

Agraarteadus
1 * XXV * 2014 : 30–38



Journal of Agricultural Science
1 * XXV * 2014 : 30–38

"AASTA 2014 MULD" – LEOSTUNUD MULD

"YEAR 2014 SOIL" – THE LEACHED SOIL

Raimo Kõlli, Indrek Tamm

Eesti Maaülikool, F.R. Kreutzwaldi 1a, 51014 Tartu

Saabunud: 25.04.2014
Received:
Aktsepteeritud: 06.05.2014
Accepted:

Avaldatud veebis: 20.06.2014
Published online:

Vastutav autor: Raimo Kõlli
Corresponding author:
e-mail: raimo.kolli@emu.ee

Keywords: leached soils, year 2014 soil, cambisols, soil properties

Link: http://agrt.emu.ee/pdf/2014_1_kolli.pdf

ABSTRACT. By Estonian Soil Sciences Society for the year 2014 soil the leached soils as one of the best arable soils of Estonia was elected. After WRB these soils embrace mainly Haplic & Endogleyic Cambisols (calcaric, endoskeletal). The area of leached soils forms 7.7% from whole Estonian soil cover or a little bit more than 3250 km². In overview on Estonian year 2014 soil the morphology, genesis, classification, humus status and different properties (chemical, physical, hydro-physical) are treated on detail level of Estonian Soil Classification, for which are soil species (identified by soil genesis) and soil varieties (divided on the basis of soil texture). Besides abovementioned characteristics the productivity, environment protection ability in dependence upon soil functioning and properties, usage in agriculture and forestry, and distribution in Estonia of leached soils is analysed.

© 2014 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Kõik õigused kaitstud. 2014 Estonian Academic Agricultural Society. All rights reserved.

Sissejuhatus

Eesti IV mullapäeval 5. detsembril 2013. a kuulutati Eesti mullateaduse seltsi poolt aasta 2014 mullaks leostunud muld. Aastamulla nimetamise eesmärgiks on edendada muldkatte kui loodusvara kasutamise ja kaitsmise alast teadlikkust. Süsteemse ülevaate saamiseks mistahes mullaliigi või -erimi omadustest, talitlemisest ja osast Eesti muldkattes, tuleks vastavaid muldasid käsitleda nii arengu ja omaduste poolest lähedaste kui ka kaugemate ehk siis kõigi teiste muldkattes kaasnevate muldade suhtes. Häid võimalusi selleks pakuvad Eesti muldade digitaalse kogu alaosa CD2, CD4 ja CD6 (EMDK, 2008).

Materjal ja käsitluse metodoloogia

Põhiline töös kasutatav andmestik pärineb kunagise "Eesti Põllumajandusprojekti" mullastiku uurimise osakonna poolt kogutud andmestikust (Kokk, Rooma, 1974; Kokk, 1978; EPP, 1983; Maa-ameti geoportaal, 2014) ja autorite poolt tehtud üldistustest (EMDK, 2008).

Leostunud muldi käsitletakse antud töös liigi ja erimi tasemel. Taolisest esitlusest arusaamiseks oleks vaja teada muldade käsitluse spetsiifika, tunda väliuurimise metodoloogiat või omada käeulatuses vajalikke töövahendeid kas käsiraamatu või juhendi

vormis (Astover jt, 2013). Mullaliikide üle arutlemisel on vajalik tunda vähemalt algtasemel muldade morfoloogiat ning selle aluseks olevaid mullahorisonte, nende morfoloogilisi tunnuseid ja tähistusi. Selles osas võiks käepärast olla mullaliikide nimestik ja koodid (Maa-amet, 2001; Astover jt, 2013). Mullaerimite üle arutlemisel on vaja orienteeruda mulla lõimise küsimustes st mullapeenese ja -korese nimetuste, iseloomu ja lühendite suhtes ning teada koresesisalduse astmeid. Samas on mullakorese liigid ja nende sisalduse astmed olulised juba ka mullaliikide eristamisel. Töös kasutatud korese liigid on: r – rähk, v – veeris, v^o – raudkiviveeris, kr – kruus, kb – klibu ja p – paas. Selguse mõttes kasutame antud töös ühetäheliste mullapeenese lõimiste puhul sõnu: l – liiv ja s – savi. Kahetäheliste lühendite puhul eelistame sõnade asemel vastavaid lühendeid, mis teeb töö mitte ainult kompaksemaks vaid ka arusaadavamaks. Siinkasutatud lühenditeks on: sl – saviliiv, ls₁ – kerge liivsavi, ls₂ – keskmine liivsavi ja ls – liivsavi (st ls₁-ls₂). Mullapeenese lõimise alusel eristatakse iga leostunud mullaliigi piires üks või mitu mullaerimit, mille kood koosneb märgiga '///' eraldatud mullaliigi ja lõimise koodist (nt Ko//ls, kus Ko näitab, et tegemist on leostunud mulla(liigi)ga, mille lõimis(erim) on liivsavi).

Rahvusvahelisel suhtlemisel saab toetuda World Reference Base for Soil Resources'le (WRB-le) ja FAO väliuurimise juhendile (FAO, 2006; IUSS..., 2007). Samas peab mainima, et kui Eesti mullaliikide konverteerimisel WRB süsteemi on piisavalt võimalusi adekvaatsuse saavutamiseks, siis mullaerimite puhul on see raskendatud, seoses suurte põhimõteteliste erinevustega mulla peene, eriti aga mullakore klassifitseerimisel

Arutelu

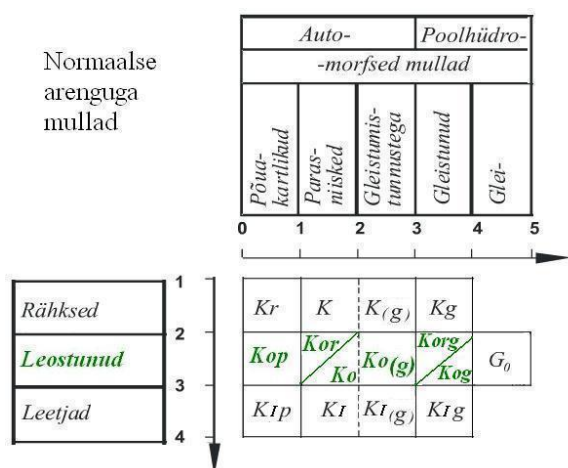
Leostunud muldade jaotamine liikideks, nimetused, teke ja lähtematerjal

