

Raportti 'Helsingin tuulipuiston maisemallinen ja kaupunkikuvallinen selvitys' liittyy valmisteilla olevaan Helsingin yleiskaava 2002 luonnokseen. Selvityksessä tarkastellaan tuulivoimaloiden sijoittamista kaupungin merialueille.

Selvityksen on laatinut Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston (KSV) toimeksiannosta Suunnittelutoimisto Molino Oy. Työryhmään ovat kuuluneet Mikael Gylling, Maija Lounamaa, Jyrki Sinkkilä ja Emilia Weckman.

Työn etenemistä on ohjannut ryhmä, jonka jäsenet ovat olleet Matti Eronen (KSV, Ympäristötoimisto), Jouni Kilpinen (KSV, Teknitaloudellinen toimisto), Pertti Kare (KSV, Yleiskaavatoimisto), Anu Mansikka (KSV, Kaavoitusosasto), Matti Visanti (KSV, Kaavoitusosasto), Tarja Laine (Uudenmaan ympäristökeskus), Pirkko Pulkkinen (Helsingin kaupungin Ympäristökeskus) sekä Marjatta Uusitalo (Helsingin kaupungin rakennusvalvontavirasto). Ohjausryhmä kokoontui projektin aikana neljä kertaa.

Helsingissä  
15.10.2001

Suunnittelutoimisto MOLINO Oy

<b>Alkulause</b>	<b>3</b>
<b>Yhteenveto</b>	<b>4</b>
<b>1. Johdanto</b>	<b>7</b>
Tarkoitus ja tavoitteet	8
Selvitysalue ja myllytyypit	8
Työmenetelmät ja raportin rakenne	10
Visualisointitekniikka ja analyysityö	10
<b>2. Tuulivoimalat maisemassa</b>	<b>11</b>
Tuulivoimalan estetiikka	12
Myllygeometria	14
Tuulivoimaloiden näkyvyys	16
Tuulivoimaloiden maisemavaikutus	17
<b>3. Helsinki ja tuulivoima</b>	<b>23</b>
Maisemavyöhykkeet	24
Merinäkyvät	25
Tuulivoimalaproblematiikkaa	28
Tarkastelualueiden inventointi	31
<b>4. Visuaalinen analyysi</b>	<b>51</b>
Analyysivaiheet	52
Analyysitulokset	52
Tulosten tulkinta	58
Epävarmuustekijät	60
<b>5. Johtopäätökset</b>	<b>61</b>
Kuvavaihto	64
<b>Lähdeluettelo</b>	<b>84</b>
<b>Liitteet</b>	<b>85</b>
Tuulivoimalat Suomessa, Tanskassa ja Ruotsissa	86
Asenteet tuulivoimaa kohtaan	91

# YHTEENVETO

## Taustaa ja lähtötiedot

Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto on aloittanut kaupunginhallituksen kehotuksesta työn tuulivoiman rakentamismahdollisuuksien selvittämiseksi kaupungin alueella. Tuulivoimaloiden teknistaloudellinen selvitys kaupungin merialueelle sijoittuvasta Offshore -tuulipuistosta valmistui helmikuussa 2000. Teknistaloudellisen tarkastelun lisäksi on tarkoitus tutkia tuulivoimaloiden sijoittamista ja soveltuvuutta kaupungin alueelle selvittämällä erilaisia ympäristötekijöitä.

‘Helsingin tuulipuiston maisemallinen ja kaupunkikuvallinen selvitys’ on ensimmäinen näistä ympäristöselvityksistä. Sen tavoitteena on ollut yhtäältä tarkentaa, mitkä teknistaloudellisessa tarkastelussa määritellyistä merialueista soveltuvat maisemallisesti ja kaupunkikuvallisesti parhaiten tai hyvin tuulipuiston sijoituspaikaksi, sekä toisaalta tutkia, kuinka paljon ja minne sijoitusalueita jää, kun teknistaloudellisiin muutujiin lisätään maisema- ja kaupunkikuvalliset tekijät.

Tässä selvityksessä on tutkittu kolmilapaisen tuulivoimalan maisemavaikutusta. Myllytyyppiä on yleisesti käytetty mm. Tanskassa. Tarkasteltava tuulimylly on teholtaan 1,5–3,5 MW ja kokonaiskorkeudeltaan 100–120 m. Tuulipuiston laajuutta ja myllyjen enimmäis- tai vähimmäismäärää ei määritelty ennalta. Teknistaloudellisen selvityksen perusteella toimiva tuulipuisto muodostuu kuitenkin vähintään yhdestä 12–15 myllyn ryhmästä, mikä asetettiin raja-arvoksi tätä selvitystä tehdessä. Myllyjen vähimmäisetäisyydeksi toisistaan määritettiin 400 metriä.

Tämän työn selvitysalue koostuu tuulivoimaloiden sijoitusalueista (määritelty teknistaloudellisessa selvityksessä), niitä ympäröivästä merialueesta sekä kahdeksasta merinäkymien kannalta olennaisesta ranta-alueesta ja alueen laivareiteistä. Tuulivoimaloiden sijoituksen määrittelee pohjoisessa riittävän tuulisuuden reuna, muualla kaupungin rajat. Etelässä merenpohjan syvyys rajoittaa toteutuskelpoiset alueet avomerta kohti kapeneviksi kielekkeiksi.

## Sokkeloinen ja vyöhykkeinen saaristo

Kokonaisuudessaan Helsingin ranta- ja merialueita voi luonnehtia erittäin kompleksiseksi maisematyyppiksi. Alue on veden ja maan pienipiirteistä mosaiikkia. Maastonmuodot ovat matalia. Rakennetun ympäristön historialliset maamerkit ja näkymäakselit antavat maisemalle erityisarvonsa. Tällaisessa ympäristössä 12–15 myllyn tuulipuisto on uusi ja mittakaavaltaan mullistava lisäys: yksinkertaisen rivimuodostelman pituus on liki viisi kilometriä ja kompakteinkin myllyryhmä vie suurehkon saaren alan. Myllyjen pyörivät roottorit ulottuvat kirkontorneja korkeammalle, mutta jäävät kuitenkin korkeimpia savupiippuja ja linkkitorneja matalammalle.

Parhaimmillaan usean voimalan jäntevät veistosryhmät voivat kuitenkin olla kokonaisen alueen identiteettitekijä. Ne vaativat ympäristökseen selkeälinjaisen ja avaran maiseman. Sijoitusta pohdittaessa on maisemaa tarkasteltava alueellisella ja lähiympäristön tasolla.

Helsingin merialue jakautuu rannikon suuntaisiin maisemavyöhykkeisiin, jotka mantereelta päin lukien ovat sisälahtien vyöhyke, selkävesien vyöhyke, ulkosaaristo ja avomeri. Tarkasteltava teknistaloudellinen sijoitusalue asettuu Helsingin saaristomaisemassa pääasiassa ulkosaariston sekä avomeren vyöhykkeelle kaikkein pohjoisimpien osien sijoituessa selkävesien vyöhykkeelle.

Tämän selvityksen perusteella on todettavissa, että näistä vyöhykkeistä parhaiten tuulipuiston sijaintiin soveltuvat avomerialueet.

Selkävedet eivät sovellu myllyryhmien sijoitusalueiksi, sillä jo muutaman myllyn rakentaminen 2–3 kilometrin etäisyydelle rantaviivasta dominoi häiritsevästi maisemakuvaa, ellei niitä voi välittömästi liittää osaksi voimakkaasti rakennettua ja suurpiirteistä ympäristöä kuten satama- ja teollisuusaluetta. Tällaisiin ympäristöihin Helsingissä on mahdollista sijoittaa vain yksittäisiä myllyjä ilman että ne ovat korostuneita maisemahäiriöitä kaupunkisiluetissa.

Ulkosaaristo on tuulivoiman sijoituksen kannalta ongelmallinen. Polveilevan rantaviivan ja sokkeloisen saariston takia kaupungin rannoilta avautuvat näkymät ovat hyvin vaihtelevia ja suuntautuvat ristiin rastiin koko saariston poikki. Laajat avomerinäkymät ovat harvinaisia. Tavallisesti merinäkymää rytmittävät erikokoiset ja -luonteiset saaret juuri ulkosaaristovyöhykkeellä. Näkymille on luonteenomaista kerroksellisuus. Olennaisia ovat kaikki näkymän osat: sen välitön etuala, lähimaisema ja kaukomaisema. Näkymät ovat osittain myös mittakaavallisesti vaikeasti hahmotettavia, pienimmätkin luodot saattavat sopivassa valaistuksessa ja tarkastelukontekstissa vaikuttaa etäisiltä saarilta, takimmaisat saaret lähimaiseman luodoilta tai karikoilta. Laajuutensa ja korkeutensa takia tuulipuisto ulkosaariston alueella vaurioittaa helposti Helsingin merialueen tunnusomaisuuden. Ulapalle avautuvassa näkymässä vasta yli viiden kilometrin etäisyydelle rantaviivasta sijoittuvien tuulivoimaloiden koko alkaa menettää merkitystään; saaret ja luodot hallitsevat näkymää. Ulkosaaristo soveltuu huonosti sijoitusalueeksi, koska näköalat avautuvat usealta suunnalta, jolloin viiden kilometrin vähimmäisetäisyys kattaa koko ulkosaaristovyöhykkeen.

## Tuulikammat – voimalavyöhyke avomerellä

Ainoastaan avomerellä voidaan samalla kertaa sekä välttää maisema- ja kaupunkikuvalliset haittavaikutukset että saavuttaa mahdollinen positiivinen imagolisä. Sellainen veistoksellisella tuulipuistolla voi olla, kun sen suhde maisemaan on ymmärrettävä ja se voidaan hahmottaa omana kokonaisuutenaan ja tasapainoisesti irrallaan muusta maisemasta.

Koska avomerellä teknistaloudellisesti mahdolliset sijoitusalueet ovat kapeita kielekkeitä syvänteiden välissä, asettuvat myllyryhmät useiksi erillisiksi rivimuodostelmiksi, ‘tuulikam-

moiksi’. Muodostelmat voivat olla suoria tai kaareutuvia, tai koostua erillisistä jaksoista, sijoittuen kuitenkin pääsääntöisesti poikittain rannikkolinjaa vasten.

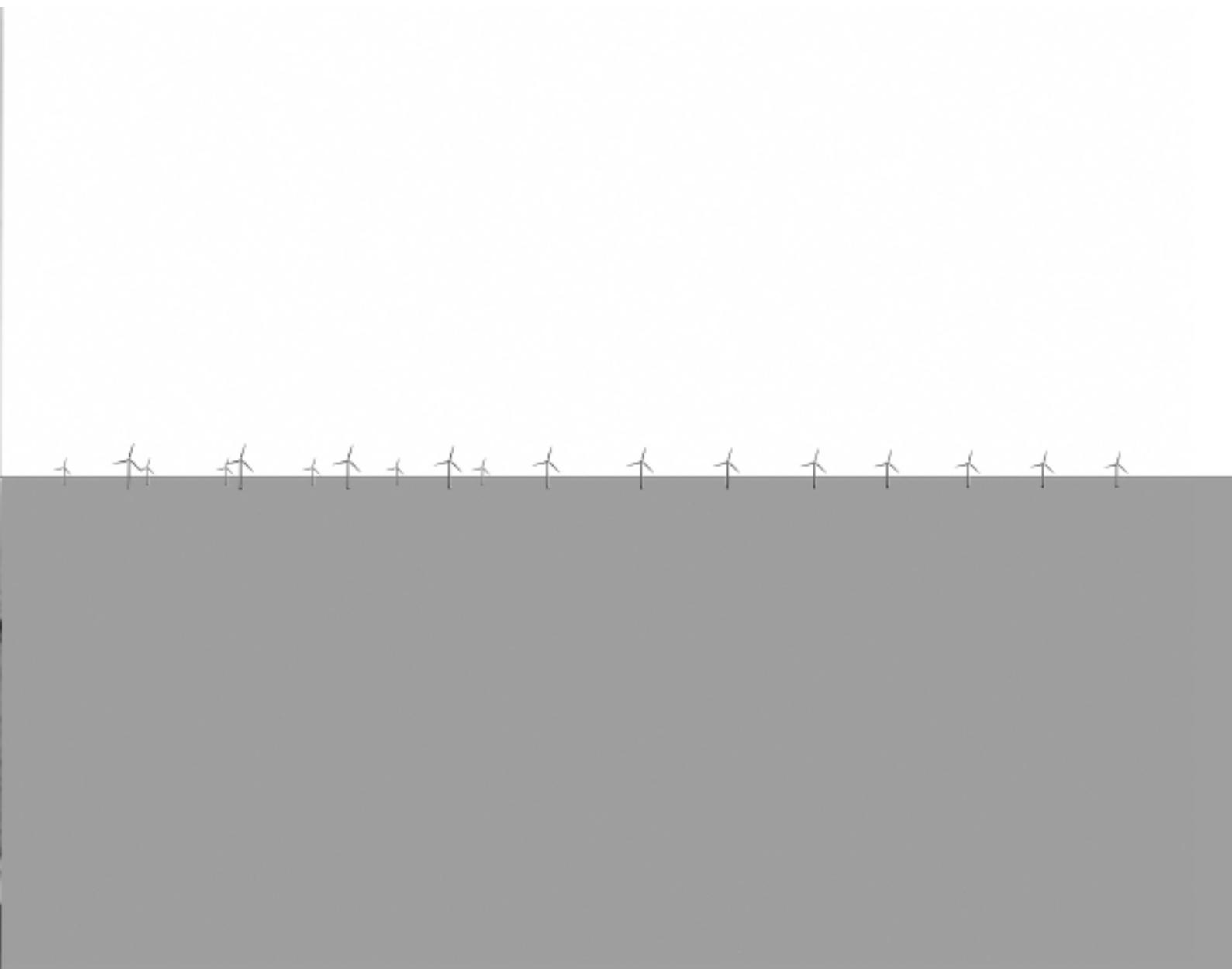
Vastaavaa tuulipuistomuodostelmaa ei ole tiedossa, mutta ratkaisulle on löydetävissä perustelut Suomenlahden pohjoisrannikon maiseman rakenteesta. Sille on tyypillistä niemien, saarten, selkävesien ja lahtien jaksottainen vuorottelu rannikon pääsuuntaa vastaan. Kaukomaisemassa rannikko vaikuttaa yhtenäiseltä ja ehyeltä massiivilta. Vasta lähitarkastelussa rantaviivan rikkonaisuus paljastuu ja maiseman vyöhykkeinen syvyys korostuu, kun avomeri jatkuu selkävesinä ja lahtina pitkälle ulkosaariston sisäpuolelle.

‘*Tuulikammat*’ korostavat tätä maiseman erityispiirrettä. Mereltä, rannikon suuntaisesti tarkasteltuna tuulivoimalarivistöt hahmottuvat harvana verkostona, “tuulivoimavyöhykkeenä”, joka on irti mantereen ja saarten yhteen sulautuneesta rantasiluetista. Yksittäiset kammat jatkavat saarten ja luotojen ketjuja avomerelle, mikä on hahmotettavissa kun merimaisemaa tarkastellaan rannalla tai ulkomerellä kohtisuoraan tai viistoon. Eteläiseltä merialueella kantakaupungin siluetin rikkoutuminen on vältettävissä, koska kampojen väliin jäävät syvänteiden avovesialueet. Poikittaisrivit sallivat myös mahdollisimman häiriöttömien näkymien jatkumisen ranta-alueilta läpi saaristovyöhykkeiden kohti avomerta, kun myllyryhmät hahmottuvat saarekkeina tai niemekkeinä eivätkä täytä horisonttia.

Maisema- ja kaupunkikuvallisesti Helsingin tuulipuiston voi ajatella koostuvan joko yhdestä tai useammasta rivistöstä. Kukin sijoitusalue tarjoaa erilaisen maisema-asetelman: itäisillä sijoitusalueilla tuulivoimalat ja luonnonmaisema ovat jylhä vastakohtapari. Lännessä rivistöt ovat enemmänkin rakennetun ympäristön jatke. On pitkälti arvottamiskysymys, kumpi näistä asetetaan etusijalle vai ovatko molemmat hyväksyttäviä lähtökohtia tuulivoiman sijoitukselle.

Mahdollisen hankekohtaisen suunnittelun yhteydessä on visuaalista tarkastelua laajennettava. Kaupunkialueella on yksittäisiä tarkastelupisteitä ja -alueita lisättävä sekä määriteltävä kunkin muodostelman kannalta olennaiset näkymäsuunnat. Helsingin merialuetta laajempi seudullinen tarkastelu on välttämätön, sillä tuulivoimaloiden maisemallinen vaikutusalue on huomattavasti tämän työn selvitysalueetta laajempi. Vastaavasti tuulipuiston voisi kuvitella sijoittuvan usean kunnan aluevesille; hallinnolliset rajat eivät ole ainakaan maisemallisessa tarkastelussa luontevimmat sijoitusalueajat.

Valitun myllytyypin koko, ryhmän myllymäärä sekä myllyjen väliset sijoitusetäisyydet ovat vaikuttaneet tämän selvityksen johtopäätöksiin. Mikäli nämä lähtökohta-asetelmat muuttuvat, on maisema- ja kaupunkikuvallisia reunaheitoja tarkennettava. *Tuulikampa* -konseptin toimivuuteen näillä on sinällään tuskin merkitystä.







## Tarkoitus ja tavoitteet

Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto on aloittanut kaupungin hallituksen kehotuksesta työn tuulivoiman rakentamismahdollisuuksien selvittämiseksi kaupungin alueella. Selvitys aloitettiin vuonna 1999 teettämällä ensimmäisenä merialueelle sijoittuvista ns. offshore- tuulipuistoista teknistaloudellinen toteutettavuusselvitys, joka valmistui helmikuussa 2000. Teknistaloudellisen selvityksen lisäksi on tarkoitus tarkastella tuulivoimaloiden sijoittumista ja soveltuvuutta kaupungin alueelle selvittämällä erilaisia ympäristötekijöitä. 'Helsingin tuulipuiston maisemallinen ja kaupunkikuvallinen selvitys' on ensimmäinen näistä ympäristöselvityksistä. Maisemallisen selvityksen ja muiden ympäristöselvitysten tulosten perusteella on tarkoituksena merkitä mahdolliset tuulivoimaloiden sijoitusalueiden rajat Yleiskaava 2002:n luonnokseen.

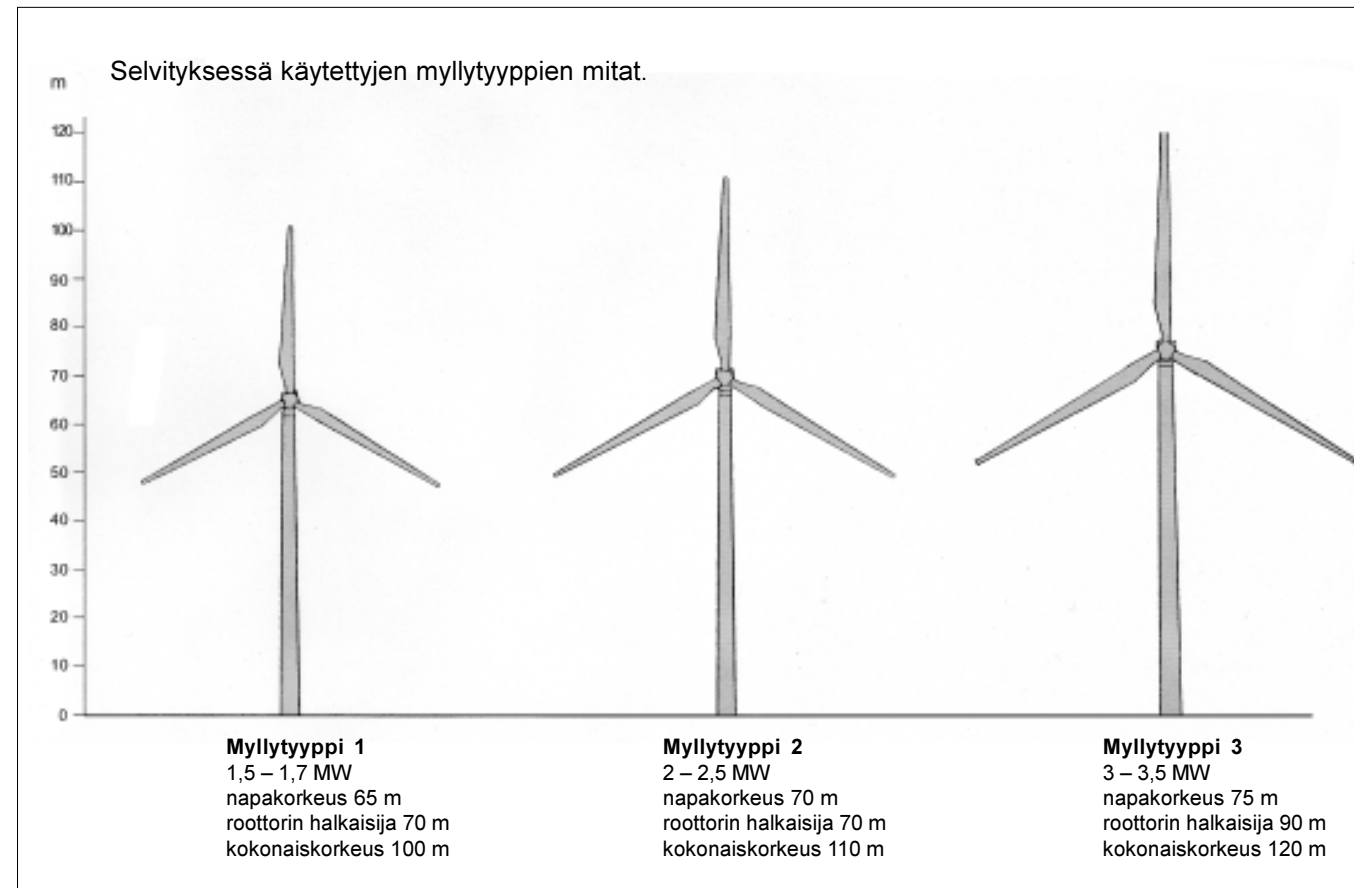
Tehtävänä on ollut yhtäältä tarkentaa, mitkä teknistaloudellisessa tarkastelussa määritetyistä merialueista soveltuvat maisemallisesti ja kaupunkikuvallisesti parhaiten tai hyvin tuulipuiston sijoituspaikaksi, sekä toisaalta tutkia, kuinka paljon ja minne alueita jää, kun teknistaloudellisiin muuttujiin lisätään maisema- ja kaupunkikuvalliset tekijät.

