

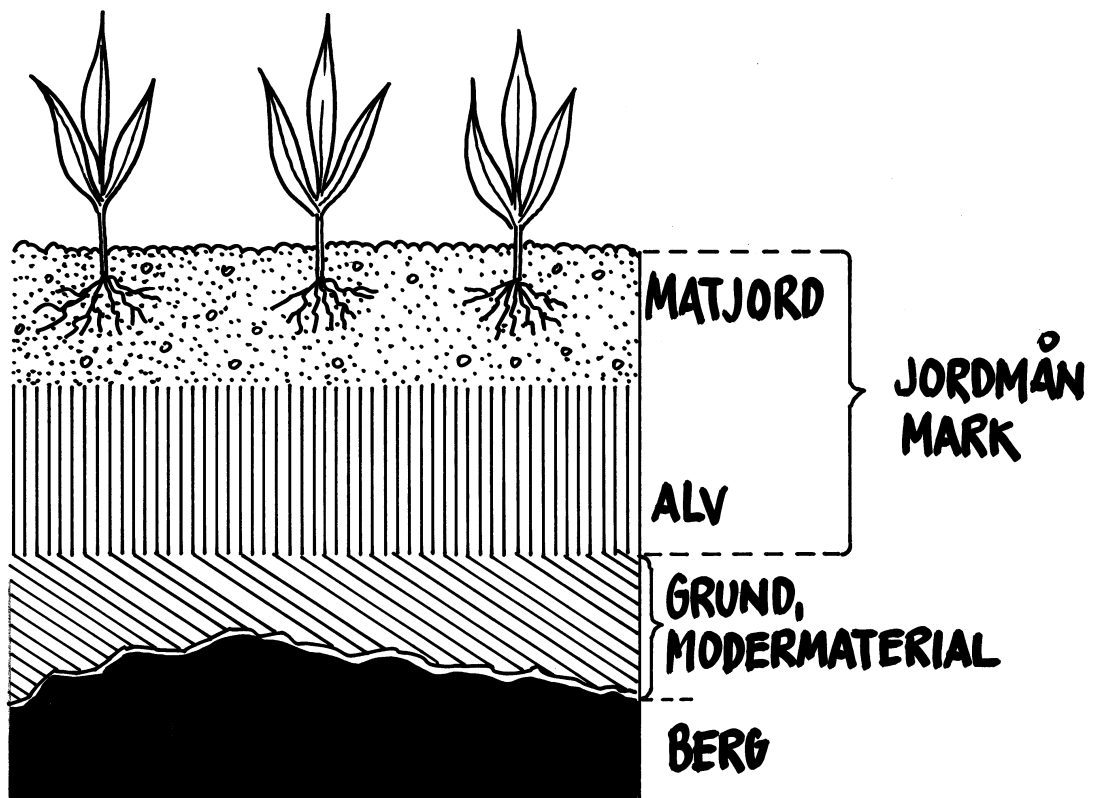
3. MARKLÄRA

3:1 ALLMÄNT

Det översta lösa jordlagret, där växtrötterna finner fäste och näring, kallas mark. Djupet på marken kan variera. Kännetecknande för marken är att den mer eller mindre påverkas av klimatet och växtrötterna.

Jordlagret under marknivån kallas grund.

I odlad jord kallas det översta marklagret matjord och det undre alv. Med matjord menas det lager som räcker ned till ca 20 cm och som ofta har mörkare färg än den underliggande alven.



kulturlandskap med horisonterna matjord och alv.

3:2 JORDARTER – JORDMÅN

Med jordart avses ett jordmaterial med viss kemisk eller mekanisk sammansättning.

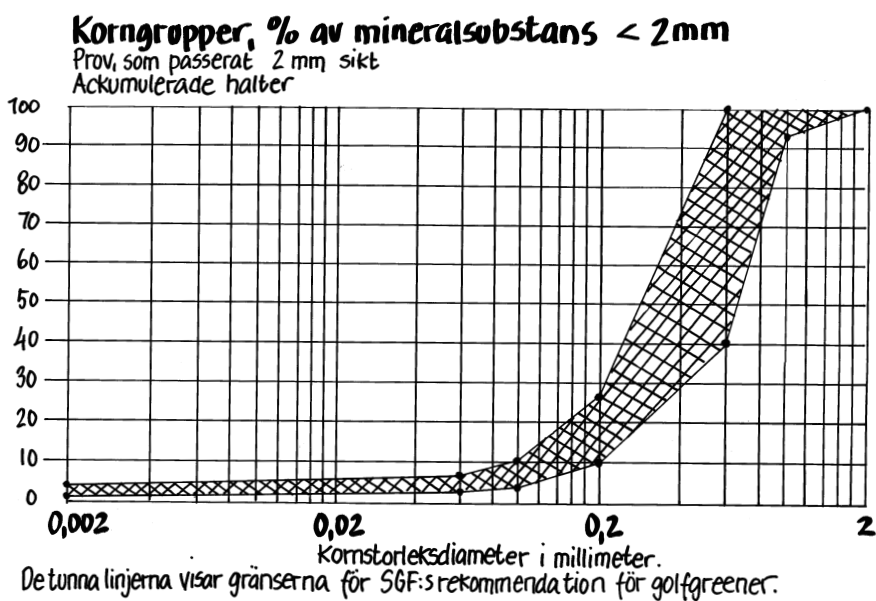
Med jordmån avses den del av jordprofilen som påverkas av klimat, växter och djur (inklusive människan).

JORDARTSKLASSIFICERING – KORNGRUPPSKALAN

Enligt Atterberg	Partikel diam, mm	Enligt Mark AMA
Grus, grov-	20 – 6	
Grus, fin	6 – 2	Fingrus
Sand, grov-	2 – 0,6	Grovsand
Sand, mellan-	0,6 – 0,2	Mellansand
Mo, grov-	0,2 – 0,06	Finsand
Mo, fin-	0,06 – 0,02	Grovsilt
Mjåla, grov-	0,02 – 0,006	Mellansilt
Mjåla, fin-	< 0,006 – 0,002	Finsilt
Ler	< 0,002	Ler

Mekanisk sammansättning = Kornstorleksfördelning = Textur.

Avser fördelningen av mineralkornen efter korngrupper.



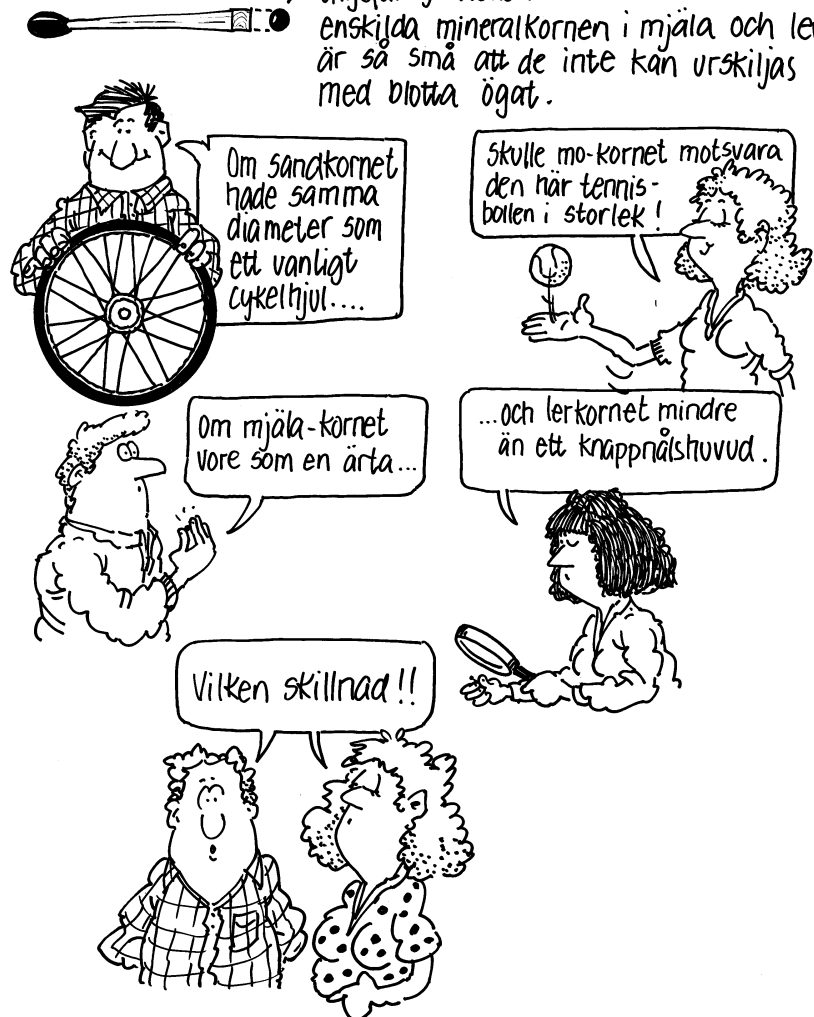
LERHALTSKLASSER

Jordartsgrupp	Lerhalt
Viktsprocent	
Lerfria jordar (sand-, mo-, mjälajordar)	< 2
Svagt leriga jordar (svi sand-, mo-, mjäla)	2–5
Leriga jordar (lerig sand, mo, mjäla)	5–15
Lättleror (sandig, Moig, mjällig lättlera)	15–25
Mellanleror	
Lätt mellanlera	
Styv mellanlera	
Styvare leror	> 40
Styv lera	
Mycket styv lera	> 60