Leostunud mullad jaotatakse liikideks mulla veelolude (kuivad ehk põuakartlikud, parasniisked ehk värsked ja niisked ehk gleistunud), lähtekivimi koreesisalduse (tavalised ehk tüüpilised ja koreserikkad) ja selgelt äratuntavate mullaväliste geomõjutuste (ära- ja pealeuhe) kaasmõju järgi. Eesti ametlikud leostunud muldade liiginimetused (samal ajal ka kaardistamisühikute) nimetused (kood ja täisnimi) on järgmised (Maa-amet, 2001; Astover jt, 2013):

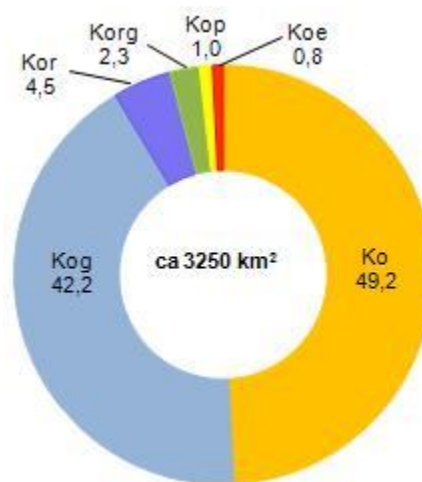
- Ko Leostunud muld
- Kog Gleistunud leostunud muld
- Kor Koreserikas leostunud muld
- Korg Gleistunud koreserikas leostunud muld
- Koe Nõrgalt erodeeritud leostunud muld
- Kop* Põuakartlik leostunud muld
- Kod* Nõrgalt deluviaalne leostunud muld
- Ko(g)* Gleistumistunnustega leostunud muld

Märkus: Tärniga on tähistatud väheesinevad ehk täiendavad liigid, milliste eristamise vajadus sõltub mullastiku kirjusest ja kontrastsusest, vastavate alaliikide rohkusest ning ala mullastikulis-ökoloogilistest tingimustest.

Leostunud mullaliikide omavahelist seost ja piirneimist teiste muldadega näitab joonis 1 ning mullaliikide omavahelist osakaalu joonis 2.



Joonis 1. Leostunud mullaliikide omavaheline seos ja piirneimine teiste muldadega
Figure 1. Interrelationships of leached soil species and their bordering with other soil types



Joonis 2. Erinevate mullaliikide osakaal leostunud muldade hulgas
Figure 2. Share of different leached soils' species among other leached soils

Leostunud muldade nimetus tuleneb mulla Ca- ja Mg-karbonaatide väljauhtumisest ehk leostumisest. Samas on leostunud muldade ühiseks peatunnuseks savistumine, mis on murenemise peente osakeste (silikaatide) ning orgaanilise aine mineraalsete laguproduktide ümberkristalliseerumine savimineraalideks. Savimineraalide kuhjumist tekkekohal näitab šokolaadipruuni värvusega metamorfse savistunud Bw-horisoni esinemine huumushorisoni (A) ja lähtekivimi (C) vahel (foto 1). Pruunist Bw-horisonist pärineb ka nende muldade üks nimetustest – pruunmullad (EMDK, 2008).



Foto 1. Leostunud metsa- (Mts) ja põllumulla (Pld) profiilid
Photo 1. Profiles of leached forest (Frs) and arable (Arb) soils

Üleminekul leetjatele muldadele kaasneb kohapealsele savistumisele sisseuhteline savistumine st mulla ülemistest kihtidest keemiliselt murenemata ibe ja tolmu osakeste väljauhtumine ning nende ladestumine Bw-horizonti. Selle tagajärjel moodustub savi poolest veelgi rikkam tekstuurne savistunud Bwt-horizont, mille tunnuseks on savi voolusvormide (kutaanide) esinemine mulla poorides ja peentel osadel. Leostunud muldade mullapeenese keemine algab Bw-, Bwt- või BC-horisonidist ehk tavaliselt 30–60 cm sügavusest, mis näitab, et nende pindmisest osast on vähemalt 30 cm ulatuses vabad karbonaadid välja leostunud.

Leostunud muldadele on iseloomulik rohke karbonaatse korese sisaldus profiili alumises osas. Õhukese moreenkattega aladel võib mullaprofiil ulatuda ka aluspõhja paekihti ehk R-horizonti. Tüüpiliste leostunud (Ko, Kog) muldade ja nende variantide (Koe, Kop) korese osakaal alusmulla mahust on valdavalt 10–30%. Koreserikaste leostunud (Kor, Korg) muldade BC või C horisondis moodustab kores 30–70% mulla mahust või on tegemist isegi lausaldase koresega ehk räha, veerise, kruusa või klibu osakaal on >70%.

Ajutiselt liigniisketes tingimustes tekivad gleistunud leostunud (Kog, Korg) mullad. Veega küllastunud hapnikuvaeses mullas kasutavad mikroobid orgaanilise aine lagundamiseks vajaliku hapniku allikana taandumisvõimelisi mineraalühendeid. Taandumisprotsessis moodustunud alahapendilise raua ühendite reageerides mulla alumosilikaatidega tekivad mulda gleimineraalide laigud. Muldade gleistumist näitab Bwg-, Bwtg-, BCg- või Cg-horisonitides esinevad sinakad ja hallikad gleilaigud (<1/3 kogupinnast) ja roostetäpid ning värvuselt kollakaks ja pudedaks muutunud rähk ja veeris.

Kallakutel paiknevaid leostunud muldi mõjutab erosioon, mis sõltub peale asendi reljefil ka inimese maaviljeluslikust tegevusest. Nii tekivad vähese kallakusega (<5°) haritavate maade kõrgematele aladele nõrgalt ärauhitud (Koe) ning kallakute jalamile nõrgalt pealeuhitud leostunud (Kod, Kogd) mullad.

Järgnevalt on esitatud mõningaid näiteid leostunud muldade profiilidest (valem ja seletus):

A–Bwt–C	tüüpiline Ko mulla profiil,
O–A–AB–Bwt–C	Ko metsamulla profiil ülemineku- ja tekstuurse B-horisonidiga,
Od–A–Bwg–Cg	detriitse metsakõduga Kog mulla profiil,
A–Bwtg–(BCg)–Cg	Kog mulla profiil kohati esineva ülemineku horisonidiga,
(O)–A–AB–Bwt–C–R	Ko profiil laiguti esineva metsakõdu ja allasuva paega,
A–Bw–C–R	Ko või Kor mulla profiil, mille koreseline lähtekivim lasub pael.

