



ÜLEVAADE: KAHKJAD EHK NÄIVLEETUNUD MULLAD EESTIMAA MULDKATTES

REVIEW: PSEUDOPODZOLIC SOILS IN ESTONIAN SOIL COVER

Raimo Kõlli¹, Tõnu Tõnutare¹, Tarmo Kõlli²

¹Eesti Maaülikool, Põllumajandus ja keskkonnainstituut, Mullateaduse õppetool, Fr. R. Kreutzwaldi 5, 51006 Tartu
²Viru Ölu AS Haljala, Rakvere mnt. 7, 45301 Haljala, Lääne-Virumaa

Saabunud: 23.10.2018
Received:
Aktsepteeritud: 20.11.2018
Accepted:
Avaldatud veebis: 25.11.2018
Published online:
Vastutav autor: Raimo Kõlli
Corresponding author:
E-mail: raimo.kolli@emu.ee

Keywords: pseudopodzolic soil,
Estonian year 2018 soil,
Enchytraeidae, soil properties,
humus cover type (pro humus form).

doi: 10.15159/jas.18.12

ABSTRACT. In actual review, the main morphological properties of the Pseudopodzolic soils and the principles of their dividing into soil species (identified by soil genesis) and varieties (divided on the base of soil texture) are treated. The compiling of actual review is caused by the fact that Pseudopodzolic soil was elected by the Estonian Soil Science Society for the Estonian year 2018 soil. In the introductory part, the special attention was paid to the problems connected with the naming of these soils. Although the soil introducing is done after Estonian Soil Classification principles, for characterization of soil properties and functioning the qualifiers of WRB are largely used in it. In the work, the two layers of soil (1) the soil humus cover (pro humus form) or humipedon and (2) soil cover or solum as a whole are treated separately. The data on soil properties are presented separately as well for arable and forest soils giving their comparative analysis and dealing with the changes in soil properties in connection with land use change. Substantial part of the work is consecrated (1) to the soil-plant cover and to the *Enchytraeidae* living in forest soils' humipedon, (2) to the soil productivity and peculiarities of their usage in agriculture and forestry, and (3) to the distribution of Pseudopodzolic soils in Estonian soil cover and to the association of Pseudopodzolic soils with other soil species.

© 2018 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Kõik õigused kaitstud. 2018 Estonian Academic Agricultural Society. All rights reserved.

Sissejuhatus

Eesti kahkjaid muldi käsitlev ülevaade on ajendatud tõdemusest, et Eesti Mullateaduse Selts valis 2018 aasta mullaks kahkja ehk näivleetunud mulla (joonis 1), mille erimid moodustavad ca 10% Eestimaa muldkattest. Kahkjate muldade väärtustamist näitab nende rohke kasutamine (ca 2/3) haritava maana ja nende suur osakaal (ca 23%) põllumajanduslikult kasutatava maa hulgas. Tooniandvateks muldadeks on nad Kagu-Eesti lavamaa muldkattes (joonis 2).

Materjal ja meetoodika

Eesti kahkjate muldade klassifitseerimist, omadusi, talitlemist ja levikut kajastav materjal pärineb neid muldi käsitlevatest publikatsioonidest, meie eelkäijate ja meie kolleegide poolt koostatud andmekogudest ja kokkuvõtetest ning meie poolt läbiviidud uurimis-

töödest ja koostatud õppematerjalidest. Muldade jaotused on esitatud Eesti muldade klassifikatsiooni (EMK) järgi (Astover jt, 2013).

Töös kasutatakse mulla horisontide koode ja nimetusi vastavuses EMK-is kasutatavatega, mis langevad hästi kokku WRB-s kasutatavatega: **O1** – metsavaris; **O2d** – pooleldi lagunenu detriitne metsakõdu; **O2f** – pooleldi lagunenu fermentatiivne metsakõdu; **O3** – hästilagunenud metsakõdu; **A** – huumushorisont; **Baf** – amorfse raua sisseuhtehorisont; **Elg** – ülagleistunud eluviaalne horisont; **2Bt** – alumise lähtekivimi tekstuurne sisseuhtehorisont; **2Bg** – alumise lähtekivimi ülagleistunud sisseuhtehorisont; **2C** – teine mulla lähtekivimi kiht (Astover jt, 2013; IUSS WG WRB, 2015).

Mulla lõimised on töös esitatud Katšinski süsteemi järgi st mullapeenese (osakesed $\phi < 1$ mm) erim on määratud füüsikalise savi (osakesed $\phi < 0,01$ mm) sisalduse alusel. Kahkjate muldade puhul on valdavalt tegemist järgmiste lõimistega (lühend ja nimetus): **sl** – saviliiv; **tsl** – tolmjas saviliiv; **ls1**, **ls2** ja **ls3** – vastavalt

kerge, keskmine ja raske liivsavi; v^0 – raudkivi veeris, v^1 – nõrgalt raudkivi-veeriseline; $sl/ls2$ – kahekihiline lõimise valem.

Mõisted, milliseid töös kasutatakse on: **mulla liik** – muldade arengu järgi eristatav väikseim EMK takson; **mullaerim** – lõimise alusel mullaliigi piires eristatav EMK takson; **muldkate** – maismaa pealmine mullatekkeprotsessides muutunud kiht; **huumuskate** – muldkatte pindmine orgaanilise ainega rikastunud kiht; **pedon** – mulla vertikaalset profiili, lasuvust ja koostist kajastav muldkatte sammas; **humi-** ehk **epipedon** – huumuskatte kihilist ehitust, lasuvust ja koostist kajastav sammas või kuubik.

WRB tunnussõnade (kvalifikaatorite) lühiseletus. Pikema ja täpsema tunnussõna seletuse leiab WRB uusimast versioonist (IUSS WG WRB, 2015).

a) protsesside tunnused: *albic* – sisaldab valget materjali; *argic* – savi sisseuhe; *albeluvisc* – sisaldab väljauhte mõjul valkjaks värvunud materjali; *cutanic* – mulla osistel savist kattekiht; *glossic* – valkjad heledaks uhitud keeled; *luvisc* – savi väljauhe; *spodic* – mullas huumuse, Fe- ja Al-komplekside ümberpaigutuse ehk leetumise tunnused; *protospodic* – mullas vähesed leetumise algaasi tunnused; *retic* – heleda värvuse ja kergema lõimisega materjali sopistused savistunud kihis; *stagnic* – ülavee mõjul tekkinud taandustingimusi näitavad tunnused.

b) omadused: *dystric* – vähetoimeline, küllastumata; *fragic* – tihenend ja rabe; *umbric* – küllastumata happeline ja *mollic* – küllastunud pehmehuumuslik A horisont.

c) lõimis ja kihilisus: *abruptic* – lõimise järsk muutus mullaprofiilis; *loamic* – liivsavine; *siltic* – tolmjas lõimis.

d) maakasutus: *aric* – küntud, haritud; *colluvisc* – peale kantud teistsaldatud (erodeerunud) mulda; *drainic* – kuivendatud.

Kahkja mulla iseloomustamisel antud töös on nn portreemulla ehk kaanepoisi (joonis 1) päritolu paik määratud geograafiliste koordinaatide järgi. Samuti on määratud kahkjate muldade taksonoomiline positsioon Eesti normaalse arenguga mineraalmuldade ja metsamuldade huumuskattetüüpide hulgas (EMDK, 2008; Kõlli, Köster, 2018). Kahkjate metsamuldade puhul on näidatud veel ka nende muldade positsioon teiste metsakasvukoha tüüpide hulgas E. Lõhmuse (2006) ordinaatsiooni skeemi tagapõhjal.

Töös kasutatud lühendid:

AMR – agro-mullastikuline mikrorajoon,
EMDK – Eesti muldade digitaalne kogu,
EMVI – Eesti Maaviljeluse Instituut,
EMK – Eesti muldade klassifikatsioon,
EPA – Eesti Põllumajanduse Akadeemia,
EPP – Eesti Põllumajandusprojekt,
IUSS – International Union of Soil Science (Rahvusvaheline Mullateaduse Selts),
MKÜ – mullastiku kaardistamisühik,
WRB – World Reference Base for Soil Resources (Maailma mullaressursside refereerimise baas).



