



**Kyösti Kohonen**  
työpäällikkö  
Destia Oy

# LNG-säiliö

Skangassin LNG-terminaalia  
rakennetaan Porin Tahkoluodossa.

Suomen ensimmäinen nesteytetyn maa-  
kaasun (Liquefied Natural Gas) terminaali  
rakennetaan Porin Tahkoluotoon vuosina  
2014 - 2016. Terminaali joka käsittää  
varastosäiliön kooltaan 30 000 m<sup>3</sup> otetaan  
käyttöön kesällä 2016 ja se on valmis  
tuotantoon syyskuussa 2016. Säiliö on

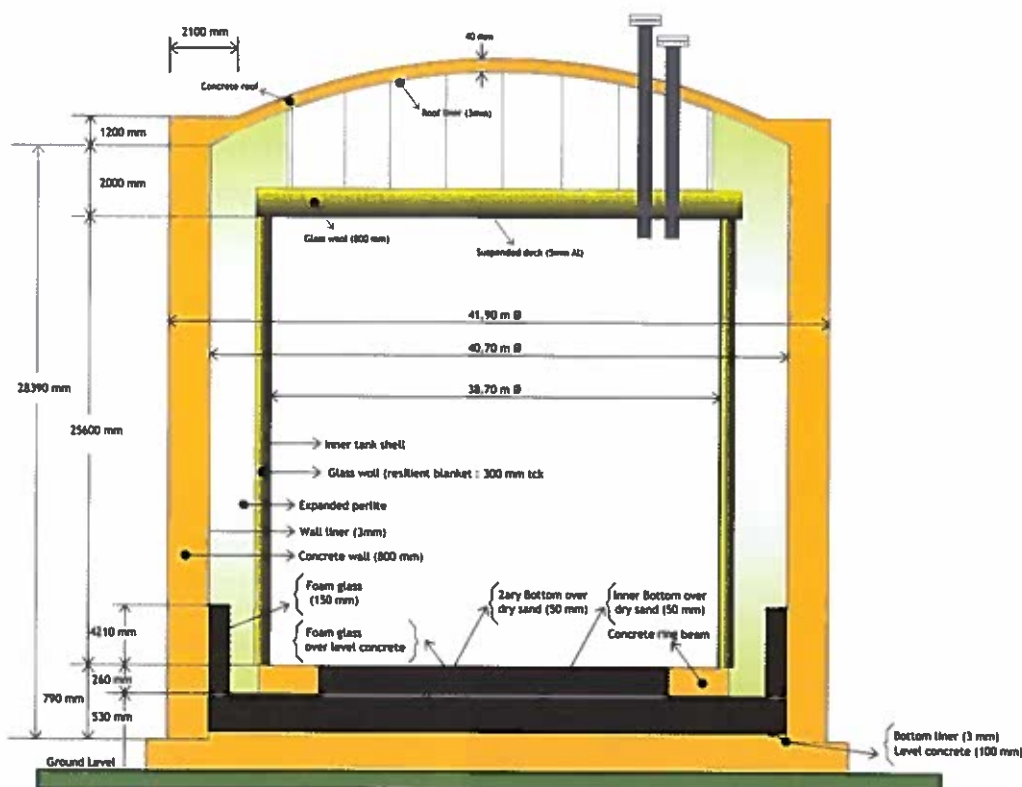
*Sisempi säiliö on  
kylmänkestävää  
terästä ja ulompi  
teräsvahvistettua  
betonia.*

tyypiltään ns. Full Containment tankki  
joka koostuu kahdesta säiliöstä. Sisempi  
säiliö on kylmänkestävää terästä ja ulompi  
teräsvahvistettua betonia.

Rakennuttaja on Gasumin tytäryhtiö  
Skangass Oy. Suomen valtio omistaa Ga-  
sumista kolme neljäsosaa ja venäläinen



## FULL CONTAINMENT TANK LNG 30.000 m<sup>3</sup> TANK SCHEME



Rev. 1

*Vastaavaa säiliötä ei ole tehty Suomeen aikaisemmin eli LNG säiliön vaatimuksia ei ole aikaisemmin viety käytäntöön.*

OA O Gazprom neljäosan. Skangassilla on LNG-terminaali myös Norjan Ørassa sekä Ruotsissa Lysekilissä.

Skangassin projektipäällikkönä Porin terminaali-hankkeessa toimii **Stanislav Lysak**. Skangassin kumppani rakennuttamispalveluissa on Neste Jacobs ja heillä hankkeen työmaapäällikkönä toimii **Mikko Ruokonen**. LNG-säiliön rakentamisesta vastaa espanjalainen FCC Industrial jolle Destia puolestaan urakoi tankin betonityöt. FCC:n projektipäällikkönä hankkeessa toimii **Raúl Hortal Alonso** ja työmaapäällikkönä **Pedro Noguera Herrero**.

