

UUSIA TUULIVOIMALOITA SUOMEEN JA VIROON

Petri Mannonen, dipl.ins., projekti-insinööri, Betonitieto Oy



Artikkelin kuvat: PERI Suomi Ltd Oy

1 Betonisen rungon korkeus on kokonaisuudessaan 35,2 metriä (90 metrin napakorkeus) tai 45,2 m (100 metrin napakorkeus). Torni on kartion muotoinen ja suppenee ylöspäin mentäessä.

2 Jokaista valukertaa varten valmistettiin yksilölliset sisä- ja ulkomuotit,

3 Anturan rauditusta. Betonin lujuusluokka anturassa on K35, tornissa K40 lukuunottamatta aivan ylintä osaa johon teräsrunko kiinnittyy. Siinä käytetään lujuusluokaltaan K50 betonia.

4 Poikkileikkaus sisä- ja ulkomuotista.

Suomeen on aloitettu rakentamaan usean samantyyppisen tuulivoimalan sarjaa. Ensimmäistä niistä rakennetaan *Kemin Ajokseen*, jossa voimalan betonirakenteet ovat jo valmistuneet. Tuulivoimala on tarkoitus ottaa käyttöön ennen vuodenvaihdetta. Voimalaitoksen tilaaja on *Haminan Energia*. Seuraavan tuulivoimalan perustustyöt *Porin Tahkoluodossa* ovat parhaillaan käynnissä. Porin tuulivoimalan tilaaja on *Wintuuli Oy*.

Samalla tekniikalla tehdään Viroon 8 kpl 90 metrin napakorkeuksista tuulivoimalaa ja 4 kappaletta 100 metrin napakorkeuksista tuulivoimalaa. Voimalat sijaitsevat *Viru-Nigulassa* koillis-Virossa ja *Röysteessä* länsi-Virossa. Rakennustyöt Virossa ovat alkaneet syksyllä 2005.

Tuulivoimaloiden toimittaja näissä kaikissa projekteissa on oululainen *WinWind Oy*, joka on myös vastannut suunnittelusta. Voimaloiden teho on 3 MW. Rakennustyöt tekee suomalais-virolainen rakennusliike *Osaühing Viru Konsortium*.

Tuulivoimalat on yleisesti tehty teräsrunkoisina. Rakennettavat voimalat eroavat tässä suhteessa aikaisemmista sillä niiden rungon alaosa on tehty betonista paikallavalaen. Yläosa rungosta on teräs-rakenteinen ja koostuu kahdesta, 20 metrin ja 40 metrin, osasta. Tuulivoimalan roottori on halkaisijaltaan sata metriä.

Betonisen rungon korkeus on kokonaisuudessaan 35,2 metriä (90 metrin napakorkeus) tai 45,2 m (100 metrin napakorkeus). Torni on kartion muotoinen ja suppenee ylöspäin mentäessä.

Ulkohalkaisija on alapäässä 7,36 metriä ja yläpäässä 4,80 metriä. Tornin seinän paksuus on 400 millimetriä. Torni on pystysuunnassa jälkijännitetty.

Itse betonirungon valu tapahtuu 7 valukerralla, yhden valukerran korkeuden ollessa 5,03 metriä.

Betonimuotit työmaalle suunnitteli ja toimitti *PERI Suomi Ltd Oy*. Idea tämän tyyppiseen muottiratkaisuun saatiin Saksaan valmistuneesta BAB 4 moottoritien siltaa kannattavista pyöreistä pilareista. Koska torni kapenee ylöspäin mentäessä, niin jokaisen valukerran muotit ovat erikokoiset. Jokaisesta valukertaa varten valmistettiin yksilölliset sisä- ja ulkomuotit, yhteensä 140 kpl ja 14:sta erilaista. Muotit rakennettiin asennusjigissä GT24 puupalkeista ja muotoon valmistetuista SRZ- teräspalkeista. Tämä oli kannattavaa siksi, että valmiiksi rakennettuja muotteja voidaan käyttää sellaisenaan projektin muilla tuulivoimalatyömailla.



