabelis              | 118           |
| 9,2              | 5          | 5               | 290               | Kabelis              | 115           |
| 11,4             | 5          | 5               | 185               | Kabelis              | 99            |
| 6                | 5          | 5               | 20                | Kabelis              | 91            |
| 9,2              | 5          | 5               | 90                | Kabelis              | 91            |
| 9,2              | 5          | 5               | 90                | Kabelis              | 90            |
| 11,4             | 4,8        | 5               | 265               | Kabelis              | 200           |
| 9,2              | 4,4        | 5               | 300               | Lankstus vamzdis     | 165           |
| 11               | 4,4        | 5               | 285               | Kabelis              | 170           |
| 11               | 4,4        | 5               | 225               | Kabelis              | 170           |
| 11               | 4,4        | 5               | 250               | Kabelis              | 170           |
| 9,2              | 4,4        | 5               | 100               | Kabelis              | 150           |
| 5                | 4,4        | 3               | 8,3               | Kabelis              | 106           |
| 9,2              | 4,4        | 5               | 110               | Kabelis              | 99            |
| 7,9              | 4          | 5               | 130               | Lankstus vamzdis     | 165           |
| 6,1              | 4          | 5,7             | 120               | Kabelis              | 103           |
| 7,3              | 4          | 5,7             | 250               | Kabelis              | 103           |
| 4,4              | 3,4        | 2               | 10                | Kabelis              | 104           |
| 3,7              | 3,2        | 3,1             | 16                | Kabelis              | 107           |
| 6,8              | 3,2        | 5,2             | 200               | Kabelis              | 107           |
| 5,4              | 3,2        | 5               | 140               | Lynas                | 140           |
| 5,4              | 3,2        | 4,75            | 70                | Lynas                | 164           |
| 3,7              | 3,2        | 3,1             | 6                 | Kabelis              | 171           |
| 4,3              | 3          | 2               | 25                | Kabelis              | 103           |
| 5,2              | 3          | 3               | 65                | Kabelis              | 115           |
| 5,3              | 3          | 4,7             | 80                | Lynas                | 149           |
| 4,7              | 2,9        | 4,5             | 43                | Lynas                | 88            |
| 4,5              | 2,5        | 3               | 45                | Kabelis              | 115           |
| 4,8              | 2,45       | 4,5             | 25                | Lynas                | 93            |
| 4,4              | 2,25       | 3,3             | 3,3               | Lynas                | 114           |
| 3,8              | 2,2        | 1,7             | 5                 | Kabelis              | 81            |
| 4,5              | 2,2        | 2,7             | 36                | Kabelis              | 81            |
| 4                | 2,15       | 3,4             | 48,5              | Lynas                | 100           |
| 2,9              | 1,8        | 1,9             | 2                 | Kabelis              | 28,5          |
| 3,8              | 1,8        | 1,9             | 20                | Kabelis              | 28,5          |
| 4,7              | 0,8        | 5               | 41                | Lynas                | 192           |

Dažniausia naudojama metalo markė - normalizuoti konstrukciniai mažai legiruoti plienai S355J2+N, rečiau S420+N. Ritės konstrukcijoje svarbus yra tvirtumas, kurį apsaoko ne tik plieno mechaninės savybės, bet tuo pačiu ir jo suvirinamumą, todėl dažniausiai naudojama S355 markė. Jis

yra brangesnis nei įprastas laivo korpuso plienas S235. Šių markių skirtumas yra takumo jėgos dydis. Visos naudojamos medžiagos turi atitikti EN 10025 standarto (karštai valcuoto nelegiruoto konstrukcinio plieno) sąlygas. Raide S reiškia konstrukcinis plienas, o skaičiai, kurie eina po raidės reiškia takumo ribą. S355 takumo riba yra 355 MPa.

Projektuojant tokias suvirintąsias konstrukcijas, svarbu įvertinti naudojamų plienų suvirinimo galimybes ir galimą defektų atsiradimą virinamojoje siūlėje ir siūlės srityje. Nors visi plienai gali būti suvirinami, tačiau vieni plienai suvirinami gerai, o kiti, netaikant įvairių suvirinimo technologijų, – prastai. Plienų suvirinamumas priklauso nuo daugelio veiksnių – plieno cheminės sudėties, legiruojančiųjų priedų, jungiamųjų elementų storio ir pan. Kuo stipresnis plienas, tuo didesnis jame anglies (C) ir/arba legiruojančių elementų kiekis. Tai turi įtakos užgrūdintųjų struktūrų, trapių šaltųjų plyšių atsiradimui siūlės srityje. Galimas taip pat ir sluoksninis pleišėjimas pagrindiniame metale ties siūlėmis, ir kristalizacinių plyšių siūlės metale atsiradimas. Anglies įtaka šiuo atveju ypač neigiama, o kitų legiruojančiųjų elementų įtaka įvertinama santykiu su anglies įtaka. Cev ekvivalentas apskaičiuojamas pagal formulę (1):

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}, \quad (1)$$

Čia: C = anglies kiekis (%),  
Mn = mangano kiekis (%),  
Cr = chromo kiekis (%),  
Mo = molibdeno kiekis (%),  
V = vanadžio kiekis (%),  
Ni = nikelio kiekis (%),  
Cu = vario kiekis (%).

Jei plieno  $CEV \leq 0,4$ , tai plienas gali būti suvirinamas visais suvirinimo būdais nenaudojant suvirinamųjų elementų pakaitinimo, išskyrus atvejus, kai suvirinami stori lakštai. Pakaitinimas gali būti naudojamas drėgmės pašalinimui.[21]

Kai anglies ekvivalentas:  $0,41 \leq CEV \leq 0,45$ , suvirinamumas yra geras

$0,46 \leq CEV \leq 0,52$ , plieno suvirinamumas yra patenkinamas.

$CEV > 0,52$ , plieno suvirinamumas yra blogas.

Norint pasiekti didesnę plieno tvirtumą ir smūginį tūsumą, plieno sudėtyje yra padidinamas mangano ir silicio kiekis. Tačiau anglies ekvivalentas neturi viršyti standarte nurodytos reikšmės. Standartas EN 10025 nurodo standartizuotus plienus, kurie yra išskirstyti į legiruojančių medžiagų cheminę sudėtį ekvivalentiškai plieno mechaninėms savybėms. Lentelėje 2, yra nurodyti kai kurių

konstrukcinių plienų cheminė sudėtis pagal standartą. Priedas J2 reiškia - smūginio tūsumo bandymai, kurie buvo daryti prie -20 t°C, naudojant 27J energijos, J0 – prie 0 t°C.[21]

Lyginant plieno markes iš lentelės, iškarto matyti silicio ir mangano skirtumai. Didėjant plieno tūsumui, didėja jų sudėtis. Tą patį galima pasakyti ir apie CEV anglies ekvivalentą, jis taip pat didėja.

2 lentelė. CEV reikalavimai nelegiruotams konstrukciniams plienams

| Pavadinimas pagal EN 10025 | Max C% paskirstytas ant metalo storio |           |      | Si % max. | Mn % max | P % max. | S % max. | N % max. | Cu % max. | CEV % max |
|----------------------------|---------------------------------------|-----------|------|-----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
|                            | ≤16                                   | > 16 ≤ 40 | > 40 |           |          |          |          |          |           |           |
| S235J2                     | 0,19                                  | 0,19      | 0,19 | -         | 1,50     | 0,035    | 0,035    | -        | 0,60      | 0,35-0,40 |
| S275J2                     | 0,21                                  | 0,21      | 0,21 | -         | 1,60     | 0,035    | 0,035    | -        | 0,60      | 0,40-0,44 |
| S355J2                     | 0,23                                  | 0,23      | 0,24 | 0,60      | 1,70     | 0,035    | 0,035    | -        | 0,60      | 0,45-0,49 |
| S450J0                     | 0,23                                  | 0,23      | 0,24 | 0,60      | 1,80     | 0,040    | 0,040    | 0,027    | 0,60      | 0,47-0,49 |

Ritėms naudojami plienai turi atitikti EN 10025-3 normalizuotųjų plienų standartą. Normalizacija yra vykdoma mechaninėms savybėms gerinti. Plienai yra įkaitinami iki lydymosi temperatūros ir vėliau tolygiai atvėsinami kambario temperatūroje. Tai leidžia pakeisti metalo kristalinę gardelę. Iš stambesnių grūdelių, pasidaro mažesni.[21]

Atsižvelgiant į ritės konstrukcijos tvirtumą, dažniausiai naudojama plieno markė yra S355J2+N. Ji suteikia teigiamas mechanines charakteristikas:

- Suvirinamumo kokybė pagal CEV anglies ekvivalentą yra gera.
- Tūsumo jėga 355 MPa.
- Daryti smūginio tūsumo bandymai prie -20 t°C.

Reikia nepamiršti ir markės S420+N, ji yra taip pat naudojama. Tačiau dėl jos suvirinamumo savybių ją naudoja retai. Ji reikalauja papildomų suvirinimo procedūrų (papildomo kaitinimo ir kitos suvirinimo medžiagų), kadangi jos CEV ekvivalentas yra per aukštas. Tačiau dėl pasižyminčių aukštesnių stiprumo savybių, ši plieną naudoja vietose, kur reikalaujamas padidintas dilimo atsparumas. Pavyzdžiui išorinės flanšų juostos, jos yra labiausiai veikiamos išorinių trinties, smūginių jėgų.

## 2.2 Ritės (skersmuo 9,2 m) gamybos proceso tyrimas

Pagrindinės darbo temos pavadinimas – „Ofšorinių konstrukcijų gamybos proceso tyrimas“. Tyrinėjimo objektas – ofšorinės ritės gamybos procesas. Tyrinėjimo vieta – įmonė gaminanti ofšorinės ritės - UAB „Vakarų Konstrukcijos“. Šiame skyriuje apžvelgsime tyrimo tikslą, tyrimo produktą, pagrindinius gamybos techninius reikalavimus, gamybos proceso apžvalgą bei gautus rezultatus.

Savo pradžią įmonė pradėjusi 2003 metais ir sėkmingai vykdanči savo veiklą iki šios dienos. Sugebėjusi ženkliai paspartinti ričių gamybos procesą ir privesti jį prie serijinės gamybos. Per pastaruosius metus įmonėje padidėjęs darbo našumas, ieškomi nauji technologiniai sprendimai. Kiekvieną gamybos grandinės procesą stengiamasi supaprastinti, o nereikalingus pašalinti. Šiems dalykams pasiekti nemažai įtakos padarė LEAN metodo taikymas, startavęs 2012 metų pradžioje. Per porą metų ar net mažiau, projektų įgyvendinimo laikas reikšmingai sutrumpėjo (keletą kartų). Pavyzdžiai bus pateikti toliau darbe. [22]

LEAN filosofija - lankstus, taupus, efektyvus verslo valdymas. Tai „Toyota Motor“ bendrovės kūrinys, leidęs pasiekti neįtikėtinų rezultatų. JAV ir Europai pradėjus domėtis „Toyota Motor“ sėkmės priežastimis, šios metodologijos populiarumas sparčiai kilo. LEAN pradėjo taikyti įvairiose pasaulio kompanijose. Tokiu būdu populiarumas atkeliavo ir iki mūsų šalies. Šios metodikos pagrindinė idėja – kad ne visa tai kas buvo daroma dešimtmečius, tinka ir dabar. Teigiamų pokyčių pasiekama pakeitus požiūrį, atsisakius klaidingų prielaidų ir pertvarkius procesus. Klaidinga manyti, kad darydamas tą patį, ką daro visi pasieksi geresnių rezultatų nei kiti.[22]

Sėkmingam gamybos procesui reikia atitinkamos technologijos strategijos ir tam tikro jos lygio, kuris dažniausiai ir lemia kompanijos konkurencingumą rinkoje. Tai, kad aukštas technologijos lygis turi didelę įtaką kompanijos konkurencingumui, buvo patvirtinta jau senai. Tokios kompanijos kaip „Toyota Motor“, nuolatos diegdamos naujas technologijas, automatizuodamos ir prastindamos savo gamybos procesus - davę savo teigiamus rezultatus (18 pav). [22]

| Sumažinami            |           | Padidinami          |           |
|-----------------------|-----------|---------------------|-----------|
| Veiklos kaštai        | 10 - 25 % | Produktyvumas       | 25 - 55 % |
| Defektai / nuostoliai | 20 - 50 % | Proceso pralaidumas | 40 - 60 % |
| Atsargos              | 30 - 60 % |                     |           |
| Vieta                 | 15 - 35 % |                     |           |
| Užsakymo laikas       | 35 - 65 % |                     |           |

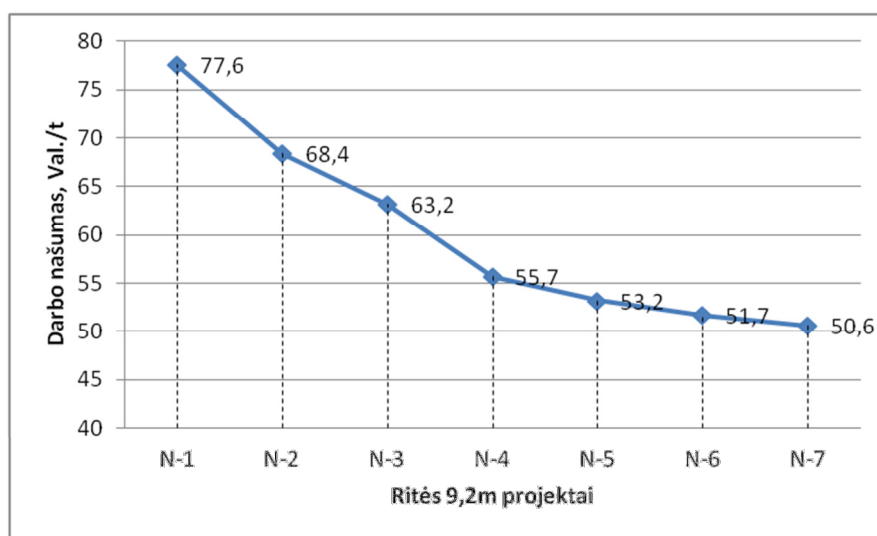
18 pav. Dėka LEAN pasiekti „Toyota Motor“ įmonės rezultatai. [21]

Tokių technologijų ar metodų diegimas į tam tikras kompanijas nevyksta greitai kaip norima, taip pat, kaip ir norimų rezultatų gavimas. Tai yra ilgametis diegimas ir gamybos sistemos keitimas kompanijoje. Jei po paprastos naujos technologijos pritaikymo pirmieji teigiami rezultatai pasirodo po 2-3 metų, tai tokio organizuoto LEAN metodologijos diegimas gali trukti dešimtmetį, palaipsniui, iš lėto. Tai yra Šiaurės Azijos filosofija, didžiulę įtaką tam daro kultūriniai žmonių,

darbininkų skirtumai ir požiūris į darbą. Tačiau bet koku atveju tai yra efektyvu. UAB „Vakarų Konstrukcijos“ sėkmingai taiko LEAN filosofiją savo gamyboje. [6]

Šiuo metu UAB „Vakarų Konstrukcijos“ gamina daugybę ričių, kurios yra skirtingos matmenų, dizaino ar konstrukcijos požiūriu. Kadangi šiame darbe nagrinėti visų tipų ritės būtų per daug sudėtinga, buvo nuspręsta apsistoti prie vienos rūšies gamintojo ritės gamybos proceso. Darbe yra pateikti esminiai gamybos proceso ciklai aprašymai ir eksperimentiniu būdu nustatytos ir palygintos darbo valandų laiko sąnaudos. Šiuo tyrimu norima parodyti, kokį darbo našumą pavyko pasiekti įmonei per pastaruosius metus, o taip pat duoti rekomendacijas, kurios galėtų dar labiau padidinti įmonės konkurencingumą.[6]

Šiuo metu paprastai ritę pagaminti trunka apie 2 savaites, neskaitant paruošiamųjų ir dažymo darbų. Ši trukmė priklauso nuo tam tikrų faktorių – cecho užimtumo, medžiagų pristatymo vėlavimo ir pan. Tačiau šis rodiklis nėra toks svarbus, koks yra svarbus darbo našumas, kuris lemia efektyvų gamybos darbą ir gaminio savikainą. Tas pats darbas gali būti atliktas skirtingais laikotarpiais, bet tuo pačiu metu turėti vienodą darbo valandų kiekį. Pavyzdžiui, dviem skirtingoms įmonėms yra duotos pagaminti dvi vienodos ritės; joms yra išduota po 2000 valandų pagaminimui; viena ritė yra pagaminama per mėnesį, kita per 2 mėnesius, tačiau išnaudotas valandų kiekis išlieka tas pats. Tai reiškia, kad tas pats darbas atliekamas tuo pačiu valandų kiekiu, tačiau skiriasi jo intensyvumas, kurį apibrėžia įmonių pajėgumai ir darbo organizavimo ypatybės. Reikia nepamiršti, jog dėl elektros vartojimo, patalpų nuomos ir kitų faktorių ilgesnis gaminimo laikotarpis reikalauja daugiau gamybos sąnaudų, ir taip didina gaminio savikainą. Darbo našumas išreiškiamas darbo, per kurį pagaminama 1 tona duoto produkto (val./t), valandomis. Tuo norima pasakyti, jog įmonei yra svarbus darbo našumo rodiklis.



19 pav. 9,2 m skersmens ričių gamybos darbo našumas kitimas 2012-2014 m.

[UAB „Vakarų konstrukcijos duomenys]

Kiekvienam gamybos patobulinimui didėja darbo našumo efektyvumas. Sparčiai keičiantis gamybos darbo pobūdžiui ir organizavimui, taikant naujus LEAN filosofijos metodus buvo stebimas gerėjantis darbo našumo rodiklis. Tyrimai rodo, jog LEAN sistemos diegimo pradžia davė stulbinančius rezultatus. Grafike 20 pav. yra parodyti projektų stebėjimų darbo našumo rodikliai per 2012-2014 metus. Visi projektai vienodo tipo 9,2 metro skersmens ričių, gauti iš vieno užsakovo. Pirmieji du projektai N-1 ir N-2 (pavadinimai pakeisti) buvo vykdomi tais metais, kai dar nebuvo LEAN metodas taikomas ir naudojamos senos surinkimo technologijos. Vėliau darbo našumas ženkliai pagerėjo ir jau paskutiniuose projektuose siekė 50,6 val./t., kas sudaro 35% nuo pradinio projekto.

Remiantis įmonės veiklos rezultatais, per pastaruosius porą metų matomi nemenki pagerėjimai. Žiūrėti 3 lentelė parodyti pelno, darbuotojų skaičių ir apyvartos pasiekimai.

3 lentelė. Įmonės veiklos rezultatai 2011-2013 m

| <b>Rodiklis</b>     | <b>Per 2011 m.</b> | <b>Per 2013 m.</b> |
|---------------------|--------------------|--------------------|
| Apyvarta            | 43 mln. Lt         | 90 mln. Lt         |
| Darbuotojų skaičius | 194 žm.            | 288 žm.            |
| Pelnas              | 0,8 mln. Lt        | 10 mln. Lt         |

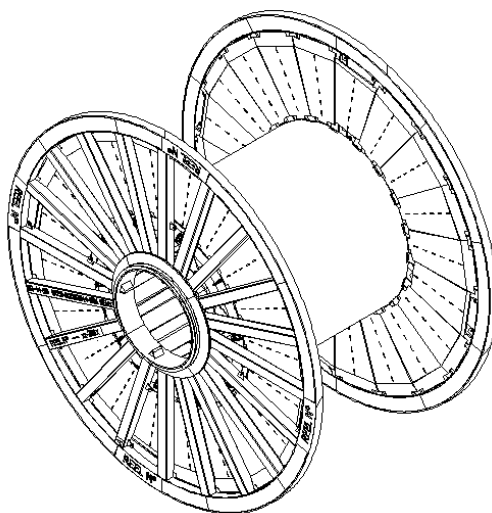
Darant tokį tyrimą, galima bus įžvelgti, kas iš tiesų daro tokius rezultatus ir kaip reikia išsaugoti esamą situaciją bei, esant reikalui, padidinti šiuos rodiklius į didesniąją pusę. O tam, kad tą padaryti, reikia pasiimti vienos ritės gamybos procesą ir jį ištirti.

### 2.2.1 Pagrindiniai parametrai.

Nagrinėjamos ritės technologiniai brėžiniai yra pateikti 1 priede (informacija apie užsakovus yra konfidenciali). Tai yra viena iš dažniausiai pasitaikančių ričių, skirtų vynioti kabeliams 19 pav. Konstrukcija susideda iš lakštų ir stačiakampių profilių.

Ritės parametrai:

- Aukštis (skersmuo) - 9,2 m;
- Plotis - 5,89 m;
- Būgno skersmuo - 4.4 m;
- Būgno plotis - 5 m;
- Svoris 45,1 tona;
  - būgnas – 14,1 t.;
  - flanšas 2 x 15,5 t



20 pav. Nagrinėjima 9,2 m skersmens ritė.

