

Alueelliset hiilitasetiedot Uudenmaan, Kanta-Hämeen ja Päijät-Hämeen alueelta

Aineiston kuvaus

Aineiston nimi	Kivennäismaan metsien hiilitase
Yhteyshenkilö	Anu Akujärvi
Organisaatio	Suomen ympäristökeskus (SYKE), Luontoympäristökeskus
Sähköposti	anu.akujarvi@ymparisto.fi
Puhelin	+358 40 1677 738

Tiivistelmä

Aineisto koostuu kivennäismaiden metsien hiilen varastoja ja varaston muutoksia kuvaavista kartoista Kanta-Hämeen, Päijät-Hämeen ja Uudenmaan maakunnissa vuonna 2011. Alueet, joilla hiilivaraston muutos on positiivinen, olivat hiilen nieluja tarkasteluvuonna ja vastaavasti alueet, joilla hiilivaraston muutos on negatiivinen, toimivat päästölähteinä. Aineisto on tuotettu metsien kasvua ja maaperän hiilen kiertoa kuvaavien simulointimallien ja metsien rakennetta kuvaavien paikkatietoaineistojen avulla. Aineiston spatiaalinen resoluutio on 20x20 metriä. Hiilitase koostuu biomassan ja maaperän hiilivarastojen arvioidusta koosta ja niiden keskimääräisestä muutosnopeudesta vuonna 2011. Biomassan hiilivarasto on puuston ja aluskasvillisuuden biomassaan sitoutunut hiilen määrä (kg C m⁻²). Maaperän hiilivarasto on maaperän orgaanisen hiilen määrä 100 cm syvyisessä kivennäismaakerroksessa (kg C m⁻²). Hiilivaraston muutos on biomassan ja maaperän hiilivarastojen vuosittainen muutos (kg C m⁻² vuodessa). Alueelliset hiilitasearviot tuotettiin yhdistämällä hiilivarastoja ja varaston muutoksia kuvaavat simuloidut aikasarjat metsien kasvupaikkatyyppejä, puulajikoostumusta ja metsiköiden ikää kuvaavaan paikkatietoaineistoon vuodelta 2011. Arvioinnissa käytettiin vuoden 2011 paikkatietoaineistoa, koska se oli laskentahetkellä uusin käytettävissä oleva aineisto. Käytettäessä uudempaa aineistoa hiilitasearviot poikkeaisivat nykyisistä jonkin verran yksittäisten hilaruutujen tasolla, mutta maisematasolla tarkasteltaessa kokonaiskuva ei todennäköisesti muuttuisi. Hiilitasearvioiden luotettavuutta testattiin vertaamalla niitä laajoihin mittausaineistoihin.

