

# HELSINGIN TULVAPATO

Kiinteistövirasto  
Geotekninen osasto  
Timmo Ravea

## 1. ILMASTONMUUTOKSEN AIHEUTTAMA MERENPINNAN NOUSU

Ihmiskunnan energiantuotannon, teollisen toiminnan, liikenteen sekä maa- ja metsätalouden päästöjen vaikutuksesta ns. kasvihuoneilmiö on voimistunut. Kasvihuoneilmiön voimistuminen on synnyttänyt globaalin ilmakehän lämpenemisprosessin, joka tulee kohottamaan valtamerien keskivedenpintaa. Keskimerenpinnan on useimmissa ilmastomallilaskelmissa arvioitu nousevan 0.9...1.7 m vuoteen 2100 mennessä.

Kun tarkastellaan ilmastomuutoksen aiheuttaman merenpinnan nousun vaikutuksia Helsingin alueella, on maan kohoaminen ja merenpinnan normaalit korkeusvaihtelut otettava huomioon. Helsingissä maa kohoaa nykyisin noin 3.5 mm vuodessa. Kun tämä vähennetään keskimerenpinnan nousuarviosta, saadaan keskimerenpinnan nettousuksi Helsingissä noin 0.55...1.35 m vuoteen 2100 mennessä.

Helsingin kaupungin käyttämä korkeusjärjestelmä on N43, jonka mukaan keskimerenpinta on ollut vuonna 1990 tasolla noin -0.12. Korkeimmillaan merenpinta on ollut tasolla +1.36 27.1.1990. Kun merenpinnan korkeusvaihtelut otetaan tarkastelussa huomioon, saadaan merenpinnan suurimmaksi tulvan aikaiseksi korkeudeksi vuonna 2100 noin +1.90...+2.70. Merenpinta on näin korkealla ainoastaan lyhyen aikaa vuodessa, nykyisten tuuliolosuhteiden vallitessa vain muutaman tunnin. Keskimerenpinnan on arvioitu olevan kyseisenä tarkasteluajankohtana tasolla noin +0.45...+1.25.

## 2. MERENPINNAN NOUSUN VAIKUTUKSET HELSINGISSÄ

Merenpinnan nousun keskeisimmät vaikutukset ovat rakennetussa kaupunkiympäristössä ranta-alueiden joutuminen veden valtaan, viemäriverkoston toiminnan vaikeutuminen sekä kaukolämpöjohdoille ja kellariuiloille aiheutuvat vahingot.

Merenpinnan nousu lisää kaikissa viemärijärjestelmissä vuotovesiä ja lisäksi sadevesien purku sekä viemäristön ja pumppaamoiden ylivuotorakenteiden toiminta vaikeutuu. Suojaamistarve on tässä tapauksessa ajankohtainen jo 0.2...0.3 m keskimerenpinnan nousulla. Kaukolämpöputkien salaojitusverkostoon kulkeutuva vesi kasvattaa entisestään viemäriverkoston kapasiteetin ja pumppaamojen tarvetta. Tämän lisäksi kaukolämpöputkikanaaleihin nouseva vesi aiheuttaa kaukolämpöputkien korroosion ja routimisen vaaran.

Helsingin kaupunkirakenne on suunniteltu siten, että hetkellisestä ylivedestä +1.2 ei aiheudu vielä suuria haittoja. Merenpinnan noustessa yli tason +1.2 alkavat matalimmat ranta-alueet peittyä vedellä. Helsingin historiallinen ydinkeskusta: Kauppatorin alue, Kluuvi, Hakaniemen tori ja Merihaka ovat alavia alueita. Kauppatorin rannassa kriittinen vedenkorkeuden taso on +1.3...+1.4 sekä Rautatientorilla ja eteläsatamassa +1.6...+1.7. Suuri osa Helsingin uusista kaava-alueista sijaitsee matalilla ranta-alueilla: Pikku-Huopalahti, Ruoholahti, Tali, Herttoniemi, Hermannin-Toukolanranta, Munkkisaari ja Jätkäsaari. Tällaisia korkeustason +3.0 alapuolella olevia ranta-alueita, jotka ovat suunnittelun alla tai määrätty rakennettaviksi, on arvioitu olevan Helsingissä yli 300 ha.

Suojautumiskeinoina merenpinnan nousua vastaan tulevat kysymykseen meri- tai rantapatojen rakentaminen sekä maaston yleistasausten nostaminen. Rakennetussa kaupunkiympäristössä yleistasausta voidaan nostaa ainoastaan paikallisesti riittävälle tasolle. Lisäksi suojeltava rantaviiva on erittäin pitkä ja paikoin vaikeasti rakennettavissa. Näistä syistä sekä yleistasausten nostaminen että rantapato soveltuvat lähinnä meripatoa täydentäväksi suojautumiskeinoksi. Uusilla kaava-alueilla merenpinnan nousu on huomioitu nostamalla yleistasausta rakentamisalueella tason +2.0 yläpuolelle ja asettamalla alin lattiataso joko tasolle +2.5 tai +3.0.