Leostunud muldade areng, profiili ülesehitus ja omadused on suuresti tingitud mulla lähtekivimist, selle karbonaatide ja silikaatide sisaldusest ning korese iseloomust (Kokk, 1978; Maa-ameti geoportaal, 2014). Suurema osa leostunud muldade lähtekivimiks on

kollakashall keskmiselt kuni tugevasti rähkne karbonaatne liivsavimoreen. Pandivere kõrgustiku ja Kesk-Eesti liustikutekkeliste lavatasandike Ko ja Koe mullad on tekkinud kollakashalli moreeni kühmudel ja künnistel. Lainjate moreentasandike madalamate osade ning lamedate kühmade ja künniste jalamite muldadeks on aga Kog või Kod mullad. Õhukese valkjashalli tugevasti rähkse moreenkattega Harju ja Ida-Viru lavamaa paetasandikel, Saaremaal ning Lääne-Eesti rannikumadalikul esinevad leostunud mullad (Ko, Kor, Kog, Korg) koos rähkmuldadega. Mitmed leostunud mullaliigid on tekkinud veel ka karbonaatse moreenkattega voorestikel, kungastikel ja oositikel. Ko, Koe ja Kor muldade suure osakaalu eelduseks teiste muldade kooslustes on olnud ka karbonaatse kattega jääjõe veerise ja kruusarikas lähtematerjal Otepää, Haanja ja Karula kuhje- ning Sakala kulutuskõrgustikul. Tartu ja Viljandi ümbruse ja nende vahelisel alal leostunud muldade lähtekivimiks on olnud punakaspruun karbonaatne liivsavimoreen.

Huumusseisund, bioloogiline aktiivsus ja huumusprofiilid

Taimedele sobiva kasvukeskkonna loomiseks ja mulla elustikku talitlemas hoidmiseks vajab iga muld uue (värske) orgaanilise aine pidevat juurdetulekut. Leostunud metsamuldade keskmine aastavarise voog on piirides 8–10 tonni kuiva orgaanilist ainet ühe hektari kohta, millest maa-alune osa moodustab ca 25–35%. Teraviljade aastavarise kogus ei kompenseeri tavaliselt aasta jooksul ökoloogilisteks talitlusteks kulutatud orgaanilise aine koguseid ning see tuleks kompenseerida põldheinte või haljasväetiste kasvatamise või mujalt teisaldate (sõnnik, turvas) orgaanilise ainega (joonis 3). Mida suurem on põllukultuuri saagikus, seda suurem on üldreeglina ka aastavarise kogus.

Muldade huumusseisund sõltub mulla erimist ja maakasutusest. Leostunud muldade huumusvarust moodustab labiiline (värske) kiirema käibega huumus ehk eelhumus vaid mõne tonni (3–8 Mg ha⁻¹), kusjuures selle osakaal on suurem, ühelt poolt, gleistunud ja teisalt, metsamuldades. See osa huumusest varustab mulla elustikku energiaga ning taimestikku vabanevate mineraalainetega. Stabiilsest (vanast) huumusest on ca 1/3 lagunemise eest kaitstud füüsikaliste teguritega (keskmine poolestusaeg 50 aastat) ning tema täielikuks lagunemiseks kulub üle saja aasta. Suurem osa huumusest on kaitstud lagunemise eest tänu keemilisele ülesehitusele, kusjuures selle keskmine poolestusaeg on 1500–2000 aastat. See tähendab, et osa sellest huumusest on kujunenud 3000–4000 aasta tagusel ajal. Stabiilse huumuse roll on parandada mulla füüsikalise-keemilisi, füüsikalisi ja veomadusi.

Huumuse hulga ja kvaliteedi suhe on parim Ko ja Kor muldades, mille huumushorizont on rikas varise lagunemisel-humifitseerumisel moodustunud orgaanilis-mineraalsete komplekside poolest. Kuigi huumuse varud on suurimad gleistunud leostunud (Kog, Korg) muldades, on nende huumuse kvaliteet kehvem huumuse vähema täiuslikkuse tõttu. Kod muldades on

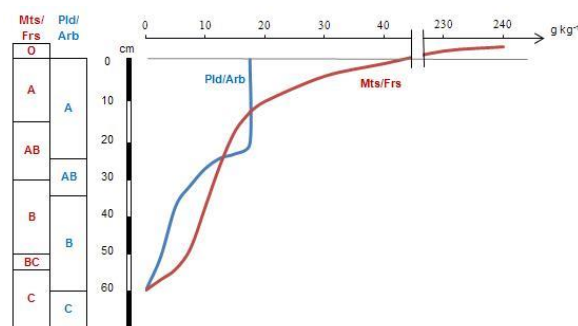
suur osa huumusest maetud ning seega eemaldatud tavakäibest. Leostunud liivsavimuldade orgaanilise aine keskmine aastakäive metsades on ca 7–8 Mg ha⁻¹, põldudel aga 5–6 Mg ha⁻¹. Sama mulla huumuse keskmine aastakäive põldude puhul on aga piirides 0,8–1,2 Mg ha⁻¹.

Mullaelustiku tähtis roll looduslike leostunud muldade orgaanilise aine käibes nähtub kõdu segunemisest mullaga ja vihmausside koprolitide rohkusest. Mullaelustiku tegevusest on leostunud muldades haaratud ka sömralise struktuuriga ülemineku(AB)- ja savistunud (Bw, Bwt) horisondid, kus on rohkesti taimejuuri, hea õhustatus, optimaalsed niiskustingimused ja soodne reaktsioon. Lähtekivimi karbonaatsuse tõttu on leostunud muldade metsavaris kaltsiumirikas ja mullas soodsad tingimused pehmehumusliku A-horisondi tekkeks. Metsade Ko muldadel moodustub värske metsamulla tüüpi huumusprofiil, mis koosneb õhukesest kihistumata poollagunenud lehe-, okka- ja oksavarise detriitse kõdu-(Od-) horisondist ning selle all asuvast huumusrikkast A-horisondist (EMDK, 2008). Tänu rohurinde varise suurele osakaalule ja varise segunemisele mullaga laguneb valdav osa uuest varisest juba esimese suve jooksul, mistõttu esineb suviti perioode, mil metsakõdu laiguti puudub ning uus kõdukiht moodustub alles sügisest lehevarisest. Gleistunud leostunud (Kog, Korg) muldade bioloogilist aktiivsust piiravad kevaditi ja sügiseti mullas valitsev anaeroobsus, mille tõttu on nende kõduhorisont veidi tusedam ja A-horisont veidi toorhumuslikum võrreldes parasniiskete leostunud (Ko, Kor) muldadega.