## Selvitysalue ja myllytyypit

Tämän työn selvitysalue koostuu tuulivoimaloiden teknistaloudellisen selvityksen mukaisesta sijoitusalueesta, sitä ympäröivästä merialueesta sekä kahdeksasta tarkastelualueesta ja alueen laivareiteistä.

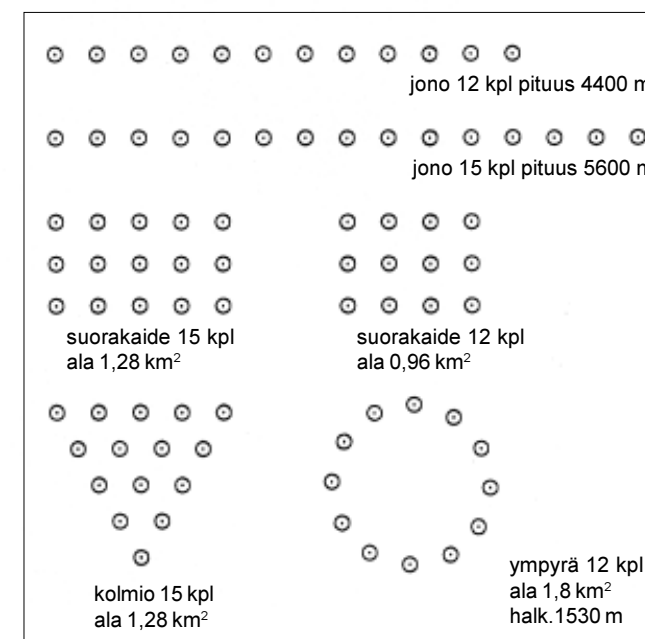
Tuulipuiston mahdollisena sijoitusalueena on ollut teknistaloudellisessa selvityksessä määritetty alue, jota rajaavat pohjoisessa riittävän tuulisuuden reunaviiva sekä lännessä ja idässä kaupungin rajat. Eteläisen reunan määrittää merenpohjan syvyys. Puolustusvoimien ammuntojen vaara-alue ja Kallahdenniemien eteläpuolen Natura-alue on rajattu pois tästä tutkimuksesta.

Tässä selvityksessä on tutkittu kolmilapaisen tuulivoimalan maisemavaikutusta. Myllytyyppejä on yleisesti käytetty mm. Tanskassa. Tarkasteltava tuulimylly on teholtaan 1,5–3,5 MW ja kokonaiskorkeudeltaan 100–120 m. Tuulipuiston laajuutta ja myllyjen enimmäis- tai vähimmäismäärää ei määritelty ennalta. Toimiva tuulipuisto muodostuu kuitenkin vähintään yhdestä 12–15 myllyn ryhmästä, mikä asetettiin raja-arvoksi tätä selvitystä tehdessä. Myllyjen vähimmäisetäisyydeksi toisistaan määriteltiin 400 metriä.



## Eri muodostelmatyyppien vaatimia aloja.










12 – 15 myllyn ryhmät. Myllyjen keskinäinen etäisyys 400 m

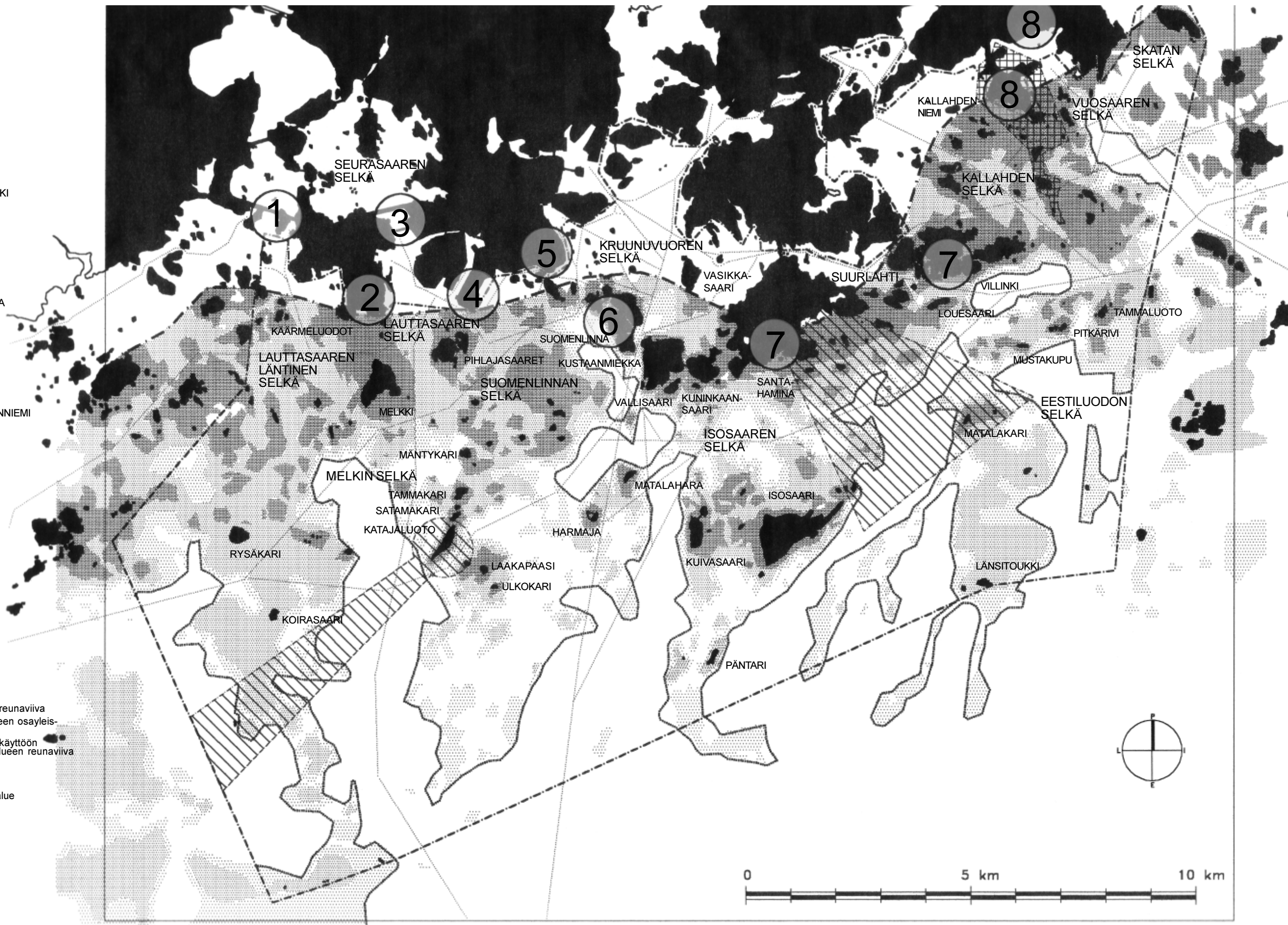


TARKASTELUALUEET

- 1 LÄNSIVÄYLÄ
- 2 LAUTTASAAREN ETELÄKÄRKI
- 3 LAUTTASAAREN SILTA
- 4 HERNESAARI
- 5 KAIVOPUISTO - MERISATAMA
- 6 SUOMENLINNA
- 7 SANTAHAMINA - VILLINKI
- 8 AURINKOLAHTI - KALLAHDENNIEMI

MERKINNÄT

-  Riittävä tuulisuuden reunaviiva
-  Saariston ja merialueen osayleiskaavan raja
-  Teknistaloudellisesti käyttöön otettavissa olevan alueen reunaviiva
-  Laivaväylä
-  Ammuntojen vaara-alue
-  Natura-alue
- Syvyyssiedot:
-  5 m
-  10 m
-  20 m



## Työmetodit ja raportin rakenne

‘Helsingin tuulipuiston maisemallinen ja kaupunkikuvallinen selvitys’ perustuu sijainti-, näkymä- ja kartta-analyysihin sekä kolmiulotteisen mallin käyttöön tuulimyllyjen sijoituksen ja ryhmityksen visualisoinnissa. Selvitystyön alussa tehtiin meri-alueesta vaakatasossa mittatarkka kolmiulotteinen työmalli tietokoneelle. Analyysityön lähtökohtamateriaalina on käytetty kaupunkisuunnitteluviraston raporttia (1995:17) ‘Helsingin saaristo ja merialue. Osayleiskaava. Maisema-analyysi’, jonka täydentäminen tuulivoimanäkökulman suhteen on ollut osa selvityksen työohjelmaa.

Työn taustaksi on kerätty eurooppalaista – lähinnä Tanskasta, Ruotsista ja Hollannista – keskeistä tuulivoiman ja maiseman suhteita käsittelevää referenssimateriaalia sekä tietoja Offshore-tuulivoimalakohteista. Materiaalin perusteella on arvioitu vakiintuneiden näkökulmien ja sijoittelutapojen sekä selvitysmenetelmien soveltumista Helsingin olosuhteisiin. Luvussa 2 ‘Tuulivoimat maisemassa’ on esitelty taustaselvityksen keskeinen sisältö. Tärkeimmät referenssikohteet on esitelty tämän raportin liitteenä sekä myös oheiselvityksenä laadittu kooste ‘Asenteet tuulivoimaa kohtaan’, jossa on lyhyesti tarkasteltu lähinnä ulkoilla saatuja kokemuksia tuulivoimaloiden rakentamisesta ja vuorovaikutteisesta suunnitteluprosessista.

Luvussa 3 ‘Helsinki ja tuulivoima’ on käsitelty selvitysalueen kontekstiin liittyviä yleistietoja ja arvioitu niitä tuulivoiman sijoittamisen kannalta. Varsinainen maisemakuvan inventointi on tehty vain kahdeksan tarkastelualueen osalta ja siinä laajuudessa kuin on voitu päätellä olevan yleinen käytäntö tuulivoiman sijoituskysymyksiä selvittäessä käytössä olleen referenssimateriaalin perusteella. Tarkastelualueiden konteksti on selvitetty kaupunkirakenteen, maankäytön, merinäkymien, erityispiirteiden ja -arvojen osalta. Selvitys on tehty kartta- ja maastoinventointina sekä valokuvaamalla. Valokuvaus on suoritettu kevättalven – kesän 2001 aikana.

Varsinainen tuulivoimaloiden ja maiseman visuaalinen analyysi on suoritettu 3D- mallia apuna käyttäen. Mallin ja mallista tuotettujen visualisointien avulla on selvitetty tuulivoimaloiden kaupunkikuvallisia ja maisemallisia vaikutuksia, kuten myllyryhmien näkyvyyttä tarkastelualueilta käsin ja vaikutusta maisemassa. Työn aikana on kehitetty arviointikriteereitä ja niiden pohjalta on luotu suuntaviivoja tuulivoimaloiden sijoitusperusteille Helsingin olosuhteissa. Luvussa 4 ‘Visuaalinen analyysi’ on esitetty itse työprosessi ja sen kuluessa tehdyt päätelmät.

Luvussa 5 ‘Johtopäätökset’ on esitetty tuulipuiston sijoitussuosituksiset sekä pohdittu visualisointien avulla tuulimyllyryhmien ryhmitysperiaatteita ehdotetulla sijoitusalueella.

Selvitystyö on ensimmäisiä lajissaan Suomessa. Työn aikana on jouduttu kehittelemään terminologiaa, vaikeaselkoista kapulakieltä. Koska terminologian merkitys tämän raportin lukemisessa on olennaista, on käytetyt käsitteet koottu raportin sisäkanteen.

## Visualisointitekniikka ja analyysityö

Työssä käytetty visualisointitekniikka on yleisesti tuulivoimaloiden visualisoinneissa vakiintunut kuvasovitetekniikka – sillä poikkeuksella, että yksittäisten myllyjen lisäksi koko selvitysalue on mallinnettu tietokoneella kolmiulotteiseksi. Työ on tehty erilaisia CAD- ja kuvankäsittelyohjelmia yhdistelemällä.

Kolmiulotteista mallia on käytetty sellaisenaan, **työmallina**, tai yhdessä valokuvien kanssa, **kuvasovitteina**, jolloin työmalliin sijoitetut tuulimyllyt on sovitettu tarkastelualueilta otettuihin valokuviin. Olennainen osa analyysityöstä on tehty “tietokoneruudun virtuaalitulossa”. Kuvasovitteista on tulostettu **paperivedoksia** lähinnä työn seuranta ja raportointia varten, jolloin on visualisoitu erilaisia sijoitusalueita ja myllyryhmien keskinäistä geometriaa. Kuitenkin ainoastaan työmallissa on ollut mahdollista sekä liikkua että vaihtaa myllyryhmien muodostelmia ja sijoitusta “tarpeeksi nopeasti” ja ennakoita niiden vaikutusta. Kuvasovitteiden käyttö on ollut rajoitetumpaa, mutta zoomauskomennolla on voitu todentaa sijoituksen ja ryhmityksen maisemavaikutuksia pelkkää paperivedosta täsmällisemmin, ikään kuin liikkua valokuvatussa maisemassa. Koska kuvasovite on lisäksi sidottu vain yksittäiseen kuvakulmaan, analyysia on tehty koko ajan myös kartalla ja maastossa/merellä. Loppuvaiheessa kuvasovitteita on käytetty vain eri myllygeometrioiden toimivuuden testaamiseen ja loppuraportin kuvitukseen.

Valokuvausovitteiden pohjana käytetyt valokuvat on otettu 50–110 mm objektiivilla. Kuvauksen yhteydessä on kirjattu kuvauspaikka, päivämäärä ja kellonaika sekä sijainti. Merellä paikannukseen on käytetty GPS- laitteistoa. Tarkan ajan ja paikannäärityksen pohjalta tietokonemallissa on ollut mahdollista simuloida todellisia valaistusoloja. Kuvasovitteissa on myös otettu huomioon ilmaperspektiivin vaikutus näkyvyyteen.

Visualisointiin liittyvät tekniset ongelmat ovat tunnettuja jo referenssimateriaalin pohjalta:

- Kameran objektiivi ei saa aikaan yhtä tarkkaa kuvaa kuin ihmissilmä
- Käytetty 50 mm objektiivi vastaa “luonnollista näkökulmaa”, mutta ei vastaa havaitsijan kokemaa maisemaa joka on olennaisesti laajempi, panoraaman kaltainen.
- Panoraama- tai laajakulmaobjektiveja käytettäessä kuvan perspektiivi jyrkkenee, ja taustalla olevat esineet vaikuttavat pienemmiltä kuin luonnossa.
- Valokuva-visualisoinnissa ei näy lapojen liike ja ne antavat tuulimyllyistä staattisen kuvan

Ongelmat korostuvat juuri kaukana sijaitsevien myllyjen visualisoinnissa. Kuvassa erottumisen parantamiseksi myllyt on sävytetty siten että kuvissa pieniksikin jäävät myllyt erottuisivat taustastaan. Vaalealla taustalla myllyistä on tehty tummemman sävyisiä, tummemmalla taustalla sijaitsevat myllyt on sävytetty täysin valkoisiksi. Todellisuudessa myllyjen vaaleanharmaa väri aiheuttaa sen että sumussa ja pitkällä etäisyyksillä tietyissä valaistusoloissa myllyt katoavat näkyvistä.



## 2. TUULIVOIMALAT MAISEMASSA

Tuulivoiman rakentaminen on Suomessa suhteellisen uusi ilmiö, eikä vesillemme ole vielä rakennettu yhtään merituulipuistoa. Maassamme ei ole myöskään tehty kattavia selvityksiä maiseman ja tuulivoiman suhteista, eikä luotu periaatteellista ohjeistoa tuulivoiman sijoittamiselle suomalaisen maisemaan. Tämän vuoksi Helsingin tuulipuiston maisemallisen ja kaupunkikuvallisen selvityksen pohjaksi on kerätty Euroopasta, lähinnä Tanskasta, Ruotsista ja Hollannista, keskeistä tuulivoiman ja maiseman suhteita käsittelevää referenssimateriaalia sekä tietoja Offshore- tuulivoimalakohteista.

Tanskassa on Euroopan pisimmät perinteet tuulivoiman rakentamisessa. Tanska on myös ensimmäinen Euroopan maa, joka on rakentanut merituulipuistoja aluevesilleen. Maassa on tehty 1990-luvun alkupuolella useita valtakunnallisia selvityksiä liittyen tuulivoimaloiden visuaalisiin maisemavaikutuksiin, myös juuri merituulivoimaan liittyen. Selvitysraportit sisältävät oleellista tietoa liittyen lähinnä yleiseen selvitysten metodiikkaan, “myllygeometriaan”, (eli myllyjen ryhmittelyperiaatteisiin) näkyvyyteen ja visualisointitekniikkaan. Tanskalaisen maiseman erilaisuus suhteessa suomalaisen maisemaan asettaa esteensä muun tiedon soveltamiselle.

Myös Ruotsissa on tehty 1990-luvulla useita selvityksiä, joissa tarkastellaan varsin monipuolisesti eri näkökulmista tuulivoiman ja maiseman suhteita ja tuulivoiman sijoittamista ruotsalaiseen maisemaan. Ruotsissa on tavoitteena lisätä tuulivoiman rakentamista merkittävästi nykyiseltä tasolta, ja suunnitteilla on myös merituulivoiman rakentaminen. Maassa tehdyt useat selvitykset korostavat maisemarakenteen ja analyysin merkitystä voimaloiden sijoittamisessa. Niissä on etsitty ratkaisumalleja erilaisille maisematyypeille soveltuville sijoittelumahdollisuuksille. Selvityksissä tuodaan myös voimakkaasti esille maiseman kokemisen ja sen sosiologisen symboliarvon merkitys suhteessa tuulivoiman sijoittamiseen. Ruotsalaisella ja suomalaisella maisemalla on selkeitä yhtymäkohtia, ja materiaali on juuri tältä osin sovellettavissa suomalaisiin olosuhteisiin.

Hollannissa tuulivoimaa on rakennettu kohtuullisesti, mutta rakentaminen on maan hyvistä tuulisuusoloista huolimatta ollut viime vuosina lähes pysähdyksissä juuri maisemavaikutusten merkityksen selvittämättömyyden vuoksi. Tuulivoimaloiden kokoluokka on pysynyt pienenä, eikä merituulipuistoja ole rakennettu lainkaan. Voimaloita ei ole sijoitettu herkille alueille, vaan esimerkiksi moottoriteiden varsille. Maassa on tehty kuitenkin vuonna 1990-luvun puolivälissä mielenkiintoinen selvitys tuulivoiman sijoittamisesta hollantilaiseen maisemaan. Selvitys lähestyy aihetta erilaisten suunnittelustrategioiden kautta, ja sen ajatuksia on mahdollista peilata suomalaisen maiseman maiden ympäristöjen luonne-eroista huolimatta.

Referenssimateriaalin keskeinen sisältö on seuraavassa koottu omaksi tuulivoiman visuaalisia ominaisuuksia käsitteleväksi kokonaisuudekseen.

