



KONGSBERG



VAIHDELAATIKON RUNKO

Melun vaimentaminen muuttamalla hitsattu levyrakenne valuksi

07/11/2022

Mikko Mäki, Technical Product Manager

Markku Eljaala, Laatupäällikkö



KONGSBERG

KONGSBERG

A leading global
technology company



11 000

EMPLOYEES

40

COUNTRIES

2021

27

BNOK REVENUES*

3

BUSINESS AREAS



KONGSBERG

KONGSBERG MARITIME FINLAND OY

KOKKOLA

Waterjets
Global Customer Support
(Service)

RAUMA (Main office)

Thrusters
Deck Machinery
Global Customer Support
(Service)

TURKU

Remote Operation Solutions

Turnover 220M€ in 2021

Employees 500

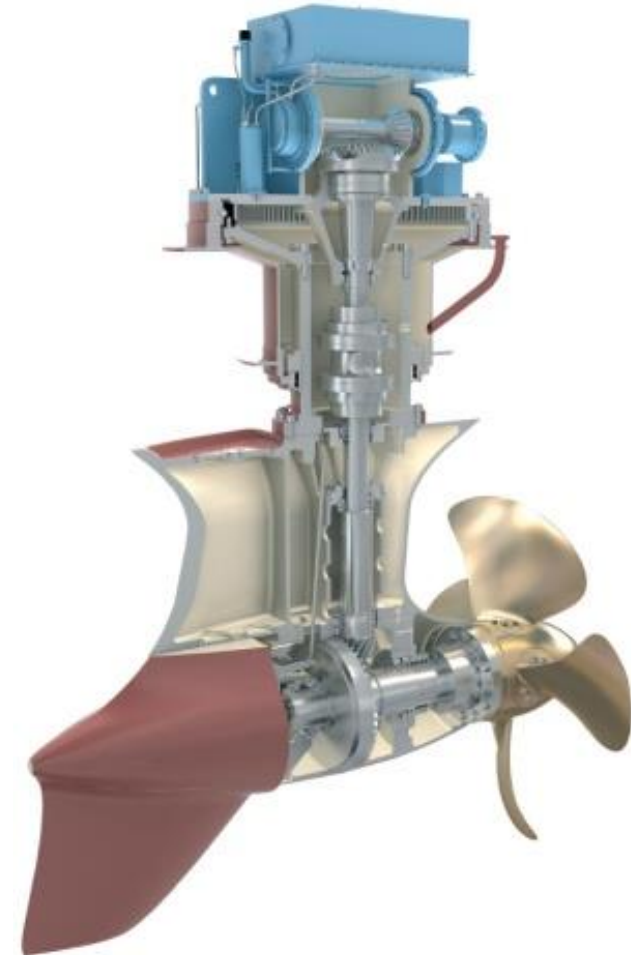




KONGSBERG

AZP100 Potkurilaite

- Azipull 100 on 360° kääntyvä mekaaninen vetävä potkurilaite max. 25 solmua.
- Laitetta käytetään pääasiassa autolautoissa sekä työlaivoissa.
- Laivanrunkoon kiinnitettävä väliosa sekä ylävaihte valmistetaan Rauman tehtaalla
- Alavaihteen valmistus on ennen tehty Norjassa Ulsteinvikin tehtaalla, mutta tuotantoa ollaan siirtämässä Raumalle





KONGSBERG

Meluhaitta ympäristölle

- Vuonoissa liikkuva laiva oli pitänyt kovaa ääntä, joka oli aiheuttanut meluhaittaa ympäristölle.
 - Vuonoissa ääni pääsee kaikumaan erittäin lujaa, joka moninkertaistaa ympäristöön pääsevän melun.
- Tutkimuksissa asiakas oli havainnut, että osa melusta oli potkurilaitteesta peräisin.