MULLHALTSKLASSER

Benämning	Förkortas	Viktsprocent
Mullfattig	mf	< -2
Något mullfattig	nmh	2–3
Måttligt mullhaltig	mmh	3–6
Mullrik	mr	6–12
Mycket mullrik	mnr	12–20
Mineralblandad mulljord	minM	20–40
Mulljord (organogen jord)	M	> -40

Ett stort sandkorns diameter motsvarar ungefär grovleken hos en tändsticka. De enskilda mineralkornen i mjäla och ler är så små att de inte kan urskiljas med blotta ögat.



3:3 JORDARS EGENSKAPER

3:3:1 ALLMÄNT

Vilka egenskaper hos en jord man fäster sig vid, beror givetvis på vad man tänker använda den till.

3:3:2 GRUSJORD

Grusjordar och jordar med så mycket steninslag att de utgör mer eller mindre rena stenjordar är från odlingssynpunkt helt betydelselösa. De har svårt att hålla kvar vatten och får betraktas som helt näringsfria. De är varma och lättdränerade men sliter hårt på redskapen. Dessa grova jordar har alltid en enkelkornstruktur. Som byggnadsunderlag och som fyllnadsmaterial är de grova jordarna synnerligen väl lämpade. De sjunker samman obetydligt vid belastning och då gör de det snabbt. Detta gör att man slipper dyrbara och svårreparerade sättningar senare. De är inte heller tjälfarliga.

3:3:3 SANDJORD

Sandjordar är – om de inte är alltför extrema – goda odlingsjordar, men de kräver riklig gödsling, eftersom de är näringsfattiga. Olika former av jordförbättringar med organisk substans, som ökar mullhalten, är mycket välgörande. Bevattning är ofta nödvändigt. Detta är varma jordar. En anledning till att de är lämpliga för idrottsplatser och liknande är att överskottsvattnet sjunker undan, vilket medger tidig bärighet. Här ställer man ju stora krav på att marken inte står sur efter ett regn. Även sandjorden har enkelkornstruktur. Från tjälning- och komprimeringssynpunkt kan den jämföras med grusjordarna.

3:3:4 MO- OCH MJÅLA JORD

Grovmo

Mojord är en övergångsjord. Grovmon har egenskaper som är ganska lika sandens. Den är näringsfattig, lättbearbetad

och varm. Den har emellertid bättre vattenhållande förmåga och är i många fall en bra odlingsjord, speciellt om den innehåller mindre mängder ler samt är mullrik. I mofractionen börjar det bli problem med vattengenomsläppligheten. Grovmo är så pass porös att den går bra att dränera och nämnvärda sättningar är inte att befara. Grovmon visar enkelkornstruktur eller synnerligen svag strukturbildning. Den ganska goda kapillariteten hos grovmon kan göra den tveksam som fyllnadsmaterial om man önskar hålla grundvattnet nere.

Silt

Finmo utgör tillsammans med mjåla fraktionerna gruppen silt. De har sammanförts på grund av stora likheter i egenskaper. Sammansättningen mellan partiklar har här blivit så stor att en strukturbildning är märkbar. Aggregaten är svaga och slås lätt sönder av regn. Därvid flyter de ut på ytan och då marken torkar bildas skorpa. Skorpan är skör och kan lätt brytas med vält eller andra redskap. Dessa jordar är starkt kapillära. De är därför tjälfarliga och svåra som underlag i alla sammanhang. Genom det fina porsystemet och den höga vattenhalten har rötter svårt att tränga ned, varför rot-systemet blir grunt. Från dräneringssynpunkt är de svåra då de fina partiklarna kan tränga in i ledningen och täppa igen denna. Ett annat problem med dessa jordar är att partiklarnas lättrorlighet och dåliga förmåga att bilda aggregatstruktur gör dem erosionskänsliga.

3:3:5 LERJORD

Lerjordarna är en stor grupp och deras egenskaper varierar starkt med lerhalten.

Lättlera

Lättlerorna har i många avseenden samma dåliga egenskaper som mjåljordarna. De är båda utfrysningsbenägna, dvs. tjälfarliga och skorpbildande. Lerhalten och

därmed sammanbindningsförmågan i en lättlera är så stor att en skorpa lätt bildas. För att groende frön skall kunna tränga igenom skorpan måste denna brytas om skorpa bildats efter sädden. Även för uppkomna plantor är skorpan skadlig, då den är tät och förhindrar gasutbytet mellan jordens porer och luften. Då lerhalten stiger ytterligare förbättras jordarnas egenskaper.

Mellanlera

Mellanlerorna har goda fysikaliska egenskaper med luftförande stora porer mellan ganska stabila aggregat. Skorpbildning är inte så vanligt, men om skorpa bildas blir den hård. Lernehållet gör att jorden blir både vatten- och näringshållande. Vid god bildning av aggregatstrukturen blir den även luftförande och vattengenomsläpplig. Med den lerhalt som mellanlerorna har blir jordens byggnad sådan att tjälproblemen är små. Som material vid fyllnad och underlag tillkommer i stället andra egenskaper som måste beaktas. Lera sjunker nämligen liksom andra jordar samman vid belastning. För lera sker detta långsamt.

Styv lera

Styva leror har samma egenskaper som mellanleror men mer utpräglade. Är strukturen dåligt utvecklad blir styva leror mycket svärgenomsläppliga och svårdränerade. Vid rätt behandling har styva leror goda egenskaper.

Mellanlera

Mellanleror och styva leror kan bara bearbetas vid en viss upptorkningsgrad. Är de för våta smetas strukturen sönder, är de för torra bryts endast stora kokor loss. Vid anläggningsarbeten där arbetet ofta fortsätter oberoende av väderlek händer det lätt att man kör med tunga maskiner på våt lera. Därvid smetas strukturen sönder, leran packas och vid upptorkning bildas en skorpa. Denna är

synnerligen hård, svärgenomsläpplig och ogästvänlig för växter

Sönderfrysningen under vintern är mycket betydelsefull för bearbetningen av de styvare lerorna.

3:3:6 TORVJORD

Torvjordar kan vara mycket goda odlingsjordar men de bjuder på speciella problem och kräver förbättringsåtgärder före användning. Är ursprunget moss-torv är den näringsfattig och sur. Den kräver dränering men genom det organiska materialets förändringar sker lätt sättningar och brott på ledningarna. Den högförmultnande torven kan därtill ha svårt att släppa ifrån sig vattnet. Bärigheten är dålig och torv är olämplig som fyllnadsmaterial. Fler viktiga odlingsområden ligger på torvjordar. Stor betydelse har torv som jordförbättringsmedlet och material i säbäddar.

3:4 MARKKEMI – PH

3:4:1 JORDKOLLOIDER

En gatsten med en dm sida har en total yta på sex dm². Tänker vi oss nu att vi slår sönder denna sten i tärningar med en cm sida får vi 1000 sådana, var och en med sex cm² yta. Den totala ytan på dessa är 60 dm². Fortsätter vi att dela stenen tills alla bitar har 0,001 mm sida får massan en total yta på 6000 m² eller som ett mindre villakvarter. Vi är då i storlek ändå bara i grovlerfraktionen. Delar vi stenen ännu en gång hamnar vi i finlersfraktionen och får den svindlande ytan av sex ha. Gränsen mellan grovler och finler går vid 0,0002 mm diameter.

