

1 HANKKEESTA VASTAAVA

1.1 Pohjolan Voima

Hankkeesta vastaava on PVO-Innopower Oy, joka on Pohjolan Voiman tytäryhtiö. Pohjolan Voiman tarkoituksena on tuottaa energiaa osakkailleen pitkäjänteisesti, vakaasti ja kustannustehokkaasti. Pohjolan Voiman osakkaina on vientiteollisuusyrityksiä sekä kuntia, kaupunkeja ja niiden omistamia energiayhtiöitä. Perusteellisuuden merkitys Suomen kansantaloudelle on suuri. Luotettava energiansaanti kilpailukykyiseen hintaan on edellytyksenä teollisuuden toiminnalle ja investoinneille. Kotitaloudet saavat Pohjolan Voiman tuottamaa sähköä ja lämpöä kunnallisten energiayhtiöiden kautta.

Pohjolan Voima jalostaa sähköä vedestä, uranista, puusta, turpeesta, hiilestä, kaasusta, tuulesta ja peltobiomassoista. Pohjolan Voima myös kehittää ja ylläpitää alan teknologiaa ja palveluja.

1 PROJEKTANSVARIG

1.1 Pohjolan Voima

Projektansvarig är PVO-Innopower Oy, som är ett dotterbolag till Pohjolan Voima. Pohjolan Voima har som mål att producera energi till sina delägare på ett långsiktigt, stabilt och kostnadseffektivt sätt. Delägare i Pohjolan Voima är exportindustriföretag samt kommuner, städer och de energibolag som dessa äger. Basindustrin har stor betydelse för Finlands nationalekonomi. Tillförlitlig tillgång på energi till ett konkurrenskraftigt pris är en förutsättning för industrins verksamhet och för investeringar. Hushållen får el och värme som Pohjolan Voima producerat via de kommunala energibolagen.

Pohjolan Voima förädlar vatten, uran, trä, torv, kol, gas, vind och åkerbiomassa till elektricitet. Pohjolan Voima utvecklar och upprätthåller också teknologi och tjänster i branschen.

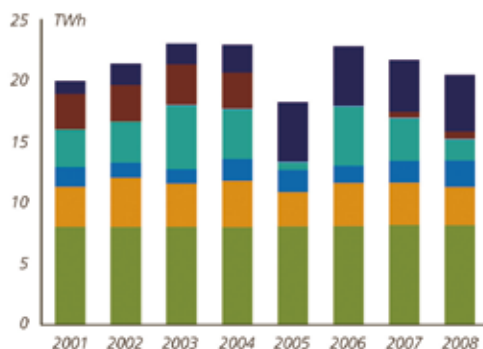
**Pohjolan Voimas produktionskapacitet
31.12.2008, 3 483 MW**



Pohjolan Voiman sähkön tuotantokapasiteetti 31.12.2008, 3 483 MW

12,0 %	vesivoima	vattenkraft
28,0 %	ydinvoima	kärnkraft
5,9 %	yhteistuotanto, kaukolämpö	samproduktion, fjärrvärme
15,8 %	yhteistuotanto, teollisuus	samproduktion, industri
37,5 %	läuhdevoima	kondenskraft
0,8 %	tuulivoima	vindkraft

Pohjolan Voimas elanskaffning 2001-2008, TWh

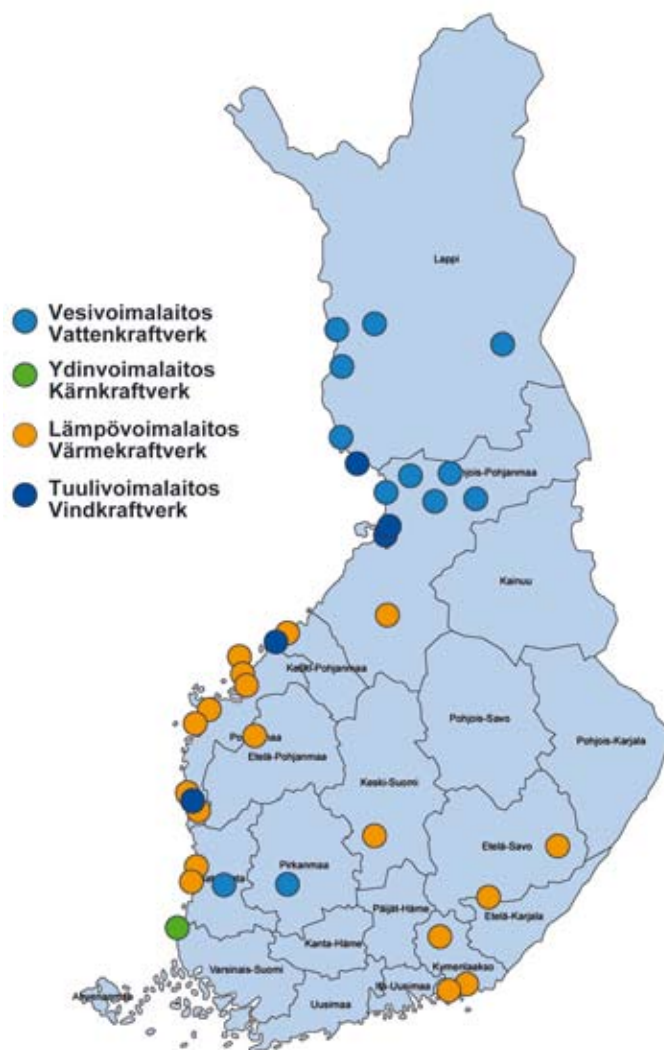


Pohjolan Voiman sähkön hankinta 2001-2008, TWh

sähkön osto	elinköp
sopimustuonti	avtalsimport
tuulivoima	vindkraft
läuhdevoima	kondenskraft
vesivoima	vattenkraft
yhteistuotanto	samproduktion
ydinvoima	kärnkraft

■ Kuva 1-1. Pohjolan Voiman sähköntuotantotavat vuonna 2008.

■ Figur 1-1. Pohjolan Voimas elproduktionssätt år 2008.



■ Kuva 1-2. Pohjolan Voiman voimalaitospaikkakunnat.

■ Figur 1-2. Orter där Pohjolan Voima har kraftverk.

Pohjolan Voima toimittaa hankkimansa sähkön ja lämmön osakkailleen omakustannushintaan. Se ei tavoittele voittoa vaan luotettavaa sähkön ja lämmön toimitusta ja vakaata energian hintaa osakkailleen. Investoimalla uuteen kapasiteettiin ja huolehtimalla voimalaitosten hyvästä käytettävyydestä Pohjolan Voima luo osaltaan edellytykset sille, että sähköä on osakkaiden saatavissa kilpailukykyiseen hintaan erilaisissa kuormitustilanteissa.

Pohjolan Voiman tuotantoyhtiöissä on käytössä standardin ISO 14001 mukaiset sertifioidut ympäristöjärjestelmät. Järjestelmiin sisältyvillä ympäristöohjelmilla varmistetaan toiminnan jatkuva parantaminen. Kaikilla Pohjolan Voiman voimalaitoksilla on voimassa olevat ympäristö- ja vesiluvat. Pohjolan Voima on laatinut julkisen ympäristöraportin vuodesta 1994. Vuodesta 2001 alkaen keskeiset ympäristötiedot on julkaistu vuosikertomuksen osana ja Internet-sivuilla.

Pohjolan Voima levererar sin el och värme till sina delägare till självkostnadspris. Bolaget eftersträvar inte vinst utan endast pålitliga el- och värmeleveranser och ett stabilt energipris till sina delägare. Genom att investera i ny kapacitet och se till att kraftverken har god tillgänglighet skapar Pohjolan Voima förutsättningar för att delägarna ska ha tillgång till el till ett konkurrenskraftigt pris i olika belastningssituationer.

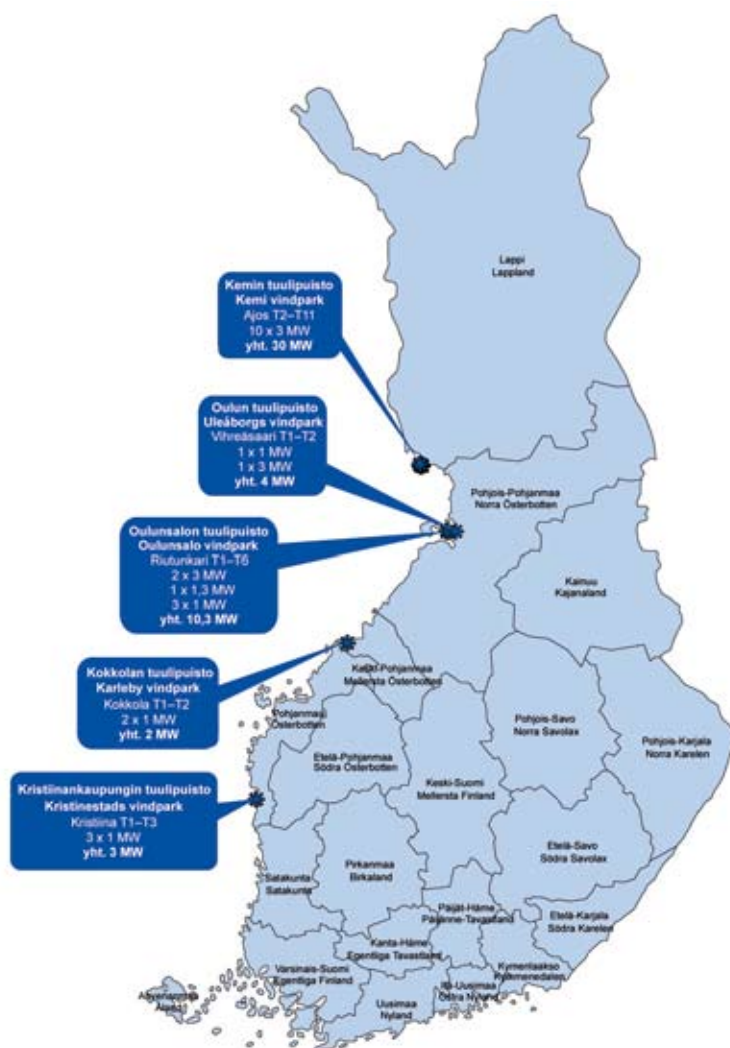
Pohjolan Voimas produktionsbolag har miljösystem som är certifierade enligt standarden ISO 14001. De miljöprogram som ingår i systemen garanterar att verksamheten ständigt förbättras. Alla Pohjolan Voimas kraftverk har gällande miljö- och vattentillstånd. Pohjolan Voima har gjort upp en offentlig miljörapport ända sedan år 1994. Från år 2001 har viktig miljöinformation publicerats som en del av årsberättelsen och på bolagets webbplats.

1.2 PVO-Innopower Oy

PVO-Innopower Oy on Pohjolan Voiman tytäryhtiö, joka mm. omistaa ja pitää käynnissä tuulivoimalaitoksia. Se on Suomen suurin tuulivoimasähkön tuottaja. Pohjolan Voiman tytäryhtiöiden yhteenlaskettu tuulivoiman tuotantokapasiteetti on 50,3 MW. Se on noin 40 % Suomen tuulivoimakapasiteetista.

Tällä hetkellä PVO-Innopowerilla on seuraavat tuulivoimalat:

- Oulu 1 x 1 MW, 1 x 3 MW
- Oulunsalo 3 x 1 MW, 1 x 1,3 MW, 2 x 3 MW
- Kokkola 2 x 1 MW
- Kemi, Ajos 10 x 3 MW tuulivoimapuisto
- Kristiinankaupunki 3 x 1 MW



■ Kuva 1-3. PVO-Innopowerin tuulivoimalaitospaikkakunnat.

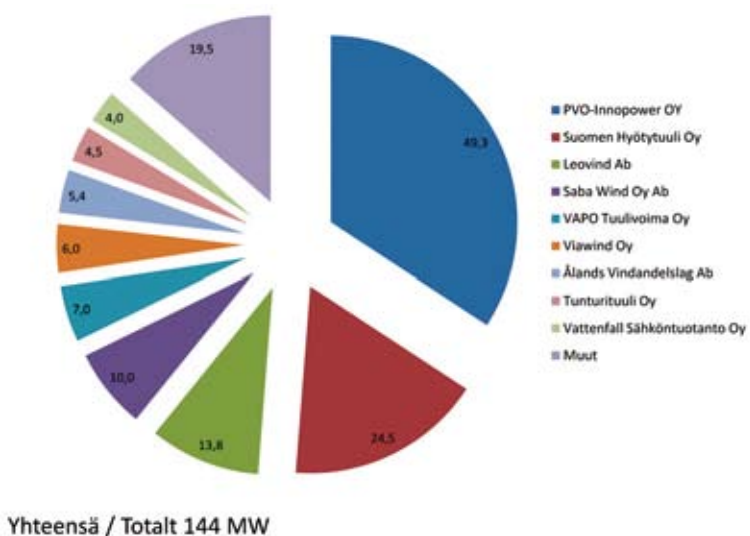
■ Figur 1-3. Orter där PVO-Innopower har vindkraftverk.

1.2 PVO-Innopower Oy

PVO-Innopower Oy är Pohjolan Voimas dotterbolag, som bl.a. äger vindkraftverk och håller dem i drift. Bolaget är Finlands största producent av vindkraftselektricitet. Den sammanlagda produktionskapaciteten av vindkraft i Pohjolan Voimas dotterbolag är 50,3 MW. Det är cirka 40 % av Finlands hela vindkraftskapacitet.

För närvarande har PVO-Innopower följande vindkraftverk:

- Uleåborg 1 x 1 MW, 1 x 3 MW
- Oulunsalo 3 x 1 MW, 1 x 1,3 MW, 2 x 3 MW
- Karleby 2 x 1 MW
- Kemi, Ajos 10 x 3 MW vindkraftspark
- Kristinestad 3 x 1 MW



Yhteensä / Totalt 144 MW

■ Kuva 1-4. Suomen tuulivoimakapasiteetti 2008.

■ Figur 1-4. Finlands vindkraftskapacitet 2008

2 HANKKEEN KUVAUS

2.1 Hankkeen tausta

2.1.1 Kokkolan merituulivoimatutkimus

Pohjolan Voima toteutti vuosina 1999–2003 Kokkolan merialueella laajan tutkimuksen, jonka tarkoituksena oli selvittää merituulivoiman hyödyntämismahdollisuuksia teollisessa mitakaavassa. Tutkimus sai tukea silloiselta kauppa- ja teollisuusministeriöltä. Tutkimukseen kuuluivat seuraavat osat:

- Teknistaloudelliset selvitykset
- Merituulivoiman oikeudelliset edellytykset
- Kansalaiskyselyt ja tutkimuksen osallistumisjärjestelmä
- Ympäristövaikutusten arviointimenettely

Tutkimuksen tulokset on tallennettu yhtiön Internet-sivuille osoitteeseen <http://www.pohjolanvoima.fi/fi/viestinta/julkaisut/>

Tutkimuksen tulosten perusteella yhtiö laati vuonna 2004 tuulivoimakriteerit, joiden täytyttyä tuulivoimarakentaminen voi hankealueella olla teknisesti ja taloudellisesti kannattavaa eli yhtiön kannalta kiinnostavaa. Tuulivoimakriteerit koostuivat teknisistä, taloudellisista, suojelullisista ja ympäristöllisistä näkökohdista sekä yhteiskunnallisesta hyväksyttävyydestä. Pohjolan Voiman tuulivoimakriteereistä laadittiin erillinen raportti.

Kriteerien perusteella Pohjolan Voima on selvittänyt rannikolla sijaitsevien voimalaitospaikkakuntiensa merialueiden soveltuvuutta merituulivoimarakentamiseen. Tutkimuksen tuloksista laadittiin erillinen selvitys liitekarttoineen. Kristiinankaupungin edusta oli yksi selvityksessä vuonna 2004 alustavasti tutkittu alue.

Kristiinankaupungin edustan merituulivoimapuiston ympäristövaikutusten arviointi tarkentaa aiempien selvitysten perusteella kiinnostaviksi katsottujen alueiden tutkimuksia Kristiinankaupungin merialueella. Kristiinankaupungin edusta on yhtiölle erityisen kiinnostava, koska siellä toimii yhtiön nykyiset hiili-, öljy- ja tuulivoimalaitokset sekä satama.

2 PROJEKTIBESKRIVNING

2.1 Projektets bakgrund

2.1.1 Undersökning av havsbaserad vindkraft i Karleby

Pohjolan Voima gjorde en omfattande undersökning i havsområdet utanför Karleby 1999–2003 med avsikt att utreda möjligheterna att utnyttja havsbaserad vindkraft i industriell skala. Undersökningen fick bidrag av dåvarande handels- och industriministeriet. Undersökningen omfattade följande delar:

- Teknisk-ekonomiska utredningar
- Rättsliga förutsättningar för havsbaserade vindkraftverk
- Enkäter bland befolkningen och system för deltagande i undersökningen
- Förfarande vid miljökonsekvensbedömning

Resultaten av undersökningen finns på bolagets webbplats på adressen <http://www.pohjolanvoima.fi/fi/viestinta/julkaisut/>

Utgående från resultaten av undersökningen utarbetade bolaget år 2004 vindkraftskriterier som måste uppfyllas för att det ska bli tekniskt och ekonomiskt lönsamt, dvs. intressant för bolaget, att bygga vindkraftverk på projektområdet. Vindkraftskriterierna bestod av tekniska, ekonomiska, skyddsmässiga och miljömässiga aspekter samt godtagbarhet i samhället. En separat rapport om Pohjolan Voimas vindkraftskriterier gjordes upp.

På basis av kriterierna har Pohjolan Voima utrett om havsområdena på de orter där bolaget redan har kraftverk är lämpliga för byggande av vindkraftverk till havs. Resultaten av undersökningen sammanställdes i en separat utredning med bilagekartor. Området utanför Kristinestad var ett av de områden som preliminärt undersöktes i utredningen år 2004.

Miljökonsekvensbedömningen av en havsbaserad vindkraftspark utanför Kristinestad preciserar undersökningen av de områden i havsområdet utanför Kristinestad som utgående från tidigare utredningar anses vara intressanta. Området utanför Kristinestad är speciellt intressant för bolaget, eftersom bolaget har kol-, olje- och vindkraftverk samt en hamn där sedan tidigare.



■ Kuva 2-1. Kokkolan merituulivoimalaitoksen tutkimuksen raportit.

■ Figur 2-1. Rapporter om undersökningen av en havsbaserad vindkraftspark utanför Karleby

2.1.2 Ilmastonmuutos

Ilmastonmuutoksella viitataan mihin tahansa ilmaston muuttumiseen ajan myötä joko luonnollisten vaihteluiden tai ihmisen toiminnan seurauksena. Nykyisin myös ihmiskunnan toiminta muuttaa planeettamme ilmakehän koostumusta, josta seurauksena on globaali ilmaston lämpeneminen.

Ihmistoiminnasta aiheutunut kasvihuonekaasujen määrän lisäys on muuttanut ilmakehän kaasukoostumusta. Kaasukoostumuksen muuttuminen voimistaa kasvihuoneilmiötä eli kaasukoostumuksen muuttumisen seurauksena ilmasto muuttuu. Merkittävin syy kasvihuonekaasujen lisääntymiseen ilmakehässä on ihmisen toiminta. Valtaosa ihmiskunnan tuottamasta hiilidioksidista on peräisin fossiilisten polttoaineiden – hiilen, öljyn ja maakaasun – käytämisestä energiantuotannossa ja liikenteessä. Toinen tärkeä päästölähde on trooppisten metsien hävittäminen. Hakkuut kiihdyttävät ilmaston lämpenemistä, koska metsiin satojen vuosien aikana varastoitunut hiili vapautuu ilmakehään.

Ilmastonsuojelun tavoitteena on rajoittaa ilmastonmuutos ekologisesti ja sosiaalisesti siedettävälle tasolle. Monet ihmisen jo tuottamista kasvihuonekaasuista säilyvät ilmakehässä satoja tai jopa tuhansia vuosia lämmittäen ilmastoa. Leikkaamalla nykyistä päästötasoa ilmastonmuutosta voidaan kuitenkin merkittävästi hidastaa. Ilmastonmuutoksen hillitseminen edellyttää merkittäviä muutoksia etenkin teollistuneiden maiden teknologiassa, taloudessa ja yhteiskuntien toimintatavoissa. Ihmistoiminnan aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä voidaan vähentää mm. seuraavin keinoin:

- säästämällä energiaa ja tehostamalla energiankäyttöä
- siirtämällä energiantuotannon painopistettä fossiilista polttoaineista uusiutuviin energialähteisiin, jotka eivät aiheuta kasvihuonekaasupäästöjä tai tuottavat niitä vain vähän
- vähentämällä liikennetarvetta esimerkiksi tehokkaalla kaupunkisuunnittelulla
- korvaamalla auto- ja lentoliikennettä joukko- ja kevyellä liikenteellä
- kompostoimalla maatuivat jätteet

Hiilidioksidi on merkittävin ihmisen tuottamista kasvihuonekaasuista, sen osuus ilmastonmuutoksesta on noin 60 %. Hiilidioksidista kolme neljäsosaa tulee energiantuotannosta ja liikenteestä. Suomessa energiantuotanto synnyttää 65 prosenttia kasvihuonekaasupäästöistä ja noin 80 prosenttia hiilidioksidipäästöistä. Siksi energiantuotannon muutokset ovat avainasemassa päästöjä vähennettäessä. Energiantuotannon päästöjä voidaan vähentää energiankulutusta pienentämällä sekä lisäämällä vähäpäästöisten tai päästöttömien energialähteiden osuutta tuotannossa.