Joonis 1. Kahkjas ehk näivleetunud muld (T. Kõlli)
Figure 1. Pseudopodzolic soil (T. Kõlli)

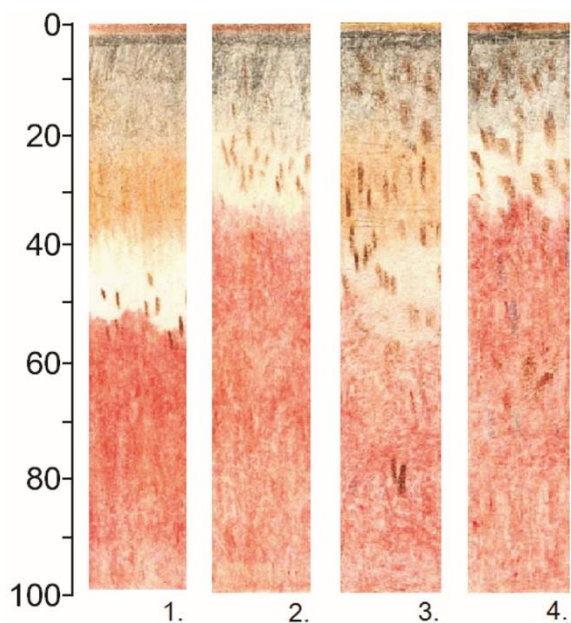
Nimepanemise lugu

Eesti muldkatte suuremõotkavalise (1:10000) kaardistamise ehk Eesti mullaressursside arvele võtmise alguse viiekümnendatel aastatel, eristati kahkjad ehk näivleetunud mullad keskmiselt leetunud mulla erimitena, milleks olid saviliivad või kerged liivsavid ühekahe astme võrra savirikkamal (raskemal) lõimisel. Hiljem (L. Reintami uurimuste alusel, kuuekümnendate lõpul) eristati need mullaerimid leetunud muldade iseseisva mullastiku kaardistamisühikuna (MKÜ) ja mullaliigina muldade nimestikus kui pseudoleetunud mullad, mille koodiks sai LP (EPP, 1982). 'L' koodis LP tähistab leetumist ja 'P' seda, et tegemist on pseudoleetumisega. Oma "Muldade määrajas" (1986) näitlikustas L. Reintam neid muldi nelja omakäeliselt joonistatud LP erimiga (joonis 3). Mõned aastad hiljem hakati (V. Masingu soovitusel) kasutama liite *pseudo*-asemel eestipärasest liidet *näiv*- ehk siis neid hakati nimetama näivleetunud muldadeks.



Joonis 2. Vaade Palumaa maastikule: Kõliküla, Luuska, Kakusuu ja Kliima külade vaheline kahkjate muldade enamusega lainjas tasandik (T. Kõlli)

Figure 2. View on the landscape of Palumaa: Undulating plateau with prevailing Pseudopodzolic soils between villages Kõliküla, Luuska, Kakusuu and Kliima (T. Kõlli)



Joonis 3. L. Reintami poolt (1986) koostatud ja värvitud kahkja ehk näivleetunud mulla erimite näidis-profiilid. 1 – LP, s/l/s2; 2 – L(P), ls2/ls3; 3 – LPg, s/l/s2 ja 4 – L(P)g, ls2/ls3
Figure 3. Compiled and painted by L. Reintam (1986) sample profiles about varieties of Pseudopodzolic soils. 1 – LP, s/l/s2; 2 – L(P), ls2/ls3; 3 – LPg, s/l/s2 and 4 – L(P)g, ls2/ls3

Tegelikult jäi nende konsensuslik ametlik nimetus paika panemata vaatamata toliaegsete juhtivate mulla-uurijate (I. Rooma, R. Kokk, T. Teras jt EPP-st;

L. Reintam EPA-st ja R. Kask EMVI-st) eestvõtmisel peetud rohketele nõupidamistele ja vaidlustele. Justkui kompromissina (loe: ajutise nimena) hakati neid muldi 80. aastate alguse ametlikes dokumentides nimetama kahkjateks (ka kahkjateks leetunud) muldadeks. Kuna hiljem uut täiustatud MKÜ nimekirja Eestis ametlikult kinnitatud ei ole, peaks tollane MKÜ nimestik kehtima ka tänapäeval ja on seepärast eelistatud ka käesolevas töös (EPP, 1982).

EMK täiendamise kohta on senini ilmunud arvukalt publikatsioone (Ellermäe jt, 1998), kus enamus seisukohtadest väärivad arvestamist uue kaasajastatud Eesti MKÜ nimekirja koostamisel. Üleüldiselt aktsepteeritud hea tava järgi toimub nii rahvuslike kui globaalsete mullaklassifikatsioonide kaasajastamine järjepidevalt. Teatud ajaperioodi (tavaliselt 8–12 aastat) jooksul kogutud asjakohaste ettepanekute alusel minnakse üle uuele täiustatud muldade klassifikatsiooni versioonile. Taoliste arendustega on kaasnud ikka ka selge püüdlus – harmoniseerida rahvuslikud klassifikatsioonid (kus vähegi võimalik) globaalsete unifitseeritud süsteemidega. Tuleb tunnustavalt kiita meie eelkäijaid Eesti mullateadlasi, kes on loonud hästitöötava mullastiku käitlemise töövahendi EMK näol, mis harmoneerub oma põhiosas suurepäraselt Euroopas kasutatava WRB süsteemiga ning on heaks aluseks rahvusliku mullaklassifikatsiooni edaspidisele arendamisele.

Huvitav on tõdeda, et ka rahvusvaheliselt ei ole kõne all oleva mulla nimetus veel 'paika pandud'. Kui

FAO/UNESCO (1974. a) mullastiku kaardil nimetati neid muldasid *Podzoluvisols*'ideks, siis WRB 1998. a versioonis sai nende muldade referentsnimetuseks *Albeluvisols*. See nimetus säilis ka WRB 2006. a versioonis, kuid WRB 2014. a versioonis võeti nende uueks referentsmulla nimetuseks juba *Retisols* (IUSS 2015).

Sõna kahkjast meie mullanimetuses tuleneb varemalt Saksamaal kasutusel olnud mullanimest *Fahlerde* (mis oli WRB järgi *Albeluvisol*), kus liide *fahl-* tähendab kahvatu- või õlgkollast värvust ja *erde* mulda. Mainigem siinjuures, et *Fahlerde* oli valitud Saksamaal 2006. aasta mullaks.

Teatavasti ei esine mullad looduses kindlate homogeensete kontuuridena vaid pigem pidevalt muutuva kontiinumina. Jälgides kahkjate muldade 'taksonoomilist positsiooni' teiste Eesti muldade hulgas, s.o asumist leetjate (*luvic*) ja leetunud (*albeluvic*, *spodic*) muldade ülemineku alal ning külgnemist gleimuldadega (joonis 4), võib eeldada suurt variantide rohkust nende ülesehituses. Kõik see teeb mõistetavaks ka algselt väljapakutud mullanimeste paljususe. Samas tuleks meele pidada, et muldade määramisel ei ole tähtis mitte niivõrd mullale nimetuse andmine (mis on enamasti kokkuleppeline või tinglik), vaid ennekõike ikkagi tema omadusi selgitavate tunnuste (kvalifikaatorite) ja nende olulisuse õige kajastamine.

	pk	pn	(g)	g	G	G ₁
Kh	Kh	–	–	Khg	Gh	Gh1
K	Kr	K	–	Kg	Gk	Gk1
Ko	Kop	Ko	–	Kog	Go / G _(o)	Go1
Ki	Kip	Ki	–	Kig	Gi	Gi1
LP	–	–	LP	LPg	LPG	
Lk	Lkp	Lk	–	Lkg	LkG	LG1
L(k)	–	Ls / L(k)	–	Lsg / L(k)g		
L	Li	Li-III	–	Lg	LG	

Joonis 4. Kahkjate muldade 'taksonoomiline asend' teiste Eesti muldade hulgas (EMDK, 2008).