### 3. VAIHTOEHTOISET PATOLINJAT

Patolinjat on muodostettu siten, että ne yhdistävät osan Helsingin edustan saarista erillisten patojen avulla toisiinsa. Vaihtoehtoiset patolinjat I, II ja III on esitetty kuvassa 1. Kaikki patolinjat ovat yhteneviä Helsingin itäisellä merialueella. Patolinjat alkavat Ramsinniemestä ja päättyvät joko Karhusaareen tai Nokkalaan Espoossa.

Patolinjan I pituus on noin 3000 m. Vaikka patolinja on melko lyhyt, suojaisi pato kuitenkin suurimman osan Helsingin tärkeimmistä alavista ranta-alueista: Vanhankaupungin- ja Kruunuvuorenselän ranta-alueet, Helsingin ydinkeskustan, Pikku-Huopalahden sekä Seurasaarenselän ja Laajalahden ranta-alueet. Lauttasaari, Salmisaari, Jätkäsaari, Hernesaari ja Ruoholahden uusi kaava-alue jäisivät tässä vaihtoehdossa kuitenkin suojaamatta. Näin ollen patoa on täydennettävä joko rantapatojen avulla tai nostamalla maanpinnan yleistasausta.

Patolinjan II pituudeksi on arvioitu 6000 m. Sen kulku poikkeaa patolinjasta I ainoastaan Harakan ja Lauttasaaren välillä. Patolinjan II mukainen pato suojaisi patolinjan I suojaamien alueiden lisäksi suurimman osan Lauttasaaresta, Salmisaaren, Jätkäsaaren, Hernesaaren ja Ruoholahden uuden kaava-alueen.

Patolinja III on vaihtoehtoisista patolinjoista selvästi pisin. Sen pituus on 12000 m. Patolinja III erkaantuu muista patolinjoista Vallisaaren jälkeen päättyen lopulta Nokkalaan. Patolinjan III suojaamiin alueisiin kuuluvat edellä patolinjan II suojaamien alueiden lisäksi Lauttasaari ja laajat Miessaarenselän ranta-alueet Espoossa.

Rakentamalla kaksiajoratainen liikenneväylä padon harjalle voidaan näin parantaa Itä-Helsingin ja valittavasta patolinjasta riippuen joko keskustan tai Espoon välisiä liikenneyhteyksiä.

### 4. PATORAKENNE

Vaihtoehtoisten patotyyppien valintaan ovat vaikuttaneet pääasiassa saatavilla olevat materiaalit ja niiden soveltuvuus padon rakenteisiin sekä merenpohjan geologiset olosuhteet.

Yksityiskohtaista suunnittelua varten tässä työssä on esitetty kaksi vaihtoehtoista patotyyppiä, patotyyppit I ja II, jotka on jaettu edelleen erilaisten patopaikan pohjasuhteiden perusteella kolmeksi alatyypiksi a, b ja c. Patorakenne muodostuu toisessa patotyyppissä kahdesta ja toisessa yhdestä louhepenkereestä, joita vasten tiivistyssydän tukeutuu. Tiivistyssydämen eroosio on estetty sen ympärille asennettujen suodatinkankaiden avulla. Ylävedenpuoleiset luiskat verhoillaan lohkarilla. Padon rakenteiden mitoituksessa rakennuspohjan eroosion estäminen on ollut tärkein mitoitettava tekijä. Eroosion vaara on eliminoitu moreenista rakennettavalla tiivistyspatjalla tai vaihtoehtoisesti vaakasuoralla kiviainessuodattimella. Patotyyppissä I harjan leveys vaihtelee padon korkeuden mukaan 33...110 m. Patotyyppissä II padon harjan vähimmäisleveys on 16 m. Harja on suunniteltu tuuliolosuhteista riippuen noin 5...8 m nykyistä merenpintaa korkeammalle. Pato perustetaan kantavan pohjamaan varaan. Pehmeät lieju- ja savikerrokset poistetaan ruoppaamalla patorakenteiden alta.

Pääkaupunkiseudulla kertyvien ylijäämämassojen käyttöä padon rakenteissa on pidetty suositeltavana. Padon tukipenkereet ja patotyyppissä I myös tiivistyssydän voidaan tehdä suurelta osin ylijäämämassoista: tukipenkereet rakennetaan louheesta ja tiivistyssydän savesta. Sen sijaan patotyyppissä II tiivistyssydän tehdään moreenista. Kuvassa 2 on esitetty eräitä patotyypeistä.