Põlluks haritud Ko ja Kog muldade neutraalses pehmehumuslikus A-horisondis on huumuse kontsentratsioon väiksem võrreldes metsamuldadega. Üldlämmastiku sisaldus on leostunud põllu- ja metsamuldade A-horisondis praktiliselt võrdne. Erinev on aga süsiniku ja lämmastiku suhtarv (C:N), mis on metsamuldades suurem kui põllumuldades.

Leostunud looduslike (metsa- ja püsirohuma-) ja kultuuristatud (põllu- ja kultuurrohuma-) muldade

erinevus väljendub peamiselt nende huumuskatte ülesehituse ja omaduste kaudu (joonis 4; tabel 1).



Joonis 4. Huumusesisalduse vertikaalse jaotumise kõver leostunud metsa- (Mts) ja põllumullas (Pld)

Figure 4. Vertical distribution curve of humus content in leached forest (Frs) and arable (Arb) soil

Kui looduslike muldade huumuskatte on kujunenud aastakümneid kestva ühetaolise varisevoo ja selle lagunemisel mullaelustiku toimel, siis kultuuristatud aladel kas igal aastal või üle mõne aasta segatakse huumuskatte maaharimise käigus kogu oma ulatuses läbi. Looduslike muldade huumuskatte on õhem, happelisem ja lämmastikuaesem võrreldes kultuuristatud muldadega. Erilist tähelepanu väärib looduslike muldade huumusesisalduse sujuv vähenemine sügavuse suunas. Taolisest huumusejaotumise kõverast lähtudes on muldade võrdleval analüüsil õigem kasutada huumuse kontsentratsiooninäitajate (g kg⁻¹) asemel selle varu näitajaid (Mg ha⁻¹).

Muldkaate koosneb huumuskattest (O+A+½AB horisont) ja alusmullast (½AB+B+½BC). Väiksema tusedusega (õhemad) on vähearenenud, põuakartlikud, raske lõimisega ja liigniisked leostunud mullad. Leostunud metsamuldade O- ja A-horisondi huumusvarud ulatuvad vastavalt piiridesse 7–15 ja 70–120 Mg ha⁻¹. Põlluks haritud leostunud muldade huumusvaru on veidike suurem või sama (90–130 Mg ha⁻¹). Alusmulla huumusvaru on aga mõlema maakasutuse korral praktiliselt sama (25–40 Mg ha⁻¹).

Tabel 1. Leostunud liivsavimulla omadused erineva maakasutuse korral¹⁾

Table 1. Properties of loamy leached soil in different land use conditions¹⁾

Näitaja Characteristic	Ühik Unit	Haritav maa / Arable land n=20		Metsamaa / Forest land n=12	
		Huumuskate Humus cover	1 m kiht 1 m layer	Huumuskate Humus cover	1 m kiht 1 m layer
Tüsedus/Thickness ²⁾	cm	27	100	17	100
N varu / N stocks	Mg ha ⁻¹	7,4	11,0	2,9	5,2
Huumusvaru / Humus stocks	Mg ha ⁻¹	109	165	81	134
C:N	suhe/ratio	8,5	8,7	15,9	14,8
Liikuv Al / Mobile Al	kg ha ⁻¹	13,9	16,8	4,1	4,1
Hüdrolüütiline happesus / Hydrolytical acidity	kmol ha ⁻¹	66	126	50	133
Neeldunud alused / Basic cations	kmol ha ⁻¹	735	2412	318	2799
Neelamismahutavus / Cation exchange capacity	kmol ha ⁻¹	801	2538	368	2932
Küllastusaste / Base saturation stage	%	92	95	86	96
Eripinna indeks / Index of specific area	10 ⁵ ha ha ⁻¹	267	643	116	572
Füüsikalise savi sisaldus / Content of physical clay ³⁾	%	27	27	28	33

1) Allikas/Source: Andmebaas / Database PEDON;

2) Muldkatte keskmine tüsedus haritaval maal – 53 cm ja metsamaal 46 cm / Average thickness of soil cover on arable land 53 cm and on forest land 46 cm;

3) Kaalutud keskmine % mullapeenese suhtes / Average weighted by soil mass percentage in fine earth fraction.

Märkus: Haritavate maade Ko/lis mulla keskmine boniteet on 58 hindepunkti / Average quality of arable loamy leached soil is 58 points

Mullaerimid. Füüsilised ja veomadused

Leostunud muldade seas on valdavateks erimiteks keskmise löimisega (ls, sl/ls) mullad. Hinnanguliselt on leostunud mullaerimite (löimiste) vähenev rida järgmine: ls(71%) > sl(17%) > liiv(9%) > savi(3%). Veidi üle poole parimate taimekasvatustlike omadustega leostunud muldade erimistest (ls, sl/ls) on kasutusele võetud haritava maana. Kerge ja raske löimisega leostunud mullaerimite haritava maana kasutamine on aga tunduvalt väiksem. Kui haritava maa mullalöimiste vähenev rida (ls(72%) > sl(18%) > liiv(8%) > savi(2%)) on praktiliselt sarnane eelpooltoodud reaga, siis metsamuldade puhul on see tunduvalt erinev: ls(56%) > sl(24%) > liiv(14%) > savi(6%).

Kollakashallil karbonaatsel moreenil kujunenud leostunud liivsavimuldade (Ko//ls, Kog//ls, Kor//ls) peense füüsilise savi sisaldus A- ja C horisontides on valdavalt piirides 23–29% ehk tegemist on kerge liivsaviga (Kokk, 1978). Leostunud liivsavimuldade B-horisont on tavaliselt 3–7% võrra savirikkam A-horisondist. Kollakashallil karbonaatsel saviliivmoreenil kujunenud Ko//sl muldade füüsilise savi sisaldus A-horisondis on aga valdavalt 13–19% piires.

Olulist mõju mulla omadustele avaldab ka kruusa (\varnothing 1–10 mm) sisaldus mullas. Kollakashallil moreenil kujunenud tüüpiliste leostunud muldade B- ja C-horisontide keskmine peeneteralise kruusa (\varnothing 1–3 mm) sisaldus on piirides 13–17%, A-horisondis on see aga väiksem (8–10%) (EPP, 1983).