Avainsanat: *metsä, hiilivarasto, hiilivaraston muutos, biomassa, maaperä*

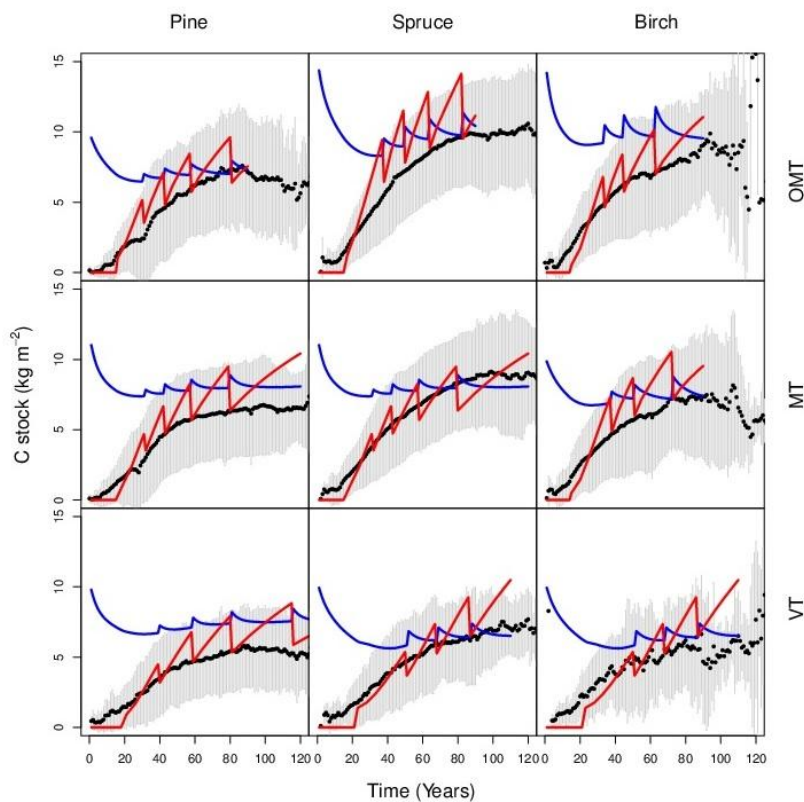
Aineiston kattama aikajakso: vuosi 2011

Aineiston alueellinen ulottuvuus (WGS1984 -koordinaatistossa)

Läntinen pituuspiiri	22.7293
Itäinen pituuspiiri	26.3764
Eteläinen leveyspiiri	59.7715
Pohjoinen leveyspiiri	61.6430

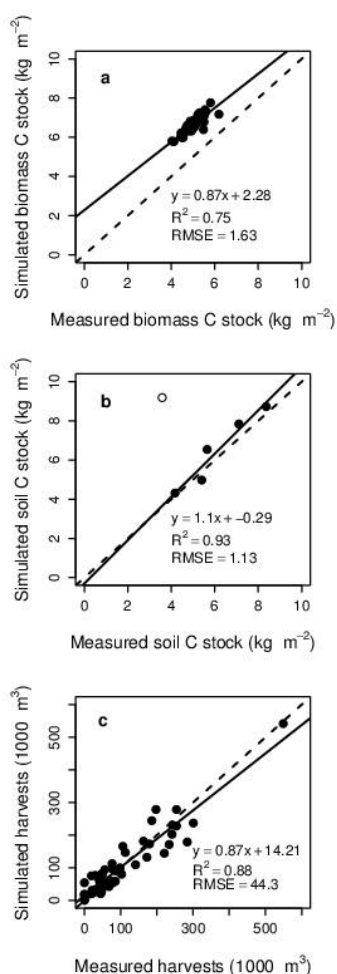
Aineiston tuottaminen

Biomassan hiilivarasto simuloitiin metsikön kiertoaajan yli käyttäen MOTTI v. 3.3 metsikkösimulaattoria (Hynynen ym., 2014; Salminen ym., 2005). Metsikön kiertoaajan alussa metsikkö on juuri uudistettu avohakkuumenetelmällä ja puuston biomassa on hyvin pieni. Metsikkö kehittyy taimikkovaiheen kautta kasvatusmetsiköksi, jolle tehdään kolmesta neljään harvennusta. Kiertoaajan lopussa metsikkö uudistetaan jälleen. Metsiköiden kehitystä kuvaavat simuloinnit tehtiin erikseen jokaiselle tutkimusalueella esiintyvälle kasvupaikka-pääpuulaji – luokalle. Metsien uudistamismenetelmä (luontainen, kylvö tai istutus) ja harvennusten ajankohta ja voimakkuus valittiin hyvän metsänhoidon suositusten mukaisesti (Tapio 2006). Maaperän hiilivarasto simuloitiin metsikön kiertoaajan yli käyttäen Yasso15 maaperän hiilimallia (Järvenpää ym., 2016, käsikirjoitus). Maaperän hiilivaraston laskemiseksi tarvittava puuston kariesyöte laskettiin MOTTI 3.3. mallilla laskettujen biomassa-arvioiden perusteella. Biomassan ja maaperän hiilivarastojen vuosittainen muutos laskettiin peräkkäisten vuosien hiilivarastoarvojen erotuksena. Tietojen kartalle yhdistämistä varten jokainen monilähteisen valtakunnan metsien inventointiaineiston (ML-VMI) (Katila and Tomppo, 2001; Tomppo et al., 2008; 2014) hilaruutu luokiteltiin kasvupaikan, pääpuulajin ja metsikön iän mukaan. Simuloidut hiilivarastoja ja -varastojen muutoksia kuvaavat aikasarjat (Kuva 1) yhdistettiin sitten tähän luokiteltuun ikäaineistoon kasvupaikka- ja pääpuulajikohtaisesti. Aineiston tuottamistapa kuvataan tarkasti tieteellisessä artikkelissa (Akujärvi ym., 2016). Keskimääräiset simuloidut hiilitasearviot Uudenmaan, Kanta-Hämeen ja Päijät-Hämeen maakunnista koostuvalla alueella esitetään *Taulukossa 1*. Visualisoinnit tuloksista esitetään *Liitteessä 1*.



