

Aino Mölder

HALJASALADE KASVUPINNASED JA MULTŠID





**HALJASALADE
KASVUPINNASED
JA MULTŠID**

Käesolev õppematerjal on valminud „Riikliku struktuurivahendite kasutamise strateegia 2007-2013” ja sellest tuleneva rakenduskava „Inimressursi arendamine” alusel prioriteetse suuna „Elukestev õpe” meetme „Kutseõppe sisuline kaasajastamine ning kvaliteedi kindlustamine” programmi Kutsehariduse sisuline arendamine 2008-2013” raames.

Retsensent: Kadi Tuul

Kujundus ja küljendus: Eve Kurm

Tehniline toimetus: Andero Kurm

Kaane fotod: Wikimedia commons: Eurosrbsns (ülemine), Lionel Allorge (alumine)

Õppematerjali (varaline) autoriõigus kuulub SA INNOVEle aastani 2018 (kaasa arvatud)

Tartu, 2012

ISBN 978-9949-487-90-5 (trükis)

ISBN 978-9949-487-88-2 (pdf)

Trükiettevalmistus: Kirjastus Studium

Riia 15 b, Tartu 51010

Tel 7343 735, www.studium.ee

Trükitud OÜ Greif trükikojas

Lohkva, Luunja vald

Tartumaa 62207

Sisukord

Eessõna	5
I osa. Kasvupinnaste omadused	7
1. Kasvupinnaste füüsilised omadused	9
1.1. Kasvupinnaste põhikomponendid ja nende mõju pinnaste omadustele	9
1.1.1. Kasvupinnase mineraalosa	9
1.1.2. Kasvupinnase orgaaniline osa	11
1.2. Kasvupinnase ruumiline ehitus ning sellest tulenevad taimekasvatuslikud karakteristikud	12
1.2.1. Struktuursus ja poorsus	12
1.2.2. Kasvupinnase tihedus	14
1.2.3. Kasvupinnase eripindala	15
1.3. Vesi kasvupinnastes	16
1.3.1. Gravitatsioonivesi	16
1.3.2. Kapillaarvesi	16
1.3.3. Adsorbtsioonivesi	18
1.3.4. Kasvupinnaste hüdroloogilisi näitajaid	18
1.4. Näiteid mõningate kasvupinnasetüüpide füüsiliste omaduste kohta	20
2. Kasvupinnaste keemilised omadused	23
2.1. Taimetoiteelementide ja -toitainete mõiste	23
2.2. Toitainete omastamine taimede poolt	24
2.3. Taimetoitainete jagunemine nende kättesaadavuse järgi	25
2.3.1. Mullavees lahustuvad ehk liikuvad toitained	26
2.3.2. Asenduvad toitained ja asendusneeldumine	26
2.3.3. Raskestilahustuvad toitained	29
2.4. Kasvupinnaste reaktsioon ja selle mõju taimetoiteelementide omastatavusele ..	30
2.4.1. Reaktsiooni mõiste	30
2.4.2. Reaktsiooni mõju taimede kasvufaktoritele	30
2.4.3. Kasvupinnase reaktsiooni reguleerimine	33
2.5. Vees lahustuvad soolad kasvupinnases	33
3. Kasvupinnaste bioloogilised omadused	36
3.1. Kasvupinnase elupõhine osa	36
3.1.1. Mullaelustik ja selle taimekasvatuslik mõju	37
3.1.2. Kasvupinnase orgaaniline aine, selle tekkimine ja muundumine	37
3.1.3. Huumus ja selle tähtsus	38
3.1.4. Mükoriisa	40
4. Taimedele kahjulikud lisandid kasvupinnastes	42
II osa. Erinevad kasvupinnased ja multšid ning nende tootmine	45
5. Kasvupinnaste toorained ning kvaliteet	47
5.1. Kasvupinnase kvaliteedinäitajad	47
5.2. Kasvupinnaste tootmiseks vajalikud tugimaterjalid	48

5.3. Kasvupinnaste tootmiseks vajalikud orgaanilised materjalid	50
5.3.1. Turbad	51
5.3.2. Kompostid	55
5.3.3. Mullaparandusained kasvupinnaste eriomaduste mõjutamiseks	62
5.3.4. Väetised ja lubiained (neutralisaatorid)	70
6. Kasvupinnaste tootmine	70
6.1. Erinevate kasvupinnaste iseloomustus	70
6.1.1. Üldotstarbeline kasvupinnas	70
6.1.2. Tallamiskindel murupinnas	71
6.1.3. Spordi- ja golfimurude kasvupinnas	71
6.1.4. Katusehaljastuse kasvupinnas	72
6.1.5. Puude ja põõsaste kasvupinnas	73
6.1.6. Püsikute kasvupinnas	73
6.1.7. Hapulembeste taimede kasvupinnas	74
6.1.8. Öitsvate murude kasvupinnas	74
6.1.9. Modelleerimispiinnas	75
6.2. Kasvupinnaste paksus olenevalt neil kasvatatavast taimestikust	75
6.3. Kasvupinnase komponentide omavaheline segamine	76
7. Tänavapuude tugipinnas	77
7.1. Linnapuude juurte kasvu ja sanitaarset seisundit mõjutavad tegurid	77
7.1.1. Juurte kasvuruumi vajadus	77
7.2. Tugipinnase olemus	78
7.3. Tugipinnase koostis	78
7.4. Tänavapuude kasvualuse rajamine	78
8. Multšid	84
8.1. Multšide liigid	84
8.2. Erinevate multšide kasutamine	85
8.2.1. Multšide kasutamine puude istutamisel	87
8.3. Multšitud pindade väetamine	88
8.4. Multšide mõju	89
8.4.1. Peenravaiba kasutamine multšikihi all	90
8.5. Multšide kvaliteet	91
9. Kasvualuste hooldus ning analüüside võtmine	92
9.1. Väetamine ja neutraliseerimine	92
9.2. Õhustamine	94
9.3. Kastmine	95
9.4. Mullaproovide võtmine ja tõlgendamine	96
10. Kasvupinnaste ja multšide nõudlus ning pakkumine Eestis	98
10.1. Kasvupinnaste ja muldade pakkumine	98
10.2. Kasvupinnaste ja multšide nõudlus	98
III osa. Lisad	101

Eessõna

Ei ole kahtlust, et kõige paremini kasvavad taimed loodusliku kasvukoha mullas. Paraku meeldib meile näha neid ka seal, kus pole nende kodu: väljaspool areaali, linnakeskkonnas, anumates, katustel jm. Kui muld ei vasta nõuetele, siis on seda vaja parandada. Mõnel juhul ei piisa ka parandamisest – taimejuurtele on vaja luua tehiskeskond ehk kasvupinnas, mis peaks võimalikult kaua vastu tallamiskoormusele ja vibratsioonile ning säilitaks seejuures head taimekasvatustlikud omadused. Kasvupinnas on taimejuurtele kinnitumis-, toetumis- ja levimiskeskonnaks ning vee-, toitainete ja õhu reservuaariks. Eriti täpselt peaks kasvupinnas vastama erinevate puuliikide kasvunõuetele, kuna tegemist on pikaajalise taimegrupiga, mille juurekeskkonda ei ole pärast taimede istutamist enam võimalik kuigi oluliselt muuta. Puud jäävad oma kohale aastakümneteks või isegi aastasadeks. Kui puud istutatakse aeda või põlisele pargialale, siis üldjuhul ongi muld seal puittaimedele enam-vähem sobiv. Kui aga rajame tänavahaljastust või linna rohealasid, siis sageli puudub seal muld. Mulla asemel näeme ehitus- ja kaevetööde käigus segamini paisatud ning ehitusprahiga risustatud pinnasemasse, millel puuduvad taimekasvatustlikud omadused.

Mis siis on muld? Muld on maapinna pindmine tumedam kiht, mis on arenenud aastasade ja -tuhandete jooksul ühelt poolt kivimite murenemise ning teiselt poolt orgaanilise aine lagunemise ning mulda ladestumise teel. Muld sisaldab suuremal või vähemal määral mineraalseid toitaineid, mikroelemente ning orgaanilisi aineid, mida taimed omastavad vees lahustunud kujul. Seetõttu peab mullas olema ka taimedele piisav veevaru. Kasvuks vajavad taimejuured ka õhku, mistõttu hea muld sisaldab piisavalt õhuga täitunud tühikuid ehk poore. Mulla oluliseks osaks on mullaelustik: bakterid, seened ja mullafauna. Mullaelustik töötleb taimsed jäänused taimedele uuesti kasutuskõlblikku olekusse ning rikastab ja parandab mulda ka omaenese elutegevusega ja selle produktidega; lõpuks jäävad mulda ka nende kehad.

Paraku on põhiosa taimede kasvatamisega kaasnevatest probleemidest seotud juurekeskkonna ehk kasvupinnasega. See, mis toimub taimejuurtega mullas, on meie pilgu eest varjatud ja seetõttu mõtleme taimede kasvuhäirete põhjuste otsimisel kasvupinnase headusele alles viimasena. Kui ei näe, ei ole ka probleemi! Siiski on praeguseks selge, et „maa-alused probleemid“ peegelduvad õige pea ka taimede maapealsete osade sanitaarses ja esteetilisises seisundis. Eriti ohustatud taimegrupiks on puud, kuna nende kasvukoha mullas on toimunud aastakümnete jooksul suured muutused. Üha kasvavad liiklusvood on surunud kinni vee ja õhu mahutamiseks vajalikud poorid, mulda satub igal aastal lumetõrjesoola ning sinna on ladestunud saasteaineid. Mitmesuguste kaevetöödega oleme läbi löiganud puud toitvad juured ning vee liikumise loomulikud teed. Puu on aga nagu tasakaalukiik: juured toidavad võra ning võra kasvatab juuri. Kui emb-kumb pooltest saab kannatada, kannatab paratamatult ka teine pool. Seetõttu on linnahaljastuse rajamisel võtmeküsimuseks, kuidas luua juurtele kasvukeskkond, mille omadused säiliksik muutumatuna võimalikult pikka aega. Kõlab paradoksina, kuid alati ei pruugigi selleks olla looduslik muld.

Lisaks puude istutusalaadele kuuluvad haljastuselementide hulka ka erinevad murud, suvikute, püsikute ja põõsaste istutusalaad jms. Kui lillede kasvusubstraat osutub sobimatuks, siis on viga võimalik parandada, istutades need järgmisel aastal ümber parandatud omadustega kasvumulda. Ka põõsaste väljavahetamine on võimalik, kuigi seotud juba suuremate kuludega, võrreldes püsikutega. Küll aga on väga täpselt vaja rajada murude kasvupinnased, kuna murud, nii nagu ka puud, on ette nähtud kestma aastakümneid. Paljud murud peavad vastu pidama väga suurele majandamis- ja kasutuskoormusele.

Järgnev õppematerjal juhib haljasala rajaja pilku ja mõtet asjadele, mis on seni ehk olnud teadmatus või vahel ka käegalöömise varjus. Õppematerjal koosneb kahest põhiosast: esimeses kirjeldatakse kasvupinnaste omadusi ning teises antakse näpunäiteid erinevate kasvupinnaste rajamiseks. Muld ja kasvupinnas on erinevad mõisted. Kuigi inimene on muldade omadusi mõjutanud, on mulla siiski loonud loodus; kasvupinnas aga on erinevatest materjalidest ja erinevate retseptide järgi inimese poolt loodud rajatis. Mõistagi pärinevad ka kasvupinnaste komponendid valdavalt loodusest, kuid erinevalt mullast, mis on lahutamatu seotud konkreetse maa-alaga, on kasvupinnaste tooraine kokku veetud liiva- ja kruusakarjääridest, turbarabadest, kompostiaunadest ning killustikutootjate kivipurustitest. Siiski on kasvupinnased ette nähtud täitma mulla kui juurekeskkonna ülesannet, mistõttu kasutatakse õppematerjali I osas kasvupinnaste üldiste omaduste kirjeldamisel sõna *kasvupinnas* asemel sageli suupärast üldnimetust *muld*.

Õppematerjali koostamisel on võetud põhialuseks Soomes välja antud õpik *Viheralueiden kasvualustat** (Haljasalade kasvupinnased). Kasvupinnaste karakteristikute kirjeldamisel ning terminoloogia kohandamisel on tuginetud Eestis erinevatel aegadel välja antud mullateaduse õpikutele ning käsiraamatutele, aga ka erinevatele standarditele, õigusaktidele ning juhenditele. Praegusele infoajastule on iseloomulik paljudes erinevates maades välja antud allikmaterjalide tulv, milles leiduvaid oskussõnu erinevad kasutajaringkonnad (näiteks teadlased, erinevate tegevusvaldkondade praktikud jt) võivad kasutada erinevalt. Niisamuti on olemas oht, et ühe ja sama objekti kohta kasutatakse mitut erinevat terminit. Et võimaliku „terminoloogilise lõtku“ eest ei ole kaitstud ka selle õppematerjali autor, on kõik parandused ja täpsustused väga oodatud ja teretulnud e-posti aadressile aino@luua.edu.ee.

Õppematerjal sobib kasutamiseks maastikuehituse ning arboristi eriala õppuritele ning praktikutele, haljastustööde projekterijatele, tellijatele ning kvaliteedijärelvalve eest vastutajatele, haljastusfirmade ja kommunaalteenuste töötajatele, kasvupinnaste ja multšide tootjatele jt.

Lugemise hõlbustamiseks ei sisalda õpetekstid viiteid; igas peatükis kasutatud allikmaterjalide loetelu on esitatud selle peatüki lõpus.

* Sirviö, J., Kaivosoja, I. jt. *Viheralueiden kasvualustat*. Viherympäristöliitto ry, Julkaisu 31. Helsinki 2004, 172 lk

I osa
KASVUPINNASTE
OMADUSED

1. Kasvupinnaste füüsikalised omadused

Kasvupinnaste füüsikalised omadused olenevad teda moodustavate osakeste suurusest, erineva läbimõõduga osakeste vahekorrad ning osakeste eripindalast. Võib öelda, et pinnase mehhaaniline koostis määrab suuresti ära tema muud omadused: temperatuuri-, vee- ja õhurežiimi, toitainete sisalduse ja sidumisvõime, tallamiskindluse, mullaelustiku iseloomu jm. Seega on pinnase füüsikalistel omadustel teataval määral primaarne iseloom, mis tähendab, et nad määravad suuresti ära ka pinnase keemilised ja bioloogilised omadused.

1.1. Kasvupinnaste põhikomponendid ja nende mõju pinnaste omadustele

1.1.1. Kasvupinnase mineraalosa

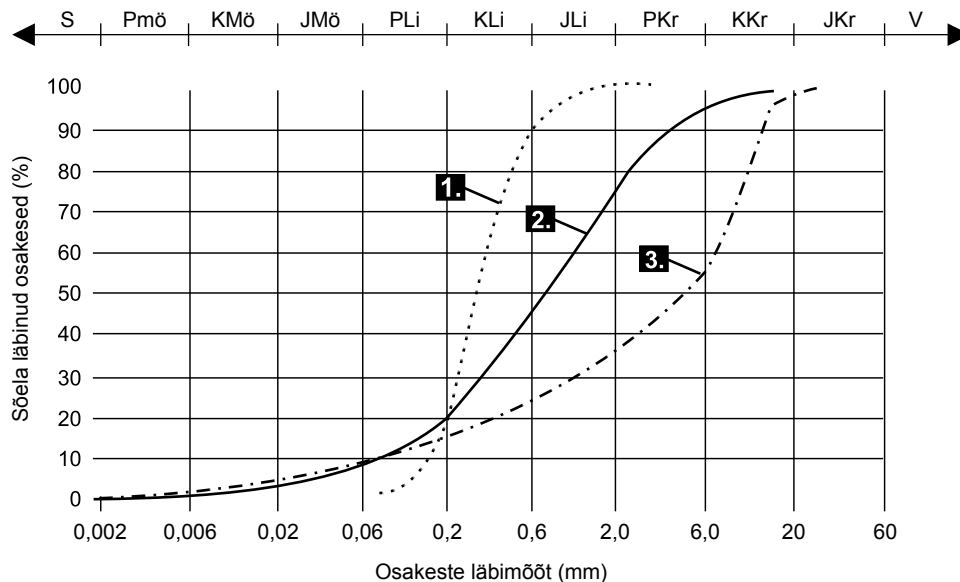
Kasvupinnase põhikomponendiks on tema mineraalne osa, mis moodustab justkui „karkassi“, mis kannab või mahutab nii orgaanilist kui ka keemilist osa. Olenevalt osakeste suurusest kannavad mineraalse materjali erinevad läbimõõduklassid spetsiifilisi nimetusi. Erinevate valdkondade praktikud tuginevad pinnaste liigitamisel üksteisest mõnevõrra erinevatele normdokumentidele, mistõttu võib esineda erinevusi ka **pinnasefraktsioonide** ehk läbimõõduvahemike nimetustes. Ka erinevate maade koolkonnad on välja töötanud üksteisest mõnevõrra erinevaid klassifikatsioone. Põllumajanduses kasutatakse mulla mehhaanilise koostise kohta üldnimetust **lõimis**, geotehnilisel projekteerimisel ja ehituses valdavalt nimetust **granulomeetiline** ehk teraline **koostis**; mõnikord aga kasutatakse ka selles valdkonnas terminit *lõimis*. Tabelis 1 esitatakse erinevaid pinnaseid moodustavate lõimiste klassifikatsioon, mille aluseks on pinnaseosakeste suurus. Sama läbimõõduvahemike jaotust kasutatakse ka paljudes Euroopa Liidu maades ning samale klassifikatsioonile tuginetakse ka õppematerjali sisupunktides 5, 6 ja 7 ning kasvupinnaste koostisi kirjeldavates lisades.

Erineva läbimõõduga osakeste omavaheline suhteline jagunemine ehk **terastikuline koostis** määratakse kindlaks kuiv- ja märgsõelumisega; kui materjal on väga peeneteraline, siis ka setitamiseega. Terastikulise koostise määramise meetodika on Euroopa Liidus ühtlustatud vastava standardiga, mille registreerimistähiseks Eestis on EVS-EN 1015-1:2004-A1:2007.

Kasvupinnases sisalduvate erinevate fraktsioonide osatähtsust, väljendatuna kaaluprotsentides, näitab **sõelkõver** (joonis 1). Sõelkõver annab informatsiooni mingi konkreetse kasvupinnase sobivuse kohta erinevate haljastusobjektide rajamiseks. Järsult tõusev kõver tähendab, et pinnas koosneb valdavalt ühte ja samasse fraktsiooni kuuluvatest ehk samasuguse läbimõõduga osakestest. Sellist materjali nimetatakse **ühtlaseks materjaliks** (joonisel kõver 1). Lauge tõusuga kõver aga moodustub, kui kasvupinnases sisalduvate osakeste läbimõõt varieerub laiades piirides. Sellist materjali nimetatakse kas **segateraliseks** (kõver 2) või **ebaühtlaseks** (kõver 3) materjaliks olenevalt sellest, kui laia vahemikku just osakeste läbimõõt jääb. Selliseid nimetusi kasutatakse näiteks Eesti Keskkonnauuringute Keskuses.

Tabel 1. Pinnaste liigitamine lõimise ehk granulomeetrilise koostise järgi (EVS 1997-1:2003 Geotehniline projekteerimine 1. osa: Üldeeskirjad).

Fraktsioon	Alafraktsioon	Õppematerjalis kasutatav lühend	Osakeste läbimõõt, mm
Rahnud		R	üle 200
Veerised		V	60 ... 200
Kruusaterad	Kruusa jämeterad	JKr	20 ... 60
	Kruusa keskterad	KKr	6 ... 20
	Kruusa peenterad	PKr	2 ... 6
Liivaterad	Liiva jämeterad	JLi	0,6 ... 2
	Liiva keskterad	KLi	0,2 ... 0,6
	Liiva peenterad	PLi	0,06 ... 0,2
Mölliosakesed	Mölli jämeosakesed	JMö	0,02 ... 0,06
	Mölli keskosakesed	KMö	0,006 ... 0,02
	Mölli peenosakesed	PMö	0,002 ... 0,006
Saueosakesed		S	alla 0,002



Joonis 1. Sõelkõverad. Kõver 1 näitab, et tegemist on ühtlase materjaliga ($d_{60}/d_{10} = 2,6$); kõver 2 kuvab segateralist materjali ($d_{60}/d_{10} = 12,0$); kõver 3 on ebaühtlane materjal, mille $d_{60}/d_{10} = 85,6$ (Viheralueiden kasvualustat).

Seda, kas tegemist on ühtlase-, segateralise- või ebaühtlase materjaliga, näitab **lõimisetegur** ehk d_{60}/d_{10} – suhe, kus d_{60} on osakeste selline läbimõõt, millest väiksema läbimõõduga või sellega võrdne on 60 kaaluprotsenti pinnasest; d_{10} aga on osakeste läbimõõt, millest väiksema läbimõõduga või sellega võrdne on 10 kaaluprotsenti pinnasest. Teisisõnu on d_{60} võrdne sõelaava läbimõõduga, millest mahub läbi 60% pinnaseosakestest ning d_{10} on sõelaava läbimõõt, millest mahub läbi 10% pinnaseosakestest.

- ✦ Ühtlaseks loetakse materjal, mille $d_{60}/d_{10} < 5$.
- ✦ Segateraliseks loetakse materjal, mille $d_{60}/d_{10} = 5 \dots 15$.
- ✦ Ebaühtlaseks loetakse materjal, mille $d_{60}/d_{10} > 15$.

Ühe ja sama kasvupinnase sõelumisel erinevate meetoditega võidakse saada mõnevõrra erinevad sõelkõverad. Nii näiteks oleneb sõelkõver sellest, kas pinnast sõeluti koos huumusega või eemaldati see eelnevalt. Kasvupinnase terastikulise koostise täpne määramine on võimalik asjakohaste seadmetega varustatud laboris ning on vajalik juhul, kui kasvupinnaseid toodetakse turustamiseks; välitingimustes hinnatakse terastikulist koostist tavaliselt visuaalselt. Terastikulise koostise määramise teenust pakub näiteks Eesti Keskkonnauuringute Keskuse labor (www.klab.ee).

Sõelkõver võimaldab prognoosida muuhulgas ka kasvupinnase niiskuskäitumist, tihenemise riski ning kandevõimet. Nii näiteks vähendab erineva läbimõõduga peenmaterjali osatähtsuse suuremine segateralistes ja ebaühtlastes materjalides nende veeläbilaskevõimet, kuna suuremate osakeste vahel paiknevad, vee liikumist võimaldavad tühimikud täituvad peenemate osakestega. Üheaegselt veeläbilaskevõime vähenemisega suureneb selliste kasvupinnaste veehoidevõime, mistõttu need võivad äärmusjuhtudel osutada isegi liigniisketeks ja õhuvaesteks. Sellised kasvupinnased on tundlikud ka tihenemise suhtes – tallamissurve pressib peenosakesi üha rohkem ja rohkem pinnases olevatesse tühimikesse ehk **pooridesse**. Tihenemine halvendab õhu- ja veerežiimi veelgi.

Ühtlased materjalid aga on kõrge veeläbilaskvusega, väikese veehoidevõimega ning nende tihenemise risk on vähene, sest nad ei sisalda kuigi palju peenosakesi, mis suudaksid täita suuremete osakeste vahel paiknevaid tühimikke. Äärmusjuhtudel võivad sellistest materjalidest koosnevad kasvupinnased osutada liiga kuivadeks.

1.1.2. Kasvupinnase orgaaniline osa

Erinevates kasvupinnastes leiduva orgaanilise materjali maht, koostis ja omadused võivad varieeruda väga laiades piirides. Lisaks sellele, et orgaaniline osa mõjutab pinnase bioloogilisi omadusi, mõjutab ta tugevasti ka tema füüsikalisi ja keemilisi omadusi. Mõju iseloom oleneb orgaanilise aine omadustest. Nii näiteks suurendab pinnasesse lisatud vähelagunenud turvas küll pinnase poorsust, kuid vähendab tema kandvust ja tallamiskindlust. Hästi lagunenu turvas aga suurendab pinnase veehoidevõimet, halvendamata seejuures oluliselt tema kandvust. Põhilisteks orgaanilist päritolu materjalideks on kasvupinnaste tootmisel erinevad turbad ja kompostid. Orgaanilist osa iseloomustatakse põhjalikumalt punktides 3 ja 5.3.

1.2. Kasvupinnase ruumiline ehitus ning sellest tulenevad taimekasvatustalised karakteristikud

Kasvupinnase ruumiline ehitus kujutab endast sõmerateks liitunud mineraalsete ja orgaaniliste osakeste ja pinnases leiduvate tühimike ehk pooride omavahelist paiknemise korda. Pinnase ruumiline ehitus oleneb teda moodustavate komponentide terakoostisest ning orgaanilise aine sisaldusest ja liigist. Teiselt poolt oleneb pinnase ruumiline ehitus ka välismõjudest: tallamisest, vibratsioonist, sademetest jm. Ruumilisest ehitusest tulenevateks, taime kasvu ja arengu seisukohalt kõige olulisemateks karakteristikuteks on kasvupinnase **poorsus**, **mahumass** ning **eripindala**. Pinnase ruumilisest ehitusest oleneb ka tema veerežiim, mida kirjeldatakse punktis 1.3.

1.2.1. Struktuursus ja poorsus

Viisi, kuidas kasvupinnas on oma koostisosadest üles ehitatud, nimetatakse tema **struktuuriks**. Kasvupinnasemassi tahked osakesed võivad olla üksteisest eraldatud, moodustades üksikteralise massi või kleepuda kokku mitmesuguse suuruse ja kujuga **sõmerateks** ehk **agregaatideks**. Esimesel juhul nimetame materjali üksikteraliseks (nt liiv) ning teisel juhul sõmeraliseks.

Tavaliselt on igas kasvupinnases üheaegselt nii üksikteralist kui ka sõmerjat ollust. Kasvupinnase võimet laguneda kokkukleepunud sõmerateks nimetatakse **struktuursuseks**; struktuursus avaldub näiteks kaevamisel. Sõmerate suuruse alusel võib eristada makrostruktuure (sõmerate läbimõõt üle 0,25 mm) ning mikrostruktuure (sõmerate läbimõõt kuni 0,25 mm). Kasvupinnase sõmeraline struktuur tagab ühelt poolt taimejuurtele sobiva vee- ja õhurežiimi ning teiselt poolt hea kandvuse ning tihenemiskindluse. Sõmeralises pinnases on taimejuured paremini varustatud nende arenemiseks vajaliku vee, soojuse, toitainete ja õhuga, kuna sõmerate vahel on palju tühimikke ehk **poore**, mistõttu vihma- või kastmisvesi valgub kiirelt kasvupinnasesse ega voola ära mööda maapinda. Samas takistab kasvupinnase optimaalne struktuur ka vee valgumist liiga sügavale, kuna poorid toimivad teatavate veehoidlatena.

Kasvupinnase struktuursuse põhilised mõjutajad on

- ✿ erinevate fraktsioonide olemasolu ja mahuline vahekord kasvupinnase mineraalosas,
- ✿ mineraalosa ja orgaanilise osa mahuline vahekord,
- ✿ orgaanilise aine päritolu, koostis ja lagunemisaste.

Nii näiteks on ühetaolise fraktsiooniga sõreda liiva baasil valmistatud kasvupinnas kerge ning vähese sidususega ega paku taimejuurtele piisavalt tuge. Ta ei seo endasse ka taimedele vajalikul määral vett ega moodusta struktuure. Teiseks äärmuseks on üksnes väga peentest osakestest (mõllid ja rasked savid) koosneva mineraalosa kasvupinnas: see on külm, vett halvasti läbilaskev ja kergesti tihenev. Sellises kasvupinnases tekib kergesti liigniiskus ning õhupuudus.

Lisaks avaldab struktuursusele kaudset mõju veel mulla reaktsioon, aga ka mitmed mullas leiduvad keemilised elemendid.

Taimede kasvuks sobiva kasvupinnase tahked osakesed võtavad enda alla umbes poole kasvupinnase mahust, ülejäänud osa moodustavad vee ja õhuga täidetud poorid. Tahkete osakeste vaheliste tühimike üldist mahtu, väljendatuna protsentides kasvupinnase üldisest mahust, nimetatakse

üldpoorsuseks. Poorsuse iseloom oleneb peamiselt sellest, kui tihedalt asetsevad tahked osakesed üksteise suhtes mullas.

Poore võib nende suuruse ja paiknemise järgi paigutada kolmeastmelisele skaalale.

1. **Mittekapillaarsed poorid** on läbimõeldult suurimad (üle 10 μm) ning vee liikumist neis reguleerib Maa külgetõmbejõud. Ajal, mil kasvupinnas on veest küllastumata, täidab neid poore õhk, mistõttu neid nimetatakse ka õhupoorideks. Sellised poorid paiknevad mullasõmerate vahel. Et nad on väga suured, nimetatakse neid ka makropoorideks.
2. **Kapillaarsed poorid** on poorid, mille läbimõõt on 1...10 μm ; neis toimub vee kapillaarne liikumine ning need paiknevad mullasõmerate sees. Just need poorid ongi kasvupinnases põhiliseks veehoidlaks.
3. **Adsorptsioonvee poorid** on läbimõeldult kõige pisemad (alla 1 μm) ning neis olev vesi ei ole taimedele kättesaadav.

Kapillaarveepoore ja adsorptsioonvee poore nimetatakse mikropoorideks. Mikropooride ja makropooride mahuline vahekord on taimede kasvu ja elutegevuse seisukohalt väga oluline. Juurestiku- piirkonnas peaks nende vahekord olema umbes 1:1.

Struktuursuse ja poorsuse seosed

Eelnevast on selge, et kasvupinnase struktuursus ja poorsus on üksteisega väga tihedalt seotud. Kui struktuur ei ole optimaalne, pole seal ka optimaalses mahus poore. Sõmeralisest pinnasest aurub vesi aeglaselt, sest vee liikumine ühest sõmerast teise on mittekapillaarsetes poorides paiknevate õhukorkide tõttu raskendatud. Sõmeraline pinnas on paremini varustatud toitainetega kui üksikteraline ja ta on kergemini haritav. Samuti ei ilmne sõmeralises kasvupinnases taimedele kahjulikku pundumist (paisumist) ega kahanemist.

Kasvupinnase lõplik ehitus (struktuursus ja poorsus) ei kujune välja kohe vahetult pärast selle valmistamist. Agregaatstruktuuride ja pooride moodustumiseks peab kasvupinnas saama teatud aja jooksul „töötada“ ehk laagerduda. Selleks peavad mikroorganismid lagundama, ümber töötama ja teatavates piirides ümber paigutama kasvupinnasesse segatud orgaanilist materjali; seda peavad mõjutama gravitatsioonijõud, niiskus, õhk ning kasvupinnase komponentides leiduvad keemilised elemendid, aga ka taimede juured, mis rajavad endale kasvupinnases teed.

Kasvupinnase sõmeralise ehituse ja poorsuse väljakujunemise vastandnähtuseks on majandamise käigus toimuv struktuuriagregaatide lagunemine ja pooride kokkusurumine. Majandamise all peetakse siinkohas silmas ühelt poolt kasvupinnase hooldamist ja harimist ning teiselt poolt tallamiskoormust, näiteks liiklusvahendite või jalakäijate poolt. Kasvupinnast võib tihendada ka liikluskoormuse või töömasinate poolt tekitatav vibratsioon.

Soovitusi kasvupinnaste säästlikuks majandamiseks:

- ☛ Ära hari liiga niisket ega liiga kuiva istutusala!
- ☛ Kasta pikkamisi ning pigem nõrgema veesurvega!
- ☛ Hoolitse kasvupinnase orgaanika eest – sillutamata aladel on see võimalik!
- ☛ Väldi tallamist! Eriti ohtlik on liiga niiskete või liiga kuivade kasvupinnaste tallamine.

1.2.2. Kasvupinnase tihedus

Et taimejuured leiaksid kasvukohale kinnitumiseks piisavalt tuge, peab kasvupinnas olema piisavalt tihe. Teiselt poolt halvendab liiga tihe kasvupinnas juurestiku veevarustust, gaasivahetust ning soojusrežiimi. Kasvupinnase tahke osa **massi ja ruumala suhet** nimetatakse kasvupinnase **tahke faasi tiheduseks**. Tiheduse mõõtühikuks on kg/m^3 . Tegelikuses aga sisaldavad kasvupinnased keskmiselt 50% oma mahust poore, mis on täidetud õhu ja veega ning tahke faas moodustab ülejäänud 50%. Tahkete osade vaheldumist tühimikega nimetatakse **lasuvuseks**. Lasuvust iseloomustavaks arvsuuruseks on tahke faasi massi ja kasvupinnase koguruumala (koos tühimikega) suhe, mida nimetatakse **lasuvustiheduseks**. Lasuvustiheduse mõõtühikuks on samuti kg/m^3 .

On tõsiasi, et kõikide kasvupinnaste tihedus aja jooksul suureneb. Pinnase tiheduse välisteks mõjutajateks on näiteks liikluskoormus, vibratsioon, harimisvõtted ja vihmutamine. Kuna tihenemise käigus surutakse kokku eelkõige makropoorid ehk õhupoorid, siis nende maht väheneb ning õhu ja vee üldine suhe poorides muutub taime jaoks ebasoodsaks.

Kasvupinnase tihenemisega kaasnevad juurestikupiirkonnas järgmised muutused:

- ✦ Väheneb pinnase veeläbilaskvus, kuna selleks vajalike makropooride maht on vähenenud. Maapinnale sademetega langenud vesi ei jõua juurestikupiirkonda, vaid voolab ära mööda maapinda.
- ✦ Halveneb kasvupinnase soojusrežiim ning seda mõlemas suunas: kevadel püsivad tihenened kasvupinnased pikemalt külmana, talvel jäätuvad sügavamalt ning suvel kuumenevad üle.
- ✦ Gaasivahetuse intensiivsus ja kvaliteet langeb: ühelt poolt ei saa juurestik hingamiseks vajalikku hapnikku ning teiselt poolt kogunevad tema elutegevuse käigus eritunud gaasid juurestikupiirkonda.

Halvenenud vee-, gaasi- ja soojusrežiimi tagajärjel väheneb juurestiku kasvujõud ning äärmustingimustes võib juurestik isegi järk-järgult hävida. Reaktsioonina pinnase tihenemisele otsivad juured paiknemiseks õhurikkamaid, väiksema tihedusega kohti. Kuna maapinna ülemised kihid ei lasu tavaliselt nii tihedalt kui alumised, areneb välja pinnalähedane juurestik; eriti ohustatud on puittaimed kui väga pikaelised organismid. Pinnalähedane juurestik aga on tundlikum mehhaaniliste vigastuste, põua ning temperatuuri kõikumiste suhtes. Kahjustunud juurestik ei suuda enam endises mahus varustada taime fotosünteesiks vajaliku vee ja selles lahustunud mineraalsete toitainetega. Nii vähenevad taime kasvuks, arenguks ning maapealsete osade kahjustustest taastumiseks vajalike orgaaniliste ainete (süsvesikute) varud. Juurestiku seisundi halvenemine peegeldub ka taimede maapealsete osade välimuses. Nii näiteks annab tihenemisest märku rohundipuhmaste hõrenemine ning kuivade okste ilmumine puittaimede võradesse.

Erinevate pinnaste tihedus varieerub laiades piirides. Põhiliselt oleneb tihedus pinnase mineraloogilisest koostisest ning orgaanilise aine sisaldusest. Mineraalsete osakeste tihedus on keskmiselt 2650 kg/m^3 ning orgaanilise aine tihedus varieerub $1200 \text{ kg/m}^3 \dots 1400 \text{ kg/m}^3$ vahel. Et kasvupinnas sisaldab nii orgaanilist kui ka mineraalset komponenti, on tema tihedus väiksem kui mineraalosa tihedus ja suurem kui orgaanilise osa tihedus. Nii varieerubki näiteks haritava põllumulla **tahke faasi tihedus** vahemikus $2000 \dots 2700 \text{ kg/m}^3$. Et aga kasvupinnased sisaldavad alati vähemal või

rohkemal määral õhuga täidetud tühimikke (poore), peetakse nende tihedusest rääkides silmas tavaliselt **lasuvustihedust**. Näitena võib tuua jällegi haritava põllumulla, mille lasuvustihedus on vahemikus 800 ... 1600 kg/m³.

Erinevatel eesmärkidel rajatavad objektid vajavad erineva tihedusega kasvupinnaseid. Keskmisest tihedamaid kasvupinnaseid tuleb kasutada näiteks spordimurude ja tänavapuude istutusala rajamisel; muudel juhtudel valitakse pigem õhurikkam kui tihedam kasvupinnas.

Allpool esitatakse tähelepanekuid ja soovitusi kasvupinnase tiheduse valikuks.

- ✦ Enamiku haljasalataimede kasvatamisel on lasuvustiheduse soovituslikuks väärtuseks 700 ... 1200 kg/m³.
- ✦ Kasvupinnased lasuvustihedusega alla 700 kg/m³ on nõrga kandvusega, vajumisaltid ning ei paku suuremate taimede kinnitumiseks piisavalt tuge; seetõttu on sellistel alustel kasvavad puud tormihellad.
- ✦ Kui lasuvustihedus ületab 1600 kg/m³, nõrgeneb juurestiku kasvujõud.
- ✦ Lasuvustiheduse väärtusel 1800 ... 2000 kg/m³ hakkab kasvupinnas endast kujutama juurte levikule mehhaanilist tõket ning sageli lõpeb juurestiku kasv täielikult.

Väga tähtis on ka, et kasvupinnaseid valmistataks tehnoloogiliselt õigesti. Kasvupinnaste valmistamise tehnoloogiat selgitatakse sisupunktis 6.

1.2.3. Kasvupinnase eripindala

Kasvupinnase eripindala all mõistetakse pinnase koostisosakeste pindalade summat. Eripindala mõõtühikuks on m²/kg; mõnikord kasutatakse ka suurust m²/g. Kasvupinnase eripindalale avaldavad mõju koostisosakeste suurus ja pinna iseloom. Mida peenematest osakestest kasvupinnas koosneb, seda suurem on tema eripindala. Seega on savikate pinnaste eripindala suurem võrreldes liivapinnastega. Eripindala suurendavad ka pinnaseosakeste krobelisus ning neile kleepunud setted, aga ka orgaanilise aine rohkus. Nii näiteks on

- ✦ ümarateralise tüüpilise liiva eripindala 700 ... 2000 m²/kg,
- ✦ murenenud ja rauasetteid sisaldava peenliiva eripindala 5000 ... 20 000 m²/kg.

Kasvupinnase eripindala avaldab mõju tema niiskusrežiimile ning toitainemahutavusele. Suurema eripindalaga kasvupinnase veehoidevõime ja toitainete neelamismahutavus on suuremad kui väiksema eripindalaga kasvupinnaste puhul.

1.3. Vesi kasvupinnastes

Vett vajavad elutegevuseks nii taimed kui ka ainerings osalevad mikroorganismid ja mullafauna. Kui kasvupinnases on küll piisavalt toitaineid, kuid puuduks vesi, ei saaks taimed toitaineid kasutada, kuna taimed omastavad toitaineid ainult vees lahustunud kujul. Taimede veevajadus on väga suur: ühe grammi orgaanilise aine moodustamiseks kulub 300 ... 1000 grammi vett.

Teiselt poolt on kahjulik ka kasvupinnase liiga suur veesisaldus, kuna vesi tõrjub pooridest välja õhu ning taimejuured ja mikroorganismid satuvad hapnikupuudusesse, mistõttu nende elutegevus pidurdub. Liigne vesi, mis ületab kasvupinnase veemahutavuse, nõrgub sellest läbi ning viib endaga kaasa ka osa taimetoitaineid. Seda nähtust nimetatakse **toitainete väljauhteks**. Lisaks ei talu veega küllastunud pinnas koormust ning on ebastabiilne.

Veesisaldust väljendatakse protsentides kuiva kasvupinnase kohta. See näitaja võib kõikuda suurtes piirides: alates 1 ... 2 protsendist kuni 300 ... 400 protsendini. Niiskusprotsent on üle 100 juhul, kui vett on pinnases rohkem kui tahket osa (kuiva pinnast).

Vesi võib kasvupinnases esineda mitmel erineval viisil, olenevalt sellest, millised jõud teda seal seovad. Kasvupinnases esineva vee põhikategooriad on **gravitatsioonivesi**, **kapillaarvesi** ning **adsorbtsioonivesi** (füüsikaliselt, molekulaarjõudude mõjul seotud vesi). Lisaks esineb pinnases ka keemiliselt seotud vett, mis on liikumatu ja taimedele kättesaamatu. Üheks vee esinemise vormiks on kasvupinnases ka veeaur, mis on küllaltki suure liikuvusega, kuid mida esineb suhteliselt vähe (ca 0,001%).

1.3.1. Gravitatsioonivesi

Gravitatsioonivesi on vesi, mis moodustub kas sademetest, kastmis- või üleujutusveest ning liigub raskusjõu mõjul vertikaalsuunas allapoole. Gravitatsioonivesi paikneb kasvupinnase mittekapillaarsetes poorides ehk makropoorides, mille läbimõõt on suurem kui 10 µm. Gravitatsioonivesi on taimedele hõlpsasti kättesaadav. Seega tagab piisavalt suur makropooride hulk taimede juurtele ühelt poolt hea niiskusrežiimi ning teiselt poolt soodsa gaasivahetuskeskkonna. Suurim on makropooride summaarne maht ühtlase terasuurusega liivades ning vähim savides. Kasvupinnase veeläbilaskevõime on otseses sõltuvuses makropooride ehk mittekapillaarsete pooride suhtelisest mahust pinnases. Vee imendumist kasvupinnasesse takistab ka poorides olev õhk: tänu „õhukorkidele“ ei tungi kuivale pinnasele langenud sademetevesi või kastmisvesi kohe pooridesse, vaid jääb loikudena maapinnale.