2.1.2 Klimatförändringen

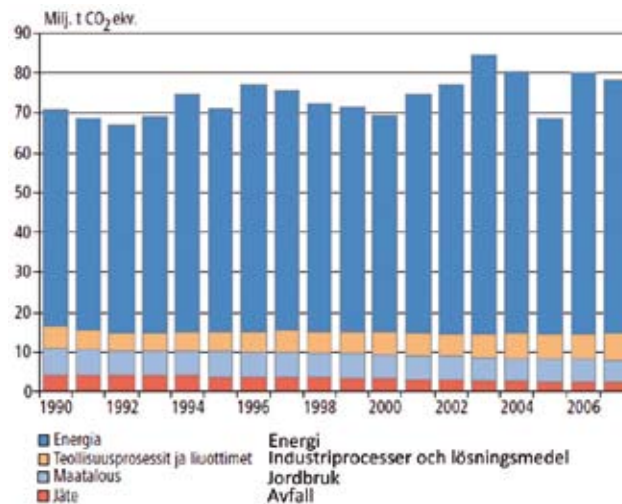
Med klimatförändringen avses vilka klimatförändringar som helst som sker med tiden, antingen genom naturliga variationer eller till följd av mänsklig verksamhet. Numera förändras också den mänskliga verksamheten atmosfärens sammansättning på vår planet, vilket leder till global uppvärmning av klimatet.

Den ökade mängden växthusgaser till följd av mänsklig verksamhet har förändrat atmosfärens gassammansättning. Den här förändringen förstärker växthuseffekten, dvs. klimatet förändras på grund av förändringar i gassammansättningen. Den största orsaken till ökad mängd växthusgaser i atmosfären är mänsklig verksamhet. Största delen av den koldioxid som mänskligheten producerar kommer från användningen av fossila bränslen – kol, olja och naturgas – i energiproduktion och trafik. En annan viktig utsläppskälla är skövlingen av tropiska skogar. Avverkningarna påskyndar klimatuppvärmningen, eftersom kol som lagrats i skogarna i hundratals år frigörs och kommer ut i atmosfären.

Målet för klimatskyddet är att begränsa klimatförändringen till en ekologiskt och socialt acceptabel nivå. Många av de växthusgaser som människan redan har producerat blir kvar i atmosfären i hundratals eller till och med tusentals år och gör klimatet varmare. Genom att minska den nuvarande utsläppsnivån kan klimatförändringen dock påtagligt hejdas. För att hålla klimatförändringen under kontroll krävs ansemliga förändringar i framför allt industriländernas teknologi, ekonomi och samhällenas funktionssätt. Utsläppen av växthusgaser från mänsklig verksamhet kan man minska genom att bl.a.:

- spara energi och effektivisera energianvändningen
- flytta tyngdpunkten för energiproduktionen från fossila bränslen till förnybara energikällor som inte ger upphov till utsläpp av växthusgaser eller som producerar mindre mängder av sådana utsläpp
- minska trafikbehovet till exempel genom effektiv stadsplanering
- ersätta bil- och flygtrafiken med kollektivtrafik och lätt trafik
- kompostera avfall som förmultnar

Av de växthusgaser som människan producerar har koldioxid den största betydelsen. Dess andel av klimatförändringen är cirka 60 %. Tre fjärdedelar av koldioxiden kommer från energiproduktion och trafik. I Finland ger energiproduktionen upphov till 65 procent av utsläppen av växthusgaser och cirka 80 procent av koldioxidutsläppen. Därför är förändringar i energiproduktionen i nyckelposition då utsläppen måste minskas. Utsläppen från energiproduktionen kan minskas genom minskad energiförbrukning samt ökad andel utsläppssnåla eller utsläppsfria energikällor.

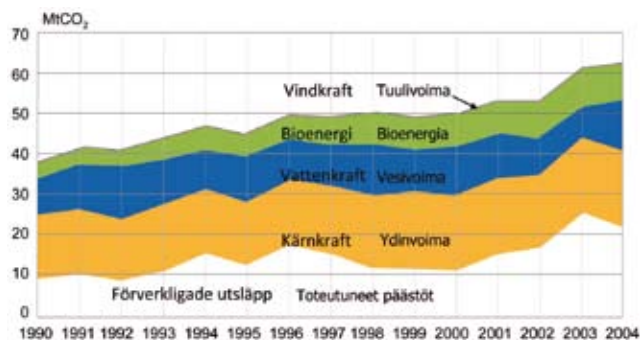


Kuva 2-2. Suomen hiilidioksidipäästöt vuosina 1990–2007 (milj. tonnia CO₂-ekv.). (Lähde: Tilastokeskus).

Figur 2-2. Finlands koldioxidutsläpp 1990–2007 (milj. ton CO₂-ekv.). (Källa: Statistikcentralen)

Energiantuotannossa eniten kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttavat fossiiliset polttoaineet – hiili, öljy ja maakaasu – joilla tuotetaan edelleen noin puolet Suomessa käytettävästä energiasta. Alhaisimmat kasvihuonekaasupäästöt koko elinkaaren aikana aiheutuvat uusiutuvista energialähteistä (tuulivoima, puu, aurinkopaneelit, vesivoima) sekä ydinvoimasta. Esimerkiksi tuulivoima ei tuota lainkaan käytön aikaisia hiilidioksidipäästöjä. Uusiutuvilla energialähteillä voidaan vähentää energiantuotannon päästöjä, ja tästä johtuen uusiutuvien energialähteiden käytön edistäminen onkin keskeistä ilmastomuutoksen torjunnassa.

Mest utsläpp av växthusgaser i energiproduktionen kommer från fossila bränslen – kol, olja och naturgas – som fortfarande står för ungefär hälften av energiproduktionen i Finland. De lägsta utsläppen av växthusgaser under hela livscykeln uppstår från förnybara energikällor (vindkraft, trä, solpaneler, vattenkraft) samt kärnkraft. Till exempel vindkraft producerar inga koldioxidutsläpp alls under driften. Med förnybara energikällor kan utsläppen från energiproduktionen minska. För att klimatförändringen ska kunna hejdas är det därför viktigt att främja användningen av förnybara energikällor.



Kuva 2-3. Päästöttömällä sähköntuotantomuodoilla vältetyt hiilidioksidipäästöt Suomessa. Tuulivoiman osuus on vielä niin pieni, että se ei kaaviossa erotu. (Lähde: Energiategollisuus).

Figur 2-3. Koldioxidutsläpp som undviks genom utsläppsfria former av elproduktion i Finland. Vindkraftens andel är ännu så liten att den inte urskiljs i diagrammet. (Källa: Energiindustrin)

Euroopan unionin asettama tavoite, uusiutuvien energialähteiden osuuden kasvattaminen 20 prosenttiin vuoteen 2020 mennessä, edellyttää ponnisteluja kaikissa jäsenvaltioissa. Tämä tavoite on läheisessä yhteydessä kasvihuonekaasujen päästövähennystavoitteeseemme. Ellemme merkittävästi lisää uusiutuvan energian osuutta EU:n energialavikoimassa, on käytännössä mahdotonta saavuttaa myös EU:n kasvihuonekaasupäästöjen vähennystavoitteita. Uusiutuvilla energiamuodoilla voimme korvata fossiilisia polttoaineita, monipuolistaa energialähteitämme ja pienentää hiilidioksidipäästöjamme.

Europeiska unionens mål om att de förnybara energikällornas andel ska ökas till 20 procent fram till år 2020 förutsätter satsningar i alla medlemsländer. Det här målet har ett nära samband med vårt mål att minska utsläppen av växthusgaser. Om vi inte avsevärt ökar andelen förnybar energi i EU:s energitubud är det i praktiken omöjligt att nå EU:s mål om minskade utsläpp av växthusgaser. Med förnybara energikällor kan vi ersätta fossila bränslen, göra våra energikällor mångsidigare och minska våra koldioxidutsläpp.

Kristiinan tuulivoimapuiston eri hankevaihtoehdot eroavat toisistaan vuosittain tuotetun sähkön määrän osalta. Tästä johtuen hankevaihtoehdoilla on keskinäisiä eroja myös kun verrataan niillä aikaan saatavaa hiilidioksidipäästöjen vähenemistä. Hiilidioksidipäästöjen pienemisen määrä riippuu siitä, mihin energialähteeseen tuulivoimaa verrataan. Seuraavassa on esitetty vertailu, jossa Kristiinan tuulivoimapuistovaihtoehtojen käytön aikaisia hiilidioksidipäästöjä on verrattu hiililauhdevoimalaitoksiin eli kivihiilen polttoon.

Hiililauhdevoimalaitoksiin verrattuna voidaan toteuttamalla Kristiinankaupungin edustan merituulivoimapuisto vähentää vuosittain hiilidioksidipäästöjä jopa yli 600 000 tonnia. Käytönaikaisten päästöjen lisäksi voidaan tarkastella myös eri energiantuotantotapojen koko elinkaarensa aikana aiheuttamia päästöjä. Muihin energiantuotantomuotoihin verrattuna tuulivoiman aiheuttamat hiilidioksidipäästöt ovat yksi pienimmistä myös koko elinkaaren kattavissa tarkastelussa. Tuulivoiman elinkaarensa aikana tuottamaa hiilidioksidipäästöjen määrää on tarkasteltu tarkemmin jäljempänä kappaleessa 4.13.1.

2.1.3 Ilmastonmuutoksen vaikutus lintuihin

Lyhyen aikavälin vaikutusten ohella tuulivoimapuistolla voidaan katsoa olevan vaikutusta lintuihin myös huomattavasti pitemmällä aikavälillä sen ilmastonmuutosta hillitsevän vaikutuksen kautta. Lintuihin ilmastonmuutos voi vaikuttaa sekä 1) suoraan muuttamalla lintujen vakiintuneita käyttäytymistapoja (mm. pesinnän ajoittuminen ja muuttoajat) että 2) epäsuorasti niiden elinympäristössä tapahtuvien muutosten kautta.

Suomessa ilmastonmuutoksen on ennustettu vaikuttavan voimakkaimmin erityisesti levinneisyydeltään pohjoisiin lajeihin (mm. tunturinummiin sekä pohjoisten soiden kahlaajalajit sekä metsäkanalinnuista riekko), joiden esiintymisalueen on arvioitu kutistuvan merkittävästi keskilämpötilojen kasvun seurauksena. Sen sijaan eteläisten lehti- ja sekametsien lajien (mm. valkoselkätikka, sepelsieppo) elinolosuhteiden on arvioitu ilmastonmuutoksen myötä parantuvan, mikä voi osaltaan parantaa niiden leviämismahdollisuuksia Etelä- ja Keski-Suomen alueelle. Ennusteiden mukaan Suomen pesimälinnusto tulee ilmastonmuutoksen myötä muuttamaan lähemmäs Keski-Euroopan alueen nykyistä linnustoa pohjoisten lajien esiintymisen rajoituksessa entistä voimakkaammin maan pohjoisosiin tai niiden hävitessä jopa kokonaan Suomen rajojen sisäpuolelta. Pohjoisten lajien leviämismahdollisuuksia rajoittavat kuitenkin soveliaiden pesimisalueiden pieni määrä lähellä napa-alueita, minkä takia niiden riski sukupuuttoon on monia muita lajeja suurempi. Kristiinankaupungin kautta muuttavista lajeista mm. mustalinnun ja allin on ennustettu ilmasto-olosuhteiden muutosten perusteella jopa häviävän Suomen pesimälinnustosta vuoteen 2100 mennessä. Pohjoisten lajien ohella lajiryhmät, joihin ilmastonmuutos tulee ennusteiden perusteella voimakkaimmin Suomessa vaikuttamaan, ovat merialueille luonteenomaiset vesilintu- ja kahlaajalajit, joiden ruokailu- ja lisääntymismahdollisuuksien on arvioitu heikentyvän erityisesti ilmastonmuutoksen aiheuttaman vedenpinnan nousun sekä meriekosysteemeissä

De olika projekialternativen för en vindkraftspark i Kristinestad skiljer sig från varandra i fråga om den elmängd som årligen kan produceras. Därför finns det skillnader mellan de olika projekialternativen, också då man jämför den minskning av koldioxidutsläpp som de ger. Minskningen av koldioxidutsläppen beror på vilken energikälla man jämför vindkraften med. Nedan jämförs koldioxidutsläppen under driftstiden i de olika alternativen för en vindkraftspark i Kristinestad och ett kolkondenskraftverk, dvs. förbränning av stenkol.

Jämfört med kolkondenskraftverk kan man genom att bygga en havsbaserad vindkraftspark utanför Kristinestad minska koldioxidutsläppen med upp till 600 000 ton per år. Utöver utsläppen under driften kan man också se på utsläppen från olika energiproduktionsformer under hela deras livscykel. Jämfört med andra energiproduktionsformer är koldioxidutsläppen i fallet vindkraft bland de allra minsta, också då man beaktar hela livscykeln. Koldioxidutsläppen under vindkraftens livscykel behandlas närmare nedan i avsnitt 4.13.1.

2.1.3 Klimatförändringens inverkan på fåglarna

Jämsides med konsekvenserna på kort sikt kan vindkraftsparken också anses påverka fåglarna på betydligt längre sikt genom att den bidrar till att hejda klimatförändringen. Klimatförändringen kan påverka fåglarna både 1) direkt genom att förändra fåglarnas invanda beteendemönster (bl.a. tidpunkt för häckning och flyttning) och 2) indirekt via förändringar i deras livsmiljö.

I Finland förutspås klimatförändringen ha störst inverkan på speciellt de arter som förekommer i norr (bl.a. vadare på fjällhedarna och myrarna i norr samt bland skogshönsfåglarna dalripa), vilkas förekomstområden bedöms krympa betydligt till följd av högre medeltemperaturer. Däremot bedöms levnadsförhållandena för arterna i de sydliga löv- och blandskogarna (bl.a. vitryggig hackspett, halsbandsflugsnappare) förbättras till följd av klimatförändringen, vilket kan ge dem förutsättningar att spridas över Södra och Mellersta Finland. Enligt prognoserna kommer det häckande fågelbeståndet i Finland genom klimatförändringen att förändras så att det närmar sig det nuvarande fågelbeståndet i Mellaneuropa, varvid de nordliga arternas förekomst mer än tidigare begränsas till landets norra delar, eller också kan de försvinna helt från finländskt område. De nordliga arternas spridningsmöjligheter begränsas dock av bristen på lämpliga häckningsområden nära polartrakterna. Därför är risken för att de ska bli utrotade större än för många andra arter. Av de arter som flyttar genom Kristinestad förutspås bl.a. sjöorre och alfågel till följd av förändringar i klimatförhållandena kanske inte mera finnas med bland de fåglar som häckar i Finland år 2100. De grupper av fågelarter som jämsides med de nordliga arterna enligt prognoserna kommer att påverkas starkast av klimatförändringen i Finland är de sjöfåglar och vadare som är karakteristiska för havsområdena och som bedöms få sämre möjligheter att hitta föda och föröka sig, speciellt på grund av höjt vattenstånd och förändringar i havsekosystemet till följd av klimatförändringen. Av de arter som nu häckar vid Bottniska viken har utbredningsområdena för åtminstone ejder, skräntärna,

tapahtuvien muutosten seurauksena. Pohjanlahden alueella nykyisin pesivistä lajeista ainakin haahkan, räyskän, ruokin ja riskilän elinalueiden on ennustettu kutistuvan tulevien vuosikymmenien aikana selkeästi nykyisestään, mikäli ennustettu keskilämpötilojen kasvu pohjoisilla leveyspiireillä toteutuu (Huntley ym. 2008). Vaikutusten ilmentymiseen vaikuttavat ilmasto-olojen ohella kuitenkin myös alueiden maankäytössä tapahtuvat muutokset sekä lintujen sopeutuminen muuttuneisiin olosuhteisiin, jotka voivat korostaa tai lieventää linnustossa havaittavia muutoksia.

Ilmastomuutoksen linnustovaikutuksista pitkälle aikavälille tehdyt ennusteet perustuvat vielä pääosin eri lintulajien elinympäristöissä ja niiden esiintymisessä tapahtuvien muutosten mallintamiseen ilmasto-olosuhteissa tapahtuvien muutosten perusteella, minkä takia ennusteet ovat vielä hyvin karkeita. Useat lintujen muutosta ja pesimismenestyksestä tehdyt tutkimukset viittaavat kuitenkin siihen, että ilmastomuutos ja sen aiheuttama keskilämpötilan nousu näkyy jo nykyisin lintujen käyttäytymisessä. Esimerkiksi hiirihaukan pesinnän on havaittu Suomessa aikaistuneen noin 10 vuorokaudella vuosien 1979–2004 välillä johtuen tutkijoiden mukaan ensisijaisesti kevään aikaistumisesta (Lehikoinen ym. 2009). Vastaavasti myös useiden erityisesti varhain keväällä muuttavien lajien, mm. haahkan, kevätmuuton on havaittu aikaistuneen kevätkuukausien keskilämpötilan kasvun mukaan (Rainio 2008). Ilmastomuutosten pitkän aikavälin vaikutuksista lintujen levinneisyyteen on sen sijaan olemassa vähemmän tutkimustietoa johtuen ongelman tutkimiseen soveltuvan aineiston vähyydestä. Brommer (2004) on kuitenkin tutkinut lintujen levinneisyysalueiden muutoksia lintuharrastajien keräämien lintuatlasaineistojen avulla ja havainnut erityisesti eteläisten lajien siirtyneen vajaan 20 kilometriä pohjoiseen tutkimusjaksojen 1974–79 ja 1986–89, mikä on yhtenevä johtopäätös ilmastomallien antamien tulosten kanssa ilmastomuutoksen vaikutuksista pesimälinnustoon.

2.1.4 Tuulisuus

Suomessa on runsaasti tuuliolosuhteiltaan tuulivoiman tuotantoon soveltuvia alueita. Rannikko, merialueet sekä tunturit lukeutuvat tuulivoiman tuotantoon parhaiten soveltuviin alueisiin. Entistä tarkempaa paikkakohtaista tietoa Suomen tuuliolosuhteista on saatavilla Motivan ja Ilmatieteen laitoksen alihankkijoineen toteuttaman Tuuliatlas-projektin valmistumisen myötä. Marraskuussa 2009 julkistettu Suomen Tuuliatlas on tietokonemallinnukseen perustuva tuulisuuskartoitus ja sen tarkoitus on tuottaa mahdollisimman tarkka kuvaus paikkakohtaisista tuuliolosuhteista, kuten tuulen voimakkuudesta, suunnasta ja turbulentsuudesta alkaen 50 metrin korkeudesta aina 400 metriin saakka vuosi- ja kuukausikeskiarvoina. Tuloksia on mahdollista tarkastella tässä vaiheessa tarkkuudeltaan 2,5 x 2,5 kilometrin karttaruuduissa.

tordmule och tobisgrissla förutspåttis krympa betydligt under de närmaste årtiondena, om den prognostiserade höjningen av medeltemperaturerna på de nordliga breddgraderna blir verklighet (Huntley et al. 2008). Bidragande orsaker till den här påverkan är jämsides med klimatförhållandena också förändringar i markanvändningen samt fåglarnas anpassning till förändrade förhållanden, något som kan förstärka eller lindra de förändringar som fåglarna drabbas av.

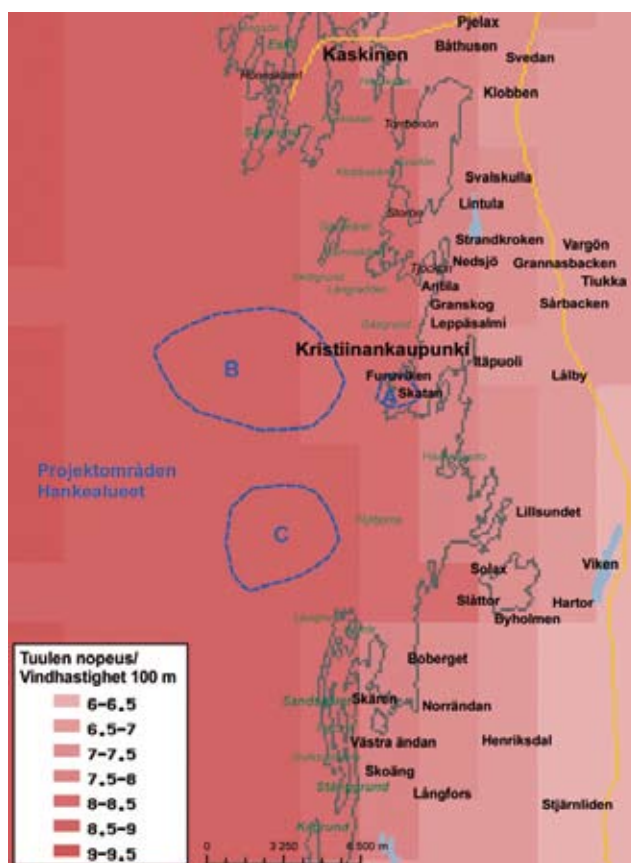
Prognoserna för hur klimatförändringen påverkar fågelbeståndet på lång sikt är ännu baserade främst på modellberäkning enligt förändringar som skett i olika fågelarters livsmiljö och i deras förekomst utgående från förändringar i klimatförhållandena. Därför är prognoserna ännu mycket ungefärliga. Flera undersökningar av fåglarnas flytt och häckningsresultat tyder dock på att klimatförändringen och den höjning av medeltemperaturen som den ger upphov till redan nu syns i fåglarnas beteende. Till exempel under perioden 1979–2004 har det observerats att ormvråkens häckning i Finland småningom har inletts cirka 10 dygn tidigare, enligt forskarna främst på grund av att våren har kommit tidigare (Lehikoinen et al. 2009). På motsvarande sätt har också vårflyttningen för flera arter, speciellt de som flyttar tidigt på våren, bl.a. ejder, noterats infalla tidigare under vårmånaderna till följd av högre medeltemperatur (Rainio 2008). Klimatförändringarnas inverkan på fåglarnas utbredning på lång sikt finns det däremot mindre forskningsresultat om, vilket beror på obetydlig mängd lämpligt material för undersökning av problemet. Brommer (2004) har dock undersökt förändringar i fåglarnas utbredningsområden med hjälp av fågelatlasmaterial som samlats in av fågelskådare. Då framkom det att speciellt de sydliga arterna har förflyttat sig knappt 20 kilometer norrut mellan perioderna 1974–79 och 1986–89. Den här slutsatsen stämmer överens med resultaten av klimatmodellerna om hur klimatförändringen påverkar det häckande fågelbeståndet.

