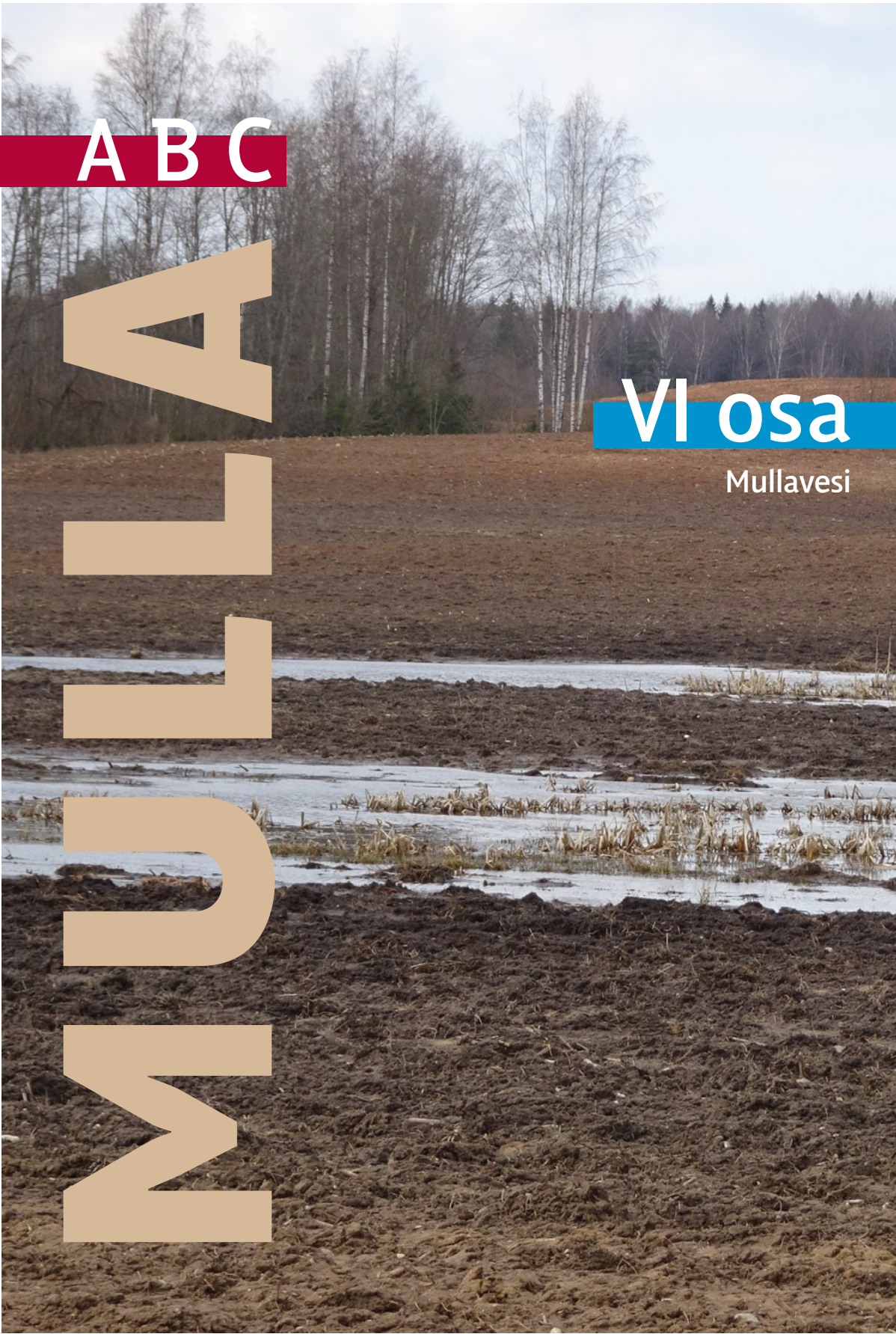


A B C

MULLA

VI osa

Mullavesi





Mullavesi on mullas erinevates vormides esinev vesi. Maailma kogu mageveevarust moodustab see vaid 0,05%, ent on asendamatu tähtsusega maismaal elu toimimiseks.

Sademetevaesel suvel on allakülviga kaer kuivendatud madalsoomullal veepuuduses.

Vee tähtsus mullas

Mullas on vesi peamine tegur kivimite ja mineraalide murenemisel, millest sõltub nii mullatekkeprotsess kui ka aineringed. Kõikide organismide eluprotsessid on seotud veega. Ühe tonni kuivaine juurdekasvuks kulub taimedel 300–1000 tonni vett.

Mullas võib vesi olla vedelas (vesi), gaasilises (veeaur) ja tahkes olekus (jää). Peamine mullavee allikas on sademed, kuid vett lisandub mulda ka juurdevoolava pinna- ja põhjaveega ning kapillaarjõudude toimel põhjaveest. Kapillaarjõud toimivad tahkete ja vee osakeste vahel, mille tulemusena saab vesi liikuda mööda kitsaid mulla poore ka ülespoole.

