

Helsingin kaupunki,
Kaupunkiympäristö, Rakennukset ja yleiset alueet

Turvallinen rakentamiskorkeus korttelissa k 20086
Ennakkoraportti
20.6.2024

Kimmo Kahma

Akateemiset Konsultit Oy

Tiivistelmä

Akateemiset Konsultit Oy on Helsingin kaupungin tilauksesta selvittänyt korttelien k20086 ja k20089 turvallisen rakentamiskorkeuden. Tämä on ennakkoraportti, joka koskee korttelia k20086.

Selvitystä varten aallokon ja vedenkorkeuden yhteisjakautuma on määrätty siten, että niiden välinen riippuvuus on otettu huomioon. Saukonaltaan aallokko on laskettu käyttäen yleissuunnitelmassa VIO_6408_1 esitettyä aallonmurtajien sijoitusta ja muotoa. Vyörymäkorkeuden ja vyörymämatkan laskussa on käytetty pintamallia, jonka on Akateemiset Konsultit Oy:lle toimittanut Rambol Oy:n Mauri Myyrä.

Aallonmurtajan kohdalla rantaviivalla turvallinen rakentamiskorkeus on 3,73 m. Jos aallonmurtajan harja viettää merelle päin ja sen kaltevuus on vähintään 1:200, niin aallokon vaikutus pienenee nopeasti ja jo 15 m päässä turvallinen rakentamiskorkeus on vain 3,1 m.

Neptunuksen puiston alueella vesi tulee tulvakorkeudella noin 15 metrin päähän korttelista k20086. Puisto on pintamallin mukaan suunniteltu niin loivasti nousevaksi, että tulvakorkeuden tasolla vyörymäkorkeus jää pieneksi. Tulvakorkeuden rantaviivalla turvallinen rakentamiskorkeus riippuu paikasta, mutta jää kaikkialla 3,4 m alapuolelle. Koska pintamallin mukainen korkeustaso kaikista suunnista ylittää 3,4 m ennen korttelia k20086, niin myöskään puiston kautta tulevilla aalloilla ei ole vaikutusta korttelin k20086 turvalliseen rakentamiskorkeuteen. Mereltä suoraan tulevan aallokon osalta korttelissa k20086 voidaan käyttää Jätkäsaaren yleistä turvallista rakentamiskorkeutta 3,0 m.

Kun aallokko tulee pohjoisesta Saukonaltaan kautta, niin Barbadoksenkadun ja Neptunuksenkujan kulmassa turvallinen rakentamiskorkeus on katualueen meren puoleisella reunalla 3,4 m ja se laskee kadun leveyden matkalla. Katualueen maan puoleisessa reunassa oleva korotus on raja, josta lähtien korttelissa k20086 voidaan soveltaa kaukana rannasta olevaa turvallista rakentamiskorkeutta, joka Jätkäsaarella on 3,0 m.

Johtopäätös:

Korttelissa 20086 voidaan soveltaa kaukana rannasta olevaa turvallista rakentamiskorkeutta, joka Jätkäsaarella on 3.0 m + N₂₀₀₀.

Tausta

Akateemiset Konsultit Oy on Helsingin kaupungin tilauksesta selvittänyt korttelien k20086 ja k20089 turvallisen rakentamiskorkeuden. Tämä on ennakkoraportti, joka koskee korttelia k20086 (Kuva 1).

Selvitystä varten on käytetty yleissuunnitelmaa VIO_6408_1 sekä Neptunuksenpuiston ja aallonmurtajan pintamallia, jonka on Akateemiset Konsultit Oy:lle toimittanut Rambol Oy:n Mauri Myyrä. Selvityksessä on lisäksi käytetty neuvottelussa 5.6.2024 saatuja täsmentäviä tietoja. Neuvotteluun osallistuivat Mauri Myyrä (Rambol Oy), Katarina Verkamo (KYMP) ja Kimmo Kahma (Akateemiset Konsultit Oy).



Kuva 1. Kortteli k20086 ja sen ympäristö.

