

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM  
INFORMATIKAI KAR

# Talajerózió vizsgálata egy hegylábi mezőgazdasági területen a Gerecse társágában

DIPLOMAMUNKA  
TÉRKÉPÉSZ MESTERSZAK

*Készítette:*

Takáts Tünde

*Témavezető:*

Dr. Albert Gáspár

egyetemi docens

ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék

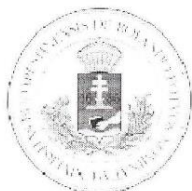


Budapest, 2020

## Tartalomjegyzék

Témabejelentő .....	3
1. Bevezetés .....	4
2. A mintaterületről .....	5
2.1. Gerecse .....	5
2.2. Neszmélyi-borvidék .....	6
2.3. A Hilltop szőlészet .....	7
3. Talajerózió és növénytermesztés .....	9
4. Felméréstől a feldolgozásig .....	11
4.1 Terepi adatgyűjtés .....	13
4.2 Adatok feldolgozása .....	14
5. Elemzési módszerek .....	15
5.1. Az Egyetemes Talajveszteségi Egyenlet (USLE) alkalmazása .....	15
5.1.1. R faktor .....	16
5.1.2. K faktor .....	19
5.1.3. LS faktor.....	20
5.1.4. C faktor .....	24
5.1.5. P faktor.....	29
6. Eredmények értékelése .....	29
7. Modellézés .....	36
8. Összegzés .....	46
Irodalomjegyzék.....	48
Köszönetnyilvánítás .....	50
Nyilatkozat .....	51

# Témabejelentő



EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM  
INFORMATIKAI KAR  
TÉRKÉPTUDOMÁNYI ÉS GEOINFORMATIKAI TANSZÉK

## DIPLOMAMUNKA-TÉMA BEJELENTŐ

Név: TAKÁTS TÜNDÉ

Neptun kód: 107709

Szak: térképész MSc

Témavezető neve: Dr. Albert Gaspar

munkahelyének neve és címe: ELTE IK Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék

beosztása és iskolai végzettsége: egyetemi docens, PhD

A dolgozat címe: Talajerosztó vizsgálata egy hegyi mezőgazdasági területen  
a Gerece térségében

A dolgozat témája:

A Hilltop szélesszel kiválasztott parcelláknál egy éves  
vizsgálata talajerosztás szempontból. Az egy éves megfigyelés  
során várhatóan egy pontosabb képet kapunk a vizsgált  
terület talajerosztásáról, valamint arról, hogy a parcellák  
mérete hogyan változik az év során.

A témavezetést vállalom.

Kérem a diplomamunka témájának jóváhagyását.

Budapest, 2019. december 1.

A diplomamunka-témát az Informatikai Kar jóváhagyta.

Budapest, 2019. december 1.

Dr. Zentai László  
tanszékvezető, egyetemi tanár

# 1. Bevezetés

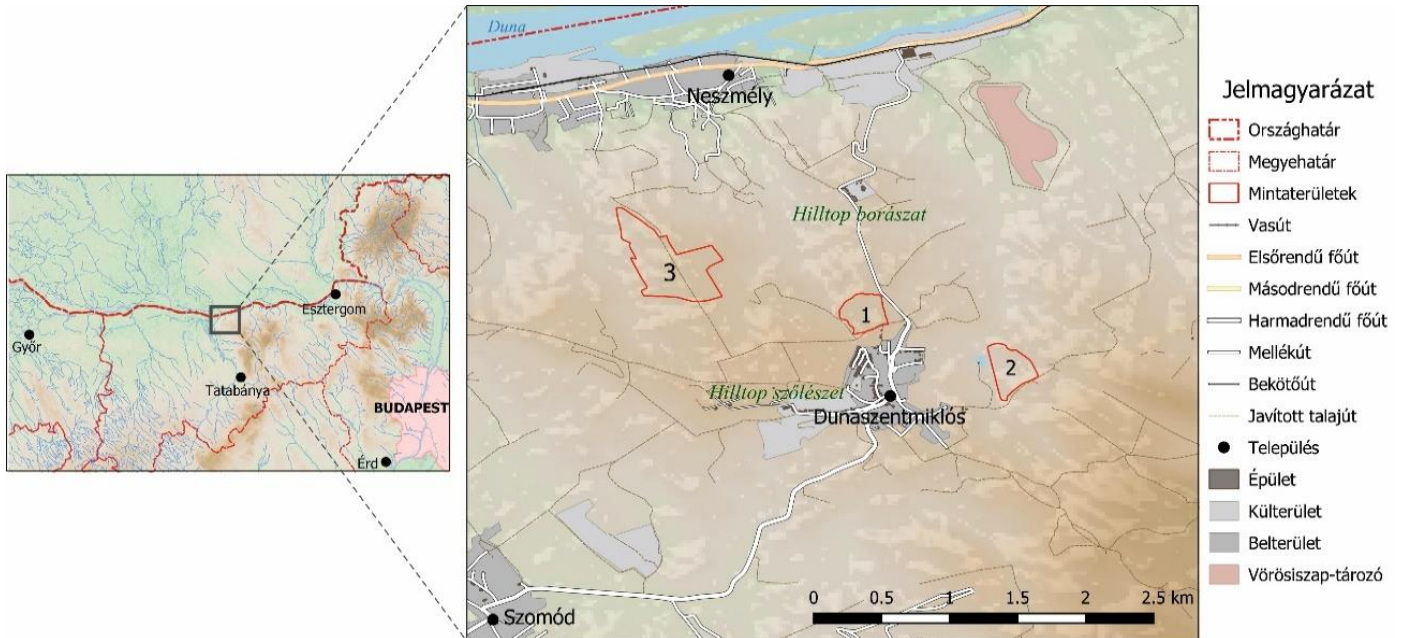
A világon, így hazánkban is egyre nagyobb szerepe van a talajpusztulás vizsgálatának. Az emberek egyre nagyobb teret foglalnak el a természetes élővilágtól, ezáltal az általuk okozott talajerózió mértéke megnövekedett (Vaszócsik, 2017). A városok terjeszkedése és népességnövekedésének következményeként a mezőgazdaságnak és az erdőgazdálkodásnak is tartani kell a lépést, hogy kielégítsék a népesség élelmiszer, valamint energiaforrás igényeit (Kertész, 2014). A felgyorsult gazdálkodás során azonban nagyon fontos a talaj védelme, mert ha nem vigyázunk rá az a termény minőségének és mennyiségének a rovására mehet. Magyarország Alaptörvényében is előírják a termőföldek védelmét, fenntartását és megőrzését a jövő nemzedék számára (Magyarország Alaptörvénye, 2011). Ezért a talajerózió mértékének ismerete fontos mind mezőgazdasági mind pedig társadalmi szempontból.

A kutatómunkám során a területválasztásnál fontos szerepet játszott, hogy a Gerecse területén napjainkban is több felszínfejlődési vizsgálat zajlik (pl.: Schweitzer, 1989; Albert, 2013; Kis & Balogh, 2013; Ruskiczay-Rüdiger, et al., 2016; Gerzsenyi & Albert, 2017; Takáts, 2018). A korábbi kutatások során kimutatták, hogy mind a talajerózió, mind pedig a csuszamlás mértéke jelentős. A vizsgált területen található hazánk egyik nagy borvidéke, a Neszmélyi borvidék. Ennek a borvidéknek az egyik jelentős szőlőbirtoka és borászata, a Hilltop Neszmély Zrt., amelynek a területén végeztem a kutatást. A konkrét mintaterületek kiválasztásában a szőlészeti munkatársai is segítséget nyújtottak.

A kutatás célja a kiemelten erózióveszélyes szőlőművelési területek rövid és középtávú megfigyelése. Ehhez kapcsolódóan célom a kutatómunka során az volt, hogy nagyfelbontású (10 cm/pixel) talajpusztulási térképeket készítssek a különböző évszakokból a mintaterületekre vonatkozóan, megfigyelni az egyes területeken a talajpusztulás mértékét és változásának dinamikáját az év során, továbbá, hogy az eredmények ne csak tudományos körökben váljanak ismerté, hanem a szőlészet számára is hasznos információkkal szolgáljanak.

## 2. A mintaterületről

A következő fejezetben a mintaterületek tágabb illetve szűkebb környezete (1.ábra), az egyes minta területek tulajdonságai kerülnek bemutatásra.



1. ábra. Áttekintő térkép a mintaterületek tágabb és szűkebb környezetéről.

### 2.1. Gerecse

A Gerecse a Dunazug-hegység egyik kistája, mely az alacsony középhegységek közé sorolható. A Gerecse mintegy kb. 850 km<sup>2</sup> kiterjedésű és átlagos magassága 400 m. A hegységet a Pilistől a Dorogi-medence, a Budai-hegységtől a Zsámbéki-medence, a Vértestől a Tatai árok választja el. Északról a Duna, míg a Nyugatról a Kisalföld határolja.

A Gerecse geomorfológiája sokszínű, helyi gyűrődésekkel, aszimmetrikus kibillenésekkel, észak-északnyugati-dél-délkeleti törésekkel tarkított. A területre jellemzőek a többé-kevésbé kihantolt és fedett sasbércek sorozata, hegyközi medencék, valamint eróziós völgyek. A hegységet felépítő fő kőzetek a triász időszi Dachsteni mészkő, valamint a változatos kifejlődésű jura és kréta időszi mészkőformációk és ugyanebből az időszi származó durvatörmelékes összletek. Ezekre a középső-eocén során agyagos, márgás helyenként széntelepes tengeri üledékek rétegződtek. A szerkezeti árkokban az eocént követő szárazföldi időszak után homok, márga, kavics, a peremterületeken deltakavics, agyag, homok és édesvízi mészkő rakódott le. A negyedidőszakban édesvízi mészkő, lösz, lejtőüledékek, folyóvízi homok és kavics rétegződött (Juhász, 1997).

A Gerecse két éghajlati körzet határán helyezkedik el; ezek a Kisalföldi és a Dunántúli-dombsági körzet, utóbbin belül a Balatontól északra elhelyezkedő szektor. Ezekre a körzetekre jellemző, hogy kiegyenlített az éghajlat, ritkábbak a szélsőségek, azaz ritkább a késő tavaszi és a kora őszi fagy, valamint a nyári és téli extrémítások sem figyelhetők meg. Mind a két körzetben érvényesül az óceáni hatás, így magas a relatív páratartalom és a felhős órák száma magasabb, mint az ország többi területén. A konkrét mintaterületek a Kisalföldi körzetben helyezkednek el. Itt az éves csapadék mennyiség 550–650 mm között ingadozik (Bartholy & Weidinger, 1997).

A Gerecse területén változatos növénytakaró található. A területen járva megfigyelhetjük a flóra övezetességét. A különböző tengerszint feletti magasságokon jellemző növények a következők: 300–400 m-en a melegebb kitettségű hegyoldalakon a cseres-kocsánytalan tölgyesek, 300–500 m-en gyertyános kocsánytalan tölgyesek; 500 m felett kis mértékben megtalálhatók középhegységi bükkösök csoportjai, a hegytetőkön karsztbokor-erdőket találhatunk (Budapesti Erdőgazdaság Zrt., 2018).

A Gerecse területének nagyobb részét erdő borítja, a korábban említett növénytakarókkal, valamint ez ad otthont az ott élő vadállományoknak. Ezért a terület mind erdő-, mind pedig vadgazdálkodás szempontjából jelentős. Mezőgazdaság szempontjából nem jelentős terület, viszont annál nagyobb jelentősége van a szőlőtermesztésnek, hiszen itt található hazánk egyik nagy borvidéke, az Neszmélyi (korábban: Ászár-Neszmélyi) borvidék.

## **2.2. Neszmélyi-borvidék**

A borvidék mintegy 1400 ha-on terül el a Dunántúl északi részén, a Dunától délre, az Észak-Dunántúli borrégió részeként. A borvidékre jellemző a löszön kialakult barna erdőtalaj, de előfordul mészkövön, dolomiton kialakult rendzina valamint homokkövön, márgán képződött barna erdőtalaj is. A régióban már a római korban is termesztettek szőlőt. A területen található talajtípusok és a területre jellemző klímájának köszönhetően az itt készült borok magas savtartalmuk, ezért alkalmasak voltak a hosszabb szállításra, így már akkor nagy mennyiségben szállították külföldre. A borvidéken elsősorban fehérborszőlő-fajtákat termesztenek pl.: Sauvignon Blanc, Irsai Olivér, Ezerjón, Chardonnay. A Neszmélyi-borvidék két körzetre osztható: az Ászári és a Neszmélyi körzetre (BORTÉRKÉP, 2020).

### 2.3. A Hilltop szőlészet

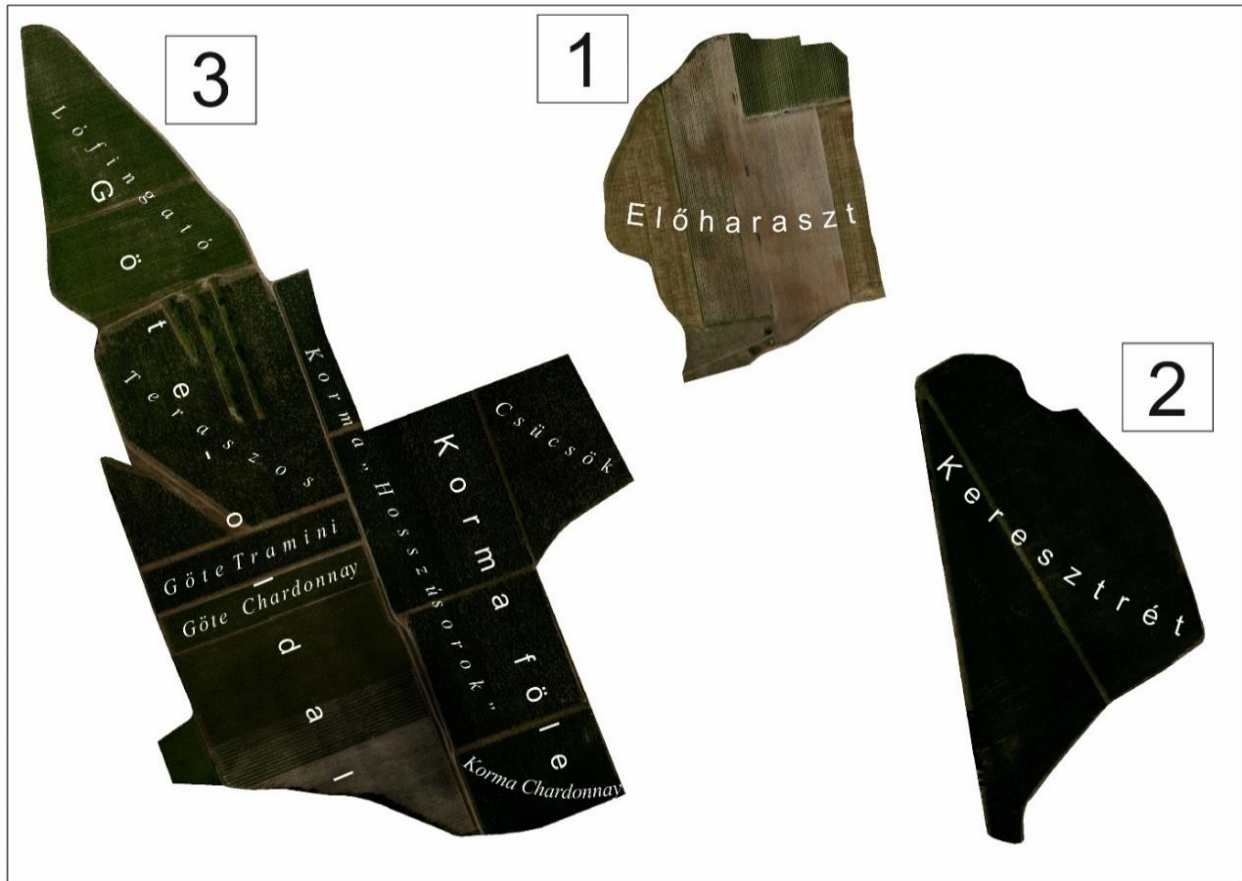
Magyarországon komoly hagyománya van a szőlészetnek, borászatnak. A rendszerváltás időszakában jelentős figyelmet kapott ez a magyar termék, ebben az időszakban alapították a Hilltop Neszmély Zrt.-t (korábbi nevén: Interconsult) is. 1993-ban a vásárolták meg a neszmélyi pincét, majd ebből nőtte ki magát. Kezdetben főleg külföldi megrendelésre készítettek borokat, elsősorban Nagy-Britanniába, majd 1996-tól kezdtek el jobban odafigyelni a magyar piacra. Ma mind nemzetközi, mind hazai szinten az egyik legismertebb borászat (HILLTOP, 2020).

A mintaterületek Dunaszentmiklós környékén, a Hilltop szőlészetterületén található. A területek kiválasztása során figyelembe lett véve korábban a tanszéken folyó eróziós valamint csuszamlás vizsgálatok eredménye (Gerzsenyi & Albert, 2017; Takáts, 2018). 2019 nyarán felkerestem a Hilltop szőlészetét, akik érdeklődve fogadták a kutatási témát és a segítségemre voltak a területek kiválasztásában. 2019. július. 05-én bemutatták nekem a Dunaszentmiklós környékén lévő szőlőterületeiket, megosztották velem, hogy számukra hol okoz problémát a nagymértékű és gyors talajpusztulás. Ezeket a korábbi adatokkal összevetve, három mintaterület került kiválasztásra.