Veepuuduse korral ei saa taimed mullast toitaineid omastada, sest takistatud on vee liikumine süsteemis **MULD-TAIM-ATMOSFÄÄR**, mistõttu pidurdub ka fotosüntees. Teatud kriitilisest tasemest väiksema veesisalduse korral taimed hukuvad. Kuid ka liigne vesi mullas on kahjulik, sest nii väheneb mulla õhustatus. Hapnikupuudus mõjutab aga oluliselt elusorganismide talitlust ja mullas kulgevaid protsesse. Liigne vesi, mida muld ei suuda endas kinni hoida, nõrgub sügavamatesse mullakihtidesse, viies kaasa veeslahustuvaid soolasid, mistõttu muld vaesub toitainetest.

Mullavee jaotus

Mullas eristatakse keemiliselt ja füüsiliselt seotud vett, veeauru ja vaba vett. Jaotuse aluseks on vee liikuvus, omastatavus taimede poolt ja tähtsus organismide elutegevuses.

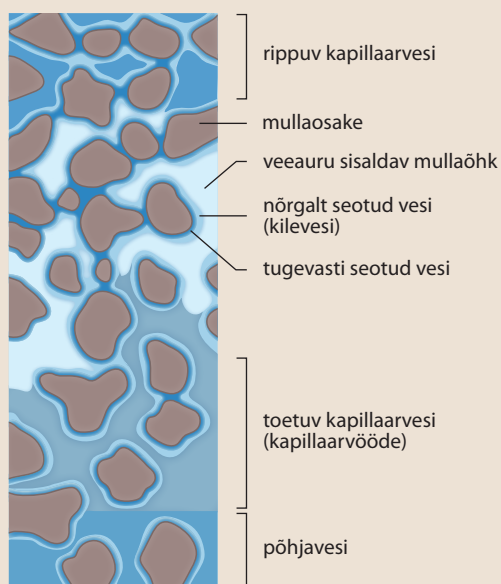
- **Keemiliselt seotud vett** on mullas väga vähe ning see esineb peamiselt savimineraalide koostises ning ei ole taimede poolt kasutatav.
- **Veeauru** on ligikaudu 0,001% mulla massist ja see on taimede poolt kasutatav alles pärast kondenseerumist.
- **Füüsiliselt seotud vesi** moodustab mullas suurema osa taimedele omastamatust veest. Seda hoitakse taime jaoks liiga suurte jõududega mullaosakeste poolt kinni. 40%-lise relatiivse õhuniiskuse juures ehk tavapärase (toa)õhuniiskuse juures seob ahjus täielikult ära kuivatatud muld vett jõuga umbes 100 MPa. Seega, muld ei ole kunagi täielikult kuiv ja mida suurem on õhuniiskus, seda rohkem nõrgemalt kinni hoitavat vett õhukuivas mullas leidub. 94%-lise õhuniiskuse juures on vesi seotud ainult ligikaudu 10 MPa jõuga, kuid ka see on taimedele kättesaamatu. Taimejuurte vee imemisjõud on tavaliselt 1,5–1,6 MPa.

Seda mulla veesisaldust, mille juures taimed vett enam ei omasta ja närbuvad nimetatakse taimede **närbumisniiskuseks** ning mineraalmuldades on see võrdne ligikaudu pooleteistkordse veesisaldusega, mida muld seob 94%-lise õhuniiskuse juures.

Kui õhuaurust küllastunud mullale veel vett lisandub, siis moodustub mullaosakeste pinnale **kilevesi**, mille kogus ja kättesaadavus sõltuvad lõimisest. Selle vee osakaal tervikuna on siiski väike ja ainult osa sellest on taimede poolt raskesti omastav.

Mullavee liigid, vee liikuvus ja omastatavus taimede poolt.

Veeliik	Seotuse aste ja liikuvus	Omastatavus taimede poolt
Keemiliselt seotud vesi	Kuulub aine kristallvõre või molekuli koostisse	Omastamatu
Veeaur	Vabalt liikuv aktiivselt ja passiivselt	Omastatav pärast auru kondenseerumist
Füüsiliselt seotud vesi	Hoitakse kinni molekulaarjõudude poolt	
1. Hügrokoopsusvesi	Tugevasti seotud, liigub auruna	Omastamatu
2. Kilevesi	Nõrgalt seotud, liigub kileveena	Osaliselt raskesti omastatav
Vaba vesi		
1. Kapillaarvesi:	Hoitakse kinni kapillaarjõudude poolt	
1) pendulaarvesi	Liikumatu	Raskesti omastatav
2) sorptsiooniliselt suletud vesi	Liikumatu	Raskesti omastatav
3) rippuv kapillaarvesi	Raskesti liikuv	Keskmiselt omastatav
4) toetuv kapillaarvesi	Kergesti liikuv	Kergesti omastatav
2. Gravitatsioonivesi:	Kergesti liikuv	Kergesti omastatav
1) nõrguv		
2) toetuv (põhja- ja ülavesi)		



Veeliigid mulla- profiilis.

- **Vaba vesi** on taimedele omastatav ning täidab mullaosakeste vahel olevaid tühimikke ehk poore.