[VK įmonės brėžiniai]

### 2.2.2 Pagrindiniai techniniai reikalavimai

Standartiniai naudojami ritės reikalavimai yra aprašyti standartais ir įvairiomis procedūromis. Ritės gamybą prižiūri klasifikacinė bendrovė DNV, kuri parenkama pagal užsakovo pageidavimą. Šie ir kiti reikalavimai bei standartai yra pateikti 4 lentelėje.

4 lentelė. Ritės gamybos technologiniai reikalavimai.

| Nr. | Kriterijai             | Standartai, lygiai, pastabos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Klasifikacinė bendrovė | DNV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2.  | Gamybos standartas     | DNV-OS-C401. Vadovautis <i>Kokybės planu (ITP)</i> ir jame nurodytais standartais.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 3.  | Suvirinimas            | Siūlės virinamos vadovaujantis DNV-OS-C401 ir pagal patvirtintą suvirinimo lentelę „Welding Log“. Suvirinimo briaunas paruošti pagal atitinkamus SPA (Suvirinimo procedūros aprašas).<br>Visi sujungimai turi būti užvirinti nepaliekant tarpų tarp detalių;<br>Suvirintojai turi turėti galiojantį sertifikatą pagal ASME IX arba EN287-1. Jų sertifikatai pateikiami prieš suvirinimo darbus.<br>Naudojamos vielos: ESAB miltelinė OK E71T-1 d=1,2mm; vientisa UltraMag d=1,2mm; Lincoln d=4 mm L61                                                                                                                                                                                                                                       |
| 4.  | Valymas                | VT: Visos siūlės turi atitikti atitinkamą kokybės klasę pagal standartą EN 5817. Konkrečios siūlės klasė nurodyta Welding Loge.<br>Būgno išorė:<br>Pagal standartą ISO 8501-3, klasė P3. Siūlių aukštis ≤0,3 mm nuo gretimo paviršiaus. Aštrios briaunos užapvalintos R2.<br>Būgno vidus:<br>Pagal standartą ISO 8501-3, klasė P2. Aštrios briaunos užapvalintos R2.<br>Ritės flanšo išoriniai paviršiai:<br>Pagal standartą ISO 8501-3, klasė P2. Aštrios briaunos užapvalintos R2.<br>Ritės flanšo vidiniai paviršiai (kurie kontaktuos su kabeliu):<br>Pagal standartą ISO 8501-3, klasė P3. Siūlių aukštis ≤0,3 mm nuo gretimo paviršiaus. Dėžės išorinę briauną užapvalinti R3, kitas - R2.<br>Visos aštrios briaunos užapvalintos R2. |

|                    |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                    |                                         |      |      |      |       |      |  |  |   |      |      |      |      |      |      |      |     |    |     |     |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |  |  |     |     |      |      |      |      |       |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |   |     |     |     |    |     |     |     |     |                    |                                         |  |  |         |                   |           |                       |  |  |   |     |     |     |
|--------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------------|------|------|------|-------|------|--|--|---|------|------|------|------|------|------|------|-----|----|-----|-----|------|------|------|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|-----|-----|------|------|------|------|-------|-------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|---|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|--------------------|-----------------------------------------|--|--|---------|-------------------|-----------|-----------------------|--|--|---|-----|-----|-----|
| 5.                 | NDT                                     | Pagal standartą EN 17635, DNV-OS-C401 ir „DNV class. Note No. 7“. Kategorija “Primary“ (100% VT, 20% UT ir 20% MT) su išimtimis (vadovautis NDT planu):<br>Svarbios siūlės - 100% VT , 100% MT ir 20% UT.<br>Kritinės siūlės - 100% VT , 100% MT ir 100% UT.<br>Nesvarbioms siūlėms (flanšų apsiuva, braketės dėžėje) - tik 100% VT;<br>Atitikimo kriterijai pagal „DNV class. Note No. 7“, EN 5817, EN 23278, EN 11666.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                                         |      |      |      |       |      |  |  |   |      |      |      |      |      |      |      |     |    |     |     |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |  |  |     |     |      |      |      |      |       |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |   |     |     |     |    |     |     |     |     |                    |                                         |  |  |         |                   |           |                       |  |  |   |     |     |     |
| 6.                 | Papildomi reikalavimai                  | Patikrinti visas ričių gilzes su šablonu prieš dažymą.<br>Su šablonu patikrinti flanšų išorinių juostų sujungimus S33 (ar sklandžiai nuvalytos siūlės).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                    |                                         |      |      |      |       |      |  |  |   |      |      |      |      |      |      |      |     |    |     |     |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |  |  |     |     |      |      |      |      |       |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |   |     |     |     |    |     |     |     |     |                    |                                         |  |  |         |                   |           |                       |  |  |   |     |     |     |
| 7.                 | Dažymas                                 | Paviršių paruošimas dažymui nurodytas punkte 4.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                    |                                         |      |      |      |       |      |  |  |   |      |      |      |      |      |      |      |     |    |     |     |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |  |  |     |     |      |      |      |      |       |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |   |     |     |     |    |     |     |     |     |                    |                                         |  |  |         |                   |           |                       |  |  |   |     |     |     |
| 8.                 | Tolerancijos                            | Pagrindinės tolerancijos nurodytos brėžiniuose:<br>➤ gilzės vid. Ø2250 <sup>+8/-0</sup> ;<br>➤ atstumai tarp flanšų 5000 <sup>+8/-0</sup> ;<br>➤ tarpas lynams 110 <sup>+3/-0</sup> .<br>Likusias tolerancijas imti iš žemiau išvardintų standartų.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                    |                                         |      |      |      |       |      |  |  |   |      |      |      |      |      |      |      |     |    |     |     |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |  |  |     |     |      |      |      |      |       |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |   |     |     |     |    |     |     |     |     |                    |                                         |  |  |         |                   |           |                       |  |  |   |     |     |     |
| 8.1                | Tolerancijų principai                   | ISO 8015. Tolerancijų paskirtis ir žymėjimas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                    |                                         |      |      |      |       |      |  |  |   |      |      |      |      |      |      |      |     |    |     |     |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |  |  |     |     |      |      |      |      |       |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |   |     |     |     |    |     |     |     |     |                    |                                         |  |  |         |                   |           |                       |  |  |   |     |     |     |
| 8.3                | Gamybos tolerancijos                    | <div>Linijiniams matmenims pagal EN ISO 13920, klasė A:</div> <table><tr><td rowspan="4">Tolerancijos klasė</td><td colspan="8">Ribos (mm) nominaliems dydžiams l, (mm)</td></tr><tr><td>2</td><td>virš</td><td>virš</td><td>Virš</td><td>Virš</td><td>Virš</td><td>Virš</td><td>Virš</td></tr><tr><td>iki</td><td>30</td><td>120</td><td>400</td><td>1000</td><td>2000</td><td>4000</td><td>8000</td></tr><tr><td>30</td><td>iki</td><td>iki</td><td>iki</td><td>iki</td><td>iki</td><td>iki</td><td>iki</td></tr><tr><td></td><td></td><td>120</td><td>400</td><td>1000</td><td>2000</td><td>4000</td><td>8000</td><td>12000</td></tr><tr><td colspan="9">Tolerancija t, mm</td></tr><tr><td>A</td><td>± 1</td><td>± 1</td><td>± 1</td><td>±2</td><td>± 3</td><td>± 4</td><td>± 5</td><td>± 6</td></tr></table> <div>Tolerancijos kampiniams matmenims pagal EN ISO 13920, klasė D:</div> <table><tr><td rowspan="3">Tolerancijos klasė</td><td colspan="3">Ribos (mm) nominaliems dydžiams l, (mm)</td></tr><tr><td>iki 400</td><td>virš 400 iki 1000</td><td>virš 1000</td></tr><tr><td colspan="3">Tolerancija t, (mm/m)</td></tr><tr><td>D</td><td>±26</td><td>±22</td><td>±18</td></tr></table> <div>Tolerancijos simetriškumui, statmenumui: Nurodyta brėžiniuose.</div> | Tolerancijos klasė | Ribos (mm) nominaliems dydžiams l, (mm) |      |      |      |       |      |  |  | 2 | virš | virš | Virš | Virš | Virš | Virš | Virš | iki | 30 | 120 | 400 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | 30 | iki | iki | iki | iki | iki | iki | iki |  |  | 120 | 400 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | 12000 | Tolerancija t, mm |  |  |  |  |  |  |  |  | A | ± 1 | ± 1 | ± 1 | ±2 | ± 3 | ± 4 | ± 5 | ± 6 | Tolerancijos klasė | Ribos (mm) nominaliems dydžiams l, (mm) |  |  | iki 400 | virš 400 iki 1000 | virš 1000 | Tolerancija t, (mm/m) |  |  | D | ±26 | ±22 | ±18 |
| Tolerancijos klasė | Ribos (mm) nominaliems dydžiams l, (mm) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                    |                                         |      |      |      |       |      |  |  |   |      |      |      |      |      |      |      |     |    |     |     |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |  |  |     |     |      |      |      |      |       |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |   |     |     |     |    |     |     |     |     |                    |                                         |  |  |         |                   |           |                       |  |  |   |     |     |     |
|                    | 2                                       | virš                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                    | virš                                    | Virš | Virš | Virš | Virš  | Virš |  |  |   |      |      |      |      |      |      |      |     |    |     |     |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |  |  |     |     |      |      |      |      |       |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |   |     |     |     |    |     |     |     |     |                    |                                         |  |  |         |                   |           |                       |  |  |   |     |     |     |
|                    | iki                                     | 30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    | 120                                     | 400  | 1000 | 2000 | 4000  | 8000 |  |  |   |      |      |      |      |      |      |      |     |    |     |     |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |  |  |     |     |      |      |      |      |       |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |   |     |     |     |    |     |     |     |     |                    |                                         |  |  |         |                   |           |                       |  |  |   |     |     |     |
|                    | 30                                      | iki                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | iki                | iki                                     | iki  | iki  | iki  | iki   |      |  |  |   |      |      |      |      |      |      |      |     |    |     |     |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |  |  |     |     |      |      |      |      |       |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |   |     |     |     |    |     |     |     |     |                    |                                         |  |  |         |                   |           |                       |  |  |   |     |     |     |
|                    |                                         | 120                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 400                | 1000                                    | 2000 | 4000 | 8000 | 12000 |      |  |  |   |      |      |      |      |      |      |      |     |    |     |     |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |  |  |     |     |      |      |      |      |       |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |   |     |     |     |    |     |     |     |     |                    |                                         |  |  |         |                   |           |                       |  |  |   |     |     |     |
| Tolerancija t, mm  |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                    |                                         |      |      |      |       |      |  |  |   |      |      |      |      |      |      |      |     |    |     |     |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |  |  |     |     |      |      |      |      |       |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |   |     |     |     |    |     |     |     |     |                    |                                         |  |  |         |                   |           |                       |  |  |   |     |     |     |
| A                  | ± 1                                     | ± 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ± 1                | ±2                                      | ± 3  | ± 4  | ± 5  | ± 6   |      |  |  |   |      |      |      |      |      |      |      |     |    |     |     |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |  |  |     |     |      |      |      |      |       |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |   |     |     |     |    |     |     |     |     |                    |                                         |  |  |         |                   |           |                       |  |  |   |     |     |     |
| Tolerancijos klasė | Ribos (mm) nominaliems dydžiams l, (mm) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                    |                                         |      |      |      |       |      |  |  |   |      |      |      |      |      |      |      |     |    |     |     |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |  |  |     |     |      |      |      |      |       |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |   |     |     |     |    |     |     |     |     |                    |                                         |  |  |         |                   |           |                       |  |  |   |     |     |     |
|                    | iki 400                                 | virš 400 iki 1000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | virš 1000          |                                         |      |      |      |       |      |  |  |   |      |      |      |      |      |      |      |     |    |     |     |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |  |  |     |     |      |      |      |      |       |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |   |     |     |     |    |     |     |     |     |                    |                                         |  |  |         |                   |           |                       |  |  |   |     |     |     |
|                    | Tolerancija t, (mm/m)                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                    |                                         |      |      |      |       |      |  |  |   |      |      |      |      |      |      |      |     |    |     |     |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |  |  |     |     |      |      |      |      |       |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |   |     |     |     |    |     |     |     |     |                    |                                         |  |  |         |                   |           |                       |  |  |   |     |     |     |
| D                  | ±26                                     | ±22                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ±18                |                                         |      |      |      |       |      |  |  |   |      |      |      |      |      |      |      |     |    |     |     |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |  |  |     |     |      |      |      |      |       |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |   |     |     |     |    |     |     |     |     |                    |                                         |  |  |         |                   |           |                       |  |  |   |     |     |     |
| 9.                 | Matmenų kontrolė                        | Gamybos metu turi būti apmatuojami ritės mazgai ir pildomas „Dimension control form“:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                    |                                         |      |      |      |       |      |  |  |   |      |      |      |      |      |      |      |     |    |     |     |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |  |  |     |     |      |      |      |      |       |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |   |     |     |     |    |     |     |     |     |                    |                                         |  |  |         |                   |           |                       |  |  |   |     |     |     |
| 10.                | Kita informacija                        | <ul style="list-style-type: none"><li>Ant ritės šonų privirinamas markiravimo tekstas kaip parodyta brėžinyje.</li><li>Ritė po gamybos išbandoma ant sukimo įrenginio ant pirso.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    |                                         |      |      |      |       |      |  |  |   |      |      |      |      |      |      |      |     |    |     |     |      |      |      |      |    |     |     |     |     |     |     |     |  |  |     |     |      |      |      |      |       |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |   |     |     |     |    |     |     |     |     |                    |                                         |  |  |         |                   |           |                       |  |  |   |     |     |     |

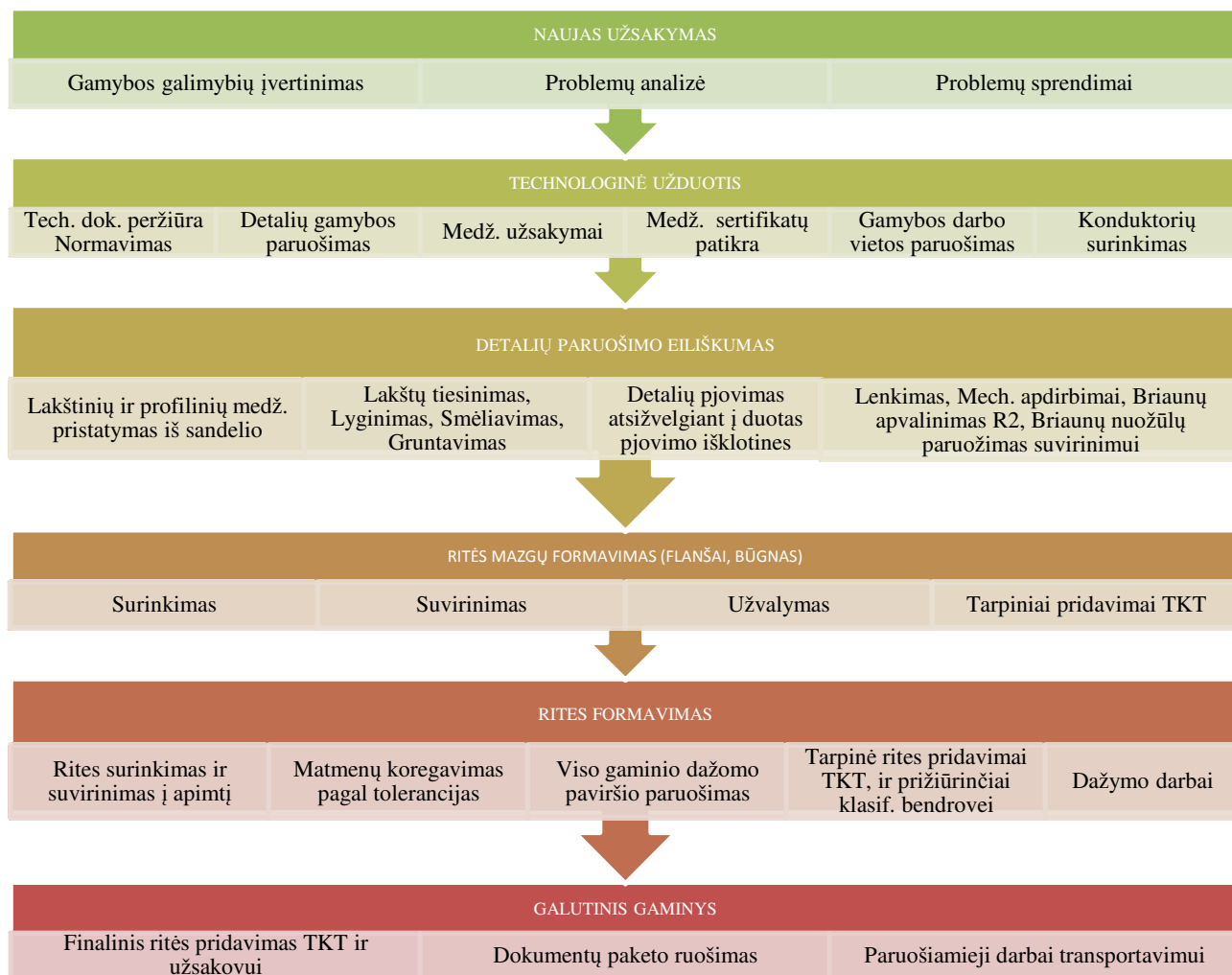
### 2.2.3 Ritės gamybos proceso eiga

Ritės gamybos procesas yra ilgas grandininės sekos ciklas, pradedantis savo kelia nuo gamybos planavimo, paruošimo ir baigiantis jau galutiniu nudažytu, patikrintu produktu. Smulkiau šie atskiri darbai yra surašyti schemeje 21 pav.

Gamybos proceso grandinė sudaryta iš sekančių jungčių:

- **Naujas užsakymas.** Yra svarbu gauti visą galima užsakovo informaciją apie duotą projektą: kur ir kaip bus naudojama ši konstrukcija; reikalavimai, kuriais reikės

vadovautis; tiksliai brėžinius su visomis specifikacijomis. Toliau vyksta visos situacijos analizavimas, įvertinimas. Labai svarbu surasti, kiek įmanoma daugiau potencialių problemų (pavojų) susijusių su projekto realizavimu, juos identifikuoti ir išspręsti. Su šiais dalykais puikiai susidoroti leidžia diegiama LEAN programa, veikiančia pagal nuoseklų projekto valdymo standartą su naujai sukurtu patikrinimo lapu (angl. „check list“). Darbo valandos yra normuojamos pagal specialiai nustatytas konstrukcijos (ritės) tipą, pagaminto gaminio vienos tonos į techninės valandas. Papildomai taikomi koeficientai, jeigu yra griežtesnių reikalavimų



21 pav. Ritės gamybos proceso grandinė.

- **Technologinė užduotis.** Yra peržiūrinėjami ir apdorojami visi techniniai dokumentai. Visus brėžinius apdoroja ir pritaiko prie gamybos. Brėžiniai ir eskizai turi atrodyti taip, kad darbuotojui nebūtų papildomo svarstymo, kaip atlikti duotą darbą. Jie yra perdaromi įvertinus visus konstrukcijos susitraukimus po suvirinimo. Jeigu kyla nenumatytų technologinių gamybos neaiškumų arba padėtis yra labai rimta, kurią neįmanoma realizuoti, visi reikalai tokiu atveju yra sprendžiami su užsakovu. Sėkmės atveju gaunamos naujos revizijos, darbas vyksta toliau.

Sudarinėjamos taip vadinamos detalių „pjovimo kortos“ (išsklotinės). Visos lakštinės detalės išbraižomos ant išsklotinių (dažniausiai tai būna 2(2,5) x 12 m; 2(1,5) x 6 m), o profiliai iš 12 m balkių. Visa tai siunčiama į metalo pjovimo ir apdirbimo įmonę, kur vėliau viskas bus pjaunama. Detalės ruošiamos pagal sukurtas komplektacijas, kurios skirtos detalių tiekimui į cechą.

Medžiagos užsakomos remiantis sudarytomis išsklotinėms. Jos tiksliau parodo, koks turi būti metalo kiekis kartu su išeiga. Suvirinimo medžiagos užsakinėjamos vadovaujantis apskaičiuotų suvirinimo siūlių metražu (dujos, viela, elektrodai, fliusas, keramikinė juosta). Apskaičiavus dažymo paviršiaus plotą, užsakinėjami dažai ir gruntai. Užsakomos medžiagos turi būti sertifikuotos, ir tinkamos naudojimui. Visus sertifikatus privaloma pateikti centrinės laboratorijos ar klasifikacinės bendrovės atstovui patikrinimui. Gavus leidimą, jas galima naudoti.

Pateikiamų į gamybą technologinių dokumentų paketą turi sudaryti:

- Patvirtinti brėžiniai;
- Patvirtintos neardomų sujungimų lentelės ir patvirtinti WPS (suvirinimo procedūros);
- Patvirtinti NDT planai (suvirinimo siūlių tikrinimas);
- Suderintos technologijos;
- Maršrutiniai žiniaraščiai (detalių komplektacijos);

Išdavus technologinių dokumentų paketą, yra priskiriama darbo vieta ir surinkinėjamas konduktorius.

