

**Lukács Zoltán**

**FATAN**

**(*Fabiológia*)**



# Lukács Zoltán

# FATAN

## *(Fabiológia)*





*Kiadó:* Garden Kft.  
gardenkft@gardenkft.hu  
www.garden-kerteszet.hu

Első magyar nyelvű kiadás: 2024

© Lukács Zoltán, 2024

ISBN 978-615-01-9560-5

Minden jog fenntartva, beleértve a sokszorosítás, a nyilvános előadás,  
a rádió- és televízióadás, valamint a fordítás jogát, az egyes fejezeteket illetően is.

# BEVEZETÉS

Hogyan akarnánk fát ápolni úgy, hogy nem ismerjük a fák testfelépítését, működését és öngyógyításuk folyamatát? Ez a könyv ezek megismeréséhez ad segítséget.

A fa az élővilág csodálatos teremtménye! Benne tisztelhetjük életfeltételeink megteremtőjét és fenntartóját, az létünkhöz szükséges éleny (*oxigén*) előállítóját. Van olyan faj, mely több millió éve él a Föld hátán! Egy-két egyed pedig még a második világháború atomtámadását is túlélte! A 100 méter magasságú fák is biztosan állnak a lábukon és ilyen magasságba is felszivattyúzzák a szükséges folyadékot. Mind-mind megannyi csodával határos különlegesség, melyre még a fákkal kevésbé barátságban lévők is felkapják fejüket. Hát járjunk utánuk!

Ez a könyv a fák rendes testfelépítését írja le. Amolyan képzeletbeli, a valóságban talán soha elő nem forduló, tökéletes fát mutat be. A faápolásban a rendestől eltérő testfelépítést rendellenesnek nevezünk. A rendellenesség nem feltétlen jelent betegséget, csak a rendestől való eltérést. Ilyen például a törzs ferdesége. A fák rendes esetben a gyökérnyak felett álló, egyenes, teljesen függőleges törzset nevelnek, mely nem billenti ki a fát a súlypontjából. A ferde törzs ettől a rendestől eltérő, tehát a faápoló szemében valamilyen oknál fogva kialakuló rendellenesség, mely lehet, hogy soha nem okoz problémát. A faápoló rendellenességet állapít meg, a növényorvos betegség tüneteket. Ezzel is igyekszik a két szakterület elkülönülni. A levél tápanyag hiány miatti elszíneződése, vagy a vadgesztenye aknázómoly miatti korai lombhullás a faápoló szempontjából rendellenesség, a növényorvos szempontjából betegség tünete.

A korszerű faápolás ismeri a fa a természetes védekezési mechanizmusait és módszere ezek megóvása és ha lehet segítése. Tehát fát ápolni nem lehet a fa természetes védekezési mechanizmusainak megismerése nélkül. Ennek a könyvnek célja a fa természetes védekezési mechanizmusának megismertetése.



# TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS .....	5
TARTALOMJEGYZÉK .....	6
1. A FATAN TÖRTÉNETE .....	13
2. A FA FŐ RÉSZEI .....	17
<b>2.1. A GYÖKÉRZET ÉS GYÖKÉRNYAK</b> .....	20
<b>2.1.1. A GYÖKÉRZET ÉS A KORONA KÜLÖNBSÉGE</b> .....	20
Az elágazás módja .....	21
Évgyűrű .....	21
Az élő és az élettelen sejtek aránya .....	22
Geszt .....	22
<b>2.1.2. A GYÖKÉRZET FELADATAI</b> .....	23
2.1.2.1. A RÖGZÍTÉS .....	23
2.1.2.1.1. <i>Az ellensúlyozás</i> .....	24
A gyökérzet terjedelme .....	25
A koronaforma .....	25
A különböző korú fák gyökérzete .....	26
A faiskolában nevelt fák gyökérzete .....	26
A gyökérzet mérete és az ültetési körülmények .....	26
A gyökérzet mérete és a fa élőhelye .....	26
A talaj állapota .....	28
2.1.2.1.2. <i>A lehorgonyzás</i> .....	29
2.1.2.2. A TÁPLÁLÁS .....	30
2.1.2.2.1. <i>A tápanyagok elérése</i> .....	30
2.1.2.2.2. <i>A tápanyagok felvétele</i> .....	31
Duzzadás .....	31
Az átáramlás (diffúzió) .....	31
Átszivárgás (ozmózis) .....	32

Sejt vízszívás (plazmolízis) . . . . .	32
Gyökérgombák (mikorrhizák) . . . . .	32
2.1.2.2.3. <i>A tápanyag és a táplálék szállítása</i> . . . . .	33
A tápanyag szállítása . . . . .	33
A táplálék szállítása . . . . .	34
2.1.2.2.4. <i>A táplálék raktározása</i> . . . . .	34
<b>2.1.3. A GYÖKÉRZET SZERKEZETE</b> . . . . .	34
2.1.3.1. A GYÖKÉRZET FELÉPÍTÉSE . . . . .	34
2.1.3.1.1. <i>A gyökérzet hosszanti tagolódása</i> . . . . .	35
Védőöv vagy gyökérsüveg . . . . .	35
Osztóóöv . . . . .	35
Megnyúlási öv . . . . .	35
Felszívóöv . . . . .	36
Elágazási öv . . . . .	36
2.1.3.2. A GYÖKÉR SZÖVETSZERKEZETE . . . . .	36
2.1.3.2.1. <i>A gyökér elsődleges szövetszerkezete</i> . . . . .	36
Az elsődleges bőrszövet . . . . .	37
Az elsődleges kéreg . . . . .	37
A központi henger . . . . .	38
2.1.3.2.2. <i>A gyökér másodlagos szövetszerkezete</i> . . . . .	39
<b>2.1.4. A GYÖKÉRZET FELÉPÍTÉSE</b> . . . . .	40
2.1.4.1. GYÖKÉR OSZTÁLYOZÁSA . . . . .	40
2.1.4.1.1. <i>A gyökér osztályozása a botanikában</i> . . . . .	40
2.1.4.1.2. <i>A gyökér osztályozása elágazás szerint</i> . . . . .	40
2.1.4.1.3. <i>Gyökér osztályozása mérete szerint</i> . . . . .	40
2.1.4.2. GYÖKÉRZET OSZTÁLYOZÁSA . . . . .	41
2.1.4.2.1. <i>Gyökérzet osztályozása keletkezés szerint</i> . . . . .	41
Főgyökér-rendszer (allorrhízis gyökérrendszer) felépítése . . . . .	41
Mellékgyökér-rendszer felépítése (homorrhízis mellékgyökér-rendszer) . . . . .	41
Járulékos gyökerek (adventív gyökerek) . . . . .	41
2.1.4.2.2. <i>Gyökérzet osztályozása formája szerint</i> . . . . .	41
Karógyökérzet . . . . .	42
Szívgyökérzet . . . . .	42
Tányérgyökérzet . . . . .	42
Leereszkedőgyökérzet . . . . .	42
2.1.4.2.3. <i>Gyökérzet osztályozása feladata szerint</i> . . . . .	42
Támasztó gyökerek . . . . .	43
Légző gyökér . . . . .	43
Gyökértövis . . . . .	43
Sugárgomba csomók (mikodomácium) . . . . .	43
2.1.4.2.4. <i>Gyökérzet osztályozása favédelem szerint</i> . . . . .	43
A csurgóterület . . . . .	44
Favédelmi terület . . . . .	44
Statikai védőzóna . . . . .	44



<b>2.1.5. A VÁROSI FÁK GYÖKÉRZETE</b> . . . . .	45
2.1.5.1. A VÁROSI FÁK GYÖKÉRZETÉNEK TERJEDELME . . . . .	45
2.1.5.1.1. <i>A városi fák gyökérzetét befolyásoló tényezők</i> . . . . .	45
A talaj tápanyagtartalma . . . . .	45
A talajvíz magassága . . . . .	46
A vízutánpótlás . . . . .	46
A korona mérete . . . . .	46
A gyökér útjában lévő akadályok . . . . .	46
A talaj tömörödöttsége . . . . .	47
A talaj fedettsége . . . . .	47
2.1.5.1.2. <i>A városi fák gyökérzetének mérete</i> . . . . .	47
2.1.5.2. A VÁROSI FÁK GYÖKERÉNEK MEGÚJULÁSA . . . . .	48
2.1.5.2.1. <i>Azonnali ismétlés</i> . . . . .	48
2.1.5.2.2. <i>Későbbi ismétlés</i> . . . . .	48
2.1.5.3. A VÁROSI FÁK GYÖKERÉNEK NÖVEKEDÉSE . . . . .	48
2.1.5.4. A GYÖKÉRKAPCSOLAT . . . . .	49
<b>2.1.6. A GYÖKÉR ÉRZÉKELÉSE</b> . . . . .	50
2.1.6.1. A GYÖKÉR FÉNYÉRZÉKELÉSE . . . . .	50
2.1.6.2. A GYÖKÉR TAPINTÁSA . . . . .	50
2.1.6.3. A GYÖKÉR ÍZ ÉRZÉKELÉSE . . . . .	50
2.1.6.4. A GYÖKÉR HALLÁSA . . . . .	51
2.1.6.5. A GYÖKÉR FÖLD KÖZÉPPONTJÁNAK ÉRZÉKELÉSE . . . . .	51
2.1.6.6. A GYÖKÉR TALAJNEDVESSÉG MÉRÉSE . . . . .	51
2.1.6.7. A GYÖKÉR TALAJ KÉMHAATÁSÁNAK ÉRZÉKELÉSE . . . . .	51
2.1.6.8. A GYÖKÉR KÉMIAI ANYAGOK ÉRZÉKELÉSE . . . . .	52
<b>2.1.7. A GYÖKÉRNYAK</b> . . . . .	52
<b>2.2. A TÖRZS</b> . . . . .	53
<b>2.2.1. A TÖRZS FELADATAI</b> . . . . .	54
2.2.1.1. A SZÁLLÍTÁS . . . . .	54
2.2.1.1.1. <i>A vizes oldat szállítása</i> . . . . .	54
2.2.1.1.2. <i>Két különböző rendszer</i> . . . . .	54
2.2.1.1.3. <i>A fagyvédelem</i> . . . . .	54
2.2.1.1.4. <i>Egyre több anyag szállítása</i> . . . . .	55
2.2.1.1.5. <i>A vezetékek tisztántartása</i> . . . . .	55
2.2.1.2. A RÖGZÍTÉS, EMELÉS . . . . .	55
<b>2.2.2. A TÖRZS SZERKEZETE</b> . . . . .	57
2.2.2.1. A BÉL . . . . .	57
2.2.2.2. A FARÉSZ . . . . .	58
2.2.2.2.1. <i>A farész nem szállító része</i> . . . . .	58
2.2.2.2.2. <i>A farész tengely irányú szállító része</i> . . . . .	60
2.2.2.2.3. <i>A farész sugár irányú szállító része</i> . . . . .	60
2.2.2.2.4. <i>A farész sejthálózatai</i> . . . . .	61
Sejtállomány háló (szimplaszt) . . . . .	61
Egységes sejtrendszer (apoplaszt) . . . . .	62

2.2.2.2.5. <i>A szilárdító rendszer</i> . . . . .	62
2.2.2.2.6. <i>A raktározó rendszer</i> . . . . .	62
2.2.2.3. AZ OSZTÓDÓSZÖVET . . . . .	63
2.2.2.4. A HÁNCSRÉSZ . . . . .	63
2.2.2.5. A KÖPENY . . . . .	64
2.2.2.6. AZ ÉVGYŰRŰK . . . . .	65
2.2.2.6.1. A gyűrűslikacsú fa . . . . .	66
2.2.2.6.2. A szórtlikacsú fa . . . . .	66
2.2.2.7. A VÁLASZFA (REAKCIÓFA) . . . . .	67
<b>2.2.3. A TÖRZS VASTAGSÁGA</b> . . . . .	67
<b>2.3. A KORONA ÉS A KORONAALAP</b> . . . . .	71
<b>2.3.1. A KORONAALAP</b> . . . . .	71
<b>2.3.2. A TARTÓSZERKEZET</b> . . . . .	71
2.3.2.1. A TARTÓSZERKEZET RÉSZEI . . . . .	72
2.3.2.1.1. <i>A hajtás</i> . . . . .	72
Tavaszi hajtás . . . . .	73
János-napi hajtás . . . . .	73
Fattyú- vagy vízajtás . . . . .	73
Földbeli hajtás . . . . .	73
Hosszúhajtás . . . . .	73
Rövidhajtás . . . . .	73
Törpehajtás . . . . .	73
2.3.2.1.2. <i>A vessző</i> . . . . .	73
2.3.2.1.3. <i>A gally</i> . . . . .	74
2.3.2.1.4. <i>Az ág</i> . . . . .	74
2.3.2.2. A KORONA RÉSZEINEK MÉRET SZERINTI CSOPORTOSÍTÁSA . . . . .	74
2.3.2.3. A TÖRZS ÉS AZ ÁG CSATLAKOZÁSA . . . . .	75
2.3.2.4. A KORONA SZERKEZETE . . . . .	76
2.3.2.4.1. <i>Tartóágas koronák</i> . . . . .	77
2.3.2.4.2. <i>Sudaras koronafarmák</i> . . . . .	77
2.3.2.5. KORONAFORMÁK . . . . .	79
2.3.2.5.1. <i>A korona szerkezete és formája közötti összefüggés</i> . . . . .	80
2.3.2.6. HAJTÁSNÖVEKEDÉSI ÉS ELÁGAZÓDÁSI FORMÁK . . . . .	80
2.3.2.6.1. <i>A fenyő típusú elágazás</i> . . . . .	80
2.3.2.6.2. <i>Hárs típusú elágazás</i> . . . . .	80
2.3.2.6.3. <i>Juhar típusú elágazás</i> . . . . .	81
<b>2.3.3. KÉPLETEK</b> . . . . .	81
2.3.3.1. A RÜGY (GEMMA) . . . . .	81
2.3.3.1.1. <i>A rügy szerkezete</i> . . . . .	81
2.3.3.1.2. <i>A rügyek csoportosítása</i> . . . . .	82
Rügyek csoportosítása rügyállás szerint . . . . .	82
Rügyek csoportosítása működése szerint . . . . .	82
Rügyek csoportosítása csoportosulása szerint . . . . .	83
Rügyek csoportosítása hajtáshoz képesti helyzete szerint . . . . .	83

	Rügyek csoportosítása szerkezete szerint . . . . .	83
	Rügyek csoportosítása rügpikkelyek szerint . . . . .	83
	Rügyek csoportosítása szártól való távolság szerint . . . . .	83
	Rügyek csoportosítása elhelyezkedés szerint . . . . .	83
	Rügyek csoportosítása tartalom alapján . . . . .	83
	2.3.3.1.3. <i>A rügciklus</i> . . . . .	83
	2.3.3.1.4. <i>A rügyek kihajtása</i> . . . . .	84
	2.3.3.1.5. <i>Az alvórügyek</i> . . . . .	84
	2.3.3.2. A LOMBLEVÉL . . . . .	84
	2.3.3.2.1. <i>A levél alakja</i> . . . . .	85
	2.3.3.2.2. <i>A levél szerkezete</i> . . . . .	86
	2.3.3.2.3. <i>A fénymegkötés (fotoszintézis)</i> . . . . .	87
	2.3.3.3. A VIRÁG ÉS A TERMÉS . . . . .	88
<b>2.3.4.</b>	<b>A KORONA MÉRETE</b> . . . . .	88
	2.3.4.1. A LOMBKÖBMÉTER MÉRÉSE . . . . .	88
	2.3.4.2. A LOMBKÖBMÉTER SZÁMÍTÁSA . . . . .	89
	2.3.4.3. A LOMBKÖBMÉTER FOGALMA . . . . .	90
	2.3.4.4. A LEVÉLFELÜLET MUTATÓ . . . . .	90
<b>2.3.5.</b>	<b>EGY LOMBKÖBMÉTER KÖRNYEZETI HASZNA</b> . . . . .	91
<b>2.3.6.</b>	<b>A KORONA ÉRZÉKELÉSE</b> . . . . .	91
	2.3.6.1. A FÁK LÁTÁSA . . . . .	91
	2.3.6.1.1. <i>Mit látnak a fák?</i> . . . . .	92
	2.3.6.1.2. <i>Mivel látnak a fák?</i> . . . . .	94
	2.3.6.1.3. <i>Hol helyezkednek el a fényérzékelés szervei?</i> . . . . .	94
	2.3.6.2. A FÁK SZAGLÁSA . . . . .	95
	2.3.6.3. A FÁK TAPINTÁSA . . . . .	96
	2.3.6.4. A FÁK HALLÁSA . . . . .	97
<b>3.A</b>	<b>FA TERMÉSZETES VÉDEKEZÉSI MÓDSZEREI</b> . . . . .	99
<b>3.1.</b>	<b>A FÁT ÉLTETŐ ERŐ</b> . . . . .	101
<b>3.1.1.</b>	<b>AZ ÉLŐ RENDSZER</b> . . . . .	101
	3.1.1.1. AZ ÉLET A SZÜLETÉS ÉS HALÁL KÖRFORGÁSA . . . . .	101
	3.1.1.2. AZ ÉLŐ RENDSZER FELÉPÍTÉSE . . . . .	101
	3.1.1.3. AZ ÉLŐ RENDSZER MŰKÖDTETÉSE . . . . .	102
	3.1.1.4. AZ ÉLŐ RENDSZER HATÉKONYSÁGA . . . . .	102
	3.1.1.5. AZ ÉLETGÉP . . . . .	102
	3.1.2.1. A FA ÉLETERŐ GAZDÁLKODÁSA . . . . .	103
	3.1.2.1.1. <i>Az életerő megkötése</i> . . . . .	103
	3.1.2.2. AZ ÉLETERŐ SZÁLLÍTÁSA . . . . .	103
	3.1.2.3. AZ ÉLETERŐ FELHASZNÁLÁSA . . . . .	103
	3.1.2.4. AZ ÉLETERŐ RAKTÁROZÁSA . . . . .	103
	3.1.2.5. AZ ÉLETERŐ VISSZANYERÉSE . . . . .	104
<b>3.1.3.</b>	<b>A FA HALÁLA</b> . . . . .	104
<b>3.1.4.</b>	<b>A FA VÉDEKEZŐ-KÉPESSÉGÉNEK FOKOZÁSA</b> . . . . .	104

3.1.4.1. AZ ÉLETERŐ MEGÓVÁSA .....	104
3.1.4.2. AZ ÉLETERŐ FOKOZÁSA .....	105
<b>3.2. A NÖVEKEDÉS, MINT ÖNGYÓGYÍTÓ ESZKÖZ .....</b>	<b>107</b>
<b>3.3. SEBSZÖVET KÉPZÉSE .....</b>	<b>109</b>
<b>3.4. VEGYI ANYAGOK BEVETÉSE .....</b>	<b>111</b>
<b>3.5 VÉDEKEZÉS ELREKESZTÉSSEL .....</b>	<b>113</b>
<b>3.5.1. AZ ODVASODÁS .....</b>	<b>114</b>
3.5.1.1. AZ ODVASODÁS FOLYAMATA .....	114
3.5.1.2. AZ ODVASODÁS TÍPUSAI .....	115
3.5.1.2.1. <i>Vörös-, más néven barnakorhadás</i> .....	115
3.5.1.2.2. <i>Fehérkorhadás</i> .....	115
3.5.1.2.3. <i>LÁGYKORHADÁS</i> .....	116
<b>3.5.2. AZ ELREKESZTÉS FOLYAMATA .....</b>	<b>116</b>
3.5.2.1. A GÁTZÓNA .....	117
3.5.2.2. A REKESZ TOVÁBBI FALAI .....	118
<b>3.5.3. A REKESZTÉS ÁGELÁGAZÁSÁNÁL .....</b>	<b>119</b>
<b>3.6. A CODIT-ELV .....</b>	<b>121</b>
<b>3.6.1. A CODIT-ELV NÉGY LÉPÉSE .....</b>	<b>121</b>
3.6.1.1. A LEVEGŐ BEJUTÁSA .....	121
3.6.1.2. KÓROKOZÓK BEHATOLÁSA .....	122
3.6.1.3. A KÁROSÍTÓ SZERVEZETEK TOVÁBB TERJEDÉSE .....	122
3.6.1.4. A KÁROSÍTÓ SZERVEZETEK ELREKESZTÉSE .....	122
 4. ÁBRÁK ÉS TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE .....	 123
 5. IRODALOMJEGYZÉK .....	 127

# 1. A FATAN TÖRTÉNETE

A biológia tudománya magyarra fordítva az élet tudománya, máshogy az élő tudománya, vagy régi tankönyveink címét idézve: élővilág. A gyakran használatos, de mégis idegen biológia kifejezést magyaríthatjuk. Ha az élővilág az ember, az állat, a növény és a gombák tudománya és ha ezeket fel lehet osztani embertan, állattan, növénytan és gombatan tudomány területekre, akkor a növénytanból ki lehet emelni a fák életét tanulmányozó tudományt, amit ezek alapján hívhatunk fatannak is.

Az élővilág magyar megnevezése vezet ennek a tudománynak az eredeti céljához, mely nem kevesebb, mint az élet megismerése. Az élővilág tudományának célja az élet titkának kiderítése, az élő és az élettelen közötti különbség megtalálása. Leegyszerűsítve a kérdés az, hogy mi a különbség egy élő és egy élettelen galamb között? Mitől pusztul el a galamb és mitől él? Lefordítva a kérdést a fatanra, mi a különbség egy élő és egy élettelen fa között és mitől pusztul el egy fa és mitől él?

Arisztotelészt tartjuk az élővilág atyjának. Ismereteink szerint **Arisztotelész előtt** az emberiség az élet urának a Földön kívüli lényeket tekintette. Tehát az életet istenek adták, működtették és vették el. Hitük szerint a világmindenséget nem a természeti törvények, hanem a démonok irányították.

**Arisztotelész (Kr.e. 384–322.)** ennek ellent mondott. Éppen az ellenkezőjét tanította, azt, hogy az életet nem az istenek, hanem természeti törvények irányítják. Tehát minden természeti jelenségnek oka van és minden természeti jelenséget ugyanazon ok idézi elő. Arisztotelész tett még egy emberre nézve nagyon hízelgő megállapítást is, miszerint a természeti törvényeket az emberi elme képes felfogni. Tehát nincs más dolgunk, mint ezeket, az élővilágot irányító természeti törvényeket kell leírni. Ezzel indult el az élővilág tudománya a természeti törvények megismerésének útján. Természetesen, mint minden tudósnek és minden tudományos megállapításnak, így Arisztotelésznek is voltak előzményei. Thalész, aki nem fogadta el a természetfölöttit és természeti törvényeket kutatott, 250 évvel előzte meg Arisztotelészt. A tudománytörténet Arisztotelészt tartja az ógörög biológia csúcspontjának, és Arisztotelészt tarja az európai tudomány megalapozójának is. Arisztotelész rakta le minden tudomány alapját és alkotta meg a tudománynak azt a rendszerét is, mely mind a mai napig fenn áll. Sok érdeme mellett gyakran elfelejtődik, hogy Arisztotelész minden tudomány között az élővilágban alkotta a legnagyobbat. Érhető okok miatt elsősorban a tengeri állatokat tanulmányozta. Kutatásai két irányúak voltak. Egyrészt hasonlóságaik és különbségeik szerint csoportosította a tengeri állatokat, másrészt tanulmányozta a felépítésüket. Több mint ötszáz féle tengeri állatot írt le. Például a testfelépítés alapján a delfint a cetfélékhez sorolta, a halakat pedig csontos és porcos halakra osztotta. Rájött arra, hogy az élőlények testfelépítése az egyszerűtől a bonyolultig változik. A bonyolultságuk

növekvő sorrendjében a világot négy fő részre osztotta. Élettelen részekre, a Napra, a tengerre és a levegőre. Három élő részre, mely testfelépítésének növekvő sorrendjében a növény, az állat és az ember. Arisztotelész szerint minden egyes részen belül további felosztás lehetséges. Azt is említette, hogy a részek között nincsenek éles határok. Arisztotelésznek a korához képest haladó élővilág ismerete a növényvilágra nem fektetett nagy hangsúlyt. Tanítása szerint a növények az élővilág legkevésbé fejlett, legalacsonyabb rendű élőlényei.

**Arisztotelészt követően az ókori görög kultúrában és azt követően az ókori római kultúrában** a növénytan nem jutott sokkal előrébb. Theophrasztosz (Kr.e.373–288) alapította meg a növénytant (botanikát), legfőbb érdeme ötszáz növényfaj leírása. A Krisztus után született római Pliniusz (23–79) hatalmas életművet, 32 kötetet hagyott hátra, de inkább csak az előtte élők ismeretanyagát gyűjtötte egybe.

A középkori Európa tudományos életének meghatározója **Aquinoi Szent Tamás (1225–1274)**, aki szintén nem jutott sokkal előrébb az élővilág és ezzel együtt a növényvilág tudományában. Az arisztotelészi tanokat hozta összhangba a keresztény hittételekkel és mentette át az arisztotelészi tanításokat a keresztény Európába. A reneszánsz, nagy természethez való visszafordulása sem hozott sok előrelépést. Az élővilágtan egyhelyben topogására jellemző, hogy a reneszánszban az 1553–1617 között élő Prospero Alpini leírta, hogy a datolya pálma egyivarú kétlaki növény. Ezt már az említett Theophrasztosz is felfedezte, de kétezer évvel korábban.

Az élővilág következő nagy lépésére száz évet kellett várni. Ekkor látta meg a napvilágot a hollandiai Delft városában **Leeuwenhoek (1632–1723)**. Leeuwenhoek nem tanult természettudományt. Szülővárosában egy textilkereskedő pénzügyeit intézte. Nappal könyvelt, délutánoként üveglencsét csiszolt, aprólátót (mikroszkópot) épített és válogatás nélkül vizsgált vele mindent, vért, állatokat és növényeket. Úgy tudjuk, hogy érdeklődését Robert Hooke *Micrographia* című könyve keltette fel, mely sok ábrát tartalmazott a szemmel nem látható, csodálatos világról. Leeuwenhoek tökéletesítette az aprólátót. Már akkor 270-szeres nagyítást ért el! Megnyitotta a kaput a növényvilág apró részleteinek a sejtnek, sőt a sejtszerveknek a vizsgálata előtt. Egyik aprólátója Leideni Nemzeti Természettudományi Múzeum gyűjteményének nagy becsben tartott kincse. Arisztotelész-féle növényeket alsóbbrendűnek tartó szemlélete még akkor sem változott, mikor az apró világ tanulmányozása közben kiderült, hogy az ember, az állat és a növények is azonos építőkövekből, sejtekből épülnek fel.

Következett **Carl von Linné (1707–1778)**, kora legnagyobb természettudósa. Orvosnak tanult, de a növényvilág iránt érdeklődött. Hollandiai egyetemen ismerkedett meg Arisztotelész tanáival. Abban a korban élt, mikor Európa kezdte az új világ növényeit is felfedezni. A rengeteg növény között Linné tett rendet. Megalkotta a növényvilág rendszertanát. Virágaik alapján az általa ismert növényeket 10 osztályba sorolta. E mellett megalkotta a nevezéktant, az élőlények tudományos elnevezését, ahol az élőlények kettős nevet kapnak, mint például Carl von Linné. Csak az élőlényeknél a nemzetség nevet tette előre és a fajnevet hátra, mint például Kitaibel Pál, aki egyébként Linné nagy követője volt. Linné korának természettudományos központja volt. Minden jelentősebb botanikussal, természettudóssal kapcsolatban állt. Rendszertanát többször meghaladta már a tudomány, de az élőlényeket ma is úgy hívjuk, ahogy Linné javasolta.

A növényvilág egyre részletesebb megismerése nem változtatott az arisztotelészi piramison, ahol a növényvilág van legalul. Az élővilág fő kérdésének megválaszolásához sem az apró részletek egyre pontosabb megismerése, sem a sok megismert növény rendszerbe foglalása nem vitt közelebb. Ekkor lépett a színre a berlini születésű **Alexander von Humboldt (1769–1859)** határtalan kíváncsiságával, kifogyhatatlan erejével, és kielégíthetetlen kalandvágyával. Az elismert tudós sok tudományban, földrajzban, ásványtanban, néprajzban szerzett érdemeket, de legnagyobbat mégis a növénytanban alkotott. Humboldt is, Linnéhez hasonlóan, a kor jelentős tudósaival volt kapcsol-

latban, egy részükkel együtt is dolgozott. Jó barátja volt például a botanikában is jártas Goethe, akinek egyik szakkönyve *A növények metamorfózisa* magyarul is olvasható. Humbold rendkívül sokat utazott és utazásai alatt megfigyelések mellett különböző műszeres méréseket is végzett. A növényföldrajz tudománya akkor született meg, mikor a 6268 méter magas Chimborazo hegyére felmászott, egyébként elősként, több tízkilós műszerekkel nehezítve és rátekintett a környező hegyekre és szembe tűntek neki a növényzeti övek, a növénytársulások. De az arisztotelészi-piramist még Humbold sem borította fel.

**Charles Darwin (1809–1882)** Humbold nagy rajongója volt. Talán éppen ezért kéredzkedett fel a Beagle fedélzetére, mert útitervében szerepelt Dél-Amerikának az a része, ahol Humbold is járt. Az öt évig tartó hajóúton, az induláskor még csak 22 éves Darwin nagy tapasztalatokat szerzett. Miután hazaért csak az élővilággal foglalkozott. Megalkotta híres természetes kiválogatódás, ismertebb nevén, evolúciós elméletét. Lényege, hogy a természetben az élőlények egymással versengenek a fennmaradásért. A természetes kiválogatódás (szelekció) útján mindig a legrátermettebb egyedek maradnak meg és örökítik tovább génjeiket, a fajok pedig ezáltal egyre tökéletesebben alkalmazkodnak környezetükhöz. A természetes kiválogatódás elméletének jelentősége nem is annak tárgyában rejlik, amit egyébként mind a mai napig folyamatosan vitatnak, hanem magában az elméletben, mely az élővilág egészére tett általános érvényű állítás. Tehát egy olyan törvényszerűség, mely az élővilág egészére igaz. Ezzel Darwin új fejezetet nyitott az élővilágban. Egy olyan átfogó elméletet állított fel az élővilágban, mint amelyet Newton mozgástörvényeivel a fizika tudományában. Igaz az elmélet még nem az élővilág tudományának legfőbb kérdésére válaszolt, de utat mutatott. Darwin egyébként leginkább növényekkel foglalkozott. Érdeklődését a mozgásra képes és a hűsevő növények keltették fel. Többek között megállapította, hogy a mimózanak emlékező képessége (memóriája) van. Darwin az első jelentős természettudós, aki elveti Arisztotelész élővilág-piramisát. Darwin a növényeket és az állatokat egyenrangú mozgásra, érzékelésre és emlékezésre képes élőlényeknek tartotta. A növényteni kutatásokat Francis Darwin (1848-1925) nevű gyermeke folytatta tovább, melyek aztán alapjául szolgáltak a későbbi növényérzékelés kutatásoknak.

Az élővilág fő kérdésére, hogy mi a különbség élő és élettelen között, elősként **Bauer Ervin (1890–1938)** adta meg a választ. *„Az élő és csakis az élő rendszerek soha sincsenek egyensúlyban, és szabadenergia tartalmuk terhére állandóan munkát végeznek annak az egyensúlynak beállta ellenében, amelynek az adott feltételek mellett a fizikai és kémiai törvények értelmében létre kelljen jönnie.”* Tehát Bauer Ervin az élő és élettelen között a munkavégző képesség alapján tett különbséget. Az élettelen, fizikai test tehetetlen, nincsen önálló munkavégző képessége. Ezzel szemben az élőlények képesek munkát végezni. Bauer egész élővilágot megmagyarázó elmélete nem tett nagy hatást a tudományos körökben. Ennek oka talán a viharos történelmi időkben keresendő. Bauer Ervin részt vett a Tanácsköztársaságban, ezért annak bukása után menekülnie kellett. Végül 1925-ben a Szovjetunióban kötött ki, ahol 1935-ben publikálta fő művét, *Elméleti biológia* címen. 1938-ban Sztálin politikai rendőrsége feleségével együtt kivégeztette. Így Bauer Ervin egyik oldalon sem felelt meg. Munkásságát is elfeledték volna, de egykori szovjet munkatársai ezt nem hagyták. Könyve Magyarországon is nagy késéssel, csak 1967-ben jelent meg az Akadémia Kiadó gondozásában. Mit jelent Bauer elmélete a fatanban? Azt, hogy a leghosszabb életű és legnagyobb testű élőlények gazdálkodnak leghatékonyabban a munkavégző képességgel. Ezek pedig a fák. Bauer elmélete tehát feje tetejére állítja Arisztotelész élőlény- piramisát.

Nem tudni, hogy a fatan atyja, **Alex L. Shigo (1930–2006)** ismerte-e Bauer Ervin elméletét, de az biztos, hogy mindketten hasonlóan gondolkodtak az élőlényekről. Shigo (Sajgó) 1959-ben növénypatológiából szerzett doktori fokozatot a Nyugat-Virginia Egyetemen. Ez után nyugdíjazásáig, 1985-ig az Egyesült Államok Erdészeti Szolgálatánál dolgozott vezető tudósként. A fák odvasodását vizsgálta. Kutatásait kétféle módszerrel végezte. A fák testfelépítésének apró részletét is

vizsgálta, de ugyanolyan nagy lendülettel kutatta a fa egészségét is. Munkája során 15 000 fát boncolt fel. Szemléletének központjában pedig a fa munkavégző képessége állt. Kutatásainak eredményeként kidolgozta az odvasodás kibővített elméletét és felfedezte a fák elrekesztéses védekezési rendszerét, a CODIT- modellt, amivel forradalmasította a faápolást. Kutatásainak 270 publikációja született. Fő műve a *Modern Arboriculture*. Érdekes a könyv stílusa, fogalmazása. Gyakorlatilag egy képes könyv, a képek alatt az egyszerűen fogalmazott, jól érthető magyarázatokkal. Shigo tizenhat pontban foglalta össze a faápolás eszközeit. Ez az első olyan recept, melyet egy élővilág kutatásával foglalkozó szakember fogalmaz meg faápolóknak.

Shigo nagy hatást gyakorol a német és ezen keresztül az európai faápolásra is. Büszkék lehetünk rá, hogy mindkét nagy élettudós, Bauer Ervin és Alex L. Shigo is Magyarországról származott.

A fatan kutatás legújabb érdeklődési területe a fák érzékelése és a fák társadalma. Ebben élen jár Stefano Mancuso firenzei élettan laboratóriuma. Ezeknek a kutatásoknak az eredményei egyértelművé teszik, hogy a fák fejlett, gyakran az embernél fejlettebb érzékeléssel és üzenetküldési képességgel rendelkeznek.

Az élővilág kutatásai egyértelműen bebizonyították, hogy a növények és köztük a fák is az élővilágnak nem alárendelt, hanem teljes jogú tagjai. Ez a faápolók szemlélete és a faápolók küldetése ennek a szemléletnek a terjesztése.

### ALEX L. SHIGO: A FAÁPOLÁS ESZKÖZEI:

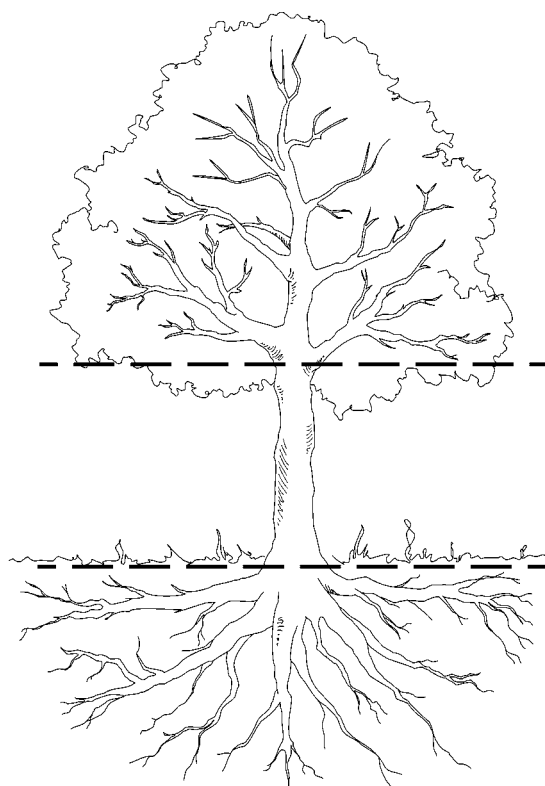
1. A MEGFELELŐ FA A MEGFELELŐ HELYRE.
2. OLYAN TERVEK, AMELYEK TERET ADNAK A FÁK NÖVEKEDÉSHEZ.
3. A FÁKAT NAGY CSOPORTBA ÜLTETNI.
4. EGÉSZSÉGES FÁK, AMELYEK FOLYAMATOSAN FEJLŐDNEK.
5. FIATAL FÁK MEGFELELŐ INDÍTÓ METSZÉSE.
6. A FA ÚTJÁBAN ÁLLÓ DOLGOK ELTÁVOLÍTÁSA ÉS NEM A FA CSONKOLÁSA.
7. A SZAKSZERŰ METSZÉS, MELYBŐL NEM SZÁRMAZIK PROBLÉMÁS HAJTÁS.
8. A FIATALKORI METSZÉS, MELY SZABÁLYOZZA A FÁK MÉRETÉT ÉS ALAKJÁT.
9. A JÁRDA BONTÁSA ÉS NEM A FA VISSZAVÁGÁSA, VAGY GYÖKEREINEK ELVÁGÁSA.
10. AZ IDŐS FÁK MEGFELELŐ GONDOZÁSA, MÉLTÓSÁGUK TISZTELETE.
11. FÁK MEGFELELŐ MÉLYSÉGBEN TÖRTÉNŐ ÜLTETÉSE.
12. SZAKSZERŰ FAÁPOLÁS.
13. A FA TERMÉSZETES VÉDEKEZÉSI RENDSZERÉT TÖNKRE TEVŐ KEZELÉSEK BESZÜNTETÉSE.
14. A SÉRÜLÉSEKET OKOZÓ KEZELÉSEK BESZÜNTETÉSE.
15. AZ EGYÉB PROBLÉMÁKAT OKOZÓ KEZELÉSEK BESZÜNTETÉSE.
16. AZ ÁTÜLTETETT FÁKAT SÉRTŐ ÉS ELPUSZTÍTÓ KEZELÉSEK MEGSZÜNTETÉSE.



## 2. A FA FŐ RÉSZEI

Feltételezem, hogy aki a faápolás iránt érdeklődik, az valamennyire már ismeri a fák testfelépítését, rendelkezik növénytani alapismeretekkel. Ezeket szeretném a faápolás szemszögéből újra áttekinteni. A fa felépítésével kapcsolatos fogalmakat a 2. ábra tartalmazza.

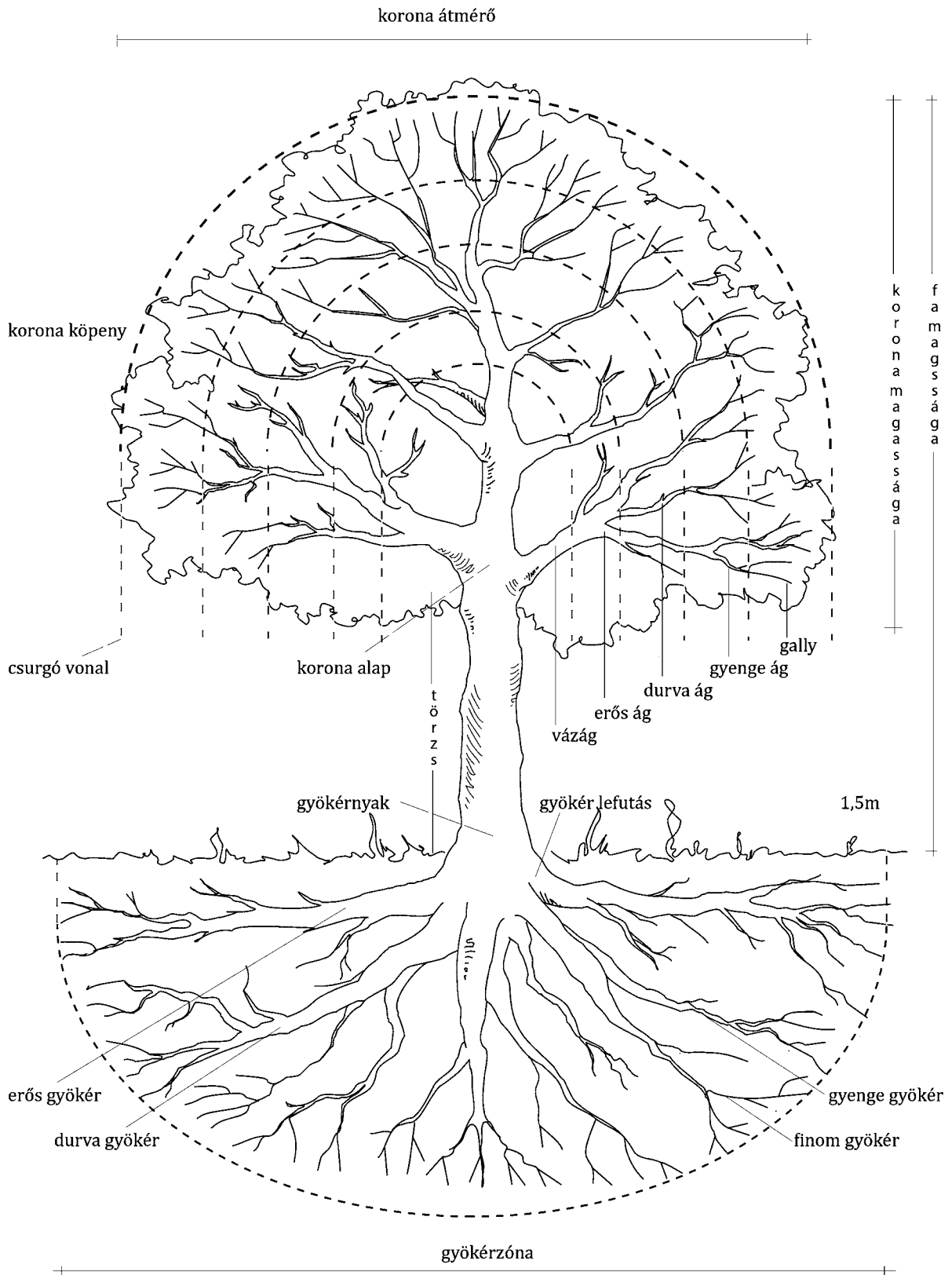
**A fa teste három részre tagolódik: gyökérzetre, törzsre és koronára (lásd 1. ábra)!**



1. ábra: A fa testrészei

A három különböző testrész három különböző feladatot lát el. A gyökérzet rögzíti a fát, tápanyagokat és vizet vesz fel. A törzs magába emeli a koronát és összeköti a gyökérzettel. A korona a tápanyagokból táplálékot készít.

