

An aerial photograph of a lush green forested landscape. In the background, a large body of water (a lake or bay) is visible under a blue sky with scattered white clouds. Two wind turbines are visible: one in the distance on the left and a larger one in the foreground on the right, partially obscured by the company logo. The logo consists of the word 'SUVIC' in a stylized font, with 'SU' in white and 'VIC' in red with a white outline.

SUVIC

DEVELOPING ENERGY FOR THE FUTURE

Wind Finland Oulu 6.2.2025

Perustusten elinkaari – suunnittelusta
käytönaikaiseen hallintaan

Jaakko Norrkniivilä
Suvic Oy

CV

- Konetekniikan DI, pääaine rakennesuunnittelu ja teknillinen mekaniikka, Oulun yliopisto 2012
- Rakennesuunnittelukokemusta yli 15 v
 - Tuulivoimalan perusratkaisujen kehitys ja suunnittelu
 - Perustuksiin liittyvät asiantuntijatehtävät
 - Poikkeuksellisen vaativien betonirakenteiden suunnittelijan pätevyys (FISE)
- Suunnittelupäällikkö Suvic Oy:ssä
 - Tuulivoimaloiden perustusten suunnittelu ja rakentamisen aikainen laadunhallinta



Perustusten elinkaari:

1. Suunnittelu
2. Rakentaminen
3. Käyttöaika



I. Suunnittelu

Perustus – tuulivoimalan tukijalka

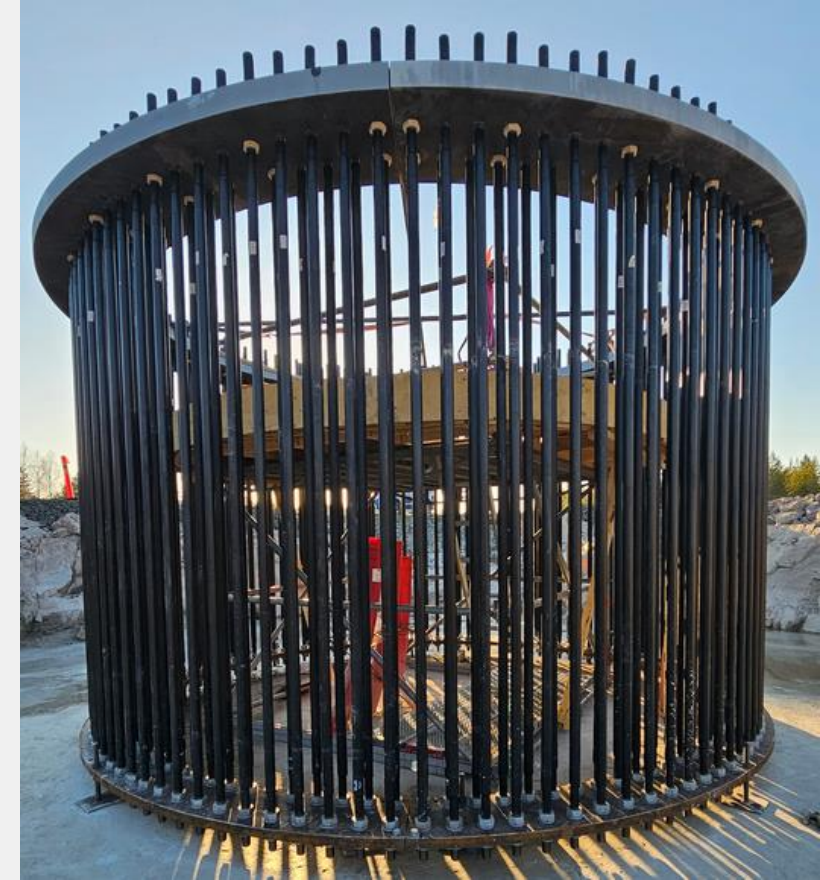
Perustuksen tarkoitus on kirjaimellisesti pitää voimala pystyssä

Perustus koostuu tavanomaisesti seuraavista osista:

- Pulttikehikko (Anchor Cage) eli liitoskomponentti tornin ja perustuksen välillä
- Betonista ja teräksestä → teräsbetonirakenne
 - ”Betoni halkeaa aina kuormituksen alla”



- Lisäksi perustukseen voi liittyä kallioankkureita tai paaluja (betoni- tai teräspaalu)



