



Eesti pikaajalise aasta keskmise mullaärakande modelleerimine GIS abil USLE mudeliga

Töö teostajad: Tartu Ülikool (Ain Kull ja Anne Kull), Põllumajandusuuringute Keskus, kontaktisik Tiina Köster e-mail: tiina.koster@pmk.agri.ee
Tartu, 2011

Töö eesmärgiks oli mullaerosiooni modelleerimine ja mullakadude arvutamine (t/ha/aastas) USLE mudeli põhjal kõikides Eesti maakondades (3 maakonda – Saare-, Võru- ja Põlvamaa teostati aastal 2010). Täiendavalt viidi läbi võrdlus Eesti baaskaardi ja LIDARi reljefiandmete alusel tehtud kõrgusmudeli baasil USLE-ga arvatud mullaerosiooni kohta ühes vallas (Valgjärve), kus veeerosioonist mõjutatud muldade osatähtsus on suur.

Materjal ja metoodika

Kõige suuremat osakaalu mullaerosioonis omab Eesti tingimustes ajutiste vooluvete toimel mullaosakeste ümberpaigutamine ehk mulla vee-erosioon. See leiab aset ebatasastel aladel, kus mullaosakesed haaratakse voolava veega kaasa. Erosiooni mõõtmine on keerukas ja kulukas protsess ja seetõttu on välja töötatud mitmesuguseid mudeleid mulla ärakande arvutamiseks. Üheks selliseks mudeliks on USAs Wischmeieri ja Smithi poolt loodud Universaalne Mullaärakande Võrrand (*Universal Soil Loss Equation*) – USLE – empiiriline mudel, mis põhineb 20 aastat kestnud vee poolt põhjustatud mullaärakande otsesel mõõtmisel. Erosiooni ulatus igas paigas on määratud selle kaudu, kuidas omavahel kombineeruvad mitmed füüsikalised ja maaharimistegurid selles kohas. Käesolevas töös kasutatakse USLE mudeli abil erosiooni ruumiliseks modelleerimiseks peamiselt GIS-tarkvara ArcGIS ja selle erinevaid GISi rakendusi (kaardialgebra, tulempindade leidmine jne.). Maakasutuse analüüsil kasutati PRIA 2009. aasta andmeid.