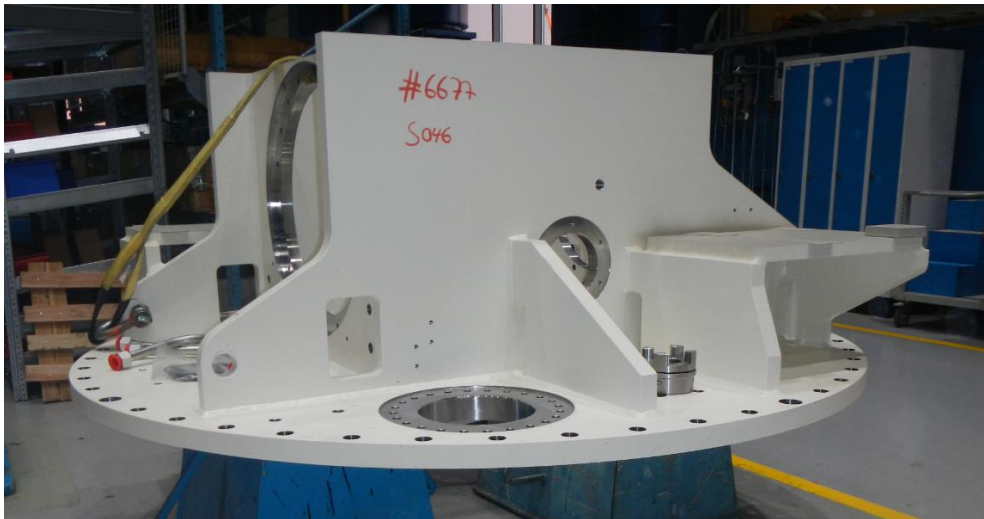




KONGSBERG

Vaihteista aiheutuva melu

- Asiakkaan toiveena oli että potkurilaitteen melutasoa voitaisiin vaimentaa.
- Tutkimusten jälkeen havaittiin että melunaiheuttaja on potkurilaitteen kulmavaihteet.
 - Ylemmän kulmavaihteen runko johtaa vaihteista tulevaa värähtelyä laivanrunkoon, joka toimii kuin äänirauta.