NEW WIND POWER PLANTS IN FINLAND AND ESTONIA

2

The construction of a series of several wind power plants of similar type has started in Finland, with the first plant under construction in Ajos, Kemi, where the concrete structures of the plant have already been completed. The power plant should be in operation before the turn of the year 2006. The wind power plant has been ordered by the power company Haminan Energia. The construction of the foundations for the next wind power plant has already started in Tahkoluoto, Pori. This plant has been ordered by Wintuuli Oy.

In Estonia, 8 wind power plants with a pole height of 90 m and 4 plants with a pole height of 100 m are built utilising the same technology. The wind power plants are located in Viru-Nigula in northeast Estonia, and in Rõyste in west Estonia. The construction work started in Estonia in the autumn of 2005.

The wind power plants for all these projects are delivered by Oulu-based Winwind Oy, which is also responsible for the design of the plants. The output of the plants is 3 MW. The contractor responsible for the construction work is a Finnish-Estonian construction company, Osühing Viru Konsortium.

Wind power plants are usually built with a steel frame, but the new plants under construction are different. The base of the plant frame is a cast-in-situ concrete structure. The top part of the frame consists of two steel structures, one 20 m tall and the other 40 m tall. The diameter of the rotor is 100 m.

The total height of the concrete frame base is 35.2 m (pole height 90 m) or 45.2 m (pole height 100 m). The tower is of a conic shape and becomes narrower toward the top. The outer diameter is 7.36 m at the base and 4.80 m at the top part. The wall thickness is 400 mm and the tower is vertically post-stressed. The concrete frame is poured in 7 stages, and the height of each pouring stage is 5.03 m.

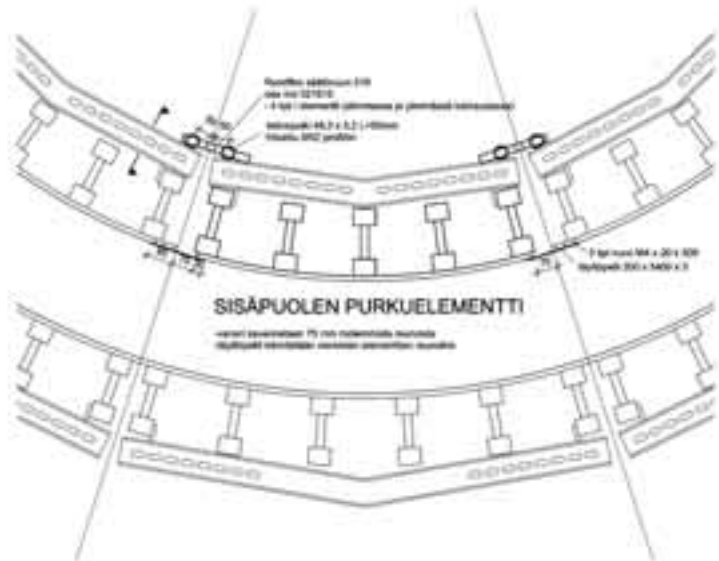
The concrete forms for the site were designed and delivered by Peri Suomi Ltd Oy. The idea for the formwork solution is based on round columns used to support the motorway bridge BAB 4 in Germany. As the tower becomes narrower toward the top, the forms used at various pouring stages are of different sizes. Individual inner and outer forms were made for every pouring stage, 14 different forms. The total number of the forms is 140.

In Kemi, at the first five pouring stages, the concreting was implemented using the pumping technique. The two top stages and the fixing part for the steel frame were concreted using a crane and a lifting bucket. In Pori the plan is to implement all the pouring stages using the pumping technique.