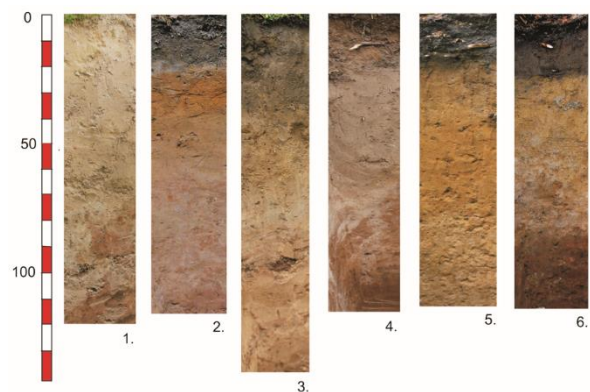
Muldade keskne positsioon normaalse arenguga muldade maatriksil tema niiskustingimuste skalaari (horisontaalne) ja litoloogilis-geneetilise kateena (vertikaalne) suhtes on näidatud tumedas ja üleminekuala heledas toonis

Figure 4. 'Taxonomic position' of Pseudopodzolic soils among other Estonian soils (EMDK, 2008).

Position of soils on the matrix of normally developed soils in relation to moisture conditions scalar (horizontal) and to lithologic-genetic catena (vertical scalar). The main areal is given in dark, but the transitional area in light tones

Peamised tunnused, mille järgi kahkjad mullad eristuvad teistest muldadest

Kahkjate muldade kahekihilise lõimise pindmiseks kergema lõimisega mullakihiks on valdavalt 30–80 cm paksune saviliiva või tolmja saviliiva ning harvemini kerge liivsavi kiht. Alumise lõimisena domineerib neil keskmine liivsavi ning väiksemal osal muldadest ka kerge või raske liivsavi. Joonisel 5 on esitatud kogum LP profiilidest, mis on tehtud E. Asi uurimisrühma poolt metsade seisude seire käigus Eesti erinevas paigas. Võttes arvesse ka korese sisalduse on LP muldade domineerivateks lõimisevalemiteks (erimiteks) v^o1s1/1s1-2, ts1/1s1-2 ja v^o1s1/1s2-3.



Joonis 5. Kogum kahkjate mulla profiilide fotodest. Muld ja selle asukoht: 1 – LP, Maramaa, Tartumaa; 2 – LPg, Lanksaare, Pärnumaa; 3 – LP, Raudsepa, Valgamaa; 4 – LP, Linnamäe, Võrumaa; 5 – LP, Mähkli, Valgamaa ja 6 – LP, Kurgjärve, Võrumaa. Autor: E. Asi metsaseire grupp

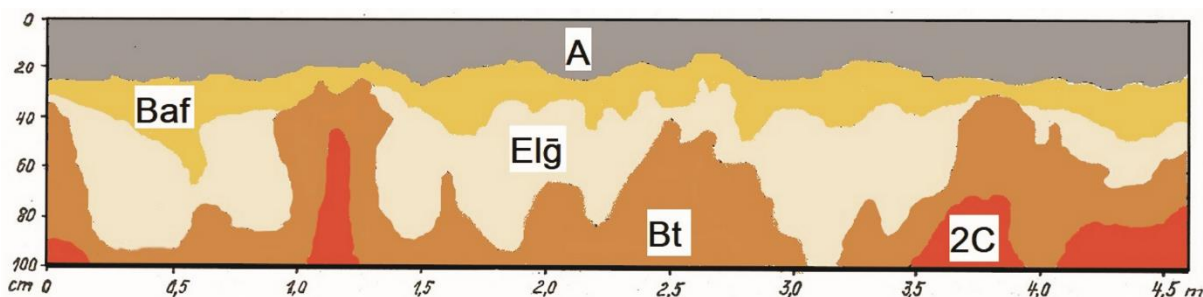
Figure 5. Collection of Pseudopodzolic soils profiles' photos. Soil and its location: 1 – LP, Maramaa, Tartu County; 2 – LPg, Lanksaare, Pärnu County; 3 – LP, Raudsepa, Valga County; 4 – LP, Linnamäe, Võru County; 5 – LP, Mähkli, Valga County and 6 – LP, Kurgjärve, Võru County. Authors: Forest monitoring team of E. Asi

Kahkjate muldade suurema savisisaldusega alumise mullakihi ülaosa lohkudesse ja lõhedesse on moodustunud väljasopistused (ehk taskud) ja kiilutaolised moodustised (ehk keeled, *glossic*). Soppide ja keelte hele-kahkjast värvus on põhjustatud (1) nendesse ajutiselt kogunenud seisvast (s.o hapnikuvaesest) ülaevest, mille mõjul mulla mineraalsed ühendid on allunud taandumisprotsessidele (*stagnic* nähe) ja (2) siin olevad saviosakesed on uhitatud allapoole või kihist välja (*luvic* nähe), mille tõttu soppide ja keelte värvus ongi muutunud heledamaks. Kahe nimetatud protsessi tulemusena on ülemise lõimisekihi alumisse ossa moodustunud Elg-horisont. Oma nimetuse (pseudo- ehk näivleetunud) on need mullad saanud kontakteeruva profiiliosa heleda värvuse tõttu, mis näib olevat leetunud, kuid tegelikult ei ole siin ülekaalus mulla mineraalosa täieliku lõhustumise ja väljauhtumisega seotud leetumine, vaid eluvieerumine (s.o mehhaaniline väljauhe) koos gleistumisega.

Seoses saviosakeste sisseuhtega alumise lõimisekihi ülemine osa tiheneb, muutub võrreldes lähtekivimiga savirikkamaks (*argic*) ehk moodustub tekstuurne sisseuhte- ehk Bt-horisont. See horisont on pooride ummistumise tagajärjel tihenend, ei lase vett hästi läbi ja ajuti

koguneb tema peale ülavesi. Osal kahkjatest muldadest on see horisont kuival ajal massiivne, rabe (*fragile*) ja raskesti kaevatav. Ennekõike kehtib see karbonaadiaste moreenide puhul, kus happelises keskkonnas on rikkalikult rauarohkeid kolloidkomplekse, mis kuival ajal käituvad mullaosakesi siduva tegurina.

Ajutise ülavee taseme kõikumise toimetel võivad Elg kohal oleva mullakihi rauaühendid hapenduda, muutes selle kihi pruunikaks ehk tekib amorfsete rauaühendite poolest rikas Baf-horisont. Kui huumushorisondi alla on tekkinud Baf horisont, siis on tegu pruuni kahkja mullaga, kui aga Baf-horisont puudub ja esineb vaid hele Elg-horisont, siis on tegu heleda kahkja mullaga (joonis 6). Joonis 7 on näide pruunide ja heledate kahkjate muldade pedonite suurest varieerumisest. Tavaliselt on kahkjate muldadega alad mullastiku poolest siiski tunduvalt ühtlasemad. Kuid igal juhul on tõsiasi see, et neid kahte kahkja mulla varianti on 1:10000 mullastiku kaardil äärmiselt raske eristada. Vajaduse korral saab kahkja mulla nime täpsustada ühe või teise variandi ülekaalu järgi.