## TUULIVOIMALAN ESTETIIKKA

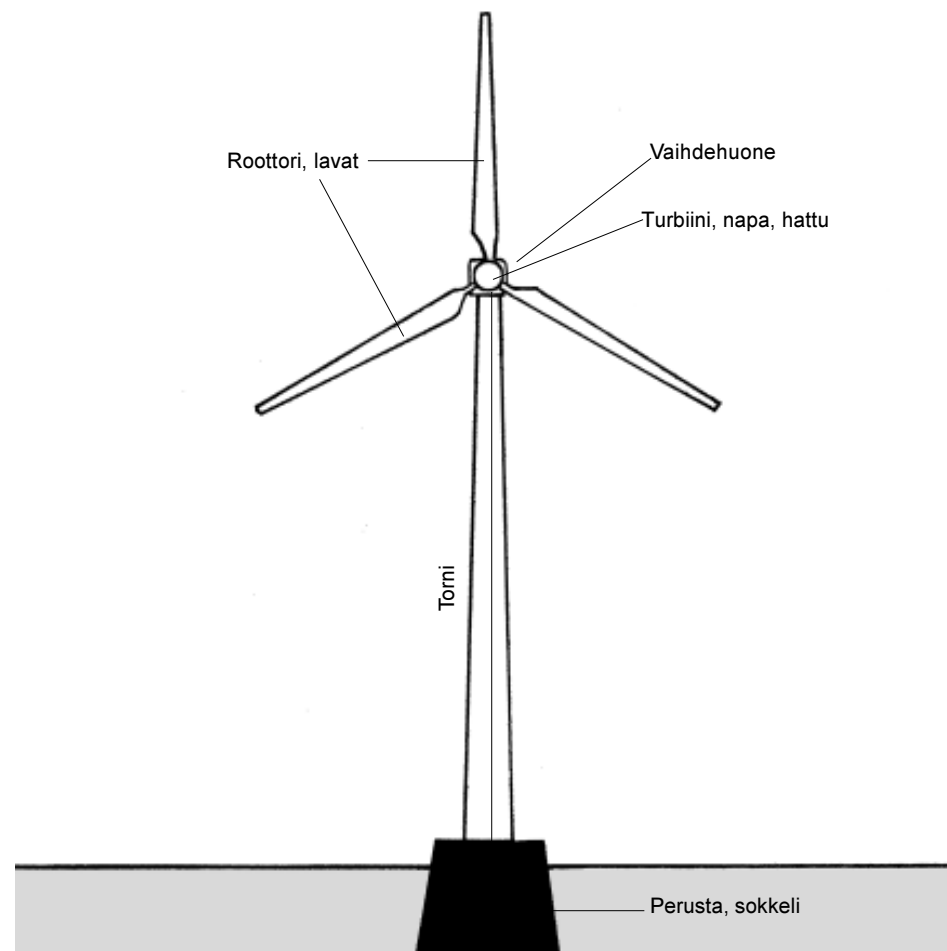
Tuulivoimalan koko, päädimensiot, väritys ja lapojen määrä ovat merkityksellisiä ominaisuuksia tarkasteltaessa yksittäisen tuulivoimalan visuaalisia vaikutuksia. Myös voimalan roottorin pyörimisliikkeellä on voimakas visuaalinen vaikutus, joka herättää huomion maisemassa pitkän matkan päässä. Sen sijaan tuulimyllyn muotoilulla: tornin, lapojen ja konehuoneen sekä muiden osien muodolla on merkitystä vain havainnoitaessa voimalaa lähietäisyydeltä.

(Energistyrelsen 1994)

### Muotoilu

“Vanhanaikaisen” tuulimyllyn ulkomuodon kehitys vei monta vuosikymmentä. Nykyaikaiset myllymallit ovat kehittyneet ja muuttuneet nopeasti. Muotoilua ovat ohjanneet pääasiassa tekniset ja taloudelliset tekijät.

Maalle sijoitettavien pienempien, yksityiseen käyttöön tarkoitettujen maatilamyllymallien koko ja sijoitusympäristö antaa liikkumatilaa myllyjen muotoilulle. Myllyt sopivat ympäristön mittakaavaan, ja niiden muotoilussa on haettu viitteitä

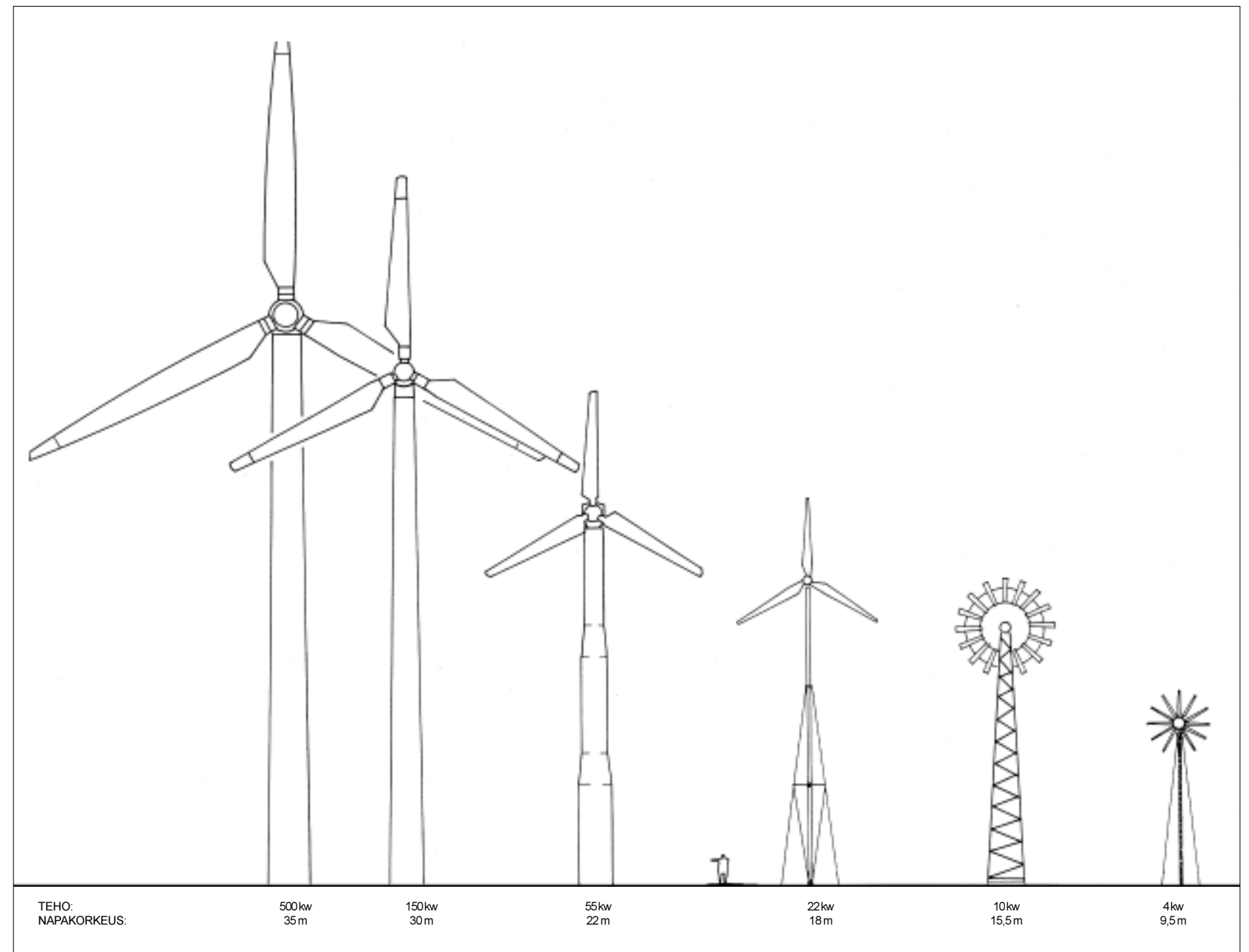


Tuulivoimalan pääosat. Muuntamo on merimyllyissä sijoitettu myllytornin sisäpuolelle näkymättömiin.

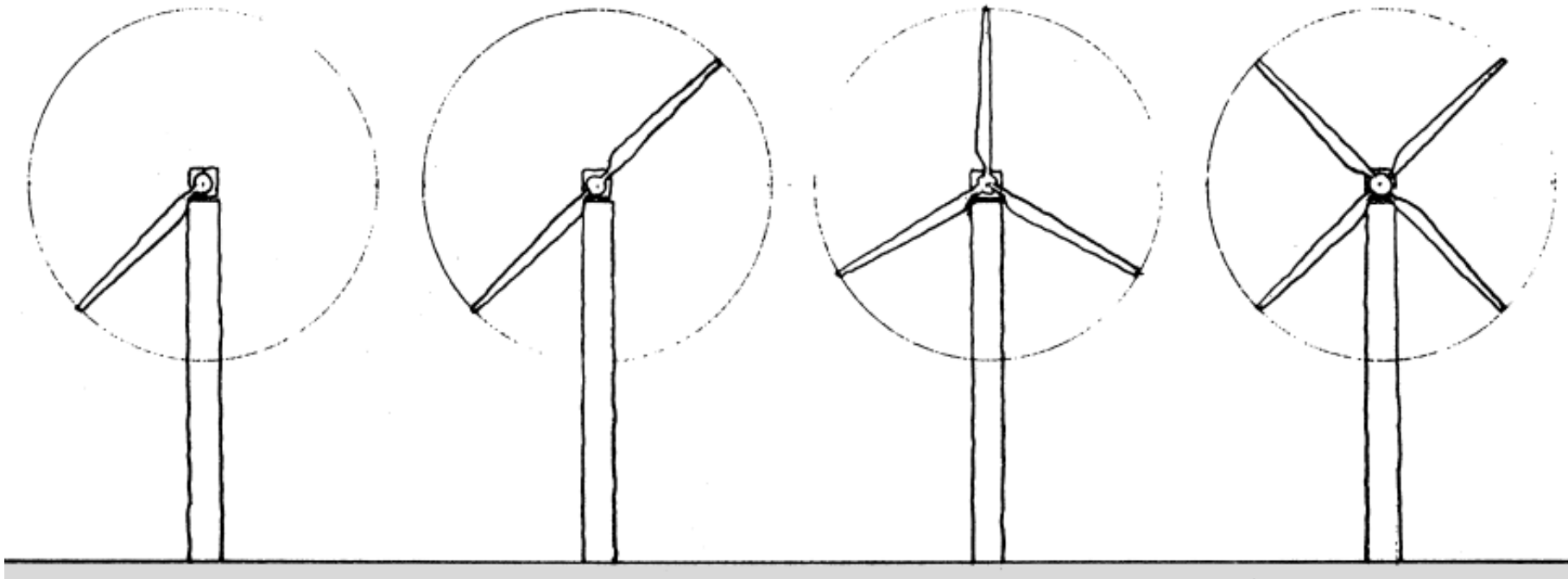
teho (kW)	napakorkeus (m)	roottorin halkaisija (m)
<100	<30	<20
100–500	30–45	20–40
500–900	40–70	40–60
900–2000	50–80	50–75
> 2000	60–90	60–85

(Vindkraftsutredningen 1998)

Tuulimyllyjen koko on kasvanut nopeasti energian tuotantotehon myötä. Merimyllyt ovat yleensä kokoluokaltaan suurimpia tuotannossa olevista malleista. Tällä hetkellä suurimmat rakennetut myllyt ovat 2 MW:n myllyjä, joiden kokonaiskorkeus on n.100 m. Suunnitteluasteella on kokoluokaltaan 3–5 MW:n myllyjä, joiden kokonaiskorkeus nousee 100–140 metriin. (www.windpower.dk, Miljødepartementet 1999)



Tanskassa käytettyjä myllyjä. Kuvassa oikealla talousmyllyjä (4 kpl), vasemmalla käytetyimmän suuren tuulivoimalan perusmallit (2 kpl). (kuva: Energistyrelsen 1994)



Uudet myllytyypit tulevat ilmeisesti jatkossakin olemaan kolmilapaisia. Koeasteella on myös myllyjä, joilla on vain 1–2 tai ei yhtään lapaa. Roottorin pyörimissuunnalla ei ole energiantuotannollista merkitystä, ja se voi pyöriä niin myötä- kuin vastapäiväänkin. Esteettisestä näkökulmasta katsottuna on pidetty hyvänä ratkaisuna sitä, että samassa myllyryhmässä sijaitsevat myllyt ovat saman kokoisia ja -mallisia ja että niiden lavat pyörivät samaan suuntaan. (Miljøministeriet, 1989)

vanhoista myllytyypeistä. Suurempien myllyjen (kokoluokka n. 200kW – 2MW) suhteen tilanne on täysin erilainen; myllyjen valtavan koon johdosta ne eivät vertaudu mihinkään ympäristönsä elementteihin. Muotoilua on kehitetty modernin virtaviivaiseksi, eikä voimaloilla ole yhteyttä vanhoihin myllymalleihin. Suuret ja tehokkaat, maalle sijoitettavat myllyt ja merimyllyt ovat keskenään samantyyppisiä, ja eroavat toisistaan vain päämitoiltaan. Merelle sijoitettavien myllyjen torni voi teknisesti syistä olla suhteessa matalampi kuin maalle sijoitettavien.

(Miljøministeriet 1989, Helsingin kaupunki/Kaupunkisuunnitteluvirasto 2000)

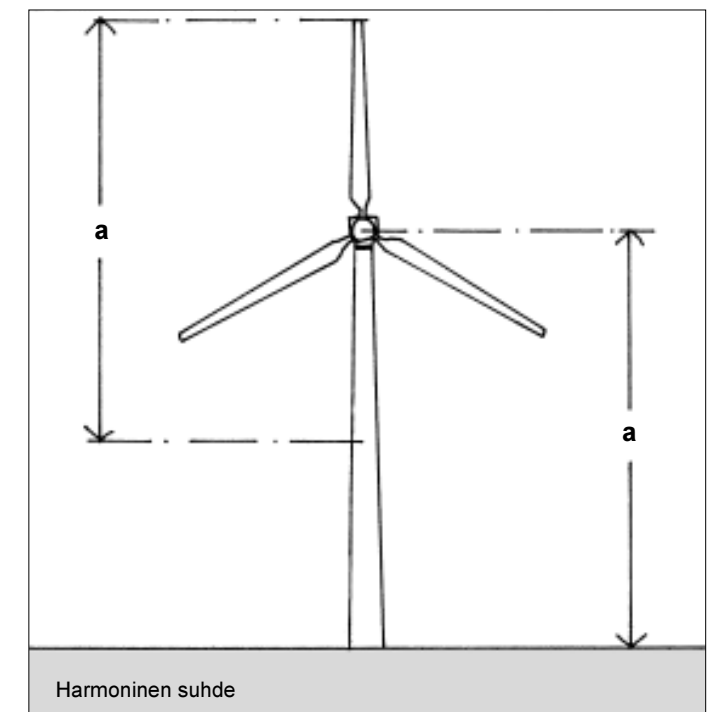
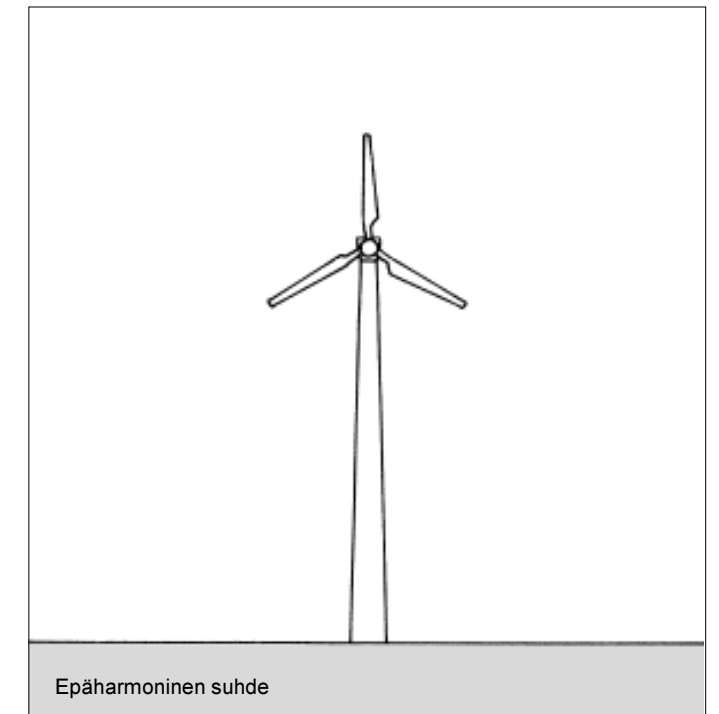
Lapojen määrällä on merkitystä yksittäisen myllyn pyörimisellään antamalle vaikutelmalle. Kolmilapainen malli pyörii ”hihtaasti” ja sen antama vaikutelma on yleisesti pidetty rauhallisena. Toisaalta tätä vakiintunutta käsitystä ja kolmilapaista tuulimyllymallia kohtaan on Tanskassa 1990-luvulla esitetty kritiikkiä; arkkitehti Hans Friis Mathiasen perustelee kantaansa sillä, että ”kolmilapaiset myllyt ovat rauhattoman näköisiä muodostaessaan vain heikosti ympyrän muodon, kun taas viisi- tai useampilapainen roottori muodostaa stabiilin päämuodon joka olisi suositeltavampi”.

(Miljøministeriet 1989, Mathiasen 1998/1)

## Väritys

Myllyjen väritys on vakiintunut harmahtavan valkoiseksi. Myllyt nähdään useimmiten vaaleaa taustaa (taivasta) vasten ja harmahtava sävy tasoittaa kontrastisuutta ja sopeutuu eri valaistus- ja sääolosuhteisiin. Yleensä kaikki myllyn osat on käsitelty samanvärisiksi yhteneväisyyden perusteella. Merellä sumuisella säällä ja tietyissä valaistusoloissa harmahtavansävyisten myllyjen näkyvyys heikkenee selvästi. Värityksen avulla voi tuulimyllyn joko sopeuttaa ympäristöönsä tai haluttaessa käyttää erityistä tehosteväriä korostamaan myllyn eri osia. Selkeät signaalivärit, valkoinen sekä kiiltävät pinnoitteet korostavat näkyvyyttä. Tuulivoimaloiden piilottaminen värityksen avulla on kuitenkin mahdotonta.

(Miljøministeriet 1989, Nordström 2000)



Suuremman kokoluokan tuulivoimalamalliksi on vakiintunut kolmilapainen mylly, jolla on kartionmuotoinen umpinainen terästorni ja pieni vaihdehuone. Tässä myllytyypissä roottorin halkaisijan pituus on yleensä lähellä tornin korkeusmittaa. Suhdetta on pidetty harmonisena verrattuna malliin, jossa mitta on huomattavasti lyhyempi kuin myllyn napakorkeus. (Miljøministeriet 1989)

## MYLLYGEOMETRIA – Tuulimyllyjen ryhmittelyperiaatteita ja ryhmien estetiikkaa

Aiemmin tuulimyllyt olivat yksittäisiä maamerkkejä kylän korkeimmalla paikalla. 1970-luvulta alkaen, ns. uuden tuulivoimalasukupolven aikana yksittäin sijoitettavia myllyjä ovat lähinnä maalle sijoitettavat pienemmät maatilamyllyt, ”talousmyllyt”. Isojakin myllymalleja näkyy sijoitettavan yksittäin, mutta nykyisin tuulivoimaloita sijoitetaan lähes poikkeuksetta useamman myllyn ryhmänä. Merelle sijoitettavat ryhmät ovat teknisistä ja taloudellisista syistä aina suuria useamman myllyn ryhmiä eli tuulipuistoja.

### Ryhmäkoot

Myllyryhmien koot vaihtelevat. Visuaalisesti kolme myllyä muodostaa jo ryhmän. Tavallisimmin myllyjä on ryhmässä 4–12 kpl. Tuulipuistoksi kutsutaan ryhmää, jossa on 8 myllyä tai enemmän. Tällä hetkellä lukumääräisesti suurimmat ryhmät ovat n. 100 yksikön muodostelmia. Merituulipuistoissa taloudellisesti kannattava ryhmäkoko on vähintään 10 myllyä. Myllyjen turbiinikoon kasvaessa myllyt ovat tehokkaampia, ja myllyjen lukumäärää on haluttavaa mahdollista pienentää. Toisaalta tällöin myllyt ovat myös suurempia ja näkyvämpiä maisemassa.

(Nielsen 1996)

### Vakiintuneet sijoittelukuviot, -muodostelmat, ja etäisyydet. Kuvioden hahmotettavuudesta

Tuulivoimaloiden vakiintuneita ryhmämuodostelmia ovat geometriset sijoittelukuviot: tasaväliset rivit, säännöllisistä neliöistä tai kolmioista koostuvat kuviot tai ympyrämuodostelmat.

Geometrisessa muodostelmassa useampi tuulimylly hahmottuu kokonaisuudeksi, jolla on usein selkeä suunta. Useimmissa tapauksissa on yksinkertainen ja arkkitehtoninen sijoittelukuvio toivottava. Neliö- ja suorakaidemuodostelmat rakentuvat suorista linjoista ja ovat siten selkeitä. Kolmiomuodostelmalla on voimakas suuntavaikutus maisemassa, mutta kuvio voi olla vaikeasti hahmotettavissa. Ympyrämuodostelma voi jossakin tapauksissa antaa selkeästi hahmotettavan vaikutelman. Kaarevat linjat antavat usein epäselvän vaikutelman. Kaarevat muodot voivat kuitenkin olla erinomaisia toimiessaan vuorovaikutuksessa maiseman kanssa. Geometristen muodostelmien hyvien ominaisuuksien on huomattu katoavan, kun myllyjen määrä nousee suureksi. Niin kauan, kun ryhmän voi hahmottaa maamerkin omaisesti yksittäisenä elementtinä eikä alueena, elementtien ”mattona”, ovat geometriset muodostelmat yleensä toimivia. Suurempien ryhmien kohdalla voi olla hyvä luopua geometriseen muodostelmaan sijoittamisesta.

(Miljøministeriet 1989, Energimyndigheten 1998)

Sijoitettaessa tuulimyllyjä ryhmämuodostelmiin, tulee ottaa huomioon erityisesti ryhmän hahmotettavuus. Myllyryhmä tulisi hahmottaa selkeästi ja yhtenä kokonaisuutena niin läheltä kuin kaukaa. Sijoittelussa on vakiintunut käsitys, että selkeään geometriseen muodostelmaan sijoitetut myllyt hahmottuvat

yleensä edukseen. Kuvioilla on kuitenkin ominaisuus, että ne hahmottuvat selkeinä joistakin tietyistä näkökulmista, ja ”hajoavat” toisista. Joissakin tapauksissa (kuten suurissa ryhmissä) geometrinen muodostelma voi antaa liian dominoivan ja monumentaalisen vaikutelman. Voimaloiden sijoittamista geometrisiin kuvioihin pidetään hyvänä vaihtoehtona silloin, kun maisema ei anna vihjeitä muunlaiseen sijoitteluun.