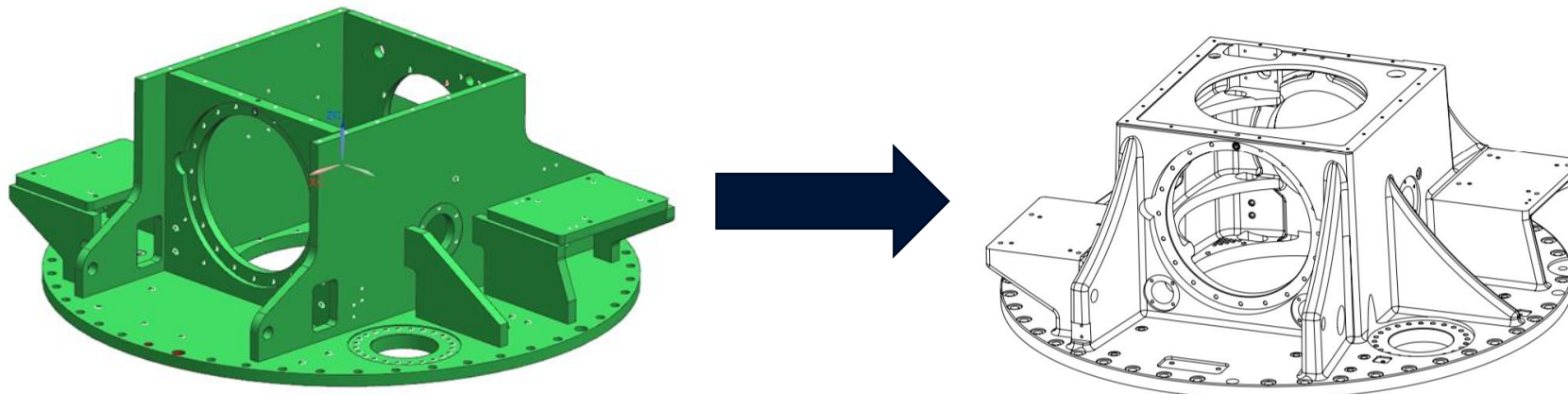




KONGSBERG

Värähtelyn vaimentaminen

- Miten laitteesta johtuvaa värähtelyä voitaisiin vaimentaa?
- Ratkaisua lähdettiin miettimään ylemmän vaihdelaatikon runkoon tehtävillä muutoksilla.
 - Levyrakenteesta valmistettu runko on ohuen levy materiaalin takia kevyt ja joustava, eikä runkoon kiinnitettävien komponenttien takia voida kovinkaan suuri rakenteellisia muutoksia tehdä.
- Vaihdetaan runkomateriaali levyrakenteesta valuraudaksi.
 - Valuraudalla on huomattavasti parempi vaimennuskyky kuin hitsatulla teräsrakenteella.
 - Rakenteeltaan runko pysyy lähes samanlaisena.

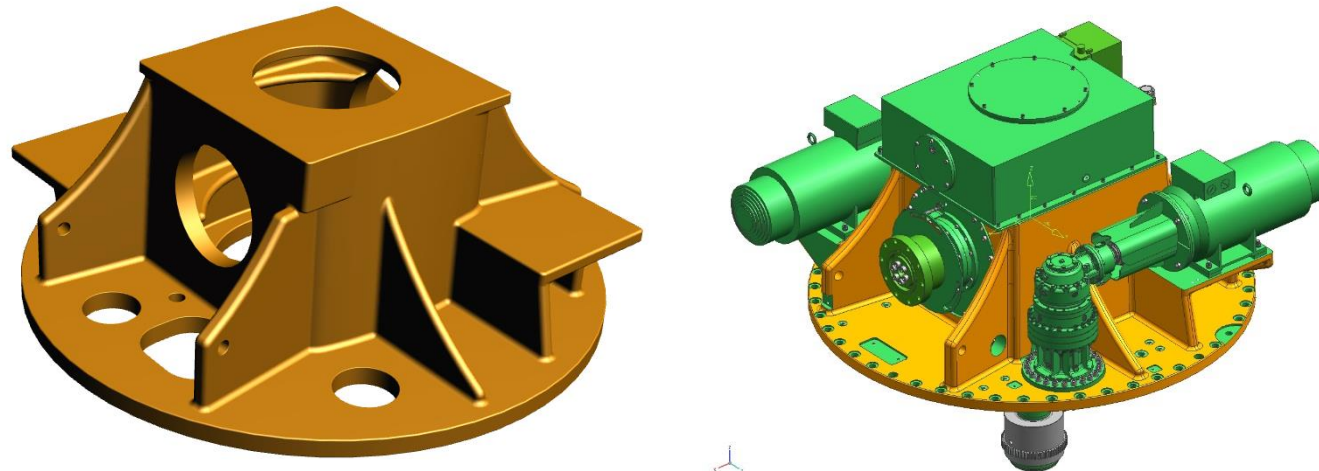




KONGSBERG

Rungon suunnittelu ja valumateriaalin valinta

- Valurungon mallintaminen.
 - 3D-mallit, jotta rungon kokoonpantavuus pystyttiin varmistaa sekä FEM-analyysia hyödyntämällä pystyttiin tutkimaan eri materiaalivaihtoehtoja.
- Valumateriaalin valinta:
 - Suomugrafiittirauta olisi vaimennuksen kannalta paras vaihtoehto, mutta teknisesti haastava.
 - Pallografiittirauta on teknisesti helpompi vaihtoehto, vaikka vaimennuksen kannalta heikompi.
 - Runko haluttiin pitää mahdollisimman kevyenä ja pienenä sekä vaihteesta runkoon kohdistuvista voimista johtuen rungon valumateriaaliksi valittiin GJS-400-15 pallografiittirauta.