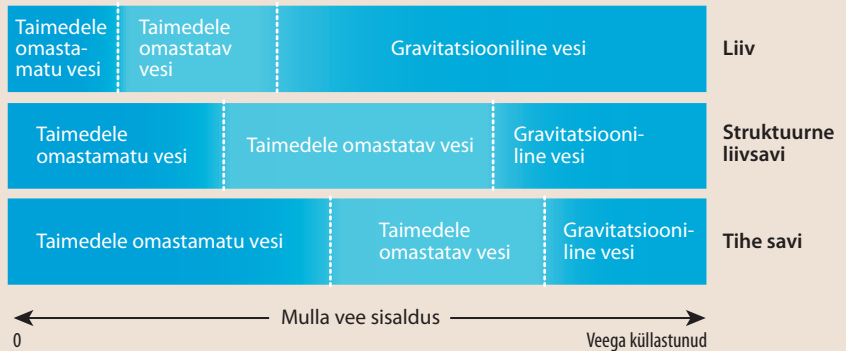
Kui mullas on kõik poorid vett täis, siis selle suurim kogus vett vastab **maksimaalsele veemahutavusele**. Selline olukord saab tekkida pärast suuri sademeid või kui muld on üle ujutatud. Pärast saju lõppu ja/või vee alane mist liigub osa veest raskusjõu toimele minema ning seda osa veest nimetatakse **gravitatsiooniveeks**. Alles jääb peenemates poorides paiknev vesi ehk **kapillaarvesi**. Kuna poorid võivad olla väga kitsad ja katkendlikud, siis osa kapillaarveest on taimedele raskesti omastatav. Suurem osa kapillaarveest on taimedele keskmiselt ja kergesti omastatav. **Toetuv kapillaarvesi** esineb muldades, kus põhjavee tase on pinnale lähemal. **Rippuvat kapillaarvett** hoitakse kinni mulla ülemiste kihtide poorides.

Vee hulka, mida muld suudab kinni hoida pärast gravitatsioonivee ära liikumist nimetatakse **väliveemahutavuseks** (ingl *field capacity*). Väliveemahutavus on keskmiselt 60–70% maksimaalsest veemahutavusest ning sellele vastav niiskusesisaldus on tavaliselt elustikule ja taimekasvule optimaalne.

Sõltuvalt vee juurdetulekust, äravoolust, aurumisest, põhjavee seisust ja muudest teguritest on mullavee liikide omavahelised osakaalud nii ajas kui ruumis pidevas muutumises. Taimekasvu ja mullaharimise seisukohast on oluline teada, kui palju vett mullas on, kui kiiresti vesi mullas liigub, kui palju on muld võimeline kinni hoidma ja kui suur on taimedele omastatava vee osa.

Lõimisest koos tihedusega sõltub vee mulda tungimise kiirus, vee liikumiskiirus mullas ning veehoiuvõime. Liivad on suurema vee läbilaskevõime ja imendumiskiirusega kui savid, kuid samas nad on väikese veehoiuvõimega. Samas, struktuursed liivsavid võivad olla nende näitajate osas paremad ka liivadest. Veemahutavus ja taimedele omastava vee osa on suuremad struktuursetes muldades kui struktuuritutes. Savirikkad mullad hoiavad vett paremini kinni, kuid suur osa sellest veest on taimedele omastamatu. Koresesisalduse suurenedes (r_1, r_2, r_3, r_4, r) väheneb mulla veevaru ligikaudu 10% koresesastme kohta.

Vee kättesaadavus sõltuvalt lõimisest ja struktuurist.

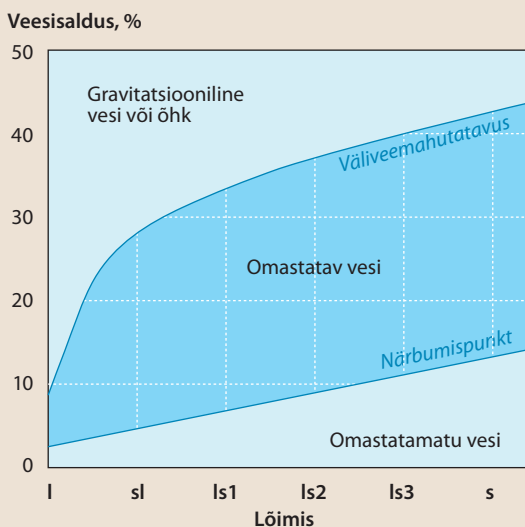


Suurema lasuvustiheduse puhul on vee mulda tungimise kiirus ning ka veemahutavus väiksem. Samas, mida suurem on lasuvustihedus, seda rohkem on ka peenikesi poore ning suureneb taimedele omastamatu vee hulk. Väga väikese lasuvustiheduse puhul on küll veemahutavus suur, kuid suurte pooride tõttu on veehoiuvõime väike.

Mulla võimekust taimedele kättesaadavat vett kinni hoida väljendatakse omastatava vee diapasooni ehk **aktiivveemahutavusega** (ingl *available water capacity*). See on suurim taimede poolt omastatava vee hulk, mida muld suudab kinni hoida pärast lume sulamist või suuri sademeid. Põuakartlikes ja parasniisketes muldades on see väliveemahutavuse ja närbumisniiskuse vahe. Liigniisketes muldades arvestatakse lisaks tõusva kapillaarvee osa.