A mintaterületek elnevezései a dűlő nevek, valamint az egyes táblanevek alapján történt, amellyel a borászat azonosítja a területeket (2. ábra):

1. Előharaszt
2. Keresztrét
3. Göte-oldal, Korma föle

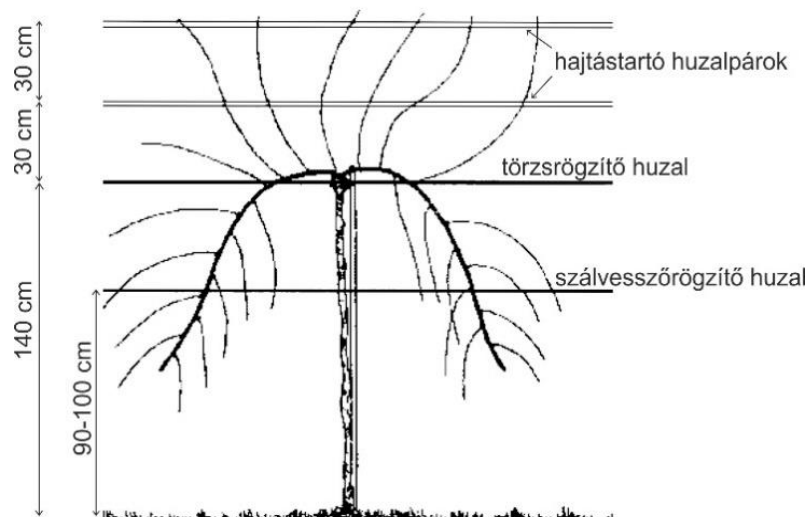
Mindegyik területnek megvan a maga sajátossága, az 1-es területen, az Előharaszt azon része került a figyelem középpontjába, ahol a tavalyi évben friss telepítés történt. Ezen a területen, még nem gyepesítettek, mert még kisméretűek a tőkék, ezért itt megfigyelhető, hogy mi történik a fedettlen talajjal. A 2. ábrán, az Előharaszt területének a keleti és nyugati részén, nem szőlőültetvény található, hanem mezőgazdasági terület. A 2. területet egy nagyobb vízmosás szeli át, míg a 3-as terület egy részén három terasz is található, valamint több vízmosás. A teraszokon lévő szőlőket nem tudják művelni, mert félnek, hogy megindul a föld a munkagépek alatt. Az is megfigyelhető, hogy itt a legnagyobb a tőkehiány mértéke. A 3-as terület Csücsök elnevezésű részén (2. ábra) 2019 ősszén szedték ki a tőkéket és a tavasszal tervezik újra telepíteni.



2. ábra. A mintaterületeken található parcellák.

A mintaterületeken különböző fajta borszőlőt termesztnek pl.: Irsai Olivért, Sauvignon Blancot, Chardonnayt, Traminít. A legöregebb tőkék a Teraszos területén találhatóak, ezek 20 évesek (1. táblázat). A legtöbb táblánál ernyőművelést alkalmaznak. Az ernyőművelés a magas kordonművelés egyik fajtája. Ennek során a 130–150 cm-es függőleges törzsből nem alakítanak ki kordonokat, hanem metszéskor a felső ponton két szálvesszőt meghagynak, melyeket a keletkezésével ellentétes irányba ívelten, 40–50 cm-rel alacsonyabban elhelyezett segédhuzalhoz rögzítenek (3. ábra) (Rakonczás, 2014).





3. ábra. Ernyőművelés.

1. táblázat: Az egyes parcellák méretei, a rajtuk termő szőlőfajták és a telepítés éve.

		Terület (ha)	Fajta	Telepítés éve
Előharaszt		6,4	Irsai Olivér	2015
	Új telepítés	5,6	Irsai Olivér	2019
Keresztrét		13,29	Chardonnay	2002
Göte-oldal	Lófangató	5,6 (premium: 2,8)	Szürkebarát	2002
	Teraszos	6,7	Sauvignon Blanc	2000
	Göte Tramini	1,6	Tramini	2001
	Göte Chardonnay	1,5	Chardonnay	2002
Korma föle	Korma "Hosszú sorok"	5,5 és 5,5	Tramini, Sauvignon Blanc	2001
	Korma Chardonnay	4,08	Chardonnay	2002
	Csücsök	7	Irsai Olivér lesz	2019 ősszel kivágva, 2020 tavaszán telepítés

A szőlészet több intézkedést is megtesz, hogy lassítsa a talajerózió mértékét, az egyik ilyen jelentős védekezési mód, hogy kb. 2 éve a szőlősorok között állandóan gyepesítenek. Azóta, elmondásuk szerint, szemmel láthatóan kisebb mértéke van a talajerózióknak.

### 3. Talajerózió és növénytermesztés

„A talaj a Föld legkülső szilárd burka, amely a növények termelőhelyéül szolgál. Alapvető tulajdonsága a termékenysége, vagyis az a képesség, hogy kellő időben és a szükséges mennyiségben képes ellátni a növényeket vízzel és tápanyaggal.” (Stefanovits, 1992, p. 5.)

Fontos szerepe van a mindennapi életünkben, ezért oda kell figyelnünk a változásaira, különös képpen a pusztulására. Alapvetően a talajerózió egy természetesen végbe menő folyamat, de napjainkban az emberi tevékenység egyre inkább befolyásolja ezt a folyamatot. A természetes folyamatot szokták geológiai talajpusztulásnak is nevezni. Ez általában lassabban megy végbe és a talajképződés képes lépést tartani vele. Az utóbbit gyorsított talajpusztulásnak is nevezik, ebben az esetben a talajképződés nem képes lépést tartani a pusztulás mértékével (Stefanovits, 1992).

A különböző művelési ágaknak más és más a talajigénye. A szőlőtermesztésnél előnybe részesítik a déli fekvésű lejtőket, domboldalakat. Ebben az ágazatban különösen alkalmasak a vulkáni kőzeten vagy az alföldi homokon kialakultak talajok. A különböző művelési ágak talajigénye az egyes növények talajigényének próbál eleget tenni (Szendrei, 1998). A szőlő közepes vízigényű növény, telepítésétől számított 7-8. évtől kezdve akár 10 m mélységbe is lehatolhatnak a vízkereső gyökerei. A víz a tápanyagok és szervesanyagok szállításának szerepét tölti be a növényben. A szőlő fejlődésében több ásványi anyag is szerepet játszik. A megfelelő tápanyag-ellátottság megítélése során elsősorban a nitrogén (N), foszfor (P) és kálium (K) szintet szokták mérni, ha szükséges visszapótolni (Rakonczás, 2014). Az erózió során a növény életéhez szükséges ásványi anyagok mennyisége csökkenhet a talajban. Ezért fontos, hogy tudjuk egy adott területen mekkora a talajpusztulás mértéke.

*„A védekezés módja az, hogy a kiváltó tényezők hatását csökkentjük, a módosító tényezőket pedig úgy befolyásoljuk, hogy a pusztulás csökkenjen.”* (Stefanovits, 1992, p. 283.) Ma már sok módszert ismerünk a talajpusztulás mértékének csökkentésére. Ilyen módszer lehet a lejtő tagolása vagy a teraszolás, esetlegesen művelési ág változtatása, a lejtőirányra merőleges táblásítás, a megfelelő talajművelési módok alkalmazása, talajvédő fasorok kialakítása (Szendrei, 1998). A szőlészetben gyakran alkalmazott módszer a sorközök gyepesítése. Ez a módszer lehet állandó és időszakos (általában ősztől- tavaszig) is. A tartós gyepesítés alkalmazható minden vagy minden második sorközben. Minőségét tekintve lehet vetettgyep vagy természetes gyomflórával meghagyott. Mivel a gyep növényzete is vizet igényel, ezért általában ezt a módszert akkor ajánlják, ha a területen az évi csapadék mennyiség meghaladja a 600–800 mm-t, ebben az esetben nem jelent konkurenciát a szőlő számára.








## 4. Felméréstől a feldolgozásig

Észak-olaszországi szőlőterületeken már korábban végeztek talajerózió becslést UAV (Unmanned Aerial Vehicle, pilóta nélküli repülőgép) segítségével, mely kutatás szintén egy kiindulási alapjául szolgált ennek a dolgozatnak (Pijl, et al., 2019). A kutatás első lépéseként 2019 nyarán felkerestem a kiválasztott szőlészetet, hogy közelebbről megismerjem a lehetséges területeket. A terepbejárást követően témavezetőmmel egyeztetve kiválasztásra kerültek a mintaterületek.

A projekt egy egész évet átölelő megfigyelésen alapszik. Ez azt jelenti, hogy minden évszakban drónfelvételek készültek a mintaterületekről, ezeket Mészáros János és Árvai Mátyás készítette el.

Az első mérésre 2019.07.24-én került sor, az őszi terepszemlét és felmérést 2019.11.14-én végeztük. Ezek sikeresen zökkenőmentesen zajlottak. A téli méréssel nem volt szerencsénk, ekkor több alkalommal is elmentünk a területre, de hiába. Annak ellenére, hogy folyamatosan figyeltük az időjárás előrejelzést a helyi mikroklíma nem tette lehetővé a drónozást, így csak harmadik alkalommal sikerült elkészíteni a felvételeket. A tavaszi felmérésre 2020. áprilisában került sor, ekkor a koronavírus járvány nehezítette meg a terepi munka körülményeit (2.táblázat).

2. táblázat: A terepi mérések adatai és fényképek a mintaterületekről.

	<b>Időpont</b>	<b>Időjárás</b>	<b>Sikeresség</b>	<b>Kép</b>
<i>Terepbejárás</i>	2019.07.05	meleg, napos idő	✓	
<i>Nyári mérés</i>	2019.07.24	meleg, napos idő	✓	
<i>Őszi mérés</i>	2019.11.14	tavaszi meleg, napos idő	✓	
<i>Téli mérés</i>	2020.01.24	hűvös, napos, szeles idő	X	
	2020.01.25	hűvös, ködös idő	X	
	2020.02.19	hűvös, enyhén szeles, napos idő	✓	
<i>Tavaszi mérés</i>	2020.04.10	napos, szeles tavaszi idő	✓	

## 4.1 Terepi adatgyűjtés

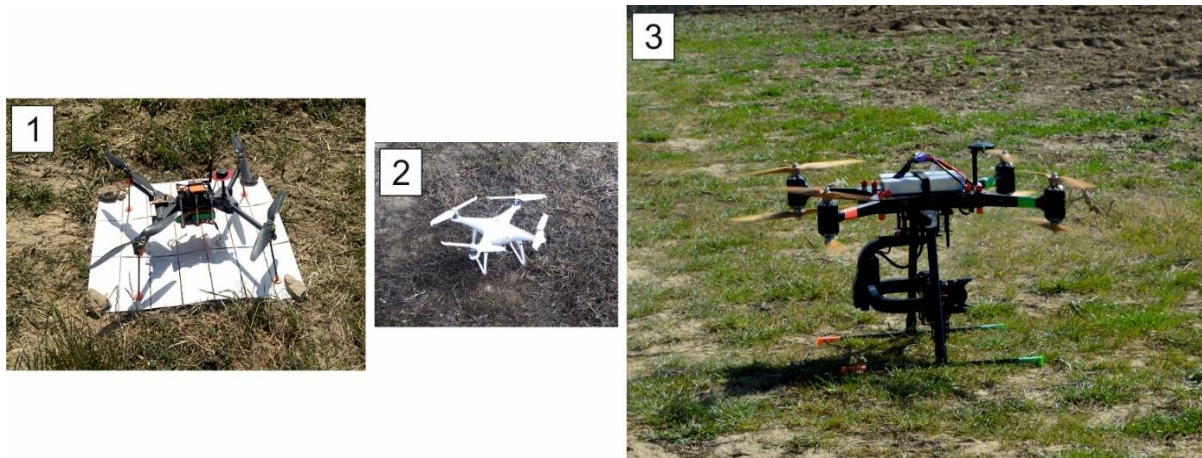
A kutatómunka során összesen négy felmérés történt UAV eszközzel. A felmérések során három típusú UAV eszközt használtunk (4. ábra). Az első két alkalommal egy házilag fejlesztett drón segítségével készültek el a felvételek, amelyen egy Ricoh GR II kompakt fényképezőgép volt, amely egy CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) szenzorral rendelkezik és azeffektív felbontása 16,2 MP. A GR egy sajátfejlesztésű 28 mm-es optikát helyezett el rajta, mely egészen a kép széléig nagyfelbontású, kontrasztos, de torzulásoktól kromatikus aberrációtól mentes képet biztosít. Kis méretének köszönhetően az UAV eszköz könnyen felemeli (RICOH, 2020). Ezen az UAV eszközön volt egy RTK (Real-Time Kinetic) GPS vevő, mely a nagy pontosságú helymeghatározást biztosította. A mérések megkezdése előtt egy bázisállomást helyeztünk el a szőlészet telephelyén, mely a korrekciós adatokat szolgáltatva a repülések során. A feldolgozás során az első, azaz a 2019. nyári méréshez lett igazítva a többi mérés.

A téli mérés során egy DJI Phantom 4 Pro drónnal készültek el a felvételek. Ezen az eszközön van egy GPS vevő, amely a fényképekhez csatolja a koordinátákat. Ez nem alkalmas a nagy pontosságú helymeghatározásra, pontatlansága főleg a magassági adatokban volt megfigyelhető. Ez az UAV a többihez képest kisebb, átmérője propellerek nélkül mindössze 350 mm. A beépített kamera egy 1” CMOS szenzorral rendelkezik, melynek effektív felbontása 20 MP. A szenzornak köszönhetően javul a jel és zaj aránya, valamint a gyenge fénynél készített képek minősége. A kamera az UAV-on egy háromtengelyes stabilizátoron helyezkedik el (DJI, 2020). A drón kis mérete és mindössze 1388 g-os súlyának ellenére jól megküzdött az enyhe széllel.

A tavaszi mérés során egy újabb UAV eszköz került alkalmazásra, melyre egy Fujifilm X-T20-as MILC (Mirrorless Camera) fényképezőgép volt szerelve. Ezen a készüléken is egy CMOS szenzor található. A kamera effektív felbontása 24MP (FUJIFILM, 2020). A fényképezőgép ebben az esetben is egy háromtengelyű stabilizátorra volt rögzítve. Az összes eszköz közül ez volt a legnagyobb méretű, így a szeles idő nem fogott ki rajta. Ezen az eszközön összesen nyolc propeller volt, mely biztosította a stabil repülést.

Mivel mindegyik kamera elég nagy látószögű volt ezért, a repülések során az UAV-ok 130–140 m-en repültek a terepfelszín felett és 4–5 másodpercenként készítettek fotókat a felszínről. A repülés menete minden esetben egy autonóm repülést tervező szoftverben készült,

amelyben előben, repülési információkkal (sebesség, magasság stb.) együtt lehetett követni az UAV eszközt.



4. ábra. A felmérés során használt UAV eszközök 1: nyári és őszi mérésen, 2: téli mérésen, 3: tavaszi mérésen

## 4.2 Adatok feldolgozása

Az elkészült drónfelvételeket fotogrammetriával, Agisoft Metashape Professional szoftverrel dolgoztam fel. A nyári mérés feldolgozása kis mértékben eltért a többitől, ekkor a képek behívása után, csak hozzá adtam a GPS adatokat tartalmazó .txt fájlt, és ennek segítségével készítettem el a képek térbeli elhelyezését (*Align Photos*). Ezután a sűrű pontfelhő elkészítése következett (*Build Dense Cloud*). Az elkészült pontfelhőből leszűrésre kerültek a talajpontok, azaz leválogatásra került a növényzet. A leválogatott talajpontok segítségével előállítottam a nagyfelbontású Digitális Terepmodellje (DTM, Digital Terrain Model), majd az ortofotót. Ezt a folyamatot minden mintaterületre elkészítettem. Az elkészült elemek nem egyforma felbontásúak voltak, így a képek exportálása során állítottam be a kívánt 10 cm/pixeles felbontást, valamint egy shape-fájl segítségével csak a megfelelő méretet exportáltam.

A további alkalmakkor nem volt a mérésekhez GPS adatok, ezért a nyári mérésről válogattam le biztos pontok koordinátáit, ezek lettek a GCP (Ground Control Points), ezeket egy txt fájlba kimentettem. A téli mérés során a DJI Phantommal készült fényképek tartalmaztak koordinátákat, melyek eredetileg WGS84-ben voltak megadva, ezeket át kellett konvertálni EOV-ba, hogy a saját GCP pontokat hozzá tudjam rendelni.

A képek térbeli elhelyezése előtt hozzárendeltem a biztos pontokat tartalmazó fájlt a képekhez, és bejelöltem az egyes GCP pontokat a fényképeken. Ezután lefuttatva az *Align*

*Photos-t*, a ritka pontfelhőket a nyári méréshez igazítva kaptam meg. Innentől kezdve már megegyezett a munkafolyamat a korábban írtakkal.

Az eredményül kapott terepmodellek térinformatikai módszerekkel elemezhetők, melyeket későbbiekben a talajpusztulás becslése során használtam fel a morfometriai tényező kiszámításához. Az ortofotók segítségével a növényborítottság meghatározása történt.

## 5. Elemzési módszerek

Az elsődleges cél az volt, hogy a kiemelten erózióveszélyes szőlőterületekre, elkészüljenek olyan nagyfelbontású talajpusztulási térképek, melyek segítségével, mérni lehet a különböző évszakokban a talajerózió mértékét és figyelemmel lehet követni, ennek az éven belüli változását.

