

## Kokkolan Vanhansatamanlahden yleiskaavan ilmastovaikutukset

Irmeli Wahlgren, Kimmo Kuismanen & Lasse Makkonen





## Tiivistelmä

Raportissa esitellään Kokkolan Vanhansatamanlahden yleiskaavan ilmastovaikutusten arviointi. Työssä laadittiin ennuste paikallisesta ilmastomuutoksesta ääri-ilmiöiden ja eräiden keskimääräisluokkien muutosten osalta seuraavan noin sadan vuoden aikana. Arvion mukaan vuoden keskilämpötila nousee 4 °C, maksimilämpötila nousee 5 °C, minimilämpötila nousee 12 °C, sulamis-jäätymissyklit vähenevät 25 %, vuoden keskituulennopeus pysyy ennallaan, maksimituulennopeus pienenee 5 %, vuoden sademäärä kasvaa 25 %, 6 tunnin sademaksimi kasvaa 40 %, 5 vuorokauden sademaksimi kasvaa 55 %, 6 tunnin lumisademaksimi kasvaa 30 %, lumipeitteen maksimiviesiarvo vähenee 35 %, lumipeitteen kesto-aika lyhenee 60 vrk ja meren jääpeitteen kesto-aika lyhenee 80 vrk. Merenpinnan korkeuden muutoksia tarkasteltiin Kokkolan ASTRA-projektin tulosten ja merentutkimuslaitoksen arvion perusteella.

Vanhansatamanlahden yleiskaavaa analysoitiin ilmastomuutoksen kannalta. Raportissa esitetään suunnitteluohjeita ja suosituksia jatkotyöhön. Kaavojen kehittämisen päälinjat ovat seuraavat: suositaan matala-tiivis-rakennetta, vältetään suoria päätuulien suuntaisia katutiloja, korttelien suuntaaminen aurinkoon, pihojen suojaaminen tuulelta rakennusmassoin, määräykset tuulensuojaistutuksista ja -rakenteista kaavoihin. Rakennussuunnittelussa tiivis, matala ja pienimittakaavainen rakentaminen helpottaa hyvän mikroilmaston luomista, korkeat rakennukset ohjaavat ilmavirtauksia maantasoon, rakennuksen suunnittelu vyöhykkeittäin siten, että pohjoisen tai tuulten puolella on kylmien rakennelmien muodostama puskurivyöhyke, keskellä lämmin sydän, ja auringon puolella oleskeluun tarkoitettuja sisä- ja ulkotiloja, suojautuminen tuulilta parvekkeilla tai kaksinkertaisella julkisivulla, parvekkeet, lipat ja luhtikäytävät vähentävät alas suuntautuvia ilmavirtauksia, samoin rakennuksen viereiset kasvit, köynnösäleiköt, katokset yms., suositeltava kattokulma tuulen kannalta on 15°-21°, aerodynaamisesti oikein muotoiltu räystääs vähentää turbulensseja, rakennusten suuntaaminen aurinkoon, autopaikat varjoon, lehtipuut eteläpuolelle, havupuut pohjoiseen.

Maksimitulvan ja maksimiaallokon yhtäaikaisen esiintymisen perusteella rakennusten alin sallittu lattiakorko on Asuntomessualueella seuraava: pilariperusteisen rakennuksen alapohjan alapinta noin + 2,2 m, matalaperusteisen rakennuksen lattiakorko noin + 2,7 m. Vastaavasti rakennusten alin sallittu lattiakorko on Morsiussaarella pilariperusteisen rakennuksen alapohjan alapinta noin + 2,5 m ja matalaperusteisen rakennuksen lattiakorko noin + 3,0 m.

Ilmastomuutoksen hillitsemiseen liittyen arvioitiin yleiskaavan toteuttamisesta aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt. Nämä arvioitiin rakennusten energiankäytön ja asukkaiden päivittäisen liikenteen osalta. Vanhansatamanlahden yleiskaavan toteuttamisesta aiheutuu kasvihuonekaasupäästöjä vuonna 2030 kaikkiaan 1 800 CO<sub>2</sub>-ekvivalenttitonnia. Rakennusten lämmityksestä ja sähkön käytöstä aiheutuu päästöjä 1 600 tonnia ja liikenteestä 200 tonnia. Asukasta kohden laskettuna päästöjä aiheutuu rakennuksista 0,7 tonnia ja liikenteestä 0,1 tonnia vuositain. Päästöt ovat hyvin pienet johtuen alueen keskeisestä sijainnista Kokkolassa ja arvioinnin lähtöoletuksista, joiden mukaan rakennusten energiatehokkuus lisääntyy merkittävästi nykyisestä ja energiantuotannossa, joka on nykyiselläänkin suhteellisen vähän päästöjä aiheuttava, lisätään puupolttoaineen käyttöä.

Tehdyn arvion mukaan Kokkolan Vanhansatamanlahti on ilmastomuutoksen hillitsemisen kannalta hyvin edullinen alue ja sen suunnittelussa voidaan varautua ilmastomuutokseen. Suurimmat haasteet liittyvät rantojen ja alavien alueiden rakentamiseen sekä sadannan lisääntymiseen.

# Alkusanat

Raportissa esitellään Kokkolan Vanhansatamanlahden yleiskaavan vaikutusten arviointi ilmastomuutokseen sopeutumisen ja sen hillitsemisen kannalta.

Työ on osa Ympäristöklusterin tutkimusohjelman neljännen vaiheen 2006 – 2009: Ekotehokas yhteiskunta tutkimushanketta nro 23 ”Ilmastomuutoksen huomioiminen kaavoituksessa”. Työ on tehty VTT:ssä ympäristöklusterin tutkimusohjelman osana Kokkolan kaupungin toimeksiannosta. Työstä on vastannut erikoistutkija Irmeli Wahlgren. Ilmastomallin soveltamisesta on vastannut erikoistutkija Lasse Makkonen. Tutkimusharjoittelija Maria Tikanmäki on osallistunut ilmastomallin datan analysointiin. Arkkitehti Kimmo Kuismanen on osallistunut kaavaluonnoksen arviointiin ja suositusten laadintaan.

Tutkimusta ovat ohjanneet Kokkolan kaupungin puolesta kaavoituspäällikkö Veli-Pekka Koi-vu ja ympäristösihteeri Juhani Hannila. Tutkimus on osa Kokkolan kaupungin ASTRA-hanketta. Kokkolan kaupungin alueen merenpinta-skenaariokuvat on viimeistellyt geologi Satu Putkinen Geologian tutkimuskeskuksesta.



# Sisällysluettelo

|   |    |
|---|----|
| Tiivistelmä   | 3  |
| Alkusanat   | 4  |
| Sisällysluettelo  | 5  |
| 1 Johdanto  | 7  |
| 2 Tavoite   | 8  |
| 3 Vanhansatamanlahden yleiskaava  | 9  |
| 4 Ilmastonmuutoksen simuloinnit rakentamisen ja maankäytön sovellutuksiin | 16 |
| 4.1 Yleistä taustaa   | 16 |
| 4.2 Ilmastosimuloinnit  | 16 |
| 4.3 Ääriarvoanalyysi  | 17 |
| 5 Ennakoitu ilmastonmuutos Kokkolassa                                     | 18 |
| 6 Merenpinnan muutokset   | 19 |
| 6.1 Aikaisemmat muutokset   | 19 |
| 6.2 Muutokset ASTRA-projektin skenaarioiden mukaan                        | 20 |
| 6.3 Ilmastoskenaariot ja niiden vaikutus vedenkorkeuteen Kokkolassa       | 25 |
| 6.4 Alimman korkeusaseman laskentaan vaikuttavia tekijöitä                | 26 |
| 6.5 Aallonkorkeus Vanhansataman lahdella                                  | 27 |
| 7 Ilmaston ja sen muuttumisen vaikutus kaavasuunnitteluun                 | 28 |
| 7.1 Suomen ilmasto  | 28 |
| 7.2 Kokkolan ilmasto kaavasuunnittelun kannalta                           | 28 |
| 7.3 Vanhansataman alueen mikroilmasto                                     | 32 |
| 7.4 Rakennettujen alueiden mikroilmaston laadun kriteerit                 | 32 |
| 7.5 Ilmastonmuutos ja sen vaikutus Kokkolassa                             | 33 |
| 7.6 Nykyisten rakennusalueiden analyysi                                   | 35 |
| 7.6.1 Kokkolan Yleiskaavan 2010 tavoitteita                               | 35 |
| 7.6.2 Elba, Sannanranta   | 35 |
| 7.6.3 Tuleva asuntomessualue  | 35 |
| 7.6.4 Tullimäki, vanha ravirata, Pikiruukki                               | 38 |
| 7.6.5 Itäosa – Pohjoisväylältä Morsiussaareen                             | 40 |
| 7.7 Suunnitteluohjeita  | 42 |
| 7.7.1 Aluetaso  | 42 |
| 7.7.2 Korttelitaso  | 42 |
| 7.7.3 Rakennukset kaavoituksessa  | 45 |
| 7.7.4 Rantarakentamisen vaihtoehtoiset ratkaisut                          | 48 |
| 7.7.5 Tuulensuojakasvillisuuden suunnittelu                               | 48 |
| 7.7.6 Tuulitestauksen käyttäminen   | 50 |

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 8   | Vanhansatamanlahden kasvihuonekaasupäästöt          | 51 |
| 8.1 | Arvioitavat kasvihuonekaasupäästöt                  | 51 |
| 8.2 | Rakennukset   | 51 |
| 8.3 | Liikenne  | 53 |
| 8.4 | Vanhansatamanlahden kasvihuonekaasupäästöt yhteensä | 54 |
| 9   | Epävarmuustekijät                                   | 56 |
| 10  | Johtopäätökset ja suositukset                       | 57 |
|     | Lähteet   | 59 |

# 1 Johdanto

Ilmastonmuutoksen huomioonottaminen on tärkeä kansainvälinen ja kansallinen tavoite. Ilmastonmuutoksen sopeutumistutkimusohjelmassa 2006 - 2010 todetaan tärkeäksi ilmastonmuutoksen vaikutusten huomiointi jo nyt suunniteltaessa alueiden käyttöä ja yhdyskuntien rakennetta. Ilmastonmuutos on tärkeää huomioida aikaisin myös siksi, että yhdyskunnat uudistuvat hitaasti ja uusien suunnitteluperiaatteiden seuraukset näkyvät yhdyskuntien kehityksessä vasta vuosikymmenten kuluttua. Tietoa tarvitaan siitä, miten yhdyskuntien eri rakenteita voidaan muuttaa kestävämmiksi uusiin ilmasto-oloihin. Ohjelman mukaan tarvitaan selvitystä siitä, miten ilmastonmuutoksen vaikutusten arviointi ja sopeutumistoimet sisällytetään alueidenkäytön ja yhdyskuntien suunnitteluun käytännössä.

Ilmastonmuutoksen kansallisen sopeutumisstrategian (2005) mukaan mahdollisia toimenpide- ja linjauksia alueidenkäytössä ja yhdyskuntasuunnittelussa ovat seuraavat: ilmastonmuutoksen vaikutuksen arviointi sisällytetään alue- ja yhdyskuntarakenteen pitkän aikavälin suunnitteluun; kaavoitusprosessiin liitetään ilmastonmuutokseen sopeutumisen lisäselvitysvaatimus erityisen haavoittuville alueille; tulvaherkät alueet ja rakenteet kartoitetaan; ääri-ilmiöiden ennakointi- ja varoitusjärjestelmiä kehitetään; selvitetään alueellisia ja paikallisia vaikutuksia ja sopeutumiskeinoja; sade- ja pintavesien johtamista parannetaan; selvitetään muutostarvetta maankäyttö- ja rakennuslakiin ja -asetukseen sekä kuntien rakennusjärjestyksiin; eri kaavatasoille annetaan tarvittaessa suosituksia.

Ilmasto- ja energiastrategian päivityksen 2003 - 2004 ympäristöministeriön sektoriraportissa todetaan, että ilmastonmuutoksen huomioon ottaminen saattaa edellyttää suunnitteluperiaatteiden tarkistamista. Erityisen tarpeellista olisi selvittää ilmastonmuutoksen alueellisia ja paikallisia vaikutuksia. Ilmastonmuutoksen vaikutusten arviointi sisällytetään alue- ja yhdyskuntarakenteen pitkän aikavälin suunnitteluun. Kaavoitusprosessiin liitetään ilmastonmuutokseen sopeutumisen lisäselvitysvaatimus erityisesti haavoittuville alueille. Selvitetään alueellisia ja paikallisia vaikutuksia ja sopeutumiskeinoja.

VTT osallistuu Ympäristöklusterin tutkimusohjelman neljänteen vaiheeseen 2006 - 2009: Ekotehokas yhteiskunta hankkeella nro 23 ”Ilmastonmuutoksen huomioonottaminen kaavoituksessa”. Tutkimushankkeen tavoitteena on edistää ilmastonmuutokseen sopeutumista ja sen hillitsemistä kaavoituksessa ja siten mm. vähentää tulva- ja myrskytuhoja sekä kasvihuonekaasupäästöjä. Yhdyskuntien suunnitteluperiaatteita tulisi kehittää niin, että samaan aikaan voidaan ottaa huomioon sekä ilmastonmuutoksen hillitsemiseen että sopeutumiseen liittyvät tavoitteet. Hankkeessa tarkastellaan suunnitteluperiaatteita kummankin tavoitteen kannalta ja arvioidaan mahdollisten ristiriitojen ratkaisukeinoja. Tutkimuksessa tarkastellaan suunnittelua maakunta- ja yleiskaava- ja asemakaavatasoilla käytännön esimerkkien kautta. Arvioinnin pohjaksi laaditaan arviot ilmastonmuutoksen keskeisistä vaikutuksista ao. paikkakunnilla. Tuloksena saadaan suositukset ilmastonmuutoksen vaikutusten arviointiin ja sopeutumistoimiin alueidenkäytön ja yhdyskuntien suunnitteluun käytännössä. Tutkimus tehdään yhteistyössä kuntien ja maakunnan liittojen kanssa.

Tämä Kokkolan kaupungin kanssa yhteistyössä tehty tutkimushanke koskee Vanhansatamanlahden yleiskaavan ilmastovaikutusten arviointia. Kokkolan kaupunki on mukana ASTRA-tutkimushankkeessa, jota tässä tehtävä työ täydentää.

## 2 Tavoite

Työn tavoitteena on arvioida Vanhansatamanlahden yleiskaavan vaikutukset ilmastonmuutokseen sopeutumisen ja sen hillitsemisen kannalta.

Työssä arvioidaan ilmastonmuutoksesta tulevaisuudessa aiheutuvat keskeiset vaikutukset alueella. Arvio tehdään Ruotsin ilmatieteen laitoksen (SMHI) Rossby Centressä kehitetyllä alueilmastomallilla ja EXTREMES projekteissa VTT:ssä kehitetyillä analyysimenetelmillä. Se painottuu ääri-ilmiöiden muutoksiin noin 100 vuoden aikana.

Yleiskaavaa ja alueelta käytettävissä olevia yksityiskohtaisempia asemakaavoja ja muita suunnitelmia analysoidaan pienilmaston kannalta ottaen huomioon arvioidut ilmastonmuutoksen vaikutukset.

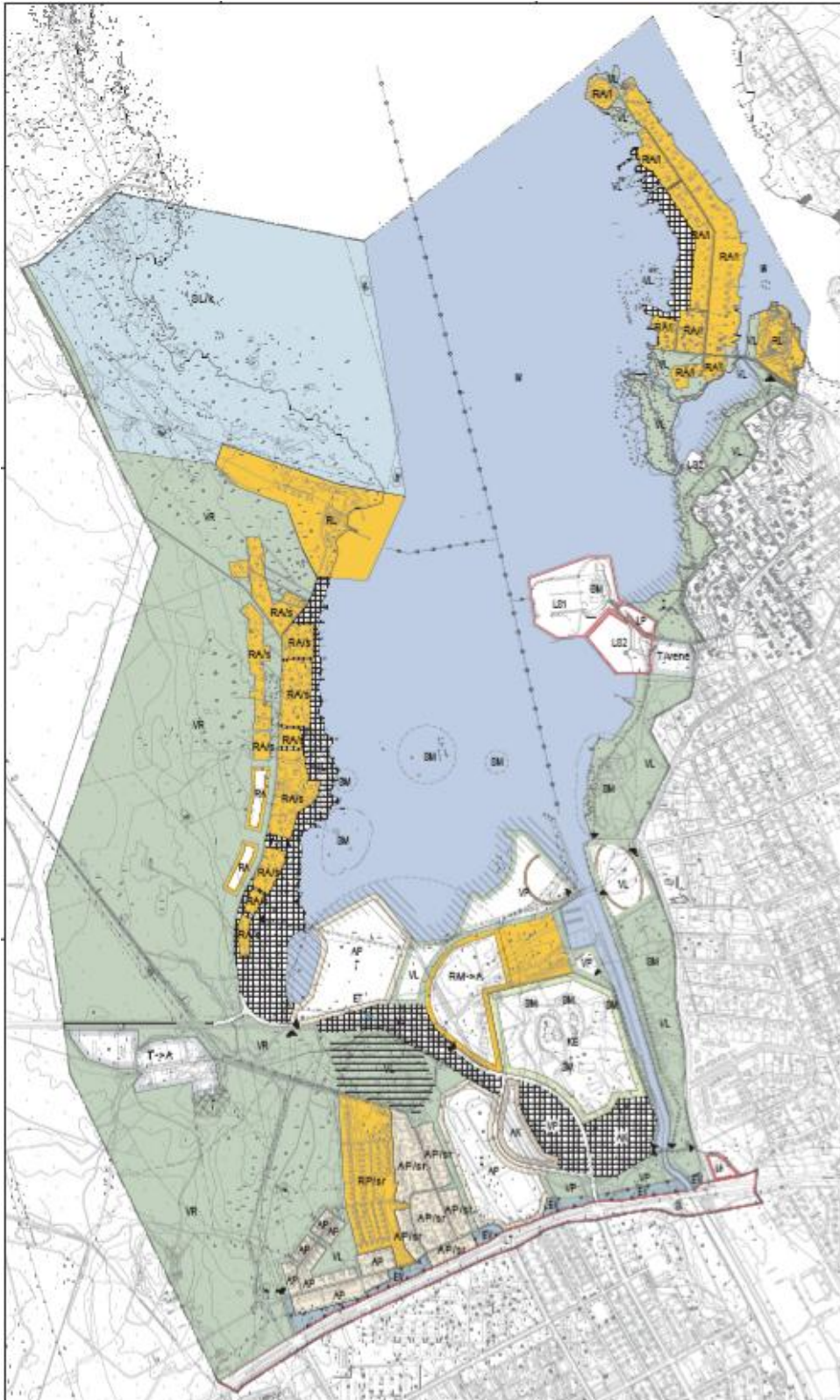
Lisäksi arvioidaan yleiskaavan vaikutus kasvihuonekaasupäästöihin eli ilmastonmuutoksen hillitsemiseen.

Arvioinnin perusteella laaditaan suosituksia ja ohjeita alueen jatkosuunnittelua, asemakaavoitusta ja toteuttamista varten.

Luvussa 3 kuvataan Vanhansatamanlahden yleiskaava ja muut tarkasteltavat suunnitelmat. Luvussa 4 esitetään ilmastonmuutoksen ennakoitiperusteet, luvussa 5 ennakoitu ilmastonmuutos Kokkolassa ja luvussa 6 ASTRA-projektin yhteydessä tuotettua aineistoa merenpinnan muutoksista. Luvussa 7 tarkastellaan ilmastonmuutokseen sopeutumista ja luvussa 8 ilmastonmuutoksen hillintää. Luvussa 9 tarkastellaan epävarmuustekijöitä ja luvussa 10 esitetään johtopäätökset ja suositukset.

### 3 Vanhansatamanlahden yleiskaava

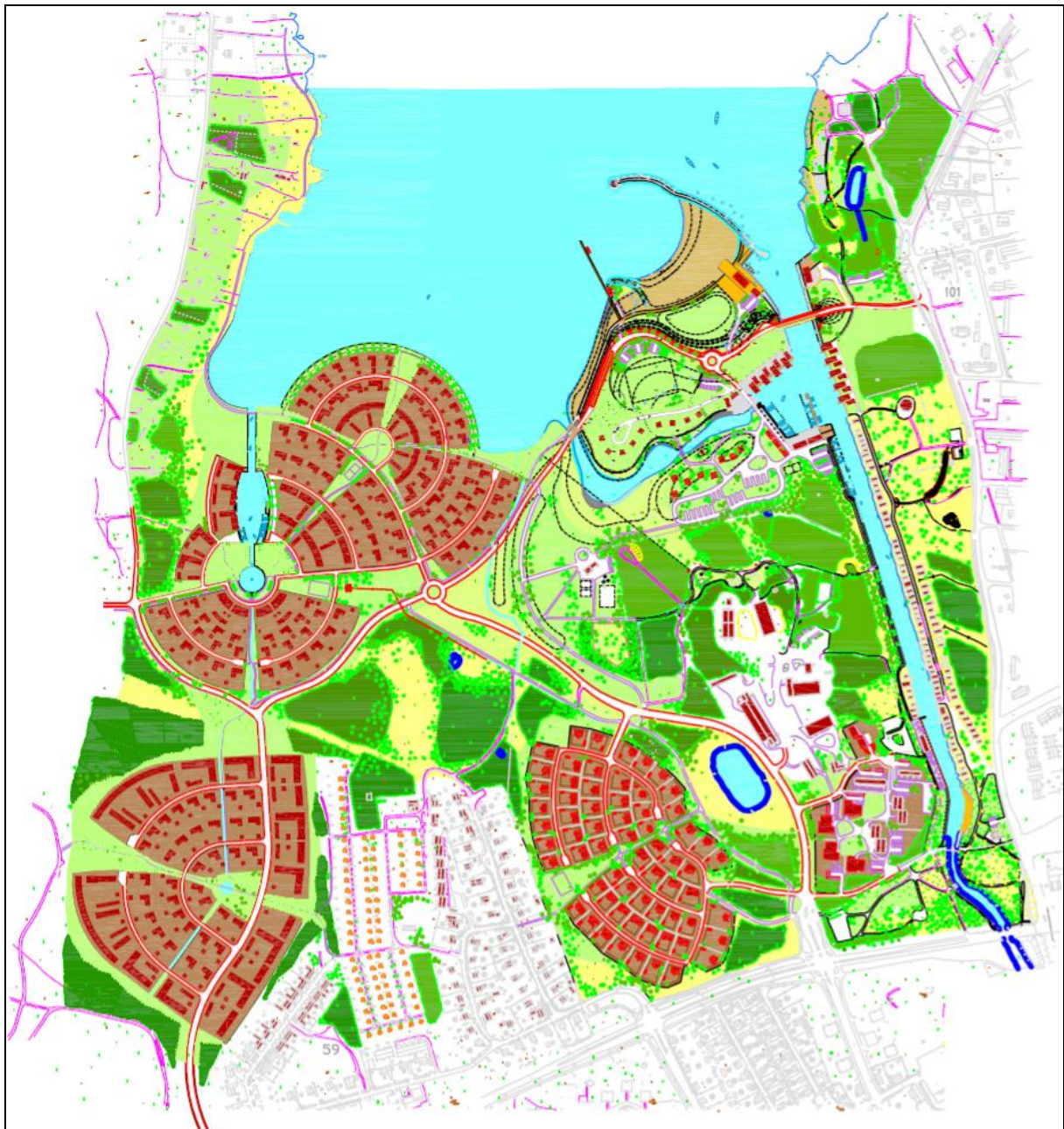
Tutkimuksen kohteena on Vanhansatamanlahden yleiskaava (kuva 1). Alue sijaitsee aivan Kokkolan keskustan tuntumassa. Alueelle arvioidaan sijoittuvan kaikkiaan 2 200 asukasta ja 210 työpaikkaa vuonna 2030.



