

## Cartographic Depth-to-Water (DTW) index maps for Finland, 2m, 2020 Aura Salmivaara, LUKE

Cartographic depth-to-water index (Murphy et al. 2007, 2008, 2009) is calculated based on digital elevation model and stream networks. Stream networks are created based on various thresholds to simulate different hydrological situations. Smaller threshold means that the amount of water e.g. precipitating to that threshold area is sufficient to generate a stream, water visible in surface. The DTW index is solely based on digital elevation model and soil or weather information is not considered, which introduce uncertainty to using certain DTW threshold map (Ågren et al. 2015, Lidberg et al. 2020).

Generally DTW map with 0.5 ha threshold represents very moist conditions, e.g. after snow melt or elongated or heavy rainfall events. DTW with 1 ha threshold represent also more moist than average conditions. DTW with 4 ha threshold is generally thought to represent conditions in end-of-summer (Ågren et al. 2014). DTW with 10ha threshold is representing somewhat dryer the normal conditions.

DTW index is measured in meters and usually areas with DTW index values less than 1m are considered to be wet. The DTW index value should not be thought to directly relate to the actual depth of water table but can be used as an indicator of wetter areas that should be carefully considered e.g. when planning forest operations, delineating buffer zones or identifying areas that are naturally more moist compared to surrounding areas.

The calculation of DTW is done based on 2m DEM (NLS, 2019a), which is first pre-processed in order to get the flow of water consistent by burning the intersections of roads (NLS, 2019b) and streams (NLS, 2019c) into the DEM (i.e. lowering the DEM values on roads to allow the flow of water along the stream). The stream network provided in topographic database represent streams that are round-the-year active and this is often more scarce compared to the stream networks created for calculation of the DTW. After the remaining spurious pits are removed from DEM by breaching method (Lindsay, 2016) which is required before the calculation of flow direction and flow accumulation rasters is possible. The D8 methods was used for flow direction and accumulation calculation (Jenson & Dominque, 1988).

Various stream networks are calculated by using 0.5ha, 1ha, 4ha, and 10ha threshold on the flow accumulation raster. The DTW is finally calculated based on these stream networks and slope with cost accumulation analysis.

The calculation was done per watersheds (SYKE, 2014) buffered by 1000m using virtual rasters, GDAL commands, Whitebox GIS with Python script in the CSC Taito supercluster. The maps per basin were merged to a virtual raster with Python pixel function ensuring that the minimum value was used when maps were overlapping. This was then clipped to UTM10 / TM35FIN map sheet division (NLS, 2019d) mapsheets for distribution.

Coordinate system: ETRS89 / ETRS-TM35FIN (EPSG:3067)

Geographic location: Entire Finland (limited by the availability of the 2m DEM in 11/2019

[<http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/asiantuntevalle-kayttajalle/maastotiedot-ja-niiden-hankinta/maastotiedon>]

References:

- Ågren AM, Lidberg W, Ring E. 2015. Mapping temporal dynamics in a forest stream network—implications for riparian forest management. *Forests*. 6:2982–3001.
- Ågren AM, Lidberg W, Strömngren M, Ogilvie J, Arp PA. 2014. Evaluating digital terrain indices for soil wetness mapping—a Swedish case study. *Hydrol Earth Syst Sci*. 18:3623–3634.
- Jenson SK, Domingue JO. 1988. Extracting topographic structure from digital elevation data for geographic information system analysis. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54(11), 1593-1600.
- Lidberg W, Nilsson M, Ågren A. 2020. Using machine learning to generate high-resolution wet area maps for planning forest management: A study in a boreal forest landscape. *Ambio* 49, 475–486 (2020)  
doi:10.1007/s13280-019-01196-9
- Lindsay, JB. 2016. The practice of DEM stream burning revisited. *Earth Surface Processes and Landforms*, 41(5), 658-668. doi:10.1002/esp.3888
- Murphy PNC, Ogilvie J, Arp P. 2009. Topographic modelling of soil moisture conditions: a comparison and verification of two models. *Eur J Soil Sci*. 60:94–109.
- Murphy PNC, Ogilvie J, Castonguay M, Zhang C, Meng FR, Arp PA. 2008. Improving forest operations planning through high-resolution flow-channel and wet-areas mapping. *Forestry Chronicle* 84: 568–574.  
<https://doi.org/10.5558/tfc84568-4>.
- Murphy PNC, Ogilvie J, Connor K, Arp PA. 2007. Mapping wetlands: A comparison of two different approaches for New Brunswick, Canada. *Wetlands*. 27:846–854.
- NLS. 2019a. National Land Survey of Finland. Elevation model 2m. Topographical Database 11/2019.
- NLS. 2019b. National Land Survey of Finland. Roads. Topographical Database 11/2019.
- NLS. 2019c. National Land Survey of Finland. Streams and water elements. Topographical Database 11/2019.
- NLS. 2019d. National Land Survey of Finland. UTM10/TM35FIN mapsheet division. Open data file download service.
- SYKE. 2014. Suomen ympäristökeskus (SYKE) /The Finnish Environment Institute. Value-valuma-aluejako (ehdotus).  
<http://metatieto.ymparisto.fi:8080/geoportal/catalog/search/resource/details.page?uuid=%7B31B11BD6-7886-447C-8A24-2B8FFE6B2D07%7D>