### 5.1. Az Egyetemes Talajveszteségi Egyenlet (USLE) alkalmazása

A talajveszteség területegységre vonatkozó mértékét az Egyetemes Talajveszteségi Egyenlettel (USLE, Universal Soil Loss Equation) számítottam ki az egyes időszakokra külön-külön. Az egyenletet alkotó egyes tényezők kifejezik azt, hogy az éghajlat, a talaj, a felszín morfológiája és a felszínborítottság, valamint az alkalmazott művelési mód, hogyan befolyásolják a talajpusztulást mértékét. Az egyenlet segítségével átlagbecslést lehet készíteni egy adott terület éves (vagy más meghatározott időszakra vonatkozó) talajpusztulására. Az egyenletet az Amerikai Egyesült Államokban dolgozták ki az 1940-es években (Wischmeier & Smith, Predicting rainfall erosion losses- a guide to conservation planning, 1978). Kezdetben az angolszász mértékegységeket használták, majd később (1981-ben) elkészült az egyenlet SI (Systeme International d'Unites, Nemzetközi Mértékegységrendszer) változata is (Foster, et al., 1981). Azóta a világ minden részén alkalmazzák, ezt az egyenletet, vagy ennek továbbfejlesztett változatát Az általam használt egyenlet a következő:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

$A$  = az évi átlagos talajveszteség  $\left[ \frac{t}{ha \cdot év} \right]$

$R$  = a csapadék eróziós potenciálja  $\left[ \frac{MJ \cdot mm}{ha \cdot h \cdot év} \right]$

$K$  = a talaj erodálhatósági tényezője  $\left[ \frac{t \cdot ha \cdot h}{ha \cdot MJ \cdot mm} \right]$

$L$  = a lejtő hosszát kifejező tényező (dimenzió nélküli)

$S$  = a lejtő meredekségét kifejező tényező (dimenzió nélküli)

$C$  = a növényi fedettség tényezője (dimenzió nélküli)

$P$  = az alkalmazott talajművelési mód tényezője (dimenzió nélküli)

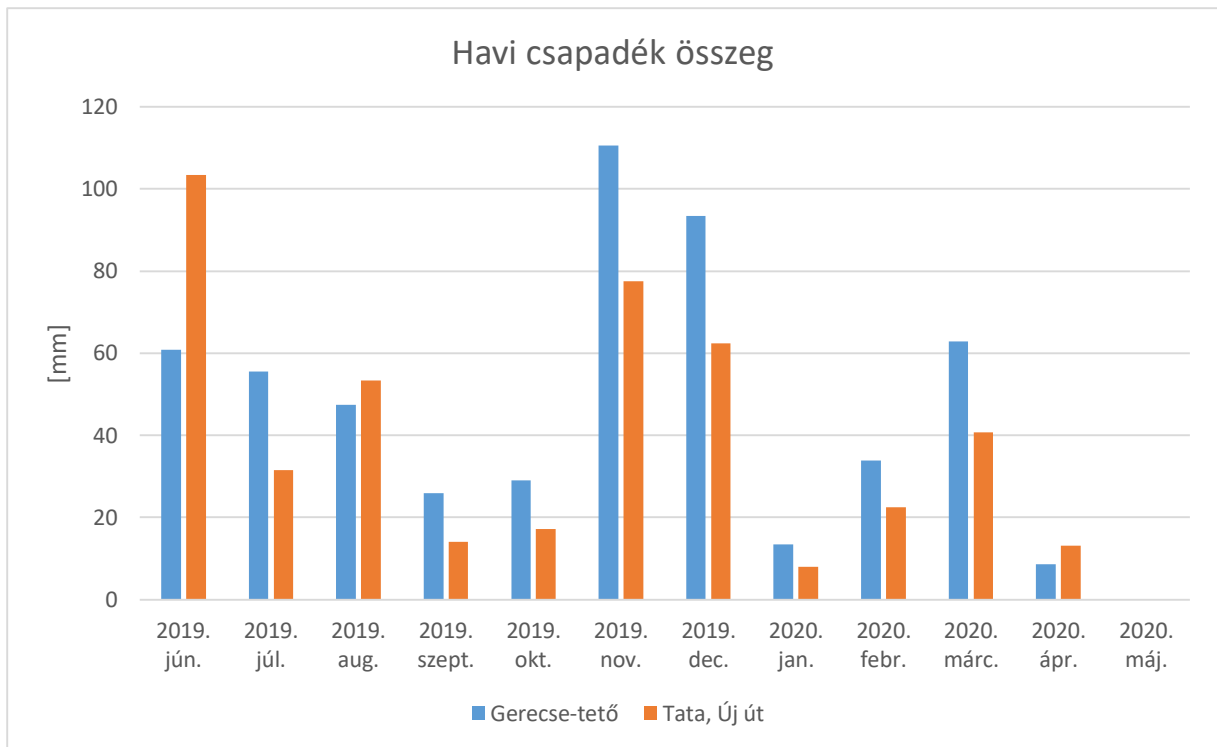
Jelen kutatásban az A értékét az egyes évszakokra, a csapadékadatok függvényében számítottam ki, így a nyár (júniustól–augusztusig), az ősz (szeptembertől–novemberig), a tél (decembertől–februárig), a tavasz (márciustól–áprilisig) időintervallumokban. A nagyfelbontású DTM-nek köszönhetően a talajerózió mértékegysége a következő képpen alakult  $\left[\frac{kg}{dm^2 \cdot \text{évszak}}\right]$ .

### 5.1.1. R faktor

Az R faktor az eső kinetikus energiáját mutatja meg számértékben. A talajpusztulás függ az esőzés intenzitásától és az esőcseppek nagyságától. Előfordulhat, hogy hirtelen nagy mennyiségű csapadék hullik nagy cseppekben, amelyek becsapódása erősen roncsolja a talaj felszínét, ezen kívül a talaj nem képes beszívni akkora mennyiségű felgyülemlt vizet. Más esetben több napos gyenge esőzés során érheti el ugyan ezt a hatást. Ez az összetett faktor tartalmazza az egyes esőzések eróziós indexét, valamint a lefolyások jelentőségét. Ennek a tényezőnek az értékét  $\left[\frac{MJ \cdot mm}{ha \cdot h}\right]$ -ban határozzák meg (Wischmeier & Smith, 1978).

Az R faktor kiszámításához az OMSZ (Országos Meteorológiai Szolgálat) szolgáltatta számomra a csapadék adatokat az év során. Két mérőállomás adatait dolgoztam fel: 1) Gerecse-tető és 2) Tata, Új út. Az állomásokról óránkénti csapadék adatok álltak a rendelkezésemre. Áprilisig az éves csapadék összeg a Gerecse-tetőn és a Tata, Új útnál beleesik a korábban említett szakirodalmi mennyiségbe. Minden egyes hónapra kiszámításra került a lehullott csapadék összesített mennyisége (1. diagram) és az R faktor értéke (2. diagram). Az adatokból leolvasható, hogy mikor volt jellemző a hosszabb ideig tartó gyenge esőzés és mikor a hirtelen lezúduló nagy mennyiségű, rövid ideig tartó esőzés. Végül az R faktorok évszakonként összegezve kerültek felhasználásra az erózióbecslés során. Ezek az évszakos adatok lettek az egyes évszakokban készült drónfelvételekhez viszonyítva.





1. diagram. A havi csapadék mennyiség a két mérőállomásra, mm-ben meghatározva.

Minden egyes esőzésnek meg lehet határozni az erózióra való hatását (Wischmeier, 1959). A számolás során a korábban említett SI mértékegységre átszámolt egyenlet került alkalmazásra. Minden egyes eső esemény során meghatározásra került a kinetikus energia, a következő képlet alapján (Cassol, et al., 2018):

$$e_c = 0.119 + 0.0873 \cdot \log i$$

$e_c$ : eső kinetikus energiája ( $MJ \cdot h^{-1} \cdot mm^{-1}$ )

$i$ : eső intenzitása ( $mm \cdot h^{-1}$ )

Az eső teljes kinetikus energiájának a meghatározása:

$$E_s = e_c \cdot p$$

$E_s$ : eső teljes kinetikus energiája ( $MJ \cdot ha^{-1}$ )

$p$ : csapadék mennyiség ( $mm$ )

Az egyes esőesemények teljes kinetikus energiájának ( $E_t, \frac{MJ}{ha}$ ) meghatározása:

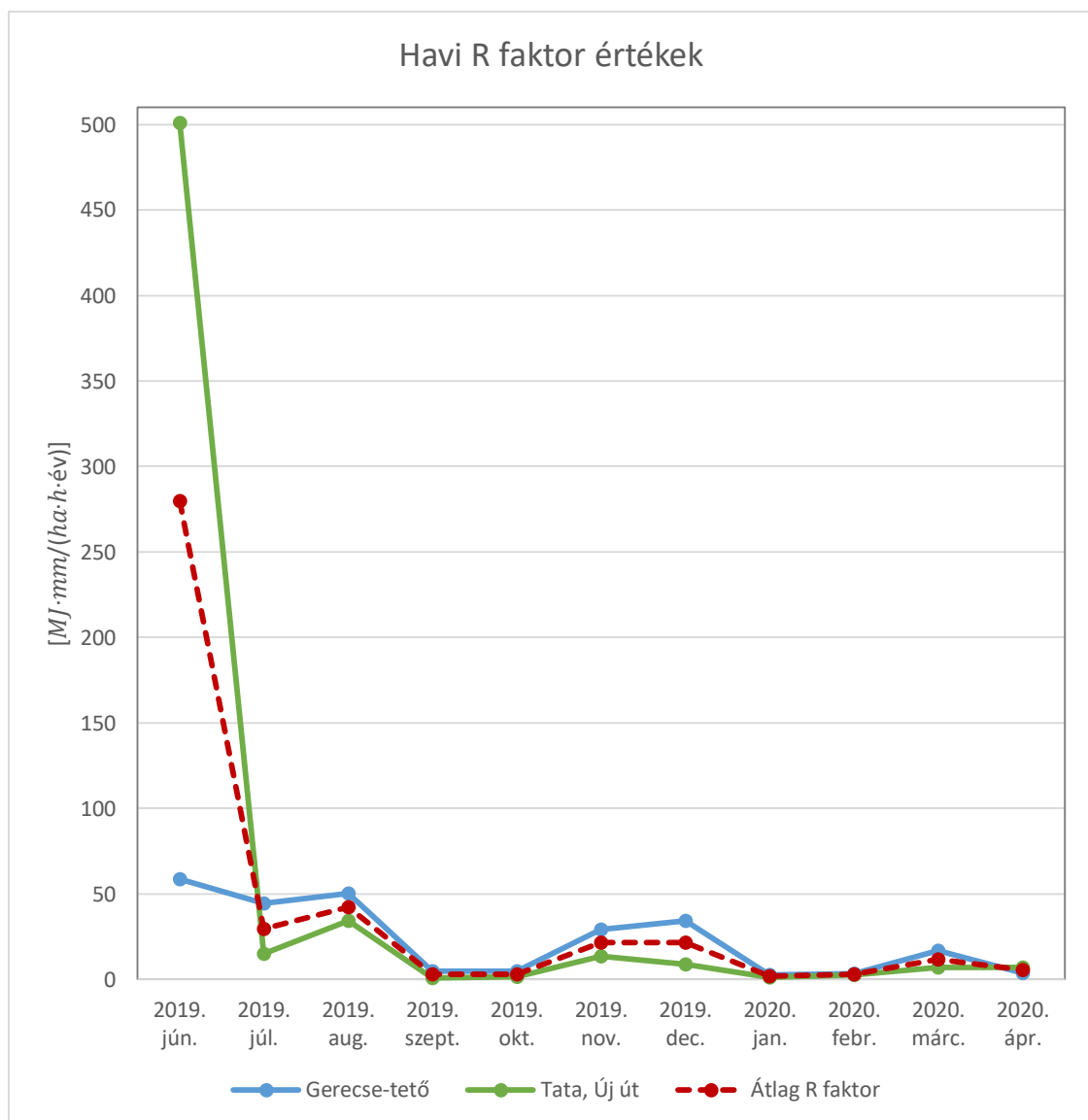
$$E_t = \sum E_s$$

Egy eső eseménynek, az egyszerre lehulló csapadék számít. Az egyes eső események teljes kinetikus energiáját megszorozva, az eső esemény során a legmagasabb maximum 30 perces intenzitással megkapjuk az eső eróziós indexét.

$$EI_{30} = E_t \cdot I_{30}$$

$EI_{30}$ : eső eróziós index  $\left[ \frac{MJ \cdot mm}{ha \cdot h} \right]$

$I_{30}$ : eső esemény során a legmagasabb maximum 30 perces intenzitás  $\left[ \frac{mm}{h} \right]$



2. diagram. A havi R faktor értékek a mérőállomásokra és a két állomásból számított átlagérték.

A havi csapadék adatokból kiderül, hogy a legcsapadékosabb hónap június, november és december volt. Összehasonlítva a havi R értékekkel, az is kiderül, hogy júniusban sokkal nagyobb hatása volt az esőzés a talajerózióra, mint novemberben vagy decemberben. Ennek az

az oka, hogy novemberben és decemberben hosszabb ideig tartó lassú esőzés volt, míg júniusban volt egy hirtelen lezúduló nagy mennyiségű csapadék. Ez az eső esemény június 22-én az esti órákban volt.

Az évszakos R faktor előállításához az egy évszakon belüli, azaz három hónapos eróziós indexek lettek összegezve. Ezek az évszakos R értékek lettek felhasználva a talajerózió becslése során.

3.táblázat: Az évszakos R értékek

Évszak	R faktor $\left[ \frac{MJ \cdot mm}{ha \cdot h \cdot \text{évszak}} \right]$
Nyár	351,5087
Ősz	27,1887
Tél	26,2231
Tavaszi	17,2101

Felmerülhet a kérdés, hogy miért nem az egyes időszakok végén készültek a UAV-os mérések, abban az esetben az egy évszakban eső csapadék mennyiség valódi hatását láttuk volna a talajon, így a talajpusztulás mértékében is. Az UAV-os méréseket sajnos nem lehetett biztos időpontokra tervezni, mert az időjárásnak nagy szerepe van a megvalósításban, valamint az R faktor előállítása során arra törekedtem, hogy az adatok egységesen legyenek elosztva. Abban az esetben, ha a repülések előtti időszak került volna feldolgozásra, akkor az eltérő mennyiségű meteorológiai adatok miatt normalizálni kellett volna az értékeket napra vagy hétre, hogy összehasonlíthatók legyenek. Sajnos a dolgozat leadásának a határidejéig a májusi csapadék adatok még nem lettek beleszámolva, de ez később kiegészítésre kerül.

### 5.1.2. K faktor

A K tényező megmutatja, hogy egy adott talaj mennyire hajlamos az erózióra, egyszóval: a talaj erodálhatóságát. Az erodálhatóságot a talaj több tulajdonsága is befolyásolja pl.: a talaj szerkezet, a talajban található szemcsék összetétele, a talaj vízáteresztő képessége, a szerves anyag és agyagásvány tartalma. Általában csökken a talaj erodálhatósága, ha csökken az iszap (kőzetliszt) tartalma, abban az esetben is, ha ezzel arányosan növekszik a homok vagy agyag tartalma (Wischmeier & Smith, 1978).

Ennél a tényezőnél egy Magyarország területére vonatkozó kutatás adatait használtam fel, melyet Pásztor és munkatársai 2016-ban készítettek (Pásztor, et al., 2016). Eredetileg ez az

adatsor 100 m/pixeles felbontásban készült. Geológiai térképen megvizsgálva a mintaterületeket, méretükből kifolyólag, nincs nagy változás az egyes mintaterületeken belül (1.: 4 táblázat), így témavezetőmmel arra jutottunk, hogy alkalmazható a korábban említett K faktor használata. Ezt a tényezőt újramintavételeztem 10 cm/pixel felbontására, hogy a többi adattal megegyező felbontású legyen, ezáltal kiszámítható a becslés a talajpusztulásra.

4. táblázat: A K faktor értékei az egyes mintaterületeken

Mintaterület	K faktor értékek
1. Előharaszt	0.2669– 0.2905
2. Keresztrét	0.275593 – 0.2986
3. Göte-oldal/Korma föle	0.2584 – 0.3003

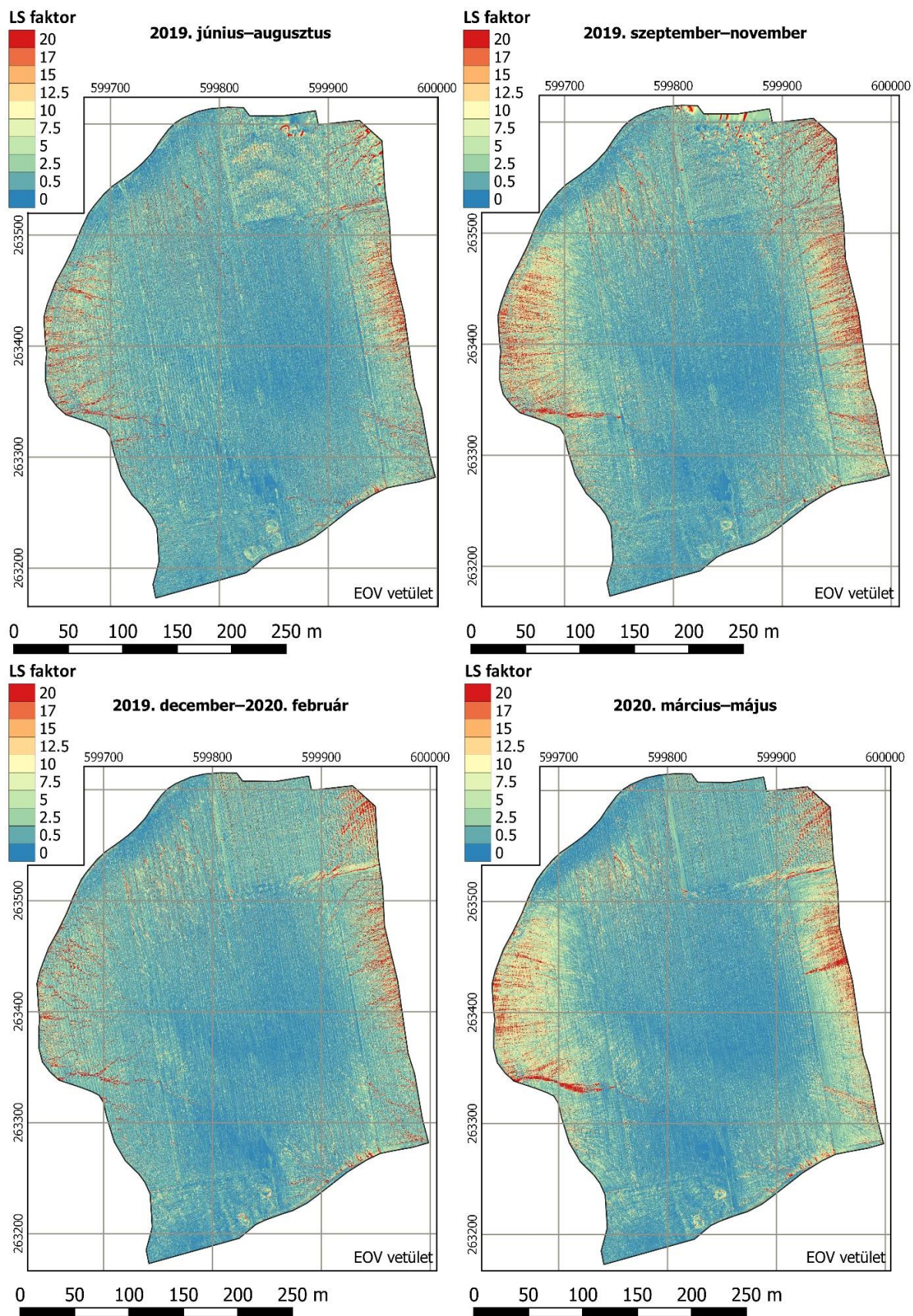
### 5.1.3. LS faktor

Az USLE egyenlet egyetlen morfometriai eleme az LS faktor. Ez két tényezéből áll, az L (slope length), a lejtőhossz és az S (steepness), azaz merdekség változóból, melyek szorosan összefüggnek egymással, ezért szokás őket egybevonatan LS-faktornak nevezni.

A lejtő hossza azt a távolságot határozza meg, amely a felszíni vízfolyás forrásától kezdődik és egészen addig tart, ameddig annyira lecsökken a lejtőmeredeksége, hogy a hordaléklerakódás elkezdődik, vagy az adott vízfolyás becsatlakozik egy másik vízhálózatba. A felszíni lefolyás nagysága szoros összefüggésben van a lejtő meredekségével, de több tényező is befolyásoló hatással van rá, pl.: a terület mikro-morfológiája, a párolgás mértéke, a területen található növényborítottság (Wischmeier & Smith, 1978).