Finler kallas också kolloidalt ler. Kolloider är små fasta partiklar. En jordkolloid är en partikel (ler eller mull) med en diameter mindre än 0,0002 mm. Kolloider har genom sin ringa storlek speciella egenskaper. De är så små att de inte sjunker till botten om man slammar upp

dem i vatten. Först om man kan få dem att klumpa sig samman blir varje klump så tung att den sjunker. De är ändå så stora att de under speciella förhållanden ännu kan uppfattas som partiklar.

Det väsentliga är emellertid den oerhörda yta som en liten mängd av ett material har om det är så finfördelat att det är i kolloidal form. Alla slag av yteffekter blir märkbara hos ett sådant material, t.ex. vattenabsorption. När en gatsten får en tunn fukthinna är det knap-past en mätbar förändring. Men om samma gatsten, finfördelat, får på sig en vattenmängd motsvarande en tunn fukthinna på ett helt kvarter är det en i högsta grad mätbar förändring.

Jordkolloiderna är av två slag. Lerkolloiderna består av speciella lermineral av organisk natur. Organiska kolloider består av starkt omvandlat organiskt material, humus- eller mullkolloider. Från funktionssynpunkt är de på många sätt likvärda.

3:4:2 JORDENS VÄXTNÄRINGS-HÅLLANDE FÖRMÅGA

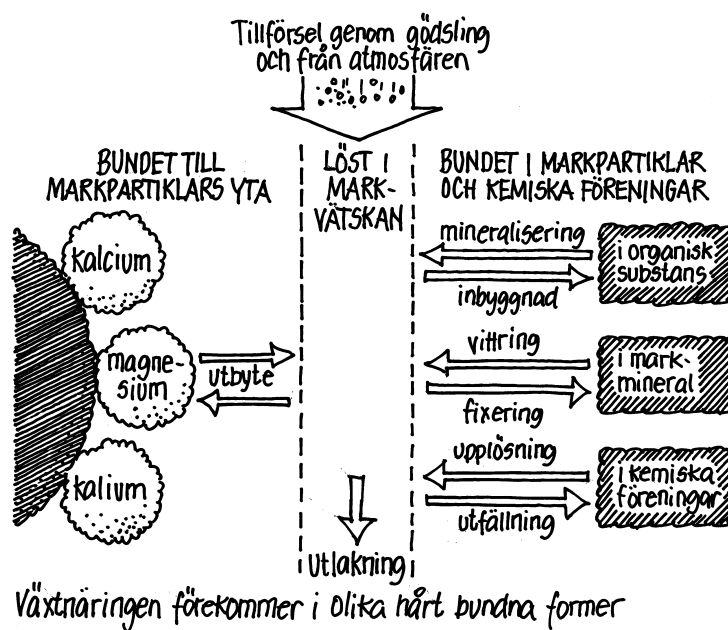
Sedan gammalt har man använt uttryck som "gödsla upp en jord", "utsugen jord" osv. Det är klart att man tidigt

märkte att jorden hade möjlighet att hålla ett förråd av näring.

Växtnäringen kan förekomma i marken på tre sätt.

1. Näringen kan ligga bunden i komplicerade kemiska föreningar, vilka bryts långsamt ned. Ett exempel är mullen, som vid nedbrytningen lämnar bland annat kväve, ett viktigt växtnäringsämne.
2. Det andra sättet är bindningen till kolloider. Denna bindning är inte av sådan fast natur utan sådan näring är mer lättillgänglig.
3. Det finns en del näring löst i markvätskan. Detta är det lager som är omedelbart tillgängligt för växtroten. Denna lösta del av näringen är emellertid också fritt rörlig med vattnet när detta sjunker nedåt efter regn. Den kan lätt utlakas.

Just den näring som sitter löst bunden till kolloiden är oerhört viktig som näringslager för växten, samtidigt som den skyddar mot utlakning.



3:4:3 KOLLOIDER ÄR ELEKTRISKT LADDADE

Både ler- och mullkolloider är elektriskt laddade. På olika sätt har det vid partiklarnas uppbyggnad bildats fria laddningar på deras ytor. Mest är det negativa laddningar, men ett litet antal positiva finns också. I markvätskan finns många ämnen, bland annat viktiga näringsämnen lösta i form av joner. Joner kan vara atomer eller molekyler och de är antingen positivt eller negativt laddade. Saltet kaliumklorid, KCl, går till exempel i lösning som den positiva jonen K^+ och den negativa Cl.

Föremål med lika laddning stöter bort varandra medan olika laddningar attraherar varandra. Kolloidpartikelns laddningar kommer därför att attrahera joner som finns i markvätskan. Kolloiden "strävar" att runt sig samla så många joner att den egna laddningen uppvägs. Jonerna kommer att bilda en svärm tätt omkring kolloiden.

Större delen av jonsvärmen består i vanlig jord av jonerna Ca^{2+} , K, Mg^{2+} , Na^+ och H^+ .

Bindningen till kolloiden är av så lös natur att jonerna är fullt tillgängliga för växterna.

3:4:4 UTLAKNING

De näringsämnen som binds svagt till ler- och mullsubstansen är betydligt mer utsatta för utlakning. Det är i första

hand fråga om de negativa jonerna, vilka binds i mycket liten utsträckning. Den viktigaste föreningen i detta sammanhang är nitrat (NO_3^-). Den förekommer fritt i markvätskan. Därmed är den synnerligen tillgänglig för växterna och därför snabbverkande. Nackdelen är att den inte kan magasineras i jorden på samma sätt som de positiva jonerna.

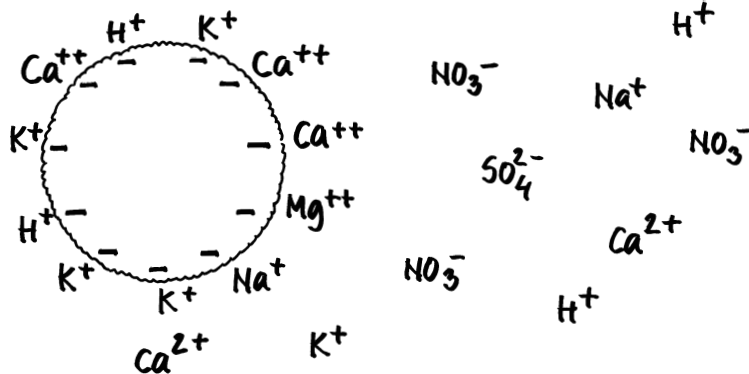
Nitratkväve måste därför tillföras upprepade gånger i mindre doser för att inte gå förlorat till dräneringsvattnet. Stora givror på en gång utnyttjas dåligt och har mindre effekt. Dessutom kan nitrat då förorena grundvattnet eller gödsla vattendragen.

Fosfor som också förekommer som negativa joner binds i motsats till nitrat ganska fast medan klorid utlakas lika lätt som nitrat.

3:4:5 JONERNA ÄR RÖRLIGA

De joner som omger en kolloid sitter inte fast förankrade. De är i ständig rörelse så att joner från kolloidytan ständigt vandrar ut i markvätskan, medan joner från denna i stället tar plats på ytan. Exakt vilka enskilda joner som i ett visst ögonblick finns på partikelytan bestäms av slumpen. Fördelningen mellan olika jontyper på kolloidyten är emellertid inte slumpartad. Den bestäms av fördelningen mellan olika joner i markvätskan.

Finns det många Ca-joner i markvätskan finns det också många Ca-joner



Negativ kolloidpartikel med positiva motjoner. Markvätska med positiva och negativa joner.



Ca-jonerna är inte bara många, de har också större attraktionskraft än flera av sina medtävlare.

på kolloiden. Dominerar H^+ i markvätskan är förhållandet detsamma på partikelytan. Jonerna på kolloidytan och i markvätskan står i jämvikt med varandra. En rubbning av markvätskans sammansättning leder ganska omgående till en motsvarande ändring på kolloidytan.

3:4:6 KATJONBYTESKAPACITET

Katjonsbyteskapacitet = den totala summan av utbytbara som kan absorberas av en jord.

Katjon = positiv jon

Anjon = negativ jon

Katjoner är t.ex. kalcium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K).

Jordar kan variera mycket i fråga om katjonsbyteskapacitet (CEC).

Sand 1–10 CEC

Lera 20–120 CEC

Organiska beståndsdelar 150–500 CEC (torvströ – mull)

En hög katjonsbyteskapacitet innebär att jorden eller jordförbättringsmedlet har stor förmåga att lagra näringsämnen.