**Kuva 1.** Vanhansatamanlahden yleiskaava. (Kokkolan kaupunki 2000)

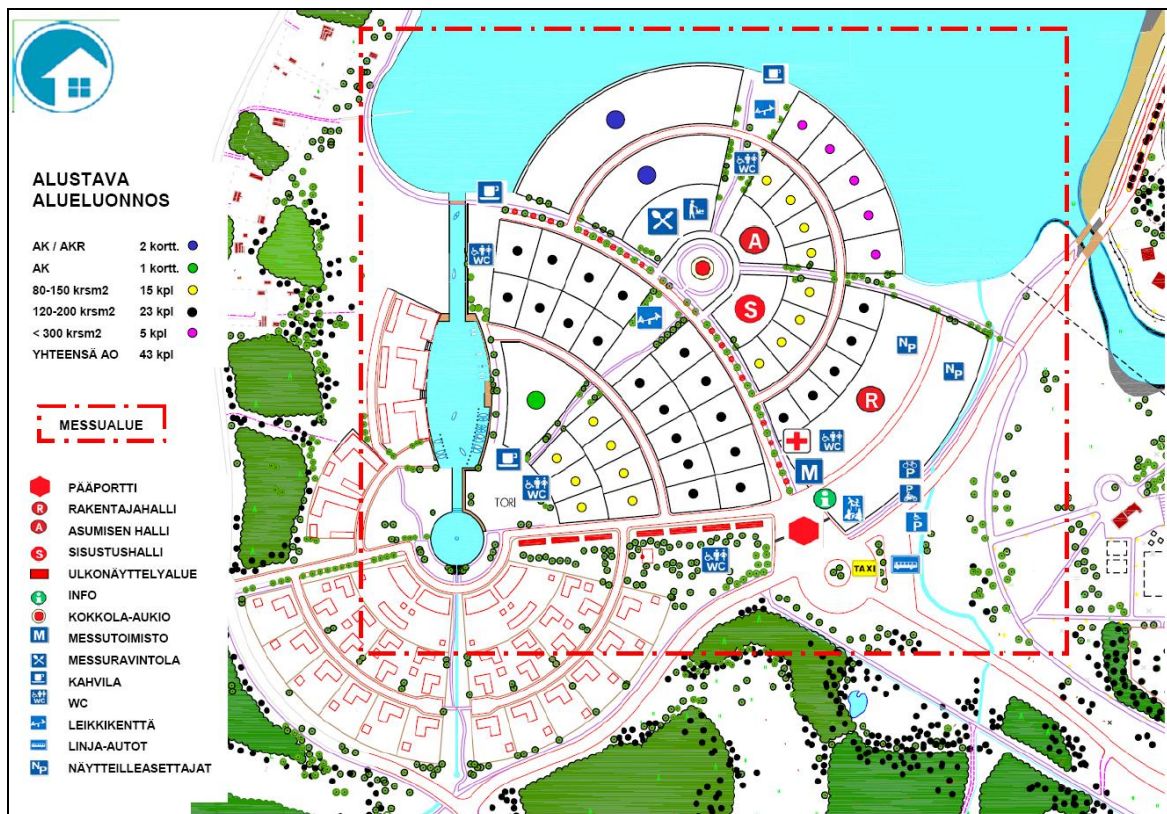


Yleiskaavaa analysoidaan ilmastonmuutoksen kannalta sekä hillitsemisen että sopeutumisen osalta. Tutkimusaineistona on käytetty yleiskaavakarttaa (kuva 1) ja alueelta laadittuja yksityiskohtaisempia suunnitelmia, Meri-Kokkolan luonnosta (kuva 2), vuoden 2011 asuntomesualueen luonnosta (kuva 3), Morsiussaaren ranta-asemakaavaehdotusta (kuva 4), Pikiruukin asemakaavoja (kuvat 5 ja 6), asemakaavojen yhdistelmää (kuva 7) ja muuta aineistoa.



**Kuva 2.** Meri-Kokkola. Luonnos. (Kokkolan kaupunki 2005)





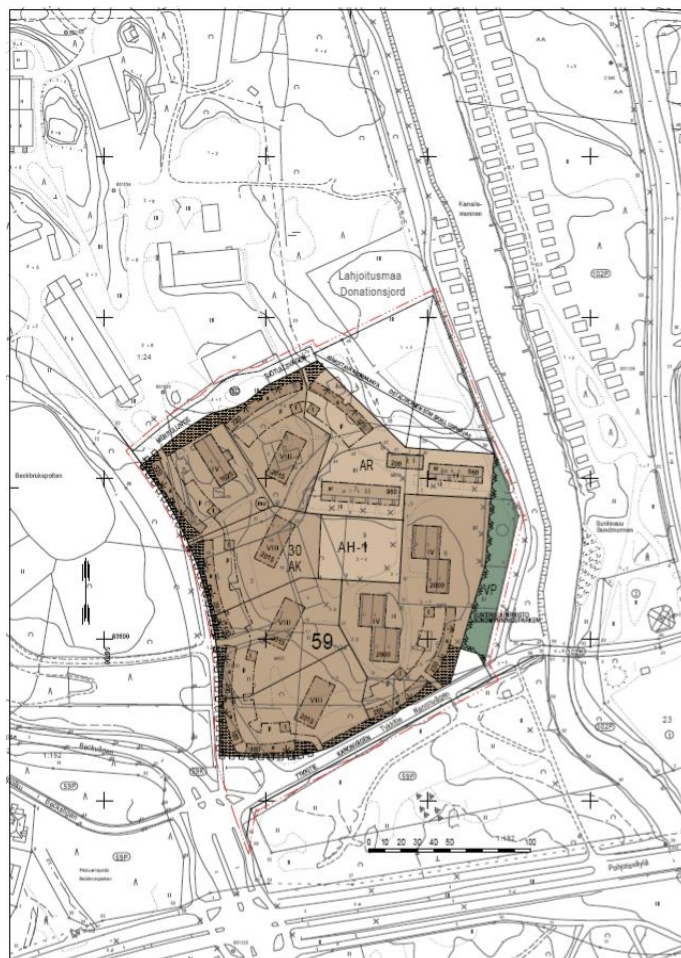
**Kuva 3.** Asuntomessualue 2011, alustava alueluonnos. (Kokkolan kaupunki 2007)



**Kuva 4.** Morsiussaaren ranta-asemakaavaehdotus (Kokkolan kaupunki, Sigmakonsultit 2006). Morsiussaaren alue säilyy huvila-alueena vuoteen 2017 asti. Alue on hyvin alavaa.



**Kuva 5.** Pikiruukin asuntoalueen asemakaava (Kokkolan kaupunki 2002). Alue sijoittuu vanhan ravidan paikalle.



**Kuva 6.** Pikiruukin asemakaava (Kokkolan kaupunki 2007).





**Kuva 7.** Asemakaavojen yhdistelmä (Kokkolan kaupunki 2007)





**Kuva 8.** Kokkolan Vanhansatamanlahti. Tuleva vuoden 2011 asuntomessualue on merkitty punaisella ympyrällä. (Kuva: Kokkolan kaupunki)



**Kuva 9.** Morsiussaari. Aluetta suunnitellaan vapaa-ajan asutuksesta pysyvän asutuksen alueeksi (Kuva: Kokkolan kaupunki)





**Kuva 10.** Maanpintaa nostetaan tulevaa rakentamista varten. (Kuva: Irmeli Wahlgren)



**Kuva 11.** Maanpintaa nostetaan tulevaa rakentamista varten. (Kuva: Irmeli Wahlgren)

## 4 Ilmastonmuutoksen simuloinnit rakentamisen ja maankäytön sovellutuksiin

### 4.1 Yleistä taustaa

Meteorologiset ja geofysikaaliset ääri-ilmiöt, kuten myrskytuulet, tulvat ja ankarat lumimyrskyt voivat aiheuttaa tuhoja rakennetulle ympäristölle. Yhdyskunnat on suunniteltava kestämään kohtuullisen usein esiintyvät luonnonilmiöt, mutta hyvin harvinaisiin ääritapauksiin vauriutuminen ei ole taloudellisesti järkevää, elleivät tapauksen vahingolliset seuraukset ole erityisen suuret (padot, voimalat, sähkönjakeluverkko, jne.). Infrastruktuurin suunnittelu perustuukin osaltaan siihen, että arvioidaan kullakin paikalla tarkasteltavalle kohteelle valitun turvallisuusrajan ylittävän ilmiön esiintymistodennäköisyys. Mitoituksessa käytettävä ääri-ilmiön arvo saadaan käänteisesti: Määritetään se ilmiön arvo, joka ylittyy tietyllä todennäköisyydellä eli toistuvuusajalla (normeissa yleensä 50 vuotta).

Toistuvuusanalyysyjä tehdään yleensä luonnonilmiöistä tehtyjen havaintojen avulla, mutta niitä voidaan tehdä myös numeerisilla ilmastomalleilla simuloidun datan avulla. Uusia menetelmiä tähän kehitettiin VTT:ssä Ympäristöklusterin rahoittamassa EXTREMES projektissa v. 2004 - 2008 (Makkonen 2005, 2006, 2008a, 2008b).

Tulevaisuudessa globaali ilmastonmuutos aiheuttaa muutoksia myös ääri-ilmiöiden toistuvuudessa. Kun rakennettu ympäristö suunnitellaan yleensä ainakin 50 vuoden käyttöikä ajatellen, ja mitoituksen perusteena on mittausaineisto esim. 30 edeltävän vuoden ajalta, on hyvin kyseenalaista ovatko suunnitteluperusteet oikeat, jos ilmastossa tapahtuu merkittäviä muutoksia. EXTREMES-hankkeessa tutkittiinkin globaalien ilmastonmuutoskenaarioiden ja alueellisen ilmastomallin avulla sitä, miten ilmastonmuutos vaikuttaa ääri-ilmiöiden esiintymiseen Suomessa ja muissa pohjoismaissa (Makkonen et al. 2007).

Näitä laskentatuloksia voidaan tarkastella erikseen Kokkolan osalta, jolloin saadaan keskeistä perustietoa paikallisesti ilmastonmuutokseen sopeutumistoimia varten erityisesti olemassa olevan rakennuskannan riskiarvioiden ja korjaustarpeiden, rakennusnormien uusimisen ja maankäytön suunnittelun kannalta (Ala-Outinen et al., 2004).

### 4.2 Ilmastosimuloinnit

Tässä esitettävät ilmastosimulointien tulokset perustuvat mallisysteemiin, joka koostuu koko maapallon kattavasta globaalista ilmacehä/meri laskentamallista ja Pohjoismaiden aluetta kuvaavasta Ruotsin ilmatieteen laitoksen (SMHI) laskentahilaltaan tarkemmasta alueellisesta ilmastomallista RCAO (Rummukainen et al., 2001, Räisänen et al., 2004). Siinä on mukana erillinen Itämeren lämpötila- ja jääoloja simuloiva malli.

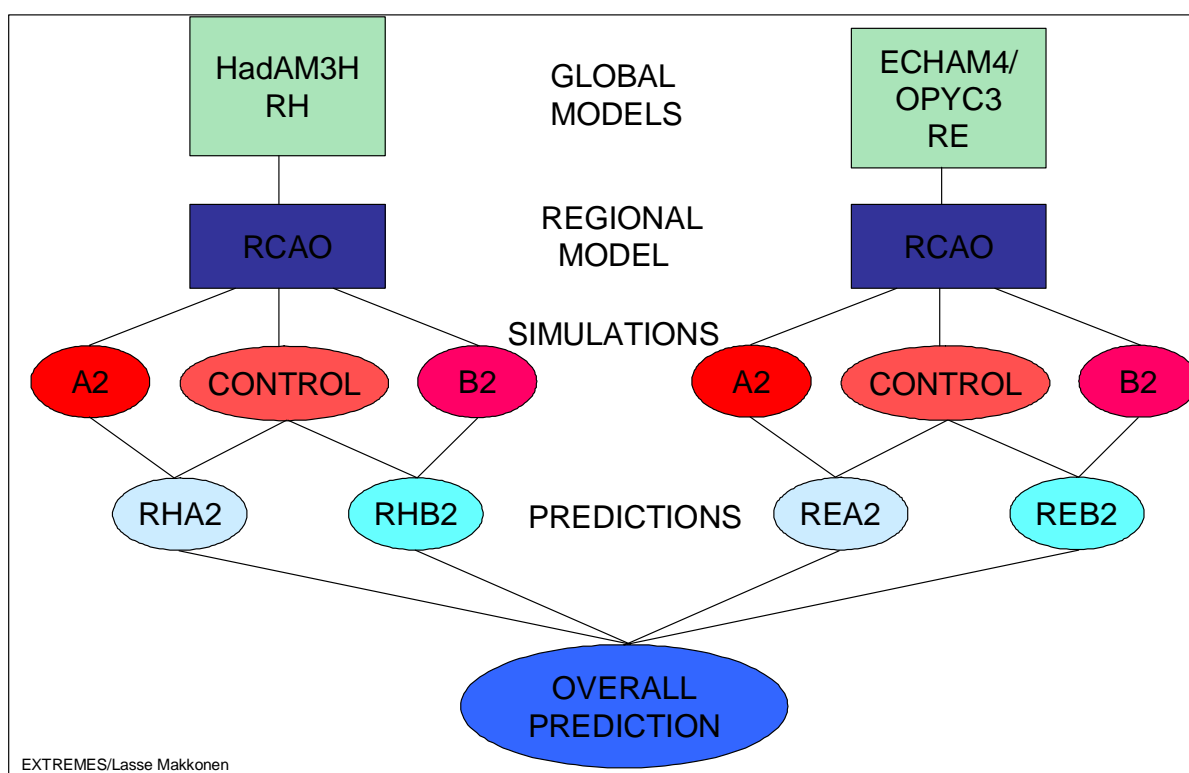
Tutkittava mallisysteemillä tuotettu data käsittää useita 30-vuotisia malliajoja 49 km erotuskvyyllä ja kuuden tunnin aikaresoluutiolla Pohjolan alueelle. Näistä malliajodatoista on poimittu ääritapauksia ja tehty niistä tilastollista ääriarvoanalyysia.

Tulevaisuutta simuloivat ajot pohjautuvat hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin (IPCC) A2- ja B2-skenaarioihin, jotka antavat kaksi vaihtoehtoista arviota kasvihuonekaasujen päästöistä tulevien 100 vuoden aikana. A-skenaariot ovat kulutusyhteiskuntaskenaarioita ja B-skenaariot tähtäävät kestävään kehitykseen. Tässä käytettävät A2- ja B2-skenaariot ovat ääri-



päiden välissä. Alueelliset RCAO-ajot käyttävät hyväkseen reunaehtona kahden eri globaalimallin (Hadley Centre ja Max Planck Institute) tuloksia. Näin on saatu neljä erillistä mallienustetulosta, joiden keskiarvoa voidaan tarkastella ”parhaana ennusteena”. (Makkonen et al. 2007, kuva 12)

Vertailuajojen 1961-1990 tuloksia on verrattu ennusteajon 2071-2100 tuloksiin ja näistä laskettu prosentuaaliset muutokset kerran 50 vuodessa ylittyville arvoille. Muista julkaistuista tuloksista (Rummukainen & Räisänen, 2001, Palmer & Räisänen, 2002, Räisänen et al., 2004 sekä Merentutkimuslaitoksen jäätilastot) on etsitty vertailtavaksi myös tarkasteltavien suureiden keskiarvoissa samalla mallisysteemillä lasketut ennakoitavat muutokset.



**Kuva 12.** Periaatekuva mallisimuloinneista ilmastonmuutokseen liittyvien ääri-ilmiöiden esiintymisen muutoksen ennakoimiseksi.

### 4.3 Ääriarvoanalyysi

Viidenkymmenen vuoden toistuvuusajaa vastaavat arvot on analysoitu EXTREMES-projektissa kehitetyllä menetelmällä (Makkonen 2005, 2006, 2008a, 2008b). Tulokset perustuvat simulointijakson 15 suurimman (minimilämpötilan tapauksessa pienimmän) arvon analyysiin sovittamalla niihin GEV-jakauma siten, että sen parametrit määräytyvät empiirisesti jokaisessa tapauksessa erikseen. Sovitus on tehty minimoimalla tarkasteltavan muuttujan varianssi pienimmän neliösumman menetelmällä.

## 5 Ennakoitu ilmastonmuutos Kokkolassa

Tulokset perustuvat Ruotsin ilmatieteen laitoksen (SMHI) Rossby Centre:n maa-meri alueilmastomallin RCAO simulointeihin. Extreemien osalta analyysit on tehty Helsingin yliopiston ja VTT:n yhteistyönä. Simuloinnit on tehty kahden globaalin mallin reunaehdoilla ja kahta eri Kansainvälisen Ilmastopaneelin IPCC määrittelemää päästöskenaariota A2 ja B2 käyttäen. Tulokset muutosten osalta kuvaavat näistä saadun neljän simuloinnin keskiarvoa Kokkolan kohdalla sijaitsevassa laskentapisteessä, joka vastaa mallissa 50km\*50 km aluetta.

Vertailujaksona ("nykytila") on simulointijakso 1961-1990 ja skenaariojaksona ("ennuste") on simulointijakso 2071-2100.

Extreemit eli maksimit ja minimiit kuvaavat keskimäärin kerran 50 vuodessa ylittyvää (alittuvaa) arvoa.

Arvioidut muutokset:

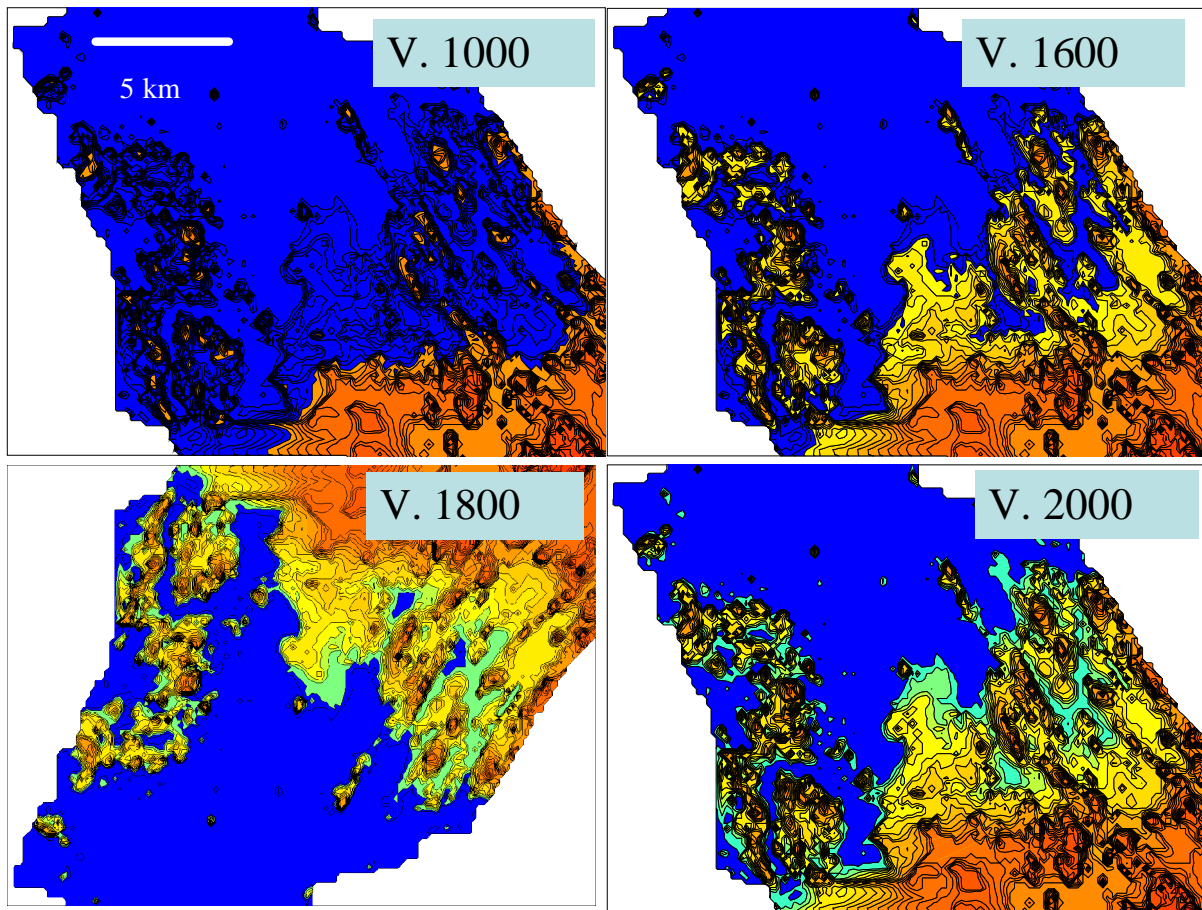
|                              |         |
|------------------------------|---------|
| Vuoden keskilämpötila        | +4 °C   |
| Maksimilämpötila             | +5 °C   |
| Minimilämpötila              | +12 °C  |
| Sulamis-jäätymissyklit       | -25 %   |
| Vuoden keskituulennopeus     | +0 %    |
| Maximituulennopeus           | -5 %    |
| Vuoden sademäärä             | +25 %   |
| 6 tunnin sademaksimi         | +40 %   |
| 5 vuorokauden sademaksimi    | +55 %   |
| 6 tunnin lumisademaksimi     | +30 %   |
| Lumipeitteen maksimivesiarvo | -35 %   |
| Lumipeitteen kesto aika      | -60 vrk |
| Meren jääpeitteen kesto aika | -80 vrk |

Vaikka maksimituulennopeus ei ääri-ilmiönä (50 vuoden toistuvuusajalla) kasva, kovat tuulet lisääntyvät, niitä on useammin.

## 6 Merenpinnan muutokset

### 6.1 Aikaisemmat muutokset

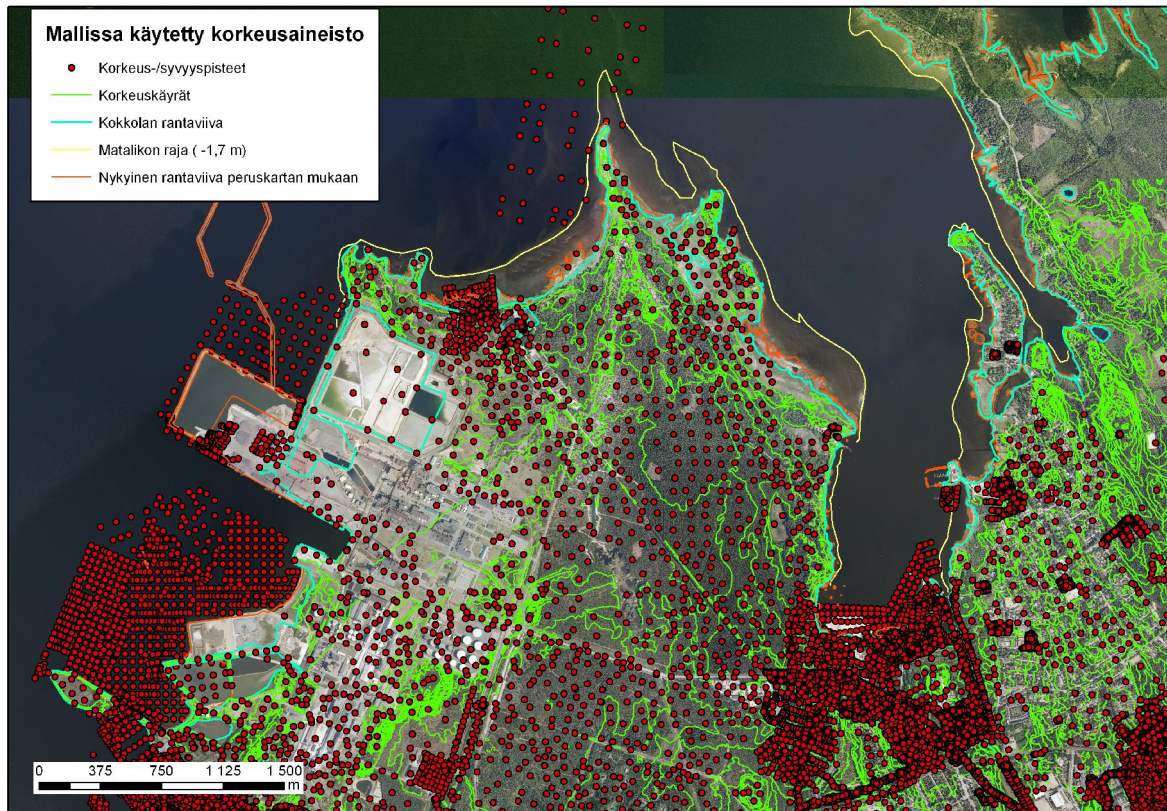
Kuvassa 13 esitetään Kokkolan merenpinta ja sen aikaisemmat muutokset nykytilanteeseen asti. Tutkimuksen kohteena oleva Vanhansatamanlahden alue on kohonnut merestä vähitellen.



**Kuva 13.** Maankohoaminen vuosina 1000 – 2000 Kokkolassa (Kokkolan kaupunki).

## 6.2 Muutokset ASTRA-projektin skenaarioiden mukaan

GTK on laatinut Kokkolan kaupungin antamasta korkeusaineistosta (kuva 14) tehtyjä malleja merenpinnan vaihtelusta eri skenaarioissa. Merenpinnan skenaariot on laskenut SMHI Swedish Meteorological and Hydrological Institute. (ks. Sea Level Change Affecting the Spatial Development in the Baltic Sea Region, Geological Survey of Finland, Special Paper 41)



**Kuva 14.** ASTRA-tutkimuksessa käytetty korkeusaineisto.

Maksimiskenaario/High case = Merenpinnan taso on NH60 järjestelmässä 10 cm ja NN järjestelmässä -42 cm Kokkolan seudulla.