Mulla veevaru muutuste ja kastmisvee koguste üle arve pidamiseks arvestatakse mulla veesisaldus kindla mullakihi kohta ja väljendatakse millimeetrites. Näiteks, ühemeetrise mullaprofiili omastatava vee diapasooni moodustab põuakartlikes muldades 120–160 mm ja parasniisketes muldades 190–220 mm ning liigniisketes kuivendamata muldades on see üle 300–350 mm.

Mida raskema lõimisega ja huumusrikkam on muld, seda suurem on omastamatu vee hulk ja taimede närbumisniiskus. Keskmise lõimisega (kerged ja keskmised liivsavid) parasniisketel mineraalmuldadel on see ca 5–10%, kuid savidel 25–30%. Turvasmuldades varieerub see 33–103%-ni ning on keskmiselt 66% absoluutkuiva mulla kohta.



Põllumulla huumuskihi mahuline veesisaldus (%) sõltuvalt lõimisest (C_{org} 1,7%, lasuvustihedus 1,35 g/cm³; lähteandmed Endel Kitse).

Põllumulla huumuskihi väliveemahutatavusele vastav veesisaldus (kaalu %) sõltuvalt lõimisest (Endel Kitse lähteandmed)

Lõimise klass	Parasniisked mullad	Gleistunud mullad	Gleimullad
I, pl	14-17	16-19	20-23
sl	19-21	20-24	26-35
ls1	20-23	22-24	26-41
ls2	22-26	24-27	26-40
ls3	25-29	26-30	28-35
s	29-33	30-32	33-35

Ainuüksi teadmine, et kui suur on mulla veesisaldus kindlal ajamomendil, ei anna teavet selle kohta, kas antud näitaja on konkreetsel mullal optimaalne, liiga suur või liiga väike ja kui palju sellest veest on taimedele kättesaadav. Näiteks, kui konkreetsel ajahetkel määratud mulla veesisaldus on 25%, siis kerge liivsaviilõimise mullas on taimedele omastatavat vett veel umbes 15%. Savimullal ja turvasmullal aga kannataksid taimed juba veepuuduse käes, sest kogu mullas olev vesi on sellise niiskuse juures taimedele omastamatu.

Vee liikumine mullas

Lisaks vee kogusele ja kättesaadavusele on oluline, kui kiiresti vesi mulda ja mullas liigub. Mida kergema lõimise ja suurema poorsusega on muld, seda kiiremini imendub vesi mulda. Samuti oleneb vee imendumise kiirus mulla esialgsest veesisaldusest. Mida rohkem on muld veega küllastunud, seda aeglasem on täiendav vee imendumine, kuid seda parem on veejuhtivus.

Vee filtratsiooni kiiruse mõõtmiseks kasutatakse tavaliselt välitingimustes erineva läbimõõduga silindreid ning mõõdetakse aega kindla koguse vee mulda imendumisel. Sarnasel põhimõttel mõõdetakse ka **veejuhtivust**. Selleks lastakse eelnevalt veega küllastatud mullaproovist vett läbi ja mõõdetakse selle liikumise kiirust.

■ Vee imendumise kiiruse järgi esimesel tunnil jaotatakse mullad:

- 1) vett hästi läbilaskvateks, imendub > 150 mm;
- 2) vett keskmiselt läbilaskvateks, imendub 50–150 mm;
- 3) vett halvasti läbilaskvateks, imendub < 50 mm.

■ Vee imendumine mulda sõltub lõimisest ja on ligikaudselt järgmine (mm tunnis):

liiv –	> 200
saviliiv –	100–150
liivsavi –	50–100
keskmine savi –	10–50
raske savi –	1–5

■ Filtratsiooni kiirus erineva lõimisega muldades on tavaliselt järgmine (m ööpäevas):

kruus –	> 100
jäme liiv –	10–100
peen liiv –	1–10
saviliiv –	0,10–1,0
liivsavi –	0,01–0,1
savi –	0,001–0,01



Kui vee imbumine mulda pole piisavalt kiire, siis kallakulisel alal võib ka Eestis esineda ulatuslik erosioon.

Poorses väikse lasuvustihedusega mullas imendub vesi kiiremini mulda ja liigub seal kiiremini kui tihedas mullas. Kuivavas mullas veejuhtivus väheneb ning taimede närbumisniiskuse juures vee vedelal kujul liikumine mullas puudub. Kuiva mulla märgumine võtab aega seda rohkem, mida kuivem oli muld enne sademeid (kastmist). Kui korraga lisandub suur kogus vett, ei jõua muld seda vastu võtta (juhtivus puudub) ning vesi võib isegi väikse kallaku korral hakata mööda pinda voolama. Puuduva või hõreda taimkattega mullal võib niimoodi aset leida märkimisväärne vee-erosioon. Selline olukord on sage tolmu-rohketel struktuuritel tihenendud muldadel (nt teerajad). Erosioon ei kahjusta mitte ainult mulda, vaid ärakantavad toitained võivad liikuda veekogudesse ning põhjustada nende eutrofeerumist.