Destia aloitti töiden valmistelut Tahkoluodon työmaalla elokuussa 2014. FCC oli jo vuoden 2014 alusta tehnyt tiivistä yhteistyötä Destian kanssa tarjoamalla omaa LNG-terminaalien rakentamisosa-

mista yhdistettynä Destian paikalliseen osaamiseen. Destian osaamisessa on korostunut oikeiden alihankintakumppaneiden valinta, aikataulujen hallinta ja paikallisolojen tuntemus. Pohjanlahdelta puhaltava hyinen tuuli ja pakkaset ovat uutta FCC:lle ja siksi Destian osaaminen vaikeiden sääolojen hallinnassa on ollut keskeistä työn onnistumiselle. Vastaavaa säiliötä ei ole tehty Suomeen aikaisemmin eli LNG säiliön vaatimuksia ei ole aikaisemmin viety käytäntöön.

Destian työvoiman vahvuus on huipussaan liukuvalun aikana jolloin työmaan vahvuus on noin sata henkilöä, joista destialaisia työmaan johtotehtävissä kahdeksan. Töitä tehdään kahdessa 12 tunnin työvuorossa seitsemänä päivänä viikossa. Hankkeessa Destian työpäällikkönä toimii **Kyösti Kohonen** ja työmaapäällikkönä **Aki Jokinen**.

### Määriä

Säiliö on halkaisijaltaan noin 42 m ja korkeudeltaan noin 35 m. Kokonaisbetonimäärä on 5 100 m<sup>3</sup>, josta pohjalaattaan käytetään C45/55 lujuusluokan betonia 1 500 m<sup>3</sup>. Muihin rakennuksiin käytetään C40/50 betonia 3 600 m<sup>3</sup>. Betoniraudoitetta asennetaan noin 810 tonnia.

### Laatta

Pohjalaattaan, jonka paksuus on 1 m, asennettiin 250 tonnia betoniterästä ja 2 300 metriä tuuman paksuista teräsputkea, joiden sisään asennetaan jälkiasennuksena lämmityskaapelit. Pohjalaatta valettiin yhtenä valuna ja erityispiirteensä oli pinnan tasaisuusvaatimus (0,3 % joka mitattiin kolmen metrin matkalla) tuli saavuttaa ilman pintabetonointia tai tasoitteen käyttämistä. Pinnan päälle tulee suoraan asennettavaksi teräslevyverho.

### Seinä

Alun perin tankin seinä oli suunniteltu tehtäväksi kiipeävällä muotilla. Destia tutki betoniseinän toteutustapaa myös liukuvalutekniikalla. Aikataulu ja kus-

*Töitä tehdään kahdessa 12 tunnin työvuorossa seitsemänä päivänä viikossa.*



*Muotin putsausta.*

tannusvertailussa liukuvalu osoittautui kannattavammaksi toteutusvaihtoehdoksi. Destia jatkoi kehittämällä työsuunnitelmia suosimaan liukuvalua yhdessä FCC:n ja itävaltalaisen liukuvalu-urakoitsijan Gleitbaun kanssa, joka toimii Destian aliuurakoitsijana työmaalla.

Valettavan seinämän paksuus on 60 senttiä ja muotin piiri on noin 125 metriä. Muotin korkeus on 110 senttiä ja sitä nostetaan valun edistyessä tunkeilla 2,5 senttiä kerrallaan. Tavoite on valaa seinä keskimääräisellä nousunopeudella noin 10 cm / tunti. Muotin nostamisen suoruutta ohjataan säiliön sisäpuolella olevien 12 laserin avulla. Sisähalkaisijaltaan 41 metrin säiliön valussa sallitaan enintään 15 millimetrin heitto.

Liu'un nousunopeus haluttiin pitää kohtuullisena johtuen betoniterästen määrästä 170 kg/m<sup>3</sup> mutta myös seinään tulevista varusteluosista kuten putkituk-

sista ja lattaterästen asennuksista. Seinien betonirakenne on jälkijännitetty rakenne ja työn aikana valuun asennetaan 14 000 metriä suojaputkea tulevia jälkijännityspunoksia varten. Jälkijännitystyöt tehdään keväällä 2015.