- **Detalių paruošimo eiliškumas;** Detales išpjauna, paruošia ir sukomplektuoja VLG dukterinė įmonė – UAB „Vakarų Metalgama“. Ši įmonė nieko bendro su ričių gamyba neturi. Detalės gaunamos jau paruoštos ir sukomplektuotos. Apie tai, kokia įtaką ši pjovimo įmonė turi ričių gamybos procesui bus aprašyta vėliau.
- **Ritės mazgų formavimas (Flanšai, būgnas).** Gamybos technologinis procesas, per kurį yra surinkinėjami, virinami mazgai, vėliau jie tikrinami ir keliaujami į kita etapą.
- **Ritės formavimas.** Gamybos technologinis procesas, per kurį ritė yra surenkama ir suvirinama. Visi paviršiai pilnai paruošiami dažymui. Vėliau visa tai priduodama kokybes kontrolei.
- **Galutinis gaminys.** Galutinis pridavimas TKT ir užsakovui, per kurį yra peržiūrimas visas gaminys ir jo dokumentų paketas. Po patvirtinimo, gaminys ruošiamas transportavimui.

Susipažinę su gamybos proceso eiga, jau turime bendrą supratimą, kaip, kokia seka vyksta ritės gamybos proceso ciklas. Tokiu būdu galime pereiti prie sekančios darbo dalies – gamybos proceso apžvalgos ir eksperimentinio darbo trukmės įvertinimo stebint procesą.

### 2.3 Technologinio gamybos proceso tyrimas

Tyrimas susideda iš ritės gamybos proceso aprašymo, kartu su faktinėmis darbų atlikimo valandomis. Taip norima pabrėžti, kokia yra įmonės gamybos situacija šiuo metu, kaip ji keitėsi ir kokie galimi nauji atradimai (patobulinimai), galintys pakeisti darbo našumą. Ritės technologinis procesas yra išskaidomas tam, kad lengviau būtų jį ištirti. Vyksta skaidymas į atskiras ritės sudedamąsias dalis arba vadinamus darbo etapus, kurie atvaizduoja bendrą ritės gamybos proceso eigą. Šių etapų yra trys ir jie yra pateikti schemeje 22 pav. Be to, taip pat egzistuoja papildomi darbai: paruošiamieji darbai, bendro organizavimo ir krovimo darbai, kurie neparodyti šioje schemeje.

Tyrimo metu kiekvieno etapo darbo našumas yra analizuojamas, palyginamas su bendru vidutiniu, paaiškinamos priežastys ir teikiamos rekomendacijos, ką ir kaip galima pagerinti našumą ateityje.



22 pav. Ritės gamybos procesas

Į bendrą ritės gamybos procesą nėra įtraukiami nepriklausantys šiam procesui etapai. Šie etapai nepriklauso įmonės, gaminančiai rites, kompetencijai ir juos atlieka kitos subrangovinės įmonės. Todėl šiame darbe šių etapų nenagrinėsime. Šiems etapams priklauso sekantys nepaminėti darbai:

- Detalių pjovimo, apdirbimo, markiravimo ir komplektavimo darbai. Juos atlieka dukterinė įmonė “Vakarų Metalgama“. Visos detalės darbo vietose jau būna paruoštos.

- Technikos kontrolės tarnybos atliekami darbai. Tai yra, konstrukcijų kokybės kontrolė bei tikrinimas.
- Transportavimo paruošimo darbai. Juos atlieka taip pat kitos subrangovinės įmonės.

5 lentelė. Vidutinės ritės gamybos etapų darbo našumo reikšmės.

| Gamybos etapai                     | Svoris, t | Valandų kiekis, val. | Vid. darbo našumas, val./t |
|------------------------------------|-----------|----------------------|----------------------------|
| Flanšo gamyba                      | 15,5      | 701                  | 45,23                      |
| Būgno gamyba                       | 14,1      | 490                  | 34,75                      |
| Ritės gamyba į apimtį <sup>1</sup> | 45,1      | 184                  | 4,08                       |
| Visa gamyba <sup>2</sup>           | 45,1      | 2252                 | 49,93                      |

<sup>2</sup>Gamybos proceso valandos, įskaitant parengiamuosius ir kitus darbus.

<sup>1</sup>Paimtasskaičiuojamas svoris yra visos ritės svoris.

Sekančiuose skyriuose bus apžvelgiama kiekvieno etapo tyrimo eiga. Kiekviename iš jų yra pateiktos lentelės, kuriose yra detalus darbų aprašymas su nustatytu valandų kiekiu ir žmonių skaičiumi. O taip pat pagrindinių darbo elementų trumpa apžvalga, procesų eigos patobulinimai bei papildomų rekomendacijų pateikimas. Kiekvieno skyriaus gale pateikti įmonės palyginimai su vidutiniu darbo našumu.

### 2.3.1 Parengiamieji darbai

#### *Konduktorius paruošimo nustatytos valandos:*

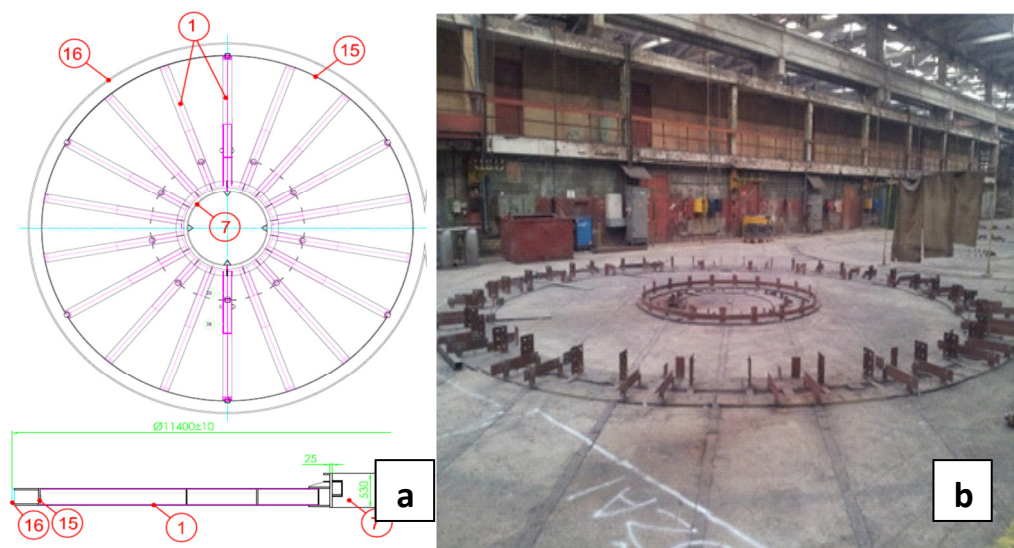
6 lentelė. Flanšo konduktorio paruošimo valandos.

| Flanšo konduktoriaus paruošimas |                        |               |                 |                 |        |        |
|---------------------------------|------------------------|---------------|-----------------|-----------------|--------|--------|
| Nr.                             | Darbo elementai        |               | Žmonių skaičius | Darbo laikas, h |        |        |
|                                 | Veiksmas               | Pastabos      |                 | SURINK.         | SUVIR. | VALYT. |
| 1                               | Vietos paruošimas      | Valymo darbai | 2               | 3               |        |        |
| 2                               | Kontūro žymėjimai      |               | 2               | 5               |        |        |
| 3                               | Plokštelių išstatymas  |               | 2               | 4               |        |        |
| 4                               | Plokštelių tvirtinimas |               | 2               | 4               |        |        |
| Viso:                           |                        |               |                 | 32              | 0      | 0      |

6 lentelėje nurodytas darbų eiliškumas.

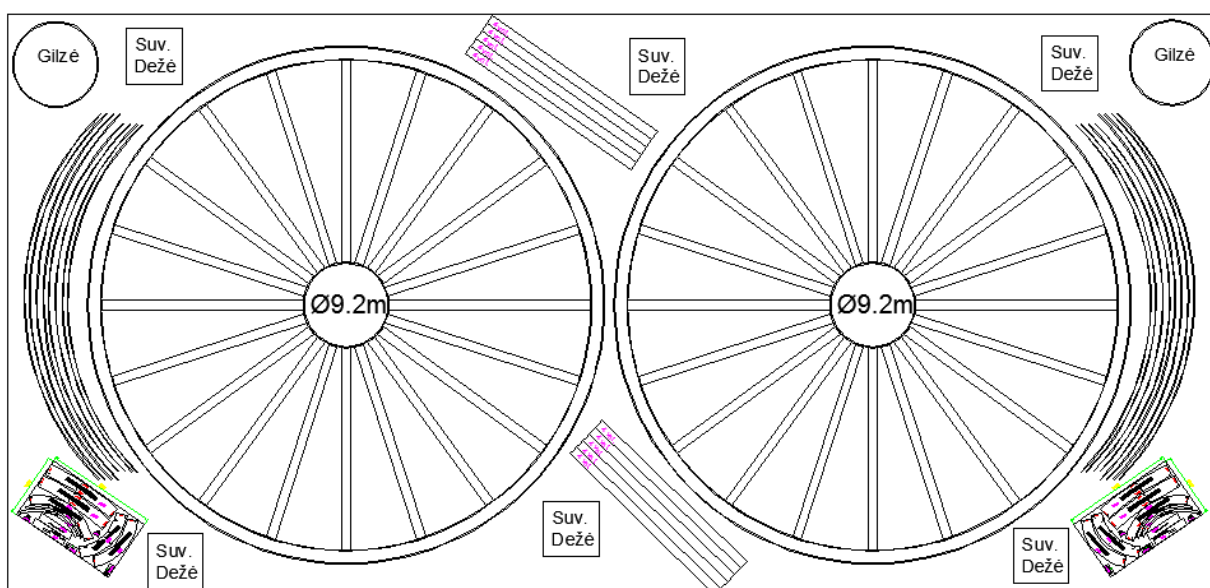
Turint išduotą reikiamų dokumentų paketą ir priskirtą darbo vietą, pradedamas vykdyti darbo **vietos paruošimas**, atliekami sekantys veiksmai:

- Stendo horizonto padėties ir paviršiaus lygmens patikrinimas. Pašalinant didelius nukrypimus.
- Visas stendas yra užvalomas iki lygaus paviršiaus, atlaisvinamas nuo sukabinimo plokštelių likusių suvirinimo žymių ir kitų defektų.
- Paskirti vietos flanšo sudedamosioms detalėms.



23 pav. Ritės konduktorius: a- konduktoriaus kontūrai, b – užbaigtas konduktorius.

Baigiant valymo darbus, pradedamas rinkti flanšo konduktorius (pav. 23, b). Ritės flanšų konduktorius yra formuojamas ant lygaus paviršiaus. Nubraižomi kontūro žymėjimai, vidiniai, išoriniai ir gilzės diametrai ir išvedami būsimų stipinų vietų spinduliai (pav 23, a). Lazerio pagalba išstatomos tiksliai, pagal apskritimo kontūrą plokštelės. Jos tvirtinamos taip, kad horizontaliosios plokštumos padėtis būtų iškelta apie 100 mm aukštyje. Tokiu būdu galima kontroliuoti reikiamą apatinės detalės padėtį. Visos konduktoriaus plokštelės atlieka atramos funkciją. Jų vientisumas ir teisingas išdėstymas nusako būsimą gaminio geometriją. Prieš pradedant surinkimą, konduktorius yra pridudamas techninės kontrolės tarnybai (TKT). Visi matmenys turi atitikti EN ISO 13920, klasė A standartą, prieš suvirinimą ir po suvirinimo.



24 pav. Darbo vieta. Flanšo detalių išdėstymas prie konduktoriaus.

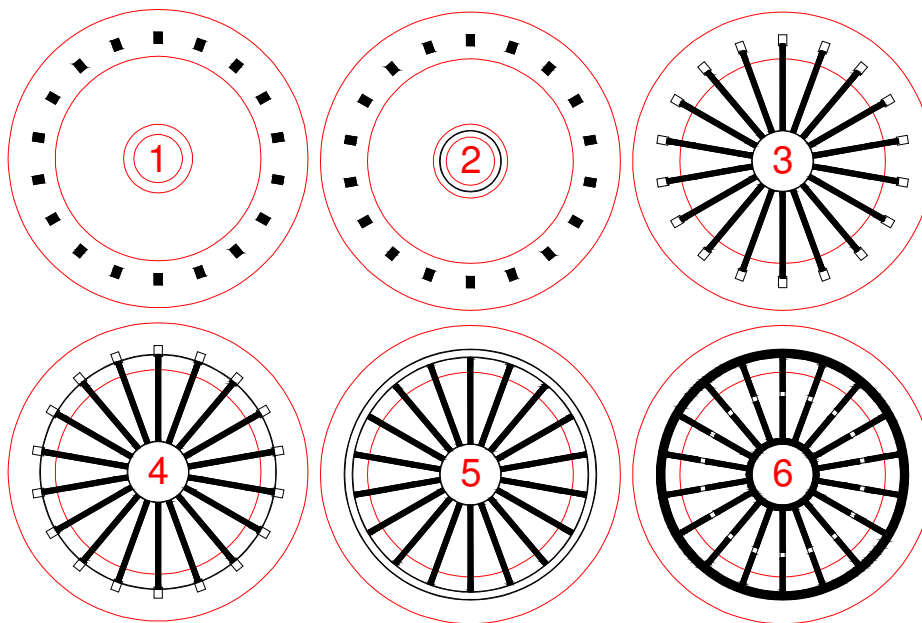
Šis etapas neįeina į bendro flanšo surinkimą, nes tai yra parengiamasis darbas, kuris iš anksto turi nustatytą darbo valandų kiekį. Dirbantys žmonės, tai yra, specializuoti darbininkai, vykdytys

tokias užduotis, pilnai atlieka savo darbą. Trūkumai: darbininkai, vykdantys tokį darbą, yra nepakeičiami. Todėl reikėtų atlikti papildomus apmokymus keliems papildomiems darbininkams. Pagal LEAN principus yra pasiūlyta priskirti tikslas detales buvimo vietas (24 pav.), tokiu būdu darbininkams nebeliktų galvoti ir gaišti laiko ieškant. Šia naujove buvo ženkliai sumažintas surinkėjų darbo valandų kiekis.

Darbo laikas yra fiksuotas, todėl darbo našumas šiame procese yra nenagrinėjamas.

### 2.3.2 Flanšo gamyba

Po flanšo konduktoriaus paruošiamųjų darbų pradedamas flanšo formavimas. Principinė flanšų surinkimo eiliškumo seka pavaizduota schemoje 25 pav. Šia seka vykdomas surinkimas iš vidaus į išorę: 1-uoju numeriu pavaizduotas konduktoriaus paruošimas, tai yra tie darbai nuo, kurių priklausys busimojo mazgo geometrija; 2-uoju - renkama gilzė, tai yra centrinė flanšo dalis; 3 – sustatomi vamzdžiai pagal nubrėžtas kontūro spindulio linijas; 4 - montuojama vidinė flanšo juosta; 5 – išorinė flanšo juosta su apatinių žiedų segmentais; 6 – montuojami likę segmentai ir likusios dalys. Po visų šių formavimo darbų yra vykdomas suvirinimas. Suvirinimo metu flanšas yra apverčiamas tris kartus, tam, kad būtų priėjimas suvirinimui iš abiejų pusių.



25 pav. Flanšo principinė surinkimo schema.

Kaip ir kiek vienas surinkimas, šis prasideda nuo detalių tiekimo. Atgabenus detales į cechą, pradedamas detalių skirstymas pagal poziciją, priskirtą atitinkamą vietą prie konduktoriaus (24 pav). Pilnai paruošus konduktorių ir gavus pirmą komplektą detalių, pradedamas flanšo surinkimas. Tačiau, kad pradėti surinkimą, reikia turėti paruoštus flanšo ruošinius.

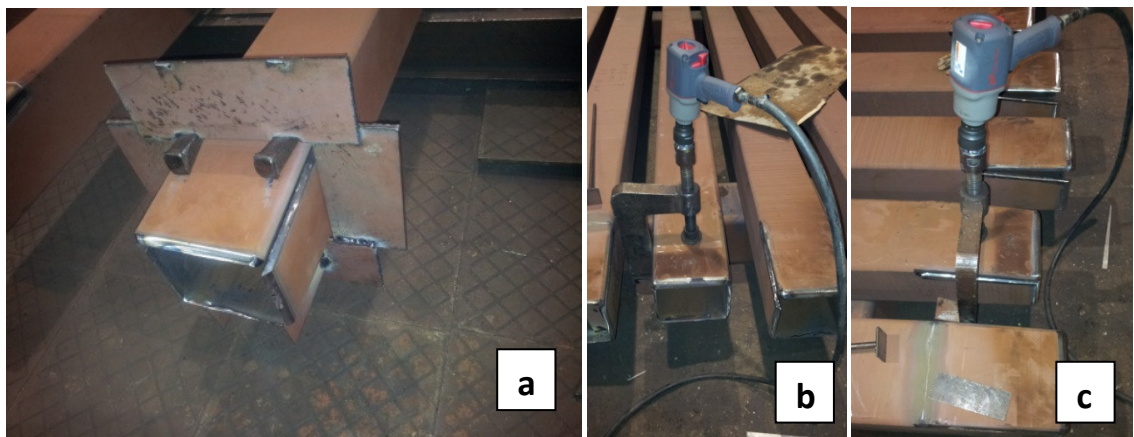
#### ***Flanšo ruošinių paruošimo nustatytos valandos:***

7 lentelė Flanšo ruošinių paruošimo valandos.

| Nr.   | Darbo elementai                     |                        | Žmonių skaičius | Darbo laikas, h |        |        |
|-------|-------------------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|--------|--------|
|       | Veiksmas                            | Pastabos               |                 | SURINK.         | SUVIR. | VALYT. |
| 1     | Vamzdžių prilenkimas                | 20 vnt.                | 1               | 4               |        |        |
| 2     | Vamzdžių nuožulos paruošimas        | 20 vnt.                | 2               |                 |        | 4      |
| 3     | Vamzdžių virinimas                  | 40x0,3m                | 2               |                 | 8      |        |
| 4     | Jungiamų vamzdžių surinkimas        | 4 vnt                  | 2               | 2               |        |        |
| 5     | Jungiamų vamzdžių suvirinimas       | 4 vnt                  | 1               |                 | 6      |        |
| 6     | Visų vamzdžių užvalymai             | 20 vnt                 | 2               |                 |        | 4      |
| 7     | Iškyšų lenkimas, poz.10             | 4 vnt                  | 2               | 2               |        |        |
| 8     | Iškyšų surinkimas, poz.10           | 4 vnt                  | 1               | 1               |        |        |
| 9     | Iškyšų suvirinimas, poz.10          | 4 vnt                  | 1               |                 | 4      |        |
| 10    | Apsiuvos valcavimas, poz. 14,15     | 20 vnt.                | 2               | 4               |        |        |
| 11    | Apsiuvos lenkimas, poz. 14,15       | 20 vnt.                | 2               | 4               |        |        |
| 12    | Valcavimas Gilzė, poz. 1            | 1 vnt                  | 1               | 2               |        |        |
| 13    | Valcavimas - Vidinė juosta, poz. 5  | 4 vnt. vienu metu      | 1               | 1               |        |        |
| 14    | Valcavimas - Išorinė juosta, poz. 7 | 2x2 vnt. su tilteliais | 1               | 2               |        |        |
| 15    | Valcavimas – Lenktas žiedas, poz. 9 | 4 vnt.                 | 1               | 2               |        |        |
| Viso: |                                     |                        |                 | 52              | 26     | 16     |

Flanšo (7 lentelė) ruošinių gamyboje dirba visų rūšių darbininkai, surinkėjai, valytojai ir suvirintojai. Paprastai visi darbai atliekami netoli flanšo konduktoriaus. Šie darbai susideda iš atskirų etapų: stipinų (vamzdžių) paruošimas; iškyšų paruošimas, detalių lenkimo darbai.

Vamzdžių prilenkimas iki naujo būdo atsiradimo buvo atliekamas kaitinant rankiniu būdu. Šis būdas reikalavo daugiau laiko, apie 10-15 min./stipinui. Tačiau dabar, pasitelkus pneumatinį įrenginį ir specialų prietaisą, šis lenkimas trunka apie 5 min./stipinui. Sutaupyta laikas bendrą trukmę sumažina iki 2 valandų.



