

## Tulvariskien tiede ja hallinta

PENDER, GARETH & HAZEL FAULKNER (2011; toim.). *Flood risk science and management*. 528 s. Wiley-Blackwell, Chichester.

Tulvien aiheuttamat taloudelliset, yhteiskunnalliset ja psykologiset vahingot koskettavat suuria väestöryhmiä eri puolilla maailmaa. Siksi niitä on tutkittu paljon. Euroopan unionin tulvadirektiivi on tällä hetkellä tärkein Euroopan tulvariskien hallintaa ohjaava säännöstö. Arvioitava teos käsittelee kattavasti nykyistä tulvahallintaa keskittyen pääasiassa Britanniaan. Kirjan kantavana teemana on tulvariskien hallinnassa tapahtuva muutos fyysisten tulvasuojien kaudesta kohti ajatusmallia, jossa tulvariskejä hallitaan ”pehmeämmin” keinoin, kuten maankäytön ja asutuspolitiikan avulla. Tulvamallinnusmenetelmät esitellään teoksessa tärkeimpänä teknisenä ratkaisumallina, jotka tuottavat tietoa tulvariskien hallinnan tueksi. Teos sisältää paljon kuvia ja diagrammeja, jotka mustavalkoisina havainnollistavat tehokkaasti tekstissä käsiteltäviä asioita. Kuvat, joiden tietosisällölle värit ovat merkityksellisiä, on sijoitettu teoksen keskelle kahteen eri osaan. Värikuvien sijoittaminen varsinaisen tekstiosuuden loppuun olisi mahdollisesti lisännyt teoksen rakenteellista selkeyttä.

Teoksen johdanto esittelee tulvariskien hallintaan liittyvät käsitteet sekä tieteelliset ja yhteiskunnalliset-taloudelliset haasteet. Nykyaikaisen tulvariskien hallinnan odotetaan olevan riskipohjaista, systeemipohjaista, portfoliopohjaista, monitasoista, todistepohjaista, robustia, sopeutuvaa, ihmispohjaista ja demokraattista sekä kestävä kehityksen linjausten mukaisia. Näiden vaatimusten täyttyminen riippuu tulvariskien hallintaa toteuttavista tahoista ja siksi yhtä oikeaa linjausta on vaikea osoittaa. Edellä mainittujen ajatusten omaksuminen on kuitenkin erityisen tärkeää, jotta tulvariskien hallinnasta saataisiin mahdollisimman tehokasta. Teoksen toinen pääsanoma on eri tahoilla tapahtuvien muutosten (ilmastonmuutoksen ja moninaisten yhteiskunnallisten-taloudellisten muu-

tosten) huomioon ottaminen tulvariskien arviointia ja mallinnusta suunniteltaessa.

Johdannon jälkeen siirrytään tulvariskien hallintaan ja yhteen hydrologisen tutkimuksen haastavimmista tutkimuskohteista: maankäyttöön liittyvään muutokseen ja sen aiheuttamiin tulvasidonnoisiin seurannaisilmiöihin. Virtaaman muutoksien ja sedimentin kulkeuman kvantifiointi on hankalaa, mutta onnistuessaan se mahdollistaisi muun muassa parempien tulvahallintamenetelmien laatimisen. Kirjoittajat osoittavat, että tehokkaan tulvariskien hallintajärjestelmän perustaksi tulee rakentaa holllinen mallinnuskehys. Siinä yhdistyisivät Euroopan ympäristökeskuksen raporteissa käyttämä tiettyä ympäristöongelmaa kokonaisvaltaisesti käsittelevä DPSIR-kehys (*driver-pressure-state-impact-response*) ja tulvariskitekijöiden monipuolinen mallinnus BSM (*broad scale modelling*). Kirjoittajat esittelevät varsin perusteellisesti myös vaikutusten kvantifiointiin ratkaisua tarjoavan menetelmän kehitystä.

Monitasoisen mallinnusmenettelyn sovellus esitellään yhden tapaustutkimuksen avulla. Ongelmaksi jää mallinnuksen soveltaminen alueilla, joilla mallien vaatimaa syötetietoa ei ole saatavilla yhtä kattavasti. Valuma-alueiden maankäytön muutosten lisäksi käsitellään rannikko-alueita, joilla muuttuneita tulvasuojelukäsityksiä on vaikea soveltaa käytäntöön asukkaiden ja elinkeinonharjoittajien vastustuksen takia. Aiheeseen pureutuva kappale tuntuu hieman erilliseltä.

Osion loppupuolella käsitellään tulevaisuuden sedimenttidynamiikan mallintamiseen liittyvää problemaatiikkaa. Nykyinen mallinnustekniikka ei kykene mallintamaan tulevaisuuden skenaarioita, eivätkä ratkaisuksi tuotetut työkalut (*Fluvial audit* -ohjelmistoon kytketyt mallinnusominaisuudet) tuota riittävän tarkkoja laskelmia. Kirjoittajat peräänkuuluttavatkin uusia ratkaisuja ja lisää tutkimusta. Tulevaisuuden sedimenttidynamiikkaan liittyvät tulvariskit ovat liian suuret, jotta asian voisi sivuttaa.