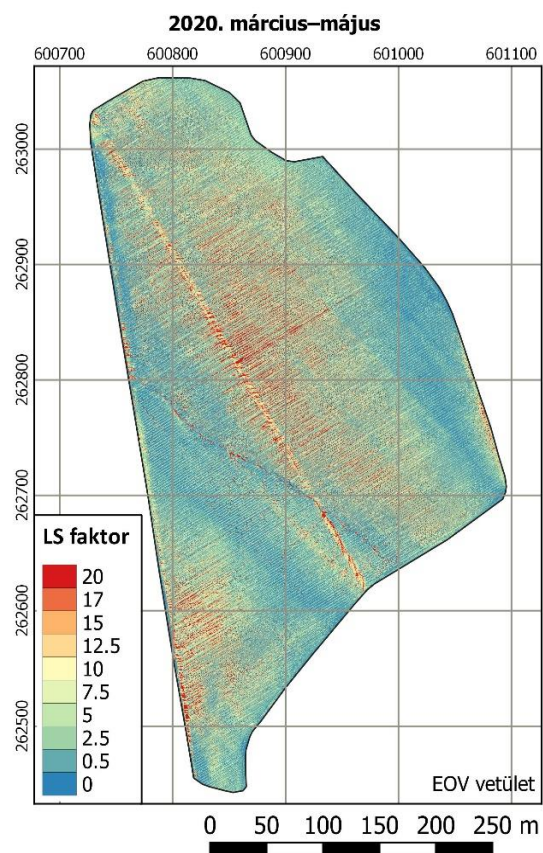
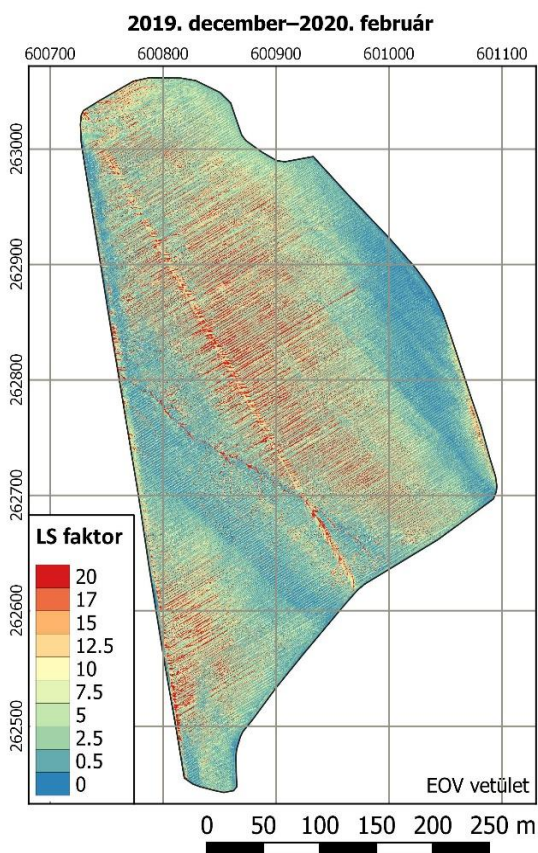
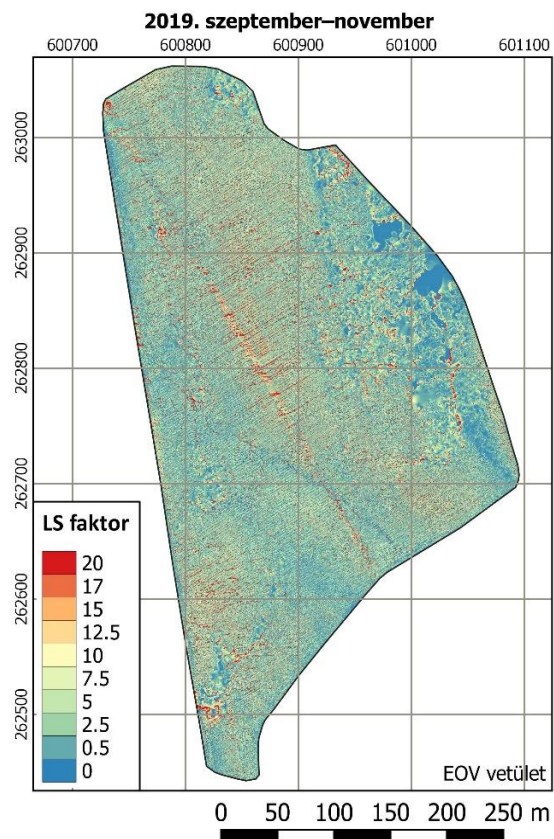
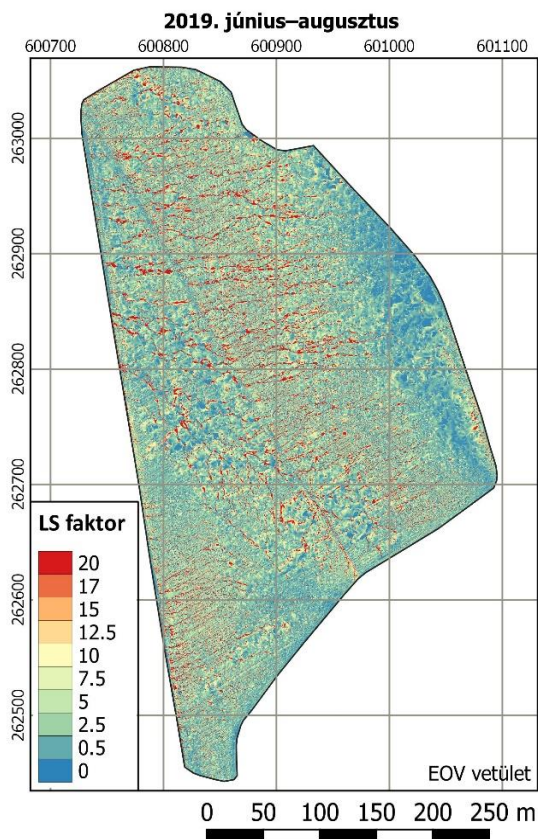
A kutatómunka során az LS faktort a drónfelvételtől előállított, nagyfelbontású DTM-ből számoltam ki. Minden mintaterületről, minden egyes időszakra elkészült a lefolyás-akkumulációs térkép, lejtőszög térkép, amelyek segítségével a QGIS *raszter calculator*-ban előállításra került az L és az S faktor is. Ezt a munkafolyamatot a BSc-s szakdolgozatomban részletesen leírtam (Takáts, 2018).

Az elkészült LS faktor (5-6-7. ábra) megmutatja, hogy a felszín egyenlőtlenségei, mekkora hatással vannak a talajerózió mértékére. Az elkészült térképek alapján kirajzolódnak az mintaterületeken a nagyobb vízfolyások és hatásuk. Ezeken a térképeken látszódik az egyes évszakok közötti különbség is, melyek egyik fő oka a lehullott csapadék lehet illetve a területeken folyó mezőgazdasági munkák hatása.

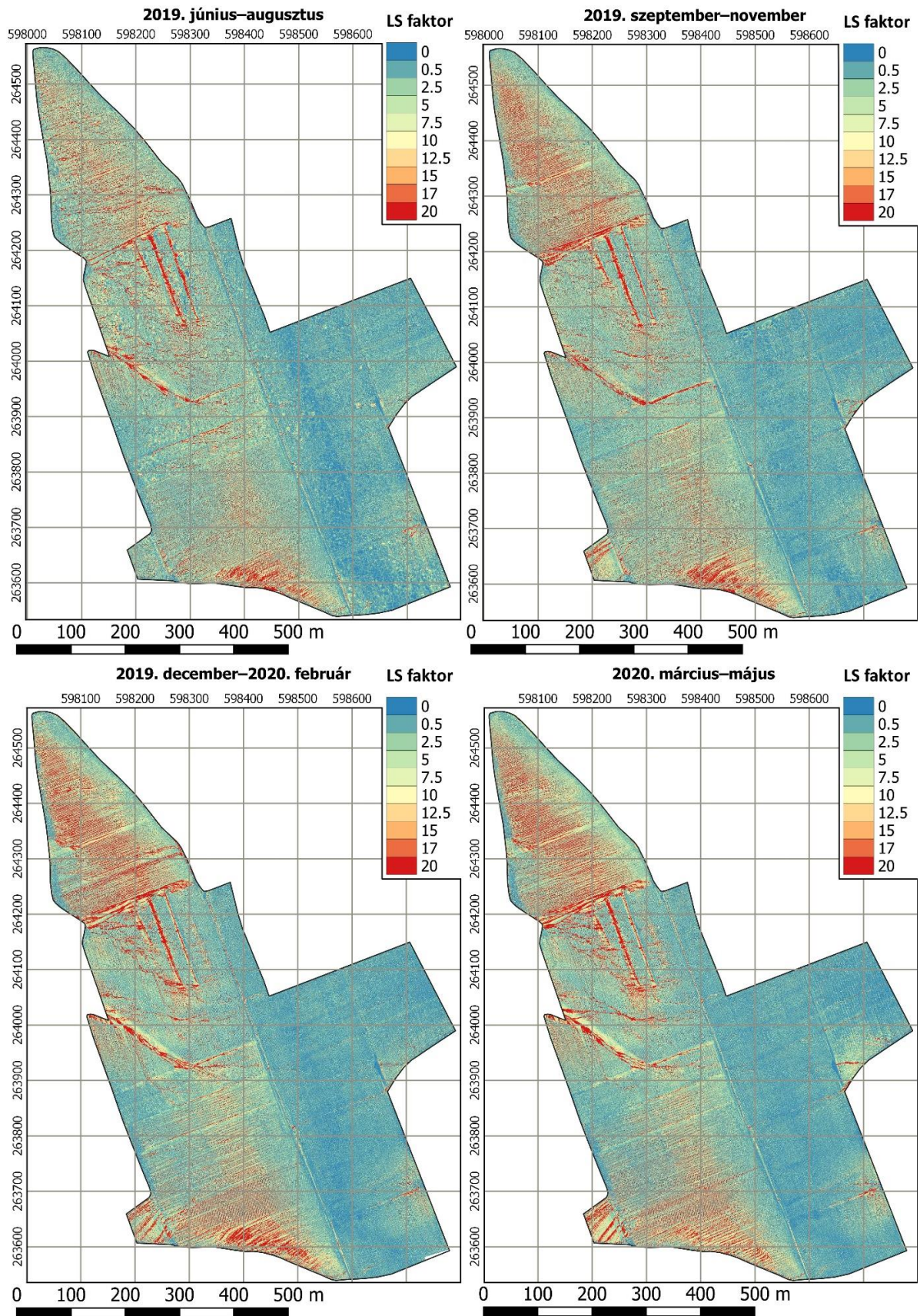


5.

5. ábra. Az LS faktor értékei az 1-es mintaterületen.



6. ábra. Az LS faktor értékei az 2-es mintaterületen.



7. ábra. Az LS faktor értékei az 3-as mintaterületen.

#### 5.1.4. C faktor

A C faktor megmutatja, hogy a talajfedettségnek és a talajhasználatnak mekkora szerepe van a talajerózió mértékében. A növényfedettségnek jelentős szerepe van a talajerózió mérséklésében, hiszen ez a tényező mind időben mind pedig térben igen változatos lehet. A különböző fedettségborításnak az értéke igen eltérő lehet, az egyes értékek akár nagyságrendekkel is eltérhetnek egymástól (5. táblázat) (Panagos, et al., 2015).

Minél sűrűbb és nagyobb kiterjedésű a növénytakaró, annál jobban lassítja az erózió mértékét. Ennek oka, hogy a növények gyökerei megkötik a talajt, valamint a levelek felfogják a lehulló csapadékot, ezáltal csökkentik a többi tényező hatását is. Ezzel szorosan összefügg a talajművelés befolyásoló hatása. Ha egy területen erdőgazdálkodás található, vagy gyümölcsös akkor kisebb az erózió mértéke, ezzel szemben ha mezőgazdasági területről van szó akkor nagyobb. A mezőgazdasági területek esetében egyrészt a sűrűn változó növényzet, amelyeknek kisebb a talajfogó hatásuk, másrészt a mezőgazdasági gépekkel való művelés miatt nagyobb a talajpusztulás mértéke.

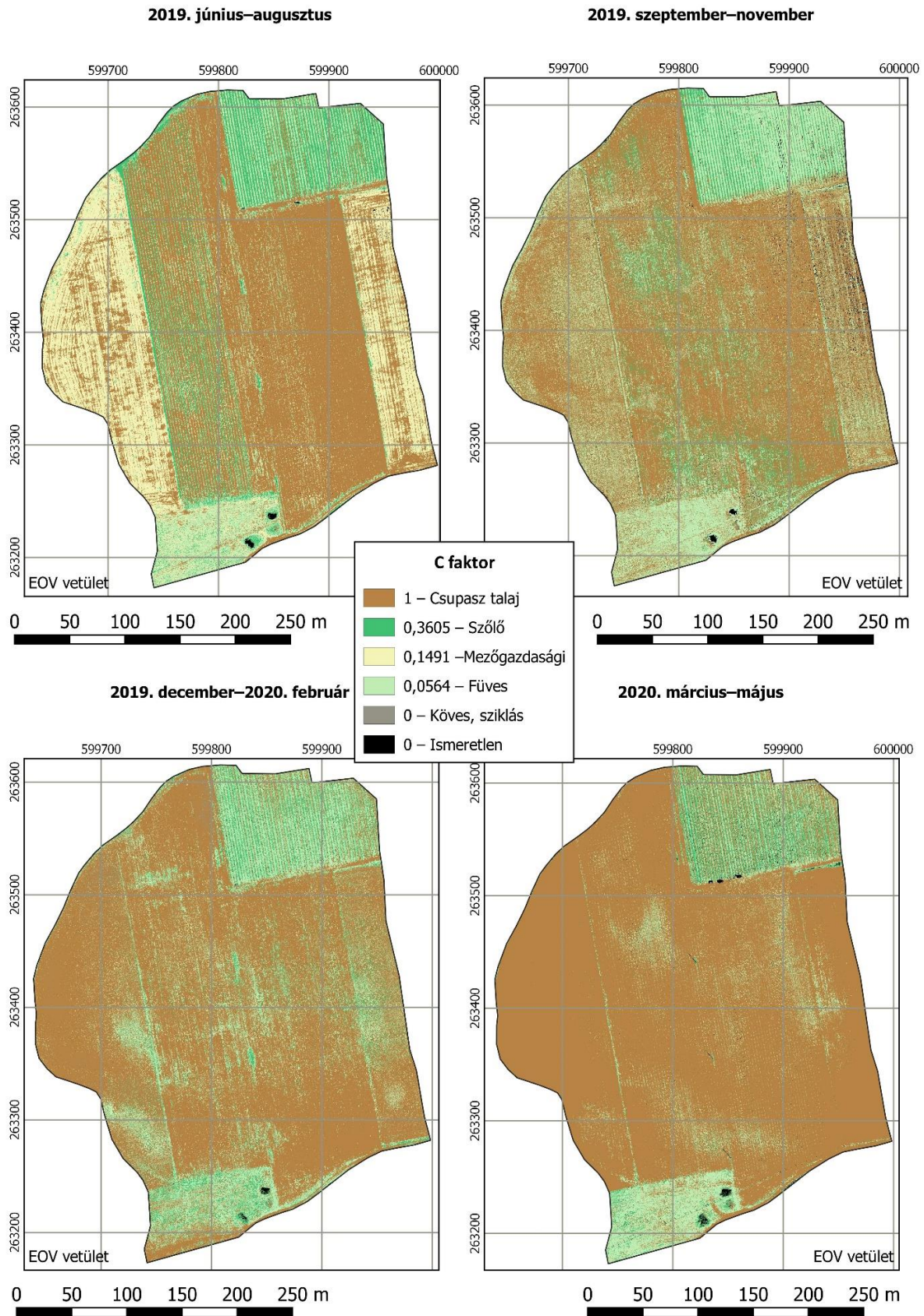
Jelen kutatás során szőlő területeknek vizsgáltam a talajpusztulás mértékét, így a területek jelentős részén szőlő található. Fontos megemlíteni, hogy a szőlészet is felismerte a talajerózió hatását, ezért minden tőlük megtehető módon próbálnak védekezni ezzel szemben. A fedettség szempontjából jelentős termesztési megoldás, hogy a szőlősorok között gyepesítenek, így nem közvetlenül a talaj kapja a csapadékot. A lehulló eső egy részét felfogja, egy részét elvezeti. Ezen kívül azt is fontos megjegyezni, hogy a szőlőtáblákat többnyire úgy telepítették, hogy a sorok a lejtőre merőlegesen legyenek, ezáltal, jobban fel tudják fogni a lejtőn lezúduló vizet.

A C faktor előállításához a drónnal készült képek feldolgozásából származó orthofotók kerültek felhasználásra. Az orthofotókat a QGIS Semi-automatic Classification moduljával RGB szín szerint osztályoztam. Az egyes fedettség kategóriák szerint kijelöltem a ROI-kat (Regions Of Interest), mintaterületeket, majd a Minimum Distance algoritmussal osztályoztam a képetet. Ez a módszer adta a legpontosabb eredményt. Mivel általában csak három különböző kategóriát kellett elkülöníteni, így jól működött a szín szerinti osztályozás. Pontosabb eredmény elérése érdekében érdemes lett volna multispektrális kamerát alkalmazni, de sajnos erre nem volt lehetőség. Az így előállított C faktor értékek minden évszakban megmutatják a növényborítottság hatását az egyes területeken. A klasszifikált képeken kimutatható az évszakai fedettség változás, mind a szőlő mind pedig a füves területek szempontjából (8-9-10. ábra).