I. Suunnittelu

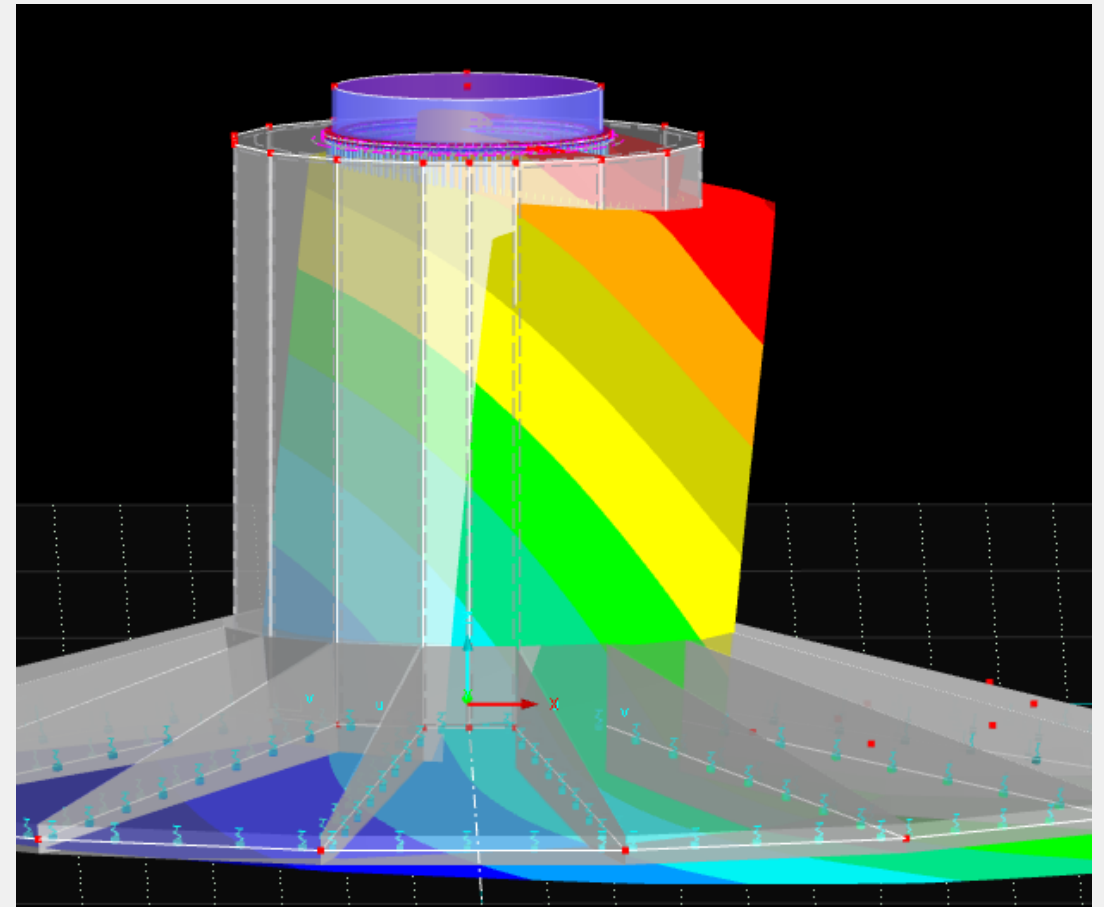
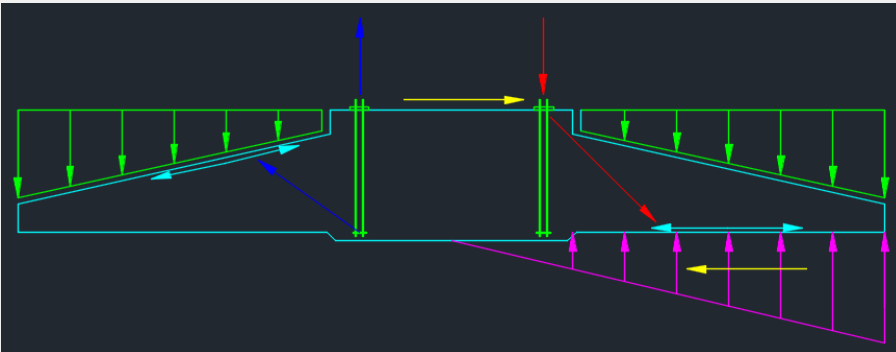
Lähtökohdat kuntoon

Lähtötietojen oikeellisuus

- Ei pelkästään voimalatoimittajan toimittamat tiedot, vaan myös materiaaleihin ja olosuhteisiin liittyvät tiedot
 - Olosuhteet, esim. maaperä, pohjavesi ja rasitusluokat
 - Käyttöikä ja sen vaatimukset
 - Haluttu käyttöikä 35 v mutta kuormitukset 25 v ?
 - Jännityshäviöt ja niiden huomiointi