Detta har den fördelen att tillförd näring stannar i jorden och inte lakas ut. Torv och lera är jämgoda, räknat per volymenhet. En mörk torv har högre katjonsbyteskapacitet än en ljus.

Vid val av material och jordförbättringsmedel kan man inte mer än i undantagsfall ta hänsyn till bara en faktor. Även inverkan på vatten- och luft-hållande förmåga m.m. måste värderas vid sidan av katjonsbyteskapaciteten, t.ex. vid val av greenmaterial.

På kolloidpartikeln finns vätejoner (H^+). Även i markvätskan, runt om partikeln, finns vätejoner. Vid riklig förekomst av H^+ -joner säger man att jorden är sur. Detta sur betyder kemisk sur (som syra) och skall inte förväxlas med begreppet sur-vattensjuk.

Motsatsen till sur är basisk och då är antalet H^+ -joner litet. Som mått på surhetsgraden använder man pH-värdet eller reaktionstalet, vilket varierar från 0 till 14. pH-värdet 7 betecknar neutralpunkten på skalan (se bild nästa sida). I jord varierar värdena från strax över neutralpunkten till pH 3,5–4. De lägsta värdena finner vi i okalkad vitmosstorv.

De flesta gräs trivs bäst vid ett reaktionstal på 6–7. Krypven 5,5–6,5.

Vitgröe 6,2–7,2. För de flesta växter är emellertid värdena utanför gränserna 6–7 ogynnsamma.

Detta beror inte så mycket på pH-värdet i sig, utan på de effekter som detta har på olika växtnäringsämnenas tillgänglighet.

3:4:7 PH-VÄRDE

pH-värdet påverkar växtnäringsens löslighet i marken. Vid låga pH-värden (5) blir t.ex. fosfor, som är ett viktigt växtnäringsämne, svårtillgängligt för växterna.

Detta beror på att vid denna surhetsgrad reagerar fosfor med i marken förekommande järn och aluminium till för växterna svårätvecklade föreningar.

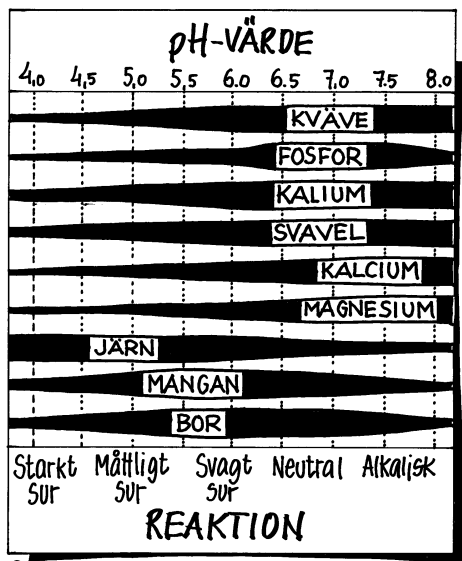
Hur de olika växtnäringsämnenas tillgänglighet varierar med pH-värdet framgår av vidstående bild. Då man analyserar jordens näringsinnehåll bör man alltid ta med även pH.

3:4:8 LEDNINGSTAL

Ledningstalet ger ett mått på markvätskans elektriska ledningsförmåga och därmed dess salthalt. Ett vatten som vore helt fritt från joner skulle sakna ledningsförmåga.

Ledningstalet presenteras som en siffra vanligen ligger mellan 1 och 10.

Ett mycket lågt ledningstal kan bara betyda allmän näringsbrist. Vid ledning-



Sambandet mellan jordens reaktion och växtnäringsämnenas tillgänglighet. Bildens bredd anger vid vilka pH-värden respektive växtnäringsämnen är mest tillgängliga för växterna.

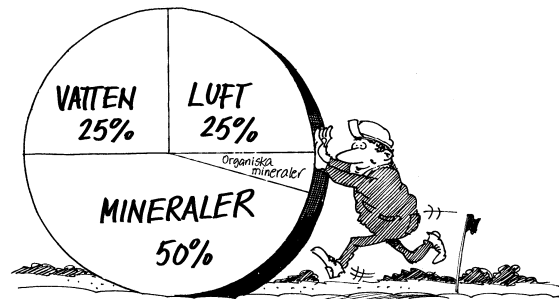
stal 1,5–4,0 eller ännu högre kan man också ha brist men då bara på något speciellt ämne, vilket inte visar sig i ledningstalet. Vid salt överskott blir ledningstalet högt. Höga salthalter skadar växterna genom att saltet hindrar rötterna att ta upp vatten. Plantorna slockar. Det kan även bli direkta skador (bränn eller frät-skador) på rötterna.

Vid mätning av ledningsförmågan i vattnet använder man ofta en annan måttenhet än vårt vanliga ledningstal (Lt). Lt är ett värde man får fram genom att

TOLKNINGSNORMER FÖR LEDNINGSTALET FÖR MINERALJORDAR.

Lt	Tolkning
0 - 1,5	Sannolikt näringsbrist
1,5 - 4,0	Bra för de flesta växter
4,0 - 5,5	Småplantor och känsliga växter får försvagad växt
5,5 - 8,0	Växthämning hos alla vanliga växter
8,0 -	Saltskador och missväxt

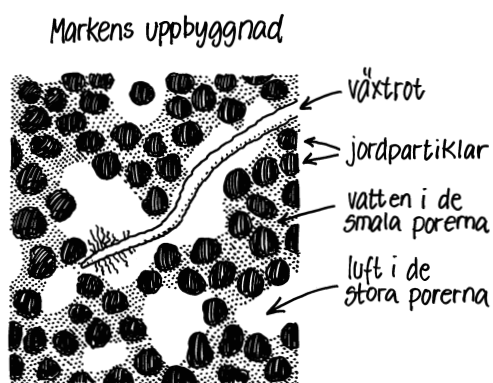
multiplicera mätvärdet i mS (millisie- mens) med 10. Vattenanalyser ges ofta direkt i mS. Samma sak kan också före- komma då laboratorier i andra länder mäter ledningsförmågan i jord. Var upp- märksam på detta om du läser utländska läroböcker och tidskrifter.



3:5 MARKFYSIK

Allmänt

Markfysiken handlar till största delen om "det som inte är jord" i jorden, nämligen porsystemet och dess innehåll.



3:5:1 PORSYSTEMET

Jorden består av fast material i olika proportioner. Porositeten säger hur många procent av en jords volym som utgörs av porer. Om ett jordprov är 100 cm³ stort och dess porsystem utgör 60 cm³ är porositeten 60 procent. De övriga 40 cm³ är då själva jordmaterialet. Redan genom att få reda på ett materials porositet kan man bilda sig en viss uppfattning om dess egenskaper. Ju större porositet desto luckrare jord.

NORMALA POROSITETEN FÖR NÅGRA JORDTYPER

Jordtyp	Porositet, procent
Sandjord	omkring 40
Lerjord	omkring 50
Torv	omkring 90

Porositeten säger emellertid inte om det är stora eller små porer, utan endast hur stor porernas totala volym är. I många fall är porernas storleksfördelning betydelsefull, men den är besvärligare att undersöka.

3:5:2 SPECIFIK VIKT, VOLYMKVIKT

Specifik vikt gäller själva jordmaterialet. Specifika vikten, densiteten, anger hur många gram en kubikcentimeter av ett material väger (eller kg per liter, ton per m³). I en jord har mineralmaterialet normalt en densitet på 2,6–2,7 och det organiska materialet 1,–1,5 g per cm³. Ett för odlingsändamål mycket mer upp- lysande mått är emellertid en jords volymvikt. Denna mäts också i g per cm³, men nu omfattar kubikcentimetern inte bara materialet utan även porerna. Volymvikten blir därför ett mått på hur porös jorden är. Om en jord vore så sammanpackad att den helt saknade porer, som en kompakt sten, skulle de båda värdena bli lika stora.

EXEMPEL PÅ VOLYMVIKTER

Jord	Volymvikt, g per cm ³ .
Tät sand eller morän	1,6
Lera i god struktur	1,3
Torv	0,25
Såbäddsmaterial green	1,25–1,45

3:5:3 VATTNET I MARKEN

Fritt vatten

Då det regnar häftigt eller vid en kraftig vattning kan vattnet bli stående på ytan i form av ytvatten. Beroende på markens lutning och genomsläpplighet kommer varierande mängder att antingen rinna bort som ytvatten eller sjunka ner genom jorden som sjunkvatten.