## Suomen DTW-kosteusindeksikartat, 2m, 2020 Aura Salmivaara, LUKE

DTW (depth-to-water) kosteusindeksikartta (Murphy et al. 2007, 2008, 2009) on laskettu korkeusmallin ja sen perusteella määritettyjen uomaverkoston pohjalta. Uomaverkostoja on luotu 4:llä eri kynnyksarvolla, jotka edustavat erilaisia hydrologisia olosuhteita. Kynnyksarvo määrittää alueen, jonne satava vesi riittää synnyttämään maanpinnassa näkyvän vesiuoman. Pienempi kynnyksarvo siis tarkoittaa, että vettä on esimerkiksi satanut niin paljon, että jo pieneltäkin alalta kertyy riittävästi vettä maanpinnassa näkyvän uoman synnyttämiseksi. DTW-kosteusindeksi perustuu siis täysin korkeusmalliin, jolloin maalajitietoa tai sääolosuhteita ei oteta huomioon, ja tämä aiheuttaa epävarmuutta (Ågren et al. 2015, Lidberg et al. 2020).

Yleisesti DTW-kartta 0.5 ha:n kynnyksarvolla laskettuna edustaa erittäin kosteita olosuhteita, esimerkiksi lumen sulannan jälkeen tai voimakkaiden tai pitkäkestoisten sateiden jälkeen. DTW-kartta 1 ha:n kynnyksarvolla edustaa kosteampia olosuhteita, kun taas DTW-kartta 4 ha:n kynnyksarvolla edustaa loppukesän kuivempia olosuhteita (Ågren et al. 2014). DTW-kartta 10 ha:n kynnyksarvolla edustaa edellistä kuivempia olosuhteita.

DTW-kosteusindeksin yksikkö on metri ja yleisesti alueita, joilla on alle 1 m arvo, voidaan pitää kosteina. DTW-kosteusindeksin arvoa ei tule kuitenkaan ajatella edustavan pohjaveden pinnan korkeutta tarkasti vaan sitä voidaan käyttää apukeinona osoittamaan alueita, joita tulee tarkastella huolellisesti esimerkiksi metsäoperaatioita suunniteltaessa, suojavyojhykkeiden rajoja määritettäessä ja tunnistettaessa alueita, jotka ovat luonnostaan muuta ympäristöään kosteampia.

DTW-kosteusindeksin laskenta on tehty Maanmittauslaitoksen 2m korkeusmallin (NLS, 2019a), pohjalta. Korkeusmallia on esi-käsitelty veden jatkuvan virtauksen varmistamiseksi, siten että teiden (NLS, 2019b) ja uomien (NLS, 2019c) risteyskohdat (joissa vesi virtaa rummussa tien ali) alennetaan pintamallissa uoman tasolle niin että veden virtausreitit saadaan määritettyä oikein pintamallista.

Maastotietokannan uomaverkosto edustaa ympärivuotista uomaverkostoa ja on harvempi kuin laskennassa määritetty uomaverkosto, joka käsittää myös uomia, jotka ovat aktiivisia vain osan vuodesta.