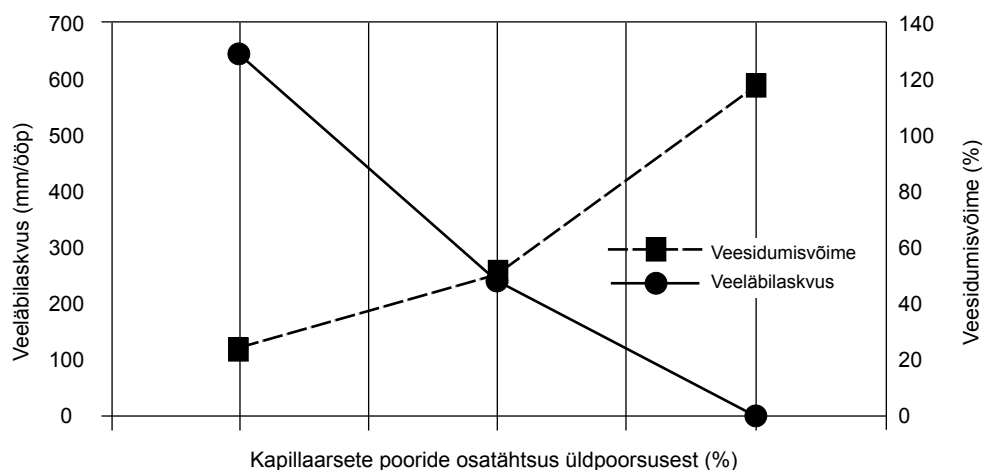
1.3.2. Kapillaarvesi

Kapillaarvesi on vesi, mis püsib või liigub pinnase kapillaarsetes poorides kapillaarjõudude toimele; kapillaarsete pooride läbimõõt on 1 ... 10 µm. Valdavalt toimub kapillaarvee liikumine suunaga alt üles. Sellel omadusel baseerub taimede altkastmissüsteemide töö. Reeglina liigub kapillaarvesi niiskemast keskkonnast kuivema suunas. Olenevalt kapillaaride iseloomust (mis omakorda oleneb pinnase mehhaanilisest koostisest) võib kapillaarvesi olla rohkem või vähem liikuv ning taimedele erinevalt kättesaadav. Hästi on taimedele kättesaadav nn **toetuv** ehk **kergesti liikuv kapillaarvesi**, mis tõuseb ülespoole põhjaveest või altkastmissüsteemist. Mõnikord võib kapillaarides oleval veel

puududa side põhjaveega – sellist vett nimetatakse **rippuvaks** ehk **väheliikuvaks kapillaarveeks**. Rippuv kapillaarvesi moodustub raskusjõu mõjul allapoole liikunud sademete või kastmisveest. Rippuvat kapillaarvett omastavad taimed keskmiselt. Kui gravitatsioonivesi nõrgub peale sadu või kastmist mööda mittekapillaarseid ehk makropoore kiiresti põhjavette ning poorid täituvad vee asemel õhuga, siis kapillaarvesi (nii toetuv kui ka rippuv) on taimede peamiseks veega varustajateks – kapillaarne tõus tagab vee jõudmise juurestikupiirkonda.

Kapillaarvee tõusu kõrgus on erinevates pinnastes erinev. Peeneteralistes looduslikes muldades võib see tõusta 3 ... 4 meetrit, jämedateralistes kasvupinnastes aga kõigest 25 ... 30 sentimeetrit. Haljasaladel kasutatavates tehislises kasvupinnastes mõjutavad kapillaarselt liikuva vee mahtu lisaks kapillaaride mahule ja iseloomule veel ka koostisosakeste pinna eripära ning vee pindpinevus. Kasutades sobivaid pinnasekomponente on võimalik reguleerida kapillaarsust selliselt, et kapillaarne tõus altkastmissüsteemide kaudu antavast veest oleks tagatud. Vee kapillaarset tõusu mõjutab ka pinnase temperatuur: vee liikumine kiireneb temperatuuri tõustes.

Kasvupinnases olevate kapillaarsete pooride maht, pinnase veehoidevõime ja veeläbilaskvus on omavahel otseses sõltuvuses. Kui näiteks kapillaarsete pooride maht pinnases suureneb 10 protsendilt 30 protsendile, võib pinnase veeläbilaskvus aeglustuda sadu millimeetreid ööpäeva kohta. See aga tõstab pinnase veemahutavust ligikaudu 6 korda. Segateralised ja ebahürtlased kasvupinnased sisaldavad taimede jaoks vajalikus mahus erineva suurusega kapillaarseid poore. Kui aga kasvupinnase lasuvustihedus eksploatatsiooni käigus suureneb, muutub ka erinevat tüüpi pooride väljakujunenud suhe ning see pidurdab vee kapillaarset tõusu. Alloleval joonisel on näidatud kapillaarsete pooride mahu seos kasvupinnase veehoidevõime ja veeläbilaskevõimega.



Joonis 2. Kapillaarsete pooride osatähtsus mõju kasvupinnase veeläbilaskvusele ja veesidumisvõimele (*Viheralueiden kasvualustat*).

1.3.3. Adsorbtsioonvesi

Kõige pisemate pooride läbimõõt kasvupinnastes on alla 1 μm – need poorid sisaldavad adsorbtsioonvett, mis molekulaarjõudude mõjul püsib tugevalt pinnaseosakeste välispinnal ning sedakaudu ka pooride sisepindadel. On pandud tähele, et adsorbtsioonvee poorid suudavad molekulaarjõudude abil kinni hoida kuni 0,5 μm paksust adsorbtsioonvee kihti. Taimedele ei ole adsorbtsioonvesi tugeva füüsikalise seotuse tõttu kättesaadav. Kui adsorbtsioonvee kihi paksus väheneb 0,2 μm -ni, öeldakse, et muld on jõudnud **närbumispunkti**. Selle niiskuse juures langeb taimede rakusisene rõhk ehk **turgor**, mis ei taastu enam ka siis, kui muld jälle normaalselt niiskub ning maapealsed osad ümbritsetakse küllastunud veeauruga.

Kuigi adsorbtsioonvett ei saa taimed otseselt kasutada, on tal ometi suur tähtsus pinnase veerežiimi kujunemises ning taimede toitainemajanduses.

- ✦ Kui kasvupinnas pakasega külmub, siis liigub mööda adsorbtsioonveepoore külmuvasse piirkonda lisavett, mis läbi maapind kerkib – külmudes paisub vesi 9% oma esialgsest mahust. Ülessulamise järel jäävad pinnasesse õhuga täidetud tühimikud; see aga parandab poorsust. Eriti oluline on läbikülmumine raskematel savipinnastel, mis kalduvad kergesti tihenema.
- ✦ Taimede väetamisel lahustuvad väetised vees ning liiguvad koos gravitatsiooniveega juures-tikupiirkonda. Lahuste kontsentratsiooni tasakaalu põhimõttest tulenevalt liigub osa toitainetest kapillaarvette ning osa adsorbtsioonvette. Taimed saavad takistusteta kätte gravitatsioon- ja kapillaarvees olevad lahustunud soolad, kuid adsorbtsioonvees olevad soolad jäävad „reservi“. Kui juures-tikupiirkonda lisandub täiendav kogus toitainetevaesemat vett, käivitub vastupidine protsess – liikumine tugevama kontsentratsiooniga lahuse suunast nõrgema suunas. Teisisõnu hakkavad toitained liikuma tagasi taimedele kättesaadavasse vette (kapillaarvette).

Adsorbtsioonvee kogus pinnases sõltub selle mehhaanilisest koostisest, orgaanilise aine sisaldusest ja temperatuurist, aga ka ümbritseva õhu relatiivsest niiskusest. Nii näiteks on adsorbtsioonvee sisaldus

- ✦ liivades 1 ... 3 mahuprotsenti,
- ✦ savides 50 ... 60 mahuprotsenti kogu pinnases leiduvast veest.

Turbas sisalduva adsorbtsioonvee kogus on oleneb turba lagunemisastmest: vähem on adsorbtsioonvett lagunemata turbas ning enam on seda lagunenu turbas.

1.3.4. Kasvupinnaste hüdroloogilisi näitajaid

Vee liikumist või paigalpüsimist kasvupinnases reguleerivad mitmed erinevad füüsikalised jõud, mille üldnimetus on kasvupinnase **veepotentsiaal**. Vesi liigub alati kõrgema potentsiaaliga piirkonnast madalama suunas. Veepotentsiaali mõõtühikuks on *Pascal* (Pa). Eristatakse vee kapillaarset potentsiaali, survepotentsiaali ja osmooset potentsiaali. Oma olemuselt on veepotentsiaal surve vastandnähtus – seega vaakum.

Alljärgnevalt on esitatud mõningad kasvupinnase hüdroloogilised näitajad.

1. Kasvupinnase veemahutavus

- ☛ Veega küllastunud ehk **täieliku veemahutavuse** olekus oleva kasvupinnase veepotentsiaal on 0 MPa. Täielik veemahutavus on võimalik neis pinnasekihtides, mis on pidevalt allpool põhjavee taset või mis on täieliku veemahutavuseni üle kastetud. Seega on **täielik** ehk **maksimaalne veemahutavus** pigem teoreetiline suurus, mida arvutatakse mulla üldpoorsuse, tiheduse ja seotud vee suuremast tihedusest tuleneva paranduse alusel. Täielik veemahutavus oleneb kasvupinnase füüsikalistest omadustest. Näiteks liivade puhul on see 20 ... 25% kuiva pinnase massist, turvaste puhul aga 300 ... 900%.
- ☛ Kui küllastunud kasvupinnasest nõrgub välja gravitatsioonivesi, siis jääb pinnasesse kapillaarvesi ning füüsikaliselt seotud vesi. Pinnases leiduvat suurimat kapillaarvee ning füüsikaliselt seotud vee hulka nimetatakse **väliveemahutavuseks**. Väliveemahutavuse tingimustes on veepotentsiaal vahemikus $-0,6 \dots -0,8$ MPa (seega vaakumis). Kui kasvupinnase veesisaldus on lähedane väliveemahutavusele, on selline pinnas sobiv enamiku taimede kasvatamiseks.
- ☛ **Adsorbtsioonvee mahutavuseks** nimetatakse suurimat veesisaldust, mida kasvupinnas on võimeline kinni hoidma adsorbtsioon- ehk molekulaarjõududega; see vesi ei ole taimedele kättesaadav.
- ☛ **Produktiivne veemahutavus** on vahe väliveemahutavuse ja närbumisniiskuse ehk närbumispunkti vahel.

2. Kasvupinnase veeläbilaskvus ja imavus

Kasvupinnase võimet juhtida vett ühest kohast teise (tavaliselt ülemistest kihtidest alumistesse) nimetatakse tema **veeläbilaskvuseks**.

Vesi tungib kasvupinnasesse

- ☛ gravitatsioonijõudude mõjul (sademe- või kastmisvee filtratsioon);
- ☛ molekulaarjõudude mõjul (imendumine);
- ☛ kapillaarjõudude mõjul (kapillaarne tõus).

Imendumine ja filtratsioon koos moodustavadki pinnase veeläbilaskvuse, mida väljendatakse veehulgaga, mis läbib kindla tüsedusega mullakihti ajaühiku jooksul. Veeläbilaskvust iseloomustavaks ühikuks on mm/tunnis või mm/ööpäevas. Veeläbilaskvus oleneb üldpoorsusest, aga ka mikro- ja makropooride omavahelisest suhtest. Peenefraktsioonilised kasvupinnased lasevad vett läbi halvasti, kuna nende üldpoorsus ja pooride suurus on väikesed; lisaks on sellistel pinnastel oht liigselt tiheneda. Nii näiteks võib savi veeläbilaskevõime olla 1 ... 3 mm ööpäevas, liivadel aga 2000 ... 4000 mm ööpäevas.

Vee liikumine pinnases eeldab veepotentsiaali erinevusi pinnase erinevates kohtades. Näiteks vihmajärgu alguses on kuiva kasvupinnase veeimavusvõime väga kõrge. Saju jätkudes saabub tasakaal, mil pinnasesse enam vett „ei mahu“. Seda tasakaalupunkti nimetatakse kasvupinnase **täielikuks imavuspotentsiaaliks**. Kui saju lõppedes maapinna pindmised kihid uuesti kuivavad, algab kapillaarjõudude mõjul **vee kapillaarne tõus**. Vesi hakkab liikuma niiskemast keskkonnast kuivema suunas – seega altpoolt ülespoole. Vee tõus sõltub eelkõige kapillaaride läbimõõdust. Väga peente kapillaaride korral (rasked savid) tõuseb vesi aeglaselt, kuid see-eest oluliselt kõrgemale, kui see toimub jämedamates kapillaarides (liivades, kruusades).

3. Vee aurumine kasvupinnasest

Vee aurumine kasvupinnasest võib toimuda kas otseselt või kaudselt. Kaudseks aurumiseks nimetatakse vee kadu, mis toimub läbi taimeorganite eelkõige transpiratsiooni käigus. Otsest aurumist mõjutavad mitmed faktorid, nagu näiteks õhutemperatuur ja -niiskus, tuule tugevus, kasvupinnase värvus ja tihedus ning selle tasasus, pinnakattetaimestiku olemasolu jms:

- ☛ tihedam kasvupinnas sisaldab rohkem peeni kapillaare ja seda intensiivsem on aurumine maapinnalt;
- ☛ ebatasase maapinna puhul on summaarne aurumispind suurem;
- ☛ mida kõrgem on temperatuur ja mida madalam on õhu niiskus, seda intensiivsem on aurumine (tume pinnas soojeneb rohkem kui hele);
- ☛ taimkate takistab maapinna temperatuuri tõusu ning kaitseb ka tuule eest, mistõttu aurumine on väiksem.

Kasvupinnases olevat veevaru on võimalik kaitsta, kui vähendada aurumist maapinna kobestamise ja multšimise abil. Kobestamise efekt seisneb selles, et kapillaarid suletakse „õhukorkidega“.

Kasvupinnaste pealispind võib põuaga kergesti muutuda **hüdrofoobseks** (vett hüljavaks), mis tähendab et kastmisvesi ei imbu pinnasesse. Hüdrofoobia tüüpnäiteks on kuivanud pealispinnaga turvas, mida uuesti niisutada on väga raske. Ka hüdrofoobiat on võimalik vähendada kobestamisega.

1.4. Näiteid mõningate kasvupinnasetüüpide füüsikaliste omaduste kohta

Tabelis 2 esitatakse näitena järgmiste haljastuses laialdasemat kasutust leidvate kasvupinnaste või nende komponentide füüsikalisi omadusi:

- ☛ Kasvupinnas A: 100% rabaturvast
- ☛ Kasvupinnas B: segu 50% rabaturbast ja 50% liivast
- ☛ Kasvupinnas C: segu 50% kompostist ja 50% liivast
- ☛ Kasvupinnas D: 100% komposti

Alljärgnevad selgitused võimaldavad mõista tabeli sisu.

- ☛ Segudes kasutatavate komponentide vahekorrad on antud mahuprotsentidena.
- ☛ Väliveemahutavus on määratud kapillaarse tõusu kõrgustel 10 cm, 40 cm ja 100 cm protsentidena kasvupinnase massist, mistõttu kergemate materjalide veemahutavusprotsendid on kõrgemad võrreldes raskemate materjalidega.
- ☛ Veeläbilaskvus on määratud kasvupinnaste tihedusel 70% (mõõdukalt tihendatud kasvupinnas) ning 90% (eriti tugevalt tihendatud pinnas); kuna turvast ja komposti ei ole võimalik tihendada ja neil puudub poorsus, ei ole ka määratud nende veeläbilaskvust.
- ☛ Pooride mahud on antud protsentides üldpoorsusest.
- ☛ Pooride eripindalade näitajad on antud m²/kg kohta, turba puhul puudub vastavate näitajate väljatoomisel mõte.

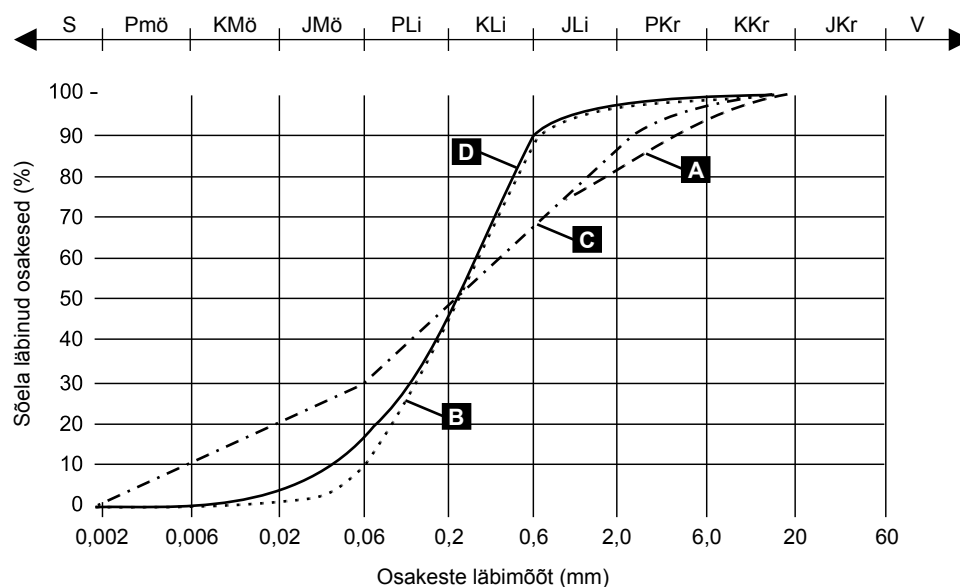
Tabel 2. Valitud kasvupinnaste füüsikalisi omadusi (*Viheralueiden kasvualustat*).

Omadus	Pinnas A	Pinnas B	Pinnas C	Pinnas D
Väliveemahutavus (% massist) kapillaarse tõusu kõrgusel:				
10 cm		52	57	280
40 cm	730	50	53	270
100 cm		50	45	
Veeläbilaskvus (mm/ööpäevas):				
tihedusel 70%		270	590	
tihedusel 90%		12	240	
Muud omadused:				
eripindala m ² /kg	920	610	3900	17 400
adsorbtsioonvee mahutavus, %	34	2,5	4,5	24,6
huumusesisaldus, %	60	5	8,3	52,4
Poorsuse eripära:				
gravitatsioonvee poore, %		87	72	64
kapillaarseid poore, %		11	15	23
adsorbtsioonvee poore, %		2	13	13
gravitatsioonvee pooride eripindala, m ² /kg		24	15	224
kapillaarsete pooride eripindala, m ² /kg		67	79	662
adsorbtsioonvee pooride eripindala, m ² /kg		123	3525	14 633

Analüüsidest tabelis 2 esitatavaid võrdlusandmeid võib näha, et

- ☛ Kahe orgaanilise päritoluga materjali (rabaturvas ja kompost) võrdluses on komposti eripindala ~ 20 korda suurem. See tähendab, et kompost suudab siduda oluliselt rohkem toitaineid ja vett kui traditsiooniline kasvuturvas.
- ☛ Võrreldes omavahel kahe lähedase sõelkõveraga (vt joonis 3) segusid B (turvas 50% + liiv 50%) ja C (kompost 50% + liiv 50%), võib märgata, et turba ja liiva segul väheneb liigse tihendamise tõttu tema veeläbilaskvus drastiliselt. Sama tiheduse juures on komposti ja liiva segu veeläbilaskvus taimedele 20 korda soodsam.
- ☛ Võrreldes samade segude adsorbtsioonvee pooride pindala, võib märgata, et liiva ja komposti segul on see näitaja ligikaudu 30 korda suurem kui liiva ja turba segul; see erinevus mõjutab ka kõiki teisi näitajaid.

Joonisel 3 esitatakse tabelis kirjeldatud pinnasenäidiste sõelkõverad.



Joonis 3. Näidispinnaste sõelkõverad (*Viheralueiden kasvualustat*).

Peatüki koostamisel kasutatud allikmaterjal

1. EVS 1997-1:2003 Geotehniline projekteerimine 1. osa: Üldeeskirjad
2. Kask, R. Tõnisson, H. *Mullateadus*. Tallinn: Valgus 1987, 256 lk
3. Masing, V. (koostaja). *Ökoloogialeksikon*. Tallinn: Eesti Entsüklopeediakirjastus 1992, 320 lk
4. Sirviö, J., Kaivosoja, I. jt. *Viheralueiden kasvualustat*. Viherympäristöliitto ry, Julkaisu 31. Helsinki 2004, 172 lk
5. www.klab.ee

2. Kasvupinnaste keemilised omadused

Kasvupinnaste keemiliste omaduste all peetakse silmas konkreetse pinnase toitainetesisaldust ja toitainete omavahelist bilanssi, pinnase reaktsiooni jms. Üheks kasvupinnase karakteristikuks on ka vees lahustuvate soolade sisaldus, mida määratakse kaudselt, võttes aluseks mullalahuse kui elektrolüüdi elektrijuhtivuse. Vees lahustunud soolade liigse sisaldus võib tulla üleväetamisest vees lahustuvate väetistega, aga ka tänavasoola liigsest või ebaõigest kasutamisest. Omistades tähtsust kasvupinnase keemilistele omadustele, võib öelda, et need on kergemini mõjutatavad kui füüsikalised omadused; teiselt poolt sõltuvad need füüsikalistest omadustest. Kasvupinnaste hooldustöödest suure osa moodustavadki väetamine ja lupjamine, mille eesmärgiks on toiteelementide hulga ja vahetuste ning reaktsiooni reguleerimine.

2.1. Taimetoiteelementide ja -toitainete mõiste

Taimetoiteelemendid on keemilised elemendid, mis on vajalikud taime kasvamiseks ja arenemiseks nende kõikides fenoloogilistes faasides ning millest ühtki pole võimalik asendada talle omaste funktsioonide tõttu mõne teise keemilise elemendiga. Taimetoiteelementide ja -ainete allikateks on mulla mineraalse osa murenemissaadused, mulla orgaaniline osa, mulla- ja sademetevesi, õhk ning inimese poolt väetistena juurde antavad keemilised elemendid.

Taimede vajalike koguste järgi klassifitseeritakse toitained makroelementideks ja mikroelementideks. Mikroelemendid on elemendid, mida taimed sisaldavad üliväikeses koguses (0,001 ... 0,00001 % kuivainest). See tähendab, et ka taimede tarvitavad mikroelementide kogused on väga väikesed: nende vajadus hektari kohta on kuni 1 kg. Makroelemente leidub taimede kuivaines mõni kümnendik kuni mitukümmend protsenti ning seega on ka nende vajadus oluliselt suurem, ulatudes isegi sadade kilogrammideni hektari kohta.

Tabel 3. Taimetoiteelemendid.

Makroelemendid	Mikroelemendid
Süsinik (C)	Raud (Fe)
Vesinik (H)	Mangaan (Mn)
Hapnik (O)	Vask (Cu)
Lämmastik (N)	Tsink (Zn)
Fosfor (P)	Molübdeen (Mo)
Kaalium (K)	Boor (Bo)
Kaltsium (Ca)	Kloor (Cl)
Magneesium (Mg)	Väävel (S)

Lisaks eespool toodutele kuulub taimede koostisse veel teisigi elutegevuseks vajalikke keemilisi elemente, mida aga siiski ei loeta taimetoitainete hulka kuuluvateks. Sellisteks elementideks on näiteks naatrium (Na), koobalt (Co) ja räni (Si). Selle kohta, kui palju keemilisi elemente täpselt loetakse taimetoiteelementide hulka kuuluvaks, on erinevaid seisukohti. Siiski on kindlaks tehtud vähemalt 16 keemilise elemendi vajalikkus edukaks taimekasvatuseks.

Taimetoiteelemente võib jagada ka **mittemineraalseteks** (C, O ja H) ja **mineraalseteks** (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl). Mittemineraalseid elemente kasutavad taimed peamiselt orgaanilise aine moodustamiseks. Nii näiteks on taimede kuivaine massis keskmiselt 45% süsinikku, 42% hapnikku ja 6,5% vesinikku. Mineraalseid toiteelemente vajavad taimed küll oluliselt vähem, kuid nendeta ei ole võimalik orgaanilise aine süntees. Need on kasvupinnases ka defitsiitsemad ja neid tuleb tavaliselt väetistega juurde anda. Väetamise seisukohalt peetakse lämmastikku, fosforit ja kaaliumi **esmajärgulisteks makroelementideks** ehk põhitoiteelementideks. Kaltsiumi, magneesiumi ja väävli aga peetakse **teisejärgulisteks makroelementideks**.

Taimed ammutavad toiteelemente vaid teatud kindlatest keemilistest ühenditest nende kindlates olekutes; mitte kõiki vajalikke elemente ei võeta kasvupinnasest. Süsinikku ja hapnikku tarbitakse näiteks gaasilises olekus süsihappegaasina (CO₂). Väikestes kogustes on taimed võimelised omastama ka väävli gaasilisest vääveldioksiidist (SO₂). Vajalik vesinik saadakse veemolekulidest (H₂O). **Positiivselt laetud ioonidena** ehk **katioonidena** ammutatakse kaaliumi, kaltsiumi, magneesiumi, rauda, vaske, mangaani, tsinki ja lämmastikku ammoniumkatioonina. **Negatiivselt laetud ioonidena** ehk **anioonidena** ammutatakse fosforit, väävli, molübdeeni, kloori ning lämmastikku nitraatanioonina. Boori võtavad taimed elektriliselt neutraalse boorhappemolekulina. Mõningaid metallilisi toiteelemente võtavad taimed **kelaatidena**. Kelaadid on ühendid, milles metallkatiooni külge on vähemalt kahe keemilise sidemega kinnitunud orgaanilisi molekule või anioone. Kelaate tekib pinnases näiteks orgaanilise aine lagunemise käigus; kelaate võivad sisaldada ka mõned tööstuslikult toodetud väetised. **Ühtekokku nimetatakse molekulideks ühinenud keemilisi elemente või elektriliselt laetud ühendeid (anioone ja katioone), millena toiteelemendid taimesse sisenevad, taimetoitaineteks.**

2.2. Toitainete omastamine taimede poolt

Oma toitumistüübilt on taimed **autotroofid** – nad kasutavad toiduks anorgaanilisi ühendeid ning sünteesivad need klorofüllil abil oma organismis orgaanilisteks ühenditeks. Vähesel määral kasutavad taimed ka vees lahustunud orgaanilisi aineid, nt humiinhappeid. Põhiorganiks, mille kaudu taimed toitaineid omastavad on juured; vähemal määral omastatakse toitaineid ka lehtede kaudu. Lehtede kaudu omastatakse peamiselt süsihappegaasi ning vähemal määral vett, hapnikku ja lahustunud mineraal- ja orgaanilisi aineid.

Juurtoitumise korral saavad toitained taimedesse siseneda üksnes mullavees lahustunud kujul, hoolimata sellest, kas toitained on mineraalsed või orgaanilised. Kasvupinnase poorides liikuvat vett, milles on lisaks taimetoitainetele erineval viisil lahustunud veel palju teisigi aineid, nimetatakse **mullalahuseks**. Lisaks mineraalsetele ainetele on mullalahuses lahustunud gaase (hapnikku, süsihappegaasi ja lämmastikku), orgaanilise aine laguprodukte, mikroorganismide toodetud orgaanilisi

happeid, mitmesuguseid murenemisjääke jm. Mullalahuse koostis ja kontsentratsioon on muutuvad suurused, mis olenevad sellest, kuidas toimib aineriing, kui palju ja milliseid toitaineid uhutakse laskuva veevoolu poolt välja ning kui palju kasutavad neid ära taimed. Mullalahuses olevate toitainete madal nivoo ei ole probleemiks, kui varusid täiendatakse regulaarse ja täpse väetamisega.

Taimede omastamisulatusse satuvad toitained kahel erineval viisil:

- 1) kasvupinnase veepotentsiaali erinevustest tuleneva vee ümberpaiknemise käigus, kus juurte lähedusse sattuv vesi toob kaasa selles lahustunud toitaineid; vett „tõmbab“ juurte lähedusse ka taimede transpireerimine;
- 2) difusiooni käigus.

Difusiooni all mõistetakse erineva kontsentratsiooniga lahuste omavahelist segunemist, kusjuures kõrgema kontsentratsiooniga lahus liigub madalama kontsentratsiooniga lahuse suunas; liikumine kestab, kuni kontsentratsioonid võrdsustuvad. Et toitainete tarbimise tõttu on nende kontsentratsioon taimejuurte vahetus läheduses madalam kui neist kaugemal, toimubki juurte suunas pidev difusioon. Difusiooni intensiivsus oleneb kontsentratsioonide vahelisest erinevusest, kasvupinnase niiskusest ning konkreetsest toitaimest.

Ka toitainete (ioonide) **sisenemist taimedesse** on püütud seletada difusiooni, transpiratsiooni ja rakkude imamisjõu toimega, mis kõik on toitainete **passiivse** sisenemise viisid. Siiski ei ole see mehhanism veel täielikult selge; pigem kinnitavad katsetulemused toitainete **aktiivse sisenemise ja omastamise** suuremat tähtsust. Aktiivse sisenemise all mõistetakse mitmeid keemilisi reaktsioone taimekudesid moodustavate ainete ning mullalahuses leiduvate ainete vahel, mille tagajärjel toitainete omastamine toimub. Vähesel määral esineb ka toiteelementide vastassuunalist liikumist – taimedest tagasi mullalahusesse. Sellisel viisil mõjutavad taimed omalt poolt mullalahuse koostist.

2.3. Taimetoitainete jagunemine nende kättesaadavuse järgi

Selle järgi, kuidas mullas leiduvad toitained satuvad mullalahusesse (st muutuvad taimedele kättesaadavaks), võib neid jaotada kolme rühma:

- 1) **mullavees lahustunud**, liikuvad toitained, mis on taimedele kergesti kättesaadavad;
- 2) **mullakolloididel asenduvalt neeldunud**, taimedele kättesaadavad liikuvad ühendid;
- 3) **rasketilahustuvate anorgaaniliste sooladena** esinevad, taimedele raskesti kättesaadavad toitained (nt mõningad sulfaadid, fosfaadid jt).

Lisaks võivad toitained olla ka mulla mineraalosa poolt tugevasti seotud ehk fikseeritud; need toitained on taimedele kättesaamatud. Kättesaamatute toitainete hulka kuuluvad samuti mulla orgaanilise aine koostises olevad, sh taimede ja bakterite poolt seotud, liikumatud toitained.

Toitainetega toimuvad protsessid, sh üleminekud ühest vormist teise, on väga dünaamilised ning võivad olla samaaegselt vastassuunalised, sõltudes loodusliku tasakaalu tingimustest.

2.3.1. Mullavees lahustuvad ehk liikuvad toitained

Mullas olevate toitainete potentsiaalsetest varudest on mullavees vabalt lahustunud kujul (iooni-dena) vaid väike osa, nagu näiteks nitraatioonid (NO_3^-) ja ammooniumioonid (NH_4^+) ning väike osa kaaliumi- ja fosforivarudest (K^+ ning H_2PO_4^-). Toitained võivad mullalahuses esineda ka neutraalsete molekulidena, nagu näiteks boorhappemolekul (H_3BO_3). Mullalahus sisaldab ka selles lahustunud gaase – hapnikku, lämmastikku ja süsihappegaasi. Lisaks on mullalahuses suutelised lahustuma mitmed kelaadid, orgaanilised happed ning mõningad mineraalide murenemisproduktid. Mullalahuse koostis varieerub väga laiades piirides ning seda mõjutavad toitainete tarbimine taimede poolt, ilmastik, väetamise iseloom, vee liikumine maapinnas, lupjamine jms.

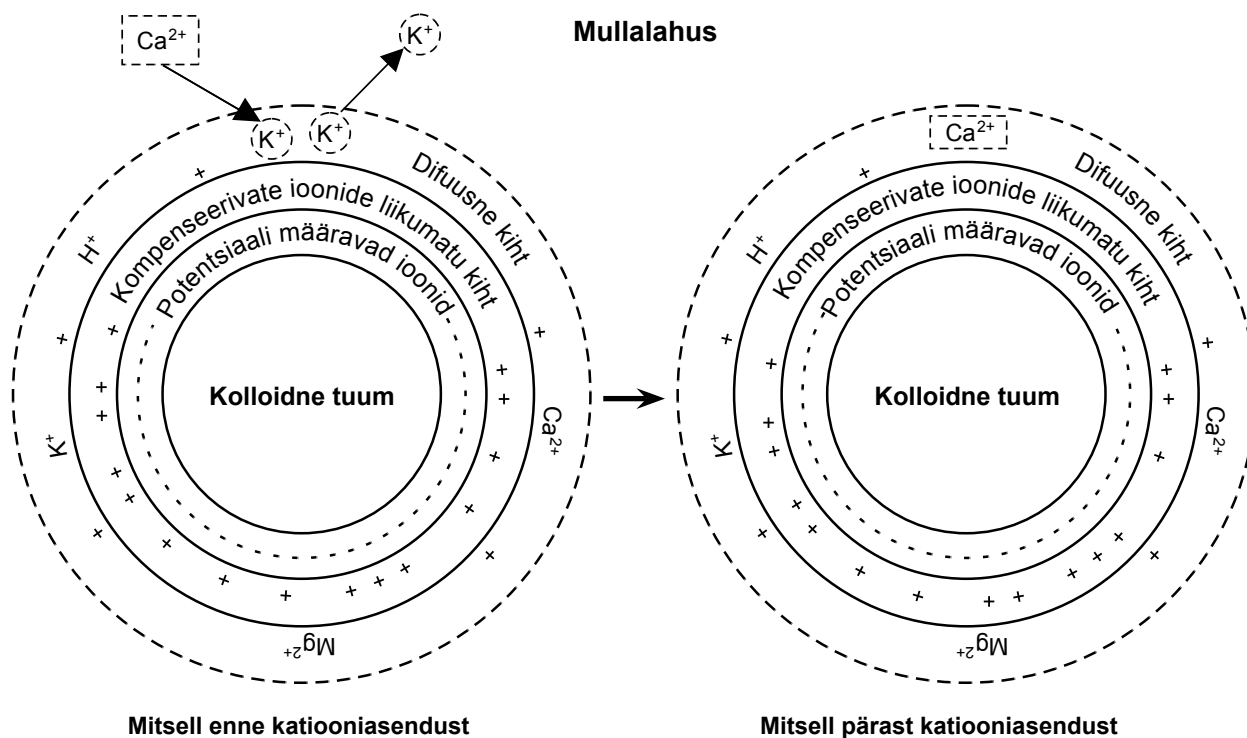
Liikuvate toitainete ühiseks omaduseks on, et nad on mullast väga kergesti välja uhutavad, mistõttu nende doseerimine peaks olema võimalikult täpne.

2.3.2. Asenduvad toitained ja asendusneeldumine

Asendusneeldumise olemus

Et asendusneeldumise toimemehhanismist aru saada, on vaja mõista, mis on **mullakolloidid**. Mullakolloidid on mikroskoopilised mullaosakesed, mille läbimõõt on 1 ... 100 nanomeetrit ning mis on nähtavad üksnes elektronmikroskoobis umbes 500 000 kordse suurendusega. Kolloidi põhimassi moodustab tema tuum, mis on kas kristalse või amorfse ehitusega, olenevalt sellest, kas ta on mineraalse või orgaanilise päritoluga. Tuuma ümbritseb kolm tinglikult üksteisest eristatavat ionide kihti. Tuumale kõige lähem, liikumatute ionide kiht määrab tuuma elektrilaengu. Negatiivse laenguga kolloide nimetatakse **atsidoidideks** ning positiivse laenguga kolloide **basoidideks** (peamiselt domineerivad mullas atsidoidid). Teine kiht on esimese kihi laengule vastasnimeliste ionide liikumatu kiht, mida ümbritseb kolmas, nn difuusne kiht, mis koosneb teise kihiga samanimelistest ionidest, kuid mis on tuumaga lõdvalt seotud. Kõik need kihid kokku koos kolloidse tuumaga moodustavad **mitselli** (joonis 4). Mitselli kaks välimist kihti kokku moodustavad kompenseerivate ionide kihi. Tervikuna on mitsell elektriliselt neutraalne.

Kompenseerivate kihile on omane võime vahetada seda moodustavaid ioone mullalahuses paiknevate samanimeliste ionide vastu. Selliseid reaktsioone nimetatakse asendusreaktsioonideks ning nende reaktsioonide käigus toimuvat toitainetioonide neeldumist kolloidi pinnale nimetatakse **asendusneeldumiseks**. Atsidoidsed kolloidid on mullas peamised katioonide (positiivselt laetud ionide) asendusreaktsioonide kandjad ja basoidsed kolloidid vastavalt anioonide (negatiivselt laetud ionide) asendusreaktsioonide kandjad. Seega jaguneb asendusneeldumine **katioonide asenduseks** ja **anioonide asenduseks**. Skemaatiliselt on katioonide vahetumise protsess kujutatud joonisel 4.



Joonis 4. Katioonivahetus kolloidide ja mullalahuse vahel.

Asenduvad toitained

Asenduvateks ehk asenduvalt neelduvateks toitaineteks nimetatakse toitaineid, mis on elektriliselt seotud üliväikeste mullaosakeste ehk kolloididega. Suurem osa taimetoitainetest neeldubki asenduvalt. Seni, kuni nende toitainete ioonid on seotud mullaosakestega, ei ole nad taimedele kättesaadavad. Et taimed saaksid neid toitaineid kasutada, peavad nende elektriliselt laetud ioonid vabanema mullaosakeste pinnalt ning sattuma mullalahusesse. Selleks peavad mullalahuses olevad ioonid ning mullaosakeste pinnal olevad seotud ioonid vahetama oma kohti. Nii, nagu eespool kirjeldatud, toimub see vahetus- või asendusreaktsioonide käigus. Reaktsioonide käivitajateks ja „ülalpidajateks“ on mullalahuses pidevalt toimuvad muutused: taimede elutegevusest tulenev toitainekoguste vähenemine ja nende omavahelise vahekorra muutumine, väetamisega kaasnev toitainekoguste suurenemine, mullas leiduva veehulga suurenemine või vähenemine, pH muutused jms.

Katiooniasendus

Kuna suurem osa mullakolloidide on negatiivse laenguga ning seega ümbritsetud kompenseeritavate katioonide kihiga, ongi mullas valdavaks protsessiks katiooniasendus; vähemal määral esineb aniooni-asendus. **Põhitaitainete katioonidest neelduvad asenduvalt näiteks kaltsiumkatioonid (Ca^{2+}), aga ka magneesium (Mg^{2+}) ja kaaliumkatioonid (K^+).** Vähem olulistest toitainetest neelduvad asenduvalt **naatriumkatioonid (Na^{2+})** ning paljude **mikroelementide katioonid**. Vesinikkatioonide (H^+) ja alumiiniumkatioonide (Al^{3+}) osatähtsus ja seega ka asendusneeldumine neutraalsel ja aluselisel muldadel on väike, kuid happesuse suurenedes nende osatähtsus kasvab.

Kasvupinnase katioonivahetuspotentsiaal

Erinevatel aastaaegadel ammutavad taimed kasvupinnasest toitained erinevas koguses ja erinevates vahekordades. Seetõttu peab kasvupinnas endast kujutama teatavat toitainetereservi, kusjuures toitained peavad olema seotud, et pinnases liikuv vesi neid välja ei uhuks. Kolloidid töötavadki nagu taimetoitainete pank: nad on võimalised siduma suurel hulgal katioone, nagu näiteks H^+ , Al^{3+} , Ca^{2+} , ja Mg^{2+} . Seega võiks kolloidi kujutada suure anioonina, mille pinnale on seotud sadu tuhandeid katioone. Lisaks katioonidele seovad kolloidid ka veemolekule. **Tänu tugevatele sidemetele on kolloidi pinnale seotud anioonid kaitstud väljauhtumise eest laskuva veevoo poolt.** Samaaegselt on kolloididel neeldunud toitained pidevalt toimuva katioonivahetuse kaudu taimedele suures osas kättesaadavad. Katioonide varud täienevad, kui kasvupinnasesse lisatakse orgaanilisi või mineraalseid väetisi või satuvad sinna erinevate eluvormide jäänused.

On mõistetav, et teoreetiliselt suudab kasvupinnas neelata nii palju katioone, kui palju on kolloididel kokku positiivseid laenguid. **Maksimaalset katioonide hulka, mida kolloidid on võimalised mullalahusest neelama ja kinni hoidma, nimetatakse mulla** või kasvupinnase **neelamismahutavuseks**. Seda väljendatakse neeldunud aluste, vesiniku (H^+) ja alumiiniumi (Al^{3+}) summaarse sisaldusena milligramm-ekvivalentides 100 g kasvupinnase kohta (me/100 g). Neelamismahutavus sõltub kolloidide hulgast: mida rohkem kolloide kasvupinnas sisaldab, seda suuremat hulka toitained ta suudab neelata. **Rohkem sisaldavad kolloide huumusrikkad peeneteralised kasvupinnased** (savi- ja liivsavimullad) tänu neid moodustavate osakeste väikesele läbimõõdule; seetõttu on sellistes pinnastes kolloidide summaarne eripind väga suur. Nii näiteks on jämedateraliste liivmuldade neelamismahutavus alla 10 me/100 g, peeneteraliste savimuldade neelamismahutavus 10 ... 40 me/100 g ja turbamuldadel 100 ... 250 me/100 g. Suur varieeruvus turbamuldade neelamismahutavuses sõltub turba lagunemisastmest (vähelagunenud turbad neelavad vähem ning maksimaalselt lagununud neelavad rohkem).