Kuva 1. Simuloidut biomassan (punainen viiva) ja maaperän (sininen viiva) hiilivarastot puolukkatyyppin (VT), mustikkatyyppin (MT) ja käenkaali-mustikkatyyppin (OMT) männikössä, kuusikossa ja koivikossa metsikön kiertoaajan yli. Mustat pisteet edustavat ML-VMI 2011-aineistoon perustuvaa biomassan hiilivarastoa. Virhepalkit edustavat 95 % vaihtelua mittauksiin perustuvissa arvioissa (Akujärvi ym., 2016).

Aineiston laadun varmentaminen



Hiilitaseen kartoitusmenetelmä arvioitiin vertaamalla simuloituja biomassan ja maaperän hiilitasearvioita mittauksiin perustuviin aineistoihin. Mittauksiin perustuvat biomassan hiilivarastoarvot saatiin ML-VMI 2011 – aineistosta. Simuloituja biomassan hiilivarastoarvioita verrattiin ML-VMI 2011 – aineistoon metsikön ikä- ja kuntakohtaisesti (Kuvat 1 ja 2a). Mittauksiin perustuvat ja samaa tutkimusaluetta koskevat maaperän hiilivarastoarvot poimittiin tieteellisistä artikkeleista (Liski ja Westman, 1995; Rantakari ym., 2012). Mallinnettuja ja mitattuja keskimääräisiä maaperän hiilivarastoja verrattiin metsikön kasvupaikkaluokittain (Kuva 2b).

Biomassan hiilivarasto pienenee ja maaperän hiilivarasto kasvaa väliaikaisesti puuston hakkuiden seurauksena. Hakkuiden määrä arvioitiin vähentämällä puuston hakkuupoistumasta metsikköön lahoamaan jäävien hakkuutähteiden määrä jokaisessa hilaruudussa. Laskentamenetelmän luotettavuutta arvioitiin vertaamalla simuloituja hakkuumääriä tilastotuihin hakkuumääriin vuonna 2011 kuntakohtaisesti (Kuva 2c). Vertailujen perusteella kartoitusmenetelmä kuvasi hiilitaseen nykytilan tarkasteluvuonna kohtuullisen luotettavasti.

Kuva 2. Simuloidut vs. mittauksiin perustuvat biomassan (a) ja maaperän (b) hiilivarastot, puuston hakkuut (c) sekä 1:1 – katkoviiva. Biomassan keskimääräistä hiilivarastoa ja hakkuuta verrattiin kuntakohtaisesti (yhteensä 48 kuntaa). Maaperän hiilivarastoa verrattiin kasvupaikkakohtaisesti (yhteensä 6 kasvupaikkaa) (Akujärvi ym., 2016).

Taulukko 1. Keskimääräinen simuloitu hiilitase Uudenmaan, Kanta-Hämeen ja Päijät-Hämeen maakuntien alueella vuonna 2011. Minimi ja maksimi edustavat tulosten vaihteluväliä koko alueen hilaruutujen kesken (Akujärvi ym., 2016).

	Keskiarvo	Minimi	Maksimi
Hiilivaraston koko (kg m⁻²)			
Biomassa	6.57	0.00	14.1
Maaperä	7.91	3.38	14.9
Yhteensä	14.5	3.90	23.9
Hiilivaraston muutos (kg m⁻² vuodessa)			
Biomassa	0.032	-11.9	1.02
Maaperä	0.022	-0.39	5.38
Yhteensä	0.055	-8.56	1.61

Liite 1. Simuloitu biomassan (a) ja maaperän (b) hiilivarasto sekä varastojen muutos (c ja d) Uudenmaan, Kanta-Hämeen ja Päijät-Hämeen maakunnista koostuvalla alueella vuonna 2011. Kartalta erotettu 10x10 km² ruutu havainnollistaa aineiston pienipiirteistä vaihtelua. Metsä toimii hiilen nieluna, kun hiilivaraston muutos on positiivinen, ja lähteenä, kun muutos on negatiivinen (Akujärvi ym., 2016).

Kirjallisuus

Akujärvi, A., Liski, J., Lehtonen, A. 2016. Ecosystem services of boreal forests - Carbon budget mapping at high resolution.