Nere i marken träffar sjunkvattnet förr eller senare på grundvatten. Grundvattnet hindras att sjunka vidare genom att berg eller andra ogenomträngliga lager spärrar vägen. Det rör sig här hela tiden om vatten som är lättroligt och som i mycket liten grad påverkas av kvarhållande krafter i jorden. Sådant vatten brukar sammanfattas under benämningen fritt



vatten. Fritt vatten kan bara finnas i ett material som har så grova porer att större delen av vätskan inte kommer i nära kontakt med porväggarna.

I en jord med ett finare porsystem t.ex. mjåla eller lerjord, kommer stora mängder vatten att kvarhållas av olika krafter. Vatten hålls kvar vid partiklarnas ytor genom adhesions eller vidhäftningskraft. Detta vatten kallas bundet. Adhesionskrafterna syns i många sammanhang, t.ex. är man efter ett bad våt på kroppen även sedan man stigit upp ur vattnet.

Kapillärkraft är ett specialfall av adhesionskraften. Om partiklarnas ytor tillsammans bildar långa, mycket smala rör, kommer de samverkande adhesionskrafterna att lyfta vattnet uppåt i röret. Jordens porsystem består till stor del av kapillärer, åtminstone teoretiskt sett. I praktiken är jordens hålrum så vindlande och med varierande grovlek att de inte just liknar rör.

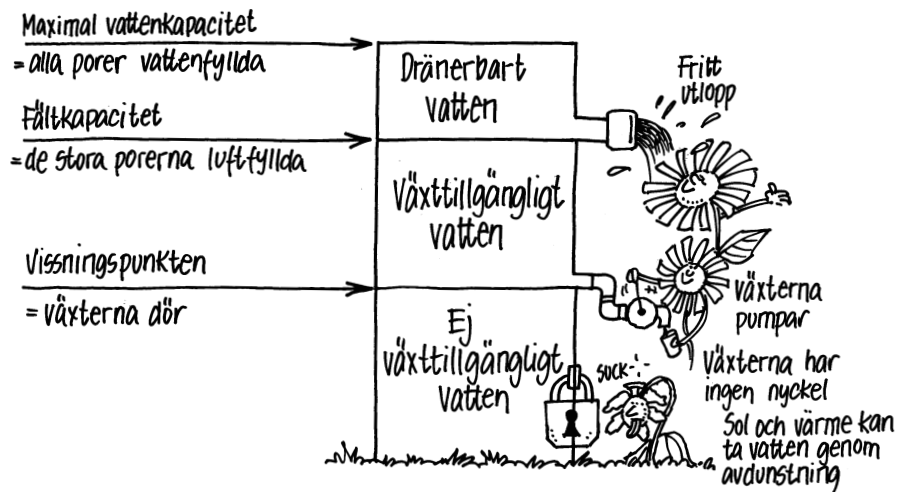
Kapillärkraften verkar även i ganska grova rör, men stighöjden är här liten. I ett smalt rör är stighöjden stor, men stigningen sker långsamt. Detta gäller för t.ex. lerjord där porerna är små. Stighöjden från grundvattnet är då stor, men hastigheten är låg. Kapillariteten har stor betydelse för uppkomsten av tjälskador.

Konkurrens om vattnet

Allt vatten ovanför grundvattnet måste bindas till jorden med en viss kraft. Om vattnet inte är tillräckligt hårt bundet åstadkommer tyngdkraften att det rör sig nedåt till grundvattnet.

Vattnet i marken kan därför också delas upp alltefter den kraft med vilket jorden håller kvar det.

Det vatten som jorden inte förmår att hålla utan som följer tyngdkraften kallas dränerbart vatten. Det är denna del av nederbörden som en tid efter regn försvinner i dräneringssystemet eller förenar sig med grundvattnet. Av detta vatten hinner växterna få tag i en liten del men



Vattnet i marken kan indelas efter hur hårt det hålls fast av jorden.

det saknar annars betydelse som vatten-tillgång för växtligheten.

Då det dränerbara vattnet försvunnit blir de grövsta porerna luftfyllda, vilket är gynnsamt för växterna. I de finare porerna och vid partiklarnas ytor finns vatten kvar och ur detta förråd kan växterna förse sig. Betydelsen av den tidigare nämnda fördelningen mellan grova och fina porer framgår här.

Om inget ytterligare vatten tillförs kommer man så småningom till ett läge där växterna vissnar. Vattnet i marken är emellertid inte slut, men det som finns är så hårt bundet att växten inte förmår suga åt sig det. Det vatten som finns kvar i marken vid den s.k. vissningspunkten kallas otillgängligt medan den del som växten fått tag på kallas växttillgängligt.

Alltefter som jordens vattenhalt närmar sig vissningspunkten får växterna allt svårare att få tag i vattnet. Det sitter hårdare fast och växterna försöker tömma finare och finare porer. Vid vissningspunkten återstår vatten endast i porer som är så smala att kapillärkraften i dem är lika stor som den kraft växten kan prestera.

För vanliga växter rör det sig om krafter på 15 atmosfärer (atm). Strandväxter och ökenväxter kan prestera ännu större krafter. Långt före vissningspunkten

lider emellertid växterna av vattenbrist och vill man gynna växterna skall jordens vattenhalt aldrig ens få närma sig vissningspunkten.

Vid dränering och då fyllningar sätter sig har vattnets rörelsehastighet i marken betydelse.

Vattnets sjunkhastighet är mycket olika i olika jordar. Den varierar starkt med porernas storlek och kan i en lera vara 0,5 miljondels mm och i grus 50 mm per sekund. Detta gäller förstas endast om leran saknar sprickor, maskgångar och andra grova kanaler. En lera i enkelkornstruktur och utan biologisk aktivitet skulle således vara helt omöjlig att använda för gräsändamål. Exempel, om 100 mm regn föll på sådan jord, skulle det ta 320 år för vattnet att sjunka undan.

3:5:4 MARKLUFTEN

Växterna hämtar sitt vatten ur jorden. Men växtrötterna andas också och därför är det precis lika viktigt att det finns luft för rotsystemet. Det upptar syre och avger koldioxid. Detta gör även en mängd organismer i marken. Markluften har därför en sammansättning med syreunderskott och koldioxidöverskott i förhållande till luften ovan jord.

Avvikelsen hålls på en viss nivå hela tiden

genom ett ständigt utbyte med atmosfären. Detta kallas markandning. Vattenväxter har bl.a. för att klara rötternas gasutbyte ett eget inre porsystem. Vanliga växter vantrivs och dör på grund av syrebrist på vattensjuka marker.

Om marken är vattensjuk betyder detta att vattenståndet är högt och grundförutsättning för att förbättra en sådan jord är dränering. Det är emellertid ändå inte säkert att de odlade växterna trivs. Detta kan ha sin orsak i kemiska förhållanden, men det kan också fortfarande bero på syrebrist. Är porsystemet i jorden fint och med få eller inga grova kanaler kommer större delen av porsystemet att vara vattenfyllt även efter dräneringen. I sådana fall måste jorden bearbetas och berikas med material som ökar de grova porernas antal.

Nästan alla de åtgärder som brukar sammanfattas under begreppet jordförbättring siktat direkt eller indirekt till att öka de grova, luftförande porernas antal. De extrema sandjordarna utgör undantag. Där är det i stället viktigt att öka de fina, vattenhållande porernas andel.

Syretillförseln till rötterna blir lätt en

minifaktor (begränsande faktor) på greener.

Detta beror på att man här pressar växterna till maximal produktion, varför rotsystemet kräver perfekt arbetsmiljö. Porositeten måste då återställas bland annat genom luftning.