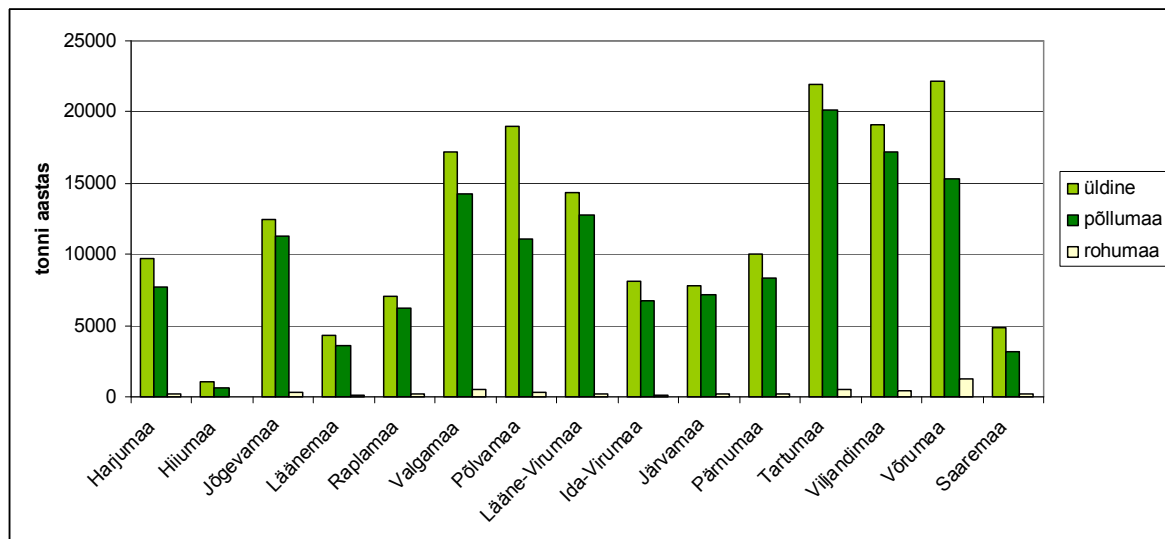
Tulemused

Mulla vee-erosioon sõltub sademete hulgast ja intensiivsusest, mullaomadustest (lõimis, huumusesisaldus, struktuursus ja läbilaskvus), nõlva pikkusest ja kaldest, samuti taimkattest ja maakasutusest ning kasutatavatest erosiooni tõkestavatest meetmetest.

Erosiooni intensiivsus sõltub oluliselt ka maakasutusest ning valdav osa vee-erosioonist pärineb haritavatelt põllumaadelt. Eriti tundlik erosiooni suhtes on mustkesa, aga ka vahelharitavate kultuuride kasvatamine. Teraviljade kasvatamisel on erosiooniohtlikum periood künnist kuni taimkatte kujunemiseni.

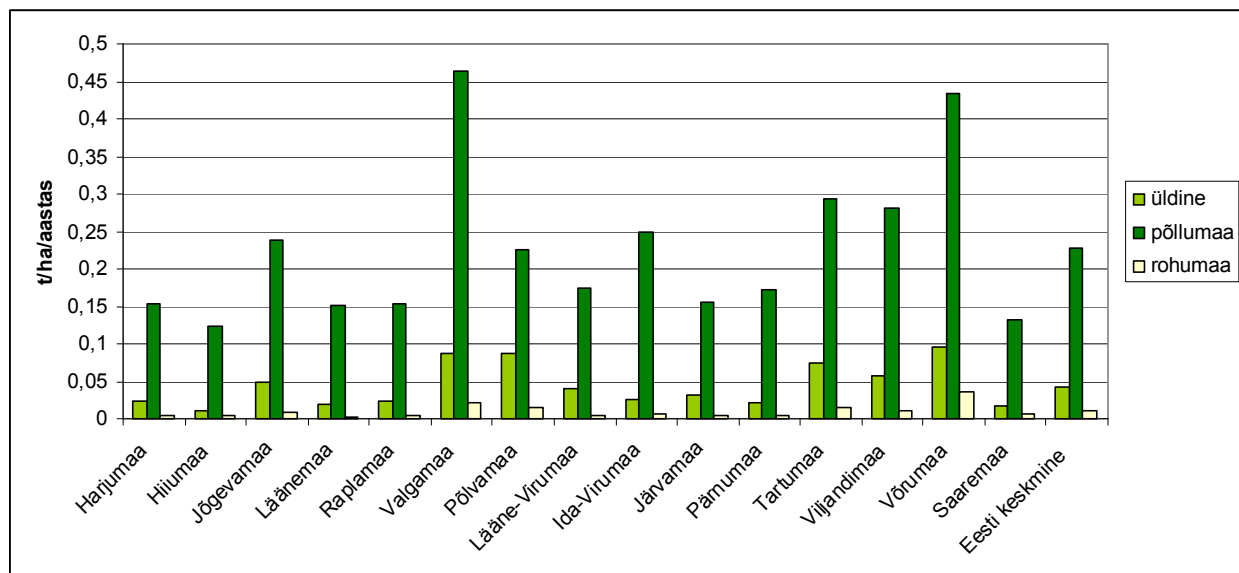
USLE mudeliga arvatud mulla vee-erosioon on Eestis 179 160 tonni aastas. Maakondade tasandil on mulla ärakanne kõige suurem Tartumaal ja Võrumaal ulatudes mõlemas maakonnas üle 20 tuhande tonni aastas (joonis 1).