Joonis 7. Näide pruuni ja heleda kahkja mulla suure varieerumisega pikiprofiilist. I. Rooma (1985) järgi

Figure 7. Example about longitudinal profile of soil cover, which illustrates the great variability (frequent alternation) of brown and light Pseudopodzolic soils. By I. Rooma (1985)

Kahkjate muldade jaotamine

EMK on eristatud kahkja mulla liigid (kood, nimetus, profiili valem), milliseid võib võtta ka kui MKÜ-d:

LP – pruun kahkjas muld, A–Baf–Elg–2Bt–2C;

L(P) – hele kahkjas muld, A–Elg–2Bt–2C;

LPg – gleistunud pruun kahkjas muld, A–Baf–Elg–2B \bar{g} –2C;

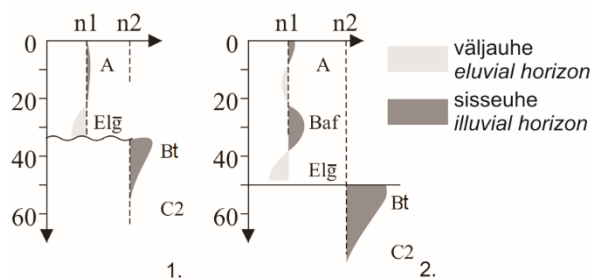
L(P)g – gleistunud hele kahkjas muld, A–Elg–2B \bar{g} –2C;

LP^e – nõrgalt erodeeritud kahkjas muld, Ae–(Baf)–Elg–2Bt–2C;

LP^d – nõrgalt pealeuhutatud kahkjas muld, Ad–Baf–Elg–2Bt–2C;

LP^(2,3) – keskmiselt ja tugevasti erosiooniohtlik kahkjas muld.

Kahkjad mullad on oma olemuselt liivsavimoreenidel lasuvad saviliiva või kerge liivsavi lõimise, eluvio-akumulatiivne profiil ja väheste ülagleistumise tunnustega parasniisked mullad. Madalamatel maastiku osadel esinevad koos nendega gleistunud kahkjad mullad (LPg), millede profiilis on ajutise liigniiskuse (*gleyic*, *stagnic*) tunnuseid ka Elg-horisondi all asuvas Bt \bar{g} -horisondis, mida näitab rohke raua konkretsoonide ja gleilaikude esinemine. Kahkjate muldade hulka kuulu-



Joonis 6. Näiteid kahekihilise lõimise kahkja mulla eluvio-akumulatiivsest profiilist. 1 – L(P), hele kahkjas ja 2 – LP, pruun kahkjas muld

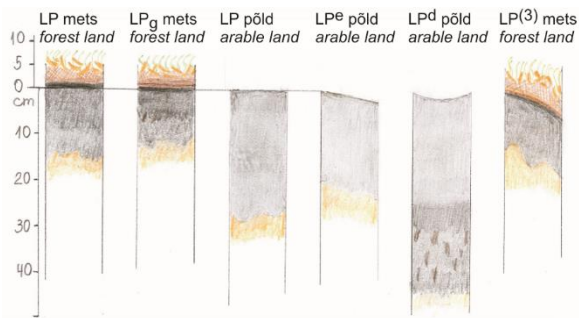
Figure 6. Examples about eluvio-accumulative profiles of Pseudopodzolic soils formed on two-layered texture.

1 – L(P), Light Pseudopodzolic and 2 – LP, Brown Pseudopodzolic soil

vad ka nõrgalt liigestatud reljeefiga põllumajandusmaastikel esinevad nõrgalt erodeeritud (LP^e) ja nõrgalt pealeuhtelised (LP^d) kahkjad mullad ning keskmiselt ja tugevasti kallakulistel (kallakusega vastavalt 5–10° ja 10–20° ehk 9–18% ja 18–36%) loodusliku taimkattega alade keskmiselt (LP⁽²⁾) ja tugevasti (LP⁽³⁾) erosiooniohtlikud kahkjad mullad. Erosiooniohtlike muldade ülesharimisel vallandub reeglina mulla kiirendatud vee-erosioon.

Kahkjate muldade huumuskattest

Kahkjate metsamuldade huumuskate koosneb 2–4 cm tusedusest kihilisest metsakõdu- ehk O-horisondist ja huumus- ehk A-horisondist (joonis 8). Pealmise kihi (O1-horisondi) moodustab ühe- või kaheaastane okka-, lehe-, oksa-, sambla- jms vare ja kulu, mis paikneb laikudena siin-seal alustaimestiku (sambla) sees, moodustamata sageli ühtlast kattedkihti. Õhukese metsakõdu korral järgneb varise kihile poollagunenud varise osistest koosnev vähe-humifitseerunud purujas (detritne) metsakõdu (O2d) kiht. Tihedama samblakatte ja tusedama metsakõdu korral järgneb varise kihile seenniidistikust läbipõimunud (fermentatiivne) metsakõdu (O2f) kiht ja sellele omakorda hästilagunenud ja/või humifitseerunud tumeda värvusega metsakõdu (O3), mis lasub vahetult mineraalmulla peal.



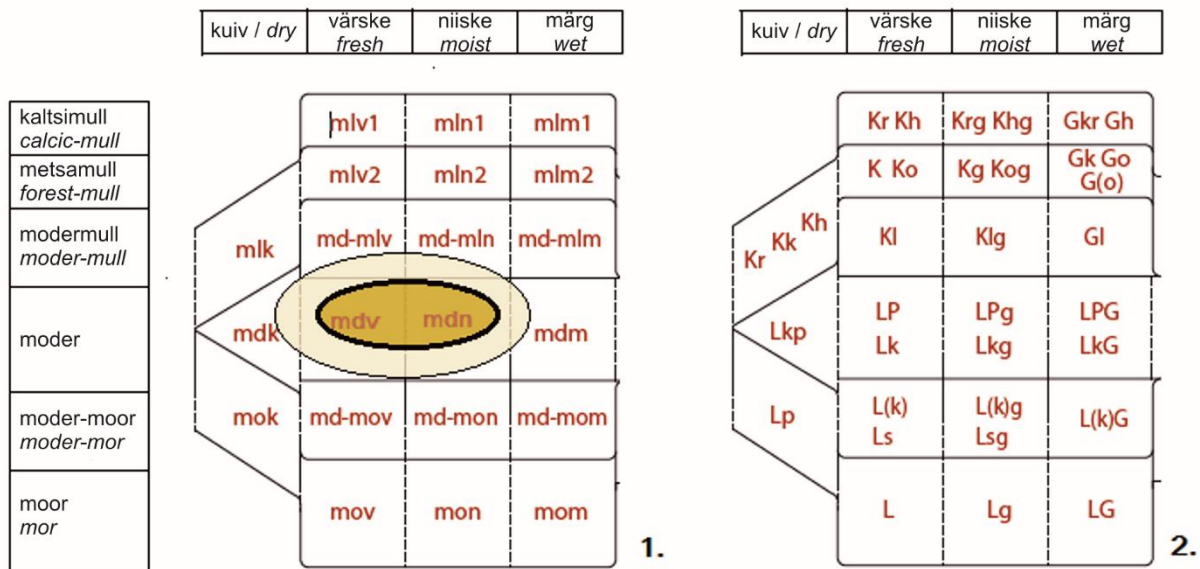
Joonis 8. Kahkjate muldade humuskatete morfoloogia sõltuvalt maakasutusest ja mulla liigist (R. Kõlli)

Figure 8. Morphology of Pseudopodzolic soils' humus cover in dependence of land use and soil species (R. Kõlli)

Kahkjate metsamuldade kõduhorisondi alla moodustub vähehuumuslik happelise (fulvaatse) huumusega A-horisont, tusedusega 5–18 cm, mille huumusesisaldus väheneb järk-järgult sügavuse suunas. Mulla suure

orgaanilise aine, huumuse või süsiniku sisalduse (% g kg^{-1}) heterogeensuse tõttu ei sobi selle kontsentratsiooninäitajad kuigi hästi taoliste muldade iseloomustamiseks. Õigem on neid muldi iseloomustada nende varu (g m^{-2} , Mg ha^{-1}) ja huumuskatte tüübi abil (Kõlli, 1992; Zanella *et al.*, 2018). Huumusprofiilide ülesehituse järgi on parasniiskete kahkjate metsamuldade huumuskatteks (huumusvormiks) värskes moder (mdv) ja gleistunud muldadel niiske moder (mdn) (joonis 9).