3:5:5 VÄRMEFÖRHÅLLANDEN

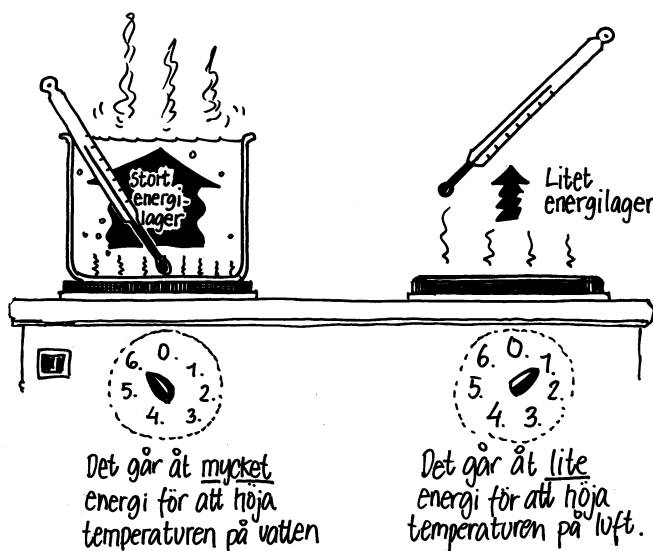
Varm jord

I marksammanhang menar man med varm jord en jord vars temperatur snabbt stiger då den uppvärms. Uppvärmningen kan ske genom värmeförsel med luft eller vatten som har högre temperatur än jorden.

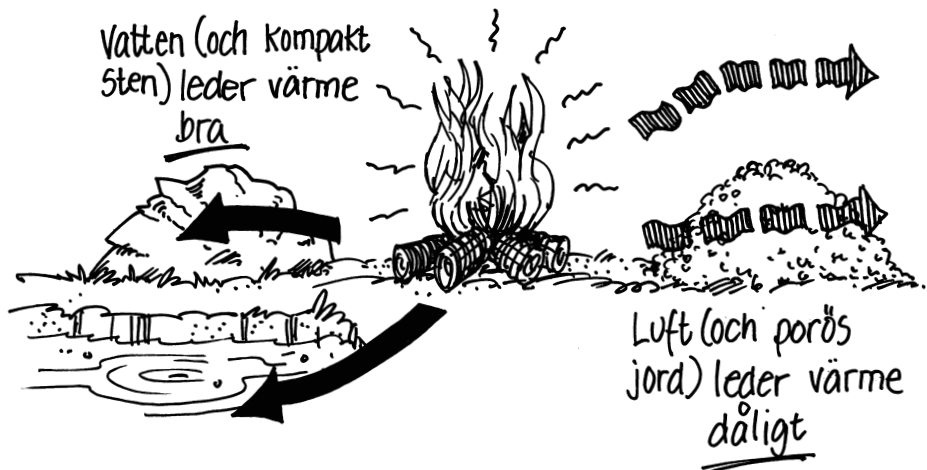
Värmekapacitet och värmeledningsförmåga

Olika jordar reagerar olika snabbt då de uppvärms. Detta kan förklaras med hjälp av två faktorer, nämligen jordens värmekapacitet och dess värmeledningsförmåga.

Värmekapaciteten säger hur stor värmemängd som behövs för att höja temperaturen 1 grad C hos ett material. Av de tre materialen vatten, luft och fast substans som jorden består av kräver



Hos ett ämne med hög värmekapacitet behövs en stor värmemängd för att höja temperaturen. Vatten har hög och luft låg värmekapacitet.



Vatten har också stor förmåga att leda värme medan luft verkar isolerande.

vattnet i särklass mest värme för en viss temperaturstegring.

Den fasta substansen intar en mellanställning, medan luft lätt uppvärms. Detta innebär att vattenrika jordar upptar och lagrar mycket värme, men deras temperatur stiger långsamt. De är kalla. En lucker och väl-dränerad jord däremot är luftrik och därmed varm.

Den beskrivna effekten förstärks av de olika materialens värmeledningsförmåga.

Vatten är en god värmeledare. Tillförd värme fördelas därför snabbt på stora volymer våt jord, men temperaturstegringen går långsamt.

Luft är en dålig värmeledare. Den torra och porösa greensanden blir därför fort varm i ytskiktet ned till rotdjupet. Det fasta materialet är i och för sig en god ledare men det ligger löst lagrat. Kontakten mellan partiklarna är därför punktvis och ledningsförmågan nedsatt. Kompakta stenar leder värme väl.

Faktorer som påverkar uppvärmningen
Tidigt på våren kan nattfrost skada växtligheten. Vid risk för nattfrost är det inte bra om ytjorden är för porös, för då förhindras värmeledning från jorden till luften närmast markytan, varför detta lättare når fryspunkten. Ytterligare en

faktor som inverkar på uppvärmningen är marklutningen med sämre uppvärmning i nordlut.

3:6 MARKBIOLOGI

Allmänt

Markbiologin handlar om livet i marken. En humusrik jord är en levande jord. En kompostjord kan ju bokstavligen röra sig, helt enkelt därför att en betydande del av massan är levande substans. Att kompostjord har ett så rikt liv beror på att de flesta markorganismer kräver tillgång till växt- eller djurlämningar för sitt uppehälle.

Dessutom erbjuder mulden lämplig miljö för organiskt liv, nämligen fuktighet och luft i lagom proportioner. Även mindre humusrika jordar har ett myllrande liv, men inte så mångskiftande och rikt.

3:6:1 OLIKA MARKORGANISMER

Det är inte meningen att här göra en fullständig genomgång av den skiftande flora och fauna som finns i marken, utan här följer endast några axplock.

Daggmaskarna är en synnerligen viktig grupp. Deras jordförbättrande arbete kan knappast överskattas. En annan grupp maskar är nematoderna av vilka

några är svåra växtskadegörare. Slutligen finns den stora gruppen mikroorganismer, av vilka tre undergrupper berörs nedan, nämligen alger, svampar och bakterier.

3:6:1:1 Daggmaskar

Daggmaskarna spelar en mycket stor roll i marken. De är beroende av jordens pH-värde. Detta får inte vara för lågt. I en neutral jord trivs maskarna bäst. De måste dessutom ha god tillgång på löv, visset gräs, skörderester och liknande. Maskarnas stora nytta består av att de med sina gångar skapar luftkanaler i marken. Vid regn verkar dess kanaler som "stuprör" ned till dräneringen.

Av störst betydelse är detta på täta jordar. De sönderdelar i sin matsmältningskanal det råa organiska materialet, vilket gynnar mikroorganismernas fortsatta nedbrytning av detta. Maskarna bidrar därmed till frigörandet av tillgänglig växtnäring. Det drar ner löv och liknande material från markytan till djupare skikt. Detta medför en omblandning av jorden även på sådana ytor som inte kan bearbetas med redskap t.ex. gräsbacke. I synnerhet den stora daggmasken (lat. *Lumbricus terrestris*) hämtar aktivt förna material ovanpå markytan och kan helt renplocka en cirkelyta med 20 cm radie runt hålets mynning. Löv och gräs som samlats under natten sitter ofta som en propp i hålet.

Antalet maskar kan bli mycket stort i en jord där de trivs, ca 100 maskar per m². Daggmasken är alltså en mycket god humusbildare. Vid Sveriges Lantbruksuniversitet har man studerat daggmaskarnas arbete. Man konstaterade då att maskarna på ett hektar åkermark transporterar stora jordmängder. Det rör sig om 5–20 ton jord (torrsbstans) som maskarna lämnar på ytan som "maskhögar". Minst lika mycket material anses bli nedfört under jord. I specialfall kan maskarna anses skadliga eller störande.

Det gäller platser där man ställer extrema krav på att ytan skall vara slät, t.ex. en golfgreen. Där är "maskhögar" inte önskvärda.

3:6:1:2 Nematoder

Nematoder är en grupp maskar som i storlek kan vara svåra att urskilja. Många av de olika arterna lever av dött material och "gör aldrig något väsen av sig". Det är den växtparasitära gruppen som låter tala om sig, dvs. den som lever på eller i annan levande organism och tar näring från denna.

3:6:2 MIKROORGANISMER

I ett ekosystem som fungerar väl krävs ett samarbete mellan många olika organismer. Detta beror på att många växter och djur är specialiserade. För att alla nödvändiga processer skall ske måste därför organismsamhället vara rikt och varierat. En nyckelroll i detta sammanhang spelar mikroorganismer av olika slag, t.ex. alger, svampar och bakterier. Den stora variationen inom denna grupp gör att de passar in på de mest skilda ställen i systemet. Deras snabba förökning gör att de på gott och ont snabbt anpassar sig till nya situationer beträffande näringstillgång m.m.