The total consumption of concrete is 265 m³ for the tower, as well as 340 m³ for the foundations. The strength class of the concrete is K35 in the footing and K40 in the tower, with the exception of the topmost part to which the steel frame is fixed, where the strength class of the concrete is K50. For the Kemi wind power plant the concrete was supplied by Lohja Rudus Oy and for the Pori plant by JV-Betoni Oy.



3



4



5



6



7



8

5-8, 10-12

Tornin muottirakenteita eri rakennusvaiheissa. Tornin sisäpuolella työtasona käytettiin 5-sakaraista metallirunkoista puulla katettua teleskooppitasoa. Betonia torniin kuluu kokonaisuudessaan 265 kuutiota, lisäksi perustukset vievät noin 340 kuutiota betonia.

9

Betonisen rungon korkeus on kokonaisuudessaan 35,2 metriä (90 metrin napakorkeus) tai 45,2 m (100 metrin napakorkeus).

13

8 Leikkaus sisäpuolisesta teleskooppityötasosta.

Tornin sisäpuolella työtasona käytettiin 5-sakaraista metallirunkoista puulla katettua teleskooppitasoa. Taso nostetaan kerroksittain töiden edistytessä. Sisäpuolen muotti tuettiin tähän työtasoon.

Tornin ulkopuolella työtasoina käytettiin viittä kahdesta kiipeilykonsolista muodostettua tasoa, jotka varustettiin tason alapuolisilla jälkihoitotasoin.

Kulku työtasoille järjestettiin tornin sisälle rakennetun porrastornin kautta, jota korotettiin työn edistyessä.

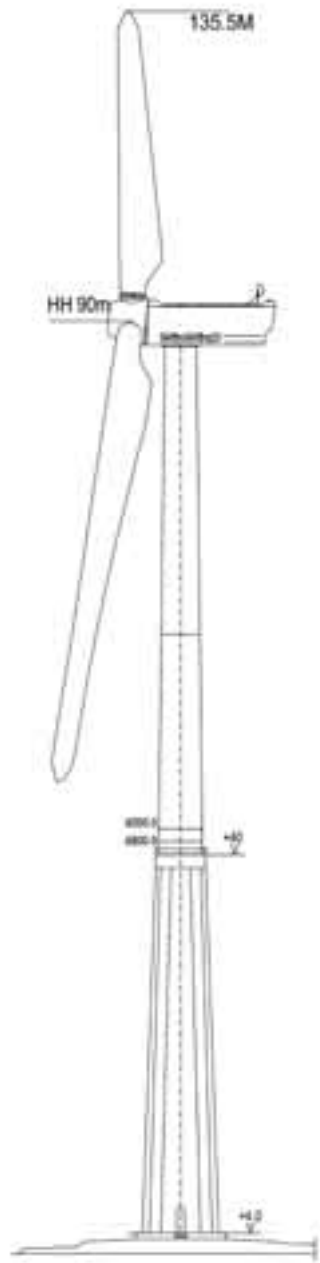
Työjärjestys työmaalla oli seuraavanlainen. Betonin saavutettua vaadittu nimellislujuus poistettiin sisäpuolen muotti sekä teleskooppitason vaatimat varukset muotin yläosasta. Tämän jälkeen sisäpuolisen teleskooppitason puukannen reunasta sahattiin noin 180 mm pois tornin kapenemisen vuoksi. Teleskooppitaso nostettiin seuraavaan korkeuteen ja lukittiin paikoilleen varauskoloihin. Ulkopuolen muotti purettiin ja valussa olleisiin ankkurilaippoihin kiinnitettiin kiipeilykonsolitelineen vaatimat teräsosat. Kiipeilykonsolit nostettiin jälkihoitotasoinen seuraavaan työskentelytasoon. Tornin viereen valetun betonisen työalustan päällä tehtiin seuraavan valuvaiheen sisäpuolen muotitus ja rauditus. Valmis kokonaisuus nostettiin teleskooppitason päälle ja muotti säädettiin oikeaan asentoon. Tämän jälkeen asennettiin ulkopuolen muotti yksitellen paikalleen. Valu suoritettiin GT24 puupalkkeihin kiinnitettyjen konsolin päältä.