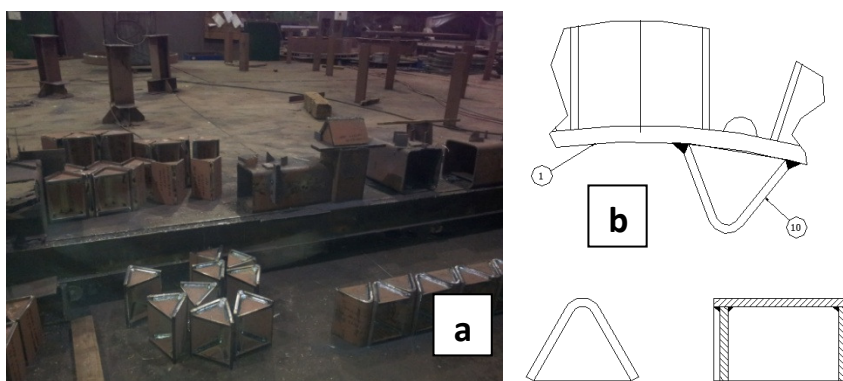
26 pav. Naujasis vamzdžių lenkimo būdas termomechanškai lenkiant

Visus profilio vamzdžius pjauna „Vakarų Metalgama“ (VMG). Tai yra ekonomiškiau ir užima mažiau laiko. VMG specializuojasi pjovime, todėl specialiomis pjovimo programomis ji išpjauna vamzdžius greičiau ir kokybiškiau, nei tai padaro UAB „Vakarų konstrukcijos“. Vamzdžiai į darbo vietą atkeliauja jau supjauti su dalinai išpjautomis nuožulomis.

Standartiškai vamzdžiai pjaunami iš 12 m ilgio profilių. Į šį profilį telpa 3 sveiki vamzdžiai ir lieka likutis apie 2 metrus. Todėl, kai kurie vamzdžiai yra sujungiami iš dvejų dalių, taip bandoma efektyviau panaudoti visas medžiagas iš likusių po pjovimo likučių. Padaromos sujungimo vietos nuožulos suvirinimui, vėliau surenkama, suvirinama, nuvaloma ir dedama į bendrą vamzdžių dislokavimo vietą.

Atliekamas nuožulnų paruošimas, tai yra vamzdžio prilenkiamos dalies prispaudimas, paliekant tarpelius būsimai suvirinimo siūlei formuoti. Po prilenkimo viskas sukabinama plokštelėmis ir laukiama suvirinimo.

Iškyšos – prizmės formos atskiras nedidelis mazgas, jis gaminamas atskirai 26 pav. Iš pradžių jo detalės lenkiamos ir suvirinamos, o tik vėliau montuojamos į gilzės vidų. Tokį darbą atlieka du darbininkai – surinkėjas ir suvirintojas.



27 pav. Gilzės iškyšų ruošiniai.

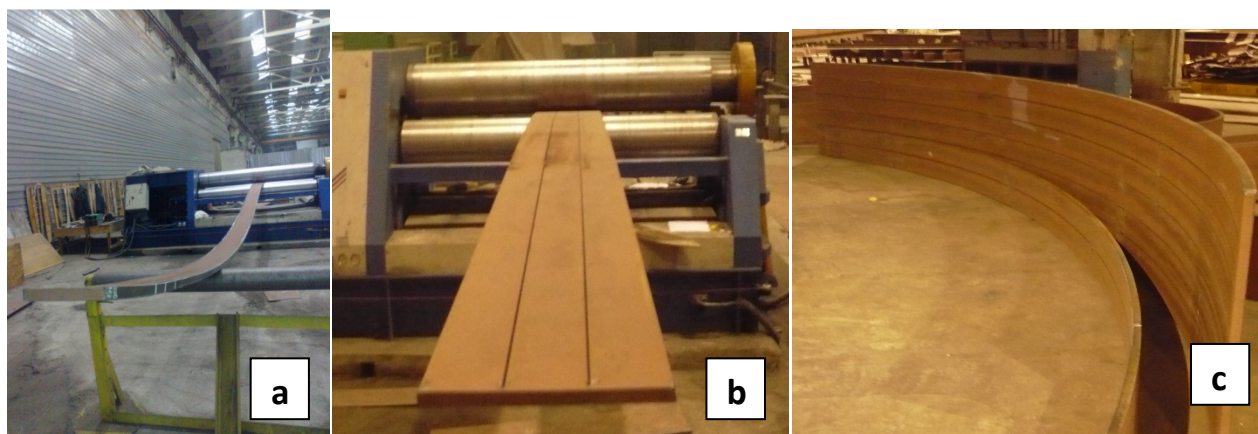
Apsiuva ir iškyšų plokštelė lenkiama specialiose lenkimo preso staklėse. Lenkimo preso kalibravimo ir vienos lenkimo operacijos laikas yra 10-15 min. priklausomai nuo lakšto storio.

Juostos ir gilzės lenkiamos ant valcavimo staklių MCH – 4R. Su šiais valcais lenkia 30-40 mm storio juostas po vieną (27 pav., a,) < 30mm juostas grupuoja po kelias (27 pav., b). Staklių pranašumas – jos nereikalauja užleidimų, kuriuos vėliau tektų nupjauti, tai yra juostos abiejų galų nesulenktos vietos. Taip padaromas pranašumas lyginant su senais valcais. Privalumas: nereikia nupjauti juostos galų (sutaupoma 20-30 min.); detalės iš karto atgabenamos su nupjautomis nuožulomis (nuožulų pjovimas 20-30 min), sutaupomos medžiagos lyginant su senaisiais valcais po 300 mm iš abiejų galų. Atsisakoma dviejų darbų ir bendrai sutaupoma mažiausiai 1 viena valanda juostai arba juostų grupei.

Juostų grupavimo privalumas – kelis kartus sutrumpina juostų valcavimo trukmę. Užuoat valcuojant viena juostą, valcuojamas juostų junginys iš 2-6 juostų. Grupotos juostos atgabenamos iš pjovimo vietos jau sujungtos tarpusavyje, trijose vietose (galuose ir viduryje), taip vadinamais tilteliais (28 pav. b,c). Juostų skaičius priklauso nuo plieno storio, staklių valcavimo galimybių:

- Kai lakšto storis iki 16 mm – grupotų juostų plotis gali siekti iki 2500 mm;

- Kai lakšto storis: 40 mm – grupuotos juostos jau negalimos, plotis 200 mm;



28 pav. Juostų lenkimai

Grupėtų juostų dėka ant abiejų flanšų visas lenkimas vyksta 6 valandas. Seniau – 16 valandų.

Išvados: Dirba nemažai žmonių surinkėjų ir suvirintojų. Pasiekimai: vamzdžiai ateina nupjauti ir dalinai apdirbti. Sukurtas naujas įrenginys, palengvinantis ir pagreitinantis vamzdžių lenkimą. Juostų lenkimui taikomas grupavimas. Nedidelio storio juostos grupuojamos po 2-6 vienetus. Lenkiant daugiau juostų, procesas sutrumpėja. Juostų papildomai nereikia paruošti.

Dėka patobulinimų (lentelėje 8), kurie buvo aprašyti šiame skyriuje, buvo sutaupyta 69 valandos. Lentelėje pateikti suvestiniai rezultatai.

8 lentelė. Flanšo ruošinių paruošimas. Tobulinti darbai.

| Nr.             | Flanšo ruošinių paruošimo | Darbo laikas, h |          |           |
|-----------------|---------------------------|-----------------|----------|-----------|
|                 |                           | SURINK.         | SUVIR.   | VALYT.    |
| 1               | Vamzdžių prilenkimas      | 3               |          |           |
| 2               | Vamzdžių paruošimas       | 32              |          | 8         |
| 4               | Juostų apdirbimas         | 4               |          | 2         |
| 5               | Juostu valcavimas         | 10              |          |           |
| Viso sutaupyta: |                           | <b>49</b>       | <b>0</b> | <b>10</b> |

Atlikto darbo palyginimas prieš ir po pateiktas 9 lentelėje.

9 lentelė. Flanšo ruošinių paruošimas. Palyginimai.

| Flanšo ruošinių paruošimas | Darbo laikas, h |           |           |
|----------------------------|-----------------|-----------|-----------|
|                            | SURINK.         | SUVIR.    | VALYT.    |
| Prognozuojama gamyba       | 52              | 26        | 24        |
| Dabartinė gamyba           | <b>52</b>       | <b>26</b> | <b>24</b> |
| Ankstesnė gamyba           | 101             | 26        | 34        |
| Skirtumas:                 | -49             | 0         | -10       |

Paruošus visus flanšo konstrukcijai skirtus ruošinius ir tinkamai išdėliojus darbo vietoje pagal flanšo detalių išdėstymą prie konduktoriaus, galima pereiti prie kito flanšo gamybos etapo.

**Flanšo surinkimas konduktoriuje:**

10 lentelė. Flanšo surinkimo darbai konduktoriuje.

| Nr.   | Darbo elementai                                    |                   | Žmonių<br>skaičius | Darbo laikas, h |        |        |
|-------|----------------------------------------------------|-------------------|--------------------|-----------------|--------|--------|
|       | Veiksmas                                           | Pastabos          |                    | SURINK.         | SUVIR. | VALYT. |
| 1     | Gilzė, poz. 1                                      | 1 vnt             | 2                  | 1               | 1      |        |
| 2     | Stipinai, poz. 2                                   | 20 vnt            | 2                  | 2               |        |        |
| 3     | Vid. dėžės juosta, poz.5                           | 4 vnt             | 2                  | 4               |        |        |
| 4     | Dėžės apat. segmentų (6) ir brakečių (11) statymas | 20 vnt. ir 20 vnt | 2                  | 5               |        |        |
| 5     | Išorinė dėžės juosta, poz. 7                       | 4 vnt             | 2                  | 4               |        |        |
| 6     | Brakečių virinimas                                 | 20 vnt.           | 2                  |                 | 8      |        |
| 7     | Dėžės viršut. segm. statymas, poz. 6               | 20 vnt.           | 2                  | 4               |        |        |
| 8     | Vamzdžių vert. virinimas prie gilzės               |                   | 2                  |                 | 2      |        |
| 9     | Vamzdžių vert. virinimas prie dėžės                |                   | 2                  |                 | 4      |        |
| 10    | Žiedo (poz. 3) surinkimas                          | 2 vnt             | 2                  | 1               |        |        |
| 11    | Žiedo (poz. 3) virinimas su nuvalymu               | 2 vnt             | 2                  |                 | 3      |        |
| 12    | Dėžės suvir.                                       | 50% siūlės        | 2                  |                 | 20     |        |
| 13    | Žiedų (poz. 9, 21, 4) surinkimas                   |                   | 2                  | 4               |        |        |
| 14    | Penčių (poz. 13) statymas                          | 16 vnt.           | 2                  | 1               |        |        |
| 15    | FLANŠO IŠTRAUKIMAS                                 |                   | 2                  | 1               |        |        |
| Viso: |                                                    |                   |                    | 49              | 76     | 0      |

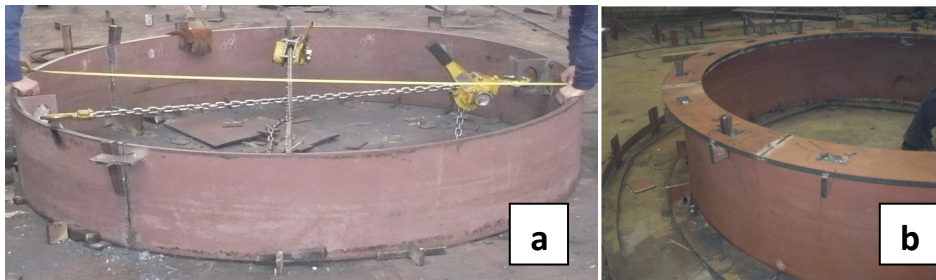
Visi darbai nurodyti 10 lentelėje . **Gilzės surinkimas.** Ant lygaus paviršiaus turi būti nubrėžtas padidintas gilzės apskritimo kontūras (+10mm), poz.7 (29 pav.) Po suvirinimo gilzės žiedas susitrauks 10 mm. Viduje pastatomos atraminės plokštelės tam, kad gilzės apskritimas būtų taisyklingas. Atvežta iš valcavimo vietos suvalcuota detalė, poz.7 (juosta 15-30 mm storio) dedama ant konduktoriaus ir pleištu pagalba apspaudžiama taip, kad skersmuo būtų lygus 2260 mm. Papildomai užtikrinant taisyklingą gilzės skersmenį, ant detalės viršaus dedamas specialus šablonas - konduktorius Pav. Tai yra pagalbinis žiedas su kiaurymėmis, kurios sudaro apskritimą 2260mm +/- 30mm. Į kiaurymes įsistato pleištai, su kuriais reguliuojamas reikiamo dydžio matmuo.



29 pav. Flanšo gilzė.

Prieš kelis metus buvo naudojamas senasis būdas (30 pav., a), kuris kėlė tam tikrų problemų. Buvo virinamos specialios pentys, į kurias kabindavo grandines su įtempėjais. Norint gauti taisyklingą formą, reikėdavo ilgai tampyti grandines. Dažniausiai nesigaudavo taisyklinga forma,

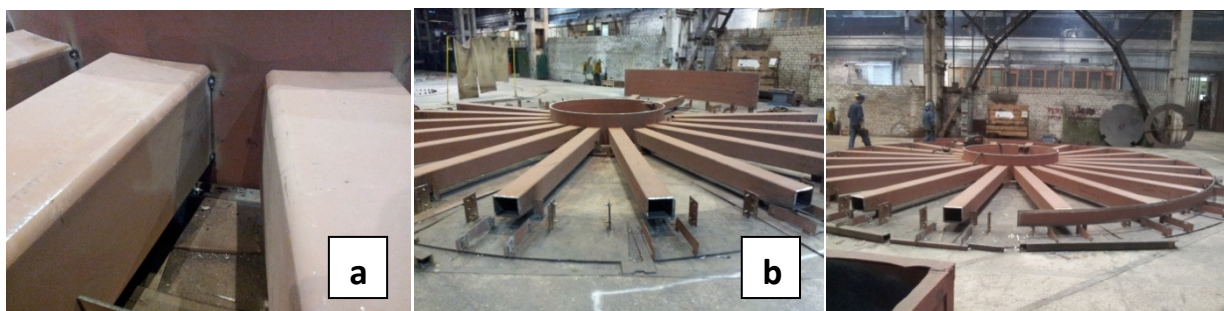
kurios taisymui sunaudojama daug laiko. Tokia operacija trukdavo 3-4 valandas ir papildomo taisymo valandų – 2 val. Tačiau dabar yra sukurta nauja technologija (30 pav., b). Naujuoju būdu ji trunka 1 valandą ir po kiekvieno tokio gilzės montavimo praktiškai nebelieka taisymo darbų.



30 pav. Gilzės montavimas prieš patobulinimą ir jį įdiegus.

Įstačius ir tinkamai atkalibravus gilzės apskritimą iš išorinės pusės, yra užvirinama vertikali siūlė. Ši siūlė turi X nuožulą – 1/3 nuožulos iš lauko pusės, 2/3 iš vidinės pusės). Pirmą virinama iš lauko pusės, o vidinę dalį – gilzės surinkimo pabaigoj. Tokiu būdu yra sutaupoma 1 val., nes išlaikomi tinkami nuožulų kampai įvertinant susitraukimą, todėl nereikalingi taisymo darbai.

**Stipinų ir vidinės juostos montavimas.** Stipinai, poz. 1 ir išorinė juosta, poz. 15 (31 pav.) statomi iš karto po gilzės surinkimo. Stipinai montuojami ir taškiniu suvirinimu prikabinami prie gilzės, griežtai pagal apibrėžtus konduktoriaus spindulių kontūrus. Vamzdžiai dedami ant konduktoriaus vertikaliai pastatytų plokštelių, tokiu būdu stipinai bus vienoje plokštumoje.



31 pav. Stipinų ir juostų montavimas.

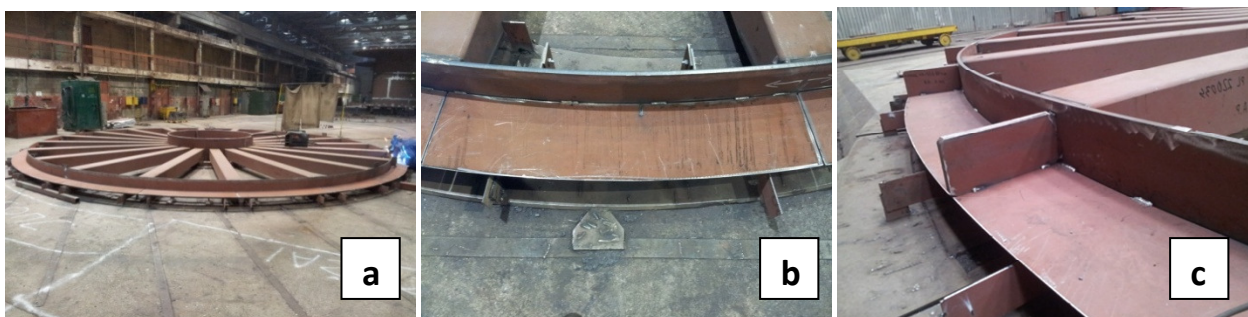
Stipinų ir juostų montavimas parodytas 31 pav. Juostos dedamos sulig vidinio skersmens kontūru, paliekant 3 mm tarpelį suvirinimui tarp stipino ir juostos. Lygiai taip pat kaip ir gilzei, šiai operacijai yra sukurta nauja technologija, kurios efektyvumas padidėjo keliasdešimt kartų. Prieš naujovės atsiradimą flanšas buvo renkamas kiek kitokia eiga – iš išorės į vidų (32 pav.). Dirbdavo 2 žmonės ir pastatydavo 20 stipinų per 20 valandų (iš viso 40 valandų). Dėl sudėtingo montavimo stipinai dažnai tinkamai netilpdavo į reikiamą vietą, todėl jie nuolat būdavo ištraukiami šlifuojami, vėl statomi, vėl išimami, vėl valomi ir statomi ir t.t.

Valcuotos juostos būna 6 m ilgio, tiek gali suvalcuoti staklės, tai reiškia, jog 9,2 m skersmens ritei tokių juostų prireiks 5 vienetų po 6 metrus. Dedant paskutinę valcuotą juostą, ją reikia trumpinti (32 pav.). Juosta nupjaunama ir sujungiama su kita juosta, taip gaunant vientisą žiedą.



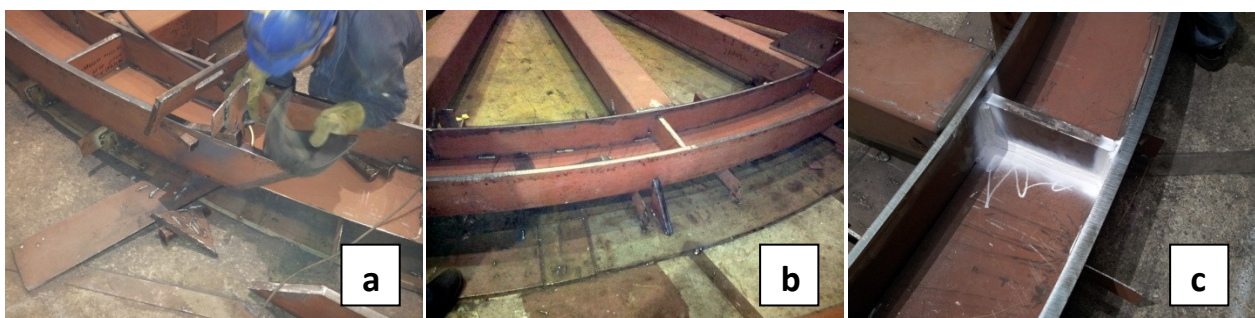
32 pav. Stipinų ir juostų statymai prieš ir po.

Apatinio segmento (poz.6), vidaus atraminių braketėlių (poz.11) ir viršutinio segmento (poz. 7) montavimo procesas. Apatinį plokščią žiedą sudaro 1200 – 2000 mm ilgio segmentai. Segmentų kiekis ir ilgis priklauso nuo ritės skersmens. Segmentai sudedami pagal vidinio žiedo apskritimą ant vertikalių konduktoriaus plokštelių (33 pav.). Konduktoriaus plokštelės yra viename lygyje, taip užtikrinama taisyklinga žiedo geometrinė forma. Paliekamas 3 mm tarpelis pilnam įvirinimui tarp juostos ir segmentų. Sudarant konduktorių, šie tarpeliai turi būti įvertinti.



33 Pav. Segmento ir juostos montavimas bei virinimas.

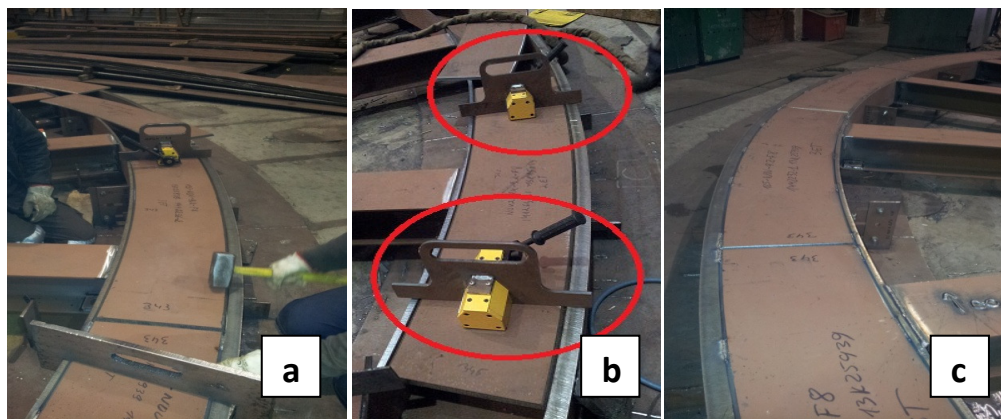
Pastiprinimo braketės statomos prie kiekvieno stipino vidurio ir prikabinamos, kaip pavaizduota (33 pav.). Išorinės juostos ir viršutinio segmento (poz. 7) - montuojamos analogišku būdu, kaip ir vidinės (pav. 34). Ši juosta yra storesnė nei vidinė, todėl dėl savo svorio gali atsirasti kai kurių sunkumų montuojant.