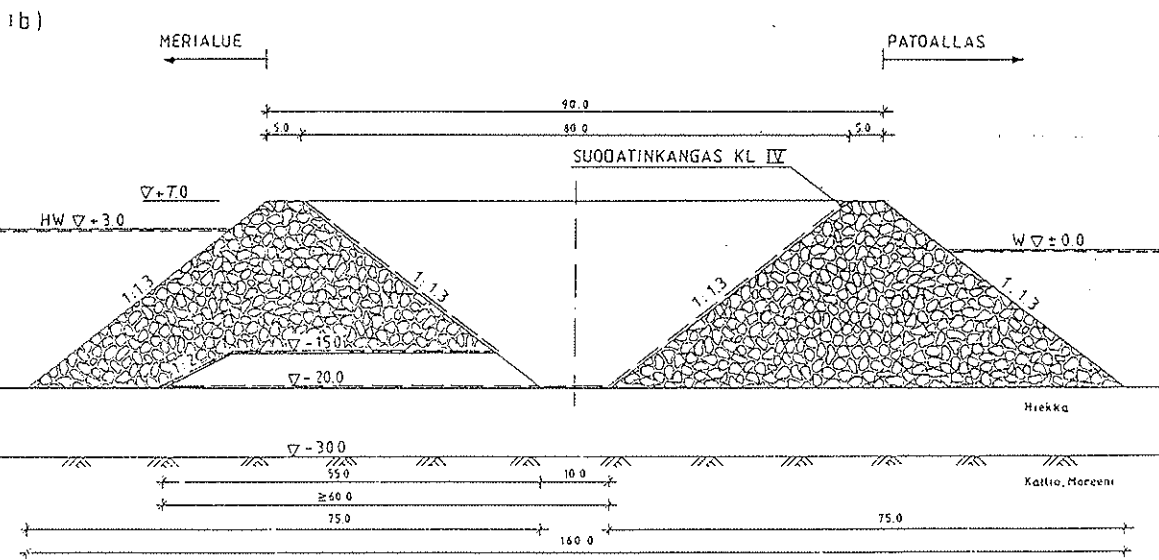
### 5. KUSTANNUKSET

Patolinjojen kesken kustannuseroja aiheuttavat ennen kaikkea seuraavat tekijät: patolinjan pituus, perustussyvyudet, perustamisolosuhteet ja tarvittavien sulkujen lukumäärä. Taulukossa 1 on esitetty padon rakentamiskustannukset. Vaikeiden ja ennalta arvaamattomien pohjasuhteiden vaikutuksen padon kokonaiskustannuksiin on arvioitu olevan noin 30 % lasketuista rakentamiskustannuksista. Sulkujen ja veden pumppausjärjestelmän kustannuksia ei ole laskettu mukaan.

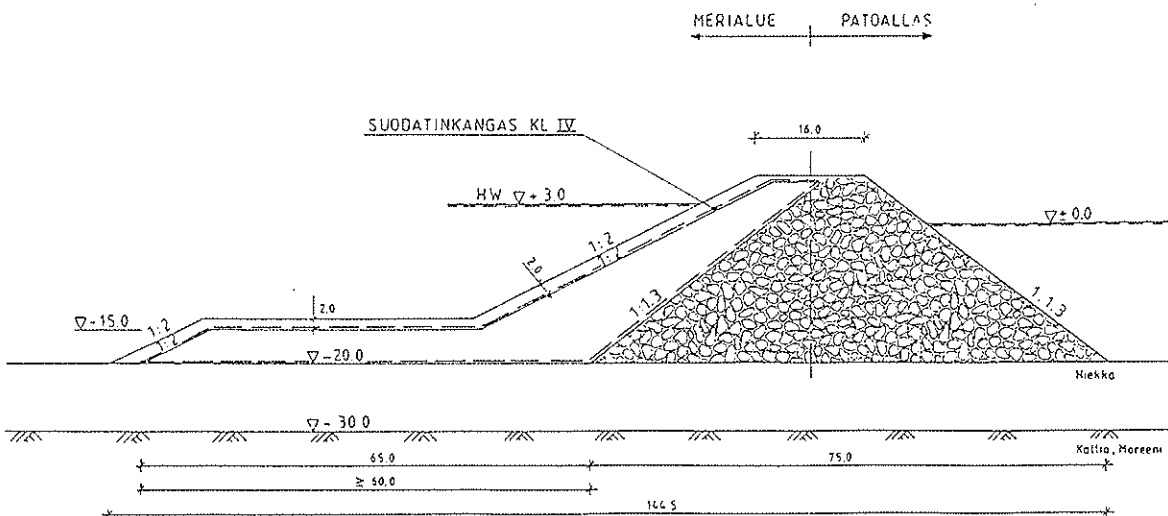
Taulukko 1. Helsingin tulvapato. Padon rakentamisen kokonaiskustannukset.

	Kustannukset [milj.mk]		
	Patolinja I	II	III
Patotyyppi I	245	750	1590
Patotyyppi II	176	535	985

Padon rakentamiskustannukset ovat patometriä kohden noin 40 000...280 000 mk. Kustannukset vaihtelevat padon korkeuden ja patotyypin mukaan.



11b)



Kuva 2. Helsingin tulvapato. Patotyypit Ib ja I1b.



Kuva 1. Helsingin meripato. Vaihtoehtoiset patolinjat I, II ja III.