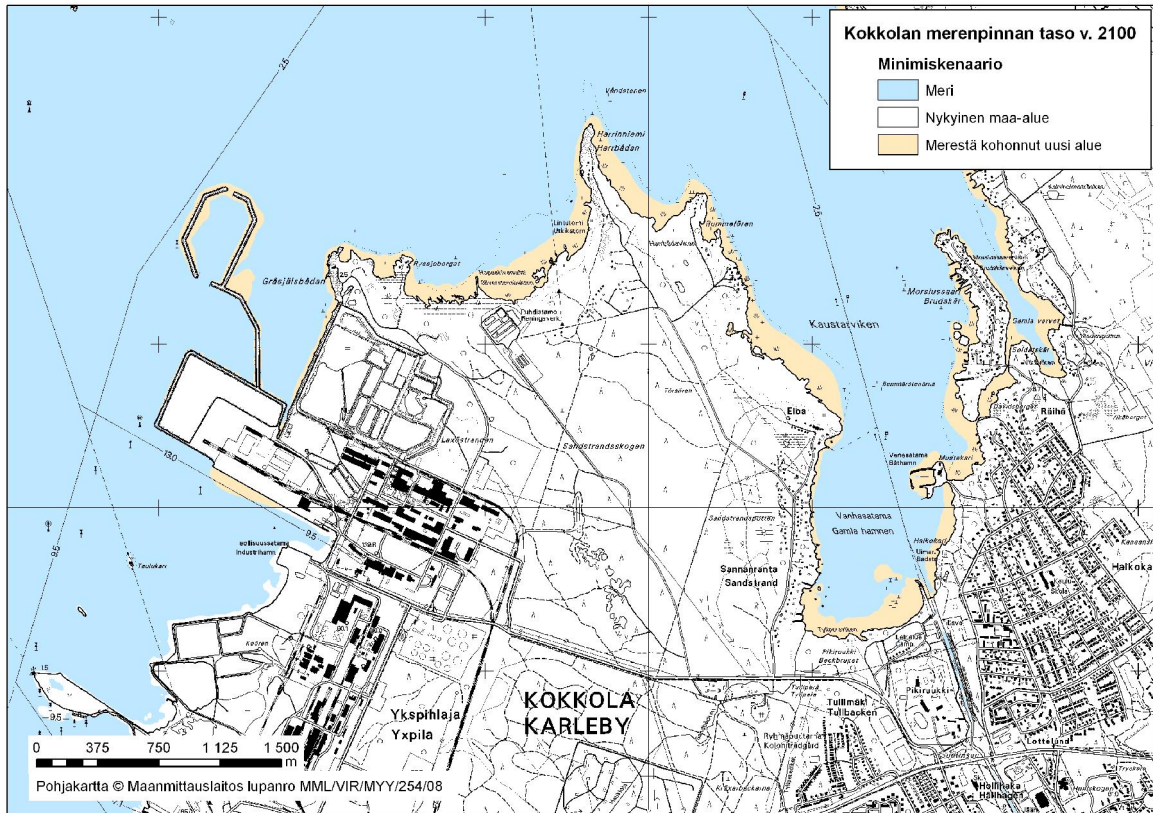
Keskiarvoskenaario/Ensemble case = Merenpinnan taso on -42 cm (NH60) ja -94 cm (NN) Kokkolan seudulla.

Minimiskenaario/Low case = Merenpinnan taso -87 cm (NH60) ja -139 cm (NN) Kokkolan seudulla.

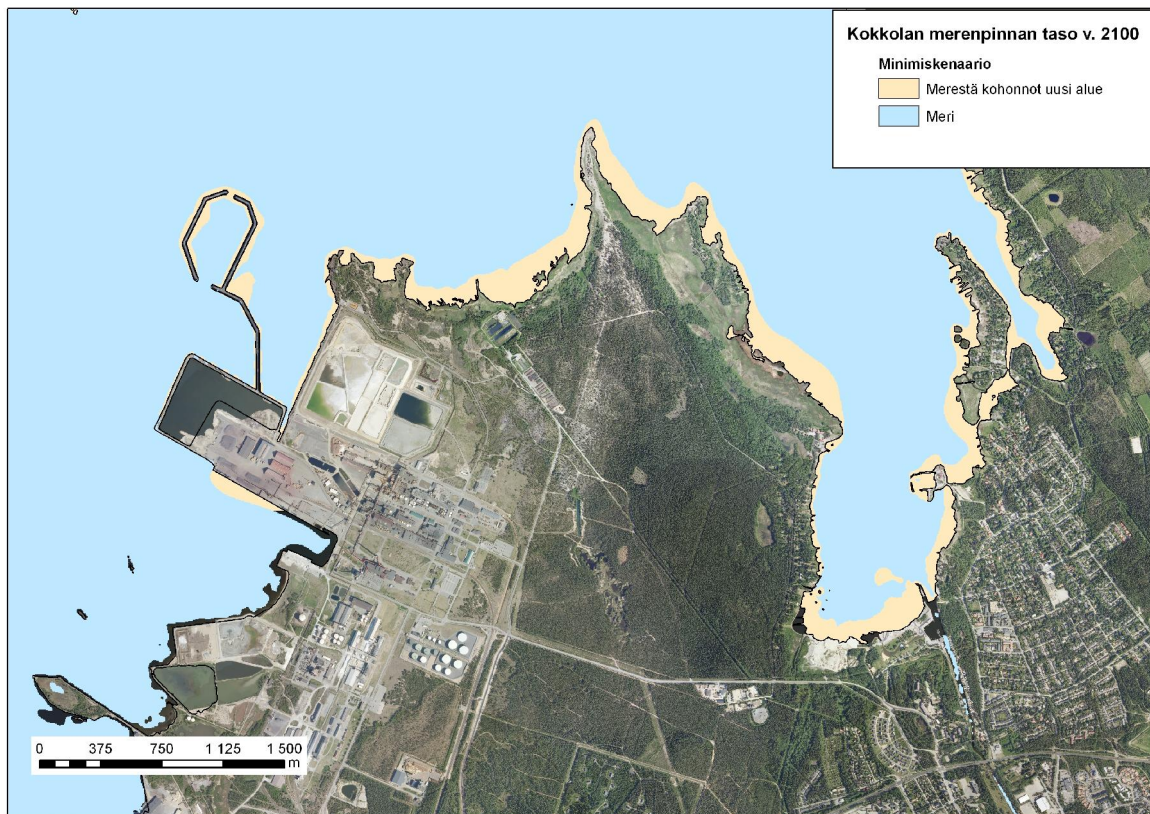
Minimi- ja keskiarvoskenaarioissa Kokkolan alueella maankohoaminen olisi voimakkaampaa kuin merenpinnannousu eli uutta maata merestä syntyisi vaikkakin hitaammin kuin tähän asti. Maksimi(HC) -skenaariossa merenpinnan taso olisi kutakuinkin samassa kuin nykyään. (GTK)

Kuvissa 15 – 23 esitetään arvioitu merenpinnan taso Kokkolassa eri skenaarioiden mukaan ja 1,5 metrin myrskytulva huomioiden.



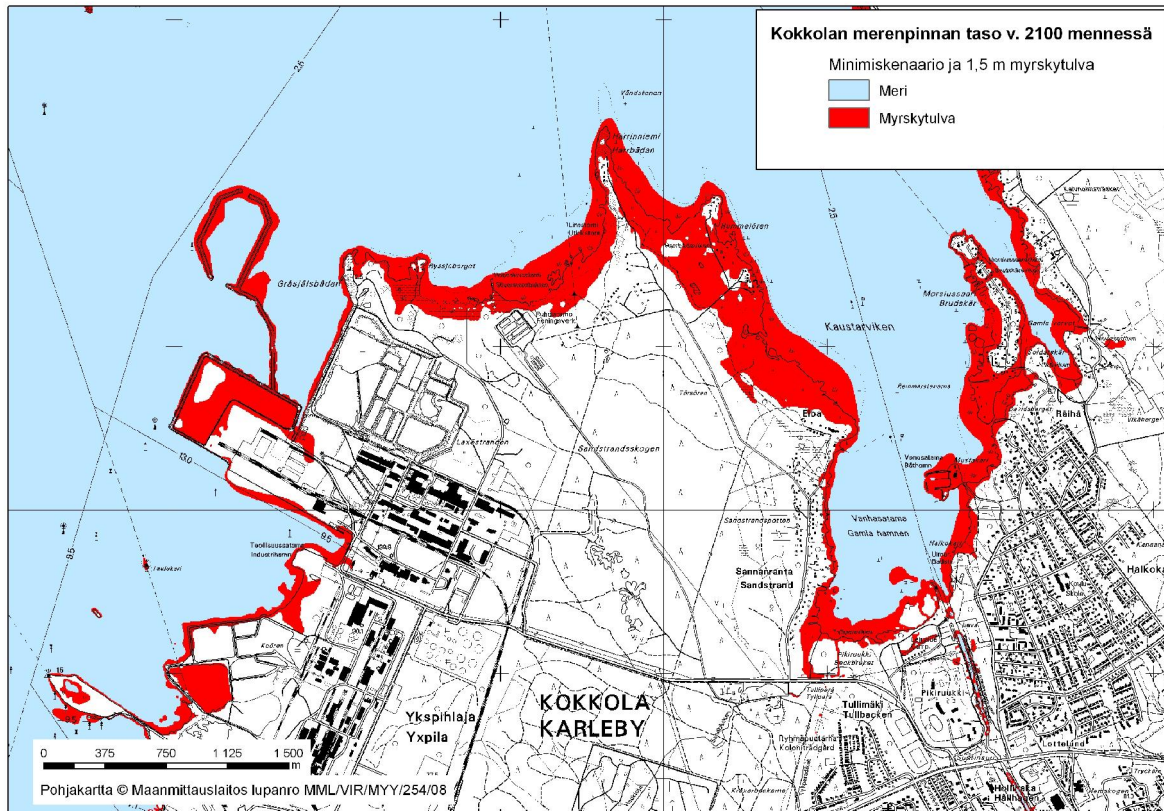


**Kuva 15.** Kokkolan merenpinnan taso vuonna 2100 minimiskenaarion mukaan (ASTRA).

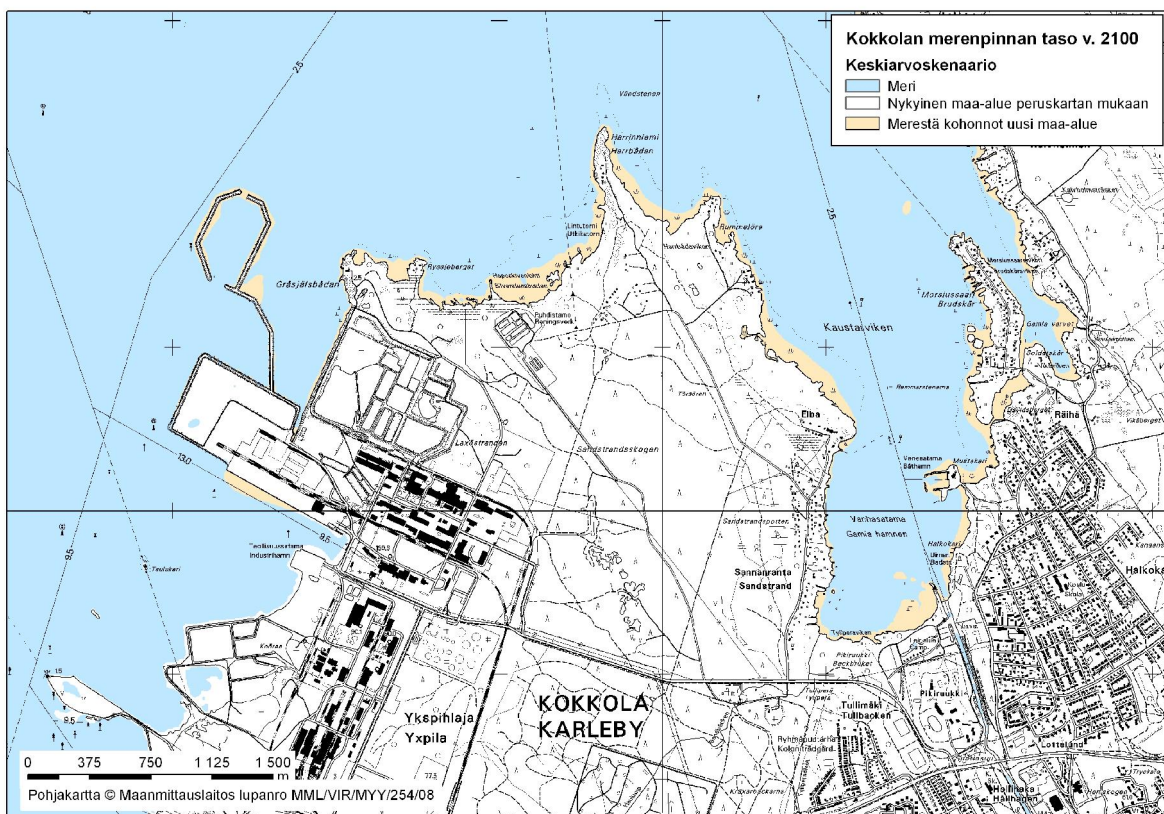


**Kuva 16.** Kokkolan merenpinnan taso vuonna 2100 minimiskenaarion mukaan (ASTRA).





**Kuva 17.** Kokkolan merenpinnan taso vuonna 2100 minimiskenaarion ja 1,5 metrin myrskytulvan mukaan (ASTRA).

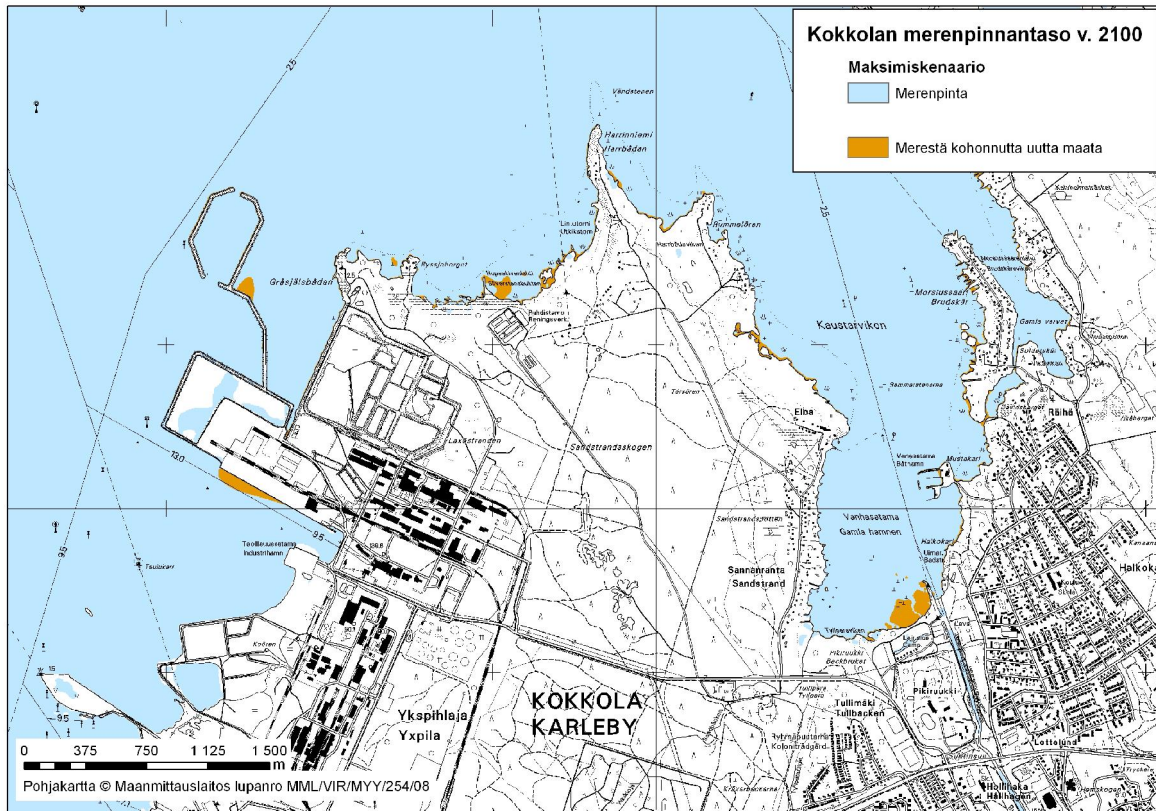


**Kuva 18.** Kokkolan merenpinnan taso vuonna 2100 keskiarvoskenaarion mukaan (ASTRA).

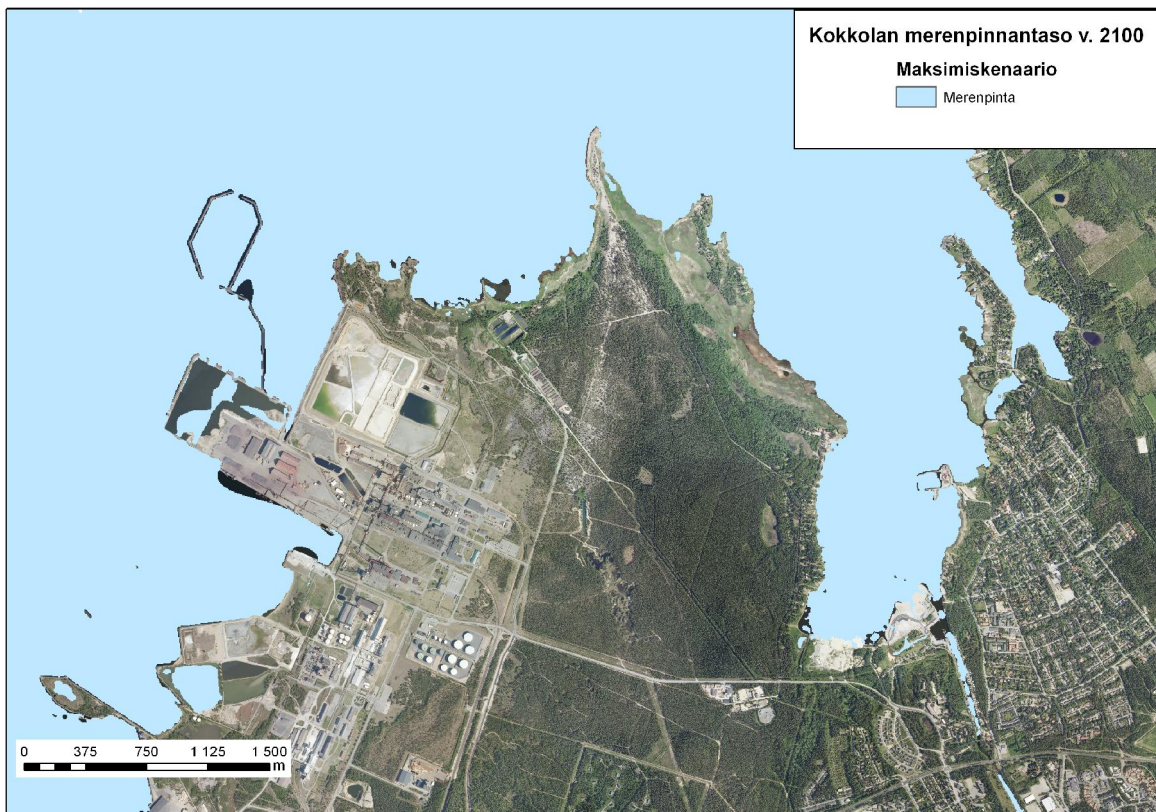




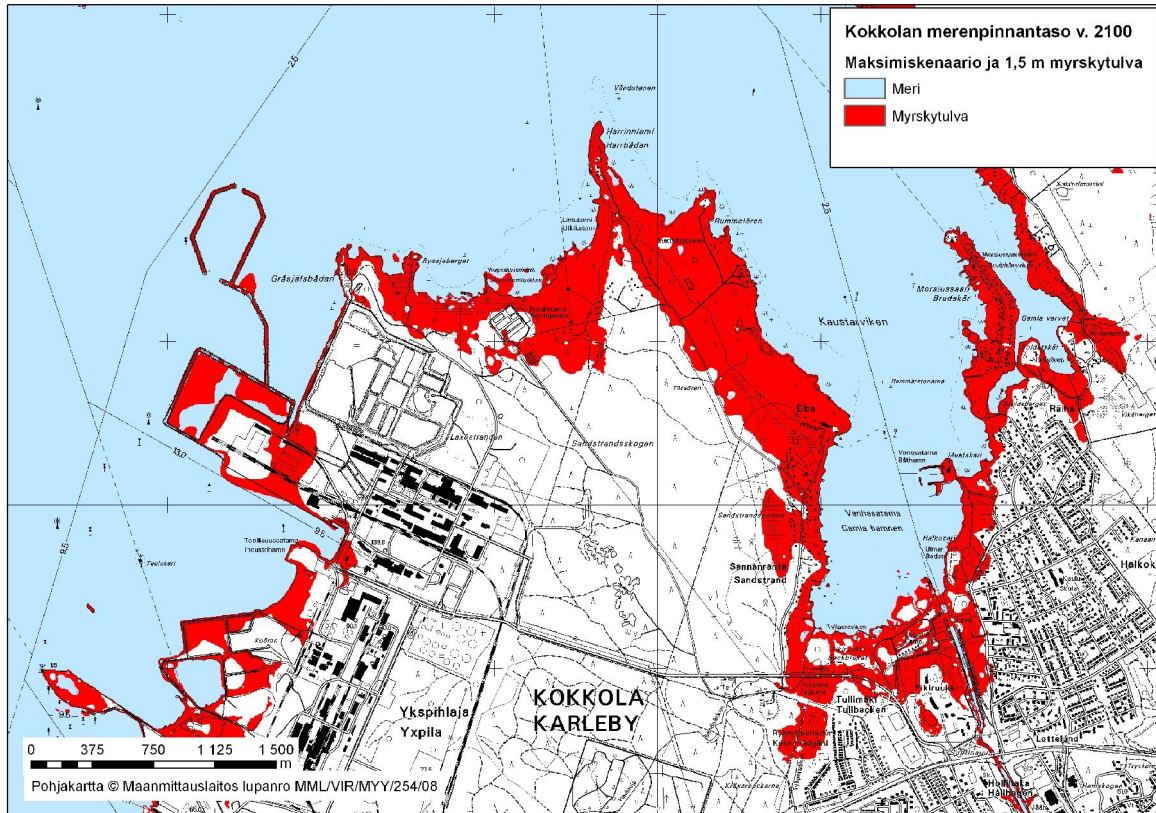




**Kuva 21.** Kokkolan merenpinnan taso vuonna 2100 maksimiskenaarion mukaan (ASTRA).



**Kuva 22.** Kokkolan merenpinnan taso vuonna 2100 maksimiskenaarion mukaan (ASTRA).



**Kuva 23.** Kokkolan merenpinnan taso vuonna 2100 maksimiskenaarion ja 1,5 metrin myrskytulvan mukaan (ASTRA).

Yleiskaavaa arvioitaessa ilmastonmuutokseen varautumisen kannalta pohjana on käytetty maksimiskenaariota ja 1,5 metrin myrskytulvaa (kuva 23).

### 6.3 Ilmastoskenaariot ja niiden vaikutus vedenkorkeuteen Kokkolassa

Merentutkimuslaitoksen raportin mukaan Suomen rannikon vedenkorkeuksien pitkä- ja lyhytaikaisiin muutoksiin vaikuttavat seuraavat tekijät: maankohoaminen, valtameren pinnan nousu, Itämeren kokonaisvesibalanssi, tuuli, ilmanpaine, Itämeren ominaisheilahtelu eli seiche sekä vuorovesi.

Kokkolan edustalla maankohoamisen arvoksi on laskettu n. 8 mm vuodessa. Keskimääräisen vedenkorkeuden pitkäaikaisen muutoksen suunta määräytyy maankohoamisen ja valtameren pinnan nousun erosta. Tulevaisuudessa valtameren pinnan nousun ennustetaan kiihtyvän, jolloin keskimääräinen vedenkorkeus saattaa lähteä nousuun erityisesti Perämerellä.

Suomen rannikon vedenkorkeuden pitkäaikaiseen käyttäytymiseen vaikuttaa myös Itämeren kokonaisvesimäärä. Sitä säätelee pääasiassa veden vaihto Tanskan salmien läpi. Tanskan salmien ahtaudesta johtuen veden vaihto on hidasta, eivätkä nopeat vedenkorkeusvaihtelut tasoi tu salmien läpi. Vesimäärän vaihtelut ovat sidoksissa länsivirtauksen voimakkuuteen. Vedenkorkeuden pitkäaikaiset vaihtelut ovat samantapaisia koko Itämerellä. Lyhytaikaisten vaihteluiden kannalta tärkeimmät tekijät ovat tuuli ja ilmanpaine. Niiden vaikutus voi olla hyvinkin paikallinen.

Ilmanpaine vaikuttaa vedenkorkeuteen ns. käänteisen barometriefektin kautta. Korkea ilmanpaine painaa vettä alaspäin, kun taas matalapaine nostaa vedenpinnan tasoa. Teoriassa yhden millibaarin ilmanpainemuutos aiheuttaa yhden senttimetrin vedenkorkeusmuutoksen käytännössä muutos on pienempi. Itämeri on lähes suljettu allas, jossa esiintyy vedenkorkeuden heilahtelua altaan päästä toiseen. Vuorovesi on amplitudiltaan vain joidenkin senttimetrin luokkaa Suomen rannikolla.