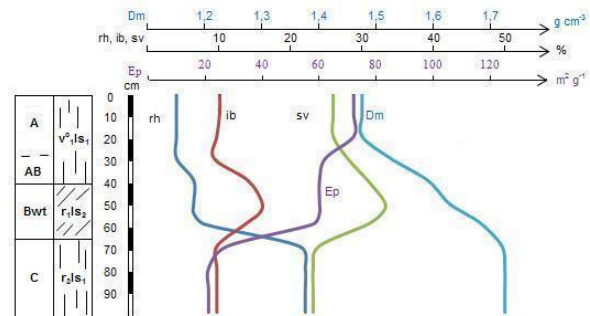
Ko ja Kog koresesisaldus (rähk, veeris) pealismullas on alla 10% ehk nad on nõrgalt koreselised või koresevabad. Haritaval maal võib leostunud mulla künnikiht sisaldada ka mullaharimise käigus kõrvalt peale kantud rähka, mida esineb sagedamini põldudel, kus leostunud mullad vahelduvad rähkmuldadega. Nõrgalt raudkiviveeriseline (v°_1) pealismuld on aga iseloomulik enamusele kulutatud moreentasandike leostunud muldadele. Tüüpiliste leostunud muldade ja nende variantide alusmuld on keskmiselt kuni tugevasti rähkne (r_2 – r_3) või veeriseline (v_2 – v_3). Ligikaudu $\frac{3}{4}$ leostunud põllumuldade pealismulla koresesisaldus on <10% ja alusmulla oma 10–20%.

Leostunud muldade enamesinevate erimite löimised on:

Ko, Kog, Koe	v°_1 ls ₁ /r ₂ ls ₂ /r ₂ ls ₁ ; ls/r ₂₋₃ ls; r ₁ ls/r ₃ ls; r ₁ sl/r ₂ ls; ls/r ₂ ls ₂ /p (v.a Koe)
Kor, Korg	r ₁₋₂ ls/r ₄₋₅ ls; v ₂ sl/v ₄ ls
Kop	liiv; liiv/kr; v ₁ sl/kr; sl/v ₄₋₅ liiv, kr
Kod	liiv, sl/r ₂₋₃ ls

Koreserikaste leostunud (Kor, Korg) muldade pealismulla koreselisus on tavaliselt piirides 5–20% (r_1 – r_2), kusjuures mullapeeneses vabu karbonaate (keemist) ei esine. Nende muldade BC või C horisondid on aga väga tugevasti (r_{4-5} , v_{4-5}) koreselised või on tegemist lausaldase rähga või veerisega. Leostunud koreserikkad põllumullad moodustavad vaid väikese osa (<4%) leostunud põllumuldadest. Valdava osa (ca 2/3) leostunud põllumuldade künnikihist sisaldab 5–20 m³ ha⁻¹ suuri (\varnothing 20–100 cm) kive. Ligikaudu 1/4 põllumuldadest jääb suurkivisus 2–5 ja 1/10 20–50 m³ ha⁻¹ piiridesse.

Olulisemad füüsilised omadused on esitatud domineeriva leostunud mulla erimi (Ko//ls) kohta joonisel 5.



Joonis 5. Leostunud liivsavimulla füüsilised omadused põllumaal. Näitajad: rh – rähk, ib – ibe, sv – savi, Ep – eripind, Dm – lasuvustihedus

Figure 5. Physical properties of leached loamy arable soil. Characteristics: rh – pebble, ib – particles with diameter <0.001 mm, sv – particles with diameter <0.01 mm, Ep – specific area, Dm – bulk density

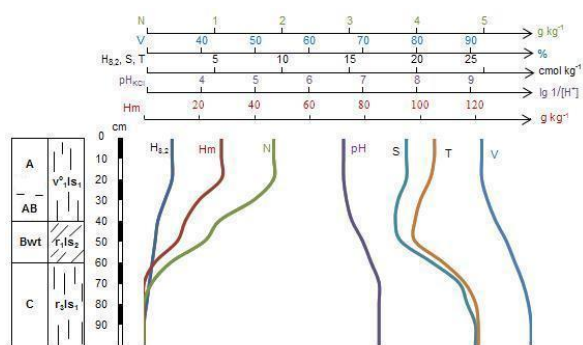
Tabelis 1 esitatud Ko//ls huumus- ja muldkatte varude arvutamisel oli aluseks mulla tusedus, lasuvustihedus, peense ja korese vahekord ning vastava näitaja sisaldus (kontsentratsioon). Sõltuvalt mullaerimist ja maakasutusest on paljude omaduste arvnäitajates täheldatavad selgelt väljendunud seaduspärased. Näiteks kui Ko//ls huumushorisondi tasakaaluline lasuvustihedus on põllumuldades ca 1,4–1,5 Mg m⁻³, siis tunduvalt kobedamad on metsamullad (1,1–1,2 Mg m⁻³); Kog//ls põllumulla huumushorisondi tasakaalustunud lasuvustihedus on ca 1,4, kuid metsamuldades on see 1,0 Mg m⁻³.

Looduslike Ko muldade huumushorisondile on iseloomulik selgelt välja kujunenud tompjas-teraline struktuur. Põldudel võib see olla vähemal või suuremal määral lõhutud. Hea struktuursuse, B-horisondi poorsuse ja alusmulla koreselisuse tõttu on leostunud mullad hea loodusliku dreanaži ja veeläbilaskvusega. Tingituna heade (tasakaalustunud) omadustega löimisest (ls₁, ls₂) ja vähesest koresesisaldusest on leostunud mullad suure väliveemahutavusega ja suudavad seega vegetatsiooniperioodi vältel taimkatet normaalselt veega varustada. Ko muldade profiili ei kogune ülavett. Kog muldade ajutine liigniiskus on enamasti põhjustatud kõrgest põhjaveetasemest, mitte aga kogunevast pinnaveest. Kõrgematel aladel paiknevate leostunud muldade põuakartlikkus (Kop) võib olla tingitud nii suurest koresesisaldusest (r_2 /r₄₋₅, v_2 /v₄₋₅), kui ka kergest löimisest (liiv, liiv/kr).

Ko//ls muldade aktiivveemahutavus 75 cm kihi kohta on ca 160 mm (üle keskmise) ja Ko//sl korral aga ca 140 mm (keskmise). Pael kujunenud Ko muldade aktiivveemahutavus on tunduvalt väiksem ja sõltub pae lasumissügavusest. Kog muldade aktiivveemahutavus on vahemikus 140–160 mm.

Keemilised omadused

Agrokeemilised omadused mullaerimi Ko//ls kohta on esitatud joonisel 6 ja tabelis 1.