Tankin sisäpintaan asennetaan valun aikana lattateräksiä, pystysuoraan kahden metrin välein alhaalta ylös saakka sekä vaakasuoraan tankin ympäri kiertävät viisi teräspantaa. Teräsosien asennuksessa on mukana nokialainen Masor Works, jonka osaajat vastaavat lattaterästen asennuksista ja hitsauksista. Ongelmallisia liukuvalun

*Aikataulu ja kustannusvertailussa liukuvalu osoittautui kannattavammaksi toteutusvaihtoehdoksi.*

kannalta ovat erityisesti valun pintaan asennettavat vaakateräkset ja myös pysty- ja vaakaterästen toleranssivaatimus. Lattateräksen tulee olla valmiin betonipinnan tasossa tai korkeintaan 8 mm betonipinnan sisällä. Tämä on tärkeää sillä säiliön betonipinta vuorataan kiinnittämällä lattateräksiin kolmen millimetrin vahvuisen teräslevy. Jotta lattateräkset saadaan niin lähelle valmista betonipintaa kuin mahdollista niin Destia ja FCC päätyivät kalliimpaan erikoisratkaisuun: pystylattateräksiin hitsataan ohjaustapit pituudeltaan noin 5 cm yhteensä noin 4 000 kpl k/k 40 cm. Kun muottirakenteessa käytetään ohjauskiskoa niin lattateräs saadaan vedettyä kiinni muotin pintaan sen noustessa ylöspäin. Kun tappi on ohittanut muotin niin se katkaistaan muotin alemmalta hoitotasolta käsin.

## Betoni

Betonin oikea koostumus on yksi liukuvalun onnistumisen kriittisimmistä asioista. Betoni pitää olla sopivan notkeaa, jotta sitä voidaan työstää kunnolla tiheän rau-

*Seinäuloke missä sijaitsevat vaaka-ankkureiden päät.*



*Tavoite on valaa seinä keskimääräisellä nousunopeudella noin 10 cm / tunti.*



*Betonin kylmätestaukset tehtiin FCC:n toimesta Espanjassa.*

*Laatan ja seinän liitos.*

doituksen ja putkiston välissä. Toisaalta sen pitää kovettua riittävän nopeasti, jottei seinä pullistu ulos, kun muottia nostetaan ylöspäin.

Betonia kehitettiin yhdessä FCC:n kanssa, jotta huomioiden kansalliset erityispiirteet. Betonimassan vaatimusten mukainen vesi-sementtisuhte on 0,37 mikä on hyvin alhainen. Kun vesisementtisuhte on pieni, niin massan sementtimäärä kasvaa väistämättä suureksi, jotta massaan saadaan työstettävyyden edellyttämä riittävä vesimäärä. Kun vettä on vähän ja sementtiä sekä lisäaineita paljon niin massa on vaativa liukuvalutyölle.

Destian ja alihankkija Ruduksen asiantuntijat tekivät pitkään töitä, jotta sopiva seos saatiin aikaiseksi. Veden, sementin ja erilaisten betonin notkeutta, huokoisuutta ja sitoutumista säätelevien aineiden reseptejä kehiteltiin. Massa piti saada juoksevammaksi, jottei se tarttuisi kiinni muotteihin ja työstäminen olisi helppompaa. Hienoaineen osuutta vähennettiin parantamaan betonin juoksevuuutta.

Betonin kylmätestaukset tehtiin FCC:n toimesta Espanjassa. Tuuliset olosuhteet

huomioitiin varautumalla betonin siirtoon pumppauksella.

### **Erkoisterästä**

Säiliön yläosan raudoituksessa käytetään 170 tonnia kryogeenistä terästä, jonka toimittaa luxemburgilainen ArcelorMittal. Kryogeenisen betoniteräksen tarpeellinen lisättestaus tehtiin VTT:n toimesta Suomessa. Kryogeeninen teräksen varmistaa säiliön turvallisuuden. Normaalioloissa säiliön sisin osa ja sitä ympäröivä eristekerros erottavat betonikuoren ja siinä olevan betoniteräksen kylmästä

LNG:stä. Sisemmän säiliön vuotaessa, mikä on hyvin epätodennäköistä, ulompi betonisäiliö kykenee pitämään sisällään kaiken LNG:n.

### **Viimeistely vuoden päästä**

Marraskuussa valmistuvan seinätyön lisäksi Destia rakentaa säiliön betonisen katon keväällä 2015 sen jälkeen, kun FCC on saanut valmiiksi säiliön sisällä tehtävät työt kuten eristeet ja teräksisen sisäsäiliön. Lopuksi syksyllä 2015 destialaiset sulkevat vielä säiliön työaukot.

*Betonin oikea koostumus on yksi liukuvalun onnistumisen kriittisimmistä asioista.*