Kogu erosioon põllumaalt on 145 701 tonni ja rohumaalt 4 886 tonni aastas. Maakondades esineb suurim mulla ärakanne põllumaalt Tartumaal ulatudes 20 145 tonnini aastas. Maakondade koguerosioonist moodustabki suurima osa ärakanne põllumaalt, ulatudes 54%-st Hiiumaal kuni 92%-ni Järvamaal. Rohumaadelt on suuremad ärakanded arvatud Võru- ja Valgamaal.



Joonis 1. USLE mudeli abil arvatud mulla ärakanne (t/aastas) maakondade kaupa (maakasutus PRIA 2009. a andmetel)

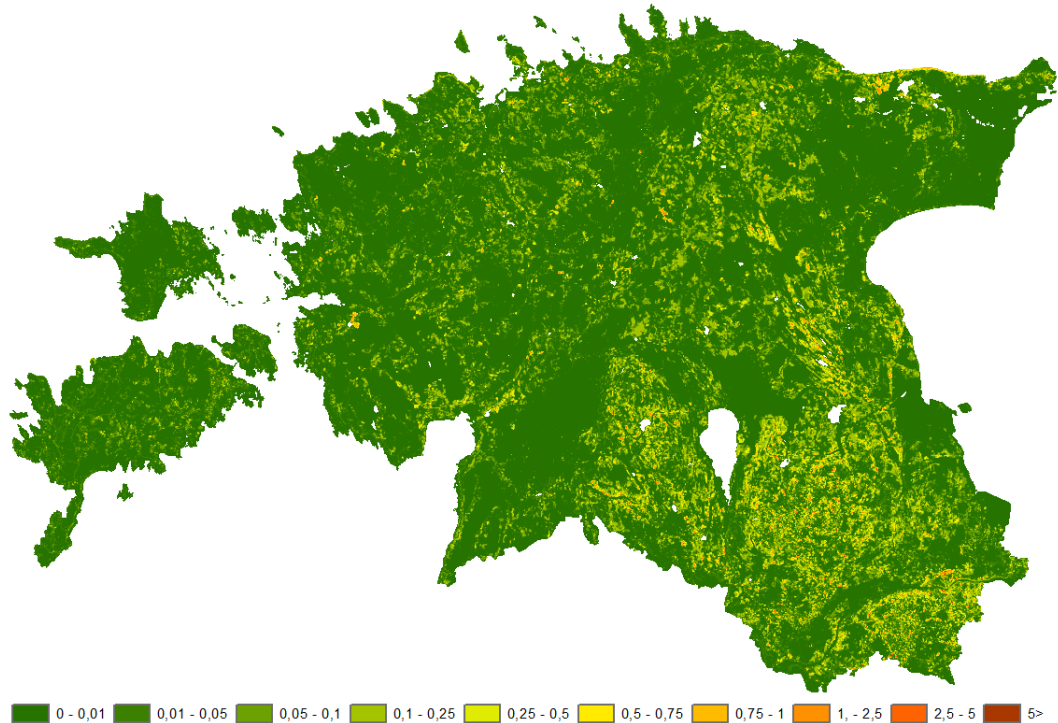
Keskmine erosiooni intensiivsus Eestis on 0,042 t/ha/aastas. Maakondadest on põllumaal kõige intensiivsem vee-erosioon Valga- ja Võrumaal, ületades 0,4 t/ha/aastas. Kultuurrohumaadel on erosiooni intensiivsus tunduvalt madalam, jäädes 0,004-0,03 t/ha/a piirsesse (joonis 2). Seega rohumaad, eeskätt püsirohumaad, on oluliseks vee-erosiooni tõkestavaks meetmeks ja seda eriti just kallakulistel aladel.