Hynynen, J., Salminen, H., Ahtikoski, A., Huuskonen, S., Ojansuu, R., Siipilehto, J., Lehtonen, M., Rummukainen, A., Kojola, S., Eerikäinen, K., 2014. Scenario Analysis for the Biomass Supply Potential and the Future Development of Finnish Forest Resources. Metla Working papers 302.

Katila, M., Tomppo, E., 2001. Selecting estimation parameters for the Finnish multisource national forest inventory. *Remote Sens. Environ.* 76 (1), 16e32.

Liski, J., Westman, C.J., 1995. Density of organic-carbon in soil at coniferous forest sites in southern Finland. *Biogeochemistry* 29 (3), 183e197.

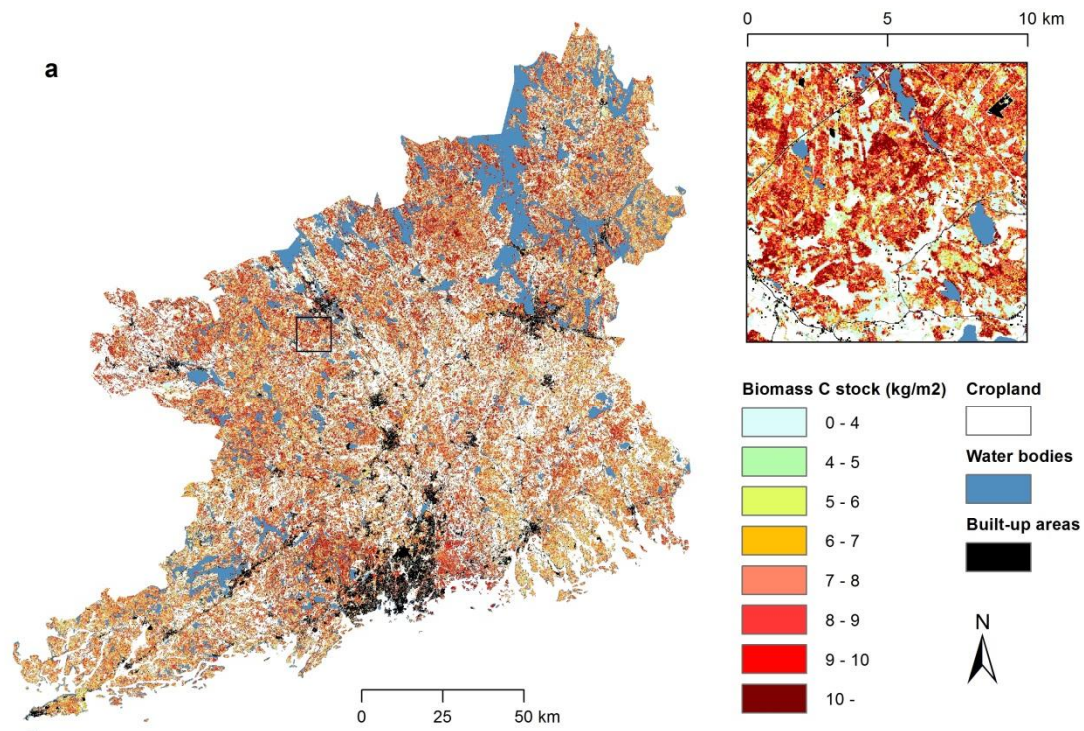
Rantakari, M., Lehtonen, A., Linkosalo, T., Tuomi, M., Tamminen, P., Heikkinen, J., Liski, J., Mäkipää, R., Ilvesniemi, H., Sievänen, R., 2012. The Yasso07 soil carbon model e testing against repeated soil carbon inventory. *For. Ecol. Manag.* 286, 137e147.

Salminen, H., Lehtonen, M., Hynynen, J., 2005. Reusing legacy FORTRAN in the MOTTI growth and yield simulator. *Comput. Electron. Agric.* 49 (1), 103e113.

