

TEKSTI JA KUVAT: Helena Åström

ILMASTONKESTÄVÄ KAUPUNKI JA NOUSEVA TULVARISKI – KOKEMUKSIA JA AJATUKSIA TANSKASTA

Ilmastonmuutoksen myötä rankkasateiden ja niistä aiheutuvien vahinkojen voidaan odottaa lisääntyvän. Tiiviissä kaupunkirakenteessa, jossa on paljon vettä läpäisemättömiä pintoja, tulvavaara voi nousta moninkertaiseksi. Tämän vuoksi kaupunkisuunnittelussa on otettava huomioon rankkasateista aiheutuvat haasteet. Tanskassa on viime vuosien aikana koettu monia merkittäviä rankkasateita. Monessa kunnassa tulvahallinnasta onkin määrätietoisesti tehty välttämätön osa kaupunkisuunnittelua.



HELENA ÅSTRÖM

on väitellyt tohtoriksi Tanskan teknillisestä yliopistosta aiheenaan tulvahallinta ja ilmastokestävä kaupunkisuunnittelu. Hänellä on 10 vuoden kokemus tulvahallinnan suunnittelusta ja hän työskentelee SCALGOssa Suomen markkinakehittäjänä.

TANSKASSA on viime vuosien aikana koettu vahingoittavia rankkasateita, mikä on nostanut ilmastokestävän kaupunkisuunnittelun korkealle poliittisessa priorisoinnissa. Suurimmat tulvahingot koettiin Kööpenhaminassa heinäkuussa 2011, jolloin satoi paikoin yli 100 mm parin tunnin aikana. Korkein keski-intensiteetti oli 3,1 mm / minuutti (10 minuutin intervallilla) ja heinäkuun rankkasade olikin suurin mitattu sade vuoden 1955 jälkeen, jolloin systemaattiset sadannan mittaukset aloitettiin Tanskassa.

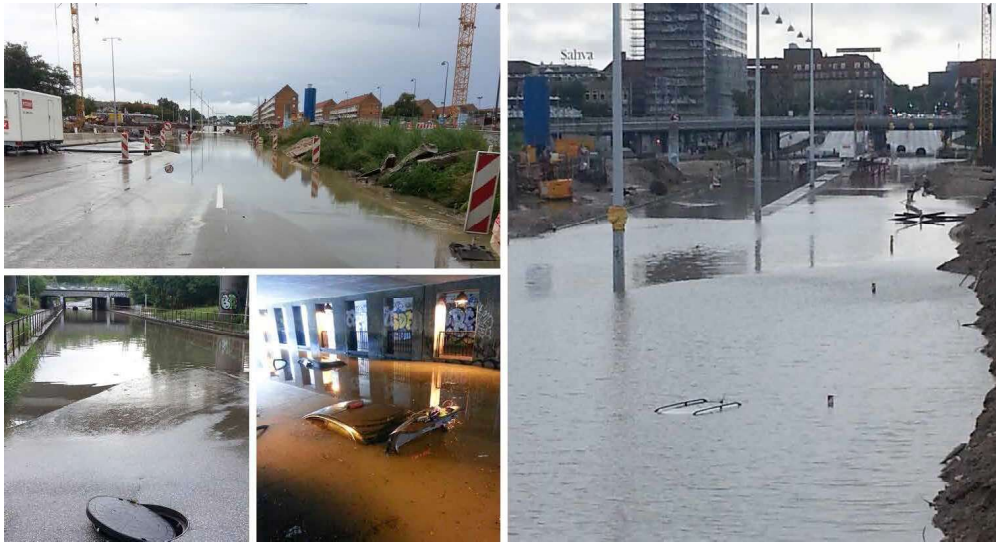
Tulvahingot olivat mittavat. Kuolonuhreja oli yksi ja loukkaantumisia ja sairastumisia huomattava määrä. Kriittisen infrastruktuurin osalta raideliikenne koki suuria vahinkoja. Sekä juna- että metrolienteessä oli pitkiä katkoksia. Noin 10 000 taloutta koki

sähkökatkoksia ja Kööpenhaminan keskustan kaukolämpöjärjestelmä vahingoittui laajasti. Yksityisille maksettiin vakuutuskorvauksia lopulta noin 6 miljardin tanskan kruunun edestä (yli 800 miljoonaa euroa). Kuva 1 esittelee tulvahinkoja Kööpenhaminassa elokuussa 2014, jolloin koettiin pienempi rankkasade (vuorokausisadanta yli 70 mm).