Vanhansataman lahdella paikalliset olosuhteet aiheuttavat vedenkorkeuden poikkeamisen Kokkolan edustan yleisestä arvosta. Näistä tärkein on luoteis- ja pohjoistuulen aiheuttama veden pakkautuminen lahden pohjukkaan. Tähän tilanteeseen aina liittyy myös aallokkoa. (Kahma & Johansson)

## 6.4 Alimman korkeusaseman laskentaan vaikuttavia tekijöitä

Merentutkimuslaitoksen tutkimuksen “Alimmat suositeltavat rakennuskorkeudet Pohjanlahden, Saaristomeren ja Suomenlahden rannikoilla” (Kahma et al. 1998) mukaan alin suositeltava rakennuskorkeus Kokkolan alueella on 1,55 m N60-järjestelmän nollakohdan yläpuolella. Tämä on keskimäärin kerran vuoteen 2200 mennessä saavutettava vedenkorkeus, ja siihen sisältyy minimiaaltoiluvara 30 cm. Suositus perustuu seuraaviin rakennuksia koskeviin oletuksiin:

- Rakennuskorkeuden enintään metrin luokkaa oleva nosto ei mainittavasti muuta rakennuskustannuksia tai vähennä rakennuksen käyttöarvoa.
- Tulvimisen aiheuttamat vauriot ja esimerkiksi homevaurioiden korjaus aiheuttavat merkittäviä kustannuksia rakennuksen kokonaiskustannuksiin verrattuna.
- Merivesi saa saavuttaa alimman suositeltavan tason rakennuksen käyttöaikana todennäköisimmin vain kerran ja korkeintaan muutamia kertoja, mutta ei toistuvasti.
- Rakennuspaikan edessä olevalle rannalle ei pääse aaltoja.

Nämä oletukset vaikuttavat suositukseen koska Itämeren rannoilla meriveden tulvariskit ovat hyvin paljon riippuvia siitä, miten pitkälle tulevaisuuteen riskiä katsotaan. Esimerkiksi vuoden 2002 aikana riski saavuttaa vedenkorkeus 1,55 m N60-tason yläpuolella on noin 1/200. Vaikka seuraavan kahden sadan vuoden aikana korkeus 1,55 m saavutetaan todennäköisesti kerran, se ei tarkoita, että riski saavuttaa 1,55 m olisi yhden vuoden aikana 1/200. Meriveden vaihteluiden luonne Itämerellä on sellainen, että tulvariskin epäsuhtainen kasvu ajan mukana koskee sekä vuosikymmenien, vuosien että kuukausien pituisia ajanjaksoja.

Alimman rakennuskorkeuden määrittelyyn vaikuttavat:

- Aallokko ja roiskeet.
- Hyväksyttävä ylityksen todennäköisyys, joka riippuu tulvimisen aiheuttaman vahingon laadusta ja laajuudesta.
- Rakennuskorkeuden noston kustannukset ja korkeudesta riippuva käyttöarvo.
- Käyttöikä.(Kahma & Johansson)

## 6.5 Aallonkorkeus Vanhansataman lahdella

Rantaan kohdistuvan aallokon korkeuteen vaikuttavat saaristo, rannan muoto ja rantaveden mataluus. Vanhansatamanlahdella korkeampaa aallokkoa voi syntyä luoteismyrskyillä, jolloin se kohdistuu Morsiussaareen, sekä pohjoismyrskyillä, jolloin hirsyt vyöryvät lahden pohjukkaan saakka.

Rannan mataluus Vanhansatamanlahdella hillitsee aaltojen korkeutta. Keskituulennopeudella 25 m/s aallokko suunnittelualueella on seuraavan asetelman mukainen (Ollila):

| KOHDE           | AALLON NOUSUKORKEUS |
|-----------------|---------------------|
| Morsiussaari    | 100 cm              |
| Lahden pohjukka | 50 cm               |

Lisäksi tulevat pärskeet.



# 7 Ilmaston ja sen muuttumisen vaikutus kaava-suunnitteluun

## 7.1 Suomen ilmasto

Ilmasto voidaan tarkastella kolmella eri tasolla: suurilmasto, keski-ilmasto ja itse alueella vallitseva mikroilmasto. (Mattson 1979)

Suomen suurilmasto on lounaasta vuorotellen tulevien atlanttisten matalapaine- ja korkeapainejärjestelmien hallitsema. Säännöllisesti esiintyy myös muutaman vuorokauden pituisia kylmiä pohjoistuulia, lämpimiä etelätuulia sekä ajoittain mantereisia kaakkoistuulia, jotka yleensä ovat kesäisin lämpimiä, talvisin kylmiä, ja joiden mukana monesti tulee runsaita sateita.

Vuotuisten maksimi- ja minimilämpötilojen ero on Suomessa suuri. Rakennuksen julkisivun lämpötila voi talvella olla  $-25^{\circ}\text{C} \dots -45^{\circ}\text{C}$ , kesäisin auringossa  $+50^{\circ}\text{C} \dots +80^{\circ}\text{C}$ , mikä tarkoittaa yli 100 asteen lämpötilaeron rasiutusta julkisivumateriaaleille. (Mattson 1979, Tilastoja)

## 7.2 Kokkolan ilmasto kaava-suunnittelun kannalta

Kokkola rajoittuu lännessä mereen, mistä syystä tuulet pääsevät kaupunkiin lännessä ja luoteesta suurella voimalla. Eri mittausasemat antavat toisistaan huomattavasti poikkeavat tuuliruusut, mikä hieman vaikeuttaa kokonaiskuvan luomista tilanteesta.

Kokkolan ilmasto on havainnoitu lähellä kaupunkia olevilla mittausasemilla, jotka antavat toisistaan hieman poikkeavia tuloksia. Kosilan lämpökeskuksella sijaitsevalla meteorologisella asemalla keskimäärin vallitsevia ovat lounaistuulet, mutta myös pohjois-, länsi- ja luoteistuulia on usein (taulukko 1). Ykspihlajan asemalla vallitsevat keskimäärin kaakko-lounaissektorin virtaukset, mutta myös luoteis- ja pohjoistuulet ovat yleisiä. Kosilan ja Ykspihlajan mittaussarjat ovat kuitenkin sen verran lyhyitä, ettei niiden pohjalta voida tehdä luotettavia johtopäätöksiä. Nämä mittaukset osoittavat kuitenkin voimakkaan merituuli-maatuuli ilmiön olemassaolon. (Kokkolan kaupunki)

**Taulukko 1.** Tuulensuuntien prosentuaalinen jakauma Kokkolassa Kosilan lämpökeskuksella; pohjoinen = tuulee pohjoisesta päin jne. (Kokkolan kaupunki)

|             | <b>Pohjoinen</b> | <b>Koillinen</b> | <b>Kaakko-</b> | <b>Lou-</b> | <b>Länsi</b> | <b>Luode</b> |              |              |
|-------------|------------------|------------------|----------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|             | <b>nen</b>       | <b>nen</b>       | <b>itä</b>     | <b>ko</b>   | <b>Etelä</b> | <b>nas</b>   | <b>Länsi</b> | <b>Luode</b> |
| <b>1994</b> | 21               | 7                | 0              | 2           | 7            | 16           | 31           | 12           |
| <b>1995</b> | 25               | 8                | 2              | 3           | 6            | 17           | 25           | 10           |
| <b>1997</b> | 22               | 4                | 4              | 2           | 10           | 21           | 20           | 13           |
| <b>1998</b> | 16               | 8                | 5              | 2           | 12           | 26           | 20           | 8            |
| <b>1999</b> | 15               | 5                | 5              | 3           | 12           | 28           | 19           | 10           |

Riittävän pitkäaikaisen havaintoaineiston saamiseksi ilmastollisina lähtökohtatietoina on käytetty Ilmatieteen laitoksen ilmastotilastoja vuosilta 1961 - 1990. Rannikon keskimääräisen suurilmaston tuulitilanteen kuvaamiseksi on tuuliruusuihin laskettu Kruunupyyn ja Mäskärin havaintoasemien keskiarvo. Koska tavanomaiset ilmastotilastot eivät sisällä riittävää informaatiota suunnittelun pohjaksi, on tuulisuus jaettu neljälle vuodenajalle, ja tältä pohjalta on



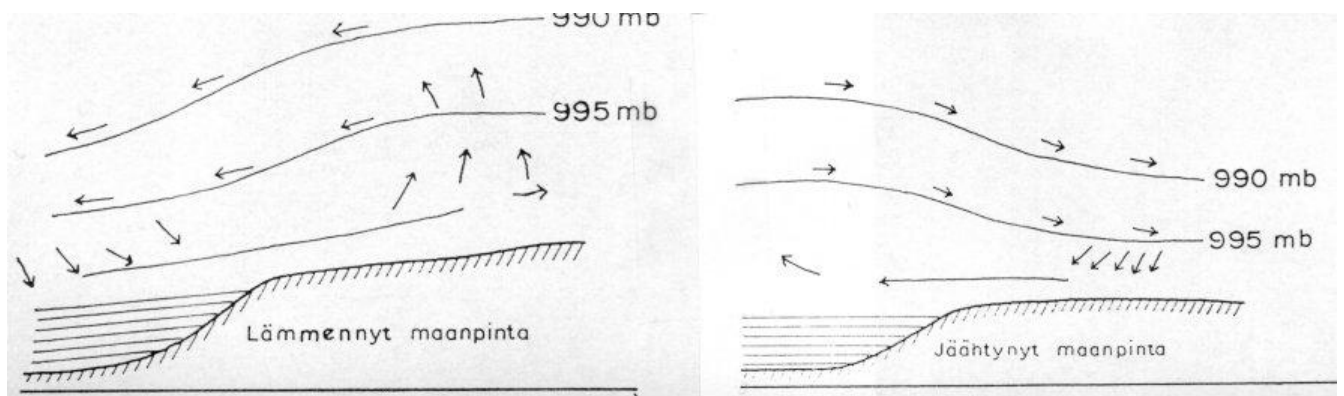
laadittu kuvaus Kokkolan ilmastosta kaavoituksen ja arkkitehtisuunnittelun kannalta. Ilmastomuutoksen ennuste perustuu luvuissa 4 ja 5 kuvattuun alueellisen ilmastomallin simulointiin ja sen tuloksiin. (Tilastoja)

Kokkolassa rannikolla esiintyy kaikkina vuodenaikoina suuria keskituulennopeuksia, jotka edellyttävät suunnittelun kannalta erityistoimenpiteitä:

- Kevät: pohjoinen, etelä, lounas.
- Kesä: pohjoinen.
- Syksy: pohjoinen, etelä, lounas, länsi, luode.
- Talvi: pohjoinen, etelä, lounas, länsi, luode.

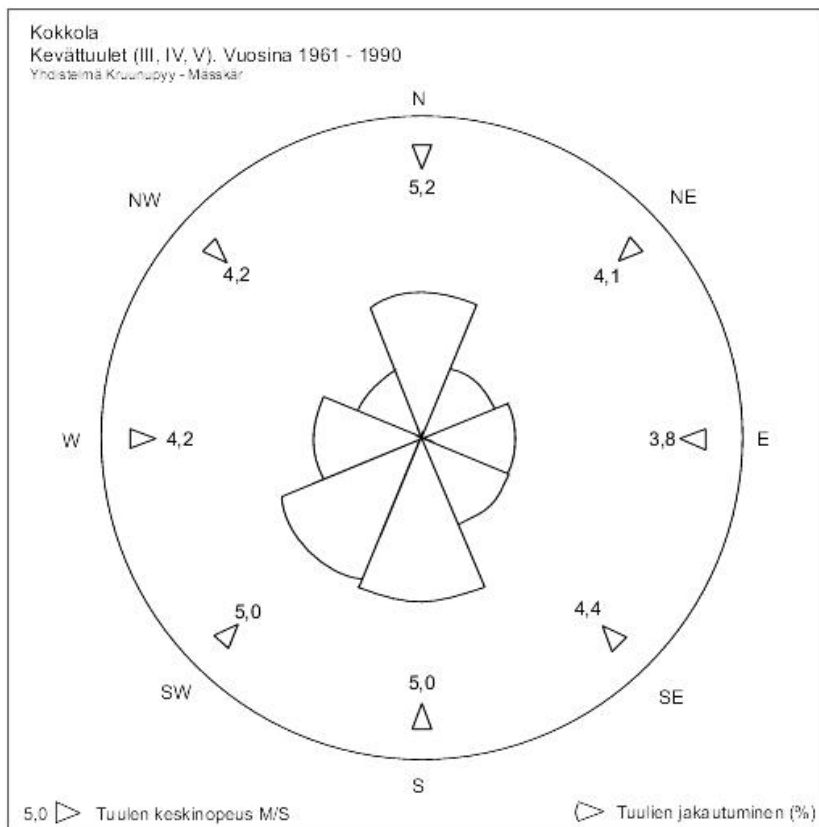
Keski-ilmastoa muokkaa voimakkaasti rannikosta johtuva vuorokautinen tuulijärjestelmä, jossa esiintyy päiväsaikaan läntinen merituuli ja yöaikaan heikko maatuuli. Tämä rannikkotuuli on yleinen erityisesti keväisin ja kesäisin aurinkoisina päivinä. Merituulen ympäristöä kuormittava voima on nähtävissä sekä rakennuksissa että maastosta. (Kuva 23)

Yleisesti ottaen pihojen ja oleskelualueiden suojauksen kannalta tärkeimmät tuulensuunnat Kokkolassa ovat meren suunta sekä pohjoinen. (Mattson, Tilastoja)

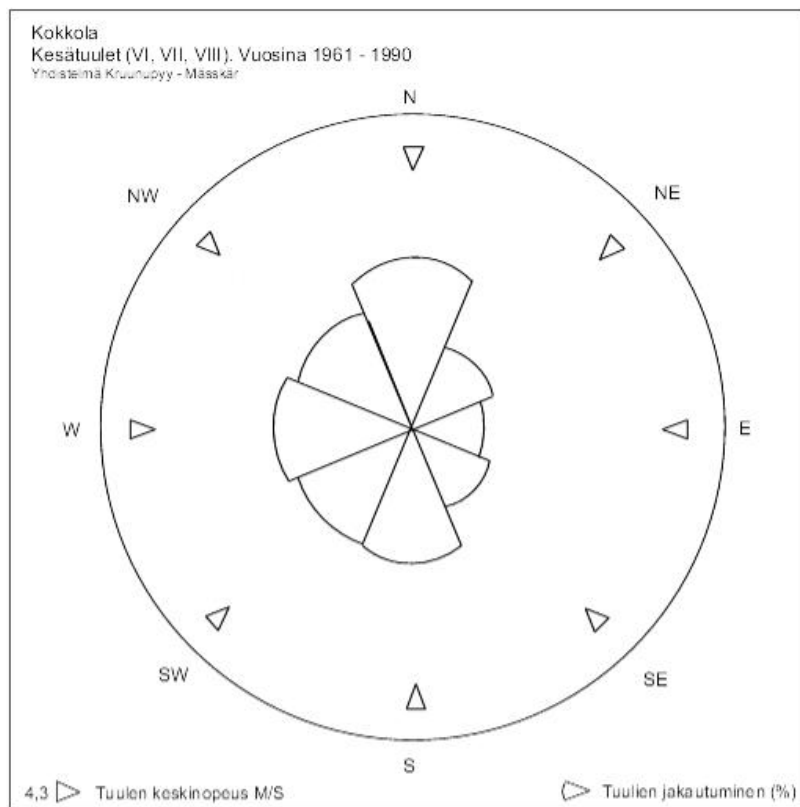


**Kuva 23.** Merituuli syntyy aurinkoisina päivinä maan lämmitessä ja maatuuli yöllä meren säilyttäessä lämpönsä. (Venho)

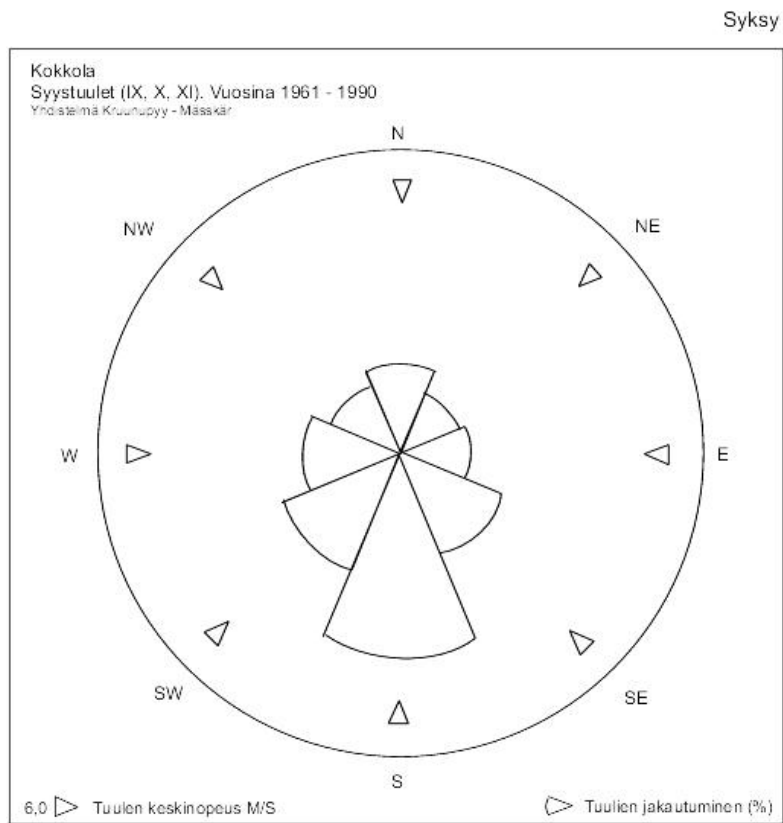
Eri vuodenaikoina esiintyvät tuulensuunnat ja niiden keskimääräinen nopeus Kruunupyyn + Mäskärin sääasemilla on esitetty kaavioissa (kuvat 24 - 27).



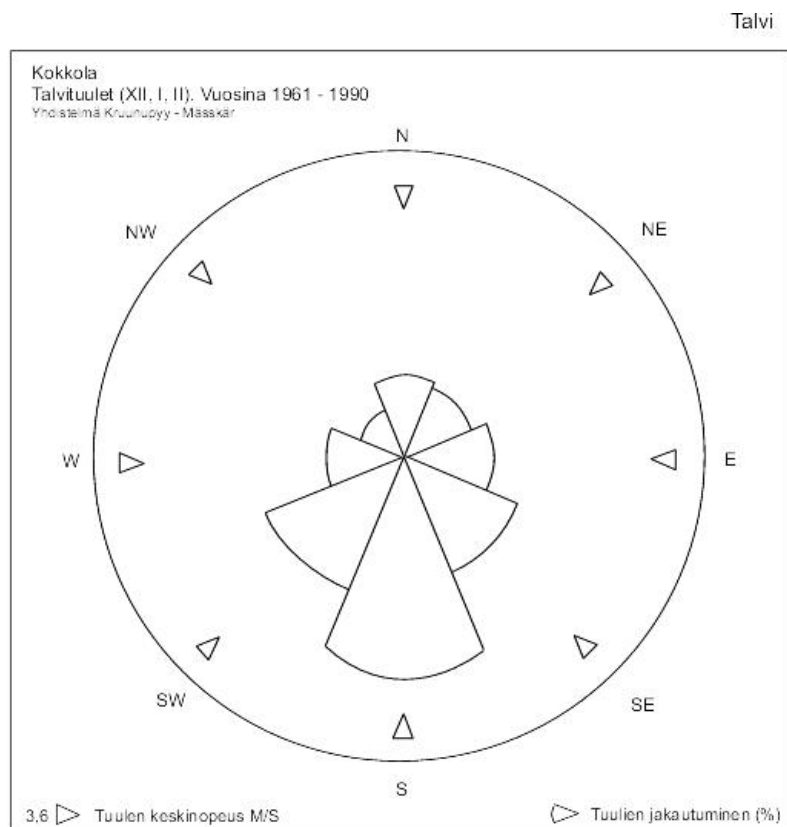
**Kuva 24.** Tuulen keskinopeus ja jakautuminen keväällä Kokkolassa 1961 – 1990.



**Kuva 25.** Tuulen keskinopeus ja jakautuminen kesällä Kokkolassa 1961 – 1990.



**Kuva 26.** Tuulen keskinopeus ja jakautuminen syksyllä Kokkolassa 1961 – 1990.



**Kuva 27.** Tuulen keskinopeus ja jakautuminen talvella Kokkolassa 1961 – 1990.

### 7.3 Vanhansataman alueen mikroilmasto

Kaupunginosan mikroilmastoa muokkaavat vesistöt, yhtenäiset metsät ja tulevaisuudessa rakennettavat kerrostalomassat, joiden ympärillä esiintyy tuulikanavia sekä ylös- ja alaspäin suuntautuvia turbulensseja. Myös avoimet katutilat ja viheriöt sekä suuret paikoituskentät ovat varsin tuulisia. Voimakkaat ilmavirtaukset tekevät ulkona olemisen kylmäksi, kadulla kulkemisen vaaralliseksi, aiheuttavat vaurioita kylmänaroille kasveille ja lisäävät energiankulutusta. Toisaalta tuulet ovat sikäli hyödyksi, että ne tuulettavat pois pakokaasut ja muut ilmansaasteet.

Suunnittelualueen länsipuolella kasvaa metsää, joka suojaa suurinta osaa alueesta länsituulilta. Lahden pohjoinen ja itäinen ranta ovat erityisen avoimia kylmille merituulille. Maatuuli ja muut itäiset virtaukset eivät Elbaa lukuun ottamatta vaikuta kovin voimakkaasti. Etelätuulia vastaan alue on suhteellisen hyvin suojattu.

Pihojen, leikkikenttien, kevyenliikenteenväylien ja linja-autopysäkkien viihtyisyyden kannalta tärkeintä on suojautuminen länsi-, luoteis- ja pohjoistuulia vastaan. Energian säästämiseksi rakennusten julkisivuja tulisi suojata kaakko-lounais-sektorista sekä pohjoisesta kohdistuvilta viimoilta

Olevaa rakentamista, tulevia kaava-alueita ja mikroilmastoa on seuraavissa luvuissa arvioitu TkL Kimmo Kuismasen kehittämällä CASE-menetelmällä.(Kuismanen)

### 7.4 Rakennettujen alueiden mikroilmaston laadun kriteerit

Ihmisen kokemaa tuulisuutta on tutkittu kokeellisesti useissa maissa, ja näiden selvitysten perusteella on laadittu tuulisuuden raja-arvoja jalankulun ja erilaisten ulkotoimintojen kannalta. Alla olevassa taulukossa on esitetty mikroilmaston laatuksiteerit, jotka on useiden tutkimusten perusteella sovellettu Skandinavian ilmasto-olosuhteisiin (taulukko 2). (Daniels, Glaumann & Westerberg 1988)

**Taulukko 2.** Ulkoalueiden tuulisuuskriteerit (Glaumann & Westerberg 1988, suom. Kimmo Kuismanen)

| Ulkoalueiden tuulisuuskriteerit ajallisena vallitsevuutena (%) ja koettuna tuulennopeutena. Kriteerit pätevät sekä kenttä- että tuulitunnelimittauksien tuloksiin. |  |   |
|--|--|---|
|  | Vaihtoehtoiset raja-arvot  |   |
| Ulkoalueet   | Sen ajanjakson osuus vuodesta, jolloin tuulennopeutta 5 m/s ei saa ylittää | Tuulen vuotuinen keskiarvo m/s, jota ei saa ylittää |
| Kävely- ja pyörätiet - henkilövahinkojen riski   | 50 %   | 5   |
| Lyhyen oleskelun ulkotila, esim. tori, bussipysäkki - raja hyväksyttävälle olosuhteille  | 20 %   | 3   |
| Pitkäaikaisen ulkona olemisen alue, esim. oleskelu- ja leikkipaikat - tavoitteellinen olosuhteiden raja  | 0,5 %  | 1,5   |

Useilla tuulensuunnilla vapaan ilmavirtauksen keskinopeus Vanhansatamanlahdella ylittää 4 m sekunnissa. Eräissä kaavaluonnoksen katutiloissa ja korkeiden rakennusten ympärillä on odotettavissa jopa 6-7 m sekunnissa keskinopeuksia ja myrskyjen aikaan vaarallisia puuskia,

jotka aiheuttavat henkilövahinkojen riskin. Tällaiset nopeudet edellyttävät tutkimusten ja em. kriteerien mukaan erityisiä suojaustoimenpiteitä.

## 7.5 Ilmastonmuutos ja sen vaikutus Kokkolassa

Alueellisen ilmastomallin simuloinnin perusteella (luku 5) Kokkolan ilmastossa tulee tapahtumaan useita muutoksia:

- lämpötilat tulevat nousemaan
- vesisateet ja sateen rajuus lisääntyvät
- lumimäärät vähenevät, mutta lumimyrskyt voivat olla ankaria
- meri on jäässä nykyistä lyhyemmän ajan, jolloin aallokko, kosteus ja roiskeet lisääntyvät.