Yleistä

Turvallisella rakentamiskorkeudella tarkoitetaan sitä korkeutta, jonne yhtenäinen vesi hetkellisesti nousee vedenkorkeuden ja suurimpien aaltojen yhteisvaikutuksesta. Turvallisen rakentamiskorkeuden alapuolelle ei tulisi sijoittaa rakenteita, jotka kastuessaan vaurioituvat. Rakennusteknisistä yksityiskohdista johtuen lattiakorkeuden tulisi olla selvästi turvallisen rakentamiskorkeuden yläpuolella. Mikäli rakennuksen ulkoseinä suojaa sen takana olevia osia, niin riittävän matkan päässä tulvan aikaisesta rannasta voidaan turvallisen rakentamiskorkeuden alapuolelle sijoittaa kellareita ja muita tarpeellisia rakenteita, kunhan niiden maanalaiset, kosteudesta vahingoittuvat osat ovat Jätkäsaarella tason $3 \text{ m} + N_{2000}$ yläpuolella. Tämän tason alapuolella täytyy kosteudesta vahingoittuvissa rakenteissa olla asianmukainen vedeneristys.

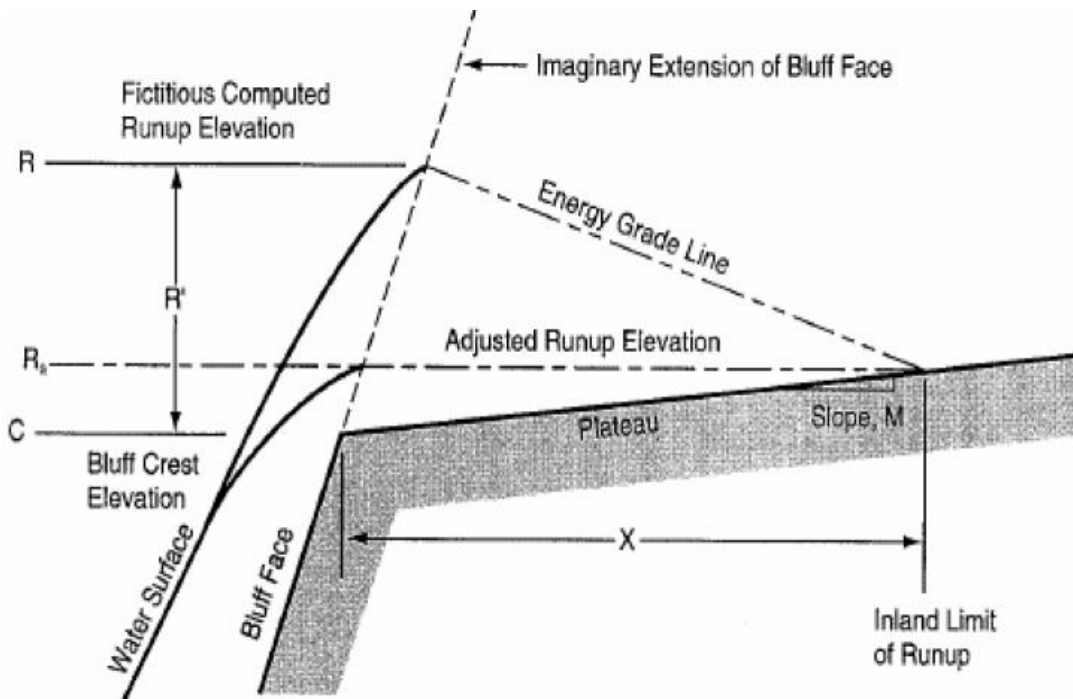
Vedeneristyksen vaatimuksia määrättäessä on otettava huomioon, että kellareissa veden arvioidaan nousevan tason $2,9 \text{ m} + N_{2000}$ yläpuolelle vuoteen 2200 mennessä vain kerran ja enintään muutamien minuuttien ajan. Tulvan kesto aika on noin tunti ja huippuarvoa 10 senttimetriä alemman arvon ylittäminen kestää enintään 12 tuntia, jonka jälkeen viimeistään vedenkorkeus laskee noin metrin ainakin useiden tuntien ajaksi.

Aallokon ja vedenkorkeuden yhteisvaikutuksen arvioidaan saavuttavan turvallisen rakentamiskorkeuden kerran vuoteen 2200 mennessä. Tämä tapahtuu todennäköisesti vasta lähellä vuotta 2200. Vuonna 2100 turvallisen rakentamiskorkeuden saavuttamisen todennäköisyys on pieni, vain 1/250 tapausta vuodessa.