HULEVESIEN JA RANKKASATEIDEN HALLINTA

Tulvia syntyy, kun hulevesiverkoston kapasiteetti ylittyy. Tanskassa hulevesijärjestelmä mitoiteetaan minimissään toistuvuusajaltaan viiden vuoden sateelle. Hulevesijärjestelmä on luotettava, kun sade pysyy mitoitettun sademäärän rajoissa.

Rankkasateissa on kyse sii-



Kuva 1. Tulva Kööpenhaminassa elokuussa 2014.

tä, että vesimäärät ylittävät hulevesiviemärin kapasiteetin ja tällöin tulvavesiä virtaa hallitsemattomasti maastossa aiheuttaen vahinkoja. Tanskassa hulevesien palvelutasoon on lisätty ulottuvuus, jonka tarkoituksena on varmistaa tulvavesien hallittu käsittely kaupunkiympäristössä. Perinteisen hulevesijärjestelmän lisäksi kaupunkieihin suunnitellaan tulvarakenteita (alaita, uoma, rumpuja ym.) joiden nimenomainen tarkoitus on estää tulvavahinkoja.

Tulvahallinnan tärkein tehtävä Tanskassa on minimoida tulvasta aiheutuvia vahinkoja mahdollisimman kustannustehokkaasti. Tämä sisältää yleissuunnittelutasolla seuraavat työvaiheet:

1. Tehdään arvio tulva-alueista ja tulvareiteistä erisuuruksilla sademäärillä, jolloin tunniste-

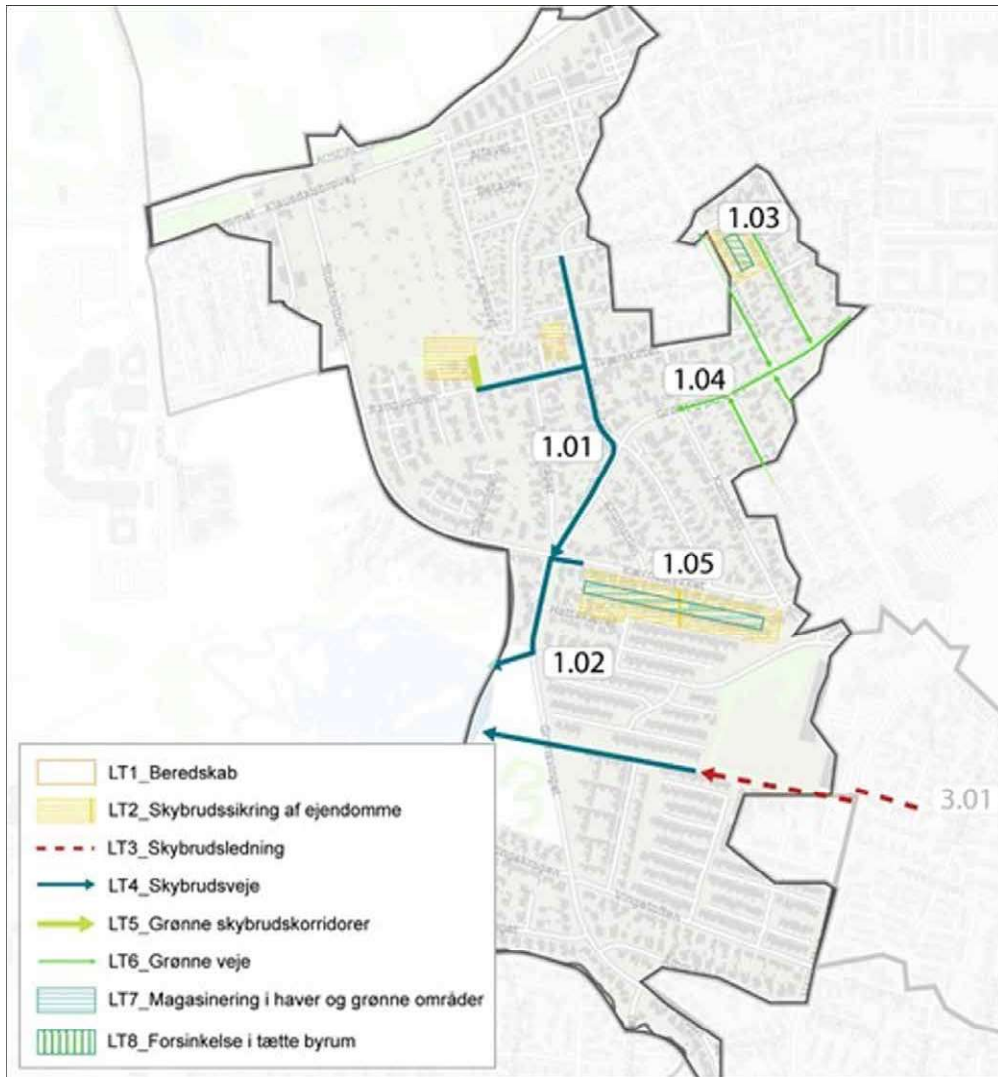
taan ns. kriittiset sademäärät, eli milloin tulvaesiintymiä on kohtuuttoman paljon.