Toteutettavuuden huomiointi

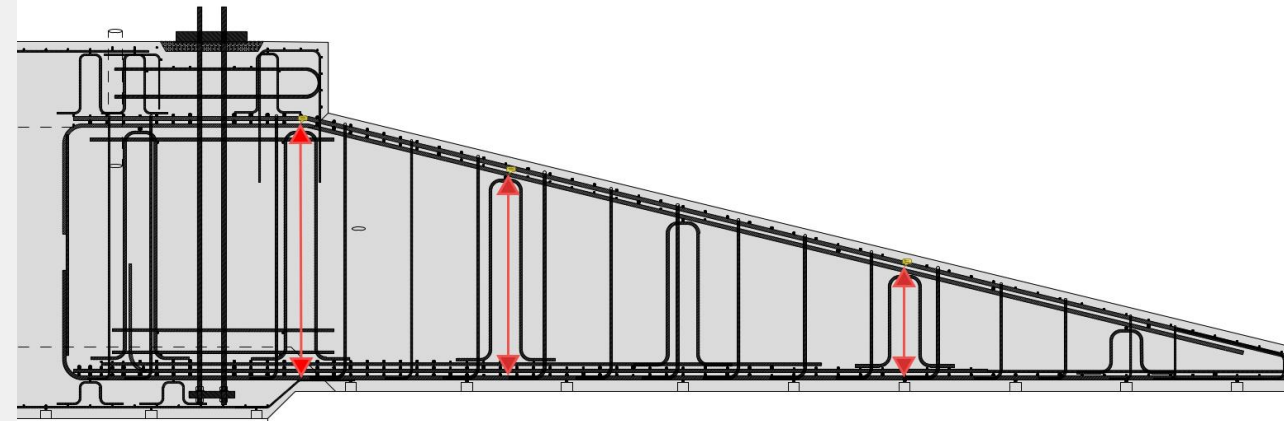
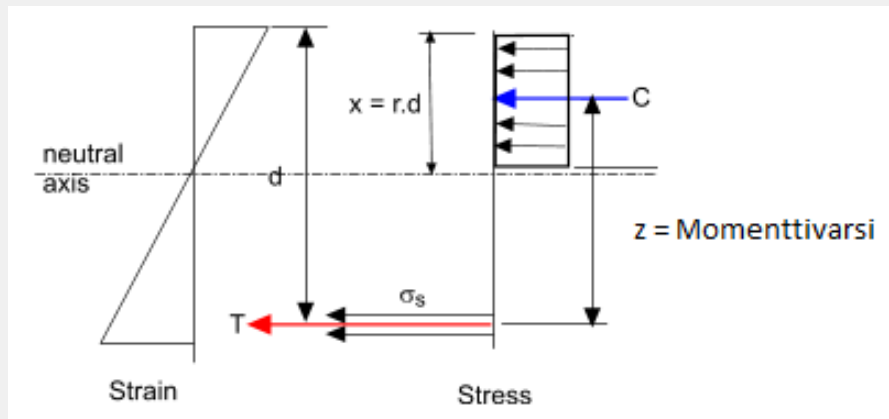
- Raudoitusjärjestys sekä betonointi