2.1.4 Vindförhållanden

I Finland finns det rikligt med områden som beträffande vindförhållanden lämpar sig för vindkraftsproduktion. Kusten, havsområdena samt fjällen hör till de lämpligaste områdena för vindkraftsproduktion. Noggrannare platsspecifik information om vindförhållandena i Finland finns tillgängliga efter att Motiva och Meteorologiska institutet och dess underleverantörer har fått Vindatlasprojektet färdigt. Finlands Vindatlas, som offentliggjordes i november 2009, är en vindkartläggning baserad på datormodellering. Avsikten med atlasen är att ge en så noggrann beskrivning som möjligt av vindförhållandena på olika platser, bl.a. vindstyrka, riktning och turbulens från 50 meters höjd ända till 400 meters höjd som års- och månadsmedeltal. Resultaten kan för närvarande kontrolleras med en noggrannhet där kartrutorna är 2,5 x 2,5 kilometer.

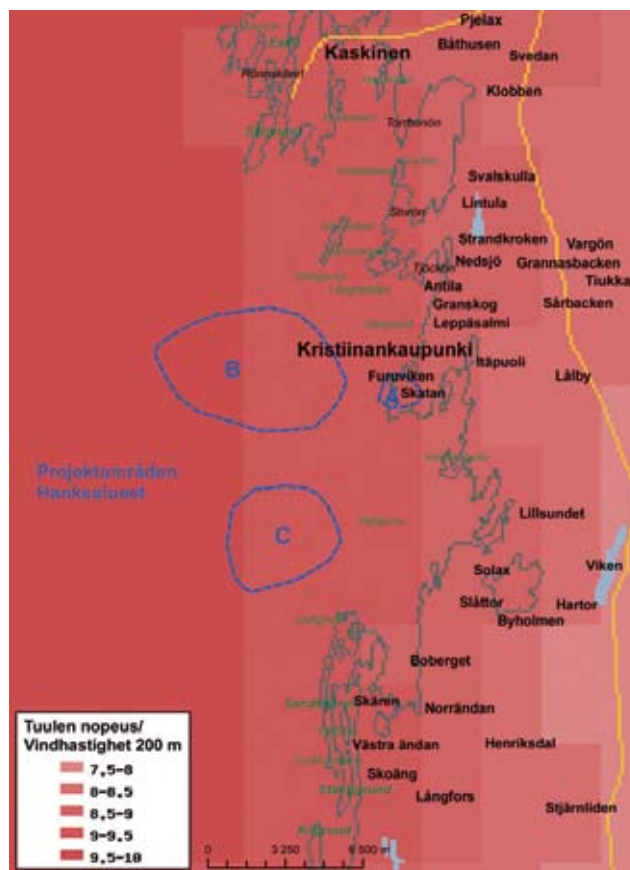
Tuuliatlaksen mallinnusten perusteella tuulen aritmeettinen keskinopeus (m/s) 100 metrin korkeudessa Kristiinankaupungin edustalla on vuositason tarkasteltuna 8-9 m/s luokkaa (Kuva 2 4). Tuulen nopeus kasvaa korkeuden kasvaessa ja 200 metrin korkeudessa saavutetaan 9-10 m/s taso (Kuva 2 5). Kristiinankaupungin edustalla vuositason saavutetut tuulennopeudet ovat erinomaisia Suomen mitta-kaavassa tarkasteltuina. Korkeampia tuulennopeuksia saavutetaan ainoastaan kauempana Pohjan- ja Suomenlahdella sekä Ahvenanmaan saaristomerellä.

Enligt vindatlasens modellberäkningar är vindens aritmetiska medelhastighet (m/s) på 100 meters höjd utanför Kristinestad på årsnivå ungefär 8–9 m/s (Figur 2-4). Vindhastigheten ökar med stigande höjd och på 200 meters höjd är den 9–10 m/s (Figur 2-5). De vindhastigheter som på årsnivå nås utanför Kristinestad är utmärkta för finländska förhållanden. Högre vindhastigheter nås endast längre ute i Bottniska viken och Finska viken samt i Skärgårdshavet på Åland.



■ Kuva 2-4. Tuulen nopeus (m/s) vuositason Kristiinankaupungin edustalla 100 metrin korkeudessa (Suomen Tuuliatlas, Ilmatieteen laitos 2009).

■ Figur 2-4. Vindhastighet (m/s) på årsnivå utanför Kristinestad på 100 meters höjd (Finlands Vindatlas, Meteorologiska institutet 2009).



■ Kuva 2-5. Tuulen nopeus (m/s) vuositasolla Kristiinankaupungin edustalla 200 metrin korkeudessa (Suomen Tuuliatlas, Ilmatieteen laitos 2009).

■ Figur 2-5. Vindhastighet (m/s) på årsnivå utanför Kristinestad på 200 meters höjd (Finlands Vindatlas, Meteorologiska institutet 2009).

2.2 Hanke

Hankkeena on tuulivoimapuiston rakentaminen Kristiinankaupungin Karhusaaren voimalaitosalueelle ja kaupungin ja osin Närpiön edustan merialueelle.

Kristiinankaupungin edusta on hyvin edullinen alue tuulivoimapuiston rakentamiseen, koska:

- Kristiinankaupungin edustan tuulisuus on erinomainen Suomen mittakaavassa tarkasteltuna. Korkeampia tuulennopeuksia saavutetaan ainoastaan kauempana Pohjan- ja Suomenlahdella sekä Ahvenanmaan saaristomerellä.
- TuulivoimalaitosvoidaanaluksitykettäsuoraanKarhusaaren voimalaitoksen sähköasemaan ja voimajohtoihin.
- Merituulivoimalaitoksen rakentaminen ja huolto tapahtuu suhteellisen lähellä Karhusaaren satamasta.
- Karhusaaren voimalaitoksen tukipalvelut palvelevat myös tuulivoimalaitosten toimintaa.
- Karhusaaren satamaan tulee syväväylä ja sinne johtaa hyvä tieyhteys valtakunnan päätieverkosta.

2.2 Projekt

Projektet består av att bygga en vindkraftspark på kraftverksområdet på Björnö i Kristinestad och på havsområdet utanför staden och delvis utanför Närpes.

Området utanför Kristinestad är mycket gynnsamt för en havsbaserad vindkraftspark av följande orsaker:

- Vindstyrkan utanför Kristinestad är utmärkt för finländska förhållanden. Högre vindhastigheter nås endast längre ute i Bottniska viken och Finska viken samt i Skärgårdshavet på Åland.
- Vindkraftverken kan till en början kopplas direkt till elstationen vid kraftverket på Björnö och till kraftledningarna där.
- Vindkraftsparken i havsområdet byggs och underhållet sköts relativt nära från Björnö hamn.
- Stödfunktionerna för kraftverket på Björnö betjänar också vindkraftverken.
- Det finns en djupfarled till Björnö hamn och på land finns en god vägförbindelse från huvudvägnätet.

2.2.1 Arviointiohjelman suunnitelma

Arviointiohjelmassa hanke määriteltiin seuraavasti:

Hankkeena on merituulivoimapuiston rakentaminen pääosin Kristiinankaupungin ja osin Närpiön kaupungin edustan merialueelle. Merituulivoimalaitokset on suunniteltu 3 – 10 metriä syville merialueille alle 10 kilometrin päähän rannikosta ja alle 15 km etäisyydelle voimalaitoksesta.

Osa tuulivoimalaitosyksiköistä sijoittuu Karhusaaren rantaan lähelle satama-alueita ja nykyisiä tuulivoimalaitoksia. Merituulivoimapuiston osa-alueita sijoittuu rannikon edustalla Karhusaaren satamasta etelään.

Suunniteltujen sijoitusalueiden pinta-ala on noin 42 km². Yksi tuulivoimala vaatii rakennusalueita keskimäärin noin 0,5 ha. Se koostuu perustusten, sähköjohtojen ja tieyhteyksien vaatimista alueista. Esimerkiksi kasuuniperustus meressä vaatii noin 3000 m². Näin ollen Kristiinan edustan merituulivoimapuiston rakentamisalue on enintään noin 40 ha eli 1 % edellä kuvatussa sijoitusalueesta.

Tuulivoimapuisto käsittää alustavien suunnitelmien mukaan maksimissaan noin 80 tuulivoimalaa, joiden yksikkötehot ovat nyt tiedossa olevalla tekniikalla noin 3 – 5 megawattia (MW). Yhteensä kaikkien voimaloiden yhteenlaskettu teho voi olla 3 MW voimaloilla 240 MW ja 5 MW voimaloilla 400 MW.

Suunnittelualue on jaettu neljään sijoitusalueeseen, jotka on nimetty A, B, C ja D. Niistä pienimmälle alueelle (A) on sijoitettu 7 ja suurimmalle alueelle (B) 41 tuulivoimalaitosyksikköä. Kukin tuulivoimalaitosyksikkö koostuu noin 100 metriä korkeasta tornista ja kolmilapaisesta roottorista, jonka halkaisija on noin 100 – 125 metriä. Lisäksi jokaiseen tuulivoimalaitosyksikköön on rakennettava perustukset merialueen pohjaan. Tuulivoimalaitosyksiköt yhdistetään Kristiinan voimalaitoksen sähköasemaan meren pohjaan sijoitettavilla kaapeleilla.

2.2.1 Plan enligt bedömningsprogrammet

I bedömningsprogrammet definierades projektet på följande sätt:

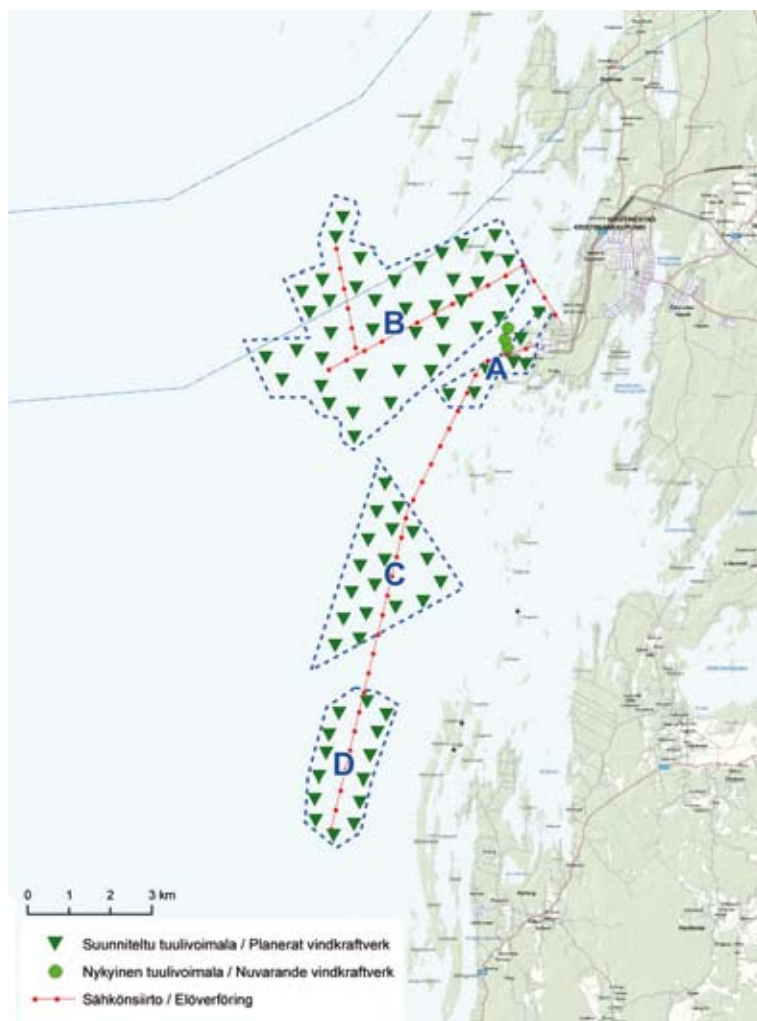
Projektet går ut på att bygga en vindpark i havsområdet främst utanför Kristinestad och delvis utanför Närpes. Vindkraftverken till havs är planerade för ett havsområde med 3–10 meters djup mindre än 10 kilometer från kusten och mindre än 15 km från kraftverket.

En del av vindkraftverksenheterna placeras på stranden av Björnö i närheten av hamnområdet och de nuvarande vindkraftverken. Vissa av den havsbaserade vindkraftsparkens delområden ligger utanför kusten söder om Björnö hamn.

De planerade förläggningssområdenas areal är cirka 42 km². Ett vindkraftverk kräver en byggnadsyta på i genomsnitt cirka 0,5 ha. Den består av områden för fundament, elledningar och vägförbindelser. Till exempel ett kassunfundament i havet kräver cirka 3000 m². Byggnadsområdet för havsvindkraftsparken utanför Kristinestad utgör därför högst cirka 40 ha eller 1 % av ovan beskrivna förläggningssområde.

Vindkraftsparken omfattar enligt de preliminära planerna högst cirka 80 vindkraftverk, som vart och ett enligt nu känd teknik har en effekt på cirka 3–5 megawatt (MW). Den sammanlagda effekten av alla kraftverk med 3 MW kraftverk kan bli 240 MW och med 5 MW kraftverk 400 MW.

Planområdet är indelat i fyra förläggningssområden benämnda A, B, C och D. Det minsta området (A) omfattar 7 och det största området (B) 41 vindkraftverksenheter. Varje vindkraftverksenhet består av ett cirka 100 meter högt torn och en rotor som har tre rotorblad och en diameter på cirka 100–125 meter. Dessutom måste fundament byggas på havsbotten för varje vindkraftverksenhet. Vindkraftverksenheterna kopplas till elstationen vid kraftverket i Kristinestad med hjälp av kablar på havsbotten.



■ Kuva 2-6. Yleiskartta arviointiohjelman suunnitelmasta.

2.2.2 Uusi suunnitelma

Arvioinnin yhteydessä on jatkettu hankkeen suunnittelua. Sen jälkeen kun vaikutusarvioinnin keskeiset tulokset ovat selvinneet, on laadittu hankkeen uusi suunnitelma. Uuden suunnitelman tavoitteena on vähentää hankkeen haitallisia ympäristövaikutuksia. Siksi uudessa suunnitelmassa on:

- maisemallisten vaikutusten vähentämiseksi on poistettu rantaa lähinnä suunniteltuja tuulivoimalaitoksia alueen pohjois- ja eteläosassa
- Natura-alueen luontoarvoihin kohdistuvien vaikutusten vähentämiseksi on poistettu lintuluotojen lähelle ja meren pohjan Natura-luontotyyppien kohdalle sijoitettuja tuulivoimalaitoksia
- on lisätty merialueelle tuulivoimalaitoksia kauempana merialueella
- on lisätty tuulivoimalaitoksia Pohjolan Voiman voimalaitosalueella Karhusaaressa
- on ryhmitelty tuulivoimalaitokset maisemallisten arvojen kannalta järkevimpiin muotoihin.

■ Figur 2-6. Översiktskarta över planen för bedömningsprogrammet

2.2.2 Ny plan

I samband med bedömningen har projektplaneringen fortsatt. Efter att de viktigaste resultaten av konsekvensbedömningen framkommit har en *ny plan* för projektet utarbetats. Målet för den nya planen är att minska projektets negativa miljökonsekvenser. Därför har följande ändringar gjorts i den nya planen:

- för att minska konsekvenserna för landskapet har de vindkraftverk som planerades närmast stranden i områdets norra och södra del tagits bort
- för att minska konsekvenserna för Naturaområdets naturvärden har vindkraftverken i närheten av fågelskären och vid Natura-naturtyperna på havsbotten tagits bort
- fler vindkraftverk har lagts till längre ut i havsområdet
- fler vindkraftverk har lagts till på Pohjolan Voimas kraftverksområde på Björnön
- vindkraftverken har grupperats i former som bättre passar in med tanke på landskapsvärdena.

Uusi suunnitelma on pyritty laatimaan niin, että siitä ei aiheudu merkittäviä haitallisia vaikutuksia Natura-alueen suojeluvoimille.

Hankeen uusi suunnitelma koostuu seuraavista osista:

- Karhusaaren voimalaitosalue, alue A – enintään 7 voimalaitosyksikköä, alue 180 ha, rakentamisalue 3,5 ha (2 %)
- Kristiinankaupungin merialue, alue B – enintään 36 voimalaitosyksikköä, 3 000 ha, rakentamisalue 18 ha, (0,6 %)
- Kristiinankaupungin merialue, alue C – enintään 30 voimalaitosyksikköä, 1 600 ha, rakentamisalue 15 ha, (0,9 %)
- Yhteensä enintään 73 voimalaitosyksikköä, alue 4 800 ha, rakentamisalue 37 ha, alle 1 % alueesta.

Karhusaaren voimalaitosalueen voimalat ovat teholtaan 2 - 3 MW. Siten sen alueen yhteenlaskettu teho on noin 14 – 21 MW.

Merituulivoimalaitosyksikön teho on noin 3 MW. Se voi kohota lähivuosina 5 MW ja muutamien vuosien jälkeen jopa 10 MW. Kun käytetään suurempia voimalaitosyksiköitä, tulee ne sijoittaa kauemmaksi toisistaan. Siten yksiköiden lukumäärä vähenee, jos voimalaitoskokoa kasvatetaan. Näin merituulivoimalaitoksen teho on lähivuosina enintään 230 – 390 MW. Mikäli osittain päädytään jopa 10 MW voimaloihin, voi merituulivoimapuiston teho olla noin 400 MW. Se voidaan saavuttaa noin 50 voimalalla.

Voimalaitosyksikön perustus vaatii enintään noin 0,5 ha rakentamisalan. Siten voimalaitosten yhteenlaskettu rakentamisala on noin 35 ha. Merituulivoimalaitos sijoittuu alueelle, jonka pinta-ala on enintään 4 800 ha. Rakentamisen kohteeksi tuleva alue on 0,8 % tästä alueesta.

Tuulivoimalaitosten sähkö siirretään maa- ja merikaapeleilla Karhusaaren voimalaitosalueelle. Sieltä sähkö siirretään olemassa olevaa voimansiirtoverkostoa hyväksi käyttäen Fingridin uudelle sähköasemalle, joka rakennetaan Kristiinankaupungin pohjoispuolelle.

Den nya planen har gjorts upp med avsikt att den inte ska medföra kännbara negativa konsekvenser för Naturaområdets skyddsvärden.

Projektets nya plan består av följande delar:

- Björnö kraftverksområde, område A – högst 7 kraftverksenheter, område 180 ha, byggnadsareal 3,5 ha (2 %)
- Kristinestads havsområde, område B – högst 36 kraftverksenheter, 3 000 ha, byggnadsareal 18 ha (0,6 %)
- Kristinestads havsområde, område C – högst 30 kraftverksenheter, 1 600 ha, byggnadsareal 15 ha (0,9 %)
- Sammanlagt högst 73 kraftverksenheter, område 4 800 ha, byggnadsareal 37 ha, mindre än 1 % av området.

Kraftverken på kraftverksområdet på Björnön har en effekt på 2–3 MW. Den sammanlagda effekten på det området blir alltså cirka 14–21 MW.

Vindkraftverksenheterna i havsområdet har en effekt på cirka 3 MW. Inom de närmaste åren kan den stiga till 5 MW och om några år upp till 10 MW. Då större kraftverksenheter används måste de placeras på längre avstånd från varandra. Därmed minskar antalet enheter om kraftverkens storlek ökar. Havsvindkraftsparkens effekt blir då inom de närmaste åren högt 230–390 MW. Om det fattas beslut om att delvis bygga 10 MW kraftverk, kan vindkraftsparken i havsområdet få en effekt på cirka 400 MW. Det kan uppnås med cirka 50 kraftverk.

Fundamentet för en kraftverksenhet kräver högst cirka 0,5 ha byggnadsareal. Kraftverkens sammanlagda byggnadsareal blir då cirka 35 ha. Havsvindkraftsparken placeras på ett område vars areal är högst 4 800 ha. Det område som kommer att bebyggas är knappt 0,8 % av det här området.

Elektriciteten från vindkraftverken överförs med jord- och sjökablar till kraftverksområdet på Björnön. Därifrån överförs elektriciteten via det befintliga kraftledningsnätet till Fingrids nya elstation som byggs norr om Kristinestad.



■ Kuva 2-7. Yleiskartta uudesta suunnitelmasta.

■ Figur 2-7. Översiktskarta över den nya planen

2.3 Hankkeen vaihtoehdot

2.3.1 Arviointiohjelman vaihtoehdot

Arviointiohjelman mukaan hankkeen vaihtoehtoina tutkitaan seuraavia sijoitusalueista muodostettuja kokonaisuuksia:

- **Vaihtoehto 0:** Hanketta ei toteuteta. Kristiinankaupungin edustalle ei sijoiteta merituulivoimapuistoa. Vastaava sähkömäärä tuotetaan jossain muualla ja jollain muulla tuotantotavalla.
- **Vaihtoehto 0+:** Toteutetaan neljä voimalaitosta Karhusaaren ranta-alueelle
- **Vaihtoehto 1:** Toteutetaan alueet A ja B (Karhusaaren voimalaitoksen edusta, Gåsgrund – Nybådan – Lödgrund)
- **Vaihtoehto 2:** Toteutetaan vaihtoehto 1 ja lisäksi alue C (Norra Storbådan – Medelgrund – Storbådan)
- **Vaihtoehto 3:** Toteutetaan vaihtoehto 2 ja lisäksi alue D (Sandskäristä pohjoiseen)

2.3 Projektialternativ

2.3.1 Alternativ i bedömningsprogrammet

Enligt bedömningsprogrammet undersöks som projektalternativ följande helheter som förläggningsområdena bildar:

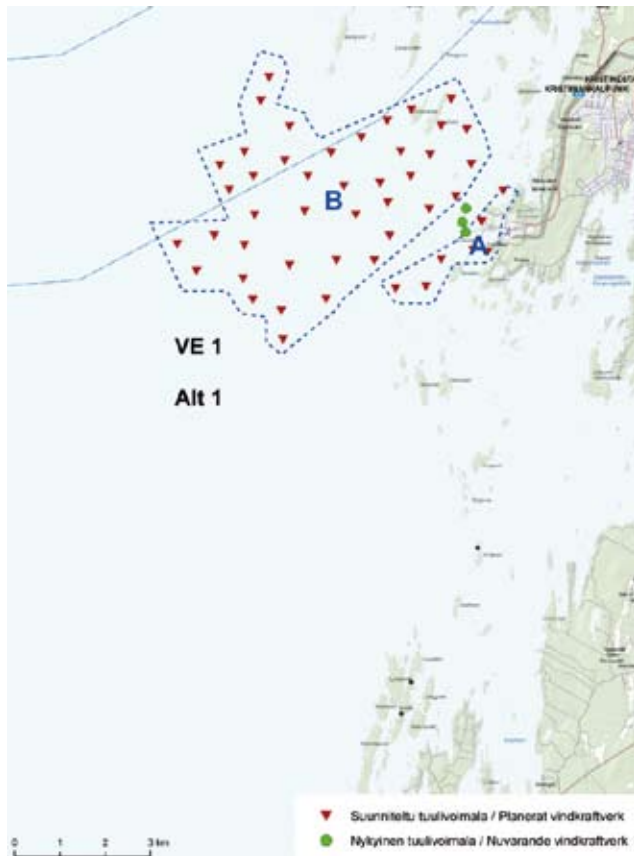
- **Alternativ 0:** Projektet genomförs inte. Ingen havsbaserad vindkraftspark placeras utanför Kristinestad. Motsvarande elmängd produceras någon annanstans och med något annat produktionssätt.
- **Alternativ 0+:** Fyra kraftverk byggs på Björnö strandområde
- **Alternativ 1:** Områdena A och B byggs (utanför kraftverket på Björnön, Gåsgrund – Nybådan – Lödgrund)
- **Alternativ 2:** Alternativ 1 och dessutom område C byggs (Norra Storbådan – Medelgrund – Storbådan)
- **Alternativ 3:** Alternativ 2 och dessutom område D byggs (norrut från Sandskäret)

■ Taulukko 2-1. Arviointiohjelman mukaiset hankkeen vaihtoehdot.