3:6:2:1 Alger

Alger utgör en mindre grupp i detta sammanhang. På fuktiga platser finner man ofta överdrag av gröna alger på jord, krukor, sandbäddar m.m. Då de är beroende av ljus håller de sig ytligt. En del har förmåga att ta kväve ur luften, vilket vanliga växter inte kan. Algväxt är ett tecken på att förhållanden är fuktiga. Då de frodas kan de täppa igen ytan på jorden, så att luftutbytet försvåras på t.ex. golfgreen. Om man inte har möjlighet att minska fuktigheten kan algerna motverkas med speciella medel, t.ex. kopparhaltiga preparat.

3:6:2:2 Svampar

Svampar är en större och viktigare grupp organismer. De trivs utmärkt på jordar med relativt låga pH-värden och fuktiga förhållanden. De är därför mycket talrika i många skogsjordar. En del svampar bildar från sitt mycel de vackra fruktkroppar som man finner i skogarna på eftersommaren och hösten. De flesta svampar är saprofyter, dvs. lever av dött organiskt material. Specialiseringen kan vara långt driven. Vissa arter lever t.ex. av cellulosa, andra av lignin. Genom svamparnas nedbrytning omvandlas det organiska material som ständigt tillförs jorden. Detta kan komma i form av blad, visset gräs m.m.

Även torv, halm o. dyl. som av människan tillförs som jordförbättring omsätts av bl.a. svampar. På detta sätt återförs den i de döda växtdelarna bundna näringen till biologiskt aktiv form.

För många högre växter (gräs, örter, träd) spelar svampar en alldeles speciell roll.

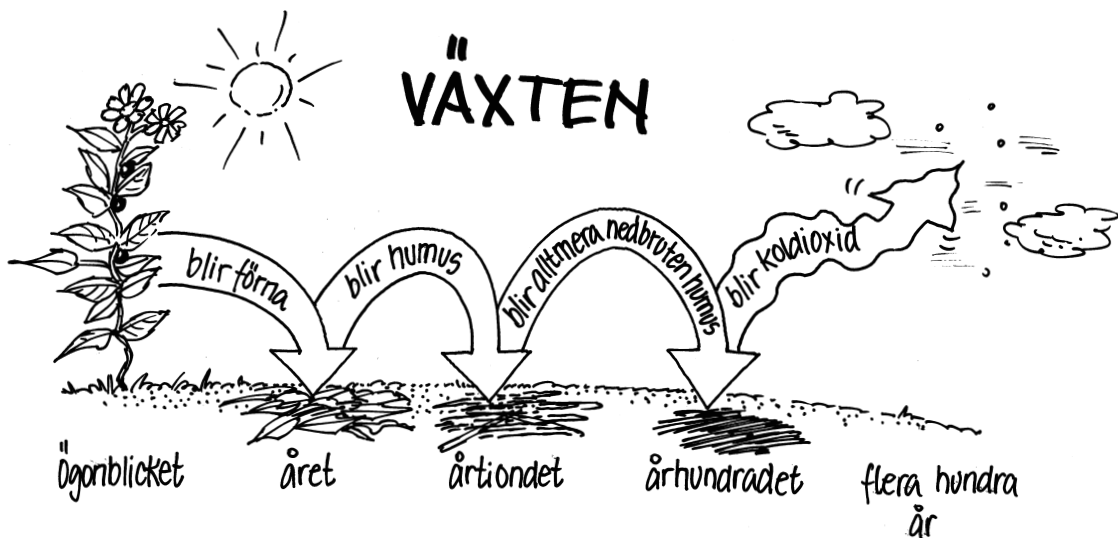
Många träd växer inte särskilt bra på jordar där vissa svampar saknas. Dessa svampar lever i symbios med träden. Symbiosen innebär ett ömsesidigt utnyttjande.

Om symbios är ett ömsesidigt utnyttjande är parasitism i stället ensidigt.

Åtskilliga svampar är parasiter men de flesta av dessa är inte direkt knutna till jorden. Några, bl.a. ett par av de svåraste parasitsvamparna, är emellertid jordbundna. Detta är betydelsefullt att veta då det gäller lämpliga motåtgärder.

3:6:2:3 Bakterier

Bakterier är en tredje stor grupp av mikroorganismer i jorden. I motsats till svamparna gynnas bakterier överlag av pH-värden kring 7,0. I odlingsjordar med god kalkhalt och som inte är för mullfattiga är därför bakterielivet rikt. Även bland bakterier finns parasitära arter, men av jordbakterierna är huvuddelen "nyttiga" organismer. De flesta arbetar med nedbrytning av organiskt spill, som skörderester, löv och gräsklipp. Härvid samarbetar de med svampar och även med daggmaskar och andra djur. Den avslutande fasen, ned till de enklaste bestandsdelarna, sköts huvudsakligen av bakterier. Förmultning kräver tillgång på syre. För att förmultningen skall gå snabbt måste därför jorden vara porös och luftig. Vidare krävs värme, fuktighet och



Det allt långsammare tempot i kedjan gör att mullsubstanser ansamlas.

god näringstillgång. Lättillgängligt kväve samt vissa mikronäringsämnen är också väsentliga för att få snabb förökning och tillväxt av bakterierna.

När jorden är så kompakt att syre inte kan tränga ned övertar andra typer av bakterier omvandlingen. Det kallas då förruttelse och är en illaluktande process, exempelvis black layer. Detta är ogynnsamt och leder till sämre slutprodukter som kan vara till skada för växten. Som nämnts hade en del alger förmåga att använda luftkväve. Denna förmåga har också en hel del bakterier.

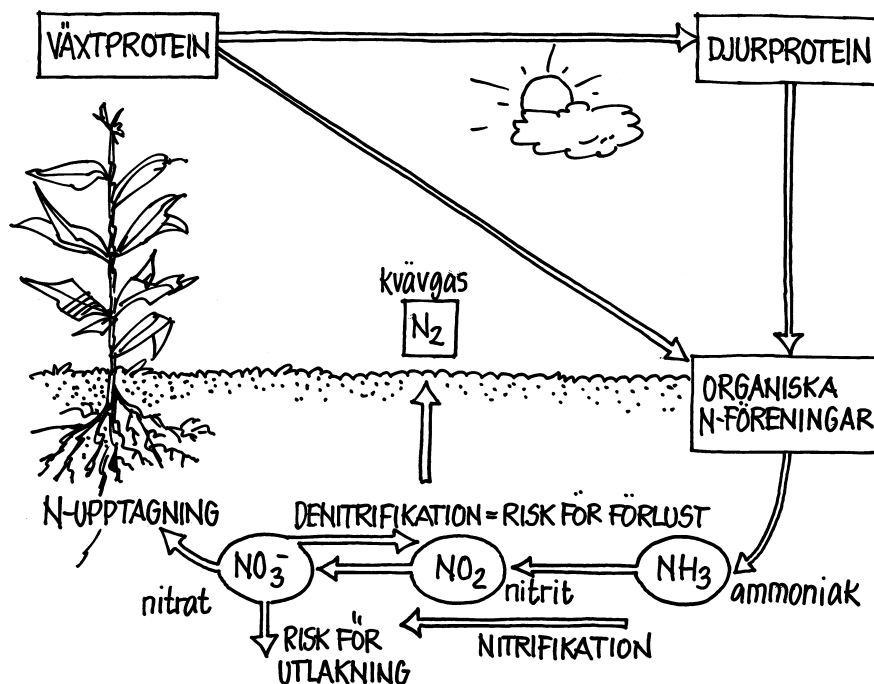
Ett flertal kvävesamlade bakterier lever emellertid inte fritt utan har slagit sig samman med högre växter i en symbios. Bakterien samlar kväve och får i utbyte det kolhydrat (socker) den inte själv kan producera.

Då biologiskt material som löv och döda bakterier bryts ned kommer dess

kväveinnehåll ut i marken i form av ammoniak (NH_4^+). Denna kväveform är inte lämplig för växterna utan de måste ha kvävet i form av ammoniumjoner (NH_4^+) eller nitratjoner (NO_3^-).

Omvandlingen till NH_4^+ sker rent kemiskt i jorden, medan steget från NH_4^+ till NO_3^- är en biologisk-kemisk process. Två bakterier behövs för att hela omvandlingen skall ske. Den ena bakterien omvandlar NH_4^+ till nitrit. Detta är en växtgiftig förening som inte får finnas i nämnvärda mängder i jorden. Den bildade nitriten förs emellertid av bakterie nummer två vidare till nitrat, vilken är en begärlig kvävekälla för växterna.

I mullrika eller starkt naturgödslade jordar kan på detta sätt produceras så mycket nitrat att gödsling med andra kvävehaltiga medel är onödig eller till och med olämplig.