2. Rakentaminen

Turvallisuus ja toteutuskelpoisuus

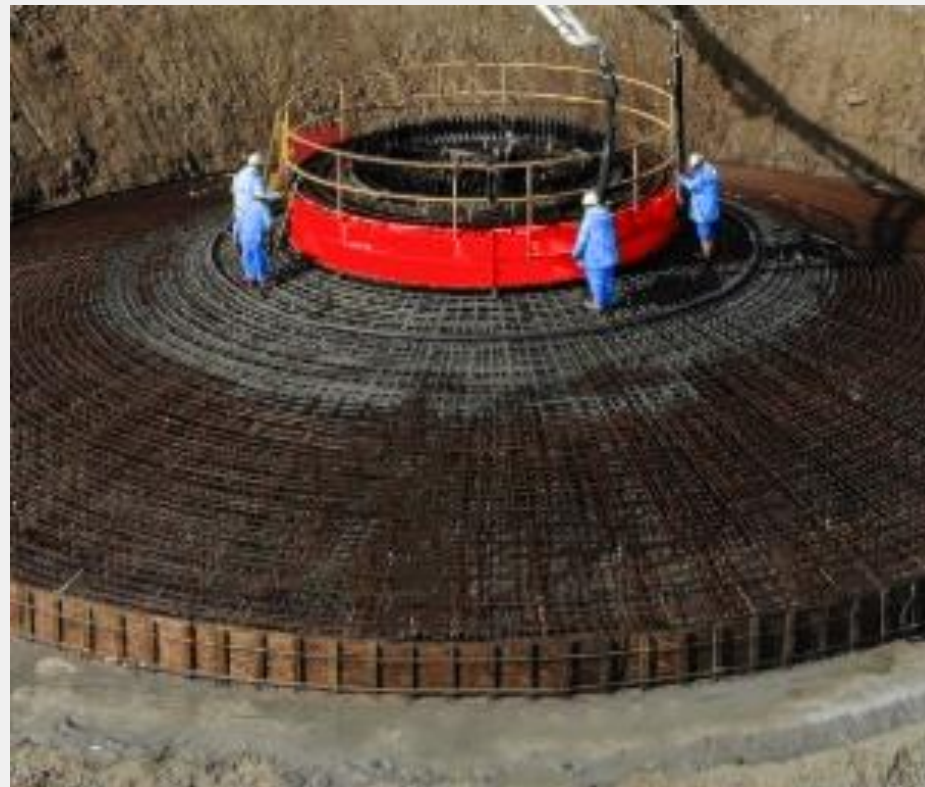
- Turvallinen työskentely
 - Työolosuhteet ja välineet siten, että turvallinen työskentely voidaan varmistaa
- Suunnitelmien toteutuminen
 - Raudoitteiden (ap+yp) keskinäinen etäisyys – momenttivarsi!



2. Rakentaminen

Jatkuvaa laadunvarmistusta

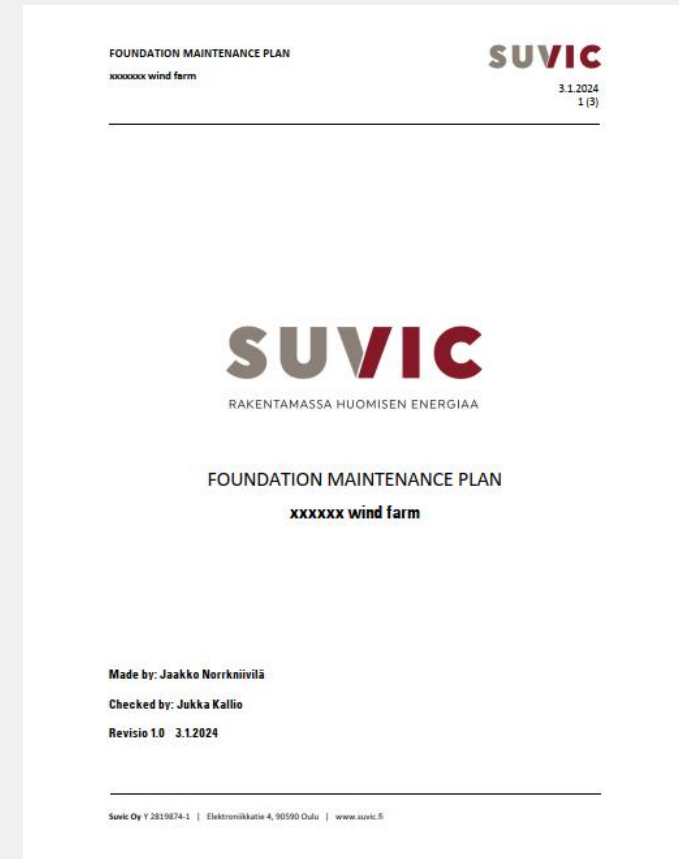
- Perustus on massiivinen rakenne ja siten sen betonointityö on vaativaa
 - (Edes teoreettisesti) riittävä resurssi suhteessa vaadittuun tiivistysmäärään + työturvallisuus
 - Vuodenajan ja sään vaikutusten huomiointi
 - Lämpötila – sade – tuuli
- Riittävä määrä testejä ja testauksia
 - Ennakkokokeet – betoni
 - Työmaakoekappaleet ja niiden lukumäärä – betoni
 - Hyväksyntäkokeet – kallioankkurit
 - Paalut – PDA-mittaus