34 pav. Išorinės juostos montavimas ir braketėlių virinimas.

Viršutinis segmentas (poz. 6) surenkamas polinių magnetų pagalba. Tai yra naujas metodas, leidžiantis lygiai sudėti viršutinius segmentus. Jų pagalba yra nesunkiai pakraunamas, pakeliamas segmentas ir padedamas į vietą tarp juostų. Segmentas sveria apie 30 kilogramų, todėl magnetai, kurių keliamoji galia 100 kg, be problemų susidoroja su pakrovimo darbais. Ant magnetų yra

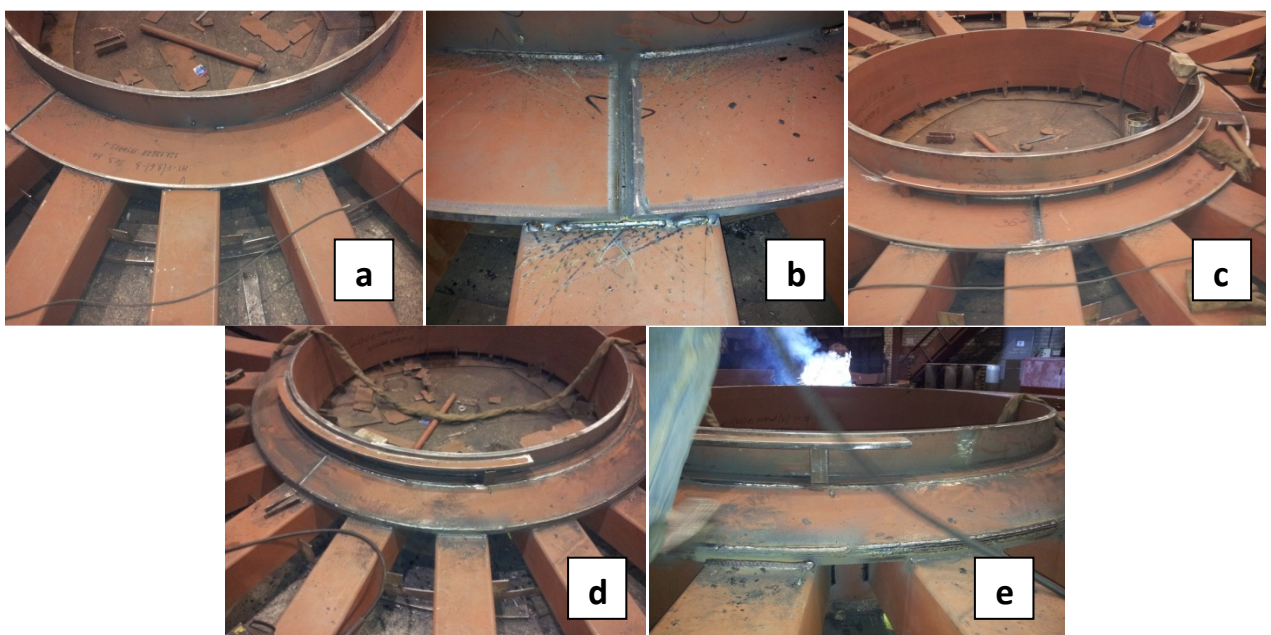
primontuota pagalbinė plokštelė, kuri neleidžia jam įkristi į vidų. Tokiu būdu išvengiama pagalbinių prilaikančių plokštelių privirinimo (įskaitant jų nuėmimą ir virinimo vietos užvalymą). Taip yra supaprastinamas darbas, nes papildomai nereikia nei virinti, nei nuiminėti ir valyti. Seniau tai trukdavo 15-20 min/vnt., plus 10 min valymo. Bendrai gaudavosi, kad 2 žmonės dirba apie 6 valandas montavimo procese ir vėliau 1 žmogus 3 val. valo. Kiekvieno tokio segmento statymas su magnetu trunka 8-10 minutes ir gali dirbti vienas žmogus. Tokių segmentų yra 20 vienetų, todėl bendras montavimo laikas yra apie 3 valandas. Tačiau kartais nėra viskas taip paprasta. Dažnai pasitaikantys brokuoti segmentai - padidinto pločio 5-10 mm. Juos papildomai reikia atrinkinėti, vykdant papildomą briaunų valymą. Vieno tokio segmento darbas papildomai užtrunka 10-15 min, neskaitant atrinkinėjimo darbų. Todėl bendrai papildomai prisideda nemažai papildomų valandų.



35 pav. Viršutinio segmento montavimas.

#### **Gilzės žiedų - segmentų montavimas (poz.3; 4; 9;).**

Visi gilzės segmentų montavimo darbai vyksta konduktoriuje, tai yra pirmame flanšo gamybos etape. Suvirinimo darbai jau atliekami sekančiame etape.



36 pav. Gilzės žiedų-segmentų montavimas.

Gilzės mažųjų segmentų montavimas yra atskiras procesas. Stipinai turi būti privirinti prie gilzės. Gilzė ir vamzdžiai turi būti jau suvirinti. Tik tada pradedamas žiedų rinkimas. Surinkimo metu palei gilzės perimetrą yra sustatomi segmentai. Pradžioje pradedamas didžiojo žiedo rinkimas, poz.3 (36.a Pav.) Jis yra užvirinamas (36.b pav.). Vėliau statomas kitas mažesnis segmentas (poz 4), 36 pav. c. ir uždedami lenkti kūginiai segmentai, poz. 9 (36.d pav.). Po žiedų formavimo viskas yra suvirinama (23.d.e pav.). Tai yra daroma norint užtikrinti ritės suvirinimą, o viskas suvirinama tam, kad užtikrintų sutvirtinimo ertmės sandarumą. Pabaigoje uždedami antro žiedo (4 poz.) segmentai ir suvirinami. Tarp 4 pozicijos žiedų yra vieta kėlimo lynui, kurio pagalba bus keliamą ritė.

Po visų šių surinkimo darbų flanšas yra iškeliamas iš konduktoriaus ir dedamas ant atramų šalia konduktoriaus, laukiant tolimesnių suvirinimo darbų. Ištraukus vieną flanšą, konduktoriuje pradedamas surinkinėti sekantis.

Naujų flanšo surinkimo technologijų, tokių kaip naujos gilzės, stipinų segmentų montavimas, diegimas leido beveik per pusę sumažinti surinkimo valandų kiekį. Žiūrėti lenteles 11 ir 11

11 lentelė. Flanšo surinkimas konduktoriuje, darbo valandų sumažinimai.

| Nr.                              | Flanšo surinkimas konduktoriuje | Darbo laikas, h |          |          |
|----------------------------------|---------------------------------|-----------------|----------|----------|
|                                  |                                 | SURINK.         | SUVIR.   | VALYT.   |
| 1                                | Gilzės rinkimas                 | 4               |          |          |
| 2                                | Gilzės taisymas                 | 2               |          | 1        |
| 3                                | Stipinų montavimas              | 38              |          |          |
| 4                                | Viršutinių segmentų statymas    | 12              |          | 3        |
| 5                                | Chaotiškas detalių išdėstymas   | 2               |          |          |
| Viso sutaupyta:                  |                                 | <b>58</b>       | <b>0</b> | <b>4</b> |
| Ateities patobulinimų prognozės: |                                 | 6               | 0        | 0        |

Ateities vizija flanšo surinkimo procese yra sugriežtintų pjaunamų 6 poz. segmentų matmenų reikalavimų išdavimas įmonei, tiekiančiai detales. Jeigu VMG vadovausis sugriežtintais reikalavimais, ateityje bus galima išvengti nereikalingų broko taisymo darbų. Vidutiniškai tokių segmentų vienam flanšui pasitaiko 6-8 vienetų, tai sudaro 30-40% bendro kiekio. Viena tokį segmentą užtrunka pastatyti 20-25 min. Tai reikštų, kad, dirbant dviem darbininkams, viršutinių segmentų statymo trukmė sąlyginai sumažėtų apie 20% procentų ir taip būtų sutaupomos maždaug 6 valandos.

12 lentelė. Flanšo surinkimo konduktoriuje. Palyginimai.

| Flanšo surinkimas konduktoriuje | Darbo laikas, h |           |          |
|---------------------------------|-----------------|-----------|----------|
|                                 | SURINK.         | SUVIR.    | VALYT.   |
| Prognozuojama gamyba            | 43              | 76        | 0        |
| Dabartinė gamyba                | <b>49</b>       | <b>76</b> | <b>0</b> |
| Ankstesnė gamyba                | 107             | 76        | 4        |
| Skirtumas:                      | -58             | 0         | -4       |

**Flanšo gamybos darbai ištraukus iš konduktoriaus:**

13 lentelė. Flanšo gamybos darbai ištraukus iš konduktoriaus

| Nr | Darbo elementai                                       |              | Žmonių<br>skaičius | Darbo laikas, h |            |           |
|----|-------------------------------------------------------|--------------|--------------------|-----------------|------------|-----------|
|    | Veiksmas                                              | Pastabos     |                    | SURINK.         | SUVIR.     | VALYT.    |
| 1  | Dėžės suvirinimas <b>50%</b> 135 procesu              |              | 2                  |                 | 30         |           |
| 2  | Dėžės suvirinimas 121 procesu                         |              | 2                  |                 | 34         |           |
| 3  | Žiedo (poz. 12) surinkimas                            |              | 2                  | 1               |            |           |
| 4  | Penčių (poz. 13) suvir. <b>50%</b> 136 procesu        | 18x0,17m     | 1                  |                 | 5          |           |
| 5  | Žiedo (poz. 12) suvir. 136 procesu                    |              | 1                  |                 | 3          |           |
| 6  | POZ. 8 virinimas 136 procesu                          | 20x1m        | 1                  |                 | 12         |           |
| 7  | Vamzdžių horiz virinimas <b>50%</b> 135+136 procesais | 20x0,25m     | 1                  |                 | 4          |           |
| 8  | Dėžės suvir. <b>100%</b> 136 procesu                  | 4x0,3m       | 1                  |                 | 4          |           |
| 9  | VERTIMAS                                              |              | 2                  | 1               |            |           |
| 1  | Dėžės suvir. <b>50%</b> 135 procesu                   |              | 2                  |                 | 30         |           |
| 10 | Dėžės suvir. 121 procesu                              |              | 2                  |                 | 24         |           |
| 11 | POZ. 9, 4 suvir. 135+136 procesais                    |              | 2                  |                 | 12         |           |
| 12 | Iškyšų statymas (poz. 10)                             |              | 2                  | 4               |            |           |
| 13 | Iškyšų virinimas 135+136 procesais                    |              | 2                  |                 | 3          |           |
| 14 | Fl. išorinės pusės valymas                            | Gilze        | 2                  |                 |            | 8         |
| 15 | Fl. išorinės pusės valymas                            | Dėžė         | 2                  |                 |            | 8         |
| 16 | VERTIMAS                                              |              | 2                  | 1               |            |           |
| 17 | Apsiuvos montavimas, poz. 14, 15                      |              | 2                  | 8               |            |           |
| 18 | Apsiuvos virinimas                                    | Vidinė pusė  | 2                  |                 | 8          |           |
| 19 | Apsiuvos valymas                                      | Vidinė pusė  | 4                  |                 |            | 7         |
| 20 | VERTIMAS                                              |              | 2                  | 1               |            |           |
| 21 | Apsiuvos virinimas                                    | Išorinė pusė | 2                  |                 | 8          |           |
| 22 | Apsiuvos valymas                                      | Išorinė pusė | 4                  |                 |            | 4         |
|    |                                                       |              |                    | <b>32</b>       | <b>326</b> | <b>76</b> |

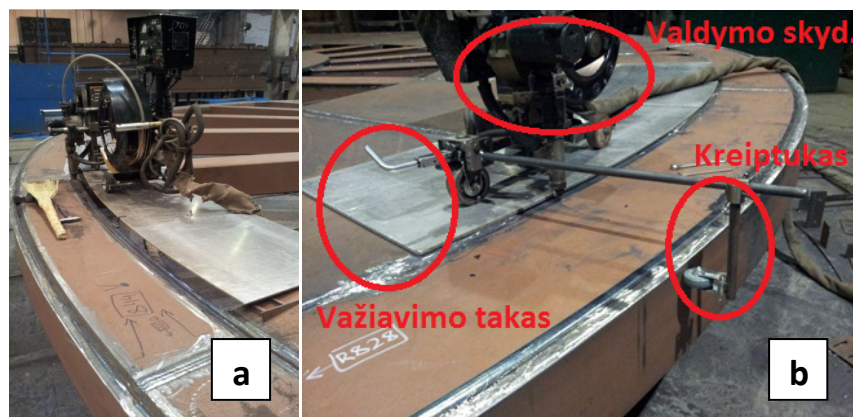
13 lentelė parodytos šio etapo gamybos valandos.

1. Visų vienpusių pilno virinimo siūlių šaknys virinamos 135 procesu.
2. Segmetų tarpusavio sujungimai po šaknies virinimo - 136 procesu.
3. Juostos ir segmentų sujungimai po šaknies virinimo - 121 procesu (automatinis suvirinimas po fliusu).

Pagrindinis užimantis daug laiko darbas yra suvirinimas, o tiksliau, flanšo suvirinimas aplink išorinį ir vidinį žiedą pav. 37. Suvirinimas vyksta pagal procedūras tam, kad nepradegintų metalo. Iš pradžių virinama šaknis naudojant 135 procesą UltraMag d1,2mm viela, o vėliau virinama 121 automatu naudojant storesnę vielą Lincoln d4 mm L61. Paprastai suvirinimas vykdomas vienu traktoriumi dviem operatoriais. Toks procesas, kai 1 metro užpildymas vyksta 135 ir 121 procesu 5ėjimais, trunka 1 val. Flanšo dėžės siūlių bendras ilgis sudaro 111,8 m, tai reiškia, kad du operatoriai su vienu aparatu dirbs apie 230 valandų įskaitant suvirinimo aparato aptarnavimą. Esant galimybei,

našiau būtų virinti dviem traktoriais iš karto, dirbant trims žmonėms: dviem operatoriams, trečias šildo briaunas.

Suvirinimo aparatas parodytas 37 pav. Jo papildomi patobulinimai leido paspartinti aparato aptarnavimą. Kreiptukas ir perkeliamas važiavimo takas (37 pav.) leido sutaupyti apytikriai 10% arba 22 valandas bendro suvirinimo laiko. Tokį efektą lėmė pagerintas aparato valdymas,. Nuo šiol aparatas gali važiuoti be sustojimo, siūlės kokybė tapo geresnė, todėl sumažėjo ir valymo darbų.



37 pav. Automatinis suvirinimo aparatas su patobulinimais.

Flanšo virinimo principas yra toks, jog suvirinus vieną flanšo pusę, jis yra apverčiamas. Apvertimo kiekis – trys kartai, du iš jų reikalingi visoms suvirinimo siūlėms ir apkalos suvirinimui. Apvertimui naudojama speciali kėlimo įranga, kuri leidžia greičiau ir tiksliau apversti flanšą ir nesubraižyti bei neįlenkti flanšo apkalos. Po kiekvieno tokio dalyko šonus tekdavo valyti. Vertimams sutaupomos 2 valandos ir 3 valandos valymo kartu su taisymu.



38 pav. Kelimo įranga.

Kėlimo ąsos (poz.22) ir iškišų (poz.10) montavimo procesas. Kėlimo ąsos parodytos pav.27,a išvertus į anglų kalbą – „D-ring“. Šios detalės nėra gaminamos, tai yra pusfabrikatis. Tokia ąsa susideda iš 3 dalių: D formos žiedo, gumbo formos plokštelės ir plokščiosios plokštelės. Šias detales susivirina pav.38 ir vėliau montuoja prie kiek vieno stipino ir užvirina pav.38.

„Iškyša“ – tai yra atskyras mazgas, jis gaminamas atskirai 39 pav. Iš pradžių jo detalės lenkiamos ir suvirinamos, o tik vėliau montuojamos į gilzės vidų 39 pav.



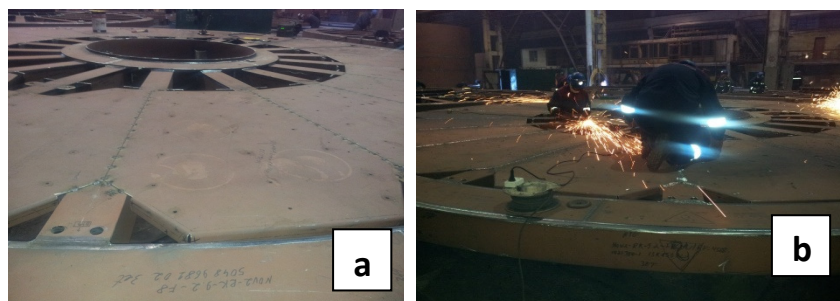
39 pav. Kėlimo ąsos.

Tai yra viena iš svarbiausių dalių. Šios iškyšos atlieka ritės sukimo funkciją. Į jas įsistato sukimo įrenginio komponentai, kurie suka ritę. Mažiausias nesutapimas ir ritė gali netilpti į šį įrenginį. Dėl tokių priežasčių iškyšos turi būti tiksliai surinktos ir suvirintos, turi būti išlaikytas tikslus kampas, matmenys bei detalių išdėstymo padėtis. Tam naudojamas specialus šablonas, kuris įsistato į gilzės vidų ir jo pagalba iškyšų detalės prikabinamos reikiamoje vietoje (39 pav.)



40 pav. Iškyšų montavimas ir patikra.

Apkalos montavimo procesas (poz.14, 15). Apkala atskirai yra lenkiama, vėliau sudedama ant flanšo stipinų. Iš pradžių apkala yra sudedama apytiksliai į jiems skirtą padėtį ant stipinų. Vėliau jie išcentruojami ir suvirinami (pav. 41). Lapų sujungimo siūlės pilnai nuvalomos pav. 41. Buvo pastebėta, jog klasifikacines bendrovės inspektoriai kelia pernelyg griežtus reikalavimus apkalos suvirinimo siūlių valymui, nors DNV standarte nėra nurodytas toks valymas. Susitvarkius su užsakovais šią problemą, buvo prieita prie mažesnio valymo valandų skaičiaus.



41 pav. Flanšo apkala.

Šio etapo sutaupytų valandų kiekis nurodytas 14 lentelėje. Daugiausiai sutaupyta buvo suvirinimo valandų, atlikus suvirinimo aparato patobulinimus.

14 lentelė. Ištraukto iš konduktoriaus flanšo gamybos darbai. Darbų tobulinimai

| Nr.                              | Flanšo gamybos darbai ištraukus iš konduktoriaus | Darbo laikas, h |           |           |
|----------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------|-----------|-----------|
|                                  |                                                  | SURINK.         | SUVIR.    | VALYT.    |
| 1                                | Traktoriau patobulinimas                         |                 | 44        | 8         |
| 2                                | Vertimai                                         | 4               |           | 3         |
| 3                                | Apsiuvos valymas                                 |                 |           | 12        |
| Viso sutaupyta:                  |                                                  | <b>4</b>        | <b>44</b> | <b>23</b> |
| Ateities patobulinimų prognozės: |                                                  |                 | 48        |           |

Tolimesniam suvirinimo etapo tobulinimui reikia įvesti papildomą automatinio suvirinimo aparatą ir virinti iš karto dviem aparatais. Sutrumpėtų viso automatinio suvirinimo laikas. Vienu metu dirbtų du traktoriai ir du operatoriai, o veikiantys aparatai dar kompensuotų vienas kitam šildymą. Operatorius pats gali pasišildyti sau vietą, jei neužtektų pakankamai šilumos. Organizuoti suvirinimą taip, kad dirbtų 2 traktoriai ir 2 operatoriai. Vienas iš jų dar gali šildyti metalą. Susitaupytų 48 valandos (Lentelė 14 ir 15).