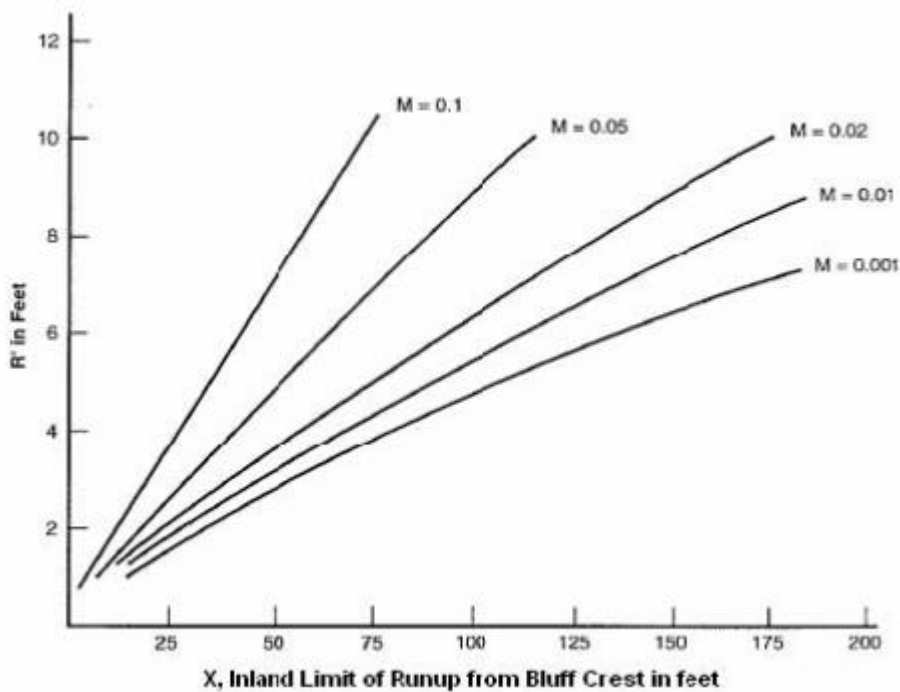
Vedenkorkeuden lyhytaikaisvaihtelu ja ilmastonmuutoksesta aiheutuva keskiveden nousu otettiin huomioon Ilmatieteen laitoksen tutkimusten (Leijala ym. 2018, Pellikka ym. 2018) mukaisesti. Niiden perusteella aaltojen vaikutukselta täysin suojassa olevissa paikoissa vedenpinta voi vuonna 2100 nousta tasolle $2,92 \text{ m} + N_{2000}$. Aaltojen kehittyminen laskettiin aaltomallilla, jonka pohjana ovat julkaisun Kahma & Calkoen (1992) relaatiot, ja aaltojen vyörymäkorkeus (runup) laskettiin julkaisussa EurOtop (2018) esitettyjä menetelmiä käyttäen. Aallokon ja vedenkorkeuden välinen riippuvuus otettiin huomioon laskemalla aallokkomallilla 30 vuoden ajalta Jätkäsaarella esiintyvä aallokko kerran tunnissa ja sen avulla vyörymäkorkeus kerran tunnissa. Tähän sitten lisättiin kerran tunnissa mitattu vedenkorkeus Kaivopuistossa. Saatu nousukorkeuden jakautuma ekstrapoloitiin eksponenttijakautumalla.

Vyörymämatka jyrkän rannan jälkeiselle loivalle, lähes vaakasuoralle alueelle laskettiin julkaisussa (Finch, 1982) esitettyä menetelmää käyttäen. Koska menetelmä ei ole yleisesti tunnettu eikä sitä ole aikaisemmin käytetty Jätkäsaarta koskevissa selvityksissä, niin tähän

selvitykseen on otettu mukaan kaaviokuva (Kuva 2) olosuhteista, joissa menetelmää voidaan soveltaa sekä nomogrammi (Kuva 3).



Kuva 2 Kaaviokuva menetelmästä vyörymämatkan laskemiseksi rannan jälkeiselle loivasti nousevalle tasanteelle (Finch,1982).



Kuva 3. Vyörymämatka kaaviokuvan 2 mukaiselle loivalle rannalle.