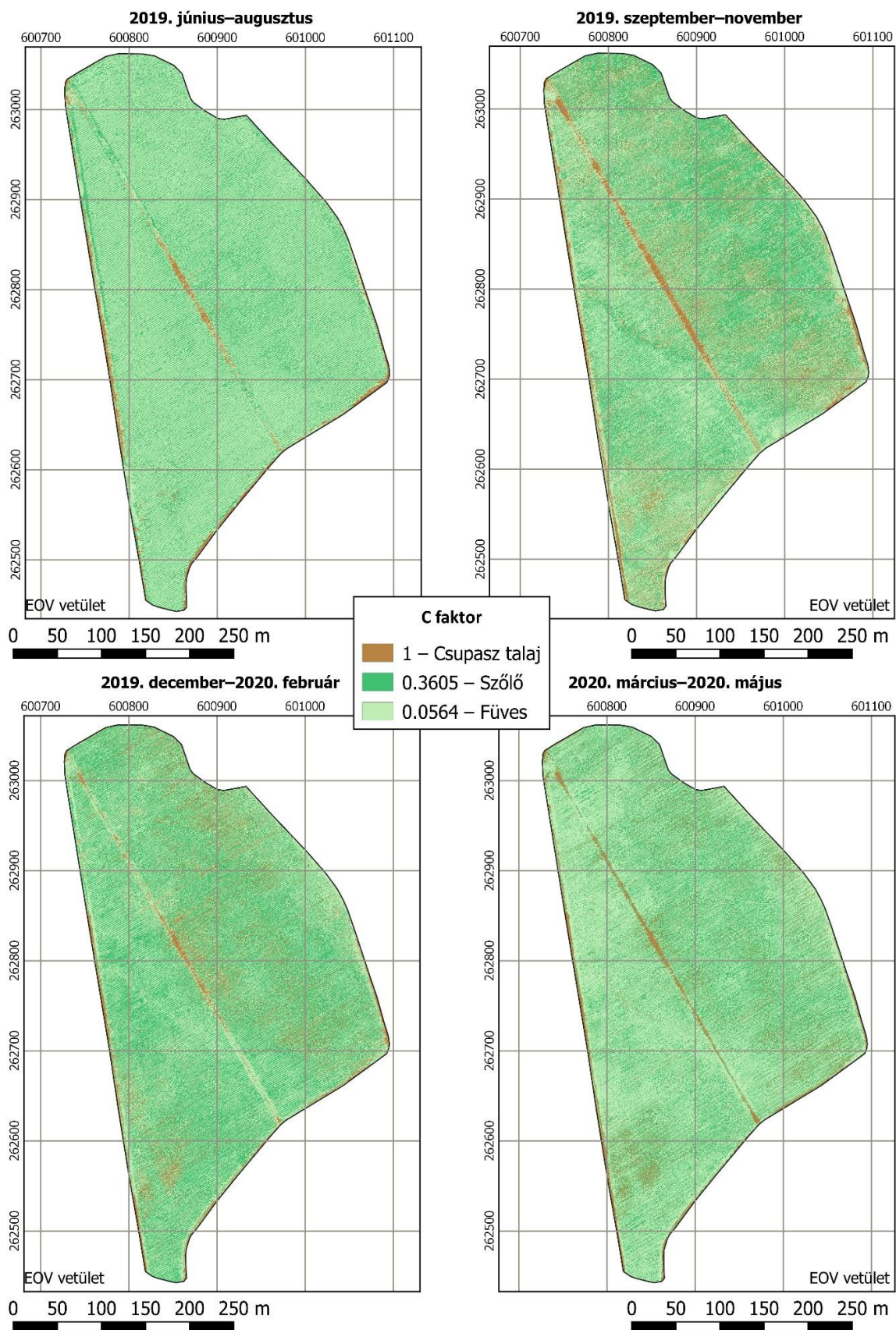


5. táblázat: C-faktor értékek a különböző fedettség típusokra (Panagos, et al., 2015)

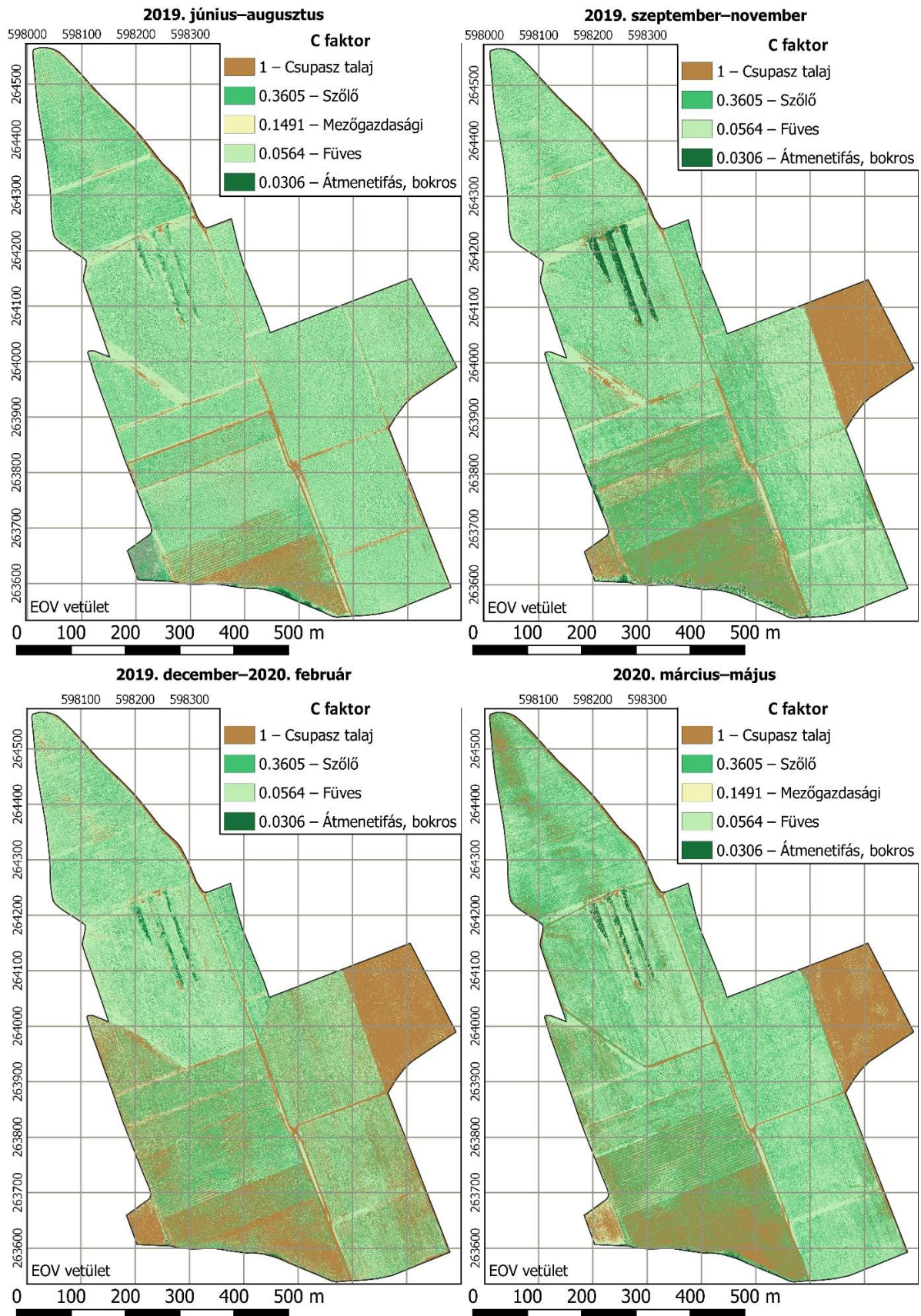
Fedettség típus	C-faktor érték
Csupasz talaj	1
Szőlő	0,3605
Mezőgazdasági terület	0,1491
Füves terület	0,0564
Átmeneti fás, bokros	0,0306
Köves, sziklás	0



8. ábra. A C faktor értékei az 1-es mintaterületen.



9. ábra. A C faktor értékei az 2-es mintaterületen.



10. ábra. A C faktor értékei a 3-as mintaterületen.

### 5.1.5. P faktor

Ez a változó megmutatja, hogy az egyes területeken az alkalmazott talajművelési mód hogyan befolyásolja a talajerózió mértékét. Ez azt jelenti, hogy milyen arányban van jelen a területen a vízszintes, sávós vagy teraszos művelés a lejtő irányú műveléshez képest. Ez az érték 0 és 1 között változhat. A P faktor értéke akkor 1, ha nincs talajművelés vagy annak mértéke nem ismeret (Wischmeier & Smith, 1978). Egy európai kutatás alapján ez az együttható Magyarország területére 0,984, amely azt mutatja, hogy nagyon csekély ennek a faktornak az eróziót csökkentő hatása (Panagos, et al., 2015).

Jelen kutatásban a többi faktor nagy felbontásának köszönhetően, a P faktor meghatározását is próbáltam minél pontosabban előállítani. A P faktor számértékeit a következő 6.táblázat alapján dolgoztam fel (Fehér, Horváth, & Ondruss, 1986). A szőlőterületeken elsősorban a vízszintes sávós művelés fordult elő, néhol a lejtőirányú művelés is megjelent. A mintaterületeken a mezőgazdasági területek esetében került alkalmazásra a vízszintes művelés. Azokon a területeken, ahol nem tudtam pontosan meghatározni és/vagy nem történik művelés a P faktor 1-es számértéket kapott, azaz nem volt eróziócsökkentő szerepe.

6.táblázat: A P faktor számértékei művelési típus és lejtőszög alapján (Fehér, Horváth, & Ondruss, 1986).

Lejtő %	Lejtőirányú művelés	Vízszintes művelés	Vízszintes sávós művelés
1,1–2,0	1	0,60	0,30
2,1–7,0	1	0,50	0,25
7,1–12,0	1	0,60	0,30
12,1–18,0	1	0,60	0,40
18,1–24,0	1	0,90	0,45

## 6. Eredmények értékelése

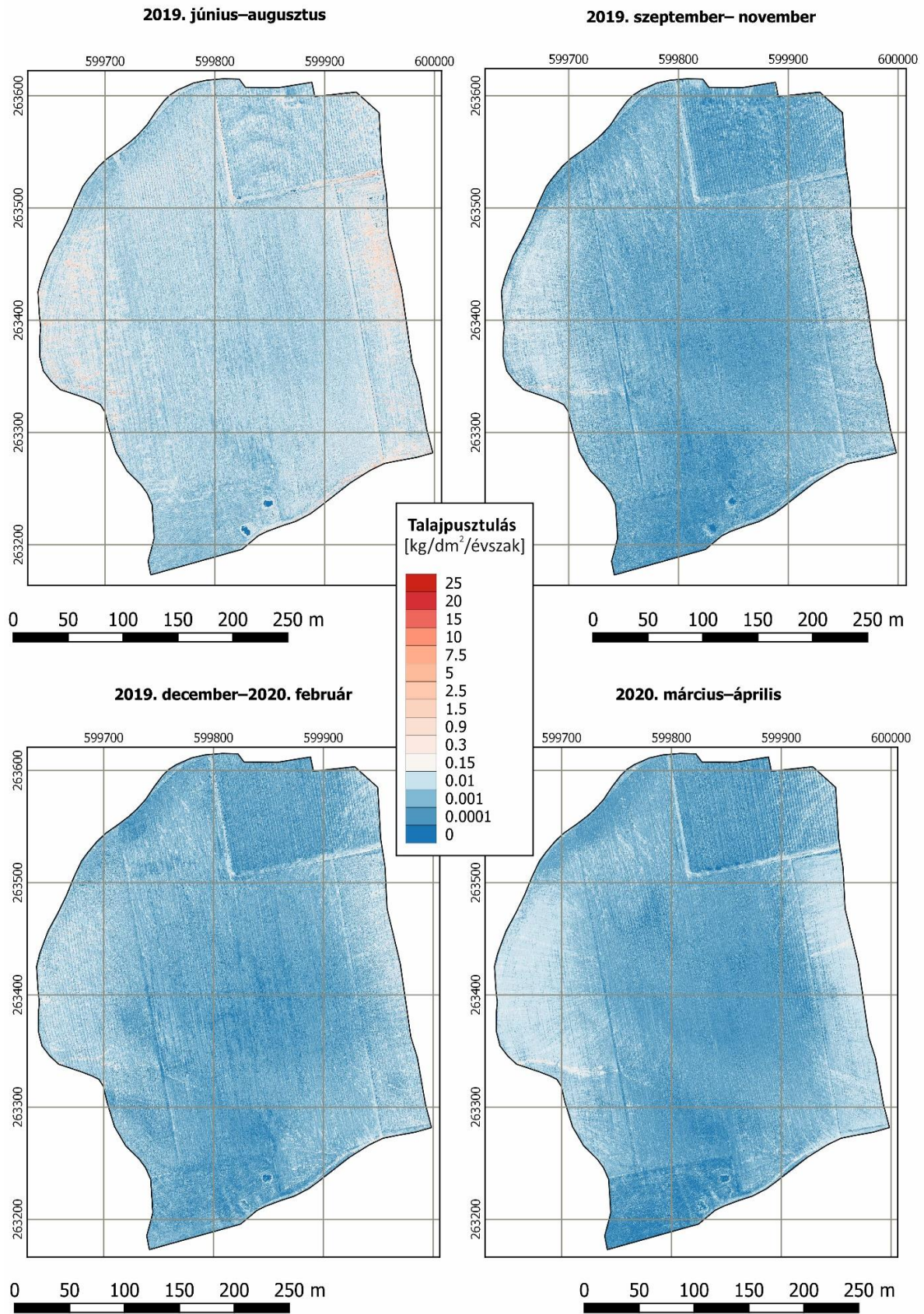
A különböző időszakokban kiszámításra került a talajpusztulás mértéke az egyes mintaterületekre (11-12-13. ábra). A talajpusztulás mértéke  $\left[\frac{kg}{dm^2 \cdot \text{évszak}}\right]$  lett meghatározva. Ez azt jelenti, hogy egy  $dm^2$ -en hány kg talaj erodálódik egy évszak alatt.

A nyár folyamán volt a legnagyobb a talajpusztulás mértéke minden mintaterületen (7. táblázat). Annak ellenére, hogy ekkor a legnagyobb a növényborítottság az egyes területeken, nagyságrendekkel tért el az őszi, illetve a téli talajpusztulási értékektől. Ennek oka a nyár folyamán lehulló hirtelen esőzések voltak. Az 1-es mintaterületen, ahol a friss ültetés van, az

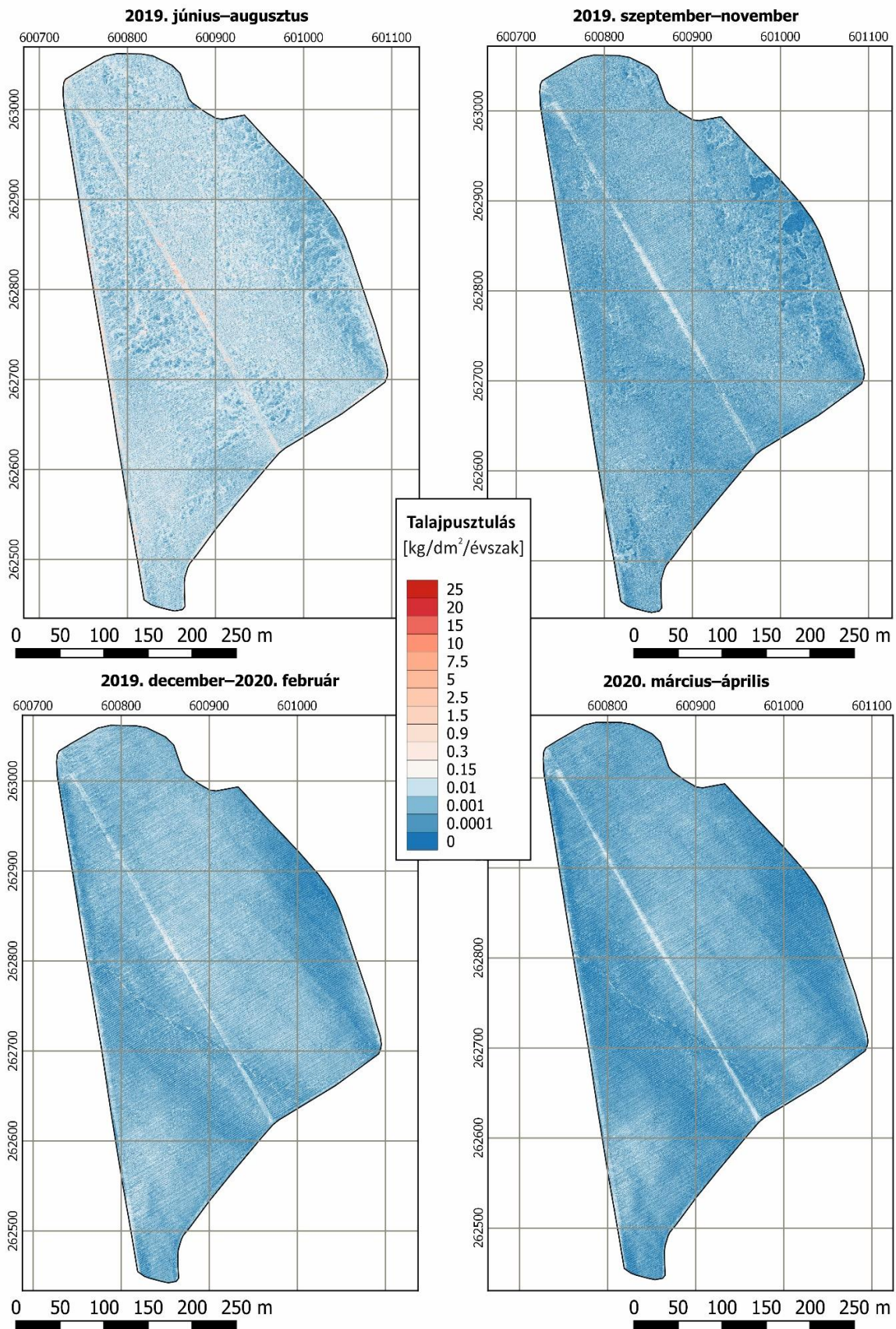
őszi és a téli értékek között is nagyságrendi eltérés volt, ekkora hatása van annak, hogy fedetlen talaj van a területen. A 2-es és 3-as területeken az őszi és a téli mérések között már nincs ekkora eltérés.

7. táblázat: A mintaterületekre vonatkozó talajpusztulás évszakonkénti összege és az egy négyzetdeciméterre jutó átlagértéke.