Osion lopussa kirjoittajat esittelevät tulvasuojauksen tarkasteluun käytettävää menetelmää (*performance-based visual inspection*), jossa visuaaliseen tarkasteluun perustuvat kuntoluokitusarvot tuodaan osaksi tulvasuojien toiminnallisuuden mallinnusta. He ruotivat menetelmän mahdollisuuksia korvata nykyiset tehottomat, visuaaliseen tarkasteluun perustuvat tulvasuojien tarkastukset. Menetelmän testaus on tuottanut lupaavia tuloksia ja se tullaan luultavasti ottamaan käyttöön Britanniassa.

Teoksen kolmas osio esittelee tulvaennusteisiin ja varoituksiin liittyvää reaaliaikaista tietoa tuottavaa tekniikkaa ja mallien taustalla olevia yhtälöitä. Kirjoittajat esittelevät esimerkiksi säätötukan käyttöä satteen kaukokartoituksessa, keinoälytekniikkaan perustuvia algoritmeja reaaliaikaisten tulvaennusteiden tuottamisessa, rekursiivisten algoritmien käyttöä hajautettujen hydrologisten mallien parametrien reaaliaikaisessa päivityksessä ja meteorologisten mallien yhdistämistä hydrologisiin malleihin reaaliaikaisten luotettavien tulvaennusteiden luomiseksi. Tekstin teknisyys ja matemaattisuus rajaavat kyseisen osion kohderyhmää.

Tulvamallinnusta käsittelevä neljäs osio esittää tulvakarttojen luomiseen tarvittavia tietolähteitä, tiedon hankkimisen menetelmiä sekä näiden menetelmien käyttöön liittyviä ongelmia. Kirjoittajat korostavat muun muassa kaukokartoitusmenetelmien ja tulvamallinnusmenetelmien kehitystä. Kaukokartoitusmenetelmät tuottavat tänä päivänä runsaasti tietoa mallien parametrisointiin ja validointiin, jolloin tulvariskikartoituksia rajoittavaksi tekijäksi voikin muodostua tarkkojen virtaamamittausten hankkiminen. Systemaattista syiden ja muotospaineiden tulkinna varten on laadittu paljon mallinnusmenetelmiä. Eri-läisiä malleja (1D ja 2D sekä hybridit 1D/1D ja 1D/2D) käsitellään niiden etujen, haittojen ja käyttökohteiden kautta. Urbaanien alueiden mallinnukseen liittyviä ongelmia ja näitä ongelmia ratkomaan kehitettyjä menetelmiä esitellään tapaustutkimusten avulla. Osio kokoaa tiedot tämän hetken oleellisimmista tulvamallinnusmenetelmistä tiiviiksi paketiksi.

Teoksen viides osio käsittelee tulvamallinnuksen, tulvasuojauksien ja rannikkomallinnuksen epävarmuustekijöitä. Kirjoittajat esittävät joitakin vaihtoehtoisia

lähestymistapoja, joiden avulla epävarmuutta voitaisiin vähentää. Tulvamallinnuksen epävarmuuden vähentämiseksi ehdotetaan hajautettujen mallien käyttöä. Näiden mallien etuna pidetään niiden kykyä mallintaa epätasaisesti jakautuneita ilmiöitä. Tulvasuojien luotettavuuden arvioimiseksi kehitettyjä menetelmiä suositellaan käytettäväksi yhdessä järjestelmän riskianalyysin kanssa, jolloin tarkastellaan kokonaista systeemiä yksittäisen tulvasuojan sijaan. Rannikkoalueilla ehdotetaan käytettäväksi *ensemble*-mallinnusta, jossa epävarmuutta pyritään vähentämään toistamalla mallien ajoja useita kertoja ja tuottamalla näin todennäköisyysjakaumia.

Teoksen kuudes osio käsittelee tulvariskeihin liittyvää hallintoa, asianomaisten osallistumista, tulvariskeihin liittyvää kommunikointia ja sen ongelmallisuutta, tulvariskien hallinnan sosio-psykologisia ulottuvuuksia sekä kaupunkitulvien infektioriskejä. Kirjoittajat korostavat sosiaalisten suhteiden ja kohderyhmäkohtaisen kommunikoinnin tärkeyttä tulvariskien hallinnassa. Kyseinen osio voisi sopia hyvin myös koko teoksen alkuun, sillä se on sisällöllisesti helpommin lähestyttävä kuin aiemmat osiot.

Teoksen viimeinen osio esittelee neljä tapaustutkimusta eri puolilta maailmaa (Argentiinasta, Britanniasta, Bangladeshista ja Yhdysvalloista). Niissä käydään läpi teoksen teemoja keskityen pääasiassa tulvamallinnukseen, maankäytön muutoksiin sekä tulvahallinnan suunnitteluun ja instituutioiden muutokseen.

Tapaustutkimukset tuovat tärkeää alueellista vaihtelua teoksen sisältöön.

Teos on osittain hankalasti lähestyttävä ja teksti paikoin haastavaa, joten se sopii ensisijaisesti asiantuntijoiden käyttöön. Myös kirjoittajat nimeävät heidät kohderyhmäkseen. Osiot ovat keskenään hieman toisteisia, joten teosta voi lukea myös osio kerrallaan. Yleiskuva teoksesta on vaikuttava, sillä kirjoittajat käsittelevät monipuolisesti useita tulvariskien hallintaa koskevia aiheita. Kirja tarjoaakin hyviä näkökulmia tulvariskien hallinnan tueksi.

IISA ORELL

Maantieteen ja geologian laitos,  
Turun yliopisto