(Miljøministeriet 1989, Energimyndigheten 1998, Nielsen 1996)

Geometristen muodostelmien vakiintuminen usein käytetyksi sijoituskuvioksi on kritisoiden näkökulmasta nähty johtavan jossakin määrin tylsiin ja tasapäisiin ei-toivottuihin asetelmiin. Geometrisia kuvioita voikin kritisoida joissakin tilanteissa irrallisina mikäli kuviolla ei ole selkeää perustetta ja suhdetta maisemaan. Maiseman suurinjoja ja voimakkaita muotoja, (esim. rantaviiva, suurmaiseman topografinen suuntautuneisuus jne.) korostavat – tai niitä selkeästi vastaan asetetut – muodostelmat nähdään perustellumpina kuin geometriset kuviot. Tätä on pidetty mahdollisuutena erityisesti isojen tuulivoimaloiden kohdalla, joilla ei ole mittakaavallista kiinnekohtaa rakennuksiin, puihin ja muihin tyypillisiin maiseman elementteihin.

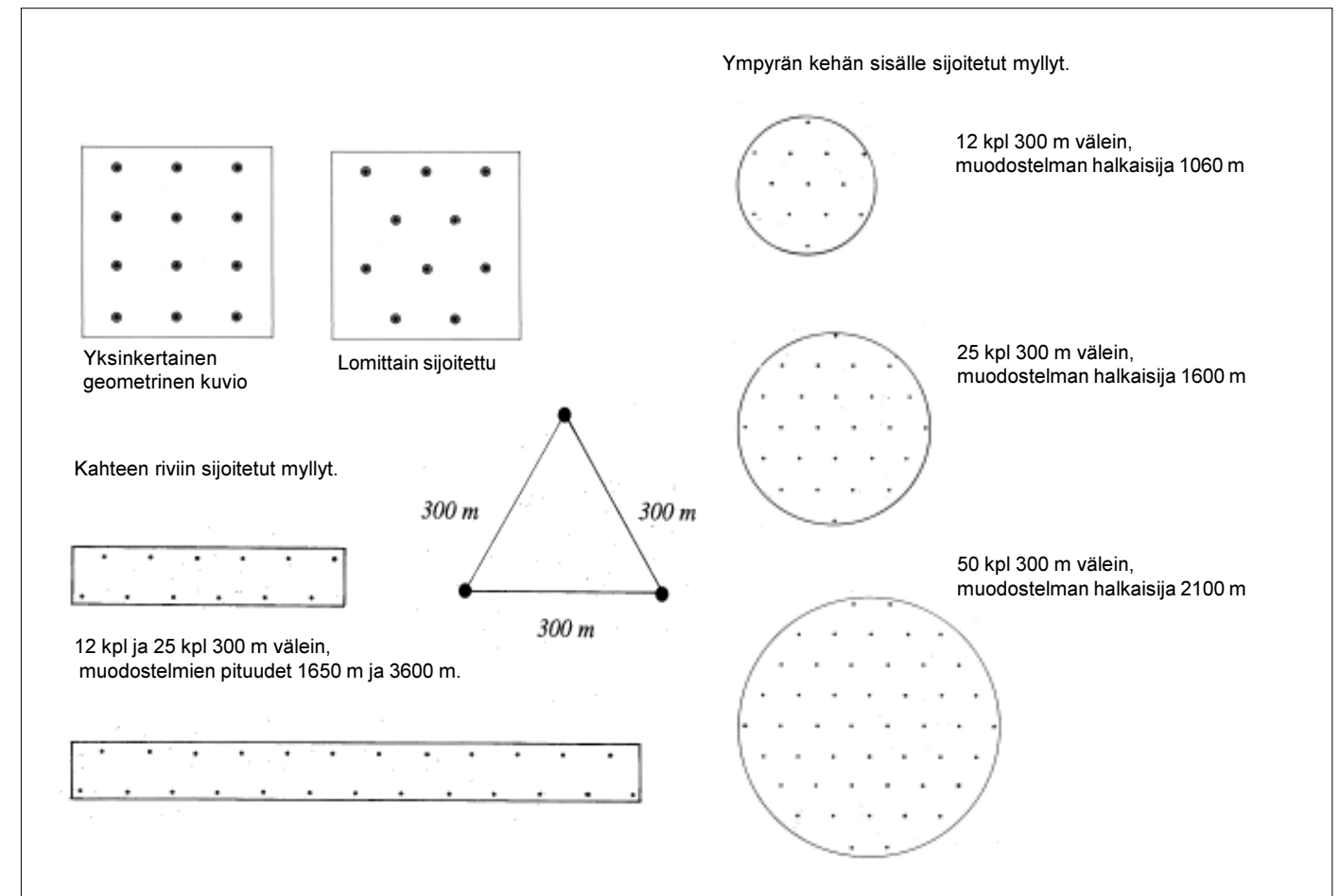
(Nielsen 1996, Mathiasen 1998/2)

Myllyjen keskinäinen sijoitusetäisyys määräytyy usean tekijän perusteella. Etäisyydet vaihtelevat välillä 3–7 x roottorin halkaisija, riippuen turbiinin koosta, myllyjen lukumäärästä ja ryhmän sijoituskuviosta. Sijoitusetäisyyksiin vaikuttavat lähinnä tekniset syyt kuten tuulivarjo ja maapohjan laatu. Rivistöön myllyt sijoitetaan usein 4 x roottorin halkaisijan etäisyydelle toisistaan, ruudukossa sijaitsevien myllyjen väli on n. 4–5x roottorin halkaisija. Tilanpuutteen vuoksi tiiviisti sijoitetut myllyt on sijoitettu 2–3 x roottorin halkaisijan etäisyydelle toisistaan, mutta tällöin tingitään jo energiantuottoluvuista. Etäisyydet isojen myllyjen luokkaan kuuluvien myllyjen välillä vaihtelevat tällöin tavallisesti 200–400 metrin välillä.

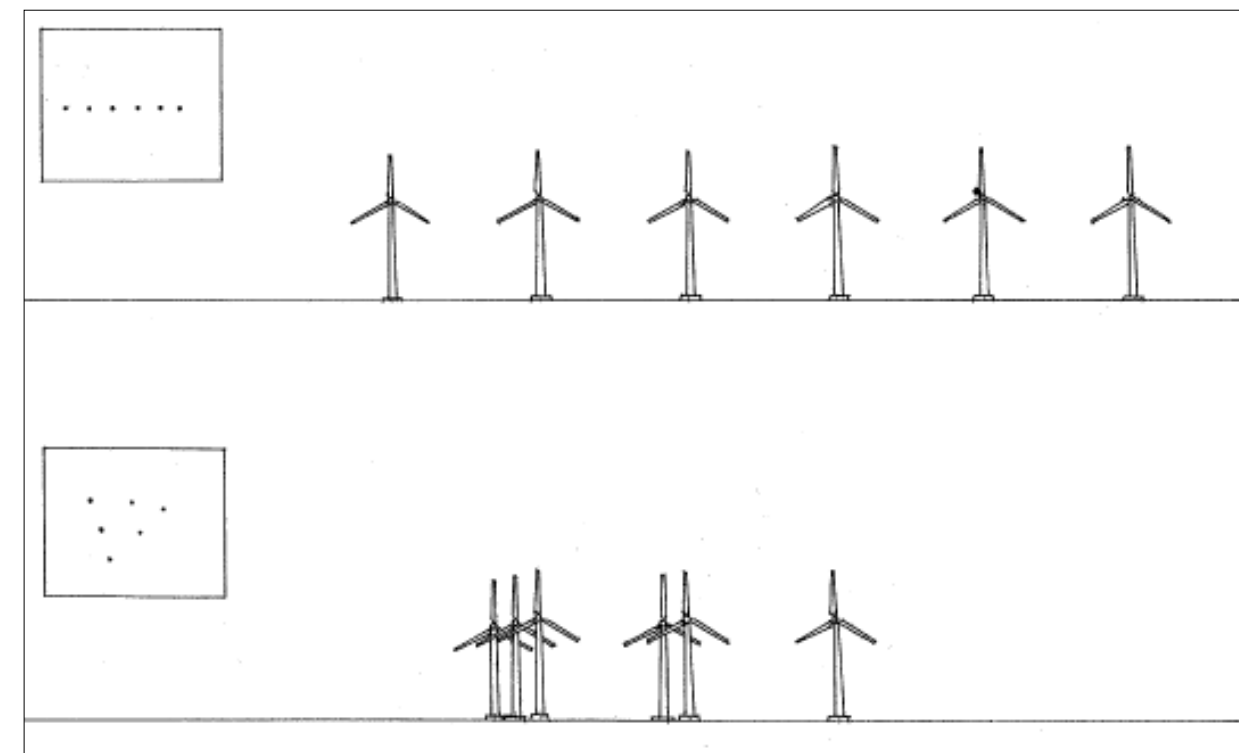
(Nielsen 1996, Mathiasen 1998/2)

Esteettisessä mielessä tarkasteltuna ryhmiin sijoitettaessa myllyjen keskinäisten välien tulisi olla samanpituiset. Maalle ja merelle sijoitettaessa myös myllyn napakorkeuden tulisi olla samalla tasolla pienestä maaston korkeusvaihteluista huolimatta. Sijoitettaessa myllyjä rivimuodostelmiin on vakiintunut käsitys, että rivien välisen etäisyyden tulisi olla sama kuin myllyjen keskinäinen etäisyys. Ympyrän muotoon sijoitettaessa on nähty parempana vaihtoehtona sijoittaa myllyt epätasaisin välein toisistaan.

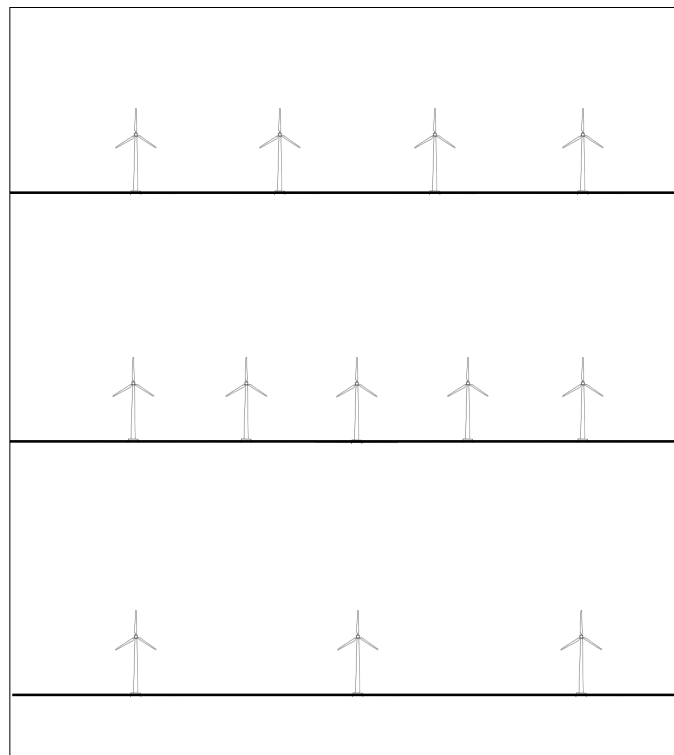
(Miljøministeriet 1989, Energistyrelsen 1994/2)



Tavallisimpia tuulivoimalamuodostelmia ovat tasaväliset rivit, säännöllisistä neliöistä tai kolmioista koostuvat kuviot tai ympyrämuodostelmat. (Miljøministeriet 1989)



Olennaisia tekijöitä ovat ryhmän laajuus ja sen peittävyys näkökentässä. Yksinkertainen rivimuodostelma voi olla selkeästi hahmotettavissa, mutta se ottaa haltuunsa paljon laajemman alueen kuin sama määrä myllyjä tiiviimmässä ryhmämuodostelmassa. (Miljø & Energiministeriet 1996)

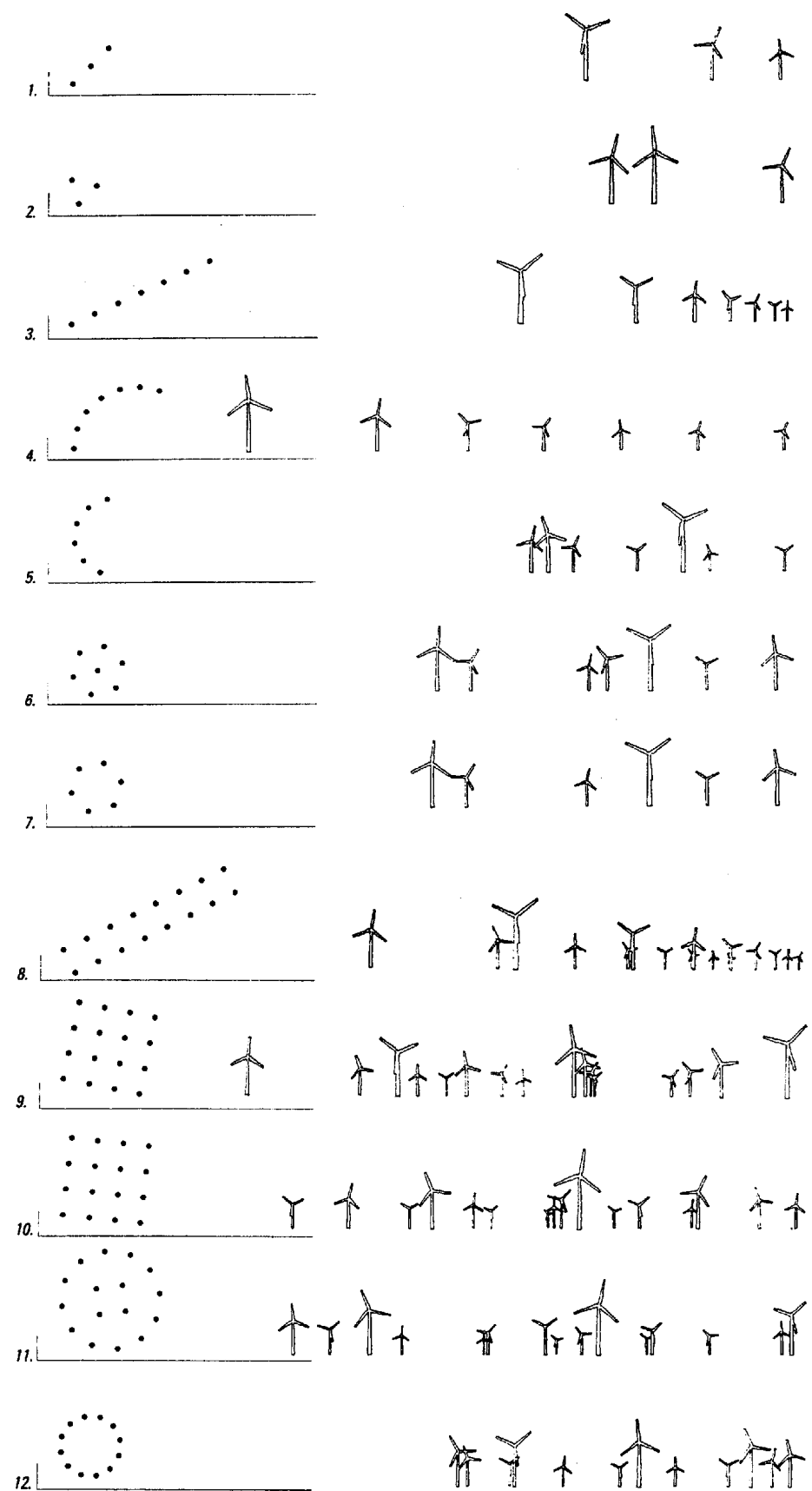


Myllyjen välisillä sijoitusetäisyyksillä on myllyryhmissä huomattava esteettinen merkitys. Muodostelman hahmottamiseen ja intensiivisyyteen vaikuttaa olennaisesti, minkälaisena myllyjen välit koetaan – onko muodostelma "löysä" vai jäntevä. Erityisesti yksinkertaisen myllyrivistön kohdalla tilanne korostuu. Jotta myllyryhmän voi hahmottaa yhtenäisenä ryhmänä, ei etäisyyden myllyjen välillä tulisi olla yli 5 roottorihalkaisijaa tämä tarkoittaa suurten myllyjen kohdalla n. 300metriä. (Mathiasen 1998/2, Miljödepartementet 1999)

Tanskalainen arkkitehti Hans Friis Mathiasen on tarkastellut kriittisesti vakiintuneita tuulivoimaloiden sijoittelukuvioita.

1. Kolme myllyä suorassa rivissä. Myllyt antavat suunnan. Mistä? Mihin?
2. Kolme myllyä kolmiomuodostelmassa. Myllyt eivät osoita suuntaa. Ne muodostavat tilan, jossa voi kokea olevansa niiden välissä tai ulkopuolella. Myllyt rajaavat alan. Alan on hyvä olla vaakasuora ja kolmion tasasivuinen.
3. Seitsemän myllyä suorassa rivissä. Rivi on pituudeltaan lähes yhden kilometrin mittainen. Myllyjen välinen etäisyys n.160m. Muodostelma on hyvin herkkä maastovaihteluille – mistä löytää kilometrin pätkän ilman maaston kohoamaa tai painaamaa? Mitä useampi mylly on rivissä, sitä merkityksellisempi selitys sillä tulee olla.
4. Seitsemän myllyä ympyrän kaarella jonka säde on n. 450 metriä, myllyjen etäisyys toisistaan 4 roottorin halkaisijaa. Muodostelma vaikuttaa koko naisemmalta ja "päätetymmältä" kuin suora rivi. Se muodostaa alueen, keskustan, sisä- ja ulkoalueen. Muodostelma on vähemmän herkkä korkeusvaihteluille kuin suora rivimuodostelma.
5. Kuten edellinen muodostelma, mutta säde n. 270 metriä, nähtynä ulkopuolelta. Tila rajautuu selkeästi.
6. Seitsemän myllyä ringissä, joista seitsemäs on muodostelman keskellä. Etäisyys/säde on 5 roottorihalkaisijaa. Ryhmä antaa suhteellisen lopullisen ja rauhallisen tunnelman.
7. Suuntavaikutelma katoaa selkeästi, kun keskimääräinen mylly poistetaan.
8. 16 myllyä kahdessa kahdeksan myllyn rivissä. Sijoittaminen 2–3:een samansuuntaiseen riviin on tavallista, myös meritulivoimaloiden kohdalla. Kujanteena hahmottuminen on epämääräinen, sekä jättää kysymykset suuntautumisesta, päätepisteestä ja laajuudesta avoimiksi. Pohjakuva näyttää selkeältä, näkymä sekavalta.
9. 16 myllyä neljässä rivissä, joista jokaisessa 4 myllyä. Pohjakuvassa muodostelma on rauhallinen ja tasapainoinen, mutta näkyvässä rivimäinen ja epätasapainoinen, ohenee reunoja kohden. Kauempaa katsottuna kuviosta tulee tasaisempi ja yhtenäisempi, mutta samalla "raidallisempi" / rivimäisempi.
10. Eri näkökulmasta nähtynä edellinen muodostelma hahmottuu diagonaalina riveinä, ja kauempaa tarkasteltuna vaikutelma voimistuu.
11. 16 myllyä, joista 12 sijoitettu ympyrämuodostelmaan, jonka keskellä neljä myllyä neliömuodostelmassa. Muodostelma hahmottuu helposti kaoottisena, suuntautumattomana; missään ei ole kolmea myllyä tai enempää linjassa. Ääriviivat ovat selvät ja muoto on hyvin rajattu.
12. Muodostelma kuten edellinen, mutta ilman neljää keskellä olevaa myllyä ja myllyväli kolme roottorihalkaisijaa. Hahmottuu kaikilta suunnilta samanaikaisena ja muodostaa vaikutelman sisä- ja ulkotilasta. Huolellisesti sijoitettuna ryhmä on oma kokonaisuutensa; suunta, laajuus ei herätä kysymyksiä.

(H.F. Mathiasen / Arkitekten 11/1998)



## TUULIVOIMALOIDEN NÄKYVYYS

Tuulivoiman hyödyntämiseksi on tuulimyllyt sijoitettava suotuisiin tuulisuusoloihin avoimelle alueelle; rannalle, merelle tai maaston lakialueelle. Tämä tosiasia tekee tuulivoimalat erittäin näkyviksi elementeiksi maisemassa.

### Näkyvyys merellä

Meteorologinen näkyvyys on ilman läpinäkyvyyden mitta, johon eivät vaikuta pimeys tai horisontin peittävät esteet. Näkyvyys kuivassa puhtaassa ilmassa voi olla 50–70 km, joskus jopa 100 km. Merellä näkyvyys on avoimien olosuhteiden vuoksi teoriassa erittäin hyvä. Maapallon kaarevuuden johdosta havainnointikorkeus ja havainnoitavan objektin koko vaikuttavat näkyvyyteen; horisonttia lähempänä olevat objektit näkyvät kokonaisuudessaan. Horisonttia kauempana olevat objektit peittyvät kokonaan tai osittain, riippuen niiden korkeudesta. Maapallon kaarevuuden merkitys ei kuitenkaan ole oleellinen kokoluokaltaan suurimpien tuulivoimaloiden näkyvyyteen niiden korkeuden vuoksi.