A gyökérzet, a törzs és korona szerkezete eltérő, a feladatához a legtökéletesebben megfelelő testfelépítéssel rendelkezik. Aki ennyit tud, az már sokat tud és nemcsak a fákról, hanem az élet egyéb dolgairól is. Nem kell mást tenni, csak a magyar nyelvet értelmezni és a gyökér, törzs és korona szavak jelentésén elgondolkodni. Rögtön rádöbbenünk, hogy nemcsak a fának vannak gyökerei, hanem az embernek, a családnak, a nemzetnek és még sok egyéb dolognak is. És mindennemű gyökérnek pontosan ugyanaz a feladata: a dolgok táplálása és megtartása. Sőt, a szerkezetük is egyformán szerteágazó és mindegyik valahol a mélyben, egy láthatatlan világban helyezkedik el. De az ember törzse is hasonlít ám a fa törzséhez! Ez adja a tartást. Embernek, fának egyaránt. Koronát pedig csak az uralkodók hordanak. Gondoljunk bele, hogy a növények életermelése (oxigén-termelése) nélkül az olyan élőlények, mint mi, akik nem képesek az élelmet előállítani, elpusztulnánk! És a növények közül a fák állítják elő a legtöbb élelmet. Ily módon, valóban az élővilág uralkodói.



2. ábra: Fogalmak

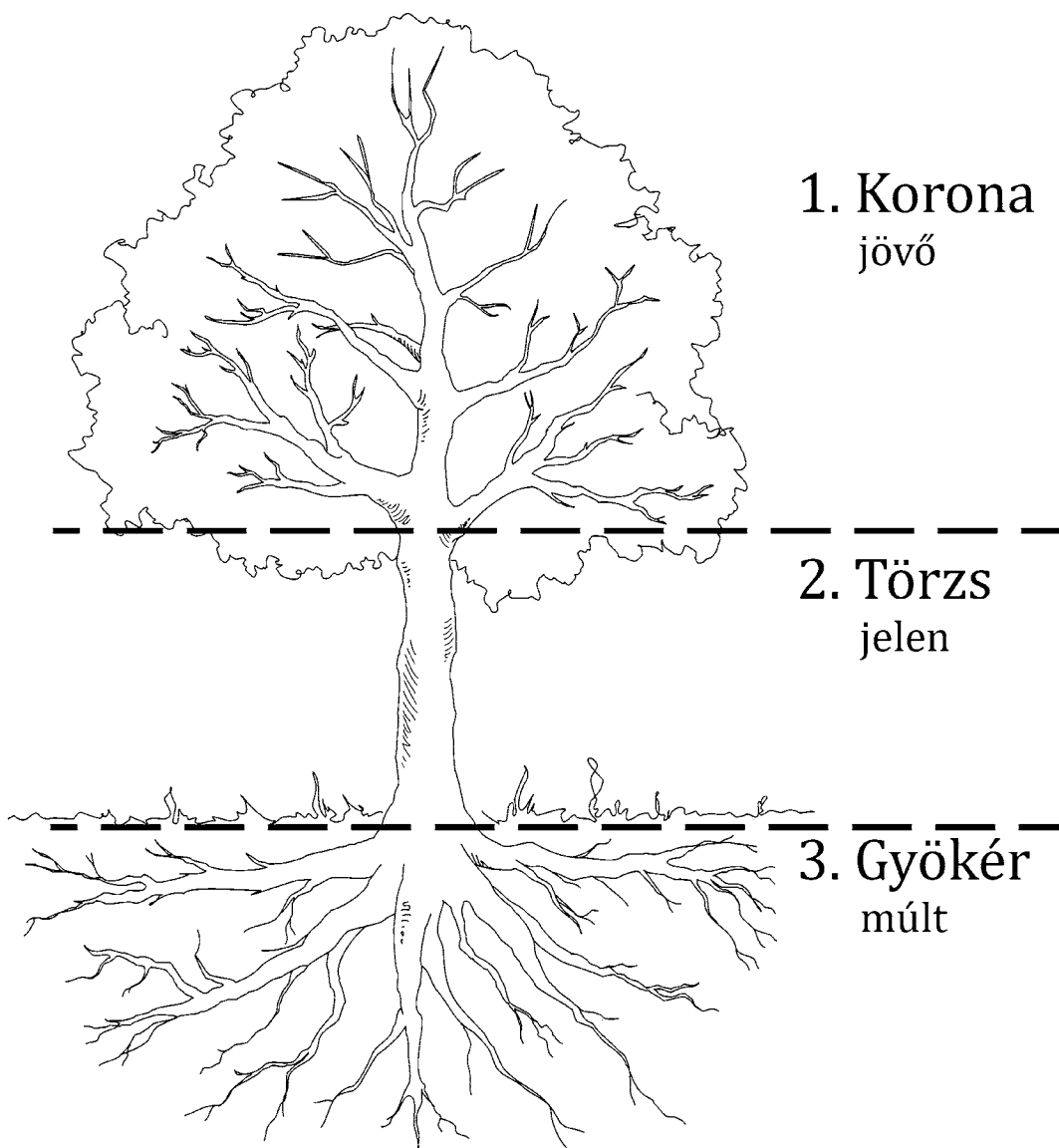
## 2. A FA FŐ RÉSZEI

A fa testfelépítésével nemcsak az embert lehet egyszerűen párhuzamba állítani, de a tér és az idő hármasságát is. A gyökér a múlt és a lent, a törzs a jelen és az itt, a korona a jövő és a fent (lásd 3. ábra). Ezek a párhuzamok, csak látszólag állnak távol a faápolástól, de valójában a teremtett világ olyan hasonlóságai, melyek segítenek a fák megértésében is.

**A faápolás a fa testét öt részre tagolja:**

**gyökér  
gyökérnyak  
törzs  
koronaalap  
korona**

A gyökérnyak és a korona két nagyon fontos testrésze a fának, melyek rendellenességei általában veszélyeztetik a fa életét. Ezért vizsgálatokra nagy hangsúlyt kell fektetni.



3. ábra: Párhuzamok

## 2.1. A GYÖKÉRZET ÉS GYÖKÉRNYAK

A gyökér általában a föld alatt helyezkedik el. Ezért szerkezete és működése a rejtélyek birodalma. Sőt, ha a földtakarót fellebbentjük róla, akkor még el is pusztulhat. Úgyhogy, amikor meg akarjuk ismerni a fák gyökerét, akkor a földpaplan alá, a titkok mélyére kell bepillantani.

A gyökérzet szerkezete nagyon hasonlít a koronához, éppen olyan szerteágazó. De a gyökereken általában nincsenek levelek, így nem is vesz részt a fénymegkötésben (*fotoszintézisben*), de nincsenek virágok és termések sem. A gyökéren nem található kéreg, legalábbis nem az ághoz hasonló.

### 2.1.1. A GYÖKÉRZET ÉS A KORONA KÜLÖNBSÉGE

A gyökérzet és korona között, vagy ha részleteket vizsgálunk, akkor a gyökér és hajtás között sok a hasonlóság. A legfeltűnőbb, hogy a fának mindkét része szerteágazó, hasonlóak az elágazásai (lásd 2. ábra). Mind a gyökérzetben, mind a koronában találunk elsőrendű, másodrendű és harmadrendű elágazásokat. Mindkét rész igyekszik a rendelkezésére álló teret minél jobban kitölteni. De a hasonlóságok mellett vannak fontos különbségek is. És mivel a koronát jobban ismerjük, mint a föld alatt elhelyezkedő gyökérzetet, ezért a gyökérrel való ismerkedést a koronával való ismeretinkre támaszkodva kezdjük.

A különbségek oka természetesen az, hogy a gyökérzet a föld alatt van és más feladatot lát el, mint a korona. Ebben a fejezetben csak ismerkedünk a gyökérzettel és a megemlített szervek és jelenségek részletes leírása a könyv további részeiben található.

#### A testrész helyzete

**A legfeltűnőbb különbség, hogy az esetek többségében a gyökérzet a föld alatt, a korona a föld felett helyezkedik el.**

A szárazföldet meghódító növényvilág egykori választása volt, hogy az életéhez szükséges tápanyag és víz nagyrészt a föld alól veszi fel. A gyökérzet mellett a fa föld feletti részei is képesek bizonyos tápanyagot és vizet felvenni, de ez kevés a fa életben maradásához.

A fák a helyhez kötött életmódot választották. Nem minden szárazföldi életet folytató növény van a fákhoz hasonlóan egyetlen helyhez kötve.

A föld alatti gyökérzet óriási föld fölötti tömeget tud megtartani, mely lehetővé tette a fák nagy magasságát és hatalmas tömegét.

#### A növekedés iránya

**A gyökérzet a Föld középpontja felé nő, a korona a Föld középpontjával ellentétes irányba.**

## 2. A FA FŐ RÉSZEI

Ez nem azt jelenti, hogy a gyökérzet és a korona minden egyes része a Föld középpontjának irányát célozza meg, hanem azt, hogy a növekedését ahhoz viszonyítja.

A gyökér és a korona részeinek növekedése kiválóan szervezett, az egyes részek jól összehangolt folyamata. Az egyes részek a Föld középpontja mellett egymáshoz képest határozzák meg növekedési irányukat. Így alakul ki a rendezett gyökérzet és korona.

### A fényhez való viszony

**A gyökérzet fénykerülő a korona fénykedvelő.**

Ez is természetesen azért alakult ki, mert a gyökérzetnek a föld alatt, a koronának pedig föld felett kell a feladatát elvégezni.

### Levél

**Általában a gyökérzetten nincs levél.**

A levél feladata a fény megkötése. Egyrészt a föld alatt olyan kevés a fény, amit a levél nem tud hasznosítani, másrészt a föld alatti sűrű közegben nagyon nehéz lenne a levéllemez kifejleszteni.

### A növekedés módja

**A gyökérzet a gyökér csúcsával, a korona a hajtás szárcsomójával növekszik.**

Ez már kevésbé feltűnő, de nagyon fontos különbsége a két testrész között. A hajtás növekedése az egymás felett elhelyezkedő szárcsomóknak, növekedési központoknak köszönhető. Ezek a növekedési központok folyamatosan növesztik a szárcsomók közötti ízközoeket. Tehát a növekedési csomók a hajtást előre tolják.

Ez a növekedési módszer a föld alatti, sűrű közegben kevésbé eredményes, mert a hátulról tolt növekvő hajtás akadályba ütközne. Ezért a fa gyökerének csúcsa növekszik, megy előre. A növekvő hajtás csúcs közben helyet csinál a

mögötte lévő gyökérnek. Ez tökéletes föld alatt kifejlészthető növekedési módszer.

### A növekvő csúcs szerkezete

**A gyökér a föld alatti előrehaladásra alkalmas fúrószerkezetet hozott létre.**

A korona növekvő csúcsai a rügyek. A rügyek előre csomagolt hajtások virágok, virágzatok, melyeket csak ki kell csomagolni és fel kell nevelni. Ez a föld felett, a levegőben ellenállás nélkül megtehető, a föld alatt nem.

A növekvő gyökércsúcsnak a talaj ellenállásával meg kell küzdeni. Ezt a gyökércsúcs úgy tudja megoldani, hogy a gyökér előrehaladását végző osztódószöveteket a gyökér csúcsában helyezi el és annak védelmére egy olyan gyökérsüveget képez, mely nyálkás felületű és folyamatos kopásával, leválásával segíti az előrehaladást.

### Az elágazás módja

**A hajtás külső szövetekből a gyökér belső szövetekből ágazik el.**

A korona részét képező hajtás a hajtás felületi osztódó szöveiteiből ágazik el. Ez a gyökérnél, a nagy ellenállású talajban nem lenne eredményes megoldás.

Ezért az oldalgyökér a belső osztódószöveitekből alakul ki és mikor már az azt kifejlesztő gyökér felszínére ér, akkor már teljesérétkű gyökércsúccsal rendelkezik, mely segíti az előrehaladásban.

### Évgyűrű

**A gyökérben az évgyűrűk nehezen olvashatók.**

A gyökér farészének egész szövetszerkezete eltér a korona fásodott részeinek farészétől. A gyökér keresztmetszetében az évgyűrűk nehezen olvashatók (lásd 4. ábra), de legtöbb esetben nem is ismerhetők fel.



4. ábra: Gyökérkeresztmetszet

### Az élő és az élettelen sejtek aránya

**A gyökérben kevesebb az élő sejt, mint a hajtásban.**

Ezt könnyen megfigyelhetjük akkor, ha van módunk egy fa gyökeréhez hozzáférni. A gyökérzet olyan száraznak, élettelennek tűnik, a koronához képest.

### A rostasejt és az alapszövet aránya

**A gyökérben több alapszövet és kevesebb rostasejt található.**

A gyökérzetre a sűrű közegű talajban a hajlító és nyíró erő kevésbé hat, mint a korona részeire.

A gyökérnek leginkább a húzó erőnek kell ellenállni. Tehát kevesebb gyökérerősítő rostasejtekre van szüksége, mint a koronának.

### Geszt

**A gyökérben nincs geszt.**

A geszt a farész nem szállító és el nem bomló, belső fás szövete. Feladata a törzs hajlító és nyíró ellenállásának erősítése és a tápanyagok tartalékolása.

A gyökérnek nincs szüksége erre az erősítő szerkezetre, mert nem alakul ki olyan vastag gyökér és nem hat rá akkora hajlító és nyíró erő. A tápanyagok tartalékolását pedig meg tudja az alapszövetekkel oldani.

1. táblázat: A gyökérzet és a korona különbségei

gyökérzet	szervek és jelenségek	korona
föld alatt	a testrész helyzete	föld felett
a Föld középpontja felé	a növekedés iránya	a Föld középpontjától ellentétes irányban
kerüli	a fényhez való viszony	kedveli
nincs	levél	van
a csúcson	a növekedés módja	növekedési csomókban
fúró szerkezet	a növekvő csúcs szerkezete	rügy
belső	az elágazás módja	külső
nem jól látható	évgyűrű	jól látható
kevés	élő sejt	sok
sok alapszövet	a rostasejt és alapszövet aránya	sok rostasejt
van	geszt	nincs

### 2.1.2. A GYÖKÉRZET FELADATAI

#### A gyökérzet fő feladata a rögzítés és a tápanyag felvétele.

A fa tápanyaga a víz és a vízben oldott sók, amelyeket a gyökereknek el kell érni és felvenni. Természetesen a Teremtő nem hagyta cserben a fát, és e kettős feladat ellátásához egy tökéletes szerkezetet alakított ki. Gondoljunk bele, hogy a gyökérzetnek mekkora erővel kell a földbe kapaszkodni, hogy a sok esetben több tonnás fa ne dőljön ki! Pedig kerek e világon nincs a fáknál nagyobb tömegű növény. A mi éghajlatunkon a fák általában egy tízemeletes épület magasságát, 20-30 métert érnek el, de más földrészekon élnek ám magasabb, akár 100 méter magas fák is. A gyökérzetnek ezeket a hatalmas tömegű, igen magas óriásokat is meg kell tartani. A fáknak sok tápanyagra és vízre van szüksége. Ezt a nagy mennyiségű tápanyagot úgy kell a gyökereknek összegyűjteniük, hogy egyetlen lépést sem tudnak tenni annak irányába! Nézzük, hogyan képesek ilyen nagy tömeget a talajhoz rögzíteni és ilyen nagy táplálékigényt kielégíteni!

A gyökérzet a rögzítés és a táplálás fő feladata mellett más feladatokat is ellát. Ilyen feladat a tápanyagok raktározása, növekedési hormonok termelése, a tápanyag felvételt segítő vegyületek termelése. A gyökerek gyakran különleges feladatok ellátására módosulnak. Ilyen módosult gyökerek például a léggyökerek, raktározó gyökerek, élősködő gyökerek, gyökértövissek. Természetesen a faápolónak ezeket a gyökereket is illik ismerni.

#### 2.1.2.1. A RÖGZÍTÉS

##### A gyökérzet a fát két módszerrel rögzíti: ellensúlyozással és lehorgonyzással.

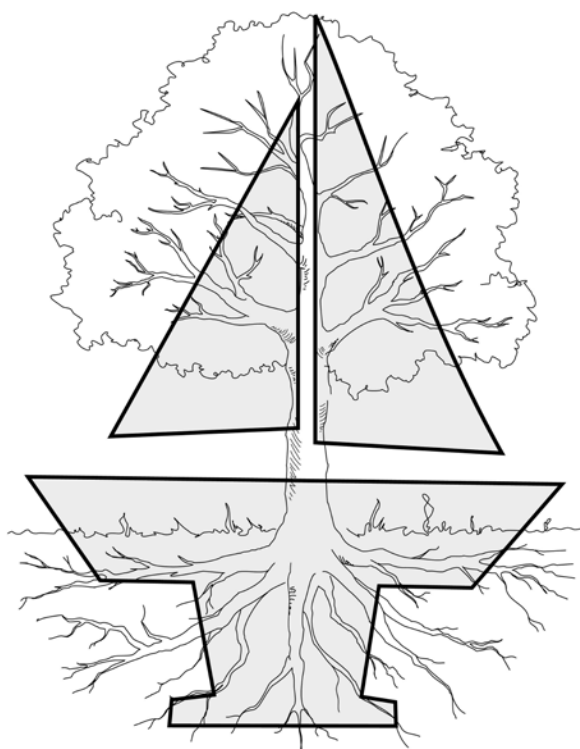
Egyébként a hajósok is eltanulták mindkét rögzítési formát. A fák hatalmas tömegük megtartásához általában mindkét módszert egyszerre alkalmazzák, de vannak olyan esetek, amikor csak az egyiknek jut nagyobb szerep.

A két módszer közötti fontos különbség, hogy míg a földlabda kialakításában a teljes gyökérzetnek feladata van, addig a lehorgonyzásban csak a fő gyökérágak kapnak szerepet.

2.1.2.1.1. Az ellensúlyozás

**A gyökérzet föld alatti tömegének akkorának kell lenni, hogy ellensúlyozza a fa föld feletti részeinek tömegét.**

Így van ez a vitorlás hajóknál is. A hajósok a vitorlára ható nagy erőt egyes hajótípusoknál úgy tartják egyensúlyban, hogy a hajótest aljára nagy nehezéket, tőkesúlyt erősítenek (lásd 5. ábra). Minél nagyobb a tőkesúly vagy minél mélyebben nyúlik a vízbe, annál stabilabb a hajó.

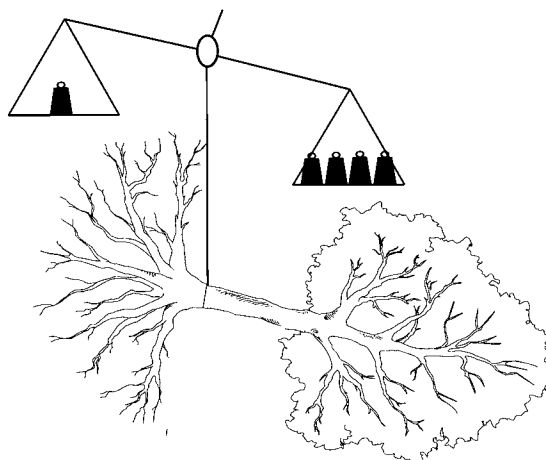


5. ábra: A fa tőkesúlya

**A csupasz gyökérzet (a behálózott talaj nélküli gyökérzet) tömege kisebb, mint a fa föld feletti részeinek tömege.**

A fa teljes tömegének csupán egynegyedét teszi ki a gyökérzet (lásd 6. ábra). Azt is könnyen meg lehet figyelni, hogy a gyökér általában ritkább szerkezetű, mint az ág, pedig a nehezebb fajlagos tömegű testrészeket nehezebb a magasba emelni.

**A fa a gyökereivel átszótt földlabdával növeli gyökérzetének tömegét.**



6. ábra: A csupasz gyökérzet és a földfeletti részek aránya

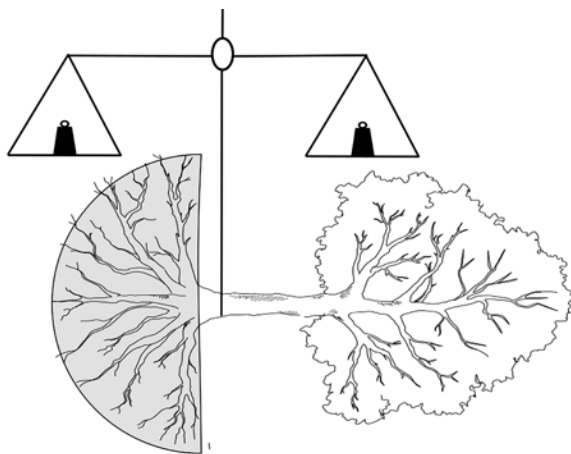
Ez a tömeg, a földlabda és a gyökérzet együttes tömege már meg tudja tartani a koronát (lásd 7. ábra).

Az ellensúly annál nagyobb, minél nagyobb a földlabda. A földlabda pedig éppen akkora, mint amekkora a gyökérzet mérete, szélessége és mélysége.

A földlabda laza homoktalajon nem mindig áll össze. A kötött talajon kialakult földlabda pedig sok víz hatására elúszhat fellazulhat, de a földlabdát egy főbb gyökér elszakadása vagy elvágása is széttörheti! Ezek a jelenségek a gyökérzet alapvető ellensúlyozó képességét csökkentik.

Hogy mekkora a fa földlabdájának mérete és milyen az állapota? Ezt nehéz kideríteni, mert még nincs olyan eszköz, mely a fa földlabdáját pontosan feltérképezné. Pedig a felderített gyökérzet mérete alapján az ellensúly tömege számítható lenne, amivel aztán a fa állékonyságát tudnánk pontosan meghatározni. Azonban a faápoló nem teljesen eszköztelen. Műszer hiányában is meg tudja becsülni a földlabda méretét és állapotát. A kutatásban segítenek azok a nyomok, melyekből a gyökérzet állapota kideríthető.





7. ábra: A földlabdával növelt gyökértömeg

**A földlabda vizsgálatokor a következőket kell figyelembe venni:**  
 – a gyökérzet terjedelmét,  
 – a talaj állapotát.

### A gyökérzet terjedelme

A gyökérzet terjedelme nagyjából megegyezik a korona terjedelmével. De csak nagyjából.

**Általában a gyökérzet sekélyebb és szélesebb, mint a korona!**

Ez azt jelenti, hogy a gyökérzet széle a csurgóvonalon túl ér. Ezt az általános megfigyelést hat tényezővel lehet pontosítani:

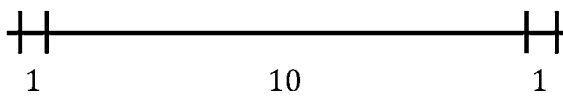
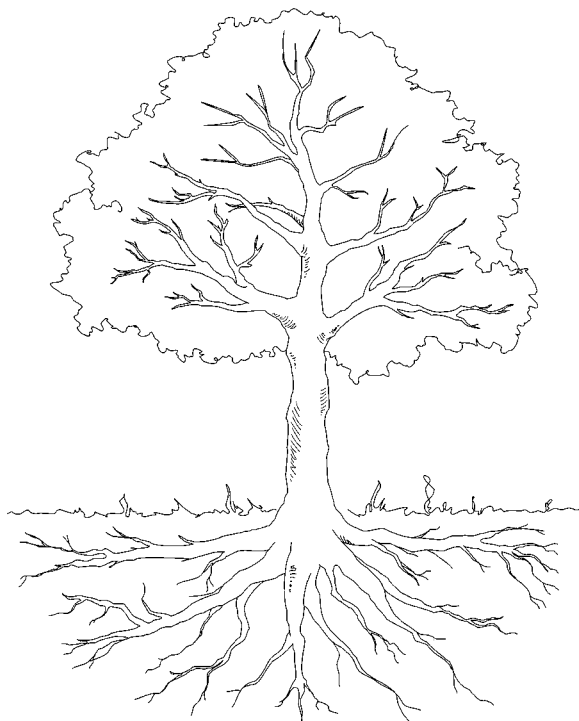
- a 10%-os eltéréssel
- a koronaformával
- a fa korával
- a faiskolai neveléssel
- az ültetés módjával
- és a fa élőhelyével

Vegyük is sorra ezeket!

### A 10%-os eltérés

**A gyökérzet 10%-kal szélesebb, mint a csurgóvonal.**

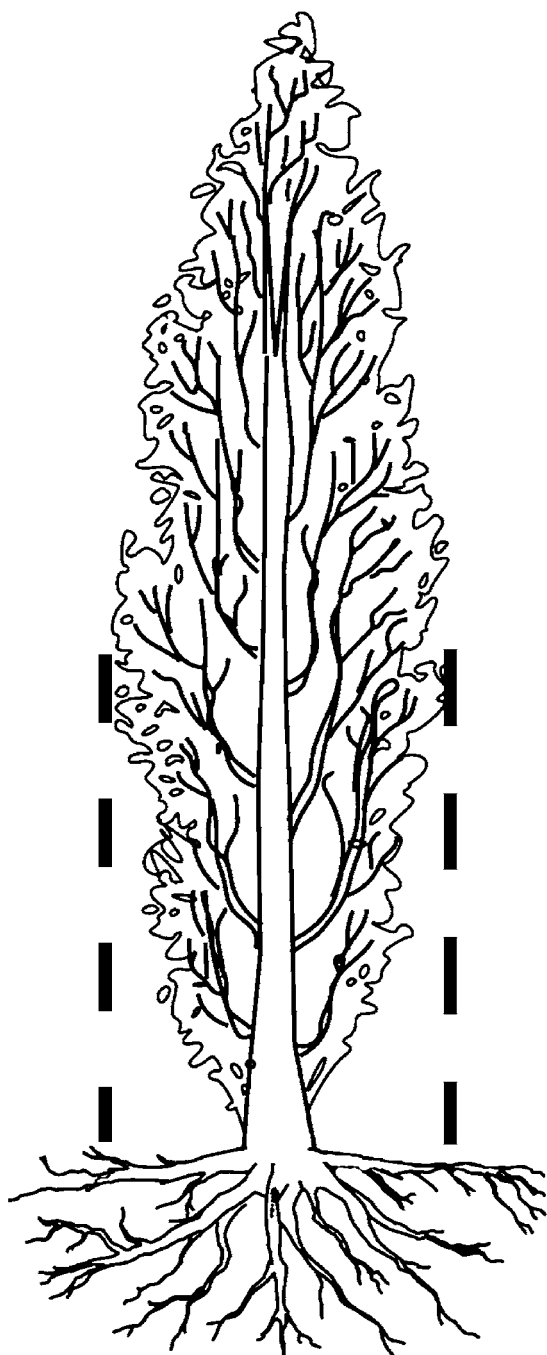
Például, ha a csurgóvonal a törzstől 10 méteres távolságban van, akkor a gyökérzet széle a törzstől 11 méter távolságban helyezkedik el (lásd 8. ábra).



8. ábra: A gyökérzet és a csurgóvonal aránya

### A koronaforma

Az átlagos, vagyis a csurgóvonalon 10%-al túlnyúló gyökérzet a természetes koronaformájú fákra jellemző. A kúpos, oszlopos koronájú fák gyökérzete nem igazodik a koronaformához. Az ilyen koronaformájú fák gyökérzet jóval terebélyesebb, mint a fa szűk csurgóvonala (lásd 9. ábra).



9. ábra: Az oszlopos koronafarmájú fa földlabdájá

### A különböző korú fák gyökérzete

A földlabda és a korona méretének aránya a fa korával változik. Megfigyelhető, hogy általában a növény föld alatti szervei fejlődnek előbb és a föld feletti szervek csak később. Így van ez már a kezdet kezdetén, a növény csírázásakor

is, amikor a gyököcske fejlődik ki előbb és csak azután a rügyecske. De így van ez az élő növények nyugalmi állapotának befejezésekor is. Tavasszal a gyökérzet tevékenysége kezdődik meg és csak aztán kezdenek a föld feletti részek ébredni. Általában elmondható, hogy a gyökerek járnak elől (lásd 10. ábra).

Ugyanez a jelenség figyelhető meg a fák egyedfejlődésénél is. A gyökerek járnak elől a fejlődésben, de a leépülésben is! Tehát az az általános elv, hogy a gyökérzet és a korona egyensúlyban van, csak a kifejlett fákra igaz. A fiatalabb fák gyökérzete a korona csurgójánál jóval terjedelmesebb, és az idős fák gyökérzete a korona csurgójánál kisebb is lehet.

### A faiskolában nevelt fák gyökérzete

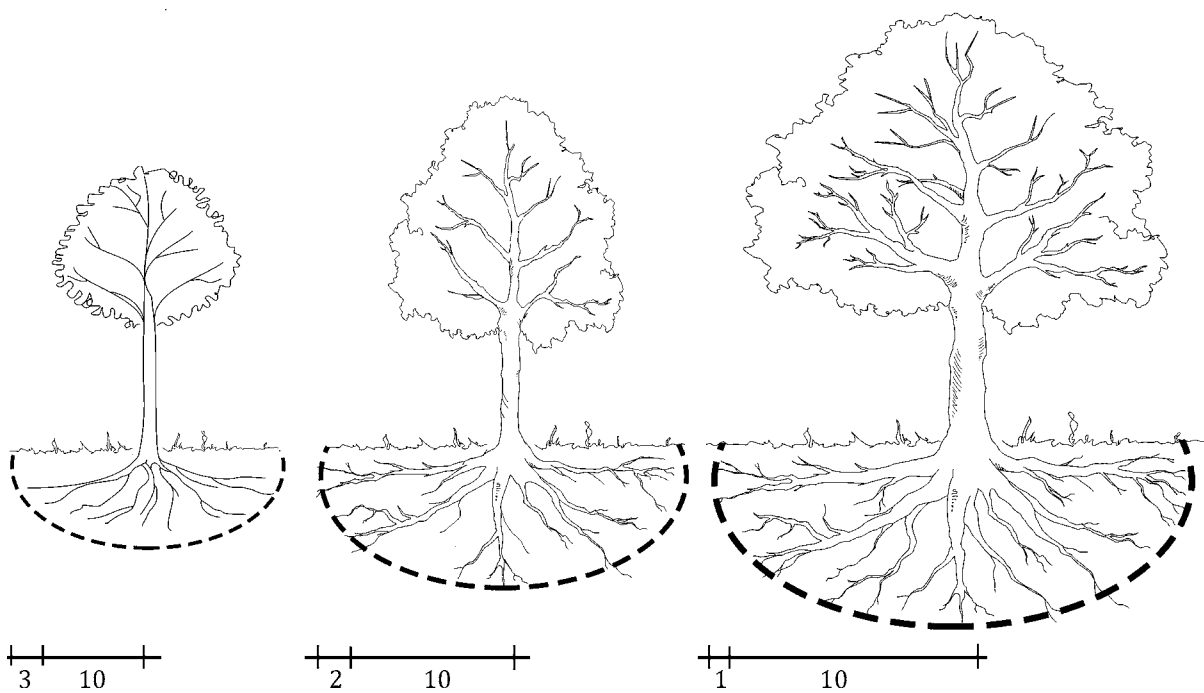
A faápolók gyakran találkoznak olyan fákkal, melyek faiskolában kezdték az életüket. Ezeknek a fának a gyökérzete nem természetes módon fejlődött, a természetben fejlődött fa gyökérzeténél jóval kisebb. A természetes gyökérzet-korona arány 8-12 év alatt áll helyre. Tehát a faiskolában nevelkedett fák 8-12 évig kisebb gyökérzettel rendelkeznek, mint a csurgóterület. Ezért is kell rögzíteni azokat a telepítés során (lásd 11. ábra).

### A gyökérzet mérete és az ültetési körülmények

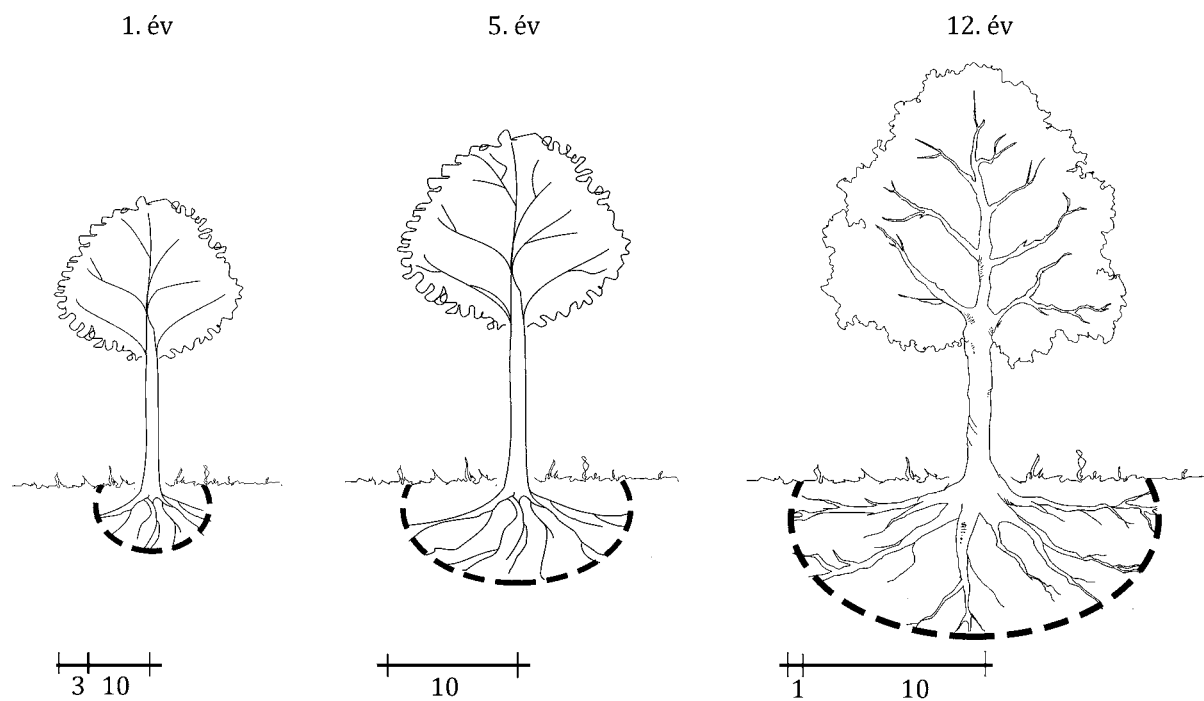
A gyökérzet akkor éri el a rendes méretét, ha fejlődéséhez megfelelőek a körülmények. Ha a fa ültetésekor az ültetőgödör mérete kicsi, ha a talaj nem tápdús, akkor a gyökérzet rendellenesen fejlődik, nem éri el a csurgóvonalat (lásd 12. ábra).

### A gyökérzet mérete és a fa élőhelye

A fa élőhelye is befolyásolja a földlabda méretét. Ha egy fa gyökérzete természetes körülmények között a csurgóvonalon túl terjedhet, akkor ugyanennek a fának a gyökérzete egy kertben, ahol kényeztetik, lehet nagyobb is ennél. Viszont egy parkban, ahol nincsenek számára megfelelő körülmények, ott lehet kisebb, de az utcán, sorfaként állva lehet jóval kisebb is (lásd 13. ábra).



10. ábra: A földlabda méretének változása az életkorral



11. ábra: A faiskolában nevelt fa földlabdája

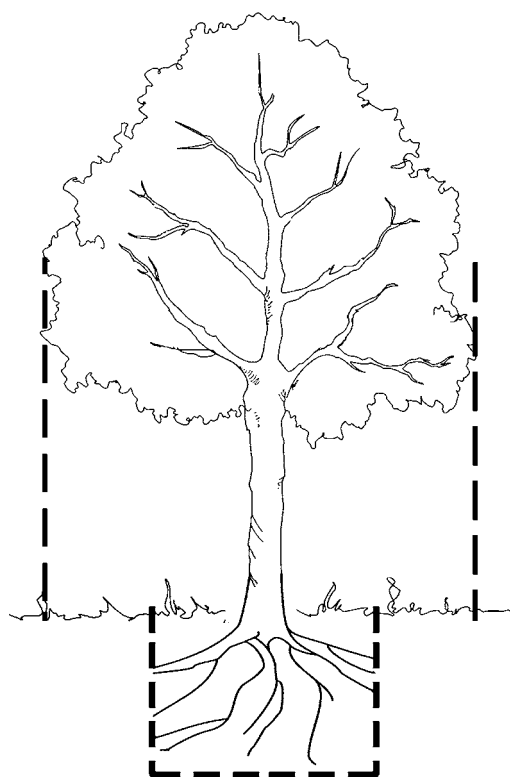
### A talaj állapota

Az adott terjedelmű és mélységű földlabda ellensúlyozó képességét nemcsak a gyökérzet terjedelme, hanem a talaj állapota is befolyásolja.

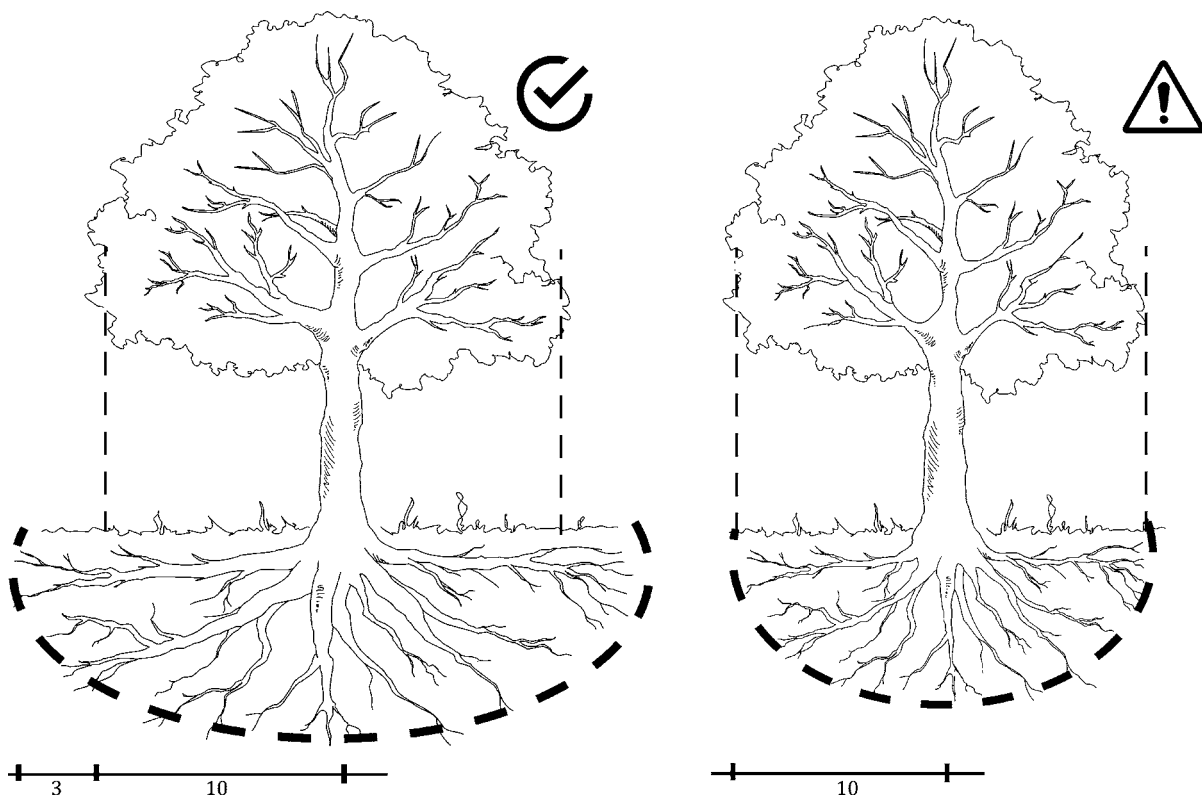
**A földlabda állapota a talaj kötöttségétől és nedvességtartalmától függ.**

A laza, homokos talajt a gyökérzet nehezen szövi össze tömör földlabdává. Ilyen esetben a gyökérzet nem tartja egyben a földlabdát. Ha a laza föld kicsúszik a gyökerek szorításából, akkor a földlabda nem áll össze ellensúlyozásra alkalmas tömeggé.