Neeldunud katioonide koostisest sõltuvad kasvupinnase füüsikalised-keemilised omadused ja struktuur. Kui kasvupinnas sisaldab rohkelt neeldunud aluseid (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , NH_4^+), on tema reaktsioon neutraalne või aluseline. Pinnased, mis sisaldavad rohkesti vesinik- ja alumiiniumioone (H^+ ja Al^{3+}) on happelised. Neeldunud aluste osatähtsust protsentides kasvupinnase kogu neelamismahutavusest näitab küllastusaste. Kui küllastusaste on alla 50%, vajab pinnas lupjamist; happelised väetised halvendavad sellise pinnase omadusi. Kui küllastusaste on üle 75%, ei anna lupjamine tulemusi.

Neelamismahutavusega tuleb arvestada ka mullaanalüüside tõlgendamisel ja analüüsidele tuginevate väetamisskeemide koostamisel. Kasvupinnastel, mille neelamismahutavus on väike (näiteks jämedateralised huumusvaesed spordimurud), ongi iseloomulik kaltsiumi, magneesiumi ja kaaliumi madal sisaldus. Püüd tõsta ühekorraga nende pinnaste toitainesisaldus soovituslikule tasemele ei ole eesmärgipärane. Sellistele kasvupinnastele kasvama pandud nõudlike taimede toitumistingimused tagatakse regulaarse pealtväetamise teel kasvuperioodil, mil lisaks lämmastikule antakse ka katioonväetisi (kaalium, magneesium, kaltsium jt katioonid); samuti võib kasutada pika mõjuajaga *osmocote*-tüüpi väetisi.

Asenduvad anioonid ja anioonivahetus

Anioonide asendusneeldumine toimub samal põhimõttel nagu kationide puhulgi. Erinevuseks on, et kui kationid neelduvad negatiivse laenguga kolloididele ehk atsidoidele, võivad anioonid neelduda üksnes positiivselt laetud kolloididele ehk basoidele. Kuna positiivselt laetud kolloidide leidub peamiselt vaid happelistes tingimustes, esineb anioonide neeldumist neutraalsetes või mõõdukalt aluselistes pinnastes küllalt vähe. See aga tähendab, et mullalahuses esinevate negatiivselt laetud nitraat-, kloriid- ja sulfaationide väljaleostumise oht on märkimisväärne, mistõttu neid ei tohiks kasvupinnasesse anda varuga ega ajal, mil taimed neid ei ammuta.

2.3.3. Raskestilahustuvad toitained

Muldades ja kasvupinnastes esineb ka toitained, mida taimed on võimelised kasutama alles seejärel, kui bioloogilised või keemilised mõjutajad on muutnud need taimedele omastatavasse vormi. Sellisteks toitaineteks on keemilised elemendid ja ühendid, mis loomupäraselt moodustavad kasvupinnase „karkassi“ ehk mineraalosa. Nii näiteks sisaldavad mulla savimineraalid lisaks räni- ja alumiiniumiühenditele ka kaaliumi, magneesiumi ja kaltsiumi; apatiit sisaldab fosforit ning mitmesugused settekivimid sisaldavad kaltsiumi ja magneesiumi. Need ühendid on mullas kindlalt fikseeritud ega leostu välja.

Taimedele kättesaamatuid ühendeid esineb ka mulla orgaanilises osas. Lagunemata või lagunemise erinevates faasides olevad taimsed või loomsed jäänused, aga ka mikroorganismid sisaldavad toitaineid, mis ei ole veel mineraliseerunud – seega ei ole nad taimedele kättesaadavad. Toitainete omastamist ja sidumist mullaorganismide poolt (sh taimejuurte poolt) nimetatakse **bioloogiliseks neeldumiseks**. Eriti oluline on bioloogiline neeldumine vegetatsiooniperioodi lõpuks kasutamata jäänud nitraatide puhul, mil need seotakse mikroorganismide poolt, vältides sellega nende väljaleostumist. Taimed saavad mulla orgaanilise osa poolt seotud toitaineid kasutada vastavalt sellele, kuidas toimub orgaaniliste ainete mineraliseerumine.

Raskestilahustuvateks toitaineteks loetakse ka mitmeid ühendeid, mis tekivad mullalahuses toimivate arvukate keemiliste reaktsioonide tulemusena. Nii näiteks võivad mitmed mullalahuses vabalt liikuvad toitained omavahel reageerides anda erinevaid lahustumatuid setteid. Settereaktsioonides võivad osaleda nii anioonid kui ka kationid. Selliste setete sattumine tagasi mullalahusesse võtab aega ning toimub üldjuhul hapete, leeliste või teiste reagentide mõjul. Nähtust, mille käigus tekivad keemiliste reaktsioonide tulemusel kergesti lahustuvatest ühenditest raskemini lahustuvad, mullas sadestuvad ühendid, nimetatakse **keemiliseks neeldumiseks**. Keemiline neeldumine on arvestatav neeldumisviis näiteks mullalahuses liikuva fosfaatiooni puhul, mis happelises keskkonnas, reageerides raud- ja alumiiniumkationidega, moodustab raskestilahustuvaid raud- ja alumiiniumfosfaate ning aluselises keskkonnas, reageerides kaltsiumkationidega, annab kaltsiumfosfaate.

2.4. Kasvupinnase reaktsioon ja selle mõju taimetoiteelementide omastatavusele

2.4.1. Reaktsiooni mõiste

Mulla (kasvupinnase) olulisemaid omadusi on selle reaktsioon. Reaktsioon määrab suuresti ära pinnase füüsikaliste, keemiliste ja bioloogiliste omaduste omavahelise mõju ja vastumõju iseloomu. **Mulla reaktsiooniks nimetatakse vesinik- ja hüdroksiidioonide teatud kontsentratsiooni mullas.** Sõltuvalt nende ionide hulgalisest vahekorrast on kasvupinnas kas happeline, neutraalne või aluseline. Happelises pinnases on ülekaalus vesinikioonid (H^+), neutraalses pinnases on vesinik- ja hüdroksiidioonide (OH^-) hulk võrdne ning aluselises pinnases on ülekaalus hüdroksiidioonid.

Vesinikiooni kontsentratsiooni tähistatakse leppeliselt sümboliga pH, mille arvuline väärtus näitab vesinikioonide kontsentratsiooni negatiivset kümnendlogaritmi.

Seega $pH = -\log C_H^+$, kus C_H^+ on vesiniku grammioonide hulk 1 liitris lahuses.

Kasvupinnase pH määratakse kas tema vesileotisest või kaaliumkloriidi lahusest. Vastavalt sellele eristatakse mulla vesileotise pH-d (pH_{H_2O}) ja kaaliumkloriidileotise pH-d (pH_{KCl}). Ühest ja samast pinnasest määratud pH_{KCl} arv väärtus on umbes ühe ühiku võrra madalam kui pH_{H_2O} , kuna kaaliumioonid tõrjuvad osa kolloididel neeldunud vesinikioonidest määramislahusesse, suurendades sellega vesinikioonide kontsentratsiooni selles. Tavaliselt määratakse reaktsioon kaaliumkloriidi lahusest; välitingimustes määratakse seda siiski ka vesileotisest.

Reaktsiooni arv väärtuste järgi klassifitseeritakse muldi ning kasvupinnaseid järgmiselt:

pH_{KCl} kuni 4,5	- tugevasti happelised
4,6 ... 5,5	- mõõdukalt happelised
5,6 ... 6,5	- nõrgalt happelised
6,6 ... 7,2	- neutraalsed
üle 7,2	- aluselised

2.4.2. Reaktsiooni mõju taimede kasvufaktoritele

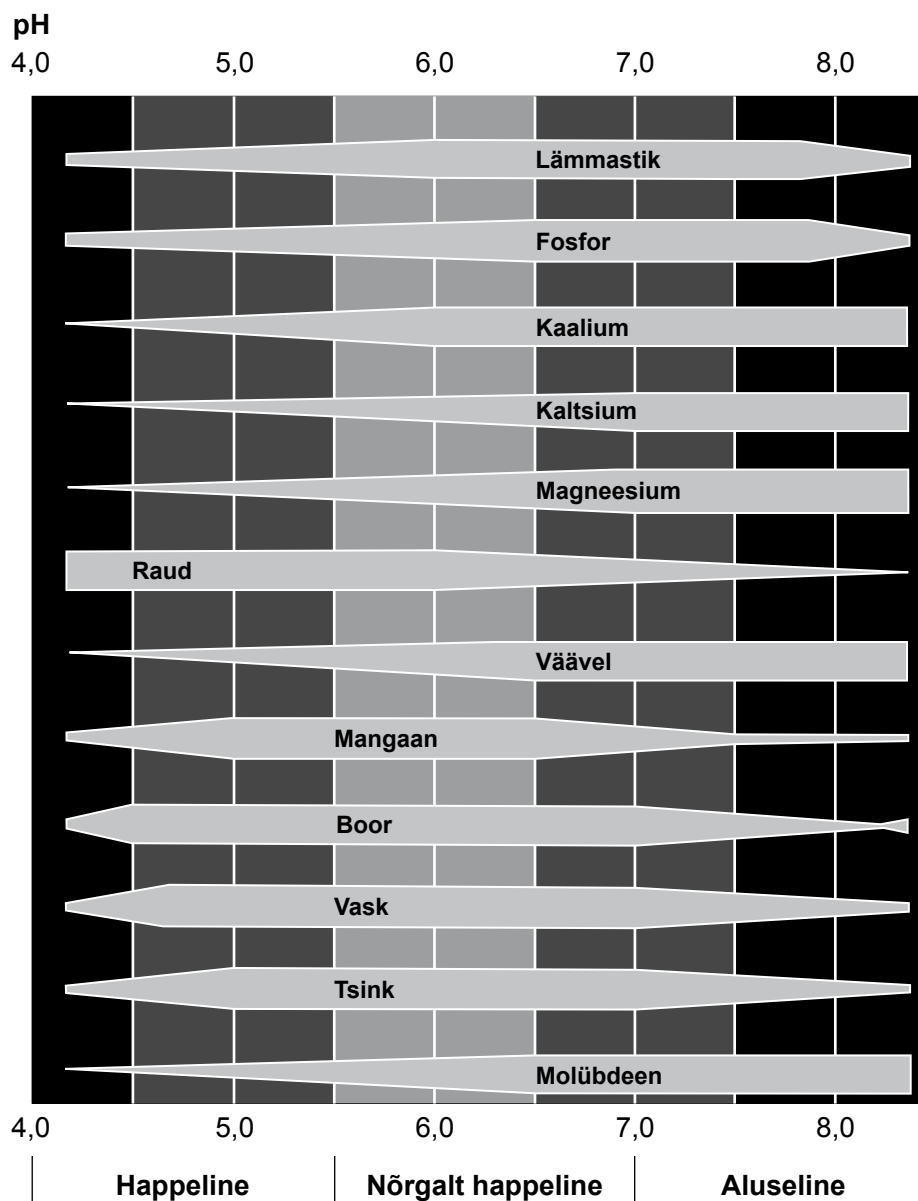
Kasvupinnase reaktsioon avaldab taimedele mõju erinevate kasvufaktorite muutuste kaudu. Nii näiteks mõjutab pH tase toitainete omastamist ja mitmete mikroorganismide tegevust. Mõju neile võib olla kas kahjulik või kasulik, oleneb ühelt poolt pH arv väärtustest ning teiselt poolt konkreetsete eluvormide (näiteks mikroorganismide) kasvukoha- ja elupaiganõuetest. Oluline on teada ka toitainete omastatavuse ja pH vahelisi seoseid:

- ☛ fosfori ja molübdeeni kättesaadavus on seda halvem, mida happelisem on muld
- ☛ mangaani, raua, vase ja tsingi kättesaadavus on parim happelises keskkonnas, kus mangaani lahustuvus võib tõusta isegi ohtlikult kõrgeks
- ☛ kaltsiumi, magneesiumi ja kaaliumi omastatavus on parim, kui pH on üle 6,5

Rikkalikult turvast sisaldavates kasvupinnastes avaldub toitainete lahustuvus järgmiselt:

- ☛ mangaani lahustuvus lisandub märgatavalt alles siis, kui pH langeb alla 5,0; vase ja tsiingi lahustuvus avaldub umbes pH 5,5 juures ja boori lahustuvus pH 6,0 juures
- ☛ fosfori kättesaadavus ei lange koos happelisuse lisandumisega nii järsult kui see toimub rohkelt savi sisaldavate pinnaste happelisuse lisandumisel

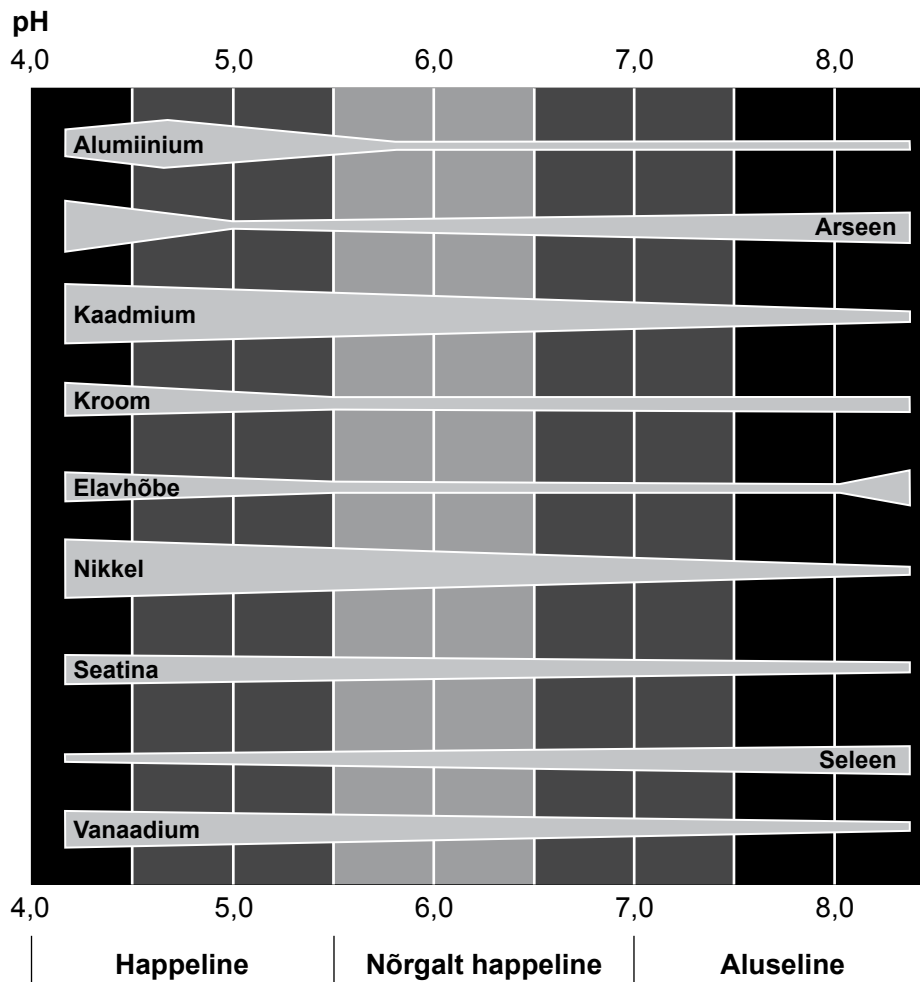
Enamiku kultuurtaimede jaoks on toitumiskeskkond soodsaim, kui pH on neutraalne või nõrgalt happeline (pH 5,5 ... 7). Erandiks on siin mõned kaltsifoonid (lubjapõlgurid ehk teisisõnu hapulembesed) ja kaltsifiilsed (lubjalembesed) taimed. Joonisel 5 on skemaatiliselt kujutatud kasvupinnase reaktsiooni ja toitainete omastatavuse vahelised seosed.



Joonis 5. Kasvupinnase reaktsiooni mõju toitainete omastatavusele (*Viheralueiden kasvualustat*).

Kasvupinnase reaktsioon võib mõjutada ka selles leiduvate kahjulike ainete lahustuvust ja seega sattumist taimedesse:

- ☛ kaadmiumi (Cd), arseeni (As) ja nikli (Ni) lahustuvus on kõrgem happelises keskkonnas; arseeni lahustuvus suureneb, kui pH on ligikaudu 8 ja üle selle
- ☛ elavhõbeda (Hg) lahustuvus on suurem aluselises keskkonnas (pH 8 ja rohkem)
- ☛ maapinnas looduslikult leiduva alumiiniumi lahustuvus suureneb, kui pH langeb alla 5,5; eriti palju sisaldavad alumiiniumi savipinnased
- ☛ kuna alumiiniumiliig mõjub kahjulikult nii taimedele kui ka mikroorganismidele, on vaja jälgida pH väärtust nende kasvupinnaste tootmisel, milles savi osatähtsus on suur



Joonis 6. Kasvupinnase reaktsiooni mõju raskmetallide lahustuvusele (*Viheralueiden kasvualustat*).

Reaktsioon avaldab mõju ka kasvupinnase struktuurile. Savi sisaldavates kasvupinnastes algab sõmerjate agregaatide moodustumine keemilise protsessina ning jätkub ja tugevneb nii füüsikaliste kui bioloogiliste protsesside kaasabil. Saviosakesi ühendavad kaltsiumkatioonide moodustatud katioonsillad; tekkinud sõmeraid tugevdavad mikroobide ja taimejuurte poolt eritatavad limad ning seeneniidistikud. Mida jämedamafraktsioonilisem on kasvupinnas, seda olulisem on struktuuride kujunemise seisukohalt mulla bioloogilise aktiivsus. **Kasvupinnase pH mõjutab tema mikrobioloogilist aktiivsust ning sellega ka struktuuri välja kujunemist.** Nii näiteks on enamiku kasulike bakterite aktiivseks toimimiseks sobiv pH-vahemik 6 ... 7,5. Seente tegevuseks sobib pH-vahemik 5,5 ... 8. Liigne happesus mõjub kahjulikult paljudele mikroorganismidele. Nii näiteks hakkavad happelises keskkonnas arenema kasulike mikroorganismide (mügarbakterid, nitrifitseerivad bakterid jt) asemel mitmed haigusetkitajad ning roisubakterid. Aga samas langeb mikroorganismide aktiivsus ka liiga aluselises keskkonnas.

2.4.3. Kasvupinnase reaktsiooni reguleerimine

Kasvupinnase liigset happesust vähendatakse mitmesuguste lubiainetega (vt punkt 5.3.4), mille anioonosa on happelisi H^+ -ioone neutraliseeriv alus. Neutraliseerimisreaktsiooni käigus seotakse vesinikioon taimedele kahjutusse ühendisse, milleks on veemolekul. Happeliste vesinikioonide hulga vähenemisega kaasneb happelise reaktsiooni muutumine aluselisemaks.

Sageli aga on vaja kasvatada hapulembeseid taimi kohtades, kus looduslikud mullad on liiga aluselised või siis on vaja valmistada sellistele taimedele kasvupinnas. Parim viis kasvupinnast hapustada on lisada sellesse neutraliseerimata rabaturvast, mille pH on 3 ... 5. Kui aga liigne aluselisus ilmneb juba rajatud, taimestikuga kaetud istutusosal, on pinnast võimalik hapustada, kui kasutada reaktsiooni mõjutavaid preparaate. Sellisteks preparaatideks on näiteks raudsulfaat või mõni ammooniumiooni sisaldav väetis. Tõhusaimaks hapustavaks lämmastikväetiseks on ammooniumsulfaat. Andes ammooniumväetist kasutatakse ära nitrifikatsiooniprotsess. Raudsulfaadi hapustav mõju baseerub raudkatiooni (Fe^{2+}) reageerimisel veega; reaktsiooni käigus eraldub happesust lisav vesinik H^+ .

2.5. Vees lahustuvad soolad kasvupinnases

Soolad on keemilised ühendid, mis vees lahustudes lagunevad anioonideks ja katioonideks. Nii looduslikud mullad kui tööstuslikult toodetud kasvupinnased sisaldavad mitmeid erinevaid soolaid, mis satuvad sinna mulla mineraalosa murenemise ja orgaanilise aine lagunemise tagajärjel. Ka maapinnale langevate õhusaastete koostises on soolaid; soolad on oma olemuselt ka enamik väetisi. Sageli tõuseb kasvupinnase soolasisaldus ohtlikult kõrgele libedusetõrje tõttu.

Vees lahustuvate soolade sisaldust kasvupinnases on võimalik määrata tema elektrijuhtivuse kaudu. Mida suurem on ionide kontsentratsioon vesilahuses, seda kõrgem on tema elektrijuhtivus. Elektri juhtivuse mõõtühikuks on $10 \times mSm/cm$. Elektri juhtivust on võimalik mõõta laboratoorselt veemulla pastast, mis oma olemuselt on elektrolüüt ning milles elektri juhtimisvõime baseerub ionide liikumisel. Välitingimustes on elektri juhtivust võimalik määrata mõõteseadmega, mille nimetuseks on **percomeeter**. Nimetus tuleneb inglise keelsetest sõnadest *Permittivity* (dielektriline läbitavus) ja *Conductivity* (elektri juhtivus). Percomeetriga mõõdetud näitused tuleb töödelda spetsiaalse

arvutiprogrammiga, mis korrigeerib mõõtmistulemusi kasvupinnase temperatuurist, niiskusest jm tulenevate paranditega.

Olenevalt kasvatatavate taimede nõudlikkusest peaks kasvupinnase elektrijuhtivus varieeruma vahemikus 0,5 ... 6 (10 x mSm/cm). Vastrajatud haljasalalt võetud proovides võib elektrijuhtivus olla isegi üle 10 (olenevalt sellest, kui suur väetisevaru anti), kuid esimese kasvuperioodi järel stabiliseerub näit tavaliselt tasemel 2 ... 5, mis sobibki enamiku taimede kasvatamiseks. Soolasisalduse kiire languse üheks põhjuseks on vees lahustuva lämmastiku koguse muutus, kuna osa lämmastikust seotakse taimede poolt ning osa uhutakse välja.

Lahustuvate soolade mõju taimede veemajandusele

Tulenevalt veepotentsiaali erinevustest toimub juurekeskkonnas pidev vee ümberpaiknemine: vesi liigub niiskemast keskkonnast kuivema suunas. Teisisõnu, kuivem keskkond imab vett niiskemast ja nii satub mullalahus taimejuurte lähedusse. Mullalahuse taimedesse sisenemise üheks põhjuseks on osmoos. Osmoos on lahusti difusioon läbi poolläbilaskva membraani väiksema kontsentratsiooniga lahusest suurema kontsentratsiooniga lahusesse. Üldjuhul on keemiliste elementide sisaldus taimerakkudes suurem kui mullalahuses, mistõttu vesi liigubki läbi rakukestade taimedesse. Mida suurem on erinevus ehk osmoosipotentsiaal mullalahuses ja taimerakus sisalduvate lahuste kontsentratsioonide vahel, seda kiiremini liigub vesi. Kui mullalahuse kontsentratsioon suureneb näiteks väetamise või mullas sisalduva tänavasoola lahustumise tõttu, langeb osmoosipotentsiaal ning koos sellega taimedesse siseneva vee hulk; seetõttu ähvardab neid füsioloogiline kuivamine. Põuaperioodil, mil veevarud mullas vähenevad, muutub mullalahus samasuguse sooladesisalduse juures veelgi kontsentreeritumaks ning vee kättesaadavus taimede jaoks muutub veelgi raskemaks. Tänavapuude soolakahjustuste välisteks põhitudemärkideks on:

- ☛ leheservade kuivamine ning lehtede vähenenud mõõtmed, mistõttu lehti näib olevat hõredalt
- ☛ varajane sügisvärvumine (juba kesksuvel!) ning lehtede langetamine
- ☛ nõialuua sarnased oksakimbud peentest okstest, kuna hävivad ka pungad – „luuad“ arenevad arvukatest lisapungadest

Okaspuud hakkavad pruunistuma juba kevadtalvel; pruunistumine jätkub kogu suve ning on eriti märgatav võra teepoolsel küljel. Pruunistumisele järgneb okaste varisemine, mille tagajärjel tugevamate kahjustustega puud võivad isegi hukkuda.

Peatüki koostamisel kasutatud allikmaterjal

1. Kask, R. Tõnisson, H. *Mullateadus*. Tallinn: Valgus 1987, 256 lk
2. Kriipsalu, M. EMÜ Veemajanduse osakond. *Kompostimine*. Käsikirjalised seminarimaterjalid. Tallinn, 18.04.2008
3. Kuldkepp, P. *Taimede toitumise ja väetamise alused*. EV põllumajandusministeeriumi õppetöödikaabineti. Tallinn 1994, 125 lk

4. Kärblane, H. *Taimede toitumise ja väetamise käsiraamat*. Eesti Vabariigi põllumajandusministeerium: Tallinn 1996, 285 lk
5. Kärner, S. *Lumetõrjesoola mõju haljastusele*. Artiklid ja uurimused: Luua Metsanduskool 2009, 48 lk
6. Masing, V. (koostaja). *Ökoloogialeksikon*. Tallinn: Eesti Entsüklopeediakirjastus 1992, 320 lk
7. Plakk, T. *Muldade elektrofüüsikalised omadused*. Infoleht nr 175/2005, Eesti Maaviljeluse Instituut, agroökoloogia osakond
8. Plakk, T. *Percomeetri kasutamine mullauuringutes*. Infoleht nr 183/2006, Eesti Maaviljeluse Instituut, agroökoloogia osakond
9. Sirviö, J., Kaivosoja, I. jt. *Viheralueiden kasvualustat*. Viherympäristöliitto ry, Julkaisu 31. Helsinki 2004, 172 lk

/// 3. Kasvupinnaste bioloogilised omadused

Kasvupinnaste bioloogiliste omaduste all mõistame elupõhise päritoluga pinnasekomponentide mõju pinnaste taimekasvatustele omadustele ja sedakaudu ka taimede kasvule. Bioloogilisteks omadusteks on näiteks orgaanilise aine sisaldus ja selle lagunemise aste, orgaanilise aine mineraliseerumise ja humifitseerumise intensiivsus, mullafauna ja mikroorganismide rohkus ja aktiivsus nii lagundajatena kui ka pinnase toitainete- ja veemajanduse reguleerijatena, aga ka pinnase füüsikaliste omaduste parandajana.

3.1. Kasvupinnase elupõhine osa

Looduslike muldade elupõhise osa võib kõige üldisemalt jaotada **orgaaniliseks aineks** (sh huumus) ning **mullaelustikuks**. Orgaanilise aine olemasolu eest on vaja hoolitseda ka tehissubstraatide (kasvupinnaste) puhul. Kuna orgaanilise aine osatähtsus ning kvaliteet kasvupinnases on otseselt seotud mullaelustikuga, on vaja hoolitseda mullaelustiku elutingimuste eest, tagades kasvupinnase optimaalse õhustatuse, võideldes selle tihenemise vastu ning hoolitsedes optimaalse niiskuse režiimi ning orgaanilise aine olemasolu eest kasvupinnases. Ka kasvupinnase keemilised omadused mõjutavad elusosa heaolu. Mullaelustikku kahjustavad mitmed raskmetallid, soolad, umbrohutõrje- ning taimekaitsepreparaadid. Mullaelustikku kahjustab ka üleväetamine. Nii näiteks pidurdab üleväetamine fosforiga mükoriisa toimimist ning üleväetamine lämmastikuga mügarbakterite tegevust.

Allpool esitatakse ülevaade sellest, millise osa moodustab elupõhine osa kogu kasvumullast ning millest see koosneb.

Tabel 4. Keskmiste omadustega mulla elupõhise materjali koostis ja osakaal mulla mahust (*Viheralueiden kasvualustat*).

Keskmiste omadustega kasvumulla komponendid (% mahust)	
Mineraalosa	45
Vesi	25
Õhk	25
Elupõhine osa	5
Elupõhine osa	
Surnud elupõhine materjal	85
Juured	10
Mullaelustik	5
Mullaelustik (vt p 3.1.1)	
Bakterid ja mikroobid	80
Vihmaussid	12
Muud makroorganismid	5
Meso- ja mikroorganismid	3

3.1.1. Mullaelustik ja selle taimekasvatuslik mõju

Toimiva mulla või kasvupinnase elustik koosneb silmaga nähtamatutest organismidest ehk mikroorganismidest (läbimõõduga alla 0,1 mm), mesoorganismidest (läbimõõduga 0,1 ... 2 mm) ja makroorganismidest (läbimõõduga üle 2 mm). Mulla omaduste seisukohalt on olulisemateks mikroorganismideks näiteks bakterid, seened, mitmesugused algloomad ja vetikad. Nii näiteks võib 1 cm³ mulda sisaldada 90 miljonit bakterit, 200 000 seenorganismi, 5 000 ainurakset jt mikroorganisme. Ühtekokku võib mullaelustiku mass olla 1 ha suurusel alal 2 ... 20 tonni, millest põhimassi moodustavad mitmesugused seened ja bakterid.

Meso- ja makroorganismide hulka kuuluvad näiteks mitmesugused tõugud, mardikad, pisiämblikud, mitmed sipelgaliigid, vihmaussid jm. Lisaks on mullaga seotud veel ka mõningad imetajad, nagu näiteks mutid, hiired jt. Seega toimib mullas kindlate omadustega toitumisahel, kus primaarsed ehk esmased lagundajad teevad toidu kättesaadavaks sekundaarsetele lagundajatele. Primaarseteks lagundajateks on näiteks osa seeneliike ja baktereid, aga ka mitmed röövtoidulised mullafauna esindajad. Sekundaarsete lagundajate hulka kuulub samuti mitmeid seeni, aga ka palju erinevaid kõdutoidulisi loomorganisme – näiteks mitmesugused ussid. Kaudselt aitab lagundamisele kaasa ka suuremate mullaorganismide mulda õhustav toime. Oma tegevusega tagab mullaelustik kasvupinnaste funktsionaalse viljakuse, muutes elutud pinnasekomponendid bioloogiliselt aktiivseks, toimivaks juurekeskkonnaks.

3.1.2. Kasvupinnase orgaaniline aine, selle tekkimine ja muundumine

Primaarset orgaanilist ainet loovad peamiselt rohelised taimed süsihappegaasist, veest ja mineraal-sooladest päikeseenergia toimetel. Orgaanilise aine põhikomponentideks on süsinik (45%), hapnik (42%), vesinik (6,5%) ja lämmastik (1,5%). Nende kõrval sisaldab orgaaniline aine ka nn tuhaelemente, mis jäävad järele, kui orgaaniline aine mullast välja põletada. Tuhaelementideks on kaltsium, magneesium, raud, väävel, fosfor, kaalium jt.

Kasvupinnases leiduv ning tema omadusi mõjutav orgaaniline aine koosneb kõige üldisemalt vaadates erinevas lagunemisastmes olevatest taimsetest ja loomsetest jäänustest ning huumusest. Taimse päritoluga komponentideks on lisaks maapinda sattunud taimsetele jääkidele ka taimede juured, millest osa on elutegevuse lõpetanud, teine osa aga elusjuurte mass. Loomse päritoluga komponentide hulka kuuluvad surnud, erinevates lagunemisfaasides olevad organismid ning nende eritised (ensüümid, ferendid, limad jms).

Orgaanilise aine hulk kasvupinnases oleneb selle tekkimise ja lagunemise vahekorradest. Looduslikes tingimustes (näiteks metsas), kus taimkatte iseloom on pikka aega püsitud muutumatuna, on tekkiva ja laguneva orgaanilise aine mahtude vahel välja kujunenud tasakaaluseisund. Hea õhustatavuse, optimaalse temperatuuri ja niiskusega ning piisava ja aktiivse mullaelustiku olemasolu korral laguneb orgaaniline aine kiirelt ning parandab sellega mulla omadusi. Halva õhustatavuse ja liigniiskuse korral koguneb aga lagunemata orgaanilist ainet suurel hulgal; lagunemata orgaanilist ainet sisaldavad näiteks soomullad ja turbad. Lagunemata orgaanilist ainet ei saa taimed kasutada. **Orgaanilise aine lagunemist mineraalühenditeks nimetatakse mineralisatsiooniks.** Mineralisatsiooni käigus vabanevad süsihappegaas ja vesi ning tekib mitmeid anorgaanilisi soolaid, aga

ka keerukama molekulaarse koostisega raskesti lagunevaid aineid. Üheaegselt mineralisatsiooniga toimub ka mullale iseloomuliku aine – huumuse tekkimine ehk **humifikatsioon**.

Orgaanilise aine lagunemist ja tagasitoomist aineringsesse võimaldab mullaelustiku (põhiliselt mikroorganismide) tegevus. Teiselt poolt aga soodustab orgaanilise aine rohkus mikroorganismide tegevust. Eriti palju on mikroorganisme (baktereid ja seeni) taimejuurte vahetus läheduses ehk **risosfääris**. Risosfääri ulatus on siiski vaid mõni sentimeeter taimejuurtest.

Mikroorganismide elutegevus on intensiivne vaid teatud kindlas temperatuurivahemikus. Enamiku mikroorganismide tegevus lakkab, kui temperatuur langeb alla 0 °C. Vajalik on ka sobiv niiskus: kui niiskust on kas liiga vähe või liiga palju, pidurdub või lõpeb mikroorganismide tegevus.

Mikroorganismide tegevust mõjutab ka kasvupinnase reaktsioon. Näiteks ei talu enamik bakterid tugevalt happelist keskkonda; seened aga võivad elada nii aluselises, neutraalses kui ka mõõdukalt happelises keskkonnas (vt p 2.4.2).

Õhuhapniku vajaduse järgi liigitatakse baktereid **aeroobseteks** ja **anaeroobseteks**. Aeroobsed bakterid vajavad elutegevuseks õhuhapnikku, anaeroobsed aga võivad elada tingimustes, kus õhuhapniku juurdepääs on takistatud. Elutegevuseks vajaliku hapniku võtavad anaeroobsed bakterid mitmetest hapnikku sisaldavatest ühenditest, näiteks raudoksiidist jms. Elutegevuseks vajaliku energia saavad mikroorganismid orgaanilisest ainest, lagundades seda. Lagundamiseks eritavad nad fermente, mille toimel orgaaniline aine muutub vees lahustuvaks ning kaotab oma senise ehituse, kuju ja värvuse. Olenevalt tingimustest esineb kas **aeroobne lagunemine** (õhurikkas mullas) või **anaeroobne lagunemine** (rasketes niisketes savimuldades, mis on õhuvaesed). Aeroobne lagunemine on kiire ja täielik; aeroobse lagunemise lõppsaadusteks on süsihappegaas ja vesi. Õhuvaestes tingimustes laguneb orgaaniline aine nii temas endas oleva kui ka taimejäänuseid ümbritsevate mineraalsete ühendite hapniku arvel. Anaeroobse lagunemise lõppsaadustena tekivad peale süsihappegaasi ja vee veel metaan (CH₄), gaasiline vesinik (H₂) ja väävelvesinik (H₂S). Eeltoodu tähendab seda, et **anaeroobsel lagunemisel tekib taimede juurepiirkonnas juurte kasvuks ebasoodne (hapnikuvaene) keskkond, mis põhjustab juurestiku taandarengut. Juurestikuprobleemid aga peegelduvad taime maapealsete osade sanitaarses seisundis**. Eriti ohustatud on puud kui väga pikaealised organismid.

Orgaanilise aine sisalduse määramine toimub **põlemiskao meetodil**. Selleks kuumutatakse kaalutud ning eelkuivatatud pinnaseproovi 2 tunni jooksul temperatuuril 550 °C. Kuumutamise käigus põleb orgaaniline aine ning järele jääb mineraalse päritoluga tuhk. Proovis sisaldunud orgaanilise aine kogus saadakse, kui pinnaseproovi esialgsest kaalust lahutatakse proovi kuumutamisejärgne kaal. Tulemus väljendatakse **kaaluprotsentides**.

3.1.3. Huumus ja selle tähtsus

Huumus on tumepruuni või musta värvusega suhteliselt kerge mass. Ta muudab mulla kohevaks ning lisab sellele elastsust ning sidusust. Huumus reageerib mulla mikroosakestega, sidudes neid sõmerateks, mida nimetatakse ka **savi-huumuskompleksideks**. Kuna huumus on õhurikas, loob ta tingimused mullaorganismide eluks, kelle elutegevuse tagajärjel tekib liimja konsistentsiga eritisi, mis omakorda soodustavad mulla sõmerja struktuuri kujunemist.

Huumuse põhikomponentideks on **huumushapped** (humiin- ja fulvohape), **humiinained** (humiin ja fulviin) ja **bituumid**. Koostise ja väljakujunenud omaduste poolest on huumus küllaltki püsiv tema edasine mikrobioloogiline lagunemine on väga aeglane.

Humiinhape annab veega pruunika kolloidlahuse. Naatriumi, kaaliumi ja ammooniumkatiooniga (NH_4^+) annab see vees lahustuvaid soolasid ning kaltsiumi, raua, magneesiumi ning alumiiniumiga vees mittelahustuvaid soolasid. **Fulvohape** ja tema soolad lahustuvad vees. Fulvohape on väga tugeva happelise reaktsiooniga ning põhjustab mineraalainete lagunemist.

Humiinained ei lahustu vees, leelistes ega hapetes, mistõttu need on väga tugevalt seotud mulla mineraalainetega.

Bituume esineb huumuse koostises vähe (3 ... 4%); need tekivad valkude, rasvade ja vahade lagunemisel.

Huumusainete teke on keeruline biokeemiline protsess, mille käigus lihtsamatest ühenditest moodustuvad keerulisemad ning mis saab toimuda üksnes mikroorganismide osavõtul. Huumusainete hulk ja omavaheline osatähtsus sõltub taimejäänuste päritolust (rohtsed või puitunud), nende keemilisest koostisest ning mikroorganismide arvukusest ning liigirikkusest. Enim tekib huumust, kui paralleelselt toimuvad nii aeroobne kui ka anaeroobne lagunemine.

Kokkuleppeliselt hinnatakse mulla huumusesisaldust järgmiselt:

< 2%	- madal
2,1 ... 3,0	- keskmine
3,1 ... 5,0	- üle keskmise
5,1 ... 8,0	- kõrge
> 8,1%	- väga kõrge

Enamiku puittaimeliikide kasvatamiseks sobivad keskmise huumusesisaldusega kasvupinnased.

Huumus stabiliseerib ehk puhverdab mulla keemilisi omadusi, neelates ja sidudes mulda viidud taimetoitelemente ja -toitaineid ning vähendab sellega nende väljauhtumist mullast. Jämedateralistes kasvupinnastes võib huumus kompenseerida saviosakeste puudumist, soodustades nii vahetult kui ka mikroorganismide tegevuse kaudu taimetoitainete lahustuvust ning omastatavust. Huumusained on ka head **biostimulaatorid** ehk kasvuedendajad ning neil on **supressiivsed** (taimehaigusi tõrjuvad) omadused.

Huumuse mõju kasvupinnastele

- ☛ Mõju kasvupinnase veerežiimile: huumus suurendab veemahutavust, parandab vee liikuvust ning ühtlustab taimede veevarustust; huumuse veesidumisvõime ületab savide veesidumisvõime 4 ... 5 kordselt.
- ☛ Mõju kasvupinnase taimetoitainete sisaldusele: huumus parandab toitainete neelamismahutavust, vähendab toitelementide väljauhtumist, vähendab erosiooniohtu, alandab elektri juhtivust, stabiliseerib kasvupinnase reaktsiooni ning on tooraineks süsihappegaasi moodustumisel.

- ☛ Mõju kasvupinnase struktuursusele: huumus parandab struktuursust ja õhustatavust, hõlbustab harimist ning vähendab kasvupinnase tihenemise riski.
- ☛ Mõju mullaelustikule: huumus loob nšše mullaelustiku jaoks; rikkalik mullaelustik omakorda töötleb mullaorgaanikat taimedele kättesaadavasse vormi.

Huumus tõstab ka kasvupinnase stressitaluvust,

- ☛ suurendades makropooride mahtu, mistõttu vähenevad kasvupinnase madalast hapnikusisaldusest tulenevad taimekasvatust riskid
- ☛ suurendades mikropooride mahtu, mistõttu paraneb põuakindlus
- ☛ vähendades kasvupinnase tundlikkust temperatuurikõikumiste suhtes (poorides olev õhk on hea soojusisolaator)
- ☛ vähendades oma supressiivse iseloomu tõttu taimehaiguste riski
- ☛ vähendades oma kõrge kationivahetuspotentsiaali tõttu üleväetamisest ja liigsoolsusest tulenevaid taimekasvatust riskide
- ☛ tasandades väetamise ebaühtlusest tulenevaid agrofooni kõikumisi

3.1.4. Mükoriisa

Mükoriisaks ehk seenjuureks nimetatakse seente ja taimejuurte koosluvormi, kus seen ja taim on vastastikku kasulikes suhetes (sümbioosis). Mükoriisaseened aitavad taimedel hankida eluks vajalikku vett ja toitaineid ning kaitsevad neid juureparasiitide eest; fotosünteesiks võimetu seen aga saab taimelt kasvuks vajalikke orgaanilisi ühendeid ning vitamiine. Sellise kooselu „hüvesid“ kasutab ligikaudu 90% maismaataimeliikidest. Ainete vahetuseks seene ja taime vahel tekivad taimejuurte ja seenerakkude ühisstruktuurid. Tähtsaim element, millest suure osa võtavad taimed mükoriisa abil, on fosfor; aga ka lämmastiku, kaaliumi, tsingi ja vase ammutamisel on mükoriisal oma osa. Kuna seeneniidistik on taimede juurekarvakestega võrreldes oluliselt väiksema läbimõõduga, suudab ta tungida ka oluliselt väiksematesse mikropooridesse kui suudavad taimejuured. Seetõttu taluvad mükoriisaga taimeisendid äärmustingimusi (põuda, toitainete vaegust jm) paremini kui sama liigi mükoriisata isendid.