Käytännössä näkyvyyteen vaikuttavat *ilman selkeys, valon luonne ja havainnoitavan elementin koko ja muut ominaisuudet*. Ilman selkeyttä – ja siten näkyvyyttä – heikentävät erilaiset sääolosuhteet ja -ilmiöt: pilvisuus, sateet, sumu, utu, pöly, savu ja näiden yhdistelmät sekä mm. lämmön siirtymisen aiheuttama ilmassa väräily. Käytännössä tuulivoimaloiden voi arvioida kokoluokasta riippuen näkyvän avoimessa maisemassa 10–15 km säteellä. Yksittäisen tuulivoimalan vaikutusalue voi siis olla jopa 700 km<sup>2</sup>.

(Energistyrelsen 1994/2, Helsingin kaupunki / Kaupunkisuunnitteluvirasto 2000, Urso 1998)

### Tuulimyllyjen näkyvyyteen vaikuttavat ominaisuudet

Yleisten näkyvyyteen vaikuttavien tekijöiden lisäksi muutamit itse myllyistä – lähinnä niiden koosta, sijainnista ja ryhmittelystä – johtuvat tekijät vaikuttavat niiden näkyvyyteen. Tuulimyllyjen näkyvyyteen vaikuttavat myllyjen koko, lukumäärä ja myllyryhmän laajuus näkökentässä. Näkökentässä laajalle levittäytyvä ryhmä näkyy paremmin kuin tiivis. Toinen toistensa edessä päällekkäin pyörivien roottoreiden liike korostaa myllyjen näkyvyyttä. Utuisella ja aurinkoisella säällä pyörivien roottorien lavoista heijastuvat pienet valonsäteet aiheuttavat ns. vilkkumiseffektin joka myös korostaa myllyjen näkyvyyttä. Myllyjen näkyvyydestä voi yleistäen todeta, että selkeällä ja kuivala säällä myllyistä erottaa 5–10 km säteellä roottorin lavat joiden näkyvyyttä pyörimisliike vielä korostaa. 15–20 km säteellä lapa ei voi enää havaita paljaalla silmällä. Torni erottuu ihanteellisissa oloissa 20–30 km päähän.

(Energistyrelsen 1994/2, Helsingin kaupunki / Kaupunkisuunnitteluvirasto 2000)

*Ilman selkeydellä* on suurin merkitys näkyvyyteen. Selkeys vaihtelee paljon riippuen ilmankosteudesta. Ilman selkeydellä on vaikutus *myös etäisyyden tuntuun*; vaikka näkyvyys muuten olisikin hyvä, voi kaukana oleva kohde korkean ilmankosteuden vaikutuksesta näyttää olevan kauempana. Runsa ilmankosteus pienentää kontrasteja ja antaa vaikutelman siitä, että n. 5–10 km etäisyydellä olevat asiat näyttävät olevan kauempana.

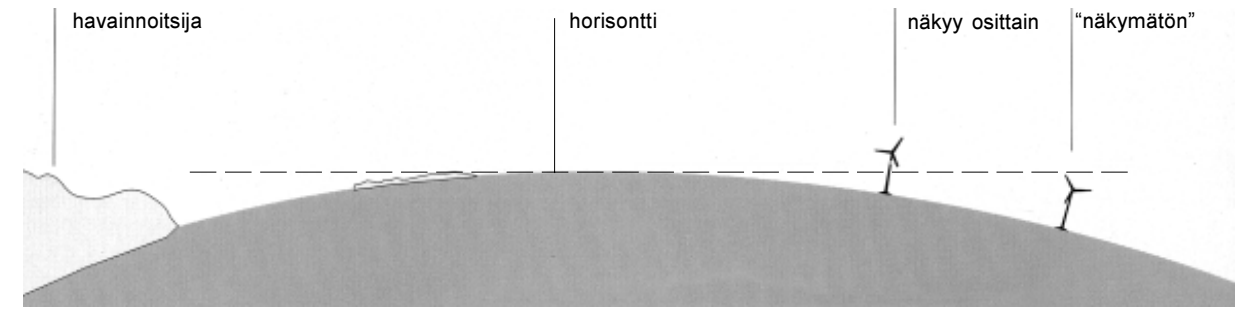
*Valon luonteella* on merkitys havaintoon ja näkyvyyteen. Esimerkiksi matalalta paistavan auringon myötävalo tekee kaukaiset kohteet selväpiirteisiksi. Vastavalo taas vähentää näkyvyyttä.

*Havainnoitavan kohteen koolla ja muilla ominaisuuksilla*, kuten värityksellä ja pinnoituksella on myös merkitystä näkyvyyteen. Selkeät signaalivärit, valkoinen väri sekä kiiltävät pinnoitteet korostavat näkyvyyttä.

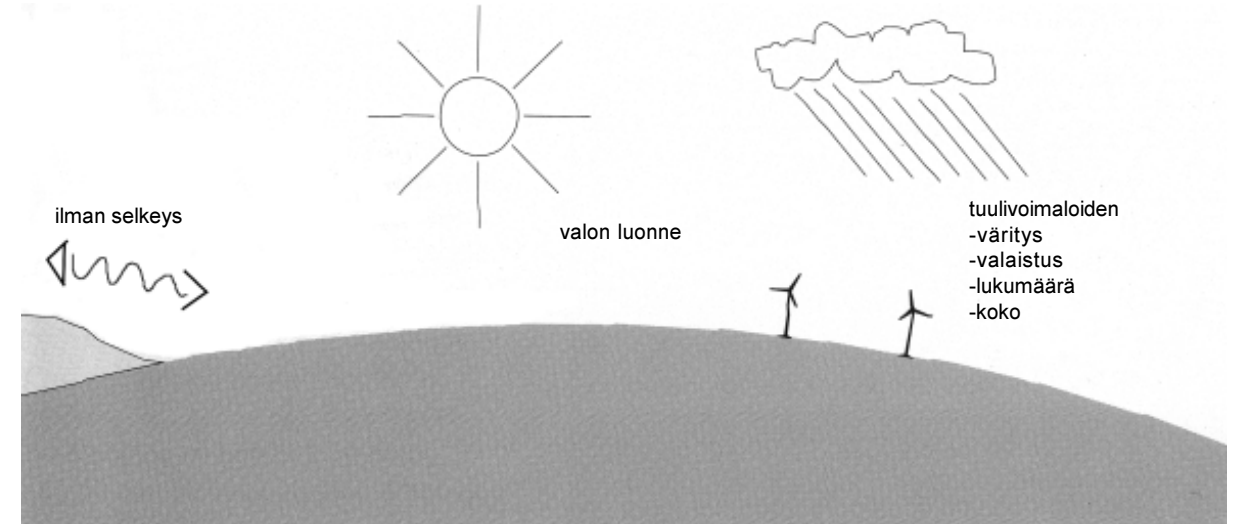
Tuulivoimaloiden näkyvyys yleistettynä, selkeällä ja kuivalla säällä:

0–15 km	näkyy
>15 km	erottuu, ei häiritse
5–10 km	lavat erottuvat
15–20 km	lapoja ei voi havaita
20–30 km	torni erottuu ihanteellisissa olosuhteissa

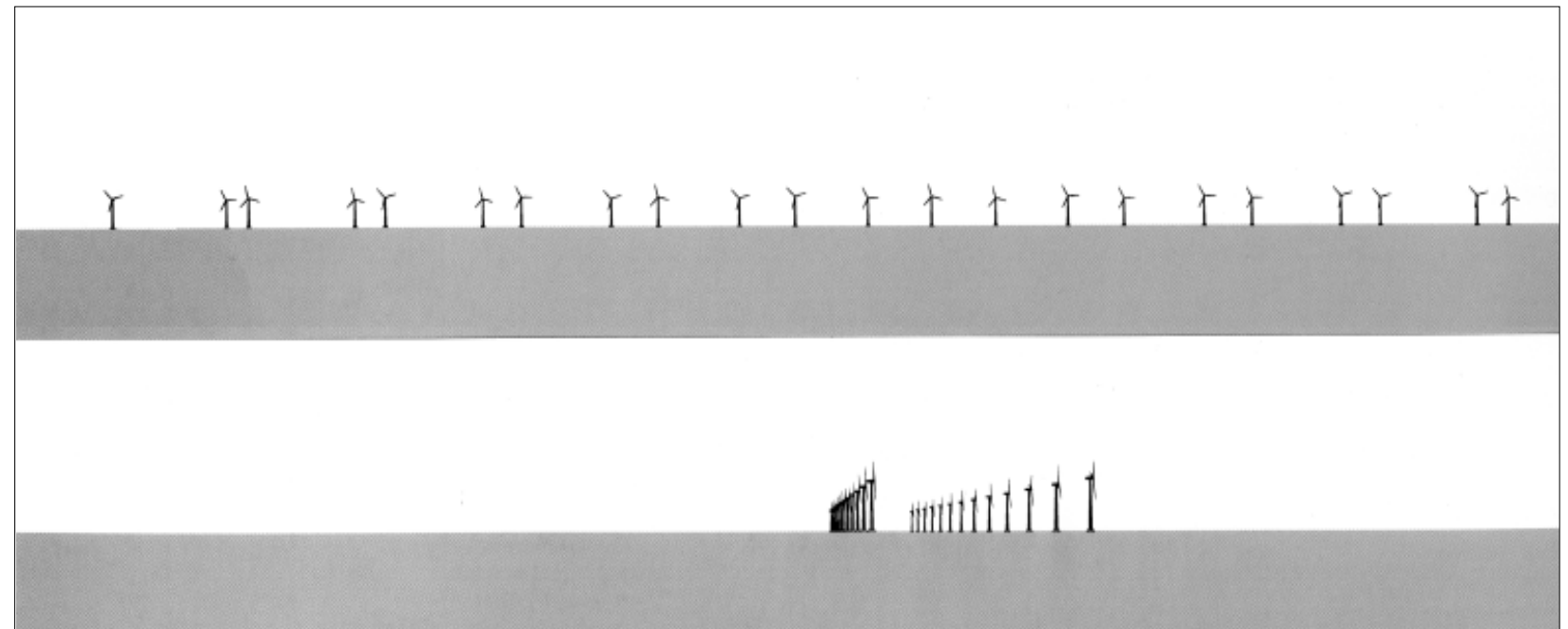
(Helsingin kaupunki /Kaupunkisuunnitteluvirasto 2000)



Teoreettisesti tarkasteltuna näkyvyyteen vaikuttavat maapallon kaarevuuden johdosta kaksi tekijää:  
- havainnointikorkeus  
- havainnoitavan objektin koko/korkeus



Käytännössä näkyvyyteen vaikuttavat ilman selkeys, valon luonne ja havainnoitavan elementin koko ja muut ominaisuudet. (Energistyrelsen 1994/2)



Mitä suurempi ja näkökentässä laajalle levittäytyvämpi ryhmä, sitä parempi näkyvyys. Ryhmään sijoitetut myllyt, jotka nähdään toinen toistensa edessä, ovat näkyvämpiä kuin yksittäin hahmottuvat myllyt. (Energistyrelsen 1994/2)

## TUULIVOIMALOIDEN MAISEMAVAIKUTUS

Tuulimyllyjen ympäristövaikutukset ovat ennen kaikkea maisemaan kohdistuvia visuaalisia muutoksia. Kokonsa vuoksi tuulimylly on eräänlainen isokokoinen "mittatikku" maisemassa, johon kaikki ympärillä olevat rakenteet vertautuvat. Erityisesti suuriin ryhmiin sijoitettuna tuulimyllyt (tuulipuistot) luovat ympärilleen teknistä ja teollista maisemaa, joka ottaa visuaalisesti haltuunsa laajan alueen. Tuulivoimaloiden visuaalisia vaikutuksia ei kuitenkaan nähdä välttämättä negatiivisina. Sopivaan ympäristöön harkitusti sijoitettuna ne voivat tuoda ympäristölle lisäarvoa. Tuulimyllyn veistoksellinen luonne tarjoaa mahdollisuuksia, ja tuulimyllyt voi nähdä jätti-läismäisenä veistoksellisena elementtinä maisemassa; maisemataideprojektina

(Nielsen 1996, Energimyndigheten 1998, Lind 1999, Miljödepartementet 1999)

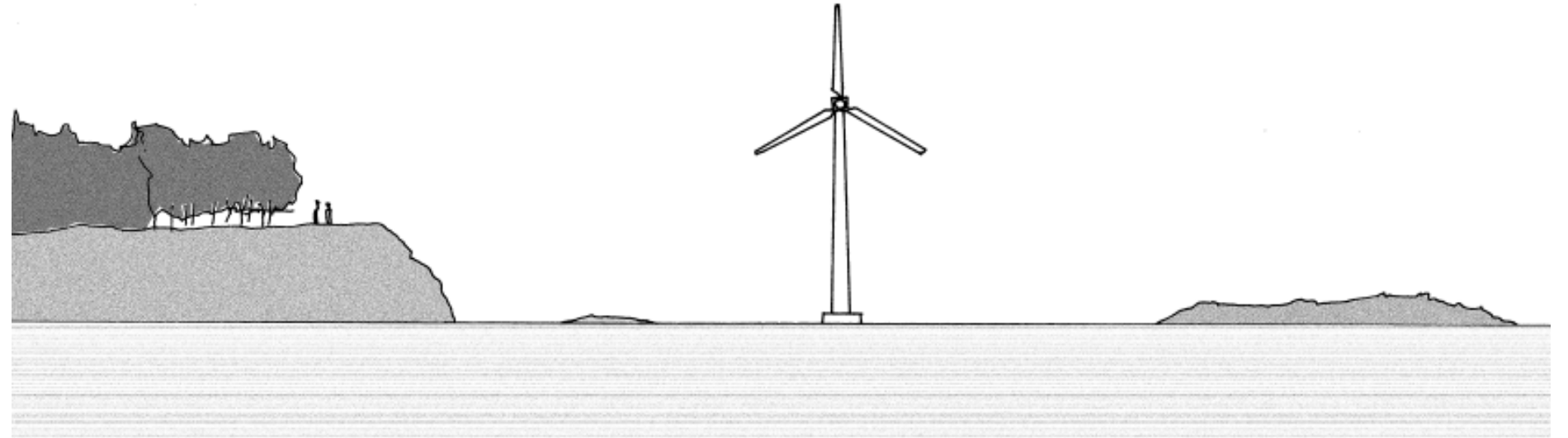
### Uusia näkökulmia suunnitteluun – suhde maisemaan

Tuulivoimaloita on sijoitettu pitkälti vain teknisten ja taloudellisten edellytysten pohjalta. Nykyisinkin voimalaitoksen tai tuulipuiston sijoituspaikka on usein kompromissi tuulisuuden, teknisen infrastruktuurin ja ympäristövaikutusten kesken. Vähiten ovat kuitenkin maisemalliset ja esteettiset tekijät saaneet enemmän painoarvoa sijoitusalueita suunniteltaessa. Monissa Euroopan maissa on viime vuosina alettu ohjeistaa valtakunnallisella tasolla tuulivoiman sijoittamista suhteessa ympäröivään maisemaan.

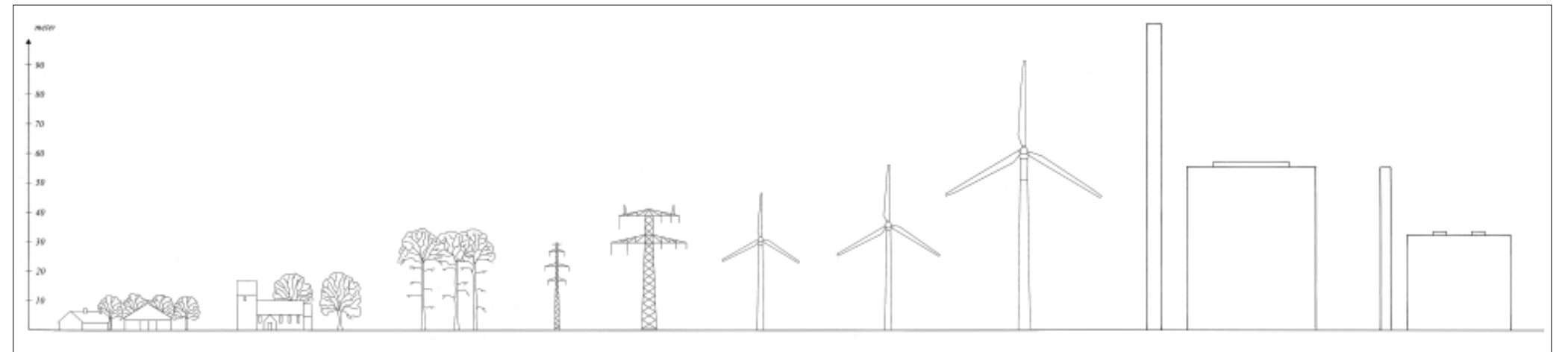
Erityisesti 1990-luvulla mm. Tanskassa ja Ruotsissa arkkitehdit ja maisema-arkkitehdit ovat ottaneet kantaa tuulivoimaloiden sijoittamisperiaatteisiin, tuulimyllyjen estetiikkaan sekä myllyryhmien geometriaan. Tämä tuulivoiman esteettisiin ominaisuuksiin puuttuva keskustelu on tuonut esiin tuulivoiman sijoittamiseen maisema-arkkitehtonisen näkökulman, jossa korostetaan suurmaiseman muotojen ja maisemarakenteen merkitystä tuulivoiman sijoittamisessa. Yleispätevän ohjeiston luomista tuulivoimaloiden sijoittamisperiaatteiksi pidetään kuitenkin mahdottomana. Valtakunnallisten suuntalinjojen ohella tapauskohtaisen maisematarkastelun merkitystä korostetaan useissa tuulivoiman maisemavaikutuksia koskevissa selvityksissä ja kirjoituksissa – jokaista tapausta ja hanketta suositellaan tarkasteltavaksi erikseen omassa kontekstissaan.

Yleisellä tasolla keskustelussa on myös otettu esille tuulivoimaloiden asema osana kulttuurimaisemaa. Selvityksissä on pohdittu voimaloiden asemaa tulevaisuuden maisemassa. Suunnittelutavoitteena nähdään uuden maisemaelementin (tuulivoimalan) hyväksyminen osaksi kulttuurimaiseman käsitettä. Hyväksymällä tuulivoimala osaksi maisemaa, on se helpompi mukauttaa osaksi maiseman kokonaisuutta.

(Nielsen 1996, Møller & Grønberg 1998, Energimyndigheten 1998)



Kookkaat tuulimyllyt "kutistavat" ympäristöänsä ja sen maisemaelementtejä. Tässä mielessä vaikutus ei ole pelkästään visuaalinen, sillä suuri uusi elementti maisemassa saattaa alistaa myös ympäristössään aiemmin monumentaaliseksi koetun elementin merkityksen ja sisällön. Esi-merkiksi maisemassa keskeisesti hahmotettu kirkko saa "kilpailijan" mikäli alueelle sijoitetaan tuulivoimaa. Myös ennen dramaattiselta tuntunut rantaviiva, kuten jyrkkä ja pitkä pudotus saattaa menettää voimansa tuulivoimaloiden läheisyydessä. (Nordström 2000, Miljödepartementet 1999)



Tuulivoiman rakentamisen lisääntymisen ohella tuulimyllyjen korkeudet ovat kasvaneet huomattavasti lyhyen ajan sisällä. Ne vertautuvat maisemassa teolliseen mittakaavaan, jota maalla edustavat suurikokoiset voimalat, piiput ja tornit. Merellä samantyyppisinä elementteinä voi pitää suurimpia laivoja, majakoita ja merimerkkejä, jotka kuitenkin jäävät suhteellisen pieniksi tuulivoimaloiden rinnalla. Tämän vuoksi maiseman mittasuhteet ja olemassa olevat maamerkit ja elementit nousevat keskeiseksi tuulimyllyjä sijoitettaessa.

(Energimyndigheten 1998, Lind 1999)

“Suunnittelun tavoitteena tulisi olla mahdollisimman selkeä ja yksinkertainen yhteys maiseman ja myllyjen välillä. Tuulivoimalaryhmän (tuulipuiston) tulisi olla helposti ymmärrettävä, homogeeninen ja kaunis mieluiten kaikista tarkastelukulmista havainnointuna.”

(Møller & Grønberg 1998)

## Suunnittelun metodologiaa – yleisiä suunnittelun suuntalinjoja

Ruotsalaisessa tuulivoiman ja maiseman suhteita tarkastelevassa selvityksessä suunnittelun pohjaksi suositellaan tehtäväksi maisemakuvan (landskapsbild) visuaalinen analyysi, jossa tulee tutkia kahdella tasolla tuulivoimaloiden sijoittelua eri maisematyypeissä (landskapstyper); alueellisella tasolla suhteessa vallitsevaan suurmaisemaan ja paikallisella tasolla suhteessa suunnittelun sijoituspaikan maisematilaan (landskapsrummet).