15 lentelė Ištraukto iš konduktoriaus flanšo gamybos darbų patobulinimo efektas

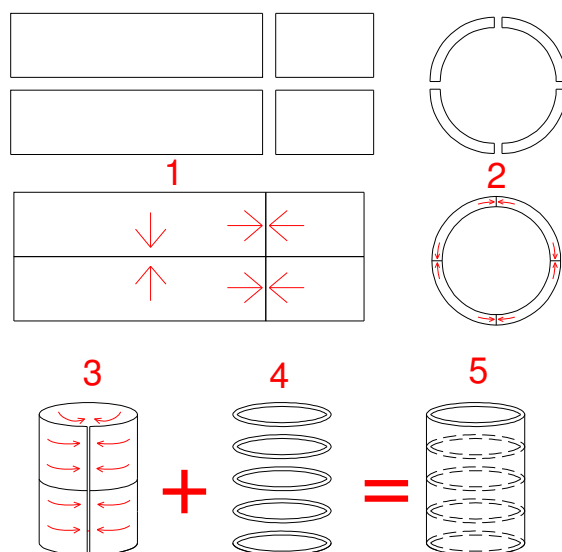
| Flanšo gamybos darbai ištraukus iš konduktoriaus | Darbo laikas, h |            |           |
|--------------------------------------------------|-----------------|------------|-----------|
|                                                  | SURINK.         | SUVIR.     | VALYT.    |
| Prognozuojama gamyba                             | 32              | 318        | 76        |
| Dabartinė gamyba                                 | <b>32</b>       | <b>366</b> | <b>76</b> |
| Ankstesnė gamyba                                 | 36              | 410        | 99        |
| Skirtumas:                                       | -4              | -44        | -23       |

### 2.3.3 Būgno surinkimas

Būgno surinkimas atliekamas skirtingose vietose toliau nuo flanšo. Tai yra sudėtingas gamybos procesas, reikalaujantis kruopštumo. Būgno formavimas susideda iš dvejų fazių:

- Būgno mazgų gamyba (1-a fazė)
- Būgno gamyba į apimtį (2-a fazė)

Analizuojant būgno gamybos procesą, reikia išsiaiškinti kaip jis yra atliekamas. Bendram supratimui (pav.42) yra parodyta principinė būgno surinkimo schema. Kaip nurodyta šioje schemoje, būgno surinkimas prasideda nuo pirmos fazės arba ruošinių paruošimo. Tam, kad surinkti būgną, reikia iš pradžių tarpusavyje suvirinti jo apkalą ir tik vėliau ją lenkti į cilindro formą, kaip nurodyta 1. Su standumo žiedais padaryti tą patį, surinkti iš segmentų specialiame konduktoriuje ir suvirinti 2. Vėliau apkalos viduje pradedami surinkinėti vidaus standumo žiedai bei dedami vamzdžiai 3,4,5.



42 pav. Būgno principinio surinkimo schema.

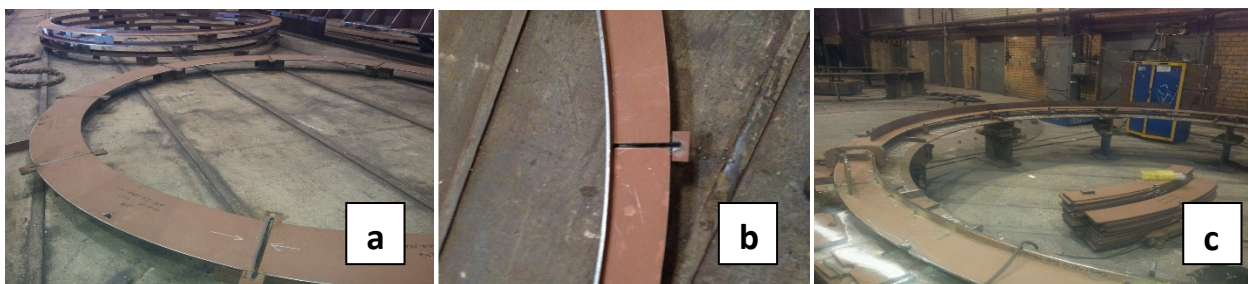
**Būgno mazgų gamyba (1-a fazė):**

16 lentelė. Būgno mazgų gamybos darbai.

| Nr    | Darbo elementai                           |                   | Žmonių skaičius | Darbo laikas, h |        |        |
|-------|-------------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|--------|--------|
|       | Veiksmas                                  | Pastabos          |                 | SURINK.         | SUVIR. | VALYT. |
| A1    | Žiedų (poz. 18) surinkimas                | 2 vnt.            | 2               | 2               |        |        |
| A2    | Žiedų (poz. 19) surinkimas                | 1 vnt             | 2               | 2               |        |        |
| B1    | Būgno apsiuvos (poz. 16) išdėliojimas     |                   | 2               | 2               |        |        |
| B2    | Apsiuvos (poz. 16) surinkimas             |                   | 2               | 4               |        |        |
| B3    | Apsiuvos (poz. 16) valcavimas             |                   | 2               | 2               |        |        |
| B4    | Apsiuvos (poz. 16) pripjovimas ir valymas | (iš vienos pusės) | 2               | 2               |        | 2      |
| A3    | Žiedų (poz. 18) suvirinimas               | 2 vnt.            | 2               |                 | 3      |        |
| A4    | Žiedų (poz. 19) suvirinimas               | 1 vnt.            | 1               |                 | 2      |        |
| B5    | Apsiuvos (poz. 16) suvirinimas            | 121 proc.         | 2               |                 | 6      |        |
| A5    | Žiedų (poz. 18 ir 19) valymas             | 3 vnt.            | 1               |                 |        | 3      |
| B6    | Apsiuvos (poz. 16) valymas                |                   | 2               |                 |        | 4      |
| Viso: |                                           |                   |                 | 28              | 20     | 15     |

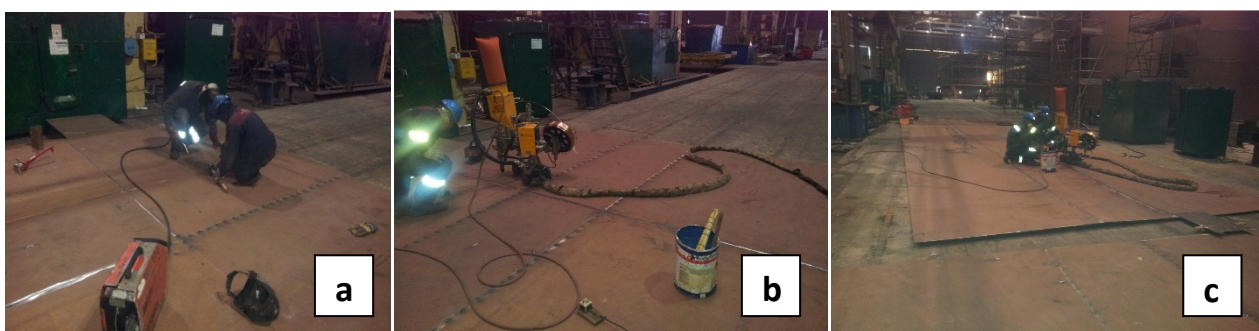
17 lentelėje nurodyti šio etapo gamybos darbų valandos

Paruoštame būgno žiedų konduktoriuje pradedami rinkti vidaus žiedai, poz. 18, 19. Būgno konduktoriuje renkami tik žiedai (43 pav.). Žiedų gabaritų platinti nereikia. Specialiai tam yra didinami žiedo tarpai tarp segmentų 3-6 mm, kad po skersinio suvirinimo siūlės susitraukimo, segmentai atsirastų reikiamose vietose. Būgnas išlieka tolerancijos ribose. Žiedų segmentai tarpusavyje virinami ant keraminių juostelių (pilnas pravirinimas), naudojamos siūlių išvedamosios plokštelės (pav.43).



43 pav. Būgno žiedų surinkimas.

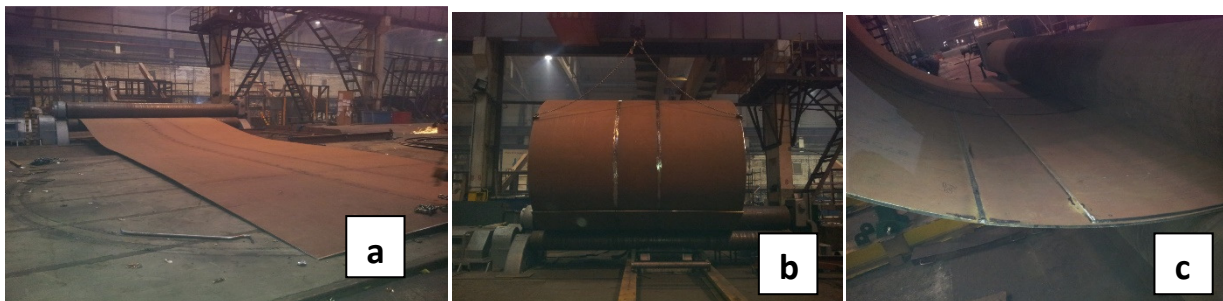
Konduktorių pakėlus aukščiau yra stebimas darbo pagreitis, bendrai žiedų gamyboje sutaupoma 1 valanda. Reiškia, dirbant dviem surinkėjams ir 1 valytojui sutaupoma po dvi valandas. Būgnu (poz. 9) bendrai vadinama apkala, kurią sudaro lakštų klojinys iš keturių dalių su užlaida valcavimui ( $\approx 700$  mm), surinktas tankiais taškiniais privirinimais tam, kad nesusiraitytų (44 pav.).



44 pav Būgno apkalos surinkimo ir suvirinimo darbai.

Seniau į cechą atvežtų lakštų briaunas reikėdavo valyti prieš suvirinimą. Nenuvalius 10 mm nuo lakštų krašto, buvo padaroma daug broko, kas reikalaudavo daugiau remonto darbų. Šį darbą dabar atlieka VMG, tokiu būdu papildomų valymo darbų 34 metrų ilgio briaunoms nebereikia atlikti. Sutaupyta 3 valandos valymo ir sumažinti broko atvejai.

Po lakštų sujungimo ir suvirinimo vyksta apkalos valcavimo (lenkimo) darbai, kurie nurodyti 45,a pav. Lapas keliamas su traverso pagalba ir įvedamas į lenkimo valcus. Valcuojant lapo galas yra prilaikomas kranų tam, kad nuo pernelyg didelio ilgio jis neperlinktų dėl savo svorio.



45 pav. Būgno apkalos valcavimo darbai.

„Didieji valcai“ (pav.45 b) yra būgno surinkimo vietoje. Jų pagalba yra valcuojama būgno apkala. Šių staklių valcavimo galimybės:

- Lakšto storis: 6 mm – plotis 6700 mm;

- Lakšto storis: 32 mm – plotis 4100 mm;
- Lakšto storis: 38 mm – plotis 2600 mm.

Šių staklių trūkumas – valcuojant lakštus ir kitas detales papildomai reikia pridėti užleidimus. Minimalaus abiejų detalės galų užleidimo ilgis – po 350 mm. Tai yra tos detalės zonos, kurias valcai techniškai negali sulenkti. Jos taip ir lieka nesulenktos, todėl jos yra vėliau nupjaunamos.

Sulenкта apkala yra suvirinama iš vidaus ir išorės tam, kad kėlimo metu neišsiskleistų ir liktų susukta. Kėlimo operacijoje naudojamas traversas (46 pav.), keturiuose taškuose sukabinama apkala ištraukiama iš valco staklių ir apverčiama. Šis traversas atsirado palyginamai neseniai. Iki jo atsiradimo buvo naudojamas įprastas kėlimo būdas grandinėmis ir kabliais, keliose apkalos vietose buvo privirinamos pentys, į kurias buvo statomi kabliai. Po kėlimo operacijų pentis reikėdavo nupjauti ir nuvalyti – taip buvo sunaudojamos bereikalingos valymo valandos.



46 pav. Apkalo ištraukimas iš lenkimo valcų.

Po visų būgno mazgų paruošimo darbų, mazgai yra sudedami šalia būsimo būgno formavimo vietos. Ir laukiama tolimesnių darbų vykdymo – surinkimui į apimtį. Būgno mazgų gamyboje nėra stebimi dideli suvartoti valandų kiekiai. Visi darbai yra paprasti ir nereikalaujantys didelių laiko sąnaudų. Todėl sutaupytų valandų kiekis siekia vos 9 valandas lentelė 18. Suvartotų darbo valandų kiekio palyginimas prieš keliolika metų ir dabartiniais laikais yra pateiktas lentelėje 19.

17 lentelė. Būgno mazgų gamybos (1-a fazė) darbų patobulinimai.

| Nr.                              | Būgno mazgų gamybos (1-a fazė) | Darbo laikas, h |          |          |
|----------------------------------|--------------------------------|-----------------|----------|----------|
|                                  |                                | SURINK.         | SUVIR.   | VALYT.   |
| 1                                | Žiedų valymas                  | 2               |          | 2        |
| 2                                | Lakštų briaunų paruošimas      |                 |          | 3        |
| 3                                | Traversas                      |                 |          | 2        |
| Viso sutaupyta:                  |                                | <b>2</b>        | <b>0</b> | <b>7</b> |
| Ateities patobulinimų prognozės: |                                | 0               | 0        | 0        |

18 lentelė. Būgno mazgų gamyba (1-a fazė). Skirtumai.

| Būgno mazgų gamybos (1-a fazė) | Darbo laikas, h |           |           |
|--------------------------------|-----------------|-----------|-----------|
|                                | SURINK.         | SUVIR.    | VALYT.    |
| Prognozuojama gamyba           | 28              | 20        | 15        |
| Dabartinė gamyba               | <b>28</b>       | <b>20</b> | <b>15</b> |
| Ankstesnė gamyba               | 30              | 20        | 22        |
| Skirtumas:                     | -2              | 0         | -7        |

**Būgno gamyba į apimtį (2-a fazė):**

19 lentelė. Būgno gamybos į apimtį (2-a fazė) darbai

| Nr. | Darbo elementai                          |                       | Žmonių skaičius | Darbo laikas, h |            |           |
|-----|------------------------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|------------|-----------|
|     | Veiksmas                                 | Pastabos              |                 | SURINK.         | SUVIR.     | VALYT.    |
| C1  | Apsiuvos statymas ant žiedo (poz. 18)    |                       | 2               | 3               |            |           |
| C2  | Vidurinio žiedo (poz. 19) statymas       |                       | 2               | 3               |            |           |
| C3  | Vamzdžių sudėjimas                       | 20 vnt.               | 2               | 3               |            |           |
| C4  | Viršutinio žiedo uždėjimas               |                       | 2               | 2               |            |           |
| C5  | Apsiuvos apspaudimas (žiedai)            |                       | 3               | 4               |            |           |
| C6  | Apsiuvos apspaudimas (vamzdžiai)         | tarpeliai suvirinimui | 3               | 20              |            |           |
| C7  | Užlaidos pripjovimas ir užvalymas        | (pagal radiusą)       | 2               | 3               |            |           |
| D1  | Suvirinimas būgno <b>viduje</b>          | (žiedai ir vamzdžiai) | 3               |                 | 40         |           |
| D2  | Apsiuvos vertikali užvirinimas           |                       | 1               |                 | 8          |           |
| D3  | Žiedų <b>išorėje</b> virinimas (poz. 18) | 2 vnt.                | 2               |                 | 12         |           |
| E1  | Dangtelių statymas apačioje              | 20 vnt.               | 2               | 4               |            |           |
| E2  | Dangtelių virinimas apačioje             | 20 vnt.               | 2               |                 | 10         |           |
| E3  | Dangtelių valymas apačioje               | 20 vnt.               | 2               |                 |            | 5         |
| F1  | Būgno vidaus užvalymas 1                 |                       | 2               |                 |            | 12        |
| F2  | Būgno vidaus paviršinimai 1              |                       | 2               |                 | 10         |           |
| F3  | Būgno vidaus užvalymas 2                 |                       | 2               |                 |            | 8         |
| F4  | Būgno išorės užvalymas 1                 |                       | 2               |                 |            | 10        |
| F5  | Būgno išorės paviršinimai 1              |                       | 2               |                 | 10         |           |
| F6  | Būgno išorės užvalymas 2                 |                       | 2               |                 |            | 10        |
|     |                                          |                       |                 | <b>108</b>      | <b>212</b> | <b>90</b> |

Šio etapo darbai yra nurodyti 20 lentelėje.

Būgno formavimas prasideda nuo darbo paruošimo vietos: statomos 5-6 atramos, ant jų dedamas išorinis žiedas, 18 poz. Ant šio žiedo viršaus užmaunama apkala ir vėliau su ja sukabinama. Vėliau statomas vidurinis žiedas, 19 poz. būgno apkalos sutvirtinimui. Iš viso būgne yra trys žiedai, paskutinis žiedas dedamas po vamzdžių įstatymo. Būgno apkalos ir žiedų montavimas pavaizduotas 47 pav. Žiedai taškiniu suvirinimu turi būti nepilnai prikabinėti prie apkalos su sąlyga, kad bus paliktas plyšis vamzdžiams įstatyti, tai parodyta brėžinyje 47 pav.



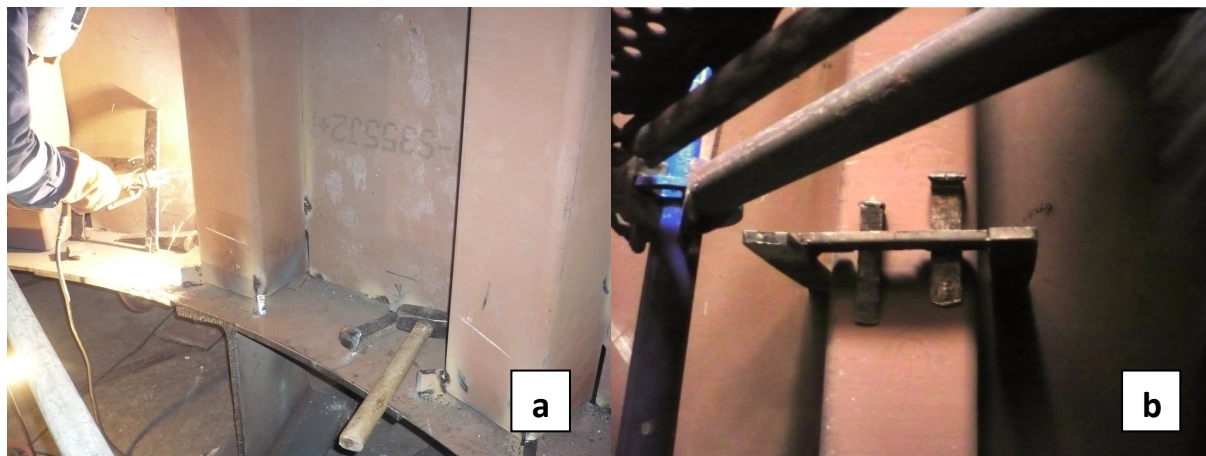
47 pav. Apkalos ir žiedų uždėjimas.

Vamzdžių statymo metu apkala yra atlenkiama, padaromas didesnis plyšis, kad į vidų praeitų vamzdis. Krano pagalba vamzdis yra paimamas ir vedamas pro apkalos plyšį į būgno vidų, įstatomas į jam skirtą vietą ir prikabinamas. Vamzdžio įleidimas į būgno vidų yra nurodytas 48 pav.



48 pav. Būgno vamzdžių statymas.

Įkėlus visus vamzdžius (20 vnt.) į būgno vidų, pradedamas viršutinio žiedo montavimas. Visi vidaus žiedai ir vamzdžiai palaiko bendrą būgno standumą, todėl po visų jų montavimo darbų pradedamas apkalos apspaudimas, taip formuojant cilindrinę būgno formą. Apsiuvos apspaudimas nurodytas 49 pav. Prie apkalos privirinamos plokštelės ir pleištu pagalba apkala prispaudžiama prie vamzdžių.



49 pav. Apkalo apspaudimas.

Likusios po apspaudimo apkalos užlaidos yra nupjaunamos ir paruošiamos užvirinimui. Prieš užvirinant paskutinę apkalos siūlę, turi būti dalinai suvirinti vidaus vamzdžiai ir vidurinis žiedas. Tik tada yra užvirinama apkalos vertikali siūlė (50 pav.). Vėliau iki galo užvirinamos likusios vidaus siūlės ir pradedami siūlių valymo darbai.

Didžiausi nuostoliai yra būgno valymo darbuose. Šis procesas yra labiausiai nekontroliuojamas. Valymo suvartotų valandų kiekiai yra per daug dideli ir neatitinkantys praromtuotų valandų kiekio. Šiuo metu bendras būgno valymas siekia 107 valandas. Skirtumas tarp

išduotų pagal planą ir sunaudotų pagal faktą valandų siekia 40%. Šiandienai skirtumas yra sumažintas iki 20%, o tai sudaro 30 valandas, ateityje planuojama sumažinti dar 20%.



50 pav. Būgno vertikali siūlė.

Šių nesutapimų priežastys yra dėl nenuoseklaus valymo. Tas pačias vietas apeina keli darbininkai su skirtingais įrankiais: vienas su kampiniu šlifuokliu, kitas – su piršteline freza. Tikslas yra pasiekti tokį rezultatą, kad valytojas ateitų tik vieną kartą, turėdamas su savimi pirštelinę frezą ir kampinį šlifuoklį. Būtų sutaupomas laikas, nes neliktų dvigubo laipiojimo ir defektų ieškojimo. Lentelėje 21 pavaizduotas galimų valandų sutaupymas, o lentelėje 22 pavaizduoti valandų palyginimai dabar ir anksčiau.