A nedves talaj a földlabdát szétmossa, megszünteti a fa ellensúlyozó képességét. A nedves, vizes körülmények még a jól egybeállt földlabdát is képesek szétmállasztani. Nagy esőzéseknel, áradásoknál az addig biztosan álló fák is veszélybe kerülhetnek.



12. ábra: A gyökérzet mérete szűk ültetőgödörben



13. ábra: A gyökérzet mérete a különböző élőhelyeken

2.1.2.1.2. A lehorgonyzás

A főbb gyökerek úgy tartják a fát, mint a hajót a horgonykötél (lásd 14. ábra). A horgonykötél egyik vége a víz mélyére vetett horgonyra van kötve, a másik vége a hajót tartja. A horgonykötél nem engedi a hajót a horgonytól elsodródni, de a hajó a horgony irányába szabadon mozoghat. Ha a kapitány ezt a mozgást is meg akarja akadályozni, akkor a másik irányba is kivet egy horgonyt. Pontosan így működnek a fa fő gyökérágai is. A fő gyökerek a horgonykötelek. Ahány fő gyökérága van a fának, annyi horgonykötél rögzíti.

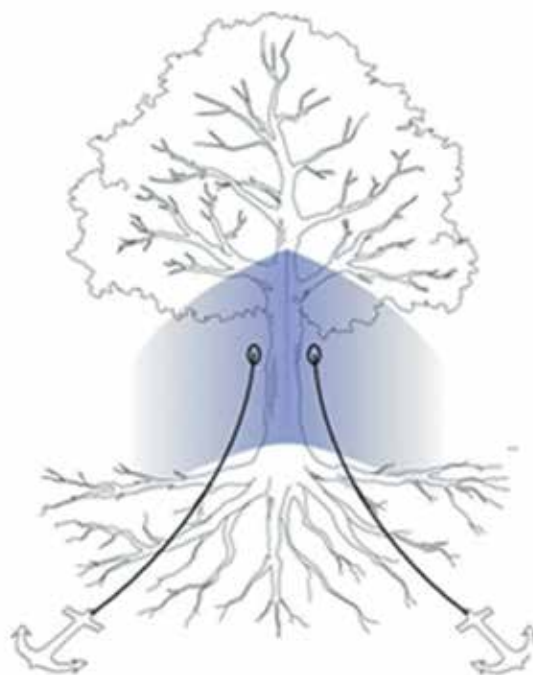
**A gyökér a fát inkább húzza és kevésbé támasztja!**

Tehát a gyökerek lehetnek húzó és támasztó gyökerek, attól függően, hogy adott pillanatban mely irányból dönti valami a fát (lásd 15. ábra). A fa rögzítésében a húzógyökereknek van nagyobb feladata.

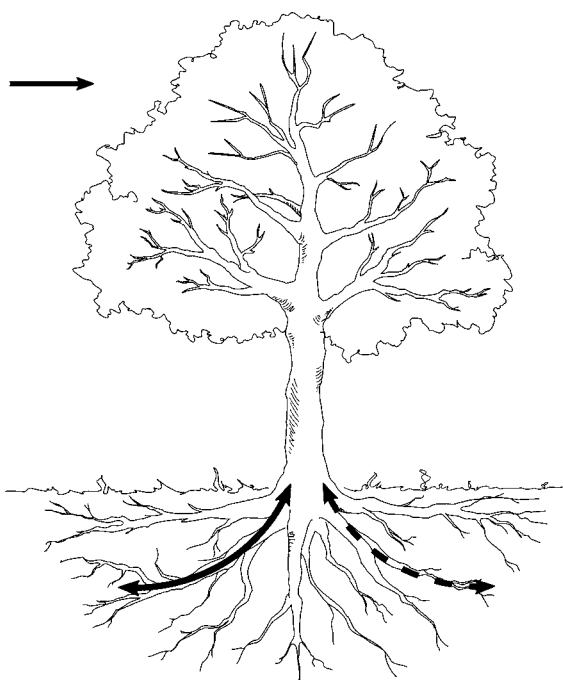
Hogy a húzógyökér mi módon látja el feladatát, az teljesen érthető, de hogy a támasztógyökér miért nem csuklik össze úgy, mint a kötélnyomók kezében a kötél, az már egy kis magyarázatra szorul. A fa támasztógyökérre azért tud támaszkodni, mert kissé merevebb, mint egy kötél, mely a kötélműzök kezében van vagy amelyik a hajót rögzíti. A támasztógyökér másik segítségével a közeg, melyben fekszik. Nem levegő és nem víz, hanem szilárd halmazállapotú talaj. Tehát ha a két végét összenyomjuk, akkor kissé meggyűrődik, de egy idő után biztosan tart. Csodásan megalkotott rendszer!

**Megkülönböztetünk húzott és nyomott oldalt, attól függően, hogy a fára az erő milyen irányból hat.**

A fa rendes esetben függőlegesen áll, súlypontja a gyökérnyak felett helyezkedik el. De előfordulhat, hogy a fa a súlypontjából kibillen. Az ilyen fát a faápolók *külpontosnak* hívják. Ennek több oka is lehet. A fát döntheti szél, nőhet ferdén vagy koronája lehet féloldalas. A fát döntheti a saját tömege vagy döntheti más külső erő (lásd 16. ábra).



14. ábra: A fa lehorgonyzása



15. ábra: A húzógyökér és támasztógyökér

Az erő iránya változhat ugyan, de azért legtöbbször egyirányú. Ilyen hosszan tartó, egy irányból ható erő az uralkodó szélirány, a régóta féloldalas korona vagy a ferde növés. A változó irányú erőknek a fa több horgonykötéllel áll

ellent. A fa akkor már nem dől el, ha legalább három fő gyökér horganyozza le! Természetesen minél több gyökér horganyozza le, annál biztosabban áll.

A horgonyzás annál erősebb, minél vastagabb a gyökér és minél messzebb nyúlik a fától.

A rejtélyek birodalmából sok árulkodó jel kerül a felszínre, melyből következtetni tudunk a horgonyzó gyökerekre. Ha a fát valami hosszabb ideig egy irányba nyomja, akkor gyökérzete ehhez alkalmazkodik. A húzott oldalán a gyökerek jobban megerősödnek, a nyomott oldalán mankóként a fa alá nőnek. A húzógyökér a gyökérnyaknál lécesen vastagodhat, ekkor a talajfelszín kidudorodik. A támasztógyökér a gyökérnyakon kis bemélyedést alakíthat ki. Vihar után a talaj repedései szintén jelzik a gyökerek helyét.

A gyökérzet mechanikai tulajdonságai a horgonyzáshoz alkalmazkodtak. A gyökér szakítószilárdsága jóval nagyobb, mint az azonos átmérőjű ágé, viszont a hajlítósilárdsága kisebb. A gyökér előbb törik el a hajlítgatás hatására, mint a húzáskor.

### 2.1.2.2. A TÁPLÁLÁS

A rögzítés mellett a gyökérzet másik feladata a táplálás. A táplálásához a gyökereknek a tápanyagokhoz el kell jutni, aztán azokat fel kell

venni, majd továbbítani a törzsbe. Ezenkívül a gyökérzet feladatot vállal a táplálék raktározásban is. Nézzük, hogyan oldja meg ezeket a feladatokat!

**A táplálás feladatai: a tápanyag elérése, felvétele, továbbítása a levelek felé és a táplálék raktározása.**

#### 2.1.2.2.1. A tápanyagok elérése

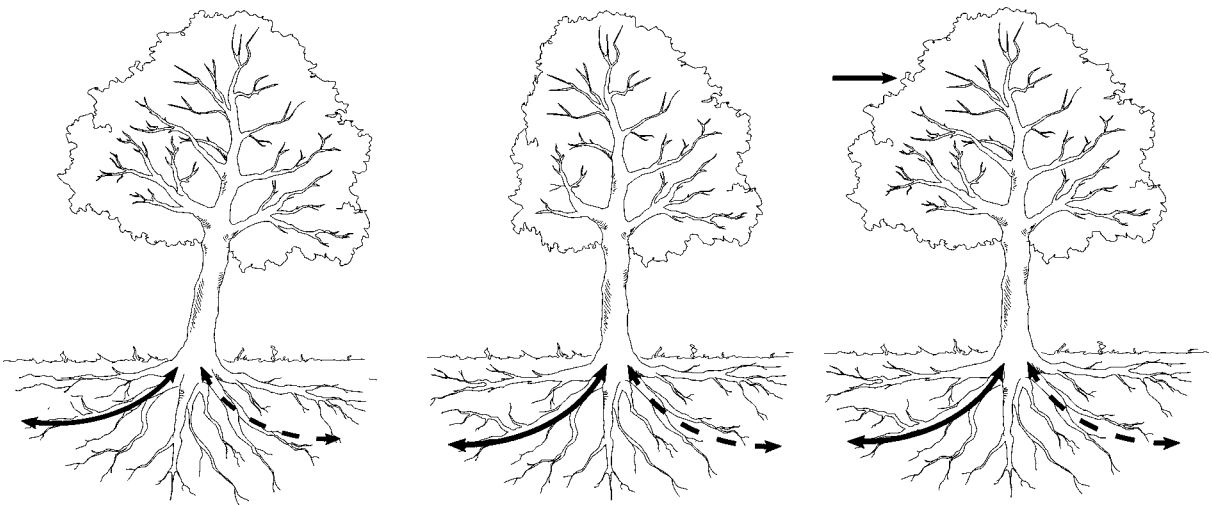
**A gyökérzet a fa növekedésével folyamatosan fejlődik, és egyre nagyobb és nagyobb területet hálóz be.**

Ezt úgy tudja megtenni, hogy a gyökerek a folyamatos hosszabbodásuk és vastagodásuk mellett még el is ágaznak. Így egyre nagyobb területet hálóz be és egyre nagyobb területről gyűjtik össze a tápanyagokat (lásd 17. ábra).

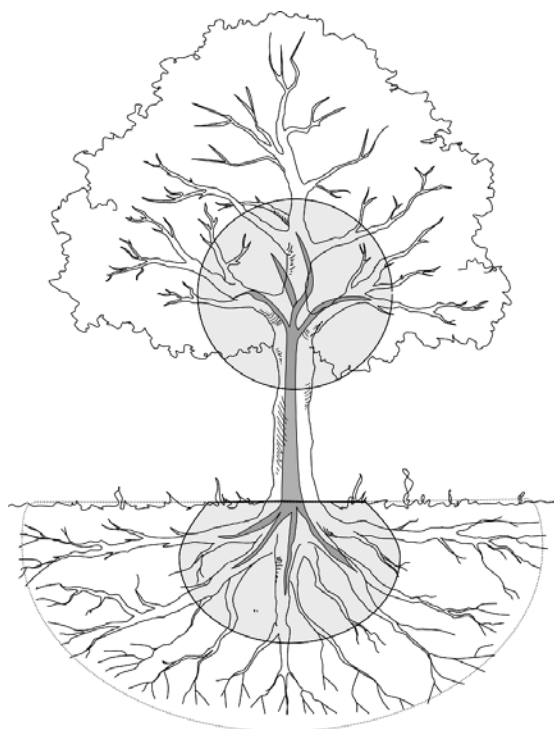
A tápanyagban dús, újabb területek meghódítására csak a gyökérzet teljes kifejlődéséig van lehetőség.

**A kifejlett fa gyökérzete már nem nő tovább, ezért újabb területeket nem tud behálózni.**

De a fa mégsem szenved tápanyghiányban! Tehát nem kell a gyökereknek folyamatosan újabb- és újabb területeket elérni a megfelelő mennyiségű tápanyagért.



16. ábra: A fát döntő erők



17. ábra: A gyökérszövet fejlődése

**A kifejlett fa gyökérszerve akkora területről gyűjti be az elégséges tápanyagot, amekkora terület, a minden évben megújuló tápanyagtartalmával, táplálni tudja a fát.**

A rendszer akkor működik jól, ha a talaj tápanyag-szolgáltató képessége elegendő a fa számára.

Ezek alapján könnyen megérthető, hogy a talaj víz-, levegő-, és tápanyagtartalma befolyásolja a gyökérszövet fejlődését, szerkezetét, és ezzel együtt a fa növekedését. A tápanyagban és vízben bővelkedő talajban a gyökérszövet lustán fejlődik, a gyökérszövet közelében marad. A tápanyagban és vízben szegény talajban, mint amilyen a városi környezet, a gyökérszövetnek gyorsan kell nagy területeket behálózni, hogy a megfelelő mennyiségű tápanyagot fel tudja venni.

#### 2.1.2.2.2. A tápanyagok felvétele

Ha a gyökérszövet a tápanyagokat elérte, akkor azokat fel kell vennie. A gyökérszövet a tápanyagokat felszívja. A sűrűn elágazó gyökérszövet haj-

szálgökereinek felszínén egyetlen sejtből álló gyökérszőrök vannak, melyek a tápanyagokat felveszik.

**Minél több gyökérszőrre van a fának annál több vizet és tápanyagot tud felvenni!**

Ezeket a sejteket nem vastag fal, hanem vékonyabb bőrszövet határolja azért, hogy a tápanyagfelvétel akadálytalanul megtörténhessen.

A gyökérszövetnek vizet és tápanyagokat kell felvenni. A tápanyagokat is vizes oldatban veszi fel. Tehát a gyökérszövet tápanyagfelvétele tulajdonképpen víz és vizes oldat felvétele.

**A tápanyagfelvétel folyadékszivattyúzás!**

**A sejtek vizes oldat felszívása részben fizikai jelenség:**

- duzzadás
- átáramlás (diffúzió)
- átszivárgás (ozmózis) részben élettani jelenség:
- sejt vízszívás (plazmolízis) gyökérgombák

#### Duzzadás

**A duzzadás egy visszafordítható térfogat növekedés.**

A tápanyag felvétel során a kevés vizet tartalmazó, összezsugorodott növényi kolloidok a vízmolekulákat nagy erővel magukhoz vonzzák és közben térfogatuk megnövekedik.

#### Az átáramlás (diffúzió)

Két eltérő töménységű oldat között megfigyelhető jelenség (lásd 18. ábra).

**Az átáramlásnál a hígabb oldat a töményebb felé áramlik, mindaddig, amíg az oldatok töménysége ki nem egyenlítődig.**

Tehát ha a talajoldat hígabb, mint a gyökérszövet sejtüregében lévő oldat, akkor a folyadék a gyökérszövet felé áramlik. Ha megfordul a helyzet, és a talajoldat, például sózás miatt, töményebbé válik, akkor az áramlás megfordul, a növény folyadékot veszít. A gyökérszöveti folyadékuk töménységét szabályozni tudják úgy,

hogy a vízben tartalék tápanyaikkal fokozni tudják az oldat töménységét!

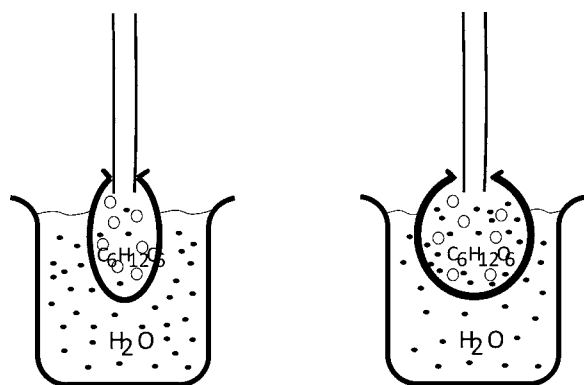


18. ábra: Eltérő töménységű oldatok áramlása

### Átszivárgás (ozmózis)

**Az átszivárgás (ozmózis) az eltérő töménységű folyadékok féligáteresztő hátyán keresztüli áramlása.**

A jelenséget a 19. ábra ábrázolja. Márpedig a gyökérszőrők sejtfa hátya féligáteresztő hátya. A hátya a vizet és a vízben oldott sókat szabadon hagyja áramolni, de a nagyobb méretű molekulák már nem férnek át a nyílásain, azokat már nem ereszti át. Ha a sejtnevedüregben lévő oldat töménysége nagyobb, mint a talajoldaté, akkor a víz és a sóoldat a sejtfa hátyán keresztül a sejtbe áramlik. Ott a vizet megkötő fehérjék és zsírok felületén megkötődik. Ezzel a sejt térfogata jelentősen megnövekedik. Nemcsak a víz mennyiségének mértékével nő, hanem a vizet megkötő molekulák mérete is terebélyesebb lesz. Ezért a sejt megduzzad.



19. ábra: Ozmózis

A duzzadt sejt a sejtfa hátyára nyomást gyakorol (ozmózis, ozmotikus nyomás).

A folyadékáramlás és az átszivárgás (ozmózis) segítségével a halott gyökerek is képesek lennének a tápanyagot felvenni. Az ábrák azt szándékoztak érzékeltetni, hogy mindkét fizikai folyamat élettelen közegben is lejátszódik.

Ellenben az élő fa sokkal nagyobb szívóerővel rendelkezik! Tehát az élő sejtek nagyobb erővel szívják fel a folyadékot, mint az élettelen sejtek az átáramlás (diffúzió) és az átszivárgás (ozmózis) segítségével. Ez a többlet a sejtek szívóereje. Ez jelentősen megnöveli a fizikai vízfelvétel erejét.

### Sejt vízszívás (plazmolízis)

**A sejt saját mozgatóerejével (energiájával) történő vízfelvétele, mely a sejtüreg (vakuólum) és a sejtállomány (plazma) térfogatváltozásával jár.**

### Gyökérgombák (mikorrhizák)

Sok fánál a tápanyagfelvételt a gyökérgombák, közismert, idegen nevükön mikorrhizák segítik.

**A fák és a tápanyagfelvételt segítő gyökérgombák együttműködése a kölcsönös előnyökre épül.**

**A gyökérgombák felveszik a tápanyagot és továbbítják a fának és ezért kész táplálékot kapnak cserébe a fától.**

Egyes, gyökérgombák gombafonalai nem hatolnak be a gyökérbe. Ezeket felszíni gyökérgombáknak, idegen szóval *ektomikorrhizának* nevezik. Ilyenkor a fa is rendelkezik felszívó gyökerekkel. Ebben az esetben valóban csak segítségről van szó. Egyes gyökérgombák gombafonalai azonban a gyökérbe hatolnak, vagy a gyökérsejtek belsejébe, vagy a sejtek közötti állományba. Ezeket pedig belső gyökérgombáknak (*endomikorrhizáknak*) hívják. Mint ahogy a természetben már megszokhattuk vannak olyan gyökérgombák, melyek a két típus között átmenetet képeznek.

A gyökérgombák egy része egy meghatározott fajhoz kötődik, tehát vannak olyan gyökérgombák, melyek csak egy faj gyökerével



élnék együtt. És vannak olyan gyökérgombák is melyek több fajon, sőt vannak olyanok, melyek nagyon sok fajaj gyökerével képesek együtt élni.

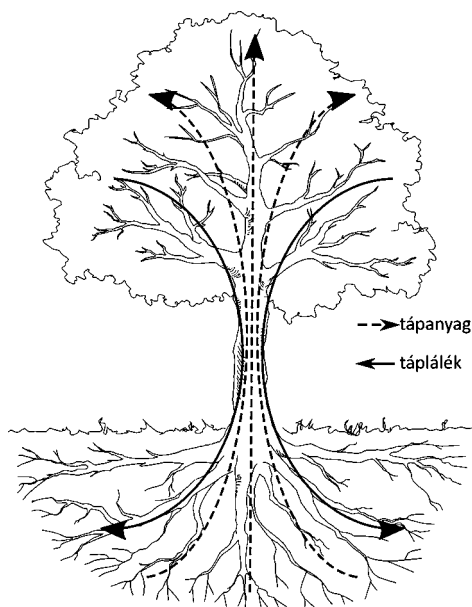
Lehetnek belső és külső gyökérgombák, egy vagy több fajt kedvelő gyökérgombák, egy biztos, hogy kísérletekkel kimutatták, hogy minél több gyökérgomba található egy fa gyökerén, annál jobb a fa tápanyagellátása.

Felhívom a figyelmet arra, hogy a gombafonal jóval vékonyabb, mint a gyökérszőr, ami nagy előny az olyan sűrű közegben való előrehaladásnál, mint a talaj.

A gyökérgombáknak van még egy nagyon hasznos tulajdonsága: a gyökérgomba fonala több fával is kapcsolatot tart. Amíg egy fa gyökérszőre nem ér hozzá a másik fához, addig a gyökérgomba fonala akár több fával is érintkezhet egyszerre. Ez lehetőséget ad arra, hogy a gyökérgomba fonalakon keresztül az egymás mellett álló fák a gyökérszónában is kapcsolatot tartsanak egymással.

### 2.1.2.2.3. A tápanyag és a táplálék szállítása

A felvett vizet és benne oldott tápanyagokat a gyökereknek a törzsbe kell szállítaniuk, a koronából érkező, kész szerves vegyületeket pedig a gyökérzetben szét kell osztani (lásd 20. ábra).



20. ábra: A tápanyag és táplálék szállítása

**A szállítás két irányú, tápanyag a gyökerektől a korona felé áramlik, a táplálék a koronától a gyökerek felé áramlik.**

### A tápanyag szállítása

Ezt a tápanyagszállítást a gyökérzet úgy szervezi, mint a folyó a vízszállítást a tenger irányába. Egy jelentős különbséggel, míg a folyó mindig lefelé folyik, addig a tápanyagot általában felfelé kell nyomni.

**A tápanyag szállítása a gyökértől a korona felé történik.**

A legnagyobb szállítási távolság a gyökerek vége és a korona csúcsa között van. Ez egy húsz méter mélyen gyökerező és száz méter magasra ágaskodó fánál 120 m szintkülönbség! Figyelemre méltó teljesítmény ilyen magasra folyadékot felemelni.

Itthon azért általában alacsonyabb fákkal találkozunk, de a 10 méter mély gyökerű és 30 méter magas fának is 40 méteres emelési magasságot kell leküzdenie!

Eddigi ismereteink szerint e nagy teljesítmény elérésében két erő munkálkodik, a korona szívóereje, melynek fő mozgató rugója a párologtatás és a gyökér nyomása.

A gyökérszóna szélén kis átmérőjű gyökerecskék szállítanak, aztán ezek összefolyásánál már vastagabb, de kevesebb számú gyökér szállítja a tápanyagokat, míg végül az áramlás 3-20 fő gyökérben fut össze. Ez azt jelenti, hogy a gyökérzet felszívó zónája a fa csurgóvonalá közelében található, a szállító és rögzítő zónája a törzshöz közelebbi részen helyezkedik el (lásd 21. ábra). Ez a szállításra tökéletesen kialakított szerkezet. A törzs közelében lévő vastagabb gyökerek már nemcsak a rögzítésben és tápanyag szállításában, de a raktározásban is jelentős szerepet vállalnak.

Az oldat szállítása az erre a célra kialakított szállítószövet-rendszerben történik. A szállító edénynyalábok szállításra átalakult sejtek összefüggő láncolatai, melyekben az oldat folyamatos folyadékoszlopot alakít ki. Ha a rendszer

megsérül, akkor a folyadék „megszökik” és a szállítási pálya megszakad. A gyökerek vagy a korona metszési munkái során a szállítási pályát megrövidítjük. Ha a törzset sértjük meg, akkor a szállítási pályát megszakítjuk. A tápanyagok áramlási sebessége a fa szállítóedényeiben 50 m óránként, tehát egy 30 méter magas fa egy óra alatt juttatja célba a felvett tápanyagot.

### A táplálék szállítása

A víz és a benne oldott ásványi sók szállításával ellenkező irányú.

#### A táplálék szállítása a koronából a gyökér felé zajlik.

A korona külső szélén elhelyezkedő levelekben előállított táplálékot a fa a legmélyebben lévő gyökerekhez is eljuttatja. A szállítást végző hánccselemek itt is a szerteágazó rendszerből futnak össze. A koronából a koronaalap irányába igyekeznek, ahonnan aztán a szállító edénynyalábok a törzsön át a gyökérnyakba vezetik a táplálékot. A gyökérnyakból a szállító pályák szintén szétágnak a gyökércsúcsok felé.

A szerves vegyületek szállításnál a fának könnyebb dolga van, az oldat lefelé áramlik. Nehezebb is lenne a táplálékot a fa koronájába szívni, mert sokkal sűrűbb folyadék, mint a víz és az oldott ásványi sók.

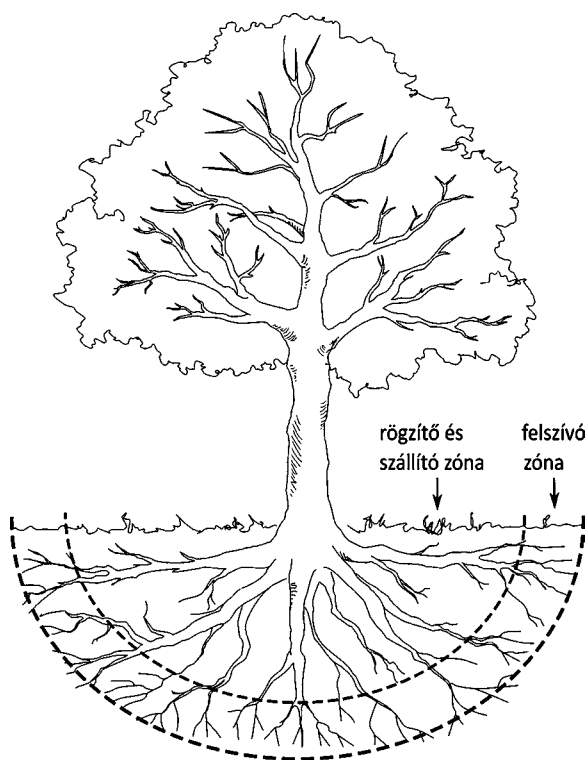
#### 2.1.2.2.4. A táplálék raktározása

A raktározás a gyökérzet táplálkozással kapcsolatos harmadik alapeladata. A mérsékelt éghajlati övezetben a tavaszi felmelegedéskor a talajélet indul be először, majd csak azt követően a növények kihajtása. Tehát a lombhullató növények esetében a gyökereknek tavasszal úgy kell elkezdeni a munkát, hogy nem tudnak a levelekből táplálékhoz jutni, mert azok még nem is hajtottak ki. Ilyenkor a fa a tartalékaiból, többek közt a gyökér-tartalékaiból él.

**A tartalékok a vastagabb gyökerek alapszöveiteiben raktározódnak.**

Tehát pontosítani kell a gyökerek felszívó és kapaszkodó zónájának rajzát, felszívó, kapaszkodó-raktározó zónára. Az alapszövetükben elsősorban cukor és keményítő raktározódik.

Ez a rendszer minden gyökérzetnél működik, de vannak olyan fák, melyek kimondottan raktározó gyökereket növesztenek. Ezek a raktározásra módosult gyökerek.



21. ábra: A gyökérzet felszívó és rögzítő zónája

### 2.1.3. A GYÖKÉRZET SZERKEZETE

A faápoláshoz elengedhetetlen a gyökérzet felépítésének ismerete, de a felépítés mellett a gyökerek szöveti szerkezetét is ismerni kell.

#### 2.1.3.1. A GYÖKÉRZET FELÉPÍTÉSE

A gyökérzet felépítése hasonlít a korona felépítéséhez (lásd 2. ábra). A vastag növényi részek mindkét testrésznél egyre vékonyabb részekre ágaznak el. A fa a föld alatt azonban ezt a

## 2. A FA FŐ RÉSZEI

szerkezetet más módon alakítja ki, mint a föld felett. A föld feletti hajtásrendszer elágazásai szárcsomóknál és rügyeknél fejlődő hajtásokkal alakul ki.

**A föld alatti gyökérzetben nincsenek szárcsomók és nincsenek rügyek!**

**A gyökérnél mindig a gyökércsúcs növekszik és a gyökér elágazási övében kihajtott gyökerekkel ágazik el.**

Csak a visszavágott vagy megsérült gyökér hajlandó gyökércsúcs nélkül elágazni.

### 2.1.3.1.1. A gyökérzet hosszanti tagolódása

**A gyökér hosszanti tagolódásánál öt különböző övet különböztetünk meg.**

Az övek feladatai is és szövetszerkezete is eltér.

**Ilyen övek:  
védőöv,  
osztódóöv,  
megnyúlási öv,  
felszívóöv,  
elágazási öv.**

A gyökér hosszanti szerkezetét megvizsgálva egy tökéletes élő fúrószerkezetet fedezhetünk fel.

### Védőöv vagy gyökérsüveg

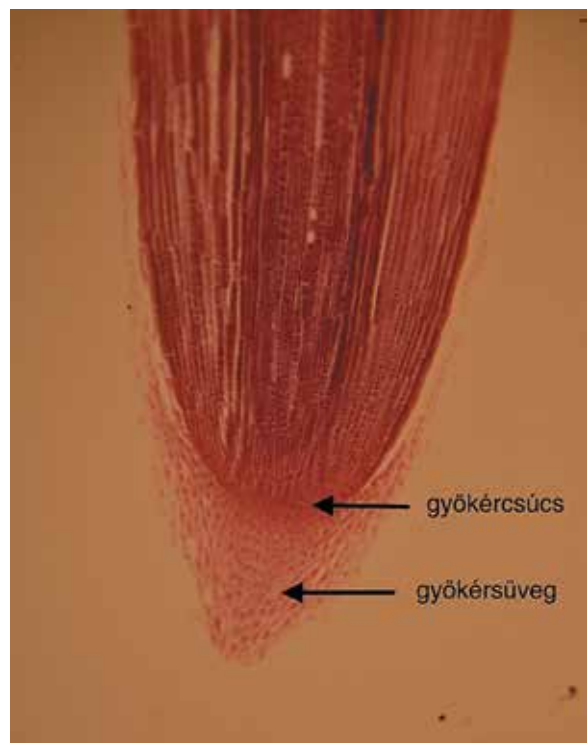
**A gyökér legvégét a gyökérsüveg (kaliptra) fedi (lásd 22. ábra).**

**A gyökérsüvegnek három feladata van, egyrészt védi a mögötte lévő gyökércsúcsot, másrészt segíti a gyökér előrehaladását a talajban, harmadrészt pedig segíti a tájékozódást.**

A gyökérsüveget képző, több sejtsorba rétegződött alapszövet talajjal érintkező, legkülső sejtszelei a talajszemcsékben elakadva leválnak a csökérsüvegről, elhalt állapotukban teljesen nyálkássá

válnak és így segítik a gyökércsúcs előrehaladását a talajban.

A gyökérsüveg másik feladata a nehézségi erő irányának érzékelése. A gyökérsüveg sejtek a vízben oldódó cukorból oldhatatlan, szilárd keményítő szemcséket (sztatolitok) képeznek. Ezekre a keményítő szemcsékre is hat a nehézségi erő, és ezért, mint egy nehezék, mindig a sejt legalacsonyabb pontján helyezkednek el. A keményítő szemcsék nyomást gyakorolnak a sejtüreget körbe vevő sejtmembránra, ami a növekedési szabályzó vegyületet (auxint) mozgósítja.



22. ábra: A gyökércsúcs felépítése

### Osztódóöv

Az osztódóöv a gyökércsúcs része, közvetlenül a védőöv mögött helyezkedik el (lásd 22, 23. ábra). Ebben a gyökércsúcsban találhatóak az osztódószövetek, melyek a gyökér sejtjeit fűzik le.

### Megnyúlási öv

A megnyúlási öv az osztódóöv felett helyezkedik el (lásd 23. ábra). Ebben az övben a gyökércsúcs osztódószövetei által képzett sejtek elkezdnek megnyúlni és a különböző feladatokhoz alkal-

mazkodni, különböző növényi szövetekké válni. Az osztódóöv sejtei megnyúláson mennek át.

### Felszívóöv

A felszívóöv a megnyúlási öv felett helyezkedik el (lásd 23. ábra). A felszívóövben már a gyökér különböző szövetei teljesen kialakulnak. Megjelennek a bőrszövet nyúlványai a gyökérszőrök, melyek a vízben oldott tápanyagok felszívását végzik.

A gyökérszőrök a bőrszöveti sejtek kitüremkedései. A gyökérszőrök ezért soha nem ágaznak el. A gyökérszőrök átmérője 10-15 mikrométer, hossza 0,5–0,1 mm. Mivel a gyökérszőrök a bőrszövet nyúlványai, ezért rendkívül sérülékenyek. Könnyen kiszáradnak és elfagynak.

### Elágazási öv

Az elágazási öv a felszívóöv felett helyezkedik el (lásd 23. ábra). Az elágazási övben jelennek meg a gyökér oldalképletei. A gyökér belső részén elhelyezkedő gyökér másodlagos osztódó szövete (periciklus, pericyclus) hozza létre a gyökér oldalsó elágazásait.

Az oldalgökér képző sejtek először oldalgökér kezdeményeket hoznak létre. Ezeknek az oldalgökér kezdeményeknek nagyobb része nem fejlődik oldalgökérré, hanem a gyökéren belül maradvá megáll a fejlődésben és, mint a törzsön az alvó rügyek, csak adott körülmények között fejlődik tovább.

Azok az oldalrügy kezdemények, melyek oldalgökérré fejlődnek mire a gyökér bőrszövet felszínére kerülnek, már teljesen kifejlett szövetszerkezettel rendelkeznek. Az oldalrügyek csökércsúcsán már kialakul a gyökérsüveg is. Ez elengedhetetlen a talajban való fejlődéshez.

## 2.1.3.2. A GYÖKÉR SZÖVETSZERKEZETE

A gyökér szövetei a feladat elvégzéséhez, a tápanyagfelvételhez és rögzítéshez alakultak ki. A szöveti szerkezetük egy-két különbséget leszámítva megegyezik a föld feletti részek szöveti szerkezetével. A különbségek abból adódnak, hogy a gyökérnek sűrű közegben kell növekedni és feladatát ellátni.

A szöveti szerkezetben ilyen különbség a gyökérnél **a bél hiánya**, melynek oka nagy valószínűséggel az, hogy a föld alatt a gyökér szöveteire nagyobb nyomás helyeződik. Ezért az első év szállító elemei összenyomódnak.

**A gyökérben nem alakul ki geszt.**

Tehát az elhalt faszállító-elemeket a gyökérben a fa nem tartósítja, nem veszi igénybe a szerkezet erősítéséhez. Ennek oka az lehet, hogy az elágazó gyökerek mindig sokkal vékonyabbak, mint az egy szál törzs. Tehát nem egyetlen tartó oszlop szilárdságát kell erősíteni, hanem több tartó kötelet lehet kifejleszteni.

**A gyökérben nagyobb az élő sejtek száma.**

**A gyökérben több az alapszövet és kevesebb a gyökér szerkezetét erősítő rost.**

Ennek oka az lehet, hogy a föld alatt a gyökérre nem hat olyan nagy hajlító erő.

Mivel a gyökér felépítése és növekedése is hasonló, mint a törzsé, ezért ugyanúgy évgyűrűk képződnek benne, mint a föld feletti részekben.

**A gyökérben az évgyűrűk nem vehetők ki egyértelműen.**

A gyökér vastagsági növekedése is kisebb, mint a föld feletti részeké.

**A gyökérben az évgyűrűk vékonyabbak.**

A gyökér folyton nő és vastagodik. A növekedés a tenyészőcsúcs, a vastagodás az osztódógyűrű (*kambium*) feladata. A fiatal és a megvastagodott gyökér szöveti szerkezete eltér egymástól. Érdemes mindkét szerkezetet megvizsgálni.

### 2.1.3.2.1. A gyökér elsődleges szövetszerkezete

A több évig élő növényeknél, mint a fáknál megkülönböztetjük az első évben kialakult elsődleges

## 2. A FA FŐ RÉSZEI

szöveti szerkezetét a megvastagodott részek másodlagos szöveti szerkezetétől. Így van ez a növény gyökerénél és száránál is.

**Az elsődleges szöveti szerkezet az első évben kialakult szövetszerkezet.**

**Az elsődleges gyökér három fő részét különböztetjük meg:**

- elsődleges bőrszövet
- elsődleges kéreg
- központi henger

### Az elsődleges bőrszövet

Az elsődleges bőrszövet a tenyészőcsúcs bőrképző (*dermatogén*) szövetéből keletkezik.

**Az elsődleges bőrszövet csúcs felett néhány milliméterrel kezdődik és csupán néhány centiméter hosszan borítja a gyökereket (lásd 23. ábra).**

**Az elsődleges bőrszövetnek a védelem mellett a tápanyagok felszívása a feladata.**

Ez a szövet téglalap alakú, vékony falú sejtekből áll. A sejtjeinek falán nem alakul ki fedőréteg (*kutikula*) és nincs gázcserenyílás (*sztóma*) sem. A sejtek szorosan egymáshoz simulva védik a gyökér felületét. Az elsődleges bőrszövet ezen építőelemei csak a védelmet szolgálják.

**A tápanyagok felszívását a gyökérszőrök végzik.**

**A gyökérszőrök az elsődleges bőrszövet egyrétegű sejtjeinek megnyúlt sejtjei (lásd 24. ábra).**

A gyökérszőr sejtek vékony falúak. Sejtjeik állományára (*plazmája*) sűrű és a sejtmag a gyökérszőr csúcsi részén helyezkedik el. A sejt másik végén, a bőrszövet felőli oldalon a sejtüreget vékony sejtállomány fogja körbe. A gyökérszőrök keresztmetszete henger alakú, átmérőjük 12–15 mikrométer, hosszúságuk 0,5–10 mm. A felszívás elősegítése érdekében savakat, például szén-savat választanak ki.

**A rövid életű gyökérszőrök 36-40 óra alatt érik el teljes fejlettségüket.**

Gyökérszőre nem minden fának van.

**A fenyőfélék gyökereiben hiányzik a felszívási öv. A fenyőféléknél a tápanyagok és a víz felvételét a gyökérgombák végzik.**

### Az elsődleges kéreg

**A bőrszövet mögött helyezkedik el az elsődleges kéreg.**

A bőrszövet mögött elhelyezkedő elsődleges kéreg (*cortex, kortex*) a gyökér átmérőjének jelentős részét teszi ki (lásd 23., 24., 25. ábra).

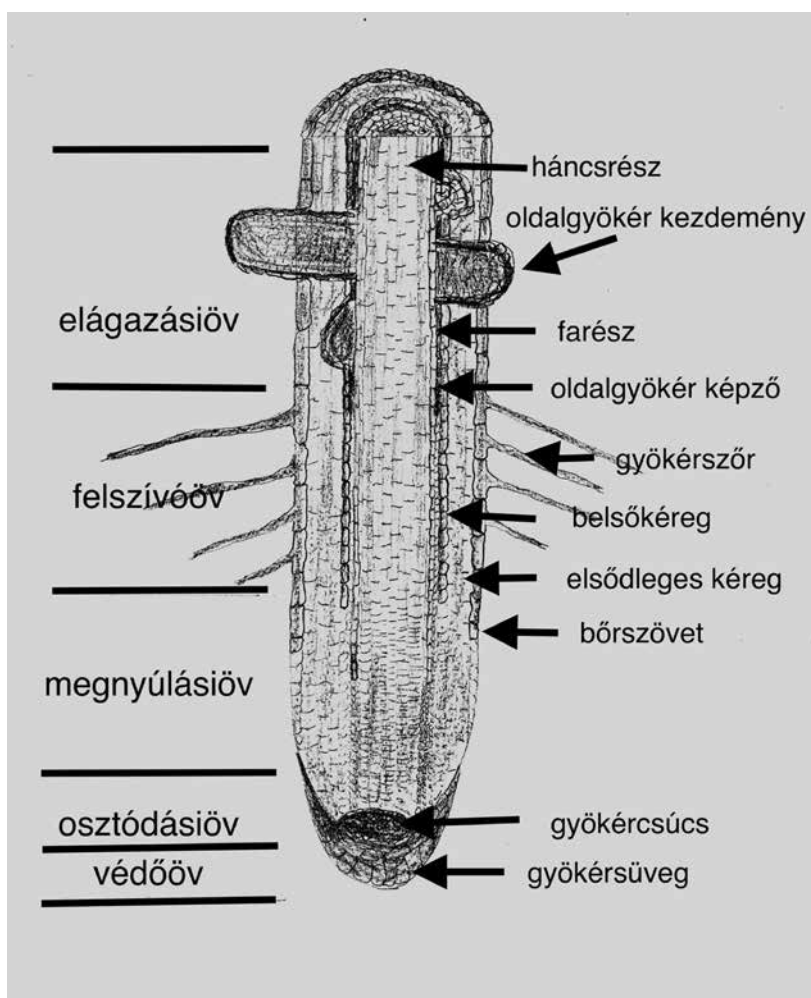
**Az elsődleges kéreg feladata a gyökérszőrök által felvett tápanyagok szállítása.**

Legnagyobb részben 3-8 sejt sor, gömbölyű, vékony falú alapszövet sejtekből áll, melyek között táj sejt közötti járatok vannak. Az elsődleges kéreg bőrszövet felőli oldalán a bőrszöveti sejtek leszakadásának hatására a külső sejt sorok fala elparásodik, amivel a belső szövetek védelmét továbbra is biztosítja.