Eesti muldade niiskusrežiimi jaotus

Muldi võidakse niiskusrežiimi alusel jaotada mitmeti. Praktilise maakasutuse tarvis on asjakohane aluseks võtta jaotus, mis on kohandatud Eesti 1:10 000 mõõtkavas mullastikukaardi liikide rühmitamiseks. Sellele tugineb ka põllumuldade niiskusrežiimi avalik kaardirakendus: <https://athena.agri.ee/>

■ Põukartlikud ehk kuivad mullad

Taimed kannatavad siin sageli veepuuduse all, mis on peamine saaki limiteeriv tegur. Siia kuuluvad liivased, koreserikkad ehk kivised või väga õhukese mullaprofiliga mullad. Nende muldade eripärad on kiirem soojenemine ja hea veeläbilaskvus. Väetamine (eelkõige lämmastikuga) peab neil muldadel olema võimalikult heas sünkroonis taime vajadustega, et vältida liigset toitainete leostumist. Taimede ja mullaelustiku poolt kasutamata nitraatlämmastikku ei suuda muld kinni hoida ja see leostub koos muldast läbi nõrguva veega.

■ Parasniisked mullad

Hea veemahutavusega keskmiste lõimistega (saviliiv, liivsavi) mullad, kus taimed on normaalsete ilmastikutingimuste korral suhteliselt hästi veega varustatud. Siiski võib ka neis muldades esineda põuaperioodil mõningast veedefitsiiti ja rohkete sademete korral ajutist liigniiskust.

■ Ajutiselt niisked mullad

Esineb ajutise liigniiskuse (gleistumise) tunnuseid eelkõige mullaprofiili alumises osas. Siia kuuluvad gleistunud mullad, mille liigi tähistuses esineb „g“. Gleistumine on liigniiskes ja hapnikuvaeses mullas toimuv protsess, mille käigus anaeroobsed mikroorganismid võtavad eluks vajaliku hapniku redutseerimisvõimelistest mineraalühenditest (peamiselt rauaühenditest). Vahelduva liigniiskuse korral tekivad mulda niimoodi visuaalselt eristatavad roostetäpid.

■ Püsivalt liigniisked mullad

Siia kuuluvad märjad mullad, milleks on gleimullad (mulla liigi tähistuses esineb „G“) ning turvastunud mullad (tähistuses esineb „G1“). Väga märgadeks muldadeks loetakse peamiselt turvasmuldi. Püsivalt liigniisketes muldades esineb gleistumine ja turvastumine. Kuigi nad on tekkinud pideva liigniiskuse tingimustes, siis tänaseks on põllu- ja metsamaal valdav osa neist kuuendatud.

**Põuakartlik
rähkmuld**



**Parasniiske
gleistunud muld**



**Ajuliselt niiske
savi lõimisega gleimuld**



**Püsivalt liigniiske
madalsoomuld**



Eesti põllumullad on veelolude osas väga mitmekesised. Sademeterohkel aastal võib hea saagi saada põuakartlikul mullal ning kuival aastal on soodsamad taimekasvutingimused liigniisketel muldadel.



Kuivendamise mõju

Kuivendamisel on mullale ning ökosüsteemi hüvedele mitmekülgsed ja sageli vastandlikud mõjud. Põllumuldade kuivendamine tagab paremad tingimused masintöödeks ja kultuurtaimede kasvatamiseks. Liigniisketes tingimustes on enamike põllukultuuride kasv pärsitud ja väetiste efektiivsus kesine. Toimiv kuivendussüsteem on kui võrgustik, mis aitab mullast vett ja seal lahustunud toitaineid ära transportida. Nii võib taime ja mulda mittearvestava väetamise puhul kuivenduse tõttu suurenda toitainete ärakanne põllumaadelt. Õhuvaestes mullatingimustes võib aset leida märkimisväärne lämmastiku lendumine atmosfääri naerugaasina (N_2O), mis on väga tugev kasvuhoonegaas, või molekulaarse lämmastikuna (N_2). Tasakaalustatud väetamise korral tagab liigniiskete mineraalmuldade kuivendamine enamasti suurema saagikuse, tõhusama toitainete kasutuse ning väiksemad kaod õhku ja vette.

Liigniisketes oludes on lisanduva orgaanilise aine lagunemine aeglasem ning sellest tulenevalt on märjad mullad loomuomaselt suurema orgaanilise süsiniku varuga. Kuivenduse ja intensiivse mullaharimisega paranev õhustatus loob soodsamad tingimused mikroorganismide tegevuseks ja orgaanilise aine lagunemiseks. Orgaanilise aine kao suhtes on kõige tundlikumad haritaval maal paiknevad kuivendatud madalsoomullad. Mulla- ja kliimakaitse seisukohalt tuleb neil vältida põllukultuuride kasvatamist ning põllumajanduses eelistada püsirohumaalist kasutust.