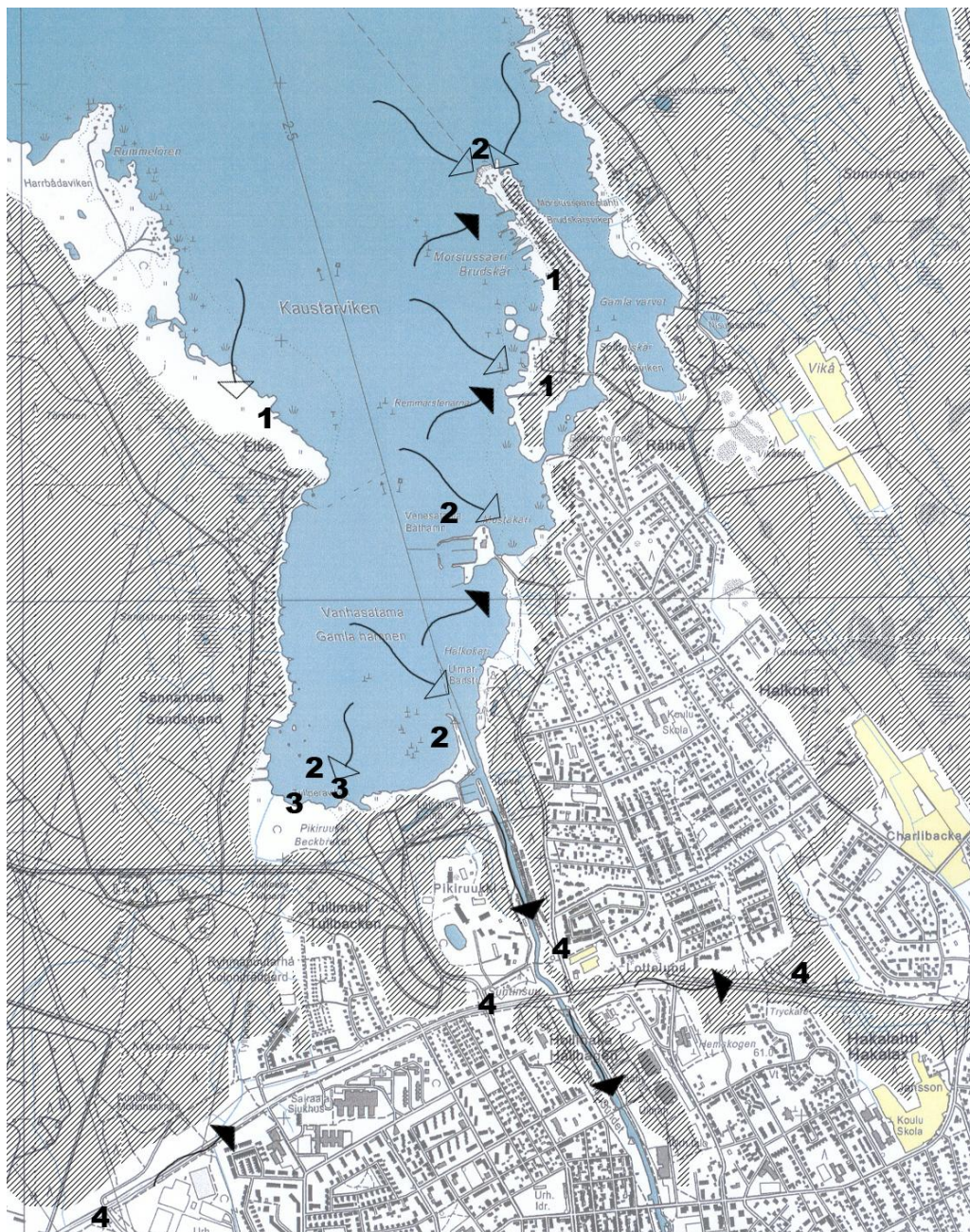
Lämpötilan nousu tulee vähentämään kylmyydestä johtuvaa lämmönkulutusta. Toisaalta Vanhansataman alueella tuulen jäähdyttävä voima on merkittävä, ei energiansäästötoimenpiteistä voida tinkiä.

Vaikka tuulisuus ei tulevaisuudessa Kokkolassa nykyisestä lisäänny keskituulennopeuden ja maksimituulennopeuden ääriarvojen (kerran 50 vuodessa ylittyvien maksimien) osalta, kovat tuulet lisääntyvät, niitä on useammin. Tuuli rasittaa rakennuksia ja vaikeuttaa kävelyä ja pyöräilyä. Rantalaitureilla ja silloilla kulkeminen on vaikeaa, ja kattorakenteisiin, julkisivuihin, katoksiin sekä parvekelasitukseen kohdistuu suuria tuulikuormia.

Sateiden huomattava lisääntyminen on huomioitava sadevesiviemäreiden mitoituksessa.

Meren pysyminen sulana kauemmin, yhdessä tuulen lisääntymisen kanssa, pidentää kosteaa tuulista välivuodenaikaa. Kosteuden lisääntyminen nollalämpötilan molemmin puolin lisää liukkautta. Rantoihin kohdistuu pidempään terävä aallokko, joka rantaa tullessaan heittää pisaroita rantakaduille ja niiden varrella olevien rakennusten julkisivuihin. Kuvassa 28 esitetään Vanhansataman alueen tuulisuuskartta.





VOIMAKAS KYLMÄ POHJOIS- TAI LUOTEISTUULI.



VOIMAKAS LÄNSI- TAI LOUNAISTUULI.



SUOJAMETSÄ.

- 1) ALAVA, TUULILLE JA MYRSKYTULVILLE ALTIS RANTAKAISTA.
- 2) RANNALLA MYRSKYTUULIA JA LENTÄVIÄ PISAROITA.
- 3) ASUNTOALUE TÄYTTÖMAALLA.
- 4) RUNSAASTI LIIKENTEEN PÄÄSTÖJÄ.

**Kuva 28.** Vanhansatamanlahden tuulisuuskartta.

## 7.6 Nykyisten rakennusalueiden analyysi

### 7.6.1 Kokkolan Yleiskaavan 2010 tavoitteita

Kokkolan Yleiskaava 2010:n tavoitteisiin kuuluu Kokkolan kehittäminen merikaupunkina suuntaamalla rakentamista meren läheisyyteen. Vanhansatamanlahden ja Suntin rannat ovat kaupunkirakenteen ja meren kohtausvyöhykettä, ja merta tuodaan enemmän esille leventämällä Kaupunginsalmea ja avartamalla Suntinsuuta, jonne keskittyy matkailupalveluita. Rannat on tarkoitettu säilyttää yleisessä käytössä, mutta myös rantaan ja rannan läheisyyteen kaavoitetaan rakentamista.

Pakokaasujen tuulettamisen vuoksi pääliikenneväylät tulisi avata ilmavirtauksille.

### 7.6.2 Elba, Sannaranta

Alue sijaitsee Vanhansatamanlahden länsirannalla, ja sen pohjoispäässä sijaitsevan Elban luoteispuoli on säilyvää luonnonsuojelualuetta, joka yhdessä Sananrannan metsävyöhykkeen kanssa antaa hyvän tuulensuojan Vanhansatamanlahden länsirannan pienimittakaavaiselle rakennuskannalle. Kaavassa alue on varattu pienimuotoiselle lomarakentamiselle, joten suoja-alue säilyy tulevaisuudessakin.

Elban rakennukset voivat tulevaisuudessa joskus joutua myrskytulvan uhkaamiksi. Erityisiä ilmastoon liittyviä toimenpiteitä ei tällä vyöhykkeellä tarvita.

### 7.6.3 Tuleva asuntomessualue

Vuoden 2011 asuntomessualue sijaitsee pääosin avoimella täyttömaalla pohjoiseen aukeavan merenlahden pohjukassa. Messualueen eteläpuolella kasvaa säilyvää tuuheaa metsää, joka suhteellisen hyvin suojaa etelätuulilta. Länsipuolella metsiköt toimivat tuulensuojina, mutta varjostavat ilta-auringon lähitaloilta. Pohjoissuunta jää täysin suojattomaksi merituulilta. Itäpuolen avoimet kentät ja vesialueet eivät tarjoa suojaa, mutta onneksi voimakkaita itätuulia esiintyy harvakseltaan.

Rakentamisen ja istutustenkin jälkeen pihat ovat vuosia avoimia tuulille, koska kookasta olevaa puustoa ei ole. Rantakorttelit aukeavat pohjoiseen ulapalle, altistaen rakennukset ja pihat vallitseville tuulille ja aallokon lennättämille vesipisaraille. Suunnitelmien mukaiset matalatiivis-korttelit saadaan oikein suunnitteleamalla mikroilmastoltaan miellyttäväksi. Alustavissa alueluonnoksissa kaavaillut, maisemallisesti viehättävät kanavat ja kiilamaiset puistot ohjaavat voimakkaan pohjoistuulen korttelin sisäosiin. Asuntopihat ovat suojauksilla hoidettavissa, mutta suorat katutilat ja avoimet kentät jäävät ilman erityistoimenpiteitä tuuliseksi. Mahdolliset muita korkeammat talot ohjaavat voimakkaita ilmavirtauksia katutasolle.

Ehdotetut suorat pääliikenneväylät mahdollistavat suuret ilmavirtausten nopeudet, mutta luonnoksessa esitetyt kaarevat katulinjaukset vaimentavat tuulisuutta. Esitetyt harvat puurivit lisäävät kohdallaan hieman katutason tuulisuutta erityisesti kesäisin ja alkusyksystä.

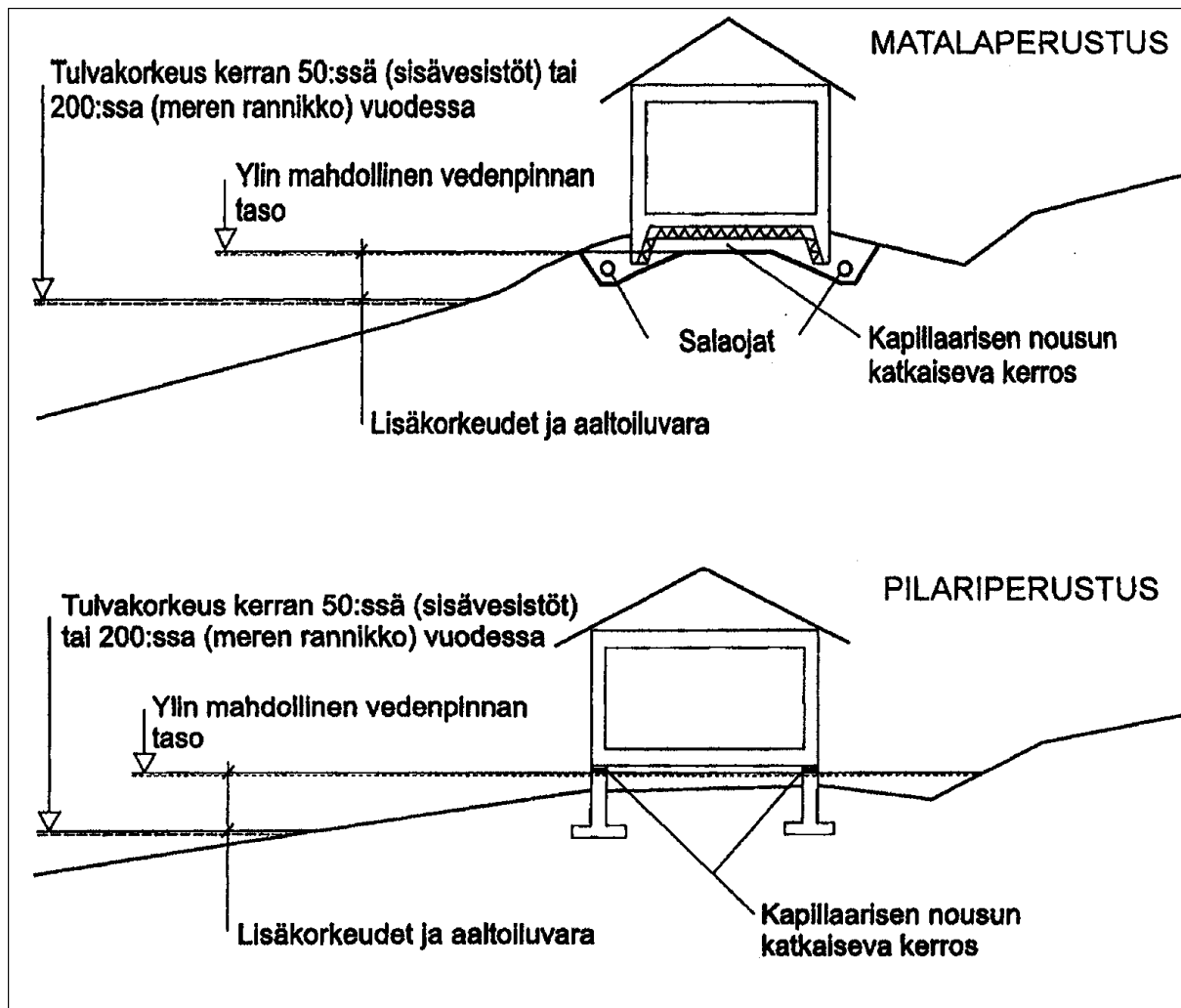
Maksimitulvan ja maksimiaallokon yhtäaikaisen esiintymisen perusteella rakennusten alin sallittu lattiakorko on Asuntomessualueella seuraava:

- Pilariperusteisen rakennuksen alapohjan alapinta noin + 2,2 m
- Matalaperusteisen rakennuksen lattiakorko noin + 2,7 m.

Korkeus määritellään kuvan 29 esittämien periaatteiden mukaisesti. Rannan muotoilu vaikuttaa oleellisesti roiskeiden määrään, eikä yllä olevissa korkeusasemissa ole huomioitu aaltojen aiheuttamia roiskeita, joten rakennusten etäisyys rannasta on oltava riittävä, tai taloihin on rakennettava muunlaisia suojarakenteita. Alapohjan täytön pitää estää kapillaarinen veden nousu rakenteisiin.

Asuntomessukorttelin suunnittelun kehittäminen voi lähteä seuraavista periaatteista:

- matala-tiivis pienimittakaavainen rakennuskanta
- asteittain nousevat suhteellisen tasaiset rakennuskorkeudet
- tuulen nostaminen kattojen yläpuolelle, ja pitäminen siellä
- tuulen vaimentaminen katutilassa ja piholla istutuksin ja rakentein
- rantojen virtausdynaaminen muotoilu tuulen ja aallokon haittojen minimoimiseksi
- pienoismallin tuulitestausta kaavoitusvaiheessa
- mahdollisesti pienoismallien tuulitestausta 1:500 yhteismallilla rakennussuunnitteluvaiheessa.



Kuva 29. Lattiatason määrittäminen eri perustamistavoilla. (Ollila)





Pohjoistuuli. Luoteistuulella tilanne on lähes samanlainen.

- 1) Ilmavirtauksia ja turbulensseja.
- 2) Alueelle suuntautuva tuulikanava.
- 3) Tuulinen katu.
- 4) Pohjoistuuli voi olla vaarallisen voimakas.
- 5) Kortteli rakentamaton alustavassa alueluonnoksessa.
- 6) Rakennusmassat aiheuttavat voimakkaita alaspäin suuntautuvia ilmavirtauksia ja pyörteisyyttä katutasoon.
- 7) Rakennukset aiheuttavat julkisivun suuntaisen pyörretuulen.

 Voimakas tuuli

 Pyörteinen tuuli

**Kuva 30.** Asuntomessukorttelin tuulisuus.



#### 7.6.4 Tullimäki, vanha ravirata, Pikiruukki

Alueen luonnontilainen puusto säilyy, mikä sinänsä jo takaa kohtuullisen hyvän perussuojan tuulilta. Läpikulkevat avoimet katutilat sen sijaan ovat hyvinkin tuuliset, mikä on epämiellyttävää kevyenliikenteen kannalta, mutta toisaalta tuulettaa liikenteen saasteet pois.

##### Tullimäki, vanha ravirata

Puiden suojaamat pientalokorttelit muodostavat pienilmastoltaan hyvää kaupunkikudosta viimeistään siinä vaiheessa, kun kasvillisuus on varttunut

##### Suunnittelun lähtökohdat

- olevan kasvillisuuden säilyttäminen
- pienimuotoinen täydennysrakentaminen.

##### Pikiruukki

Pikiruukinmälle suunnitellut kahdeksankerroksiset vapaastiseisovat kerrostalot sieppaavat puuston yläpuolelta eri suunnilta puhaltavat tuulet, ja ohjaavat voimakkaat ilmavirtaukset julkisivua myöden alas pihaille, aiheuttaen voimakkaita turbulenttisia puuskia sivuille ja jopa suojan puolelle. Tässä korttelissa positiivisen mikroilmaston luominen vaatisi arkkitehtonisia erityistoimenpiteitä (ks. suunnitteluohjeet).

##### Suunnittelun lähtökohdat

- olevan kasvillisuuden säilyttäminen
- ilmastotietoinen rakennussuunnittelu ja pienoismallien tuulitestaus.

Kuvissa 31 ja 32 esitetään Pikiruukin alueen tuulisuusanalyysit.



VALLITSEVA TUULENSUUNTA.



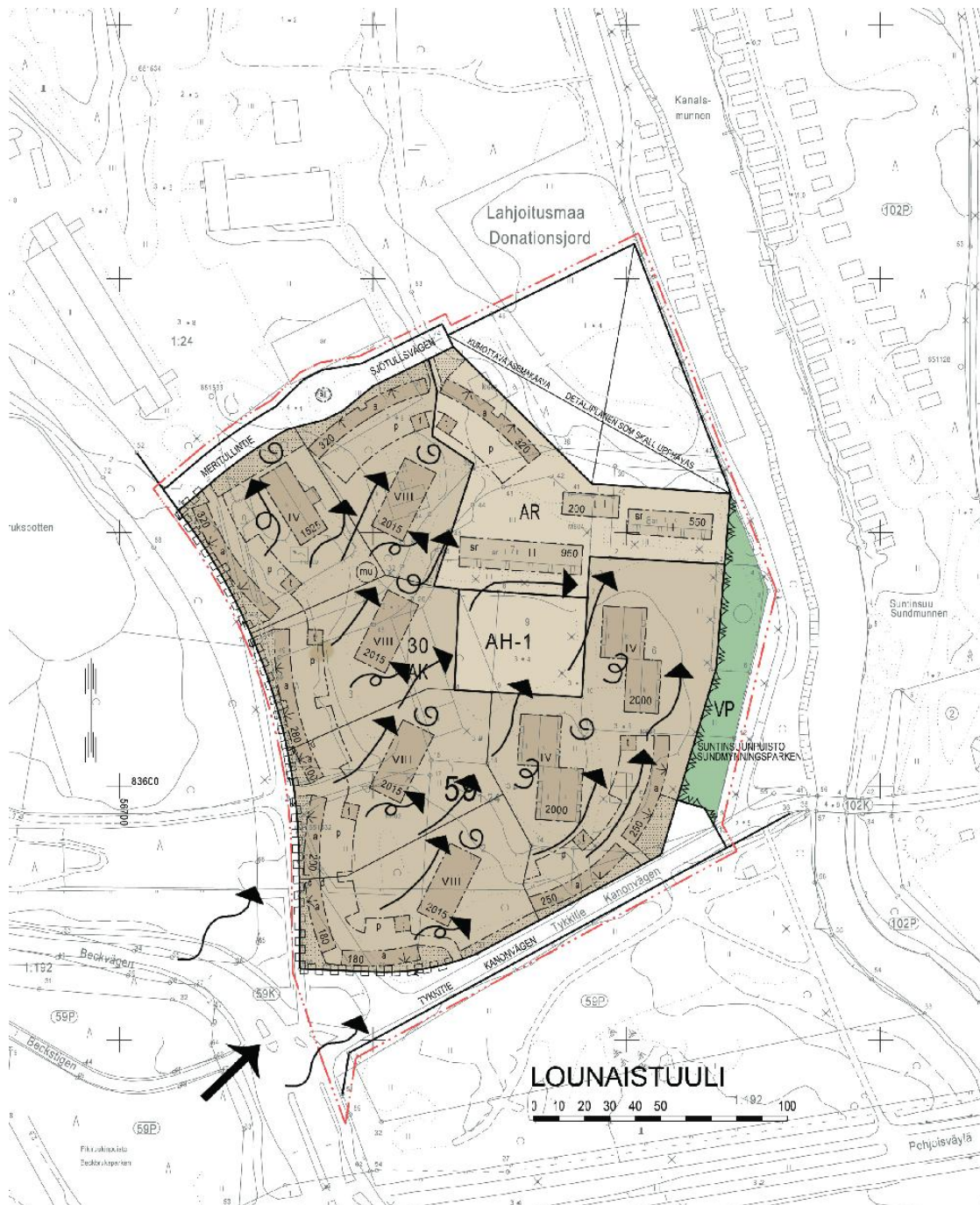
VOIMAKAS ILMAVIRTAUS MAANTASSOSSA.



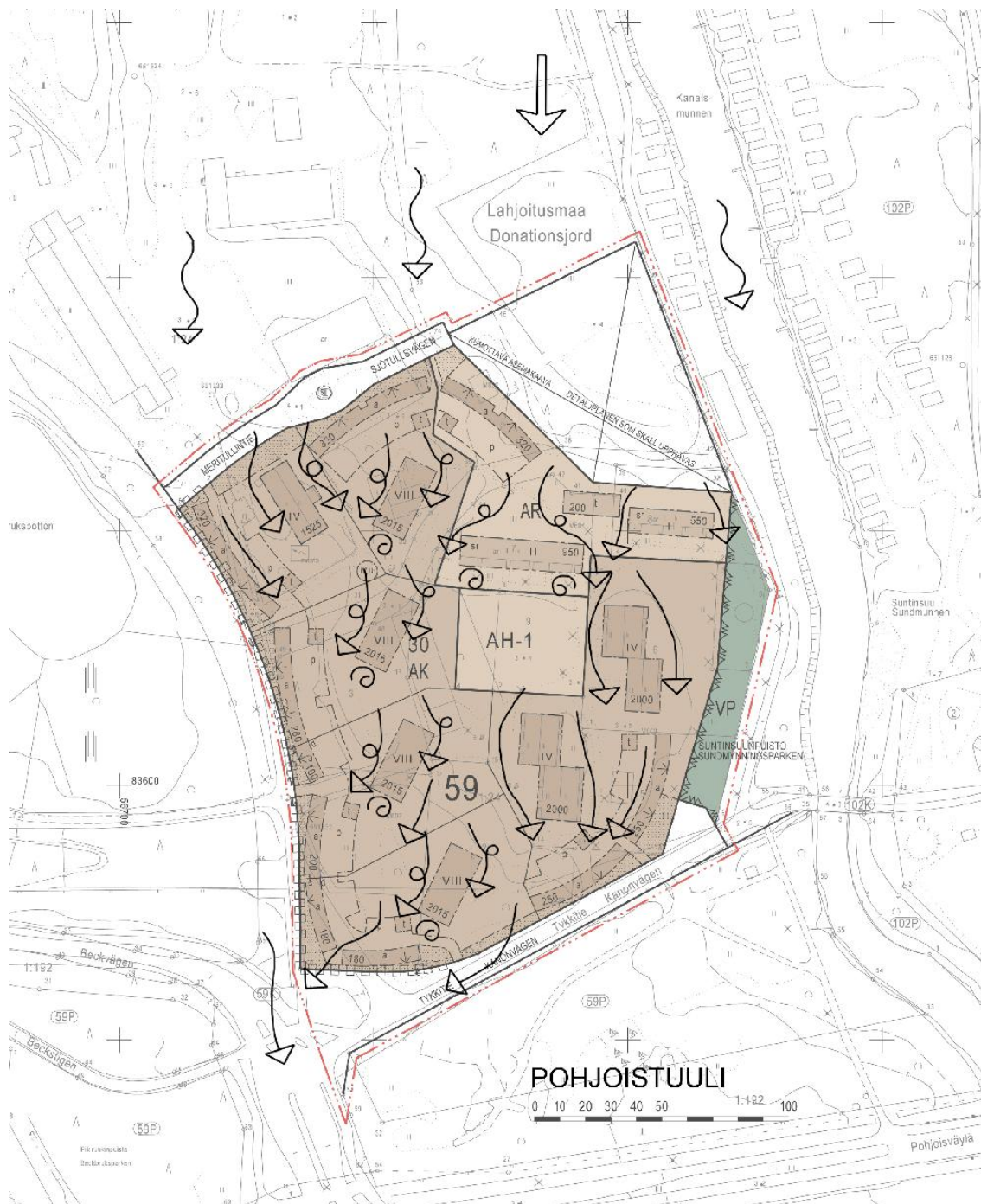
TURBULENSSI SUOJAN PUOLELLA.



NOUSEVA PYÖRTEINEN VIRTAUS.



Kuva 31. Pikiruukin suunitelma lounaistuulella



**Kuva 32.** Pikiruukin suunnitelma pohjoistuulella.

### 7.6.5 Itäosa – Pohjoisväylältä Morsiussaaren

Koko suunnittelualueen halkaisee luoteeseen merelle avautuva ja meren suuntaan levenevä Vanhansatamanlahti, jolla luoteis- ja pohjoistuulen nopeus pääsee nousemaan huomattavan korkeaksi, ja jonka itäiset rannat ovat täysin suojattomat.

Metsä suojaa rannansuuntaiset polveilevat katutilat suhteellisen hyvin. Sen sijaan luoteistuu- lla ilmavirtaukset liikkuvat rantaa kohti suuntautuvilla kaduilla, mutta täälläkin vahva puus- to heikentää jonkin verran tuulen voimakkuutta kapeilla liikenneväylillä.

## Vanhansatamanlahden itäranta

Lahden itäinen rannikko altistuu mereltä tuleville pohjois-, luoteis- ja länsituulille, jotka ovat kylmiä kaikkina vuodenaikoina. Puusto suojaa ranta-alueita suorilta itä- ja etelätuulilta, mutta pitkät suorat kadut ohjaavat tällöinkin voimakkaita ilmavirtauksia alas katutasoon aiheuttaen paikallisia ongelmakohtia. Ulkoalueiden viihtyisyyden ja energiansäästön kannalta edellä esitetty merkitsee, että ulko-oleskelualueet rannikkokaistalla olisi suojattava merituulilta. Lou-nais- ja länsituulilla lumi sataa usein suhteellisen suurten nopeuksien vallitessa, mikä vaikuttaa kinostumiseen. Nykyisten pientalojen pihojen mikroilmasto on suojaavan kasvillisuuden ansiosta melko hyvä.