KONGSBERG

Valurungon suunnittelu

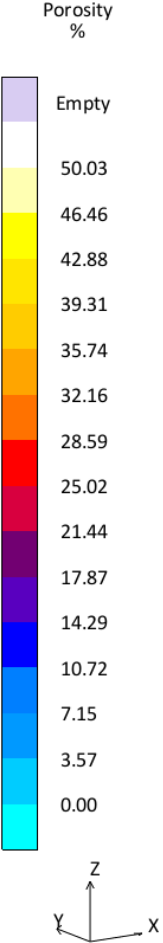
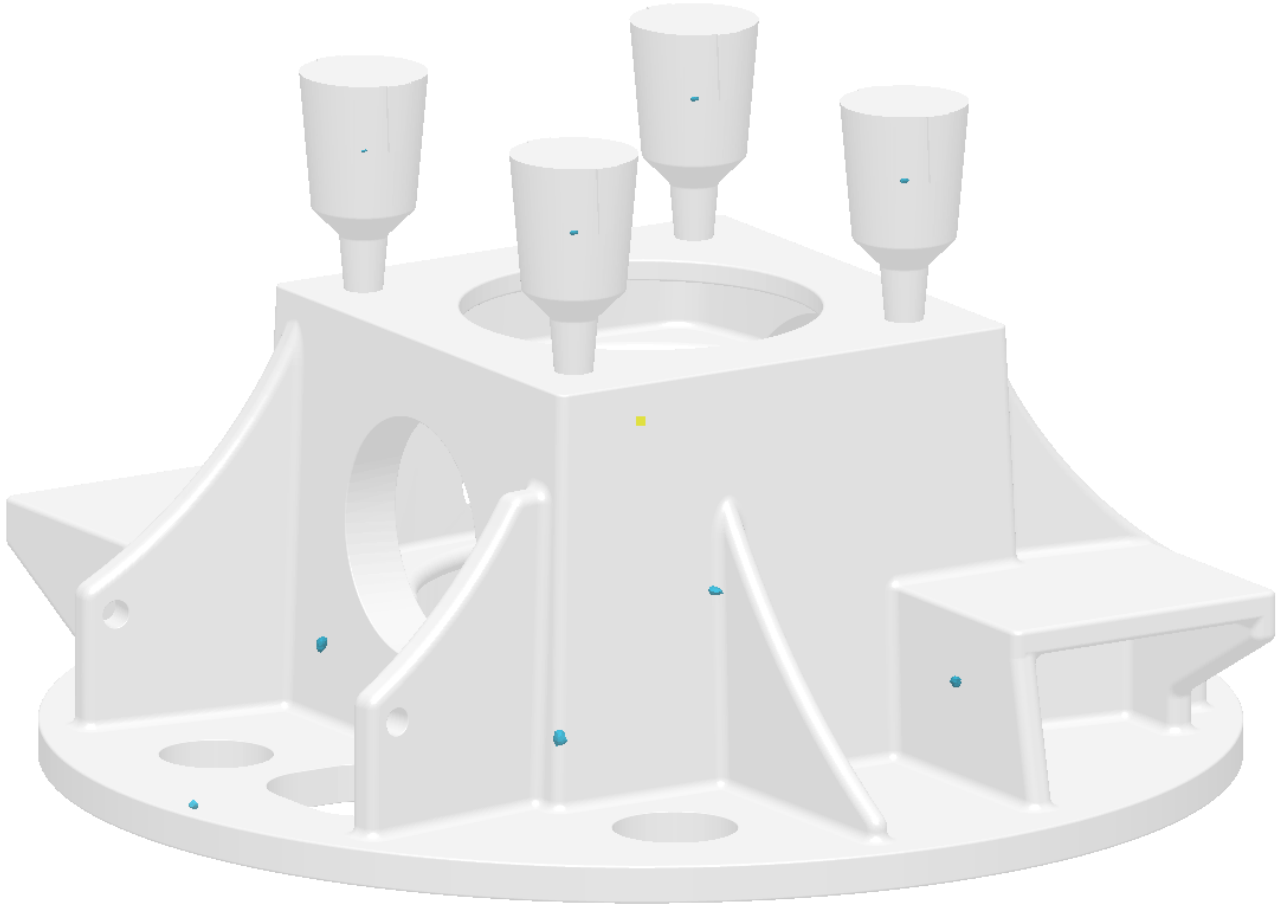
- Valurunko valmistettiin yhteistyössä Peiron Oy:n ja Lehtosen Konepaja Oy:n kanssa.
 - Ensisijaisesti käytiin läpi rungon käyttötarkoitus ja vaatimukset.
 - Onko tällainen runko mahdollista valaa raudasta?
 - Mitä muutoksia runkoon tulee vielä tehdä, jotta tällaisen rungon valaminen on mahdollista?
 - Valu- ja tarkastussuunnitelma sekä valumallin valmistus.