2. Tehdään arvio mahdollisista taloudellisista tulvavahingoista ja osoitetaan merkittävät tulvariskialueet, joissa tulvavesien reititystä ja varastointia on muokattava tulvavahinkojen vähentämiseksi.
3. Laaditaan tulvahallinnan yleissuunnitelma, joka sisältää välttämättömien tulvarakenteiden alustavat sijainnit, mitoitukset ja kustannusarviot. Kustannustehokkuus arvioidaan kansantaloudellisin menetelmin.

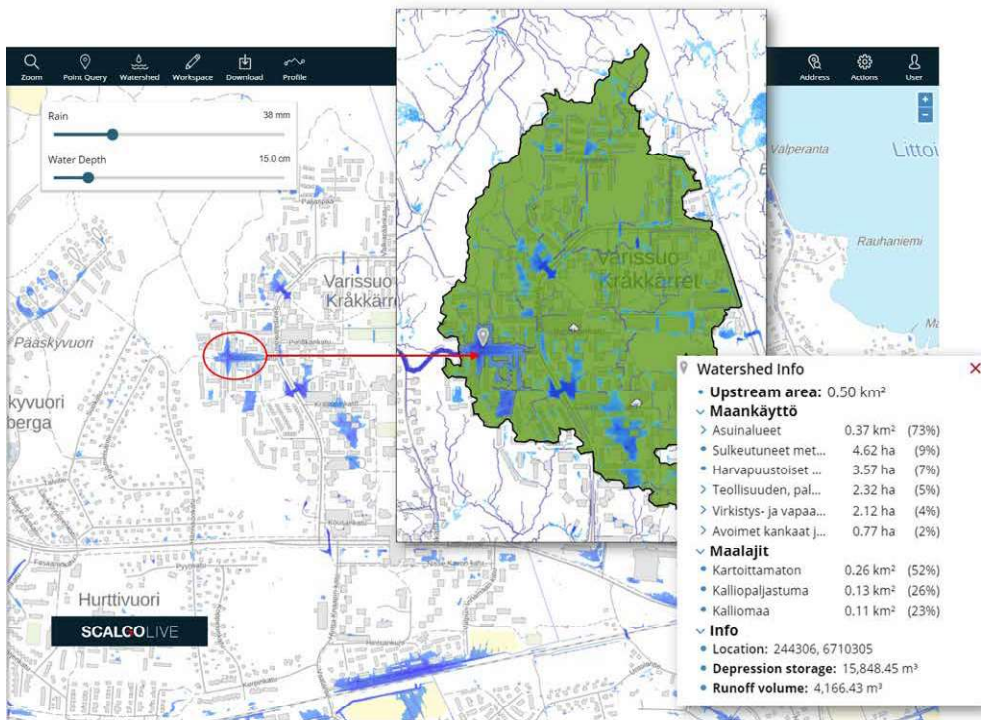
Ensimmäinen versio tulvahallinnan yleissuunnitelmasta on laadittu kaikissa Tanskan kunnissa vuonna 2013, ja jällempäin

SCALGO Live

- Interaktiivinen sovellus valtakunnallisine analyyseineen, jossa mallinnettu tulvaesiintymisiä, valuma-alueita ja virtausreittejä
- Perustuu urauurtavaan algoritmitutkimukseen Århusin yliopiston tietotekniikan tiedekunnassa yhteistyössä Duken yliopiston kanssa (USA)
- Käytetään Tanskassa skenaarioanalyysiin eteenkin strategisessa suunnittelussa ja hankkeiden yleissuunnittelussa
- Alun perin kehitetty Tanskan korkeusmalliin, jonka resoluutio on 40 senttimetriä, yhteensä yli 250 miljardia korkeuspistettä.
- Hiljattain lanseerattu Suomessa, jossa valtakunnallisen maastomallin resoluutio on 2 metriä
- Yli 6 000 käyttäjää Pohjoismaissa, etenkin kunnissa, vesilaitoksissa ja konsultti-toimistoissa