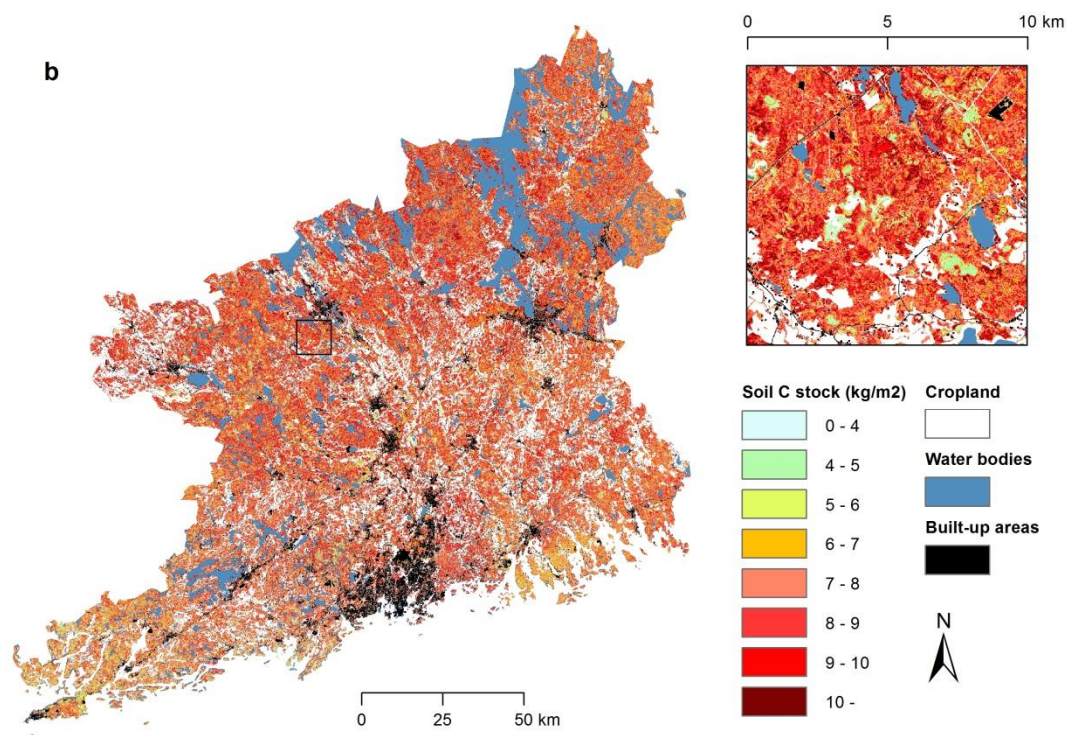
Tapio, 2006. Hyvän Metsänhoidon suositukset. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Metsäkustannus, Helsinki, 100 s. ISBN-13-978-952-5118-84-1.

Tomppo, E., Haakana, M., Katila, M., Peräsaari, J., 2008. Multi-source National Forest Inventory - Methods and Applications. *Managing Forest Ecosystems*, 18. Springer.

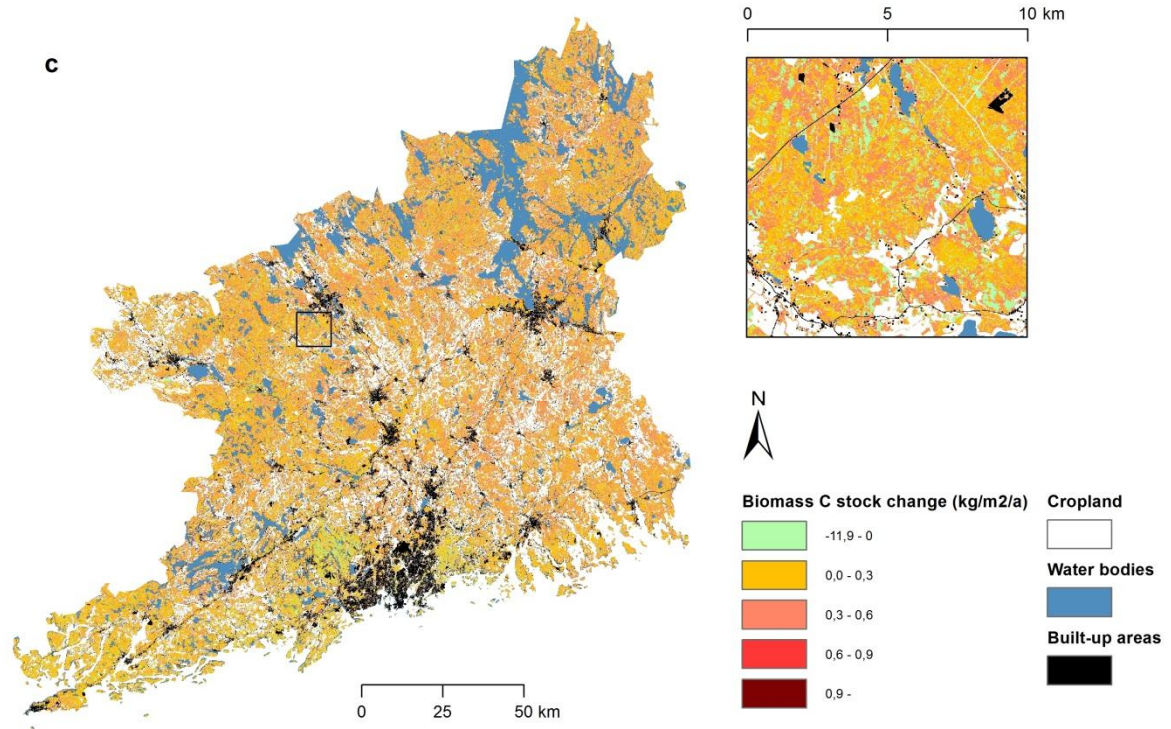
Tomppo, E., Katila, M., Mäkisara, K., Peräsaari, J., 2014. The Multi-source National Forest Inventory of Finland – Methods and Results 2011. Working Papers of the Finnish Forest Research Institute, 319.