Mintaterület	Időszak	Talajpusztulás $\left[ \frac{\text{kg}}{\text{mintaterület} \cdot \text{évszak}} \right]$	Átlagos talajpusztulás $\left[ \frac{\text{kg}}{\text{dm}^2 \cdot \text{évszak}} \right]$
1. Előharaszt	2019. nyár	1038596,25	6,53
	2019. ősz	118794,12	0,75
	2019–2020. tél	99000,22	0,62
	2020. tavasz	85023,73	0,53
2. Keresztrét	2019. nyár	879392,47	3,85
	2019. ősz	95688,54	0,42
	2019–2020. tél	84320,77	0,37
	2020. tavasz	40538,52	0,18
3. Göte-oldal/Korrma föle	2019. nyár	6475616,71	8,08
	2019. ősz	617567,55	0,76
	2019–2020. tél	651655,88	0,81
	2020. tavasz	454343,19	0,57

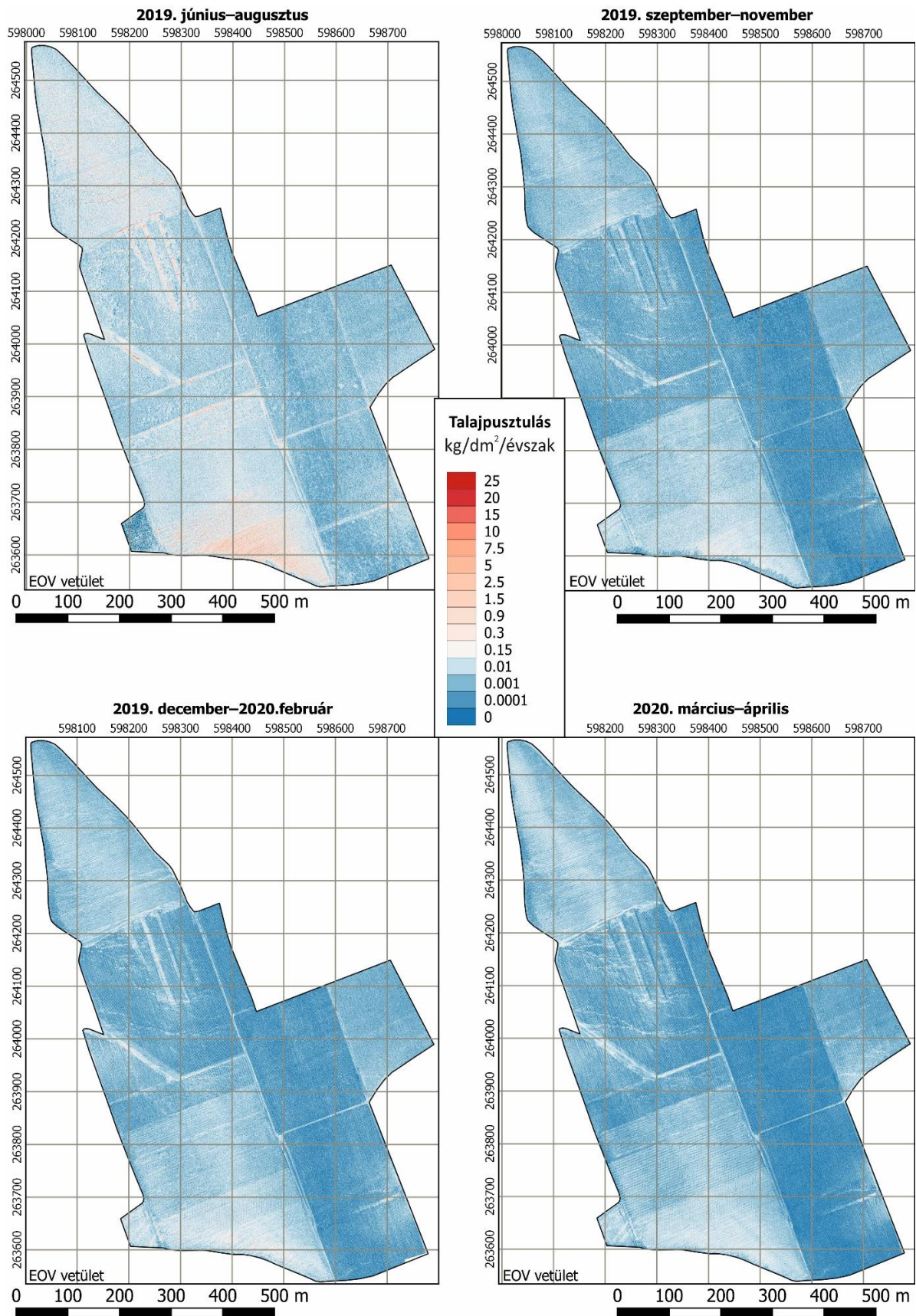


11. ábra. A talajpusztulás értéke évszakonként az 1-es mintaterületen  $\left[\frac{\text{kg}}{\text{dm}^2 \cdot \text{évszak}}\right]$ -ben meghatározva.



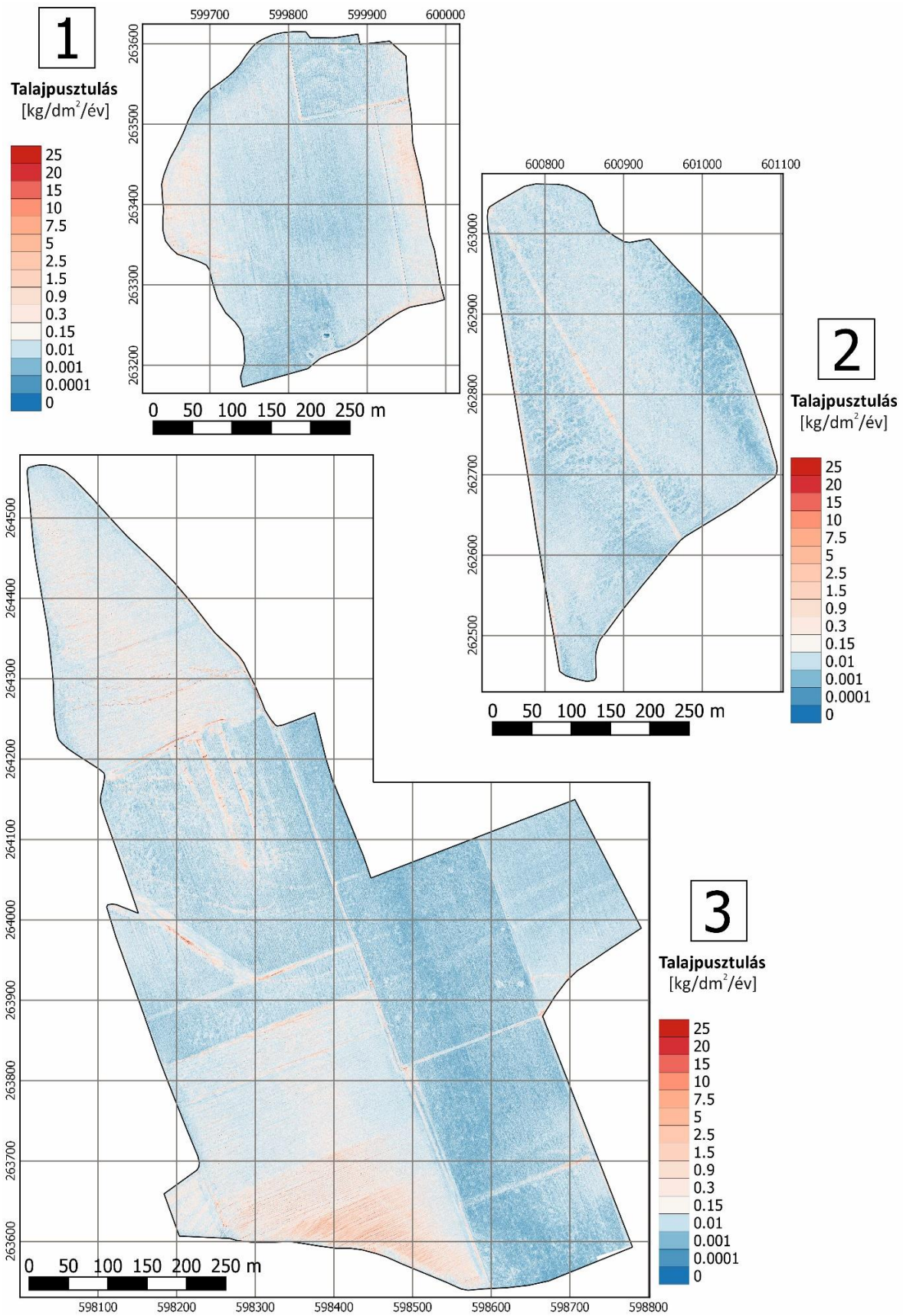
12. ábra. A talajpusztulás értéke évszakonként a 2-es mintaterületen  $\left[\frac{\text{kg}}{\text{dm}^2 \cdot \text{évszak}}\right]$ -ben meghatározva.





13. ábra. A talajpusztulás értéke évszakonként a 3-as mintaterületen  $\left[\frac{\text{kg}}{\text{dm}^2 \cdot \text{évszak}}\right]$ -ben meghatározva.

Magyarország területén az elfogadható mértéke a talajpusztulásnak  $15\left[\frac{t}{ha\cdot év}\right]$  (Stefanovits, 1992). Ez átszámítva az általunk használt mértékegységre  $0,15\frac{kg}{dm^2\cdot év}$ . A kutatás során kiszámolásra került az is, hogy egy év során mekkora volta a talajpusztulás mértéke az egyes mintaterületeken (14. ábra). A térképeken a piros árnyalataival jelölt területeken haladja meg a talajpusztulás mértéke a szakirodalom által elfogadható mennyiséget. Mindegyik mintaterületre jellemző, hogy ezek a kiemelten veszélyeztetett területek az utakon illetve a vízfolyásoknál találhatók. Az 1-es mintaterületen a legmagasabb értékek nem a szőlő területen találhatók, hanem a két oldalán található mezőgazdasági területeken. A 2-es területen az utakon és a nagyobb vízfolyásokon kívül, nincsen olyan kiemelten veszélyeztetett terület, mint az 1-es vagy a 3-as terület esetén. A 3-as terület esetén a a Lófingató és a Göte Chardonnay területén figyelhetők meg magasabb értékek, ezen a területen a szőlőtőkék a lejtővel megegyező irányban vannak telepítve. A Teraszos részen a legmagasabb értékek a teraszok mentén találhatók.

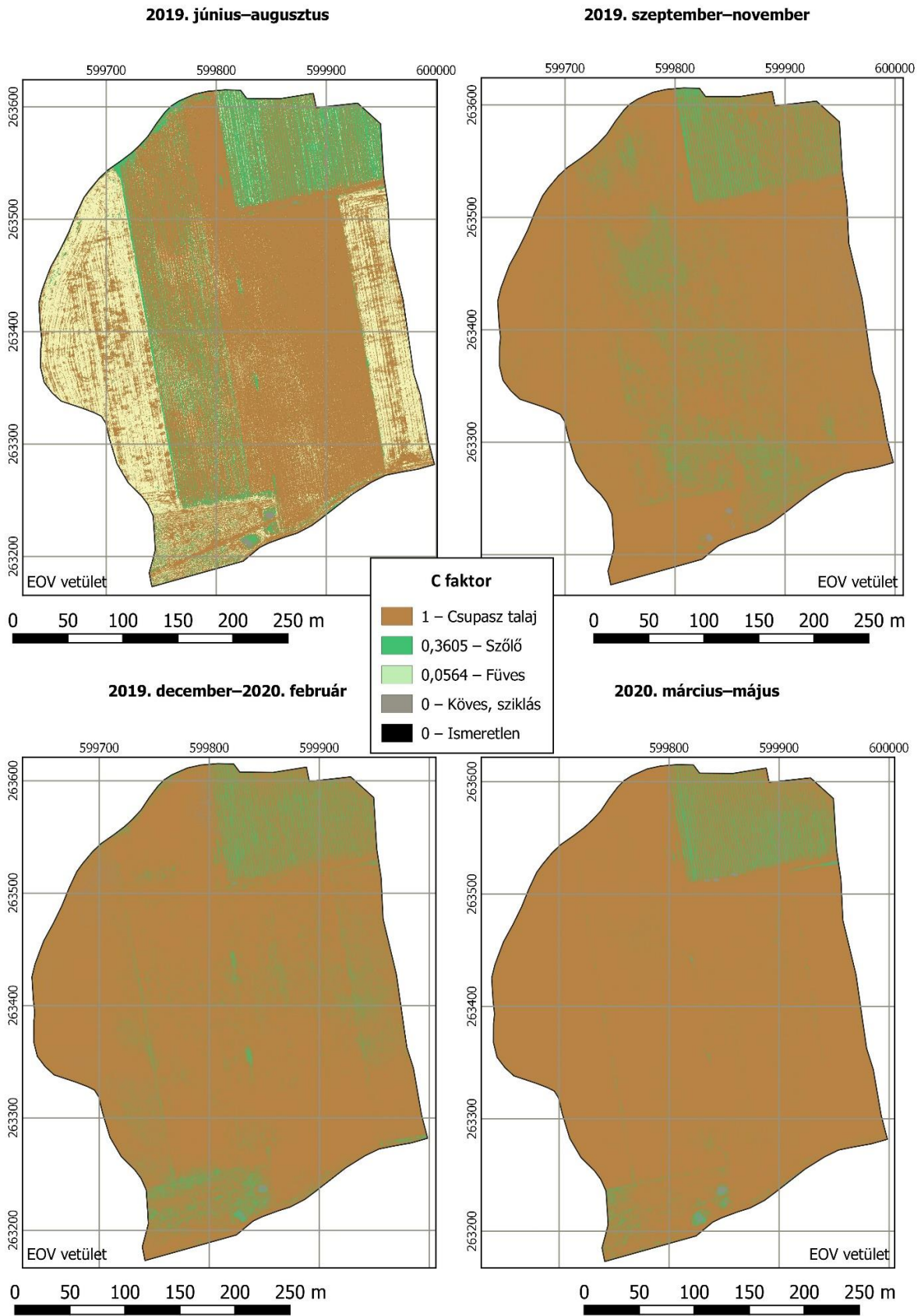


14. ábra. Az éves talajpusztulás az egyes mintaterületeken  $\left[\frac{\text{kg}}{\text{dm}^2 \cdot \text{évszak}}\right]$ -ben meghatározva.

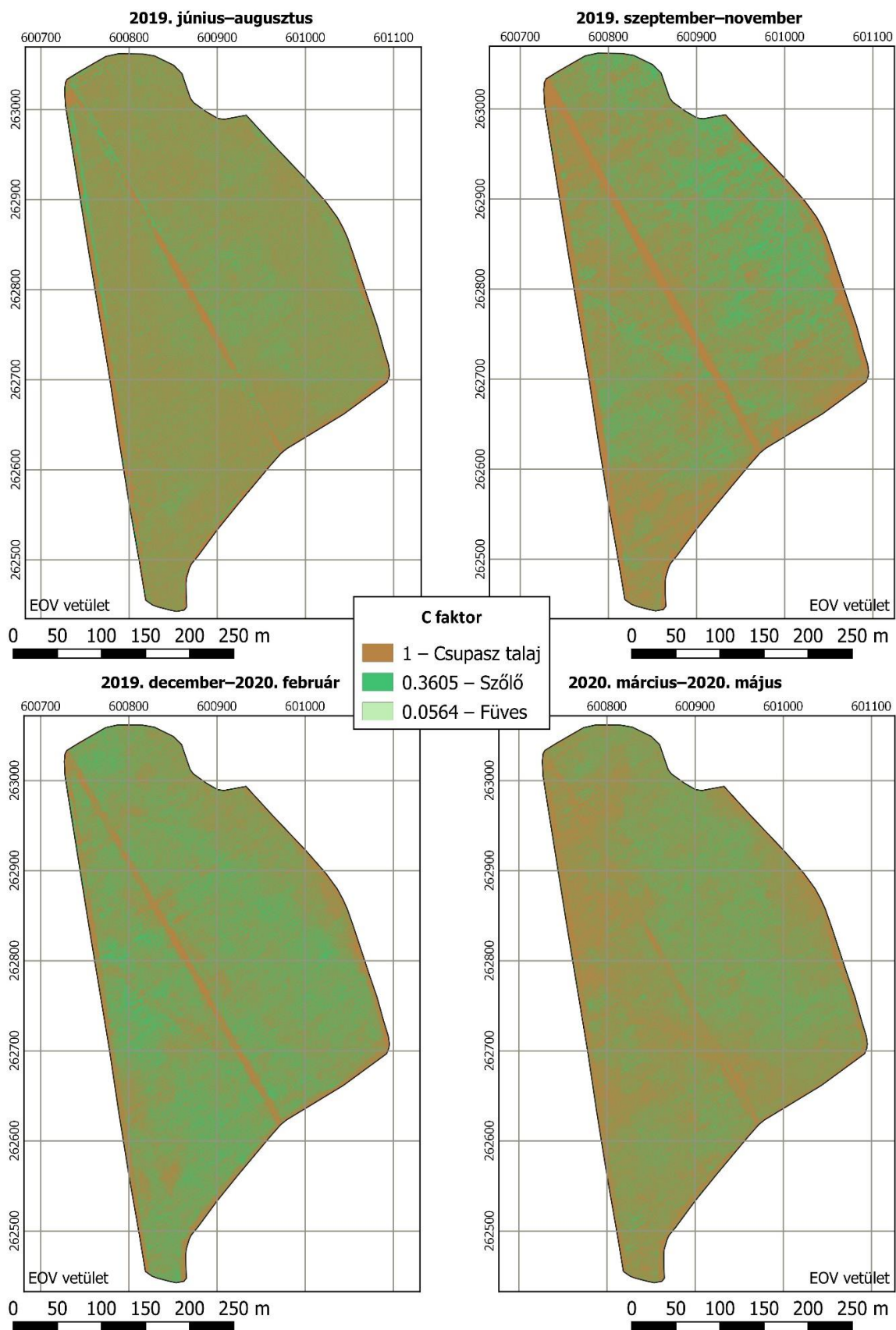
## 7. Modellezés

A szőlészet minden tőlük telhetőt megtesz, hogy odafigyeljen a talaj minőségének megtartására. Az erózióval szembeni egyik hasznos módszerük, hogy a sorközöket gyepesítik. Az USLE egyenlet egyik fő tényezője a növényborítottság (C faktor), ennek jelentőségét már korábbi kutatásban is bizonyították (Zhou, et al., 2008). Ebben a modellben a Keresztrét és a Göte-oldal/Korma föle területek kapják a nagyobb figyelmet. A modell kiszámítása során az vizsgálom, hogy ezeken a területeken mekkora a gyepesítésnek a jelentősége a talajpusztulás szempontjából. Az Előharaszt területéből a vizsgált rész egy friss telepítés, így ezen a területen egyelőre csupasz talaj van. Ezen a területen is terveznek füvesíteni, amint a friss tőkék eléri a megfelelő méretet, hogy ne nyomja el őket a gyep.