Kuva 2. Esimerkki tulvahallinnan yleissuunnitelmasta Tanskassa (Herlevn kunnan tulvahallintasuunnitelmasta). Tulvahallinnan suunnittelussa sijoitetaan rakenteita olemassa olevaan kaupunkiympäristöön. Kyseisessä esimerkissä siniset viivat ovat tulva-reittejä (vesi virtaa tien päällä), vihreät viivat ovat ns. "vihreitä teitä" jossa vettä viivytetään, sinisillä alueilla vettä varastoidaan, keltaisilla alueilla on huomioitu tulvariski, mutta tulvahallinta on yksityisen talonmistajan vastuulla, ja punainen viiva on hulevesiviemäri. © Orbicon



Kuva 3. Varissuon valuma-alue (Turku). Tulva-alueiden esiintyminen riippuu sademäärästä. Kuvassa näkyy pelkästään tulva-alueet, jossa vesisyvyys on minimissään 15 cm. Tulva-alueiden valuma-alue tiedot saadaan yksityiskohtaisesti esille (Watershed info).

suunnitelmia on muokattu ja tarkennettu monessa kunnassa. Kuvassa 2 esimerkki Herlevn kunnan tulvahallinnan yleissuunnitelmasta (laadittu vuonna 2017).

TULVAHALLINTA YLEISSUUNNITTELUTASOLLA

Tulvahallinnan suunnittelu perustuu tarkkaan maastomalliin, jossa vesien virtausreitit ja maaston painaumia analysoidaan yksityiskohtaisesti. SCALGO Live on Århusin yliopistossa kehitetty muun muassa tulvahallintaan tarkoitettu it-sovellus, joka hyödyntää kansallista maastomallia. Sovelluksesta on tullut vakiintu-

nut työkalu Tanskassa maastoon liittyvissä analyyseissä.

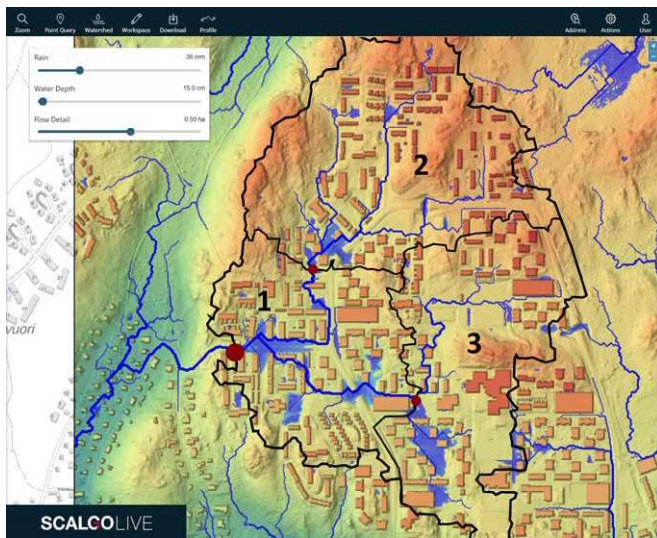
Tanskassa laadittujen tulvahallintasuunnitelmien eri työvaiheita ja SCALGO Liven käyttöä tulvahallinnan yleissuunnittelussa on havainnollistettu esimerkinomaisesti Varissuon valuma-alueella Turussa (Kuva 3).

SCALGO Live mallintaa tulva-alueiden valuma-alueita ja virtausreitit ja antaa näin ollen hyvän yleiskuvan topografisista olosuhteista, tulvavesien määrästä ja mahdollisista ongelma-alueista. Sovelluksessa sademäärää ja virtausreittien yksityiskohtaisuutta vaihdellaan liukusäätimel-

lä. Varissuon valuma-alue on esimerkiksi jaettu kolmeen osavaluma-alueeseen (Kuva 4). Kuvassa purkupisteet on merkitty punaisella. Analyysissä on havainnollistettu suurimmat virtausreitit.

Nykyisten olosuhteiden kartoituksen lisäksi tulvahallinnan yleissuunnittelussa pyritään sijoittamaan tulvarakenteita (tulvavesien varastointiin, viivytykseen ja ohjaamiseen) vahinkojen minimoimiseksi. SCALGO Livesä rakenteiden sijoittaminen tehdään maastonmuokkausten avulla ja sovellus mallintaa rakenteiden vaikutusta tulvatilanteeseen.