Kahkjate muldade põllustamisel segatakse huumuskate harimise käigus suhteliselt ühtlaseks. Peale selle on ta enamjaolt veel ka süvendatud, lubjatud, väetatud ja vajaduse korral kuivendatud. Selliselt ümbertöötatud LP huumuskate (praktiliselt Ak ehk künnihorisont) on üldiselt siiski madala kvaliteediga. Valdavalt on ta vähehuumuslik, suure fulvaatse huumuse osakaaluga ja küllastumata (happeline), mida iseloomustab hästi WRB tunnussõna *umbric*. Samas võib ta olla mullaharimise käigus muudetud *mollic* (küllastunud pehmeumusliku) sarnaseks.



Joonis 9. Kahkjate metsamuldade huumuskatte tüüpide seos mullaliikidega. 1 – huumuskatte tüübi koodid; 2 – mullaliigi koodid. Tugevama seosega ala on näidatud tumedas ja üleminekuala heledas toonis

Figure 9. Correlation of forest Pseudopodzolic soils' humus cover types with soil species. 1 – codes of humus cover types and 2 – codes of soil species. The main areal is given in dark, but the transitional area in light tones

Kahkjate muldade omadustest

Kahkjate muldade piirkondlikud erisused sõltuvad suurel määral lähtekivimi karbonaatsusest (tabel 1). Lõuna-Eesti punakaspruuni moreeni korral on LP muldkatte alused kihid mõõdukalt kuni nõrgalt happelised, Kesk-Eesti kollakashalli või kollakaspruuni moreeni korral aga neutraalsed. Looduslike kahkjate muldade huumuskate on reeglina mõõdukalt või tugevalt happeline. Kahkjate põllumuldade künnikihi happesus on aga tänu korduvale lupjamisele nõrgalt happeline ($\text{pH}_{\text{KCl}} > 5,6$) või väiksemas ulatuses isegi neutraalne. Põldude puhul on nende muldade happesus suurim näivleeturund kihis ehk huumushorisondist sügavamal asuvates kihtides.

Kruusa või raudkiveeriselist korest leidub kahkjate muldade ülemistes kihtides vaid vähesel määral. Kruusarikamad on kahe lõimisekihi piiril olevad sopistused. Muldkatte korese- ja kivirohkus on kooskõlas moreeni omadustega. Kohati on nende künnihorisont nõrga kuni keskmise kivisusega, mille tõttu vajavad põllud regulaarset kivikoristust.

Kahkjad põllumullad, mis on külviajaks kobestatud, saavutavad oma tasakaalulise lasuvustiheduse ($1,45\text{--}1,55 \text{ Mg m}^{-3}$) teraviljade kasvuperioodi lõpuks. Metsas on huumuskihi lasuvustihedus kogu vegetatsiooniperioodi jooksul väike ehk muld on hästi õhustatud ja kobe. Metsakõdu lasuvustihedus sõltub ennekõike kõdu segunemise määra tema all olevate mineraalsete horisontidega. Väheses 'mullasuse' korral on see 0,10–

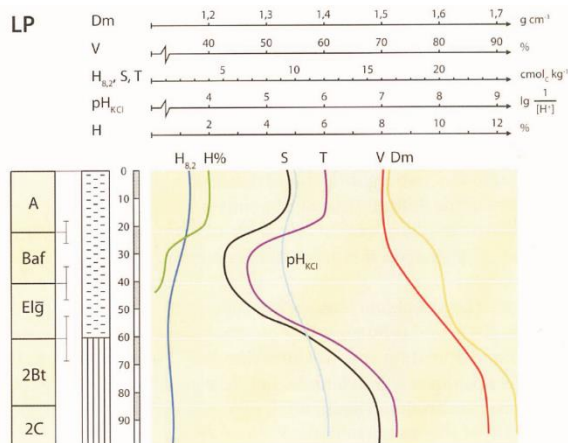
0,15 Mg m⁻³, kuid suurema segunemise korral on ta mitmekordselt suurem 0,2–0,4 Mg m⁻³ ja enam.

Tabel 1. Kahkjate (LP) põllu- ja metsamuldade humuskatte omadused

Table 1. Humus cover's properties of arable and forest Pseudopodzolic soils (LP)

Näitaja, ühik / Characteristic, unit	LP, põld field	LP, mets forest
Mullaerimi lõimise valem Formula of soil varieties texture	s/l/s1-2	s/l/s1-2
Horisondi kood / Code of horizon	A	O A
Tüsedus / Thickness, cm	27–29	2–5 10–21
pH _{KCl} / pH _{KCl}	5,6–6,1	3,4–4,1 3,8–4,4
C _{org} sisaldus / Content of C _{org} , g kg ⁻¹	10–13	320–380 15–20
N _{tot} sisaldus / Content of N _{tot} , g kg ⁻¹	1,0–1,3	7,5–9,0 1,0–1,5
Huumusvaru / Stock of humus, Mg ha ⁻¹	70–95	65–85
Lämmastiku varu Stock of nitrogen, Mg ha ⁻¹	5–6	2–4
C : N / C : N	9–12	15–20
Neelamismahutavus Cation exchange capacity, kmol ha ⁻¹	400–550	320–450
Neelava kompleksi küllastatus alustega	75–90	30–40
Percentage of base saturation, %		

Liikuvate toiteelementide (P, K, N) sisaldus on kahkjates muldades üldiselt tagasihoidlik, sest mullad on happelised ja väikese neelamismahutavusega. Kahkjate põllumuldade humuskatte on võrreldes teiste Eesti põllumuldadega valdavalt alla keskmise või väikese huumusesisaldusega. Joonisel 10 on näidatud punakaspruunil moreenil moodustunud kahkja põllumulla füüsikaliste ja keemiliste omaduste reeglipärast muutumist muldkatte sügavuse suhtes.



Joonis 10. Punakaspruunil moreenil moodustunud kahkja saviliiv-liivsavi mullaerimi profiil ning füüsikalised ja keemilised omadused põllul (Mudel P15; EMDK, 2008)

Figure 10. Model profile and physical-chemical properties of arable Pseudopodzolic loamy sand on sandy loam soil variety formed on reddish brown moraine (Model P15; EMDK, 2008)

Talitluslikud iseärasused

Kahkjad mullad on oma loomult nõrgalt liigniisked, mis tähendab teiste parasniiskete muldadega võrreldes

mõnepäevast hilinemist kevadise harimisküpsuse saabumisel. Ka vähesest huumusesisaldusest tulenev mullapinna hele värvus (suur albedo) lükkab kahkjate põllumuldade kevadise aeglasema soojenemise tõttu põllutööde alguse mõne päeva võrra edasi. Samuti võib kevad-suvine ajutine ülavesi halvendada nende muldade juurte levikutsooni õhustatust. Gleistunud kahkjatel muldadel on pikemat aega liigniiske veel ka sisseuhte-horisont (2Bt_g).