- Levyrakenteen muuttaminen valuksi tehtiin melko suoraviivaisesti
 - Olemassa olevaan muotoon lisättiin +hellitykset ja reilut pyöristykset
 - Valun sisäpuolelle (keskikeernaan) lisättiin muutamia jäykisteripoja, joita rakenteessa ei aikaisemmin ollut
 - Simuloinnilla varmistettiin, että rakenteeseen ei muodostu keskilinjanhuokoisuutta, joka paljastuisi koneistuksen yhteydessä
 - Täyttymisen simulointi osoitti, että valu tapahtuu rauhallisesti ilman liiallista turbulenssia

Tiiveys



KONGSBERG





KONGSBERG

Valuaihio

- Putsattu valuaihio ennen koneistusta

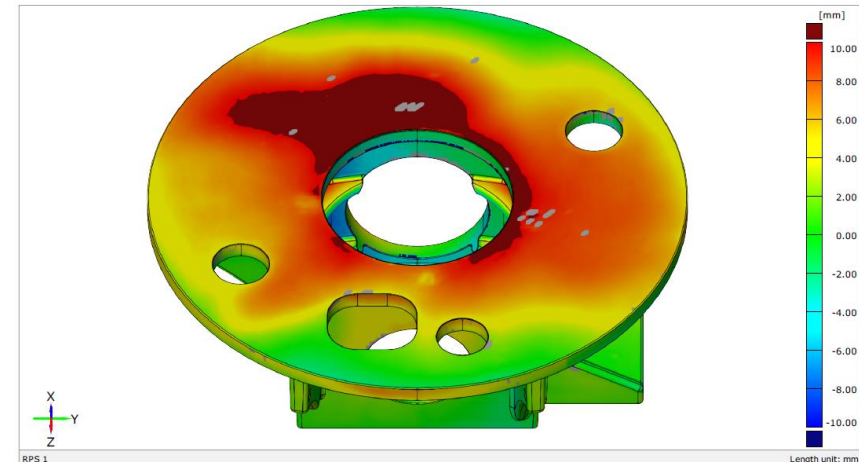
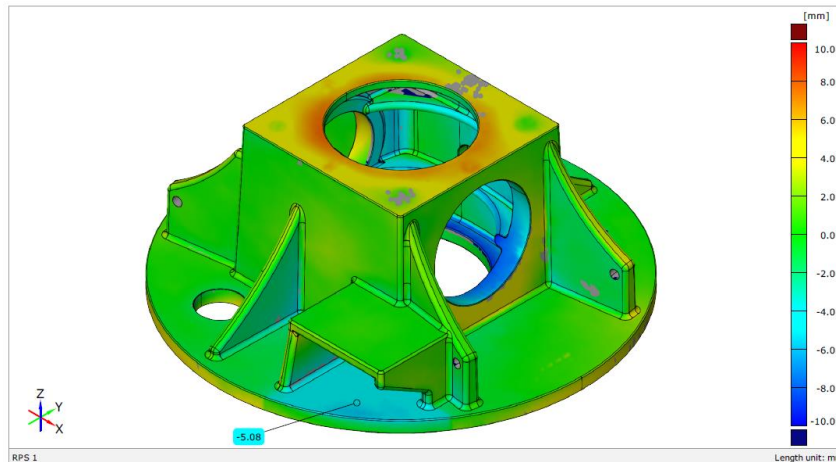