	VE 0+	VE 1		VE 2		VE 3	
Alueet		A, B		A, B, C		A, B, C, D	
Yksikkö-koko MW	3	3	5	3	5	3	5
Luku-määrä	4	48	48	68	68	82	82
Pinta-ala km ²	1,5	26	26	35	35	42	42
Teho MW	12	144	232	198	322	240	392

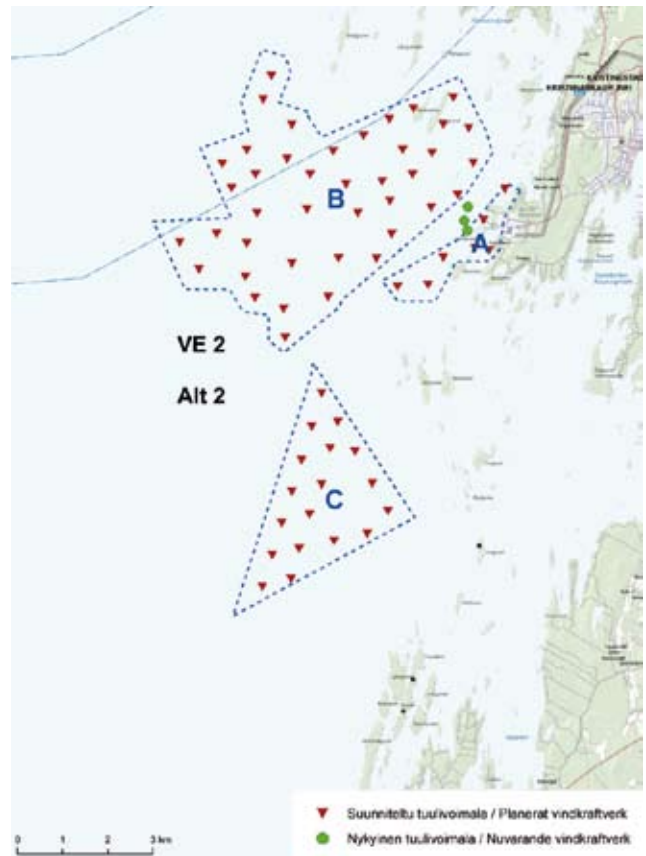
■ Tabell 2-1. Projektalternativ enligt bedömningsprogrammet.

	ALT 0+	ALT 1		ALT 2		ALT 3	
Områden		A, B		A, B, C		A, B, C, D	
Enhetsstorlek MW	3	3	5	3	5	3	5
Antal	4	48	48	68	68	82	82
Areal km ²	1,5	26	26	35	35	42	42
Effekt MW	12	144	232	198	322	240	392



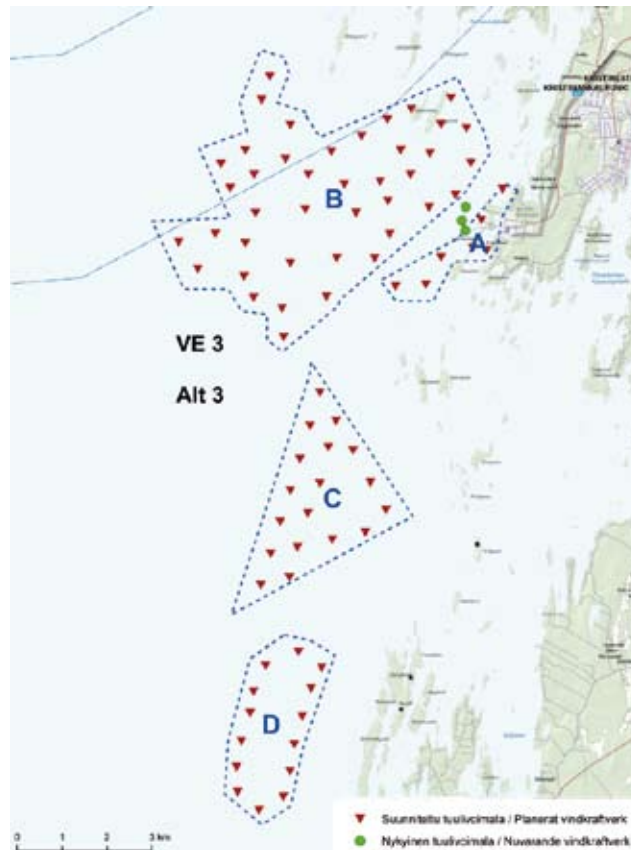
■ Kuva 2-8. Arviointiohjelman mukainen vaihtoehto 1.

■ Figur 2-8. Alternativ 1 enligt bedömningsprogrammet.



■ Kuva 2-9. Arviointiohjelman mukainen vaihtoehto 2.

■ Figur 2-9. Alternativ 2 enligt bedömningsprogrammet.



■ Kuva 2-10. Arviointiohjelman mukainen vaihtoehto 3.

■ Figur 2-10. Alternativ 3 enligt bedömningsprogrammet.

2.3.2 Uuden suunnitelman vaihtoehdot

Arvioinnin keskeisten tulosten valmistumisen jälkeen laadittiin hankkeen uusi suunnitelma. Uuden suunnitelman tavoitteena on vähentää hankkeen haitallisia ympäristövaikutuksia. Sen vaihtoehdot ovat:

- **Vaihtoehto 0+:** Toteutetaan seitsemän voimalaitosta Karhusaaren voimalaitoksen alueelle eli alueelle A.
- **Vaihtoehto 1:** Toteutetaan alueet A ja B (Karhusaaren voimalaitoksen alue ja sen edustan merialue)
- **Vaihtoehto 2:** Toteutetaan vaihtoehto 1 ja lisäksi uusi alue C (Murgrundin ja Kristiinankaupungin majakan välinen alue)

2.3.2 Alternativen i den nya planen

Efter att de viktigaste resultaten av bedömningen blivit färdiga gjordes en *ny plan* för projektet upp. Målet för den nya planen är att minska projektets negativa miljökonsekvenser. Dess alternativ är:

- **Alternativ 0+:** Sju kraftverk byggs på kraftverksområdet på Björnö, alltså på område A.
- **Alternativ 1:** Områdena A och B byggs (kraftverksområdet på Björnö och havsområdet utanför)
- **Alternativ 2:** Utöver alternativ 1 byggs ett nytt område C (området mellan Murgrund och Kristinestads fyr)

■ **Taulukko 2-2. Uuden suunnitelman mukaiset hankkeen vaihtoehdot.**

	VE 0+/ uusi	VE 1/uusi		VE 2/uusi	
Alueet	A	A, B		A, B, C	
Yksikkökoko MW	3	3	3 - 5	3	3 - 5
Lukumäärä	7	43	7 + 36	73	7 + 66
Pinta-ala km ²	1,8	32		48	
Teho MW	21	129	201	219	369

Mikäli merialueella voidaan käyttää suurempia, esim. 10 MW voimalaitoksia, voi hankkeen kokonaiskapasiteetti voi olla 400 MW. Silloin voimaloiden lukumäärä voi jäädä noin 50 kpl.



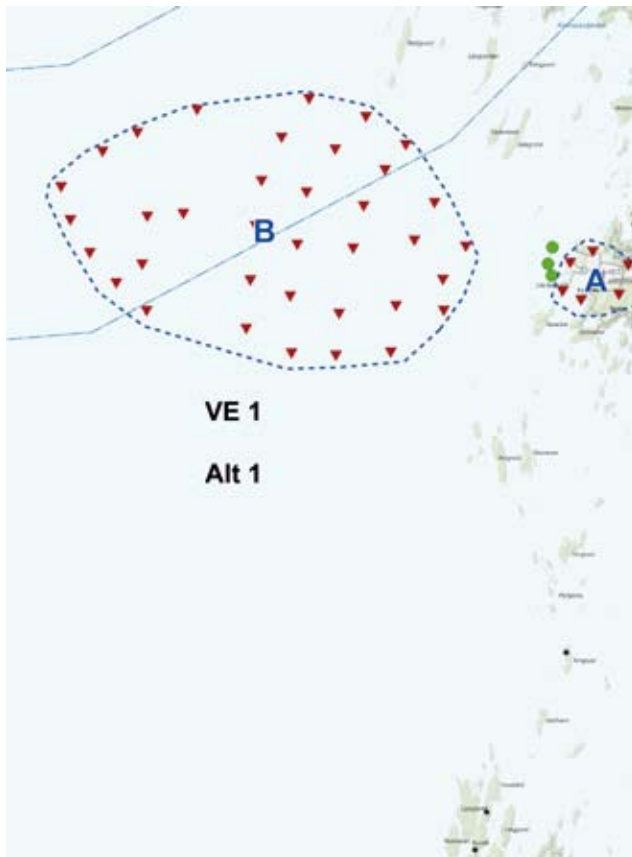
■ **Kuva 2-11. Uuden suunnitelman mukainen vaihtoehto 0+.**

■ **Figur 2-11. Alternativ 0+ enligt den nya planen.**

■ **Tabell 2-2. Projekialternativ enligt den nya planen.**

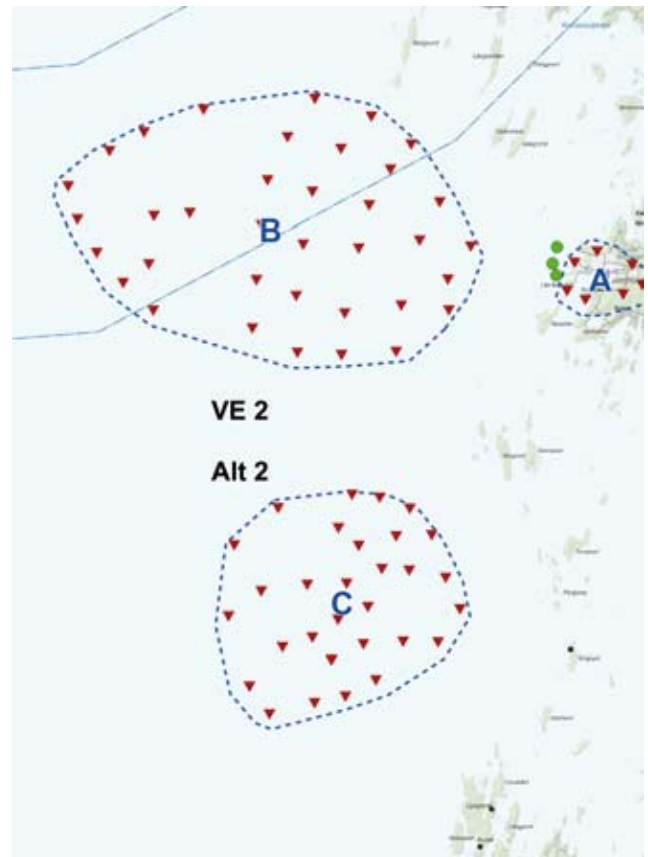
	ALT 0+/ nytt	ALT 1/nytt		ALT 2/nytt	
Områden	A	A, B		A, B, C	
Enhetsstorlek MW	3	3	3 - 5	3	3 - 5
Antal	7	43	7 + 36	73	7 + 66
Areal km ²	1,8	32		48	
Effekt MW	21	129	201	219	369

Om större kraftverk, t.ex. 10 MW, kan användas i havsområdet kan projektets totalkapacitet bli 400 MW. Då kan antalet kraftverk stanna vid cirka 50 st.



■ Kuva 2-12. Uuden suunnitelman mukainen vaihtoehto 1.

■ Figur 2-12. Alternativ 1 enligt den nya planen.



■ Kuva 2-13. Uuden suunnitelman mukainen vaihtoehto 2.

■ Figur 2-13. Alternativ 2 enligt den nya planen.

2.3.3 Karsitut vaihtoehdot

Hankkeen alustavissa suunnitelmissa etsittiin sijoitusalueita Pohjolan Voiman tuulivoimakriteerien perusteella. Tärkeimpiä kriteereitä olivat huoltosataman sijainti korkeintaan 20 km:n etäisyydellä, merialueen syvyys 3–10 metriä sekä 500 metrin vähimmäisetäisyys häiriintyvistä kohteista (asutus, maisema, melu, suojelualueet). Karsittuina vaihtoehtoina voidaan siten pitää niitä merialueita, joilla em. kriteerit eivät täyty.

Ympäristövaikutusten arviointia valmisteltaessa oli esillä myös alue E, joka olisi sijoittunut alueen D eteläpuolelle, Kilgrundin saaren edustalle. Siitä kuitenkin luovuttiin sen epätaloudellisen etäisyyden, tehottomuuden ja maisemallisen vaikutusalueen laajentumisen vuoksi.

2.4 Tuulivoimalan rakenne

2.4.1 Tuulivoimalaitosten sijainti ja rakenne

Tuulivoimala koostuu perustusten päälle asennettavasta tornista, roottorista lapoineen ja konehuoneesta. Tuulivoimaloilla on erilaisia rakennustekniikoita, jotka ovat kokonaan teräsrakenteinen, betonirakenteinen, ristikkorakenne ja betonin ja teräksen yhdistelmä. Tuulivoimaloiden rakentamisaloiksi tarvitaan maalla noin 40 m x 60 m alueet. Perustamistekniikka riippuu valitusta rakennustekniikasta.

2.3.3 Bortgallrade alternativ

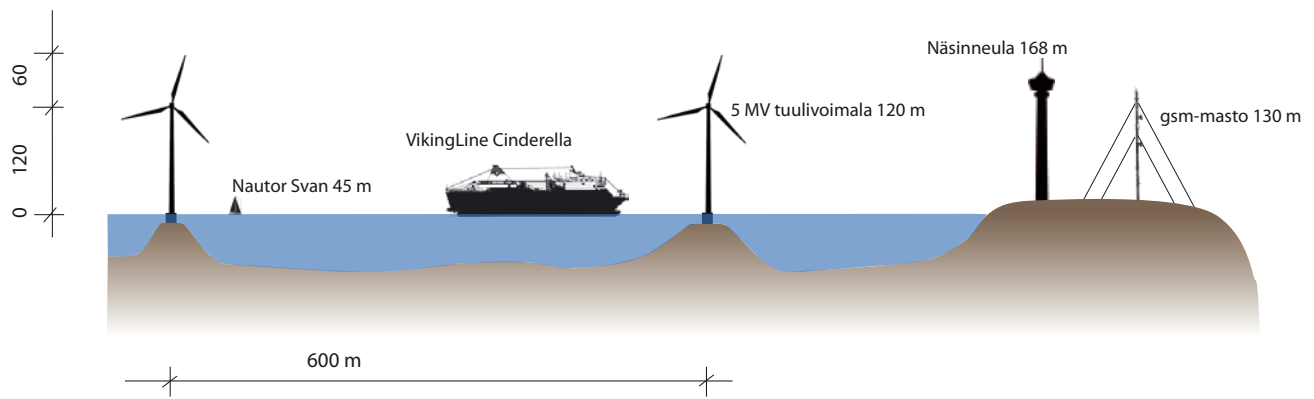
I de preliminära planerna för projektet söktes förläggningsområden enligt Pohjolan Voimas vindkraftskriterier. De viktigaste kriterierna var att servicehamnen skulle ligga på högst 20 km avstånd, havsområdet ska vara 3–10 m djupt samt ligga minst 500 m från objekt som kan bli störda (bosättning, landskap, buller, skyddsområden). De havsområden där dessa kriterier inte uppfylls kan alltså anses vara bortgallrade alternativ.

Då miljökonsekvensbedömningen förbereddes fanns också ett område E med, söder om D utanför Kilgrund. Det alternativet lämnades dock bort på grund av dess oekonomiska läge, ineffektivitet och för att influensområdet i fråga om landskapet skulle ha blivit stort.

2.4 Ett vindkraftverks konstruktion

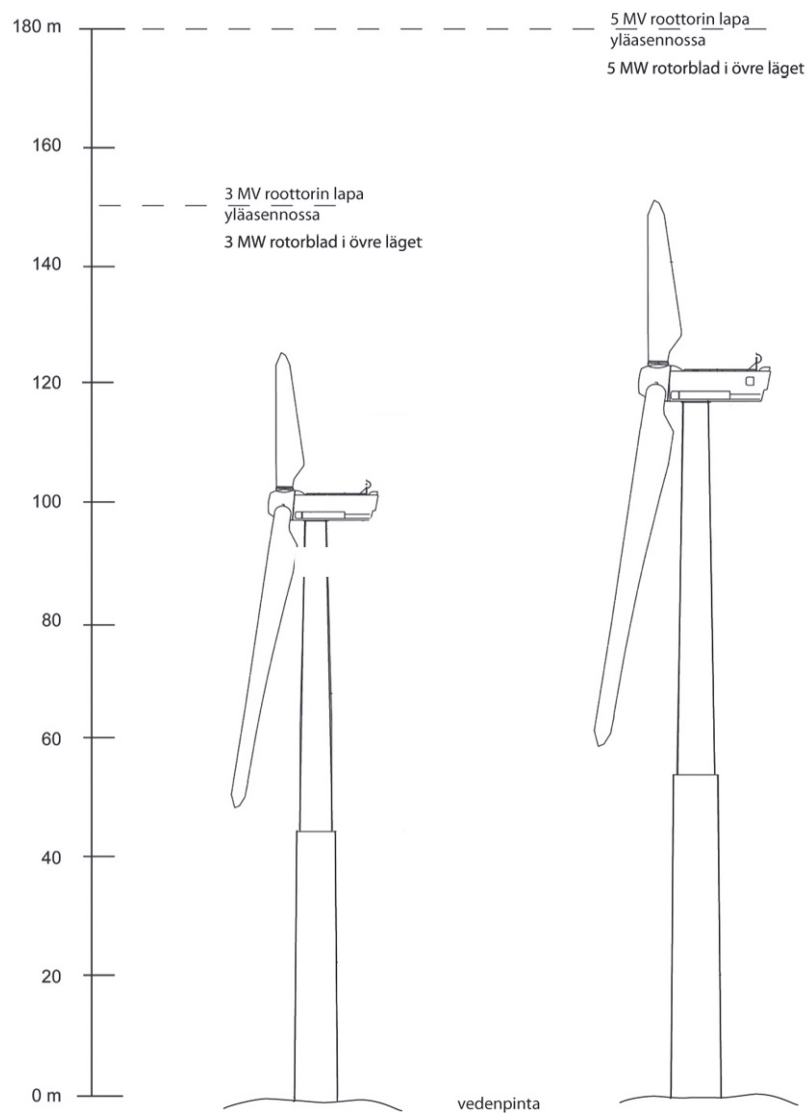
2.4.1 Vindkraftverkens placering och konstruktion

Ett vindkraftverk består av ett torn, som placeras på ett fundament, samt av rotor, rotorblad och maskinrum. Vindkraftverk kan byggas med olika typer av byggnadsteknik: helt av stålkonstruktion, betongkonstruktion, fackverkskonstruktion och en kombination av betong och stål. Den byggnadsyta som behövs för ett vindkraftverk på land är cirka 40 m x 60 m. Grundläggningstekniken beror på den valda byggnadstekniken.



■ Kuva 2-14. Havainnekuva merituulivoimalaitoksen mittasuhteista

■ Figur 2-14 Skiss över ett vindkraftverks dimensioner.



■ Kuva 2-15. 3 MW ja 5 MW tuulivoimalan periaatepiirros.

■ Figur 2-15. Principskiss av 3 MW och 5 MW vindkraftverk.

10 MW voimalaitoksia ei vielä ole tuotannossa. Niiden roottorien halkaisija tulee olemaan noin 160 m ja tornin korkeus merellä noin 130 m.

2.4.2 Torni

Käytössä olevia tornien rakenneratkaisuja ovat teräs- tai betonirakenteinen putkimalli, ristikkorakenteinen terästorni sekä teräsrakenteisen putkimalli, jonka jalusta on teräsbetonirakenteinen.

Merellä ristikkotorneja ei tulla käyttämään.

2.4.3 Roottori

Roottori koostuu lavoista, navasta, mahdollisista lapojen jatkopaloista ja siivenpääjarruista. Suurin osa tuulivoimaloiden lavoista valmistetaan lasikuidusta. Liima-aineena käytetään joko polyesteri- tai epoksihartsia. Muita lavan valmistuksessa käytettyjä materiaaleja ovat puu ja metallit.

Tuulivoimalan lavat voivat olla kiinteäkulmaisia tai lapakulmaa voidaan säätää. Yleensä säätö tapahtuu hydraulikka-järjestelmällä. Lاپoja säätämällä voidaan vaikuttaa tuulen aikaansaamaan momenttiin. Tuulivoimalat voidaan luokitella lapojen säätötavan perusteella sakkaussäätöisiin, lapakulmasäätöisiin ja aktiivisakkaussäätöisiin.