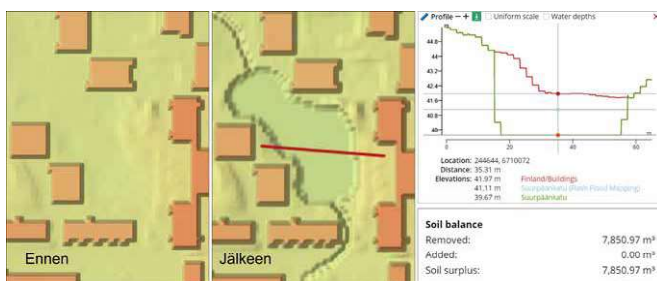
Kuvassa 5 tulvarakenteita on



Kuva 4. SCALGO Live havainnollistaa tulvaesiintymät, valuma-alueet ja virtausreitit. Osavaluma-alueella 1 tulvan suuruus on 7 400 m³, 2 600 m³ alueella 2 ja 3 000 m³ alueella 3. Virtausreittien yksityiskohtia muunnellaan liuku-säätimen avulla. Kuvassa näytetään virtausreitit, joiden valuma-alue on minimi 0,5 ha.



Kuva 5. Varissuon valuma-alueella on pitkälti hyödynnetty olemassa olevia virtausreitit, joihin on lisätty altaita tulvavesien varastointiin ja viivyttämiseen.



Kuva 6. Esimerkki uoman profilista. SCALGO Livessä rakenteiden mitoituksia voidaan muokata profiilityökalun avulla ja maastomuokkauksen yhteenveto avustaa kustannusarvioiden laatimisessa.



Kuva 7. Kuvat vasemmalla: Enghave-puistossa, Kööpenhaminassa (valmistunut syksyllä 2019), urheilukenttää on laskettu 3 metrin syvyydelle mahdollistaen tulvavesien varastoimisen. Puiston vanhaa allasta on myös muokattu niin, että vesiä voi ohjata altaaseen rankkasateella. Yhteensä puistossa voi varastoida 24 000 m³. Kuva oikealla: Täsinge plads on Kööpenhaminan ensimmäisiä tulvarakenteita (valmistunut 2014) ja on saanut paljon huomiota myös kansainvälisesti. Puistossa voi varastoida noin 7 000 m³.

sijoitettu Varissuon valuma-alueelle. Esimerkkiskenaario perustuu ainoastaan maastoanalyysiin ja paikallisia olosuhteita liittyen esimerkiksi maankäyttöön ei ole huomioitu. Alueelle on ensisijaisesti lisätty varastointia tulva-aitaiden avulla ja altaat on liitetty yhteen uomilla ja rummuilla. Alueen ulkopuolelle on lisätty allas, josta vesi ohjataan eteenpäin. Skenaarioita voi tarpeen mukaan laatia monia, jolloin päätöksenteossa voidaan vertailla eri mahdollisuuksia.

Kuvassa 6 on lähikuva altaasta ja uomasta, joka on sijoitettu ja mitoitettu maastonmuokkauksen avulla. Maastonmuokkauksen yhteenvedoa käytetään alustaviin kustannusarvioihin (Soil balance)

ja profiilityökalan avulla rakenteiden mitoituksia voidaan muokata.

TULVARAKENTEET VIRKISTÄVÄT KAUPUNKIKUVAA

Tiiviissä kaupunkiympäristössä on haastavaa löytää tilaa tulvavesien hallintaan. Tanskassa on otettu käyttöön muun muassa puistoja, toreja ja parkkipaikkoja tulvien hallintaan. Tämä lisää vaatimuksia tulvarakenteiden ulkonäköön, turvallisuuteen ja toiminnallisuuteen.

Kuva 7 esittelee joitakin Kööpenhaminassa rakennettuja tulvarakenteita. Tulvarakenteiden tarkemmassa suunnittelussa painotetaan kaupunkiympäristön viihtyvyyden parantamista, jol-

loin tulvahallinnan investoinnit tuottavat lisähyötyjä (esim. lisääntynyt biodiversiteetti, virkistys, viihtyvyys ym.).

Jotta kaupunkisuunnittelussa mahdollistetaan lisähyötyjen maksimointi, monitieteellistä yhteistyötä kannatta rohkaista. Tanskassa SCALGO Liveä käytetään eri tieteenaloilla (maismaarkkitehtuuri, hulevesisuunnittelu, liikennesuunnittelu ym.) ja sovellusta hyödynnetään ideoiden jakamiseen ja alustavaan arviointiin. Parhaimmillaan tulvarakenteet voivatkin virkistää kaupunkikuvaa huomattavasti ja siinä on Tanskassa monesti onnistuttu. **ril**