Hüüfide ehk seeneniitide paiknemise järgi võib mükoriisat jagada üldjoontes kaheks: **arbuskulaarne mükoriisa** ehk endomükoriisa ja **ektomükoriisa**. Arbuskulaarse mükoriisa anatoomiliseks tunnuseks on põõsasjalt harunenud seenehüüfide ehk **arbuskulite** esinemine taimerakkudes. Arbuskulaarse mükoriisa puhul juure pinnale seeneniidistikku ei arene ning taime juurekarvakesed säilivad. Mullas moodustab seen üksikutest hüüfidest koosneva võrgustiku, mis toimib peremeestaime lisajuurestikuna, moodustades selle massist kuni 15%. Kuigi hüüfid ei ulatu taimejuurtest eriti kaugele, võivad need ühendada taimejuured ühtsesse võrgustikku. Arbuskulaarmükoriisat moodustavate seentega sümbioosis elavad paljud põllu- ja aiataimed, sh mitmed põõsaliigid.

Ektomükoriisat moodustab umbes 3% kõikidest taimedest. Samas kuuluvad nende hulka väheste eranditega ainult puittaimed. Ektomükoriisa iseloomulikeks tunnusteks on **seenmantel** ja **Hartigi võrgustik**. Seenmantel on tihe seenehüüfide võrgustik, mis ümbritseb taimejuurt. Pärast seenmantli teket juurekarvakesed kaovad ja kogu kaetud juureosa ainevahetus mullaga toimub ainult läbi tiheda

hüüfivõrgustiku. Seenmantlist tungivad üksikud seenehüüfid juurte välimiste rakkude vahele ning seal harunedes moodustavad tiheda nn Hartigi võrgustiku. Ektomükoriisa moodustub sümbioosis paljude tuntud metsaseentega (nt kukeseened, mitmed puravikulised jt).

Lisaks eespool nimetatutele tuntakse veel mitmeid mükoriisatüüpe, mis esinevad vaid teatud kindlatel taimeliikidel või -sugukondade esindajatel. Näitena võib tuua **orhoidse mükoriisa** (esineb ainult käpalistel) ning **erikoidse mükoriisa** (esineb kanarbikulistel).

Kuigi seenjuurt esineb looduses kõikjal, ei pruugi seene ja taime suhe alati olla vastastikku kasulik. Sageli võib seen peremeestaimel ka parasiteerida, kasutades ära 10 ... 15% taime toodetud assimilatsioonist. Eriti avaldub seene parasitism fosforiga rikkalikult väetatud muldadel, kus seenel puudub vajadus ammutada peremeestaimelt toitaineid. Sellistes tingimustes võib mükoriisa põhjustada peremeestaimel juurdekasvu langust. Tuntakse ka seeni, mis moodustavad mükoriisat mitme erineva taimega ning võivad seejuures orgaanilisi aineid transportida fotosünteesivalt taimelt (näiteks puu) mittefotosünteesivale taimele (näiteks seenlill, millel puudub klorofüll).

Haljastuses kasutatavate kasvupinnaste ja -muldade probleemiks on tänapäeval siiski mükoriisa puudumine või vähesus ja halb seisund, mis tuleneb ühelt poolt pinnasesse sattunud saasteainete mükoriisat pärssivast mõjust ning teiselt poolt nende pinnaste rajamiseks kasutatavate toorainete eripärast. Tavaliselt ei sisalda enamik kasvupinnaste materjale (nt turvas, mineraalsed materjalid jm) mükoriisat. Kasvupinnaseid on mükoriisaga võimalik rikastada mükoriisapreparaatide või loodusliku mükoriisamulla lisamisega. Toimiv mükoriisa tagab haljasalapuude normaalse pikkusega elukaare. Mõistagi on siin eelduseks, et kasvupinnaste hooldamine toimuks mükoriisat säästvate meetoditega.

Peatüki koostamisel kasutatud allikmaterjal

1. Alamäe, T., Kull K. jt: *Bioloogia gümnaasiumile II osa*. Eesti Loodusfoto: Tartu 2000, 95 lk
2. Kask, R., Tõnisson, H. *Mullateadus*. Tallinn: Valgus 1987, 256 lk
3. Kriipsalu, M. *Kompostimine. Käsikirjalised seminarimaterjalid*. EMÜ Veemajanduse osakond. Tallinn: 18.04.2008
4. Masing, V. (koostaja). *Ökoloogialeksikon*. Tallinn: Eesti Entsüklopeediakirjastus 1992, 320 lk
5. Sirviö, J., Kaivosoja, I. jt. *Viheralueiden kasvualustat*. Viherympäristöliitto ry, Julkaisu 31. Helsinki 2004, 172 lk

4. Taimedele kahjulikud lisandid kasvupinnastes

Taimedele võivad kahjulikult mõjuda isegi mullavees lahustunud taimetoitained juhul, kui nende sisaldus tõuseb üle mõistliku piiri. Nii näiteks võib happelise reaktsiooniga mullas tõusta ohtlikult kõrgele mangaani ja alumiiniumi lahustuvus. Ka ebaõigelt juhitud komposteerimisprotsessi käigus võib tekkida fütotoksilisi aineid, nagu näiteks ammoniaaki, fenoole, äädik- ja sipelghapet. Komposti laagerdumise käigus loetletud ained lagunevad.

Kahjulikke lisandeid satub pinnasesse ka inimtegevuse käigus. Osa nendest akumuleerub pinnases; teatud sisalduse juures muutuvad nad taimedele ohtlikuks. Sellisteks aineteks on näiteks pinnasesse sattunud ning sinna ladestunud õlid ja taimekaitsevahendid (herbitsiidid, fungitsiidid, insektitsiidid jm). Inimtegevuse kaudu satub pinnasesse ka plastikut, klaasi, metalli ja muid sarnaseid lisandeid, mis küll ei kujuta otsest ohtu taimedele, kuid võivad pinnaste töötlemise käigus ohustada inimest ennast.

Taimekaitsevahenditelt eeldatakse, et nad pinnases teatud kindla aja jooksul lagunevad. Aega, mille jooksul laguneb pool pinnasesse viidud ainekogusest, nimetatakse poolestusajaks (T_{50}). Kiiresti lagunevateks loetakse taimekaitsevahendid, mille poolestusaeg on kuni 1 nädal; eriti aeglaselt lagunevate preparaatide poolestusaeg on umbes 8 kuud. Silmas tuleb pidada, et preparaatide kasutusjuhistel antud lagunemisaeg ei lange alati kokku tegeliku, looduses toimuva lagunemise ajaga. Looduses mõjutavad preparaatide lagunemist näiteks mulla reaktsioon, katioonivahetuse potentsiaal, orgaanilise aine sisaldus ja kvaliteet ning pinnase mikrobioloogiline aktiivsus. Ka temperatuur avaldab mõju taimekaitsevahendite lagunemise kiirusele: temperatuuri tõus 10 °C võrra kiirendab lagunemist 2,5 ... 3 korda. Taimekaitsevahendite eemaldumist mullast soodustavad ka sademed ning päikesekiirgus.

Taimekaitsevahendite lagunemine on vaid harvadel juhtudel ühe-etapiline, mil preparaat laguneb süsihappegaasiks, veeks ja mõnedeks anorgaanilisteks sooladeks. Sageli toimub lagunemine mitmes etapis, kusjuures lagunemise vaheproduktid võivad samuti olla taimedele kahjulikud. Kui taimekaitsevahendid ei lagune ühe vegetatsiooniperioodi jooksul, algab nende akumuleerumine kasvupinnasesse, mistõttu pinnas saastub.

Kahjulikeks aineteks loetakse ka mitmeid raskmetalle, mis võivad sattuda kasvupinnastesse näiteks komposti koosseisus, juhul kui selle tootmisel on toorainena kasutatud näiteks heitveepuhastite setteid. Erinevad pinnased, olenevalt nende omadustest (näiteks pH, orgaanilise aine sisaldus jm) võivad raskmetalle siduda erineva tugevusega. Joonisel 6 lk 32 esitati pH ja mõnede raskmetallide lahustuvuse vahelised seosed. Kuna saasteainete sattumist kasvupinnastesse ei ole võimalik täielikult vältida, tuleks võtta eesmärgiks kontrolli saavutamine nende koguste ja kontsentratsioonide üle. Selleks on Eesti Vabariigi keskkonnaministri määrusega nr 38, 11.08.2010 kehtestatud ohtlike ainete sisalduse piirväärtused pinnastes. Ohtlike ainete sisalduse määramisel on mõõtühikuks mg/kg pinnase kuivmassi kohta.

Allpool esitatakse näiteid mõningate kahjulike ainete sisalduse sihtarvudest ning nende piirarvudest. Piirarvud on antud nii elutsooni kui ka tööstusmaa pinnase kohta.

Tabel 5. Ohtlike ainete sisalduste siht- ja piirarve Eesti Vabariigi keskkonnaministri 11.08.2010. a määruse nr 38 järgi.

Keemilise elemendi või ühendi nimetus	Sihtarv mg/kg	Piirarv elamumaal mg/kg	Piirarv tööstusmaal mg/kg
Elavhõbe (Hg)	0,5	2	10
Kaadmium (Cd)	1	5	20
Plii (Pb)	50	300	600
Tsink (Zn)	200	500	1000
Nikkel (Ni)	50	150	500
Kroom (Cr)	100	300	800
Vask (Cu)	100	150	500
Koobalt (Co)	20	50	300
Tina (Sn)	10	50	300
Arseen (As)	20	30	50
Uraan	1	5	20
Sünteesilised taimekaitsevahendid (toimeainete summana)	0,5	5	20
Naftasaadused (summaarne sisaldus)	100	500	5000

Määruse tõlgendamiseks on vaja teada mõningate erialasõnade sisu.

- ☛ Ohtliku aine sisalduse **sihtarv** näitab tema sellist sisaldust pinnases, millega võrdse või millest väiksema väärtuse korral loetakse pinnase seisund heaks; selline pinnas ei kujuta endast riski ei taimedele ega inimesele.
- ☛ Ohtlike ainete sisalduse **piirarv** aga näitab ohtliku aine sellist sisaldust pinnases, millest suurema väärtuse korral loetakse pinnas reostunuks. Sellistes pinnastes sisalduvad saasteainete kogused võivad kujutada endast keskkonna- või terviseriski ning sellised pinnased kuuluvad saneerimisele. Sellistelt aladelt ei ole lubatud ka koorida või kaevandada komponente mullasegude ning kasvupinnaste tootmiseks. Eriti kõrge riskiteguriga on näiteks endised tööstusterritooriumid, bensiinjaamade alad, vanametalli laoplatsid, endiste prügilate territooriumid, aga ka kunagiste aiandite ning kasvuhoonete asukohad ning mullasegamisplatsid – ka väetised ja taimekaitsevahendid liigkõrges kontsentratsioonis on saasteained!

Peatüki koostamisel kasutatud allikmaterjal

1. Ohtlike ainete sisalduse piirväärtused pinnastes. Eesti Vabariigi keskkonnaministri 11.08.2010. a määrus nr 38
2. Sirviö, J., Kaivosoja, I. jt. *Viheralueiden kasvualustat*. Viherympäristöliitto ry, Julkaisu 31. Helsinki 2004, 172 lk

II osa
ERINEVAD
KASVUPINNASED ja
MULTŠID ning NENDE
TOOTMINE

5. Kasvupinnaste toorained ning kvaliteet

Kuna linnahaljasalade rajamisel puudub üldjuhul looduslik muld, siis tuleb valmistada igale haljasalatüübile sobiv kasvupinnas. Tööstuslikult toodetav kasvupinnas valmistatakse täpselt doseeritud komponentidest, mis segatakse spetsiaalsete segistite abil. Pärast segamist kasvupinnas sõelutakse eraldamiseks sellest liigjame materjal ning pinnasesse kõlbmatud jäätmel (metall, klaas, puit jm). Sõelumisega üheaegselt lisatakse kasvupinnasesse vajalikud väetised ning reguleeritakse tema reaktsiooni, lisades lubiaineid. Nõuetekohaselt toodetud kasvupinnas on kasutamiseks valmis nii, et haljasala rajamise ajal ei ole enam vajadust kasvupinnast täiendavalt puhastada prügist või muudest kõrvalsaadustest.

5.1. Kasvupinnase kvaliteedinäitajaid

Kasvupinnas peab täitma oma funktsiooni ja vastama tootja ja tarbija vahel kokku lepitud kvaliteedikriteeriumidele, kui tegemist on klienditootega. Masstootena valmistatavad kasvupinnased aga peaksid vastama teatud kindlatele omadustele, mis peavad võimalikult täpselt vastama tootepassil kirjeldatule. Kahjuks on Eestis väga vähe ühtlaste omadustega kasvupinnaste tootjaid; põhiliselt pakutakse põhitegevuse kõrvalsaadusi, nagu näiteks ehitusplatsidelt kooritud muld. Toodetakse ka erinevaid komposte (vt punkt 10).

Kasvupinnase kvaliteet ei ole üheselt määratletav, sest pole olemas ei head ega halba kasvupinnast. Küll aga on olemas teatud tüüpi haljasalade rajamiseks või teatud kindlate taimede kasvatamiseks sobivad või sobimatud kasvupinnased. Nii näiteks puudub vajadus haljasalapuude kasvupinnasest 3 ... 5 cm läbimõõduga kivide eraldamiseks, kuna need ei takista puujuurte levikut ja isegi parandavad pinnase veeläbilaskevõimet ja soojusrežiimi. Samas aga ei ole sellised kivid lubatud murualade rajamisel (vähemalt murualade kasvupinnase pindmises kihis), kuna need rikuksid niidukite lõike-terit. Seega võib öelda, et kõige üldisemalt iseloomustab kasvupinnase kvaliteeti tema vastavus oma kasutusotstarbele, teisisõnu funktsionaalsus.

Kasvupinnase kvaliteeti halvendab

- ✿ soovimatute lisandite, nagu näiteks plastid, klaas, metallid jms, sisaldus üle 0,5 kaaluprotsendi (samas ei kujuta need mõõdukates kogustes endast probleemi näiteks teemaade modelleerimisel ja haljastamisel)
- ✿ mitmeaastaste umbrohtude juurte sisaldus (samas aktsepteeritakse kasvupinnastes näiteks mõningate kõrreliste juurte esinemist)
- ✿ umbrohuseemnete liiga kõrge sisaldus
- ✿ ebapiisav segamine, mille käigus erinevad toormeliigid ei jõua moodustada ühtlaste omadustega kasvupinnase massi

Kuna kasutatavad materjalikogused on kasvupinnaste tööstuslikul tootmisel küllaltki suured ning seejuures ebahomogeensed, ei ole eespool loetletud kvaliteediriske võimalik kunagi täielikult maandada – vähemalt mõistliku hinnaga tootes mitte.

Kasvupinnase kvaliteedinäitajaid võib grupeerida füüsikalisteks, keemilisteks ning bioloogilisteks.

- ☛ **Füüsikalisteks kvaliteedinäitajateks** on funktsionaalsus (nt niidumuru rajamiseks, esindumuru rajamiseks, tänavapuude istutamiseks jm), koostis ja fraktsioonilisus, konsistent- si ühtlus, soovimatute lisandite osatähtsus, mineraalse ja orgaanilise materjali vahetegur, laagerdumise aste (küpsus) jms. Füüsikalistele näitajatele ongi kasvupinnaste tootmisel vaja pöörata kõige tõsisemat tähelepanu, kuna neid ei ole hiljem, haljasala aluseks paigutatuna, üldjuhul enam võimalik muuta.
- ☛ **Keemilisteks kvaliteedinäitajateks** on taimetoitainete sisaldus, reaktsioon, elektrijuhtivus, ohtlike ainete sisaldus jms.
- ☛ **Bioloogilisteks kvaliteedinäitajateks** on orgaanilise aine sisaldus, orgaanilise aine minerali- seerumise aste, huumusesisaldus, mikroorganismide ja mullaelustiku olemasolu ja aktiivsus, mükoriisat moodustavate seente sisaldus jms.

Peab arvestama, et toodetud kasvupinnaste omadused võivad kuigipalju muutuda ka ladustamise ajal kas siis tootja või kliendi laoplatsil. Näiteks võivad pinnasemassid saastuda tuulega edasikantavate umbrohuseemnetega ning ka lämmastikukogus võib lämmastiku muundumisprotsesside käigus ning tema lendumise või väljauhtumise tõttu väheneda. Samas aga laagerdub toodetud ja ladus- tatud kasvupinnas, mis muudab tema omadusi paremaks. Põhilised kvaliteedinäitajad peaksid ära näidatud olema tootepassil.

Toimiva kasvupinnase tootmiseks on vaja nii mineraalseid kui ka orgaanilisi komponente. Nende omadustest sõltub kasvupinnase kvaliteet. Mineraalosa moodustab kasvupinnase kandva skeleti ning temast sõltub enamik kasvupinnase füüsikalistest omadustest. Et kasvupinnaste tootmiseks vajalikud investeeringud end tasuksid, on vaja neid toota suurtes kogustes. See eeldab mineraalsete materjalide voogude tagamiseks kaevandamisloa olemasolu. Võimalik on ka toorainete kokkuost neilt ettevõtjatelt, kelle põhitegevuseks ongi mõne maavara (näiteks liiva, turba vm) kaevandamine või kellel tekib selliseid materjale tootmise kõrvalproduktina (näiteks pinnase koorimine ehitus- platsidelt, teetrassidelt vm). Orgaaniliste materjalide voogude kindlustamiseks on kõige mõistlikum korraldada hästi toimiv kompostimajandus.

5.2. Kasvupinnaste tootmiseks vajalikud tugimaterjalid

Kasvupinnaste tugimaterjalidena, teisisõnu mineraalsete komponentidena, kasutatakse põhili- selt moreenide ja jääjõgede setete baasil välja kujunenud ladestusi ehk maavarasid. **Moreenid** ehk **jääsetted** on tekkinud mandrijää tegevuse tagajärjel ning koosnevad sorteerumata ja kihis- tumata materjalist: Soomest ja Soome lahe põhjast kaasa toodud kristalsetest kivimitest ja nende murenditest, aga ka kohalikust aluspõhjast pärinevast materjalist. Need materjalid paiknesid nii mandrijää all, pinnal kui ka sees. **Jääjõgede** setted on aga jää sulamisel jää seest vabanenud ehk väljasulanud materjalid, mis sorteerusid ja ladestusid jäälohedesse. Pärast jää lõplikku taandumist (10 000 ... 12 000 aastat tagasi) moodustusid neist setetest erinevad pinnavormid, mis koosnevad liivast, kruusast, veeristest, munakatest jm. Ajapikku on nendele pinnavormidele välja kujunenud mitmekesised mullad, mis on erineva viljakusega ja erineva lõimisega.

Et kasvupinnaste mineraalse komponendina on võimalik kasutada ka looduslikke ja põllumuldi, siis on otstarbekas vaadelda, kuidas neid Eestis leiduvas õppekirjanduses klassifitseeritakse lõimise järgi.

Tabel 6. Eestis kasutatav mullalõimiste klassifikatsioon (N. Katšinski järgi).

Mulla lõimis ehk mehhaaniline koostis		Füüsikalise savi* sisaldus (%)	Taimikasvatuslikud omadused
Liiv	Sõre liiv	0 ... 5	Soojad, hea õhustatavusega, kuid ei seo vett ega toitaineid; puudub orgaaniline osa. Kasvupinnastes kasutatav tugimaterjalina.
	Sidus liiv	5 ... 10	Soojad, hea õhustatavusega, kuivapoolsed; sobivad vähenõudlike taimede kasvatamiseks.
Saviliiv	Saviliiv	10 ... 20	Heade taimikasvatuslike omadustega: soojad, küllaltki toitainerikkad, hea õhustatavusega, mõõduka vee-läbilaskvusega, toimiva kapillaarse tõusuga, hea haritavusega; pikkade põuaperioodide suhtes tundlikud. Kasvupinnastes kasutamisel võivad osutada liiga kergeteks.
Liivsavi	Kerge liivsavi	20 ... 30	Omadused sarnased saviliivadele, kuid on külmemad, niiskemad ja samas toitainerikkamad. Küllaltki põuakindlad. Sobivad raskemaid muldi eelistavate taimede kasvatamiseks. Kasutamisel kasvupinnastes võivad vajada juurde kergemaid komponente.
	Keskmine liivsavi	30 ... 40	
	Raske liivsavi	40 ... 50	
Savi	Kerge savi	50 ... 65	Külmad, halva õhustatavuse ja veeläbilaskevõimega; võib esineda liigniiskust; kuivanult pragunevad; samas toitainerikkad. Raskelt haritavad. Vajavad parandamist kergemate komponentidega.
	Keskmine savi	65 ... 80	
	Raske savi	üle 80	

* - osakesi läbimõõduga alla 0,01 mm nimetatakse füüsikaliseks saviks

Kasvupinnaste tootmisel looduslike ning põllumuldade baasil esineb ka mitmeid probleeme. Põhilised neist on järgmised:

- ☛ kuna mullad eri paigus on erineva koostise ja varieeruva lõimisega, ei ole võimalik toota ühtlaste omadustega toodangupartiisid, mistõttu ei ole võimalik täita nüüdisaegse haljastustehnoloogia kvaliteedinõudeid
- ☛ iga erineva mulla baasil toodetud partii omadusi tuleb kontrollida laboratoorselt
- ☛ napib sobivaid kohti, kust looduslikku mulda koorida
- ☛ looduslike muldade umbrohuseemnete sisaldust ei ole võimalik kontrollida ega mõjutada

Juhul, kui põllumulda on saadaval ja selle sobivus analüüsides kindlaks tehtud, võib seda kasutada objektidel, kus nõuded haljasala vastupidavuse suhtes on madalamad. Sellisteks objektideks on näiteks koduaiad ning pargilaadsed objektid. Plusspoolele tuleb looduslike, sh põllumuldade kasutamisel aga kirjutada see, et need sisaldavad mükoriisat moodustavaid seeni.

Arvestades eeltoodut on otstarbekas hankida linnahaljastuse rajamiseks vajalike kasvupinnaste tugimaterjal (mineraalsed komponendid) liivakarjääridest, ehitusplatsidelt, teetrassidelt ning killustikutootjatelt, kust on võimalik saada enam-vähem kindla fraktsioonilisusega materjale, mille klassifikatsioon on antud tabelis 1 (vt p 1.1.1).

5.3. Kasvupinnaste tootmiseks vajalikud orgaanilised materjalid

Orgaanilise aine mõju kasvupinnaste kvaliteedile on eespool piisavalt kirjeldatud, mistõttu sellel siinkohal pikemalt ei peatuta. Küll aga vajab rõhutamist kasutatavate orgaaniliste ainete **kvaliteet**, mille põhinäitajaks on lagunemisaste.

Kui kasvupinnasele lisatud orgaaniline aine (näiteks turvas, poolvalminud kompost või puulehed) on täielikult lagunemata, siis parandab see küll õhustatavust, kuid selles leiduvad ained ei ole taimedele kättesaadavad; lagunemata või vähelagunenud materjal vähendab ka kasvupinnase kandvust. Lisaks kaasnevad lagunemata või vähelagunenud orgaanilise materjali kasutamisega riskid.

- ✎ Lagunedes (mineraliseerudes) väheneb orgaanilise aine maht, mistõttu istutusala või istutuskohatiheneb ja vajub. See omakorda põhjustab õhu- ja veerežiimi halvenemise juurepiirkonnas ning puude puhul ka juurekaela lubatust sügavamale sattumise.
- ✎ Lagundades orgaanilist ainet tarbivad mikroorganismid juurepiirkonnast ära hapniku ning eritavad lõppsaadusena lisaks süsihappegaasile ja veele veel ka metaani. Seetõttu tekib juurtele sobimatu anaeroobne keskkond. Eriti ohustatud on sillutatud aladel kasvavate puude juurestik, kuna gaasivahetus juurepiirkonnas on sillutise tõttu häiritud.

Täielikult mineraliseerunud (humifitseerunud) turvas või kompost aga on taimedele kättesaadav ja tema õhustatavus ning veemahutavus on head. Hästi lagunenu orgaanilise aine olemasolu kasvupinnases võib teataval määral korvata isegi savi- ja liivsaviosakeste vajakut ning toimida vett siduva materjalina.

Kasvupinnaste tööstuslikul tootmisel soovitataksegi orgaanilise komponendina kasutada põhiliselt erineva päritoluga ning erinevas lagunemisastmes olevaid turbaid ning komposti. Mõistagi on olemas palju muid orgaanilisi materjale, kuid enamik neist ei sobi kasvupinnastesse ilma eelneva kompostimiseta. Sellisteks materjalideks on näiteks sapropeel ehk järvemuda, reoveepuhastite setted, loomasõnnik jms. Kompostitud ja laagerdunud orgaaniline aine on stabiilne ning püsib kauem kasvupinnases. Siiski võiks kasvupinnas sisaldada ka väga väikeses koguses väiksema lagunemisastmega orgaanilist materjali – see pakuks taimedele tasakaalustatumat toiteallikat veidi pikema aja jooksul. Sellise „reservi“ olemasolu on oluline näiteks sillutatud aladele istutatavate puude puhul, sest täiendava orgaanilise materjali sattumine sillutise alla on edaspidi välistatud; orgaanilise aine tasakaal kasvupinnases kujuneb välja üksnes juuremassi kasvu ja tema loomuliku lagunemise arvel.

Haljasalade kasvupinnastes ei ole mõistlik kasutada liiga suuri orgaanilise aine koguseid; orgaanilise materjali optimaalseks sisalduseks on 5 ... 10 kaaluprotsenti. Orgaanilise aine koguse valiku põhimõtteid selgitatakse ka punktis 7.

Orgaanilise aine sisalduse järgi jaotatakse pinnaseid järgmiselt (EVS 1997-1:2003 Geotehniline projekteerimine 1. osa: Üldeeskirjad):

- ☛ vähese orgaanilise aine sisaldusega – orgaanilist ainet 1 ... 2%
- ☛ keskmise orgaanilise aine sisaldusega – orgaanilist ainet 2 ... 6%
- ☛ rohke orgaanilise aine sisaldusega – orgaanilist ainet 6 ... 20%
- ☛ väga rohke orgaanilise aine sisaldusega – orgaanilist ainet üle 20%

5.3.1. Turbad

Soid või soostunud alasid on Eestis ca 25% territooriumist, kuid kõikidest soodest ei ole turba tootmine võimalik kas väikeste varude või siis turbapinnastel kasvavate puistute olemasolu tõttu. Olenevalt turba tekketingimustest ja taimkatte iseloomust jaotatakse sood kõrg-, siirde- ja madalsoodeks ning turbad vastavalt raba-, siirdesoo- ja madalsooturvasteks. Sooteadlased jaotavad nendesse põhigruppidesse kuuluvaid turbaid veel paljudeks väiksemateks gruppideks ning gruppe omakorda liikideks. Jaotuse aluseks on valdavalt taimkatte iseloom, millest mingi turvas on kujunenud; turbaliigi nimetus koosnebki ühe või kahe taimeliigi või taimerühma nimetusest. Näiteks olgu nimetatud rabaturvaste rühma kuuluv männi-*sphagnumi* turvas. Ühtekokku on turbaliike mitukümmend, kuid nende detailne kirjeldamine ei ole käesolevas õppematerjalis vajalik.

Turba **kvaliteedi oluliseks näitajaks on tema lagunemisaste**, mida üldjuhul määratakse visuaalselt.

Eesti turvasmuldade kaardistamisel on kokku lepitud, et

- ☛ vähelagunenuks loetakse turbakihid lagunemisastmega 0 ... 24%
- ☛ keskmiselt lagunenuks loetakse turbakihid lagunemisastmega 25 ... 44%
- ☛ hästi lagunenuks loetakse turbakihid lagunemisastmega 45% ja üle selle

Kasutusotstarbe järgi jaotavad Eesti praktikud turbad järgmistesse gruppidesse:

- 1) aiandus- ehk kasvuturvas,
- 2) haljastusturvas,
- 3) melioratiiv- ehk väetusturvas.

Sellist jaotust võib kohata sageli ka õppekirjanduses.

Aiandus- ehk **kasvuturbana** kasutatakse rabafreesturvast ning sellest valmistatakse katmikaian- duses ning istikutootmises vajalikke kasvusubstraate. Aiandusturvas peab vastama järgmistele kvaliteedinäitajatele:

- ☛ kuivainesisaldus mitte alla 40%
- ☛ tuhasus alla 10%
- ☛ lagunemisaste mitte üle 15%
- ☛ pH_{KCl} mitte alla 2,5
- ☛ üle 60 mm läbimõõduga osakeste sisaldus mitte üle 8%

Aiandusturba ladustamisel aunades ei tohi temperatuur auna sisemuses tõusta üle 50 °C, kuna tugeval isekuumenemisel tekivad turbas fenoolsed ühendid, mis mõjuvad taimedele toksiliselt.

Üldjuhul on aiandusturba olulisteks komponentideks mitmed turbasamblaliigid (*Sphagnum sp*) ning sellist turvast nimetatakse ka **sfagnumturbaks**. Et turbasamblate lehed sisaldavad suurel hulgal õhurikkaid rakke, on neil mitmeid selliseid omadusi, mis muudel taimedel puuduvad.

Nii iseloomustavad sfagnumturbast näiteks järgmised **füüsikalised omadused**: kõrge poorsus (ca 95%), suur eripindala (ca 200 m²/g), väga hea veesidumisvõime ning väike mahumass.

Sfagnumturba **keemilised omadused**: sfagnumturvas koosneb valdavalt orgaanilisest aineist (anorgaanilise komponendi osatähtsus alla 5%), süsinikusisaldus on ca 50% kuivainest, pH_{KCl} arvvärtus ~4, madal elektrijuhtivus, kõrge katioonivahetuspotentsiaal, (mis tagab hea toitainete neelavuse) ning head puhverdusomadused reaktsiooni muutuste suhtes.

Sfagnumturba **bioloogilised omadused**: sfagnumturvas on steriilne ega sisalda haigustekitajaid, kahjureid ega umbrohuseemneid; on antiseptiliste, taimehaigusi tõrjuvate omadustega ning taimede kasvu edendav.

Hoolimata paljudest headest omadustest ei sobi aiandusturvas üldjuhul haljasalade kasvupinnastesse kompostimisprotsessi läbimata, kuna

- ✿ lagunedes väheneb tema maht, mistõttu haljasalad hakkavad vajuma;
- ✿ lagunedes kasvupinnases olevat turvast tarbivad mikroorganismid ära seal leiduva hapniku; tulemuseks on hapnikuvaegus taimejuurte piirkonnas, aga ka sinna lagundamisprotsessi käigus erituv metaan;
- ✿ on liiga kerge ega paku taimedele toetuspinda.

Haljastusturbana on vanemas õppekirjanduses soovitatud kasutada madal soo freesturbaid, mille kvaliteedinäitajad ei ole kuigi rangelt piiritletud. Haljastusturba lagunemisaste ei tohi olla alla 20%, veesisaldus mitte üle 80% ning pH_{KCl} mitte alla 2,5.

Madal sooturbast on soovitatud kasutada ka **melioratiivturbana** liigkergete või liigraskete muldade parandamiseks, aga ka **väetusturbana**, kuna ta on küllalt kõrge toitainetesisaldusega. Õnneks leiab õppekirjandusest ka seisukohti, mille kohaselt madal sooturvas ei ole õigustanud ei melioratiiv-, haljastus- ega väetusturba nime.

On jõutud tõdemuseni, et kompostimata ei oma madal sooturvas orgaanilise väetisena erilist efekti. Arvestatavaks orgaaniliseks materjaliks muutub ta alles pärast pikemaajalist säilitamist aeg-ajalt õhustatavas segus bioloogiliselt aktiivsete ainetega, nagu näiteks laudasõnniku, küpse komposti või kasvõi toimiva põllumullaga.

Pidades silmas kvaliteedinõudeid nüüdisaegsete kasvupinnaste füüsikalise-mehhaaniliste, keemiliste ning bioloogiliste omaduste suhtes (vt punktid 6 ja 7 ja lisad), on selge, et käesoleva õppematerjali üheks eesmärgiks on hoiatada haljasalade rajajaid madal sooturbaste kasutamise eest kasvupinnasena ja kasvupinnastes ilma kompostimisprotsessi läbimata, kuna sellised pinnased kuivavad kergesti läbi, ei ole mikrobioloogiliselt aktiivsed, on ebastabiilsed (kuna puudub mineraalne komponent)

ning vajuivad. Kahjuks on kompostimata madalsooturba kasutamine kasvupinnasena veel küllaltki levinud.



Joonis 7. Vasakul madalsooturvas (tüüp: pilliroo-tarna), paremal rabaturvas.

Tuntakse ka teistsuguseid turba klassifikatsioone. Nii näiteks võib turba valikul lähtuda tema lagunemisastmest, mida määratakse von Posti meetodil välitingimustes (soos või rabas). Et aga haljasalade rajamiseks vajalike substraatide tootmisel on üldjuhul tegemist suhteliselt kuiva, auna-
desse varutud või turustamiseks pakendatud materjaliga, on Soome praktikud von Posti meetodit kohandanud ka kuiva turba lagunemisastme määramiseks. Võrdlev metodika esitatakse tabelis 7.

Tabel 7. Turba lagunemisastme määramise metodika von Posti meetodil ning Puustjärvi (Soome) rakenduste järgi.

Värvus- grupp	Von Posti järgi*	Tähistus EMKs**	Lagunemisastme tunnused	
			Välitingimustes soos või rabas (von Post)	Aunades või müügipakendites (Puustjärvi)
Heledad turbad	H1	t ₁	Lagunemata: taimede ülesehituses ei ole muutusi näha; peos pigistamisel eraldub selge vesi.	Taimede ülesehituses ei ole muutusi; taimeosad on jälgitavad, sitked ning elastsed.
	H2	t ₁	Valdavalt lagunemata: taimede ülesehitus selgesti näha; peos pigistamisel eraldub kollakaspruun läbipaistev vesi.	Taimeosad on peaaegu muutumata ning hõlpsalt eristatavad.
	H3	t ₁	Väga nõrgalt lagunenud: taimede ülesehitus jälgitav; peos pigistamisel eraldub veidi sogane pruunikas vesi; turvas ei eraldu läbi sõrmede ega sisalda pastataolist materjali.	Taimejäänused on osalt tumenenud, kuid siiski eristatavad.

Tumedad turbad	H4	t_2	Nõrgalt lagunenuid: taimede ülesehitus põhiosas jälgitav; peos pigistamisel eraldub mudane ja väga sogane tume vesi; turvas ei eraldu läbi sõrmede, kuid näib veidi pudruvõi pastataoline; sõrmede (pigistamise) jäljed turbal ei ole nähtavad.	Taimejäänused on tumenenud, kuid taimede ülesehitust on siiski veel võimalik jälgida.
	H5	t_2	Keskmiselt lagunenuid: taimede ülesehitus raskesti jälgitav; peos pigistamisel eraldub väga sogane pruun vesi; 1/10 turbast eraldub läbi sõrmede; pigistamise jäljed pasta- või tainataolisel materjalil nähtavad.	Taimne struktuur on aimatav, kuid enamiku taimeosade eristamine pole võimalik.
	H6	t_2	Keskmiselt kuni hästi lagunenuid: taimede ülesehitus jälgitav vaid peos pigistatud materjalil; 1/3 turbast eraldub läbi sõrmede; pigistamise jääk pastataoline.	Taimse struktuuri määramise täpsus väike, kuna segamini on erinevas lagunemisastmes taimejäänused ning juba lagunenuid, amorfne mass.
Mustad turbad	H7	t_3	Hästi lagunenuid: taimede ülesehitus ebaselge ja raskesti määratav ka pigistatud kujul; peos pigistamisel eraldub umbes 1/2 turbast läbi sõrmede.	Vaid väike osa taimejäänustest on eristatav.
	H8	t_3	Hästi lagunenuid: taimede päritolu ülesehituse järgi väga raskesti määratav; peos pigistamisel eraldub umbes 3/4 turbast pastataolise massina läbi sõrmede.	Taimse struktuuri määramine üldjuhul võimatu; äratuntavad on vaid hästisäilivad taimeosad nagu kasetoht, korp, käbid, juurte ja risoomide tükikesed ning villpeade kiud.
	H9	t_3	Peaaegu täiesti lagunenuid: taimede ülesehitus ebamääraselt jälgitav, materjali päritolu ei ole üldiselt äratuntav; peos pigistamisel eraldub peaaegu kogu turvas läbi sõrmede.	Ei sisalda mingeid äratuntavaid taimeosi.
	H10	t_3	Täiesti lagunenuid: taimede ülesehitus ei ole jälgitav; peos pigistamisel eraldub kogu pastataoline materjal läbi sõrmede.	Taimset päritolu ei ole võimalik tuvastada.

* Kuna von Posti süsteemis käsitatakse lagunemist humifitseerumisena, tähistatakse selles lagunemisastmeid H-tähga (humifitseerunud).

** Tähistus Eesti muldade klassifikatsioonis: t_1 – halvasti, t_2 – keskmiselt ja t_3 – hästi lagunenuid turvas.

5.3.2. Kompostid

Kompostimine on protsess, mille käigus muudetakse taimedele omastamatud orgaanilise aine rikkad materjalid taimedele omastatavateks orgaanilisteks väetisteks. Kasvupinnaste valmistamisel on kompost parimaks orgaaniliseks komponendiks. Kuna kontrollitud omadustega komposti kättesaadavusega on probleeme, võiksid kasvupinnaste tootjad lihtsamate tehnoloogiate järgi ise komposti valmistada. Kui aga kompost otsustatakse kokku osta, peab suutma hinnata komposti kvaliteeti ning teadma, missugune on kompostimistehnoloogia ja komposti kvaliteedi vaheline suhe.

Tabel 8. Valik orgaanilisi materjale, mis sobivad kasvupinnastesse üksnes pärast kompostimist.

Orgaanilise materjali liik	Omadused
Sapropeel ehk järvemuda	Sisaldab rohkelt toiteelemente, täpne koostis oleneb konkreetse järve toiterežiimist. Kuivab aeglaselt, kuid kuivanult ei niisku uuesti. Läbikülmutamine parandab omadusi. Kuigi sapropeelivarud Eestis on suured, on tema kättesaamine raske ning tuleb kõne alla põhiliselt ühenduses veekogude puhastamisega.
Reoveepuhastite setted	Sisaldavad rohkelt toiteelemente; võivad sisaldada ka ohtlikke aineid. Halva niiskuserežiimiga.
Madalooturvas	Kleepjas, kuivanult praguneb; kõrge toitaine (eriti lämmastiku-) sisaldusega, kuid toitained pole taimedele kättesaadavad, kuna on mikrobioloogiliselt väheaktiivne.
Tahke looma- või linnusõnnik	Kõrge toitaine (eriti lämmastiku-) sisaldusega. Konkreetset olenevad omadused kasutatud allapanu liigist, loomaliigist ja käärimise kestusest.
Taimsed jäätmed (puulehed, taimevarred, peened oksad, murude niitmisjääk, väljarohitud umbrohud)	Omadused olenevad taimeliigist; võivad sisaldada taimehaiguste tekitajaid.
Puukoor, saepuru, hein, põhk	Süsinikurikkad ja samal ajal lämmastikuvaesed. C ja N suhe 75-100/1. Seetõttu võtavad mikroorganismid nende materjalide lagundamiseks vajaliku lämmastiku komposteeruva materjali teistest komponentidest.
Aiandite tootmisjäätmed (kasutatud kasvusubstraadid, koristatud taimevarred, praakviljad jm)	Võivad sisaldada haigusete kitajaid ja taimekaitsevahendite jääke. On kõrge toitainetes sisaldusega.
Mereadru	Lämmastiku- ja kaaliumirikas. Kuivab kiirelt, laguneb aeglaselt. Soovitav kompostida koos tahke sõnnikuga; võib lisada ka turvast ja vedelsõnnikut (läga).
Rabaturvas	Kõrge lagunemisastmega turbad on kasutatavad kompostimata; vähe-lagunenud turbad sobivad vaid valitud kultuuride kasvatamiseks.

Komposteerumise olemus

Komposteerumine on bioloogiline protsess, mille käigus toimub orgaanilise aine lagundamine mitmesuguste mikroorganismide poolt. Et mikroorganismid vajavad oma elutegevuseks hapnikku, on vaja, et kompost oleks piisavalt õhustatud. Lisaks on vaja niiskust ning piisavat soojusisolatsioonikihti. Komposteerumise lõpptulemuseks on süsihappegaas (CO₂), vesi, anorgaanilisi soolasisaldavad ained ning suhteliselt püsiva koostisega huumus. Lisaks vabaneb komposteerumise käigus ka soojusenergiat, mistõttu komposteerumisprotsess toimub küllaltki kõrgel temperatuuril (55 ... 80 °C). Eespool mainitud soojusisolatsioonikiht tagabki protsessi kulgemise optimaalsel temperatuuril; soojusisolatsioonikihiks aga on kompostihunniku pindmine kiht, mis kaitseb sisemust liigse soojuskao eest. Siit järeldub, et **liiga väike** kompostiaun kaotab kogu eraldunud, protsessi toimimiseks vajaliku kasuliku soojuse ning komposteerumisprotsess ei käivitu. Komposteerumise käigus väheneb auna maht *ca* 50% võrra ning toimuvad märkimisväärsed muutused pH arväärtustes. Eduka komposteerumisprotsessi tulemuseks on hügieeniline, hästi mineraliseerunud huumusrikas materjal, mis sobib nii mullaparanduseks, kasvusubstraadiks, mullasegude koosseisu kui ka multšiks.