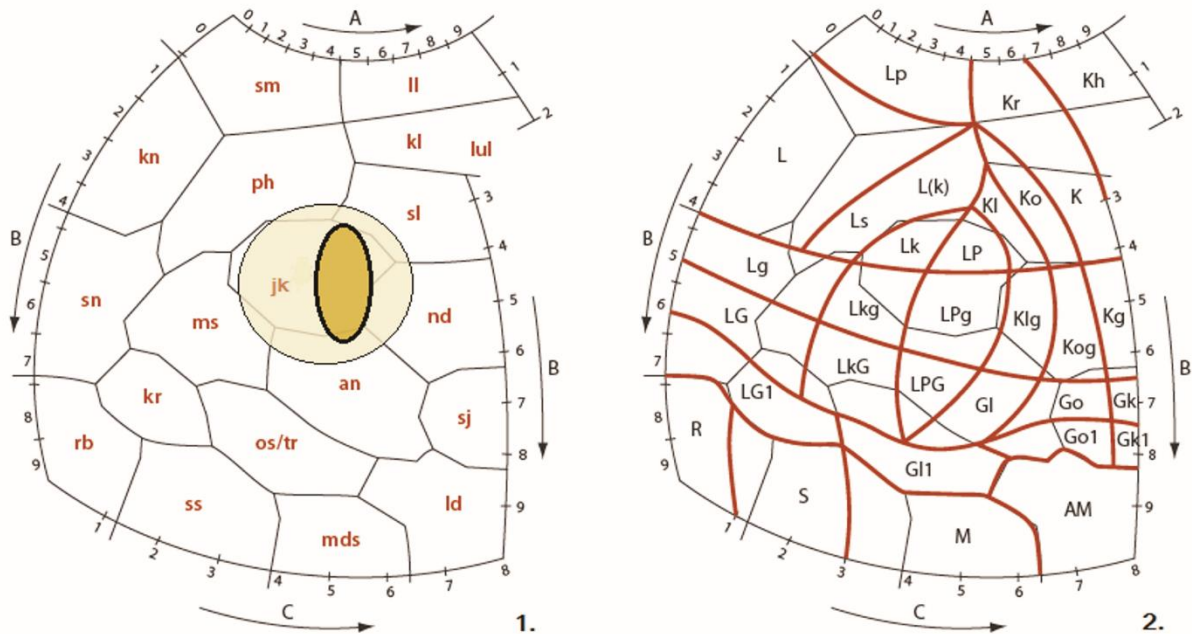
Värskest haritud kahkjate muldade õhustatus võib olla häiritud pärast intensiivseid sademeid mullapinnale tekkinud kooriku tõttu, mille eelduseks on tolmjas lõimis ja vähesest huumusesisaldusest tingitud halb struktuursus. Sügiseste vihmade ülaveest küllastunud mullaprofiili keskosa muutub neil kergesti voolavaks, mis takistab põllutöömashinate kasutamist koristustöödel. Metsastatud kahkjatel muldadel ajutine ülavesi, mulla paakumine ja ajutine halb läbitavus probleeme ei tekita. Samas tuleb mainida, et gleistunud kahkjate muldade niiskustingimused on metsa kasvuks isegi paremad kui parasniiskete omad.

Mullaelustiku tegevus looduslikes karbonaativaestes kahkjates muldades on pidurdunud või väheaktiivne, mis nähtub metsakõdu tüsenemisest O2f kihi arvel ja O3-horisondi vähesest segunemisest huumushorisondiga. Veelgi rohkem on mullaelustiku tegevus pidurdunud gleistunud kahkjates muldades, kus humuskatte on ajutise liigniiskuse tõttu muutunud toorhumuslikumaks. Suurt mõju mulla bioloogilisele aktiivsusele avaldab vabade karbonaatide olemasolu moreenis. Karbonaatsema aluskihiga muldades paraneb bioloogilise migratsiooni toimele humuskatte kaltsiumiseisund, väheneb selle happesus ning intensiivistub kõdu lagunemine ja humifikatsioon. Taolistes muldades on metsakõdu õhuke (1–2 cm) või puudub hoopiski suve keskel.

Kahkjate muldade põllustamisel viiakse kogu varise kaudu juurde tulev orgaaniline aine A-horisonti ehk suurem osa orgaanilisest ainest akumuleerub endogeensel kujul (st mulla sisse mitte selle pinnale). Selle tagajärjel asendub seeneline lagunemine bakteriaalsega, intensiivistub vihmausside tegevus, orgaaniline aine humifitseerub intensiivsemalt ja seostub tugevamiini mineraalse osaga, mulla struktuursus muutub vastupidavamaks ning kasvab huumushorisondi tusedus.

Taimkattest ja metsamulla elustikust

Kahkjate muldade looduslikult moodustunud (põlis-) taimkattes on hõreda alusmetsaga laanemetsad jänsekapsa- ja jänsekapsa-mustika kuusikute, männikute ja okas-lehtpuu sega-puistutega (joonis 11). Samblarinne on neil muldadel enamasti pidev ja hästi välja kujunenud (domineerivad laanik, palusammal, kaksikhammas, lehviksammal jt). Nende keskmise liigirikkusega madalale rohurindele kaasneb hõre puhmarinne.

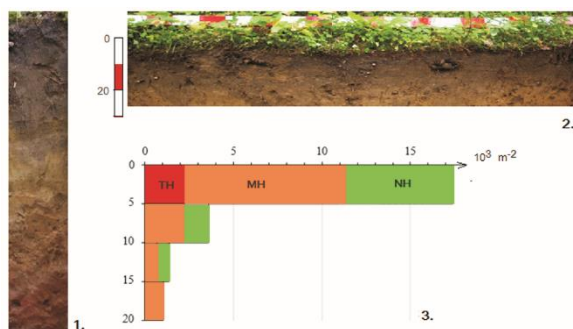


Joonis 11. Kahkja mulla ja metsakasvukohatüübi vaheline seos E. Lõhmuse ordinatsiooniskeemi taustal. 1 – kasvukohatüübi koodid ja 2 – mullaliigi koodid. Tugevama seosega ala on näidatud tumedas ja üleminekuala heledas toonis

Figure 11. Interrelationship of Pseudopodzolic soil with forest site types demonstrated on the background of E. Lõhmus' forest site types' ordination schema. 1 – codes of forest site types and 2 – codes of soil species. The main areal is given in dark, but the transitional area in light tones

Enamasti fragmentidena esinevateks kahkjatele muldadele omasteks looduslikeks palurohumaadeks on parasniisketel (LP) muldadel hariliku kasteheina – punase aruheina, maarjaheina, võnkvarre ja lambaaruheina – jussheina kooslused ning niisketel (LPg) muldadel hirsstarna – hariliku tarna ja tedremarana – luht-kastevarre kooslused.

Meie koostöö partneri U. Graefe poolt (2015) on kindlaks tehtud Kaagvere kahkja metsamulla huumuskatte valgeliimuklaste liigiline koostis ja arvukus ühe ruutmeetri kohta (tabel 2; joonis 12).



Joonis 12. Valgeliimuklaste paiknemine Kaagvere kahkjas metsamullas. 1 – LP pedon; 2 – LP huumuskatte pikiprofiil, ja 3 – Valgeliimuklaste kui mulla happesuse indikaatorite arvukus huumuskattes. U. Graefe (2015) järgi

Figure 12. Location of Enchytraeidae in the Pseudopodzolic forest soil of Kaagvere. 1 – LP pedon; 2 – LP longitudinal profile of humus cover, and 3 – Enchytraeidae as soil acidity indicators abundance in humus cover. By U. Graefe (2015)

Tabel 2. Valgeliimuklaste (Enchytraeidae) liikide nimestik ja arvukus Kaagvere kahkja metsamulla huumuskattes

Table 2. Species list and abundance of Enchytraeidae in the humus cover of Pseudopodzolic forest soil of Kaagvere

Liik, arvukus, happesuse indikatsioon Species, abundance, indication of acidity	Arvukus Abundance 10 ² m ⁻²	Happesuse indikatsioon Indication of acidity
<i>Cognettia sphagnetorum</i>	22,1	T / S
<i>Enchytronia parva</i>	127,3	M / M
<i>Enchytronia pygmaea</i>	23,8	N / W
<i>Fridericia bulboides</i>	20,4	N / W
<i>Fridericia comata</i>	28,9	N / W
<i>Fridericia</i> sp. juv.	10,2	N / W
<i>Mesenchytraeus flavus</i>	1,7	M / M
Arvukus kokku / Total abundance, 10 ² m ⁻²	234,4	-
Tugev happesus (T) / Strong acidity (S)	-	9%
Mõõdukas happesus (M) / Moderate acidity (M)	-	55%
Nõrk happesus (N) / Weak acidity (W)	-	36%
Liikide arv / Number of species	7	-

Viljakus ja kasutamine

Kahkjate metsamuldade aasta fütoproduktiivsus (12–15 Mg ha⁻¹ a⁻¹) on Eesti muldade seas üks kõrgemaid kuna nende puistud on enamasti Ia–I (harvem II) boniteediga. Haritava maana kasutamisel on kahkjate ja kuivendatud kahkjate muldade viljakus üle keskmise – nende boniteet on enamasti 40–50 hindepunkti ehk siis tegemist on VI hindeklasi maaga. Kahkjad põllumuldad sobivad hästi lina, teraviljade (eriti rukki), kartuli ja põldheinte kasvatamiseks.