Joonis 6. Leostunud liivsavimulla keemilised omadused põllumaal. Näitajad: Hm – huumuse sisaldus, N – üldlämmastiku sisaldus, pH – happesus (pH_{KCl}), $H_{b,2}$ – hüdrolüütiline happesus, S – neeldunud alused, T – neelamismahutavus ja V – küllastusaste

Figure 6. Chemical properties of leached loamy arable soil. Characteristics: Hm – humus content, N – total nitrogen content, pH – acidity (pH_{KCl}), $H_{b,2}$ – hydrolytical acidity, S – basic cations, T – cation exchange capacity and V – stage of base saturation

Ko põllumullad on reaktsioonilt (pH_{KCl} 6,5–7) taimekasvatuseks sobivaimad mullad. Looduslike Ko muldade huumushorisoni keskmine pH_{KCl} on 0,5–0,7 ühiku võrra madalam. Alumistes horisontides pH järjest tõuseb, olles lähtekivimis >7 . Ka teised happesuse näitajad (asendus- ja hüdrolüütiline happesus, liikuva alumiiniumi sisaldus), mis on küll pisut suuremad metsamuldades, ei ole probleemiks kõigi leostunud mullaliikide puhul. Leostunud muldade neelamismahutavus on kõrge ning enamiku sellest moodustavad neeldunud alused. Leostunud põllumuldade küllastusaste on kõrge (90–95%), looduslikel aladel aga veidi üle keskmise (80–90%). Üldlämmastiku sisaldus Ko muldades on keskmiselt 1,5–2,0 ja süsinikusisaldus vahemikus 14–18 g kg⁻¹ kohta. Taimedele omastatava kaaliumi poolest on rikkamad raskema lõimisega, liikuva fosfori poolest aga klindi piirkonnas asuvad leostunud mullad. Mikroelementide puudust leostunud muldadel ei esine, kuigi mulla leostumistasme suurenedes boori- ja mangaanisaldus väheneb.

Talitlemise iseärasused ja keskkonnakaitseomadused

Parasniiskete leostunud (Ko, Kor, Koe) ja kuivendatud Kog muldade niiskusežiim on nii vegetatsiooniperioodi jooksul kui ka aastati stabiilne. Nad ei karda pikaajalisi sademeid ega lühemaid põuaperioode. Kuivendamata Kog mullad on lühiajaliselt, umbes ühe nädala jooksul kevaditi ja sügiseti liigniisked kas pealevalguvast pinnaveest või muldkattesse ulatuvast põhjaveele toetuva kapillaarvõõtmee veest. Vaid sellel perioodil on nende looduslik drenaaž teatud määral takistatud. Ebastabiilsem on niiskusežiim kergete lõimisega (kruusad, liivad, saviliivad liivadel) leostunud mulla erimitel.

Ko mullas on hea loodusliku drenaaži tõttu enamasti ülekaalus oksüdeerumistingimused. Tänu heale õhustatusele soojenevad nad kevaditi normaalselt ja nende harimisküpsuse saamisel viivitusi ei ole. Tihenemata

vett ja õhku hästi läbilaskev B-horison annab mullale head taimekasvatustlikud omadused. Kuivendamata Kog muldade niiskusežiim on igati soodne puistute ja kultuurrohumaade produktiivsusele. Mullatiheste tekkimise hoiab ära B-horisoni kobestumine talvise läbikülmutamisega.

Leostunud muldade, eriti selle kõrgelt hinnatud erimite (Ko//ls, Ko//sl/l), suur osakaal muldkattes tagab ka paikkonna parema keskkonnaseisundi. Leostunud muldade keskkonda parandav toime (keskkonnakaitseväärus) väljendub (Kõlli jt, 2004):

1) mulla võimes varustada kõrge produktiivsusega taimikuid kasvaks vajalike tingimustega, tagades intensiivse ja mahuka aineriinge, suure aastavarise hulga ning varise intensiivse muundumise mullas; kvantitatiivselt väljendub see mulla ja metsa boniteedis;

2) võimes talitleda vett puhastava membraanina ning omastatavate toiteelementide ja vee mahutina, mis sõltub mullaplasma iseloomust ja hulgast; mullaplasma dünaamilisem osa, huumus, pärineb ökosüsteemi elusast osast, savi aga mulla mineraalsest osast; huumuse ja savi koosmõju väljendub komplekselt mulla eripinna indeksi ja neelamismahutavuse kaudu;

3) mulla vee-, õhu-, soojust ja hapendus-taandus-tingimuste koosmõju kaudu; soodne mullakliima mõjutab elustiku koostist, keemilisi oksüdatsiooniprotsesse ja mullas olevate toksiliste ainete kahjutustumist; parimad tingimused selleks on perioodil, kui mulla temperatuur on $>5^{\circ}C$ ning vee- ja õhurežiim on tasakaalustunud seisus;

4) muldkatte aluse pinnakatte tüseduse ja koostise kaudu, mis talitleb kui lisakomponent mulla passiivse kaitsevõime (vt punkt 2) tagamisel ja on lähtematerjaliks muldkatte edaspidisele arenemisele;

Mullavälistest mõjuritest on muldkatte väga tihedas seoses taimkattega. Koostalitlemises mullaomadustele vastava taimkattega muldkatte keskkonnakaitseväärus suureneb. Varisest moodustunud kattekiht (metsa- või rohumaakõdu) hoiab mulla kobeda, väldib veevaru mitteproduktiivse aurumise ja toidab mulla elustikku. Mullaväliseks teguriks on ka lokaalsed meteoroloogilised tingimused, millised väärinduvad erinevates muldades erinevalt.

Viljakus (produktiivsus) ja kasutamine

Looduslikel Ko ja Kor muldadel kasvavad kõrge tootlikkusega salu- ja sūrjametsad, milles domineerivate sinilille kuusikute kõrval esineb ka männikuid ja kaasikuid. Looduslikku seisut jäänud Kog ja Korg muldadel kasvavad peamiselt naadi kaasikud ja kuuselehtpuu segametsad. Leostunud muldadel kasvavate metsade alusmets on liigirikas ja küllaltki tihe. Ka rohurinne on liigirikas ja hea produktiivsusega. Samblarinne on aga hõre, kuigi liigirikas. Iseloomulik on puhmarinde puudumine. Leostunud metsamuldade fütoproduktiivsus on enamasti 11–13 tonni kuiva massi hektari kohta aastas, mille järgi neid võib pidada kõrge produktiivsusega muldadeks. Vastavalt sellele on ka neil kasvavate puistute boniteet kõrge – Ia–II.

Ko (Kor) muldade looduslikest rohumaakooslustest on suurema osakaaluga angerpisti-lubika, lubika-

mägitarna ja mägistiku-madala mustjuure kooslused ning Kog (Korg) muldadel madala mustjuure-hariliku härgheina, kahkja tarna-madala mustjuure ja tulika-luht-kastevarre kooslused (Krall jt, 1980). Looduslikud leostunud muldadega rohumaad on keskmise sööda-väärtusega ja sobivad nii karjatamiseks oma tallamis-kindluse tõttu, kui ka niitmiseks. Nende keskmine saagikus on 1,4–2,0 tonni kuiva heina hektari kohta.