Arvioiden laskuun liittyy merkittäviä epävarmuustekijöitä, joista tärkein on ilmasto-skenaarioihin liittyvä epävarmuus. Arvioiden ulkoinen tarkkuus (accuracy) on useita kymmeniä senttimetrejä. Turvallisista rakentamiskorkeuksista soveltavien kanssa on kuitenkin sovittu, että turvalliset rakentamiskorkeudet ilmoitetaan ulkoista tarkkuutta tarkemmalla sisäisellä laskennallisella tarkkuudella (precision), jolloin lähellä toisiaan olevien paikkojen turvallisten rakentamiskorkeuksien pienetkin suhteelliset erot tulevat näkyviin ja voidaan ottaa huomioon. Kaukana toisistaan olevien paikkojen turvallisten rakentamiskorkeuksien vertailussa vasta yli 20 cm erot ovat merkittäviä.

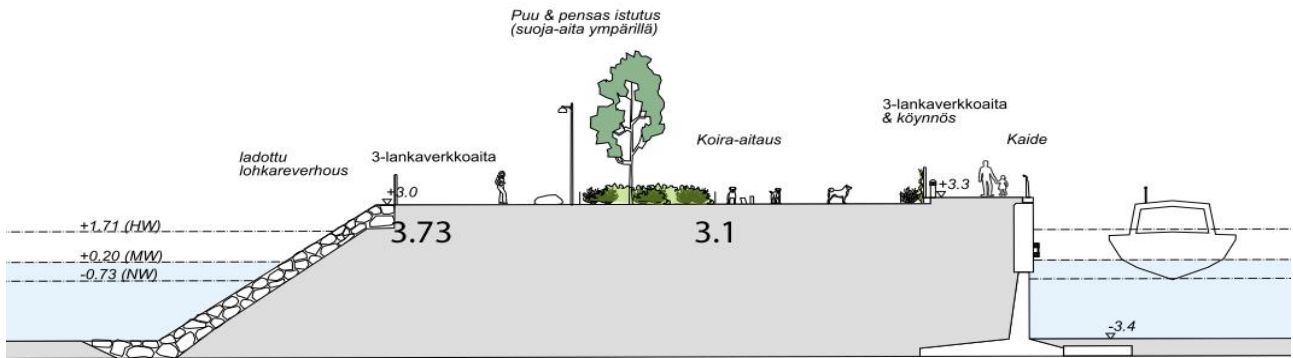
Todennäköisimmässä skenaariossa keskivedenpinnan nousu Helsingissä on vain 30 cm vuoteen 2100 mennessä, joten todennäköisimmän skenaarion toteutuessa Kaupunki-ympäristön julkaisussa 2019:20 ”Turvalliset rakentamiskorkeudet Helsingin rannoilla” annetut tasot saavutetaan vasta selvästi vuoden 2100 jälkeen, lähellä vuotta 2200. Jos rakenteen tekninen ikä on 50 vuotta, voidaan varautuminen täyteen turvalliseen rakentamiskorkeuteen tehdä vasta rakenteen uudistamisvaiheessa.

Korttelin k20086 turvallinen rakentamiskorkeus

Kortteliin k20086 suora aallokko voi tulla kahta reittiä, joko aallonmurtajan yli tai Neptunuksen puiston kautta. Kummallakaan reitillä ranta ei ole pysty rantamuuri, jota karttapalvelun turvallinen rakentamiskorkeus 3,7 m koskee.

Yleissuunnitelman VIO_6408_1 mukaiselle lohkarilla päällystetylle aallonmurtajalle (kaltevuus 1:1,5) saatiin turvalliseksi rakentamiskorkeudeksi 3,73 m. Suunnitelmassa aallonmurtajien harjakorkeus on 3,0 m, joka rantaviivalla on selvästi turvallisen rakentamiskorkeuden alapuolella. Kuitenkin, jos aallonmurtajan harja viettää merelle päin ja sen kaltevuus on vähintään 1:200, niin aallokon vaikutus pienenee nopeasti ja jo 15 m päässä turvallinen rakentamiskorkeus on vain 3,1 m. Kuvassa 4 on esimerkkinä poikkileikkaus Saukonaltaan kohdalla. Maastomallin mukaan poikkileikkaus on meren puolella samantapainen korttelin kulman kohdalla.