Gleistunud kahkjate muldade kasutamine põllumaana nõuab nende korralikku kuivendamist ning perioodilist lupjamist ja sügavkõbestamist. Kuivendatud gleistunud kahkja mulla kasutussobivus on praktiliselt võrdne

sama liiki parasniiskete muldadega. Teatud kindla kultuurrohumataimede segu korral sobib LP_g mulda kasutada ka ilma kuivendamisetä.

Kahkja mulla kasutamisel põlluna on probleemiks (1) ajuti tekkiv ülavesi (maaharimine hilineb, takistab agrotehniliste võtete õigeaegset rakendamist, raskendab põllukultuuride koristamist vihmastel suvedel); (2) väike huumuse- ja kaltsiumisisaldus (huumuskatte halb struktuursus, väike neelamismahutavus, mullakooriku tekke oht, mulla toiteelementide defitsiitsus), ja (3) tihese teke künnihorisoni alla, mille negatiivse mõju saab kõrvaldada mulla sügavkõestamisega. Üldreeglinatuleks neil muldadel vältida ülavee esinemise perioodil raskete masinate kasutamist.

Kahkjate muldade kasutamisele põlluna peaks kaasnema nende regulaarne kaltsiumi- ja huumusesisundi parandamine ning põllult saagiga eemaldatud toiteelementide mulda tagastamine. Huumuskatte rikastamisele orgaanilise ainega ja struktuursuse paranemisele aitab kaasa maa võimalikult pikemaajane aastaringne kaetus taimkattega. Orgaanilise aine varusid aitab tasemel hoida põldheina ja liblikõieliste segu kasvatamine külvikorras. Tasakaalustunud huumusesisundi säilitamiseks ja viljakuse taastootmiseks vajab see muld külvikorra ühe aasta keskmisena ca 4–6 tonni kuiva orgaanilist ainet ühe hektari huumuskatte kohta. See kogus võiks tulla kas koristusjäätmetest, orgaanilistest väetistest või kohapeal kasvatatud vahelukultuuridest.

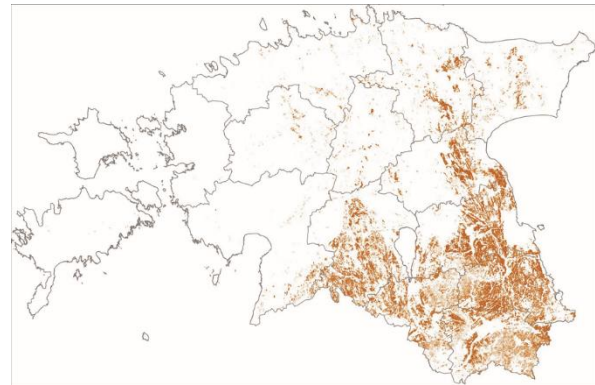
Kahkjate metsamuldade toitetingimused taastuvad järjepidevalt tänu metsataimestiku sügavama juurestiku talitlemisele, mis rikastab bioloogilise migratsiooni teel mulla intensiivse aineriingega kihti ehk huumuskatet. Aineriing intensiivistub alusmetsa lehevarise ja alustaimestiku rohundite toimel.

Kahkjate muldade levik, piirkondlikud erisused ja seotus teiste muldadega

Kahkjad mullad domineerivad Põlva, Valga, Võru ja Tartu maakondade muldkattes ning on küllaltki olulised ka Viljandi ja Jõgeva maakondades (joonis 13). Maastiku suhtes võttes (Arold, 2005) leidub neid muldasid rohkesti Kagu-Eesti lavamaadel ja Sakala kõrgustikul, olulised on nad Otepää, Haanja ja Karula kõrgustike laugematel aladel ning Vooremaa idaosa voortel. Kaasnevate muldadena esineb neid veel ka Pandivere kõrgustikul.

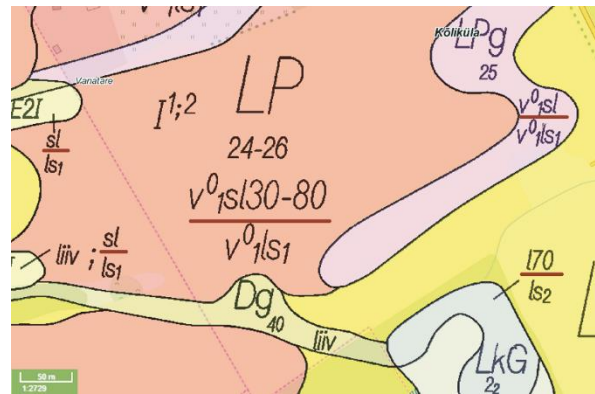
I. Rooma järgi (1987) esineb Eestis kolm piirkondlikult erinevat kahkja mulla varianti: (1) Kagu-Eesti (Põlva ja Tartu agro-mullastikuliste mikrorajoonide (AMR)) karbonaativabal või -vaesel punakaspruunil moreenil levivad sügavalt happelised, huumusvaesed, mullaprofiili keskosas halva veeläbilaskvusega ja kestvamalt ülavee all kannatavad kahkjad mullad (joonised 14 ja 15); (2) Viljandi ja Elva AMR-des levivad sügavalt karbonaatsel punakas- või kollakaspruunil moreenil arenenud kahkjad mullad, mis on mullaprofiili keskosani happelised, keskmise huumusesisaldusega, hea või rahuldava veeläbilaskvusega ja kannatavad eelmistest lühema aja jooksul ülavee all, ja (3) Kesk-Eesti kahkja mulla variandid, mis on arenenud sügavalt

karbonaatsel hallikaspruunil moreenil, on mullaprofiili keskosani happelised, samas kõrge huumusesisaldusega, rahuldava või hea vee läbilaskvusega ja kannatavad vaid lühiajaliselt ülavee all.



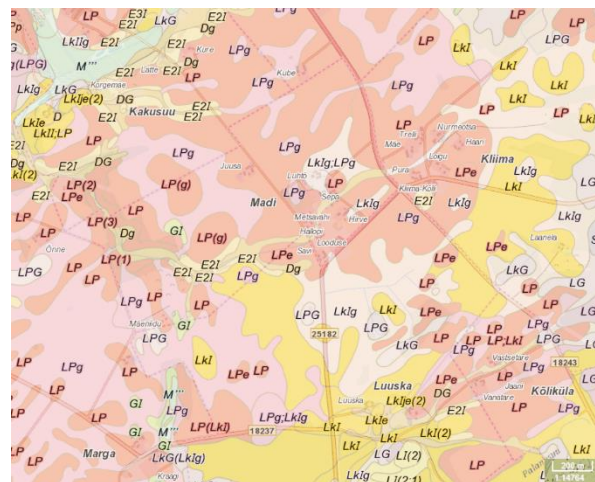
Joonis 13. Kahkjate muldade levik Eesti muldkattes. Koostajad: P. Penu ja T. Kikas

Figure 13. Distribution of Pseudopodzolic soils in the soil cover of Estonia. Compiled by P. Penu and T. Kikas



Joonis 14. Väljavõte digitaalselt mullastiku kaardilt mõõtkavas 1:2729: Keskmes LP mulla kontuur koos teabega mulla kohta (MA GP, 2014)

Figure 14. Excerpt from the digital soil map with scale 1:2729: In middle the contour of Pseudopodzolic soil (LP) is presented with substantial information on this soil (MA GP, 2014)