Joonis 2. USLE alusel modelleeritud erosiooni intensiivsus (t/ha/aastas) maakondade kaupa (maakasutus PRIA 2009. a andmetel)

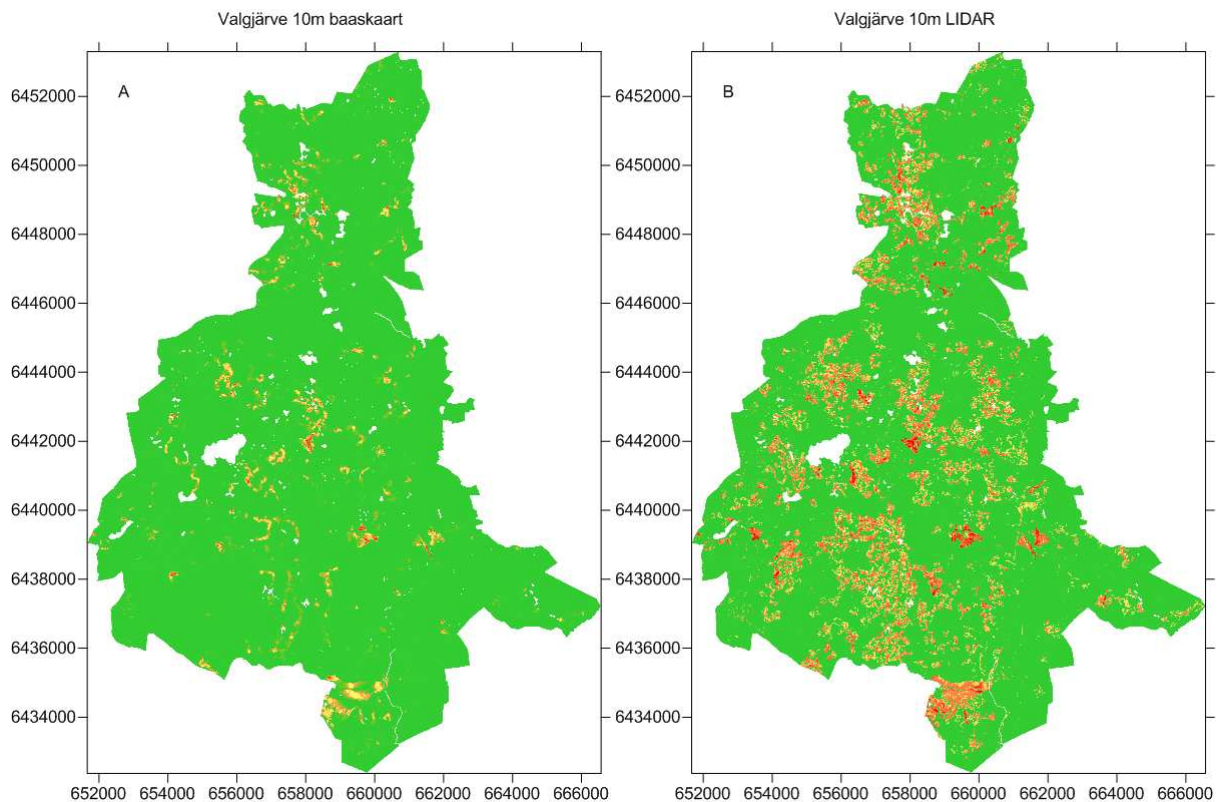
Selleks, et visuaalselt iseloomustada ka vähese erosiooniga alasid on mulla ärakanne intensiivsused Eesti kaardil välja toodud võrdlemisi detailselt ja suhteliselt väikestest intensiivsusklassidest alates (joonis 3). Välja on joonistunud enamasti põllumajanduslikud maad ja eriti just põllumaad, kus valdav ärakanne ka aset leiab. Suurtel aladel jääb erosioon küll minimaalse 0-0,01 t/ha/a piirsesse, kuid esineb ka suhteliselt palju alasid, kus erosioon ületab 0,25 tonni hektari kohta aastas. Alasid, kus erosioon jääb vahemikku 0,25-1 tonni ha, on 102 832 ha ja erosioon intensiivsusega 1-5 t/ha/aastas

esineb 22 628 hektaril. Tõsisemast erosioonihust on haaratud 1 473 ha, kus mulla vee-erosioon ületab USLE mudeli kohaselt 5 tonni hektarilt aastas.