Valdava osa (ca $\frac{3}{4}$) haritavate leostunud muldade boniteet on piirides 45–60 hindepunkti. Üle 5% muldadest ületab see 60 hindepunkti piiri. Samas on Kor ja kergema lõimisega Ko muldade boniteet (kokku ca 16%) vahemikus 35–45 hindepunkti ja vaid <4% leostunud muldadest on see alla 35. Võrdluseks olgu öeldud, et Eesti haritavate maade keskmine hindepunkt on 43.

Hea viljakuse tõttu on tasaste alade Ko mullad enamasti kasutusel põllumaana, Kog mullad aga kultuurrohumaana või kuivendatud põllumaana. Ko ja kuivendatud Kog mullad sobivad valdava osa kultuuride intensiivseks kasvatamiseks. 10-pallilise hindekaala järgi on Ko//ls kasutussobivuseks odrale, nisule ja kaerale 10 ning rukkile, kartulile, linale ja põldheinale 9. Kultuuride saagikus sõltub põhiliselt väetamisest ja agrotehnikast ning sademete hulgast ja jaotusest vegetatsiooniperioodil. Kuivendamata Kog mullad ei sobi hästi teraviljade ja rühvelkultuuride kasvatamiseks, sest nende ajutine liigniiskus takistab õigeaegset mullaharimist ja saagi koristamist.

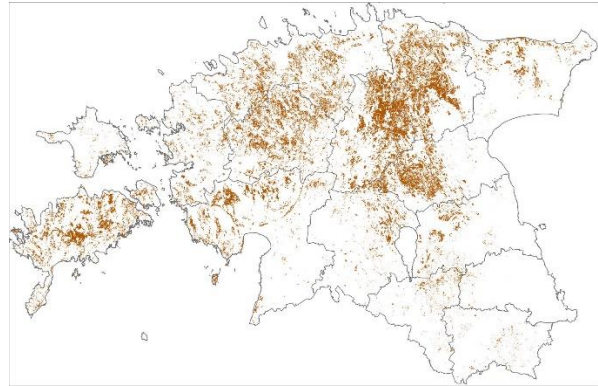
Tänu vastupidavale struktuursusele on leostunud mullad harimiskindlad. Tasastel või nõrgalt kallakulistel aladel on leostunud mullad normaalselt haritavad ja universaalse kasutussobivusega. Vaid leostunud liiv- ja savimuldi, mida esineb piiratud, peetakse keskmiselt haritavateks muldadeks. Kor muldade sügava harimise korral satub pinnale rohkesti kive ja rähka ning sellise põllu edasine kasutamine muutub keeruliseks. Kor ja Korg suur peenivisus halvendab oluliselt ka mulla viljakust.

Leostunud muldade potentsiaalse viljakuse säilitamiseks ja huumusesisalduse hoidmiseks optimaalsel tasemel kasutatakse heintaimedega külvikordasid. Kahjuks peame tõdema, et leostunud muldade kõrget potentsiaali viljakuse osas ei ole senini suudetud täielikult ära kasutada. Targa ja teadliku majandamise korral võiksime nendelt muldadelt saada vähemalt kolmandiku võrra kõrgemaid saake.

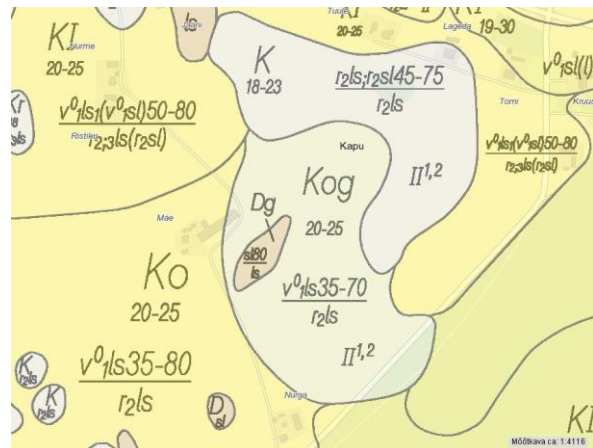
Liikide ja -koosluste levik maakondades

Leostunud muldade pindala moodustab 7,7% ehk veidi üle 3250 km² Eestimaa muldkattest (joonis 7). Andmed leostunud muldade levikust mistahes Eestimaa paigas on olemas suuremõtkavalisel (1:10000) mullastikukaardil (joonis 8; Maa-ameti geoportaal, 2014). Maakondadest on leostunud mullad kõige suurema osakaaluga Lääne-Virumaa ja Järvamaa muldkattes (vastavalt 56 ja 36%). Tuntavalt palju on neid muldi ka Harju, Rapla, Jõgeva, Saare ja Pärnu maakondade muldkattes (22–29%), kuid tagasihoidlikult (7–10%) Ida-Viru, Lääne, Tartu ja Viljandi maa

kondades (Kokk, Rooma, 1974). Leostunud mullad praktiliselt puuduvad (1–4%) Võru, Valga, Hiiumaa ja Põlva maakondades. Suurim osakaal haritavast maast (40–70%) on leostunud muldadel Koonga, Rakke, Endla, Eikla, Järva-Jaani ja Pärnu-Jaagupi agromullastikulistes mikrorajoonides.



Joonis 7. Leostunud muldade leviku Eesti skemaatiline kaart
Figure 7. Schematic map of leached soils' distribution in Estonia



Joonis 8. Väljavõte leostunud mulla kontuuridega suuremõtkavalisest (1:10000) mullastiku kaardist (Maa-ameti geoportaal, 2014)

Figure 8. Excerpt with leached soils' contours from the large scale (1:10000) soil map

Liustikutekkeliste maastike kõrgematel osadel esinevad leostunud mullad koos joonisel 1 näidatud piirnevate parasniiskete ja gleistunud muldadega. Põhja- ja Loode-Eestis kaasnevad neile rähkmullad, Kesk-Eestis ja sellest lõunapool – leetjad mullad. Lainja reljeefi madalamatel märgadel osadel kaasnevad neile aga lubjarikkad glei- ja hästilagunenud madalloomullad.

On loogiline, et leostunud muldade perekonnas kaasneb domineerivatele liikidele (Ko, Kog) suurem hulk ligilähedaselt sarnaste, kuid siiski äratuntavalt erinevate omadustega mullaliike ja -erimeid. Taoliselt väljendubki piirkondlik mullastikuline mitmekesisus. Leostunud muldade hulgas on kõige kõrgemalt hinnatud erimiks (nn vapimullaks) leostunud liivsavimuld.