Voimalan lavat pyörivät kiinteällä nopeudella tai niiden nopeutta voidaan tuuliolosuhteista riippuen säätää. Generaattorityyppistä, kytkentätavasta ja lapojen säädöstä riippuu, onko voimala kiinteänopeuksinen vai vaihtuvanopeuksinen. Suuren tuulivoimalan roottorin yksi pyörähdys kestää noin 2 – 3 sekuntia.

2.4.4 Konehuone

Konehuoneessa sijaitsevat generaattori ja vaihteisto sekä säätö- ja ohjausjärjestelmä, jarrut, hydraulikka, jäähdytysyksikkö, kääntöjärjestelmä sekä tuulen nopeuden ja suunnan mittaus. Ylhäällä tornissa tapahtuvia korjaus- ja huoltotöitä varten konehuoneeseen johtaa tikkaat ja hissi. Muuntaja voidaan sijoittaa tornin sisälle.

Yleisin generaattorityyppi tuulivoimaloissa on kolmivaiheinen epätahtigeneraattori. Suuritehoisissa voimaloissa voidaan käyttää myös tahtigeneraattoreita. Roottorin pysäyttämiseen ja pysähdyksissä pitämistä varten asennetaan jarrut. Voimalan kääntöjärjestelmä kääntää roottoria tarvittaessa tuulen suunnan muuttuessa. Tuulivoimaloissa käytetään mikroprosessoriohjattua valvonta- ja mittausjärjestelmää. Turbiinikohtainen prosessori lähettää tietoja voimalan toiminnasta keskustietokoneelle, joka huolehtii tietojen tallennuksesta ja tarkkailusta. Automaattinen hälytysjärjestelmä tekee ilmoituksen poikkeavasta toiminnasta operaattorille. Valvottavia asioita ovat mm. tuulen nopeus ja suunta, generaattorin ulosmenon kytkentä verkkoon, lapakulma, konehuoneen asento, tuuliturbiinin normaali- ja hätäalasajo ja häiriötilanteet.

10 MW kraftverk finns ännu inte i produktion. Deras rotordiameter kommer att vara cirka 160 m och tornets höjd till havs cirka 130 m.

2.4.2 Torn

Konstruktionslösningarna för de torn som nu är i användning är en rörmodell av stål- eller betongkonstruktion, ett ståltorn av fackverkskonstruktion samt en rörmodell av stålkonstruktion med sockel av stålbetongkonstruktion.

Till havs kommer fackverkstorn inte att användas.

2.4.3 Rotor

Rotorn består av rotorblad, nav, eventuella bladförlängningar och bromsar vid rotorspetsarna. Största delen av vindkraftverkens rotorblad tillverkas av glasfiber. Som lim används antingen polyester- eller epoxiharts. Andra material som används vid tillverkning av rotorblad är trä och metaller.

Vindkraftverkens rotorblad kan ha fast eller inställbar bladvinkel. I allmänhet sker inställningen med hjälp av ett hydraulsystem. Genom att justera rotorbladen kan man påverka det moment som vinden ger upphov till. Vindkraftverk kan enligt regleringen av rotorbladen klassificeras som stallreglerade, bladvinkelreglerade och aktivstallreglerade.

Ett kraftverks rotorblad snurrar med konstant hastighet eller också kan hastigheten regleras enligt vindförhållandena. Generatortypen, kopplingssättet och regleringen av rotorbladen avgör om kraftverket har konstant eller varierande hastighet. På ett stort vindkraftverk snurrar rotorn ett varv på cirka 2–3 sekunder.

2.4.4 Maskinrum

I maskinrummet finns generator och växellåda samt regler- och styrsystem, bromsar, hydraulik, kylvätskylsystem samt mätning av vindhastighet och -riktning. Stege och hiss leder upp till maskinrummet med tanke på reparations- och servicearbeten där. Transformatorn kan placeras inne i tornet.

Den vanligaste generatortypen i vindkraftverk är en trefas asynkrongenerator. I kraftverk med hög effekt kan man också använda synkrongeneratorer. För att kunna stoppa rotorn och hålla den stilla installeras bromsar. Kraftverkets vridsystem vrider rotorn vid behov då vindriktningen ändras. I vindkraftverk används ett mikroprocessorstyrt kontroll- och mätsystem. Turbinens egen processor sänder information om kraftverkets funktion till en centraldator som registrerar och kontrollerar informationen. Ett automatiskt larmsystem meddelar operatören om avvikande funktion. Det som övervakas är bl.a. vindhastighet och -riktning, generatorutgångens koppling till nätet, bladvinkeln, maskinrummets position, vindturbinens normala drift och nedkörning i nödsituationer och situationer då störningar inträffar.

2.4.5 Tuulivoimaloiden valaistus ja merkinnät

Tuulivoimalat on varustettava lentoestemerkinnoin Ilmailuhallinnon määräysten mukaisesti. Jokaisesta toteutettavasta tuulivoimalaitoksesta on pyydetty Ilmailuhallinnon lausunto. Lausunnossaan Ilmailuhallinto ottaa kantaa lentoturvallisuuteen sekä tuulivoimalalle määrättäviin merkintävaatimuksiin.

Merkintävaatimuksiin vaikuttavat tapauskohtaisesti mm. lentoaseman ja lentoreitin läheisyys sekä tuulivoimaloiden ominaisuudet.

Merkintävaatimuksissa käsitellään kohteen merkitsemistä yö- ja/tai päivämerkinnällä. Yömerkinnät ovat lentoestevaloja ja päivämerkinnät voimaloihin maalattavia värillisiä merkintöjä. Merkintävaatimusten tapauskohtaisuudesta ja ennakkotapausten vähäisestä määrästä johtuen varmoja tietoja tuulivoimaloiden lopullisesta ulkonäöstä ei voida tässä vaiheessa esittää. Yleistäen voidaan kuitenkin todeta, että sekä 3 MW ja 5 MW voimalaitoksilla tullaan edellyttämään jonkinlaista yövalaistusta (lentoestevalot). Päivämerkintöjä ei välttämättä edellytetä 3 MW voimalaitoksissa.

Maisemalliselta kannalta lentoestemerkinnyt saatetaan kokea ympäristölle epämieluisina tai häiritsevinä tekijöinä. Alla on kuvailtu tarkemmin erilaisia lentoestevalotyyppejä.

Lentoestevalot

Lentoestevaloja on pien-, keski- ja suurtehoisia. Lisäksi jokaisesta teholuokasta löytyy useita eri tyyppejä (A, B ja C-tyyppin valot). Eri valotyyppien välillä on eroja mm. valon voimakkuudessa, välähdysfrekvenssissä sekä valon värissä. Eri valotyypeissä välähdysfrekvenssin taajuus vaihtelee ja joissakin valotyypeissä käytetään jatkuvaa valoa. Tuulivoimaloiden lentoestevaloissa käytettävät värit ovat punainen ja/tai valkoinen. Suurtehoiset valot ovat tarkoitettu sekä päivä- että yökäyttöön.

Esimerkkinä 3 MW merituulivoimapuiston voimaloille vaadituista merkinnöistä toimii Kemin Ajoksessa toimiva tuulivoimapuisto. Tällä alueella tuulivoimaloille on edellytetty tornien huippuun keskitehoisia B-tyyppin lentoestevaloja. Nämä ovat väriltään punaisia valoja, joiden välähdysfrekvenssi on 20-60 kertaa minuutissa. Tornien puoliväliin tulee lisäksi pienitehoiset B-tyyppin valot, jotka ovat väriltään punaisia ja niiden valosignaali on jatkuva. Voimalat on lisäksi varustettava valonheittimillä, jotka osoittavat roottorin ulottuvuuden lavan ollessa yläasennossa. Ajoksen 3 MW voimaloita ei tarvitse varustaa päivämerkinnöin.

Päivämerkinnät

Päivämerkinnöin varustettavat lentoesteet on maalattava tietyn värisiksi. Tuulivoimaloissa käytettävät päivämerkinnät ovat tyypillisesti voimalarakenteisiin maalattavia leveitä punaisia raitoja. Päivämerkintävaatimukset voidaan osoittaa koskien sekä tuulivoimalan tornia että sen lapoja.

Merellä tuulivoimalaitosalueen laivaväylien varrella olevat kulmatornit maalataan alaosistaan merenkulkulaitoksen ohjeiden mukaisesti.

2.4.5 Vindkraftverkens belysning och utmärkning

Vindkraftverken måste utrustas med flyghindermarkering enligt Luftfartsförvaltningens anvisningar. För varje vindkraftverk som byggs måste utlåtande begäras av Luftfartsförvaltningen. I sitt utlåtande tar Luftfartsförvaltningen ställning till flygsäkerheten samt de markeringskrav som ska gälla för vindkraftverket.

Markeringskraven påverkas från fall till fall av bl.a. avståndet till närmaste flygplats och flygrutt samt vindkraftverkens egenskaper.

I markeringskraven behandlas markering av objektet med natt- och/eller dagmarkering. Nattmarkeringarna är flyghinderljus och dagmarkeringarna färgmarkeringar som målas på kraftverken. På grund av att markeringskraven avgörs från fall till fall och det finns endast ett fåtal prejudikatfall kan inga säkra uppgifter om vindkraftverkens slutliga utseende presenteras i det här skedet. Allmänt sett kan man dock konstatera att både 3 MW och 5 MW kraftverk kommer att kräva någon form av nattbelysning (flyghinderljus). Dagmarkeringar krävs inte nödvändigtvis på 3 MW kraftverk.

Med tanke på landskapet kan flyghindermarkeringarna upplevas som oöverskådliga och störande faktorer för omgivningen. Nedan beskrivs olika typer av flyghinderljus närmare.

Flyghinderljus

Det finns flyghinderljus med låg, medelhög och hög effekt. I varje effektklass finns dessutom flera olika typer av ljus (typ A, B och C). Det finns skillnader mellan de olika ljusstyperna bl.a. i fråga om ljusstyrka, blinkningsfrekvens samt ljusets färg. De olika ljusstypernas blinkningsfrekvens varierar och för vissa ljusstyper används konstant ljus. De färger som används för vindkraftverkens flyghinderljus är rött och/eller vitt. Ljus med hög effekt är avsedda för både dag och natt.

Som exempel på markeringar som krävs för en havsbasead vindkraftspark med 3 MW kraftverk kan nämnas vindkraftsparken i Ajos i Kemi. På det här området krävs att vindkraftverken har flyghinderljus av typ B med medelhög effekt i tornens topp. Det är röda ljus med en blinkningsfrekvens på 20–60 gånger i minuten. Vid tornets halva höjd finns dessutom ljus av typ B med låg effekt. Dessa är röda och ljussignalen är kontinuerlig. Kraftverken ska dessutom utrustas med strålkastare som visar rotorns räckvidd då rotorbladet är i det högsta läget. De kraftverk på 3 MW som finns i Ajos behöver inte förses med dagmarkering.

Dagmarkeringar

Flyghinder som måste förses med dagmarkering ska målas i vissa färger. De dagmarkeringar som används på vindkraftverk är typiskt breda röda ränder målade på kraftverkskonstruktionerna. Krav på dagmarkeringar kan påvisas för både vindkraftverkets torn och dess rotorblad.

Till havs målas nedre delen av hörntornen på vindparksområden intill fartygsfarleder enligt Sjöfartsverkets anvisningar.



■ Kuva 2-16. Esimerkkikuva tuulivoimalan päivämerkinnöistä.

■ Figur 2-16. Exempel på dagmarkeringar på ett vindkraftverk.

2.5 Tuulivoimalan rakentaminen maalle

2.5.1 Tuulivoimalan vaihtoehtoisia perustamistekniikoita

Tuulivoimaloiden perustamistavan valinta riippuu jokaisen yksittäisen voimalan paikan pohjaolosuhteista. Yksityiskohtaisen rakentamissuunnittelun yhteydessä tehtävien pohjatutkimusten tulosten perusteella jokaiselle tuulivoimalalle tul- laan valitsemaan erikseen sopivin ja kustannustehokkain perustamistapavaihtoehto.

2.5 Byggande av vindkraftverk på land

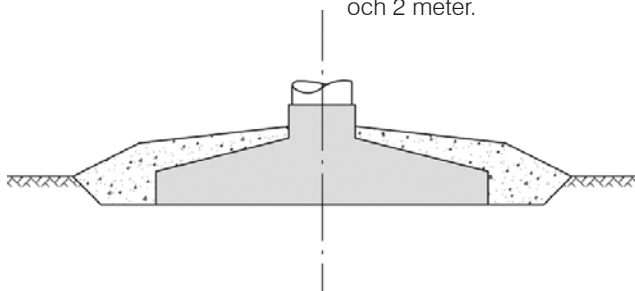
2.5.1 Alternativa typer av teknik att bygga fundament för vindkraftverk

Valet av fundamenttyp för vindkraftverken beror på mark- underlaget på varje enskild plats där ett vindkraftverk ska byggas. På basis av resultaten av de markundersökningar som ska göras i anslutning till den utförligare byggnadspla- neringen kommer man att välja det lämpligaste och kost- nadseffektivaste sättet att bygga fundament för varje enskilt kraftverk.

Maavarainen teräsbetoniperustus

Tuulivoimala voidaan perustaa maanvaraisesti silloin, kun tuulivoimalan alueen alkuperäinen maaperä on riittävän kantavaa. Kantavuuden on oltava riittävä tuulivoimalan turbiinille sekä tornirakenteelle tuuli- ym. kuormineen ilman että aiheutuu lyhyt- tai pitkäaikaisia painumia. Tällaisia kantavia maarakenteita ovat yleensä mm. erilaiset moreenit, luonnonsora ja eri rakeiset hiekkalajit.

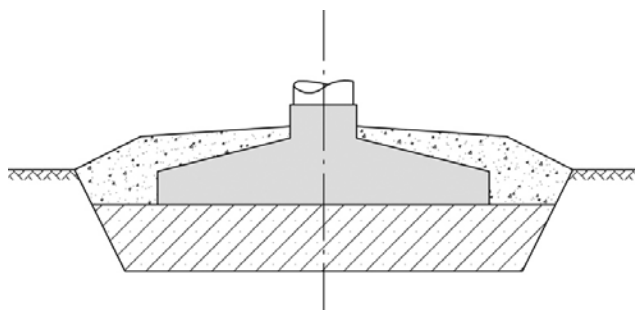
Tulevan perustuksen alta poistetaan orgaaniset- sekä pintamaakerrokset noin 1 - 1,5 m syvyyteen saakka. Teräsbetoniperustus tehdään valuna ohuen rakenteellisen täytön (yleensä murskeen) päälle. Teräsbetoniperustuksen vaadittava koko vaihtelee tuuliturbiinitoimittajasta riippuen, mutta kokoluokka on noin 20 x 20 m tai 25 m x 25 m perustuksen korkeuden vaihdellessa noin 1-2 metrin välillä.



■ Kuva 2-17. Maavarainen teräsbetoniperustus.

Teräsbetoniperustus ja massanvaihto

Teräsbetoniperustus massanvaihdolla valitaan niissä tapauksissa, joissa tuulivoimalan alueen alkuperäinen maaperä ei ole riittävän kantavaa. Teräsbetoniperustuksessa massanvaihdolla perustusten alta kaivetaan ensin löyhät pintamaakerrokset pois. Syvyys, jossa saavutetaan tiiviit ja kantavat maakerrokset, on yleensä luokkaa 1,5 – 5 m. Kaivanto täytetään rakenteellisella painumattomalla materiaalilla (yleensä murskeella) kaivun jälkeen, ohuissa kerroksissa tehdään tiivistys täry- tai iskutiivistyksellä. Täytön päälle tehdään teräsbetoniperustukset paikalla valaen.



■ Kuva 2-18. Teräsbetoniperustus ja massanvaihto.

Stålbetongfundament som vilar på marken

Ett vindkraftverk kan byggas vilande på marken, om den ursprungliga marken där vindkraftverket ska byggas har tillräcklig bärförmåga. Bärförmågan måste vara tillräcklig för vindkraftverkets turbin och tornkonstruktion med beaktande av vinden och andra belastningar utan att sättning uppstår på kort eller lång sikt. Sådana bärande jordstrukturer är i allmänhet bl.a. olika moräner, naturgrus och olika korniga sandarter.

Under det kommande fundamentet avlägsnas organiska jordarter samt yttjordsskikt till ett djup av cirka 1–1,5 m. Stålbetongfundamentet görs som en gjutning ovanpå ett tunt strukturellt fyllnadsskikt (i allmänhet kross). Storleken av det stålbetongfundament som behövs varierar beroende på vindturbinleverantör, men storleksordningen är cirka 20 x 20 m eller 25 x 25 m, då fundamentets höjd varierar mellan cirka 1 och 2 meter.

■ Figur 2-17. Stålbetongfundament som vilar på marken.

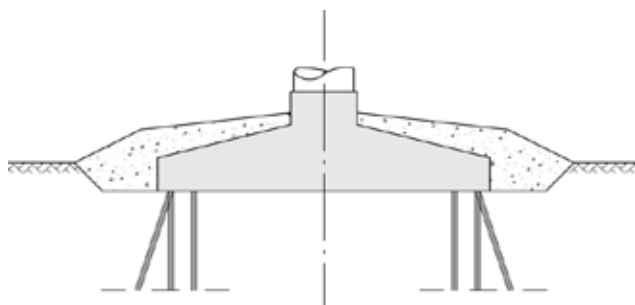
Stålbetongfundament och massabyte

Stålbetongfundament med massabyte väljs i de fall då den ursprungliga marken där ett vindkraftverk ska byggas inte har tillräcklig bärförmåga. Vid stålbetongfundament med massabyte grävs först de lösa yttjordlagren bort innan fundamentet anläggs. Det djup där täta och bärande markskikt nås är i allmänhet 1,5–5 m. Gropen fylls med strukturellt material som det inte uppstår sättning i (i allmänhet kross) efter grävningen. I tunna skikt komprimeras materialet genom vibrations- eller fallviktspackning. Ovanpå fyllningen byggs stålbetongfundament genom gjutning på platsen.

■ Figur 2-18. Stålbetongfundament och massabyte.

Teräsbetoniperustus paalujen varassa

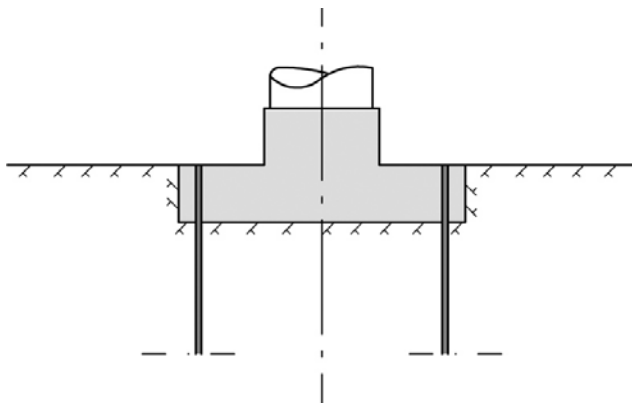
Teräsbetoniperustusta paalujen varassa käytetään tapauksissa, joissa maan kantokyky ei ole riittävä, ja jossa kantamattomat kerrokset ulottuvat niin syvälle, ettei massanvaihto ole enää kustannustehokas vaihtoehto. Paalutetussa perustuksessa orgaaniset pintamaat kaivetaan pois ja perustusalueelle ajetaan ohut rakenteellinen mursketäyttö, jonka päältä tehdään paalutus. Paalutyyppiä on useita erilaisia. Paalutyyppin valintaan vaikuttavat merkitsevästi pohjatutkimustulokset, paalukuormat sekä kustannustehokkuus. Pohjatutkimustulokset määrittävät, miten syvälle kantamattomat maakerrokset ulottuvat, ja mikä maa-ainesten varsinainen kantokyky on. Erilaisilla paalutyypeillä on eri asennusmenetelmät, mutta yleisesti lähes kaikki vaihtoehdot vaativat järeää kalustoa asennukseen. Paalutuksen jälkeen paalujen päät valmistellaan ja teräsbetoniperustus valetaan paalujen varaan.



■ Kuva 2-19. Paaluperustus.

Kallioankkuroitu teräsbetoniperustus

Kallioankkuroitua teräsbetoniperustusta voidaan käyttää tapauksissa, joissa kalliopinta on näkyvissä ja lähellä maanpinnan tasoa. Kallioankkuroidussa teräsbetoniperustuksessa louhitaan kallioon varaus perustusta varten ja porataan kallioon reiät teräsankureita varten. Ankkurien määrä ja syvyys riippuvat kallion laadusta ja tuulivoimalan kuormasta. Teräsankkurin ankkuroinnin jälkeen valetaan teräsbetoniperustukset kallioon tehdyn varauksen sisään. Kallioankkurointia käytettäessä teräsbetoniperustuksen koko on yleensä muita teräsbetoniperustamistapoja pienempi.



■ Kuva 2-20. Kallioon ankkuroitu perustus.

Stålbetongfundament på pålar

Stålbetongfundament på pålar används i sådana fall där markens bärförmåga inte är tillräcklig och där de markskikt som inte bär går så djupt att massabytte inte mera är ett kostnadseffektivt alternativ. Om ett pålat fundament ska byggas grävs de organiska jordlagren bort och ett tunt skikt av strukturell krossfyllning körs till det område där fundamentet byggs. Från det här skiktet görs pålningen. Det finns flera olika påltyper. Valet av påltyp påverkas i hög grad av resultaten av markundersökningen, påbelastningarna samt kostnadseffektiviteten. Resultaten av markundersökningen visar hur djupt de ickebärande markskikten sträcker sig och vilken egentlig bärförmåga marksubstansen har. Det finns olika metoder att montera olika typer av pålar, men i allmänhet kräver så gott som alla alternativ tunga maskiner. Efter pålningen förbereds pålarnas ändar innan stålbetongfundamentet gjuts ovanpå pålarna.

■ Figur 2-19. Pålfundament.

Stålbetongfundament förankrat i berg

Stålbetongfundament förankrat i berg kan användas i sådana fall där berget kommer i dagen och ligger nära markytans nivå. För ett stålbetongfundament som ska förankras i berget sprängs först ett område för fundamentet i berget och därefter borrar hål för stålankaren i berget. Antalet ankaren och deras djup beror på bergets art och vindkraftverkets tyngd. Efter att stålankaren förankrats gjuts stålbetongfundamenten i den reservering som gjorts i berget. Vid användning av bergsförankring är stålbetongfundamentets storlek i allmänhet mindre än vid andra sätt att bygga ett stålbetongfundament.