Joonis 3. USLE mudeli alusel arvatud mulla äraanne (t/ha/aastas) Eesti kaardil intensiivsusklasside alusel (maakasutus PRIA 2009. a andmetel)

Tugevalt liigestatud reljeefiga Valgjärve vallas modelleeriti mulla äraannet USLE mudeliga kasutades lisaks 1:50 000 mõõtkavas reljeefimudelile ka LIDAR mõõdistamise tulemusi. LIDAR mõõdistamise andmestiku põhjal koostati kõrgusmudel (DEM) nii 10m*10m kui ka 5m*5m piksli suurusega. 10*10m piksli suurusega LIDAR reljeefimudeli põhjal modelleeritud mulla äraanne on vahetult võrreldav üle-eestilise äraande andmestikuga, kuna ka seal on arvutuste aluseks olev piksli suurus 10*10m kuigi kasutatakse väiksema mõõtkavaga kõrgusandmestikku. Arvestades reljeefi detailsust erineva mõõtkavaga andmestike puhul, on 1:50 000 reljeefiandmestikul põhinevalt modelleeritud nõlvad oluliselt pikemad ja laugemad kui LIDAR andmestiku alusel modelleeritud nõlvad. Eeskätt suuremast nõlvakaldest, aga ka oluliselt detailsemast meso- ja mikroreljeefi kajastamisest tulenevalt on liigestatud reljeefiga piirkondades LIDAR andmestikuga modelleeritud mulla äraanne ligi 2,5 korda suurem kui 1:50 000 mõõtkavas reljeefiandmestiku alusel modelleeritud äraanne (joonis 4).



Joonis 4. Pikaajaline aasta keskmine mullaärakanne (t/ha*a) Valgjärve vallas modelleerituna USLE mudeliga (maakasutus PRIA 2009. a andmetel)

- A. Baaskaardi 1:50 000 mõõtkavas reljeefiandmestiku põhjal piksli suurusega 10*10m;
- B. LIDAR andmete põhjal piksli suurusega 10*10m

Järeldused:

- Käesoleva uurimistöö tulemusena on kogu Eesti kohta olemas andmed vee-erosioonist tingitud mulla ärakannete kohta. Ärakantavate mullakoguste ja intensiivsuste arvutamiseks kasutati rahvusvaheliselt tunnustatud mulla vee-erosiooni määramise mudelit USLE;
- Kogu Eesti mulla ärakanne USLE mudeli kohaselt on 179 160 tonni aastas ning põllumajandusmaalt 150 587 tonni, mis moodustab 84% Eesti üldisest ärakandest;
- Eesti keskmine mulla vee-erosiooni intensiivsus on 0,04 t/ha/aastas. Haritavatel põllumaadel on erosioonioht oluliselt suurem ulatudes kuni 0,46 tonnini hektari kohta;
- Arvutustel kasutati 2009. aasta PRIA maakasutuse andmeid ja põhimõtteliselt on võimalik edaspidi võrdlemisi kergesti uuemaid maakasutuse andmeid kasutades seda tulemust täpsustada;
- Valgjärve vallale modelleeriti ka täpse LIDAR reljeefimudeli alusel mulla ärakanne ja siin selgus, et reljeefimudeli täpsustamine suurendas arvutuslikku vee-erosiooni oluliselt – 2,5 korda. See ei pruugi siiski tähendada, et kogu Eestis oleks täpsema reljeefimudeli korral mulla ärakanne 2,5 korda suurem kui praegused arvutused näitavad, sest Valgjärve valda iseloomustab peale tugevalt liigestatud reljeefi ka suhteliselt suur haritava põllumaa osatähtsus. Selline kombinatsioon viiski täpsustatud reljeefimudeli korral oluliselt suuremate ärakanneteni.