Kompostide omadusi ei ole võimalik täpselt kirjeldada, kuna igal konkreetsel juhul olenevad need ühelt poolt komposti valmistamiseks kasutatavate materjalide valikust ja omadustest ning teiselt poolt kompostimisprotsessi kulgemise optimaalsusest. Hea kompost on omadustelt lähedane huumusrikkale mullale: tema poorsus, veemahutavus ning tihenemine on sarnane huumusmullaga (st ei ole enam tundlik tallamisele); reaktsioon on kas neutraalne või nõrgalt aluseline. Kompost sisaldab ka rohkesti orgaanilist lämmastikku ning rikkalikku mikroorganismide populatsiooni; viimatimainitud asjaolu teeb ta bioloogiliselt väga aktiivseks. Lisaks sellele, et kompost on ise bioaktiivne materjal, muundavad kasvupinnastele ja -substraatidele lisatud kompostis tegutsevad mikroorganismid ka kasvupinnastes leiduvad, taimedele omastamatud toitained taimedele omastatavasse vormi. Seetõttu ongi kompost hinnatud materjal nii kasvupinnaste kui ka mullasegude komponendina.

Komposti oluliseks karakteristikuks on tema **küpsus, mis saavutatakse piisavalt pika kompostimisajaga ning täiendava järelevalmimisega**. Poolvalminud komposti kasutamine võib tuua kasu asemel kahju, kuna

- ✿ orgaanilise aine lagunemine võib jätkuda komposti kasutuspaigal, mistõttu ei saavutata kavandatud mullaomadusi
- ✿ poollagunenud orgaanilise aine osi sisaldav muld on kleepjas ja raske
- ✿ valmimata kompost võib sisaldada umbrohuseemneid, herbitsiidide, pestitsiidide ning fungitsiidide jääke, taimahaiguste tekitajaid, kahjurputukaid erinevates arengujätkudes, sh kahjurite munad, ning fütotoksilisi (kasvu pidurdavaid) aineid. Kõigist neist probleemidest on võimalik vabaneda, kui kompostimisprotsess on nõuetekohaselt juhitud

Kui võrrelda komposti väetatud kasvuturbaga, võib tuua välja mõningaid nendevahelisi erinevusi. Kompost on

- ✿ struktuurilt ja koostiselt ebahühtlasem kui turvas
- ✿ mitte nii „puhas“ kui turvas (st, et võib sisaldada umbrohuseemneid, haigustekitajaid jm – seda siiski juhtudel, kui komposteerimisprotsess on valesti juhitud)

- ☛ võib olla ülemääraselt toitaineterikas ehk „rammus“ (segamine teiste „vähem rammusate“ materjalidega on siin abiks)
- ☛ võib sisaldada raskmetalle (nende puudumine või esinemine oleneb sellest, millisest toorainest kompost on valmistatud; näiteks heitveepuhastite setted võivad neid sisaldada)

Esmatähtis kompostimisprotsessi õnnestumisel on massi piisav varustatus hapnikuga. Hapniku piisav juurdepääs tagatakse **põhi-** ning **tugimaterjalide** õige valikuga. Kui kompostimine toimub hapnikuvaeses keskkonnas, hävivad mikroorganismid ning aeroobses keskkonnas toimuvate lagunemisprotsesside asemel käivituvad anaeroobses keskkonnas kulgevad mädanemisprotsessid. Süsihappegaasi asemel hakkab nüüd erituma metaan jt anaeroobses keskkonnas kulgevate reaktsioonide produktid. **Piisav õhustatus (hapnikuga varustatus) ning sobiv niiskusrežiim tagatakse ühelt poolt komposteeritava materjali kihitamise teel koredama tugimaterjaliga ning teiselt poolt komposti regulaarse segamisega.** Tugimaterjaliks sobib puukoor, hake, oksajäägid, põhk, heki-pügamisjäägid jms. Peenestruktuuriline materjal nagu saepuru, peen turvas jm ei sobi komposti tugimaterjaliks eriti hästi. Juhul, kui komposteeritav materjal on väga märg, on tugimaterjalide vajadus väga suur (kuni 2/3 kogu massi mahust); tugimaterjalide hankimine on oluliseks kulu-komponendiks komposti omahinnas.

Kompostimistehnoloogiad

On olemas erinevaid kompostimistehnoloogiaid, mida kõige laiemalt võib liigitada

- 1) väikekompostimiseks ja
- 2) tööstuslikuks kompostimiseks.

Väikekompostimine toimub valdavalt koduaedades kompostihunnikus või spetsiaalses komposteris. Sisuliselt väikekompostimisega tegelevad ka paljud aiandusettevõtted, kes sel viisil käitlevad taimseid jääke ning tulemusena saavad väga vajalikku orgaanilist väetist. Alljärgnevalt lühiülevaade väikekompostimise põhimõtetest.

Kompostihunniku põhjaks laotatakse *ca* 20 cm kiht peeni oksti või muud koredat materjali, mis tagab õhu läbipääsu. Edasi kihitatakse vaheldumisi peenemaid ja kergemini lagunevaid jäätmeid koredade jäätmetega. Sügisel riisunud lehti ei ole soovitatav laotada üle 10 cm paksuse kihina – kihtide vahele tuleks paigutada koredamat materjali. Kui kompost tiheneb liigselt võib seda aiahargiga liigutada; ka võib vahele panna sõnnikut, turvast või mulda. Kuival ajal vajab kompostihunnik kastmist. Väikekompostimisel ei maksaks teha väga suurt kompostihunnikut – siis kannatab õhustatus; õhupuudus aga pärsib omakorda mikroorganismide tööd. Kompostimisprotsessi häireteta kulgemise tagab väikekompostimise puhul aun, mille kõrgus on 1 ... 1,2 meetrit ning pikkus *ca* 1,5 meetrit. Niisamuti ei tohi kompostihunnik olla vastu müüri või seina – seal kannatab õhustatavus. Sobivaim on poolvarjuline koht; täisvarjus ei tõuse temperatuur soovitavale kõrgusele ning päikese käes kompost kuivab. Kompostile mõjub hästi, kui see suve jooksul 1 ... 2 korda ümber kaevata. Sel viisil valmib kompost umbes 1 aastaga; eriti heade omadustega komposti saab, kui sel lasta veel 1 aasta järevalmida. Enne kasutamist tuleks kompost sõeluda ning lagunemata osakesed paigutada uude kompostihunnikusse.

Kompostimisprotsessi õnnestumise seisukohalt on oluline jälgida ka

- ☛ happesust: enamikele bakteritele sobib vahemik pH 6 ... 7,5 ning seentele vahemik 5,5 ... 8; protsessi kestel muutub reaktsioon happelisest aluseliseks;
- ☛ süsiniku ja lämmastiku suhet, kuna orgaanilist ainet lagundavad bakterid vajavad neid elemente kindlas vahekorras; süsinikku kasutatakse energiaallikana ning lämmastikku valkude moodustamiseks (soodsaim C/N suhe on 25/1 ehk ~25).

Tabel 9. Näiteid erinevate materjalide süsiniku ja lämmastiku suhte kohta.

Materjal	C/N
aiapraht	29
muruniitmed	17
puulehed	61
toidujäätmed	14
makulatuur (erineva kvaliteediga paber)	119 ... 248
saepuru ja hake	200 ... 500
loomasõnnik	5 ... 25

Tööstuslikul kompostimisel on võimalik kasutada järgmisi tehnoloogiaid:

- 1) **aunkompostimine** (loomuliku õhustusega aunad, sundõhustusega aunad, läbisegatavad aunad) ja
- 2) **reaktorkompostimine** (kamberreaktor, trummelreaktor, tunnelreaktor jt).

Aunkompostimine on aeglane protsess, reaktorkomposteerimine aga kiire ning seejuures katkematu konveierprotsess.

Tööstusliku kompostimise tehnoloogia valikul on üheks kriteeriumiks kompostimistooraine voogude iseloom. Nii võib tooraine „pealetulek“ olla perioodiline või katkematu. Perioodiliselt kättesaadavateks tooraineteks on näiteks sügis- ja kevadkoristuse käigus kokkuriisunud puulehed, aia-, haljasala- ja põllumajandusjäätmed, veekogude puhastusel neist väljavõetav muda jms. Katkematute voogudena laekub kompostimisettevõttesse aga näiteks heitveepuhastusjaamade sete, loomapidamisfarmide läga, toidukäitlemisettevõtete pesuvete sete jms. On mõistetav, et tooraine pidev voog eeldab ka katkematu kompostimisprotsessi – seega mõnd reaktortehnoloogiat, mille abil heitmete esmane töötlemine on kiire ja keskkonnaohutu.

Komposte võib klassifitseerida ka kasutatava põhikomponendi järgi. Nii on võimalik rääkida muda-kompostist (valmistatud heitveepuhastite setetest), biokompostist (valmistatud biojäätmetest), lehekompstist (valmistatud puulehtedest ning aiapidamisjääkidest), sõnnikukompostist (valmistatud laudasõnnikust) jt kompostiliikidest.

Allpool esitatakse mõningate tööstuslike kompostimistehnoloogiate kirjeldusi.

1. Aunkompostimine

Aunkompostimine on kompostimise enimlevinud tehnoloogiaks, mis sobib peaaegu iga tüüpi toorainete töötlemiseks. Kompostimisväljaku rajamis- ja majandamiskulud on teiste tehnoloogiate rakendamiseks vajalike investeeringute kõrval oluliselt väiksemad, mistõttu on aunkomposteerimine jõukohane ka väiksematele ettevõtetele. Siiski on komposteerimisväljaku rajamisel vaja järgida teatud nõudeid:

- ☛ kompostimine peab toimuma asfalteeritud vm hüdroisolatsiooniga pinnal
- ☛ tagatud peab olema valgnete ringkasutus või
- ☛ välja ehitatud puhastisse suubuv kanalisatsioon valgnete ärajuhtimiseks
- ☛ tagatud peab olema nõutav minimaalkaugus asulatest (ebameeldivad lõhnad!)
- ☛ kompostiväljaku rajamine (tehniline projekt) kooskõlastatakse keskkonnaametiga, kes kas annab hinnangu projekti vastavuse kohta normidele või soovitab sisse viia parandusi-täiendusi

Aunkompostimise eeliseks on lihtsus. Juhul, kui auna sees on mikroorganismidele sobiv toitaine-, hapniku- ning niiskusrežiim ja peenmaterjali ning koreda tugimaterjali vahekord on sobiv, käivitub kompostimisprotsess mõne päeva jooksul; temperatuur tõuseb kiiresti 55 ... 60 °C-ni ning püsib sellel tasemel mõned päevad. Sellisel temperatuuril „hügieniseerub“ kompost, kuna hukkub põhiosa taimehaiguste tekitajatest. Kompostimise käigus tuleb regulaarselt läbi viia temperatuuri mõõtmisi, et panna tähele, millal algab temperatuuri langus. Sobiv koht temperatuuri mõõtmiseks on ligikaudu auna poolel kõrgusel (sügavusel) ning auna pikkussuunal *ca* 10 ... 20 meetriste vahedega (olenevalt auna pikkusest). Kui kujutada mõõtmistulemused graafiliselt, saab selge pildi sellest, mis toimub auna sees. Kui on märgata, et temperatuur hakkab langema, on õige aeg auna segamiseks. Temperatuuri esmase languse põhjuseks on tavaliselt massi kuivamine ja/või hapnikuvaegus, aga ka energiarikka materjali äratarbimine auna keskosas. Silmas tuleb ka pidada, et temperatuur ja teised parameetrid auna hõlmadel on teistsugused kui auna sees – see nõuab töötajalt hoolt ja tähelepanelikkust.

Esimene segamine viiakse tavaliselt läbi 1 ... 2 nädala möödudes auna rajamisest. Pärast seda pöörduv temperatuur jälle tõusule. Edaspidi on auna vaja segada umbes 1 kord kuus; 7 ... 8 segamiskorra järel võib mitu auna ühendada üheks suuremaks järelvalmimisaunaks ning segamisintervalli veelgi suurendada.

Valmis kompost sõelutakse. Tavaliselt ei ole kogu koredastruktuuriline tugimaterjal jõudnud protsessi käigus laguneda. Sõelumisel eraldatud koreaine kasutatakse ära järgnevalt rajatavates aunades, mistõttu uut tugimaterjali ei lähe vaja nii palju kui esimestes aunades.

Väga kvaliteetne kompost saadakse umbes 1,5 ... 2 aastaga.

2. Tunnelkompostimine

Tunnelkomposteris kestab kompostimisprotsessi aktiivfaas 2 ... 3 nädalat, misjärel kompost laaditakse järelvalmima. Kasutades reaktorkompostimist on võimalik saada küps lõpptoode 3 ... 6 kuuga; siiski tuleb arvestada ka välistemperatuuri mõjuga erinevatel aastaegadel.

Põhi- ja tugimaterjalid segatakse omavahel ning transporditakse kompostimistunnelisse. Kompostimine toimub suletud ruumis selliselt, et läbi augustatud tunnelipõranda söödetakse tunnelis oleva kompostimassi sisse vajalik kogus õhku. Läbi massi liikunud õhk kanaliseeritakse kas õhupuhastisse (vabastamiseks ebameeldivatest lõhnadest) või suunatakse ringkasutusse. Protsessi juhtimine ja parameetrite kontroll (sissepuhutava õhu kogus, hapnikusisaldus ning temperatuur) toimub automaatselt, mistõttu kompostimine on mugav ja hügieeniline. Lisaks õhustamiseseadmetele kuulub niisuguse tehnoloogia juurde ka veedosaator, millega välditakse komposti kuivamist. Pärast aktiivfaasi (tunnelfaasi) läbimist transporditakse kompost järelvalmimiseks kas alt ventileeritavale järelvalmimispaneelile või asfaltplatsile. Järelvalmimine kestab mõnest kuust kuni poole aastani. Lagunemata materjalid sõelutakse välja ning suunatakse korduvkasutusse, nii nagu aunkomposti puhulgi.

3. Trummelkompostimine

Trummelkompostimiseks söödetakse komposti komponendid pikka trumlisse, kus kompostimisprotsess käivitub. Kuna tegemist on katkematu protsessiga, sobib trummelkomposteerimine juhtudel, kus kompostimist vajavate materjalide voog on pidev. Seega on sisuliselt tegemist jäätmekäitlusprotsessiga, mille lõppprodukti on võimalik väärindada kas põllumajanduses või haljastuses.

Kompostimist vajavaks materjaliks on tavaliselt kas heitveepuhastite setted, laudaläga vms orgaaniline materjal. Tugimaterjaliks on kas turvas, puiduhake, saepuru vms.



Joonis 8. Trummelkompostimine AS-s Põlva Vesi.

Kompostimistrummel on pidevas aeglasel pöörleval liikumises – see tagab hapniku juurdevoolu massile. Erinevalt aun- ja tunnelkomposteerimisest on trummel pidevas liikumises ka kompostiv mass ise. Liikumine aga tekitab osakestevahelise hõõrdumise, mis omakorda peenestab osakesi. Trummelkompostimise korral on hõlbus tagada ka väljajuhitava õhu puhastamine. Eelkompostimine kestab trummelkomposteris umbes nädala.

Järelvalmimine toimub analoogselt kahe eelmise tehnoloogiaga asfaltväljakul ning kestab umbes pool aastat; järelvalmimata kompost ei ole kasutuskõlblik. Järelvalmimise kestus oleneb ka sellest, millisel aastaajal toorkompost väljakule ladustati; talvise ladustamise korral võtab laagerdumisprotsesside käivitumine aega.



Joonis 9. Vasakul järelvalmimata ja sõelumata reaktorfaasi läbinud toorkompost, paremal küps, aunkompostimise teel saadud valmistoode.

Järelvalmimise ajal on kompostiaunasid vaja segada. Meetod sobib teistest paremini keskmisest märjema materjali komposteerimiseks, kuid nõuab seetõttu ka rohkelt tugimaterjali, milleks on kas turvas, puiduhake, põhuhekslid vms. Et tugimaterjalide hankimiseks vajalikke summasid kokku hoida, vajab valmis kompost sõelumist. Väljasõelutud, lagunemata tugimaterjal on võimalik suunata korduvkasutusse ning sõelumisega paraneb ka komposti kvaliteet.

Trummelkompostimist rakendatakse Eestis mitmetes heitveepuhastusjaamades ning nende poolt turustatavad kompostikogused on märkimisväärsed.



Joonis 10. Reaktorfaasi läbinud toorkompost laagerdumas AS-i Põlva Vesi tootmisplatsil.

Kompostide kasutamine

Eespool on mainitud mõningaid komposti kasutamise viise: kasvupinnaste omaduste parandamiseks, mullaparendamiseks jne. Siiski võib täheldada erinevast toorainest valmistatud kompostide kasutamises erinevusi. Ettevaatlik tuleks olla puhastusseadmete muda ja setete baasil valmistatud kompostide kasutamisel koduaias ning toidukultuuride kasvatamisel. Et komposti oleks mullasegudesse võimalik õigetes kogustes doseerida, tuleks iga partii kohta teha analüüsid. Põhiliselt kasutataksegi tööstuslikult valmistatud komposti just maastikuehituses: haljasalade kasvupinnaste rajamisel ning mikroreljeefi modelleerimisel.

5.3.3. Mullaparusained kasvupinnaste eriomaduste mõjutamiseks

Mõnede eriotstarbeliste haljasalade rajamisel esineb vajadus näiteks vähendada kasutatava kasvupinnase mahukaalu, suurendada selle veemahutavust, vähendada soojusjuhtivust jms. On olemas nii mineraalseid kui polümeerseid materjale, mille lisamine kasvupinnastele mõjutab nende omadusi vajalikus suunas. Enamikku allpool kirjeldatud materjalidest on saada Eesti ehitusmaterjalide või aiandustarvete kauplustest.

1. Perliit

Perliit on vulkaanilist päritolu mineraalidest termiliselt paisutatud, kärjekujulise ehitusega kerge materjal. Perliidi saamiseks kuumutatakse toorainet 870 ... 1100 °C juures. Kuumutamisel suureneb tooraine maht 10 ... 20 korda, mistõttu perliidi mahukaaluks kujuneb 80 ... 180 kg/m³. Perliit parandab kasvupinnase õhurežiimi ning niiskustasakaalu ning avaldab seega soodsat mõju taimejuurte varustatusele õhu ning veega. Reaktsioonilt on perliit neutraalne. Ta on vaba ka haigustekitajatest ning kahjuritest. Osakeste läbimõõdu poolest on perliit võrreldav liivaga. Siiski ei sobi perliit lisandiks turbapõhistesse kasvupinnastesse, kuna tulenevalt väikesest mahukaalust ei segune ta turbaga kuigi ühtlaselt.

2. Vermikuliit

Vermikuliit on vilgukivi meenutav helepruunikas pehme läikiv kivim, mida kasutatakse mullasegudes niiskuse hoidmiseks ja õhustatuse parandamiseks. Vermikuliit tõstab mõnevõrra kasvupinnase aluselisust, mistõttu väheneb lupjamistarve. Ka vermikuliidi mahukaal on väike, mistõttu seguneb halvasti turbaga.

3. Zeoliit

Zeoliidi all mõistetakse vulkaanilistes piirkondades leiduvaid erinevaid alumiiniumsilikaate, mille osakeste läbimõõt on võrreldav liivaosakeste läbimõõduga. Zeoliitidel on väga suur eripindala (üle 40 000 m²/kg), mistõttu nende veesidumisvõime ja katioonivahetuspotentsiaal on väga kõrged. Tänu nendele omadustele on zeoliiti kasutatud näiteks toitainete kandjana kasvupinnastes, mille katioonivahetuspotentsiaal on madal. Zeoliit seob hästi ka lämmastiku ammooniumühendeid ning mõningaid radioaktiivseid elemente nagu näiteks strontsiumi (Sr) ja tseesiumi (Cs). Zeoliiti kasutatakse ka mõningate väetiste täiteainena.

4. TerraCottem

Lisaks looduslikku päritolu mullaparusainetele on olemas ka mõningaid veemahutavust suurendavaid polümeerseid lisandeid. Tavaliselt valmistatakse sellised sünteetilised „kastmisgraanulid“ toornaftast. Polümeeride veemahutavus varieerub suures ulatuses ning oleneb konkreetsest polümeeritüübist. Veemahutavust mõjutava polümeerse lisandi näitena võib nimetada TerraCottemit, mis on võimeline siduma ca sajakordse koguse vett, võrreldes lisatava aine mahuga.

Eespool loetletud lisaainete kasutamine ei ole mõeldav suuremahuliste haljastustööde juures, vaid pigem suvikute kasvupinnaste omaduste parandamiseks, valikmurude, konteinerhaljastuse, katusehaljastuse jms rajamiseks.

5. Kergkruus ehk keramsiit

Kergkruusa tooraineks on savi, mis kuumutamisel temperatuuril 1150 °C paisub poorseteks kergeteks graanuliteks, mille mahukaal oleneb konkreetse materjalipartii graanulite läbimõõdust. Kergkruusa toodetakse Eestis kolmes erinevas fraktsioonis.

- ☛ tähis **S** - Ø 2 ... 4 mm, mahukaaluga 400 ... 500 kg/m³
- ☛ tähis **M** - Ø 4 ... 10 mm, mahukaaluga 250 ... 350 kg/m³
- ☛ tähis **L** - Ø10 ... 20 mm, mahukaaluga 230 ... 300 kg/m³

Kasvupinnastesse sobib purustatud kergkruus, mille mahukaaluks on 370 ... 510 kg/m³. Kergkruusa mikropoorid (läbimõõduga alla 10 µm) on taimedele vajaliku hapniku reservuaarideks ning suurendavad ka kasvupinnases leiduva vee liikumist. Purustatud kergkruusa kasutatakse näiteks katusehaljastuse rajamisel, aga ka soojusisolaatorina vältimaks pinnase läbikülmumist kohtades, kust lumi tuleb pidevalt ära vedada.

5.3.4. Väetised ja lubiained (neutralisaatorid)

Lupjamise ja väetamise eesmärgiks on toota just sellise reaktsiooni ja sellise toiteelementide sisaldusega kasvupinnasemass, mida konkreetse haljastusobjekti rajamiseks vajatakse. Täpse tulemuse saamist hõlbustab, kui kasvupinnase toorainete pH ja toiteelementide sisaldus on teada. Sel viisil on lihtsam hankida turul saadaolevast väetistevalikust sobiv toode, korvamaks toiteelementide või lubiaine vajakut.

Lubiaine lisamine peab tingimata tuginema eelnevale laboratoorsele analüüsile. Juhul, kui kasvupinnase ühe komponendina kasutatakse komposte, tuleb veenduda täiendava lupjamise vajaduses, kuna kompostid on sageli aluselise reaktsiooniga ning mõjutavad sellega ka toodetava kasvupinnase reaktsiooni. Sageli on ka komposti toiteelementide sisaldus küllalt kõrge, mis seab koguselised piirid tema osatähtsusele kasvupinnases. Ka toiteelementide omavaheline suhe ei pruugi kompostis olla alati taimekasvatuse seisukohalt optimaalne. Seetõttu on analüüsitulemuste hoolikas tõlgendamine enne toodetava kasvupinnase täiendavale väetamisele asumist igati näidustatud.

1. Väetised

Allpool ei iseloomustata väetisi konkreetsete nimetustega toodetena, kuna turul on nende valik pidevas muutumises. Küll aga on kasvusubstraatide tootmisel vaja tunda väetiste erinevaid gruppe eelkõige mõju kiiruse ja toimeaja kestuse järgi, kuna põhiväetatud kasvupinnasest peavad taimed saama toiteelemente nii vahetult istutamise (külvi) järel kui ka kogu vegetatsiooniperioodi jooksul. Mõningad taimetoitained sisaldavad ühendid säilivad kasvupinnases isegi kauem kui ühe kasvuperioodi jooksul. Oluline on arvestada ka taimetoitainete vahelisi seoseid ning mullareaktsiooni mõju taimetoitainete omastamisele (vt p 2.4.2 joonis 5). Toiteelementide doseerimisel on oluline silmas pidada **miinimumfaktori seadust**, mille kohaselt taimede kasvu ja arengut limiteerib miinimumis olev toiteelement või mõni teine miinimumis olev kasvutegur (niiskus, temperatuur vms). Teiseks toitumisteooria nurgakiviks on **toitainete täieliku tagastamise teooria**, mille kohaselt toitaineid

tuleb kasvupinnasesse tagasi anda sama palju, kui neid sealt saagiga eemaldatakse. See tähendab, et intensiivselt niidetav muru vajab ka tõhusat ja tasakaalustatud väetamist.

Sageli on väetiste pakenditel näidatud toitainete sisaldus nn **toimeainena**. Lämmastikväetiste puhul on toimeaineks N, fosforväetiste puhul P_2O_5 , kaaliumväetiste puhul K_2O jne. Õppematerjali eelnevatest punktidest aga teame, et taimed ei omasta toitaineid mitte toimeainetena, vaid ioonidena. Seetõttu on väetamisel vaja teada reaalseid toiteelementide koguseid. Allpool esitatakse ümberarvestuskoefitsiendid toimeainetelt elementidele ja vastupidi.

Tabel 10. Taimetoitainete ja neutralisaatorite ligikaudsed ümberarvestuskoefitsiendid.

$P = P_2O_5$ x 0,44	$P_2O_5 = P$ x 2,3
$K = K_2O$ x 0,83	$K_2O = K$ x 1,2
$Ca = CaO$ x 0,7	$CaO = Ca$ x 1,4
$Mg = MgO$ x 0,6	$MgO = Mg$ x 1,7
$CaO = CaCO_3$ x 0,56	$CaCO_3 = CaO$ x 1,8
$MgO = MgCO_3$ x 0,48	$MgCO_3 = MgO$ x 2,1

Kiiretoimelised väetised

Kiiretoimelistes väetistes sisalduvad taimetoitained on kas kõik või vähemalt osa nendest vees lahustuvad. Sellistes väetistes sisalduvad toitained on taimede jaoks kasutusvalmis niipea, kui nad on lahustunud kasvupinnases leiduvas vees. Selliste väetiste mõju kestus on toiteelementide tarbimise intensiivsusest taimede poolt, aga ka toitainete kasvupinnasest väljauhtumise intensiivsusest. Tavaliselt kestab kiiretoimeliste väetiste mõju kuni paar kuud. Sellistes väetistes leidunud toiteelementide koguse vähenemine väljendub väga selgelt ka kasvupinnase elektrijuhtivuse arvvaartuste muutumises: väetamise järel ilmnenud suhteliselt kõrge juhtivus langeb küllalt kiiresti mõõdukale tasemele. Kiiretoimelised väetised võivad esineda nii liht- kui ka kompleksväetistena (sisaldada kas ainult üht või mitut toiteelementi) ning neid võib kasutada nii kasvupinnasesegude põhiväetamisel kui ka neile pinnastele rajatud haljastuse edasise hooldamisel (pealtväetamisel). Väetiste kiire mõju tagab kasvupinnase optimaalne niiskuse režiim. Pealtväetamise korral on vajalik intensiivne kastmine.

Pikaajalise mõjuga väetised

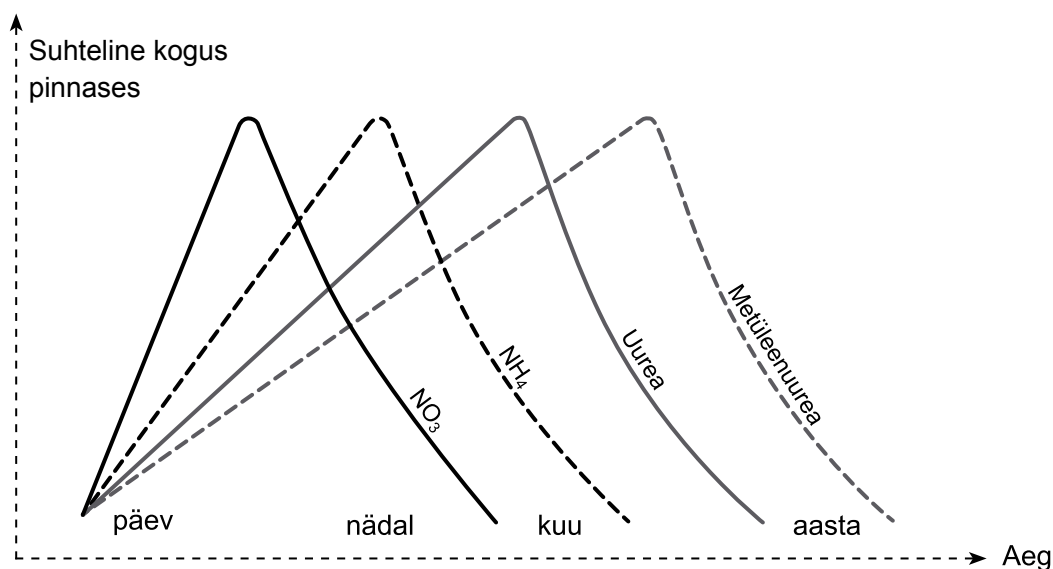
Pikaajalise mõjuga väetisi toodetakse toorainetest, mille koostisest muutuvad toitained taimedele kättesaadavaks kas mikrobioloogiliste protsesside või mineraalide murenemise tulemusel.

Pikaajalise mõjuga **lämmastikväetisteks** loetakse orgaanilisi väetisi ning ühendeid. Orgaanilistest väetistest parim on kompost. Komposti puhul on lämmastiku vabanemise kiirus taimedele kättesaadavasse vormi komposti C ja N suhtest ehk teisisõnu, süsiniku ja lämmastiku ülekaaluga materjalide vahel. Sobiv suhe on umbkaudu 25:1. Lämmastiku vabanemise kiirus ja määr on olenevad ka komposti valmimisastmest ehk küpsusest. Lämmastiku vabanemist kõikidest orgaanilistest väetistest mõjutavad kasvupinnase mikrobioloogilised omadused.

Tööstuslikult toodetavaks lämmastikuühendiks on näiteks **metüleenurea** ehk nn püsilämmastik. Lämmastiku vabanemise kiirust metüleenureast mõjutab metüleenurea polümeerse ahela pikkus.

Erinevate lämmastikuühendite mõju aeg on erinev ning see oleneb lisaks väetiste endi omadustele ka lämmastiku tarbimise intensiivsusest taimede poolt:

- ✎ madalatel temperatuuridel omastab taim nitraatlämmastikku (NO_3) halvemini kui ammooniumlämmastikku (NH_4)
- ✎ hea õhustatavusega kasvupinnastes omastatakse paremini ammooniumlämmastikku, õhuvaestes pinnastes omastatakse ainult nitraatlämmastikku
- ✎ lämmastiku omastamine sõltub ka kasvupinnase fosfori ja kaaliumi sisaldusest (vt miinimumfaktori seadus)



Joonis 11. Lämmastiku erinevate vormide mõju kestus kasvupinnases (*Viheralueiden kasvualustat*).

Pika toimeajaga **fosforväetisi** ja **kaaliumväetisi** toodetakse looduslikest mineraalidest, milles sisalduvad fosfori- ja kaaliumiühendid ei ole vees lahustuvad. Nende toime on väga aeglane, kuna need muutuvad taimedele kättesaadavaks peaaesjalikult murenemisprotsessi kaudu. Murenemist võib kiirendada, kui neid väetisi lisada juba komposteerimisprotsessi käigus. Sel juhul satuvad need kasvupinnasesse koos kompostiga ning on selleks ajaks juba läbinud teatud etapi murenemisprotsessist.

Juhitava toimeajaga ehk *Osmocote*-tüüpi väetised

Juhitava toimeajaga väetiste mõju kestab alates 3 ... 4 nädalat kuni 16 ... 18 kuuni. Nende väetiste toimimise põhimõte seisneb selles, et väetisegraanulid „pakitakse“ vedelikku poolläbilaskvatesse kestadesse, kust toiteelementide vabanemine mullalahusesse toimub tänu osmoosile. Mõju algus ja

selle kestus olenevad nii väetisegraanuleid katva kesta koostisest ja paksusest kui ka pinnase temperatuurist ning niiskusrežiimist. *Osmocote*-tüüpi väetiste kasutusefektiivsus on kõrge, kuna ei toimu toiteelementide väljauhtumist kasvupinnasest.

Osmocote-väetisi võib klassifitseerida ühelt poolt koostise järgi ning teiselt poolt väetisegraanuleid katva kesta materjali järgi. Koostise järgi jagunevad need väetised järgmiselt:

- ✎ NPK-täisväetised, mis sisaldavad vaid põhitoeelemente lämmastikku, fosforit ja kaaliumi, mille omavaheline suhe võib varieeruda; mikroelementide vajak tuleb sel juhul katta pealtväetamisega
- ✎ mikroelementidega täisväetised

Kesta materjali järgi on võimalik väetisi liigitada järgmiselt:

- ✎ orgaaniliste vaikudega granuleeritud väetised
- ✎ anorgaaniliste polümeeridega granuleeritud väetised

Orgaaniliste vaikudega kaetud graanulitest vabaneb toitaineid ka suhteliselt madalal temperatuuril; see on oluline asjaolu põhjamaises looduses, kus kevad ja varasuvi on küllalt jahedad. Orgaanilistest vaikudest tühjad kestad lagunevad looduses umbes 3 aastaga; tehislikest materjalist kestade lagunemine on märksa aeglasem.

Juhitava toimeajaga väetisi võib segada kasvupinnasesse nii pinnast valmistavas ettevõttes kui ka lisada pinnasesse kasutuskohal (taimede istutamise käigus). Niisamuti võib neid kasutada pealtväetamisel, kuna tänu kestale puudub otsekontakt taimega, mistõttu nende kasutamine on taimede jaoks turvaline.

2. Lubiained ehk neutralisaatorid

Enamik haljastustaimi kasvab hästi neutraalses või nõrgalt happelises kasvupinnases; lubjarikas keskkond sobib vähestele. Normaalse pH taseme (pH 5,5 ... 6,8) juures seob kasvupinnas endasse taimedele kättesaadaval kujul hulgaliselt toiteelemente.

Et aga kasvupinnaste tööstuslikul tootmisel kasutatakse massiliselt ka happelise reaktsiooniga komponente (rabaturvas, liivad, graniidisõelmed jms), on lupjamine üldjuhul vajalik. Lisaks pH taseme reguleerimisele tõstab enamik lubiaineid ka kasvupinnase kaltsiumi, magneesiumi, kaaliumi, väävlit jt elementide sisaldust.

Põhiliselt kasutatakse kasvupinnaste tootmisel neutralisaatoritena lubjakivide ja dolomiidi purustamisel saadavat peent fraktsiooni; lupjamiseks võib edasi töödelda ka karbonaatkivimite töötlemisel tekkivaid tootmisjääke. Niisamuti sobib neutraliseerimiseks tolmpõlevkivituhk, klinkritolm ja kriidijahu. Kõige kiiremat neutraliseerivat efekti annavad tolmpõlevkivituhk ja klinkritolm.

Allpool kirjeldatakse tähtsamate lubiainete omadusi.

Lubjakivi- ja dolomiidijahud

Lubjakivides on neutraliseerivaks ühendiks põhiliselt kaltsiumkarbonaat (CaCO_3); dolomiidijahudes ka magneesiumkarbonaat (MgCO_3).

Lubjakivijahuks nimetatakse toodet, mille osakestest 98% läbib 2×2 mm avadega sõela ning 50% läbib $0,15 \times 0,15$ mm avadega sõela. Kasvupinnaste tootmisel kasutatava lubjakivijahu neutraliseerimisvõime peab olema vähemalt 30% kaltsiumiks (Ca) arvestatuna (ümberarvestuskoefitsiendid vt tabel 10 lk 64). Ka dolomiidijahu peab vastama samadele nõuetele, kuid lisaks peab ta sisaldama veel ka vähemalt 7% magneesiumi (Mg).

Lisaks jahudele toodetakse ka märksa jämedama fraktsiooniga lubjakivi- ja dolomiidipuru, mis oma keemiliselt koostiselt on sarnased jahudele, kuid lahustuvad vees aeglasemalt ning on seetõttu aeglasema, kuid see-eest pikema mõjuga.

Eespool kirjeldatud materjalide doseerimisel lendub rohkelt tolmu, mis muudab töökeskkonna ebameeldivaks ja ebatervislikuks. Selle vältimiseks granuleeritakse lubjakivi- ja dolomiidijahusid. Graanulid meenutavad kuju ja suuruse ning kasutusomaduste poolest granuleeritud väetisi. Mõistagi on need tooted kallimad kui töötlemata jahud. Arvestades aga ühelt poolt töökeskkonna nõudeid ning teiselt poolt vajadust vähendada juba rajatud haljasalade hoolduslupjamisel lenduva tolmu hulka, on kallimate toodete kasutamine mõõdapääsmatu.

Kasutatavate neutralisaatorite kogus oleneb ühelt poolt neutraliseeritava kasvupinnase iseloomust ning teiselt poolt taimede lubjatarbest. Allolevas tabelis esitatakse dolomiidi- või lubjakivijahu orienteeruvad kogused, mis on vajalikud erinevate pinnaste pH arvvaartuse tõstmiseks 0,4 ühiku võrra. Täpse koguse kindlaksmääramisel tuleb arvestada ka teiste pinnasekomponentide näiteks komposti) reaktsiooniga.

Tabel 11. Lubjakivi- ja dolomiidijahu neutraliseeriv mõju erinevates pinnastes (Viheralueiden kasvualustat).

Orgaanilise aine sisaldus \ Pinnas	Liivakad pinnased	Savikad pinnased	Möllpinnased	Savipinnased	Turbad, sapropeel
Vähene (kuni 2%)	1	1,5	2	3	
Keskmine (2 ... 6%)	1,5	2	2,5	3,5	
Rohke (6 ... 20%)	2,5	3	3,5	4	
Väga rohke (üle 20%)	3	3,5	4	4,5	
					5

Tuhad

Kasvupinnaste neutraliseerimiseks võib kasutada nii eespool mainitud põlevkivituhka kui ka kohalike kütuste põletamisel tekkivat tuhka, **eelkõige puutuhka**. Arvestades puitkütustel töötavate soojus- ja koostootmisjaamade levikut, muutub puutuhk kasvupinnaste tootmisel üha arvestatavamaks ressur-

siks. Puutuha omadused varieeruvad väga laiades piirides. Parimaks peetakse kase põletamisel tekkivat tuhka, milles on kaaliumi 3 korda rohkem ja fosforit 2 korda rohkem kui kuusepuidu tuhas. Lisaks neutraliseerivatele omadustele sisaldab puutuhk arvestataval määral ka peaaegu kõiki teisi taimekasvuks vajalikke toitaineid, välja arvatud lämmastik ja väävel. Kui puutuhka turustatakse kui mullaparandus-ainet, peab tema neutraliseerimisvõime olema vähemalt 10% (kaltsiumiks arvestatuna).

Eestis kergesti kättesaadava **tolmpõlevkivituha** omadused aga varieeruvad olenevalt sellest, millises tehnoloogilise protsessi faasis või millisel tehnoloogilisel režiimil tuhk tekib. Lubiväetisena on põlevkivituhal palju häid omadusi: ta on suure neutraliseerimisvõimega, hea lahustuvusega, peen ja kuiv, sisaldab palju taimedele vajalikke toiteelemente ega sisalda kuigi palju kahjulikke elemente.

Järgnevas tabelis esitatakse tolmpõlevkivituha ja puutuha keskmine koostis; neutraliseerimisvõime on antud kaltsiumkarbonaadina (CaCO_3).

Tabel 12. Tolmpõlevkivituha ja puutuha omaduste võrdlus.

Näitaja	Tolmpõlevkivituhas (%)	Puutuhas (%)
CaCO_3 (neutraliseerimisvõime)	85,3	70 ... 90
Ca	34,9	30
Mg	2,7	3
K	1,7	6
P	0,1	1,6

Lisaks sisaldavad nii tolmpõlevkivituhk kui ka puutuhk mitmeid taimedele vajalikke mikroelemente.

Klinkritolm

Klinkritolm tekib paratamatu jäägina tsemenditootmisel. Eestis toodab tsementi AS Kunda Nordic Tsement. Teiste lubiainetega võrreldes on klinkritolmu eeliseks see, et lisaks neutralisaatoritele sisaldab ta ka mitmeid hästi omastatavaid taimetoitaineid, millest põhilised on kaalium, magneesium ja väävel, aga ka mitmed mikroelemendid.