KONGSBERG

Valuaihion skannaus

- Putsauksen jälkeen valuaihio tarkasteltiin Cascade-skannauksella ennen koneistusta, jossa tarkasteltiin:
 - Muodonmuutokset
 - Kutistumat
 - Työstövarat

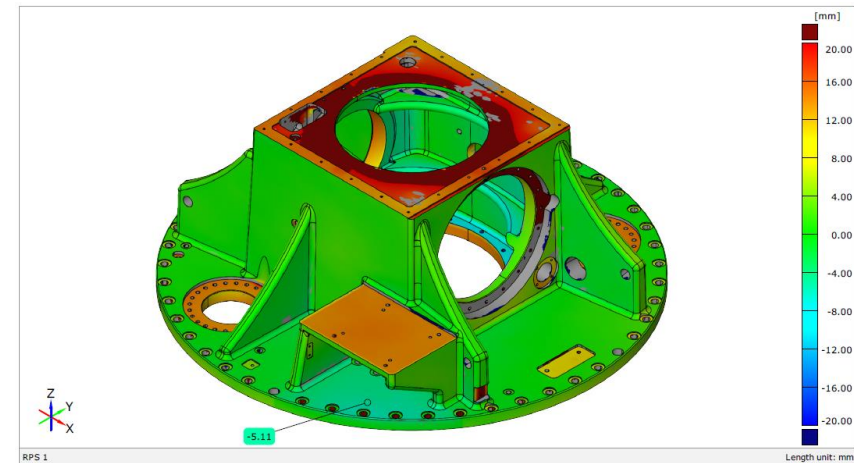
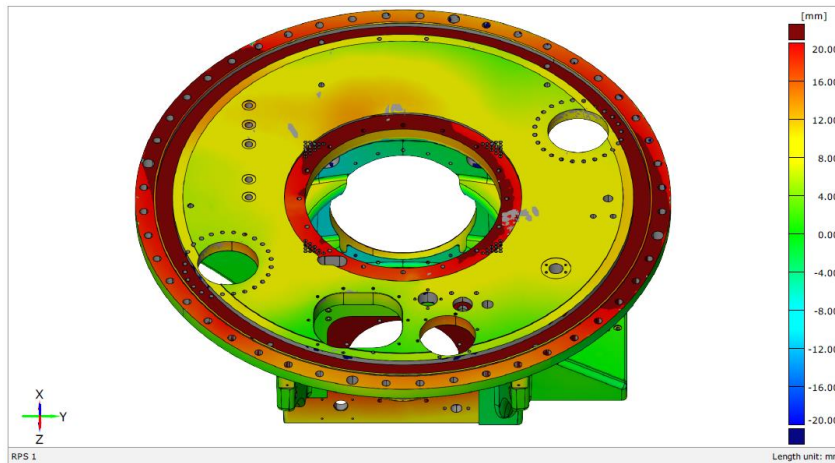




KONGSBERG

Skannauksen vertailu koneistettuun runkoon

- Skannattua valuaihion mallia vertailtiin koneistuksen 3D-malliin.