**Az elsődleges kéreg bőrszövet felőli, elparásodott pár sejt sorát külső kéregnek (*exodermis*nek) hívjuk.**

**Az elsődleges kéreg legbelső sejt sora a kéreghatár (*endodermis*) (lásd 23., 24., 25. ábra).**

A belső kéreg sejtjei egy sorban állnak, kisebbek és sejt faluk jellegzetesen megvastagodott. Ráadásul a szorosan egymás mellé rendeződő sejtek sugár irányban elhelyezkedő oldalán a sejt falak elparásodnak, úgynevezett Caspary-csíkot alakítanak ki. Ennek a szövetnek a feladata a gyökérszőrök által felszívott vizes oldat megsűrűsítése, hogy a kéreghatár mögött lévő szállítóelemekbe már csak megsűrűsített oldat kerüljön be.



23. ábra: A gyökér övei

## A központi henger

**A központi henger (sztéle) a gyökér legbelső része.**

A központi hengert is három különböző részre lehet tagolni:

- külső rétegre,
- edénnyalábokra,
- alapszövetre.

(Lásd 23., 24., 25. ábra).

**A központi henger legkülső sejtstörja az oldalgyökér képző (perikambium) (lásd 23. ábra).**

Ez egy általában egy sejtstörjából álló másodlagos osztódószövet, melynek az oldalgyökér képzés mellett a gyökér másodlagos vastagodásában van feladata.

**Az oldalgyökér képzőn belül helyezkednek el az egyszerű fanyalábok.**

A központi hengerbe ágyazva helyezkednek el az egyszerű fanyalábok és az egyszerű hánccsnyalábok, melyek a tápanyag és táplálék szállítás feladatát látják el.

Tehát a vízben oldott sók felszívása a meg nem vastagodott, elsődleges szövetstörjékű gyökér gyökérszörjein keresztül történik. A gyökérszörök által felszívott anyagok a gyökér szövelein keresztülhatolnak és végül bekerülnek a központi henger faszállító edényeibe. A felvett, vízben oldott sókat a gyökér szöveitei megszűrrik. Tehát a vízben oldott sókból tápanyagot szűrnek ki, mielőtt a faelemekbe kerülnének.

## 2. A FA FŐ RÉSZEI

A gyökérszőrök által felszívott vízben oldott sók három különböző útvonalon juthatnak el a faelemekhez (lásd 24. ábra):

- sejt közötti állományos szállítás (*apoplasztikus transzport*),
- sejtállomány hálós szállítás (*szimplasztikus transzport*),
- sejtes szállítás.

### 2.1.3.2.2. A gyökér másodlagos szövetszerkezete

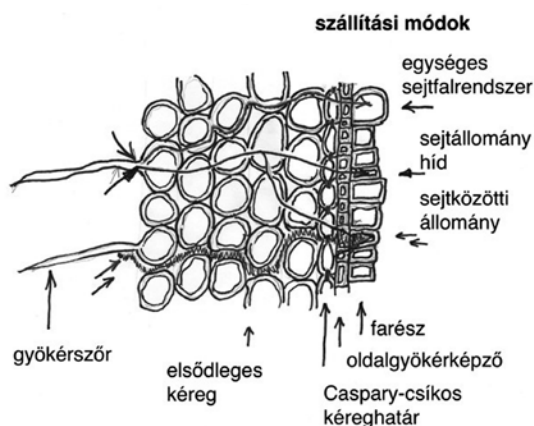
**A másodlagos szöveti szerkezet a második évtől kialakult, megvastagodott szöveti szerkezet.**

Az a gyökérszakasz, melynél az elsődleges szövetszerkezet alakul ki, a gyökér csúcsának csak néhány centiméteres része! Csak néhány centiméter, de igen fontos néhány centiméter. A felszívás és az elágazás néhány centimétere.

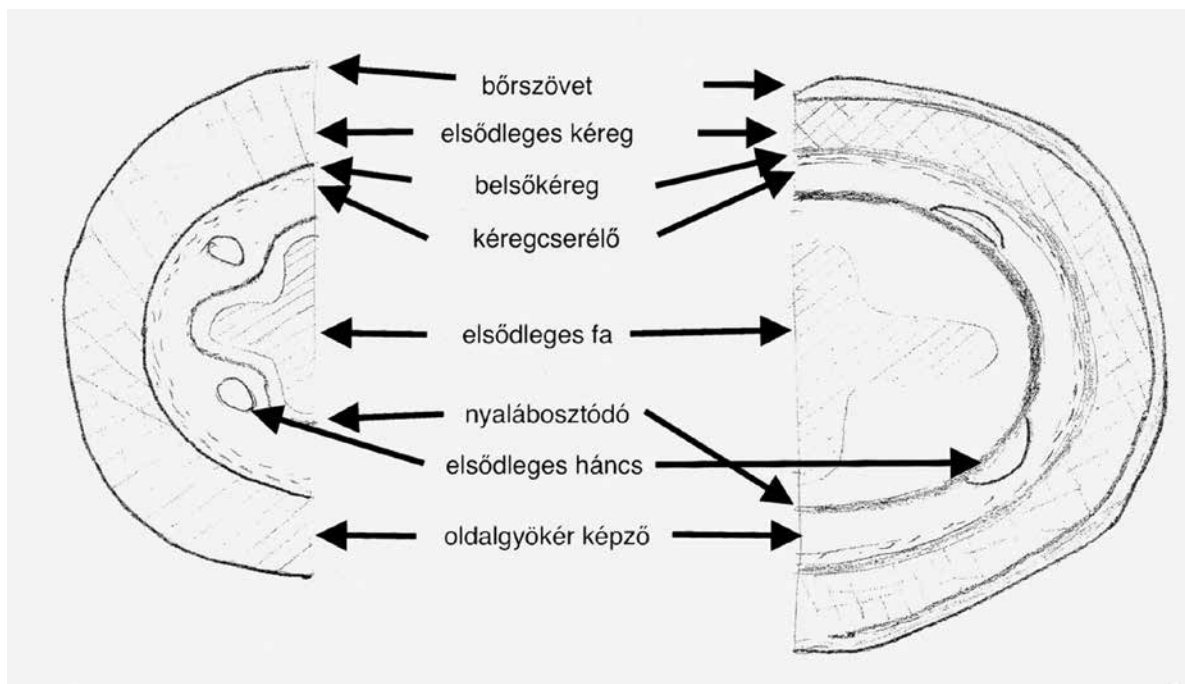
E szakasz fölött az egyre jobban elágazó gyökerek a szállítást csak nagyobb keresztmetzetű szállítópályákon tudják megoldani. De a föld feletti, fejlődő részeket, az egyre nagyobb méretű fát csak egyre erősebb, vastagabb gyökérzet tudja megtartani. Ezért a gyökérzet állandóan vastagodik, erősödik.

A fák gyökérének állandó vastagodását egy keresztmetszetben gyűrű, térben pedig henger alakú szállítószövet végzi. Az elsődleges gyökér bélszövetében a fa- és háncs edénnyalábok között jön létre az először hullámos, majd a fanyalábok vastagodásával szabályos gyűrűvé formálódó osztódó szövet (lásd 25. ábra).

A megvastagodott gyökér fateste lazább szerkezetű, mint a földfeletti részek fateste. Általában az évgyűrűhatár sem olyan éles, mint a törzsben.



24. ábra: Gyökérszőrök által felvett vízben oldott sók útja a gyökér szövetein keresztül



25. ábra: A gyökér elsődleges és másodlagos szövetszerkezetének összehasonlítása

## 2.1.4. A GYÖKÉRSZET FELÉPÍTÉSE

A gyökérszet a fa egész gyökérrendszere, a gyökér pedig a gyökérszet része a szakirodalomban. Többféle osztályozás ismert. Azért érdemes ismerni ezeket, mert mindegyik előfordul a szakirodalomban.

### 2.1.4.1. GYÖKÉR OSZTÁLYOZÁSA

**A gyökérszet részeinek is többféle felosztása ismert.**

**A gyökerek a következők szerint osztályozhatjuk: botanika szerint, elágazás szerint, mérete szerint.**

#### 2.1.4.1.1. A gyökér osztályozása a botanikában

**A gyökérszet részei a növénytan szerint (lásd 26. ábra):**

- főgyökér
- mellékgyökér
- hajszálgyökér

A főgyökér kora akár a fa korával is megegyezhet. A fa legvastagabb, legerősebb gyökerei, melyek a fa rögzítésében játszanak szerepet.

A mellékgyökerek kora változó. Lehetnek közel olyan idősök, mint a főgyökér, lehetnek pár évesek is. A mellékgyökerek legfontosabb

szerepe a talaj behálózása és mellette részt vesznek a fa rögzítésében is.

A hajszálgyökerek általában egy évig működnek. Tehát a hajszálgyökér rendszerét minden évben kifejleszti a fa. A hajszálgyökerek a tápanyagfelvételt szolgálják, rajta helyezkednek el a gyökérszőrök.

#### 2.1.4.1.2. A gyökér osztályozása elágazás szerint

A faápolók a gyökérszet részeit az elágazások rendjében osztályozzák. Ez alapján lehet pontos utasítást adni például egy gyökérkezelési eljárásban.

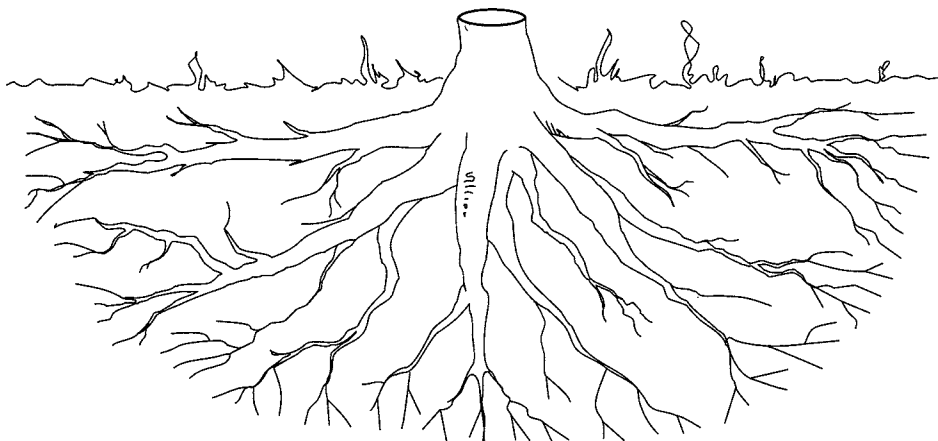
**A gyökérszet részei a faápolók körében:**

- I. rendű gyökér
- II. rendű gyökér
- III. rendű gyökér
- IV. rendű gyökér
- IV. rendű gyökér

Lásd a 26. ábrát.

#### 2.1.4.1.3. Gyökér osztályozása mérete szerint

A külföldi faápolási szakirodalomban elterjedt a gyökérszet méret szerinti csoportosítása. E csoportosítás szerint a gyökérszet egyes részei jól beazonosíthatók, de az azonos csoportba tartozó gyökerek természetük szerint lehetnek különbözőek is.



26. ábra: A gyökérszet részei (a: főgyökér, b: mellékgyökér, c: hajszálgyökér, I.: elsőrendű gyökér, II.: másodrendű gyökér, III.: harmadrendű gyökér)



**A gyökerek e szerinti csoportjai a következők.**

**A méret a gyökér átmérőjét adja meg:**

- **vastag gyökér: 5 cm-nél nagyobb**
- **durva gyökér: 2-5 cm**
- **vékony gyökér: 0,5-2 cm**
- **finom gyökér: 0,1-0,5 cm**

### 2.1.4.2. GYÖKÉRZET OSZTÁLYOZÁSA

A fák gyökérzetének osztályozása több szempont szerint történhet. Én az alábbi osztályozásokat ismertetem:

- keletkezés szerint
- formája szerint
- feladata szerint

#### 2.1.4.2.1. Gyökérzet osztályozása keletkezés szerint

**A gyökérzet keletkezése szerint az alábbi három csoportba soroljuk:**

- **főgyökér-rendszer**
- **mellégyökér-rendszer**
- **járulékos gyökér**

#### Főgyökér-rendszer

##### *(allorrbizás gyökérrendszer) felépítése*

A kétszikűekre jellemző gyökérrendszer. A gyökérzet központi tengelye a gyököcske folyamatos növekedésével alakul ki. Ezt főgyökérnek hívjuk. Ha a főgyökér vékony, 1 cm átmérőjű, akkor orsógyökérnek hívjuk, ha vastag, akkor karógyökérnek. A főgyökér mindig a Föld középpontja fele nő (*geotropizmus*).

A főgyökérből elsőrendű gyökérágak, oldalgyökerek ágaznak el. A gyökérágak elhelyezkedése szerint az alábbi típusokat különböztetjük meg:

- alsó elágazású (dendroid): a gyökérágak a gyökér csúcsa körül alakulnak ki,
- felső elágazású (thamnoid): gyökérágak a talaj felszínéhez közel alakulnak ki,

– középső elágazású (átmeneti): gyökérágak a gyökér közepe táján alakulnak ki.

Az elsőrendű gyökérág növekedése a főgyökérre ferde irányú (*plagiotropos*).

Az elsőrendű gyökérágak másod-, harmad-, negyedrendű elágazásokkal fürtös gyökérágakat alakítanak ki. A másod-, harmad-, negyedrendű elágazások abban is különböznek a főgyökértől, hogy nem a Föld középpontja felé nőnek.

A hajszálgökér sosem ágazik el.

#### Mellégyökér-rendszer felépítése

##### *(homorrbizás mellégyökér-rendszer)*

Ez a gyökérzet az egyszikűekre jellemző.

A gyökér fejlődésének kezdeti szakaszán a főgyökér növekedését befejezi és helyette több, egyforma erősségű áltengely alakul ki.

A mellégyökérzet gyökerei nem feltétlenül a gyököcskéből, hanem a középső szikszárból (*mezokotilból*), vagy hajtástengely alsó szártagjaiból képződnek. Ezt a gyökérképződési módot eltérő gyökérképződésnek (*heterogén radikáció-nak*) nevezi a növénytan.

A mellégyökerek ortotroposan, azaz nem a föld középpontja felé fejlődnek.

#### Járulékos gyökerek (*adventív gyökerek*)

Azt a gyökeret, mely nem a sziknövény valamely részéből származik, hanem a csírázás után a növény gyökerén kívüli bármely testrészen jön létre, járulékos gyökérnek hívjuk. Tehát a fa törzséből vagy koronájának részéből fejlődött gyökér a járulékos gyökér. A járulékos gyökér keletkezése eltér a rendes gyökér keletkezésétől, de feladata ugyanaz, mint a rendes gyökérnek, a tápanyagfelvétel és a rögzítés.

Járulékos gyökér például a törzsben vagy koronában képződött légygyökér.

#### 2.1.4.2.2. Gyökérzet osztályozása formája szerint

A régi növénytani leírások a gyökérzet három formáját különböztetik meg, a karógyökérzetet, a szívgyökérzetet és a tányérgyökérzetet. Újabban a faápolás amerikai, angol és német szakirodal-

mában a régebbi három gyökérzet forma mellett megjelent egy újabb gyökérzet forma is, a tányér gyökérzethez közel álló, leereszkedő (*sinkler*) gyökérzet forma is. Ennek a gyökérzet formának a rajza és leírása, sőt még egy fényképe is megtalálható Andrew D. Hironis és Peter A. Tomas által írt *Applied Tree Bilology* könyv 152. oldalán.

**Tehát a gyökérzet formája szerint megkülönböztetünk:**

- karógyökérzetet
- szívgyökérzetet
- tányérgyökérzetet
- leereszkedőgyökérzetet

### Karógyökérzet

A karógyökérzetet fejlesztő fáknál a törzs a földfelszín alatt, függőlegesen lefelé, karóyszerű főgyökérben folytatódik. A főgyökérből oldalgyökerek ágaznak el, melyek jelentősen vékonyabbak, mint a főgyökér (lásd 27. ábra). Ilyen gyökeret fejleszt a jegenyefenyő, dió, gesztenye, erdei fenyő, fiatal duglászfenyő, vörösfenyő, szil, tölgy, almafélék.

### Szívgyökérzet

A gyökérzet több, egyforma vastag, függőleges főgyökérből áll, melyek sűrűn elágaznak. A gyökerek egy szív alakú, tömör gyökérrendszert képeznek (lásd 27. ábra).

A legtöbb lomblevelű faj ilyen gyökérzettel rendelkezik.

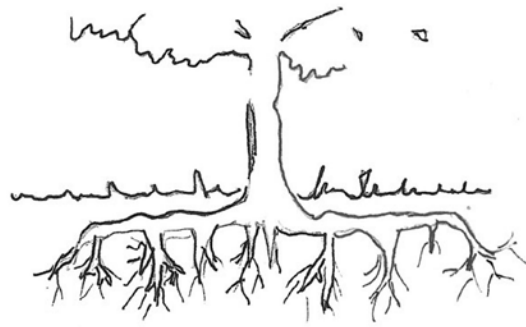
### Tányérgyökérzet

A tányérgyökérzet jellemzői a csaknem vízszintesen futó fő gyökérágak, melyekből függőleges oldalgyökerek ágaznak le (lásd 27. ábra).

Az erdei fenyő, a bükk ilyen gyökérzetet fejleszt. A közönséges lucfenyő is ilyen gyökérzetet nevel nagyon mély vagy nagyon magas talajvízszintnél.

### Leereszkedőgyökérzet

A leereszkedőgyökérzet is a tányérgyökérzetre jellemző, csaknem vízszintesen futó fő gyökérágakból áll, melyekből függőlegesen nem oldalgyökerek, hanem erős gyökerek ágaznak le (lásd 28. ábra).



28. ábra: Leereszkedőgyökérzet

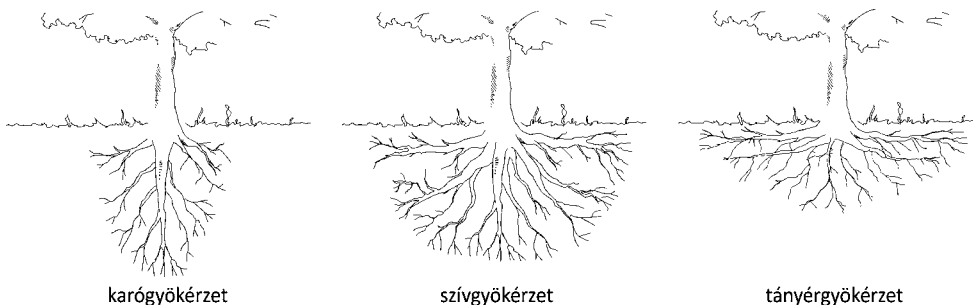
#### 2.1.4.2.3. Gyökérzet osztályozása feladata szerint

**A gyökereket feladatuk szerint két csoportba soroljuk:**

- rendes gyökér
- módosult gyökér

Rendes gyökerek azok, amelyek az alapfeladatokat, a tápanyagok felvételét és a rögzítést látják el.

A módosult gyökerek működése az alapfeladattól, a tápanyagfelvételtől és a rögzítéstől eltér. A módosult gyökér keletkezése lehet a három típus bármelyike.



27. ábra: Gyökérzet típusok

### Támasztó gyökerek

A folyamatosan vízzel borított területen álló, mocsári fáknál alakulnak ki. A fellazult talajban a gyökérzet nem tudja a földlabdát összefogni és a gyökérzetet ellensúlyként működtetni. A fa kiegészítő megoldáshoz folyamodik, támasztó gyökereket fejleszt (lásd 29. ábra).



29. ábra: A *Pandanus tectorius* támasztó gyökerei

### Légző gyökér

Szintén a vízzel borított, mocsaras területek fáinál alakul ki. A víz kiszorítja a talajból a levegőt, amit a fák a légző gyökereken keresztül pótolnak. A légző gyökerek növekedése a rendes gyökerekkel ellentétesen, a föld felszíne felé irányul. A gyökér szövetszerkezetében gazdag sejtközötti rendszer alakul ki, mely a szervek átszellőzését biztosítja. Többek mellett a virginiai mocsárciprus (*Taxodium distichum*) fejleszt légző gyökereket. Ilyen légzőgyökeret fejlesztenek a *Ficus* nemzetség fajai is (lásd 30. ábra).

### Gyökértövis

Egyes pálmák oldalgyökereit védi a kártevőktől. A gyökércsúcs egyes korlátozott növekedésű oldalgyökereken szilárdító sejtekből áll, hegyes, kemény.

### Sugárgomba csomók (mikodomácium)

A gyökéren a gyökérgümőkhoz hasonló módosulások jönnek létre kezdetleges sugárgombák hatására. Ebben a gümőben nitrogén megkötő élőlények vannak. A keskenylevelű ezüstfa és az enyves éger gyökéren találunk ilyeneket.



30. ábra: *Ficus bengaliensis* légzőgyökerei

#### 2.1.4.2.4. Gyökérzet osztályozása favédelem szerint

A favédelem területeket határoz meg. Tehát a talaj felszínén jelöl ki területeket a fa közelében. Ezen terület alatt elhelyezkedő gyökérzetet soroljuk különböző osztályokba. Ez azért alakult így ki, mert a favédelem védendő területekről szól. A favédelemnél területeket kellett kijelölni, melyek pontosan meghatározhatóak és kimérhetőek. Ráadásul 2019-ben megszületett a favédelmi szabvány, melybe csak pontos mérték kerülhetett be, amit egy élőlény esetében nehéz meghatározni.

**A favédelem a gyökérzetet az alábbi osztályokba sorolja:**

- favédelmi terület
- csurgóterület
- statikai védőzóna

**A favédelmi terület meghatározásának három esete lehetséges:**

- rendes koronájú fa
- oszlopos koronájú fa
- rendellenes koronájú fa

### A csurgóterület

A fogalmakat nem sorrendben tárgyaljuk. A csurgóterület a faápolás alapfogalma.

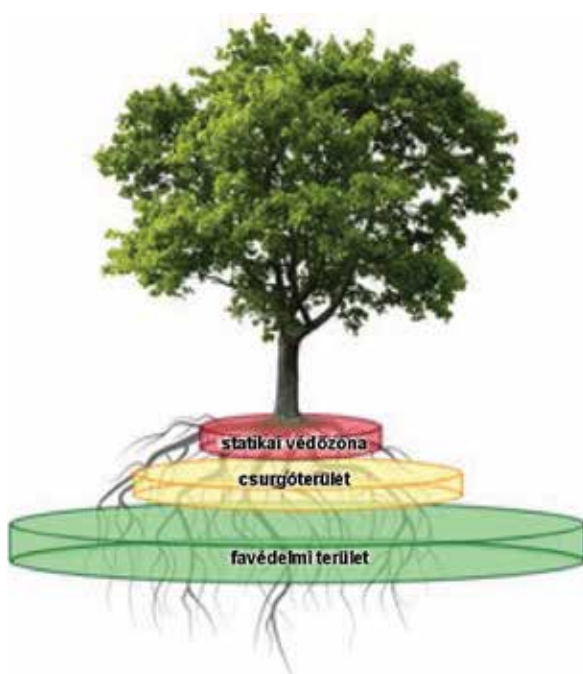
**A csurgóvonalal körbe határolt terület. A csurgóvonal pedig a korona talajra rajzolt vetülete.**

**A rendes koronájú fa favédelmi területe a csurgóvonalnál 1,5 méterrel nagyobb sugarú kör.**

**Az oszlopos koronájú fa favédelmi területe nagyobb, pontosan 5 méteres sugárral nagyobb, mint a csurgóvonalat 1,5 méterrel meghaladó sugarú kör.**

A csurgóterület tehát mindig a korona méretétől függ (lásd 31. ábra).

**A rendellenes koronájú fa csurgóvonalát egyedi módon kell meghatározni.**



31. ábra: A gyökérzet osztályozása favédelem szerint

### Favédelmi terület

A favédelmi szabvány az alábbi módon határozza meg a fogalmát:

*„Általános esetben a fa csurgóterület sugarát 1,5 méterrel meghaladó sugarú, kör alakú terület, amely a fajtától és a korona alaktól függően eltérhet.”*

Azt feltételezzük, hogy a gyökérzet nagy része a favédelmi terület alatt helyezkedik el (lásd 31. ábra).

Ilyen rendellenes koronája lehet a megdőlt vagy féloldalas fának.

A szabvány használja még a favédelmi zóna fogalmát: *„A statikai védőzónát, a csurgóterületet, és a favédelmi terület magába foglaló védendő terület.”* Ez a fogalom megegyezik a favédelmi terület fogalmával.

### Statikai védőzóna

A favédelmi szabványban található fogalom-meghatározás: *„A fa statikai egyensúlyának megtartására szolgáló gyökérzet és a gyökérzettel átszótt talajfelszínre vetített terület. A mérete a fa középpontjából húzott kör területe, melynek átmérője a törzsmérő kilencszerese.”*

Azt feltételezzük, hogy a statikai védőzóna alatt vannak a fának azok az erős gyökerei, melyek még képesek megtartani a fát (lásd 31. ábra).

**A mérete az egy méter magasságban mért törzsmérő kilencszerese, amely gyakorlati tapasztalatok és külföldi szakirodalom alapján került meghatározásra.**

A statikai védőzóna mérete a törzsmérő függvénye. Tehát nincs mód például gallyazással a méretét megváltoztatni, ahogy az esetleg a favédelmi területnél lehetséges lenne. És a statikai védőzóna mérete nem függ a korona típusától és rendellenességeitől.

Mivel területét a fa középpontjába helyezett zsinórral nem tudjuk kitűzni, ezért a gyakorlatban a sugárhoz viszonyított méretmeghatározás terjedt el, miszerint a statikai védőzóna sugara a törzs 1 méter magasságban mért sugarának 4,5-szerese. Tehát egy méter átmérőjű fa, fél méteres sugarú törzséhez, négyszer hosszabb, tehát 4 méter hosszú zsinórt kell tenni, amivel meg tudjuk rajzolni a statikai védőzónát határoló kör területét.

### 2.1.5. A VÁROSI FÁK GYÖKÉRZETE

**A városi fák gyökérzete más,  
mint az erdei fáké.**

Az erdei és a városi fák gyökérszerkezete hasonló, de a gyökérzet mérete és formája már más. A növénytanban és ezek alapján az előző fejezetekben leírt gyökérzetméretek és formák csak a természetes környezetben nevelkedett fákon számon kérhetők. A városi fák gyökérzete ettől eltérő.

A gyökér növekedését az örökletes tulajdonságok és a környezeti feltételek határozzák meg. A fák örökletes anyagában rögzült, a gyökér növekedését meghatározó parancsok a leghatékonyabb gyökérzetet hozzák létre. De a fáknak, mint minden életképes élőlénynek, megvan az a képessége, hogy a környezeti feltételekhez alkalmazkodjanak. Így van ez a fák gyökerével is.

**A városi fák gyökérzete a környezethez  
alkalmazkodott.**

A környezethez alkalmazkodáson kívül a városi fák gyökérzetét a faiskolai nevelés is nagyban befolyásolja.

A faápolót a fák gyökérzetének alábbi nagyon fontos tulajdonságai érdeklik, melyek nagyban különböznek a városi és az erdei fáknál:

- a gyökérzet terjedelme
- a gyökérzet megújulása
- a gyökérzet növekedése
- gyökérkapcsolat

### 2.1.5.1. A VÁROSI FÁK GYÖKÉRZETÉNEK TERJEDELME

A faápolókat a gyökérzet mérete, szélessége és mélysége érdekli. Ha a városi fák gyökérzetének méreténél az erdei fák gyökérzetéből indulunk ki, akkor nem kapunk pontos adatokat. Az erdei fák gyökérzetének terjedelme a fajra jellemző. Az erdei fák gyökérzetét az örökölt tulajdonságok alakítják ki, ezzel szemben a városi fák gyökerét inkább a környezeti tényezők.

**A városi fák gyökérzetének terjedelme általában jóval  
kisebb, mint az erdei fák gyökérzetének terjedelme.**

#### 2.1.5.1.1. A városi fák gyökérzetét befolyásoló tényezők

**A városi fák gyökérzetének terjedelmét  
az alábbi tényezők befolyásolják:**

- a talaj tápanyagtartalma
- a talajvíz magassága
- a vízutánpótlás
- a korona mérete
- a gyökér újtában lévő akadályok
- a talaj tömörödöttsége
- a talaj fedettsége

#### A talaj tápanyagtartalma

A talaj tápanyagtartalma meghatározza a gyökérzet terjedelmét. Ha a fa közelében tápanyagdús talaj van, akkor a gyökérzet a fa közelében marad. Ha a fa közelében a talaj tápanyagban szegény, akkor a gyökérzet nagyobb terjedelmű lesz.

**A gyökérzet a tápanyagdús talajrészen fejlődik ki.**

**Súlyos tápanyaghiány esetén azonban  
a fa gyökérzete jóval kisebb.**

Ebben az esetben nem áll elég tápanyag rendelkezésre a gyökérzet kinevelésére.

**A tápanyagutánpótlással  
a fa gyökérzetének mérete befolyásolható.**

A gyökérzet ott fejlődik ki, ahol a tápanyagot megtalálja. Ha a talajt feltöltjük tápanyaggal serkentjük vele a gyökérzet kialakulását. Ha a tápanyagot a fa közelébe adagoljuk, akkor a gyökérzet a fa közelében marad. Ha tápanyagot a fától távolabb adagoljuk, akkor a gyökérzet a fától távolabb alakul ki.

**Amennyiben a tápanyagot a fa törzsébe injektáljuk,  
vagy lombtrágyával juttatjuk ki,  
úgy a gyökérzet fejlődését  
a talaj tápanyagfeltöltésével nem serkentjük.**

Ugyan ilyen összefüggés van a trágyázás mélysége és a gyökérzet mélysége között is. Ha tápanyagot mélyebbre juttatjuk, akkor a gyökérzet mélyebbre hatol.

Mindig érdemes a természetes működést szem előtt tartani. A fa természetes tápanyag utánpótlása a talaj felszínére került szerves anyag komposztálódásával történik.

**A talajvíz magassága**

A talajvíz magassága befolyásolja a gyökérzet mélységét.

**A fa gyökerei a talajvízben megfulladnak.**

Tehát, ha a talajvíz magasan van, akkor a fa gyökérzete nem hatol mélyre.

Az állandó talajvízszinthez a fa gyökérzete alkalmazkodik.

**A fának a hirtelen megváltozó talajvízszint okoz  
nehézséget.**

A hirtelen lecsökkent talajvízszint vízhiányhoz, a hirtelen megnövekedett talajvízszint tápanyaghiányhoz vezet.

**A vízutánpótlás**

A vízutánpótlás nagyban befolyásolja a városi fák gyökérzetének terjedelmét. A városi fák vízutánpótlása lehet csapadék, csurgalék, vagy öntözővíz.

**A fa gyökere ott fejlődik ki jobban, ahol vizet talál.**

Ha a fa közel talál vizet, akkor a gyökérzet a fa közelében marad, ha távolabb talál vizet, akkor a gyökérzet nagyobb terjedelmű lesz. A fa általában a felszínhez közel talál vizet, ezért a gyökérzete a felszínhez közel alakul ki. Öntözéssel a vizet mélyebbre is ki tudjuk juttatni. Ezzel a módszerrel a gyökérzetet mélyebbre is kényszeríthetjük.

**A korona mérete**

A korona mérete befolyásolja a gyökérzet méretét.

**Ha a fa koronája terebélyes,  
akkor a fa gyökérzete is nagy, ha a fa koronája kisebb,  
akkor a gyökérzet is kisebb.**

Természetes körülmények között a fa gyökérzetének és koronájának méretét egyensúlyban tartja. Ha egy nagyobb gyökérzetű fa egyik évben kevesebb vízhez jut, akkor kisebb koronát tud ellátni, ami miatt a korona mérete csökken. A kisebb korona kevesebb táplálékot termel, ezért a gyökérzet mérete is csökken. Ha a fa megint több vízhez jut, akkor nagyobb koronát tud fejleszteni. A nagyobb korona több táplálékot termel, ami növeli a gyökérzet méretét.

A városi fák koronáját a metszéssel csökkentjük. Nagymértékű koronarész levágásával a gyökérzet méretét is csökkentjük.

**A gyökér útjában lévő akadályok**

A gyökérzet és a korona aránya állandó. Ha a gyökérzet akadályba ütközik, akkor az akadálytalan részekben fejleszt nagyobb gyökérzetet.

**A gyökér útjában lévő akadályok nem határozzák meg  
a városi fák gyökérzetének mennyiségét.**

A fa gyökérének növekedési iránya örökletesen meghatározott. Ez alapján az örökletes tulajdonságok alapján alakul ki a gyökérzet formája is.

Ha a fa gyökere akadályba ütközik, akkor azt igyekszik kikerülni.

**Ha az akadály kisebb, például egy kődarab, akkor a fa gyökere az akadályt kikerüli és aztán ugyanabban az irányban nő tovább, mint az akadályba ütközése előtt.**

Ezt a faápolás az azonnali megismétlés jelenségének ismeri (lásd 32. ábrát). Tehát a kisebb akadályok sem a gyökérzet méretét, sem a gyökérzet formáját nem befolyásolják.

Ha a fa gyökere olyan nagyobb akadályba ütközik, mint például egy ház alap, amit nem tud megkerülni, akkor ott nem tud gyökérzetet fejleszteni.

### A talaj tömörödöttsége

A talaj tömörödöttsége, pontosabban a túltömörödöttsége befolyásolja a gyökérzet terjedelmét.

**A túltömörödött talaj a tömörödött részekben korlátozza a gyökérzet növekedését.**

A gyökerek és sok más talajlakó szervezet, például a gyökérgomba, amelyek hozzájárulnak az egészséges gyökerekhez, jó élely ellátást igényelnek. Az élely szintjének azonban meglehetősen alacsonynak kell lennie ahhoz, hogy a gyökérnövekedés teljesen leálljon. A gyökerek gyakran tovább nőnek 10% élely szint alatt (szemben a levegőben lévő 21%-kal), és csak akkor állnak le, ha az élely szintje a talajban 3% alá süllyed.

A talajtömörödés lényegesen csökkentheti a gázok mozgását a talaj és a légkör között. A talajok diffúzió útján történő gázszállító képességének leírására hasznos módszer a relatív gázdiffúziós együttható, melynek értéke 0 és 1 közé esik. Értéke 1, ha a gázcsere tökéletes a talaj és a levegő között. Például a 0,2-es talajgáz-diffúziós együttható olyan talajt ír le, amelyben a gázáram a légkörben lévő gázáram 20%-ával egyenlő.

Tehát a tömörödött talajban a gyökérzet mérete kisebb. A túltömörödött talajban a gyökérzet a felszínhez közelebb helyezkedik el, mert a gyökérélethez szükséges gázcsere a mélyebb részekben már nem lehetséges.

### A talaj fedettsége

A fedett talaj korlátozza a gyökérzet fejlődését. A burkolattal fedett talaj nem képes a gyökérzetet vízzel, tápanyaggal és levegővel ellátani. A lezárt felületek a talaj gázdiffúziós együtthatóit 0,05 alá csökkentették, míg a „természetesebb” felületeken gyakran 0,20 feletti volt a talajgáz diffúziós együtthatója, ami hasonló az erdei környezethez.

**A talaj fedettsége a fedett részekben nagymértékben csökkenti a gyökérzet méretét.**

Ha a fa alatti terület burkolt, akkor a fa gyökérzete kisebb. Ha a fa területének csak egy része burkolt, akkor a fa gyökérzete a burkolatlan részekben nagyobb.

#### 2.1.5.1.2. A városi fák gyökérzetének mérete

**A legtöbb gyökér a talaj felső részén található.**

Akár a gyökerek tömegét, akár a gyökerek hosszát mérjük, mindig azt az eredményt kapjuk, hogy a gyökerek nagy része a felszínhez közel helyezkedik el. Ez érthető, hiszen a víz, a tápanyagok, az élely mennyisége a talaj felszínéhez közel a legnagyobb. Andrew D. Hironis és szerzőtársai az *Applied Tree Biology* című könyvében azt írják, hogy a legtöbb fa gyökértömegének 80-90%-a a talaj felső 50 cm-es rétegében és 90-99%-a a felső 1 méter vastag rétegben található. A fa gyökerei ettől függetlenül mélyre is lehatolnak. Hironis és társai szerint a tűlevelűek 2-8 méterre, a lombhullatók 2-4 méter mélyre hatolnak.

A gyökérzet szélességére az általános szabály, hogy a gyökérzet lombkorona szélességének 2-2,5-szeresére terjed ki.

**Általánosan még az is megállapítható, hogy a gyökérzet a fa tövétől való legnagyobb távolsága 20–30 m körüli.**

### 2.1.5.2. A VÁROSI FÁK GYÖKERÉNEK MEGÚJULÁSA

Míg az erdei fák gyökere nagyrészt a gyököcskéből fejlődött ki, addig a városi fák gyökere nagyrészt megújult gyökerek.

**A gyökér megújulásának két jelenségét különböztetjük meg:**

- azonnali ismétlés
- későbbi ismétlés

#### 2.1.5.2.1. Azonnali ismétlés

Ha a gyökér növekedése valamilyen oknál fogva gyökérpusztulás, gyökérsérülés vagy akadályba ütközés során akadályozott, akkor a gyökér elágazik (lásd 33. ábra). Ez a környezeti tényezők hatására történő elágazás különbözik a rendes gyökérzet fejlődés részét képező elágazástól. A rendes gyökérfejlődés elágazásai örökletesen meghatározottak. A rendes elágazások a gyökér elágazási övében képződő oldalgyökér kezdeményekből jönnek létre (lásd 32. ábra).

A kényszer hatására bekövetkező elágazások a sebszövetből, vagy az elágazási öv rejtve maradt oldalgyökér kezdeményeiből fejlődnek ki. Ezek az új gyökerek hajlamosak lemásolni a gyökér növekedési irányát. Ezzel biztosítják a gyökérzet töretlen fejlődését az örökletesen meghatározott módon. Ezt a jelenséget nevezük azonnali ismétlésnek.

**Azonnali ismétlésnek nevezük azt a jelenséget, mikor a növekedésében akadályozott gyökér elágazik, és a keletkezett gyökerek az elágazás előtti irányba nőnek tovább.**

#### 2.1.5.2.2. Későbbi ismétlés

A gyökérnövekedés elkerülhetetlen következménye, hogy a gyökérzet felszívó része folyamatosan kifelé tolódik, távolodik a gyökérnyaktól.

A fa fiatal korában a gyökérnyak körül kialakult finomgyökerek évek múlva elpusztulnak. Tehát a gyökérnyak körül idővel csak a megvastagodott, erős gyökerek maradnak meg. Az elpusztult finom gyökerek azonban ezen a területen termékeny talajt alakítanak ki.

A fa a gyökérnyak közelében, a vastag gyökerek rejtett oldalgyökér kezdeményeiből új gyökereket hoz létre, amelyek behálózzák a talaj törzs közelében lévő részeit, ahol az eredetileg kialakult gyökérrendszerben kevés felszívó gyökér maradt (lásd 33. ábra).

**A tápanyagban gazdag, gyökérnyak körüli terület felszívó gyökerekkel való behálózása a későbbi ismétlés jelensége.**

### 2.1.5.3. A VÁROSI FÁK GYÖKERÉNEK NÖVEKEDÉSE

A mérsékelt éghajlati övben a lombhullató fák gyökere a lombhullás és a kihajtás közötti időszakban nyugalomban van.



32. ábra: Azonnali ismétlés

A gyökerek a tavaszi kihajtás előtt, akkor kezdenek növekedni, mikor a talaj hőmérséklete meghaladja a mínusz 5 celziusz fokot.

Ez a gyökérnövekedés kulcsfontosságú időszaka, mert ekkor kell az új finomgyökereket kifejleszteni, hogy a rügyek kihajtásához szük-



séges vízszükséglet rendelkezésre álljon. A gyökérzet egésze nem egyszerre kezdi el a tavaszi működését. A gyökérzet különböző részei más-más időpontban kezdi meg működését.

Ezt követően a gyökértermelés a gyors hajtásnövekedés időszakában csökkenhet, mivel a hajtások erősen versenyezhetnek a vízzel, tápanyaggal és szénhidráttal.

A gyökérnövekedés legélénkebb nyár elején és közepén, a nyári aszályos időszak beköszöntése előtt. Ekkor már a gyökereket nem a felhalmozott tartalékokból kell fejlesztenie a fának, hanem a levelek által megtermelt táplálékból.

Ha nyári szárazságban a környezeti feltételek kedvezőtlenek, akkor a gyökérnövekedés ebben az időszakban leáll, és csak augusztus végén indul újra. Ebben az esetben a gyökérnövekedésnek két nagy csúcsa figyelhető meg.