### Suunnittelun lähtökohdat

- olevan kasvillisuuden säilyttäminen
- pienimuotoinen täydennysrakentaminen.

## Morsiussaari

Morsiussaari on nykyisin monenkirjavia lomarakennusalue, vaikkakin osa rakennuskannasta muistuttaa pikemminkin pysyvää omakotiasutusta. Tonttien vuokra-ajat päättyvät 2017, jonka jälkeen harkitaan saaren muuttamista pysyvän asutuksen käyttöön.

Mahdollinen uusi rakentaminen Morsiussaarella ja koko rantavyöhykkeellä sijoittuu erittäin ankariin ilmasto-olosuhteisiin. Rakennusten nurkkiin, korkeiden rakennusten suojanpuolelle ja talojen sivustoille syntyy pyörteisiä ilmavirtauksia, joiden jäähdyttävä vaikutus on huomattava. On odotettavissa, että lämmönkulutus ylittää jopa useilla kymmenillä prosenteilla ”normaalitason”. Rannalla sijaitsevat rakennukset ovat alttiita aaltojen roiskeille, kosteudelle ja tuulen kuljettamille pisaroille. On mahdollista, että tulevaisuudessa myrskytulvat peittävät lähes koko saaren, lukuun ottamatta pohjoiskärjessä olevaa korkeampaa kohtaa.

Maksimitulvan ja maksimiaallokon yhtäaikaisen esiintymisen perusteella rakennusten alin sallittu lattiakorko on Morsiussaarella seuraava:

- Pilariperusteisen rakennuksen alapohjan alapinta noin + 2,5 m
- Matalaperusteisen rakennuksen lattiakorko noin + 3,0 m

Korkeus määritellään kuvan 29 esittämien periaatteiden mukaisesti. Yllä olevissa korkeus-asemissa ei ole huomioitu aaltojen aiheuttamia roiskeita, joten rakennusten etäisyys rannasta on oltava riittävä.

### Morsiussaaren suunnittelun lähtökohdat:

- rakennusten lämmöneristyksen ja tiiviyyden on ylitettävä 20 %:a normien vaatimustaso
- katto- ja piharakenteiden mitoitustuulikuormien on ylitettävä 20 %:a normien vaatimustaso
- rannanpuoleisten julkisivujen kosteudenkestosta on annettava selvitys
- kaavoitus tehtävä pienoismallin tuulitestausta hyväksikäyttäen

## 7.7 Suunnitteluohjeita

### 7.7.1 Aluetaso

Alueen yleiskaavan rakennuskortteleiden päälinjat määräytyvät rannanmuotojen, tiestön, olevan rakennuskannan ja tehtyjen täyttöjen mukaan, eikä niiden muuttaminen oleellisesti ole mahdollista. Maaston perusmuodoista ja avoimista tiloista johtuen alueelle kohdistuu useita tuulikanavia, jotka toisaalta huonontavat mikroilmastoa, mutta toisaalta tuovat merellisiä maimia. Aluetasolla ei mikroilmastolle tai ilmaston muutoksen tuomille ongelmille voida tässä tapauksessa tehdä paljoakaan.

Hyvä mikroilmasto rakennettuun ympäristöön olisi ensisijaisesti luotava kaavoituksella ja rakennusten suunnittelulla sekä säilyttämällä oleva puusto. Kaavoitettavien rakennusalueiden tulisi olla mahdollisimmat tehokkaita ja tiiviitä, jotta vastaavasti voitaisiin jättää laajoja yhtenäisiä metsäalueita luonnontilaan ("tiivistä suojellaksesi"). Varsinkin saneerausten yhteydessä toteutetaan tarvittaessa myös erityisiä tuulensuojarakenteita. Viiman estämisellä voidaan parantaa myös rakennusten lämpötaloutta. Katujen tuulisuutta voitaisiin jonkun verran vähentää kaavoittamalla Camillo Sitten oppien mukaisesti vaihteleva katuverkosto.

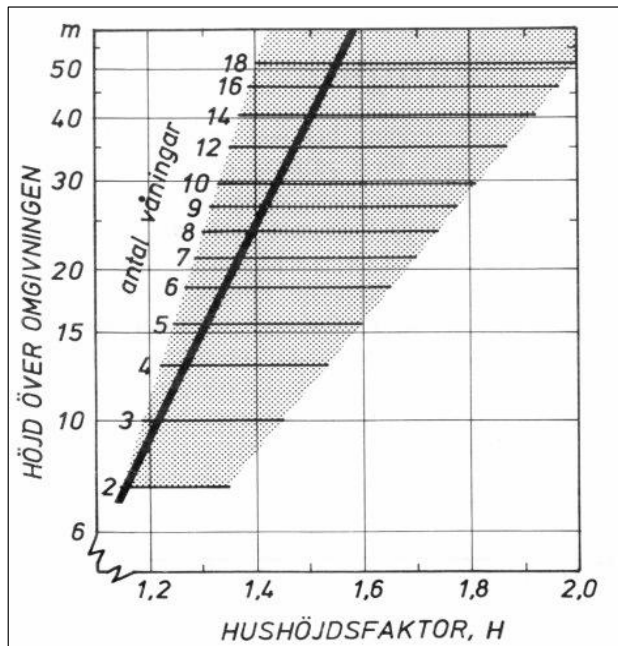
Mikäli yhdyskuntarakennetta ja rakennuksia muotoilemalla ei saavuteta hyväksyttävää mikroilmaston tasoa, parannetaan olosuhteita tuulensuojauksella. Toimenpiteet voidaan jakaa etäsuojaukseen (*fjärrskydd*) ja lähisuojaukseen (*närskydd*). Suojaistutuskaistat, jotka vähentävät tuulisuutta koko alueella ovat esimerkki etäsuojauksesta, ja ne ovat yleensä muodoltaan korkeita ja rakenteeltaan harvoja. Lähisuojat ovat matalia ja tiiviimpiä, usein rakennusaineisia tai tiheää kasvustoa. Lähisuojat suunnitellaan suojaamaan pienehköjä ulko-oleskelualueita ja kulkuväyliä. (Glaumann & Westerberg)

Etäsuojana useat yhdensuuntaiset esteet toistensa vaikutusalueella antavat yhdessä paremman tuloksen kuin erilliset. Tehokkain yhdistelmä saadaan etäisyydeltään 8-10 kertaa esteen korkeuden verran sijaitsevilla läpäisyltään 20 %:n suojilla. Tiheydellä 15-20 % suoja-alue muodostuu lähelle suojarakennetta. Suurin suoja-alue kohtuullisella virtausnopeudella saadaan käytettäessä 50 %:n rakennetta. Suoran suojan vaikutus jää aina huonommaksi verrattuna polveilevaan suojaan, koska tuulen suunta käytännössä vaihtelee jonkin verran. Luonnossa ei saavuteta samaa tehokkuutta kuin tuulitesteissä, koska testissä virtauksen suunta on vakio. (Glaumann & Westerberg, Kuismanen 1993)

### 7.7.2 Korttelitaso

Tuulisuutta ajatellen maaston muodot, suojakasvillisuus, katualueet, rakennukset ja pihat muodostavat yhdessä toimivan kokonaisuuden. Sulkemalla kortteleita ja rakentamalla suhteellisen tiheää tasakorkeaa struktuuria voidaan ilmavirtauksia vaimentaa huomattavasti varsinkin pihoilla. (Kuva 33)



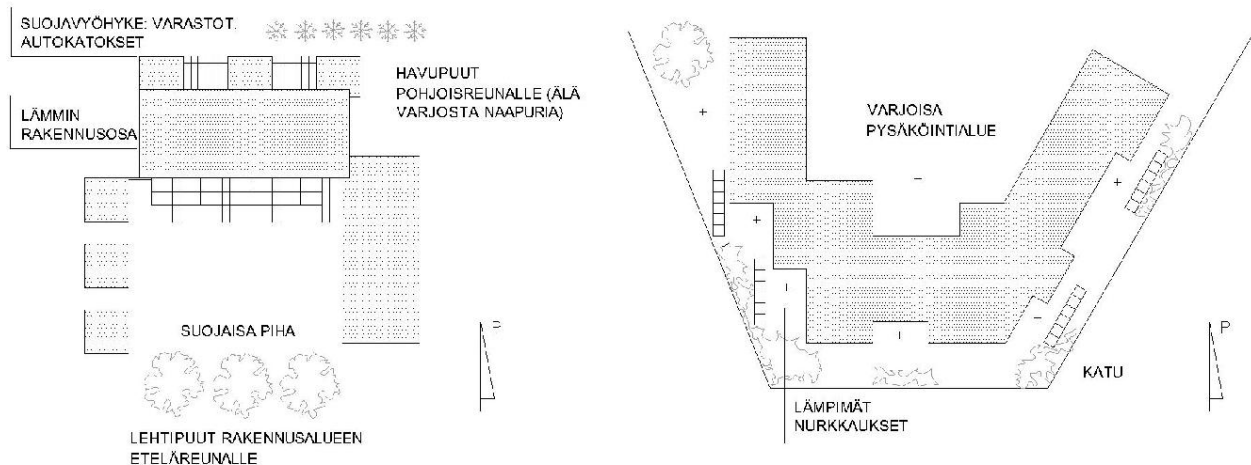


**Kuva 33.** Ympäristöään korkeamman rakennuksen vaikutus suhteelliseen tuulisuuteen 2 m korkeudella. Pystyakselilla ilmoitetaan rakennuksen korkeus yli ympäristönsä. Luvut alhaalla ilmaisevat paljonko rakennus lisää tuulen suhteellista nopeutta. Yleensä rakennukset sijoittuvat rasteroidulle alueelle. (Glaumann).

Yleensä matala rakentaminen ja kasvillisuus vähentävät tuulten vaikutusta, ja korkeat rakennukset voimistavat. Rakennusten nurkissa ovat ilmavirtaukset vaikeimmin hallittavissa. Suurten rakennusten aiheuttamaa turbulenssia voidaan vähentää porrastamalla korkeutta nurkissa tai liittämällä matalampia huoltorakennuksia kulmiin. Paras suojaus maanpinnan tasoon saadaan rakentamalla rakennukset umpipihan muotoon. Kulmanmuotoisilla rakennuksilla on helpompi muodostaa positiivinen mikroilmasto kuin suorakaidemassoilla. Pyöreät ja pyramidimaiset massat aiheuttavat vähemmän pyörteitä ympäristöönsä, mutta niiden suojavaikutus on myös pieni.

Pitkät suorat kadut ovat helposti tuulisia, ja viisto tuuli aiheuttaa tällaisessa katukanjonissa pitkän pyörteisen virtauksen. Yli 30 metrin mittaisilla aukeilla tuuli laskee alas maantasoon ja pääsee puhaltamaan jo voimakkaasti. Yli kolmekerroksiset ja 20 metriä pitkät rakennukset sekä tornit tai muut ympäristöään korkeammat rakennukset aiheuttavat voimakkaita turbulensseja ympärilleen. (Alberts, Børve, Evans)

Kuvassa 34 esitetään ohje rakennuksen suuntauksesta auringon suhteen.



- PASSIIVISEN AURINKOTALON PERIAATE:
  - SUUNTAUS KAAKON JA LOUNAAAN VÄLILLE
  - AURINGONHEIJASTAJAT KERÄÄVÄT MATALALLA PAISTAVAN TALVIAURINGON JA HEIJASTAVAT SEN SISÄTILOIHIN (VARJOSTAVAT KESÄLLÄ)
  - TUMMAT PUURAKENTEET OLESKELUPIHALLA KERÄÄVÄT LÄMPÖÄ
  - LEHTIPUUT VARJOSTAVAT KESÄLLÄ, MUTTA EIVÄT VARJOSTA TALVELLA
  - RAKENNUKSEN AVOIN SIVU KAAKON JA LOUNAAAN VÄLILLE
  - RAKENNUKSEN SULJETTU SIVU LUOTTEEN JA KOILLISEN VÄLILLE.
- AUTOPAIKAT TONTIN VARJOISALLA OSALLA TAI KADUN VARRELLA.
- RAKENNA TONTIN HUONOIMMALLE PAIKALLE, SÄILYTÄ PARHAAT OSAT LUONNONTILAINA.
- ÄLÄ SIJOITA RAKENNUSTA KESKELLE TONTTIA (PIHA-ALUE PIRSTOUTUU).

**Kuva 34.** Rakennusten suuntaus auringon suhteen.

Tuulen vaimentamiseksi pihat jaotellaan tarvittaessa piharakennuksin, aidoin ja istutuksin. Autopaikat tulisi sijoittaa tontin varjoisalle osalle tai kadunvarsipaikoille.

Vanhoissa kaupungeissa on runsaasti vajoja, liitereitä, katoksia ja aitauksia, joiden suojassa myös lapset löytävät loputtomasti tekemistä sekä yksin että yhdessä aikuisten kanssa. Uusilla asuntoalueilla tällaista mahdollisuutta ei yleensä ole, työ on erotettu asumisesta, ja siksi tarvitaan erityisiä leikkialueita lapsille. Monella kerrostalopihalla ei aikuisillekaan löydy mielekäs-tä tekemistä tai oleskelupaikkaa.

Leikkipaikoille asetetaan monipuolisia vaatimuksia:

- suojattu tuulilta, melulta ja liikenteeltä
- aurinkoisuus; auringon paistettava yli viisi tuntia tasauspäivänä
- vaihtelevia luontotyyppisiä ja materiaaleja; kiviä, hiekkaa, vettä, kasveja...
- rakennelmissa käytettävä terveellisiä luonnonmateriaaleja.

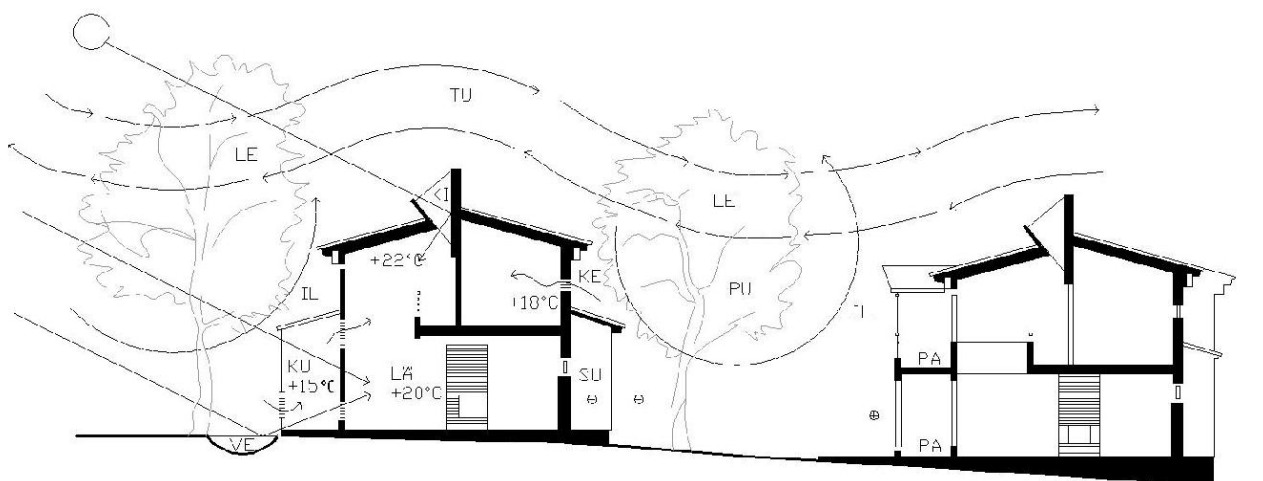
Myös aikuisille olisi suunniteltava oleskelutiloja leikkipaikkojen läheisyyteen. Kerrostalopihoillakin olisi oltava mahdollisuus oikeaan tekemiseen, kuten kasvimaan hoito, kompostointi, auton korjaus, leikkimökkien rakentelu, grillaus, liikunta jne. Nämä rakennelmat myös parantavat osaltaan mikroilmastoa jalankulkijan tasossa.

Kaavallinen sijoittelu:

- suositaan matala-tiivis rakennetta
- vältetään suoria päätuulien suuntaisia katutiloja
- korttelien suuntaaminen aurinkoon
- pihojen suojaaminen tuulelta rakennusmassoin
- määräykset tuulensuojaistutuksista ja -rakenteista kaavoihin. (Kuismanen 2007).

### 7.7.3 Rakennukset kaavoituksessa

Pienilmaston kokonaisvaikutus koostuu tuulesta, aurinkoisuudesta ja rakennuspaikan lämpimyydestä. ASTA II tutkimuksen mukaan maksimi- ja minimitapausten välinen suhteellisen lämmönkulutuksen erotus on omakotitaloilla 40 kWh/k-m<sup>2</sup> (28 %), lamellitalolla runsaat 37 kWh/k-m<sup>2</sup> (27 %) ja pistetalolla 35 kWh/k-m<sup>2</sup> (28 %) vuodessa. Voidaan kuitenkin arvioida, että todellisissa tilanteissa päästään korkeintaan ehkä 20 %:n lisäykseen minimistä maksimiin. Glaumannin ja Westerbergin mukaan rakennusten lämmitystarvetta voidaan vähentää n. 10 %:a, kun tuuliolosuhteet otetaan huomioon rakenteiden ja rakennusmuodon valinnassa. (Glaumann & Westerberg, Kivistö Raportti 2)



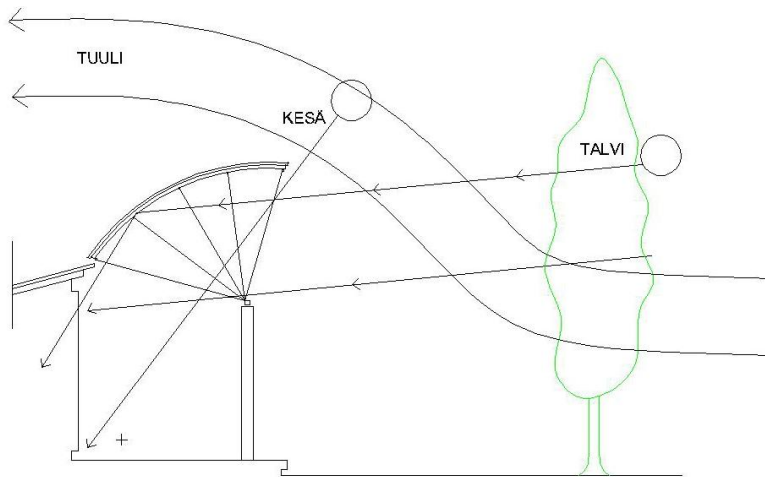
|    |  |
|----|--|
| IL | VARJON JA AURINGON AIHEUTTAMA TERMINEN ILMAVIRTAUS PIHALLA             |
| KE | KESÄLLÄ KORVAUSILMA VARJON PUOLELTA                                    |
| KI | KATTOIKKUNA TUULETUSREITTINÄ KESÄLLÄ                                   |
| KU | LÄMMITTÄMÄTTÖMÄLTÄ AURINKOISELTA KUISTILTA KORVAUSILMA LÄMMITYSKAUTENA |
| LE | LEHTIPUUT SUOJAAVAT AURINGOLTA KESÄLLÄ                                 |
| LÄ | LÄMPÖÄ TUOTTAVAT TOIMINNAT KESKELLE                                    |
| PA | PARVEKETTA VOI KÄYTTÄÄ KORVAUSILMAN ESILÄMMITYKSEEN                    |
| PU | PUUT PUHDISTAVAT ILMAA   |
| SU | LÄMMITTÄMÄTTÖMIEN RAKENNELMIEN MUODOSTAMA SUOJAVYÖHYKE                 |
| TU | PIENIMITTAKAAVAINEN RAKENTAMINEN PITÄÄ TUULET KATTOJEN YLÄPUOLELLA     |
| VE | VESILAMMIKKO HEIJASTAA VALOA JA TOIMII LUMENKERÄYSPIAKKANA TALVELLA    |

**Kuva 35.** Rakennusten sisä- ja ulkotilojen välinen vuorovaikutus

Usein esiintyvä ongelma etenkin etelä- ja länsirannikoilla on kylmän tuulen puhaltaminen samalta suunnalta auringon kanssa. Tällöin pyritään tuuli ohjaamaan pihan yli ja luomaan suojaista poukama esimerkiksi tuulen suuntaan avautuvan auran muotoisella pohjapiirroksella tai katoksella tuulen puolella (kovera muoto). Toisaalta suora tai kupera seinä tuulen puolella aiheuttaa turbulenssin, joka vähentää lumen kinostumista. Loiva pitkä katto suojan puolella vähentää suojaista aluetta ja lumen keräytymistä. Mahdollisuuksien mukaan talon ja rakennusryhmän selkä käännetään päätuulensuuntaan. Arkadit ja katetut jalkakäytävät suojaavat sateelta, liukkaudelta ja auringolta. (Kuva 35)

Rakennusmassat kannattaa yleensä jaotella pihan muodostamisen helpottamiseksi, ja aputilat voi usein sijoittaa omiin rakennuksiinsa tontin reunoille. Taloja ei saisi sijoittaa keskelle tonttia, ettei piha pirstoonnu. Rivitalot tulisi toteuttaa lyhyinä massoina, jotka muodostavat piha-piirin. Autotallia ei pitäisi rakentaa asuinrakennuksen runkoon, vaan erilliseksi talous- tai

porttirakennukseksi. Elinkeinojen harjoittamiseen liittyvät ulko- ja varastotilat tulisi sijoittaa erilleen ja suojattava lauta-aidalla.

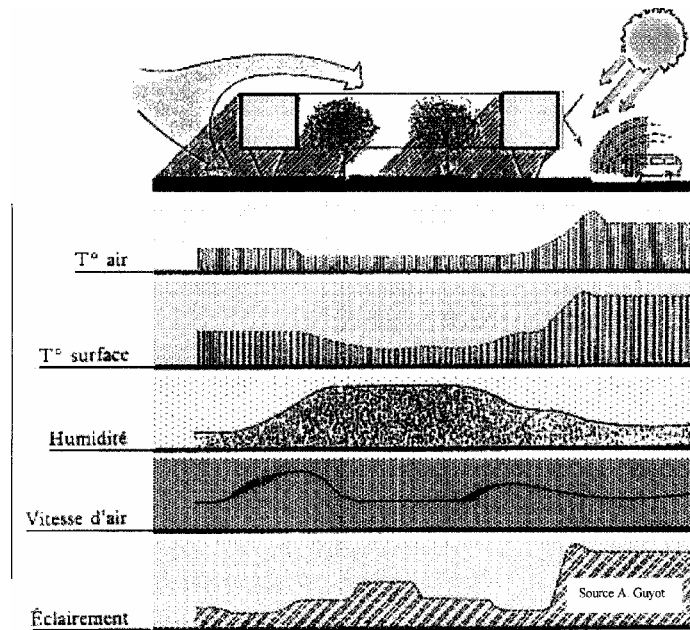


**Kuva 36.** Lounaistuulen puolelle rakennettu lippa, joka muodostaa tyynen oleskelualueen, varjostaa kesällä ja päästää auringon sisään talvella.

Rakennukset olisi suunniteltava muodostuvan vyöhykkeistä rakennuspaikan tuuli- ja valaisuolosuhteiden mukaisesti. Pohjoiseen ja tuulisiin ilmansuuntiin päin tehdään suojavyöhykkeet kylmistä taloustiloista, luhtikäytävistä, säleiköistä jne. Kaavamääräykset ja rakennusalat on muotoiltava siten, etteivät nämä kylmät ja puolilämpimät tilat vie varsinaista rakennusoikeutta, vaan tulevat normaalitehokkuuksien lisäksi. (Kuva 36)

Sekä passiivisesti että aktiivisesti aurinkoenergiaa käyttävien talojen toteuttaminen on Kokkolassa jo nykytekniikalla realistista. Rakennukset tulisi suunnitella ainakin passiivisen aurinkotalon periaatteilla, mikä edellyttää kaavoitusvaiheessa aurinkoisuusanalyysien tekemistä. Rakennus on monilla muillakin tavoin yhteydessä ulkona tapahtuviin luonnonprosesseihin ja vaikuttaa ympäristönsä mikroilmastoon.





**Kuva 37.** Monimuotoiset rakennukset vaikuttavat rakennuspaikan ilman lämpötilaan, maanpinnan lämpötilaan, kosteuteen, ilmavirran nopeuteen ja valaisun voimakkuuteen (Ecole).