KONGSBERG

Koneistus

- Pysty- ja vaaka-akselilinjauksen takia runko tulee koneistaa kahdessa vaiheessa.
- Koneistuksellisesti valurauta-aihion hyödyt olivat:
 - Rungon tukevuus, valuaihion tuet olivat isommat ja paremmin sijoitetut
 - Valuraudan alhaisempi värinäherkkyys verrattuna teräsrakenteeseen
 - Valuraudan erittäin hyvä koneistettavuus
 - Valurauta ei ole yhtä herkkä muodonmuutoksille kuin teräsrakenne, jolloin akselilinjoja ja ohjaavia tasoja on helpompi seurata ja kontrolloida
- Lisätyötä aiheutti valurauta-aihion hieman isommat työvarat

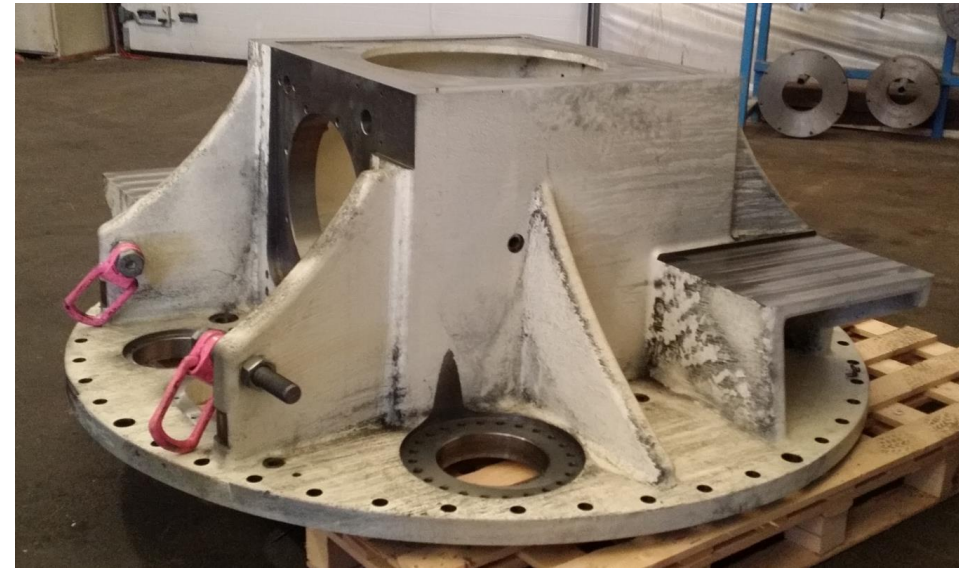
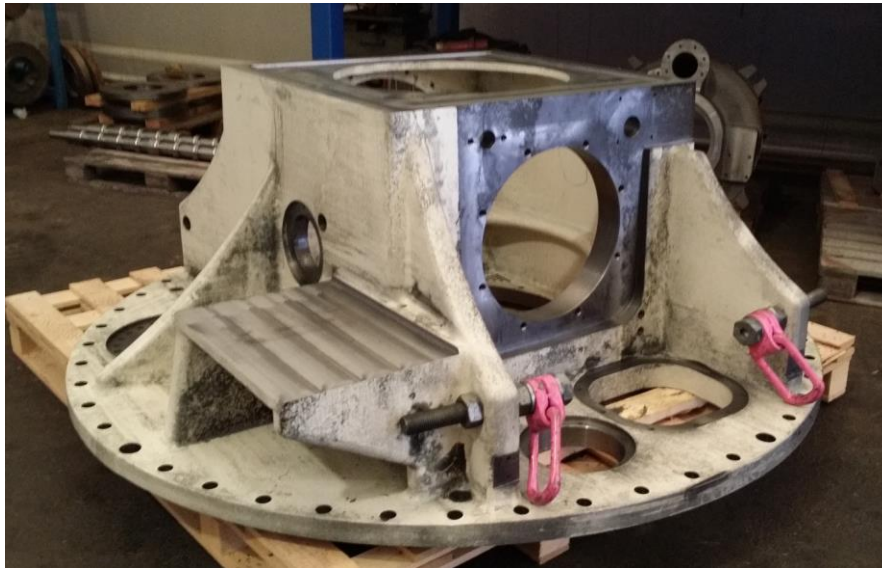