A gyökérmegnyúlás mértéke fajonként jelentősen eltér, néhány millimétertől napi 80 mm-ig.

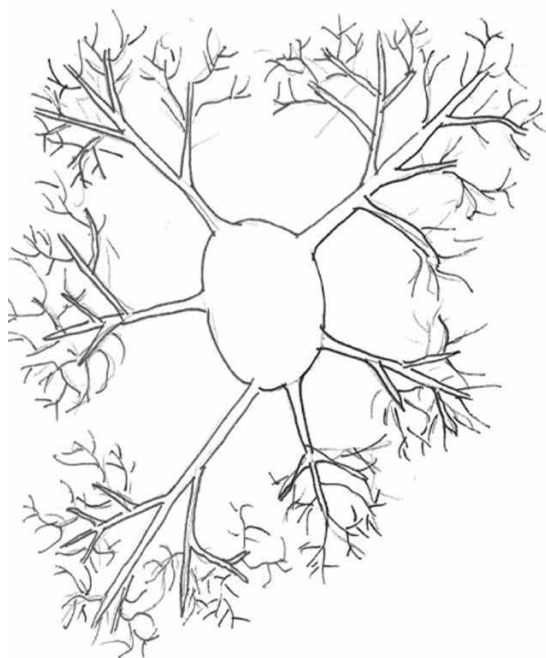
### 2.1.5.4. A GYÖKÉRKAPCSOLAT

Az erdei fák gyökerei legtöbb esetben szabadon kapcsolódhatnak egymáshoz. A városi fák gyökerei legtöbb esetben nem tudnak egymással kapcsolatot teremteni. Ennek oka lehet, hogy a fák egymástól távol élnek, vagy fizikai akadályok vannak a fák között, vagy olyan fajok vannak egymás mellett, melyek gyökerein keresztül nem tartanak egymással kapcsolatot.

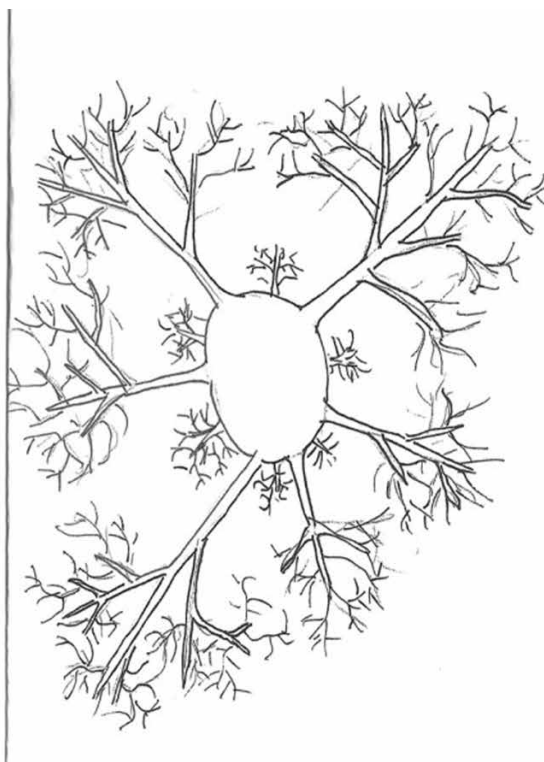
**A gyökérzetten keresztül egymással kapcsolatot tartó fák egészségesebbek, mint az elszigetelt fák.**

Ennek magyarázata, hogy a fák a gyökérzetten keresztül értesíteni tudják egymást a kórokozók, kártevők megjelenéséről vagy kedvezőtlen környezeti változásról. Ezen kívül a gyökérzetten keresztül egymással kapcsolatot tartó fák meg tudják osztani egymással erőforrásaikat is.

A kertészek feladata, hogy a jövőben minél több olyan fát ültessenek, melynek van lehetősége gyökérrkapcsolatot kialakítani.



*ismétlés előtt*



*ismétlés után*

33. ábra: Késői ismét

## 2.1.6. A GYÖKÉR ÉRZÉKELÉSE

**Ma már széles körben ismert, hogy a növények is érzékelnek.**

A növények az állatokkal ellentétben helyhez kötött életmódot folytatnak. Az élőhelyükön bekövetkező változásokhoz kiválóan alkalmazkodnak, hiszen nem tudják a helyüket megváltoztatni. Például, ha nem szeretik a sötétet, nem tudnak a fényre sétálni. De az alkalmazkodást meg kell, hogy előzze az érzékelés.

**A növényeknek nincsenek az állatokhoz hasonló érzékszerveik.**

A növények a növényi nedveket keringetik testükben, de nincs a keringésnek olyan motorja, mint például az embernek a szíve.

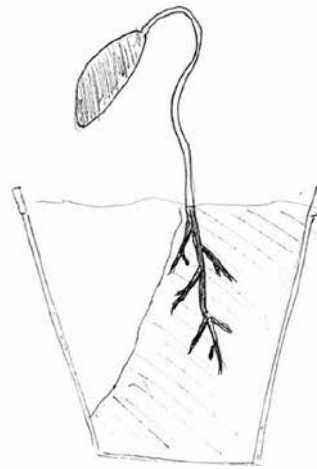
A növények és így a fáknek a teste is azonos értékű egységekből épül fel. Ilyen egység például a levél, mely a fény megkötését végzi. Tehát a fáknál a fény megkötése nem egyetlen szervben, a fénymegkötő szervben történik. Így a növényi érzékelés sem érzékszervekben megy végbe. A növény tehát nem két szemével lát. A növények érzékelő szervei testükben szétszórva találhatóak meg.

### 2.1.6.1. A GYÖKÉR FÉNYÉRZÉKELÉSE

**A növény gyökre a sötét irányába nő.**

Például, ha egy bab növényt csíráztatunk, akkor a gyökér mindig lefelé nő. Ez a nehézségi erő megcélzó irány más érzékelésnek köszönhető. De ha egy olyan edényben csíráztatjuk a babot, melynek egyik felén fényhez jut, a gyökér mindig elkerüli a fényt (lásd 34. ábra).

Stefano Mancuso említi, hogy ha a laboratóriumi kísérletekhez gyakran használt lúdfű (*Arabidopsis thaliana*) gyökerét zselé alapú, átlátszó táptalajba ültetik, a gyökere mindig igyekszik a fénytől eltávolodni.



34. ábra: A bab csiránövény gyökere kerüli a fényt

### 2.1.6.2. A GYÖKÉR TAPINTÁSA

**Hosszú ideje megfigyelték, hogy a gyökér tapintással érzékeli az útjába kerülő akadályokat.**

A faiskolai kertészek pontosan tudják, hogy a növények gyökerei kibújnak a természetödegyek résein. A növekvő gyökér, a gyökércsúcs folyamatosan tapogatja a cserép oldalát. Amikor a réshez ér és érzi, hogy nincs akadály az útjában kifelé veszi az irányt.

A gyökérnek ezt a tulajdonságát használjuk ki, mikor a fa gyökérzetét és az építményeket el akarjuk határolni. Az akadályt képező gyökérfüggőnyt a fa gyökere kítapogatja és elkerüli.

### 2.1.6.3. A GYÖKÉR ÍZ ÉRZÉKELÉSE

**A gyökér ízről felismeri az ásványi anyagokat.**

Talán az ízérezékelés az egyik olyan érzék, melyre a fáknek nagyobb szüksége van, mint a helyváltoztatásra képes embernek. A cukor az élet mozgatóereje. Akkor jutunk több erőforráshoz, ha érett, cukorban gazdag és nem éretlen, savanyú ízű gyümölcsöt szedünk le a fáról. Ha a gyümölcsöt savanyúnak találjuk, odébb állhatunk és leszakítunk egy másikat. A fa ezt nem teheti meg. A növekvő gyökér útjába kerülő anyagokat mindenképpen hasznosítania kell, a

gyökér nem tud odébb állni. Tudnia kell, hogy az útjába kerülő anyag mire jó! Tehát a körülötte lévő szűk környezetet kell pontosan feltérképezni és a leghatékonyabban kihasználni.

A gyökér pontosan be tudja azonosítani a nitrogént, foszfort és káliumot, még akkor is, ha az nagyon kis mennyiségben található meg a talajban. Így a gyökérszőrök száma nagyobb a tápanyagban gazdag talajfoltokban.

Deniel Chamovitz a „*Mit tud a növény?*” című könyvében arról számol be, hogy ha a lúdfűnek vashiánya van kumarint választ ki és juttat a talajba. A kumarin vagy megköti a vasat, vagy elpusztítja a vasat felvevő apró élőlényeket. Tehát segíti a növényt több vashoz jutni.

### 2.1.6.4. A GYÖKÉR HALLÁSA

Az bizonyos, hogy a föld jobban vezeti a hangot, mint a levegő. Tehát a gyökérnek a föld alatt könnyebb a hangot érzékelni, mint nekünk a föld felett.

**A fák gyökere rezgésérzékelővel (mechanoszenzorral) érzékeli a föld alatt terjedő hanghullámokat.**

Mancuso tájékoztatása szerint egy olasz szőlőtermesztő cég a LINV (Nemzetközi Növényneurologiai Laboratórium) és a BOSE támogatásával több, mint öt évig zeneszó mellett termesztett szőlőt. A zenét hallgató szőlők jobban növekedtek, korábban beértek, ízletesebbek lettek és a zene távol tartotta a kártevő rovarokat is.

További kísérletek eredményeként Mancuso közölte, hogy a gyökerek a rezgések széles tartományát érzékelik. A 100-500 Hz közötti tartományba eső mély hang a mag csírázását segíti, a hajtások és a gyökér növekedést serkenti. A magas hangoknak növekedés gátló hatása van. Ezek alapján a gyökerek növekedésének irányát a rezgésekkel befolyásolni lehet. Ez a hangirányított növekedés (fonotropizmus).

Mindig felmerül a kérdés, hogy ha egy élőlénynek van egy érzékszerve, például szaglása, akkor miért ne bocsájtana ki illatokat? Vagy fordítva, ha szagokat bocsájt ki, miért ne lenne

szaglása? Így merült fel a kérdés, hogy ha a fa gyökere hallja a hangot, akkor miért ne kelte-ne hangot? Mancuso leírása szerint a gyökerek „klikk” hangot hallatnak.

### 2.1.6.5. A GYÖKÉR FÖLD KÖZÉPPONTJÁNAK ÉRZÉKELÉSE

**A gyökér érzékeli a Föld középpontját.**

A jelenség a nehézségi erő által befolyásolt növekedés (geotropizmus).

Ez egy közismert, egyszerű kísérlettel bebizonyítható. Ha egy babot csíráztatunk, akkor bármerre forgatjuk a csíranövényt, a gyökér mindig a Föld középpontja felé nő.

Az érzékelés módja is ismert. A gyökérsüveg sejtjeiben keményítő szemcsék találhatók, melyeket a Föld nehézségi ereje mindig lehúzza. A keményítő szemcsék mindig a sejtnek ahhoz a falához érnek, mely a Föld közepe felé mutat. Ezek adnak jelet a növekedési hormonokon keresztül a növekedés irányához.

### 2.1.6.6. A GYÖKÉR TALAJNEDVESSÉG MÉRÉSE

Mancuso a „*Fák titkos nyelve*” című könyvében írja, hogy a növények nagy pontossággal tudják megállapítani a talaj nedvességének értékét.

**A gyökér képes mérni a talaj nedvességtartalmát.**

Ráadásul ez már a fának olyan tulajdonsága, mellyel mi, emberek nem rendelkezünk.

Chamovitz már említett könyvében arról számol be, hogy a száraz homokban nevelt növények gyökere mindig a nedvesség felé nő.

### 2.1.6.7. A GYÖKÉR TALAJ KÉMHA-TÁSÁNAK ÉRZÉKELÉSE

Deniel Chamovitz a „*Mit tud a növény?*” című könyvében említi, hogy kísérlettel igazolták,

hogy a lúdfű több magnéziumot vesz fel a talajból, ha a talaj savasabb. Tehát a lúdfű biztosan érzi a talaj kémhatását.

**A gyökér méri a talaj kémhatását.**

### 2.1.6.8. A GYÖKÉR KÉMIAI ANYAGOK ÉRZÉKELÉSE

Stefano Mancuso a „*A fák titkos nyelve*” című könyvében írja, hogy a növény gyökere érzékeli a számára veszélyes anyagokat, mint például az ólom, a kadmium vagy a króm. A gyökér elkerüli ezeket a számára mérgező anyagokat.

**A gyökér érzékeli a kémiai anyagokat.**

A fáknak ezt a tulajdonságát használják fel a gyökérgát készítésekor. A gyökérgátnak szánt műanyag lemez egyik oldalát a fák számára kerülendő kémia anyaggal vonják be. Így a gyökérlemez nem csupán fizikai akadályt jelent a gyökér útjában, hanem egy kerülendő akadályt.

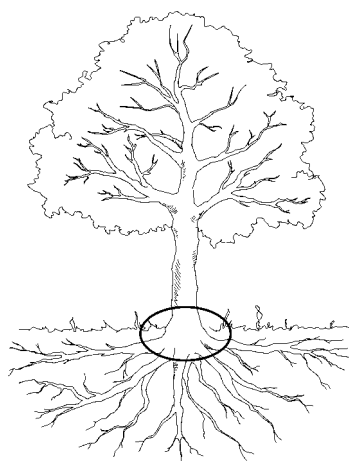
### 2.1.7. A GYÖKÉRNYAK

A fa három fő testrészének két fontos találkozási pontja van, mely külön figyelmet érdemel. Ilyen a gyökérszet és a törzs találkozási pontja, melyet gyökérszetnek hívunk (lásd 35. ábrát).

Ilyen a törzs és a korona találkozási pontja, ez a koronaalap. Mindkét találkozási pont lényege, hogy a szerteágazó testalkat egy hengerbe, a törzsbe tömörül. A faápolónak különös figyelmet kell fordítania mindkét találkozási pontra, mert az itt keletkezett sérülések általában a fa pusztulásához vezetnek.

**A gyökérszet a fa különleges átmeneti része!  
Itt futnak össze a gyökér és törzs szállítópályái.**

**A gyökérszetben nincs geszt.**



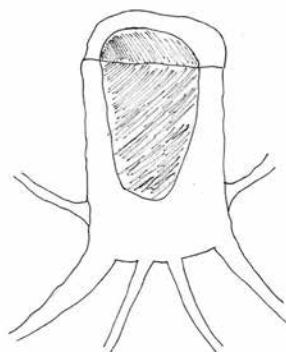
35. ábra: A gyökérszet

Mivel a gyökérszetben soha nem alakul ki geszt, ezért a gyökérszetnél a gyökér és a törzs szövetei a színes gesztet képző fáknál jól elkülöníthetők. Az elszíneződött geszt a gyökérszetben gyorsan szűkül lefelé, „V” alakban helyezkedik el (lásd 36. ábra).

A szerteágazó, több száz négyzetmétert behálózó gyökérszet fut itt össze. Ráadásul ide nehezedik a fa föld feletti részeinek teljes súlya. A gyökérszet a fa tömegét ráterheli az általa behálózott földre.

A gyökérszet úgy viseli a fa terhet, mint egy oszlop alapzata az oszlop és az oszlopra nehezedő tömeg terhet. Ezért itt a szövetek tömörebbek, ellenállóbbak, mint feljebb a törzsben. Akik a kivágott fa hasogatásakor már találkoztak gyökérszettel, megtapasztalhatták annak szívósságát.

Nem győzöm hangsúlyozni, hogy a fent említett okok miatt a gyökérszet rendellenességei, sérülései, betegségei mindig aggasztóak.



36. ábra: A gyökérszet keresztmetszet

## 2.2. A TÖRZS

Azokat a növényeket nevezzük fának, amelyeknek törzse van. Kisebb vagy nagyobb, vékonyabb vagy vastagabb, egy, vagy több, de van törzse. A törzs különbözteti meg a fák a növényvilág többi tagjától. A növényvilág fászszerű társadalmá elég népes. Aki elhatározza, hogy minden fával megismerkedik, annak arra kell készülni, hogy 100 000 fát kell meg tanulnia.

Vizsgáljuk meg a törzset, azt a nagy, erős oszlopot, amelyre az erdészek olyan derűsen, bizakodva néznek! Számukra a fa legfőbb haszna. De a faápolónak persze egy kicsit másként kell szemügyre venni.

A fa törzsének nagy feladata van.

**A törzs biztosítja az összeköttetést a gyökérzetet és a korona között!**  
**A nagy feladat két részfeladatra oszlik:**  
 – szállítás  
 – korona magasba emelése

A törzs gondoskodik a víz és tápanyag szállításáról a gyökérzettől a korona felé és a táplálék szállításról a koronától a gyökérzethez. Mindeközben a törzs folyamatosan emeli a fa lombkoronáját egyre feljebb és feljebb, biztosan tartja a magasban élete végéig. A törzs a fa növekedésével folyamatosan hosszabbodik és vastagodik, közben a két irányú szállítórendszer teljesítőképességét is folyamatosan növeli. A feladathoz tökéletesen kialakított rendszer!

Tegyük egy kis kitérőt és tanulmányozzuk a természet rendjét nyelvünk segítségével. A törzs feladatát a Czuczor Gergely által használt magyar nyelvből is tökéletesen meg lehet érteni. Ha szótárába pillantunk, akkor a következő bejegyzést olvashatjuk: „**TÖR:** ...*valamely kemény és merev test részeit némi erőszakkal két vagy több felé választja, mi rendesen bizonyos berregő hanggal történik. Különböznek tőle: szakaszt, repeszt, tép, melyek működése a rostos részek ellenirányban történő széthúzásával megy végbe; továbbá vág, szel, hasít, midőn éles eszköz választja el a részeket; zúz, midőn valamit nyomás által lapossá tesznek, vagy apró részekre oszlatnak.*”

Tehát Czuczor szerint a tör, tör-zs összetartozó, azonos gyökű szavak. A törzs valaminek a törhetetlen, erős része. A fának erős része a fatörzs, a hadseregnek a hadseregtörzs, a gárdának törzsgárda.

De dicső történelmünk egyik történetét is felidézhetjük a „tör” szógyök származékjaival. Történt egyszer, hogy hét különböző törzs törvényt ült. A magyar törzs főnöke hét nyílveszőt nyalábolt össze és annak törhetetlenségével szemléltette az egység erejét. A törzsfőnökök nem törték a fejüket tovább, létrehozták a törzsszövetséget.

És a fa törzse sem más, mint összenyalábolt szállítóedények szövete, szövetsége, mely törhetetlen szerkezetet alkot. De térjünk vissza megszokott módszerünkhöz, vizsgáljuk meg a törzs feladatait és szerkezetét a faápolás szemszögéből.

## 2.2.1. A TÖRZS FELADATAI

A törzs feladata a szállítás és a korona magasba emelése!

### 2.2.1.1. A SZÁLLÍTÁS

**A törzs a gyökérzet által felvett vizet és a vízben oldott ásványi sókat a koronába és a koronában elkészített táplálékot a gyökerekhez szállítja.**

A szállítás két irányát gyakran felfelé és lefelé irányuló szállításként említik. Ez nem pontos meghatározás, mert a lefelé hajló ágaknál a levelek által előállított táplálékot a fa fölfelé és a gyökér által felvett tápanyagot lefelé szállítja.

**A törzsben lezajló szállításnál az alábbi feladatokat kell megoldani:**

- vizes oldatot kell szállítani,
- két különféle anyagot két különböző irányba kell szállítani,
- fagypont alatt is működni kell a rendszernek,
- tavasszal több vizet és vízben oldott ásványi sókat, nyáron több szerves anyagot kell szállítani,
- mindkét irányba évről-évre több anyagot kell szállítani,
- a szállítási útvonalakat tisztán kell tartani!

#### 2.2.1.1.1. A vizes oldat szállítása

Vizes oldat szállítására alkalmas a cső vagy a tömlő. Mivel a fa esetében is a szállított anyag mindig folyadék, vizes oldat, ezért a fának sincs más dolga, mint vízvezeték rendszert kiépíteni, mint ahogy a víz szállítására alkalmas rendszert építi ki a vízvezetékszerelő a lakásokba is.

**A törzsben a folyadék szállítása nagyon vékony csövekben történik.**

A vékony csövek egymás fölé épített, folyadékszállításra alkalmazkodott sejtekből, s ezek

csoportjaiból állnak. Ezek a szállítóedények. Egy-egy vékonyka edény nagyon kevés folyadékot tudna szállítani, ezért a rendszer úgy alakult ki, hogy több edény egymás mellé nyálabolódik.

**Az egymás mellé nyálabolódó szállítóedények a szállító edénynyalábok, melyek a szállítás egységei.**

#### 2.2.1.1.2. Két különböző rendszer

**A szállításhoz két külön rendszert kell kiépíteni, mert két különböző anyag két különböző irányú szállítását kell elvégezni.**

Mint ahogy a ház vízellátásánál a tiszta víznek és az elhasznált víznek is különböző rendszere van, a fa is kialakított egy vizet és az abban oldott ásványi sókat szállító, valamint az elkészült szerves táplálékokat szállító rendszert, melyek egymástól független csőhálózatok.

**A fa a víz és az ásványi anyagok szállítására a farész szállító edénynyalábrendszert, a szerves anyagok szállítására a hánrcsész szállító edénynyalábrendszert alakította ki.**

#### 2.2.1.1.3. A fagyvédelem

**A rendszer fagypont alatti működéséről is gondoskodni kell.**

A fatörzs által szállított vizes oldat fagypontja alacsonyabb, mint 0°C, de -10°C-on már megfagy. Mivel éppen a fagyos időszakban áll meg a folyadékáramlás, mellyel meg lehetne akadályozni a szállítórendszer elfagyását, ezért a szállító csöveket szigetelni kell. Az állati szervezetek a „házat” fűtik, a növények testhőmérsékletüket nem tudják szabályozni. A fák a törzset kéreggel szigetelik az elfagyás ellen.

### 2.2.1.1.4. Egyre több anyag szállítása

Egyre több anyagot kell szállítani, mivel a fa növekszik. Ezt kétféleképpen is megoldhatja a vízvezetékrendszer a háznál. Vagy rögtön kiépíti a legnagyobb rendszert és abban eleinte csak kevés vizet szállít, vagy szükség szerint évről-évre bővíti azt.

**A fatörzs takarékos, mindig csak akkora szállítási teljesítményt hoz létre, mint amekkorára szüksége van.**

Tehát a víz és az oldott ásványi sók szállítására újabb és újabb fa-edényfalakat hoz létre, a szerves anyagok szállítására pedig újabb és újabb hancs-edényfalakat növeszt.

**A fa folyamatosan növeli a szállítási teljesítményét.**

### 2.2.1.1.5. A vezetékek tisztántartása

Ha nem tiszta víz szállítása a feladat, akkor gondoskodni kell a vezetékrendszer tisztításáról is. A csőrendszer falára idővel szennyeződések rakódhatnak, melyek szűkítik a vezeték keresztmetszetét.

**A fatörzs szállítórendszerét nem kell tisztítani, mert évről évre újabb szállítóedényeket állít munkába és a régiek működését pár év múltán beszünteti.**

### 2.2.1.2. A RÖGZÍTÉS, EMELÉS

A törzsnek a fa koronáját kell magasba tartani úgy, mint ahogy a víztorony lábának a vízzel telt tartályt. Emellett számba vehetjük a rögzítés feladatait is a szállításhoz hasonlóan:

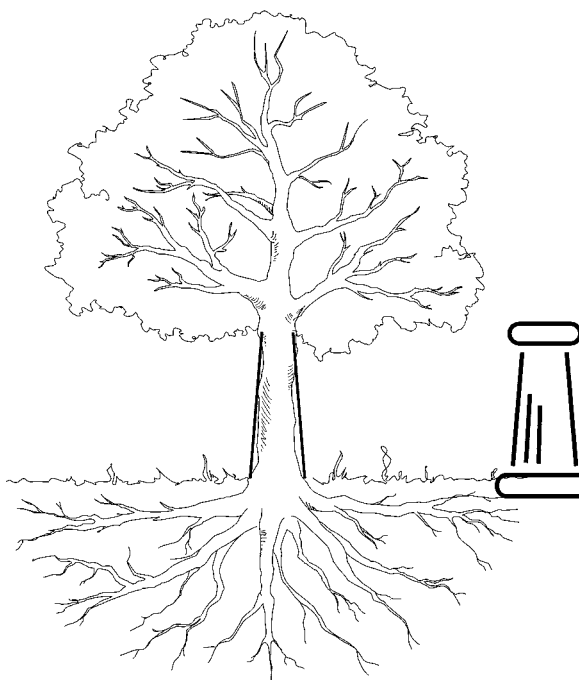
- a kifejlett fa hatalmas tömegű koronáját kell megtartani,
- oldalirányú erőnek ellen kell állni,
- a fa növekedése közben folyamatosan növekvő tömeget kell megtartani,
- folyamatosan feljebb kell emelnie a koronát a fény felé.

**A törzsnek saját tömegén túl a korona hatalmas tömegét is meg kell tartania.**

Egy kifejlett fa koronájának tömege akár több tíz tonna is lehet. Tehát a törzsnek olyan erős oszlopnak kell lenni, hogy a nagy teher alatt se roskadjon össze. Ha a törzset oszlopnak tekintjük, akkor könnyen felismerhetjük a gyökérnyakban a talapzatot és a koronaalapban az oszlopfőt (lásd 37. ábra). Sőt, felfelé keskenyedő formájában kimondottan oszlopra emlékeztet. Pontosabban az oszlop emlékeztet a fa törzsére.

A formát megvizsgáltuk, alkalmas a feladat ellátására, de vizsgáljuk meg az anyagot is. Az építészek tudják, hogy függőleges terhelésnél az egyik legkisebb fajlagos tömegű és egyik legnagyobb teherbírású anyag a fa. Ezt úgy éri el, hogy szállítófalbjait szilárdító rostokkal erősíti meg. Ez az erősítés teszi lehetővé a hatalmas tömeg megtartását.

**A törzs akkor sem törhet el, ha a koronát oldalról nyomja valamilyen erő.**



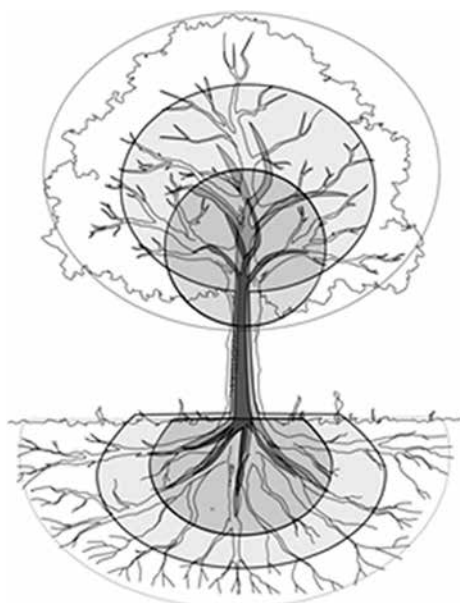
37. ábra: Oszlopszerű törzs

Ez általában a szél, de lehet egy ferde fának a saját tömege is. A szél hajlítóereje függ a szélességtől és a korona méretétől. A fa koronája

szélben olyan, mint egy vitorla, a törzs pedig árbocként viselkedik. Egy nagy erejű szélnyomásnál még hátrány is lehet a merev szerkezet. Egy kis rugalmassággal könnyebben ellen lehet állni a szélnek. A vitorlások rugalmas, karcsú árbocát több kötéllel rögzítik a hajótesthez. A fa általában nem ezt a módszert használja. A törzsnek az egymás mellett elhelyezkedő rostkötegek szerkezete rugalmasságot biztosít, de rugalmasságot biztosít a csőszerkezet is. A farúd nehezebben hajlik, mint a facső. A törzs gyakran belül üreges, tehát cső szerkezetű. Ráadásul a növekedés során vált át a rúdról csőre. Tehát fiatalabb korban a törzs nem üreges, ekkor még kisebb tömegű koronát kell megtartania. Egyes fajok idősebb korban felszámolják a törzs belsejének anyagát, tehát csővé alakítják törzsüket, ami egy kissé rugalmasabb ellenállást biztosít a szél ellen.

**A törzsnek folyamatosan növekvő tömeget kell megtartani.**

A fa folyamatosan nő, koronája egyre nagyobb terjedelmű és egyre nagyobb tömegű lesz. A fa a folyamatosan növekvő teher alá egyre vastagabb oszlopot épít fel (lásd 38. ábra). Növeli a törzs vastagságát és ezzel növeli a teherbírását is.



38. ábra: A törzs vastagodása a fa növekedésével

A törzs vastagodása külön csoda! A vastagodás mértéke tökéletesen össze van hangolva a növekedés mértékével. A korona felnőtt korig nő, majd az öregedés időszakában csökken. A növekedés időszakában a korona mérete, leveleinek száma nem egyenletesen, hanem hatványozottan gyarapodik. A törzs ezt a fejlődést éppen ilyen mértékben követi. Ha azonos középpontú köröket rajzolunk egymás után azonos távolságra egymástól, megmérjük a területüket és az adatokat egy vetületi rendszerben ábrázoljuk, ugyanabban a vetületi rendszerben, amelyben a korona tömegének növekedését rajzoltuk, akkor azt látjuk, hogy a két vonal fedi egymást. A korona növekedése és a törzs vastagodása összehangolt folyamat. A fa öregedése során a törzs átmérője nem csökken, de a teherbírása igen, mert a csőszerű oszlop falvastagsága vékonyodik.

**A törzsnek folyamatosan feljebb kell emelnie a koronát a fény felé.**

A fa magassági növekedése is gyorsabb fiatal korban, mint kifejlett korban, és a magassági növekedés is leáll az öregedő fáknál. Ehhez az ütemhez kell alkalmazkodnia a törzsnek. A fa törzsének növekedése eltér a lágyszár növekedésétől. A lágyszáron növekedési csomópontok vannak. Azok végzik a hosszirányú növekedést. A fán nincsenek ilyen csomópontok és mégis megnő akár 100 méter magasra is. A törzs minden évben vastagodik. Úgy lehet elképzelni, hogy minden évben egy újabb és nagyobb átmérőjű hengert húz rá a törzsre (lásd 39. ábra).

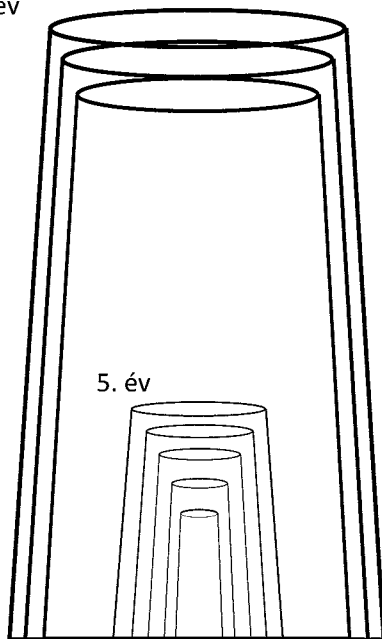
A gyűrű tartalmaz szállító és szilárdító elemeket is. A henger olyan magas, amilyen magas a fa a növekedés évében. Ha a fa 5 éves korában 2 méter magas törzsű volt, és 50 éves korában 20 méter magas, akkor az öt éves hengerének magassága 2 méter, a 20 éves hengerének magassága 8 méter. Mivel a törzs ezt a hengert évente nem tudja megtoldani, ezért újakat hoz létre.

A törzsnek a koronát folyamatosan emelni kell, míg el nem éri végső magasságát. A törzsnek tehát egy folyamatosan magasodó és erősö-



dő oszlopként kell működni. A törzs minden évben egyre vastagabb és egyre magasabb növekedési gyűrűvel emeli a koronát.

20. év



39. ábra: A törzs növekedésének hengerei

### 2.2.2. A TÖRZS SZERKEZETE

Eddig számba vettük azokat a legfontosabb feladatokat, amelyeket a törzsnek el kell végezni. Vázlatosan megszémléltük, hogy milyen szerkezeti részek oldottak meg egy-egy feladatot. Most ezek részleteivel ismerkedünk meg.

**A törzs szerkezetét tárgyaljuk, de minden megállapításunk a másodlagosan vastagodott, fás növényi részekre is igaz.**

Tehát a törzs szerkezete ugyanolyan, mint az ág, vagy a gally szerkezete. Roloff szerint az ág tulajdonképpen egy fa.

Haladjunk szépen sorban a nagyobb egységtől a kisebbek felé.

**A törzs három részre tagolható:**

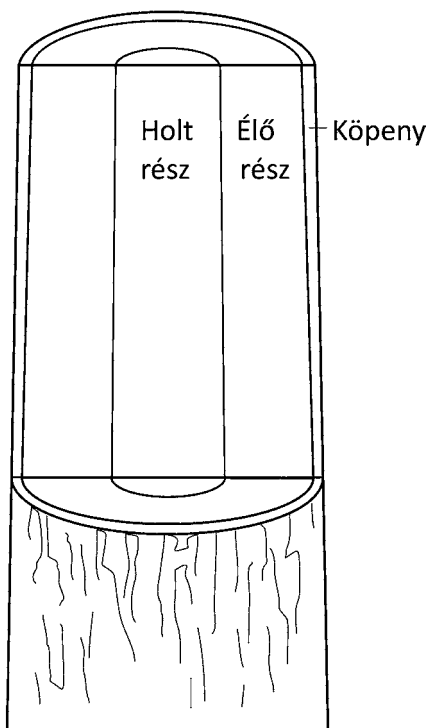
- holt részre
- élő részre
- köpenyre

A három szerkezeti egység úgy is vizsgálható, mint egy középső rúdra húzott két cső, melyből az igazi munkát a szilárdító rúd és a külső védőcső között elhelyezkedő középső cső végzi (lásd 39. ábra). Vizsgáljuk meg a rúd és a csövek szerkezetét, melyeket további csövekre lehet bontani!

#### 2.2.2.1. A BÉL

A fás test legbelső része a bél.

**A bél az első év szöveteinek helyén alakul ki.**



40. ábra: A törzs három része

A szár első éves szerkezete, a még nem vastagodó szerkezet eltér a folyamatosan vastagodó szövetszerkezettől, ezért a vastagodó fás test nem épít erre a részére.

**A bél a fás szárban háromféleképp jelenik meg:**

- összenyomott bél
- üreges bél
- alapszövetes bél

Az összenyomott bálnél a fás test az évről-évre képződő szöveteivel összenyomja az első év szöveteit. Ekkor a bél eltűnik a fás testből (lásd 41. ábra).

Az üreges bálnél az elsődleges szár szövetei felszívódnak anélkül, hogy összenyomódnának és bélcsatorna képződik a helyükön. Vigyázat! A bélcsatorna a kórokozók számára akadálytalanul átjárható (lásd 41. ábra).

A harmadik eset, hogy az elsődleges szár alapszövet sejtjei megmaradnak és ezek alkotják a bélcsatornát (lásd 42. ábra).



41. ábra: Az üreges és az összenyomott bél



42. ábra: Az alapszövetes bél

## 2.2.2.2. A FARÉSZ

**A farész az alábbi részekből áll:**

- szállító
- szilárdító
- raktározó

**A szállítást szállítóelemek, a szilárdítást a farostok, a raktározást pedig az alapszövet végzi.**

**A farészt két részere tagolódik:  
holt rész  
élő rész**

A farész belső része nem vesz részt a tengelyirányú szállításban. Ez a holt rész. A külső része pedig élénken szállít.

A szállítást két ellenkező irányban, két különböző rendszer végzi.

**A gyökéret által felvett vizet és oldott tápanyagokat a koronába szállítja, a koronában előállított szerves vegyületeket a gyökéretbe.**

Tehát az élő rész két szállítórendszerből áll, a korona felé szállító farészből és a gyökér felé szállító hánccsrészből.

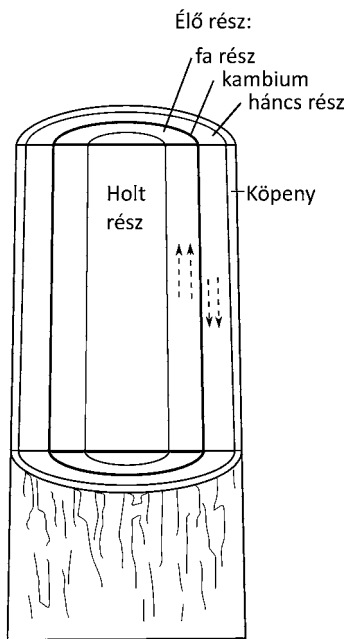
A két rész jól elkülönül egymástól.

**A farész a törzs belseje felé helyezkedik el, a hánccsrész a kéreg felőli oldalon található és közöttük található az osztódószövet gyűrűje, a kambium.**

Tehát az élő rész két csökötegre tagolódik (lásd 43. ábrát).

### 2.2.2.2.1. A farész nem szállító része

A farész legbelső része a tengelyirányú szállításban nem vesz részt. Ennek oka az, hogy a tengelyirányú szállítóedények idővel előregednek, eltömődnek vagy elszakadnak. A farész száz éveken keresztül csak úgy tudja ellátni a feladatát, hogy minden évben új szállítóelemeket hoz létre.



43. ábra: Az élő rész tagolódása

**A már nem szállító szállítóelemek vagy felszívódnak, vagy megmaradnak a fatest belsejében. Ez fajtól függő, örökletes tulajdonság.**

A rövidebb életű fáknál, mint a fűz (*Salix*), a nyár (*Populus*), vagy a vadgesztenye (*Hippocastanum*) a farésznek a tengelyirányban már nem szállító részei felszívódnak. A fatest az elhalt szöveteket lebontja, a használható anyagukat újra hasznosítja, élő szöveteibe beépíti. Ekkor a fatest belsejében üreg keletkezik (lásd 44. ábra).



44. ábra: Üreg a fa belsejében

**A hosszabb életű, erősebb törzsű fáknál a farész nem szállító része megmarad. Ezt a részt gesztnek nevezzük.**

A geszt elhalt szállítóelemekből áll, mely sejtek fala és sejtürege kémiai anyagokkal töltődik fel (lásd 45. ábra).

**A gesztben felhalmozott vegyi anyagok tartósítják az elhalt szöveteket és tartalékul szolgálnak a fának.**

A gesztben felhalmozott anyagok az úgynevezett kivonható anyagok, melyek kivonása, tehát a tartalék mozgósítása mozgató erőt igényel. A kivonható anyagok a szíjácsnál sötétebb színt kölcsönöznek a farésznek (lásd 45. ábra).



45. ábra: Színes geszt

A gesztben tartalékolt és szükség esetén kivont anyagokat az élő részekhez kell szállítani.

**A gesztben sugár irányú szállító hálózat található.**

Ez a gesztben egy élő szövetháló, mely sérülés esetén képes a sérülést határoló szöveteket képezni.

Ezért nem pontos a gesztet a fa holttrészének nevezni. A gesztben csak a tengely irányú szállítás halt el, a sugár irányú szállítóhálózat él.

A geszt a fatest statikus tömegének magja.

2.2.2.2.2. *A farész tengely irányú szállító része*

**A tengely irányú szállítóelemeknek két típusát különböztetjük meg. A zárwatermőknél található szállítóedényeket (tracheák) és nyitwatermőknél található szállító áledényeket (tracheidák).**

**A zárwatermőknél található szállítóedények elhalt vízszállító sejtek, melyeknek plazmája felszívódott, sejtfa erősen megvastagodott.**

Az egymás felett elhelyezkedő szállítóedény tagok harántsejtfaának felszívódásával keletkező hosszú vízszállítócsövek alakulnak ki (lásd 46. ábra).

**A nyitwatermők farészében található szállítósejtek hosszan megnyúlt, élő sejtek, melyeknek a sejtfa megvastagodott, de plazmája nem szívódott fel.**

Lásd 45. ábrát.

Az egymás mellett elhelyezkedő szállítósejtek oldalfala gödörkésen megvastagodott (lásd 46. ábra).

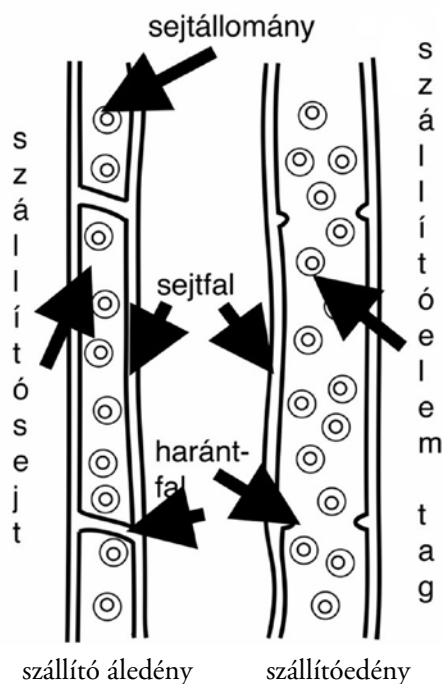
Ez a gödörkés sejtfa vastagodás játszik majd szerepet a fák természetes védekezési mechanizmusában, a szállítóáledények lezárásánál. Ha a gödörke nyitva van, akkor a szállítósejtekben lévő vizes oldat a gödörkék középlemezén keresztül áramlik. A gödörke bezáródik, ha a középlemezén függő lencse (*torusz*), mely egy sejtfa darab, a gödörke egyik oldalán található sejtfa felé nyomódik.