(Miljödepartementet 1999)

Tuulivoiman sijoittaminen vuorovaikutukseen suurmaiseman kanssa voi olla esimerkiksi yhteys suurmaiseman topografiaan, kuten maiseman suuntautuneisuuteen, selänneisiin, muroslijnjoin, laaksopainanteisiin, jokiin tai rantaviivaan. Suurmaiseman huomioonottaminen tuulivoimaloiden sijoittamisessa nähdään mahdollisuutena erityisesti isojen tuulivoimaloiden kohdalla, joilla ei ole mittakaavallista kiinnekohtaa maiseman muihin elementteihin. Paikallisella tasolla merkityksellisen lähimaiseman ottaminen sijoittamisen lähtökohdaksi voi olla esimerkiksi tuulivoiman sijoittamista vuorovaikutukseen alueellisen topografian, peltokuvioiden, tiestön, omistusrajojen tai rakennusten kanssa.

(Energimyndigheten 1998, Nielsen 1996, Mathiasen 1998/2)

Maisema-analyysin pohjalta tapahtuvan suunnittelun lähtökohdaksi voidaan pitää tietynlaisen lähestymistapojen, suunnittelustrategioiden soveltamista tuulivoimaloita sijoitettaessa. Vuorovaikutuksen mahdollisuuksia voivat olla joko pehmeän mukailevasti maiseman linjoja seuraavat tai niitä vastaan sijoitetut asetelmat. Myös tanskalainen energiamaisemaa käsittelevä kirjoitus näkee suunnittelussa samankaltaisia mahdollisuuksia.

(Energimyndigheten 1998, Lind 1999)

Hollannissa on etsitty erilaisia lähestymistapoja tuulivoiman sijoittamiseen suhteessa maisemavaikutuksiin. Hollannin Ympäristöministeriön koko maata koskevan selvityksen lähtökohdaksi otettiin erilaisten suunnittelustrategioiden soveltaminen ympäristöön. Lähestymistapoja oli kolme; sopeuttava (adjust), voimistava (strengthen) ja luova (create). Sopeuttava strategia tähtää tuulivoimaloiden selvään integraatioon ympäröivään suurmaisemaan, jolloin lähtökohdaksi tuulivoiman sijoittamiselle voisi ottaa esimerkiksi maiseman topografian linjat. Voimistava suunnittelustrategia käyttää tuulivoimaloita vahvistamaan jotakin ympäröivän lähimaiseman erityispiirrettä, kuten maisemassa toistuvaa muotoa – joita ovat Hollannissa esim. kuivatusojien rivistöt. Luovassa lähestymistavassa tuulivoimaloiden sijoittelu luo maisemaan täysin uuden kuvion/ muodostelman (pattern), joka toimii kontrastina ympäröivälle maisemalle. Selvityksessä eri suunnittelustrategioita testattiin ja simuloitiin hollantilaisessa maisemassa tuulivoimaloista tehdyillä visualisoinneilla.

(Stichting Jaarboek 1998)

Hollantilaisessa koko maata koskevassa selvityksessä yksi tarkasteluun osallistuneista maisema-arkkitehtiryhmistä piti koko maan kannalta hyvänä ratkaisua, jossa keskitetysti sijoitetut suuren kokoluokan tuulivoimalat korvasivat keskikokoiset tuulivoimalat, jolloin mahdollisimman useat alueet jäisivät tuulivoimaloilta vapaaksi.

(Stichting Jaarboek 1998)



Tuulivoimalat sijoitettu keskitetysti – osa alueista jää kokonaan vapaaksi.



Hajasijoitetut tuulivoimalat levittäytyisivät lähes koko maan alueelle.



<p><b>Lähialue</b> (nærzonen) 0 – 7,5 km tuulimylyt näkyvät selkeästi rannalta.</p> <p><b>Välialue</b> (mellemzonen) 7,5 – 12,5 km mylyt näyttävät "pieniltä" rannalta nähtyinä, mutta suuri lukumäärä tekee niistä hyvin näkyviä.</p> <p><b>Kaukoalue</b> (fjernzonen) 12,5 – 25 km mylyt näyttävät olevan kaukana, ja ne katoavat osittain horisonttiin.</p> <p><b>"Näkymättömyysalue"</b> ("usynlighedszonen") &gt; 25km mylyt voi vielä erottaa, mutta ne ovat käytännössä näkymättömissä.</p> <p>Tanskan Ympäristö ja Energiaministeriön tekemässä tutkimuksessa on määritetty tuulimylyille erilaisia vaikutusetäisyyksiä. Alueet on määritetty sen perusteella, miten tuulimylyt näkyvät ja miten niiden nähdään dominoivan maisemaa. Määrittelyssä ei ole otettu huomioon ilman, valon tai muiden käytännössä näkyvyyteen vaikuttavien seikkojen vaikutusta. Aluemäärittelyiden perusteella on annettu vaikutusaluemitat kaavamaiselle 25 mylyn merituulipuistolle kahdelle erikokoiselle mylymallille. Vaikutusalueiden mitoista kiinnostavampia ovat tässä yhteydessä suuremman 1 MW:n mylymallilla (napakorkeus 57,7m roottorin halkaisija 50m) annetut luvut, jotka voi jollain tasolla soveltaa nykyisiin käytettyihin suurempiin mylymalleihin.</p> <p>(Energistyrelsen 1994/2)</p>	<p><b>Lähialue</b> 0 – n. 3 km mylly on kaikentyypisissä maisemissa dominoiva elementti.</p> <p><b>Välialue</b> 3 – 6/7 km mylly näkyy hyvin, mutta on vaikeaa hahmottaa mylyn kokoa (onko se iso mylly kaukana vai pieni mylly lähellä).</p> <p><b>Kaukoalue</b> 6/7 – 10/12 km mylly näkyy selvästi, mutta maiseman muut elementit vähentävät dominanssia.</p> <p><b>Ulompi kaukoalue</b> &gt;10/12 km mylly näyttää pieneltä horisontissa, ja maiseman muut elementit vaikuttavat siten, että myllyä on vaikea huomata/hahmottaa.</p> <p>Isojen tuulivoimaloiden maisemavaikutuksia avoimessa maisemassa tarkasteleva tanskalainen selvitys antaa napakorkeudeltaan 60 m korkeille (roottorin halkaisija 60 m, kokonaiskorkeus 90 m) tuulivoimaloille neljä visuaalisen vaikutuksen aluetta / vyöhykettä.</p> <p>(Miljø- og Energiministeriet 1996)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tuulimyly on <b>maisemaa dominoiva elementti 10 kertaa napakorkeutensa säteellä</b> (avoin näkymä, selkeä ilma).</li> <li>- Tuulimyly on <b>mahdollista nähdä 400 kertaa napakorkeutensa säteellä</b>.</li> <li>- Tuulivoimala <b>"sulautuu" maisemaan 5–10 km etäisyydellä</b>, riippuen maiseman luonteesta.</li> </ul> <p>Esimerkiksi napakorkeudeltaan 65 m tuulivoimala dominoi 650 m säteelle ja näkyy 26 km säteellä.</p> <p>Ruotsalaisessa lähteessä myllyjen visuaalinen vaikutus on suhteutettu napakorkeuteen.</p> <p>(Vindkraftsutredningen 1998)</p>
---	--	--

Tuulivoimalan visuaalisesta vaikutusalueesta on tehty maisemaselvitysten pohjalta erilaisia laskelmia ja annettu vyöhykemittoja suhteutettuna tuulivoimaloiden kokoon. Tulokset eroavat jonkin verran selvitysten välillä, eikä taulukkoja ole mahdollista soveltaa täysin ongelmitta. Tuulivoiman sijoittamiselle on myös asetettu suojaetäisyyksiä.

## Maisematyyppien merkitys tuulivoimaloiden sijoittaessa

Ruotsissa ja Englannissa on tehty selvityksiä maan eri maisematyyppien merkityksestä ja vaikutuksista tuulivoiman sijoittamiseen ja hahmoteltu valtakunnallisella tasolla suuntalinjoja sekä ratkaisumalleja tuulivoiman sijoittamiselle erilaisiin maisematyypeihin. Ruotsalaisessa selvityksessä on päätelty, että maisematyyppit, joilla on selkeä suuntautuneisuusvaikutus antavat tiettyjä edellytyksiä tuulivoimaloiden sopeuttamiselle vallitsevaan topografiaan. Selvitys osoittaa myös, että maiseman mittakaavalla ja korkeusvaihteluilla on merkitystä sille, minkä kokoisia tuulimyllyjä ja tuulimyllyryhmiä alueelle voi sijoittaa. Suurmaiseman merkityksen lisäksi esille nostetaan paikalliset maisemavariaatiot, joilla on merkitystä maisematilan visuaaliselle luonteelle ja erityisesti maiseman kokemiselle. (Energimyndigheten 1998)

Samassa ruotsalaisessa selvityksessä on esitetty joitakin johtopäätöksiä mm. ranta- ja merimaiseman tarjoamiin mahdollisuuksiin tuulivoiman sijoittamiselle. Suomalaiseen rantamaisemaan verrattavissa olevat saaristo- ja merimaisematyyppit ovat tässä yhteydessä kiinnostavimpia:

- Saaristomaisema, rikkonainen rantaviiva:

Koostuu sisä- ja ulkosaaristosta. Sisärannikolla ja rikkonaisella rantaviivalla on selkeä suuntautuneisuus. Ulkosaariston alueella suuntautuneisuus katoaa. Saariston saaret ovat osin metsän peittämiä. Asutus on keskittynyt pääasiassa sisäsaariston suurimmille saarille. Ulkosaaristossa ei ole lähes ollenkaan rakennuksia.

Usein tuulivoiman sijoittamiseen taloudellisesti sopivimmat alueet ovat alueita, joilla on myös korkea luonto- ja / tai virkistyskäyttöarvo, kuten juuri merialueet ja niiden rannat. Toisaalta tuulivoima ei rajoita suuresti maankäyttöä, ja usein ranta-alueelle rakennettuihin tuulipuistoihin on yhdistetty virkistyskäyttöä. Myllyt patovalilla Hollannissa.



Maisematyyppien mahdollisuudet tuulivoiman sijoittamiselle:

Voi olla etu sijoittaa tuulivoimalat pieniin ryhmiin lyhyisiin riveihin, jotta vältetään koko horisonttilinjan täyttämistä tuulimyllyillä. Mahdollisen suuntautuneisuusvaikutuksen alueella voi ryhmittely orientoitua topografian mukaan maisematilan lähimittakaavassa. Muulloin rannikon pääasiallisen suunnan tulee määrätä ryhmän suunta.

- Merimaisema tai suuri sisävesi:

Maisemalla on selkeä suunta sen taustalle piirtyvässä horisonttilinjassa. Rantavyöhykkeen rakennusten ja teollisuuden kulmissaikutus ulottuu merelle 15–20 kilometrin päähän. Visuaalisen vaikutuksen määrittää ennen kaikkea etäisyys katseltavaan kohteeseen. Jos tuulivoimala sijaitsee viiden kilometrin päässä tai lähempänä, se näkyy selkeästi. Kauempana n.8–10 kilometrin etäisyydellä vaikutus heikentyy asteittain riippuen sää- ja valoisuusoloista. Tuulivoimaloiden visuaalinen vaikutus merellä riippuu myös niiden etäisyydestä vilkkaasti käytettyihin laivaväyliin. Merialueen avoimella horisontilla on symbolista arvoa.

Maisematyyppien mahdollisuudet tuulivoiman sijoittamiselle:

Merelle sijoitettaessa on etuna, jos ryhmä on säännönmukainen muodostelma. Jos myllyjen määrä nousee runsaasti yli 20 yksikön, ei ole erityistä merkitystä sovelletaanko vapaata vai säännönmukaista ryhmittelytapaa. Myllyjen sijoittaminen avoimen näkymän esteeksi voi vaikuttaa oleellisesti koko avoimen maiseman merkittävyyteen.

(Miljödepartementet 1999)

## Maiseman sietokyvyn merkitys tuulivoimaloiden sijoittamisessa

Maiseman sietokyvyllä (ruots. tålighet) tarkoitetaan maiseman kykyä ottaa vastaan uusia elementtejä ilman, että sen luonne merkittävästi muuttuu. Tuulivoimaloiden kohdalla sietokyvyn ylittyessä kyse on tilanteesta, jolloin maisema saa voimakkaan teollisen luonteen ja se muuttuu “tuulivoimamaisemaksi”.

Eri ympäristöt sietävät tuulivoiman sijoittamista eri tavoin. Tuulivoiman rakentamisen myötä on muodostunut vakiintuneita näkemyksiä siitä, mitkä alueet ovat tuulivoiman sijoittamisen kannalta lähtökohtaisesti herkempiä tai niitä paremmin sietäviä alueita. 1990- luvulla virinnyt tuulivoiman esteettisiin ominaisuuksiin puuttuva keskustelu on myös tuonut lisää syvyyttä ja vivahteita maiseman sietokykyyn liittyvään argumentointiin.

Maiseman sietokykyyn vaikuttavat niin esteettiset, maankäyttöiset kuin maisemakokemukseen liittyvät tekijät. Maiseman visuaaliseen herkkyyteen vaikuttavia tekijöitä ovat mm. maiseman mittakaava ja maiseman rakenne. Merkittävänä tekijänä pidetään maiseman kompleksisuuden tasoa. Pienipiirteinen ja -mittakaavainen maisema sietää huonommin suurikokoisten tuulivoimaloiden sijoittamista kuin suuripiirteinen maisema. Mitä selkeämmin maiseman rakenne on hahmotettavissa, sen helpommin se voi ottaa vastaan uusia elementtejä. Jos maisema on jo alkuaan kompleksinen, voi tuulivoimala “olla sille liikaa”. Tuulivoiman edustaessa nykyaikaista tekniikkaa on maiseman mittakaavan ohella lähiympäristön rakenteiden ja elementtien “iällä”, eli lähimaiseman “ajalla” merkitystä. Mitä selkeämpi aikayhteys tuulivoimalla ja sen ympäristöllä on, sitä pienempi on konflikti niiden välillä. Toinen samankaltainen ominaisuus on maiseman ja ympäristön visuaalisesti merkittävän muuttumisen luonne ja taso – onko maisema staattisessa ja muuttumattomassa tilassa vai onko se jatkuvassa muuttumisen prosessissa. Ympäristössä, jossa tapahtuu jatkuvasti muutoksia, ovat tuulivoiman vaikutukset vähemmän negatiivisia.

Rantatyyppi (maankäyttö ja maastonkorkeus)	Etäisyys km rannasta 1 MW:n myllytyyppi (kokonaiskorkeus 82,7m)
1. Maatalous ja teollisuus	ei rajoituksia
2. Luonto-, kaupunki- ja vapaa-aika/ loma-alueet matalassa rantamaisemassa	min. 7,5km
3. Luonto-, kaupunki- ja vapaa-aika/ loma-alueet maastonmuodoiltaan korkeilla ranta-alueilla ( kork.yli 30m)	min. 12,5 km
4. Erityiset luontokohteet maastonmuodoiltaan korkeilla ranta-alueilla (kork.yli 30m)	min. 25km
(Energistyrelsen 1994)	

Tuulivoiman sijoittamiselle on maisemaselvitysten pohjalta myös asetettu suoja-etäisyyksiä; Tanskassa Ympäristö- ja Energiaministeriön toimesta tehty tutkimus merituulivoimaloiden sijoittamiseen liittyvistä visuaalisista vaikutuksista päätyi suosittamaan valtakunnallisella tasolla voimaloille tiettyjä suojaetäisyysalueita rannikolta, jotka on eritelty kahden tekijän – ranta-alueiden maankäytön sekä rannan maaston korkeuden perusteella.

Maiseman kokemiseen liittyvillä tekijöillä on olennainen merkitys. Maiseman aitoutta, alkuperäisyyttä ja koskemattomuutta arvostetaan korkealle. Maiseman katsotaan sietävän paremmin tuulivoiman sijoittamisen, mikäli alueella on jo ennestään ihmisen tekemiä rakennelmia. Mitä koskemattomampi ympäristö, sitä suurempi konflikti tuulivoimaloiden ja maiseman välillä voi olla. (Mårtensson 1998, Energimyndigheten 1998, Lind 1999, Nordström 2000, Ympäristöministeriö 1997)

Tuulivoiman maisemavaikutuksia käsittelevästä materiaalista on mahdollista koota suuntaa-antava “luettelo” siitä, miten erilaisten maisemien nähdään sietävän tuulivoiman sijoittamista. Alueiden käyttöönoton suunnittelussa korostetaan kuitenkin aina tapauskohtaisen selvityksen tekemistä, jossa määritellään alueen sietokyky maisemallisista, maankäyttöisistä ja muista näkökulmista tarkasteltuna.

### 1. Luonnonmaisema

#### 1.1 Koskematon luontoalue

Koskemattomien luontoalueiden katsotaan kestävän huonosti tuulivoiman sijoittamista.

Luontoalueiden kohdalla juuri kokemus luonnon alkuperäisyydestä tai koskemattomuudesta nousee tärkeäksi. Mitä alkuperäisemmäksi alue koetaan, sitä suurempi saattaa olla alueen ja tuulivoiman välinen visuaalinen ristiriita. Usein kuitenkin tuulivoimalle taloudellisesti edulliset tunturimaisema ja merimaisema ovat mittakaavaltaan suuripiirteisistä maisemaa, jolle tuulivoiman nähdään sopivan.

Tanskassa luonnonsuojelualueille on asetettu suuret suoja-etäisyydet tuulivoimaloiden rakentamiselle. (Energistyrelsen 1994/2)

#### 1.2 Ranta- ja merialueet

Rantamaisemalla on tärkeä merkitys virkistyskäytölle, ja sen kauneutta ja voimaa arvostetaan korkealle. Merialueen avoimella horisontilla on symbolista arvoa. Saariston ja rantaviivan luonteella on olennainen merkitys niiden sietokykyyn tuulivoiman sijoittamiselle. Ruotsissa tehty rantamaiseman ja tuulivoiman suhdetta tarkasteleva selvitys toteaa, etteivät tuulivoimalat sulje pois rantojen käyttöä virkistysalueina, ja voimalat voivat hyvällä suunnittelulla löytää paikkansa rantamaisemassa ja jopa korostaa sen voimaa.

Merelle sijoitettavien tuulivoimaloiden suhteen ranta- ja merimaisemalla on erityinen asema. Keskeisiä tekijöitä ovat rantamaiseman alueet ja paikat joilla ovat merkittävä merinäköala ja/tai erityinen suhde mereen. Tyypiltään pienipiirteisen saaristomaiseman on katsottu kestävän huonosti tuulivoiman sijoittamista. (Mårtensson 1998)

Avomeri on suuripiirteisistä maisemaa, jonka on nähty sietävän hyvin tuulivoiman sijoittamista. Toisaalta sitä voi myös pitää koskemattomana ja hyödyntämättömänä luonnonympäristönä, jollaista taas ei pidetä suotuisana sijoituspaikkana.

Merellä suuntalinjoja tuulivoiman sijoittamiselle tarjoavat siellä sijaitsevat “näkyvät” linjat, laivaväylät joiden varrella sataman läheisyydessä tuulimyllyt voivat toimia sisääntuloportin juhlallisina aiheina.  
(Nielsen 1999)

## 2 Rakennettu maisema

### 2.1 Teollisuusmaisema

Teollisuusmaiseman on yleisesti nähty sietävän niin mittakaavansa kuin funktionsakin puolesta tuulivoiman sijoittamista lähistölleen. Suuret satama-alueet teknisine laitteineen sekä suurimittakaavainen liikennemaisema kuten moottoritiealueet sijoittuvat samaan kategoriaan ja soveltuvat yleensä tuulivoiman sijoittamiseen.

Suomen Ympäristöministeriö toteaa raportissaan, että maisemahaittojen minimoimiseksi on suositeltavinta rakentaa tuulivoimalat olemassa olevien maisemahäiriöiden yhteyteen ja paikoille, missä on uudenaikaisia rakennelmia. Raportissa suositellaan sijoitusalueiksi teollisuuslaitosten- ja alueiden ympäristöjä, mastojen ja voimalinjojen ympäristöjä, laskettelukeskuksia sekä satama- ja varastoalueita.  
(Ympäristöministeriö 1997)

### 2.2 Maatalousmaisema

Myös maatalousmaisemaa pidetään yleisesti ottaen suotuisana tuulivoimaloiden sijoittamisalueena. Se on jatkuvasti muuttuvaa maisemaa ja sisältää moderneja elementtejä – ja on siten verrattavissa teolliseen maisemaan.  
(Nordström 2000, Energistyrelsen 1994)

### 2.3 Kaupunkimaisema

Vaikka kaupunkimaisema on täysin ihmisen rakentamaa ja dynaamista muuttuvaa maisemaa, suhde tuulivoimaan ei ole kuitenkaan ongelmaton. Tuulivoimain sijoitetaan useimmiten kaupungin reunoille tai lähialueelle, kuten edustan merialueille tai teollisuusympäristöön. Suhde kaupungin siluettiin ja maamerkkeihin korostuu ja saattaa aihe-

Vaikka ruotsalainen kulttuurimaiseman ja tuulivoiman vuorovaikutusta kartoittava selvitys ottaa voimakkaan kielteisen kannan tuulivoiman sijoittamiseen historiallisten ympäristöjen läheisyyteen, näkee se kulttuurihistoriallisten piirteiden voivan toimia myös mahdollisuutena ja suuntalinjojen antajana tuulivoimaa sijoitettaessa. Hyvänä esimerkkinä tästä ajattelusta voi toimia Middelgrundenin merituulipuisto Kööpenhaminan edustalla, jossa yhteen kaarevaan riviin sijoitetut tuulimyllyt viittaavat Kööpenhaminan kaupungin historialliseen muotoon ja sen asteittaiseen rakentumiseen.