■ Figur 2-20. Fundament förankrat i berg.



■ Kuva 2-21. Karhusaaren voimalaitosalueelle sijoittuvat tuulivoimalat uuden suunnitelman mukaan.

■ Figur 2-21. Vindkraftverk som placeras på kraftverksområdet på Björnön enligt nya planen.

2.6 Tuulivoimalaitoksen rakentaminen merelle

2.6.1 Merituulivoimapuiston sijainti ja rakenne

Merialueen tuulivoimapuisto sijoittuu pääosin Kristiinankaupungin ja osin Närpiön kaupungin edustan merialueelle. Merituulivoimalat on suunniteltu noin 3–10 metriä syville merialueille alle 10 kilometrin päähän rannikosta ja alle 15 km etäisyydelle Karhusaaren voimalaitoksesta ja satamasta.

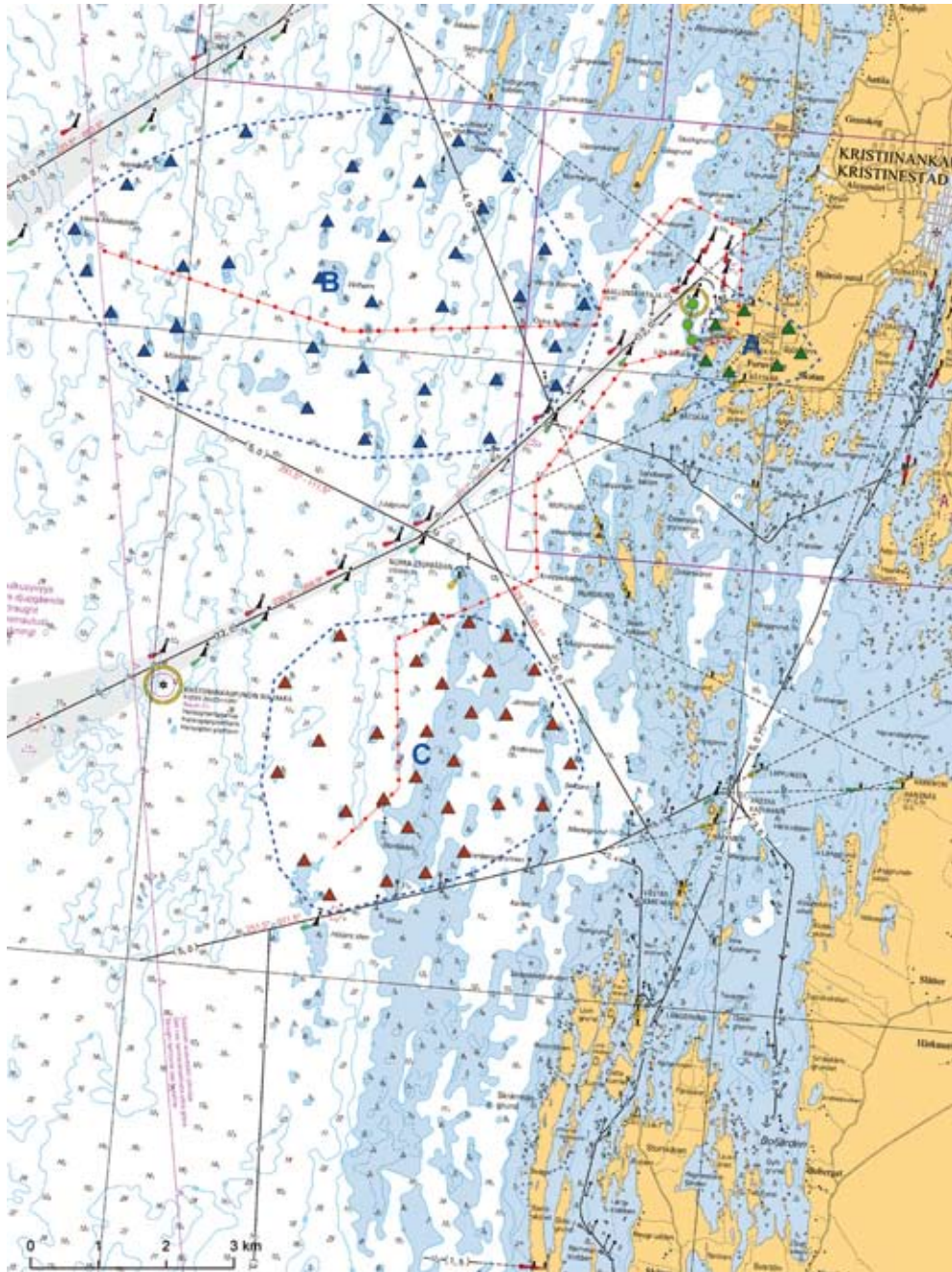
Kukin tuulivoimalaitosyksikkö koostuu noin 80–120 metriä korkeasta tornista, sen huipulle sijoittuvasta turbiinihuoneesta ja kolmilapaisesta roottorista, jonka halkaisija on noin 100–125 metriä. Lisäksi jokaiseen tuulivoimalaitosyksikköön on rakennettava perustus merialueen pohjaan. Tuulivoimalaitosyksiköt yhdistetään Kristiinan voimalaitoksen sähköasemaan meren pohjaan sijoitettavilla kaapeleilla.

2.6 Byggnade av vindkraftverk till havs

2.6.1 Vindkraftsparkens placering och konstruktion

Vindkraftsparken i havsområdet placeras främst utanför Kristinestad och delvis utanför Närpes stad. De havsbaserade vindkraftverken är planerade för ett havsområde med 3–10 meters djup mindre än 10 kilometer från kusten och mindre än 15 km från kraftverket på Björnön och hamnen.

Varje vindkraftverksenhet består av ett cirka 80–120 meter högt torn med ett turbinrum högst upp och en rotor med tre rotorblad med en diameter på cirka 100–125 meter. Dessutom måste fundament byggas på havsbotten för varje vindkraftverksenhet. Vindkraftverksenheterna kopplas till elstationen vid kraftverket i Kristinestad med hjälp av kablar på havsbotten.



■ Kuva 2-22. Kristiinankaupungin merituulivoimapuisto merikartalla uuden suunnitelman mukaan.

■ Figur 2-22. Havsvindkraftsparken utanför Kristinestad på sjökortet enligt nya planen.

2.6.2 Vaihtoehtoiset perustamistavat

Tuulivoimalan perustustapa merellä voi olla kasuuniperustus tai ns. monopile -perustus. Muita mahdollisia perustustapoja voivat olla keinosaaari ja tripodi. Perustuksiin kohdistuvia jääkuormia ja aaltojen vaikutuksia on tarpeen selvittää tarkemmin lopullisten perustusratkaisujen valitsemiseksi. Perustaminen edellyttää myös tarvittaessa ruoppausta ja massojen siirtoa. Perustustapa valintaan vaikuttavat keskeisesti merenpohjan geotekniset ominaisuudet. Päätös perustustavasta tehdään yksityiskohtaisen geoteknisten selvitysten jälkeen.

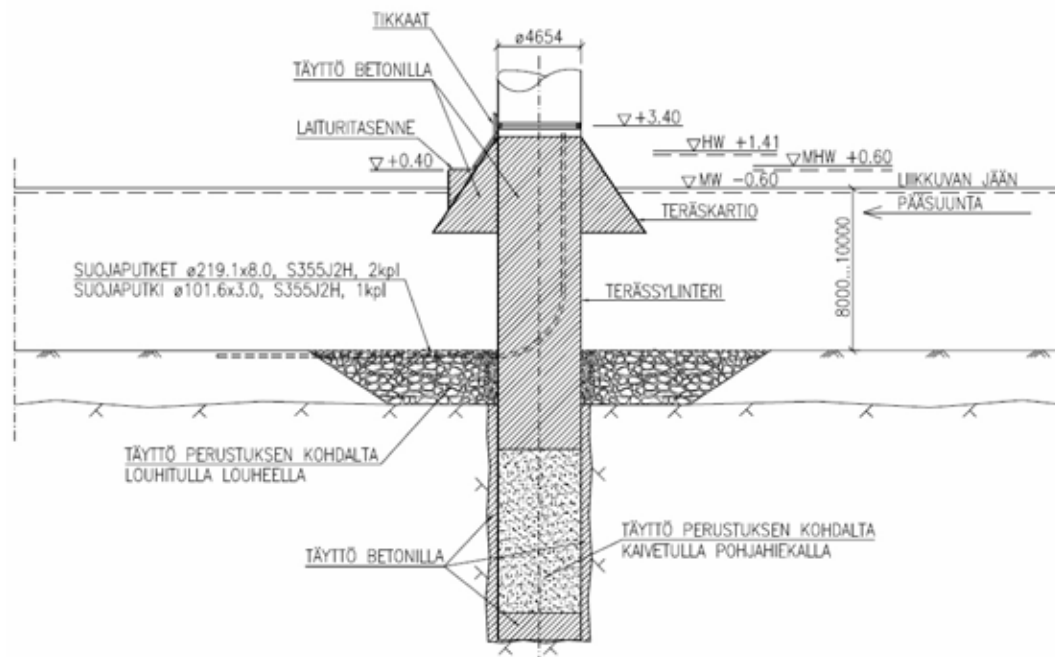
2.6.2 Alternativa sätt att bygga fundament

De havsbaserade vindkraftverkens fundament kan byggas som kassunfundament eller s.k. monopile-fundament. Andra möjliga fundament kan vara en konstgjord ö och en tripod. Innan fundamentlösning slutgiltigt väljs måste det utredas hur fundamenten påverkas av isbelastningen och packisen. Innan fundamenten byggs kan det också behövas muddring och flyttning av massor. Valet av fundamenttyp påverkas i hög grad av havsbottnens geotekniska egenskaper. Beslut om fundamenttyp fattas efter noggranna geotekniska utredningar.

Monopile- eli paaluperustus

Paaluperustuksella tarkoitetaan yksinkertaisimmillaan teräspaalun juntausta maahan. Sen päälle voidaan asentaa tuulivoimalan torni ja generaattori. Juntaus sopii kuitenkin vain maalajeille, joissa ei ole lainkaan tai vain muutamia loh-kareita. Tiiviimpään ja kovempaan maaperään tai kallioon jou-dutaan tekemään kalliokaivo, joka edellyttää että peruskallion päällä on enintään 10 metriä pehmeitä maalajeja. Kalliokaivo saadaan aikaan vedenalaisilla räjäytyksillä ja louhintajäte on kaivettava pois. Kun paalu on saatu kuoppaan, kalliokaivo täytetään betonilla.

Paalu voidaan uittaa tai tuoda paikalleen proomulla tms. Yleensä paalun halkaisija on 3–4,5 metriä ja se painaa 100–400 tonnia turbiinin koosta ja suunnitteluperiaatteista riippu-en. Paaluperustus vie huomattavasti pienemmän pinta-alan kuin kasuuni, vaatii usein vähemmän pohjatöitä ja siksi on myös nopeampi sekä halvempi pystyttää. Perustus upote-taan merenpohjaan ja upotuskohdan veden maksimisyyvy-tenä pidetään 25 metriä. Paalu on suojattava asennuksen jälkeen kulutukselta. Paaluperustuksen periaatekuva on ku-vassa (Kuva 2-23).



■ Kuva 2-23. Periaatekuva tuulivoimalan monopile perustuksesta.

Kasuuniperustus

Kasuuniperustuksella tarkoitetaan etukäteen telakalla teh-tyä laatikkomaista perinteistä vesirakennuksen perustusta, joka pystyy massavoimillaan pitämään voimalan pystyssä ja samalla estämään sen vaakasuuntaisen liikkeen. Tällainen perustus vaatii etukäteen pohjatöitä, jotka käsittävät pehmeiden pintakerrosten poiston ruoppaamalla, pohjan tasauksen sekä suodatinkankaan ja murskekerroksen lisäyksen, minkä jälkeen kasuuni voidaan uittaa paikoilleen ja upottaa painot-tamalla sijoituskohdan noin 6–10 metrin syvyyteen. Lopuksi kasuuni täytetään kiviaineksella ja suoritetaan ulkopuolinen eroosiosuojaus louheella.

Monopile- eller pålfundament

Med pålfundament avses i det enklaste fallet att en stålpåle slås ned i marken. På pålen kan man bygga vindkraftverkets torn och generator. Pålning passar dock bara för jordarter där det inte alls finns stenblock eller endast enstaka block. Om marken är tätare och hårdare eller om det är berg måste man göra en bergbrunn, som förutsätter att det finns minst 10 meter mjuka jordarter ovanpå berggrunden. En bergbrunn åstadkoms genom sprängningar under vattnet och spräng-ningsresterna grävs bort. Då pålen har placerats i gropen fylls bergbrunnen med betong.

Pålen kan flottas eller transporteras till platsen med pråm eller motsvarande. I allmänhet är pålens diameter 3–4,5 me-ter och den väger 100–400 ton beroende på turbinens storlek och konstruktionsprinciper. Ett pålfundament kräver betydligt mindre areal än en kassun, det kräver ofta mindre bottenar-bete och är därför också snabbare och billigare att bygga upp. Fundamentet sänks ned till havsbotten. Vattnets max-imidjup på förlägningsplatsen anses vara 25 meter. Efter monteringen måste pålen skyddas mot erosion. En princip-skiss över ett pålfundament finns i figur 2-23.

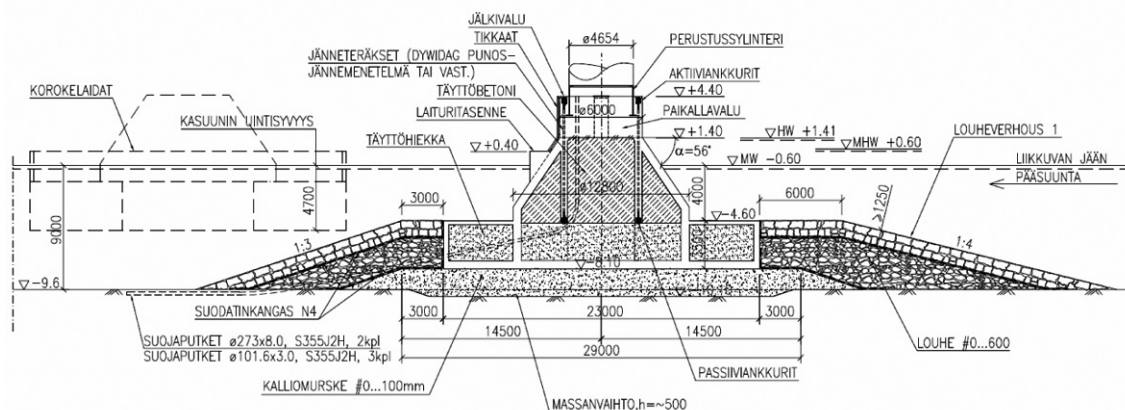
■ Figur 2-23. Principskiss av ett monopile-fundament för ett vindkraftverk.

Kassunfundament

Med kassunfundament avses ett lådformat, traditionellt fundament för vattenbyggnad. Fundamentet tillverkas på förhand vid ett varv. Med sin masskraft förmår fundamentet hålla kraftverket upprätt och samtidigt hindra dess rörelser i horisontell riktning. Ett sådant fundament kräver bottenarbete på förhand. Bottenarbetet består av att de mjuka ytskikten avlägsnas genom muddring, botten jämnas ut och filtertyg och ett krosskikt läggs ut. Därefter kan kassunen flottas till platsen och sänkas till cirka 6–10 meters djup genom att den förses med sänken. Till slut fylls kassunen med stenmaterial och förses med utvändigt erosionsskydd av sprängsten.

Kasuuniperustuksen rakentaminen vaatii noin 3000 m² pinta-alan. Yleensä kasuunin halkaisija on noin 25 metriä. Sen ympärille rakennetaan eroosiosuojaus. Kokonaisuudessaan rakenteen halkaisija on noin 60 metriä. Kasuunin rakentamiseen tarvitaan kiviaineksiä noin 8 500 m³. Periaatekuva kasuuniperustuksesta on esitetty kuvassa (Kuva 2-24).

För att bygga ett kassunfundament krävs en areal på cirka 3000 m². I allmänhet är kassunens diameter cirka 25 meter. Omkring den byggs erosionsskydd. Hela konstruktionens diameter är cirka 60 meter. För att bygga en kassun behövs cirka 8 500 m³ stenmaterial. En principskiss över ett kassunfundament finns i figur 2-24.



■ Kuva 2-24. Periaatekuva tuulivoimalan kasuuniperustuksesta.

■ Figur 2-24. Principskiss av ett kassunfundament för ett vindkraftverk.

Keinosaari

Keinosaaren rakentaminen kiviaineksesta tulee vaihtoehtona kysymykseen yksittäisissä tapauksissa. Keinosaaren koko on noin 30 x 50 metriä. Se rakentamiseen tarvitaan louhetta 23 000 m³.

2.6.3 Ajoksen meritulivoimalan koeperustusten rakentaminen

Kesällä 2009 Pohjolan Voima toteutti yhdessä muiden tuulivoimaa suunnittelevien energiayhtiöiden kanssa koeperustuksen rakentamisen Kemin Ajoksen edustalle.

Koeperustusratkaisu on tyypiltään monopile-perustus. Sijoituspaikaksi valittiin paikka, jossa kallio ulottuu lähelle merenpohjaa (kallio on 6...8 m syvyydessä pinnasta). Kalliopohjan päältä poistettiin pohjamateriaalia kauharuopalla. Ruopattu pohjamateriaali levitettiin perustuspaikan välittömään läheisyyteen. Tämän jälkeen perustussylinterille louhittiin 8 m syvä kuoppa, johon perustussylinteri valettiin vedenalaisella valulla. Kuopasta poistettu kiviaines levitettiin lopuksi perustussylinterin ympärille lähes alkuperäiseen pohjatasoon aaltojen ja veden liikkeitä vastaan eroosiosuojaksi. Perustussylinterin päälle asennettiin täysikokoinen voimalan torni ja konehuonetta ja roottoria painoltaan vastaava betonimassa.

Koerakenteeseen on kiinnitetty mittalaitteet, joiden avulla seurataan mm. eri sääolosuhteiden vaikutusta rakenteisiin. Rakentamisen yhteydessä on saatu myös arvokasta tietoa perustusten rakentamisen ympäristövaikutuksista.

Konstgjord ö

Att bygga en konstgjord ö av stenmaterial kan komma i fråga som alternativ i enstaka fall. En konstgjord ö är cirka 30 x 50 meter. För att bygga en sådan behövs 23 000 m³ sprängsten.

2.6.3 Fundamentbygge för havsbaserade vindkraftverk i Ajos

Sommaren 2009 byggde Pohjolan Voima tillsammans med andra energibolag som planerar för vindkraft ett försöksfundament utanför Ajos i Kemi.

Försöksfundamentet är av typen monopile-fundament. På den valda platsen finns berg nära havsbotten (berget ligger 6...8 m under ytan). Ovanpå berget avlägsnades bottenmaterial genom skopmuddring. Det muddrade bottenmaterialet spriddes ut i fundamentplatsens omedelbara närhet. För fundamentcylindern sprängdes därefter en 8 m djup grop där fundamentcylindern göts fast genom undervattensgjutning. Det stenmaterial som hade avlägsnats ur gropen placerades sedan runt fundamentcylindern nästan på den ursprungliga bottennivån som erosionsskydd mot vågornas och vattnets rörelser. Ovanpå fundamentcylindern monterades ett fullstort kraftverkstorn och en betongmassa som motsvarar maskinrummets och rotorns vikt.

I försökskonstruktionen fästes mätanordningar så att det går att följa upp hur bl.a. olika väderförhållanden påverkar konstruktionerna. Bygandet gav också värdefull information om miljökonsekvenserna av fundamentbyggen.



■ Kuva 2-25. Voimalaitostornin pystytyskäynnissä Ajoksen koeperustushankkeessa kesällä 2009.

2.6.4 Massojen ruoppaus, siirtäminen ja läjitys

Hankkeessa ruoppausta joudutaan käyttämään mahdollisesti perustuksen louhintamassojen poistamiseen. Ruoppaus voidaan tehdä joko hydraulisin tai mekaanisin menetelmin, minkä ruopattavan massan ominaisuudet pitkälti ratkaisevat. Pehmeitä sedimenttejä ruopatessa voidaan käyttää imuruoppausta. Tässä tapauksessa pohja-aines on kalliota ja vähäisessä määrin pilaantumaton hiekkamoreenia tai hiekkaa, joten käytännöllisin ruoppausmenetelmä on mekaaninen kauharuoppaus. Kaikki rakennustyöt suoritetaan avovesiaikana ja pyritään ajoittamaan luonnonympäristön kannalta haitattomimpaan aikaan eli loppukesään tai alkusyksyyn.

2.7 Sähkönsiirto

2.7.1 Sähkönsiirto merialueella

Tuulivoimalaitokset kytketään toisiinsa ja edelleen Kristiinan voimalaitoksen kytkinkenttään merikaapeleilla.

Merialueen tuulivoimalat kytketään merikaapeleilla sähköasemiin, jotka rakennetaan joko erilliselle perustukselle tai yhden tuulivoimalaitoksen yhteyteen. Alueille B ja C rakennetaan 1 – 3 sähköasemaa. Sähköasemalta rakennetaan merikaapeli, joka liitetään kytkentäkenttään voimalaitosalueella Karhusaaressa.

■ Figur 2-25. Resning av kraftverkstornet vid bygget av ett försöksfundament i Ajos sommaren 2009.

2.6.4 Muddring, flyttning och deponering av massor

I projektet kan det bli nödvändigt att muddra för att avlägsna sprängmassor där fundamentet ska placeras. Muddringen kan ske med antingen hydrauliska eller mekaniska metoder, främst beroende på muddermassans egenskaper. Vid muddring av mjuka sediment kan sugmuddring användas. I det här fallet består botten av berg och i någon mån sandmorän eller sand, så den mest praktiska muddringsmetoden är mekanisk skopmuddring. Allt byggarbete utförs under den isfria tiden och förläggs om möjligt till tider då arbetet medför så lite olägenheter som möjligt för naturmiljön, dvs. sensommaren eller början av hösten.