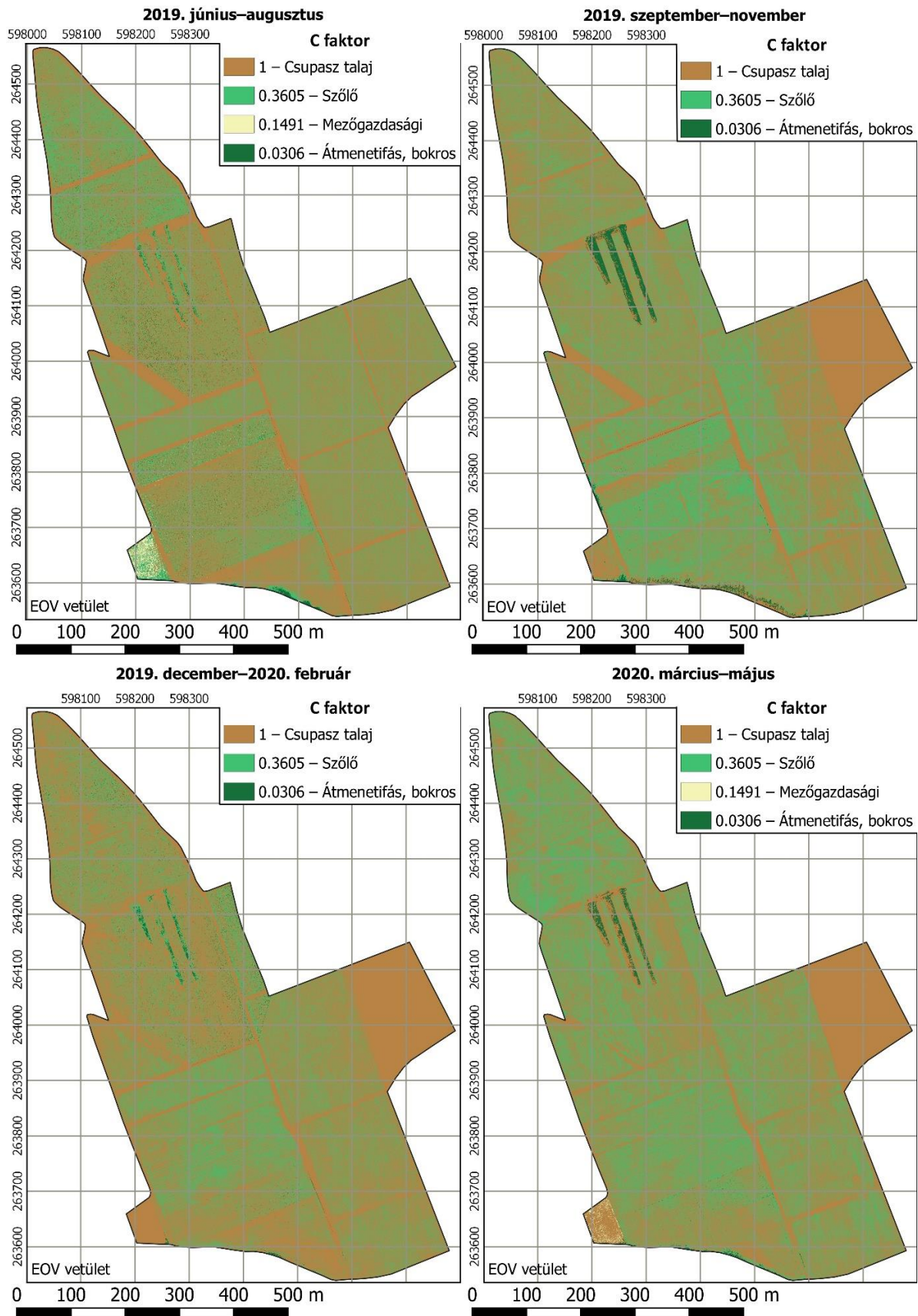
Mind a három mintaterületre elkészült a C faktor (15-16-17. ábra), ahol az addigi füves területeken csupasz talaj található. A 8. táblázat tartalmazza az egyes mintaterületek méretét és a területén található gyepes területek méretét, amely a C faktor modellezése során változott. Majd ezzel, az új C faktorról is kiszámításra került a talajerózió mértéke (18-19-20. ábra). Az eredményekből kiderül, hogy az Előharaszt esetében, nincs jelentősége ennek a modellezésnek, hiszen nagyon kevés gyepes terület található itt. Ezek elsősorban a mintaterületre belógó idősebb szőlőparcella területén találhatók.



115. ábra. A C faktor modellezett értékei az 1-es mintaterületen.



116. ábra. A C faktor modellezett értékei az 2-es mintaterületen.

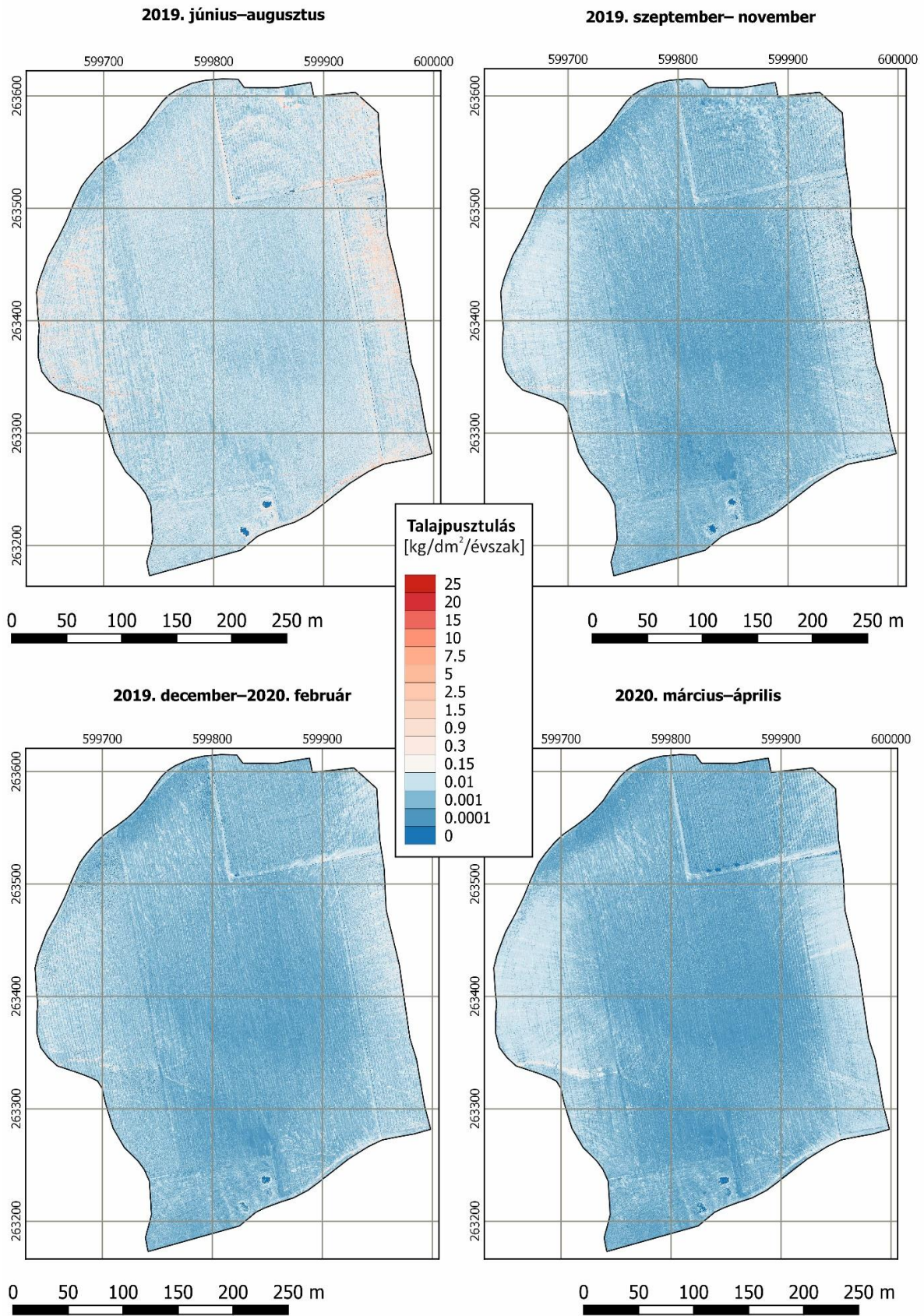


117. ábra. A C faktor modellezett értékei a 3-as mintaterületen.

8.táblázat: A mintaterületek nagysága és a füves területek mérete ha-ban meghatározva

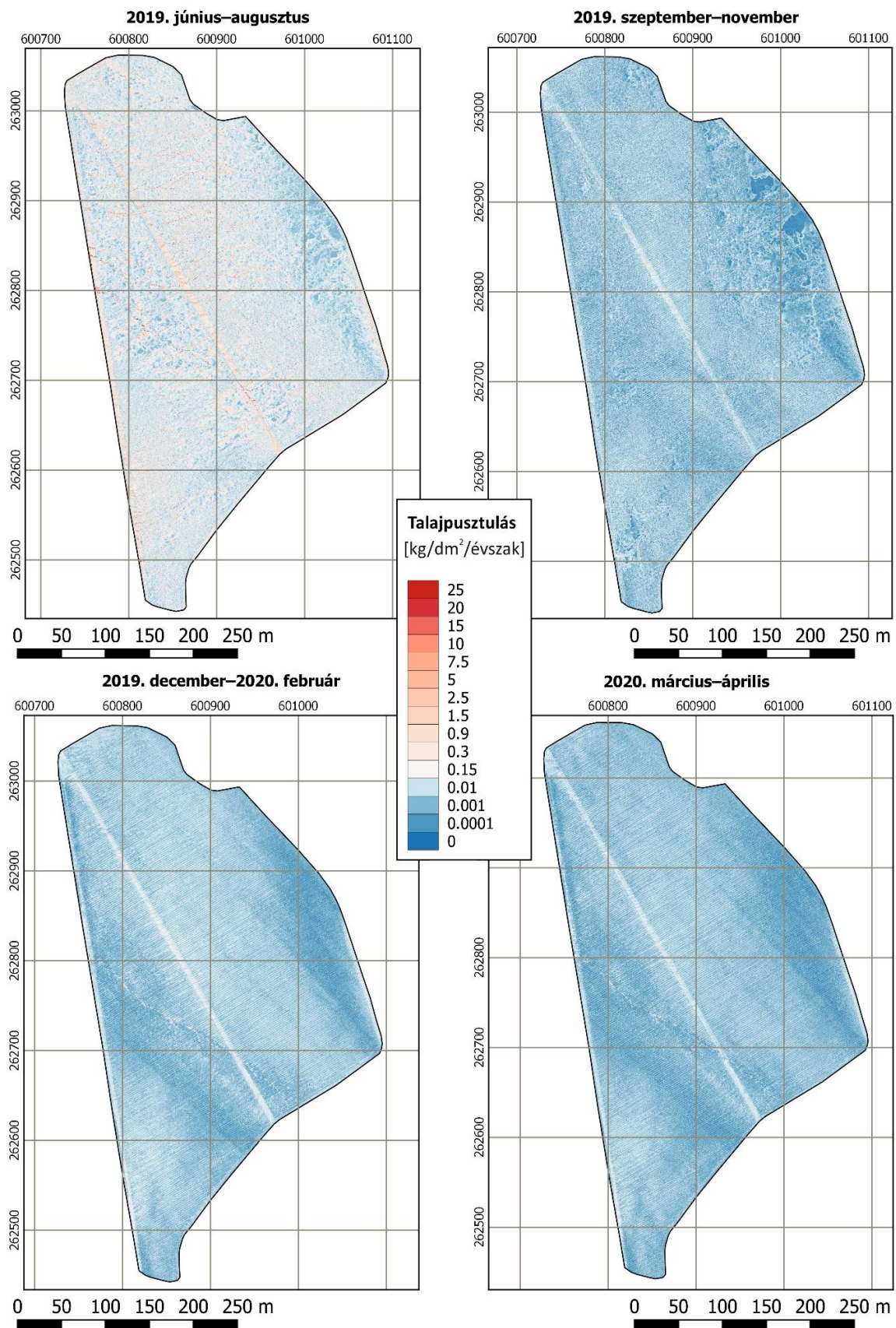
<b>Mintaterület</b>	<b>Évszak</b>	<b>Teljes mintaterület mérete (ha)</b>	<b>Füves terület mérete (ha)</b>
1. Előharaszt	<i>2019. nyár</i>	15,89	1,37
	<i>2019. ősz</i>		3,32
	<i>2019–2020. tél</i>		2,48
	<i>2020. tavasz</i>		1,49
2. Keresztrét	<i>2019. nyár</i>	22,82	8,31
	<i>2019. ősz</i>		6,49
	<i>2019–2020. tél</i>		5,86
	<i>2020. tavasz</i>		7,61
3. Göte-oldal/Korma föle	<i>2019. nyár</i>	80,16	23,28
	<i>2019. ősz</i>		18,68
	<i>2019–2020. tél</i>		16,90
	<i>2020. tavasz</i>		16,06





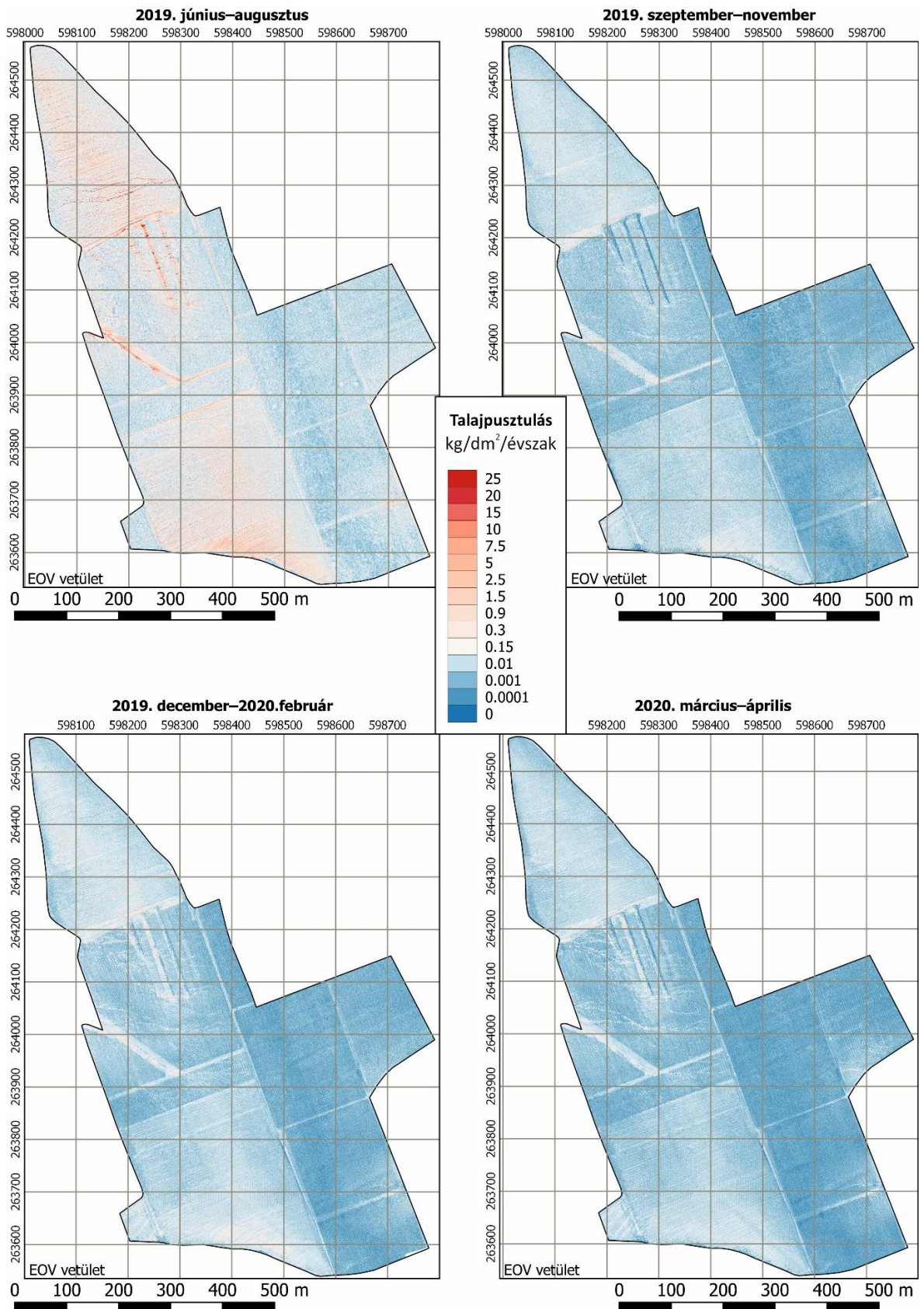
118. ábra. A modellezett talajpusztulás értéke évszakonként az 1-es mintaterületen

$\left[ \frac{\text{kg}}{\text{dm}^2 \cdot \text{évszak}} \right]$ -ben meghatározva.



119. ábra. A modellezett talajpusztulás értéke évszakonként a 2-es mintaterületen

$\left[\frac{\text{kg}}{\text{dm}^2 \cdot \text{évszak}}\right]$ -ben meghatározva.



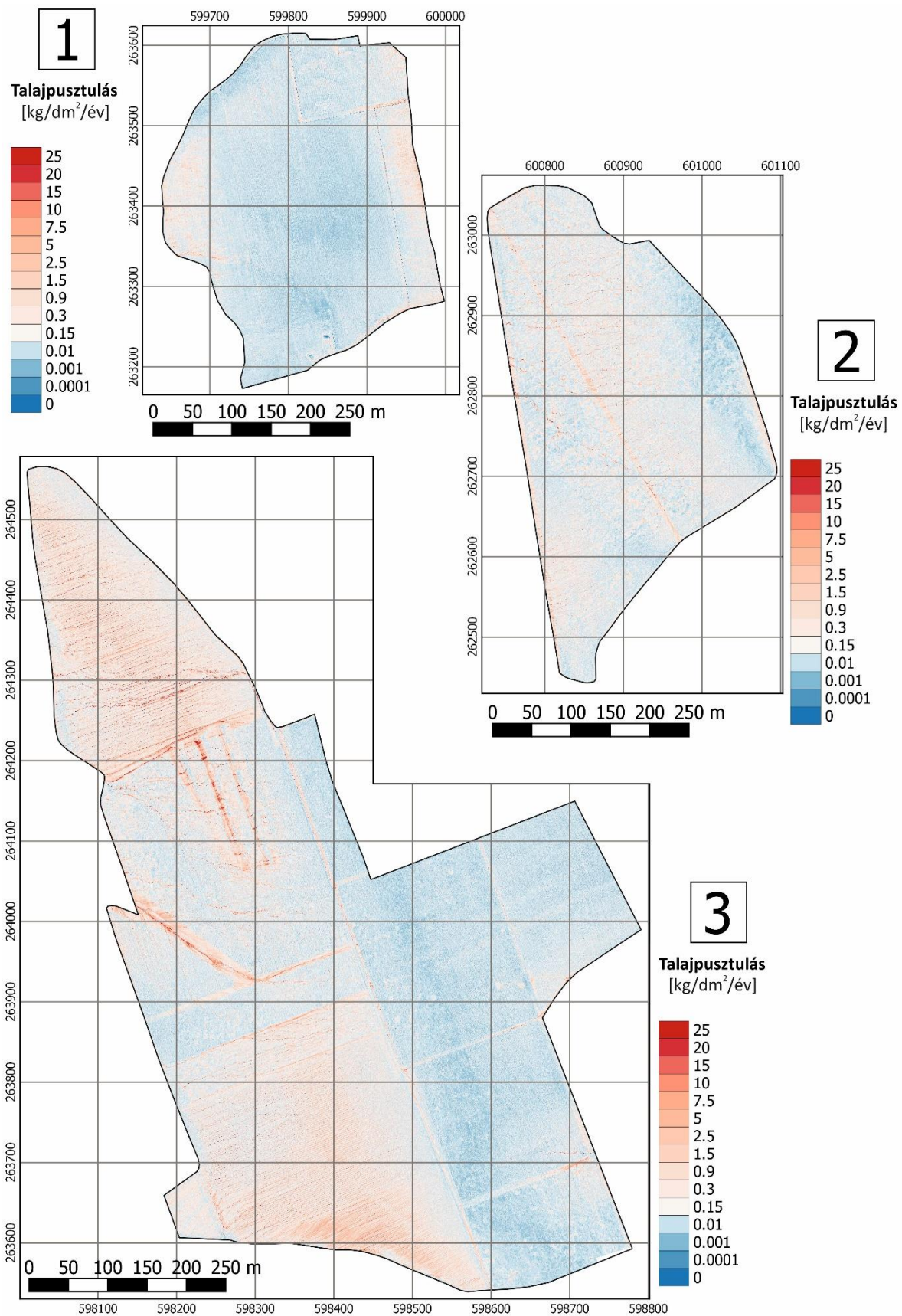
20. ábra. A modellezett talajpusztulás értéke évszakonként a 3-as mintaterületen

$\left[ \frac{\text{kg}}{\text{dm}^2 \cdot \text{évszak}} \right]$ -ben meghatározva.