Muottisidontana käytettiin järjestelmää, jossa muottia vasten olevien muovikartioiden jättämät reiät paikattiin valmiilla betonikartiolla, jotka kiinnitettiin tarkoitukseen soveltuvalla betoniliimalla. Samalla menetelmällä paikattiin myös kiipeilykonsolin vaatimat ruuvikartioiden reiät.

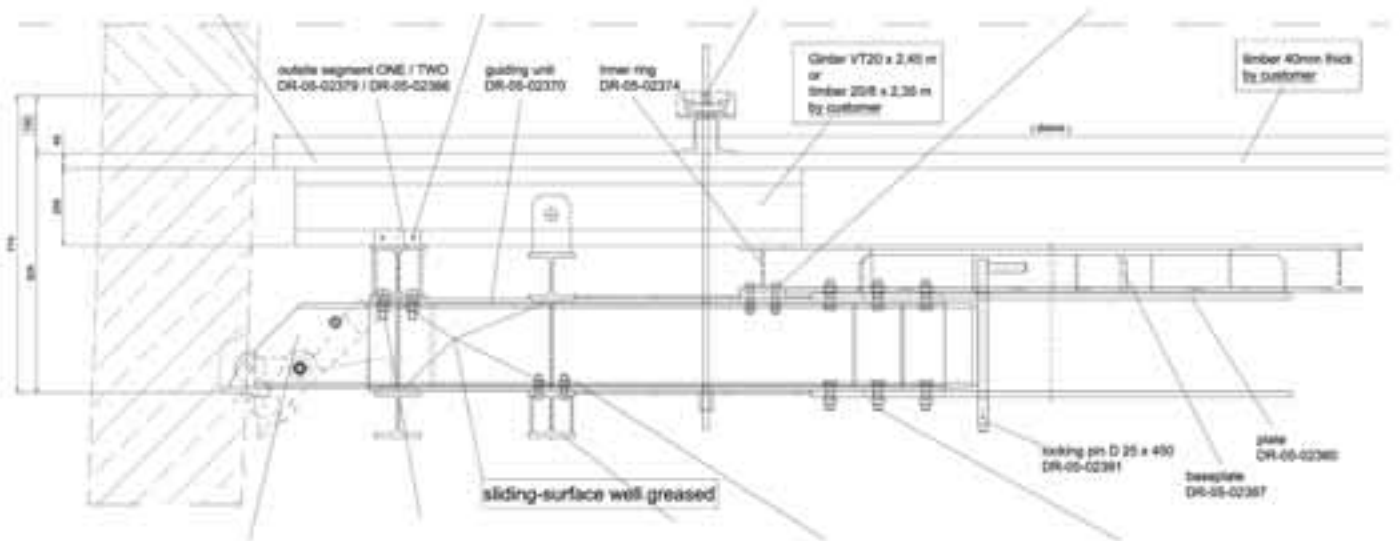
Betonointi tehtiin Kemissä pumppaamalla tornin viiden ensimmäisen valukerran osalta. Kaksi ylintä valukertaa ja yläpuolisen teräsrunгон kiinnitysosa valettiin nosturin ja nostoastian avulla. Porissa on tarkoitus tehdä valutyö kokonaisuudessaan pumppaamalla.

Betonia torniin kuluu kokonaisuudessaan 265 kuutiota, lisäksi perustukset vievät noin 340 kuutiota betonia. Betonin lujuusluokka anturassa on K35, tornissa K40 lukuunottamatta aivan ylintä osaa, johon teräsrunko kiinnittyy. Siinä käytetään lujuusluokaltaan K50 betonia. Betonin toimittaja *Kemin tuulivoimalassa oli Lohja Rudus Oy* ja Porissa *JV-Betoni Oy*.

WinWind Oy



9



13