2.7 Elöverföring

2.7.1 Elöverföring i havsområdet

Vindkraftverken kopplas ihop och en sjökabel dras till ställverket vid kraftverket i Kristinestad.

Vindkraftverken i havsområdet kopplas med sjökabel till elstationer som byggs på ett separat fundament eller i anslutning till ett av vindkraftverken. På områdena B och C byggs 1–3 elstationer. Från elstationen dras en sjökabel som ansluts till ställverket på kraftverksområdet på Björnön.

Sijoitusalueen B merikaapeli on suunniteltu sijoitettavaksi Karhusaareen johtavan syväväylän pohjoispuolelta. Sijoitusalueella oleva 4 metrin väylä joudutaan alittamaan.

Sijoitusalueiden A, C ja D merikaapeli johdetaan sähkökentälle syväväylän eteläpuolelta. Sijoitusalueen C itä- ja eteläpuoliset 5 metrin väylät joudutaan alittamaan.

2.7.2 Sähkönsiirto maa-alueella

Tuulivoimapuiston kaikkien vaihtoehtojen sähkön siirtojohdot kootaan yhteen alueittain ja yhdistetään Karhusaaren voimalaitoksen kytkentäkentällä.

Sjökabeln för förläggningss område B är planerad att dras norr om djupfarleden till Björnön. Kabeln måste dras under den 4 meters farled som finns på förläggningss området.

Sjökabeln från förläggningss områdena A, C och D dras på södra sidan om djupfarleden till ställverket. Kabeln måste dras under de 5 meters farleder som går öster och söder om förläggningss område C.

2.7.2 Elöverföring på land

Kraftledningarna från vindkraftsparkens alla alternativ sammanförs områdesvis och sammankopplas vid kraftverkets ställverk på Björnön.

■ Kuva 2-26. Ajoksen koeperustus pystytettynä elokuussa 2009.

■ Figur 2-26. Försöksfundamentet i Ajos färdigt i augusti 2009.





■ Kuva 2-27. Karhusaaren nykyiset voimajohdot.

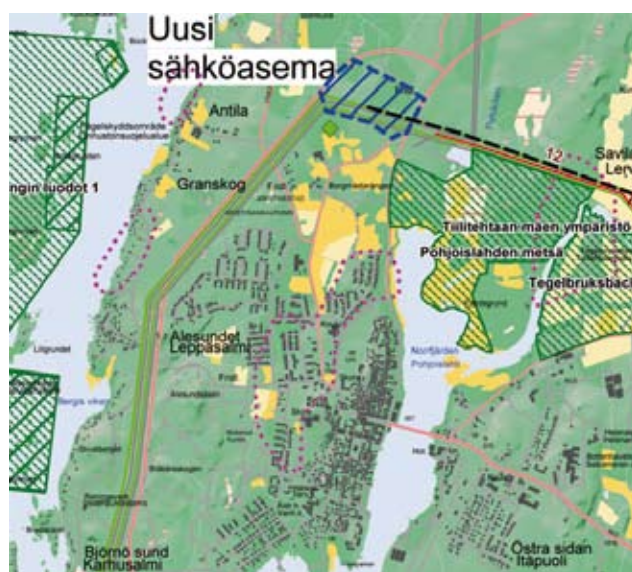
Tuulivoimapuiston ensimmäisissä vaiheissa voimansiirto valtakunnan verkkoon voi tapahtua Karhusaaren sähköaseman kautta. Myöhemmin kun hankkeen teho ylittää 100 MW tulee rakentaa yhteys uudelle sähköasemalle, jota Fingrid suunnittelee Kristiinankaupungin pohjoispuolelle. Tämä uusi yhteys voidaan rakentaa Karhusaaresta lähtevän johtokadun alueelle joko olemassa oleviin pylväisiin tai korvaamalla heikomman tehoinen voimajohto uudella 400 kV johdolla.

Fingrid on toteuttanut YVA menettelyn 400 kV voimajohdosta välillä Ulvila – Kristiinankaupunki. Siinä on suunniteltu uutta sähköasemaa kaupungin pohjoispuolelle.

■ Figur 2-27. Nuvarande kraftledningar på Björnön.

I vindkraftsparkens första skede kan elöverföringen till riksnätet ske via elstationen på Björnön. Senare, då projektets effekt överstiger 100 MW, måste en förbindelse byggas till en ny elstation som Fingrid planerar norr om Kristinestad. Den här nya förbindelsen kan byggas på ledningsgatan från Björnön, antingen på de existerande stolparna eller genom att en kraftledning med svagare effekt ersätts med en ny 400 kV ledning.

Fingrid har genomfört ett MKB-förfarande för en 400 kV kraftledning på sträckan Ulvsby–Kristinestad. Där ingår en ny elstation norr om staden.



■ Kuva 2-28. Fingridin uuden sähköaseman sijainti YVA selostuksen mukaan.

■ Figur 2-28. Läget för Fingrids nya elstation enligt MKB-beskrivningen.



■ Kuva 2-29. Tuulivoimapuiston kytkentä valtakunnanverkkoon.

■ Figur 2-29. Koppling av vindkraftsparken till riksnätet

2.8 Suunnittelutilanne ja toteutusaikataulu

Hankkeen alustavaa sijoitusuunnittelua on tehty vuodesta 2004 alkaen, jolloin tutkittiin kaikkien Pohjolan Voiman voimalaitospaikkakuntien soveltuvuutta merituulivoimarakentamiseen. Teknistä suunnittelua ja tuulisuustarkasteluja Kristinankaupungin alueelle on tehty vuosina 2006–2009.

PVO-Innopower päättää investoinneista YVA- ja kaavoitusmenettelyn jälkeen. Alustavien suunnitelmien mukaan ensimmäisten uusien tuulivoimalaitosten rakentaminen voisi alkaa alueella A eli lauhdevoimalaitoksen tontilla vuosina 2010–2011. Nämä voimalat rakennetaan yhden vuoden aikana.

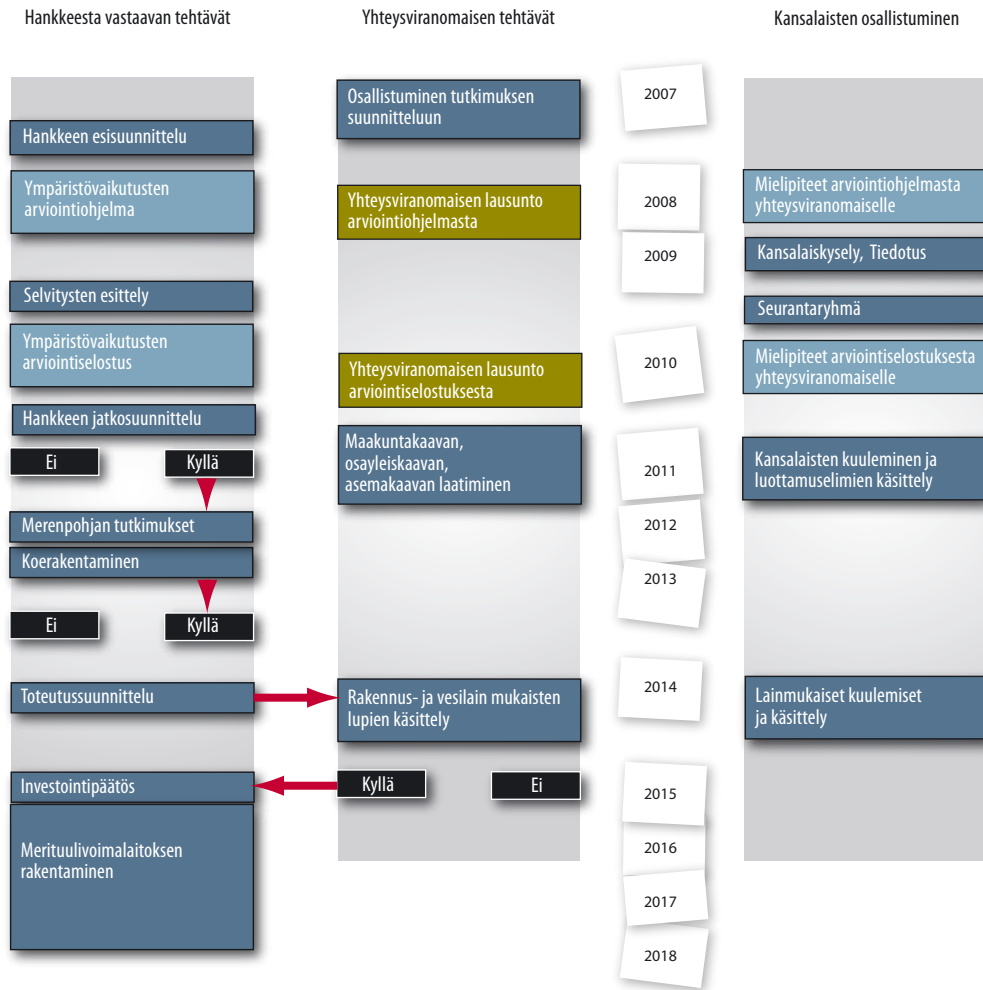
Mikäli merituulivoimalaitos voidaan toteuttaa tehokkaasti, kestää sen rakentaminen 3 – 4 vuotta. Yhden kesäkauden aikana ehditään asentaa paikoilleen noin 20 – 30 tuulivoimalaitosyksikköä.

2.8 Planeringssituation och tidsplan för att genomföra projektet

En preliminär plan för placeringen av projektet har gjorts sedan år 2004, då Pohjolan Voimas alla kraftverksorter undersöktes med tanke på förutsättningar att bygga havsbaserade vindkraftverk. Teknisk planering och undersökningar av vindförhållandena i Kristinestadsområdet har pågått under åren 2006–2009.

PVO-Innopower beslutar om investeringen efter MKB- och planläggningsförfarandet. Enligt preliminära planer ska byggandet av de första nya vindkraftverken kunna starta på område A, dvs. på kondenskraftverkets tomt år 2010–2011. De här kraftverken byggs under ett års tid.

Om havsvindkraftsparken kan byggas effektivt kommer byggskedet att ta 3–4 år. Under en sommarsäsong hinner man montera upp cirka 20–30 vindkraftverksenheter.



■ Kuva 2-30 Kristiinankaupungin edustan merituulivoimapuiston suunnittelun, luvituksen ja toteutuksen aikataulu.

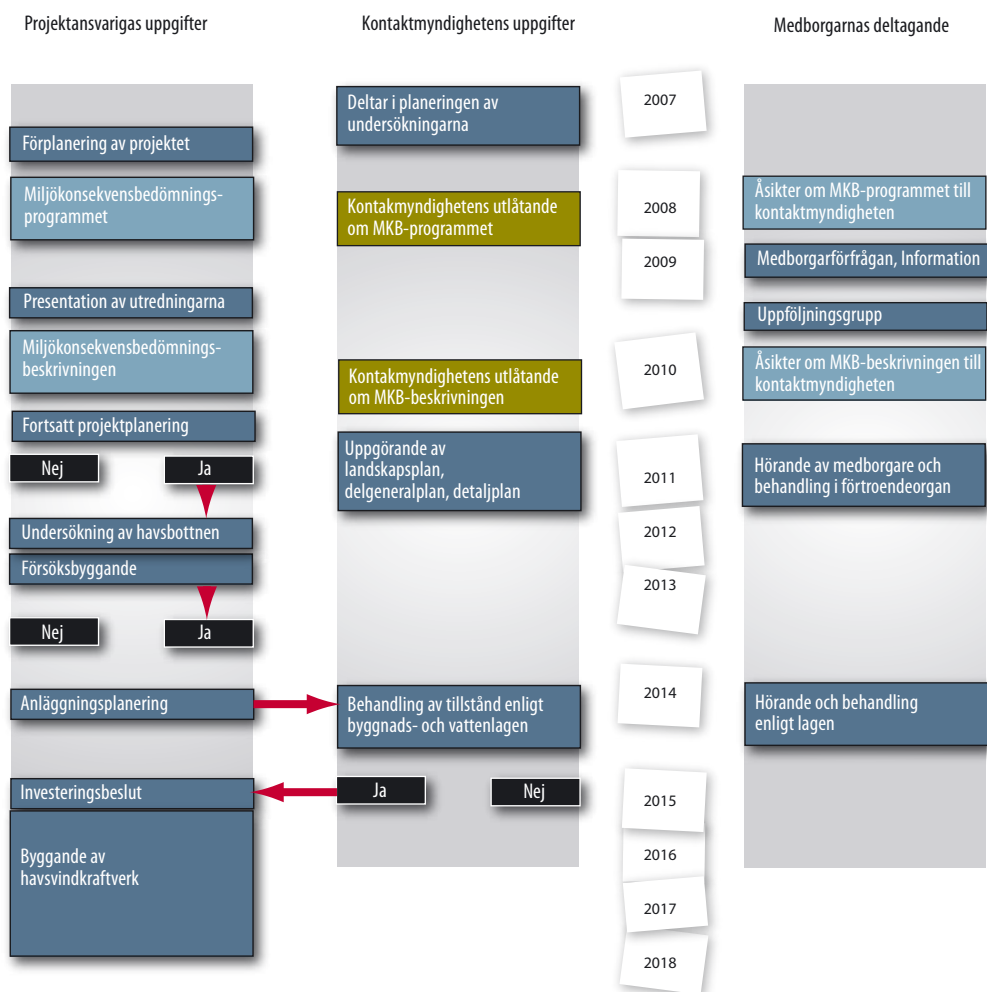
2.9 Hankkeen alueellinen ja valtakunnallinen merkitys, liittyminen ohjelmiin

Merituulivoimapuiston toteuttaminen liittyy seuraaviin muihin hankkeisiin, suunnitelmiin ja ohjelmiin:

- EU:n ilmasto- ja energiapaketti
- Kansallinen energia- ja ilmastostrategia
- Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet
- Energiapoliittiset ohjelmat
- Pohjanmaan maakuntaohjelma 2007–2010

EU:n ilmasto- ja energiapaketti

EU on sopinut yhteisestä, kaikkia jäsenmaita koskevasta tavoitteesta vähentää kasvihuonekaasujen päästöjä vuoteen 2020 mennessä 20 prosentilla vuoteen 1990 verrattuna. Tavoitteena on myös lisätä uusiutuvien energialähteiden osuus keskimäärin 20 prosenttiin EU:n energian loppukäytöstä. Tuulivoiman rakentamisella voidaan edesauttaa EU:n ilmasto- ja energiapaketin tavoitteiden toteutumista.



Figur 2-30. Tidsplan för planering, tillståndsbehandling och byggande av en havsbaserad vindkraftspark utanför Kristinestad.

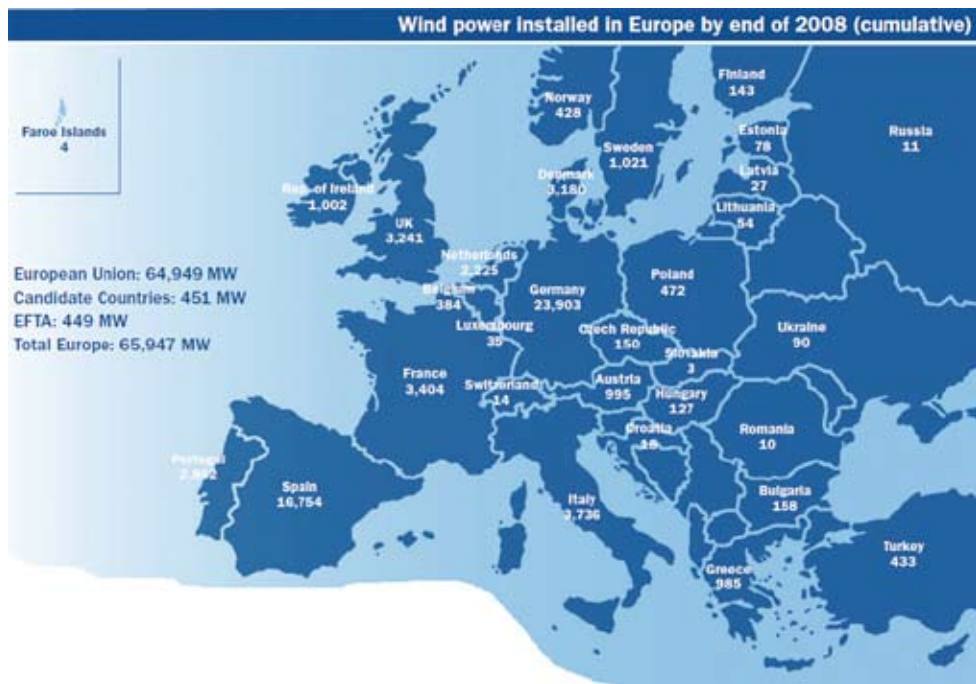
2.9 Projektets betydelse på regional och nationell nivå, anknytning till olika program

Byggandet av en havsbaserad vindkraftspark har anknytning till följande projekt, planer och program:

- EU:s klimat- och energipaket
- Nationell energi- och klimatstrategi
- Riksomfattande mål för områdesanvändningen
- Energilpolitiska program
- Österbottens landskapsprogram 2007–2010

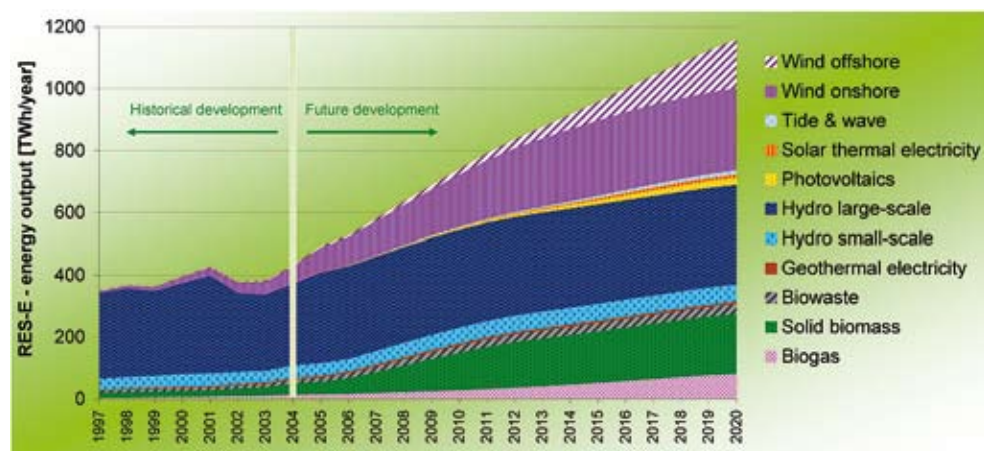
EU:s klimat- och energipaket

EU har kommit överens om ett för alla medlemsländer gemensamt mål att minska utsläppen av växthusgaser med 20 procent fram till år 2020 jämfört med år 1990. Ett mål är också att öka andelen förnybara energikällor till i genomsnitt 20 procent av EU:s slutliga energiförbrukning. Genom att bygga ut vindkraften kan man bidra till att målen för EU:s klimat- och energipaket uppnås.



■ Kuva 2-31. Tuulivoimatuotannon tilanne Euroopassa 2008.

■ Figur 2-31. Vindkraftsproduktion i Europa år 2008



■ Kuva 2-32. Uusiutuvien energian tuotantomuotojen etenemissuunnitelma Euroopassa.

■ Figur 2-32. Plan för utbyggnad av produktionen av olika former av förnybar energi i Europa

Kansallinen energia- ja ilmastostrategia

Vuoden 2008 kansallisessa energia ja ilmastostrategiasa esitetään ehdotukset keskeisimmiksi toimenpiteiksi, joilla EU:n tavoitteet uusiutuvan energian edistämiseksi, energiankäytön tehostamiseksi ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi voidaan saavuttaa. Tuulivoiman osalta tavoitteena on nostaa asennettu kokonaisteho nykyisestä 144 MW:sta noin 2000 MW:iin vuoteen 2020 mennessä, jolloin vuotuinen sähkön tuotanto tuulivoimalla olisi noin 6 TWh. Nyt tarkasteltava hanke edesauttaisi kansallisen energia- ja ilmastostrategian tavoitteiden toteutumista.

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet

Valtakunnallisissa alueidenkäyttötavoitteissa esitetään mm. että turvataan energiahuollon valtakunnalliset tarpeet ja edistetään uusiutuvien energialähteiden hyödyntämismahdollisuuksia. Maakuntakaavoituksessa on osoitettava tuulivoiman hyödyntämiseen parhaiten soveltuvat alueet. Tuulivoimalat on sijoitettava ensisijaisesti keskitetysti useamman voimalan yksiköihin.

Energiapoliittiset ohjelmat

Useiden puolueiden energiapoliittisissa ohjelmissa on esitetty että uusiutuvien energialähteiden osuutta on lisättävä ja tuulivoiman lisärakentamista tuettava.

Pohjanmaan maakuntaohjelma 2007-2010

Pohjanmaan maakuntaohjelmassa 2007-2010 todetaan, että rannikon hyvät tuuliolosuhteet luovat edellytyksiä tuulivoiman käytön lisäämiselle. Lisäksi ohjelmaan on kirjattu, että monipuolisen energiantuotannon kehittäminen on maakunnan keskeisin prioriteetti. Maakunnan tavoitteena on edistää uusiutuvan energiantuotannon kehittämistä ja käyttöä. Näiltä osin nyt tarkasteltava hanke on Pohjanmaan maakuntaohjelman mukainen.

Jos hankkeen kaikki vaihtoehdot toteutuisivat, olisi se ylivertaisesti suurin merituulivoimapuisto Suomessa (240–400 MW ja noin 600–1 000 GWh/a) ja siten valtakunnallisesti erittäin merkittävä edistysaskel uusiutuvien energialähteiden edistämishankkeen tavoitteiden saavuttamiseksi.