2.2.2.2.3. *A farész sugár irányú szállító része*

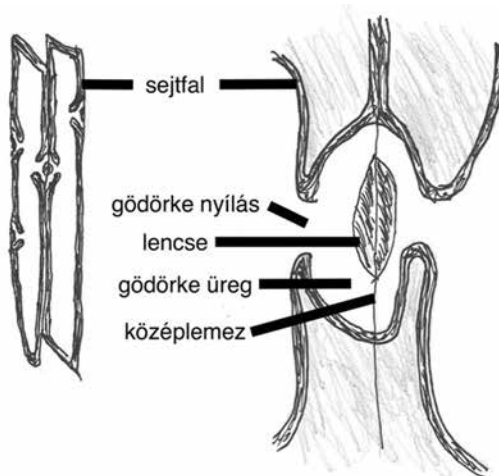
**A sugárirányú szállítást a bélsugarak végzik.**

Feladatuk, hogy a külső, gyökér irányába szállító hánrcsészéből a táplálékot a belső, korona irányába szállító farészbe, az osztódószövetbe és külső bőrszövet felé szállítsák.

**A törzs keresztmetszetének teljes hosszában végig érő bélsugarakat elsődleges bélsugaraknak nevezük (lásd 48. ábra).**



46. ábra: Szállítóedény, áledény



47. ábra: A nyitwatermők szállítósejtjeinek gödörkés sejtfa vastagodása

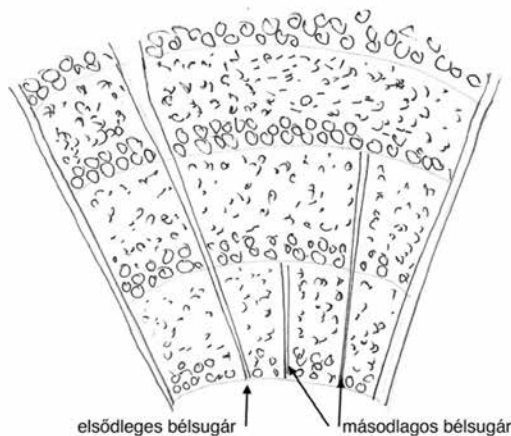
A bélsugar sejteket az osztódóhüvely arra hivatott sejtjei fűzik le. A sejtek ugyanúgy hosszan megnyúlnak, mint a tengely irányú szállítóelemek, csak arra merőleges irányúak.

A bélsugar úgy alakul ki, hogy az osztódóhenger minden évben azonos helyén képez bélsugarsejteket.

Vannak olyan bélsugarak, melyek nem futnak keresztbe minden évgűrűn, csak bizonyos szakaszain (lásd 48. ábra).

**Az elsődlegesnél rövidebb bélsugarak  
a másodlagos bélsugarak.**

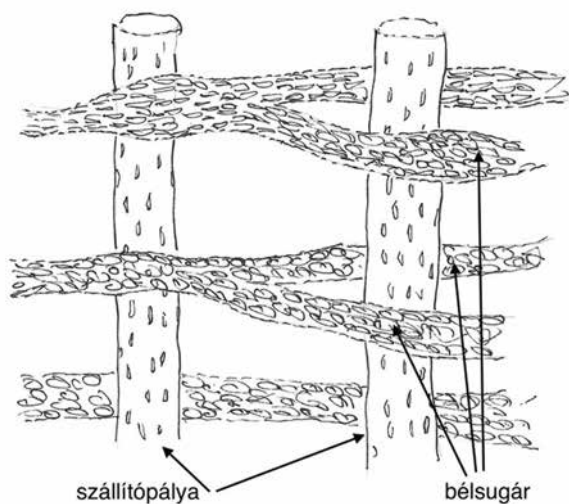
A bélsugarak szélessége fajoként különböző. A fenyők bélsugarai rendszerint keskenyek, szabad szemmel alig, vagy egyáltalán nem láthatók. Bennük vízszintes gyantajáratok futnak, melyek összekötötésben vannak a függőleges gyantajáratokkal.



48. ábra: Az elsődleges és a másodlagos bélsugarak

**A bélsugarak a tengelyirányú szállítószövetekkel  
összefüggő rendszert alkotnak a törzsben.**

Így a törzsben kialakul egy olyan szállító hálózat, melynek tengely irányú és arra merőleges sugár irányú részei is vannak (lásd 49. ábra).



49. ábra: Az összefüggő tengely és sugár irányú szállítópálya rendszer

A bélsugarak a szállítás mellett a faalapszövettel együtt raktározási feladatokat is ellátnak. A tápanyagok keményítő, vagy zsír formájában raktározódnak bennük.

A bélsugarak a fatest évgyűrűit évgyűrűmezőkre osztják (lásd 51., 53. ábra). A fatest keresztmetszetén általában szabad szemmel is jól láthatók.

2.2.2.2.4. *A farész sejthálózatai*

A farésznek vannak a szállítópályákon kívüli szállító hálózatai. A tengelyirányú és sugárirányú szállítópályák nem érik el a szíjácsnak minden pontját, a gesztben pedig nincs is működő szállítópálya.

**A szállítópályák által be nem hálózott részeket  
az alapszövet sejthálózata köti össze.**

**Ilyen alapszövet hálózat:**

- a sejtállomány háló (szimplaszt)
- az egységes sejtfalrendszer (apoplaszt)

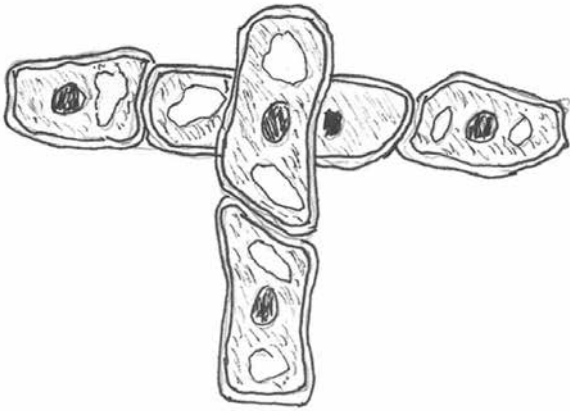
Mindkét hálózat jelentőségére Shigo hívja fel a figyelmet „Modern Arboriculture” című könyvében. Mindkét sejthálózatnak a fa védekezési rendszerében is szerepe van. Mindkét sejthálózat, a sejtállomány háló és az egységes sejtfalrendszer is nagy szerepet játszik a gyökérben is (lásd 24. ábra).

**Sejtállomány háló (szimplaszt)**

Az alapszövetsejtek sejtállományának egy része a sejtalon át a szomszédos sejtbe nyúlik. Ez az átnyúló sejtállomány rész a sejtállomány híd (plazdodézma).

**A sejtek a sejtállomány hídon keresztül kapcsolatban  
vannak egymással, a sejtállomány hidakon keresztül  
anyagcsere folyik.**

Mivel minden sejt kapcsolatban van egymással, ezért a sejtállomány hidakon keresztül a tengelyirányú és a sugárirányú alapszövet hálózatot alkot (lásd 50. ábra).



50. ábra: A tengelyirányú és a sugárirányú alapszövet találkozása

**A sejtállomány hálón keresztül zajló anyagcsere energiát igényel. A sejteknek a szállításhoz energiát kell felhasználniuk.**

A sejtállomány hálónak a gesztben van nagy jelentősége. Az elhalt szállítóedényekben felhalmozott, mozgósítható tápanyag tartalékot a farész csak a gesztet behálózó sejtállomány hálón keresztül tudja az élő szövetekbe eljuttatni.

#### **Egységes sejtfalrendszer (apoplaszt)**

A farészben található alapszövet sejtfaiban is folyik anyagszállítás. Ez a szállítópálya az egységes sejtfalrendszer (apoplaszt). Amíg a sejtállomány-hálóban való szállítás mozgató erőt igényel, addig az egységes sejtfalrendszerben való szállítás magától, mozgató erő igénybevétele nélkül zajlik.

#### 2.2.2.2.5. A szilárdító rendszer

A fás szerkezet rendkívül nagy szilárdságú! Nagyon szilártnak kell lenni a törzsnek ahhoz, hogy a nagy tömegű és nagy felületű koronát a legnagyobb szélben is megtartsa. Nagyon szilártnak kell lenni az ágaknak, hogy hosszan kinyújtott karja a hatalmas tömegű lombot akár vízszintesen is megtartsa. De nagyon szilártnak kell lenni a gyökerek fatestének is, hogy a húzóerőktől ne szakadjon el. A fás szerkezet a szilárdításra külön berendezéseket épít.

**A törzs szilárdítását az edénnyalábok mellett kialakult szilárdító rostok végzik.**

A rostok a legtöbb fajnál mind a farészben, mind a háncsrészben megtalálhatóak.

**A rostok mind a szállítópályák, mind a bélsugarak mentén kialakulnak. Tehát mind tengely, mind sugár irányban behálózzák a farészt.**

A szilárdító rostokból álló szilárdító szövet (szklerenchima szövet) sejtjeinek szerkezete a szilárdításra módosult. A szilárdító rostok alakja hosszan megnyúlt, kör vagy lapított keresztmetszetű. Az orsó alakú sejtek vége gyakran másodlagosan elkezd növekedni, vége fogasos lesz vagy elágazik és minden üregbe behatol, ezzel is segítve a szerkezet szilárdítását. A szilárdító rostsejtek számos vékony harántfallal erősítettek, sejtfaik általában megvastagodott, elfásodott, ami azt jelenti, hogy faanyagot (lignint) halmozott fel. A rostsejtek plazmája felszívódik és a sejtüreg nagyon leszűkül.

#### 2.2.2.2.6. A raktározó rendszer

A farész alapszöveve összefogja, és kiszolgálja az eddig megismert szállító és szilárdító rendszert.

**A raktározást a farész alapszöveve végzi.**

A lombhullató fák tavaszi kihajtásához sok tartalékra van szükség, mert a lassan felengedő talajból vizet és benne oldott ásványi anyagokat még nem tudnak felvenni, amikor már az enyhe levegő csalogatja a rügyeket a kihajtásra. Az ehhez szükséges tartalék táplálék az alapszövetben raktározódik.

Mivel a fenyőfélék nem vonulnak ilyen mély nyugalomba, ezért nem is kell olyan nagy raktárakat kiépíteniük, mint a lombhullatóknak, ezért fájukban kisebb mennyiségű alapszövet található. Az alapszövetben a keményfájú fajok keményítőt, a puhafájú fajok zsírokat raktároznak. Az alapszövet a raktározáson kívül

még főszerepet kap az anyagok termelésében, mellékszerepet a szállításban és az osztódásban is. Mivel az osztódószövetek nem tárolnak energiát, de energiaigényük nagyon nagy, ezért az energiát biztosító alapszövetnek mindig ott kell lenni az osztódószövetek körül.

Mivel az alapszövet feladata ilyen sokrétű és fő feladata éppen a nyugalmi időszakban van, ezért a fatest legtovább élő eleme. Sejtjei egyszerűek, gödörkés falvastagodásúak.

### 2.2.2.3. AZ OSZTÓDÓSZÖVET

A fatest állandósult szöveteit az osztódószövetek hozzák létre.

A farész és a hánCSRész évről évre újra termelődik. A szállító és raktározó feladatokat el látó rendszer egy része évente elhal és helyette új képződik.

**Az állandó építkezést a fatest osztódószövet-rendszere végzi.**

A folyamatos szövetképződés az elhasznált szöveteket megújítja, és egyben növeli a törzs szállító, raktározó és szilárdító képességét is.

**A törzs legfontosabb osztódó szövete az osztódógyűrű (kambium).**

Ha a törzs keresztmetszetét vizsgáljuk, akkor az osztódó gyűrű a törzsben összefüggő gyűrűt alkot, ha törzs egészét nézzük, akkor az osztódó gyűrű összefüggő hengert alkot a farész és a hánCSRész határán (lásd 51., 53. ábra).

**Az osztódógyűrű kifelé, a kéreg irányába hánCselemek, befelé faelemeket, sugárirányba bélsugár sejteket képez.**

Az osztódó gyűrű sejtjei télen „alszanak”, tavasszal, a fa kihajtásakor kezdik meg működésüket. Először a koronában, a rügyeknél „kelnek életre”, majd az itt keletkező és a gyökér irányába terjedő hormonok hatására egyre lejjebb haladva „ébrednek fel”.

### 2.2.2.4. A HÁNCSRÉS

**A hánCSRész feladata a levelek által elkészített szerves vegyületek szállítása a gyökérzet irányába.**

Feladata és szerkezete is hasonló, mint a farészé. Hosszan megnyúlt szállítóelemeket és az ezeket erősítő szilárdító elemeket, valamint a sugár irányú szállítást biztosító összekötő elemeket és raktározó alapszövetet tartalmaz.

Alapvető különbség a szállítás iránya. Míg a farész általában a nehézségi erő ellenében szállít, addig a hánCSRész szállítását segíti a nehézségi erő.

Különbség van a szállított folyadékban is, a szerves vegyületeket tartalmazó folyadék sűrűbb, mint a felfelé haladó vizes sóoldat.

Lényeges különbség még a szállított anyag mennyisége is. A fatestben felfelé haladó nyersanyag mennyisége jóval nagyobb, mint a lefelé haladó, kész tápanyagoké. Ezért a farész szállító csatornái is nagyobb területet foglalnak el a farész keresztmetszetében, mint a hánCSRész szállítóelemei.

**A törzs keresztmetszetében a hánCSRész szélessége 2–15 milliméter.**

Jóval kisebb, mint a farész szélessége (lásd 51., 53. ábra). A farész elhalt sejtjei a törzs központja felé tolódnak, onnan nem tudnak eltávozni, valamilyen formában megmaradnak.

**A hánCSRész idősebb, elhalt sejtjei a héjkéreg felé tolódnak, ahol idővel el is kophatnak.**

A kétféle szállítórendszer felépítése is kissé eltér egymástól, a feladathoz tökéletesen alkalmazkodva. Az alapvető felépítés abban azonos, hogy egymás fölött elhelyezkedő, egymással összeköttetésben lévő csőelemekből áll.

A különbség a csőelemekben van. A hánCSRész függőleges szállító elemei a zárwatermőknél az egymás feletti, élő sejtekből álló, rostacsőtag részleges összeolvadásából kialakult rostacsővek. Sejtfaik vékony, nem fásodott. A rostacső tagok mellett kísérő sejtek találhatóak. A rostacső tagok egymáshoz csatlakozó harántfalai lyuka-

csossá válnak, úgynevezett rostalemezek alakulnak ki, melyeken a szállítandó tápanyagok a nehézségi erő segítségével könnyen áthaladnak. A nyitvatermőknél csak rostasejtek találhatóak, melyek kísérősejtek nélküliek.

A fa a háncelemeivel kevésbé takarékoskodik, mint a faelemeivel. A rostacsövek rövid életűek, általában csak néhány évig élnek, aztán összenyomódnak vagy kallózzal telítődnek.

A háncsrész másik fontos elemei a háncsrastok, melyek feladata hasonló, mint a farészben a farostoknak, ez a szilárdítás. Míg farostok egyik fenyőféléknél sem találhatóak, addig a háncsrastok csak a *Pinus* nemzetség képviselőinél hiányoznak! A háncsrastok a farostokhoz hasonló szerkezetűek. Élettelen, vastag falú, kör, téglalap vagy sokszög keresztmetszetű, hosszan megnyúlt, vékony harántfalú sejtek alkotják, azzal a különbséggel, hogy a háncsrastok hajlékonyabbak, mint a farostok.

A háncsban a rostok mellett még a hánscsaplászövet megvastagodott falú sejtjei (*szklereidák*) is részt vesznek a szilárdításban. Ilyenl bírnak a tölgy-, kőris-, gesztenye-, akác-, fűz-, eperfa-fajok vagy a mamutfenyő. Egyes fajok törzsében csak a háncsrastok szilárdítanak. Ilyen a hárs és a szil. Vannak olyan fajok, melyek csak kősejtekkel szilárdítják a háncsrészüket. Ilyenek a bükkök, égerek, nyírek, platánok, luc-, jegenyefenyők. Mint említettem a *Pinus*ok

háncsrészből mind a háncsrastok, mind a kősejtek hiányoznak.

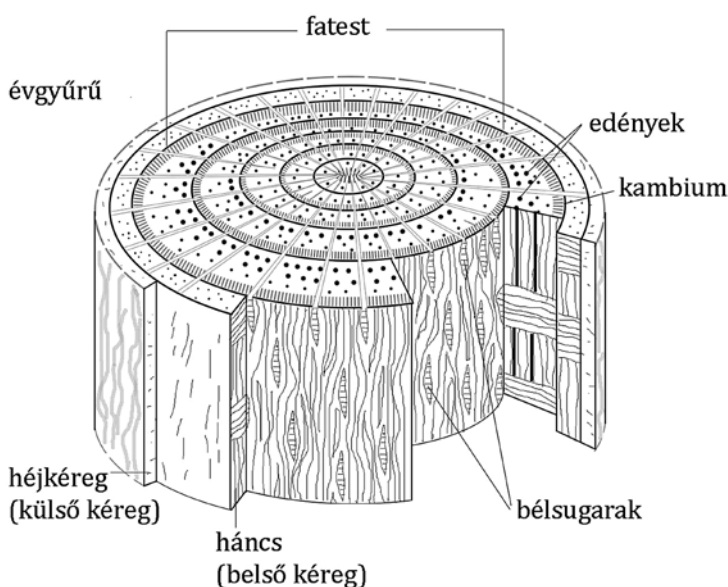
A háncs alapszövet számára nem oly nagy feladat ennek a vékony rétegnek az összefogása. A háncs alapszövet feladatot kap még a szilárdításban, a szállításban, a raktározásban és a héjkéreg kialakításában is.

A háncsrész összefogását szolgáló alapszövet-szerkezet hasonló, mint a farész azonos feladatot ellátó alapszövetének szerkezete. Függőleges irányban hosszan megnyúlt, élő sejtekből áll. Sejtfaluk vékony, jellemzően nem fásodó, egyszerű gödörkés vastagodásokkal.

#### 2.2.2.5. A KÖPENY

A növény szárának burkolata a másodlagos bőrszövet (*periderma*), mely a fiatal növényi szár védelmét ellátja, de a megvastagodott, fás részek védelmére már nem alkalmas. A folyamatosan vastagodó törzs ezt a bőrszövetet egyrészt kinövi, másrészt szerepét nem bírja több száz éven át betölteni. A törzset más módszerrel kell védőburkolattal ellátni.

A kígyó bőrkabátját évente egyszer levedli, miközben alatta már felépíti az új, nagyobb bőrréteget. A fák is hasonlóan, folyamatosan cserélik burkolatukat, csak ők nem évente egyszerre vedlik le kérgüket.



51. ábra: A fás szár keresztmetszete



**A megvastagodott fás szár külső köpenyét egy osztódószövet gyűrű, a kéregcserélő szövet (parakambium, phellogén, fellogén) képezi.**

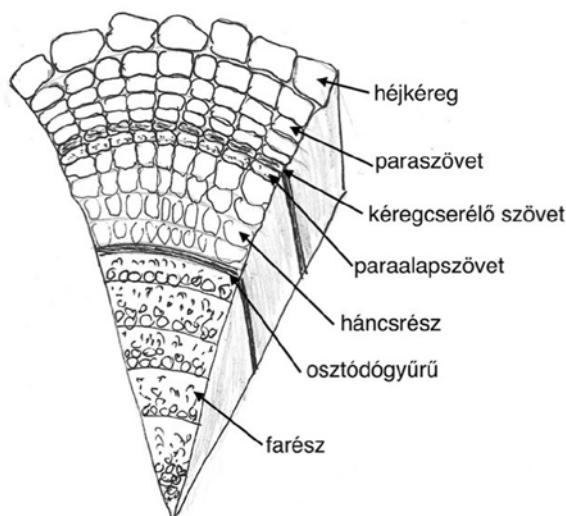
Lásd 51. ábrát.

Ez az osztódószövet másodlagos osztódószövet, tehát osztódóképessége nem eredendő, hanem állandósult szövetként nyerte vissza. A kéregcserélő szövet a háncsrész felé eső paraalapszövetből (*phellogén, fellogén*) származik (lásd 52. ábra).

**A kéregcserélő szövet kifelé paraszövetet képez, melynek a felszínre kerülő legkülső része a héjkéreg, melynek szövetei nagyrészt elhalnak.**

Lásd 52. ábrát.

Ez a héjkéreg folyamatosan követi a törzs keresztmetszetének növekedését, idővel folyamatosan vastagodik. A héjkéreg színe, rajzolata a fajra jellemző annak egyik ismertető jele.



52. ábra: A köpeny szövetszerkezete

### 2.2.2.6. AZ ÉVGYŰRŰK

**A mérsékelt égövi fák fatestének keresztmetszetében jól látható, egyközpontú körrajzolatok az évgyűrűk.**

Lásd 53. ábrát.

Az évgyűrű a farész szakaszos növekedésének eredménye. A mérsékelt égövi fák télen, a nö-

vekedésre alkalmatlan időben nyugalomban vannak, a növekedésre alkalmas időben hajtának, fejlődnek. Tavasszal, a fejlődési időszak (*vegetációs időszak*) kezdetén a kambiumgyűrű nagyobb átmérőjű vízszállító edényeket fejleszt, mert nagyobb mennyiségű tápanyag szállítására van szükség.

**A tavasszal keletkező, nagyobb átmérőjű szállítóelemekből álló farészt tavaszi pásztának nevezük.**

A tavaszi pászta kifejezés mellett gyakran előfordul még a korai fa kifejezés is, mely a német „Frühholz” tükörfordítása.

Nyáron, ősz elején, az élénk növekedési időszak után kisebb a fa tápanyagigénye, ezért kisebb átmérőjű szállítóelemet képez.

**A fejlődési időszak második felében keletkezett, kisebb átmérőjű szállítóelemekből álló farészt nyári pásztának nevezük.**

A nyári pásztának is több megnevezése van. Egyrészt gyakran előfordul az őszi pászta kifejezés, mely pontatlan, mert a farész nagyrészt nyáron képződik. De gyakran olvasható a késői fa kifejezés is, mely a német „Spätholz” egyenes fordítása.

A fa keresztmetszetében az őszipászta és a következő évi tavaszipászta határán jól látható határvonal alakul ki (lásd 51. ábra).

**A nyáripászta és a következő évi tavaszi pászta határán, a fa keresztmetszetében látható éles vonalat évgyűrűhatárnak nevezük.**

**A két évgyűrűhatár közötti rész az egy év alatt létrejött farész az évgyűrűmező.**

A fák az évgyűrűmezőkkel írják történelmüket. Akik olvasni tudják a jeleket, azok sokat megtudhatnak a fás szerkezet keresztmetszetéből. Az évgyűrűk árulkodnak a fák koráról, az évgyűrűmezők az időjárásról, a fa egyensúlyozásáról. Elemzésükkel majd a favizsgálatnál foglalkozom.

**Az évgyűrűk száma rendes esetben évente egy!**

Ha a fejlődési időszakban a fa növekedése vízhiány vagy más egyéb ok miatt leáll, majd újra indul, akkor a fejlődési időszakban is kialakulhat a nagyobb és kisebb átmérőjű szállítóelemek között határvonal.

**A fejlődési időszakban a nagyobb és kisebb átmérőjű szállítóelemek között keletkezett határvonalat álévgyűrűnek hívjuk.**

Évgyűrűk a háncsrészben nem, csak a farészben láthatóak.

A trópusi fákon is kialakulhatnak az évgyűrűkhöz hasonló rajzolatok a csapadékosabb és a szárazabb időszakok következtében, melyeket növekedési gyűrűknek hívnak, rajzolatuk jóval kevésbé jellegzetes és elhatárolt. Az évgyűrűk maradnak a mérsékelt övi fák árulkodó körrajzai.

**Az évgyűrűk szerkezete szerint megkülönböztetünk gyűrűslikacsú és szórtlikacsú fákat.**

A gyűrűslikacsú fáknál kihajtáskor többnyire nagy átmérőjű szállító pályák és kihajtás után többnyire kisebb átmérőjű szállító pályák képződnek. Ezért a gyűrűslikacsú fák évgyűrűje két részre tagozódik (lásd 54. ábra).

2.2.2.2.6.1. A gyűrűslikacsú fa

**A gyűrűslikacsú fák évgyűrűje két részre tagolódik, egy nagy üregű edényekből álló tavaszi pásztára és kisebb üregű edényekből álló őszi pásztára (lásd 54. ábra).**

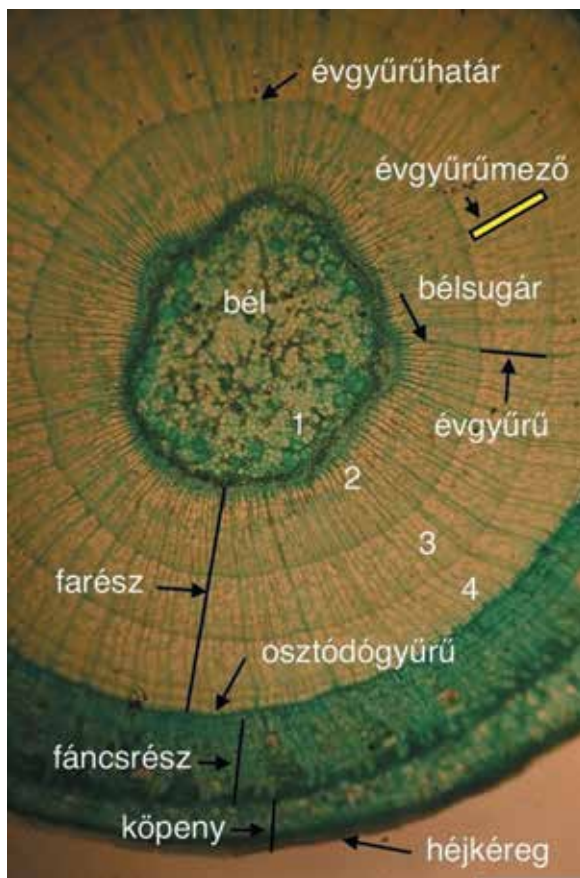
Ilyen évgyűrűje van a tölgynek, kőrisnek, akácnak, szilnek és a gesztenyének.

2.2.2.2.6.2. A szórtlikacsú fa

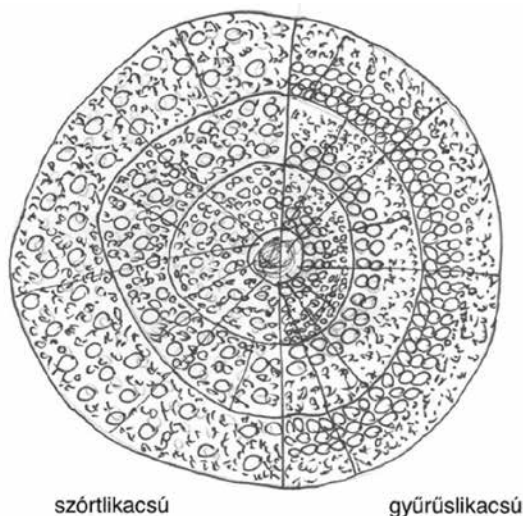
A szórtlikacsú fák folyamatosan fűzik le a nagyobb és kisebb átmérőjű szállító pályákat. A különböző átmérőjű évgyűrűk szórtan helyezkednek el (lásd 53., 54. ábra).

**A szórtlikacsú fák évgyűrűiben nem lehet megkülönböztetni a tavaszi és nyári pásztát.**

A szórtlikacsú fa általában a puhafájú, rövidebb életű fajokra jellemző. Ilyen a nyír, nyár, fűz, juhar évgyűrűje.



53. ábra: Négy éves, fás szár keresztmetszete



54. ábra: A szórtlikacsú és a gyűrűslikacsú fa

## 2. A FA FŐ RÉSZEI

### 2.2.2.7. A VÁLASZFA (REAKCIÓFA)

Ha a fára valamilyen nagyobb erő állandóan hat, akkor a faszerkezet erre válaszol. Ha a rendkívüli terhelés rövidebb ideig áll fenn, akkor a fának nincs ideje a faszerkezetét átalakítani.

Ilyen állandó erő lehet a szélnyomás, a megdőlt fát valamilyen irányba húzó korona.

A rendkívüli terhelés hatására a farész a törzs erősítését szolgáló részeit erősíti meg. Ilyen változás a rostok sejtfalának megvastagítása és a rostok számának növelése. Valószínű takarékosági okokból a fa ezeket a megerősítő intézkedéseket nem a fa egész területén hozza létre, hanem csak a szükséges oldalon. Így a rendkívüli terhelés alatt a fa keresztmetszetében ez évgűrűk nem egyenletesen egy központ körül alakulnak ki. A fa egyik oldalán az évgűrűk megvastagodnak.

**A terhelés hatására megvastagodott évgűrű részeket válaszfának (reakciófának) nevezük.**

Az érdekes, hogy a keresztmetszet máshogy változik a fenyőféléknél és máshogy a lombhullatóknál.

**A fenyőféléknél a válaszfa a nyomott, a lombhullatóknál a húzott oldalon alakul ki.**

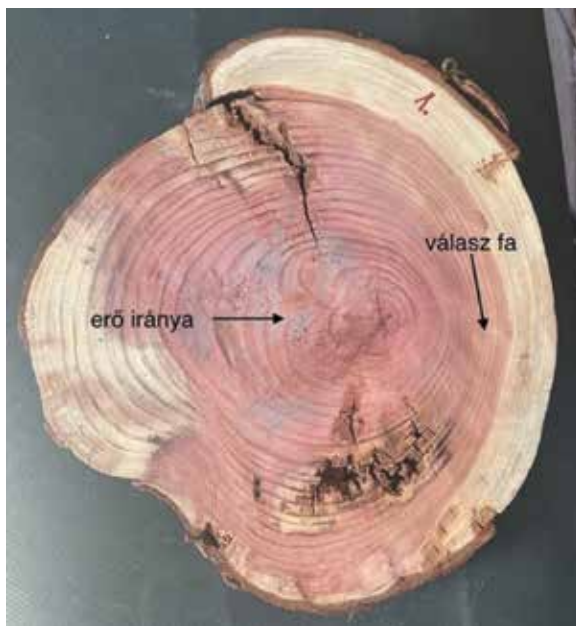
Lásd 55, 56. ábrát.

### 2.2.3. A TÖRZS VASTAGSÁGA

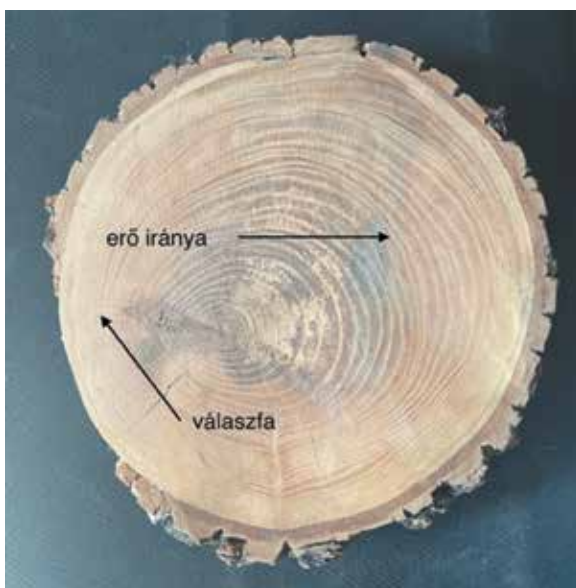
**A fa törzse állandóan vastagodik.**

Ez annak a következménye, hogy a törzs minden évben újabb szöveteket hoz létre. A törzsben a farész is és a háncsrész is évről évre gyarapodik. A háncsrész szövetei a törzs felszíne felé tolódnak és idővel a felszínre kerülve elkopnak, de a farész vastagodása állandóan növeli a törzs vastagságát.

**A törzs vastagsága meghatározza a korona és a gyökérzet méretét is.**



55. ábra: A válaszfa nyomott fa



56. ábra: A válaszfa húzott fa

A törzs a gyökérzettel és koronával együtt fejlődik. A fa koronája nem lehet nagyobb, mint amekkorát a törzs elbír. Ezért a törzs vastagsága meghatározza a korona és ezzel együtt a gyökérzet legnagyobb méretét is. A korona és ezzel együtt a gyökérzet is idővel lehet kisebb, de a törzs vastagsága ettől nem csökken.

**Minél idősebb a törzs, annál vastagabb.**

**A törzs vastagodásának üteme több tényezőtől függ:**

- a fajtól
- az élőhelytől
- a kortól

A vastagodás a fajra jellemző. Vannak olyan fajok, melyek törzse gyorsan vastagodik és vannak olyan fajok, melyek törzse lassan vastagodik.

A vastagodás az élőhelyre jellemző. Kedvező élőhelyen a vastagodás üteme a fajra jellemző legnagyobb értéket éri el. Kedvezőtlen élőhelyen a fa alig vastagodik. Természetesen a vastagodás az évjárat függvénye is. A fának kedvező évben nagyobb a vastagodása. A városi fák élőhelye a törzsvastagodás szempontjából nagyon változó. Például a Margit-szigeten élő fák a belvárosi burkolatban álló fákhöz képest kedvező élőhelyen vannak.

A vastagodás a korra jellemző. Vannak olyan fafajok, melyek növekedési üteme fiatalon a legnagyobb, aztán felnőtt korban növekedési ütemük egy kicsit lelassul és idős korban szinte leáll. Vannak olyan fajok, melyek növekedési üteme fiatalon nagyon lassú. Ilyenek az erdőben a növekedés kedvező körülményeire váró árnyékba szorult magoncok. Amikor az árnyékot adó fa eltűnik, akkor növekedési ütemük felgyorsul. Majd ezeknek a fáknak is felnőtt korukban a növekedési üteme kissé lelassul és idős korukban szinte leáll. Az ültetett városi fák ezt a várakozó időszakot nem élik meg és a legtöbb városi fa az öregkort sem éri meg. Ezért törzsvastagodás szempontjából a felnőtt kori növekedési ütemet tudjuk figyelembe venni.

A törzs vastagságát több mérettel fejezhetjük ki. A favizsgálatnál részletesen meg fogjuk tárgyalni a törzs átmérőjének és a törzs kerületének mérését. A törzs vastagságát ez évgyűrűk centiméterben megadott méretével is kifejezhetjük. Az évgyűrű vastagsága két évgyűrűvonal közötti távolság. Az évgyűrűket csak a kivágott fákon tudjuk megmérni, de a méretek jó útmutatást adnak az azonos fajú, azonos élőhelyen élő és azonos korú fák korára. Például mondhatjuk, hogy Budapesten a felnőtt korú hársfák évgyűrűjének vastagsága 1-0,5 cm.

A legvastagabb fák magyarországi törzskörméreteit a 2. táblázat mutatja.

A listában szereplő adatok nem pontosak. Az adatok egy része ma is élő fák törzsmérete, mint például a *Tilia platyphyllos* és ezeknek a törzsei folyamatosan nőnek. Vannak olyan törzsméretek, mely kipusztult fáktól származnak, például a *Quercus robur*, ezeket pedig a ma élő fák meghaladhatják. A lista akkor is tanulságos, ha az adatok nem pontosak és állandóan változnak. A legnagyobb törzskörmérete a *Populus nigrának* van. De vastag törzse van a *Populus albanak*, *Populus x canescensnek* és a *Salix albanak* is. Ehhez képest a nálunk honos *Acerek*, *Fraxinusok*, *Tiliak* és *Ulmusok* nem nőttek nagyra. A nem honos, behurcolt fajok nem lehetnek idősebbek, mint a honosításuk ideje. Például tudjuk, hogy a listában szereplő 1063 centiméter törzskörméretű *Platanus x hispanica* nem lehet több, mint 300 éves, mert az első példányokat az 1820-as években hozták Magyarországra.

## 2. A FA FŐ RÉSZEI

2. táblázat: A magyarországi fajok legnagyobb törzskörméretei

faj	1,3 méteren mért törzskörméret (cm)	faj	1,3 méteren mért törzskörméret (cm)
Ables cephalonlca	524	Morus nigra	215
Acer campestre	476	Paulownia tomentosa	547
Acer plataneldes	515	Picea abies	451
Acer pseudoplatanus	642	Pinus nigra	481
Acer saccharinum	512	Pinus sylvestris	430
Aesculus hippocastanum	570	Platanus x hispanica	1063
Ailanthus altissima	468	Populus alba	1013
Alnus glutinosa	570	Populus x canescens	906
Betula pendula	302	Populus nigra	1200
Calocedrus decurrens	399	Prunus avium	467
Carpinus betulus	555	Pseudotsuga menziesii	467
Castanea sativa	816	Pterocarya fraxinifolia	457
Catalpa bignonioides	422	Pyrus pyraster	402
Cedrus atlantica	472	Quercus cerris	642
Cedrus deodara	537	Quercus pubescens	632
Celtis occidentalis	462	Quercus robur	980
Corylus colurna	500	Robinia pseudoacacia	630
Crataegus monogyna	216	Salix alba	1121
Fagus sylvatica	645	Sequoiadendron giganteum	730
Fraxinus angustifolia	714	Styphnolobium japonicum	680
Ginkgo biloba	547	Sorbus domestica	389
Gleditsia triacanthos	415	Sorbus terminalis	328
Gymnocladus dioica	334	Taxodium distichum	690
Juglans nigra	626	Taxus baccata	437
Juglans regia	388	Thuja plicata	515
Larix decidua	337	Tilia cordata	846
Liquidambar styraciflua	308	Tilia platyphyllos	1103
Liriodendron tulipifera	578	Tilia tomentosa	1038
Macura pomifera	406	Ulmus campestris	475
Magnolia kobus	275	Ulmus glabra	444
Maius sylvestris	230	Ulmus laevis	636
Metasequoia glyptostroboides	333	Zelkova serrata	378
Morus alba	506		



## 2.3. A KORONA ÉS A KORONAALAP

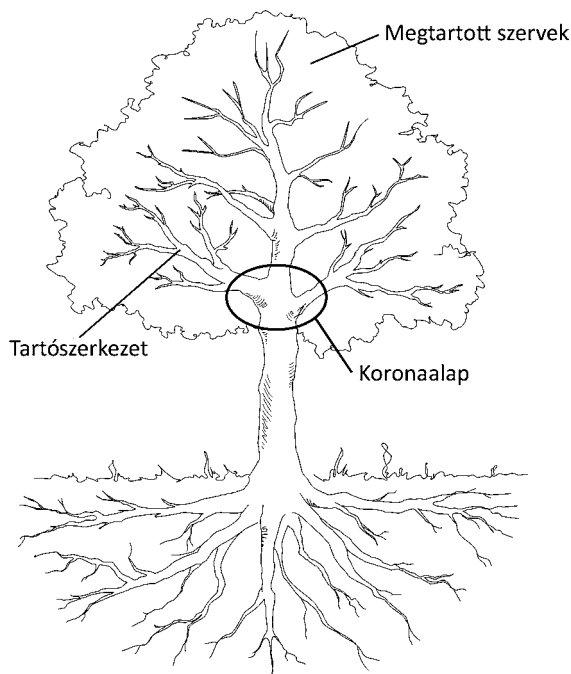
**A fa koronájában történik minden, ami az élet számára fontos a Földön.**

A korona teremti meg a kapcsolatot a Nap és a Föld között. Figyelemre méltó szerkezeti elem!

A koronát szerkezeti elemekre tagoljuk.

**A koronát három nagy szerkezeti egységre tagoljuk:**

- koronaalapra,
- tartószerkezetre,
- rajta elhelyezkedő képletekre.



57. ábra: A korona három fő szerkezeti egysége

Az 57. ábra mutatja a korona három fő szerkezeti egységét. A rajta elhelyezkedő képletek közül számunkra legfontosabb a levél, de azért nem kevésbé fontos a virág és a termés sem.

### 2.3.1. A KORONAALAP

**A koronaalap a korona és a törzs találkozási pontja.**

Itt ágazik szét a faszervezet és itt ágaznak szét a bennük futó szállítópályák is. A koronaalap a fa egyik legkényesebb pontja, mert a nagy tömegű korona összes súlya erre az alapra nehezedik. Az edénynyalábok elágazása is bonyolult, sérülékeny szerkezetet.

A koronaalap a faápoló számára azért fontos, mert rendellenességei mindig nagyon súlyosak, gyakran életveszélyesek.

### 2.3.2. A TARTÓSZERKEZET

**A tartószerkezet az ágak, a gallyak és a vesszők rendszere.**

Az ágakra aggatja a fa a leveleket, virágokat, terméseket. Tehát a tartószerkezetet úgy kellett kialakítania, hogy a rajta elhelyezkedő szervek a lehető legkedvezőbb helyzetbe kerüljenek és az évről évre nagyobbodó tömeget elbírja.