Jäljelle jääneet "kuopat" poistettiin korkeusmallista koverrusmenetelmää käyttäen (Lindsay, 2016), jotta veden virtaussuunnat ja -kertymäärasterit voitiin määrittää D8 menetelmällä (Jenson & Dominique, 1988). Uomaverkostot laskettiin neljää eri kynnyksarvoa käyttämällä virtauskertymäärasterin pohjalta. DTW-kosteusindeksi laskettiin viimein näiden uomaverkoston ja korkeusmallista määritetyn kaltevuuden perusteella kustannuskertymäanalyysin avulla.

Laskenta suoritettiin valuma-alueittain (SYKE, 2014) 1000m puskuria käyttäen. GDAL-komentoja ja Whitebox GIS työkaluja Python-kielen koodilla käytettiin CSC:n Taito laskentaklusterissa. Valuma-aluekohtaiset kartat yhdistettiin virtuaalirasteriksi, ja päällekkäisiin kohtiin sovellettiin pikselifunktiota, joka määrittä päällekkäisille pikseleille minimiarvon DTW-kosteusindeksistä. Aineiston jakelua varten kosteusindeksikartat pilkottiin UTM10/TM35FIN-karttalehtijaon (NLS, 2019d) mukaisesti.

Koordinaattijärjestelmä: ETRS89 / ETRS-TM35FIN (EPSG:3067)

Kattavuus: koko Suomi (2m korkeusmallin 11/2019 saatavuuden mukaan  
[<http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/asiantuntevalle-kayttajalle/maastotiedot-ja-niiden-hankinta/maastotiedon>].

#### Viitteet:

- Ågren AM, Lidberg W, Ring E. 2015. Mapping temporal dynamics in a forest stream network—implications for riparian forest management. *Forests*. 6:2982–3001.
- Ågren AM, Lidberg W, Strömngren M, Ogilvie J, Arp PA. 2014. Evaluating digital terrain indices for soil wetness mapping—a Swedish case study. *Hydrol Earth Syst Sci*. 18:3623–3634.
- Jenson SK, Domingue JO. 1988. Extracting topographic structure from digital elevation data for geographic information system analysis. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54(11), 1593-1600.
- Lidberg W, Nilsson M, Ågren A. 2020. Using machine learning to generate high-resolution wet area maps for planning forest management: A study in a boreal forest landscape. *Ambio* 49, 475–486 (2020)  
doi:10.1007/s13280-019-01196-9
- Lindsay, JB. 2016. The practice of DEM stream burning revisited. *Earth Surface Processes and Landforms*, 41(5), 658-668. doi:10.1002/esp.3888
- Murphy PNC, Ogilvie J, Arp P. 2009. Topographic modelling of soil moisture conditions: a comparison and verification of two models. *Eur J Soil Sci*. 60:94–109.
- Murphy PNC, Ogilvie J, Castonguay M, Zhang C, Meng FR, Arp PA. 2008. Improving forest operations planning through high-resolution flow-channel and wet-areas mapping. *Forestry Chronicle* 84: 568–574.  
<https://doi.org/10.5558/tfc84568-4>.
- Murphy PNC, Ogilvie J, Connor K, Arp PA. 2007. Mapping wetlands: A comparison of two different approaches for New Brunswick, Canada. *Wetlands*. 27:846–854.
- NLS. 2019a. National Land Survey of Finland. Elevation model 2m. Topographical Database 11/2019.
- NLS. 2019b. National Land Survey of Finland. Roads. Topographical Database 11/2019.
- NLS. 2019c. National Land Survey of Finland. Streams and water elements. Topographical Database 11/2019.
- NLS. 2019d. National Land Survey of Finland. UTM10/TM35FIN mapsheet division. Open data file download service.
- SYKE. 2014. Suomen ympäristökeskus (SYKE) /The Finnish Environment Institute. Value-valuma-aluejako (ehdotus).  
<http://metatieto.ymparisto.fi:8080/geoportal/catalog/search/resource/details.page?uuid=%7B31B11BD6-7886-447C-8A24-2B8FFE6B2D07%7D>