Rakennuksen kattopintojen reuna-alueet ja nurkat noin 0,5 m leveydeltä ovat erityisen alttiita tuulen painevaikutuksille. Tasakatolla vallitsee yleensä alipaine ja esiintyy erilaisia turbulensseja. Tuulenpaine muuttuu alipaineisesta ylipaineiseksi kattokulman kasvaessa. Välillä  $14^{\circ}$ - $21^{\circ}$  voi esiintyä sekä positiivista että negatiivista kuormitusta. Harjakaton kulman ollessa vajaa  $30^{\circ}$  ovat painevaikutukset pienimmillään. Pulpettikattoa vetää alipaine kaltevuuskulmalla  $0-15^{\circ}$ . Yli  $15^{\circ}$ :n kallistus aiheuttaa hieman ylipainetta katon keskelle, ja noin  $25^{\circ}$ :n asennossa yli- ja alipainevoimat jakautuvat säännönmukaisesti. Kattokaltevuuksia koskevia tarkkoja sääntöjä ei voida esittää, koska tuulivoimien jakaantumiseen ja syntymiseen vaikuttavat monet tekijät, kuten vesikaton alapuolisen rakennusosan korkeus ja yksityiskohdat, pinnankarkeuden vaihtelut, naapurien aiheuttamat ilmavirrat jne. (Jensen, Mattson)

Myrskytuhojen välttämiseksi räystäiden, kattojen, julkisivujen, kiinnitysten ja lasitusten lujuutta tuulikuormia vastaan on parannettava tuulisilla tonteilla nykyisiin normeihin ja käytäntöihin verrattuna arviolta 20 %.

#### Rakennussuunnittelu

- tiivis, matala ja pienimittakaavainen rakentaminen helpottaa hyvän mikroilmaston luomista
- korkeat rakennukset ohjaavat ilmavirtauksia maantasoon
- rakennuksen suunnittelu vyöhykkeittäin siten, että pohjoisen tai tuulten puolella on kylmien rakennelmien muodostama puskurivyöhyke, keskellä lämmin sydän, ja auringon puolella oleskeluun tarkoitettuja sisä- ja ulkotiloja
- suojautuminen tuulilta parvekkeilla tai kaksinkertaisella julkisivulla
- parvekkeet, lipat ja luhtikäytävät vähentävät alas suuntautuvia ilmavirtauksia, samoin rakennuksen viereiset kasvit, köynnössäleiköt, katokset yms.
- suositeltava kattokulma tuulen kannalta on  $15^{\circ}$ - $21^{\circ}$
- aerodynaamisesti oikein muotoiltu räystääs vähentää turbulensseja
- rakennusten suuntaaminen aurinkoon
- autopaikat varjoon
- lehtipuut eteläpuolelle, havupuut pohjoiseen. (Kuismanen 2000).

#### 7.7.4 Rantarakentamisen vaihtoehtoiset ratkaisut

Periaatteessa rakennetuilla alueilla rantarakenteet voidaan tehdä kolmella eri tavalla:

1. Luiskaamalla.
2. Pystysuoralla seinämällä.
3. Kelluvalla tai kiinteällä laiturirakenteella.

Vanhansataman olosuhteissa todennäköisin ratkaisu on numeroiden 1) ja 3) yhdistelmä, luiskatun rannan ja siihen liittyvien laitureiden käyttäminen. Aaltojen kohdatessa rantarakenteen aiheuttaa luiska korkean aallon ja useiden metrien korkuiset roiskeet, jotka tuuli puolestaan lennättää rantakaduille ja niiden varrella olevien rakennusten seiniin. Äärimmäisissä tilanteissa voi aallokko ja tuuli yhdessä lyödä vesipatjan rannalla sijaitseville kulkuväylille. Tällainen vesipatja voi huuhtoa rantakadulla kulkijan mereen ja vahingoittaa rakenteita ja rakennuksia.

Maailmanlaajuisesti merenpinta on kohoamassa, mutta Kokkolassa tämä osittain kompensoituu maanpinnan kohoamisella. Merenpinnan mahdollinen kohoaminen yhdessä tuulen voimistumisen kanssa tulee lisäämään aallokon vaikutusta rantarakenteisiin ja rannikolla sijaitseviin taloihin. Rannalla sijaitsevien rakennusten julkisivut on suojattava roiskevedeltä, ne tulee tehdä erityisen hyvin kosteutta ja vettä kestävästä materiaaleista, rakenteiden kuivuminen on mahdollistettava ja veden virtaaminen pois pihoilta on taattava.

#### 7.7.5 Tuulensuojakasvillisuuden suunnittelu

Tontin ja sen ympäristön luonteenomaiset kasvupaikkatyypit muodostavat lähtökohdan kasvilajeja ja kasviyhdyksuntia suunniteltaessa. Pieneliöstön ja -kasvuston on pystyttävä vaihtamaan geenejä ympäröivän luonnon kanssa viherkäytävien kautta.

Luonnonmukaisten helppohoitoisten tuulensuojaistutusten lähtökohtana ovat maaperän ja ilmaston mukaiset kasvustot. Perusta puutarhasuunnitelmalle saadaan luontoanalyysistä, jossa määritellään mm. rakennuspaikan luontotyyppi. Tämä antaa jo suunnan tuleville vihertöille ja kasvivalinnoille. Selkeän lähtökohdan suunnittelulle antaa Alangon ja Kahilan esittämä jako:

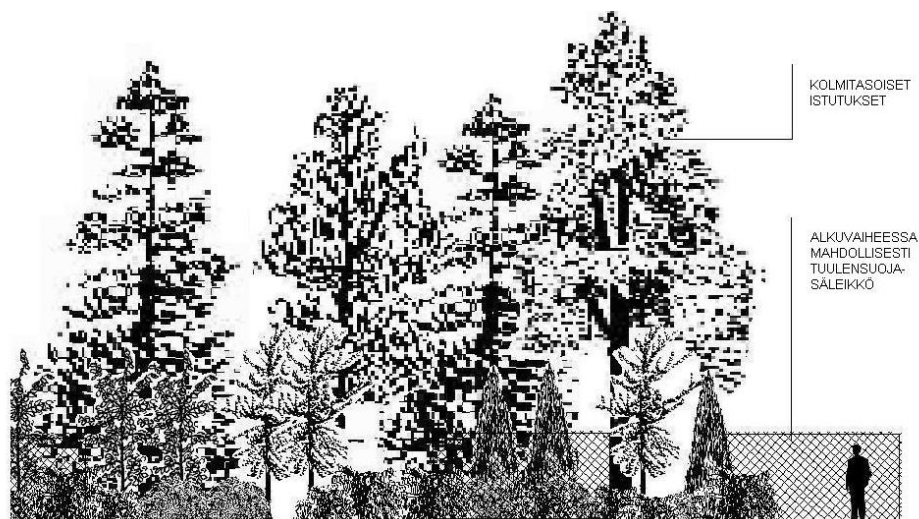
1. Harjupuutarha.
2. Kallio- ja kivikkopuutarha.
3. Metsäpuutarha.
4. Rodo- eli alppiruusu puutarha.(Alanko)

Lehtipuiden vaikutus tuulennopeuteen vaihtelee vuodenajoittain lehvästön vähentäessä tuulisuutta 20 - 30 %. Korkeat puut rakennusryhmän keskellä vähentävät tuulisuutta tehokkaasti. Puuston suojaava vaikutus ulottuu aivan latvuston tasalle, ja siksi on tärkeää, että tuulisella seudulla rakennuksia ei uloteta latvuksien yläpuolelle. Suojattavat alueet mieluummin ympäröidään suojaistutuksin ja vältetään istutuslinjojen säännönmukaisuutta, koska tuulensuunta voi usein vaihdella jopa 90°, vaikka keskisuunta säilyisikin samana. Puuston valmistelu ja harventaminen kestävyuden lisäämiseksi olisi tehtävä viitisen vuotta ennen rakentamista. Harvahkoilla lehtipuukujilla ei mikroilmaston kannalta ole paljoa vaikutusta. (Maaninen, Miller)

Parkkialueilla ja kaduilla voidaan ilman laatua parantaa kierrättämällä ilmaa termisesti puuston lävitse (kuva 35, kohdat IL ja PU).

Monissa kohdissa Vanhansataman alueella, erityisesti asuntomessukorttelissa, oikein tehty vihersuunnittelu on hyvä keino aktiivisesti parantaa mikroilmastoa. Tehokkaimmat tuulen-

suojat syntyvät kolmitasoisista istutuksista, ja Istutuksissa on käytettävä samalta tai pohjoisemmalta kasvuvyöhykkeeltä peräisin olevia taimia. (Kuva 38)



- ISTUTUSTEN PERIAATE:
  - MAANTASOSSA 0,5-1,5 M KORKEAT TIHEÄT PENSAIKOT
  - VÄLITASOSSA 1,5-3 M KORKEAT PENSAAT JA PUUT, JOTKA OVAT LÄPÄISEVYYDELTÄÄN 30-50 %:A
  - YLÄTASOSSA PUUSTO; LÄPÄISEVYYDELTÄÄN YLI 50 %:A.
- ERIKORKUISET ISTUTUKSET SEKOITETTUINA ANTAVAT PARHAAN SUOJAN TUULTA VASTAAN.
- HAVUPUUT SUOJAAVAT TALVELLA PARHAITEN.
- VARSINKIN ALKUVUOSINA ISTUTUKSIA ON HYVÄ TÄYDENTÄÄ TUULENSUOJASÄLEIKÖIN (LÄPÄISY 30%-60%).
- IKIVIHREITÄ KASVEJA TULISI SUOSIA.

**Kuva 38.** Kolmitasoiset istutukset.

Aluetasolla tuulisuudeltaan ongelmallinen on Vanhansataman lahden avoin kiila, joka suuntautuu pohjoista ja merta kohti. Erityisesti lahden länsirannalle ja pohjukkaan kohdistuu erittäin voimakkaat kylmät tuulet kaikkina vuodenaikoina. Tilannetta voidaan jonkin verran helpottaa voimakkaiden oikein muotoiltujen istutusmassojen avulla.

Asuntomessukorttelin pihojen tuulisuutta voidaan vähentää istutuksilla. Toisaalta tämä kuitenkin on vaikeaa, jollei samalla haluta menettää merimaisemaa, ja siksi siellä jouduttaneen miettimään rantavallin muotoilua, pihan maisema-arkkitehtuuria, lasirakenteita ja julkisivujen detaljointia keinoina estää kiusallisen voimakkaat ilmavirtaukset.

Suunnitteluohjeita:

- valitse puutarhan peruslinja ja kasvilajit rakennuspaikan maaperän ja luontotyypin mukaan
- vältä turhaa tasaamista ja käytä maamassatontin muotoiluun
- käytä tiheitä monilajisia istutuksia
- suosi kosteikkoja ja vesiaiheita
- säilytä kalliot mahdollisuuksien mukaan koskemattomina.
- suosi paikalla luonnostaan kasvavia lajeja
- vältä suuria ruohikoita, ellei tarvitse pallokenttää tms.
- käytä luonnollisia maanpeitekasveja
- keto puhdistaa ilmaa monikymmenkertaisesti verrattuna leikattuun nurmikkoon



- suosi ikivihreitä kasveja; täydennä istutuksia kukkivilla lajeilla
- vältä suuria asfalttipintoja; käytä materiaaleja, jotka eivät estä sadeveden imeytymistä maahan
- kerää pintaturve rakennuspaikalta, varastoi se ja käytä tontin viherrakentamiseen.
- itsehoitavat istutusryhmät (ekologinen puutarha) vähentävät kiinteistön hoitokuluja.
- eri vuodenaikojen kukat ja värit sommitelmina. (Kuismanen 2007)

### 7.7.6 Tuulitestauksen käyttäminen

Vanhansataman alueen tuulennopeudet ylittävät useissa paikoissa kynnyksen, jonka jälkeen tutkimusten mukaan olisi kaava- ja rakennussuunnittelua tehtäessä suoritettava mikroilmasto-analyysit ja käytettävä tuulitestausta (taulukko 3).

Tässä raportissa on tehty suuntaa antava mikroilmastoanalyysi ja laadittu kokemukseen perustuvat suunnitteluohjeet. Mikäli halutaan suurempi varmuus tulevan kaupunginosan mikroilmaston hyvästä laadusta, olisi tehtävä tärkeimmistä osa-alueista pienoismallit, jotka tuulitetaan. Testauksen perusteella voidaan antaa tarkempia suosituksia kaavan kehittämiseksi. Myös suurempien rantarakennusten ja korkeiden kerrostalojen tuulitestausta rakennussuunnittelun yhteydessä on syytä harkita.

**Taulukko 3.** Tuulen keskinopeuden luonnehdinta ja tarvittavat suunnittelutoimenpiteet (Glaumann & Westerberg 1980, suom. Kimmo Kuismanen)

| KESKINOPEUS 2 M KORKEUDES-<br>SA M/S | TUULISUUDEN LUONNEHDINTA | SUUNNITTELUTOIMENPITEITÄ   |
|--------------------------------------|--------------------------|--|
| yli 5,5                              | Hyvin tuulinen           | Rakennukset ja alueet vaativat suojaamista. Tuulitunnitestausta voidaan edellyttää.            |
| 4,0 - 5,5                            | Tuulinen                 | Oleskelu- ja kevyen liikenteen väylät sijoitettava suojaan ja varustettava tuulen suojauksella |
| 2,5 - 4,0                            | Hieman tuulinen          | Pihat ja parvekkeet tarvitsevat suojausta  |
| alle 2,5                             | Suojaisa                 | Tuuli ei ole ongelma, ja suojausta tarvitaan vain joissain erikoistapauksissa                  |

## 8 Vanhansatamanlahden kasvihuonekaasupäästöt

### 8.1 Arvioitavat kasvihuonekaasupäästöt

Vanhansatamanlahden yleiskaavan toteuttamisesta aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt on arvioitu yleispiirteisesti noin vuoden 2030 tilanteessa rakennusten energiankäytön ja sen edellyttämän energiantuotannon sekä asukkaiden päivittäisen liikenteen osalta.

Kasvihuonekaasupäästöt on arvioitu hiilidioksidin (CO<sub>2</sub>), metaanin (CH<sub>4</sub>) ja typpioksiduulin (N<sub>2</sub>O) osalta. Metaanipäästöt on muunnettu hiilidioksidiekvivalentiksi kertomalla ne luvulla 21 ja typpioksiduulipäästöt kertomalla ne luvulla 310.

### 8.2 Rakennukset

Tarkasteltavalle yleiskaava-alueelle arvioidaan sijoittuvan rakennuksia ja asukkaita seuraavasti:

|                            |                          |                |
|----------------------------|--------------------------|----------------|
| Asuinkerrostaloja AK       | 42 000 k-m <sup>2</sup>  | 800 asukasta   |
| Omakotitaloja AO           | 35 700 k-m <sup>2</sup>  | 487 asukasta   |
| Rivi- ja paritaloja AR, AP | 46 600 k-m <sup>2</sup>  | 910 asukasta   |
| Asuinrakennukset yhteensä  | 124 300 k-m <sup>2</sup> | 2198 asukasta  |
| Toimitiloja                | 16 800 k-m <sup>2</sup>  | 210 työpaikkaa |
| Lomarakennuksia            | 2 880 k-m <sup>2</sup>   |                |

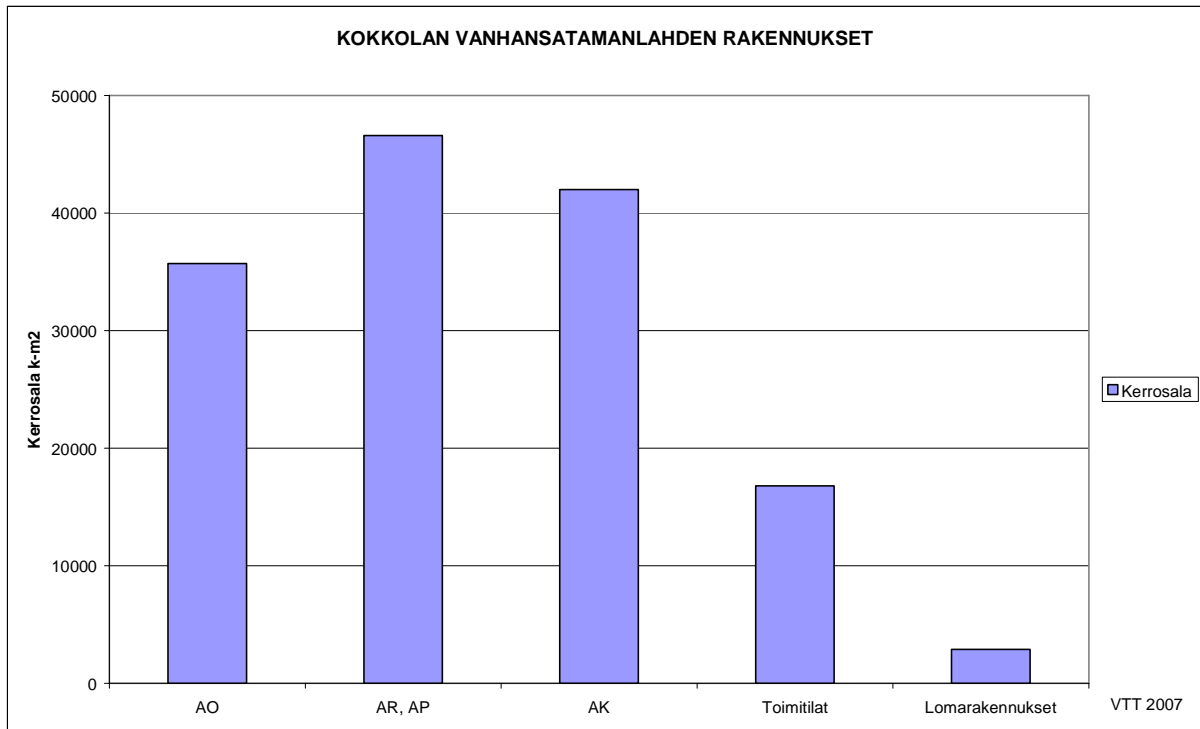
Lukuihin sisältyvät uusien rakennusten lisäksi Tullimäen vanhalla asuntoalueella olevat 78 omakotitaloa ja 46 rivi- tai paritaloasuntoa ja toimitila ja lomarakennuksiin lisätyt siirtolapuutarhan 84 pikkumökkiä. (Kuva 39)

Rakennusten lämmitykseen arvioidaan kuluvan energiaa vuoden 2030 tilanteessa omakotitaloissa 100 kWh, rivi- ja kerrostaloissa 80 kWh ja toimitiloissa 120 kWh kerrosneliometriä kohden. Lomarakennuksissa lämmitysenergian kulutuksen arvioidaan olevan keskimäärin 75 kWh ja siirtolapuutarhamökeissä 25 kWh kerrosneliometriä kohden. Sähkön ominaiskulutuksen arvioidaan olevan asuinrakennuksissa 50 kWh kerrosneliometriä kohden ja toimitiloissa keskimäärin 100 kWh kerrosneliometriä kohden. Lomarakennusten sähkönkulutuksen arvioidaan olevan 37,5 kWh ja siirtolapuutarhamökkien 20 kWh kerrosneliometriä kohden.

Lämmitysenergian arvioitu ominaiskulutus on nykyistä pienempi olettaen, että matalaenergiarakentaminen lisääntyy. Arvioitu sähkön ominaiskulutus on suunnilleen nykytasoa ja arvio on siten tavoitteellinen, koska sähkön ominaiskulutuksessa on jatkuva kasvava suuntaus.

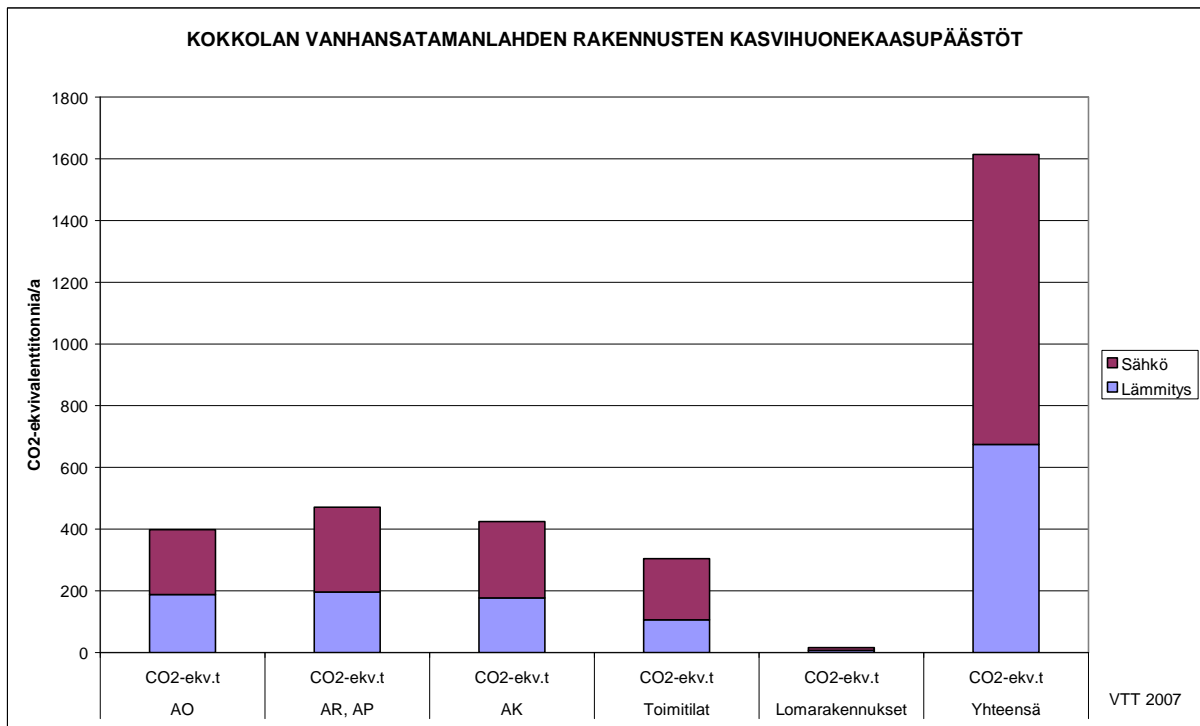
Kokkolan energiantuotanto on tehokasta kaukolämmön ja sähkön yhteistuotantoa. Polttoaineina käytetään puuta, turvetta ja prosessilämpöä. Arvion mukaan puupolttoaineen käyttöä lisätään vuoteen 2030 mennessä, jolloin polttoainejakauma olisi seuraava: puu 61 %, turve 20 % ja prosessilämpö 24 %. Arvion mukaan vuoden 2030 tilanteessa tuotettaisiin 400 GWh kaukolämpöä ja 200 GWh sähköä.

Energiantuotannon kasvihuonekaasujen ominaispäästön arvioidaan olevan hyödynjakomentelemällä arvioiden kaukolämmön osalta 53 CO<sub>2</sub>-ekv.g/kWh (rakennuksissa kulutettu energia) ja sähkön osalta 118 CO<sub>2</sub>-ekv.g/kWh. Ominaispäästöt ovat erittäin pienet.



**Kuva 39.** Vanhansatamanlahden rakennusten kerrosalat.

Vanhansatamanlahden rakennusten energiankäytöstä arvioidaan aiheutuvan kasvihuonekaasupäästöjä kaikkiaan 1 600 CO<sub>2</sub>-ekv.tonnia vuodessa. Asuinrakennusten osuus päästöistä on 1300 CO<sub>2</sub>-ekv.tonnia, toimitilojen osuus 300 CO<sub>2</sub>-ekv.tonnia ja lomarakennusten osuus 20 CO<sub>2</sub>-ekv.tonnia (kuva 40).



**Kuva 40.** Vanhansatamanlahden rakennusten energiankäytöstä aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt.

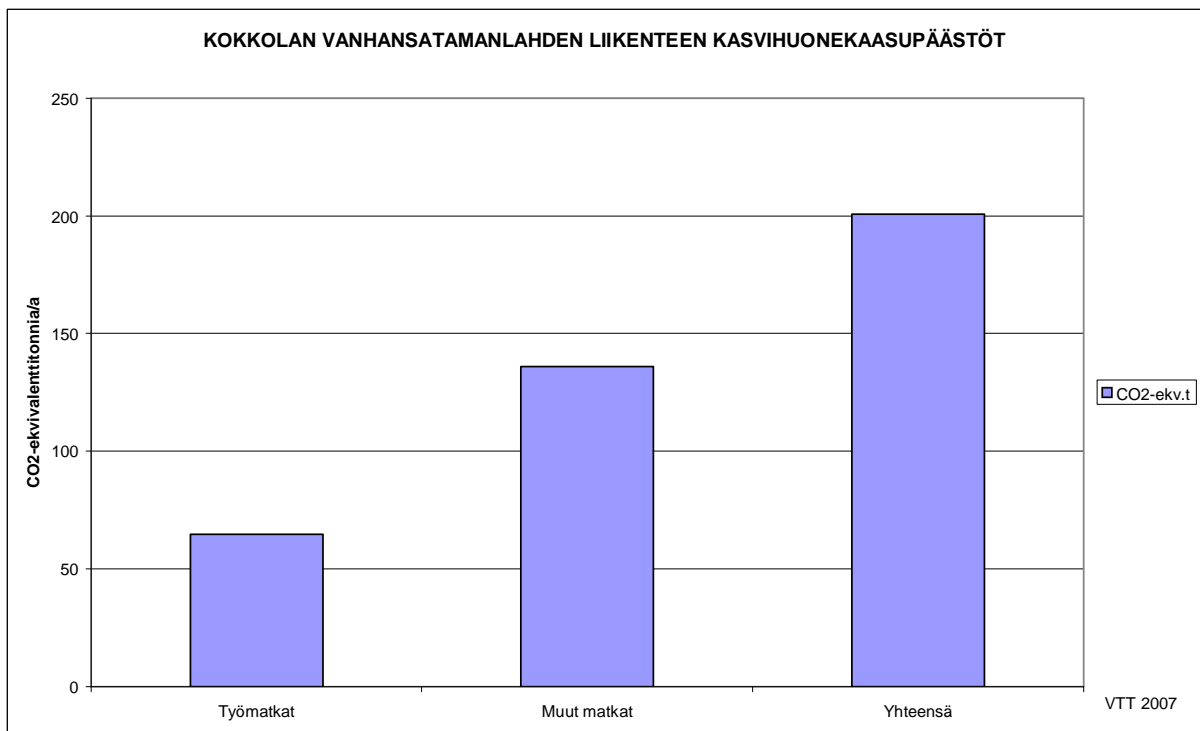
### 8.3 Liikenne

Liikenteestä aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt on arvioitu Vanhansataman alueen asukkaiden päivittäisliikenteen osalta. Arviossa ovat mukana työmatkat ja muut matkat.