A tartószerkezet mindig a helyzetnek megfelelő alakúra képezi a koronát. A Földön a téri-tők környékén élő fáknál, ahol a Nap körbejárja a koronát, a gömb szerkezet a legjobb, mert a térfogathoz képest itt a legnagyobb az a felület, amelyre a leveleket fel lehet helyezni. Az állományban lévő fák koronája hosszú oszlop, ágrendszere felfelé törő, mert így tud a fényért legjobban küzdeni. Az Egyenlítő környékén a Nap legtöbbit a fák felett időzik. Gyorsan felkúszik az égre és gyorsan leszenderül. Ezért a legjobb koronaforma a sátorozó korona, ami a szavanna fáira jellemző.

**A korona térfogata folyamatosan nő.**

Ezt a fa úgy tudja elérni, hogy minden évben elágazik. Eközben a tartószerkezet idősebb elemeinek egyre nagyobb tömeget kell megtartaniuk. Ezt pedig úgy sikerül megoldani, hogy a tartószerkezetek átmérője évről évre vastagodik (lásd 58. ábra).

**2.3.2.1. A TARTÓSZERKEZET RÉSZEI**

Az ágak, ágrendszerek ismerete nélkül nem lehet a fák állékonyságát vizsgálni! A vesszők is-

merete nélkül nem szabad a fát metszeni! A hajtások a fa legjobban érthető beszédjelei. Ezért a faápoláshoz feltétlenül szükséges a tartószerkezet megismerése. A tartószerkezet részei a kialakulásuk időrendjében tárgyaljuk.

**2.3.2.1.1. A hajtás**

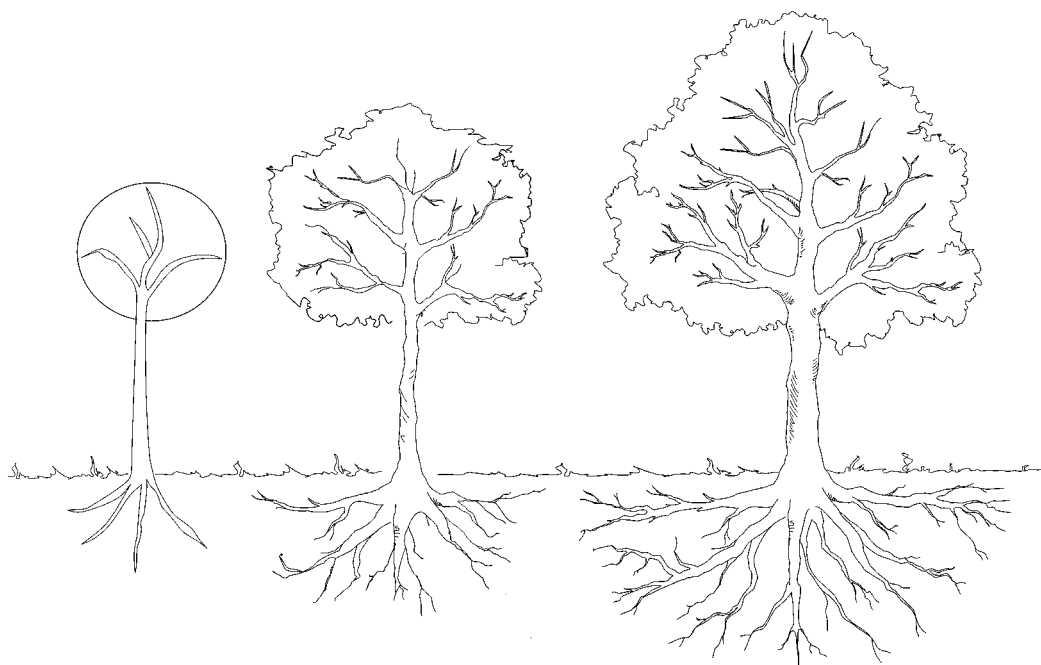
A kihajtás előtti évben keletkezett rügyekből fejlődnek ki a hajtások.

**A hajtás a korona még nem fásodott része.**

Ez a koronarész még nem ért meg egy telet sem. Nem is készült fel rá. Szövetei nem fásodtak meg. Ismét csak a nevet kell komolyan venni és máris tudni, hogy mi a feladata. A növekedésért felel. A legtöbb esetben ez hordozza a leveleket, a virágokat és a termést.

A hajtás nem fásodik, szerkezetében csak az elsődleges szövetek találhatók, még nem jelennek meg a vastagodás másodlagos szövetei.

A hajtások is beszédesek. Sőt a leghangosabban ők beszélnek. A különböző típusú hajtások viselkedése más és más dolgot árul el a fáról.



58. ábra: A korona folyamatos növekedése



### Tavaszi hajtás

**Tavasszal a rügy kihajtását követően indul fejlődésnek.**

Ha a hajtás a megszokott időhöz képest késik, akkor a fa nem érzi jól magát. Ez gyakran előfordul tavasszal, a későn elültetett fáknál. De a késői kihajtást okozhatja vízhiány, vagy a tavaszi alacsony hőmérséklet is. Ezeket a fákat a kihajtás után jól el kell kényeztetni vízzel, tápanyaggal, talajműveléssel, hogy a megkéssett hajtások tél előtt beérjenek.

Ugyanez az oka a lassú és erőtlen tavaszi kihajtásnak is.

A gyors és erős kihajtás az egészség jele.

### János-napi hajtás

Június 26. a Jánosok neve napja. Ez az időszak a fák hajtásnövekedésének második hulláma. Ekkor indul meg a hajtásokon, tehát a kihajtás évében kialakult rügyek kihajtása is.

**A János-napi hajtás  
a hajtáson fejlődik!**

Ha ezek a hajtások jól meg tudnak erősödni, akkor még át is tudnak telelni, ha nem, akkor elveszítjük őket.

**A János napi-hajtás a rendkívül jó  
erőnlét biztos jele.**

Elmaradásából viszont nem kell súlyos következtetéseket levonni.

### Fattyú- vagy vízajtás

A Csipkerózsika-álmukat alvó rügyek életre kelnek és fattyú-, más néven vízajtásokat hoznak.

**A vízajtások az alvórügyekből törnek elő.**

Nevük nem hízalgő, de a hír sem üdvözítő, amit magukkal hoznak.

**A fattyúajtások jelzik, hogy a rendes rügyekből  
keletkező hajtásokkal valami baj van,  
a véstartalékok mozgósítására van szükség.**

### Földbeli hajtás

A léte a fa örökletes tulajdonsága. Áruklodni csak elmaradásuk vagy túlzott keletkezésük tud.

### Hosszúhajtás

Nemcsak a hajtás hossza miatt nevezik hosszúhajtásnak.

**A hosszúhajtást a nagy ízközök és  
egymástól távoli rügyek jellemzik.**

A vízajtás általában hosszúhajtás. Egyébként a fajra is jellemző tulajdonság. A tavaszi hosszúhajtás a jó erőnlét jele.

### Rövidhajtás

**A rövidhajtás ízközei rövidek,  
a rügyek közel állnak egymáshoz.**

Mint a hosszúhajtás, ez is örökletes tulajdonság. A János-napi hajtások általában ilyenek.

A tavaszi rövidhajtás a tápanyaghiány, de gyakran az öregedés jele.

### Törpehajtás

**A törpehajtás ízközei rendkívül rövidek.**

Fajra és korra jellemző hajtásforma. A fa állapotára következtetéseket nem érdemes levonni belőle.

#### 2.3.2.1.2. A vessző

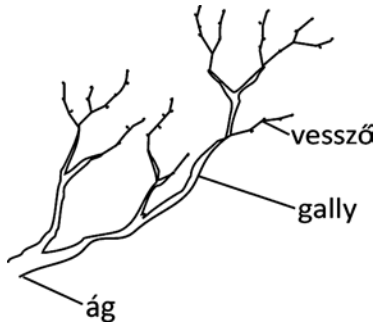
A hajtások még a kihajtás évében elkezdnek vastagodni, tehát kifejlesztik az első évgűrűt és fás szöveteket hoznak létre (lásd 59. ábrát).

**A vessző a korona megfásodott,  
egy évesnél nem idősebb része.**

A vessző teleteti át a rügyeket, a következő évi növekedés zálogait. A vesszők alakítják a koronát. Minden ág a vezérvesszővel nő tovább. A sudárnak sudár-vezérvesszője, a vázágnak vá-

zág-vezérvesszője, az oldalágaknak oldalág-vezérvesszője van. Az ágak oldalán fejlődött vesszőket oldalvesszőknek hívjuk.

Sok dísfának a vesszője gyakran értékes dísz. A vessző színe, mintázata, formája iránt érdeklődünk. A dísfák metszésnél ezt figyelembe kell venni.



59. ábra: Ág, gally, vessző

### 2.3.2.1.3. A gally

Az ágak után a fán a gallyak következnek, melyeknek életkora két év (lásd 59. ábra).

**A gally a korona kétéves, fásodott része.**

A gallyaknak is természetesen ugyanaz a feladatuk, mint az ágaknak, és rajtuk is csak ritkán találunk valódi rügyeket.

**A gallyak nem határozzák meg alapvetően a korona szerkezetét.**

A gallyak is megvastagodott, fás részek, tehát szerkezetük a törzs és az ág szerkezetével megegyezik.

### 2.3.2.1.4. Az ág

**Az ág a koronának legalább hároméves része.**

Tehát az ág több éves, fásodott rész. Szerkezete megegyezik a törzs szerkezetével. Az ágnál is megtalálható a bél, a farész, a háncsrész és a külső héjkéreg.

Feladatát néven nevezi a nyelv. El kell ágaznia! Legtöbb esetben levél vagy virág nem is található rajta.

**Az ágrendszer határozza meg a korona szerkezetét.**

Az ágrendszer ismeretében lehet a koronát metszéssel kialakítani vagy alakját megtartani. Ezért az ágrendszer szerkezetében alaposan el kell mélyedni. A törzsből elágazó ágrendszer két irányt vehet. Az egyik, mikor a törzs az ágban folytatódik (lásd 60. ábra).

**A törzs folytatása a korona legerősebb ága, melyet sudárnak, átmenő sudárnak is nevezünk.**

A másik esetben a fa nem nevel központi tengelyt, hanem közel azonos erősségű vázágakra ágazik el (lásd 60. ábra).

**A tartóágas koronánál a sudár is és a vázág is oldalágakra ágazódik.**

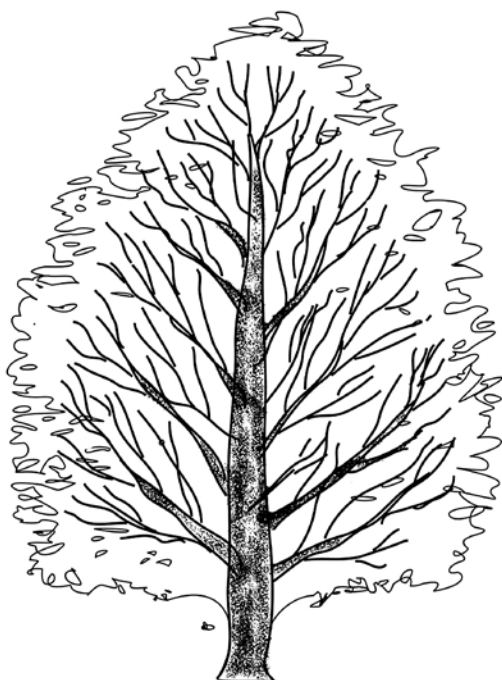
Ha a függőleges sudár oldalágai közel azonos magasságból indultak el, akkor azok az ágcsoportok egymás feletti emeleteket képeznek. Ezeket ágemeletnek is hívjuk.

Az ágak tovább ágaznak. Az elágazásukat a törzstől a korona felszíne felé haladva megszámlálhatjuk. A törzshöz legközelebbi elágazás az elsőrendű elágazás, majd kifelé haladva másodrendű- és harmadrendű elágazást találunk (lásd 61. ábrát).

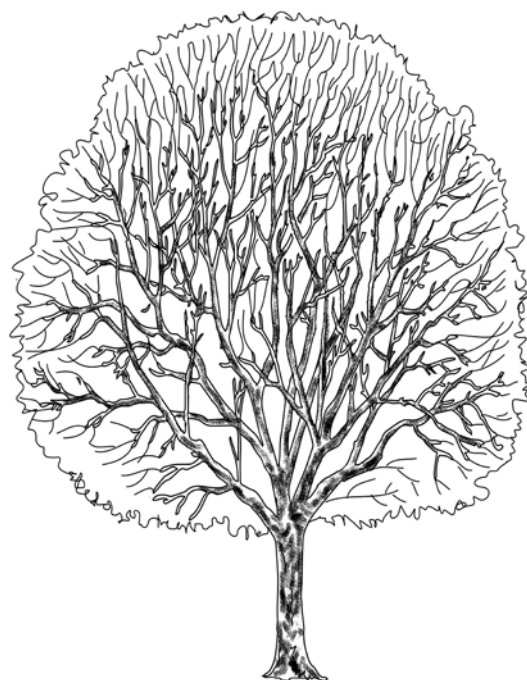
Az ág törzshöz csatlakozó része az ágalap.

### 2.3.2.2. A KORONA RÉSZEINEK MÉRET SZERINTI CSOPORTOSÍTÁSA

A német faápolásból terjedt el a korona részeinek méret szerinti csoportosítása. Ennek hátránya, hogy a botanikai alapokat nem veszi figyelembe, de előnye, hogy könnyen használható, a szabályokba is könnyen beírható és ellenőrzésénél is könnyen számonkérhető.

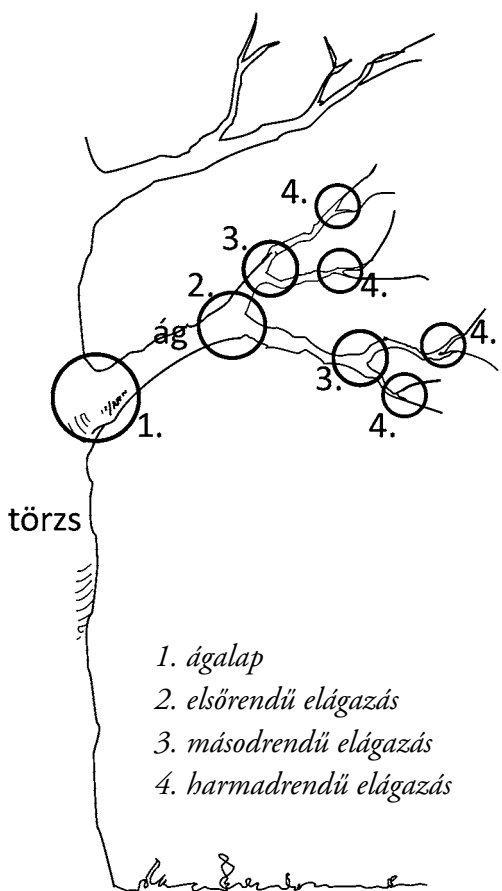


sudaras korona



tartóágas korona

60. ábra: A sudár és a sudár nélküli koronaforma



61. ábra: Az első-, másod-, harmadrendű elágazás

Például nehezebben betartható az az utasítás, hogy metszéskor ágakat nem, csak gallyakat vágunk le. Könnyen betartható, ha az mondjuk, hogy metszésnél durva ágakat már nem lehet levágni.

**A korona részeinek méret szerinti csoportosítása a következő:**

gallyacska	1 cm átmérő
gally	1–3 cm átmérő
gyenge ág	3–5 cm átmérő
durva ág	5–10 cm átmérő
erős ág	10 cm

**2.3.2.3. A TÖRZS ÉS AZ ÁG CSATLAKOZÁSA**

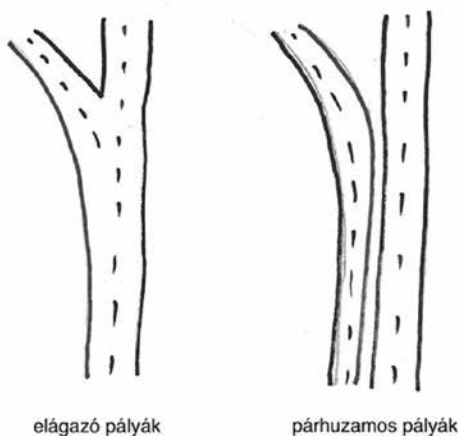
**A törzsnek és az ágnek nincsenek közös szövetei.**

A megvastagodott, fás szárnak a szállító pályái és a rostjai egyenes szálúak, nem ágaznak el. Minden szállító pályá elágazás nélkül fut végig egymás mellett a korona és a gyökérzet között.

Tehát a fa koronájának és gyökerének elágazásai nem úgy alakulnak ki, mint az érrendszer, vagy az úthálózat elágazásai, melyek szerkezeti elemei egyszerűen csak többfelé veszik az irányt (lásd 62. ábra).

A fa törzsének és ágának szállítópályái és más szövetei egymástól függetlenek. Amikor az ág kialakul az ág szállító elemei a törzs szállítóelemeire ráfeksznek és a megfelelő helyen a törzs irányától eltérően futnak (lásd 63. ábra).

Aztán az ág elkanyarodó szállítópályáira ráfeksznek a törzs egyenesen futó szállítópályái (lásd 63. ábra). Ez így folytatódik az ág utolsó szállítópályájának kialakulásáig. Utána csak a törzs szállítópályái halmozódnak az elágazásra.



62. ábra: Az elágazó és egymás melletti pályák



63. ábra: A törzs és az ág elágazása (piros vezeték a törzs, a kék vezeték az ág szállítópályái)

Tehát az ág törzstől eltérő irányú, elágazó szöveteit a törzs szövetei körbe fonják. Annak el-

lenére, hogy az törzs és az ág szövetei nem nőnek össze, egy nagyon erős kapcsolat alakul ki a törzs és az ág között. A fa így tarja meg a hatalmas tömegű ágait.

**A törzs és az ág bélszövege nem nő össze.**

Mivel a törzs és az ág szövetei külön szerveződnek, ezért a törzs és az ág bélszövege nincs kapcsolatban egymással (lásd 64. ábra).



64. ábra: Az törzs és ág bélszövege

Ez azért fontos, mert az üreges, vagy alapszövettel kitöltött bélben a fát károsító apró szervezetek akadály nélkül közlekedhetnek. Így az ág belső részébe bejutott károsítók hiába haladnak akadálytalanul az ágban, a törzset csak akkor tudják megfertőzni, ha átjutnak a két belet elválasztó szöveteken.

2.3.2.4. A KORONA SZERKEZETE

**A korona szerkezetét a vágágak és az ágak határozzák meg.**

A koronaszerkezet ismeretében lehet csak a fát metszeni és statikáját megerősíteni. Az 1968. évben megjelent „Kertészeti növénytan” c. tankönyv hajtásrendszeréről szóló fejezetét dr. Kár-

páti Zoltán így csoportosította a különböző koronátípusokat:

- **tartóágas korona**
  - rendes alakulású
  - szétterülő
  - magasra boltozott
- rendkívüli alakulású csüngő
- **sudaras korona**
  - rendes alakulású
  - jegenye
  - kúp
  - sátorozó
  - kerülékes
  - tetőző
  - ikersudaras
- rendkívüli alakulású
  - sudaras gömb
  - sudaras csüngő

#### 2.3.2.4.1. Tartóágas koronák

A tartóágas korona szerkezetének vázát a több, erőteljes, egyenlő rangú ág adja.

**A tartóágas korona-szerkezetnél nem alakul ki a központi tengely.**

Ha a tartóágak nagyobb szöget zárnak be egymással, akkor a korona szétterül, a korona szerkezete tartóágas szétterülő (lásd 65. ábrát). Ha éles szögben ágaznak el és szorosan egymás mellett állnak, akkor a korona magasra boltozott (lásd 65. ábrát).



tartóágas,  
szétterülő

Amennyiben a tartóágak az elágazási pont után rögtön, vagy egy kis felfelé növekedés után később aláhajlanak, akkor a korona csüngő (lásd 65. ábrát).

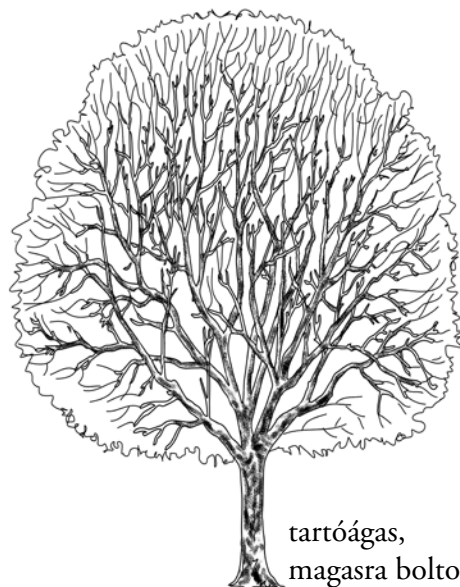
#### 2.3.2.4.2. Sudaras koronafarmák

**A sudaras koronának központi tengelye van, ami a törzs folytatása.**

A sudár a fa egyenes központi tengelye. Ez a központi tengely a törzs folytatása. Minden koronarész erre az erős tengelyre akaszksodik. A jegenye vagy hengeres korona szerkezeti vázát adó központi tengely rendkívül erős. A hozzá csatlakozó ágak rövidek, gyengék, a törzshöz simulnak. Tipikusan ilyen a jegenyenyár koronája (lásd 65. ábrát).

A kúp alakú korona központi tengelyéhez csatlakozó legalsó ágai a legerősebbek. Az ágak felfelé fokozatosan rövidebbek, szórtan vagy látszólag örvösen helyezkednek el. Ilyen koronája van például a török mogyorónak és az ezüst hársnak (lásd 65. ábrát).

A sátorozó korona úgy alakul ki, hogy a központi tengelyhez csatlakozó legalsó ágak erősödnek meg a legjobban. Hosszúságuk vetelkedik a sudár hosszával, az ágak meredek szögben felfelé helyezkednek el. Ilyen koronát nevel a fehér nyár (lásd 65. ábrát).

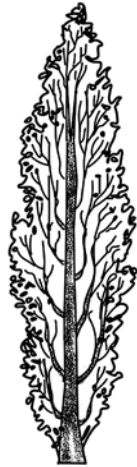


tartóágas,  
magasra boltozott

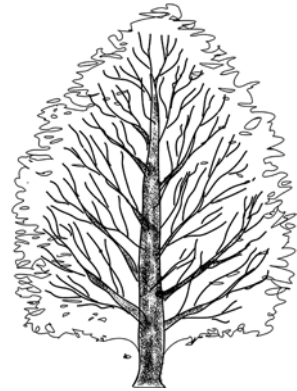
65. ábra: Korona szerkezetek



tartóágas, csüngő



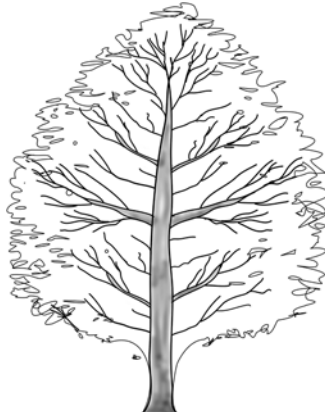
sudaras, jegenye



sudaras, kúp



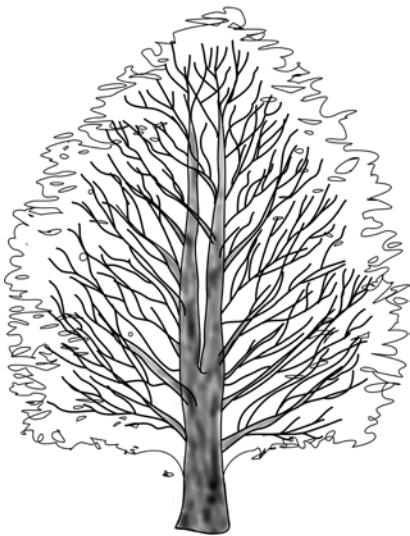
sudaras, sátorozó



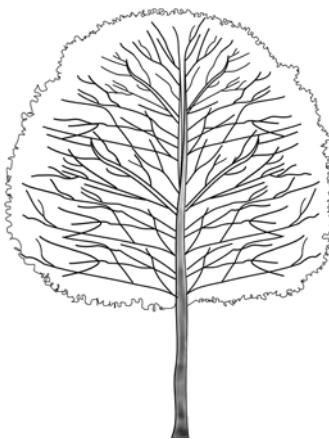
sudaras, kerülékes



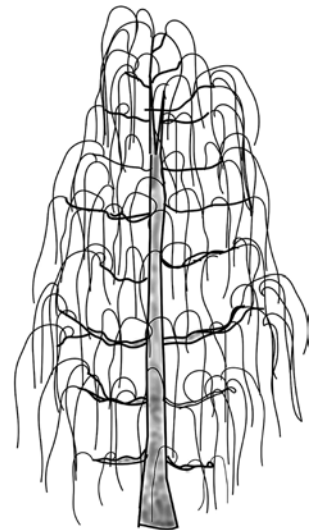
sudaras, tetőző



sudaras ikersudaras



sudaras, gömb



sudaras, csüngő

65. ábra: Korona szerkezetek

A kerülékes korona központi tengelyhez csatlakozó legerősebb oldalágai a sudár közepe táján alakulnak ki (lásd 65. ábrát).

A tetőző korona oldalágai a sudár csúcsán a legerősebbek (lásd 65. ábra).

Az ikersudaras korona két, majdnem egyformán fejlett sudarat nevel. Gyakran ilyen koronája alakul ki a közönséges vadgesztenyének, de a sudár sérülése után is gyakran ilyen korona alakul ki (lásd 65. ábra).

A sudaras gömbkorona szerkezetét a zömök sudár, és a sudár közepe táján kialakult erős oldalágak jellemzik. Ilyen koronaszerkezete van a gömbszilnek és a gömbakácnak (lásd 65. ábrát).

A sudaras csüngő korona sudara nem, vagy kevésbé hajlik alá. Az oldalágai csüngenek (lásd 65. ábrát).

### 2.3.2.5. KORONAFORMÁK

Gyakran keveredik a koronaforma és koronaszerkezet fogalma. Pedig fontos különbség van a kettő között. Márpedig a faápolásban a két fogalmat nem szabad összekeverni!

**A koronaszerkezetet a korona alkotórészei jelentik, míg a koronaforma a korona megjelenése.**

A kertépítész a korona formája iránt érdeklődik, mint az építőelem alakja iránt. A faiskolás, a faápoló inkább a korona szerkezetére figyel. A magyar kertészeti szakírók legalább kétféle, ha nem több koronaforma-csoportosítást alakítottak ki. Az 1. táblázat első oszlopában a Schmidt-féle csoportosítás szerepel, amelyet dr. Schmidt Gábor és Tóth Imre 2007-ben megjelent, „Kertészeti dendrológia” c. könyvében találhatunk. A második oszlop a Mándy-féle csoportosítást tartalmazza. A Schmidt-féle csoportosítás inkább a koronaformákat adja meg, míg a Mándy-féle inkább a korona szerkezetére utal.

A táblázatban igyekeztem egymás mellé tenni a két csoportosítást, összevetni a koronaformákat. Lássuk a 3. és a 4. táblázatot!

A két csoportosítást összevetve ajánlok egy koronaforma-csoportosítást a faápolóknak, mely talán rendet tesz a különböző koronaformák között:

- **gömb alakú koronák**
  - nagy gömb
  - kis gömb
  - lapított gömb
- **ellipszis alakú korona**
- **kúp alakú korona**
- **tojás alakú korona**
- **oszlopos korona**
- **sátorozó korona**
- **csüngő korona**
- **szabálytalan alakú korona**

3. táblázat: A Schmidt- és Mándy-féle koronaforma-csoportosítás

Schmidt féle	Mándy féle	összevetve
gömb	gömb	gömb
lapított gömb		
ellipszis		
tojás		
kúp		
oszlopos	jegenye	jegenye
csüngő	csüngő	csüngő
szabálytalan		
sátorozó	sátor	sátor
	magasan boltozott	
	keskeny kúp	
	terpedt kúp	
	kerülékes	
	tetőző	

4. táblázat: A koronaszerkezet és a koronaforma típusai

korona szerkezet	forma
tartóágas, rendes alakulású koronák	
szétterülő	sátor, szabálytalan
magasra boltozott	ellipszis, kúpos, tojás, oszlop, szabálytalan
tartóágas, rendkívüli alakulású korona	

korona szerkezet	forma
csüngő	csüngő
sudaras, rendes alakulású koronák	
jegenye	oszlopos
kúp	ellipszis, kúp, tojás, széles oszlop
sátorozó	sátor
kerülékes	ellipszis, tojás, szabálytalan
tetőző	sátorozó, szabálytalan
ikersudaras	ellipszis, kúp, tojás, oszlop, szabálytalan
sudaras, rendetlen alakulású koronák	
sudaras gömb	gömb
sudaras csüngő	csüngő

### 2.3.2.5.1. A korona szerkezete és formája közötti összefüggés

A korona szerkezete és formája közötti összefüggést a faápolónak ismerni kell. A fa természetes növekedésekor különböző korona-szerkezeteket és különböző koronaformákat alakít ki. Amennyiben a faápoló szeretné a fa koronáját formálni, akkor a korona-szerkezetet kell figyelembe vennie. A korona formája és szerkezete a fajra, fajtára jellemző. Ha meg akarjuk őrizni a természetes koronát, akkor a fajra, fajtára jellemző szerkezettel a fajra, fajtára jellemző koronaformát kell kialakítanunk.

Ha mesterséges koronaformát akarunk kialakítani, akkor azt kell figyelembe venni, hogy milyen korona-szerkezettel tudjuk a kívánt koronaformát kialakítani.

### 2.3.2.6. HAJTÁSNÖVEKEDÉSI ÉS ELÁGAZÓDÁSI FORMÁK

A korona szerkezetét és a korona formáját a hajtásnövekedés és elágazódási forma határozza meg.

#### Három féle elágazási módot különböztetünk meg:

- fenyő típusú,
- hárs típusú,
- juhar típusú.

Ezeket vizsgáljuk meg részletesebben a következőkben.

#### 2.3.2.6.1. A fenyő típusú elágazás

Ki ne ismerné a karácsonyfa ágrendszerét? Ezen emlékképek alapján könnyű áttekinteni a fenyő típusú elágazást (lásd 66. ábra).

A fenyő csúcsrügye jó esetben töretlenül fejlődik, növeszti a központi tengelyt az ég felé. Ez a növekedési mód nagyon gyors magassági növekedést tesz lehetővé. A központi tengelyen oldalágak nevelődnek, melyekre a díszeket, szaloncukrot szoktuk akasztani. Ez esetben egytengelyű, vagy közalapos (*monopodiális*) elágazásról beszélünk. Az idősebb gallyak oldalrügyeiből ugyanígy fejlődnek ki az oldalhajtások. Így növekszenek a fenyők, a fiatal juharok és a kőrisek. Ezt az elágazási módot fenyő típusú elágazásnak is nevezhetjük, ha a fent említett, eddig használt nevek nem elég szemléletesek, vagy nem elég ízesek.

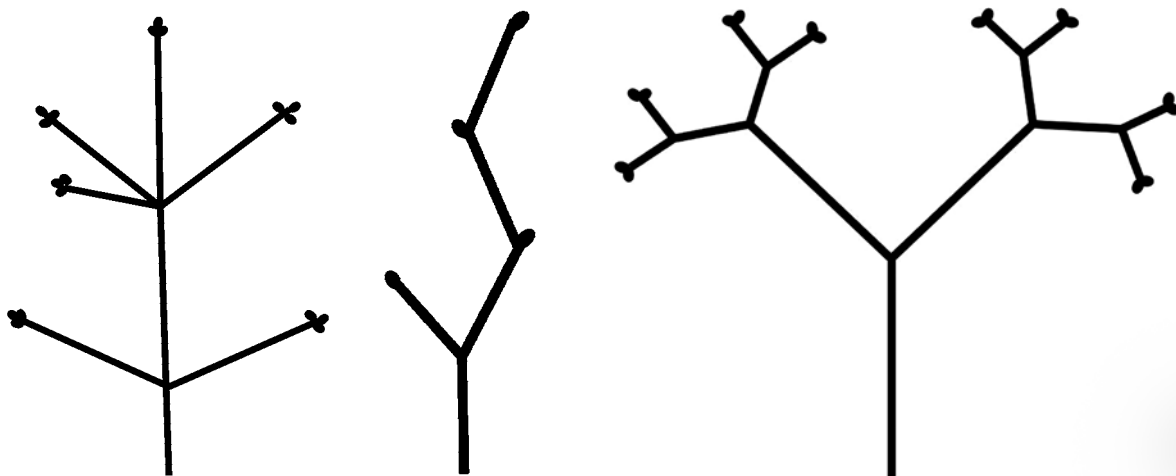
#### 2.3.2.6.2. Hárs típusú elágazás

A hárs, de az akác és a fűz is az elágazásnak ezt a módját műveli (lásd 66. ábra). Vezérvesszőjét nem a csúcsrügyből neveli ki, hanem az alatta elhelyezkedő oldalrügyből. Ettől az ág, gally vagy a vessző nem lesz egyenes, hanem minden elágazásnál egy törés lesz benne. A lomblevelűek többségére ez jellemző.

Ez az elágazás típus nem feltétlen nevel központi tengelyt. A központi tengely csak akkor alakul ki, ha valamelyik oldalrügyből fejlődött hajtás úgy erősödik meg, hogy az alatta lévő rügyekből fejlődő hajtások nem vetélkednek vele.

Ez az elágazási forma tehát lehetővé teszi a korona központi tengelyének kialakítását és központi tengely nélküli korona kinevelését is.





66. ábra: Elágazódási típusok: fenyő típus, hárs típus, juhar típus

### 2.3.2.6.3. Juhar típusú elágazás

A juharnak és az elágazási típus más követőinek keresztben átellenes rügyei vannak. A csúcsrügyről lemondanak és a csúcsrügy alatti oldalrügyekből hajtanak tovább (lásd 66. ábra). Igen ám, de az oldalrügyekből nem választ ki egyet sem, a vessző végén álló mindkét rügye egyformán fejlődik tovább. Így mindegyik csúcsból két egyforma erősségű csúcs fejlődik, villát alkotva, melynek a vessző a nyele és a két hajtás az ága. Ezek aztán további villákra ágaznak. Felnőtt korában aztán a juhar leszokik erről a villaképzésről és a csúcsrügyből a fenyőkre jellemző növekedésre vált. Ezt az elágazást a növénytudósok tengely nélküli, vagy villás (*pseudotichotomikus*) elágazásnak hívják.

Ez az elágazási forma a központi tengely nélküli korona kialakítást teszi leginkább lehetővé. Ennek az elágazási formának az eredménye a gömb koronájú juhar (*Acer palatonides* 'Globosa') és a gömb koronájú kőris (*Fraxinus ornus* 'Mecsek')

### 2.3.3. KÉPLETEK

A fa koronájának tartószerkezetei tartják a képleteket, a rügyeket, a leveleket, a virágokat és az abból képződött terméseket. Ezeket vesszük most sorban.

### 2.3.3.1. A RÜGY (GEMMA)

A gemma a latinban szemet és drágakövet is jelent egyszerre és szemnek mondják a kertészek a szemzésre szolgáló rügyet. De valóban a rügyek a növény drágakövei? Az biztos, hogyha a növényeket a rügyektől megfosztjuk, akkor elpusztulnak.

#### A rügy rövidsártagú hajtáskezdemény.

A rügy készen áll arra, hogy a többnyire hőszi- getelő rügypikkelybe csomagolt levél- és virág- kezdemény a kedvező időben rendkívül gyorsan kihajtsa (lásd 67. ábra).

A rügy a föld feletti részek külső eredetű elágazása, szemben a gyökér belső eredetű elágazásával.

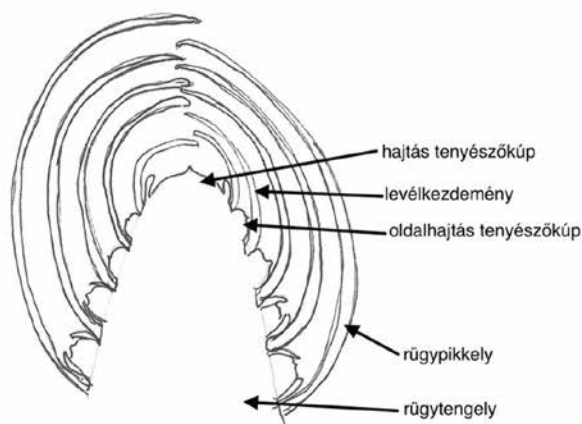
#### 2.3.3.1.1. A rügy szerkezete

A 68. képen a rügy keresztmetszete látható.

Nagyon fontos szem előtt tartani, hogy a gyökér soha nem táplálja a rügyet! Tehát nem a gyökér biztosítja a rügyek kihajtásához szükséges mozgató erőt tavasszal. A rügy nem tárol kihajtásához szükséges táplálékot, keményítőt.



67. ábra: A rügy

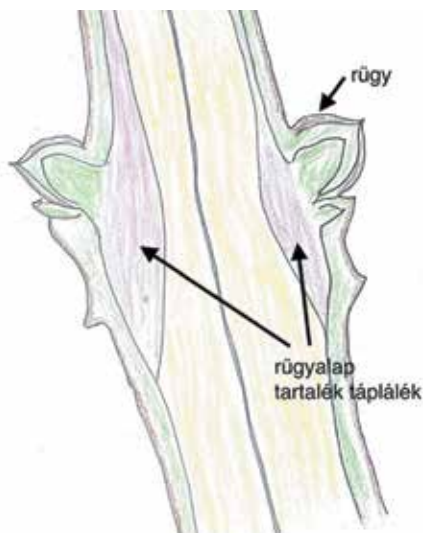


68. ábra: A rügy részei

**A rügy kihajtásához szükséges táplálékot a rügyalapban tárolt keményítő biztosítja (lásd 68. ábra).**

### 2.3.3.1.2. A rügyek csoportosítása

A metszéshez elengedhetetlenül szükséges a rügyek, azaz a drágakövek ismerete. A faápolónak ismernie kell a kezelt fák rügyeit. Például meg kell különböztetni a virágrügyeket a hajtásrügyektől. A rügyeket különböző tulajdonságuk alapján lehet csoportosítani.



69. ábra: A rügyalapban elhelyezkedő táplálék

#### A rügyek csoportosítása:

- rügyállás szerint,
- működésük szerint,
- csoportosulásuk szerint,
- hajtáshoz viszonyított helyzete szerint,
- szerkezete szerint,
- rügypikkelyek szerint,
- szártól való távolság szerint,
- elhelyezkedés szerint,
- tartalma szerint.

#### Rügyek csoportosítása rügyállás szerint

A rügy elhelyezkedési rendje a száron megegyezik a levélállással, mivel a rügyek a levélhónaljakban alakulnak ki.

- szórt (*Tilia cordata*)
- szórt-váltakozó (*Carpinus betulus*)
- keresztben átellenes (*Acer*)
- hármás örvös (*Fraxinus angustifolia ssp. pannonica*)

#### Rügyek csoportosítása működése szerint:

- rendes rügy (a rügy képződését követő évben kihajt)
- alvó rügy (a képződött rügy nyugalomban marad, a kéreg benővi, a fa sérülése esetén kihajt)
- járulékos rügy (ott keletkezik, ahol szükség van rá, például sebzés hatására (*Ailanthus*))

### Rügyek csoportosítása

#### csoportosulása szerint:

- magányos (egy növekedési csomón egy rügy)
- csoportos (egy növekedési csomón több rügy)
- egymás felett (*szeriális*)
- egymás mellett (*kollaterális*) (*Prunus persica*)
- egymás mellett és alatt

### Rügyek csoportosítása hajtáshoz

#### képesti helyzete szerint

- elálló rügy (*Fagus*)
- rásimuló rügy (*Salix*)

### Rügyek csoportosítása szerkezete szerint

- egyszerű rügy (benne egy hajtáskezdemény)
- összetett rügy (benne több hajtáskezdemény)

### Rügyek csoportosítása rügypikkelyek szerint

- fedett, zárt rügy (rügypikkelyek szorosan zárnak)
- fedett, nyílt rügy (rügypikkelyek lazán)
- fedett, csupasz (nincs rügypikkely, inkább szőrösek) (*Magnolia*)

### Rügyek csoportosítása szártól

#### való távolság szerint

- ülő
- nyeles (*Alnus glutinosa*)

### Rügyek csoportosítása elhelyezkedés

#### szerint

- csúcsrügy
- végálló rügy

### Rügyek csoportosítása tartalom alapján

- levélrügy (a rügyben csak levélkezdemény)
- vegyesrügy (a rügyben levél- és virágkezdemény)
- virágrügy (a rügyben virágkezdemény)
- kétféle virágrügy (váltivarú egylakiak, így lombfakadás előtt tudnak virágozni (*Prunus cerasifera*))

- nőivarú vegyesrügy + hímivarú virágzati rügy (*Fagaceae*)

#### 2.3.3.1.3. A rügyciklus

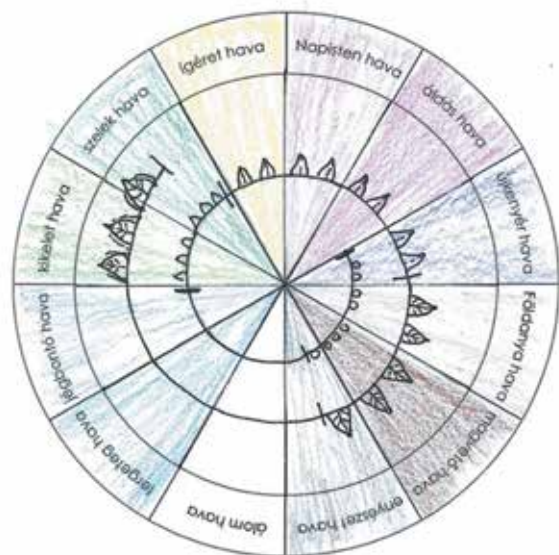
**A rügyciklus a rügyek fejlődése a keletkezéstől a rügyfakadásig.**

**A rügyek a kihajtás előtt legalább egy évvel kialakulnak.**

**Vannak olyan fajok, melyeknél a rügyciklus több mint egy év hosszú.**

Például a bükknél a rügyciklus közel két év hosszú (lásd 70. ábrát).