(Nordström 2000, Møller & Grønberg 1998)

uttaa konflikteja. Uudenaikaisten, tuulivoiman kanssa samaa aikakautta edustavien rakennettujen alueiden ja kaupunkirakenteeseen liittyvien teollisen toiminnan alueiden on nähty sietävän tuulivoimaa lähistölleen.  
(Energimyndigheten 1998)

### 2.4 Historiallinen kulttuurimaisema

Ruotsissa tehdyssä kulttuurimaiseman ja tuulivoiman suhteita tarkastelevassa selvityksessä on otettu kantaa tuulivoimaan kulttuurimaiseman aika-näkökulmasta. Historiallisessa ja stabiilissa kulttuurimaisemassa tuulivoimalat nähdään sopimattomina elementteinä. Tuulivoiman nykyaikaa edustavan teknisen luonteen nähdään dominoivan ja kadottavan historiallisen maiseman visuaaliset ominaisuudet. Paikan luonne siirtyy nykyhetkeen ja historiallinen tunnelma katoaa. Esimerkiksi ennen maisemassa tärkeänä maamerkinä sijainnut kirkko tai jokin muu alueen luonteen kannalta merkittävä elementti voi menettää merkityksensä. Selvityksessä korostetaan myös merituulivoimaloiden sijoittamisen olevan ongelmallista sellaisen historiallisen kulttuurimaiseman läheisyydessä, jolla on selkeä suhde mereen ja horisonttiin.

(Nordström 2000)

Suomen ympäristöministeriö toteaa raportissaan, että “tuulivoimalat eivät yleensä sovi kulttuurihistoriallisesti tai maisemallisesti erityisen arvokkaiden kohteiden läheisyyteen”.

(Ympäristöministeriö 1997)

Tanskassa tehdyssä selvityksessä on tarkasteltu erityisesti merituulipuistojen sijoittamista suhteessa rantamaisemaan. Selvitys esittää kaksi periaatetta merituulipuistojen sijoittamiselle;

- 1) Tuulimyllyt voidaan sijoittaa niin pitkälle merelle, että ne tulevat näkyväksi rannalta katsottaessa jolloin vältetään vaikutukset rantamaisemaan.
- 2) Tuulimyllyt voidaan sijoittaa lähemmäs rantaa perustuen tarkkoihin maisemaselvityksiin jokaisesta sijoitusalueesta. Tutkimus osoittaa, että Tanskassa on mahdollista löytää ranta-alueita joissa voidaan saavuttaa visuaalisesti tyydyttävä lopputulos tuulimyllyjä sijoitettaessa.

(Energistyrelsen 1994/2)

Tuulivoimalat teollisuusympäristössä.  
Kuvat Hollannista ja Tanskasta



## Viitteet ja lähteet

Energimyndigheten 1998 – *Vindkraft i harmoni*, Energimyndigheten, toim. Maria Hellström, ET19: maj 1998

Energistyrelsen 1994/1 – *Hustandsmøller - en undersøgelse af de visuelle forhold ved opstilling af hustandsmøller i det åbne land*, Energimyndigheten, 8/1994

Energistyrelsen 1994/2 – *Vindmøller i danske farvande – en undersøgelse af de visuelle forhold ved opstilling af vindmøller på havet*, Energistyrelsen, Miljø- og Energiministeriets udvalg om havbaserede vindmøller, 12/1994

Helsingin kaupunki /Kaupunkisuunnitteluvirasto 2000 – *Tuulivoimailoiden teknistaloudellinen sijoituspaikkaselvitys*, loppuraportti, Helsingin kaupunki, Kaupunkisuunnitteluvirasto, Kaavoitusosasto, Energiasäästöneuvottelukunta, Helsinki 16.2.2000

Lind 1999 – *Tegn på Energi – Energiens bygninger, anlæg og virkninger i Danmark*, Olaf Lind, Arkitektens Forlag 1999

Mathiasen, 1998/1 – *Vindmøller*, Arkitekten 11/1998, Hans Friis Mathiasen (artikkeli)

Mathiasen 1998/2 – *Vindmøller i Landskabet*, Arkitekten 11/1998, Hans Friis Mathiasen i samråd med Erik Reitzel ( artikkeli)

Miljödepartementet 1999 – *Rätt plats för vindkraften*, Slutbetänkande av Vinkraftsutredningen Miljödepartementet, SOU 1999:75

Miljøministeriet 1989 – *Vindmøller i Landskabet*, Planstyrelsen, Skov- og Naturstyrelsen, Miljøministeriet, 1989

Miljø- og Energiministeriet 1996 – *Opstilling af store vindmøller i det åbne land - en undersøgelse af de visuelle forhold*, Miljø- og Energiministeriet, 12/1996

Mårtensson 1998 – *Vindkraft vid kusten – dess visuella påverkan på landskapet*. Anne-Lie Mårtensson Examenarbete vid Inst. För landskapsplanering Alnarp, SLU 1998

Møller & Grønberg 1998 – *Vindmøllepark på Middelgrunden II, Æstetisk vurdering og visualisering*, Møller & Grønberg, 1998.

Nielsen 1996 – *Wind Turbines & The Landscape, Architecture & Aesthetics*, Birk Nielsens Tegnestue, Landscape Architects, 1996

Nielsen 1999 – *Vindkraften i landskabet*, Jord og Viden 12/1999, Frode Birk Nielsen ( artikkeli)

Nordström 2000 – *Kulturmiljö och vindkraft- Kulturmiljö övervakning/Fallstudie*, Riksantikvarieämbetet, Nordström (toim.), Tierp 2000.

Pohjolan voima 2000 – *Kokkolan edustan merituulivoimalaitoksen tutkimus: Kansalaiset ja merituulivoima*, Pohjolan Voima, Insinööri-toimisto Paavo Ristola, 27.9.2000

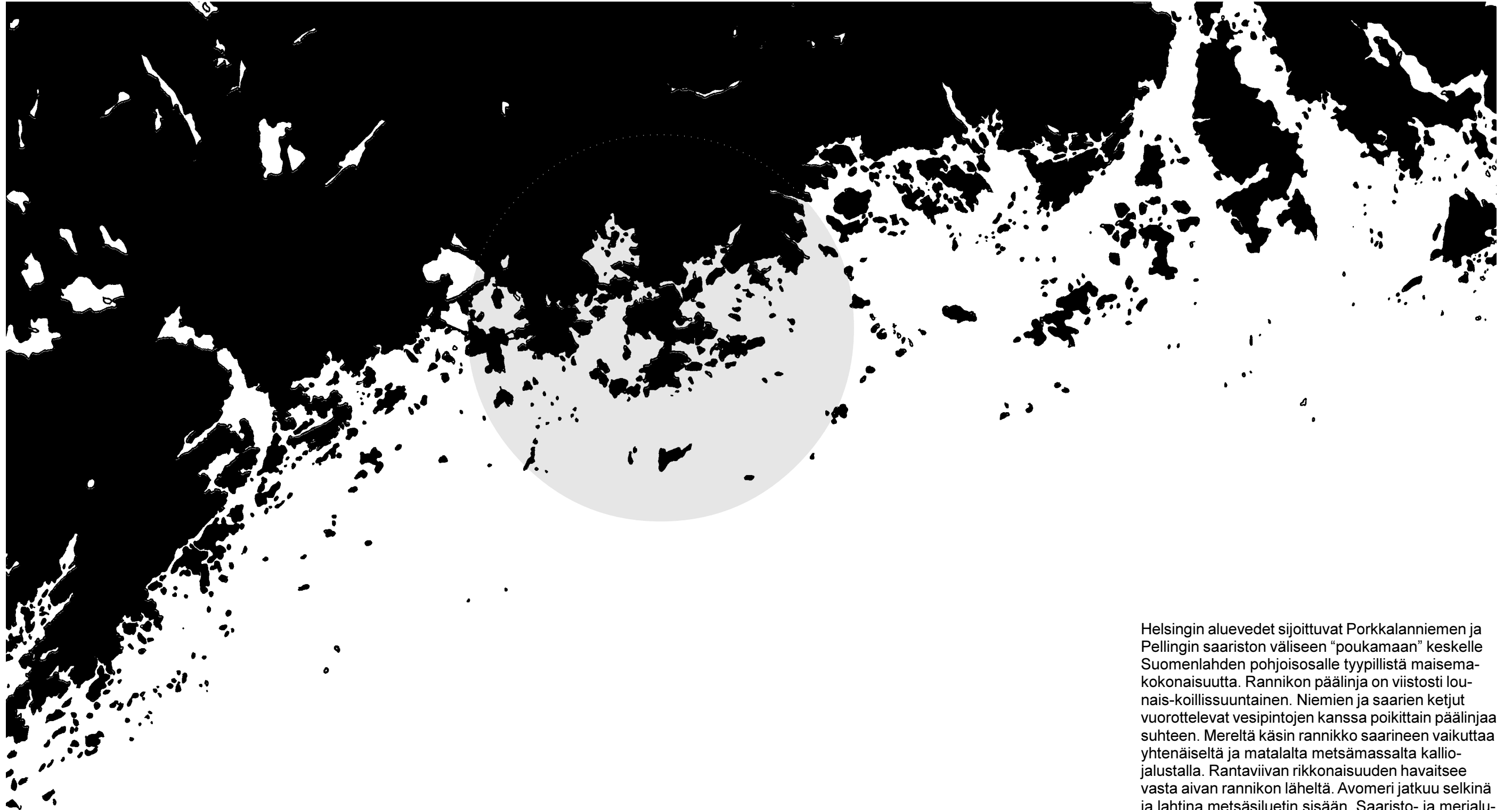
Stichting Jaarboek 1998 – *Landscape Architecture and Town Planning in the Netherlands 95-97*, Stichting Jaarboek landschapsarchitectuur en stedebouw, Netherlands 1998

Ursa 1998 – *Ilmakehä ja sää*, Ursa/ Karttunen, Koistinen, Saltikoff, Manner, Vaasa 1998

Vindkraftsutredningen 1998 – *Vindkraften – en ren energikälla tar plats*, Vindkraftsutredningen, SOU 1998:152 – Lägesrapport december 1998

www.windpower.dk – Danish Windturbine Manufacturers Association web site www.windpower.dk

Ympäristöministeriö 1997 – *Tuulivoima maankäytön suunnittelussa*, Ympäristöministeriö, Maankäytön osasto, työryhmän raportti 1997



Helsingin aluevedet sijoittuvat Porkkalanniemen ja Pellingin saariston väliseen "poukamaan" keskelle Suomenlahden pohjoisosalle tyypillistä maisemakokonaisuutta. Rannikon päälinja on viistosti lounais-koillisuuntainen. Niemien ja saarien ketjut vuorottelevat vesipintojen kanssa poikittain päälinjaa suhteen. Mereltä käsin rannikko saarineen vaikuttaa yhtenäiseltä ja matalalta metsämassalta kalliojalustalla. Rantaviivan rikkonaisuuden havaitsee vasta aivan rannikon läheltä. Avomeri jatkuu selkinä ja lahtina metsäsiluetin sisään. Saaristo- ja merialueet jakautuvat maisemavyöhykkeisiin; avomeri muuttuu ulkosaaristoksi, joka vaihtuu asteittain sisäsaaristomaisemaksi. Helsingin kantakaupungin niemi asettuu ulkosaariston reunalle. Idässä ja lännessä sitä ympäröi sisäsaaristo.

## Maisemavyöhykkeet

Helsingin merialueiden vyöhykkeet on jaoteltu saariston ja merialueiden osayleiskaavan selostuksessa (1997) kolmeen vyöhykkeeseen: sisälahtien vyöhyke, selkävesien vyöhyke ja ulkosaaristo. Tämän selvityksen yhteydessä on vyöhykkeeseen lisätty neljäs vyöhyke avomerivyöhyke.

### I Sisälahtien vyöhyke

Lahdet ovat järvimäisiä, selkeästi rajautuvia, matalia, saarettomia, reheviä ja ruovikkoisia. Ne rajautuvat selkeästi manterran rantaan ja siihen kiinteässä yhteydessä oleviin saariin.

### II Selkävesien vyöhyke

Vyöhykkeen sisemmät lahdet ovat kooltaan pieniä ja saarettomia. Ne rajautuvat manterran rantaan ja siihen yhteydessä oleviin saariin ja saariketjuihin. Vyöhykkeellä on kaupunkimaisia piirteitä. Osa rannoista on rakennettuja.

Selät kaksijakoisia; pohjoisrannat kaupunkimaisen rakentamisen hallitsemia, mutta etelässä niitä rajaa väli- ja ulkosaariston rajavyöhyke. Ulommat selät ovat lähes poikkeuksetta suuria ja niillä on jonkin verran keskikokoisia puustoisia saaria. Luonne on huomattavan mereinen.

### III Ulkosaaristo

Selät ovat laajoja, selkien keskellä olevat saaret pieniä, puuttomia ja kalliisia. Selkävesien ja ulkosaariston rajalla on suuria saaria; (Suomenlinnan saariryhmä, Vallisaari, Kuninkaansaari, Santahamina, Villinki ja Itä-Villinki), joiden etelärannat kivikkosempia ja polveilevampia kuin pohjoisrannat mm. rantavoimien vaikutuksen takia. Isosaari sijaitsee ulkosaaristossa, vanhoissa merenkulun kuvauksissa Isosaari on merkittävä maamerkki.

Ulkosaariston ominaispiirre on pienet saaret ja saariryhmät sekä laaja niiden ympärillä aukeava ulappa. Maisematilat eivät hahmotu enää kovin selkeästi, koska niitä rajaavien saarten välimatkat ovat jo varsin suuria. Rakentamista ei erota kaupungin siluettia ja maamerkkejä lukuun ottamatta maisemassa.

### IV Avomeri

Alueella on pieniä kallioluotoja, aava merenpinta hallitsee ilman tilaa rajaavia elementtejä. Jokin saari tai luoto saattaa kohota maiseman kiintopisteeksi, mutta kokonaisuudessa niiden merkitys on vähäinen poisluettuna suurimmat saaret ja saarikokonaisuudet (mm. Eestiluoto)

Tässä selvityksessä tarkasteltava tuulivoimaloiden teknistä ja taloudellista sijoitusalue asetetaan pääasiassa ulkosaaristo- ja avomerivyöhykkeelle kaikkein pohjoisimpien osien sijoittuessa selkävesivyöhykkeelle.

SISÄLAHTIEN VYÖHYKE

I

SELKÄVESIEN VYÖHYKE

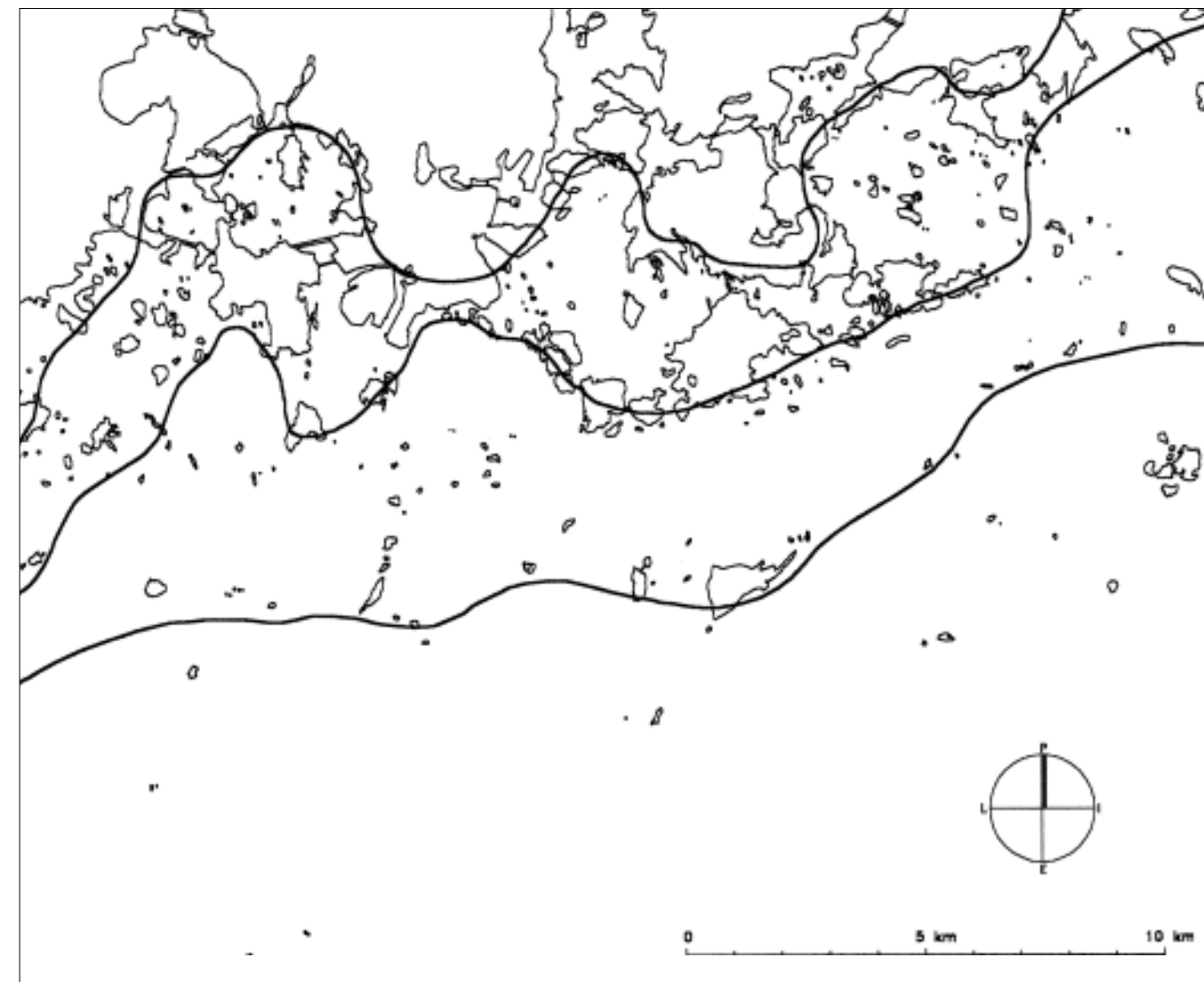
II

ULKOSAARISTO

III

AVOMERI

IV

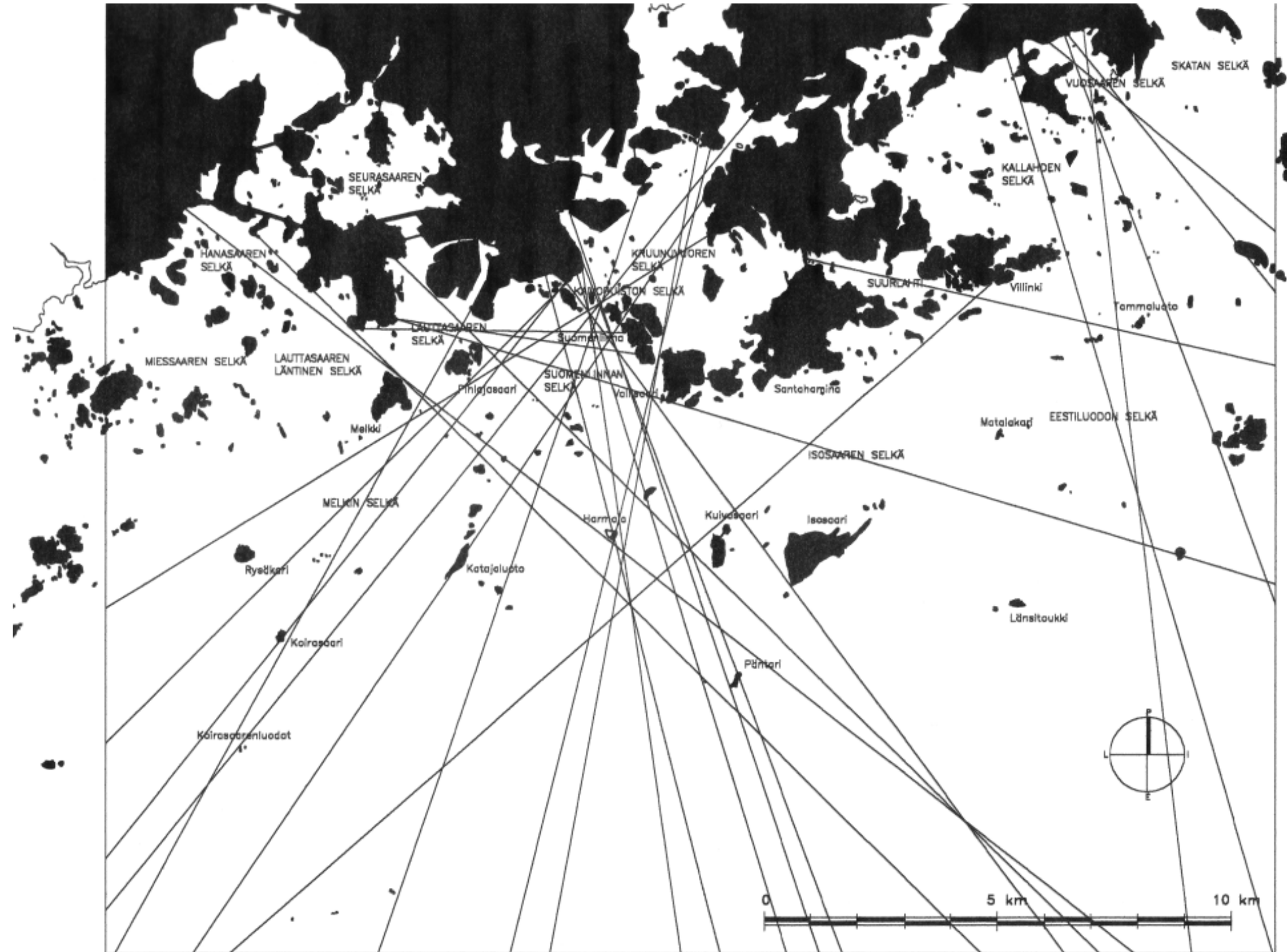


## Merinäkmät

Helsingin saaristo on maan ja veden mosaiikki. Se on kooste rakennettua ympäristöä ja luonnonmaisemaa. Saaria ja luotoja on lähes kolmesataa. Rantaviiva polveilee. Merelle päin avautuvat näkymät ovat hyvin vaihtelevia. Näkymät ulottuvat eri suuntiin, toisinaan poikki koko saariston. Yhteen sisälahdelta avautuvaan näkymään saattaa sisältyä palanen kaikkia saaristovyöhykkeitä. Laajat avomerinäkymät tai avoin horisontti, jossa taivas ja maa kohtaavat ovat näkymänä harvinaisia.