2.10 Liittyminen muihin hankkeisiin

Kristiinankaupungin alueella tai Pohjanlahden länsirannikolla on seuraavia hankkeita tai suunnitelmia, joiden toteutuksella ja Kristiinankaupungin edustan merituulivoimapuiston rakentamisella voi olla yhtymäkohtia:

- Kaskisten väylän syventäminen (Merenkulkulaitos)
- Karhusaaren syväväylän syventäminen (Merenkulkulaitos)
- Ulvila – Kristiinankaupunki 400 kV voimajohdon ja Kristiinankaupungin sähköaseman rakentaminen (Fingrid)
- Monipolttoainekattilan rakentaminen Kristiinan voimalaitokseen (PVO-Lämpövoima Oy)
- Siipyn merituulivoimapuisto (Suomen Merituuli Oy)
- Maakaasuputki Suomi – Ruotsi
- Kristiinankaupungin sataman laajentaminen

Nationell energi- och klimatstrategi

I den nationella energi- och klimatstrategin för år 2008 finns förslag till de viktigaste åtgärder för att man ska kunna nå EU:s mål om att främja förnybar energi, effektivisera energianvändningen och minska utsläppen av växthusgaser. När det gäller vindkraft är målet att höja den installerade totaleffekten från nuvarande 144 MW till cirka 2000 MW fram till år 2020, varvid den årliga elproduktionen med vindkraft blir cirka 6 TWh. Det projekt som nu undersöks skulle bidra till att målen för den nationella energi- och klimatstrategin ska kunna nås.

Riksomfattande mål för områdesanvändningen

I de riksomfattande målen för områdesanvändningen anges bl.a. att energiförsörjningens nationella behov ska tryggas och att möjligheterna att utnyttja förnybara energikällor ska främjas. I landskapsplanläggningen måste de bäst lämpade områdena för utnyttjande av vindkraft anvisas. Vindkraftverken ska i första hand placeras koncentrerat i enheter bestående av flera kraftverk.

Energiolitiska program

I flera politiska partiers energiolitiska program nämns att de förnybara energikällornas andel ska ökas och en utbyggnad av vindkraft ska stödas.

Österbottens landskapsprogram 2007–2010

I landskapsprogrammet för Österbotten 2007–2010 konstateras att de goda vindförhållandena vid kusten skapar förutsättningar för ökad användning av vindkraft. Dessutom står det i programmet att utveckling av mångsidig energiproduktion har högsta prioritet i landskapet. Landskapets mål är att främja utveckling och användning av förnybar energiproduktion. Till denna del motsvarar det nu undersökta projektet Österbottens landskapsplan.

Om projektets alla alternativ förverkligas, skulle det bli den överlägset största havsbaserade vindkraftsparken i Finland (240–400 MW och cirka 600–1 000 GWh/a) och därmed nationellt sett ett mycket viktigt steg mot målen för programmet att främja förnybara energikällor.

2.10 Anknytning till andra projekt

I Kristinestadsområdet eller vid västkusten vid Bottniska viken finns följande aktuella projekt eller planer som kan ha beröringspunkter med byggandet av en havsbaserad vindkraftspark utanför Kristinestad:

- Fördjupning av farleden till Kaskö (Sjöfartsverket)
- Fördjupning av djupfarleden till Björnön (Sjöfartsverket)
- Byggande av en 400 kV kraftledning Ulvsby–Kristinestad och en elstation i Kristinestad (Fingrid)
- Byggande av en flerbänslepanna vid kraftverket i Kristinestad (PVO-Lämpövoima Oy)
- Havsbaserad vindkraftspark utanför Sideby (Finlands Havsvind Ab)
- Naturgasrör Finland–Sverige
- Utbyggnad av hamnen i Kristinestad

Tuulivoiman merkittävä rakentaminen aiheuttaa tarpeen vahvistaa valtakunnallista ja kansainvälistä voimansiirtoverkostoa. Myös tarve korvaavan sähköntuotannon lisäämiseen kasvaa. Erityinen merkitys tulee olla nopeasti käyttöön otettavan säätövoiman lisäämisellä. Vesivoima on nopeasti käyttöön otettavana sähköntuotantomuotona edullisin ja mm. ilmapäästöjen kannalta paras. Pohjolan Voimalla on tavoitteena lisätä käytettävissä olevaa säätövoimaa lisäämällä vesivoiman tuotantoa.

Muita Pohjanlahden keskiosan rannan tuntumassa olevia tuulivoimahankkeita ovat:

- Siipyyn merituulivoimapuisto (Suomen Merituuli Oy)
- Metsälän tuulivoimapuisto (EPV tuulivoima Oy)
- Närpiön Norskogenin tuulivoimapuisto (EPV tuulivoima Oy)
- Porin edustan tuulivoimapuisto (Hyötytuuli Oy)

En väsentlig utbyggnad av vindkraften medför ett behov att förstärka riksnätet och det internationella kraftledningsnätet. Behovet av ersättande elproduktion ökar också. Speciellt viktigt kommer det att vara med en ökning av sådan reglerkraft som snabbt kan tas i bruk. Vattenkraften är den förmånligaste elproduktionsformen som snabbt kan tas i bruk och i fråga om bl.a. utsläpp i luften den bästa formen. Pohjolan Voimas målsättning är att öka tillgången på reglerkraft genom att öka produktionen av vattenkraft.

Andra vindkraftsprojekt vid mellersta delen av Bottniska viken i närheten av kusten:

- Havsbaserad vindkraftspark utanför Sideby (Finlands Havsvind Ab)
- Ömossa vindkraftspark (EPV Vindkraft Ab)
- Norskogens vindkraftspark i Närpes (EPV Vindkraft Ab)
- Vindkraftspark utanför Björneborg (Hyötytuuli Oy)



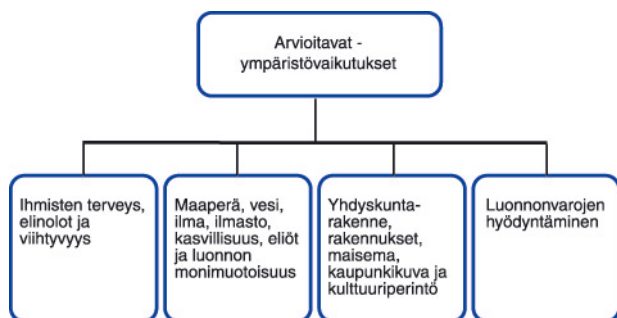
■ Kuva 2-33. Muita Pohjanlahden keskiosan rannan tuntumassa sijaitsevia tuulivoimahankkeita.

■ Figur 2-33. Andra vindkraftsprojekt vid mellersta delen av Bottniska viken i närheten av kusten.

3 YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINNIN LÄHTÖKOHDAT

3.1 Arviointitehtävä

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä arvioidaan hankkeen vaikutukset YVA-lain ja -asetuksen edellyttämässä laajuudessa. Arvioitavaksi tulevat seuraavat kuvassa esitetyt vaikutukset sekä näiden keskinäiset vaikutussuhteet.



■ Kuva 3-1. Arvioitavat ympäristövaikutukset (lähde: laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä, 2 §, 10.6.1994/468).

Tässä hankkeessa arvioitiin erityisesti seuraavia vaikutuksia:

Vaikutukset maisemaan

- Kristiinankaupunki
- Härkmerifjärdenin maisema-alue
- Loma-asuntojen maisema-arvot

Vaikutukset merialueen luontoon

- Vaikutukset merenpohjaan
- Vaikutukset saariin ja luotoihin
- Vaikutukset kalastoon ja pohjaeliöstöön
- Vaikutukset linnustoon

Vaikutukset Natura-alueen suojeluarvoihin

- Suojeltavat merenpohjan luontotyytit
- Suojeltavat lintulajit

Sosiaaliset vaikutukset

- Vaikutukset ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen
- Vaikutukset virkistyskäyttöön
- Vaikutukset kalastukseen

Hankkeen vaikutukset ovat osittain pysyviä, osittain väliaikaisia ja osittain vain rakentamisen aikaisia. Osa vaikutuksista koetaan positiivisiksi, osa negatiivisiksi. Osa vaikutuksista on sellaisia, että kansalaisten mielipiteet vaikutusten suunnasta vaihtelevat. Rakentamisen aikaiset vaikutukset kohdistuvat erityisesti merenpohjaan, vesiliikenteeseen, linnustoon ja työllisyyteen. Pysyviä vaikutuksia aiheuttaa lähinnä maisemalle, virkistykselle, äänitasoille, linnustolle ja kalastolle, kuntien taloudelle ja sähköenergian tuotannosta aiheutuvien päästöjen määrään.

3 UTGÅNGSPUNKTER FÖR MILJÖKONSEKVENSBEDÖMNINGEN

3.1 Bedömningsuppgift

I förfarandet vid miljökonsekvensbedömning bedöms konsekvenserna av projektet i den omfattning som anges i MKB-lagen och -förordningen. Det som ska bedömas är de i figuren nämnda konsekvenserna samt hur de sinsemellan påverkar varandra.



■ Figur 3-1. Miljökonsekvenser som ska bedömas (källa: lagen om förfarandet vid miljökonsekvensbedömning, 2 §, 10.6.1994/468).

I det här projektet bedömdes speciellt följande konsekvenser:

Konsekvenser för landskapet

- Kristinestad
- Härkmerifjärdens landskapsområde
- Fritidsbostädernas landskapsvärden

Konsekvenser för havsområdets natur

- Konsekvenser för havsbotten
- Konsekvenser för öar och skär
- Konsekvenser för fiskbeståndet och bottenorganismerna
- Konsekvenser för fågelbeståndet

Konsekvenser för Naturaområdets skyddsvärden

- Naturtyper på havsbotten som ska skyddas
- Fågelarter som ska skyddas

Sociala konsekvenser

- Konsekvenser för människornas levnadsförhållanden och trivsel
- Konsekvenser för användning av området för rekreation
- Konsekvenser för fisket

Projektets konsekvenser är delvis permanenta, delvis tillfälliga och vissa förekommer bara under byggtiden. Vissa konsekvenser upplevs som positiva, andra negativa. En del av konsekvenserna är av sådan art att invånarnas åsikter om dem är delade. Konsekvenserna under byggtiden gäller i synnerhet havsbotten, vattentrafiken, fågelbeståndet och samsättningen. Permanenta konsekvenser uppkommer främst för landskapet, rekreationen, ljudnivåerna, fågelbeståndet och fiskbeståndet, kommunernas ekonomi och mängden utsläpp från elproduktionen.

3.2 Hankkeen vaikutusalue

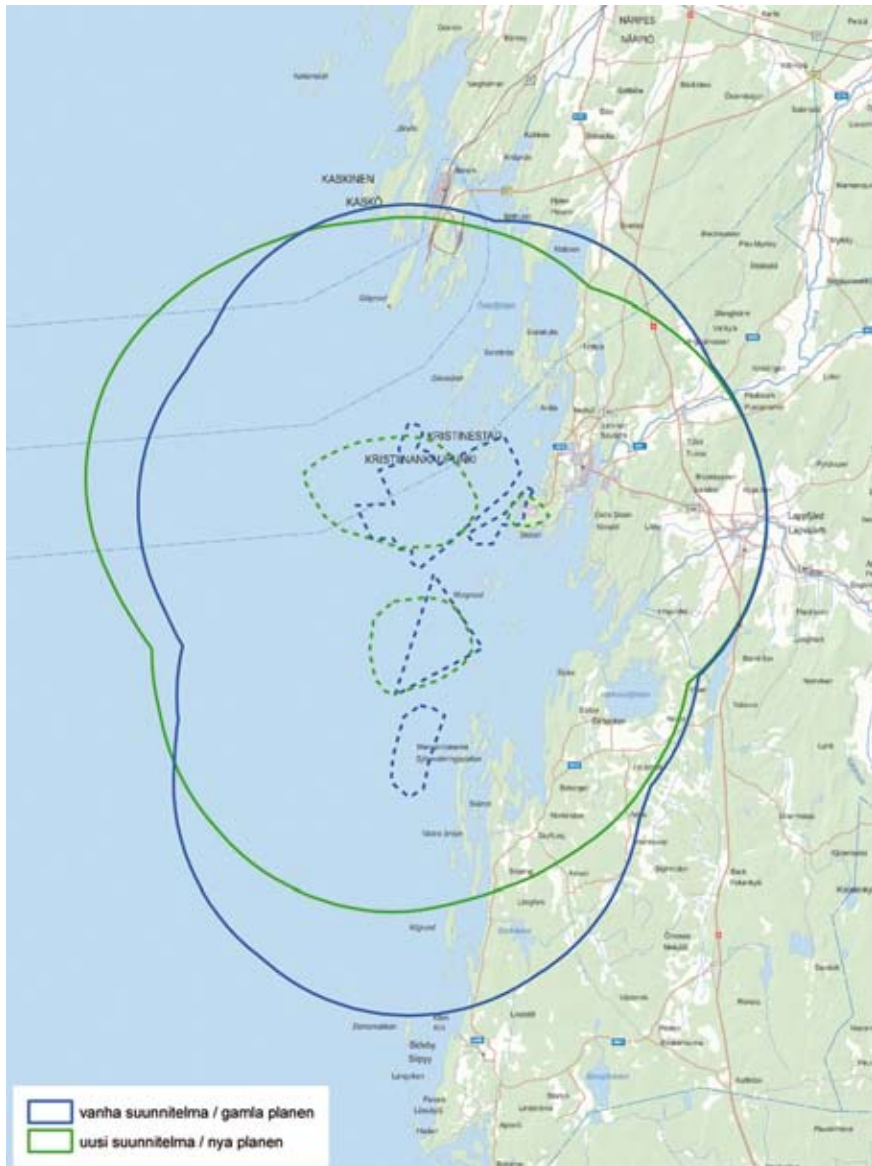
Tarkastelualue pyrittiin arviointiohjelmavaiheessa määrittämään niin suureksi, ettei merkityksellisiä ympäristövaikutuksia voida olettaa ilmenevän alueen ulkopuolella. Kuvassa (Kuva 3-2) on esitetty hankkeen arvioitu vaikutusalueen raja. Arviointiohjelmassa esitettyä vaikutusalueen rajaa on muokattu yhteysviranomaisen arviointiohjelmasta antaman lausunnon ja ympäristövaikutusten arviointiprosessissa ilmenneiden seikkojen perusteella.

Tarkasteltavaan vaikutusalueeseen kuuluvat laajimmillaan Selkämeren pohjoisosan merialue noin 20 km etäisyydelle rannikosta sekä Kristiinankaupungin alue, Närpiön kaupungin eteläinen alue ja Kaskisten kaupungin alue.

3.2 Projektets influensområde

Det område som undersöktes definierades så stort att inga kännbara miljökonsekvenser kan antas uppkomma utanför området. I figur (Figur 3-2) anges den uppskattade avgränsningen av projektets influensområde. Den avgränsning av influensområdet som angavs i bedömningsprogrammet har ändrats på basis av kontaktmyndighetens utlåtande om bedömningsprogrammet och de fakta som framkommit under miljökonsekvensbedömningsprocessen.

Till det influensområde som ska undersökas hör som mest havsområdet i Bottenhavets norra del till cirka 20 km avstånd från kusten samt Kristinestadsområdet, södra delen av Närpes stad och Kaskö stads område.



■ Kuva 3-2. Hankkeen vaikutusalueen raja. Sinisellä on osoitettu alkuperäisen suunnitelman vaikutusalue ja vihreällä uuden suunnitelman aiheuttama laajennus.

■ Figur 3-2. Avgränsning av projektets influensområde. Med blått anges den ursprungliga planens influensområde och med grönt den utvidgning som den nya planen medför.

3.3 Käytetty aineisto

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä hyödynnettiin olemassa oleviin selvityksiin ja suunnitelmiin kerättyä tietoa suunnittelualueesta, sen ympäristöstä sekä hankkeen teknisistä toteutusvaihtoehdoista ja niiden vaikutuksista.

Aineiston hankinnan ja menetelmien osalta ympäristövaikutusten arviointi perustui:

- Arvioinnin aikana tarkennettuihin hankkeen suunnitelmiin
- Olemassa oleviin ympäristön nykytilan selvityksiin
- Arviointimenettelyn aikana tehtyihin lisäselvityksiin kuten mallilaskelmiin, kartoituksiin, inventointeihin jne.
- Tuulivoimalaitosten ympäristövaikutuksista tehtyihin tutkimuksiin, mm. Pohjolan Voiman Kokkolan merituulivoimalaitoksen tutkimuksen
- Tuulivoimaloiden laitetoimittajien ilmoittamiin tietoihin esim. lähtömelutasoista ja voimaloiden teknisistä ominaisuuksista
- Vaikutusarvioihin
- Kirjallisuuteen
- Tiedotus- ja asukastilaisuuksissa ilmenneisiin asioihin
- Lausunnoissa ja mielipiteissä esitettyihin seikkoihin

Tässä arviointiselostuksessa kuvataan hankkeen vaikutukset ja sen tuomat muutokset vaikutusalueen olosuhteisiin ja sen läheisyydessä harjoitettavan nykyisen toiminnan vaikutuksiin.

3.4 Vaikutusten ajoittuminen

3.4.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Maa-alueen voimalat rakennetaan ensiksi. Niiden rakentaminen kestää yhden vuoden.

Merialueen rakentaminen kestää noin 3 – 4 kesää, jos se voidaan toteuttaa teknistaloudellisesti edullisimmalla tavalla. Voimalaitostontin voimalaitosten perustusten rakentaminen ja voimalaitosten pystyttäminen on noin vuoden projekti.

Merialueella pyritään noin 20 – 30 voimalan rakentamiseen kesässä. Tätä edeltää valmistelevat toimet Kristiinankaupungin satamassa. Uuden suunnitelman mukaiset voimalaitokset rakennetaan järjestyksessä

1. Alue A – voimalaitostontti
2. Alue B merialueen 1. osa
3. Alue B merialueen 2. osa
4. Alue C merialueen 1. osa
5. Alue C merialueen 2. osa

3.4.2 Käytön aikaiset vaikutukset

Käytön aikaiset vaikutukset alkavat kunkin alueen valmistuttua. Voimalaitosten perustuksille lasketaan noin 40 vuoden tekninen ikä. Voimalaitoksen tornin ja koneiston teknistaloudellinen käyttöaika on noin 20 vuotta.

Erilaisilla modernisointitoimilla voidaan laitteiden käyttöikää pidentää.

3.3 Material som använts

I förarbetet vid miljökonsekvensbedömning utnyttjades den information som samlats in för existerande utredningar och planer om planområdet, dess miljö samt projektets tekniska genomförandealternativ och deras konsekvenser.

Beträffande anskaffning av material samt metoder baseras miljökonsekvensbedömningen på:

- Projektplaner som preciserades under bedömningens gång
- Existerande utredningar av miljöns nuvarande tillstånd
- Tilläggsutredningar som gjordes under bedömningsförarbetet, t.ex. modellberäkningar, kartläggningar, inventeringar m.m.
- Undersökningar som gjorts om miljökonsekvenserna av vindkraftverk, bl.a. Pohjolan Voimas undersökning av havsvindkraftverk utanför Karleby
- Information från leverantörer av vindkraftverk t.ex. om utgångsbullernivåerna och kraftverkens tekniska egenskaper
- Konsekvensbedömningar
- Litteratur
- Fakta som framkommit på informationsmötena och vid mötena med invånarna
- Aspekter som tagits upp i utlåtanden och åsikter

I den här konsekvensbeskrivningen redogörs för projektets konsekvenser och de förändringar det ger upphov till i influensområdets förhållanden och för konsekvenserna av den verksamhet som för närvarande bedrivs i närheten.

3.4 Tidpunkt för konsekvenserna

3.4.1 Konsekvenser under byggtiden

Kraftverken på land byggs först. Det tar ett år att bygga dem.

Det krävs 3–4 somrar att bygga kraftverken i havsområdet, om det går att genomföra på det tekniskt-ekonomiskt förmånligaste sättet. Att bygga fundamenten för kraftverken på kraftverkstomten och att resa kraftverken där är ungefär ett års projekt.

I havsområdet är målet att bygga cirka 20–30 kraftverk per sommar. Före det krävs förberedelser i Kristinestads hamn. De kraftverk som ingår i den nya planen byggs i följande ordningsföljd:

1. Område A - kraftverkstomten
2. Område B, havsområdets 1:a del
3. Område B, havsområdets 2:a del
4. Område C, havsområdets 1:a del
5. Område C, havsområdets 2:a del

3.4.2 Konsekvenser under driften

Konsekvenserna under driften börjar i takt med att områdena blir färdiga. Kraftverkens fundament beräknas ha en teknisk livslängd på cirka 40 år. Den teknisk-ekonomiska livslängden för kraftverkets torn och maskiner är cirka 20 år.

3.4.3 Toiminnan lopettamisen vaikutukset

Sen jälkeen kun tuulivoimalaitos on tullut teknisen käyttöikänsä päähän, se voidaan purkaa. Siivet, koneet ja torni on kaikki kierrätettävissä ja niiden materiaalit voidaan käyttää uudelleen.

Perustusten päälle voidaan rakentaa uusi, perustusten ominaisuuksiin sopiva voimalaitos.

Perustukset voidaan purkaa käytön päätyttyä.

- Maanpäälle rakennetun perustuksen purkaminen tapahtuu maansiirtokoneilla.
- Monopile perustus voidaan katkaista merenpohjassa ja nostaa perustuselementti kierrätykseen.
- Kasuuniperustuksen purkaminen on suurempi työ. Se edellyttää kasuunin kuoren avaamista ja nostamista. Mikäli kuori on terästä, se kierrätetään. Betoni murskataan. Kasuunin täytemaa levitetään meren pohjaan.

Anordningarnas livslängd kan förlängas genom olika moderniseringar.

3.4.3 Konsekvenser efter avslutad verksamhet

Då ett vindkraftverk har nått slutet av sin tekniska livstid kan det rivas. Rotorblad, maskiner och torn kan alla återvinnas och materialen återanvändas.

På fundamentet kan ett nytt kraftverk som lämpar sig för fundamentets egenskaper byggas.

Fundamenten kan rivas när de inte mera behövs.

- Rivningen av den del av fundamentet som finns ovan jord sker med hjälp av schaktmaskiner.
- Ett monopile-fundament kan kapas vid havsbotten och fundamentelementet kan gå till återvinning.
- Att riva ett kassunfundament är ett större arbete. Då måste kassunens hölje öppnas och lyftas upp. Om höljet är gjort av stål kan det återvinnas. Betongen krossas. Kassunens fyllnadsjord jämnas ut på havsbotten.