Peatüki koostamisel kasutatud allikmaterjal

1. Arold, I. *Eesti maastikud*. Tartu Ülikooli Kirjastus 2005, 453 lk
2. Astover, A. (koostaja). *Mullateadus*. Õpik kõrgkoolidele. Eesti Maaülikool 2012, 486 lk
3. Järvan, M. *Efektiivseim väetis on klinkritolm*. Maaleht nr 3, 2005
4. EVS 1997-1:2003 *Geotehniline projekteerimine 1.osa: Üldeeskirjad*
5. Kask, R., Tõnisson, H. *Mullateadus*. Tallinn: Valgus 1987, 256 lk
6. Valk, U. *Eesti sood*. Tallinn: Valgus 1988, 343 lk
7. *Kergkruus kodus ja aias*. Fibo tootekataloog
8. Kriipsalu, M. *Jäätmeraamat*. „Ehitame“ kirjastus 2001, 101 lk

9. Kriipsalu, M., *Kompostimine. Käsikirjalised seminarimaterjalid*. EMÜ Veemajanduse osakond. Tallinn: 18.04.2008
10. Kuldkepp, P. *Taimede toitumise ja väetamise alused*. Eesti Vabariigi põllumajandusministeeriumi õppe-metoodikakabinet. Tallinn 1994, 125 lk
11. Kähr, A. *Kompostides saad rammusat aiamaulda*. Postimehe teemaleht „Sügis aias“, 06.09.2011
12. Kärblane, H. *Taimede toitumise ja väetamise käsiraamat*. Eesti Vabariigi põllumajandusministeerium. Tallinn 1996, 285 lk
13. Tarang, T. *Peremehe parem käsi*. Farm Plant Eesti (teatmik), 228 lk
14. Tuul, K. *Linnahaljastus: avalike alade kujundamise ja ehitamise käsiraamat*. Tartu: Atlex 2009, 142 lk
15. Sirviö, J., Kaivosoja, I. jt. *Viheralueiden kasvualustat*. Viherympäristöliitto ry, Julkaisu 31. Helsinki 2004, 172 lk
16. www.e-weber.ee
17. www.heidelbergcement.com
18. http://www.imelineteadus.ee/article/2011/12/27/hudrogeel_aitab_taimedel_startida

6. Kasvupinnaste tootmine

Enamik kasvupinnaseid sobib paljude taimeliikide kasvatamiseks ning paljude erinevate objektide rajamiseks, mistõttu neid võib grupeerida erinevate põhitunnuste põhjal.

Allpool on kasvupinnased jagatud gruppidesse

- 1) rajatava haljasala funktsiooni järgi
- 2) kavandatava taimestiku iseloomu järgi

Tabel 13. Kasvupinnaste klassifikatsioon.

Rajatava haljasala funktsiooni järgi	Kavandatava taimestiku iseloomu järgi
üldotstarbeline kasvupinnas	nõudlike puittaimede kasvupinnas
tallamiskindel murupinnas	vähenõudlike puittaimede kasvupinnas
spordimurude kasvupinnas	püsikute kasvupinnas
tänavapuude tugipinnas (kirjeldus punktis 7)	vähenõudlike hapulembeste taimede kasvupinnas
katusehaljastuse kasvupinnas	niidumurude kasvupinnas

Mõnel juhul aga vajatakse täiesti unikaalset ehk rätsepatööna valmistatavat kasvupinnast. Näitena võib tuua rododendronitele sobiva pinnase. Teatavas mõttes on rätsepatööga tegemist ka modelleerimispiinnase puhul (vt p 6.1.9). Vahet tuleb teha ka kasvualuse ja kasvupinnase vahel. **Kasvualus** on inseneritehniline rajatis, mis koosneb kõigist vajalikest aluskihtidest, geotekstiilidest, drenaaži- ning niisutussüsteemidest ja kasvupinnasest. **Kasvupinnas** on eespool kirjeldatud komponentidest kokku segatud, kindlatele parameetritele ning taimetuurtel vajaliku kasvuruumi mahule vastav juurekeskkond. **Kasvumuld** on puittaimede istutusaugu täitmiseks kasutatav huumusrikas mineraalmuld.

6.1. Erinevate kasvupinnaste iseloomustus

Allpool antakse erinevate kasvupinnaste lühiiseloomustus; konkreetsed parameetrid nende kasvupinnaste valmistamiseks esitatakse õppematerjali lisades olevates tabelites ja joonistel.

6.1.1. Üldotstarbeline kasvupinnas

Üldotstarbelist kasvupinnast kasutatakse parkide ja pargitüüpi haljasalade, õuehaljastuse, koduaia- murude jms rajamiseks. Üldotstarbelise kasvupinnase huumusesisaldus on keskmine või veidi üle selle; tema veeläbilaskvus- ja veesidumisvõime on optimaalsed. Sellised pinnased ei „upu“ vihma- perioodidel ning kastmist vajavad nad alles pikema põuaperioodi järel. Selliste kasvupinnaste toit- ainetebilanss on tasakaalus ning tänu pinnases leiduvale orgaanilisele ainele on nende neelamisvõime kõrge, mistõttu toiteelementide väljauhe on minimaalne. Seega on näiteks madalate temperatuuride tõttu taimede poolt ajutiselt kasutamata toitained pinnases kindlalt seotud ning taimedele uuesti kättesaadavad niipea, kui temperatuuri- ja niiskusolud võimaldavad taimedel intensiivsemalt kasvada ja areneda.

Üldotstarbeline kasvupinnas ei talu kuigi suurt tallamiskoormust ega sobi seetõttu objektidele, kus pidevalt liigutakse või mille hooldamiseks kasutatakse raskeid masinaid.

Üldotstarbeliseks kasvupinnaseks sobib tavaline aia- või põllumuld, kui analüüsid tõendavad tema sobivust selleks. Kui selline kasvupinnas toodetakse aga tööstuslikult, on tema soovitatavateks põhikomponentideks liiv- ja möllpinnased; mineraalosa soovitatav osatähtsus on 50 ... 60 mahu- protsenti.

6.1.2. Tallamiskindel murupinnas

Suurepinnaliste pargimurude, kortermajade siseõuede, intensiivses kasutuses olevate haljasalaurude jms rajamiseks tuleks kasutada mõnevõrra jämedama fraktsiooniga kasvupinnast, mis säilitab oma füüsikalise struktuuri hoolimata raskemate hooldusmasinate ning tallamise survest. Kuna selliste kasvupinnaste veeläbilaskevõime on suurem ning veesidumisvõime vastavalt väiksem, on nad põuakartlikumad kui näiteks üldotstarbelised pinnased, mistõttu kastmisvajadus on märksa suurem. Seega tuleb kastmisvõimaluse loomisele mõelda juba seda tüüpi pinnasega haljastuse projekteerimisel ja rajamisel.

6.1.3. Spordi- ja golfimurude kasvupinnas

Spordi- ja golfimurude kasvupinnaste omadused kujutavad endast kompromissi pinnase taimekasvatustlike ja tugevusomaduste vahel. Neid murusid ekspluateeritakse intensiivselt nii vihma- kui ka põuaperioodidel. Ilmastikutingimustele vaatamata toimub ka nende murude majandamine: tihe ja madalalt niitmine jt hooldustööd. Tallamise ja hooldamise käigus pinnas tiheneb, kuid spordimurude kasvupinnase erinõudeks on, et ilmastikutingimused ei tohi mõjutada nende veeläbilaskevõimet ega õhustatavust. Teiselt poolt aga peaks selliste pinnaste veesidumisvõime ning neelamisvõime olema küllalt kõrged, kuna tulenevalt madalast niitekõrgusest on spordimurutaimede juurestik pinnalähedane.

Spordimurupinnaste mineraalseks põhikomponendiks on liiv (75 ... 90% mahust) ning orgaaniliseks komponendiks peaaesjalikult turvas. Savisisaldus, nii nagu ka orgaanilise aine sisaldus, ei tohiks ületada 2% kaalust. Kuumutuskaosobivaim arvvaartus on spordiväljakumurul 2,5 ... 3,5% ning golfimurudel 2,5 ... 2,8%. Sellise tulemuse tagab turba ja mineraalse materjali mahuline suhe ligikaudu 10:90 ... 25:75.

Spordimurude rajamisel ja majandamisel on probleemiks taimedele vajalike toitainetevarude loomine pinnasesse, kuna hea veeläbilaskvuse tõttu uhutakse pinnasest välja ka vees lahustuvad toiteelemendid. Lisaks ei neela need pinnased toitaineid kuigi suures mahus, kuna puuduvad kõrge neelamisvõimega huumus-savikompleksid. Seetõttu vajavadki spordimurud regulaarset kastmist ja väetamist. Väetamine peab tagama spordimuru kiire taastumise nii pärast intensiivset kasutamist kui ka pärast niitmist.

Ühtlase spordimuru saamiseks on vaja veenduda, et samade omadustega liiva jt materjale jätkuks terve objekti rajamiseks; selle tagatiseks on materjalide pärinemine ühest ja samast maardlast. Spordimuru rajamiseks kasutatav turvas peab olema sõelutud ja küllalt hästi lagunenu. Soovitatav lagunemisaste on H5 ... H6 (vt p 5.3.1 tabel 7). Turba happesus ei oma tähtsust, kuna neutralisaatorid

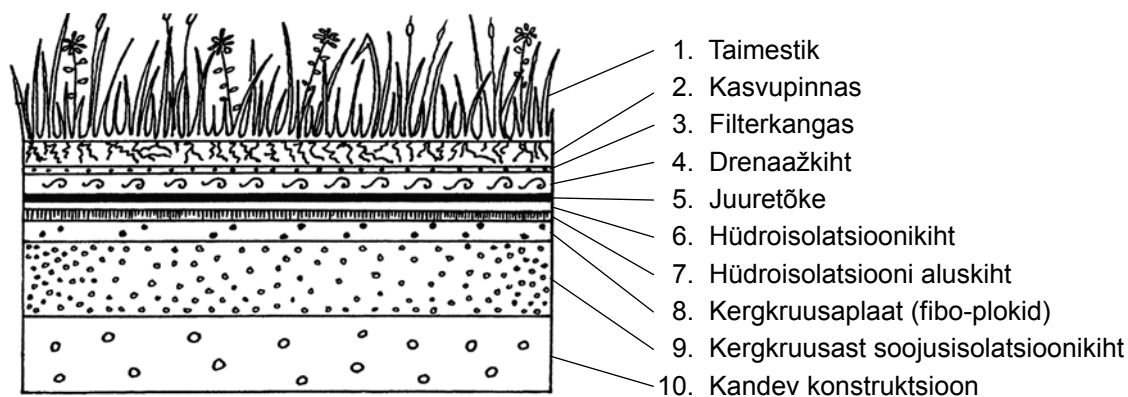
toimivad kasvupinnases ühtlasi ka pikatoimeliste väetistena. Valmis murupinnase pH arvvaartus peaks olema vahemikus 6,5 ... 6,8.

Kasutatava liiva ja orgaanilise materjali lõplik mahuline ja kvalitatiivne vahekord määratakse kindalaks veeläbilaskvuse ja veesidumisvõime analüüside abil, mis võetakse erineva koostisega proovipartiidest. Kuna spordimurude kasvupinnased peavad toimima ka tugeva ekspluatatsiooni tingimustes, mõõdetakse veeläbilaskvust ja veesidumisvõimet eelnevalt 90- ja 100-protsendilise *Proctortiheduseni** tihendatud proovidest. Täieliku ehk 100-protsendilise *proctortihedusega* pinnase veeläbilaskvus peaks olema vähemalt 100 mm ööpäevas; 90-protsendilise tihedusega pinnas (sellise tiheduse näiteks on hea õhustatavusega kasvupinnas) ei tohiks vett läbi lasta rohkem kui 2000 mm ööpäevas. Spordimurupinnaste veesisaldus peaks olema vahemikus 12 ... 25 kaaluprotsenti.

***Proctortihedus** - *proctor*seadme abil tihendatud pinnaseproovi mahuühiku suurim kuivmass. Veekogust, mida suudab mahutada *proctortihedusega* pinnas, nimetatakse optimaalseks veemahutavuseks. *Proctor*seadet kasutatakse paigaldatavate kasvupinnasekihtide tihendamisel nende tiheduse kontrollimiseks.

6.1.4. Katusehaljastuse kasvupinnas

Kuna katustele, terrassidele ning rõdudele rajatav haljastus kujutab endast lisakoormust ehituskonstruktsioonidele, projekteeritakse tavaliselt selline haljastus üheaegselt ehitisega. Kui katuse- või terrassihaljastust soovitakse rajada siiski hiljem, tuleks esmalt välja selgitada ehitise kandevõime. Mõlemal juhul peab kasutatav kasvupinnas olema võimalikult kerge. Kasvupinnase omadused ja ehitus peavad tagama, et ka tugevate vihmasadude ajal ja järel ei oleks tema mahukaal üle 1 kg/l.



Joonis 12. Katusehaljastuse kasvupinnas koos aluskihtidega (*Viheralueiden kasvualustat*).

Kasvupinnase tugimaterjaliks sobib keramsiit- ehk kergkruus. Tugimaterjal peab ühelt poolt tagama pinnase õhustatavuse ning vältima selle tihenemist ning teiselt poolt ei tohiks ta imada kuigi palju vett. Kui selline „kergendatud“ katus on õigesti ehitatud, püsib tema mahukaal normi piires ka kestvate sügisvihmade korral. Et tagada samas taimedele vajalik viljakus, täidetakse keramsiit-graanulite vahed vett hästisiduva, bioloogiliselt aktiivse kasvumullaga. Nii kasvupinnase paksus kui ka koostis olenevad väljavalitud taimestikust. Sageli piirduaksegi vaid katusemuru või vähenõudlike mägitaimedega. Võimalik on aga kasvatada ka suuremaid taimi, mille kasvuks ja arenguks peab

kasvupinnas looma looduslikele lähedased tingimused. Nii näiteks vajavad puud vähemalt 80 cm paksust kasvupinnasekihti, murule piisab 20 cm paksusest kihist. Joonisel 12 on esitatud katusehaljastuse kasvupinnase läbilõige.

6.1.5. Puude ja põõsaste kasvupinnas

Üldjuhul, kui puittaimi soovitakse istutada õue- ja pargilaadsetele kasvukohtadele ning väljavalitud liikidel puuduvad kasvupinnase suhtes erinõuded, sobib nende kasvatamiseks üldotstarbeline kasvupinnas. Siiski võib kõige laiemas plaanis eristada **viljakate kasvukohtade** ning **toitainetevaeste kasvukohtade liike**. Õppematerjali lisas olevates tabelites ja joonistel on toodud kasvupinnaste parameetrid eraldi nii nõudlike kui ka vähenõudlike puittaimeliikide kasvatamiseks. Võrreldes vähenõudlikega peaks nõudlike liikide kasvupinnas sisaldama märksa rohkem orgaanilist ainet ning põhitoiteelementide ja pH tase peaksid olema kõrgemad. Mikroelemente vajavad nii nõudlikud kui vähenõudlikud liigid enam-vähem sarnastes kogustes.

Puude, sh okaspuude kasvule mõjub hästi kasvupinnasesse lisatav mükoriisa. Paraku ei ole mükoriisalisandit kaubandusliku tootena veel saada. Abiks on, kui kasvupinnasele lisada metsamulda.

Kui puud soovitakse istutada **tänavaäärsetele eraldusribadele**, mille naabruses liikluskoormus moodustub valdavalt kohalikest ja teenindussõitudest ning jalakäijate tallamiskoormusest, tuleb olemasolev tihenenud pinnas kogu haljasriba ulatuses 1 meetri sügavuselt välja kaevata. Süvendi põhi kobestatakse, puhastatakse ehitusprahist, tihendatakse uuesti ning paigaldatakse juuretõkkekangaga kaitstav dreanaž. Süvendist väljakaevatavat pinnast analüüsitakse saasteainete ja kasvuomaduste suhtes. Kui see vastab nõuetele või seda on võimalik kasvumulla lisamisega parandada, kasutatakse pinnas uuesti ära. Lisatav kasvumuld ei tohi sisaldada lagunemata orgaanilist ainet, mille lagunemiseks kasutavad mullaorganismid ära juurtele vajaliku hapniku. Väljakaevatud, kasvumullaga parandatud pinnas laotatakse süvendisse tagasi. Istutusala viimistletakse tänavapinnast kõrgemaks, et valdavalt lumetõrjesoolaga saastunud sulamisveed ei koguneks istutuslale. Puude istutamise käigus paigaldatakse ka kastmissüsteem. Alla 3 meetri laiusele eraldusribale võib puud istutada vaid siis, kui kasvupinnas eraldatakse külgneva tänava aluskihtidest spetsiaalse toestava tõkkega, mis hoiab ära tee aluskihtide valgumise taimede kasvupinnase sisse. See on vajalik ühelt poolt kasvupinnase omaduste säilitamiseks ning teiselt poolt tänava aluskihtide säästmiseks ning tugevusomaduste säilitamiseks. Kui puud istutatakse intensiivsema liikluskoormusega tänavate äärde, tuleb rajada spetsiaalne kasvualus, mis täidetakse **tugipinnasega** (vt p 7).

6.1.6. Püsikute kasvupinnas

Püsikute kasvatamiseks kasutatav kasvupinnas peab ühelt poolt vastama konkreetsete püsikuliikide kasvukohanõuetele ning teiselt poolt olema võimalikult vaba umbrohuseemnetest ning -juurtest. Püsikuid, mis on umbrohujuurtega läbi kasvanud, ei ole võimalik hooldada – varem või hiljem tuleb istutusala üles võtta ja uuesti rajada. Püsikuala majandamisel on oluline saavutada istutatud taimede liitumine juba esimese kasvuaasta jooksul, kuna see tagab nende parema konkurentsivõime võrreldes seemnetekkeliste umbrohtudega. Püsikuala liitumist ehk täiskasvamist soodustab toitaineterikas ja küllalt suure veemahutavusega kasvupinnas. Enamik püsikuid vajabki oma loomu poolest kõrge

toitainete ja niiskuse sisaldusega kasvupinnast. Veemahutavust tõstab kasvupinnase savisisalduse suurendamine ja sõreda liiva sisalduse vähendamine.

Vähenõudlike ning kuivalembeste püsikute jaoks sobivad sageli okaspuudele või ka vähenõudlikele hapulembestele taimedele mõeldud kasvupinnased; sageli aga tuleb neile valmistada liigispetsiifilisi pinnaseid rätsepatööna.

Hea kasvupinnas sisaldab alati ka piisavas koguses pika mõjuajaga orgaanilist materjali, mis omalt poolt parandab pinnase veemahutavust ja veesidumisvõimet. Kui püsikuala rajatakse kohta, kus on võimalik rajada väetisedosaatoriga kastmissüsteem, võivad pinnase hüdroloogilised omadused varieeruda laiemates piirides. Esinduslikumad püsikualad tulekski tingimata rajada koos kastmissüsteemiga.

6.1.7. Hapulembeste taimede kasvupinnas

Nii nagu puittaimi, võib ka hapulembeseid taimi liigitada nõudlikeks ja vähenõudlikeks. Valdav osa hapulembestest taimedest kuulubki puittaimede hulka. Suhteliselt nõudlike, huumusrikast ja niiskemat kasvukohta vajavate hapulembeste taimede hulka kuuluvad näiteks hortensiad. Keskmiselt nõudlike taimede hulka kuulub näiteks enamik rododendroniliike, vähenõudlikud on kanarbikud, eerikad, põõsasmustikad jt. Hapulembestele taimedele sobivaks pH arvvaärtuseks on 5 ... 5,5. Hapulembesed taimed ammutavad toitaineid enamasti ühenditena, mille üldnimetuseks on *kelaadid*. Kui pH väärtus on kõrgem, ei lahustu kelaadid, mistõttu taimed ei saa pinnases olevaid toitaineid omastada ning neil ilmnevad puudusnähud. Enamik hapulembeseid taimi on tundlikud juurestiku läbikuivamise suhtes ning edukaks kasvuks vajavad nad mükoriisat. Toitumishäireid aitab ära hoida spetsiaalsete okaspuu- ja/või rodoväetiste kasutamine. Hapulembeste taimede kasvupinnase parameetrid on toodud õppematerjali lisas.

6.1.8. Õitsvate murude (niidumurude) kasvupinnas

Kõige laiemalt võiks niidumurude taimestikku jaotada kasvutingimuste suhtes vähenõudlikuks ning nõudlikuks. Teiselt poolt aga püütakse niidumurudega jäljendada looduslikke maastikke ning taimekooslusi, mistõttu kasvupinnase koostis peaks olema võimalikult lähedane looduslike niitude mullale ning lähtuma eelkõige rajatavas niidumurus kasutatavatest taimeliikidest. Ajalooliselt on niidud tekkinud looduse ja inimtegevuse koosmõjul välja kujunenud kasvukohtadesse, mida iseloomustab nii mikroreljeefi kui ka mulla omaduste küllalt suur varieeruvus ning sedakaudu ka liigirohkus. Sageli ongi otstarbekas niidumuru rajada otse olemasolevale pinnasele, parandades vajaduse korral selle omadusi näiteks liiva lisamisega. Üldjuhul ongi püsivamad toitainetevaestele kasvukohtadele rajatud kooslused; viljakatel kasvukohtadel ei ole rikkalikult õitsvad niidutaimed konkurentsivõimelised.

Kui siiski on kasvupinnas vaja kunstlikult rajada, on kuivade niitude kasvupinnase sobivateks komponentideks peaaesjalikult liiv, saviliiv ja turvas; savi ja orgaanilise aine sisaldus ei tohiks olla kõrge ning komposti kasutamist tuleks vältida. Reaktsioonilt peaks selline pinnas olema nõrgalt happeline. Nõudlikumate taimede kasvatamiseks tõstetakse orgaanilise aine sisaldust ning vajaliku niiskuse tagamiseks savisisaldust.

Tagamaks rajatava niidumuru looduslikku ilmet (vaheldusrikkust ja liigirohkust), ei ole niidumuru kasvupinnase tootmisel mõttekas teha pingutusi pinnase omaduste maksimaalse ühtluse saavutamiseks. Kui komponendid ei sisalda võõrlisandeid, võib valmis segatud niidumurupinnase jätta söelumata; see pakub ökonišše erinevatele taimeliikidele.

6.1.9. Modelleerimispinna

Modelleerimispinna kasutatakse olemasoleva mikroreljeefi korrigeerimiseks ning tehisreljeefi rajamiseks. Sellisteks reljeefielementideks on näiteks teetammid ja -mulded, müratökkevallid jms. Nõuded modelleerimispinna füüsikaliste, keemiliste ega bioloogiliste omaduste suhtes ei ole kuigi kõrged. Samuti ei eeldata neilt pinnastelt omaduste stabiilsust. Sageli valmistatakse modelleerimispinna kasutuskohal saadaolevatest materjalidest, aga ka nn sekundaarkasutuses olevatest materjalidest. Modelleerimispinna erineb liiklusringide, puhketaskute ning teehaljastuse rajamiseks kasutatav kasvupinna, mille kvaliteet on märksa kõrgem ning lähtub neil objektidel kasvatatava taimeistiku kasvukohanõuetest.

6.2. Kasvupinnaste paksus olenevalt neil kasvatatavast taimeistikust

Pindadel, mille kvaliteedinõudeks on, et need peavad olema väga tasased, tuleb jälgida, et ka kasvupinna aluspind oleks hästi tasandatud. Kasvupinna on ühtlase kihina hõlpsam laotada, kui aluspinna sisse lüüa märketikud, millele on märgitud soovitud pinnasekihi paksus (pealispinna kõrgus).

Allpool esitatakse soovitud kasvupinnaste paksuse valikuks.

Tabel 14. Kasvupinnaste ligikaudne paksus ja istutuskoha läbimõõt olenevalt sellel kasvatatavast taimeliigist (*Viheralueiden kasvualustat*).

Taimegrupp	Kasvupinnase sügavus (cm)	Üksikult kasvatatava taime istutuskoha läbimõõt (cm)
Tarbe- ja ilumuru	20	
Spordi- ja golfimuru	30	
Kõrgekasvulised allee- ja pargipuud	80	150
Madalakasvulised puud	60	100
Tänavapuud tugipinnases	100	Täiskasvanud puu arvestuslik võra Ø
Põõsad	40	60
Ronitaimed	60 (40*)	70
Kõrgekasvulised püsikud	40	40
Madalakasvulised püsikud	20	20
Roosid	40	40
Sibullilled	20 ... 40	
Suvikud	40	

* - kasvupinnase paksust võib vähendada, kui ronitaimed paiknevad rühmaistutusena.

Kasvupinnaste paigaldamisel tuleb arvestada nende mõningase vajumisega rajamistöde käigus; keskmiselt vajuvad pinnased ~20%. Kui pinnas tihendatakse õigesti, ei vaju see enam pärast töde lõppu. Vajumisvaruga tuleb arvestada ka materjalide hankimisel.

6.3. Kasvupinnase komponentide omavaheline segamine

Kui kasvupinnase vajalik koostis ja maht on kindlaks määratud, tuleb välja arvutada vajalike komponentide kogused. Praktiline näide komponentide koguste arvutamise kohta on toodud õppematerjali lisas. Kui komponentide mahud on teada, laotatakse nad segamisplatsile kihiti üksteise peale, kus toimub **esmane segamine**. Kõige käepärasem on seda teha laaduri- või ekskavaatorikopaga.

Esmasele segamisele järgneb **sõelumine**. Sõelumise käigus jätkub erinevate pinnasekomponentide segunemine. Eristatakse tasapinnalisi ja trummelsõelasid; trummelsõelad sobivad ka niiskema materjali sõelumiseks. Samad sõelad sobivad ka pinnaste eelsõelumiseks, komposti sõelumiseks jm. Valmis pinnasesegude sõelumiseks sobivad sõelad avade mõõtmetega 25 ... 30 (40) mm. Mõistagi oleneb sõelaavade suurus sõelutava pinnase otstarbest.

Sõelumisele järgneb **põhisegamine**. Enne põhisegamist võetakse pinnaseproovid, mida analüüsitakse laboris. Vajadusel koostist korrigeeritakse. Valmis toode varustatakse tootepassiga.

Tugipinnase segamine

Tugipinnase peen- ja jämefraktsioonide omavahelist segamist kirjeldatakse punktis 7, kus soovitakse need fraktsioonid ühendada alles paigaldamise käigus. Siiski nähakse kõnealuses alapunktis ette ka võimalus, mille kohaselt materjalid segatakse eelnevalt tootmisplatsil. Sellise tehnoloogia puhul peab silmas pidama, et segamine ei toimuks liiga vara. Tugipinnase peen- ja jämefraktsioonid tohiks ühendada maksimaalselt 2 nädalat enne paigaldamist. Põhjuseks on, et erinevad fraktsioonid kihistuvad: peenem materjal vajub tugimaterjali tühimike vahele ja tulemusena muutub pinnas oma omaduste poolest ebahühtlaseks. Kihistumist soodustavad näiteks tugevad vihmajärged.

Peatüki koostamisel kasutatud allikmaterjal

1. Tuul, K. *Linnahaljastus. Avalike alade kujundamise ja ehitamise käsiraamat*. Tartu: Atlex 2009, 142 lk
2. Sirviö, J., Kaivosoja, I. jt. *Viheralueiden kasvualustat*. Viherympäristöliitto ry, Julkaisu 31. Helsinki 2004, 172 lk
3. www.klab.ee

7. Tänavapuude tugipinnas

Tugipinnast kasutatakse juurekeskkonna rajamiseks kohtades, kus puude juured ulatuvad intensiivselt liigeldava tänava sillutise alla. Õigesti rajatud tugipinnas ei tihene liikluskoormuse poolt põhjustatava surve ja vibratsiooni tõttu – ta peaks survet otsekui „kandma“. Sel põhjusel nimetataksegi tugipinnast ka **tugevdatud struktuuriga kasvupinnaseks**, mõnikord ka **kandvaks kasvupinnaseks** või **kandvaks kasvualuseks**.

7.1. Linnapuude juurte kasvu ja sanitaarsed seisundit mõjutavad tegurid

Linnapuude juurte kasvu ja sanitaarsed seisundit mõjutavad kõige enam järgmised tegurid.

1. **Liiklusvahendite tekitatud vibratsioon** tihendab kasvupinnast; tagajärjeks on pooride kokkusurumine ning õhu- ja veerežiimi halvenemine. Tihenemise suhtes tundlikumatel savipinnastel pidurdub puujuurte kasv juba tihedusel $1,4 \text{ g/cm}^3$, liivastel pinnastel tihedusel $1,6 \dots 1,7 \text{ g/cm}^3$ (vt p 1.2.2). Reaktsioonina nendele muutustele suunduvad puujuured ülespoole – tänavasillutise all olevatesse õhurikastesse kruusa- ning killustikukihtidesse, kuna leiavad sealt õhku ja kondenseerunud vett. Sageli lõhuvad puujuured sellega ka sillutist.
2. Ka **lausasfalteerimine** tekitab juurekeskkonnas õhuvaegust; kasvupinnasesse ei pääse ei vihmavesi ega orgaanilised ained, mistõttu langeb kasvupinnase bioloogiline aktiivsus. Ainsaks orgaanilise aine allikaks on puujuured ise, mis kasvades ja kõdunedes hoiavad pinnase orgaanilise aine bilansi enam-vähem tasakaalus.
3. **Juurte kasvuruumi vähenemine** ning **juurte aktiivseima osa kadu kaeve- ning läbindamistöõde tõttu** põhjustab toitumishäireid, seennakkusi ning vähendab stabiilsust.
4. **Kasvupinnase saastumine lumetõrjesoolaga**, mida kevadised sulaveed ei suuda tihenenud pinnasest välja uhtuda, kuna see ei lase vett läbi.
5. **Äärmustemperatuurid pinnases**: suvine ülekuumenemine ja talvised ülimadalad temperatuurid, mida võimendab lumetõrje.

Eeltoodu tähendab, et kui vanad, aastakümneid tagasi tänasest sootuks erinevatesse tingimustesse istutatud puud peavad veel vastu, kuna neil on olnud võimalus oma juurekava arendada, siis paljud tänapäeval istutatud tänavapuud hukuvad üsna varsti pärast istutamist. Üheks lahenduseks on istutuste põhjalik tehniline läbiplaneerimine, sh piisava ulatusega kandva kasvualuse planeerimine ja loomine juurtele. Tallinnas on juba puid kandvasse kasvupinnasesse istutatud; kandva kasvupinnase kasutamist intensiivse kasutuskooormusega tänavate haljastamisel sätestab Tallinna Linnavalitsuse 28. septembri 2011 määrus nr 112 „Avalikule alale puude istutamise kord“.

7.1.1. Juurte kasvuruumi vajadus

Oluline on vahet teha **kasvumullal** ja **kasvupinnasel**. Kasvumuld on kasvupinnasesse tehtava istutusaugu täitmiseks kasutatav huumusrikas mineraalmuld, mille maht oleneb istutusaugu ja istutatava puu mullapalli suurusest. Kasvupinnase ulatus aga oleneb sellest, kui suured on istutatava puuliigi mõõtmed täiskasvanuna. Saamaks ettekujutust puujuurtele vajalikust kasvuruumist, ehk teisisõnu,

vajaliku kasvupinnase mahust, esitatakse alltoodud tabelis normid puujuurte kasvuruumi valikuks; normid on kinnitatud eespool mainitud määruse lisaga nr 2. Mida suurem on kasvuruum (kasvupinnase maht), seda parem. Siiski puudub ühe puu jaoks üle 75 m³ mahuga kasvupinnase rajamisel mõte – juured ei täidaks seda ruumi. Mõningates maades (näitena on siin Holland) arvestatakse ka asula perspektiivplaanidega. Neist oleneb, kui pikaks võib prognoosida puu eluea, enne kui ala hakatakse kasutama mõnel muul otstarbel. Teisest küljest on aga puu eluiga ka igale puuliigile omane eritunnus, millega saab arvestada.

Tabel 14. Tänavapuude juurestikule vajaliku kasvupinnase ulatus olenevalt täiskasvanud puu suurusklassist.

Puu suurusklass	Vajaliku kasvupinnase ulatus		
	Vähim maht (m ³)	Optimaalne maht (m ³)	Vähim kasvupinnase sügavus (m)
Väikesekasvuline	5	6	0,8
Keskmisekasvuline	9	14	1,0
Suurekasvuline	18	26	1,0

7.2. Tugipinnase olemus

Spetsiaalselt tänavapuude kasvatamiseks välja töötatud tugipinnase põhikomponendiks on jämedafraktsiooniline tugimaterjal: näiteks 60 ... 120 (150) mm läbimõõduga kivid. Üksteise peale toetudes moodustavad need pinnase vajumist ning tihenemist vältiva jäiga skeleti. Kivide vahelisi tühimikke aga täidab kasvusubstraat – peenemafraktsiooniline materjal, mis sisaldab nii mineraalseid kui ka orgaanilisi komponente ning mis toimib puujuurte tegeliku kasvuruumina, millesse tungivad ja asetuvad puujuured. Selline struktuur tagab ühelt poolt pinnase nõutava jäikuse ning teiselt poolt juurtele vajaliku vee liikumise ja õhuvahetuse. Tugipinnas paigaldatakse selliselt, et see moodustaks tänavapuu juurestikule laiema kasvuala, mis ulatuks ka puud ümbritseva tänavasillutise alla ja võimaldaks puujuurtel nii laiuti kui ka sügavuti maasse tungida.

Seega sobib tugipinnas tänavapuude istutamiseks kohtadesse, kus on arvestatav liikluskoormus või muu iseloomuga tallamiskoormus ning kõrge vibratsioonitase. Sellisteks kohtadeks on linnaväljakud, parklad, juurdepääsuteed, tänavate ja kõnniteede vahelised eraldusribad jm. Väga suure liikluskoormusega aladele (nt magistraaltänavate naabruse) selliseid kasvupinnaseid siiski ei rajata. Tugipinnast ei vaja üldjuhul ka põõsad ning pargipuud.

7.3. Tugipinnase koostis

Üht ja kindlat „retsepti“ tugipinnase jaoks ei ole olemas. Erinevates maades on katsetatud erineva koostisega pinnaseid, mis mõnel juhul on ka patenteeritud kindlate tootenimetuste ja kaubamärkide all. Üks esimesi tugipinnaseid töötati välja Hollandis aastal 1979 tootenimetusega *Amsterdam Tree Soil*. Kindlate tootenimetustega tugipinnaseid toodetakse ka Taanis, USA-s ja mujal. Lähinaabrite juures Soomes katsetatakse erinevat tüüpi kandvate kasvupinnastega alates 1990. aastate algusest; tänapäeval on need vähemalt Helsingis juba päris laialt kasutusel. Andmete kogumine tugipinnaste

erinevate koostiste ja nende toimivuse kohta jätkub. Süsteemsete ja kontrollitud uurimistulemuste saamiseks rajati aastatel 2002–2003 Helsingisse Viikki linnaossa katsetänavad, kuhu paigaldati erineva koostisega tugipinnaseid, millesse istutati puud. Nii puude kasvu kui ka kasvupinnastes toimivate muutuste intensiivseire jätkub.

Soomes läbi viidud katsete põhjal võiks sooduslik tugimaterjali ja kasvusubstraadi vahekord olla 2/3 osa tugimaterjali ning 1/3 kasvusubstraati. Nagu eespool mainitud, sobivad tugimaterjaliks kivid ja veerised ligikaudse läbimõõduga 60 ... 120 (150) mm. Kivide vahelised tühimikud täidetakse kasvusubstraadiga – peeneteralise materjaliga, millest osa moodustab orgaaniline aine. Kuna peeneteraline materjal osaleb aineringes, siis on tema optimaalse koostise soovitamine küllalt keeruline. Ühelt poolt oleneb see konkreetsest kasvukohast (näiteks ümbritseva pinnase veerežiimist) ning teiselt poolt istutatava liigi kasvukohanõuetest. Nii näiteks võiks kõrge põhjaveesisuga piirkondades kasutatav peenmaterjal sisaldada rohkem liiva. Tabelis 15 esitatakse soovitus nn keskmiste omadustega tugipinnase koostise kohta. Soovituse koostamisel on aluseks õppematerjali põhiallikas *Viheralueiden kasvualustat* ning Helsingi Viikki linnaosas läbi viidud katsete tulemused.

Tabel 15. Tugipinnase võimalik koostis.

Komponent	Osatähtsus	Iseloomustus	Ligikaudne maht
Jämefraktsioon	70% mahust	kivid, Ø 60 ... 120 (150) mm	
Peenfraktsioon	30% mahust	saviosakesed	7% kaalust
		liivafraktsioonid	40% kaalust
		orgaaniline aine (küps kompost; lisandiks väike osa vähem lagunenenud materjali, nt koorepuru, turvas vm)	10% kaalust
		muu mineraalne materjal (kruus, möllid, looduslik muld rikastamaks pinnast mükoriisaseentega)	43% kaalust

Tugipinnase „skeleti“ loomiseks kasutatavad kivid peaksid olema küllaltki ühtlase suurusega ning kujult pigem kandilised kui ümarad, et nad paremini kannaksid. Viimased uurimused näitavad, et suurema fraktsiooniga tugimaterjali kasutamise korral talub pind suuremaid koormusi, ilma et vajuks. Erinevatele settekivimitele (nagu näiteks paekivi ja paekivikillustik) tuleks eelistada graniiti kui murenemise suhtes inertsemat. Lisaks tõstab paekivi pinnase pH arvvaartust, mis aga enamike puude heaks kasvuks ei ole soovitatav. Pealegi on märgatud, et linnakeskkonnas muutub kasvupinnas nii või teisiti järjest aluseliseks. Arvatakse, et põhjuseks on ehitusmaterjalidest ning tehnilikest tänavasillutistest väljapestavad lubiained.

Kandvat kasvupinnast valmistades peab jälgima, et peeneteralised komponendid ei ületaks etteantud normi jämedafraktsiooniliste komponentide (kivide) suhtes. Kui peenmaterjali on ülearu, kaob kivide toetuspind üksteise suhtes. Selline kasvupinnas vajub ja tiheneb, ta lakkab „tötamast“. Ühe puu kohta peaks kandvat kasvupinnast olema keskmiselt 20 m³. Täpsemad kogused olenevad täiskasvanud puu suurusest (vt tabel 14).

Tugipinnase orgaaniline aine

Linnapuu kasvupinnase kasutusiga peab olema aastakümnete pikkune. Kui iga-aastaselt haritavate maade omadusi (neelamisvõimet, veehoidevõimet, katioonivahetuse kapatsiteeti jm) on võimalik suuresti mõjutada mullale regulaarselt lisatava orgaanilise aine abil, siis linnapuude kasvupinnasele on seda võimalik anda vaid üks kord – kasvupinnase rajamise käigus. Pärast rajamist väheneb orgaanilise aine kogus kiiresti ning saavutab tasakaalu enamasti algsest märkimisväärselt madalamal tasemel. Pärast seda ei vasta kasvupinnase omadused (vee ja toitainete sidumine, fraktsioonilisus jm) enam esialgselt planeeritutele ning neid omadusi ei ole võimalik ka enam muuta – orgaanilise aine lisamine sillutatud aladel kasvavate tänavapuude kasvupinnasesse ei ole võimalik. Seega peaks kasvupinnas tagama oma füüsikaliste omaduste säilimise ilma, et inimene selleks meetmeid raken-daks – teisisõnu, kasvupinnase omadused ei tohiks kuigi tugevalt sõltuda orgaanilisest ainest.

Katsed on näidanud, et tänavapuude kasvupinnas ei suuda kuigi kaua säilitada sinna lisatud orgaanilise aine taset, kuna

- 1) uut orgaanilist ainet tekib pinnasesse juurde ainult puu enese juurte kasvu kaudu, olemasolev aga lagundatakse mikroorganismide poolt;
- 2) ökosüsteem ei suuda hoida loodusliku fooniga võrreldes kõrgemat orgaanilise aine taset kasvupinnases.

Mingil hetkel jõutakse puu ja pinnaseelustiku toodetud ja lagundatud orgaanilise aine koguste vahel tasakaaluseisundini, kus orgaanilist ainet toodetakse ja lagundatakse igal aastal enam-vähem ühepalju. Selles olukorras jääb tasakaal püsima.

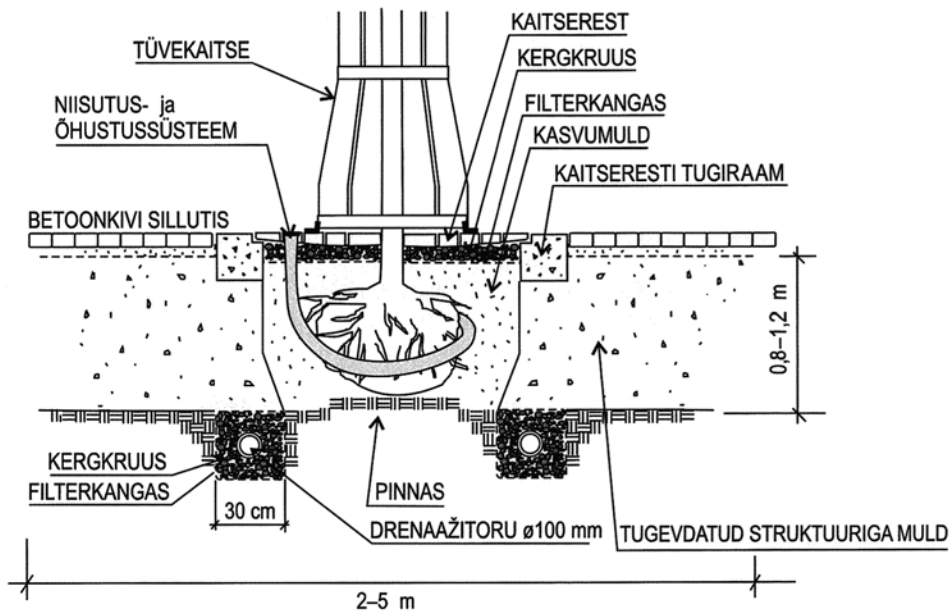
Seega kaovad rohke, halvasti laagerdunud orgaanilise aine eelised paari aasta jooksul ning sellisel orgaanilisel ainel on ka pinnase hapnikuoludele kahjulik mõju. Lisaks mõjutab lagunemisega kaasnev orgaanilise aine mahu vähenemine ka pinnase struktuuri. Seega oleks kandvas kasvupinnases mõistlik kasutada orgaanilisi aineid üksnes mõõdukates kogustes (5 ... 10 kaaluprotsenti) ning võimalikult hästi laagerdunud kujul, kuna laagerdunud orgaaniline aine on stabiilsem ja püsib pinnases kauem. Välditakse ka orgaanilise aine koguse vähenemisest tulenevaid muutusi pinnase füüsikalistes omadustes. Orgaaniliste ainete kasutamise plusspoolele tuleb kanda nende kõrge katioonivahetuse kapatsiteet, mis tähendab, et nad toimivad toitainevaruna ja neil on pinnase keemiliste muutuste suhtes puhvri roll. Orgaanilised ained tagavad ka pinnase mikroorganismide aktiivsuse ja vett hoidvate pooride arvu suurenemise. Orgaanilise aine bilansi säilitamise huvides aga ei tohiks soovituslikke koguseid ületada.