Kortteli k-20086 on aallonmurtajan kohdalla noin 35 m päässä rantaviivasta, joten aallonmurtajan yli tulevilla aalloilla ei ole vaikutusta turvalliseen rakentamiskorkeuteen korttelissa k20086.



Kuva 4. Venesataman aallonmurtajan poikkileikkaus Saukonaltaan kohdalla. Turvallinen rakentamiskorkeus rantaviivalla on 3,73 m, mutta 15 m päässä vain 3,1 m edellyttäen, että harja viettää merelle vähintään kaltevuudella 1:200.



Kuva 5 Harmaa alue on tulvakorkeudella veden alle jäävä alue, joka pintamallin mukaan on nykyisin veden yläpuolella. Merivesi ilman aallokkoa nousee harmaalle alueelle todennäköisyydellä 1/250 tapausta vuodessa vuonna 2100 ja todennäköisesti kerran vuoden 2200 tienolla.

Neptunuksen puiston alueella vesi tulvakorkeudella tulee noin 15 metrin päähän korttelista k20086, siis huomattavasti lähemmäksi kuin missä nykyinen rantaviiva on. Puisto on kuitenkin suunniteltu niin loivasti nousevaksi, että tulvakorkeuden tasolla vyörymäkorkeus jää pieneksi. Tulvakorkeuden rantaviivalla (harmaan alueen reuna kuvassa 5) turvallinen

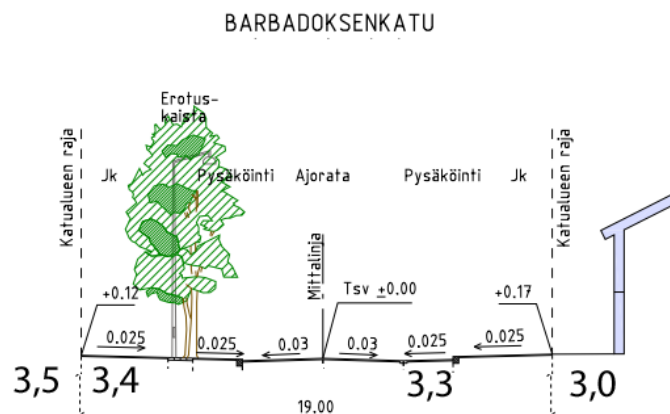
rakentamiskorkeus riippuu paikasta, mutta jää kaikkialla 3,4 m alapuolelle. Koska pintamallin mukainen korkeustaso kaikista suunnista ylittää 3,4 m ennen korttelia k20086, niin myöskään puiston kautta tulevilla aalloilla ei ole vaikutusta korttelin k20086 turvalliseen rakentamiskorkeuteen, vaan siellä voidaan käyttää Jätkäsaaren yleistä turvallista rakentamiskorkeutta 3,0 m.

Voidaan siten todeta, että suunnitelmat ovat etelästä tulevan aallokon vaikutuksen eliminoinnin kannalta onnistuneita.

Lounaasta ja lännestä tuleva aallokko on aaltomittausten mukaan sekä harvinaisempaa että oleellisesti pienempää kuin etelästä tuleva aallokko, eikä sillä ole sen vuoksi vaikutusta korttelin k20086 turvalliseen rakentamiskorkeuteen.

Kortteliin k20086 vaikuttavaa aallokkoa voi tulla myös Saukonaltaan kautta. Korttelin k20086 suojaus on oleellisesti heikompi venesataman suunnasta tulevalle aallokolle kuin suoralle aallokolle. Mikäli venesataman aallonmurtajat toteutetaan kuvissa 1 ja 5 esitetyn yleisuunnitelman VIO_6408_1 mukaisesti, venesatamaan pääsee aallokkoa myös luoteesta. Eteläisen aallonmurtajan kärjessä on viiste, jonka tarkoitus ehkä on leventää aukkoa. Viiste kuitenkin aiheuttaa murtajan kärjessä suppiloeffektin, joka vahvistaa aaltoja.