KONGSBERG

Valmis koneistettu runko

- Valmiiksi koneistettu vaihdelaatikon runko





KONGSBERG

Kokoonpano ja koeajo

- Ylävaihte saatiin hyvin kokoonpantua ilman ongelmia ja laite toimi kuten piti
- Koeajossa oli havaittu että valuraudasta valmistetulla ylärungolla olevat laitteet olivat olleet hiljaisempia mitä levyrakenteesta valmistetulla ylärungolla olevat laitteet

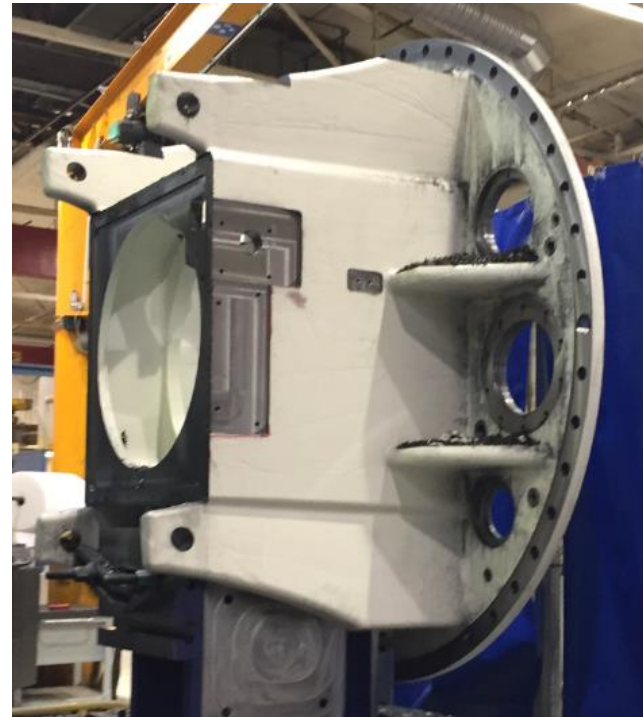
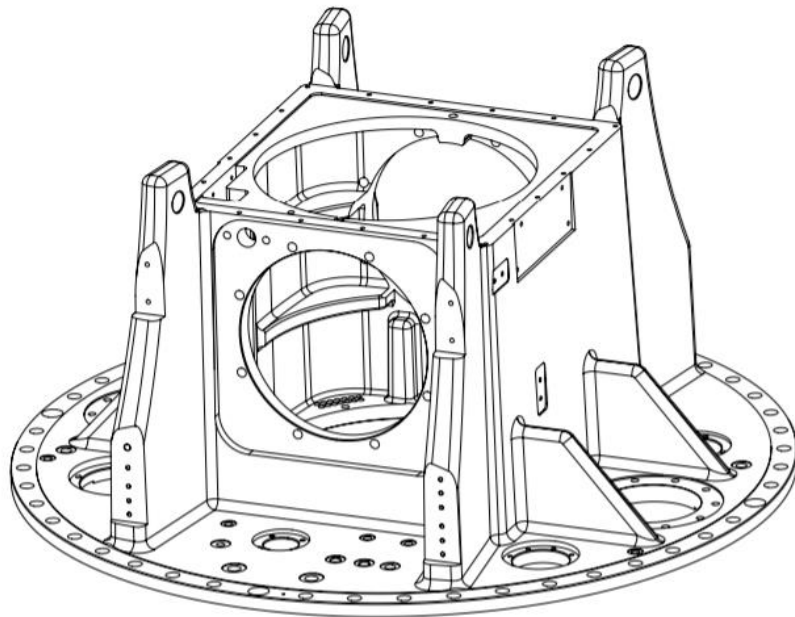




KONGSBERG

Jatkoa valurautaisille rungoille

- Ensimmäinen projekti sai lähes heti jatkoa hieman toisenlaisesta runkomallista.





KONGSBERG

Kiitos mielenkiinnosta Kysymyksiä?

yrjo.lehtinen@km.kongsberg.com

mikko.maki@km.kongsberg.com

markku.eljaala@peiron.com