Väga väike osa orgaanilisest ainest võiks olla ka vähem laagerdunud või isegi lagunemata. Lagunemata orgaanilise ainega on võimalik pinnasesse viia mükoriisaseeni ning tagada neile elutingimused. Hapnikupuuduse suhtes tundlikes oludes (näiteks kõrge põhjaveetaseme puhul) ei ole aga laagerdumata orgaanilise aine kasutamine näidustatud.

7.4. Tänavapuude kasvualuse rajamine

Kui puud istutatakse uute, rajatavate või rekonstrueeritavate autoliiklusega teede-tänavate vahetusse lähedusse, projekteeritakse ja rajatakse tänava aluskihid ja kandva kasvualuse kihid üheaegselt, kuna kasvupinnas peab ulatuma ka tänavasillutise alla, et anda juurtele levimisruumi. Selline üheaegne projekteerimine ja rajamine tagab ka tänava aluskihtide stabiilsuse, mida kasvualuse hilisema rajamise käigus võidakse kahjustada. Kui puud istutatakse ritta, on otstarbekas kogu puuderea jaoks rajada ühtne, linditaoline kasvualus: puud moodustavad juurühendusi ning otsekui aitavad üksteisel kasvada.

Kasvukoha ettevalmistamist alustatakse olemasoleva pinnase väljakaevamisest. Süvendi põhi kobestatakse ning tihendatakse uuesti, andes sellele 2 ... 3% kalde drenaazi suunas. Drenaaz rajatakse 8 ... 10 cm läbimõõduga drenaazitorudest, mis kaetakse umbes 30 cm paksuse kergkruusa või killustikukihiga; sobivam on graniitkillustik. Killustikukihi alla ja peale paigutatakse filterkangas.



Joonis 13. Tänavapuu istutamine sillutatud alale (Avalikule alale puude istutamise kord).

Otstarbekas on paigaldada ka ühtsesse toitevõrku ühendatud niisutussüsteem; vee liikumise tagamiseks peab toitetoru kalle olema 1 ... 3% toitkohast eemale. Niisutussüsteemide toimimise põhimõtteks võib olla kas vee laskumine raskusjõu mõjul (nii, nagu see toimub pärast vihma) või kapillaarne tõus (vesi tõuseb alt ülespoole, nii nagu see toimub looduses kas põhja- või pinnaseveest). Üldjuhul on niisutussüsteemid varustatud montaažijuhistega, mistõttu siin nende paigaldamist ei kirjeldata. Niisutussüsteemid võimaldavad puudele doseerida ka väetisi ning toimivad õhutustorudena.

Tugipinnas paigaldatakse umbes 20 ... 30 cm paksuste kihtidena. Iga kiht tihendatakse, enne kui sellele laotatakse järgmine kiht. Komponentide paigaldamiseks on järgmised võimalused:

1. Valmis tugipinnase kuivpaigaldamine

Kivid, mineraalsed peenfraktsioonid ning orgaanilised ained segatakse eelnevalt tootmisplatsil (vt p 6.3) ning tihendatakse paigaldamise käigus vibraatoriga umbes 30 cm paksuste kihtide kaupa. Kuigi meetod on mugav ja ökonoomne, on probleemiks, et poorid võidakse üle täita. Tulenevalt komponentide erinevatest mahukaaludest võib esineda ka oht, et segamise käigus komponendid kihistuvad ning paigaldamise järel jääb kasvupinnasesse peeneteralise materjali taskuid.

2. Komponentide märgpaigaldamine

Tugimaterjal ja läbisegatud peeneteraline materjal tuuakse kasutuskohale eraldi ning paigaldatakse kihiti, uhtudes veega peenmaterjali tugimaterjalide vahele.

3. Komponentide kuivpaigaldamine

Tugimaterjal ja läbisegatud peeneteraline materjal tuuakse kasutuskohale eraldi ning paigaldatakse õhukeste kihtidena, vibreerides või harjates peeneteralise materjali kandva tugimaterjali vahele kuivalt.

Nii peeneteralise materjali kuivpaigaldamine kui ka veega uhtumine on kandva kasvupinnase struktuuri ja kandevõime tagamiseks ning külmakergete vältimiseks ohutumad ja kindlamad lahendused kui eelnev segamine tootmisplatsil. Kui kivikarkass täidetakse peeneteralise materjaliga alles kasvualuse rajamiskohal, siis jääb kivide vahele igal juhul puudele vajalikke õhutaskuid. Kui aga tugipinnas segatakse siiski eelnevalt valmis, on komponentide õiged segamisvahekorrad üliolulised. Meetod nõuab seega rajajalt väga suurt täpsust ja hoolikust.

Milline paigaldamisviis ka valitaks, on vaja jälgida, et ei tekiks kihte, mis koosnevad üksnes mullast – see on tihenemisaldis. Katsetulemused on näidanud, et tugimaterjali vahed peaksid olema täidetud umbes 80% ulatuses; 20% peaks jääma õhuruumi. Kui peeneteralist materjali on liiga palju, halvendab see õhustatavust ning võib põhjustada ka külmakerget ning vähendada kandevõimet. Liigse täitmise asemel jäägu pigem mõnevõrra õhuruumi – juured leiavad ning täidavad selle.

Kandvat kasvupinnast paigaldades jäetakse puude istutamise kohtadesse istutusaugud, mille servad kindlustatakse ajutiste tugiseintega. Istutamise ajal täidetakse istutusauk kasvumullaga ning tugiseinad eemaldatakse. Istutusaugu sügavus on enam-vähem võrdne istutatava puu mullapalli kõrgusega (või vaid veidi sellest suurem); istutusaugu läbimõõt on 20% suurem mullapalli läbimõödust. Levinud on ka istutuskastide kasutamine, mis pannakse kokku moodulitest ning jäetaksegi istutusauku; puude juured kasvavad moodulite vahelistest avadest läbi. Noore puu võraalune pind kaitstakse tallamise ja tihenemise eest kaitserestiga ning puutüvi kaitstakse tugiraamiga. Lumetõrjesoolaga saastunud sulavete valgumise vältimiseks võraalusele pinnale toetatakse kaitserest maapinnast veidi kõrgemale tõstetud alustele või antakse võraalusele kerge kalle puutüvest eemale.

Peatüki koostamisel kasutatud allikmaterjal

1. *Avalikule alale puude istutamise kord*. Tallinna Linnavalitsuse 28. septembri 2011 määrus nr 112
2. *Tasuv investeering – teadmised puude istutamisest ja hooldamisest*. Eesti Kommunaalmajanduse Ühingu ja Helsingi Ehitusameti korraldatud eriseminari jaotusmaterjalid. Tallinn: 13.04.2010
3. Tuul, K. *Linnahaljastus: avalike alade kujundamise ja ehitamise käsiraamat*. Tartu: Atlex 2009, 142 lk
4. Sirviö, J., Kaivosoja, I. jt. *Viheralueiden kasvualustat*. Viherympäristöliitto ry, Julkaisu 31. Helsinki 2004, 172 lk

8. Multšid

Multši all mõistetakse taimede kasvupinnasele või -substraadile peale laotatud kattematerjali kihti. Multšimise eesmärgiks on eelkõige niiskuse säilitamine mullas ning ka juurestiku külmakaitse talveperioodil. Mõnel määral vähendavad multšid ka umbrohtumist ning lagunedes toimivad pinna-separandajatena. Sageli kasutatakse multše dekoratiiveesmärkidel.

8.1. Multšide liigid

Kõige laiemalt võib multše klassifitseerida

- ☛ materjali järgi,
- ☛ kasutusotstarbe järgi.

Tabel 16. Erinevast materjalist multšide näiteid.

Orgaanilised multšid	Mineraalsed multšid	Sünteesilised kiled	Kombineeritud multšid
peenestatud männikoor	graniitkillustik	erinevad geotekstiilid	geotekstiilid või matid koos mineraalsete materjalidega
põhumatid	kergkruus ehk keramsiit	maasikakile	geotekstiilid või matid koos orgaaniliste materjalidega
kookosmatid	dekoratiivkivid	peenravaip	
rohu- ja põhuhekslid	klaasgraanulid		
seenekasvatuse jääk-substraat	kruus		
turvas ja turbagraanulid	liiv		
paber	merekarbid		
puiduhake, sh toonitud hake	tellisepuru		
kompostide sõelumis-jäägid, kompost	dekoratiivkivid		
kakaoubade koored			

Multše võib jaotada ka lämmastikurikasteks (kõdusõnnik, muruniitmed) ning süsinikurikasteks (puukoor, hake, põhk). Kui näiteks kõdusõnnikus ja niitmetes on süsiniku ja lämmastiku ligikaudne suhe (C:N) 20:1, siis põhus on see vahemikus 75 ... 100:1 ning saepurus ja puiduhakkes 200 ... 500:1. Seetõttu võtavad süsinikurikkaid multše lagundavad mikroorganismid puuduva osa lämmastikust kasvupinnasest. Allpool, multšitud pindade väetamist käsitlevas osas, pööratakse sellele tähelepanu.

Kasutusotstarbe järgi jagunevad multšid:

- ✎ dekoratiivmultšideks
- ✎ istutusala- ja pargimultšideks
- ✎ maastiku- ja rajatistemultšideks
- ✎ tarbeaiamultšideks
- ✎ eriotstarbelisteks multšideks

8.2. Erinevate multšide kasutamine

Tavaliselt laotatakse multš suuremale istutusalale ülepinnaliselt. Puude võraalused multšitakse tavaliselt igaüks eraldi. Multš laotatakse umbes 7 cm paksuse kihina (tihenenult) tasandatud istutusalale või istutatud puude võraalustele ringidele, jättes vabaks puutüve vahetu ümbruse 10 cm raadiuses. Multšitavalt pinnalt eemaldatakse umbrohud; eriti hoolikas tuleb olla mitmeaastaste juurumbrohtude eemaldamisel. Multši laotamiseks valitakse aeg, mil kasvupinnases on piisavalt niiskust; kuivale mullale multši ei panda.

Põhiliselt on haljastuses seni kasutatud **peenestatud männikoorest** toodetud multši. Eesmärgipäraselt valmistatuna ja kasutatuna ongi see üks paremaid ning täidab nii ökoloogilised kui ka dekoratiivsed eesmärgid.



Joonis 14. Vasakul ühtlase fraktsiooniga, sõelutud männikooremultš laoplatsil, paremal kooremultši kasutamine haljasalal.

Hea kooremultš on valmistatud purustatud männikorbast, ei sisalda puiduosakesi ning on vähemalt aasta aega seisnud. See on sõelutud ühtlastesse läbimõõduklassidesse (fraktsioonidesse) ning sellele võib olla lisatud ka orgaanilisi väetisi. Kooremultš ei tohi sisaldada mürkkemikaale, mulda ja kive, juurumbrohu osakesi ega umbrohuseemneid.

Hakkemultši kasutamine annab palju võimalusi just aiakujunduse seisukohast, kuna võimalik on kasutada erinevalt toonitud haket, mis võimaldab luua huvitavaid pindasid ja mustreid. Oluline on, et toonimiseks kasutatavad värvained oleksid keskkonnasõbralikud. Toonimata hake aga mõjub looduslähedaselt ning seda kasutatakse analoogselt kooremultšiga.



Joonis 15. Vasakul toonimata hakkemultš, paremal hakkega multšitud võraalused Riia kesklinnas.

Ka hake sõelutakse erinevatesse läbimõõduklassidesse (fraktsioonidesse). Hakkemultši toodetakse nii tööstuslikult kui kasutuskohadel hooldustööde käigus eemaldatud puuokste purustamise teel mobiilse kerge oksahakkuriga. Kasu on kahekordne: kaob vajadus jäätmete utiliseerimise järele ning pole vaja teha kulutusi multši ostmiseks. Okstest toodetud multš ei ole ülearu hele ega silmatorkav. Keskkonnaohutuse ja taimetervise seisukohalt sobib lehtpuuhake paremini, võrreldes okaspuuhakkega.

Väga hästi sobivad multšimiseks **neutraliseeritud turvas** ning **turbagraanulid**. Granuleerimata turba kasutamisel on probleemiks, et see on kerge ning läbi kuivades kannab tuul selle laiali. Turvas ning turbatooted sobivad eelkõige hapulembeste taimede istutusalaade multšimiseks.

Mineraalsed mulšid sobivad väga hästi suuremate pindade kujundamiseks. Kasutades erineva fraktsiooni ja värvusega multše on võimalik kujundada erinevaid geomeetrilisi mustreid ja ornamente. Mineraalsete multšide alla tuleb laotada peenravaip, et vältida erinevate pinnasekihtide segunemist. Orgaaniliste multšide all ei ole peenravaiba kasutamine soovitatav.



Joonis 16. Vasakul erineva suuruse ja värvusega graniitkillustikmultši kasutamine istutusala viimistlemisel Luual; paremal tellisepuru ja graniitkillustiku abil loodud barokne ornament Peterhofis (Venemaa).

8.2.1. Multšide kasutamine puude istutamisel

Kui puud ei kasva sillutatud aladel, kus nende võraalune pind on kaitstud spetsiaalsete kaitserestidega, on soovitatav istutatud puude võraalused ringid multšida. Multši tuleb hoida vähemalt seni, kuni puud on saavutanud liigiomase juurdekasvu, kuid ka hilisemal multšimisel on suur tähtsus.

- ✿ Multšitud pinnal puudub niitmisvajadus, millega säästetakse puude juuri niidukite tallamiskoormusest ning tüvesid trimmerdamisel tekkivate mehhaaniliste vigastuste eest.
- ✿ Multšitud võraalused näevad välja korrektsed ning puhtad.
- ✿ Orgaanilised multšid tõstavad lagunedes kasvupinnase bioloogilist aktiivsust.

„Avalikule alale puude istutamise kord“ näeb ette, et multšimiseks võib kasutada järgmisi materjale:

- ✿ puukoort või puiduhaket, fraktsiooni suurusega kuni 5 cm, peenravaipa ei paigaldata
- ✿ graniitsõelmeid või kergkruusa, multšikihi alla paigaldatakse peenravaip
- ✿ pabermultši või kookosmatte, mis laotatakse valmistajatehase juhiste järgi

Multšide kasutamist kirjeldatakse järgmisel leheküljel oleval tabelis 17.

Tabel 17. Valik erinevate multšide kasutusvõimalusi.

Multš	Kus kasutada	Millal kasutada	Miks kasutada
Lehemuld	Külviridadele. Peenardele taimede vahele.	Enne külvi. Kasvuajal, kui muld on soojenenud.	Parandab mulla struktuuri ja veega varustatust.
Kompost	Tarbetaimedele (köögiviljad). Istutusaladele.	Tarbetaimedele kogu kasvuperioodil. Istutusaladele kevadel.	Lisab toitaineid. Parandab struktuuri ja veevarustust.
Kõdusõnnik	Rohket pealväetamist vajavatele taimedele.	Aktiivsel kasvuperioodil; enamasti kevadel.	Toimib lämmastikurikka pealväetisena. Parandab mulla struktuuri, veevarustust ja õhustatavust. Rikastab mikroorganismidega.
Puiduhake ja koorepuru	Istutusaladele. Teeradade katmiseks parkmet-sades. Mänguväljakute kattematerjalina.	Igal ajal, kuid istutus-aladel mitte enne mulla kevadist soojenemist.	Dekoratiiveesmärgil. Hoiab mulla niiskust, vähendab umbrohtumist. Kaitseb tallatavaid pindasid; on elastne ning kaitseb põrutuste eest radadel ja mänguväljakutel.
Kompostee-ritud koor	Puude ja põõsaste (eriti hapulembeste) alla.	Igal ajal, kuid mitte enne mulla soojenemist.	Dekoratiiveesmärgil. Hoiab mulla niiskust, vähendab umbrohtumist.
Mineraalsed multšid	Jalgradadele. Puude-põõsaste ja rohttaimede alla. Kiviktaimlasse. Kõrreliste istutusaladele. Barokkstiilis aedadesse ornamendi moodustamiseks.	Igal ajal, kuid istutus-aladel mitte enne kevadist mulla soojenemist.	Dekoratiiveesmärgil. Vähendab umbrohtumist. Drenaažiks.

8.3. Multšitud pindade väetamine

Multšitud pinnad vajavad multšimata pindadega võrreldes hoolikamat väetamist:

- ☛ Multši lagundamisel neelavad mikroorganismid lämmastikku. Lämmastikupuudusega kaasneb mikroelementide omastamise langus, mis põhjustab taimedel puudusnähtusid.
- ☛ Multš on mehhaaniliseks takistuseks väetiste sattumisel juurtepiirkonda. Akumuleerudes multšimassis parandavad väetised eelkõige seemnetekkeliste umbrohtude toitumistingimusi.

Seetõttu ei ole õige laotada väetisi multši pinnale või pinnakihti, vaid need tuleb kobestada multši alla, kasvupinnase sügavamatesse kihtidesse või anda lahustena. **Lämmastikväetisi** antakse alati kevadel; suvine ja sügisene lämmastikuga väetamine vähendab puude talvekindlust.

8.4. Multšide mõju

Multšide kasutamist peetakse nii aiakujunduses kui ka linnahaljastuses peaaegu normiks. Multšitud pindasid peetakse ilusaks ja usutakse, et multšikiht kaitseb umbrohtumise ja kuivamise eest. Siiski tuleb arvestada, et multšimise positiivne mõju avaldub vaid siis, kui multše kasutatakse õigesti.

Hea multši positiivsed mõjud haljasaladel on järgmised:

- ✿ multšitud istutusala on nägusad ning jätavad viimistletud mulje
- ✿ multš hoiab mullaniiskust
- ✿ multš parandab kasvupinnase mikrobioloogilisi omadusi
- ✿ multš vähendab (kuid ei väldi!) istutusala umbrohtumist
- ✿ väheneb niitmisvajadus; eriti oluline on see väikestel pindadel ja kohtades, kuhu niidukiga ligipääs on raskendatud

Multšide kasutamine mänguväljakute ning teeradade pinnakattena kaitseb neid pindasid ning neil käimine on mugav ja ohutu.

Kui multšimise positiivset mõju tuntakse küllalt hästi, siis negatiivsete mõjude kohta napib infot.

Multšide kasutamisega kaasnevaid probleeme

Multšide kasutamine on saanud alguse lõunapoolsetes piirkondades, kus taimi ohustab maapinna ülekuumenemine suveperioodil. Paljud multšid on head soojusisolaatorid ja väldivad sellega soojuse jõudmist maapinnani; eriti head isolaatorid on orgaanilised multšid. Teiselt poolt takistavad multšid ka vee aurumist maapinnast ning aitavad sellega hoida taimedele vajalikku mullaniiskust. Põhja-maades või neile lähedaste kliimatingimustega piirkondades (nt Eestis) võib multšimine kaasa tuua ka mõningaid probleeme.

- ✿ Multšiga kaetud maa sulab kevadel hiljem ning püsib kauem jahedana, mistõttu võib taimede vegetatsiooniperiood alata kuni paar nädalat hiljem.
- ✿ Paksem multšikiht võib põhjustada okaspuude ja igihaljaste lehtpõõsaste varakevadist füsioloogilist põuda ehk päikesepõletust. Multši all on maapind külmunud ning taimed ei saa täiendada veevarusid; maapealsete osade kaudu aga toimub aurumine sellest hoolimata. Tulemusena taim kuivab.
- ✿ Orgaaniliste süsinikurikaste multšide (männikoor, hake, põhuhekslid) lagundamisel tarbivad mikroorganismid ära suure osa taimedele vajalikust lämmastikust (denitrifikatsioon).
- ✿ Puude võraaluste multšimisel võib multš valguda puutüve lähedusse ning matta juurekaela lubamatult sügavale; see põhjustab kasvuhäireid, tüve haudumist, koorepõletikke ning tüvemädanikke. Kuigi istutusjuhised näevad ette, et 10 cm raadiuses puutüve ümber multši ei paigaldada, koguneb multš ajapikku paratamatult just juurekaela ümber – ta liigub raskusjõu mõjul kastmislohu madalama osa poole. Seetõttu tuleks istutamisel vältida nõgusate kastmissüvendite tegemist ning asendada need nn kastmiskumerustega, kus võraaluse ringi kõrgeim punkt on juurekaela lähedal ning madalaim osa kulgeb ringjalt mööda istutuskoha välisserva.

- ✎ Multšide pealt on raske koristada lehe- või okkuprahti.

Eeltoodut silmas pidades ei ole soovitatav kasutada ettenähtust paksemaid multšikihte; sobivaks paksuseks on 5 ... 7 (10) cm (tihenenult). Lisaks vajab multš ka hooldamist: regulaarset õhustamist, kobestamist ja tasandamist, umbrohtude eemaldamist, puhastamist ning vajadusel täiendamist.

8.4.1. Peenravaiba kasutamine multšikihi all

Taimestikuga istutusala multšimisel orgaaniliste multšidega ei ole soovitatav laotada multši alla peenravaipa. Kuigi usutakse, et peenravaip on heaks abivahendiks umbrohtumise ärahoidmisel, näitab tegelikkus midagi muud. Peenravaiba kasutamisel esinevad järgmised probleemid.

- ✎ Peenravaip ei hoiä ära juurumbrohtude teket. Need tungivad peenravaibast läbi, kuid nende kättesaamine läbi peenravaiba on võimatu.
- ✎ Peenravaiba all tekib sageli anaeroobne keskkond, millega kaasneb mikrofloora muutumine juurtepiirkonnas ning sedakaudu ka mulla roiskumine.
- ✎ Peenravaip põhjustab vee kondenseerumist multši ja kasvupinnase vahel, mistõttu mitmeaastastel taimedel (eelkõige puittaimedel) areneb pindmine juurestik.
- ✎ Peenravaip takistab väetiste viimist kasvupinnasesse.
- ✎ Avaldumata jääb multši pinnastparandav mõju, kuna humifitseerunud multšimass ei saa seguneda kasvupinnasega.

Eeltoodud põhjustel eemaldatakse varem paigaldatud peenravaip sageli istutusalt. Umbrohujuurtega läbikasvanud peenravaiba kättesaamine ning selle all olnud kasvupinnase korrastamine on aga tülikas ja aeganõudev töö. Kui kasutatakse mineraalseid multše, on peenravaiba kasutamine erinevate kihtide segunemise vältimiseks paratamatu.

8.5. Multšide kvaliteet

Multšimiseks võib kasutada mitmeid väga erinevaid materjale (vt tabel 16 lk 84). Paljusid neist toodavad aiapidajad ise kohapeal. Sellisteks multšimaterjalideks on näiteks kompost, hakkeks peenes- tatud hekipügamisjääd ja oksad, murude niitmisjääd jm. Sellega saadakse topeltkasu: ühelt poolt leiavad paratamatult tekkivad aiapidamisjääd tagasitee aineringsse ning teiselt poolt paranevad aiataimede kasvutingimused.

Üldkasutatavatel haljasaladel ei ole materjalide juhuslik valik õigustatud ega lubatud, vaid kindla iseloomuga objektid vajavad kindlate omadustega multše. Allpool esitatakse orgaaniliste multšide kvaliteediparameetrid seotuna nende kasutusvaldkondadega. Mineraalsetele ja kombineeritud multšidele kvaliteedinõudeid koostatud ei ole.

Tabel 18. Orgaaniliste multšide kvaliteet ja kasutamine (*Viheralueiden kasvualustat*).

Multši tüüp	Fraktsioon ja puhtus	Muud määratlused	Kasutamine
Pargimultš	Läbimõõt 0-250 mm; vähemalt 90% kaalust peab olema põhimaterjal (koor, hake või muu, toote nimetuses kajastuv orgaaniline aine).	Lisandite lubatud sisaldus 10% kaalust. Taimedele, loomadele või inimestele toksiliste ainete sisaldus 0%.	Õuealad. Pargid. Puittaimede istutusala. Alternatiivkatendiks (nt. mänguväljakul)
Dekoratiivmultš	Läbimõõt 0-40 mm; põhimaterjali sisaldus vähemalt 90% kaalust.	Lisandite lubatud sisaldus 10% kaalust. Taimedele, loomadele või inimestele toksiliste ainete sisaldus 0%.	Suvikute, püsikute ja puittaimede istutusala. Esteetiliselt nõudlikel objektidel dekoratiivkatendiks. Alternatiivkatendiks mänguväljakutele, platsidele jm.
Maastikumultš	Läbimõõt 0-400 mm; põhimaterjali sisaldus vähemalt 80% kaalust.	Lisandite lubatud sisaldus 20% kaalust. Taimedele, loomadele või inimestele toksiliste ainete sisaldus 0%.	Müraekraanid, teenõlvad, üle 5000 m ² pindalaga platsid, jalutusteed ja terviserajad jm.
Erimultš	Määratletakse igal konkreetset juhul eraldi.	Võib sisaldada eesmärgist tulenevaid lisandeid (nt stabiliseerivad mineraalsed lisandid). Toksiliste ainete sisaldus 0%.	Turvakatted, mängualad, parkmetsad, rajad jm.

Multšide tootjad või edasimüümiseks pakendajad peaksid andma toodete kohta piisavalt infot. Tooteetiketil (tootepassil) peaks kajastuma:

- ☛ multši tüüp (pargimultš, dekoratiivmultš, maastikumultš; erimultš koos täpse nimetuse äranäitamisega);
- ☛ tootenimi
- ☛ kasutamise eesmärk ja kasutusjuhised
- ☛ toote koostis mahuprotsentides
- ☛ fraktsiooni vahemik
- ☛ komposteerimisaeg (nt 1 aasta)
- ☛ mahukaal müügihetkel
- ☛ võimalike lisaainete nimetused ja maht
- ☛ võimalike värvainete nimetused ja keemiline koostis
- ☛ pakendi maht
- ☛ päritoluriik, tootja ning edasimüüja koos kontaktandmetega

Peatüki koostamisel kasutatud allikmaterjal

1. *Avalikule alale puude istutamise kord*. Tallinna Linnavalitsuse 28. septembri 2011 määrus nr 112
2. Sirviö, J., Kaivosoja, I. jt. *Viheralueiden kasvualustat*. Viherympäristöliitto ry, Julkaisu 31. Helsinki 2004, 172 lk

/// 9. Kasvualuste hooldus ning analüüside võtmine

Kasvualuste hoolduse eesmärgiks on tagada neil kasvavate taimede heaolu ning teiselt poolt haljasalade esteetilisus ja vastupidavus. Põhilisteks hooldustöödeks on väetamine ja pH jälgimine, kastmine ning õhustamine. Äärmise abinõuna rakendatakse ka kasvupinnase väljavahetamist.

9.1. Väetamine ja neutraliseerimine

Kui kasvupinnas on valmistatud hoolikalt, silmas pidades füüsikaliste, keemiliste ja bioloogiliste karakteristikute juhtarve, ei ole väetamine ja neutraliseerimine paaril esimesel aastal vajalik (eriti siis, kui pinnase orgaanilise komponendina kasutati head laagerdunud komposti). Edaspidi on väetamistarvet võimalik määrata kas taimede seisundi järgi visuaalselt või siis tuginedes mullaanalüüside tulemustele. Väetamisel on põhimõtteks, et haljasalal ei ole vaja taotleda taimede maksimaalset kasvu, kuna see toob kaasa kulutusi ning teiselt poolt koormab liigväetamine keskkonda. Kulutused seisnevad ühelt poolt intensiivselt kasvava haljasmassi eemaldamises ja utiliseerimises ning teiselt poolt väetiste ostmiseks ja doseerimiseks tehtavates kulutustes. Liigväetamine toob tavaliselt kaasa ka taimekahjurite ründe ning talvekindluse vähenemise.

Väetamisel on oluline teada kasvupinnase toitainetesisaldust rajatud haljasalal. Kui hooldamine toimub rajaja poolt antud garantiiaja jooksul, on need üldjuhul teada. Kui aga garantiiaeg lõpeb ning hooldamine läheb üle haljasala valdajale, katkeb tavaliselt infovoog. Seetõttu on oluline, et haljasala üleandmisel antakse üle ka kasvupinnase tootepassid või koostise kirjeldused.

Väetamise intensiivsus oleneb ka kasvupinnase füüsikalistest omadustest, mis aga omakorda valitakse lähtuvalt haljasala kasutusest lähtuvalt. Nii näiteks vajavad intensiivse kasutusega **spordimurud** liivasemat kasvupinnast, millele aga väetisevaru andmine tema väikese neelamismahutavuse tõttu ei ole võimalik. Lisaks eemaldatakse sellistelt murudelt niitmiseiga pidevalt haljasmassi, mistõttu nende pidev väetamine on vajalik. Kuigi intensiivselt majandatav muru vajab kasvuajal eelkõige lämmastikku, tuleb lämmastikväetiste andmisega olla ettevaatlik, kuna lämmastik uhutakse vihma- ja kastmisveega taimede kasutusulatuselt välja. Otstarbekam on kasutada juhitava toimeajaga väetisi. Kogu kasvuperioodi jooksul kokku on murudele piisavaks koguseks 1 kg lämmastikku 100 m² kohta. Kui pinnas on kuiv, ei ole väetamisest abi; ka jaheda suve korral tuleks lämmastikukogust vähendada, kuna limiteerivaks faktoriks on sel juhul soojus. Vastupidiselt väga levinud arvamusele, mille kohaselt ei tohiks sügisuvise väetamisega enam lämmastikku anda, on mõõdukas kogus lämmastikku näidustatud ka sügisväetise koostises, kuna tugeva taimikuga muru talvitub paremini. Siiski peaks viimane väetamine lämmastikuga olema tehtud umbes 1 kuu enne sügisjaheduse saabumist – seega augusti keskel.

Noorte puittaimede ja püsikute lämmastikutarve on tagatud, kui kasvupinnasesse on lisatud hästi lagunenenud komposti. Ainuüksi väetistena istutuspinnasesse lisatud lämmastik uhutakse talve jooksul tõenäoliselt välja, mistõttu on näidustatud varakevadine lämmastikuga väetamine. Puittaimede ja püsikute esimese kasvuperioodi eesmärgiks on kasvatada taimedele tugev ja arenenud juurestik. Kuna juurestik ja maapealsed osad on vastastikusel sõltuvuses (lehed kasvatavad juuri, juured kasvatavad lehti), siis pidurdab lämmastikupuudus nii juurestiku kui ka võrsete ja lehtede kasvu.

Lämmastikku sisaldavate väetiste andmine tuleks lõpetada suve esimesel poolel (juuni keskpaigaks), kuna liigne lämmastik stimuleerib noorte võrsete kasvu veel ka sügissuvel, mil puittaimede võrsed peaksid juba puituma hakkama.

Paljude **sügisväetiste** tootekirjeldustes on öeldud, et nende fosfori ja kaaliumi ülekaal lämmastiku suhtes parandab taimede talvekindlust. Katsed on näidanud, et see kehtib vaid juhul, kui analüüsiga on tõendatud fosfori ja kaaliumi **puudus**; vastasel juhul jäävad fosfor- ja kaaliumväetised kasutamata kasvupinnasesse. Üldjuhul saavad taimed neile vajaliku koguse fosforit ja kaaliumi kätte kompleksväetistega, kui seda antakse eesmärgiga tõsta lämmastikusisaldust. Seega ei ole enamikel juhtudel sügisväetiste kasutamine vajalik.

Vanemate kasvualuste väetamine

Et väetamisega ei rikutaks toiteelementide sisalduse looduslikku tasakaalu, tuleks väetamisplaani koostamisel aluseks võtta mullaanalüüsid. Ka visuaalselt on võimalik mõningate toiteelementide puudust ära tunda. Sageli on haljasala halva välimuse põhjuseks muud probleemid, mis väga tihti on seotud kasvupinnase füüsikaliste omadustega: õhustamatus, tihenemine, halb vee- ja soojusrežiim jms. Kui füüsikalised omadused vastavad nõuetele, siis kujuneb toiteelementide osas tavaliselt välja looduslik tasakaal: kasvupinnasesse satub loodusest toitained sama palju kui taimed neid ära kasutavad. Toitained satuvad pinnasesse kas muruniitmetega, varisega ning ka juurtega, mis osaliselt uuenevad ning osaliselt lagunevad.

Kui siiski on vaja väetada, on piisavaks lämmastikukoguseks tavaliselt 0,5 kg 100 m² istutusala kohta. Lämmastikukogust tuleks mõnevõrra suurendada, kui eeloleval vegetatsiooniperioodil on kavas puittaimede tugev noorenduslõikus. Arvestada tuleb sedagi, et mõõdukuse piires püsiv väetamine soodustab mükoriisa arengut.

Kasvupinnaste **lupjamisvajadust** esineb küllalt harva; tingimata vajalik on see vaid juhtudel, kui taimi kasvatatakse turbasubstraadil: konteinerites, amplites, turbaaladel jms. Ka sõredatele kasvupinnastele rajatud spordi- ja golfimurude pH-taset tuleks aeg-ajalt kontrollida. Linnahaljastuse puhul on täheldatud, et pigem esineb probleeme pinnase liigse aluseliseuse kui happesusega. Igal konkreetsel juhul tuleks lupjamise või sellest loobumise otsus teha mullaanalüüsi põhjal.

Tähelepanu tuleks pöörata ka kanarbikuliste jaoks (eriti rodode jaoks) rajatud **turbaedade** väetamisele ja lupjamisele. Üldlevinud arvamus on, et rodod vajavad väga happelist ja väga toitainetevaest kasvukohta. Tegelikult tuleks rodosid väetada spetsiaalsete rodoväetistega ning anda regulaarselt ka orgaanilisi väetisi – eelkõige mõõdukates kogustes komposti. Kuna rodode juurestik on pinnalähedane, siis satub orgaaniline aine ka juurestikupiirkonda, kus parandab mikroorganismide tegevust ning soodustab mükoriisa arengut.

Rododele on sobivaks pH tasemeks ~5. Enim ohustab rodosid kasvusubstraadi läbikuivamine.

9.2. Õhustamine

Õhustamist vajavad eelkõige murud, aga ka multšitud istutusalad. Multšitud alade õhustamine viiakse tavaliselt läbi varakevadel, haljasala kevadkorrastuse käigus. Samaaegselt täiendatakse vajaduse korral multšikihti ning kui vaja, siis ka väetatakse.

Murude õhustamine on tingimata vajalik juhtudel, kui nende kasutamine on intensiivne. Õhustamine parandab vee- ja õhurežiimi, mille tagajärjel pääsevad maapinnast välja gaasivahetusproduktid ning paraneb mullaelustiku elukeskkond. Paraneb ka vihma- ja kastmisvee liikumine ning koos sellega toitainete liikumine juurtepiirkonda. Kuna õhustamisega tuuakse välja ka samblad, umbrohtude risoomid ja lagunemata niitmisjääk, siis väheneb õhustamise tulemusel kasvupinnase mahukaal.

Õhustamismeetodid jagunevad kõige üldisemalt kaheks: käsitsitööks ja masintööks. Käsitsi toimub õhustamine väiksematel murupindadel – tavaliselt koduaias. Suurematel murupindadel aga tuleb kasutada spetsiaalseid, näiteks murutraktorile haagitud seadmeid või muruniidukisarnaseid iseliikuvaid õhustamiseadmeid.



Joonis 17. Vasakul muru õhustamiseks ja puhastamiseks ette nähtud vertikaallõikur, paremal on näha sama lõikuri murupinda säästvad lendterad. Foto Andres Vaasa koduaiast (Põlva)

Seadmete tööpõhimõtted võivad olla erinevad: tööorganid võivad teha murupinnasse sisselõikeid või auke, aga ka välja tõsta väikesi silindrikujulisi pinnasetükke. Tekkivad avased on soovitatav täita kerge pinnasega – näiteks liivaga või liiva ja komposti seguga. Õhustamise sügavuseks on 5 ... 20 cm. Kui vihmavesi ei imbu murupinnalt maasse, vaid moodustab seal loikusid, on see selge signaal murupinna õhustamise vajadusest.

Jalgpalli-, golfi- ja spordimurud vajavad vähemalt 1 kord vegetatsiooniperioodi jooksul sügavamat õhustamist ning pinnapealsemat õhustamist vastavalt vajadusele. Sügavõhustamist võib teha hiliskevadel, kui murutaimik juba intensiivselt kasvab, aga ka varasügisel. Sügisene õhustamine väldib muru vettimist ning pinnajää moodustumist. Avaustesse valguv vesi aga paisub külmudes ning parandab sellega murupinnase struktuuri.

9.3. Kastmine

Kuna sademete jaotus Põhja- ja Baltimaade piirkonnas on nii erinevate aastate lõikes kui ka ühe ja sama aasta vegetatsiooniperioodi jooksul väga ebaühtlane, on kastmine vajalik. Eriti oluline on kastmine kevadsuvel, mil tehakse põhiosa istutustest. Siiski ei ole haljastuses kastmise eesmärgiks tippjuurdekasvude saavutamine, vaid see, et taimed elaksid põuaperioodid üle ning et istutatud taimed juurduksid. Kastmiseks sobib nii looduslike veekogude kui ka veevärgivesi.

Eriti oluline on vastistutatud puittaimede kastmine, kuna nende asendamine on kulukas ning kuivanud puude või tühimikega puuderead ei ole ilusad. Et istutamisel kaotavad puud suure osa oma juurestikust, kannatab ka nende veevarustus. Uuringud on näidanud, et noorte puude hukkumise enim levinud põhjuseks on kastmata jätmise või ebapiisav kastmine.

Hinnates noore puu kastmisvajadust tuleb arvestada, et paaril esimesel kasvuaastal toimib puu ainsa veereservuaarina istutamisel juuri ümbritsenud mullapall, kuna juured ei ole veel jõudnud levida sellest väljapoole. Teiselt poolt on istutuse käigus katkenud ka vee liikumise loomulikud teed mullapalli ja seda ümbritseva pinnase vahel, mistõttu on mullapall teataval moel veest isoleeritud. Piiratud mahuga mullapallis oleva vee kasutab puu ära aga mõne päevaga. See tähendab, et kastmisvajadust hinnates ei ole õige otsuseid teha selle järgi, kui niiske on ümberkaudne pinnas, vaid selle järgi, kui niiske on mullapall. Kuigi linnapuude istutamise käigus paigaldatakse tavaliselt ka kastmissüsteem, ei ole vähemalt esialgu õige sellele lootma jääda – vett tuleb anda juurde pealtkastmisena istutus-süvendisse. Sel viisil on võimalik mullapall korralikult läbi niisutada. Uurimistulemused on näidanud, et tänavapuud vajavad regulaarset kastmist vähemalt kolmel istutusjärgsel suvel. Kui puudel ilmnevad juba veepuuduse tunnused, on kastmisest enam vaevalt abi.

Kui haljasala on rajatud konteinertaimedest, on kastmine samavõrd tähtis. Kuna konteinertaimed on istutatud tavaliselt turbasubstraadi sisse, mis kord läbikuivanuna uuesti väga raskesti niiskub, on konteinertaimede kastmisele vaja pöörata vähemalt sama suurt tähelepanu nagu mullapalliga taimedele. Vaid paljasjuursete taimede kastmisvajadus on väiksem.

Murude, eriti spordimurude ja istutusalaade regulaarseks varustamiseks veega tuleks paigaldada kastmise püsiseadmed. Ülekastmist aga tuleks siiski vältida, kuna lisaks veekulule uhutakse sellega maapinnast välja ka toitained. Õige kastmiskoguse leidmisel tuleb arvesse võtta ka kasvualuse paksust: on oluline vahe, kas täita veega 5 või 15 cm paksuse pinnasekihi poorid. Pinnapealset kastmist, nii nagu ülekastmistki, tuleks vältida – pinnapealne kastmine põhjustab pindmise juurestiku teket. Pindmise juurestikuga taimestik aga on veelgi põuakartlikum. Vaid äsjarajatud murud vajavad vähem vett korruga, kuid see-eest sagedamini – nii püsib murupind kogu aeg niiske. Kastmisvee hulk ajaühikus tuleb reguleerida nii, et see jõuaks imbuda kasvupinnase pooridesse. Liigkastmise korral tekib vee äravool, mis viib kaasa mullaosakesi ning koos nendega osakeste pinnale neeldunud fosforit. Isegi kui on kavas läbi viia tugevam kastmine, on mõistlik seda teha pausidega, et vesi jõuaks imbuda maapinda. Kastmisvee kasutust tõhustab hilisõhtune või öine kastmine; keskpäevase kastmise korral aga võib vee aurumiskadu olla isegi kuni 80%.

9.4. Mullaproovide võtmine ja tõlgendamine

Tööstuslikult toodetavate kasvupinnaste koostise kohta võetakse proovid üldjuhul nende valmistamiskohas. Otstarbekas on erinevad komponendid analüüsida eraldi – see tagab soovitava koostisega kasvupinnase saamise. Ka valmispinnasest võetakse analüüsid. Kasvupinnase tootja kannab vastutust selle eest, et selle karakteristikud vastaksid kasutusotstarbele ning et tarbija teaks, missugune on toote koostis. Selleks tuleb pinnasepartii varustada tootepassiga, mis on kasvupinnase olulisim kvaliteedidokument.