20 lentelė. Būgno gamyba į apimtį (2-a fazė). Sumažintos valandos

| Nr.                              | Būgno gamyba į apimtį (2-a fazė) | Darbo laikas, h |          |           |
|----------------------------------|----------------------------------|-----------------|----------|-----------|
|                                  |                                  | SURINK.         | SUVIR.   | VALYT.    |
| 1                                | Valymas                          |                 |          | 30        |
| Viso sutaupyta:                  |                                  | <b>0</b>        | <b>0</b> | <b>30</b> |
| Ateities patobulinimų prognozės: |                                  | 0               | 0        | 30        |

21 lentelė. Būgno gamyba į apimtį (2-a fazė). Valandų skirtumai.

|                      | Darbo laikas, h |            |            |
|----------------------|-----------------|------------|------------|
|                      | SURINK.         | SUVIR.     | VALYT.     |
| Prognozuojama gamyba | 108             | 212        | 77         |
| Dabartinė gamyba     | <b>108</b>      | <b>212</b> | <b>107</b> |
| Ankstesnė gamyba     | 108             | 212        | 137        |
| Skirtumas:           | 0               | 0          | -30        |

### 2.3.4 Ritės surinkimas į apimtį

22 lentelė. Ritės surinkimas į apimtį darbo valandomis

| Nr    | Darbo elementai                           |                   | Žmonių skaičius | Darbo laikas, h |        |        |
|-------|-------------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|--------|--------|
|       | Veiksmas                                  | Pastabos          |                 | SURINK.         | SUVIR. | VALYT. |
| A1    | Apatinio flanšo paruošimas sujungimui     |                   | 2               | 2               |        |        |
| A2    | Pagalbinių plokštelių virinimas           | apatinio flanšo   | 2               |                 | 3      |        |
| A3    | Būgno sujungimas su flanšu                | apatinio flanšo   | 2               | 5               |        |        |
| A4    | Žiedų (poz. 18) prispaudimas prie stipinų | apatinio flanšo   | 2               | 4               |        |        |
| A5    | Žiedų prie stipinų sujungimo suvirinimas  | apatinio flanšo   | 2               |                 | 8      |        |
| A6    | Siūlių valymo darbai                      |                   | 2               |                 |        | 5      |
| B1    | Viršutinio flanšo paruošimas sujungimui   |                   | 3               | 4               |        |        |
| B2    | Pagalbinių plokštelių virinimas           | viršutinio flanšo | 2               |                 | 4      |        |
| B3    | Flanšo sujungimas su būgnu                | viršutinio flanšo | 2               | 5               |        |        |
| B4    | Žiedų (poz. 18) prispaudimas prie stipinų | viršutinio flanšo | 2               | 5               |        |        |
| B5    | Žiedų prie stipinų sujungimo suvirinimas  | viršutinio flanšo | 2               |                 | 10     |        |
| B6    | Siūlių valymo darbai                      |                   | 2               |                 |        | 5      |
| 7     | Visos ritės valymas                       |                   | 6               |                 |        | 12     |
| Viso: |                                           |                   |                 | 54              | 50     | 92     |

23 lentelėje nurodytos šio etapo darbo valandos.

Šio etapo metu yra sujungiami visi mazgai į vieną, tai yra flanšai su būgnu (51 pav). Ritės surinkimo į apimtį seka yra tokia: flanšas yra statomas ant atramų; paruošiamos flanšo sujungimo su būgnu vietos; uždedamas būgnas ir užvirinamas; tokiu pat principu dedamas viršutinis flanšas ir užvirinamas. Vėliau atliekami visi ritės valymo darbai.



51 pav. Ritės surinkimas į apimtį.

Analogiškai būgno valymui, šiame etape daugybė valandų sunaudojama valymui, nes ant vienos ritės pasitaiko daugybė nepabaigtų valyti vietų (flanšo ir būgno). Todėl yra sunaudojamas papildomas valymo valandų kiekis. Šis kiekis kiekvieną kartą skirtingas, vidutiniškai jis siekia 30 valandų. Tai yra esminė šio etapo problema. Reikia siekti, kad būtų nuosekliai ir pilnai nuvalomos visos siūlės gamybos proceso eigoje, o ne pačioje pabaigoje. Tačiau problema išlieka ir iki šiol, vis dar pasitaiko nenuvalytų vietų.

Taip pat pastebėta, jog atliekamas papildomas valymo darbas, tai yra apatinio flanšo valymas, po to, kai buvo uždėtas ir privirintas viršutinis. Virinant viršutinį flanšą prie būgno, visi pūslai krenta ant apatinio flanšo ir jį užteršia. Tokiu būdu, kol virinamas viršutinis flanšas, 1 m atstumu

nuo bŭgno reikia palikti apatinį flanšą nevalytą. Jį valyti paskutinėje eilėje. Taip bus sutaupomos dar kelios valytojų dirbamų valandų.

Lentelėje 24 pavaizduotas galimų valandų sutaupymas, o lentelėje 25 pavaizduoti valandų palyginimai su dabartine ir buvusia situacija. Viso sutaupyta 30 valandų

23 lentelė. Ritės surinkimas į apimtį. Darbo valandos sumažinimas

| Nr.                              | Ritės surinkimas į apimtį | Darbo laikas, h |        |        |
|----------------------------------|---------------------------|-----------------|--------|--------|
|                                  |                           | SURINK.         | SUVIR. | VALYT. |
| 1                                | Bereikalingas valymas     |                 |        | 30     |
| Viso sutaupyta:                  |                           | 0               | 0      | 30     |
| Ateities patobulinimų prognozės: |                           | 0               | 0      | 10     |

24 lentelė. Sutaupytos valandos surenkant ritę į apimtį.

| Ritės surinkimas į apimtį | Darbo laikas, h |        |        |
|---------------------------|-----------------|--------|--------|
|                           | SURINK.         | SUVIR. | VALYT. |
| Prognozuojama gamyba      | 54              | 50     | 70     |
| Dabartinė gamyba          | 54              | 50     | 80     |
| Ankstesnė gamyba          | 54              | 50     | 110    |
| Skirtumas:                | 0               | 0      | -30    |

### 2.3. Kiti darbai, nepriklausantiems išvardintiems etapams.

**Brigadininkai ir krovos darbai.** Egzistuoja ir kiti darbai, kurie viso proceso metu yra atliekami visuose išvardintuose etapuose. Brigadininkai atlieka darbų koordinavimą. Jie yra tarpininkai tarp meistro ir darbininko. Gautas užduotis jie paskiria darbininkams, o kartu ir prižiūri darbo eigą. Kiekvienas brigadininkas turi sau pavaldžių 10-15 darbininkų. Tai yra efektyvus valdymo įrankis, leidžiantis kontroliuoti ir efektyviai išnaudoti darbininkus. Šiems darbams skiriama 120 valandų. Kiekvienas projektas turi bent vieną brigadininką. Krovos darbams skiriama 40 valandų; į tai įeina visų cecho vidaus kranų operatorių darbai, skirti detalių ir mazgų perkėlimui.

### 2.4 Ritės gamybos proceso tyrimo rezultatų apibendrinimas

Atlikus ritės gamybos proceso stebėjimus, buvo gauti duomenys, atspindintys viso dabartinio gamybos proceso našumą. Viso tyrimo metu buvo apžvelgiamos trys situacijos - gamybos proceso elementų pakeitimai, kurie nusako senąjį, naująjį ir būsimą gamybos proceso našumą. Prieš gamybos tyrimą buvo pateiktas dabartinis vidutinis gamybos darbo našumas, kuris šiuo metu siekia 50 t/val. Tyrimo stebėjimai parodė, jog iš tiesų stebėtos ritės gamybos proceso darbo našumas atitinka vidutinį ir siekia 49,93 val./t, o bendra ritės gamybos trukmė sudaro 2252 val. Tyrimų stebėjimai nurodyti lentelėje 26.

Buvo taip pat palygintas senasis ritės gamybos proceso darbo našumas su šios dienos ir ateities prognozuojamais našumais. Prieš kelis metus darbo našumas siekė 59,98 val./t lyginant su dabartiniu, susidaro 16,75% arba 453 valandų skirtumas. Tokį didelį sumažinimą lėmė pasikeitimai ritės surinkimo technologijoje, o tiksliau - flanšo surinkime. Buvo pasiekti stulbinantys rezultatai – kone dvigubai sumažintas atidirbtų valandų kiekis ir sutaupyta 68 val. Taip pat suvirinimo aparato patobulinimas leido sutaupyti 58 valandas atliekant flanšo suvirinimo darbus. Ritės būgno sunaudojamų valandų kiekis viršija išduotą pagal normatyvus darbo valandas. Pagrindinė priežastis yra nenuoseklus siūlių valytojų darbas. Tobulinant valytojų darbą buvo sutaupyta 37 valandos, ateityje planuojama sutaupyti dar 30 val.

Labiausiai darbo našumas buvo padidintas flanšo mazgo gamyboje (lentelė 27). Čia darbo našumas pakilo 21,5% ir dar ateityje prognozuojamas mažiausiai 6,57%. Atitinkamai būgno gamybos našumas išaugo 7,37% su papildoma 7,7% prognoze ateičiai. Surinkimas į apimtį pasikeitė neženkliai.

Šie valandų sumažinimai pasiekti diegiant naują LEAN metodologiją, skatinančią nuolat tobulėti ir trumpinti darbo laiką.

Padidinus darbo našumą dar 6,6%, sudarytų 148 val. gaminant vieną ritę. Serijinės gamybos metu, gaminant 10 tokių ričių, susitaupyta 1480 valandų. Per 2013 metus įmonė pagamino 56 tokio tipo ričių. Tai, jeigu toks darbo našumo pagerėjimas būtų 2013 metais, numatomas bendras efektas būtų 8300 valandų per visus metus. Tai nėra galutinis skaičius, darbo našumas nuolatos kyla, todėl kitais metais bus prognozuojami visai kiti skaičiai.

Tai įrodo, jog nuolatinis tobulėjimas taikant naujas technologijas ir diegiant naujus LEAN metodus leidžia palaikyti aukštą įmonės technologinį lygį bei išlikti konkurencingai ričių gamybos segmento rinkoje.

25 lentelė. Gamybos proceso etapų nustatytos valandos

| Mazgas                  | Etapas                                           | Etapų kiekis | Ankstesnis      |        |        | Dabartinis      |        |        | Netolimos ateities |        |        |
|-------------------------|--------------------------------------------------|--------------|-----------------|--------|--------|-----------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|
|                         |                                                  |              | Darbo laikas, h |        |        | Darbo laikas, h |        |        | Darbo laikas, h    |        |        |
|                         |                                                  |              | SURINK.         | SUVIR. | VALYT. | SURINK.         | SUVIR. | VALYT. | SURINK.            | SUVIR. | VALYT. |
| Flanšas                 | Flanšo ruošinių paruošimas                       | 2            | 202             | 52     | 68     | 104             | 52     | 48     | 104                | 52     | 48     |
|                         | Flanšo surinkimas konduktoriuje                  | 2            | 214             | 152    | 8      | 98              | 152    | 0      | 86                 | 152    | 0      |
|                         | Flanšo gamybos darbai ištraukus iš konduktoriaus | 2            | 72              | 820    | 198    | 64              | 732    | 152    | 64                 | 636    | 152    |
| Būgnas                  | Būgno mazgų gamyba (1-a fazė)                    | 1            | 30              | 20     | 22     | 28              | 20     | 15     | 28                 | 20     | 15     |
|                         | Būgno gamyba į apimtį (2-a fazė)                 | 1            | 108             | 212    | 137    | 108             | 212    | 107    | 108                | 212    | 77     |
| Formavimas              | Ritės surinkimas į apimtį                        | 1            | 54              | 50     | 110    | 54              | 50     | 80     | 54                 | 50     | 70     |
| Kita                    | Flanšo konduktoriaus paruošimas                  | 1            | 36              | 0      | 0      | 36              | 0      | 0      | 36                 | 0      | 0      |
|                         | Brigadininkai ir krovos darbai                   | 1            | 140             | 0      | 0      | 140             | 0      | 0      | 140                | 0      | 0      |
| Suma:                   |                                                  |              | 856             | 1306   | 543    | 632             | 1218   | 402    | 620                | 1122   | 362    |
| Visų darbo valandų:     |                                                  |              | 2705            |        |        | 2252            |        |        | 2104               |        |        |
| Darbo našumas (val./t): |                                                  |              | 59,98           |        |        | 49,93           |        |        | 46,65              |        |        |
| Pokytis %:              |                                                  |              | -               |        |        | 16,75%          |        |        | 6,57%              |        |        |

26 lentelė. Atskirų ritės mazgų darbo valandų ir našumų paliginimai.

| Mazgas                             | Kiekis | Ankstesnis      |        |        | Dabartinis      |        |        | Netolimos ateities |        |        |
|------------------------------------|--------|-----------------|--------|--------|-----------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|
|                                    |        | Darbo laikas, h |        |        | Darbo laikas, h |        |        | Darbo laikas, h    |        |        |
|                                    |        | SURINK.         | SUVIR. | VALYT. | SURINK.         | SUVIR. | VALYT. | SURINK.            | SUVIR. | VALYT. |
| Flanšas                            | 2      | 488             | 1024   | 274    | 266             | 936    | 200    | 254                | 840    | 200    |
| Būgnas                             | 1      | 138             | 232    | 159    | 136             | 232    | 122    | 136                | 232    | 92     |
| Formavimas                         | 1      | 54              | 50     | 110    | 54              | 50     | 80     | 54                 | 50     | 70     |
| Flanšas, Darbo našumas (val./t)    | 2      | 57,61           |        |        | 45,23           |        |        | 41,74              |        |        |
| Būgnas, Darbo našumas (val./t)     | 1      | 37,52           |        |        | 34,75           |        |        | 32,62              |        |        |
| Formavimas, Darbo našumas (val./t) | 1      | 4,75            |        |        | 4,08            |        |        | 3,86               |        |        |
| Flanšas, Pokytis %:                | 2      | -               |        |        | 21,50%          |        |        | 7,70%              |        |        |
| Būgnas, Pokytis %:                 | 1      | -               |        |        | 7,37%           |        |        | 6,12%              |        |        |
| Formavimas, Pokytis %:             | 1      | -               |        |        | 14,02%          |        |        | 5,43%              |        |        |

## IŠVADOS

Pasaulinė laivų statybos pramonė, paveikta 2008 m. ekonominės ir finansinės krizės ir laivų perprodukcija, atsigavimo požymių dar nerodo. Dėl žemų naujai statomų laivų kainų, pigesnės darbo jėgos ir pigesnio plieno Rytuose bei keblumų gaunant bankines garantijas Europoje bendro rinkos atsistatymo tikėtis dar anksti. Europoje praktiškai nebestatomi dideli tanklaiviai, konteineriniai ir sausakrūviai laivai. Ši rinka atiteko Azijai.

Sumažėjęs krovinių srautas, perpildyta ir paklausos neatitinkanti laivų rinka, didelė ir įtempta konkurencija, nuolatinis užsakymų kainų kritimas bei aukštos kvalifikacijos darbuotojų trūkumas tiesiogiai daro įtaką Lietuvos laivų statybos pramonei. Ieškoma naujų nišų, kad išgyventi ir išlaikyti darbuotojus, UAB „Vakarų konstrukcijos“ - viena iš „Vakarų Laivų Gamyklos“ dukterinių įmonių - pradėjo ofšoro konstrukcijų, kurių poreikis pasaulyje vis didėja, gamybą. Siekdama išlaikyti konkurencingumą, įmonė diegia LEAN koncepcijos principus.

Nuolatinis tobulinimas 2011-2013 metais davė savo rezultatų: dėl darbo našumo padidėjimo nuo 70val./t. iki 50val./t. apyvarta išaugo daugiau nei 50%, o pelnas - 12,5 karto.

Ritės gamybos proceso tyrimui atrinkus 9,2 m skersmens ir 5 m pločio ofšorinę ritę bei jos gamybos procesą išskaidžius į atskirus etapus, susijusius su ritės flanšų ir būgno surinkimu, buvo nustatytas 21,5% darbo našumo pakilimas iki 49,93 val./t. Jį sudaro sekantis gamybos proceso darbai: surinkimo, suvirinimo ir valymo.

Toliau tobulinant gamybos procesą ir įdiegiant siūlomus sprendimus, darbo našumas padidėtų 6,6% arba vienos ritės gamyba sutrumpėtų 148 val. Įvertinant tai, kad įmonė gali pagaminti 56 tokias rites per metus, būtų sutaupyta 8300 valandų. Šis rodiklis negalutinis: tobulinant ir keičiant darbo organizavimą pagal LEAN metodiką, našumo didinimas gali būti ženklėsnis

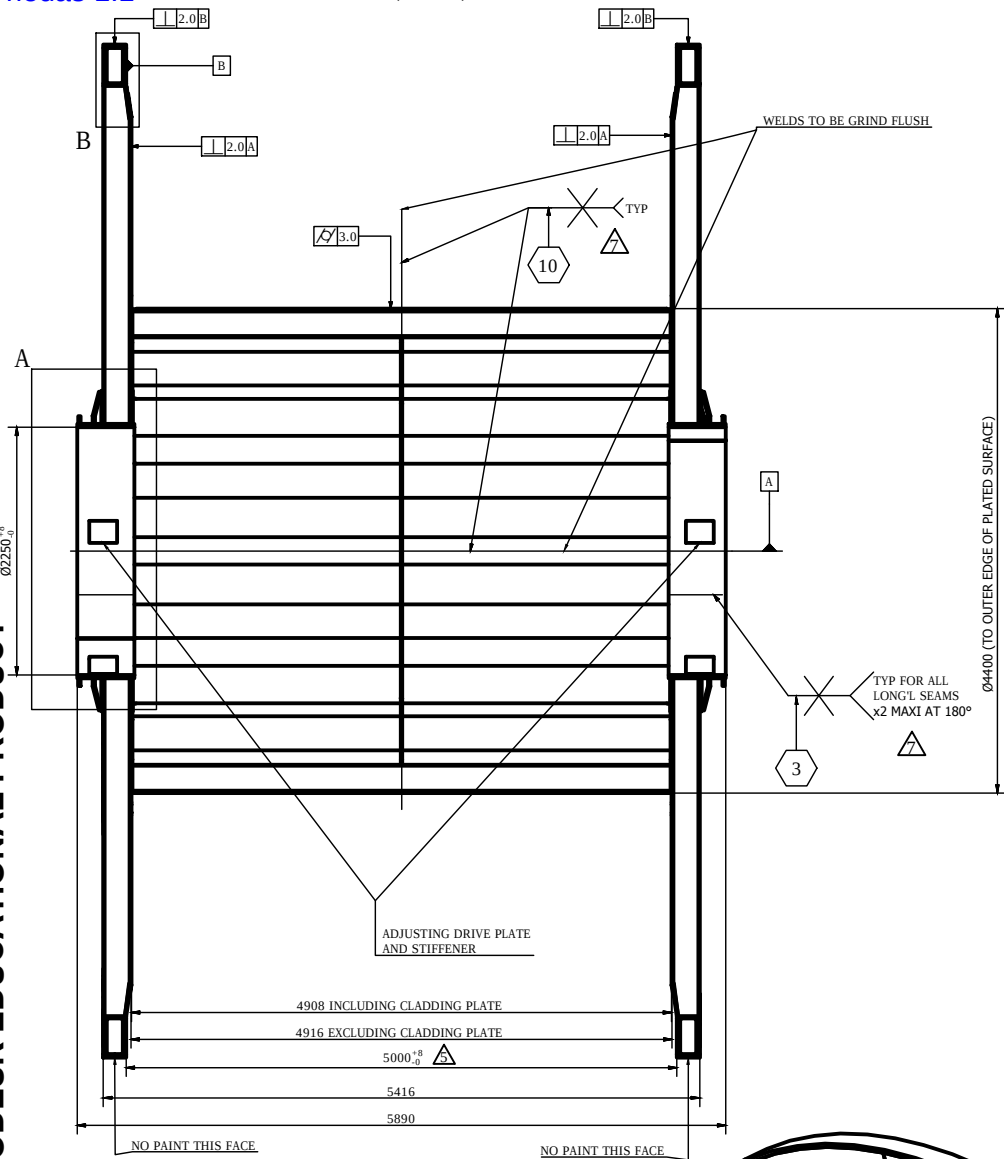
## LITERATŪRA

1. LeaderSHIP 2020 – Towards a strong maritime industrial policy. Kovo 2013. Straipsnis. Conference of peripheral maritime regions of Europe. 4 p.
2. Dereškaite R. 2005. Augalininkystės produkcijos savikainos skaičiavimo metodika: magistrinis darbas. Lietuvos žemės ūkio universitetas.
3. Energijos tiekimas pasauliui. Straipsnis. [Interaktyvus]. [žiūrėta 2013.12.15]. Prieiga per Internetą: <http://www.scienceinschool.org/2009/issue11/energy/lithuanian>
4. EWEA. 2013. The European offshore wind industry - key trends and statistics 2012 . Straipsnis. [Interaktyvus]. [žiūrėta 2013.12.15]. Prieiga per Internetą: [http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/statistics/European\\_offshore\\_statistics\\_2012.pdf](http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/statistics/European_offshore_statistics_2012.pdf)
5. UAB „Vakarų laivų gamykla“. Oficialus tinklapis. [Interaktyvus]. 2013. [žiūrėta 2013.12.15]. Prieiga per Internetą: <http://www.wsy.lt>
6. UAB „Vakarų Konstrukcijos. Oficialus tinklapis. 2013. [žiūrėta 2013.12.15]. Prieiga per Internetą: [“http://www.wsy.lt/wco/index.php/lt](http://www.wsy.lt/wco/index.php/lt)
7. Ozturhan I. 2013., „Vakarų konstrukcijos“ tikslas – tapti kabelių ričių gamybos lydere. Straipsnis. [Interaktyvus] . [žiūrėta 2013.12.15]. <http://vz.lt/article/2013/3/27/vakaru-konstrukcijos-tikslas-tapti-kabeliu-riciu-gamybos-lydere>
8. Directorate-General Enterprise & Industry . 2009. Study on Competitiveness of the European Shipbuilding Industry. Rotterdam, 2009
9. The shipbuilding market,. „At a low“ Annual review 2013, Barry Rogliano Salles.
10. SEA Europe. Shipbuilding market Monitoring. 2013, ataskaita. Nr. 30, Ships and Maritime. 2013
11. Krzarkwiski M. 2011. Europos ekonomikos ir socialinių reikalų komiteto nuomonė dėl Europos laivų statybos pramonės dabartinės krizės sąlygomis. Europos Sąjungos oficialusis leidinys. 1-9 p.
12. Verslo žinios, 2013. Laivų statytojų ateitis. Straipsnis. Leidinys 204/201
13. EWEA. 2013 The European offshore wind industry - key trends and statistics 1st half 2013. [Interaktyvus]. [žiūrėta 2013.12.15]. Prieiga per Internetą: [http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/statistics/EWEA\\_OffshoreStats\\_July2013.pdf](http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/statistics/EWEA_OffshoreStats_July2013.pdf)
14. Freshfields Bruckhaus Deringer llp. 2013. European offshore wind 2013. [Interaktyvus ]. [žiūrėta 2013.12.15]. Prieiga per Internetą: [http://www.freshfields.com/uploadedFiles/SiteWide/News\\_Room/Insight/Windfarms/European%20offshore%20wind%202013%20-%20realising%20the%20opportunity.pdf](http://www.freshfields.com/uploadedFiles/SiteWide/News_Room/Insight/Windfarms/European%20offshore%20wind%202013%20-%20realising%20the%20opportunity.pdf)