Joonis 15. Väljavõte digitaalselt mullastiku kaardilt mõõtkavas 1:14764: Mullaliikide levik on näidatud koodidega, väljavõte kajastab joonisel 2 kujutatud maastiku mullastikku (MA GP, 2014)

Figure 15. Excerpt from the digital soil map with scale 1:14764: The distribution of soil species is given by soil codes. Excerpt reflects represented on the Fig. 2 landscape's soil cover (MA GP, 2014)

Oma levialal moodustavad kahkjad mullad kooslusi reljeefi kõrgematel aladel asuvate leetunud ja leetjate muldadega. Gleistunud kahkjad mullad esinevad kitsaste ribadena parasniiskete muldade (kahkjad, leetjad) ja küllastumata gleimuldade üleminekuvaldel. Positsioneerides kahkjate muldade taksonoomilise asukoha teiste muldade hulgas (joonis 4), tulevad hästi esile nendele geneetiliselt lähemal asuvad mullaliigid, mis on ka enamasti nendele kaasnevateks muldadeks. Sama põhimõtte kehtib ka mulla omadustest tulenevate huumuskatte tüüpide (joonis 9) ja kasvukohatüüpide kohta (joonis 11).

Tänuavaldus

Autorid avaldavad tänu PUK Mullaseirebüroo juhatajale P. Penule kahkjate ehk näivleetunud muldade levikukaardi hankimise eest; IPC Eesti Metsaseire grupi juhile E. Asile kahkjate muldade profiilidest tehtud fotode ja nende avaldamisele lubamise eest ning Tõnis Tõnutarele abi eest jooniste koostamisel.

Huvide konflikt / Conflict of interest

Autorid kinnitavad artikliga seotud huvide puudumist
The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this paper.

Autorite panus / Author contributions

RK, TT, TK – kavandamine ning alade ja materjali kogumine;
RK, TT, TK – fotode ja jooniste valmistamine;
RK, TT – käsikirja kirjutamine ja toimetamine;
RK, TT, TK – lõplik heakskiitmine.
RK, TT, TK – design, collection of materials;
RK, TT, TK – preparation of Photos and Figures;
RK, TT – writing and editing;
RK, TT, TK – final approving.

Kasutatud kirjandus

- Arold, I. 2005. Eesti maastikud. – Tartu Ülikooli Kirjastus, Tartu. 453 lk.
- Astover, A., Reintam, E., Leedu, E., Kõlli, R. 2013. Muldade väliuurimine. – Eesti Loodusfoto, Tartu, 70 lk.
- Eesti muldade digitaalne kogu (EMDK) 2008. Eesti Maaülikool (võrguteavik). – <http://mullad.emu.ee>. Viimati külastatud 15.10.2018.
- Eesti Põllumajandusprojekt (EPP) 1982. Eesti NSV muldade inventeerimisühikute nimestik. Kaardistamisühikute lühidiagnostika. – Käsikiri RPI Eesti Põllumajandusprojektis, 19 lk.
- Ellermäe, O., Kask, R., Kõlli, R., Lemetti, I., Penu, P., Reintam, L., Tarn, T. 1998. Eesti muldade klassifitseerimist käsitlevate publikatsioonide nimestik. Eesti muldade klassifitseerimise probleeme. – EPMÜ teaduslike tööde kogumik 198:115–132.
- Graefe, U., Kõlli, R., Milbert, G., Broll, G. 2015. Biological indicators of topsoil formation: a case study from forest sites in Estonia. – Jahrestagung der DBG, München, 5.–10.9.2015, 1 s.
- IUSS Working Group WRB 2015. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. – World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome, 192 p.
- Kõlli, R. 1992. Production and ecological characteristics of organic matter of forest soils. – Eurasian Soil Sci., 24(6):78–91.
- Kõlli, R., Köster, T. 2018. Interrelationships of humus cover (*pro* humus form) with soil cover and plant cover: humus form as transitional space between soil and plant. – Appl. Soil Ecol., 123:451–454, doi: 10.1016/j.apsoil.2017.07.029
- Lõhmus, E. 2006. Eesti metsakasvukohatüübid. – Eesti Loodusfoto, Tartu, 80 lk.
- Maa-ameti geoportaal (MA GP) 2014. – Mullakaart.geoportaal.maaamet.ee/est/Kaardiserver-p2.html Viimati külastatud 15.10.2018.
- Reintam, L. 1986. Muldade määraja. – Eesti Põllumajanduse Akadeemia, Tartu, 24 lk.
- Rooma, I. 1985. Kahkja, leetja ja leostunud mulla profiili ehituse muutumisest ning nende elementaar-arealide suurusest ning vaheldumisest. – Eesti NSV mullastik arvudes, V, ENSV ATK IJV, Tallinn, 71–79.
- Rooma, I. 1987. Kahkjate muldade levik ja omadused Eesti NSV-s. – Eesti NSV mullastik arvudes, VI, ENSV ATK IJV, Tallinn, 35–44.
- Zanella, A., Ponge, J.-F., Jabiol, B., Sartori, G., Kolb, E., Le Bayon, C., De Waal, R., Van Delft, B., Vacca, A., Gobat, J.M., Serra, G., Chersich, S., Andreetta, A., Kõlli, R., Brun, J.J., Cools, N., Englisch, M., Hager, H., Katzensteiner, K., Brethes, A., Broll, G., Graefe, U., Wolf, U., Juilleret, J., Garlato, A., Galvan, P., Zampedri, R., Frizzera, L., Baritz, R., Banas, D., Kemmers, R., Tatti, D., Fontanella, F., Menard, R., Filoso, C., Dibona, R., Cattaneo, D., Viola, F. 2018. Humusica 1, article 5: Terrestrialhumus systems and forms Keys of classification of terrestrialhumus systems and forms. – Appl. Soil Ecol. 122(P1):75–86, doi: 10.1016/j.apsoil.2017.06.012

Review: Pseudopodzolic soils in Estonian soil cover

Raimo Kõlli¹, Tõnu Tõnutare¹, Tarmo Kõlli²

¹Estonian University of Life Sciences, Institute of Agricultural and Environmental Sciences, Chair of Soil Science, Fr. R. Kreutzwaldi 5, 51006 Tartu, Estonia
²Viru Ōlu Ltd Haljala, Rakvere Road 7, 45301 Haljala, West-Viru County, Estonia

Summary

For the year 2018 soil of Estonia were elected Pseudopodzolic soils (Photo 1). The Pseudopodzolic soil's species (which is Estonian Soil Classification taxon, identified by soil genesis) form approximately 10% from whole soil cover of Estonia. The high valuableness of Pseudopodzolic soils is proved by their abundant (ca 2/3) use in the quality of arable land and

high percentage (ca 23%) among agriculturally used lands. For the dominating soils they are in the soil cover of South-East Estonian Plateaus (Photo 2). In the introductory part of this review the problems connected with naming of these soils are treated. Besides of data basis 'Pedon' in characterization of above mentioned soils the legacy data of Estonian Agriproject (EPP), published in local scientific issues articles and used in teaching of students' materials were used. Main part of year 2018 soil introducing is done after the principles of Estonian Soil Classification (EMK). Besides that, in the characterization of soil properties and functioning the qualifiers of WRB are largely used as well. In the work the data on soil properties are presented separate-

ly for arable and forest soils giving their comparative analysis and dealing with the changes in soil properties in connection with land use change. Separately are treated as well the two layers of soil (1) the soil humus cover (pro humus form) or humipedon and (2) soil cover or solum as a whole. Substantial part of the work is consecrated (1) to the soil plant cover and to the *Enchytraeidae* living in forest soils' humipedon, (2) to the soil productivity and peculiarities of their usage, and (3) to the distribution of pseudopodzolic soils in Estonian soil cover and to the association of these soils with other soil species. Article contains 2 tables and it is illustrated by 12 Figures or 3 Photos.