Kvävet's kretslopp:

Kväve kan tillfälligt bli oåtkomligt för växterna därigenom att det fixeras som NH_4^+ i lerkolloiderna eller bygger upp proteiner i verk-samma markorganismen.

MULLHALT

Jordart	Mullfattig	Mullhaltig	Mullrik
Sand	3	5	12
Mo	5	8	15
Lättlera	10	15	23
Mellanlera	15	23	25
Styv lera	20	25	30
Jordar med > 15% mull	–	–	25–60

För att höja pH-värdet ungefär 1 enhet fordras mängder CaO räknat i kg per 100 m².

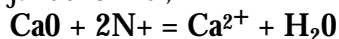
3:6:2:4 Reglering av mikrolivet

I och med att människan börjar använda jorden förändrar hon den biologiska balans som fanns tidigare. En ny balans inställer sig. Detta behöver inte uppfattas så att det har skett ett skadligt ingrepp i naturen, endast att den har förändrats.

Om man vill anlägga en gräsmatta på en plats som är både blöt och sur dränerar och kalkar man jorden. Därvid missgynnas det mikroliv som tidigare trivdes med fukt och låga pH-värden. Ett nytt samhälle växer fram med växter som har större krav på luft och ett högre pH-värde.

3:6:3 KALKNING

Kalk neutraliserar vätejonerna. Genom förbrukning av H⁺, minskas deras koncentration = pH-höjning. Med kemiska beteckningar kan det beskrivas med följande formel;



eller i ord: en kalciumoxid (=bränd kalk) bildar tillsammans med två vätejoner en kalciumjon och en vattenmolekyl. De medel som uppfyller de ställda kraven är ganska få.

Gemensamt är att de innehåller kalcium, som kan driva ut vätet från kolloiderna.

Alla kalciumföreningar duger emeller-

tid inte, då endast en del har förmåga att även neutralisera H⁺. Skilj på växtnäringssämnet kalcium (Ca) och kalk.

3:7 JORDPACKNING

Allmänt

Jordpackning uppkommer genom att jordpartiklarna pressas samman till en tätare massa som medför att luftporernas volym minskar. Tunga jordar med ett vatteninnehåll nära fältkapaciteten (= den mängd vatten en jord har efter det att det fria vattnet runnit av – det stora porerna är luftfyllda och de små vattenfyllda) är benägna för jordpackning. Rena sandjordar med enkelkornstruktur där fraktionen innehåller partiklar som passar in och täpper till porutrymmet har också visat sig benägna för jordpackning. Detta har visat sig förekomma på dåliga sandgreener.

Jordpackningens effekt behöver inte visa sig på en gång. Jordpackning under mycket gynnsamma tillväxtförhållanden behöver inte visa någon försämring förrän andra stressfaktorer uppkommer, t.ex. hög värme, torra m.m.

Jordpackningen påverkar tillväxten negativt genom att markens luftombyte minskas.

3:7:1 ROTTILLVÄXT

Jordpackning medför en ökad rottillväxt nära jordytan medan tillväxten på djupet minskar. Med ytliga rötter minskar plantans förmåga till upptagning av vatten och näring. Det medför att man måste vattna mindre per gång och oftare. Det resulterar i dåligt utnyttjande av värdefullt bevattningsvatten. I försök har man noterat att porositeten inuti roten visar på en ökning när jordpackningen ökade.

Denna ökning av porositet i roten hjälper plantan att överleva i miljöförhållanden med låg syrenivå, samtidigt som den bryter ned sin egen cellvävnad. Detta hjälper alltså bara plantan att överleva en kort tid, under en längre period med dåliga växtförhållanden.

3:7:2 SKOTTILLVÄXT

Jordpackningens inverkan på skottillväxt visar sig genom sämre kvalitet och färre antal skott, minskad rhizomutveckling och mindre mängd gräsklipp. Dessa faktorer är förstaeliga eftersom minskad närings- och vattenupptagning står i förhållande till försämrad rotutbredning.

Den minskade skottillväxten är en direkt följd av en minskad fotosyntes och förökningsproduktion hos gräsplantan. Bladtillväxt kan minska med 70%. Näringsupptagningen minskar också med ökad jordpackning enligt följande (i fallande skala): $K > N > P > Ca > Mg$.

Vid undersökning hos ängsgröe (*Poa pratensis*) minskade avdunstningen (evapotranspirationen) samtidigt som plantans utnyttjande av vatten ökade.

Att avdunstningen minskade berodde på att klyvöppningarna var mer stängda, vilket var ett resultat av en lägre jordfuktighet och plantans ej så goda tillgång på vatten. En planta i goda förhållanden har med en god rottillväxt och utbredning en högre avdunstning.

Den har klyvöppningen öppen under kritiska perioder för att kunna kyla ned plantan. Dessa plantor i goda förhållan-

den hade en bladtemperatur som var ca 4 grader C lägre än en planta i packad jord. Det medför att plantorna i packad jord är mer känsliga för extrema temperaturer.

De ogynnsamma effekterna av jordpackning på grästillsväxten håller i längre och är svåra. Därför är det viktigt att lindra jordpackningen så fort som möjligt efter det att man sett tendenser till detta.

3:7:3 ÅTGÄRDER

MOT JORDPACKNING

Hjälpipning är en bra metod för att lindra jordpackningen i ytskiktet.

Det är viktigt att man tränger igenom den packade zonen nere i jorden så att den ej blir kvar och på så vis hindrar tillväxt och utveckling.

Stickluftning förbättrar vattnets förmåga att tränga ner i jorden men är inte alls lika effektiv som hjälpipluftning när det gäller att förbättra den låga halten av syre i jorden. Syret är livsnödvändigt för rötterna.

Verti-drain är en bra maskin för djupluftning om man vill gå ned på djupet. Den är lika effektiv som hålluftning men går dessutom ner på en djupare nivå där en packningszon kan ha bildats av många års trafik av maskiner och golfspelare.

Att utföra en rejäl djupluftning som får stå öppen över vintern och som sedan tjälen kan få möjlighet att spränga sönder, är en god åtgärd. Det får till följd att rötterna sedan på våren kan hitta nya vägar liksom dräneringsvattnet. Dessutom får markluften mycket större möjlighet att cirkulera, vilket i sin tur är gynnsamt för mikrolivet och dess processer.

Av jordpackningen bildas en packningssula nere i markprofilen.

Den har till följd att varken rötterna eller vattnet tränger igenom, luften kan också ha svårt att ta sig igenom. Det blir istället som ett skikt där vatten kommer att bli ståendes i en syrefattig miljö. Det blir en miljö där inget levande material kan överleva.

Detta gäller främst gamla lergreener men kan även komma ifråga på sandgreener, som har en fraktionskurva som gör att partiklarna täpper till porutrymmena. På dessa sandgreener kan behovet av luftning vara väl så behövligt som på lergreener.

3:8 TORV

Humifieringsgrad

Som ett mått på nedbrytningsgraden utarbetade svensken von Post nedanstående skala över humifieringsgraden hos

torv. Man tar ett torvprov i handen och kramar det hårt. Det vatten och den eventuella torvmassa som pressas ut mellan fingrarna studeras, liksom pressresten i handen.

Ljus torv är låghumifierad. De grova porernas andel är stor. Den vattenhållande förmågan är mindre än i mörkare torv men vattnet är löst bundet.

Mörk torv är mer humifierad. De små porernas andel är större och en hel del vatten är hårt bundet. Den har högre näringshållande förmåga än den ljusa torven.

Humifieringsgrad (Ni, H2 osv.)	Pressvattnets färg och beskaffenhet	Mängd utpressad torvmassa	Påvisbara plantrester i handen
1	Klart, färglöst	inget	lätt
2	Gulbrunt	inget	lätt
3	Brunt	inget	lätt
4	Mörkt brunt	inget	lätt
5	Mörkt grumligt	något	delvis
6	Mörkt grumligt	1/3	delvis
7	Mycket grumligt	1/2	delvis
8	Mycket grumligt	2/3 ingenting	nästan
9	Dyaktig ingenting	nästan allt	nästan
10	Dyaktigt	allt	ingenting

H-GRAD
V POST

VOLYM-
VIKT (g/l)

SAMBANDET MELLAN PORVOLYM
OCH HUMIFIERINGSGRAD
RESPEKTIVE VOLYMVIKT.