Mantereelta avautuvia merinäkymiä rytmittävät useimmiten ulkosaaristovyöhykkeen erikokoiset ja -luonteiset saaret. Näkymät ovat osittain myös mittakaavallisesti vaikeasti hahmotettavia, pienimmätkin luodot saattavat sopivassa valaistuksessa ja tarkastelukontekstissa vaikuttaa etäisiltä saarilta, takimmaisat saaret lähimaiseman luodoilta tai kari-koilta. Näkymiä voisi luonnehtia "valeperspektiiveiksi".

Helsingin siluettissa merkittävin yhtenäinen kokonaisuus on kantakaupungin niemi ja Suomenlinnan saaret. Lähestyttäessä mereltä päin suoraan etelästä ja lounaasta kantakaupungin siluetti ja siitä nousevat korkeimmat rakennukset tulevat selvästi esiin; siluetti hahmottuu matalana ja yhtenäisenä, siitä nousevat vertikaalit elementit korostuvat. Idästä ja kaakosta siluetti piiloutuu metsäisen ja runsaspuustoisien saarivyöhykkeen taakse.



Esimerkkejä pitkistä näkymälinjoista

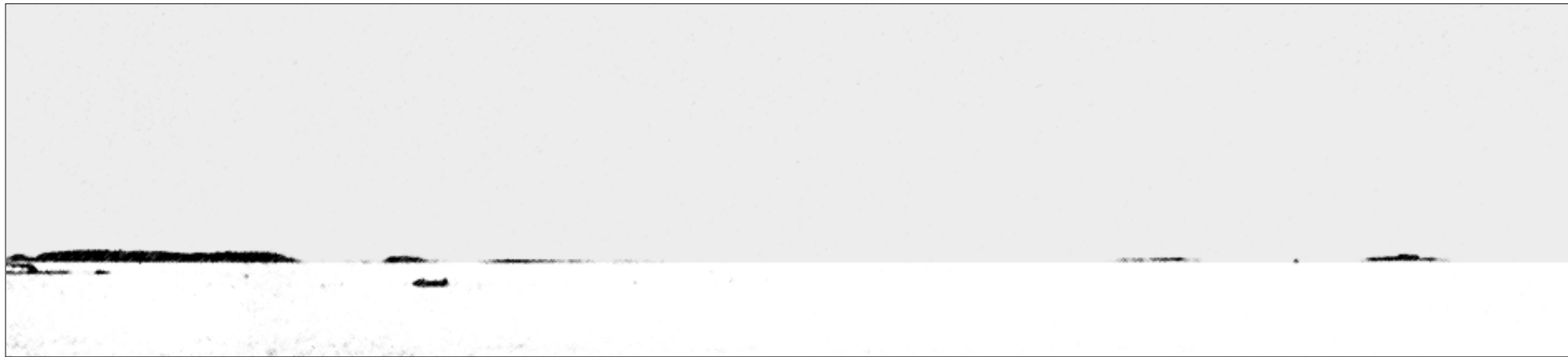
HELSINGILLE OMINAISIA MERINÄKYMIÄ: MAISEMAVYÖHYKKEET



**Selkävesinäkymä:**  
Toinen toisensa eteen limittyviä saaria ja niemiä. Ei laajoja avomerinäkymiä.



**Ulkosaaristonäkymä:**  
Väljästi ulapalle asettuvia saaria, runsaasti avoimia näkymiä saarten välillä. Kaukaisia luotoja, jotka hahmottuvat pieninä saarina.



**Avomerinäkymä:**  
Pääosin avointa ulappaa ja ulapalle sijoittuvia yksittäisiä saaria ja luotoja.



**Viistonäkymä:**  
Niemiä, saarten ja luotojen ketjuja, jotka hahmottuvat yhtenäisinä siluetteina.



HELSINGILLE OMINAISIA MERINÄKYMIÄ: SALMET - MAISEMAN JATKUVUUS



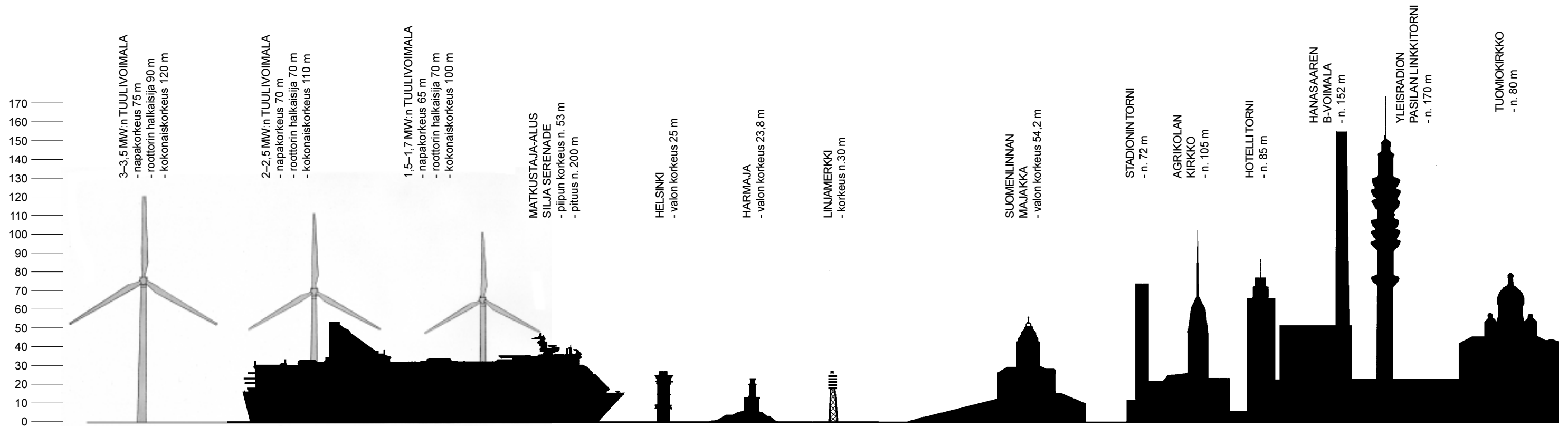
**Laaja, kerrostunut näkymä:**  
Selkäveden kokonaan tai osittain rakennetut niemet ja ulkosaariston saaret rajaavat avomerinäkymän.



**Päätteinen näkymäakseli:**  
Lähimaiseman saaret kehystävät kapean vistan, jonka keskelle asettuu yksinäinen saari tai rakennettu kiintopiste.



**Kapea, viitteellinen vista:**  
Vesipinta pujottelee saarten lomitse, selkävesien ja ulkosaariston poikki, kohti avomerta.

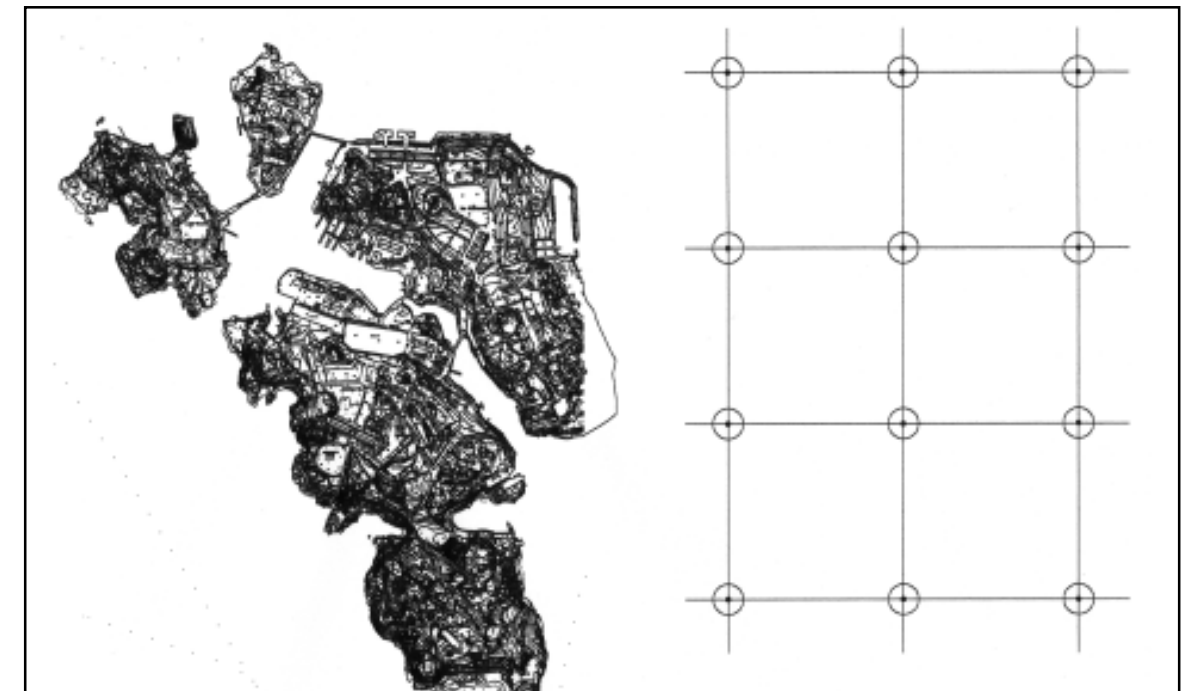


Tuulivoimala on uusi elementti Helsingin maisemassa ja kaupunkikuvassa. Se näkyy ympäristössään laajalla alueella sekä merellä että mantereella. Tuulivoimaloiden mittakaava on totutusta poikkeava; myllyn lavat ulottuvat korkeammalle kuin kaupunkikuvan maamerkit. Korkeimmat linkkitornit ja lämpövoimaloiden savupiiput päihittävät kuitenkin tuulivoimalan korkeudessa.

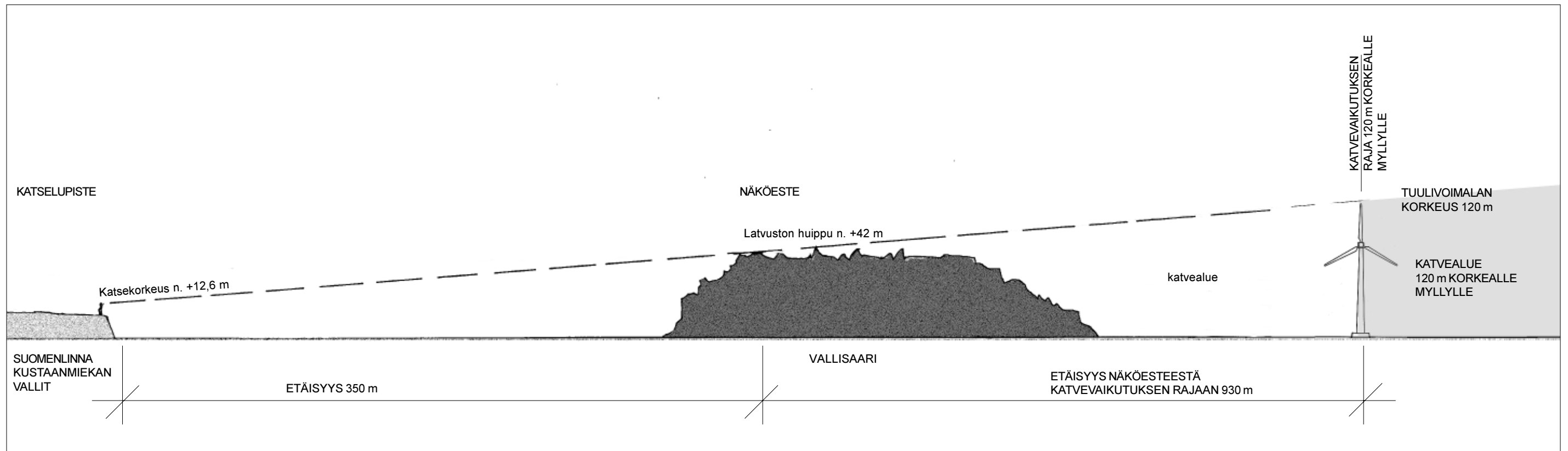
LÄHTEET: Silja Line, Merenkulkulaitos (majakat ja viitat) ja Helsingin sanomat (mantereen rakenteet)  
Korkeudet mitattuna merenpinnasta.

### Tuulivoimalaproblematiikkaa

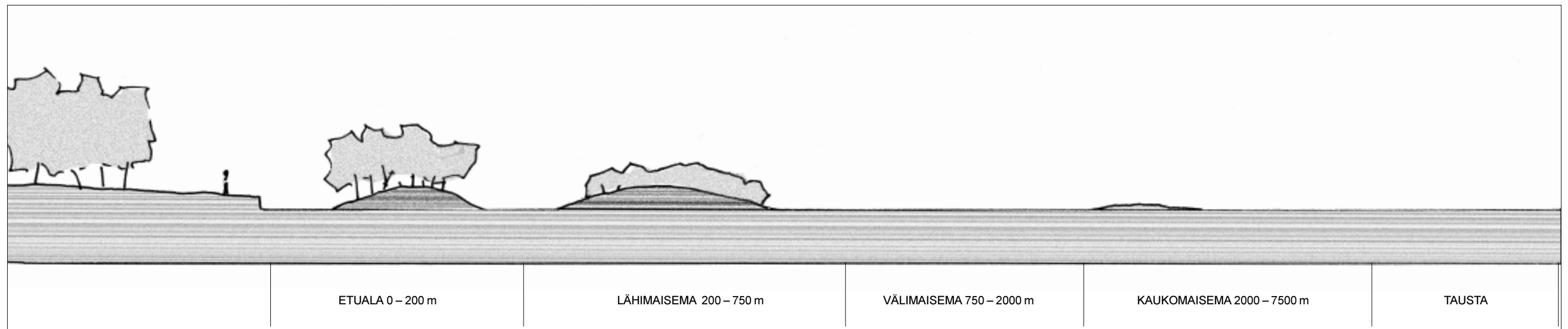
Tuulivoimaloiden sijoittaminen Helsingin merialueelle on monessa suhteessa ongelmallinen. Keskeiset kysymykset ovat miten ne näkyvät, miltä ne vaikuttavat ympäristössään ja muuttavat maisemaa tai kaupunkikuvaa. Niitä ei voi kokonaan piilottaa, mutta voidaanko ne sovittaa osaksi maisemaa, minne ja miten?



Selvityksessä tarkasteltava 12–15 voimalan myllyryhmä vie tiiviinäkin muodostelmana suurehkon saaren alan. Rinnastuskohteena Suomenlinnan saaret ja 16 myllyn ruudukko, sijoitusväli 400 m.



Näköesteen katvevaikutus. Suomenlinnan Kustaanmiekan valleilla seistessä 120 m korkea tuulivoimala jää vallisaaren katveeseen kun sen etäisyys on vähintään 930 m näköestestä. Vastaava etäisyys on Kaivopuiston rannalta (3 km etäisyydellä Vallisaaresta, katsekorkeus +3,6 m) katsottaessa 6,1 km näköestestä. Lähempänä mylly näkyy esteen yli.



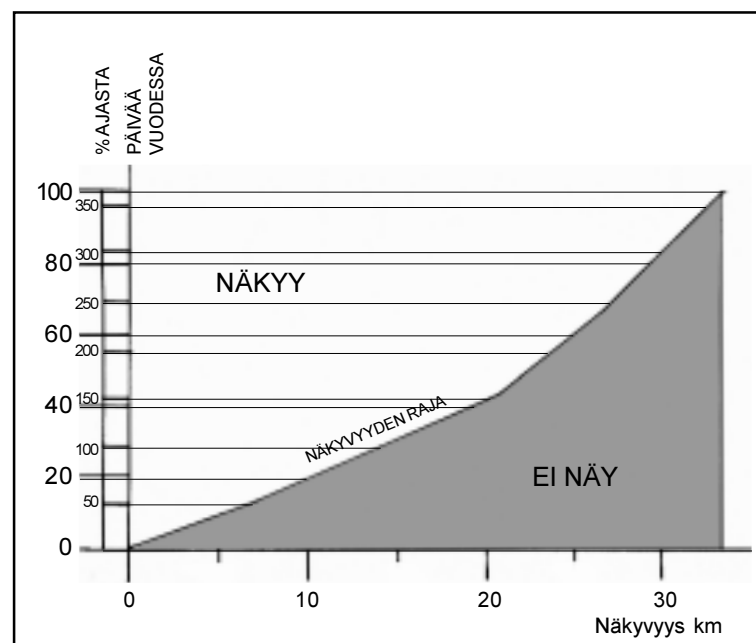
Helsingin saaristo- ja merimaisemat ovat usein kerrostuneita näkymäsarjoja. Näkymän osat, etuala, lähi-, väli- ja kaukomaisema sekä tausta, sietävät ja neutraloivat tuulivoimaloiden visuaalisia vaikutuksia eri tavoin.

**Katvevaikutus**  
Etualalle sijoittuvat puustoiset saaret kehystävät näkymän tai saattavat peittää sen eli muodostaa katveen. Myös lähimaiseman lehvämäsäat peittävät taustansa, mutta katvevaikutus vähenee etäisyyden kasvaessa: välimaisemaan sijoittuva tuulimylly näkyy latvojen yli, taustalle sijoittuvat eivät välttämättä.

**Suodatinvaikutus**  
Etualalle ja lähimaisemaan sijoittuvat rakenteet, kuten mastot, valaisinpylväät ja laiturit, myös suodattavat näkymää, vaikka eivät suoranaisesti peittäisikään maisemaa: taustalle tai kaukomaisemaan sijoitetut tuulivoimalat katoavat osaksi etualan rakenteita eivätkä kiinnitä huomiota.

**Sulautumisvaikutus**  
Näkymän taustalle tai kaukomaiseman ulkoreunalle sijoittuvien saarten todellisia mittasuhteita on vaikea arvioida koska yksityiskohdat ovat vaikeasti erotettavissa tai tunnistettavissa. Etäisyys sekä valo- ja sääilmiöt saavat yhdessä aikaan eräänlaisen valeperspektiivi-ilmiön, jota voidaan käyttää myös hyväksi sijoitettaessa tuulivoimaloita. Näkymän taustalla tuulivoimalat voidaan mieltää vaikkapa merimerkeiksi.

Tuulivoimaloiden näkyvyyteen vaikuttavat mm. ilman selkeyttä heikentävät sääolot, kuten sumu ja pilvisuus. Suomessa näkyvyyttä heikentäviä sumuja on erityisesti Etelä- ja Lounais-Suomessa. Sumua esiintyy lähinnä yöllä ja aikaisin aamulla, talvella kuitenkin päiväsaikaan. Pilvisuus on runsasta varsinkin syksyllä ja talvella. Taivaasta on silloin 65–85 % pilvien peitossa. Pilvisiä päiviä on kaikkiaan enemmän kuin osittain pilvisiä tai selkeitä. Eniten selkeitä päiviä on touko-kesäkuussa, vähiten marras-joulukuussa. Suomessa talvisaikaan tuulivoimaloiden näkyvyyteen vaikuttaa valoisan ajan lyhyt kesto. Etelä-Suomessa lyhimmän talvipäivän pituus on n. 6 tuntia – pimeässä tuulivoimaloiden yövalaistuksen merkitys korostuu.



Oheinen Helsingin näkyvyyttä kuvaava diagrammi kertoo näkyvyyden rajan kilometreissä ja keston vuodessa. Näkyvyys on suhteessa ilman suhteelliseen kosteuteen. Esimerkiksi viiden kilometrin etäisyydelle ei näy vuodessa ilman kosteuden vaikutuksesta yhteenlaskettuna yhteen kuukauteen. Viiden kilometrin etäisyydelle näkyy yhteenlaskettuna 11 kuukauden ajan, mutta ajasta täysin selkeiden päivien määrää ei voi arvioida. Kymmenen kilometrin etäisyydelle ei näy yhteenlaskettuna yli kahteen kuukauteen, 15 kilometrin etäisyydelle 3,5 kuukauteen. (Ilmatieteenlaitos)