Leostunud liivsavimulla (Ko/Is) lühike arengu- lugu on järgmine (Reintam, 1995):

- Tekkis tundra-gleimullast ca 10 000 a tagasi;
- Emakivimiks on valdavalt keskmiselt kuni tugevasti rähkne karbonaatne liivsavimoreen;
- Aeglase algarengu (beebi) periood kestis preboreaalses ja boreaalses kliimas ca 2500 a;
- Kiire arenguperiood algas ca 7500 a tagasi sooja ja niiske atlantilise kliima tingimustes, tänu kõrgproduktiivsete laialeheliste metsade poolt toodetud varisele;
- Valdavateks mullatekkeprotsessideks on kamardumine, leostumine, bioloogiline murenemine, savistumine;
- Inimmõju etapid: alates 3300. a eKr. kohatine aleviljelus, alates pronksi ajast (2500 a eKr) maa-viljeluse areng püsipõldude rajamisega, huumuskatet muutva sügava künni periood 1950–1990; alates eelmise sajandi lõpust tavaviljeluse valdavus;
- Leostunud liivsavimulla pindala on hinnanguliselt 1150 km², millest valdav osa (70%) on kasutusel haritava maana;
- Valitsevaks levikualaks on Pandivere kõrgustik, Paide ja Põltsamaa tasandikud;
- Peetakse Eesti parimaks põllumullaks ja on valitud Eesti 2014. aasta mullaks.

Leostunud muldade iseloomustus World Reference Base for Soil Resources (WRB) järgi.

WRB süsteemi järgi kuuluvad leostunud mullad Cambisols'ide (CM) hulka (IUSS..., 2007). Seda näitab suhteliselt väheste muutustega Bw-(cambic, argic)horisont. Olulisteks tunnusteks on veel ka pehmehumuslik (mollic) huumuskate, alusmulla karbonaatsus (calcaric) ja selgete eluviaalsuse tunnuste puudumine. CM on üheks WRB referentsmullaks (kokku on neid 32). CM hulka kuuluvad ka joonisel 1 näidatud rähkmullad. CM-dega piirnevateks vähem arenenud muldadeks on Regosols ja Lithosols ning enamarenenud muldadeks Luvisols.

Leostunud muldade nimetused WRB järgi on (Eesti kood ja WRB nimetus):

- Ko Haplic Cambisol (calcaric, endoleptic)
- Kog Endogleyic Cambisol (calcaric)
- Kor Haplic Cambisol (endoskeletal, calcaric)
- Korg Endogleyic Cambisol (endoskeletal, calcaric)
- Kop Haplic Cambisol (aridic, arenic, calcaric)
- Koe Haplic Cambisol (aric, calcaric)
- Kod Haplic Cambisol (colluvic, humic, endocalcaric)

Märkus: Referentsmulda (Cambisol) määravateks kvalifikaatoriteks on: cambic, argic, mollic, calcaric; võimalikeks lisakvalifikaatoriteks aga: anthric, drainic, novic, eutric, clayic (IUSS..., 2007).

Tänuavaldused

Artikli autorid avaldavad tänu Põllumajandusuringute Keskuse Mullaseire büroo juhatajale Priit Penule leostunud muldade levikukaardi ja liikide leviku andmete eest.

Kasutatud kirjandus

- Astover, A., Reintam, E., Leedu, E., Kõlli, R. 2013. Muldade väliuurimine. Eesti Maaülikool, Tartu, 70 lk.
- Eesti Põllumajandusprojekt (EPP), 1983. Haritavad mullad. Metsamullad. – Eesti NSV mullastik arvudes, III. ENSV PM, IJV, Tallinn, lk 3–92.
- EMDK, Eesti muldade digitaalne kogu, 2008. Eesti Maaülikool (võrguteavik). <http://mullad.emu.ee/>
- FAO 2006. Guidelines for soil description. 4th Ed. Rome, 97 pp.
- IUSS Working Group WRB. 2007. World Reference Base for Soil Resources 2006, first update 2007. – World Soil Resources Reports, 103. FAO, Rome, 116 pp.
- Kokk, R. 1978. Eesti NSV muldade lähtekivimite mehaaniline koostis. – Eesti NSV mullastik arvudes, II. ENSV PM, IJV, Tallinn, lk 67–76.
- Kokk, R., Rooma, I. 1974. Mullaliikide levik. Agromullastikuline rajoneerimine. Kõlvikute mullastiku iseloomustus. – Eesti NSV mullastik arvudes I. ENSV PM, TTIV, Tallinn, lk 3–92.
- Krall, H., Pork, K., Aug, H., Püss, Ö., Rooma, I., Teras, T. 1980. Eesti NSV looduslike rohumaade tüübid ja tähtsamad taimekooslused. – Eesti PM, ZBI ja EPP, Tallinn, 88 lk.
- Kõlli, R., Ellermae, O., Soosaar, K. 2004. Soil cover as a factor influencing the status of the environment. – Polish J. Soil Science, Vol. XXXVII/I, p. 65–75.
- Maa-amet, 2001. Vabariigi digitaalse suuremõõtkavalise mullastiku kaardi seletuskiri. http://geoportaal.maaamet.ee/docs/muld/mullakaardi_seletuskiri.pdf
- Maa-ameti Geoportaal, 2014. Mullakaart. <http://geoportaal.maaamet.ee/est/Kaardiserver-p2.html>
- Reintam, L. 1995. Muldade kujunemine. – Eesti. Loodus. (toim A. Raukas) Valgus, Tallinn, lk 419–430.

"Year 2014 soil" – the leached soil

Raimo Kõlli, Indrek Tamm
Estonian University of Life Sciences,
F.R. Kreutzwaldi 1a, 51014 Tartu

Summary

On IVth Soil Day of Estonia at December 5, 2013 by Estonian Soil Science Society for the year 2014 soil the leached soil was elected. In overview the classification, morphology and soil forming pedo-ecological conditions of leached soils are analysed. The humus status and different properties (chemical, physical, hydro-physical) are treated on detail level of Estonian Soil Classification, for which are soil species (identified by soil genesis) and soil varieties (divided on the basis of soil texture). Besides that the leached soils' productivity, environment protection ability and

usage in agriculture and forestry are treated in dependence upon these soils functioning and properties. The area of leached soils forms 7.7% or a little bit more than 3250 km² from whole Estonian soil cover. The distribution of leached soils in Estonia is analysed by Counties, agro-districts and ecological

conditions. After WRB the Estonian leached soil species embrace mainly Haplic & Endogleyic Cambisols (calcaric, endoskeletal). As conclusion the development history of the best Estonian leached soil variety (leached loamy soil) is given.