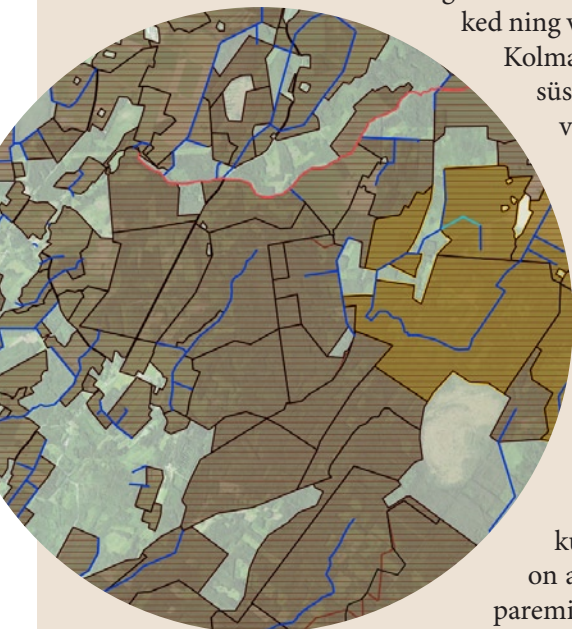
Looduslikus olekus olevate muldade niiskusrežiimi reguleerida ei ole vaja, sest elustik on sealsete tingimustega kohastunud. Paljudel muldadel on kuivendus vajalik nii kultuurtaimede kasvatamiseks kui ka selleks, et muld (maastik) oleks

kergemini läbitav. Eesti muldadest on umbes pooled liigniisked ning vajavad seetõttu kasutusele võtuks kuivendamist.

Kolmandik Eesti maismaast on kaetud maaparandussüsteemidega. Eestis on ligikaudu 640 000 ha kuivendatud põllumaad ja 700 000 ha kuivendatud metsamaad.

◀ **Kuivendusega kaetud alad on võimalik näha maaparandussüsteemide kaardikihis:** <https://xgis.maaamet.ee/xgis2/page/app/maaparandus>

Sademete jaotus on meil muutunud taimekasvuperioodil ebaühtlasemaks ning suurenenud on põuaperioodide esinemine. Sõltuvalt mullast ja aasta ilmast on vaja vett juurde anda ehk niisutada ka avamaal. Eestis kasutatakse niisutust eeskätt köögiviljade ja marjakultuuride (maasikas) puhul. Teraviljakasvatuses on aastatega suurenenud taliviljade kasvatamine, et paremini ära kasutada kevadist veevaru.



Mullavee mõju agrotehnilistele omadustele

Mulla veesisaldus ja vee liikumine mullas pole oluline mitte ainult taimede ja teiste elusorganismide elutegevuseks. Vesi mõjutab otseselt mulla mehaanilisi omadusi nagu sidusus, kõvadus, plastilisus, kleepuvus ja kandevõime. Liivaste muldade puhul on kuiva mulla sidusus väiksem kui väliveemahutatavuse juures ning sidusus väheneb uuesti veesisalduse suurenedes. Kuivades kompaktses savides on sidusus kõige suurem (mullaosakesed hoiavad tugevalt kokku) ning see väheneb niiskumisel. Samas suurendab vesi mulla kleepuvust ja plastilisust punktini, kus veega lisandumisel muutub muld voolavaks. Vesi vähendab mulla kõvadust, mis võimaldab taimejuurteil paremini mulda tungida. Mida märjem on muld, seda väiksem on mulla kandevõime, mis on oluline maastike ületamisel ja mullaharimisel. Mulla harimisküpsus on mulla veesisaldus, kus muld kannab, kuid vastupanu harimisele on kõige väiksem.

Mulla veesisalduse muutusega kaasneb teatud ulatuses mulla paisumine ja kahanemine. Savimuldade, eriti aga turvasmuldade maht võib märgumisel suureneda kuni 40%. Liivmuldade maht sõltub aga veesisaldusest väga vähe. Meie keskmistes ja rasketes savimuldades väheneb veesisalduse kahanedes mulla maht 16–20%. Suure veesisaldusega muldades (nt turvasmullad) muutub mulla maht ka talvel vee jäätudes. See võib põhjustada külmumisel taimejuurte rebenemist ning taimede hävimist kevadel.

► **Liigne veesisaldus on vähendanud mulla kandvust ning ülesõiduga on põhjustatud oluline kahju mullale.**

▼ **Savimulla kuivades leiab aset mulla mahu kahanemine ja lõhede teke. Nende kaudu võib aset leida ka oluline mulla tahkete osakeste ja fosfori ärakanne.**



Mulla veesisalduse määramine

Mulla veesisaldust määratakse kas otseselt kuivatamise ja massikao kaalumise teel või kaudselt läbi elektriliste omaduste mõõtmise.

Mulla veesisaldus leitakse tavaliselt märja mullaproovi kaalumisel ning kuivatamisel ja uuesti kaalumisel, misjärel on võimalik leida veesisaldus. Kui proov ei ole võetud kindla mahuga, leitakse kaaluline veesisaldus ehk suhe grammides 100 g mulla kohta (kaalu %). Kui mullaproov võetakse kindla mahuga (ruumala), siis on võimalik leida veesisalduse suhe ruumalasse ehk leitakse mahu %. Mulla kaalulise ja sealt edasi mahulise veesisalduse leidmisel tuleb arvestada selle orgaanilise aine sisaldust.