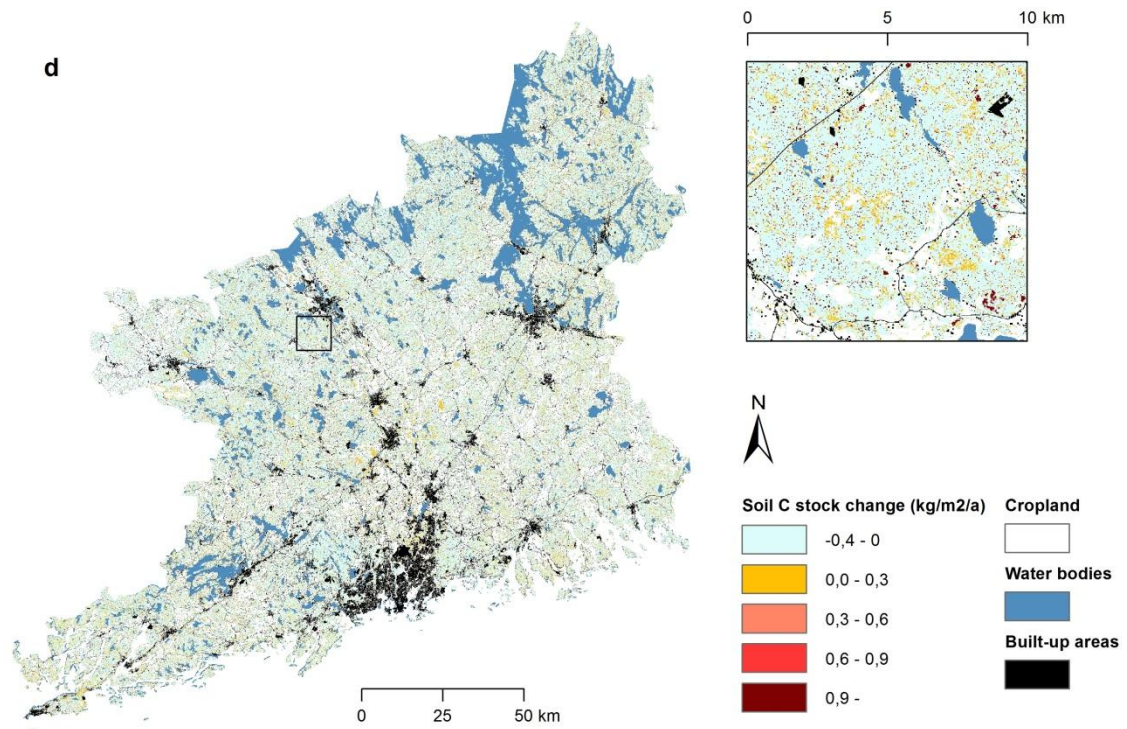
Tiedosto: BIO_total.tif



Tiedosto: SOC_total.tif



Tiedosto: dBIO_total.tif



Tiedosto: dSOC_total.tif