3. Käytönaika

Huoltovapaata tuulivoimaa ei ole

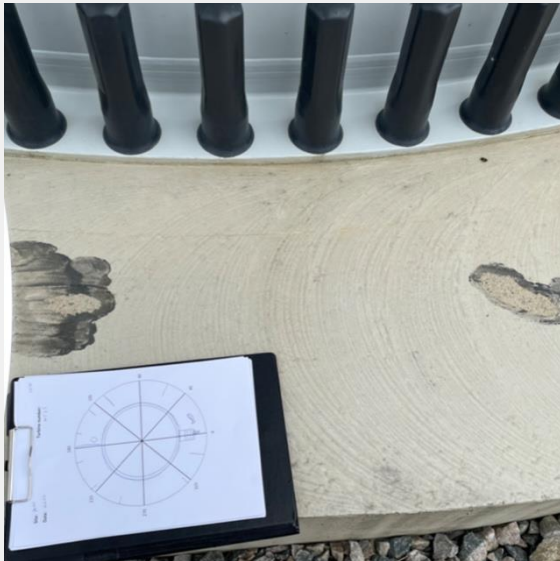
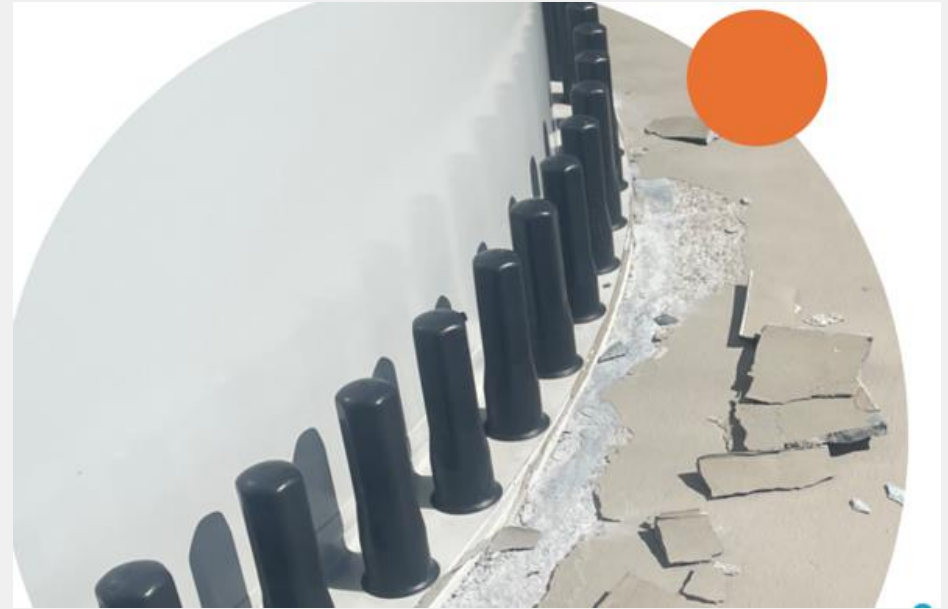
- Perustus mielletään usein ”huoltovapaaksi”
 - Ei tarkoita, ettei tarvitse tarkastuksia ja seurantaa
 - Huolto-/tarkastussuunnitelma
 - Riippuvainen perustustyypistä sekä suunnittelun oletuksista
 - Suunnittelijan tulee määritellä
 - Esim. kallioankkurit ja mahdollinen uudelleenjännitys



3. Käytönaika

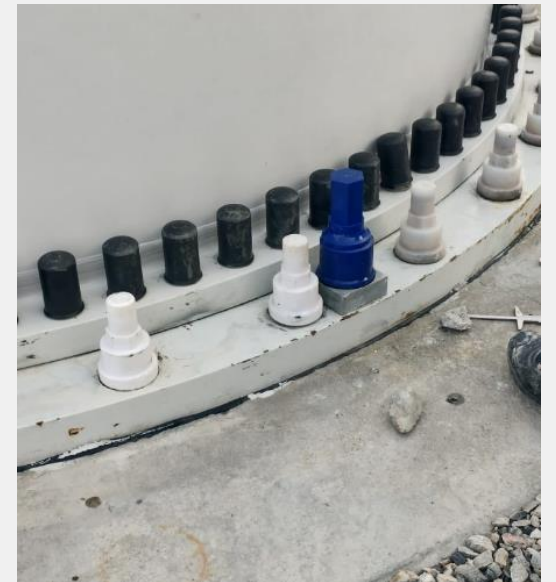
Check Your Self

- Säännölliset tarkastukset
 - Tarkastuslogit – merkinnät
 - Pystytään seuraamaan mahdollisia muutoksia
 - Huomiot ja mahdolliset toimenpiteet
 - Mittaukset ja niiden tulokset



“Aina ei mene niin kuin elokuvissa...”

- Silloin tällöin tulee odottamattomia yllätyksiä joko rakennus- tai käytönaikana
- Ei pidä vaipua synkkyyteen!





DEVELOPING ENERGY FOR THE FUTURE

Kiitos – kysymyksiä?