Proovide võtmisel on põhikriteeriumiks, et proov oleks **esinduslik**. Praktikas tähendab see proovide võtmist kasvualuse erinevatest kohtadest (kui kasvupinnas on juba paigaldatud) või materjalina erinevatest osadest; erinevad üksikproovid kogutakse ja liidetakse üheks koondprooviks, mida nimetatakse ka **keskmiseks prooviks**. Aunmaterjalide puhul koostatakse 1 keskmine proov auna iga 5000 m³ mahu kohta. Kui oletame, et 5000 m³ mahuga auna pikkuseks on 150 m, siis võetakse pikkuse igal 50. meetril auna mõttelisest ristlõikest 4 proovi, iga proov mahuga 0,5 liitrit. Need proovid segatakse ning ühendatakse keskmiseks prooviks. Auna sisemusele on võimalik juurde pääseda näiteks laaduri kopaga.

Kui **kasvupinnas on kasvukohale paigaldatud** või on kõne all varem rajatud istutusala, siis tuleb tähelepanu pöörata võimalikele pinnase erinevustele istutusala erinevates kohtades, aga ka proovi võtmise sügavusele. On oluline, et proovi ei võetaks sügavamalt kui on kasvualuse paksus. Proove võib võtta spetsiaalse mullapuuriga või labidaga. Labidaga proovi võtmisel kaevatakse kasvupinnasesse vajaliku ulatusega süvend, nii et üks süvendi serv on sirge. Üksikprooviks eraldatakse sirgest servast labidaga ülevalt alla ühepaksune siil mulda. Süvendi sirgest servast võib ka lusika või kühvlikesega kaapida põhjast servani nii, et kogu seina ulatuses saadakse võrdsed osad mulda. Prooviga koos laborisse saadetavas analüüsitaotluses peab olema märgitud, milliselt sügavuselt proov võeti.

Haljastuses soovitatakse koostada 1 keskmine proov istutusala iga 5000 m² pinna kohta. Sellise suurusega pind jaotatakse mõtteliselt 1000 m² suurusteks osatükkideks, millelt igahelpt võetakse sik-sak trajektoori mööda liikudes 4 osaproovi. Keskmine proov koosneb vähemalt 12 osaproovist; osaproovide võtmise kohad tähistatakse mullakaardil.

Proovid saadetakse laborisse võimalikult kiiresti pärast nende võtmist ja esmast töötlemist. Kui niisket proovi ei ole võimalik kohe laboratooriumisse saata, pannakse topsid proovidega seisma õhurikkasse ja võimalikult kuiva kohta. Proovidele lisatakse saate- või tellimislehed, millele kirjutatakse proovinumbriid, tellija nimi, aadress, telefoninumber, analüüsi- ja nõustamise soovid.

Kui ilmastik lubab, võib proove võtta aastaringselt, kuid muld ei tohi olla määrduvalt märg. Proove võib võtta ka kevadel enne otsuste tegemist võimaliku väetamise kohta. Proove on soovitatav võtta iga 5 aasta järel.

Proove ei võeta:

- ✎ värskelt lubjatud või väetatud pinnasest, minimaalne vaheaeg peab olema 1 ... 1,5 kuud
- ✎ tugeva vihma ajal (ooteaeg 3 ... 4 tundi, kuid muld ei tohi olla liiga märg ega kleepuv)

- ☛ sõnniku-, komposti-, lubja-, väetise-, põhu-, heinakuhja vms asemelt
- ☛ üldpinnast oluliselt erinevatest kohtadest (nt mikrolohud või -künkad, teeääred, kraaviservad jm)

Proove võivad võtta pinnasetootjad või haljasalade hooldajad ise, kuid võimalik on ka tellida see koolitatud proovivõtjalt. Infot proovide võtmise metoodika ja saatedokumentide vormistamise kohta annavad mullalaborid.

Kasvupinnasest võetud analüüside tõlgendamisel on vaja silmas pidada, millise metoodika järgi on proovi laboris töödeldud. Erinevates maades võidakse proovide töötlemisel kasutada erinevaid meetodeid, mistõttu võivad erineda ka mõõtühikud. Põhiliselt seisneb mõõtühikute erinevus selles, kas toiteelemendi sisaldus määratakse massi- või mahuühiku kohta (vastavalt mg/kg või mg/l, kusjuures massi järgi määramine toimub absoluutkuivast materjalist ning mahu järgi määramine nn kasutusniiskusega materjalist). Toiteelementide sisalduse arvväärtuste täpseks üleviimiseks ühelt mõõtühikult teisele puuduvad üldjuhul võimalused. Seetõttu esitatakse lisades 2 ja 3 toiteelementide soovituslikud sisaldused nii mahu- kui ka massiühikute kohta. Erinevad koolkonnad ei pea ühtviisi oluliseks ka kõigi toiteelementide, eriti mikroelementide sisalduse määramist. Erinevusi esineb ka orgaanilise aine ja huumusesisalduse määramises. Soome laborites toimub orgaanilise aine sisalduse määramine **põlemiskao meetodil**, kus eelkuivatatud proovi kuumutatakse +550 °C juures ning võrreldakse kaaluvahet enne ja pärast kuumutamist (vt p 3.1.2). Põletamise käigus põleb ära kogu orgaaniline aine: nii selle põhikomponent süsinik (mida orgaaniline aine sisaldab *ca* 45%) kui ka ülejäänud komponendid: hapnik, vesinik ja lämmastik. Eesti Põllumajandusuuringute Keskuse Agrokeemia Laboratooriumis määratakse orgaanilistest ainetest vaid orgaanilise süsiniku sisaldus, ülejäänud orgaaniliste ainete ning huumuse sisaldust eraldi ei määrata. Kogu orgaanilise aine sisaldust on võimalik määrata näiteks Eesti Keskkonnauuringute Keskuse laboris ning Eesti Maaülikooli mullateaduse ja agrokeemia osakonna teaduslaboris – seega on proovide tõlgendamisel alati vaja jälgida, mida täpselt on määratud. Samas aga annab põllumajandusuuringute keskuse laboratoorium soovitusi väetamistarbe kohta, jagades erinevate toiteelementide sisalduse viide astmesse, kus 1 tähistab väga madalat sisaldust ning suurt väetamistarvet ning 5 tähendab, et toiteelemendi sisaldus on kõrge ning väetamisvajadus selle elemendiga puudub (vt lisa 3). Maaülikooli teaduslaboris on võimalik määrata lisaks orgaanilise aine sisaldusele ka üldlahustuva lämmastiku, fosfori, kaaliumi, kaltsiumi ja magneesiumi sisaldust ning pH-d. Mulla füüsikalistest omadustest on seal võimalik määrata fraktsioonilist koostist ja eripindala. Lisas 2 esitatud erinevate kasvupinnaste soovituslike näitajate sobivust mahuühiku kohta on aga võimalik kontrollida Soome *Viljavuuspalvelu OY* laboris, kusjuures tulemused esitatakse samades mõõtühikutes, mis on esitatud lisa 2 toodud tabelis.

Peatüki koostamisel kasutatud allikmaterjal

1. *Mullaproovide võtmise juhend viljakuse hindamiseks*. Põllumajandusuuringute Keskus <http://pmk.agri.ee/index.php?valik=161&keel=1&t>
2. Sirviö, J., Kaivosoja, I. jt. *Viheralueiden kasvualustat*. Viherympäristöliitto ry, Julkaisu 31. Helsinki 2004, 172 lk
3. <http://pk.emu.ee/struktuur/muld/teadustoo/Mullalabor/>
4. <http://www.klab.ee/teenused/>
5. *suositukset kasvualustaohjearvoiksi* (2009). <http://www.viljavuuspalvelu.fi>

10. Kasvupinnaste ja multšide nõudlus ning pakkumine Eestis

Saamaks ülevaadet, milline on Eestis toodetavate kasvupinnaste ja multšide kvaliteet ning missugune on nende nõudlus, küsitleti sügisel 2010 kasvupinnaste ja multšide tootjaid ning tarbijaid. Ühtekokku hõlmas küsitlus 10 multši tootjat, 10 pinnasetootjat, 10 multši tarbijat ning 10 kasvupinnase tarbijat. Küsitleti üksnes ettevõtteid; eraisikuid ei küsitletud. Küsitluse viisid läbi Luua Metsanduskooli arboristieriala õppijad.

10.1. Kasvupinnaste ja muldade pakkumine

Valdavalt pakuvad Eesti tootjad oma tegevuse kõrvalsaadusena üle jäävaid materjale. Enim pakutavaks tooteks on looduslik, objektidelt kooritud muld, mida turustatakse kas sellisena, nagu see kooritakse või paremal juhul sõelutuna. Toodetakse ka komposte; suuremateks kompostitootjateks on heitveepuhastusettevõtted.

Komponentide valik on juhuslik, kindla koostisega tooteid küsitletud ettevõtted ei valmista. Enamik tootjaid laseb siiski teha mullaanalüüse; analüüsitakse põhiliselt huumusesisaldust, lõimist ja reaktsiooni. Mõned tootjad lasevad analüüsida ka põhitoiteelementide sisaldust. Füüsikalistele näitajatele mitte ükski pakkuja tähelepanu ei pööra. Nõuetekohaselt vormistatud tootepassid puuduvad.

Samas ei ole arenenud ka nõudlus. Küsitletud tootjad väidavad, et nende põhiklientideks olevad haljastusfirmad on pakkumisega rahul nii kvantitatiivselt kui ka kvalitatiivselt ning hinna ja kvaliteedi suhet peetakse sobivaks. Siiski väidavad tootjad, et päris tihti on kliendid avaldanud survet tootevaliku laiendamiseks ja kvaliteedi tõstmiseks.

10.2. Kasvupinnaste ja multšide nõudlus

Valdavalt kasutavad haljastusfirmad ära selle mulla, mis enne haljastatavate objektide ehitamist ehitusaluselt pinnalt kooriti. Mulda ostetakse ka juurde. Tarbijad, nii nagu ka pakkujad, on seisukohal, et pinnaste nõudlus ja pakkumine on enam-vähem tasakaalus, kuid multšide osas võiks valik laiem olla. Kasutatakse nii koore- kui ka hakkemultše, aga ka mineraalseid multše. Enamik tarbijaid sooviks, et toodete (nii muldade kui ka multšide) kvaliteet oleks stabiilne ja valik laiem.

Tootepassil soovitakse näha järgmisi kvaliteedinäitajaid:

a) muldade kohta

- ✿ põhitoiteelemendid, pH, lõimist
- ✿ toote päritolu, laboratoorse analüüsi teostaja
- ✿ orgaaniline aine või huumus, süsinik, fraktsioonilisus, poorsus
- ✿ metallisisaldus

- ✿ savi, liiva ja turba osakaal
- ✿ steriilsus.

b) multšide kohta

- ✿ lagunemisaste või valmistamisaasta
- ✿ pH, niiskus, fraktsioonilisus, huumuse sisaldus (kui on komposteeritud)

Soovitusi on kvaliteedi ja valiku osas tootjatele esitanud siiski vaid vähesed tarbijad. Kasvupinnaste teralisele koostisele ei osata tähelepanu pöörata. Sageli tegutsevad haljastajad piiratud eelarve tingimustes, mistõttu kasutatakse küllalt palju juhuslikke materjale.

Kokkuvõtteks võib öelda, et Eestis ei ole kasvupinnaste müügiturg ega ostuturg kuigi hästi arenenud; mõnevõrra teadlikumad on tarbijad multšide osas. See tähendab, et nõuetekohaseid, kindlatele karakteristikutele vastavaid pinnaseid peavad haljasalade rajajad valmistama ise kas rajamiskohas või oma tootmisterritooriumil. Haljastajate nõudluse kvaliteedi tõus viib ka pakkumise kvaliteedi tõusule ning kindla käekirjaga tootjate väljakujunemisele.

III osa

LISAD

Lisa 1. Soovitusi erinevate kasvupinnaste koostise valikuks

Kasvupinnas Komponendid	Üldots- tarbeline	Tallamis- kindel	Golfi- ja spordi- murud	Hapu- lembesed taimed*	Puud, pöösad ja püsikud (nõudlikud liigid)	Niidu- murud	Katuse- haljastus	Modelleerimis- pinnas
Orgaaniline osa (mahuprotsent)	60	50	20	40	55	20		
Mineraalosa (mahuprotsent)	40	50	80	60	45	80		
* Mineraalosa savisisaldus (kaaluprotsent)	7	7	1	10	12	0		
* Mineraalosa liivisisaldus (kaaluprotsent)	40	50	80	50	30	80		
Erinõuded				pH ~5			Kasutada kergeid, vetimatuid materjale.	Võimaluse korral kohapeal leiduv materjal, mida võib sõeluda ja vajadusel paran- dada turba või komposti lisamisega.
Kasvupinnaste juhtkarakteristikud								
Kuumutuskadu (kaaluprotsent)	15	9	2	8	13	2	8	8
Mahukaal valmistamishet- kel	850	1000	1400	1050	1200	1400	800	~1110

* – vähenõudlike ja kuivalembeste puittaime- ja püsikuliikide kasvatamisel on soovitatav suurendada mineraalosa liivisisaldust (≥ 50%)

Lisa 2. Erinevate kasvupinnaste soovituslikke omadusi Viljavuusalvelu OY (Soome) juhendmaterjalide järgi

Kasvupinnas Omadused	Murud (I ... III hooldus- klass)	Viljakate kasvu- kohtade puittai- med ja püsikud	Väheviljakate kasvukohtade puittaimed ja püsikud	Kuivade kasvu- kohtade okas- puud ja varvud	Kuivad niidumurd	Koduaiataimed (Üldotstarbeline kasvupinnas)
Elektrijuhitus (10 x mS/cm)	3 < 4 < 6	3 < 4 < 6	1,5 < 2 < 4	0,5 < 1,5 < 2,5	0,5 < 1 < 2	3 < 4 < 6
pH _{H₂O}	5,5 < 6 < 7	5,5 < 6 < 7	5 < 5,5 < 6	4 < 5,5 < 6	5 < 5,5 < 6	5,5 < 6 < 7
Kaltsium (Ca) mg/l	1900 < 2500 < 3800	2000 < 3000 < 4500	550 < 1000 < 2000	250 < 500 < 1000	250 < 500 < 1000	1900 < 2500 < 3800
Fosfor (P) mg/l	10 < 15 < 30	10 < 20 < 30	5 < 10 < 20	5 < 8 < 12	3 < 5 < 10	10 < 15 < 30
Kaalium (K) mg/l	150 < 200 < 300	150 < 200 < 350	75 < 150 < 250	50 < 100 < 150	50 < 100 < 150	150 < 200 < 400
Magneesium (Mg) mg/l	150 < 200 < 400	200 < 350 < 450	50 < 100 < 200	30 < 50 < 100	30 < 50 < 100	150 < 200 < 400
Väävel (S) mg/l	10 < 30 < 200	10 < 30 < 200	5 < 20 < 100	5 < 20 < 100	5 < 15 < 30	10 < 30 < 200
Boor (B) mg/l	0,4 < 0,6 < 1,5	0,4 < 0,6 < 1,5	0,4 < 0,6 < 1,5	0,2 < 0,3 < 0,6	0,2 < 0,3 < 0,6	0,4 < 0,6 < 1,5
Vask (Cu) mg/l	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20
Mangaan (Mn) mg/l	10 < 30 < 500	10 < 30 < 500	10 < 30 < 500	10 < 30 < 500	10 < 30 < 500	10 < 30 < 500
Tsink (Zn) mg/l	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20
* Üldlahustuv lämmastik (N) mg/l	35 < 50 < 100	20 < 40 < 60	10 < 20 < 30	5 < 10 < 20	1 < 2 < 5	35 < 50 < 100
Orgaaniline aine, kaaluprot- sentides	6 < 8 < 10	10 < 12 < 14	8 < 10 < 12	4 < 5 < 6	1 < 2 < 4	8 < 12 < 16
Mahukaal kg/m ³ (20 mm avaga sõelatud, kasu- tusniiskusega proovist)	800 < 1000	640 < 800	760 < 950	960 < 1200	880 < 1100	600 < 900

Lisa 3. Mehlich-3 meetodil määratud toiteelementide sisaldusel baseeruvad väetistarbe hinnangud (mg/kg) erineva lõimise ja mineraalmuldadel PMK Agrokeemia Labori (Saku, Teaduse 4/6) andmete põhjal

Mulla lõimis	Väetis- tarbe aste	Tähis	Lubiväe- tistarve pH _{KCl}	P _{Meh3} Org.C <1,5% (ISO järgi)	P _{Meh3} Org.C 1,5-9% (ISO järgi)	K _{Meh3}	Mg _{Meh3}	Cu _{Meh3}	Mn _{Meh3}	B _(vesi) pH<5,6	B _(vesi) pH>5,6
Liiv	Väga suur	1	<4,1	<15	<10	<40	<30	-	-	<0,6	<0,9
	Suur	2	4,1...4,5	15...40	10...25	40...65	30...50	<1,5	<75	0,7...0,9	1,0...1,4
	Keskmine	3	4,6...5,0	41...95	26...60	66...115	51...65	1,5...2,5	75...150	1,0...1,4	1,5...2,1
	Väike	4	5,1...5,5	96...205	61...125	116...195	66...85	>2,5	>150	>1,4	>2,1
	Väga väike	5	>5,5	>205	>125	>195	>85	-	-	-	-
Saviiliiv	Väga suur	1	<4,1	<15	<10	<50	<35	-	-	<0,6	<0,9
	Suur	2	4,1...4,5	15...40	10...25	51...90	35...65	<1,5	<75	0,7...0,9	1,0...1,4
	Keskmine	3	4,6...5,0	41...95	26...60	91...140	66...90	1,5...2,5	75...150	1,0...1,4	1,5...2,1
	Väike	4	5,1...5,5	96...205	61...125	141...280	91...115	>2,5	>150	>1,4	>2,1
	Väga väike	5	>5,5	>205	>125	>280	>115	-	-	-	-
Kerge liivsavi	Väga suur	1	<4,6	<15	<10	<65	<45	-	-	<0,8	<1,2
	Suur	2	4,6...5,0	15...40	10...25	65...105	45...75	<1,5	<75	0,9...1,2	1,3...1,8
	Keskmine	3	5,1...5,5	41...95	26...60	106...170	76...105	1,5...2,5	75...150	1,3...1,8	1,9...2,7
	Väike	4	5,6...6,0	96...205	61...125	171...325	106...140	>2,5	>135	>1,8	>2,7
	Väga väike	5	>6,0	>205	>125	>325	>140	-	-	-	-
Keskmine ja raske liivsavi	Väga suur	1	<5,6	<15	<10	<75	<55	-	-	<0,8	<1,2
	Suur	2	5,6...6,0	15...40	10...25	75...130	55...100	<1,5	<75	0,9...1,2	1,3...1,8
	Keskmine	3	6,1...6,5	41...95	26...60	131...195	101...150	1,5...2,5	75...150	1,3...1,8	1,9...2,7
	Väike	4	6,6...7,0	96...205	61...125	196...360	151...190	>2,5	>150	>1,8	>2,7
	Väga väike	5	>7,0	>205	>125	>360	>190	-	-	-	-

Savi	Väga suur	1	<5,6	<15	<10	<130	<70	-	-	<0,8	<1,2
	Suur	2	5,6...6,0	15...40	10...25	130...195	70...130	<1,5	<75	0,9...1,2	1,3...1,8
	Keskmine	3	6,1...6,5	41...95	26...60	196...285	131...190	1,5...2,5	75...150	1,3...1,8	1,9...2,7
	Väike	4	6,6...7,0	96...205	61...125	286...500	191...245	>2,5	>150	>1,8	>2,7
	Väga väike	5	>7,0	>205	>125	>500	>245	-	-	-	-

Mullas sisalduvate toitelementide tähistused:

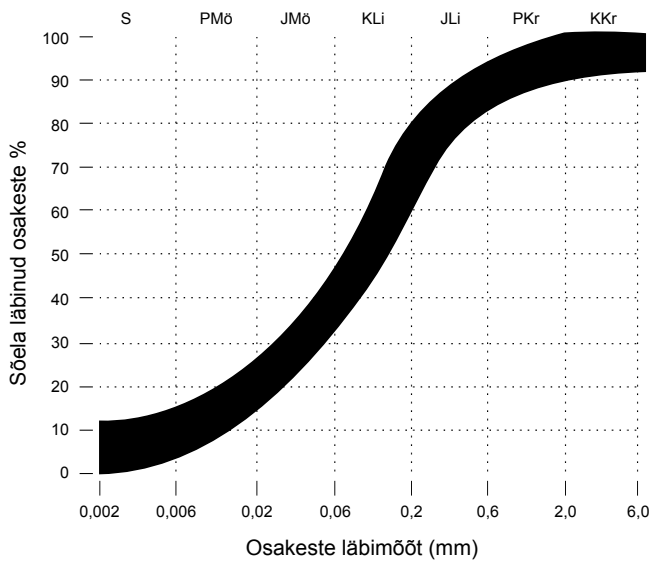
- 1 – väga madal sisaldus; väetamise vajadus väga suur
- 2 – madal sisaldus; väetamise vajadus suur
- 3 – keskmine ehk optimaalne sisaldus; vajalik säilitusväetamine
- 4 – kõrge sisaldus; väetamise vajadus väga väike
- 5 – väga kõrge sisaldus; väetamine ei ole üldjuhul vajalik; perioodiliselt teha mullaanalüüse sisalduse kontrollimiseks

Ülaltoodud tähistused lihtsustavad väetistarbe andmete dokumenteerimist näiteks haljasalade hoolduspäevikutes. Nii näiteks tähistaksid tähised P₃, K₁, Mg_{2...3}, Cu₄ ning Mn₅ vastavalt keskmist fosforitarvet, väga suurt kaaliumitarvet, suurt kuni keskmist magneesiumitarvet, väikest vasetarvet ning väga väikest või puuduvat mangaanitarvet.

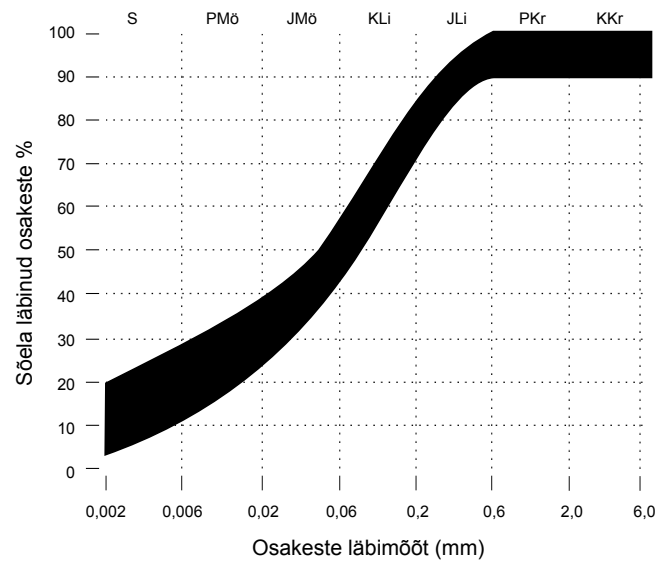
Lisa 4. Soovitusi erinevate kasvupinnaste teralise koostise kohta Viljavuuspalvelu OY (Soome) juhendmaterjalide järgi

Allpool esitatakse mõningate punktis 6 kirjeldatud näidispinnaste teralsed koostised
(Viherympäristöliitto, julkaisu 31).

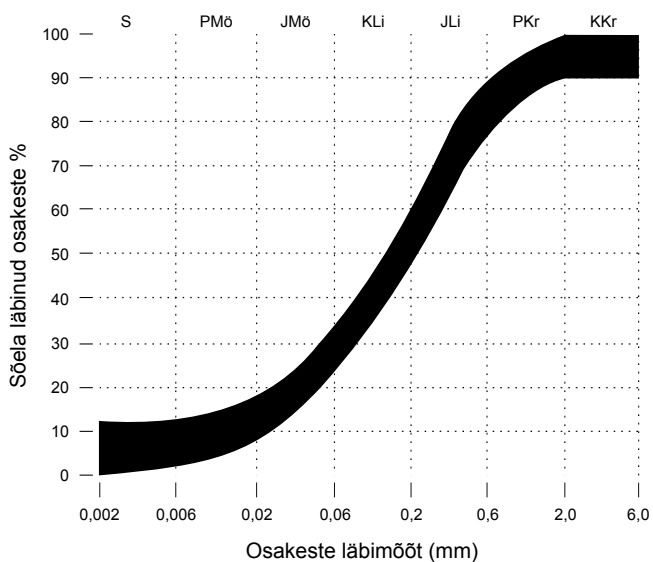
Üldotstarbelised ja murualad



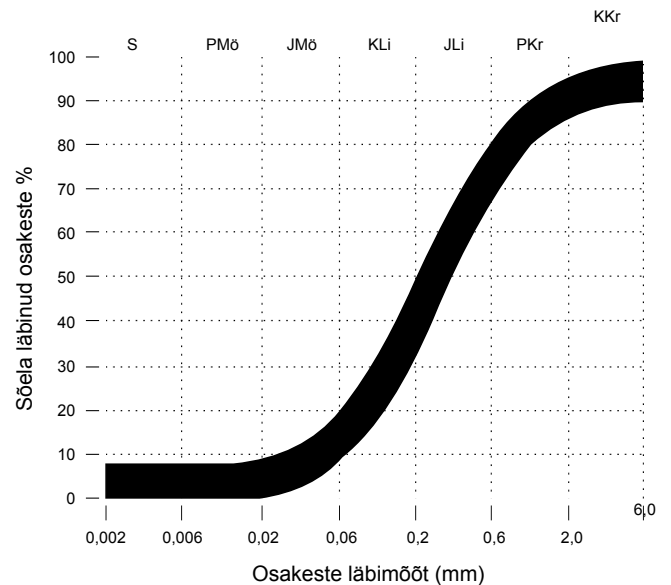
Viljakate kasvukohtade püsikud ja puittaimed



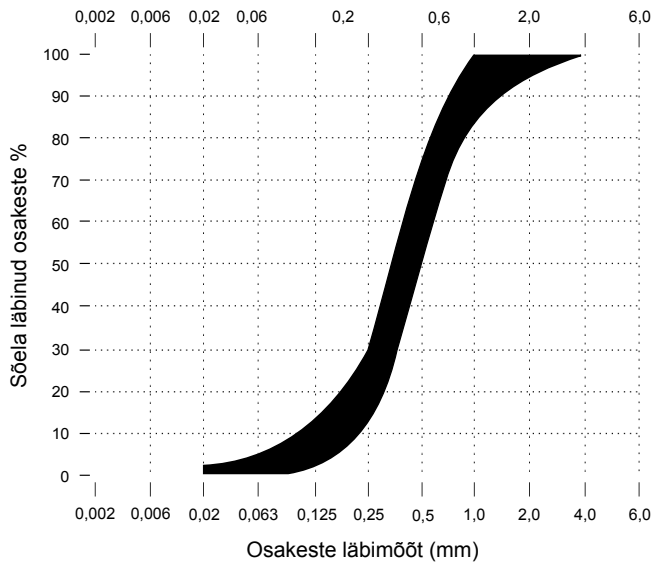
Väheviljakate kasvukohtade püsikud ja puittaimed



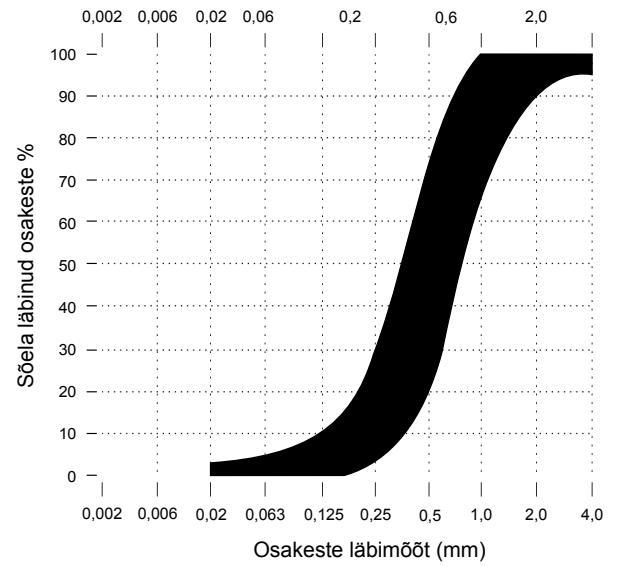
Kuivad niidumurud



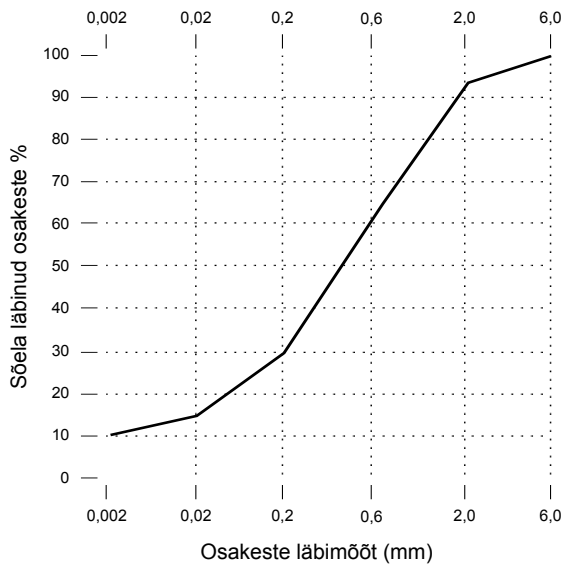
Golfimurud



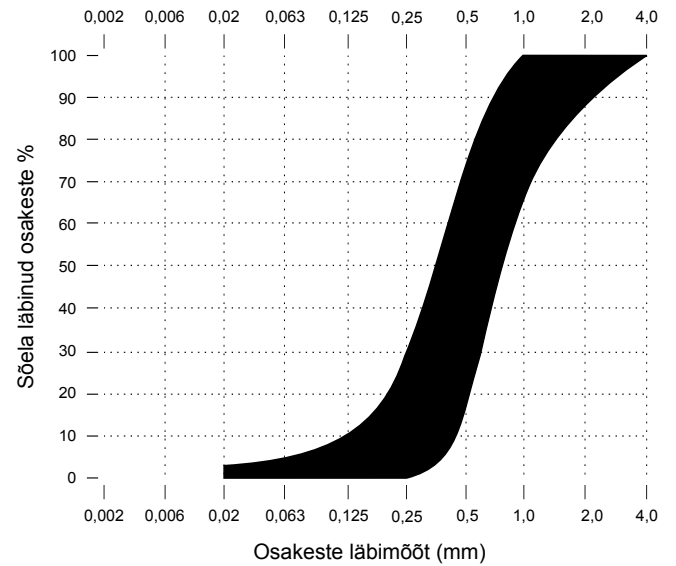
Golfirajad



Tugipinnase peenfraktsioon



Spordimurud



/// Lisa 5. Komponentide koguste arvutamine praktikas

Orgaanilise aine koguse arvutamine

Kuna orgaanilise aine sisaldust kasvupinnastes mõõdetakse põlemiskao meetodil, mis annab orgaanilise aine sisalduse kaaluprotsentides ja mitte mahuprotsentides, antakse kaaluprotsentides ka orgaanilise aine soovituslikud kogused pinnastes. Kasvupinnaste komponentide doseerimine pinnasesegude tootmisel aga toimub tavaliselt mahuühikutes. Seega on vaja teada, kuidas ühikuid käepäraselt teisendada.

Oletame, et on vaja valmistada kasvupinnas, mille orgaanilise aine sisaldus on 10%. Mineraalseks komponendiks on ehitusplatsilt kooritud mineraalmuld, mille orgaanilise aine sisaldus on 3%. Orgaaniliseks komponendiks on kompost, mille orgaanilise aine sisaldus on 34%. Mõlemal juhul on orgaanilise aine sisaldus määratud põlemiskao meetodil kuivainest. Komposti mahukaal on 390 kg/m^3 ning mineraalse materjali mahukaal on 1040 kg/m^3 . Leida tuleb 1 tonnile mineraalosaale lisatava komposti kogus.

Arvutuseks kasutame valemit $x = m(h_{\text{eesm}} - h_m) : (h_x - h_{\text{eesm}})$, kus

- x – vajalik paranduskomposti mass (kg kuivainet)
- m – parandamist vajava mineraalosa mass (kg kuivainet)
- h_{eesm} – eesmärgiks olev orgaanilise aine sisaldus
- h_m – parandamist vajava mineraalse massi orgaanilise aine sisaldus
- h_x – paranduskomposti orgaanilise aine sisaldus

Arvutuskäik:

$$x = 1(0,1 - 0,03) : (0,34 - 0,1)$$

$$x = 0,291666... \text{ tonni komposti kuivainena } (\sim 0,2917)$$

Praktikas aga ei esine komponendid kuivainetena ning nende koguse kindlaksmääramine on käepärasem mahumõõte kasutades. Üleviimiseks mahuühikutele on vaja teada komponentide mahukaalusid (antud näites toodud ülalpool):

$$1 \text{ tonni mineraalmulla maht: } 1 : 1,040 = 0,962 \text{ m}^3$$

$$0,2917 \text{ tonni komposti maht: } 0,2917 : 0,39 = 0,748 \text{ m}^3$$

Segu valmistava töötaja seisukohalt on kõige mugavam, kui mahud väljendatakse mahuosadena üksteise suhtes. Antud näites on segamine kõige mugavam, kui segaja teab, et omavahel on vaja segada **1 mahuosa mineraalmulda** ning $0,748 : 0,962 = 0,778$ **mahuosa komposti**.

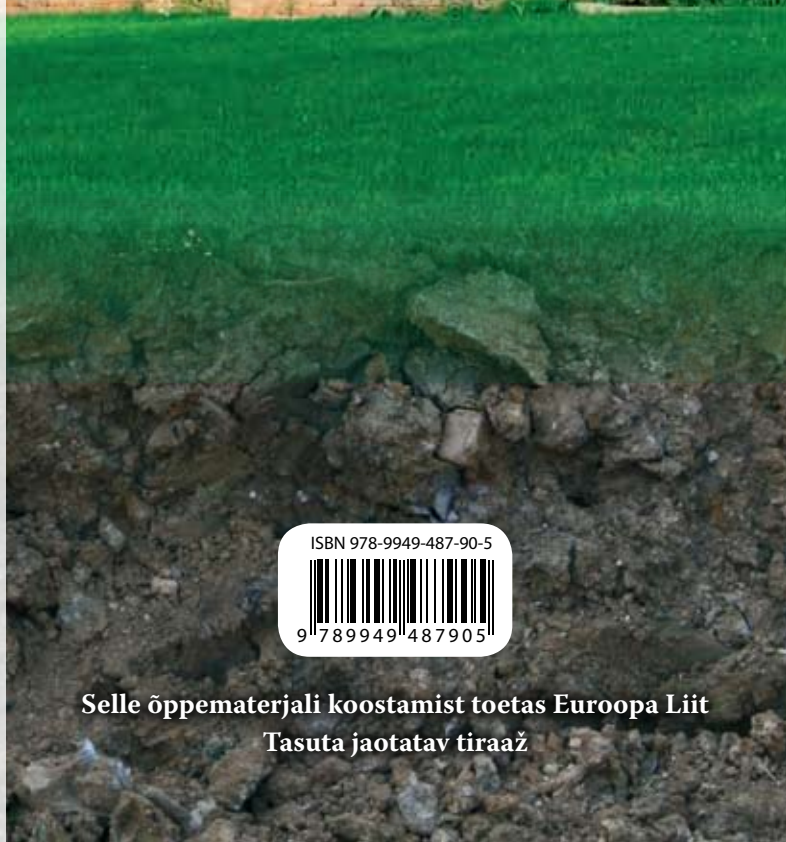
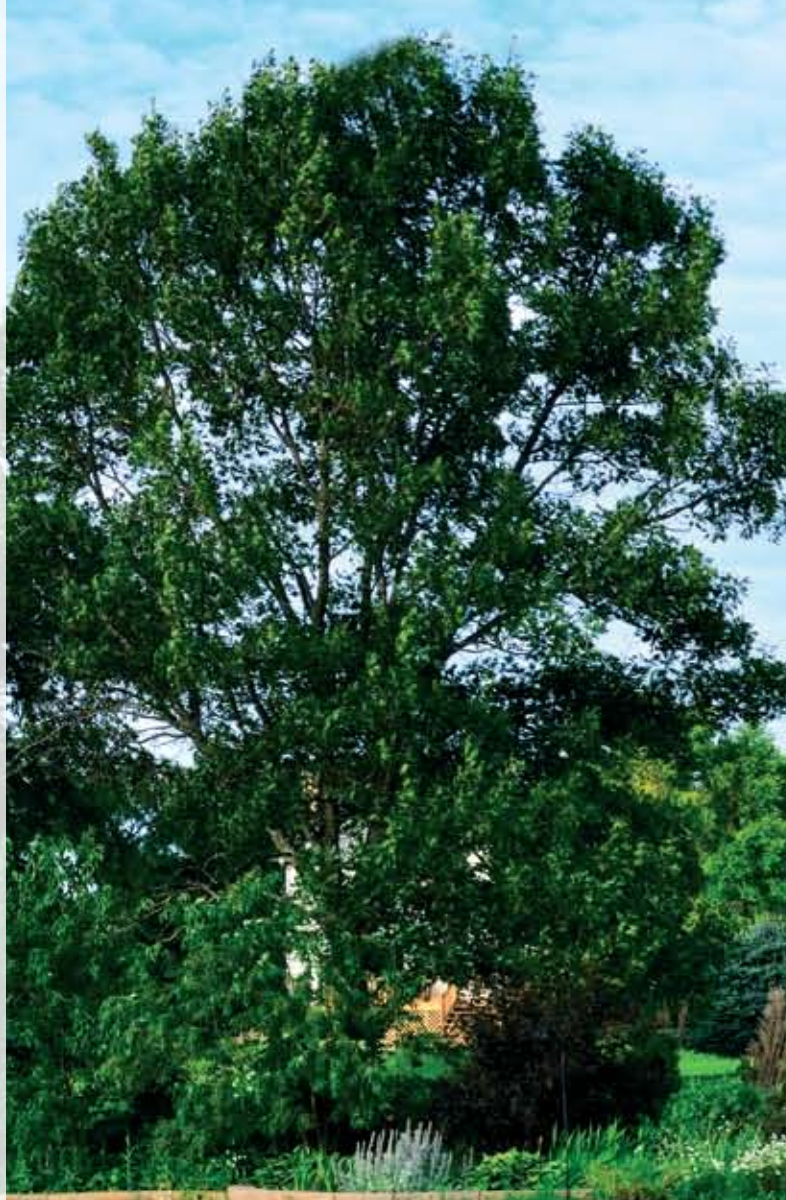
Kõige paremini kasvavad taimed oma loodusliku kasvukoha mullas. Paraku meeldib meile näha taimi ka seal, kus pole nende kodu: tänavahaljastuses, linna rohealadel, spordiväljakutel jm. Tavaliselt puudub sellistes kohtades muld. Mulla asemel on ehitus- ja kaevetööde käigus segamini paisatud ning ehitusprahiga risustatud pinnasemass, mis ei sobi taimede kasvatamiseks. Kui muld ei vasta nõuetele, on seda vaja parandada või luua taimejuurtele sobiv tehiskeskond. Ühelt poolt peaks rajatav kasvupinnas vastama kasvatatavate taimede kasvukohanõuetele ja haljasala kasutusotstarbele, teiselt poolt peaks see vastu pidama tallamiskoormusele ja vibratsioonile, säilitades seejuures head taimekasvatustlikud omadused.

Õpiku esimeses osas kirjeldatakse kasvupinnaste füüsilisi, keemilisi ning bioloogilisi omadusi lähtuvalt taimede füsioloogilistest vajadustest; eriliselt rõhutatakse pinnase õige teralise koostise tähtsust. Teises osas antakse juhiseid erinevate haljasalade ning erinevate nõuetega taimede jaoks sobivate kasvupinnaste tootmiseks ja paigaldamiseks ning toorainete valikuks. Lugeja leiab õpikust ülevaate ka erinevate multšide omadustest ja kasutamisest, aga ka multšimisega kaasnevatest riskidest.

Õpik sobib kasutamiseks aianduse, maastikuehituse ning arboristi eriala õppuritele ning praktikutele, haljastustööde projekteerijatele, tellijatele ning tööde järelevalve eest vastutajatele, haljastusfirmade ja kommunaalteenuste töötajatele, kasvupinnaste ja multšide tootjatele jt.



Erialalt olen metsamajandusinsener ning elanud suurema osa oma elust koos puudega. Esmalt õppisin neid määrama, seejärel kasvatama istutusmaterjali, kasutama puid haljastuses ning kõike puudega seotut ka õpetama. Et õpetamine õnnestuks, õppisin Tartu Ülikoolis kutsepedagoogikat ning andragoogikat. Seega on mu teekaaslasteks olnud lisaks puudele ka inimesed. Tutvusin ka arboristika ehk puuhoolduse põhimõtetega. Avastasin, et kui puuvõra kipub kuivama, siis sageli on põhjus hoopis selles, et juurtel on paha. Nii jõudsingi kasvupinnasteni.



ISBN 978-9949-487-90-5



9 789949 487905

**Selle õppematerjali koostamist toetas Euroopa Liit
Tasuta jaotatav tiraaž**