- Väikese orgaanilise aine sisaldusega muldades, kus mulla maht ei sõltu otseselt veesisaldusest, leitakse mulla veesisaldus tavaliselt kuiva mulla kohta:

$$W_{v/v} = \frac{m_m - m_k}{m_k} 100,$$

kus $W_{v/v}$ on mulla kaaluline veesisaldus (%);

m_m – on märja mulla mass (g), m_k – kuiva mulla mass (g).

- Suure orgaanilise aine sisaldusega muldades (turbad), kus mulla maht sõltub veesisaldusest, tuleks leida mulla veesisaldus suhtena märja mulla massi:

$$W_{v/v} = \frac{m_m - m_k}{m_m} 100,$$

kus $W_{v/v}$ on mulla kaaluline veesisaldus (%);

m_m – on märja mulla mass (g), m_k – kuiva mulla mass (g).

- Leidmaks mulla mahulist veesisaldust:

$$W_{w/w} = W_{v/v} D_m,$$

kus $W_{w/w}$ on mulla mahuline veesisaldus, $W_{v/v}$ – mulla kaaluline veesisaldus (%) ja D_m – mulla lasuvustihedus (g/cm³).

Kindlat piiri, millisest orgaanilise aine sisaldusest alates üht või teist arvutuskäiku peaks kasutama, ei ole, kuid kui suhtega kuiva mulla massi leitud veesisaldus tuleb juba üle 50% võiks eelistada suhet märja mulla massi. Üldjuhul ei tekita väga suuri probleeme veesisalduse leidmisel 20%-line kõikumine (mitte absoluutväärtuse, vaid erineva meetodiga leitud tulemuste suhteline erinevus), kuid just turvasmuldadel tuleks pöörata tähelepanu sellele, millise meetodika alusel tulemus on saadud. Näiteks, võib turvasmulla kaaluline veesisaldus leituna suhtena kuivainesse ulatuda 188%-ni, millest leitud mahuline veesisaldus 0,26 g m⁻³ tiheduse juures on 48%. Kui leida kaaluline veesisaldus suhtena märga mulda, saame tulemuseks 63% ja sellest leitud mahulise veesisalduse 17%.

■ Kaudsed kiirmeetodid mullaniiskuse hindamiseks

Proovide kogumine, kaalumine ja kuivatamine on aeganõudev. Kiiremaks määramiseks kasutatakse välitingimustes kasutatavaid käsiseadmeid ja mulda paigaldatavaid sensoreid, mis mõõdavad enamasti mulla elektrilise näitajaid, mille kaudu modelleeritakse veesisaldus. Enamik neist seadmetest annavad need seadmed koheselt vastuse niiskuse mahuprotsentides. Sensorite eelis võrreldes tavapärase mullaproovi kogumise ja laboranalüüsiga on selles, et see võimaldab saada pidevandmeid niiskuse ajalisest dünaamikast. Mulla veesisalduse ajalise muutuse jälgimiseks sobivad enamik turul pakutavatest sensoritest, kuid kui on vaja saada võrreldavaid absoluutväärtusi, siis tuleb eelnevalt seade kalibreerida täpselt nendele mullaoludele, kus määramisi sooritatakse (võrdluseks kasutatakse kaalumise ja kuivatamise meetodit).



▲ **Sensordid koguvad andmeid mulla niiskusesisalduse muutusest.**

■ Kaugseire hinnangud

Mulla suhtelise niiskusesisundi hindamiseks suurtel aladel kasutatakse laialdaselt kaugseire ja modelleerimise võimalusi. Selle abil on koostatud mitmeid mulla niiskuse indekseid ja hetkeolude prognoose ning vastavaid kaardikihte. Kuigi mõned tehnoloogiad võimaldavad saada hinnanguid ka sügavamatest mulla kihtidest, siis üldiselt on need prognoositulemused usaldusväärsemad mulla pindmiste kihtide kohta. 1 × 1 km resolutsiooniga on vabalt ligipääsetav näiteks Sentinel satelliitide radarmõõtmistest tuletatud mulla niiskuse näitajad (<https://land.copernicus.eu/global/products/ssm>)

■ Taimedele omastatava mullavee mõõtmine

Selleks, et välitingimustes oleks võimalik hinnata, kas olemasolev vesi on taimedele kättesaadav või mitte, kasutatakse tensiomeetreid. Sellega mõõdetakse veepotentsiaali paskalites (Pa) või baarides (bar) ja mida sageli v pF väärtusena. Näiteks, -1,5 MPa jõud on võrdne imamisjõuga, mida tekitab 15 m liivakiht ja sellele vastab pF väärtus 4,2 (närbumispunkt).

■ Vee mullas liikumise mõõtmine

Vee filtratsioonikiiruse mõõtmiseks kasutatakse tavaliselt välitingimustes erineva läbimõõduga silindreid ning mõõdetakse aega kindla koguse vee mulda imendumisel. Sarnasel põhimõttel mõõdetakse ka veejuhtivust, kus varem veega küllastatud mullaproovist lastakse vett läbi ja selle vee kiirust mõõdetakse. Mullas läbi nõrguva veekoguse mõõtmiseks kasutatakse erinevaid lüsi-meetreid.