A mintaterületekre elkészült az éves talajpusztulás becslés is (21. ábra). Az eredmények alapján minden mintaterületen nagyobb lenne a talajpusztulás mértéke ha nem füvesítenék a sorközöket. A 9-as táblázatban összehasonlításra került a különböző mintaterületek valós és a modellezett C faktórral előállt éves talajpusztulás-értéke. Az 1-es mintaterület esetében nem számot tevő ez a változás mert itt a terület nagy része jelenleg nincs befűvesítve. Az éves talajpusztulás során a legnagyobb változás a 2-es mintaterületen lenne, itt 3,79-szer lenne nagyobb a talajpusztulás mértéke.

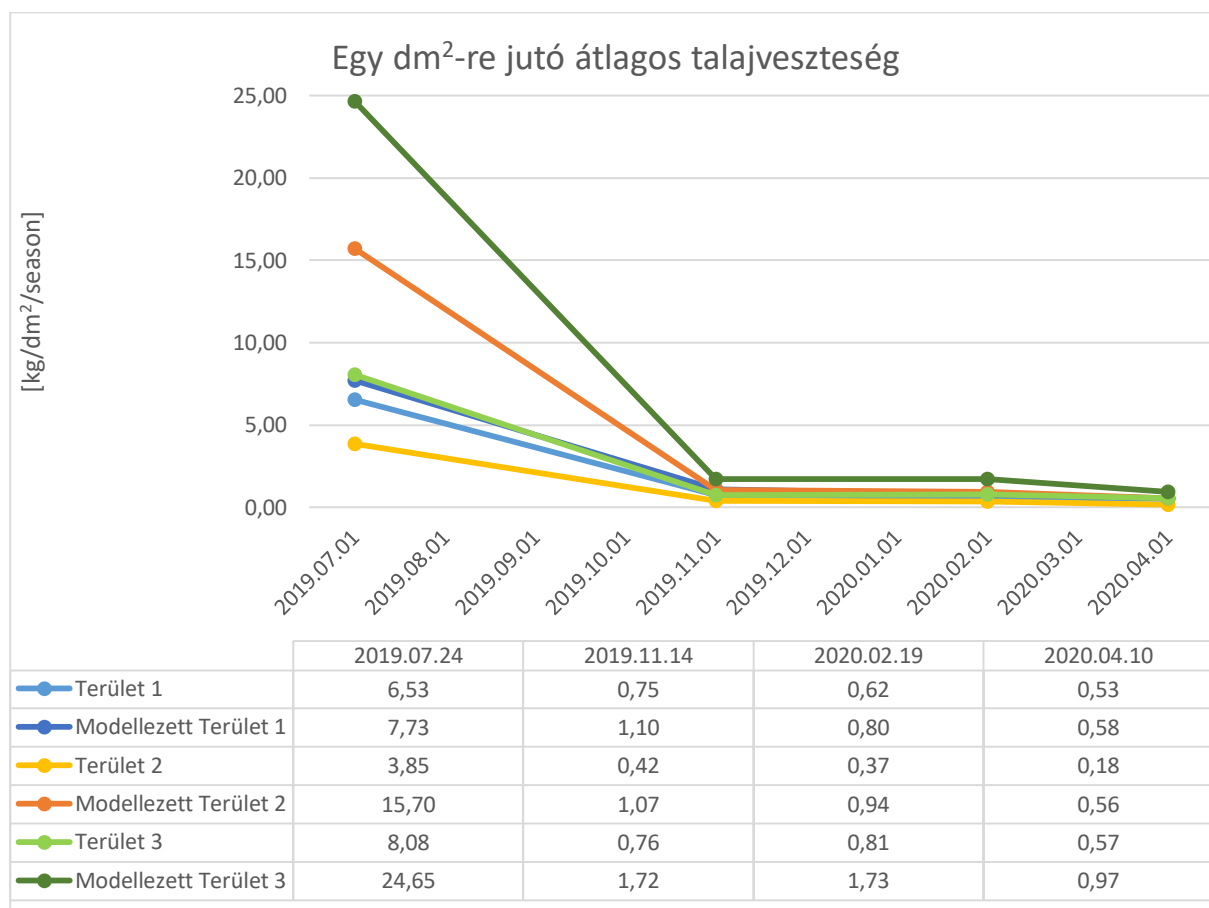
*9.táblázat: Az éves talajpusztulás és a modellezett éves talajpusztulás mértéke mintaterületenként.*

<b>Mintaterület</b>	<b>Éves talajpusztulás</b> $\left[ \frac{kg}{[mintaterület \cdot \acute{e}vszak]} \right]$	<b>Modellezett éves talajpusztulás</b> $\left[ \frac{kg}{[mintaterület \cdot \acute{e}vszak]} \right]$
1. Előharaszt	1339852,12	1620441,93
2. Keresztrét	1099940,30	4167641,41
3. Göte-oldal/Korma föle	8192142,19	23296789,62



221. ábra. Az modellezett éves talajpusztulás az egyes mintaterületeken  $\left[\frac{\text{kg}}{\text{dm}^2 \cdot \text{évszak}}\right]$ -ben meghatározva.

Az egyes mintaterületeken kiszámításra került az egy dm<sup>2</sup>-re jutó átlagos talajpusztulás mértéke mind az eredeti, mind pedig a modellezett eredmények esetében (3.diagram). Ezek alapján az 1-es mintaterület esetében ahol, a legkevesebb a füves terület, nem jelentős a változás mértéke. A 2-es mintaterület esetében minimum 2,54 és maximum 4,07, míg a 3-as mintaterület esetében minimum 1,71 és maximum 3,05- szerese lenne a talajpusztulás mértéke. A legnagyobb eltérés minden mintaterületen a nyári időszakban volt.



3.diagram. Az egy négyzetdeciméterre jutó átlagos talajpusztulás értékei.

## 8. Összegzés

A kutatás a talajerózió ismeretének fontosságára, és mértékének meghatározására irányult kiemelten veszélyeztetett szőlőterületeken a Gerecse északi területén. Kitűzött célom az volt, hogy az egyes mintaterületekről nagyfelbontású talajpusztulási térképek készüljenek, melyek segítségül szolgálhatnak a szőlészet számára. Összesen három mintaterületen, 63,4 hektáron készültek a vizsgálatok Dunaszentmiklós területén. A talajpusztulás megfigyelését évszakos időskálán vizsgáltam, így az erózió éven belüli változása is tanulmányozható volt.

A kutatómunka során a nagyfelbontású adatok (10 cm/pixel) előállítására UAV eszköz felvételeit használtam fel. A talajpusztulás becslésére a régóta használt USLE egyenlet került alkalmazásra, amelynek változói (LS, C, P, K és R faktorok) részben saját felmérésekből származnak, részben más tanulmányok alapján voltak meghatározva. Az UAV által készített képekből került előállításra az LS, mely a lejtő hosszának és meredekségének a hatását mutatja meg, a C, mely a különböző növényborítottság befolyásoló mértékét mutatja meg és a P faktor, mely az alkalmazott talajművelési mód hatását vizsgálja. A K faktor esetében, egy a Talajtani és Agrárkémiai Intézet által végzett kutatás eredményét használtam fel. Az R faktor előállítása a terület közelében található két meteorológiai állomás adataiból készült el.

Az egyes mintaterületekre elkészült az évszakos, valamint az egész évre vonatkozó talajpusztulás mértékének számítása is. Elkészült egy modell is melyben a szőlészet talajpusztulással szemben alkalmazott egyik hatékony módszerét vizsgáltam: a sorok közötti gyepesítést.

Az eredményekből megfigyelhető, hogy az egyes mintaterületeken hogyan változott a talajpusztulás a különböző évszakokban. Ebből megtudtuk, hogy a legnagyobb talajpusztulás minden esetben a nyári időszakban volt, amikor az erózió mértéke kb. egy nagyságrenddel eltért a többi időszaktól. Az őszi és a téli időszakban nincsen jelentős különbség a számított talajerózió mértékében. A 2020-as évben a tavaszi időszakban (ápriliséig) csekély mennyiségű csapadék hullott, így ekkor is alacsony értéket tapasztalunk a talajpusztulás becslésekor. Az eredményekből az is megfigyelhető, hogy mekkora jelentősége van az évszakonkénti csapadékmennyiség és a növényzet változásának. Az R értékeket és a csapadékadatokat összehasonlítva, azt kaptam eredményül, hogy a nyári időszakra az intenzív esőzés volt jellemző, míg a többi évszakban a lassú hosszabb ideig tartó esőzés. Az alkalmazott talajművelési mód jelentősége is megmutatkozik az eredményekben, hiszen azokon a területeken, ahol a lejtővel megegyező irányban telepítették a tőkét, ott magasabb a talajerózió értéke. A modellezés során, a gyepesítés fontosságára is számszerű eredményeket kaptam. A gyepesítés hatása a 2-es és a 3-as mintaterület esetében mutatkozik meg. A 2-es mintaterület esetében minimum 2,54 és maximum 4,07, míg a 3-as mintaterület esetében minimum 1,71 és maximum 3,05- szerese lenne a talajpusztulás mértéke, ha csupaszon hagynák a talajt. Remélem, a kutatással hozzájárulok a szőlészet munkájához és a fenntartható gazdálkodáshoz.

## Irodalomjegyzék

- Albert, G. (2013). A kőpatak völgye. *Természet Világa*, 144(2), pp. 85-86.
- Bartholy, J., & Weidinger, T. (1997). Magyarország éghajlati képe. In D. Karátson, *Magyarország földje* (pp. 224-225.). Budapest: Kertek2000 Kiadó.
- BORTÉRKÉP.** (2020). Letöltés dátuma: 2020.. április 19., forrás: <http://borterkep.eu/borvidekek/eszak-dunantuli-borregio-2/neszmelyi-borvidek/>
- Budapesti Erdőgazdaság Zrt.* (2018). Forrás: <http://www.bp-erdo.hu/hu/magunkrol/suttoi-erdeszet>
- Cassol, E. A., Silva, T. S., Eltz, F. L., & Levien, R. (2018). Soil Erodibility under Natural Rainfall Conditions as the K Factor of the Universal Soil Loss Equation and Application of the Nomograph for a Subtropical Ultisol. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*(42).
- DJI.** (2020). Letöltés dátuma: 2020.. május 13., forrás: <https://www.dji.com/hu/phantom-4-pro>
- Fehér, F., Horváth, J., & Ondruss, L. (1986). *Területi vízrendezés*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- Foster, G. R., McCool, D. K., Renard, K. G., & Moldenhauer, W. C. (1981). Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. *Journal of Soil and Water Conservation*, 36(6), pp. 355-359.
- FUJIFILM.** (2020). Letöltés dátuma: 2020.. május 13., forrás: <https://fujifilm-x.com/global/products/cameras/x-t20/>
- Gerzsenyi, D., & Albert, G. (2017). Landslide susceptibilit estimations in the Gerecse hills (Hungary). In *EGU General Assembly Conference Abstracts* (Vol. 19., p. 4146).
- HILLTOP.** (2020). Letöltés dátuma: 2020.. április 19., forrás: [https://hilltop.hu/tortenet#start\\_content](https://hilltop.hu/tortenet#start_content)
- Juhász, Á. (1997). Dunántúli-középhegység. In D. Karátson, *Magyarország földje* (pp. 316-324.). Budapest: Kertek2000 Kiadó.
- Kertész, Á. (2014). Atalajerózió mint globális probléma. In Z. Szalai, & G. Jakab (szerk.), *Talajpusztulás Térben és Időben* (old.: 18-31.). Budapest: MTA CSFK FTI.



- Kis, É., & Balogh, J. (2013). A Gerecse felszínmozgásos területei. In É. Kis, *Terresztikus domborzatfejlődés a Vértes és a Gerecse környezetében a bérbaltaváriumtól a holocénig* (pp. 121-137.). Budapest: Magyar Tudományos Akadémia- Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont.
- Magyarország Alaptörvénye. (2011). Alapvetés , P) cikk, (1) bekezdés
- Panagos, P., Borrelli, P., Meusburger, K., Alewell, C., Lugato, E., & Montanarella, L. (2015). Estimating the soil erosion cover-management factor at the European scale. *Land Use Policy*, 48, pp. 38-50.
- Panagos, P., Borrelli, P., Meusburger, K., van der Zanden, E. H., Poesen, J., & Alewell, C. (2015). Modelling the effect of support practices (P-factor) on the reduction of soil erosion by water at European scale. *Environmental Science & Policy*, 51, old.: 23-34.
- Pásztor, L., Waltner, I., Centeri, C., Belényesi, M., & Takács, K. (2016). Soil erosion of Hungary assessed by spatially explicit modelling. *Journal of Maps*, 1-8.
- Pijl, A., Quarella, E., Reuter, L., Voge, T., & Taroll, P. (2019). UAV-based erosion mapping and modelling for the preservation of terraced cultural landscapes in northern Italy. *Geophysical Research Abstracts*, 21, EGU2019-10794.
- Rakonczás, N. (2014). *Szőlőtermesztés*. Debreceni Egyetemi Kiadó.
- RICOH. (2020). Letöltés dátuma: 2020.. május 13., forrás: <https://www.ricoh-imaging.hu/hu/product/175844/body/description/digitalis-kompakt.html>
- Ruszkiczay-Rüdiger, Z., Fodor, L., Csillag, G., Braucher, R., Kele, S., Novothny, Á., . . . Team, A. (2016). Spatially and temporally varying Quaternary uplift rates of the Gerecse Hills, Northern Pannonian Basin, using dated geomorphological horizons in the Danube valley. In *EGU General Assembly Conference Abstracts* (Vol. 18., p. 6463).
- Schweitzer, F. (1989). Surface movements of the Gerecse Mountain's northern part. In J. Galamos, *Selected environmental studies* (pp. 34-35.). Budapest: Geographical Research Institute, Hungarian Academy of Sciences.
- Stefanovits, P. (1992). *Talajtan*. Budapest: Mezőgazda Kiadó.
- Szendrei, G. (1998). XII. Talajpusztulás. In *Talajtan* (pp. 235-241.). Budapest: ELTE Eötvös Kiadó.

- Takáts, T. (2018). *Talajerózió és üledékfelhalmozódás térképezése távérzékelési adatok alapján*. Budapest.
- Vaszócsik, V. (2017). Meddig nőhetnek a városok? – A területhasználat-változási folyamatok modellezése. *Területi Statisztika*, 57(2), pp. 205-223.
- Wischmeier, W. H. (1959). A Rainfall Erosion Index for a Universal Soil-Loss Equation. *Soil Science Society of America Journal*, 23(3), pp. 246-249.
- Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses- a guide to conservation planning*. USA: USDA, Science and Education Administration.
- Zhou, P., Luukkanen, O., Tokola, T., & Nieminen, J. (2008). Effect of vegetation cover on soil erosion in a mountainous watershed. *Catena*, 75, pp. 319-325.

## **Köszönetnyilvánítás**

Köszönöm témavezetőmnek, Albert Gáspárnak a munkáját és segítségét, valamint szeretném megköszönni Mészáros Jánosnak és Árvai Mátyásnak, hogy elkészítették a drónfelvételeket és tanácsokat adtak a feldolgozáshoz.

Köszönöm a Hilltop Neszmély Zrt. munkatársainak, hogy engedélyezték és segítették ennek a kutatásnak a létrejöttét.

Az Információs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-19-2 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának szakmai támogatásával készült.

A kutatáshoz felhasznált csapadék adatokat köszönöm az Országos Meteorológiai Szolgálatnak.

A kutatáshoz tartozó drónos felmérések az ED\_18-1-2019-0030 szerződésszámú projekt keretében a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, a Tématerületi kiválósági program finanszírozásában valósultak meg.

# Nyilatkozat

## DIPLOMAMUNKA LEADÁSI és EREDETISÉG NYILATKOZAT

Alulírott ...*Takáts Tünde*.....Neptun-kód: ...*I0T70P*.....

az Eötvös Loránd Tudományegyetem Informatikai Karának, Térképtudományi és  
Geoinformatikai Tanszékén

..... *Talajerózió vizsgálata egy hegylábi mezőgazdasági területen a Gerecse térségében*  
.....  
című diplomamunkámat a mai napon leadtam.

Témavezetőm neve: .....*Dr. Albert Gáspár*.....

CD-t / DVD-t mellékelek (aláhúzendő):      igen      nem

Büntetőjogi és fegyelmi felelősségem tudatában nyilatkozom, hogy jelen  
szakdolgozatom/diplomamunkám saját, önálló szellemi termékem; az abban hivatkozott  
szakirodalom felhasználása a szerzői jogok általános szabályainak megfelelően történt.

Tudomásul veszem, hogy szakdolgozat/diplomamunka esetén plágiumnak számít:

- szószerinti idézet közlése idézőjel és hivatkozás megjelölése nélkül;
- tartalmi idézet hivatkozás megjelölése nélkül;
- más publikált gondolatainak saját gondolatként való feltüntetése.

A témavezető által benyújtásra elfogadott szakdolgozat PDF formátumban való elektronikus  
publikálásához a tanszéki honlapon

HOZZÁJÁRULOK

NEM JÁRULOK HOZZÁ

Budapest, 2020. május 15.

*Takáts Tünde s.k.*  
.....  
hallgató aláírása