15. Frank Wiersma, Jean Grassin, Anthony. 2011. State of the Offshore Wind Industry in Northern Europe [Interaktyvus ].[žiūrėta 2013.12.15]. Prieiga per Internetą: [http://www.northsearegion.eu/files/repository/20120320110429\\_PC-StateoftheOffshoreWindIndustryinNorthernEurope-Lessonslearntinthefirstdecade.pdf](http://www.northsearegion.eu/files/repository/20120320110429_PC-StateoftheOffshoreWindIndustryinNorthernEurope-Lessonslearntinthefirstdecade.pdf)
16. ES struktūrinė parama. Paraiška. [Interaktyvus ]. [žiūrėta 2013.12.15] <http://esparama.lt/2007-2013/lt/paraiska?id=36699>
17. Aušra Skrudupaitė. 2011. 2009-2010 „Lean“ organizacinės inovacijos Lietuvoje.[žiūrėta 2013.12.15]. Prieiga per Internetą: [http://www.inovacijos.lt/inopagalba/lt/lean\\_inovacijos/](http://www.inovacijos.lt/inopagalba/lt/lean_inovacijos/)
18. Engineering and technologies, 2011. Umbilical Systems.Customasised umbilical systems for the global offshore oil and gas market; 2011.Technip.
19. Huismn.2008. Pipelay. Straipsnis. [Interaktyvus]. [žiūrėta 2013.12.15] <http://www.huismanequipment.com/en/products/pipelay>
20. NLI.2010. NLI products. 2010. Katalogas. [Interaktyvus ]. [žiūrėta 2013.12.15]. <http://www.nli.no/index.php?parent=528&groupid=555>
21. Įsakymas. Plieninių konstrukcijų projektavimas. 2005. Lietuvos respublikos aplinkos ministerija. Nr. D1-595, Vilnius
22. Aušra Skrudupaitė. 2011. 2009-2010 „Lean“ organizacinės inovacijos Lietuvoje.[žiūrėta 2013.12.15]. Prieiga per Internetą: [http://www.inovacijos.lt/inopagalba/lt/lean\\_inovacijos/](http://www.inovacijos.lt/inopagalba/lt/lean_inovacijos/)
23. UAB „Vakarų laivų gamykla,,.2008. Western Construction Company broshure. 2008 Klaipėda.
24. Aukštinskas V. Nebijokime dirbti kitaip [žiūrėta 2013.12.15]. Prieiga per Internetą: <http://leanprojektai.lt/media/ESFA%20straipsnis%20-%20ikelimui.pdf>

## **PRIEDAI**

A-A ( 1 : 25 )



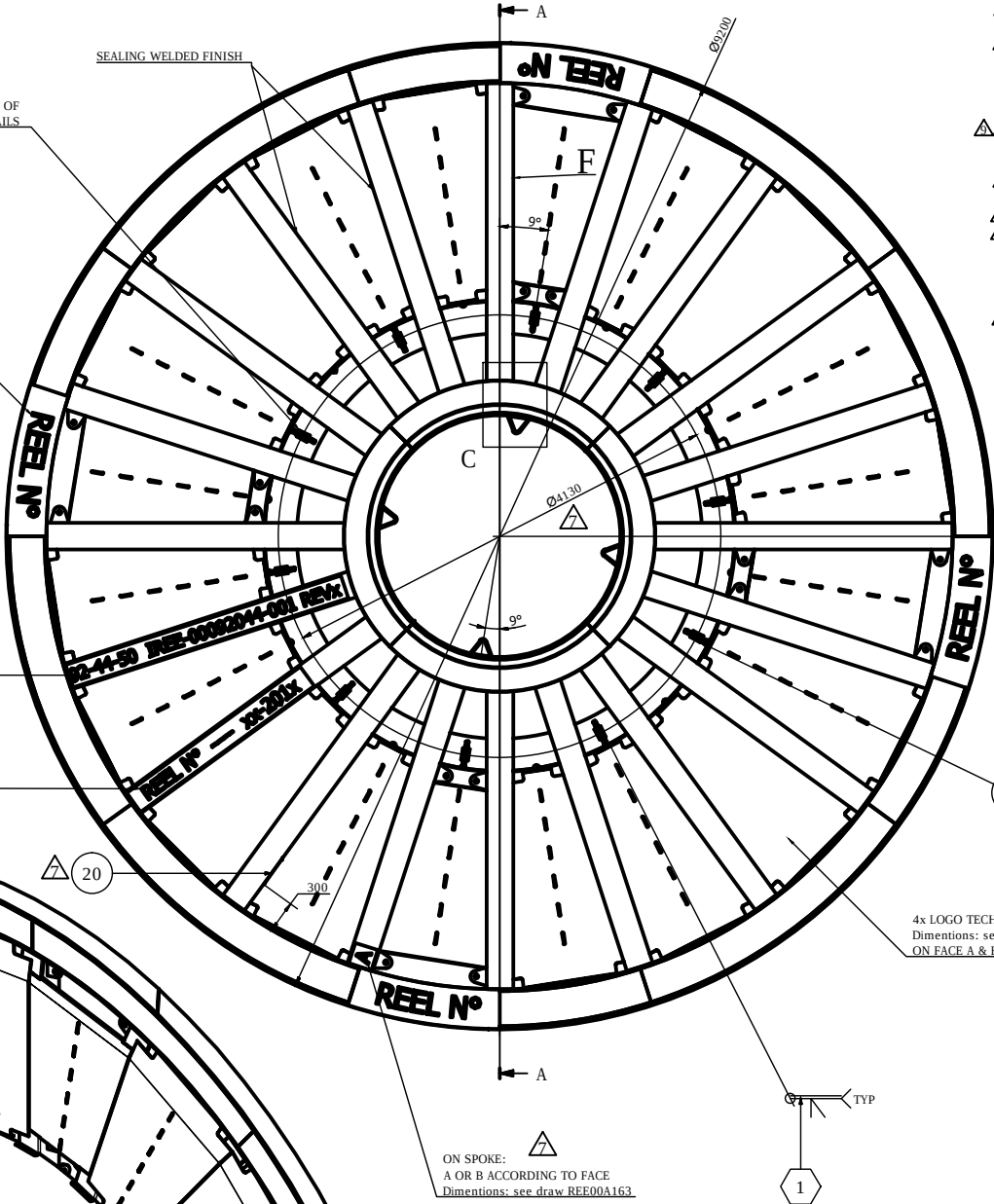
NOTE: WELD TO COMPLY WITH SWL OF D-RING SEE SUPPLIER FOR DETAILS

4x REEL N° ON EACH REEL SIDE  
Dimentions: see draw REE00A163  
ON FACE A & B

ON A SPOKE NEAR REEL NUMBER:  
REEL TYPE, DRAWING N°, REV  
Dimentions: see draw REE00A163  
ON FACE A & B

ON A SPOKE:  
REEL N°, SUPPLIER, MONTH,  
YEAR  
Dimentions: see draw REE00A163  
ON FACE A & B

SEALING WELDED FINISH



| NOMENCLATURE |                       |     |                                           |          |        |
|--------------|-----------------------|-----|-------------------------------------------|----------|--------|
| ITEM         | PART NUMBER           | QTY | DESCRIPTION                               | MATERIAL | MASS   |
| 1            | IREE-00092044-001-001 | 2   | 520x30 THK PLATEx7163 lg - ROLLED 2250 ID | S355     | 878,3  |
| 2            | IREE-00092044-001-002 | 40  | TUBE 250x250x12,5 THK x3077 lg            | S355     | 281,2  |
| 3            | IREE-00092044-001-003 | 2   | 2910 ODx2310 IDx20 THK x3077 lg           | S355     | 386,7  |
| 4            | IREE-00092044-001-004 | 4   | 3450 ODx2310 IDx20 THK PLATE RING         | S355     | 82,3   |
| 5            | IREE-00092044-001-005 | 2   | 208x20 THKx26609 lg - ROLLED 8450 ID      | S355     | 870,1  |
| 6            | IREE-00092044-001-006 | 40  | 2825x53x30 THK WEB PLATE                  | S355     | 212,2  |
| 7            | IREE-00092044-001-007 | 2   | 208x30 THKx28808 lg - ROLLED 9200 OD      | E420     | 1412,9 |
| 9            | IREE-00092044-001-009 | 2   | 2895 ODx2450 IDx20 THK PLATE              | S355     | 297    |
| 10           | IREE-00092044-001-010 | 8   | 364x250x15 THK PLATE                      | S355     | 13,4   |
| 11           | IREE-00092044-001-011 | 40  | 325x148x30 THK PLATE                      | S355     | 11,2   |
| 12           | IREE-00092044-001-012 | 2   | 2910 ODx2310 IDx20 THK PLATE RING         | S355     | 382,2  |
| 13           | IREE-00092044-001-013 | 32  | 150x172x25 THK PLATE                      | S355     | 3,4    |
| 14           | IREE-00092044-001-014 | 32  | 2035x1328x4 THK CLADDING PLATE            | S355     | 61,5   |
| 15           | IREE-00092044-001-015 | 8   | 1690x1261x4 THK CLADDING PLATE            | S355     | 52,4   |
| 16           | IREE-00092044-001-016 | 1   | 4916x8 THKx13773 lg - ROLLED 4400 OD      | S355     | 4233,8 |
| 17           | IREE-00092044-001-017 | 20  | Tube 250x250x12,5 THKx4886 lg             | S355     | 448,8  |
| 18           | IREE-00092044-001-018 | 2   | 4384 ODx3784 IDx15 THK PLATE RING         | S355     | 450,5  |
| 19           | IREE-00092044-001-019 | 1   | 4384 ODx3784 IDx15 THK PLATE RING         | S355     | 301,6  |
| 20           | IREE-00092044-001-020 | 1   | MANUFACTURER'S NAME PLATE                 | Alu-6061 | 0      |
| 21           | D-RING-ZA-3-50        | 20  | D-RING 50T                                |          | 4,8    |

6 MATERIAL NOTE :  
- RESILIENCE WITH 34 J AT -20°

- PLATE S355 --> EN 10025-1 & 2 grade S355 J2 + N  
- PLATE E420 --> EN 10025-1 & 3 grade S420N  
- TUBE S355 --> EN 10210-1 grade S355NH

| WELD<br>ITEM                                                                        | WELD<br>CLASS                                                                                                | JOINT<br>TYPE          |                                                                                     | QND CONTROL                                                                         |      |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------|------|
|                                                                                     |                                                                                                              |                        |                                                                                     | RS/MPI                                                                              | US   |      |
|  | ALL FILLET WELDS WITHIN DRUM TO BE SUBJECT TO EITHER MPI PENETRATION INSPECTION 20% - WELD CLASS EN ISO 5817 |                        |                                                                                     |                                                                                     |      |      |
|                                                                                     | 1                                                                                                            | B                      | FULL PENETRATION<br>BW                                                              |  | 100% | 100% |
|                                                                                     | 2                                                                                                            | B                      | FULL PENETRATION<br>BW                                                              |  | 100% | 100% |
|                                                                                     | 3                                                                                                            | B                      | FULL PENETRATION<br>BW                                                              |  | 100% | 100% |
|                                                                                     | 4                                                                                                            | C                      | FULL PENETRATION<br>BW                                                              |  | 100% | 20%  |
|                                                                                     | 5                                                                                                            | B                      | FULL PENETRATION<br>BW                                                              |  | 100% | 100% |
|                                                                                     | 6                                                                                                            | C                      | FULL PENETRATION<br>BW                                                              |  | 45°  | 100% |
|                                                                                     | 7                                                                                                            | C                      | FULL PENETRATION<br>BW                                                              |  | 45°  | 100% |
|                                                                                     | 8                                                                                                            | B                      | FULL PENETRATION<br>BW                                                              |  | 100% | 20%  |
|                                                                                     | 9                                                                                                            | B                      | FULL PENETRATION<br>BW                                                              |  | 100% | 100% |
|                                                                                     | 10                                                                                                           | C                      | FULL PENETRATION<br>BW                                                              |  | 100% | NA   |
|                                                                                     | 11                                                                                                           | C                      | FULL PENETRATION<br>BW                                                              |  | 100% | 20%  |
| 12                                                                                  | C                                                                                                            | FULL PENETRATION<br>BW |  | 100%                                                                                | 20%  |      |

REEL CAPACITY - PRODUCT 350 Te

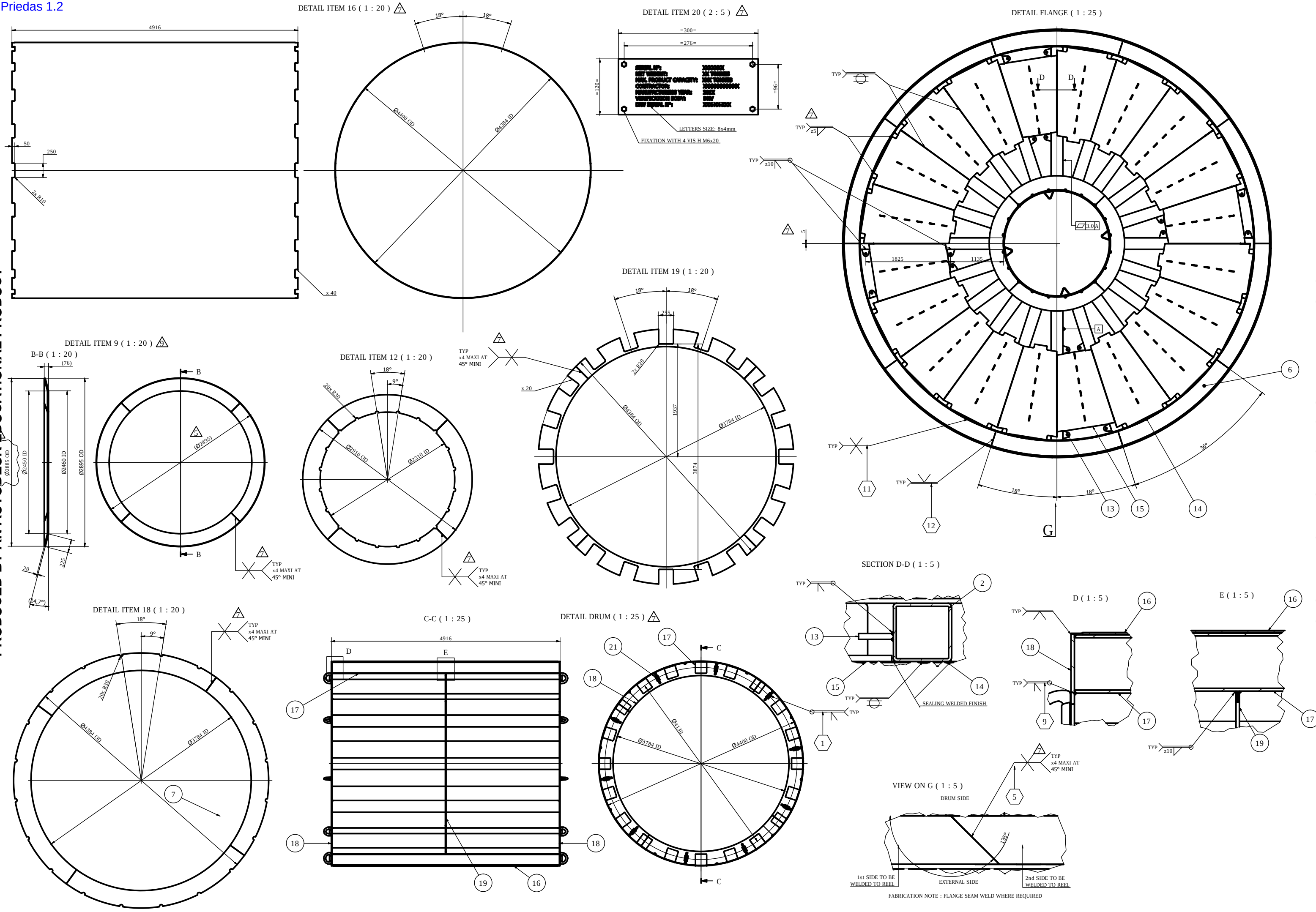
ABOVE MATERIAL FOR ONE REEL ASSEMBLY ONLY

DIMENSIONS FOR ITEMS ON MATERIAL LIST ARE FOR REFERENCE ONLY, FABRICATOR TO ENSURE THAT ALL DIMENSIONS ARE CHECKED BEFORE FABRICATION

NOTES

GENERAL QUALITY REQUIREMENTS 07 CQFT 001

- ALL DIMENSIONS ARE IN MM UNLESS NOTED OTHERWISE.
- ALL WELDS TO BE VISUALLY 100% INSPECTED. NON DESTRUCTIVE TESTING IN ACCORDANCE TO EN ISO 17635. ALL FILLET WELDS WITHIN DRUM TO BE SUBJECT TO EITHER MPI OR LPI PENETRATION INSPECTION. SPECIFIC WELDS ACCORDING TO TABLE ABOVE.
- ALL WELDS SYMBOLS IN ACCORDANCE WITH EN 22553
- ALL MATERIAL TO EN10025 LAST REVISION  
PLATES > 15 mm : UT CONTROL ACCORDING TO SPECIFICATION EN 10160 class. S3/E4.
- GENERAL REQUIREMENT FOR WELDING IN ACCORDANCE WITH 07 CQFT 001 LAST REVISION.  
ALL WELDING TO BE IN ACCORDANCE WITH EN STANDARD OR EQUIVALENT IN ACCORDANCE TO CQFT 001.  
FABRICATOR MUST SUBMIT FULL WELDING PROCEDURES TO TECHNIP FOR FINAL APPROVAL.
- FABRICATION TOLERANCES IN ACCORDANCE WITH NF EN ISO 13920 CLASS A FOR LINEAR TOLERANCE AND CLASS D FOR ANGULAR TOLERANCE
- REMOVE ALL BURRS AND SHARP EDGES.
- PAINTING : - TO BE IN ACCORDANCE WITH CURRENT TECHNIP - LE TRAIT SPECIFICATIONS CQF 07234 - REE00A163  
BLUE = RAL 5005 YELLOW = RAL 1012  
RED = RAL 3020 GREY = RAL 7045  
WHITE = RAL 9010 BLACK = RAL 9017
- HUB DIMENSIONS (ITEM 1) INCLUDING DRIVE PLATES MUST BE CHECKED WITH TEMPLATE AFTER ASSEMBLY.



### Priedas 1.3