Võimalused mulla veelude parandamiseks

Kuivendamise ja niisutamise abil on võimalik teatud ulatuses reguleerida mulla veesisaldust, mis võib olla sõltuvalt ilmastikust kiiresti muutuv ja prognoosimatu näitaja. Mulla veemahutavus, veehoiuvõime ja veeläbilaskvus on samas ajas üsna püsivad kompleksed näitajad. Need on määratud peamiselt mulla mehaanilise koostise (lõimis, koresus), orgaanilise aine koguse ja koostise, mullaprofiili tuseduse ja kihilisuse kaudu. Suurtel põllu- ja metsaaladel pole nende veelude stabiilsete näitajate muutmine ökoloogiliselt ega majanduslikult õigustatud. Siiski on teatud piirides võimalik muldade vähest veemahutavust ning veehoiuvõimet suurendada ning savikamatel muldadel kiirendada veeläbilaskvõimet. Põhilised agrotehnilised võtted selleks on seotud orgaanilise aine lisamise ja mulla mahutavuse suurendamisega.



Orgaanilise aine lisamine

Orgaanilise aine lisamine võimaldab kergema lõimisega liivasematel muldadel suurendada osakeste omavahelist kleepuvust, sellega paraneb struktuursus ning veehoiuvõime. Raske lõimisega ning ka liigselt tihenenud muldadel aitab orgaanilise aine lisamine vähendada kleepuvust ning lasuvustihedust. Orgaanilise aine sisaldust mullas aitavad tõsta orgaanilised väetised nagu sõnnik, kompost, biosüsi ja haljasväetised. Sellele aitab kaasa ka vahekultuuride kasvamine, viljavaheldus ja heintaimede suurem osakaal külvikorras.

Mulla mahutavuse suurendamine

Lasuvustiheduse vähendamisega kaasneb mulla mahu ja poorsuse kasv, mille kaudu suureneb maksimaalne veemahutavus ja teatud piirini ka taimedele omastatava vee osakaal. Sellega paraneb mulla veeläbilaskvus. Poorsust saab suurendada nii harimise, orgaanilise aine lisamise kui ka

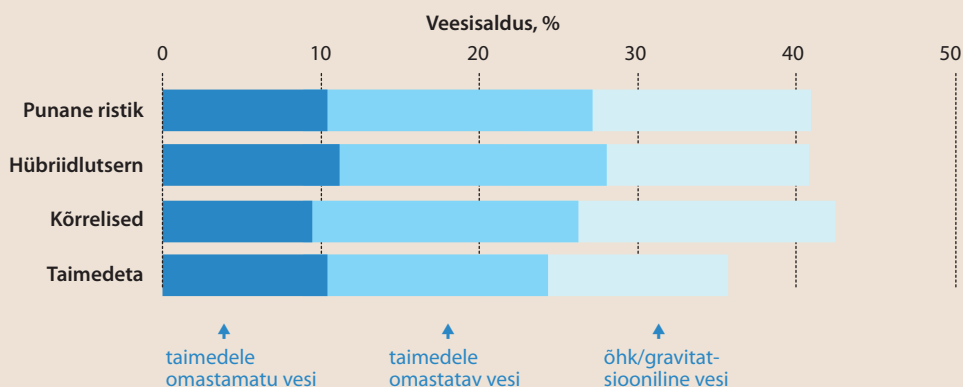
ulatusliku juurekavaga taimede kasvatamisega. ► Mullaharimise mõju on ajutine ja ebastabiilne, vahetult pärast harimist on muld väga kobe ja sügiseks võib see olla taas tihenunud.

Püsivama mõju saavutamiseks on soovitatav kasvatada külvikorras rohkem heintaimi ja teisi sügavjuurelisi kultuure, mis aitavad luua mulda stabiilsemaid poore ning ühtlasi rikastada mulda orgaanilise ainega. Heas seisundis mulla pooride võrgustikku ja struktuursust aitavad hoida minimeeritud mullaharimine ja otsekülv. Need mullaharimise viisid soodustavad vihmausside kooslust, kes aitavad mulda looduslikult kobestada ja moodustada püsivat struktuursust.



Sorgo juurestik aitab mulla poorsust suurendada. ►

◀ Kesaredis vaheturide segakülvis (foto: Enn Lauringson).



▲ Erineva taimkatte mõju mulla veemahutavusele (mahu %) ning taimedele omastatava ja omastamatu vee kogusele mullatekke katses pärast 50 aastat. Taimed oma juurtega ja lisandunud orgaanilise ainega aitavad suurendada mulla veemahutavust ning omastatava vee hulka.

**Kõige vahelduvamad on mulla niiskus-
olud ebatasase reljeefiga maastikul.**



Koostajad ja fotod: Endla Reintam, Alar Astover
Kirjastus: Eesti Loodusfoto
Väljaandja: Eesti Maaülikool, 2022

 **Eesti Maaülikool**
Estonian University of Life Sciences
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut
Institute of Agricultural and Environmental Sciences

www.emu.ee



ISBN 978-9916-669-98-3 (trükkis) ISBN 978-9916-669-99-0 (pdf)

ISSN 2504-8074