Työssäkäyvien osuudeksi on arvioitu 45 % asukkaista ja työmatkan pituudeksi keskimäärin 2,5 km. Muiden matkojen määräksi on arvioitu 2,28 matkaa/vrk 6 vuotta täyttäneeltä asukasta kohden ja niiden pituudeksi 1,7 – 1,9 km asuntoalueilta. Loma-asukkaiden ja siirtolapuutarha-asukkaiden matkat Kokkolassa on arvioitu yleispiirteisesti.

Matkoista on arvioitu 50 % tehtävän henkilöautolla ja 1 % linja-autolla (loma-asukkaiden osalta 80 % ja siirtolapuutarha-asukkaiden osalta 25 % henkilöautolla). Muut matkat tehdään kävellen ja pyöräillen. Henkilöauton kuormituksena on käytetty 1,15 työmatkoilla ja 1,5 muilla matkoilla. Linja-autojen kuormituksena on käytetty työmatkoilla 25 ja muilla matkoilla 15. Henkilöauton ominaispäästönä on käytetty 130 CO<sub>2</sub>-ekv.g/ajoneuvo-km ja linja-auton ominaispäästönä 950 CO<sub>2</sub>-ekv.g/ajoneuvo-km. Ominaispäästöt ovat noin 25 % nykyistä pienemmät olettaen ajoneuvoteknologian ja ajoneuvokannan kehittyvän myönteisesti.

Vanhansatamanlahden liikenteestä aiheutuu päästöjä vuoden 2030 tilanteessa kaikkiaan 200 CO<sub>2</sub>-ekvivalenttitonnia (kuva 41).

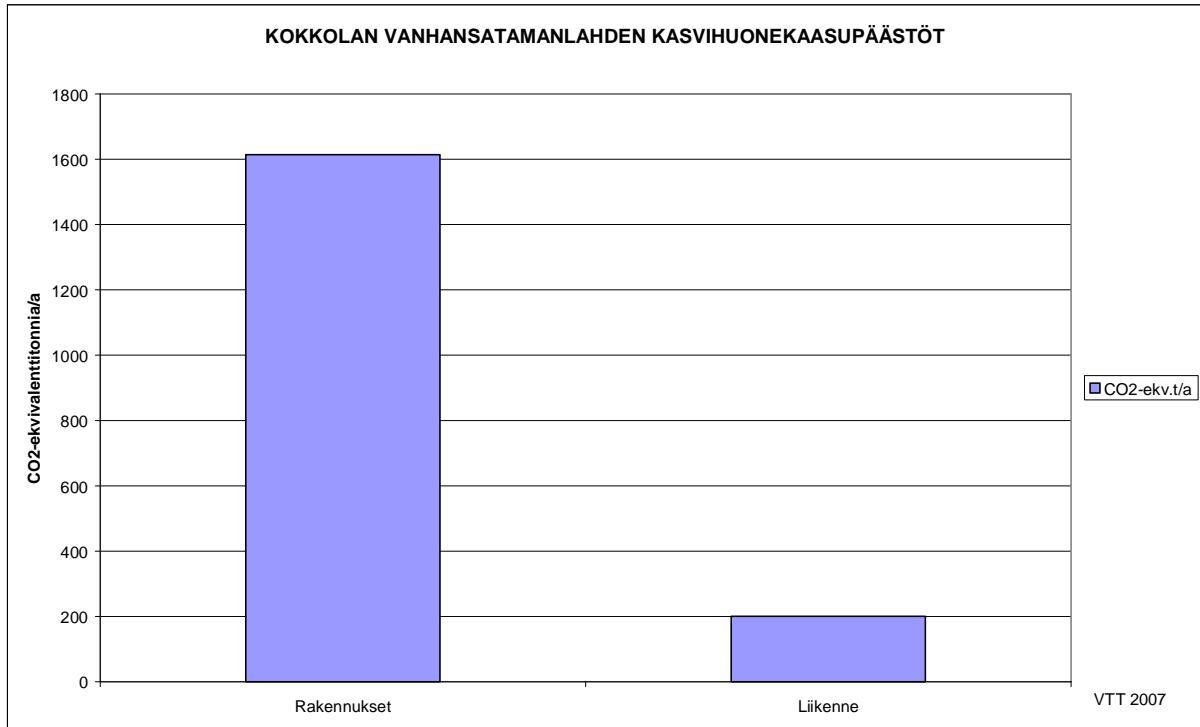


**Kuva 41.** Vanhansatamanlahden asukkaiden päivittäisliikenteestä aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2030. Päästöt ovat suhteellisen pienet johtuen alueen keskeisestä sijainnista Kokkolassa.

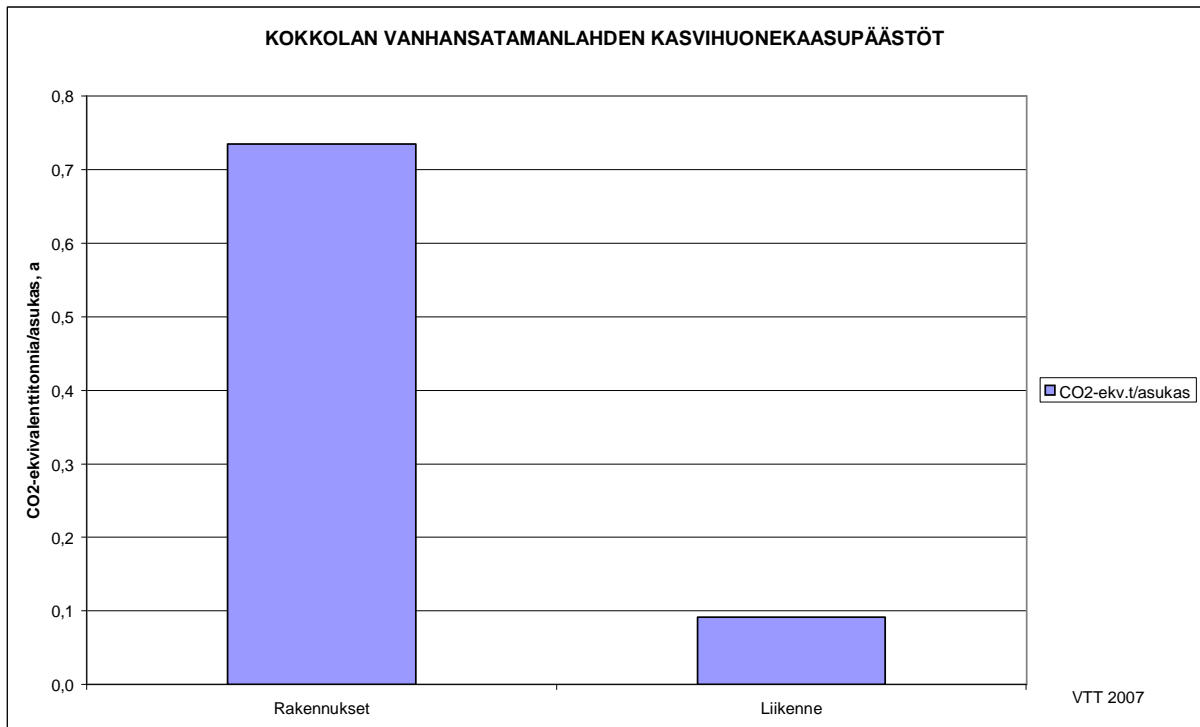


## 8.4 Vanhansatamanlahden kasvihuonekaasupäästöt yhteensä

Vanhansatamanlahden yleiskaavan toteuttamisesta aiheutuu kasvihuonekaasupäästöjä vuonna 2030 kaikkiaan 1 800 CO<sub>2</sub>-ekvivalenttonnia (kuva 42). Rakennuksista aiheutuu kasvihuonekaasupäästöjä 1 600 tonnia ja liikenteestä 200 tonnia. Asukasta kohden lasketut päästöt ovat yhteensä 0,8 CO<sub>2</sub>-ekv.tonnia/asukas, josta rakennusten osuus on 0,7 CO<sub>2</sub>-ekv.t/asukas ja liikenteen osuus 0,1 CO<sub>2</sub>-ekv.tonnia/asukas (kuva 43).



**Kuva 42.** Vanhansatamanlahden kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2030.



**Kuva 43.** Vanhansatamanlahden kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2030 asukasta kohden laskettuna.

Vanhansatamanlahden yleiskaavan toteuttamisesta aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt ovat erittäin pienet sekä rakennusten että liikenteen osalta. Rakennusten ominaisenergiankulutuksen arvioidaan lämmityksen osalta pienenevän merkittävästi nykyisestä johtuen lisääntyvästä matalaenergiarakentamisesta ja sähkön osalta pysyvän nykyisellään, mikä merkitsee sähkönkulutuksen nykykehityksen mukaisen kasvun pysähtymistä. Kokkolan energiantuotanto on tehokasta lämmön ja sähkön yhteistuotantoa, jonka arvioidaan tehostuvan entisestään ja uusiutuvan polttoaineen (puu) osuuden lisääntyvän.

Koska Vanhansatamanlahti sijaitsee lähellä Kokkolan keskustaa, työpaikkoja ja palveluja, matkat ovat lyhyet ja jalankulun ja pyöräilyn osuus suhteellisen suuri. Liikenteen kasvihuonekaasupäästöt ovat siten suhteellisen pienet.

## 9 Epävarmuustekijät

Tämä tutkimus on ensimmäisiä, jossa tarkastellaan ilmastonmuutoksen huomioon ottamista kaavoituksessa sekä sopeutumisen että hillitsemisen kannalta. Tutkimus on siten pilottityyppinen ja muodostetut arviointimenetelmät vaativat osittain edelleen kehittämistä.

Tehdyt arviot ilmastonmuutoksen vaikutuksista ovat ensimmäisiä, joissa on arvioitu paikallisia muutoksia globaalien ilmastomallien ja skenaarioiden perusteella. Arvio sisältää epävarmuuksia, jotka pienenevät tulevaisuudessa menetelmää kehitettäessä. Arvioituja muutoksia voidaan kuitenkin pitää suuntaa antavina ja suhteellisen luotettavina.

Kasvihuonekaasupäästöt on arvioitu yleispiirteisesti, mutta arvio antaa riittävän kuvan niiden suuruusluokasta.

Arviointi perustuu sitä tehtäessä käytettävissä olleeseen suunnitteluaineistoon, joka kehittyy ja muuttuu.

Liikenteen osalta arviossa on mukana vain asukkaiden päivittäisliikenne, joka suuntautuu työpaikoille ja palveluihin sekä muihin lähikohteisiin.

## 10 Johtopäätökset ja suositukset

Ilmastomalliajojen perusteella arvioidut muutokset ekstreemeissä ovat suhteellisen suuret erityisesti minimilämpötilan nousun, sulamis-jäätymissykliä vähentymisen, vuoden sademäärän kasvun, 6 tunnin ja 5 vuorokauden sademaksimien kasvun, 6 tunnin lumisademaksimin kasvun, lumipeitteen maksimivesiarvon pienenemisen, lumipeitteen kestoajan lyhenemisen ja meren jääpeitteen kestoajan lyhenemisen osalta. Vaikka maksimituulennopeus ei ääri-ilmiönä lisääntynyt, kovat tuulet lisääntyvät. Arvioiduilla muutoksilla on merkitystä alueen suunnittelussa kaavoituksesta toteutukseen. Toteutus suunnittelun mitoitusperusteita jouduttaneen osin uudistamaan nykyisestä.

Alueen pienilmastoanalyysin perusteella esitetään suunnitteluohjeita ja suosituksia jatkotyöhön. Kaavojen kehittämisen päälinjat ovat seuraavat:

- suositetaan matala-tiivis-rakennetta
- vältetään suoria päätuulien suuntaisia katutiloja
- korttelien suuntaaminen aurinkoon
- pihojen suojaaminen tuulelta rakennusmassoin
- määräykset tuulensuojaistutuksista ja -rakenteista kaavoihin.

Rakennussuunnittelussa:

- tiivis, matala ja pienimittakaavainen rakentaminen helpottaa hyvän mikroilmaston luomista
- korkeat rakennukset ohjaavat ilmavirtauksia maantasoon
- rakennuksen suunnittelu vyöhykkeittäin siten, että pohjoisen tai tuulten puolella on kylmien rakennelmien muodostama puskurivyöhyke, keskellä lämmin sydän, ja aurinkon puolella oleskeluun tarkoitettuja sisä- ja ulkotiloja
- suojautuminen tuulilta parvekkeilla tai kaksinkertaisella julkisivulla
- parvekkeet, lipat ja luhtikäytävät vähentävät alas suuntautuvia ilmavirtauksia, samoin rakennuksen viereiset kasvit, köynnössäleiköt, katokset yms.
- suositeltava kattokulma tuulen kannalta on 15°-21°
- aerodynaamisesti oikein muotoiltu räystäs vähentää turbulensseja
- rakennusten suuntaaminen aurinkoon
- autopaikat varjoon
- lehtipuut eteläpuolelle, havupuut pohjoiseen.

Maksimitulvan ja maksimiaallokon yhtäaikaisen esiintymisen perusteella rakennusten alin sallittu lattiakorko on Asuntomessualueella seuraava: pilariperusteisen rakennuksen alapohjan alapinta noin + 2,2 m, matalaperusteisen rakennuksen lattiakorko noin + 2,7 m. Vastaavasti rakennusten alin sallittu lattiakorko on Morsiussaarella pilariperusteisen rakennuksen alapohjan alapinta noin + 2,5 m ja matalaperusteisen rakennuksen lattiakorko noin + 3,0 m.

Vanhansatamanlahden yleiskaavan toteuttamisesta aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt on arvioitu rakennusten ja asukkaiden päivittäisliikenteen osalta. Rakennusten ominaisenergiankulutuksen on arvioitu pienenevän merkittävästi nykyisestä lämmityksen osalta ja pysyvän nykyisellään sähkönkulutuksen osalta. Lämmön ominaiskulutuksen arvioidaan yleensä laskevan energiatehokkuuden kasvaessa, kun taas sähkön ominaiskulutuksen arvioidaan kasvavan ilman energiansäästötoimenpiteitä. Ilmastomuutoksesta aiheutuva lämpötilan nousu voi vähentää lämmönkulutusta, mutta jäähdätyksen tarve voi vastaavasti lisääntyä. Energiantuotanto on Kokkolassa tehokasta sähkön ja lämmön yhteistuotantoa, jonka vaikutukset riippuvat mm.



käytetyistä polttoaineista. Puun osuutta polttoaineista on arvioitu lisättävän ja turpeen osuutta vähennettävän nykyisestä. Arvion mukaisten rakennusten vähäisten päästöjen saavuttaminen edellyttää matalaenergiarakentamisen ja energiatehokkuuden lisäämistä sekä energiantuotannon kehittämistä entisestään.

Koska Vanhansatamanlahti sijaitsee lähellä Kokkolan keskustaa, työpaikkoja ja palveluja, matkat ovat lyhyet ja jalankulun ja pyöräilyn osuus suhteellisen suuri.

Vanhansatamanlahden kasviuonekaasupäästöt ovat suhteellisen pienet sekä rakennusten että liikenteen osalta. Yleiskaavan toteuttaminen arvioiduilla kehittämistoimenpiteillä voi edistää ilmastonmuutoksen hillintää.

Tutkimuksen mukaan Kokkolan Vanhansatamanlahti on ilmastonmuutoksen hillitsemisen kannalta hyvin edullinen alue ja sen suunnittelussa voidaan varautua ilmastonmuutokseen. Ilmastonmuutokseen sopeutumisessa suurimmat haasteet liittyvät rantojen ja alavien alueiden rakentamiseen, tuulisuuden huomioon ottamiseen sekä sadannan lisääntymiseen.

## Lähteet

Alanko, P. & Kahila, P., 2004. Luonnonmukainen puutarha. Tammi, Helsinki

Ala-Outinen, T., Harmaajärvi, I., Kivikoski, H., Kouhia, I., Makkonen, L., Saarelainen, S., Tuhola, M. & Törnqvist, J., 2004. Ilmastonmuutoksen vaikutukset rakennettuun ympäristöön. VTT Tiedotteita 2227.

Alberts, W., 1982. Modelling the wind in the town planning process, in Bitan A (Ed), The impact of climate on planning and building, Elsevier Sequoia.

ASTRA-projektin aineistoa. [www.astra-project.org](http://www.astra-project.org)

Børve, A. B., 1987. Hus og husgrupper i klimautsatte, kalde strøk. Utforming og virkemåte. Bodø. Arkitektthøgskolen i Oslo.

Church J.A., Gregory J.M., Huybrechts P., Kuhn M., Lambeck K., Nhuan M.T., Qin D., Woodworth P.L., 2001: Changes in Sea Level. In: Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Noguer, M., van der Linden, P.J., Dai, X., Maskell, K., Johnson, C.A. (Eds.), Climate Change 2001: The scientific basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press.

Daniels, K. Simulationen im Windkanal und im Klimalabor, kirjassa Oswalt, Wohltemperier-te Architektur.

Ecole d'Architecture Marseille Luminy, 2006. Mécanisme microclimatique à propos d'une cour urbaine. [www-sivut](http://www.sivut) 2.11.2006.

Evans B. H., 1991. Natural Air Flow around Buildings. Artikkelit 1972, Working 1991.

Glaumann, M. & Westerberg, U., 1988. Klimatplanering, vind, AB Svensk Byggtjänst, Åkersberga.

Harmaajärvi, I., 2002. Helsingin yleiskaava 2002, vaikutusten arviointi. Luonnoksen ilmasto-vaikutukset. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston yleissuunnitteluosaston selvityksiä 2002:13, 19.12.2002.

Harmaajärvi, I., 2002. Pääkaupunkiseudun kasvihuonekaasupäästöihin merkittävästi vaikuttavat hankkeet – Päästöjen vähentämismahdollisuudet. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta YTV, Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 2002:6. Helsinki.

Harmaajärvi, I., Huhdanmäki, A., Lahti, P., Mäkelä, K., Niskanen, S., Rosenberg, M., Räsänen, J. & Tuominen, H.T., 2002. Maankäytön ja liikenteen suunnittelun keinoja ilmansuojelun ja meluntorjunnan edistämiseksi. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta YTV, Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 2002:9, Helsinki.

Harmaajärvi, I. & Huhdanmäki, A., 1999. Pääkaupunkiseudun yhdyskuntarakennevaihtoehtojen vaikutukset hiilidioksidipäästöihin. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta YTV, Pääkaupunkiseudun julkaisusarja C 1999:16.

- Harmaajärvi, I., Huhdanmäki A. & Lahti P., 2001. Yhdyskuntarakenne ja kasvihuonekaasupäästöt. Ympäristöministeriö, Suomen ympäristö 522. Helsinki.
- Huuska, P., 2006. Uudenmaan kasvihuonekaasupäästöt 1990 ja 2003. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta YTV, Uudenmaan liitto. Uudenmaan liiton julkaisuja C 53 -2006.
- Ilmasto- ja energiastrategian päivitys 2003 - 2004 (2005). Ympäristöministeriön sektoriraportti. Ympäristöministeriön moniste 144.
- Ilmastonmuutoksen kansallinen sopeutumisstrategia (2005). MMM:n julkaisuja 1/2005.
- Kahma, K. & Johansson, M. Perusselvitys Kruunuvuorenrannan kaavoituksen merenpinnan suunnitteluohjetta varten. Merentutkimuslaitos.
- Kahma K., Pettersson H., Boman H., Seinä A., 1998: Alimmat suositeltavat rakennuskorkeudet Pohjanlahden, Saaristomeren ja Suomenlahden rannikoilla. Merentutkimuslaitos.
- Kansallinen ilmasto-ohjelma – Ympäristöministeriön sektoriselvitys (2001). Suomen ympäristö 473.
- Kansallinen ilmastostrategia. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 27.3.2001. VNS 1/2001 vp.
- Kokkolan kaupunki. Tuulimittaustilastoja, tietokonetulosteita 2007.
- Kuismanen K. 1993. Tervolan koetalon suunnitelmat ja mallitestausten tutkimusraportti, Oulu.
- Kuismanen K., 2000. Ilmastotietoinen suunnittelu ja pienoismallien tuulitestaustaite, Oulun Yliopiston Arkkitehtuurin osaston julkaisu A28, Oulu.
- Kuismanen K. (toim.), 2007. Eco House North – Ecological Wooden House Handbook, Oulu.
- Makkonen, L. 2005. A new approach to estimating return periods of extreme events. IABSE Report “Structures and Extreme Events”, Vol. 90, 382-383 & CD Rom.
- Makkonen, L. 2006. Plotting positions in extreme value analysis. Journal of Applied Meteorology and Climatology 45(2), 334-340.
- Makkonen, L., 2008a. Problems in the extreme value analysis. Structural Safety (painossa).
- Makkonen, L., 2008b. Bringing closure to the plotting position controversy, Communications in Statistics – Theory and Methods 37(3), 460-467.
- Makkonen, L., Ruokolainen, L., Räisänen, J. & Tikanmäki, M., 2007: Regional Climate model estimates for changes in Nordic extreme event. Geophysica 43 (1-2): 19-42.
- Mattson J. O., 1979. Mikro- och lokalklimatologin. Malmö.
- Ollila Markku (toim.). Ylimmät vedenkorkeudet ja sortumariskit ranta-alueille rakennettaessa, Suomen Ympäristökeskus, Ympäristöopas 52, Helsinki 2002

Palmer, T.N. & Räisänen, J., 2002. Quantifying the risk of extreme seasonal precipitation events in a changing climate. *Nature*, 415, 512-514.

Rummukainen, M. & Räisänen, J., 2001. A regional climate model for northern Europe: model description and results from the downscaling of two GCM control simulations. *Climate Dynamics*, 17, 339-359

Räisänen, J., Hansson, U., Ullerstig, A., Döscher, R., Graham, L.P., Jones, C., Meier, H.E.M., Samuelsson, P. & Willén, U., 2004: European climate in the late 21st century: regional simulations with two driving global models and two forcing scenarios. *Climate Dynamics*, 22, 13-31.

Sea Level Change Affecting the Spatial Development in the Baltic Sea Region, Geological Survey of Finland, Special Paper 41

Silfverberg, K., 2008. Ilmastomuutos ja Helsingin suuret rantarakentamishankkeet. *Arkkitehti-lehti*, maaliskuu 2008.

Swedish Meteorological and Hydrological Institute. Sea Level Change Affecting the Spatial Development in the Baltic Sea Region, Geological Survey of Finland, Special Paper 41.

Räisänen, J., Hansson, U., Ullerstig, A., Döscher, R., Graham, L.P., Jones, C., Meier, H.E.M., Samuelsson, P. & Willén, U., 2004: European climate in the late 21st century: regional simulations with two driving global models and two forcing scenarios. *Climate Dynamics*, 22, 13-31.

Tilastoja Suomen ilmastosta 1961-1990. Ilmatieteen laitos, Helsinki 1990.

Valtakunnallinen henkilöliikennetutkimus 2004-2005. Liikenne- ja viestintäministeriö. [www.hlt.fi](http://www.hlt.fi).

Wahlgren, I., 2007. Eco Efficiency of Urban Form and Transportation. ECEEE 2007 Summer Study, Saving Energy - Just do it! 4-9 June 2007, La Colle sur Loup, France, Conference proceedings, cd-rom. ECEEE. La Colle sur Loup, France (2007), 1679-1690.

Wahlgren, I. & Halonen, M. 2008. Espoon maankäytön kehittämissuunnitelmien ilmastovai-  
kutukset. VTT Tutkimusraportti VTT-R-00250-08.

Wahlgren, I., 2007. Haja-asutus – ongelma ilmastomuutoksen hillinnässä. *Maankäyttö* (2007) No: 2, s. 10 – 13.

Wahlgren, I., 2006. Ilmastomuutoksen haasteet kaavoitukselle. *Maankäyttö* (2006) No: 2, s. 6 – 10.

Wahlgren, I., 2006. Ilmastomuutoksen huomioiminen kaavoituksessa. Ympäristöklusterin tutkimushanke 23. Tutkimussuunnitelma 20.1.2006, 14.6.2006.

Wahlgren, I., Kuismanen, K. & Makkonen, L. 2007. Sörnäistenranta-Hermanninranta-osayleiskaava. Ilmastomuutoksen huomioonottaminen. VTT Tutkimusraportti VTT-R-00471-07. Espoo. 57 s.

Wahlgren, I. 2008. Sipoon yleiskaava 2025. Yleiskaavaehdotuksen vaikutusten arviointi. VTT Tutkimusraportti VTT-R-02114-08. Espoo. 53 s.