Venesataman sisällä aallokko leviämisen vuoksi vaimenee, mutta koska aallonmurtajan venesataman puoleinen seinä on suunnitelmien mukaan pysty, se heijastaa aaltoja ja vaimeneminen on osittaista. Suppiloeffektin aiheuttaman vahvistumisen ja vain osittaisen leviämisen vuoksi pohjoisesta tuleva aallokko on Barbadoksenkadun lounaispäässä oleellisesti yhtä suurta kuin aallonmurtajan ulkopuolella. Jos pohjoistuulen nopeus on 17 m/s lasketaan aallokon olevan 0,28 m. Tällä aallokolla lasketaan turvallisen rakentamiskorkeuden olevan Barbadoksenkadun lounaispäässä venesataman puolella 3,5 m.



Kuva 6 Turvallinen rakentamiskorkeus Barbadoksenkadulla venesataman puoleisella reunalla on 3,5 m. Korttelissa k20096 turvallinen rakentamiskorkeus on 3,0 m.

Barbadoksenkadun korkeus on alimmillaan 3,3 m ja leveys on noin 19 m (Kuva 6). Jos katu nousisi korttelin k20086 suuntaan loivasti mutta tasaisesti, niin vyörymämatka olisi alle 10 m. Kadun profiili kuitenkin hieman laskee ja siksi vyörymämatka on lähes kaksinkertainen. Vyörymä päättyy kuitenkin kadun tason noustessa juuri ennen korttelia k20086. Katualueen maapuoleisessa reunassa oleva korotus on raja, josta lähtien korttelissa k20086 voidaan soveltaa kaukana rannasta olevaa turvallista rakentamiskorkeutta, joka Jätkäsaarella on 3,0 m

Kortteli k-2086 on niin lähellä Saukonallasta, että pienetkin poikkeamat pintamallista saattavat aiheuttaa turvallisen rakentamiskorkeuden nousemisen tasolle 3,4 m.

Johtopäätös:

Korttelissa k-20086 voidaan soveltaa Jätkäsaaren yleistä turvallista rakentamiskorkeutta 3,0 m sillä edellytyksellä, että korkeussuhteet meren ja korttelin välillä ovat laskuissa käytetyn maastomallin mukaiset.

Viitteet

Turvalliset rakentamiskorkeudet Helsingin rannoilla, Kaupunkiympäristön julkaisuja 2019:20

French, J. 1982. Memorandum on Special Computation Procedure Developed for Wave Runup Analysis for Casco Bay. FIS - Maine, 9700-153. Camp Dresser & McKee.

Kahma K, T. Nyman 2022: Jätkäsaari. Ahdinaltaan aallokkotarkastelu. Selvitys, Helsingin kaupunki,

Kahma K. 2023: Turvallinen rakentamiskorkeus Asunto Oy Helsingin Aruban korttelissa k20079. Selvitys, Helsingin kaupunki, Kaupunkiympäristö, Rakennukset ja yleiset alueet

Kahma K. K. & Calcoen 1992: Reconciling Discrepancies in the Observed Growth of Wind-generated Waves, J. Phys. Oceanogr. 22: 1389-1405

Kahma K. K., H. Pellikka, K. Leinonen, U. Leijala, M. Johansson 2014: Pitkän aikavälin tulvariskit ja alimmat suositeltavat rakentamiskorkeudet Suomen rannikolla.

Leijala, U., Björkqvist, J.-V., Johansson, M. M., Pellikka, H., Laakso, L., & Kahma, K. K. 2018: Combining probability distributions of sea level variations and wave run-up to evaluate coastal flooding risks, Nat. Hazards Earth Syst. Sci.

Pellikka, H., Leijala, U., Johansson, M. M., Leinonen, K. & Kahma, K. K., 2018: Future probabilities of coastal floods in Finland. Continental Shelf Research 157: 32-42.

van der Meer, J. W. & Stam C. M. 1992: "Wave Run-Up on Smooth and Rock Slopes of Coastal Structures," Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, American Society of Civil Engineers, Vol. 118, No. 5, pp 534-550.

Van der Meer, J.W., Allsop, N.W.H., Bruce, T., De Rouck, J., Kortenhaus, A., Pullen, T., Schüttrumpf, H., Troch, P. and Zanuttigh, B., EurOtop, 2018. Manual on wave overtopping of sea defences and related structures. An overtopping manual largely based on European research, but for worldwide application. www.overtopping-manual.com