A rügyek a levelek kihajtásakor, a levelek hónaljában elkezdenek kifejlődni. A rügy fejlődése általában nyár közepére, de lombhullásra már mindenképpen befejeződik. A levekből visszanyert táplálék a rügy alapjánál halmozódik fel (lásd 68. ábra), melyre majd a rügy kihajtásakor lesz nagy szükség.



70. ábra: A bükk rügyciklusa

**A kifejlődött rügy a nyugalmi időszakban áttelel.**

**A kihajtás pontos időzítése a fának létkérdés.**

Mind a túl korai és mind a késői kihajtás végzetes lehet.

**A kihajtás idejét örökletes tulajdonságok és az időjárás befolyásolja.**

A mély nyugalmi állapot a fa öröklődő tulajdonsága. A mély nyugalmi állapotban a kihajtás akkor sem kezdődik el, ha az időjárás ezt lehetővé tenné. Ez az időszak fajokként változó, de általában tél derekáig tart. A mély nyugalom időszaka után a kihajtás az időjárási körülményektől függ. Roloff kísérletei szerint a kihajtás nem a napi hőmérséklettel, hanem a hőösszeg-től függ.

*2.3.3.1.4. A rügyek kihajtása*

A levelekkel együtt rügyek is képződnek a levélhónaljban.

**Nem minden rügy hajt ki.**

**Ha a fa túlterhelt (stresszes), a hajtások végén lévő rügyek nem hajtanak ki.**

Ekkor csak a vessző alapján lévő rügyek hajtának, ahol még elegendő víz- és mozgatóerő tartalék van a növekedés megkezdéséhez.

*2.3.3.1.5. Az alvórügyek*

A fák öregedését sok gally pusztulása és az alvó rügyek kihajtása jelzi. Ha alaposan megnézzük az erdőben élő nagyon idős fákat, akkor nagyszámú hajtást láthatunk rajtuk.

**Az alvó rügyek a fák „öregségi nyugdíja”.**

Amikor a fák koronája megsérül, vagy legallyazzák, a fa alvórügyekből kihajt. Bizonyos értelemben a fa felhasználja öregségi tartalékjait, kimeríti szükséghelyzeti mozgatóerejét.

*2.3.3.2. A LOMBLEVÉL*

A levelek végzik a legfontosabb munkát, de azok csak akkor tudnak dolgozni, ha a Nap sugara éri őket. Ezért mindig a korona felszínére kell kerülniük, hogy láthassák a Napot.

Többféle levelet különböztetünk meg. A csírázó növény tápanyagait a sziklevel biztosítja. A virág is levelekből áll. Levél a csésze, a szírom, a porzó és termő is. A rügyeket is legtöbb esetben pikkelylevél fedi. A sok levél közül most figyelmünket a fák lomlevelére fordítjuk.

A postán, vagy manapság világhálón feladott levél arra való, hogy üzenetet küldjünk vele. A fák is levéllel leveleznek, levéllel küldenek üzenetet. Például a fák leveléből ki lehet olvasni a feladót. Annak ellenére, hogy Linné a növényeket a virágaik alapján osztályozta, a fákat a levelükről szoktuk felismerni. Napjainkban a növények rokoni szálait az örökletes anyaguk alapján bogozzák ki. Hát ez végképp nem segít a kertben, erdőben a fák felismeréséhez. Hiába a növénytudomány fejlődése, marad a levélről való felismerés. A levélről kis gyakorlattal a fák korát is ki lehet olvasni. A fiatal fák nagy leveleket, az idősebb fák kisebb leveleket hajtának. Ha a fa szomjas, akkor levele fonnyad, vagy ha nagy a vízhiány összepöndörödik, vagy akár lehullik. Ha a fa éhes, akkor a levelek elszíneződnek és a különböző tápanyagok hiányát más-más mintázattal jelzik. És a fának sok betegsége is a leveleken megjelent tünetek alapján állapítható meg. Mi ez, ha nem egy egész sor, jól érthető üzenet?

**A levélben történik meg a fény megkötése.**

Itt megy végbe az a nagyon fontos folyamat mely lehetővé tette az élet kialakulását a Földön. A levél zöldszintestjeiben megy végbe a fénymegkötés, a levelek veszik fel a fénymegkötéshez szükséges szénéleg gázt a levegőből és a fa a levelekhez szállítja az ehhez szükséges vizet, a levelekben keletkezik a fénymegkötés legfontosabb terméke a cukor és leveleken keresztül távozik a fénymegkötés mellékterméke, a szá-

munkra nélkülözhetetlen éleny. A levél erre a feladatára kialakult, tökéletes szerkezet.

### A fa környezeti szolgáltatásait a levelek végzik.

A településen élő ember számára oly fontos környezeti (ökológiai) szolgáltatásokat is a leveleknek köszönhetjük. A gázcserét már említettük. A városi levegő tisztításához nagyon fontos por- megkötést is a levelek végzik. De levelek párologtatása teszi kellemesebbé a levegőt. A levelek árnyékolnak. A levelek csökkentik a zajt. A levelek gyönyörködtenek tavasszal, nyáron és festői színekkel ősszel. A természet, a fák tisztelői nem is értik, hogyan lehet a lehullott leveleket szemétnek nevezni?

### 2.3.3.2.1. A levél alakja

A természet nagyon változatos, a fák levelei is nagyon változatosak.

#### A levelet az alábbi részekre tagoljuk:

- levéllemez,
- levélcsőcs,
- levélváll,
- levélszél,
- levélnyel,
- levélalap,
- pálha.

A levelek alakjánál és szerkezetével a botanika részletesen foglalkozik. Itt csak a faápolás szempontjából érdekes dolgokat említünk meg.

A levél tökéletes vízlevezető felület. A fa érdeke, hogy eső után a levélről a fénymegkötést gátló víz a lehető leggyorsabban eltávozzon. A levél felületét beborító viaszos réteg is részben ezt a célt szolgálja. A levéllemez alakja is tökéletes vízlevezető rendszer. A levél széle, de leginkább a levélcsőcs is a vízlevezetést szolgálja (lásd 71. ábra).

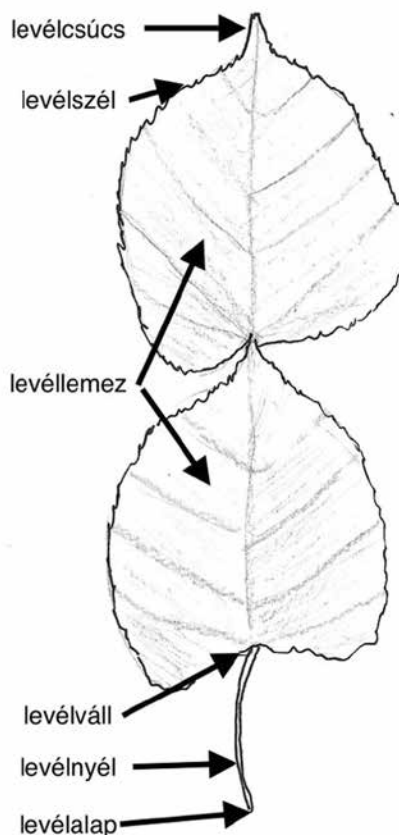
A levélcsőcs a levélvállba illeszkedik. Gyakran a vízlevezetés miatt kialakított levélcsőcs alakítja ki a levélváll alakját. Ez esetben a levélvállba a levélcsőcs bele illeszkedik (lásd 72.

71. ábra). Ez teszi lehetővé a fényt felfogó felület leghatékonyabb kihasználását.



71. ábra: A vízlevezető levélcsőcs

A levélerezet a levéllemez teljesen behálózza. A levélen nincsenek ellátatlan területek. Ha a levél megsérül, akkor sem szakad meg a tápanyag és táplálék szállítási lánc a sérülés előtt vagy mögött (lásd 73. ábra). A levélen olyan érhálózat alakul ki, mely kikerüli a sérült részeket.



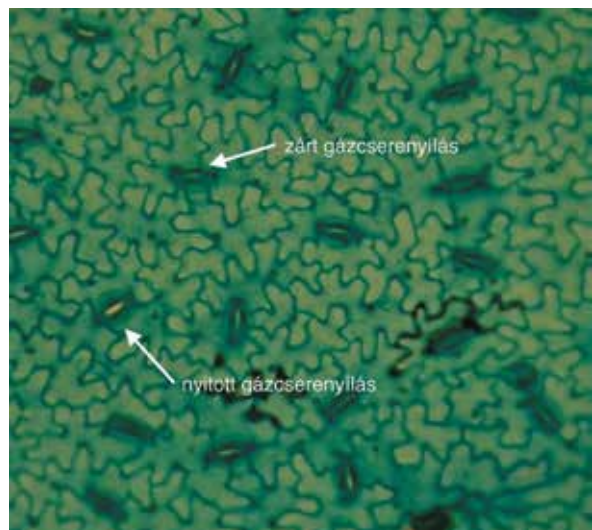
72. ábra: A levél részei, egymásba illeszkedő levelek



73. ábra: A levél erezet

a levél védelme mellett a már említett vízlevezetést szolgálja (lásd 75. ábra). A bőrszövet alatt található oszlopos alapszövetben találhatóak a fénymegkötést végző zöld színtestek (lásd 75. ábra). Ez alatt szivacsos alapszövet helyezkedik el, melynek ürgeiben történik meg a fénymegkötéshez szükséges gáz és vízpára mozgása (lásd 75. ábra). Ebben a szivacsos alapszövetben helyezkednek el a levélerek is, melyek a tápanyag szállítás végpontjai és a táplálékszállítás induló állomásai (lásd 75. ábra). A levél fonákján lévő bőrszövetben találhatóak a gázcsere nyílások, melyeken keresztül a gázcsere és a párologtatás történik (lásd 75. ábra).

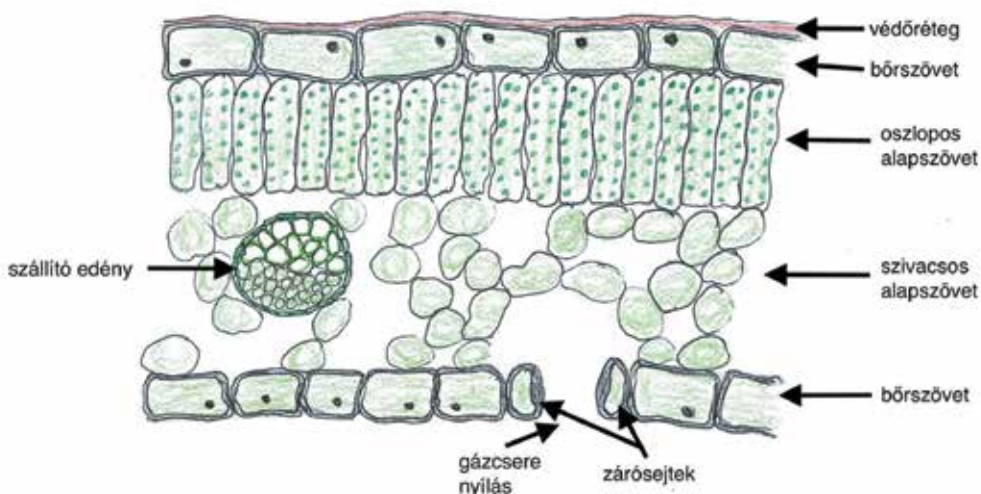
A gázcsere nyílások a fénymegkötés és párologtatás fontos szabályozói (lásd 74., 76. ábra).



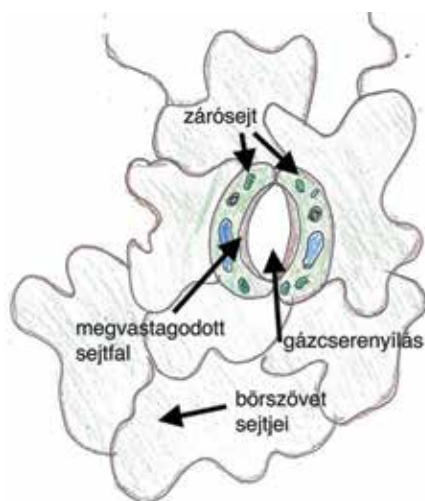
74. ábra: A gázcsere nyílások

### 2.3.3.2.2. A levél szerkezete

A levél szerkezete is a fénymegkötés feladatára kialakított tökéletes szerkezet. A lombhullató fák levéllemezeinek két oldala általában különböző. A levél színe fordul a Nap felé, a levél fonákja árnyékban van. A levél színén a bőrszövet



75. ábra: a levél keresztmetszete



76. ábra: A gázcserenyílás

Ha a gázcserenyílás nyitva van, akkor a levélbe be tud jutni a fénymegkötéshez szükséges szén-dioxid gáz és el tud távozni a fénymegkötés mellékterméke az oxigén. De el tud távozni a vízpára is. Ez egy megalkuvás, mert a fénymegkötés vízvesztéssel jár. Tehát a gázcserenyílásnak a növény vízhiánya esetén zárva kell lennie. És a száraz növény nem tudja a fényt megkötni. A gázcserenyílás két, egymással szemben elhelyezkedő zárósejt. A sejtek egy olyan hosszúkas, egymással szemben álló luftballonra hasonlítanak, melyeknek az egymás felé néző oldalai szalaggal vannak megerősítve. Ez a szalag az erősen megvastagodott sejtfal. Ha a zárósejtek megduzzadnak, akkor a két zárósejt között légrés alakul ki. A gázcserenyílás nyitva van. Ha a zárósejtek térfogata csökken, elernyednek, egymás mellé simulnak és a légrést bezárják. Amikor a zárósejtekben a keményítő glükózzá változik és a kálium lép be, az ozmotikus nyomás hatására a sejtek megduzzadnak, kitágulnak és megnyitják a gázcserenyílást. Amikor a kálium távozik a zárósejtekből és a cukor visszaváltozik keményítővé, a sejtek petyhüdtté válnak, és a gázcserenyílások bezáródnak.

### 2.3.3.2.3. A fénymegkötés (fotoszintézis)

A fénymegkötés a Nap mozgatóerejét (energiáját) befogó folyamat. A mozgató erő a Napból áradó fény sugar.

A fénymegkötés egyszerűsített képlete:



Tehát 6 darab szén-dioxid molekula vegyül a fény hatására felbontott víz molekula 12 darab hidrogén atomjával. Az eredmény 6 darab szőlőcukor molekula, melyben a fa a Nap mozgató erejét tárolja. A folyamat mellékterméke 6 darab oxigén molekula ( $\text{O}_2$ ). A fénymegkötés során a szén-dioxid ( $\text{CO}_2$ ) szerves atomjai a szerves molekula atomjaivá válnak. Tehát a szerves anyagból szerves anyag lesz!

A fénymegkötés két lépésben zajlik le.

**A → fény → B**

**B → vegyi folyamat → C**

Az első lépése az úgynevezett fényszakasz (A-B), melyben fény hatására a víz molekula oxigén és hidrogén atomokra bomlik fel. A fénymegkötés fényszakaszának termékei az ATP- és az NADPH-molekulák. Az ATP molekula teljes neve az adenzin-trifoszfát, tehát három foszfor atomot tartalmaz. Tehát a három, nagy mennyiségben szükséges tápelem (makroelem) közül a foszfor (P) a mozgató erő tárolásához szükséges. Az ATP molekula a víz bontásakor felszabadult mozgató erőt tárolja. Tehát a fény mozgató ereje az ATP molekulákban kémiai mozgató erővé alakul. A NADPH molekulák pedig a vízből felszabadult hidrogén molekulákat a megfelelő helyre szállítják.

A fénymegkötés második lépése (B-C) az úgynevezett sötét szakasz, ahol a fényszakaszban tárolt mozgató erő, az ATP molekulák segítségével a szén-dioxidból cukor épül fel. Tehát az ATP molekulákban tárolt mozgató erő a cukor molekulákba megy át. Szőlőcukor az élet üzemanyaga. A szőlőcukor ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) olyan, mint egy hordozható mozgatóerő tároló. Vízen oldódik. A fában vizes oldata jól szállítható. A szőlőcukorban tárolt mozgatóerő felszabadítása a légzés, a szőlőcukor elégetése. A légzésnél szén-dioxid ( $\text{CO}_2$ ) szabadul fel és 36 db ATP molekula, tehát mozgató erő keletkezik, melyek biztosítják a

mozgató erőt az anyagcseréhez, a növekedéshez, a szaporodáshoz és a védekezéshez.

#### A fénymegkötés a zöldszintestben zajlik le.

A zöldszintest egy szerves molekula, amely beindítja a mozgatóerő megkötési folyamatot. A molekula közepén magnézium (Mg) van, amelyhez 4 darab nitrogén (N) elemi részecske kapcsolódik. A magnéziumot és nitrogént tartalmazó fehérjéhez egy hosszabb rész kapcsolódik. Ez a hosszú molekularész köti a zöldszintesteket a sejt membránjához. Egy zöldszintest molekula előállításához 4 darab nitrogén (N) és 52 darab szén (C), tehát kevés nitrogén és sok szén szükséges.

A fénymegkötéshez fény kell!

#### A fénymegkötés folyamatának hatékonyságát a fény erőssége és a hőmérséklet szabályozza.

A fotoszintézis kedvező hőmérséklete 28-35 Celsius fok között van. 35 fok felett a mérsékelt övön a fénymegkötés leáll.

#### 2.3.3.3. A VIRÁG ÉS A TERMÉS

A fa legfontosabb szervei a szaporító szervek. Az utódlás a szaporító szervekkel történik.

A virágok, termések a fák fontos díszjei. A fáknek ezt a tulajdonságát a kertek tervezői veszik figyelembe.

Mivel a faápolási technikák nem érintik a virágot és a termést, így ezeknek a szerveknek a tárgyalására nincs szükség a faápoláshoz.

#### 2.3.4. A KORONA MÉRETE

A településen álló fák, díszfák legnagyobb értéke a korona, pontosabban a koronában lévő levelek, mivel a fák majdnem minden szolgáltatásukat a leveleikkel nyújtják. Tehát a települési faállomány gazdálkodásban, a faápolásban a fa lombtömege az érték. Ezért fontos a korona mérete.

#### A fajok örökölt tulajdonsága a korona formája és mérete.

Vannak nagyobb és vannak kisebb koronát nevelő fajok. A fák rendelkezésére álló terület nagy mértékben meghatározza a korona méretét. Láttuk, hogy az erdőben, sűrűn egymás mellett álló fák koronája kisebb, mint a szabadon álló városi fáké. Ráadásul a korona mérete folyamatosan változik. A fiatal fa koronája folyamatosan nő, majd a fa felnőtt korára a korona növekedése leáll. A fa idős korában pedig a korona mérete csökken. A metszés, gallyazás pedig a fa korától független koronaméret csökkentő eljárás.

#### A korona mérete függ:

- a fajtól,
- a rendelkezésre álló területtől,
- a kortól,
- a metszéstől.

#### 2.3.4.1. A LOMBKÖBMÉTER MÉRÉSE

A legjobb módszer, ha a vizsgált fa lomjának térfogatát meg tudjuk mérni. Így pontos adatot kapunk. Ezekből a pontos adatokból pontosan számolhatjuk a fák környezeti hasznosságát és ha adatsorunk van, akkor pontosan mérhetjük a fák életerejét is.

De ez az igen hasznos módszer csak akkor használható, ha a mérés egyszerű!

#### A koronának térbeli kiterjedése, tehát térfogata van.

Mivel a korona térfogatát nehéz mérni, ezért a korona átmérőjét és magasságát mérjük. Ez a két adat azonban még nem elég ahhoz, hogy a korona térfogatát kiszámoljuk, mert a korona általában nem szabályos, különböző mértani alakzatokat vesz fel. Lehet gömb, henger, kúp, de legtöbbször nem is szabályos formájú.



**A fa lombtérfogat mérésének eredményes módszere a pontsugárral (lézerrel) való felvétel.**

### 2.3.4.2. A LOMBKÖBMÉTER SZÁMÍTÁSA

A közgazdászból lett kertész, Radó Dezső a fák értékét és teljesítő képességét a lombjuk mérete alapján számolta ki és elvetette a törzsátmérő vagy törzskörméret alapján való értékelés addigi módszerét, melyet a világ minden táján még mind a mai napig használnak. A törzs jól mérhető, de növekedési üteme eltér a fa lombtömeg növekedésének ütemétől. Radó egy 60 éves fa növekedési arányait leírta (lásd 5. táblázat).

5. táblázat: A fa növekedési üteme és a törzsátmérő növekedése (Radó Dezső nyomán)

	10 éves fa	60 éves fa
törzsátmérő	1	5
törzskeresztmetszet	1	20
lombköbméter	1	62

Radó Dezső a nehezebb utat választva nekilátott a lomb mérésének. A következő lépésekkel egy jól használható módszert dolgozott ki a lombkorona nagyság meghatározására:

- megmérte a lomkorona térfogatát,
- megszámolta az ismert térfogatú koronákban a leveleket
- meghatározott lombtérfogat egységet
- a mérés eredményét számításos módszerrel ellenőrizte
- összehasonlította a gömb és kúpos koronájú fákat

A lomkorona térfogatát úgy számította ki, hogy előzetesen négyzetekre osztott papírlapra lerajzolta a megméréndő fa ágrendszerét és a korona felületét. Radó Dezsőnek a mérésnél feltételeznie kellett, hogy a korona gömb alakú és a gömb vetületéből tudta a korona térfogatát számolni. Beszámolója szerint a nagyobb fák

esetében a mérést több nézőpontból is elvégezte és az átlagértékeket vette figyelembe.

A következő lépésben, munkatársaival megszámlolta az ismert koronatérfogatú koronákban lévő leveleket. A módszer kidolgozásban résztvevők mesélték, hogy a FŐKERT fenntartásában lévő, valami oknál fogva kivágandó fák lombját mérték meg és a kivágást követően számlálták a leveleket. A mérések eredményéből összeállt adatsort a következő táblázat tartalmazza (lásd 6. táblázat).

A számsorra tekintve szembe ötlük egy összefüggés. A 10 éves fa leveleinek a száma és lombtérfogata is majdnem tízszerese, a 20 éves fának ugyanezen adatok negyvenszerese a 4 éves szabványfáénak.

**Radó Dezső a 4 éves szabványfa, azaz a 8/10 cm törzskörméretű faiskolai szabványfát jelölte ki egységnek.**

6. táblázat: A levelek száma a különböző térfogatú koronákban (Radó Dezső nyomán)

fák kora	levelek száma	levelek mennyiségét jelző szorzószám
4 éves szabványfa	500	1
10 éves	5 000	10
20 éves	20 000	40
30 éves	42 000	84
40 éves	80 000	160
50 éves	150 000	300
60 éves	250 000	500
70 éves vagy idősebb	350 000	700

A továbbiakban pedig csak azt kell megállapítani, hogy a vizsgált fa koronája hányszor nagyobb, mint az egységfa koronája. És ezzel nemcsak a vizsgált fa méretét, szolgáltatásait, de a faiskolai ár alapján a pénzben kifejezett értékét is meg lehet határozni.

A fák atyja biztosra ment. A mérést számítással ellenőrizte. Megmérte egy szabványfa koronájának méretét négyzetrácsos lap segítségével.

vel és a mérést megismételte egy évvel később. Az ilyen mérésorozat eredménye ez lett, hogy a korona évente átlagosan 6 cm-t nőtt. A fellelé törő hajtások ennél többet, az oldalhajtások kevesebbet nőttek. Ez a hat centiméternyi növekedés alátámasztotta az eddigi számításokat.

A következő lépés a különböző koronaformák koronatérfogatának, tehát lombköbméterének összehasonlítása volt. Az eddigi számításokat gömb koronán végezték. Ezeket megismételte félgömb és kúp alakú koronaformákon is. Az eredményt az alábbi táblázatok tartalmazzák (lásd 7., 8. táblázat).

7. táblázat: A kúpos korona méretei (Radó Dezső nyomán)

fák kora	a korona köbtartalma 1 000 cm <sup>3</sup>	levelek mennyiségét jelző szorzószám
4 éves szabványfa	210	1
10 éves	2 093	10
20 éves	8 540	41
30 éves	22 290	106
40 éves	45 060	215
50 éves	82 270	393
60 éves	130 240	620
70 éves vagy idősebb	205 800	894

8. táblázat: A félgömb korona méretei (Radó Dezső nyomán)

fák kora	a korona köbtartalma 1 000 cm <sup>3</sup>	levelek mennyiségét jelző szorzószám
4 éves szabványfa	230	1
10 éves	2 350	10
20 éves	9 430	41
30 éves	24 840	108
40 éves	49 910	217
50 éves	90 850	395
60 éves	147 200	640

fák kora	a korona köbtartalma 1 000 cm <sup>3</sup>	levelek mennyiségét jelző szorzószám
70 éves vagy idősebb	205 800	894

Az eredményből látszik, hogy a koronatérfogat nem mutat nagy eltérést a gömb, kúpos és félgömb koronaformáknál. Az eltérés a fiatal fáknál nagyobb, a húsz éves, vagy annál idősebb fáknál kisebb.

Tehát a lombkorona méretét koronaformától függően jó közelítéssel meg lehet becsülni a kor ismeretében.

### 2.3.4.3. A LOMBKÖBMÉTER FOGALMA

Radó Dezső és munkatársai négy éven keresztül több száz fa koronáját mérték meg és számolták meg leveleiket. Több millió levelet számoltak meg, mire eljutottak arra a következtetésre, hogy meg tudták adni a lombköbméter fogalmát, egy köbméternyi lombozatot.

**Egy lombköbmétert a 8/10 cm törzskörméretű, 4 éves fa lombozatának feleltettek meg.**

A módszernek van egy nagy hátránya. 70 év felett nem ad értékeket. Ezt a hátrányt faragta le a Magyar Faápolók Egyesülete, amikor az adatsort kiegészítette 200 éves korig (lásd 9. táblázat).

### 2.3.4.4. A LEVÉLFELÜLET MUTATÓ

A levélfelület mutató (index) lehetővé teszi, hogy a tenyészterület nagysága alapján ki tudjuk számolni a lombfelület méretét. Tehát ha a fa csurgó területének nagyságát megadjuk, akkor abból a fa összes levelének felületméretére következtethetünk. Azt gondolom, hogy szívesebben mérjük meg a fa csurgóterületét, mint számolnánk egyével a leveleinek felületét és adnánk azt össze.

**A levélfelület mutató megmondja, hogy a fa leveleinek felszíne hányszor nagyobb a csurgóterületnél.**

Számításának képlete:  $LAI = T/t$ ,  
ahol LAI = leaf area index, tehát levélfelületi index, Czuczor nyelvén: levélfelületi mutató

$$T = \text{levélfelület nagysága (m}^2\text{)}$$

$$t = \text{csurgó terület nagysága (m}^2\text{)}$$

Például, ha egy 30 éves hárs levélfelületi mutatója (LAI értéke) 5 és koronaátmérője 8 méter (sugara 4 m), akkor az  $r^2 \times \pi$  képlettel számítható ki a csurgóterület nagysága:  $4 \times 4 \times 3,14 = 8$  m, ami egyenlő  $50,24$  m<sup>2</sup>. Így a leveleinek összes felülete a  $LAI \times t$  képlet szerint,  $5 \times 50,24$  m<sup>2</sup> =  $251,2$  m<sup>2</sup>. Tehát  $251$  m<sup>2</sup> napelem felület dolgozik egy ilyen fánál.

9. táblázat: A lombkorona mérete és a fa korának összefüggése MFE (2013) nyomán

fák kora	levelek mennyiségét jelző szorzószám
4 éves szabványfa	1
10 éves	10
20 éves	40
30 éves	80
40 éves	160
50 éves	300
60 éves	500
70 éves	700
80 éves	850
90 éves	1000
100 éves	1150
110 éves	1280
120 éves	1400
130 éves	1520
140 éves	1630
150 éves	1730
160 éves	1810
170 éves	1870
180 éves	1920
190 éves	1970
200 éves	2000

### 2.3.5. EGY LOMBKÖBMÉTER KÖRNYEZETI HASZNA

Ahhoz, hogy meg tudjuk mondani, hogy egy lombköbméter mekkora környezeti hasznot hajt, meg kell tudnunk, hogy egy köbméter lomb mekkora felületű levelet tartalmaz, mert a környezeti hasznot a lomb és annak is a felülete végzi.

Radó Dezső és munkatársai több fajnál megszámozták az egy köbméter lombban található leveleket és megmérték a levelek felületét. A mérések eredményei az alábbi táblázatban találhatóak (lásd 10. táblázat).

Egy köbméter térfogatú lombban a közepes levélméretű *Acer campestre* levelének felülete a legnagyobb,  $5$  m<sup>2</sup> és a szintén közepes méretű *Fagus silvatica* levélfelülete a legkisebb,  $3,7$  m<sup>2</sup>.

**Az egy köbméter térfogatú lombban helyet foglaló levelek átlagos területe  $4$  m<sup>2</sup>.**

Azok a kedvező hatások, melyek egy fához köthetőek, számíthatóak. Számítható egy lombköbméter, tehát egy  $8/10$  cm törzskörméretű fa a környezeti szolgáltatása.

A fák 23 hasznosságát és a mérhetőség vagy számolhatóság esetén azok mennyiségét az alábbi táblázatban foglaltam össze (lásd: 11. táblázat).

### 2.3.6. A KORONA ÉRZÉKELÉSE

#### 2.3.6.1. A FÁK LÁTÁSA

A fák legfontosabb a tápláléka a fény. A növényeknek és fákknak alapvetően fontos, hogy a legfőbb táplálékukat felismerjék, érzékeljék.

**A fák érzékelik a fényt.**

Közismert tény, hogy a növények, a fák koronája a fény irányába nő. Darwin a *The Power of Movement in Plants* című könyvében írja: „Rendkívül kevés olyan (növény) létezik, amelynek valamely része ne hajolna el a fény felé”. Tehát a növények nemcsak érzékelik a fényt, hanem

válaszolnak is a fényre. A növény a beeső fény irányától függően változtatja helyzetét.

A fák az árnyékban nem tudnak elég mozgatóerőt termelni. Menekülniük kell az árnyékból. A gyors növekedéshez pedig sok mozgatóerőt kell felhasználni. Ha a talaj szintjéről rajtot vesznek, akkor elég mozgatóerővel kell rendelkezniük ahhoz, hogy a fényre kerüljenek. A kis fának tehát számolni kell. Ki kell tudni számolni a fényre jutáshoz szükséges és rendelkezésre álló mozgatóerőt.

### 2.3.6.1.1. Mit látnak a fák?

A kérdés, hogy mit látnak a fák? A fák azt látják, amire szükségük van. Nekünk embereknek a táplálék és a veszélyek felismeréséhez képlátásra van szükségünk. A fáknek a fény a legfontosabb táplálék. Tehát nem képet, hanem fényt kell felismerniük.

**A fák a rendkívül kis fényerősséget is érzékelik.**

10. táblázat: 1 köbméter lombban lévő levelek száma és felülete

fa faj	1 levél felülete	1 m <sup>2</sup> levélfelületen a levelek száma (db)	1 m <sup>3</sup> koronaterfogatban a levelek száma (db)	1 m <sup>3</sup> koronaterfogatban a levelek felülete (m <sup>2</sup> )
Robinia pseudo-acacia	6,0	1 666	7 000	4,2
Salix alba	12,0	835	4 200	5,0
Gleditsia triacanthos	4,5	2 200	9 000	4,1
Acer negundo	36,0	278	1 100	3,8
Populus nigra	34,0	2 290	1 100	4,0
Acer campestre	48,0	208	1 040	5,0
Acer platanoides	64,0	156	700	4,5
Fagus silvatica	39,0	256	950	3,7
Platanus x hispanica	216,0	46	180	3,8
Aesculus hypocastanum	90,0	111	430	3,9
Catalpa bignonioides	260,0	38	160	4,2

## 2. A FA FŐ RÉSZEI

11. táblázat: A fák hasznossága és azok mértéke

sor-szám	hasznos tulajdonság	megjegyzés	mérték
1	éleny (oxigén) termelés	számolható, mérhető	400 g/növekedési időszak
2	szénéleg (széndioxid) megkötés	számolható, mérhető	550 g/növekedési időszak
3	széngáz (széndioxid) higítás	nem mérhető	nincs
4	párolgatás	számolható, mérhető	0,5–4,5 kg/levél m <sup>2</sup> /nap
5	hőmérséklet csökkentés	számolható, mérhető	8–10 fokkal alacsonyabb
6	pormegkötés	számolható, mérhető	4,5 kg/növekedési időszak
7	fertőtlenítő hatás	nem mérhető	nincs
8	árnyékoló hatás	nem mérhető	nincs
9	légmozgást keltő hatás	nem mérhető	nincs
10	zajcsökkentés	mérhető	nincs
11	rezgés csökkentés	nem mérhető	nincs
12	csapadékvíz megtartása	nem mérhető	nincs
13	villámvizek mérséklése	nem mérhető	nincs
14	díszítő érték	Roloff módszerrel számítható	
15	illat	nem mérhető	nincs
16	lélekiemelő hatás	nem mérhető	nincs
17	testmozgás ösztönzése	nem mérhető	nincs
18	környezeti nevelés	nem mérhető	nincs
19	rézsű megkötés	lehetne mérni	nincs
20	méhlegelő	lehetne mérni	nincs
21	táplálék	lehetne mérni	nincs
22	értéknövelés	lehetne számolni	10% értéknövelés
23	faanyag	lehetne mérni	nincs

Darwin teljes sötétségben tartott néhány napig pántlikafüvet, aztán négy méter távolságban elhelyezett egy kicsiny gázlámpát, melynek fényét nagyon alacsonyra állította be. A növényke három óra múlva a fény felé hajlott.

**A fák megkülönböztetik a különböző hullámhosszúságú fényeket.**

Julius von Sachs, Darwin kortársa már 1864-ben kísérletekkel igazolta, hogy a növények elsősorban a kék fény felé hajlanak el, tehát felismerik a színeket. Ma már azt is tudjuk, hogy a fák az emberi szem által felismertnél magasabb és alacsonyabb hullámhosszúságú fényt is felismerik. Tehát nemcsak érzékenyebb a látásuk, de jobb is.

**Vannak olyan növények, melyek mérik a nappalok hosszát.**

A marylandi dohánytermesztők jöttek rá, hogy egy folyton levelet hozó és ritkán virágzó dohány növekedése csak akkor áll le és kezd el virágozni, ha a nappali megvilágítás hosszát lerövidítették. Ezzel felismerték a rövidnappalos, tehát a rövidebb nappali világításban virágzó növényeket. És vannak a hosszúnappalos növények, melyek virágzása csak hosszabb megvilágítás hatására következik be. A kertészek jól tudják, hogy a krizantém csak a nappalok rövidülésére kezd el virágozni.

### 2.3.6.1.2. Mivel látnak a fák?

Megszokhattuk már, hogy a fáknál hiába keresünk az emberhez hasonló érzékszerveket. A fáknak nincsenek az emberhez hasonló érzékszerveik és központi idegrendszerük, mely feldolgozza az ingereket. Tehát a fáknak nincsenek az emberhez hasonló szemek.

**A fák fényérzékelő fehérjékkel (fotoreceptorokkal) érzékelik a fényt.**

A növények fényérzékelésének pontos megismerését a vak növények segítették. Olyan növények örökletes anyagát vizsgálták, melyek nem hajlottak el a fény felé. Deniel Chamovitz fedezte fel azt a géncsoportot, melyre szüksége van a növénynek a fény érzékeléséhez. A kutatás során arra is fény derült, hogy ez a géncsoport része az emberi DNS-nek is. Chamovitzék eddig 11 különböző fényérzékelő fehérjét azonosítottak, melyek nemcsak egyesével, hanem akár egymással együtt is, kettesével is más és mást érzékelnek a fényből.

### 2.3.6.1.3. Hol helyezkednek el a fényérzékelés szervei?

A legtöbb fényérzékelő szerv a levélben található, de fényérzékelők vannak a hajtásban és a rügyben is.

**A fák fényérzékelő szervei a nem fásodott részekben helyezkednek el.**

Darwin egy nagyon egyszerű kísérlettel derítette ki, hogy a növény legfontosabb fényérzékelő szerve a hajtás csúcsában van. Darwin azonos, sötét körülmények között csíráztatott növényeket, melyek mellett egy fényforrást helyezett el. Rendes esetben a növények a fény felé nőnek. Darwin az egyik növényt minden beavatkozás nélkül hagyta nőni. Ez az első növény a fény felé nőtt. A másik növénynek levágta a csúcsát. A növény nem hajlott el a fény felé. A harmadik növénynek lefedte a csúcsát, hogy ne érje fény. Ez a növény is, a levágott csúcsúhoz hasonlóan, nem hajlott el a fény felé. Darwin alapos volt és nem állt meg a kísérletezéssel. A negyedik növénynél Darwin átlátszó anyaggal takarta le a növény csúcsát. Meg akarta tudni, hogy a letakarás, vagy a fény akadályozza meg a fény érzékelését. Természetesen az átlátszó anyaggal letakart csúcsú növény a fény felé hajlott. És a biztonság kedvéért a következő növénynek a tövét takarta le. Ez az ötödik növény is a fény felé hajlott. Darwin azt állította, hogy a növény fény felé növekedését szabályzó fényérzékelés a növény csúcsán található.

### 2.3.6.2. A FÁK SZAGLÁSA

A fák rengeteg illatot bocsájtanak ki. Illatos a levél, a virág, az érett termés. Mindig érdemes feltenni a nagy kérdést, hogyha valami illatot bocsájt ki, akkor szagol is? Ha mi, emberek magunkból indulunk ki, akkor inkább szagolunk és kevésbé illatozunk.

A fák egy kicsit fordítva működhetnek? Inkább illatoznak és kevésbé érzékelik az illatokat? Az biztos, hogy fák olyan illatokat bocsájtanak ki, melyekkel az állatoknak, embereknek üzennek. Ilyen illatüzeneteket küldenek a megporzó rovaroknak és ilyen üzenetet küldenek a gyümölcsöt fogyasztó hordárokra, hogy megérett a termésbe csomagolt mag.

A kérdés, hogy a fák érzik-e ezeket az illatokat? Régóta ismert volt, hogy bizonyos fajoknál egy érett gyümölcs beindítja az éretlen gyümölcsök érését. Később kiderült, hogy az érett gyümölcs egy illatanyagot, etilént termel, mely nagyon kis mennyiségben is beindítja a gyümölcsök érését. Ez az etilén egyébként a termés érését beindító hormon is. Mivel rendkívül kis mennyiségű etilén indítja be a gyümölcs érését, ezért nem, mint hatóanyag, hanem mint jelző illatanyag fejt ki hatását. A növény kiszagolja az etilén illatát.

#### A fák érzékelik az illatokat.

Az etilén jelzésre azért van szükség, hogy a termések egyszerre érjenek be. Ha egyszerre érnek be, akkor a termésre csalogatott szüretelők nagyobb kedvvel érkeznek a szüretre. Nagyobb az esély az utódok széthordására, a fa túlélésére.

#### A növények megkülönböztetik az illatokat.

Ezt a tényt nem fáknál, hanem az aranka nevű élősködőnél kísérletezték ki. Az aranka egy igen üldözött, fény megkötésére képtelen élősködő. A kész táplálékot a gazdanövény testéből szívja fel. Ráadásul az aranka válogat, nem szeret minden növényre felmászni. Mivel képtelen saját erejével táplálékhoz jutni, ezért nagyon fontos, hogy a kicsírázó aranka gyorsan gazdanövényre

leljen. Tehát a kereső indát növesztő arankának fel kell ismerni a számára kedvező gazdanövényt. Ezt az aranka a növények által kibocsájtott illatanyag segítségével ismeri fel. Az aranka megkülönbözteti a búzát a paradicsomtól és a paradicsomra kúszik fel.

Egy következő kérdés, hogyan érzékeli a növény az illatokat? Nagyon hasonlóan ez emberhez. Az illatanyagok vegyületek, melyeket a növény az emberhez hasonló módon érzékelő vegyületekkel (receptorokkal) ismer fel és ez a felismerés, a szaglás a növény valamennyi részén megtalálható.

**Az illatanyagokat a fa érzékelő vegyületekkel (receptorokkal) érzékeli.**

**Az illat érzékelésére a fa valamennyi nem fásodott része képes.**

A fák illatanyagokkal üzennek egymásnak. Minden egyes illat egy pontos üzenet. Az etilén üzenetét már ismerjük, 'érleld a gyümölcsöt!'. De külön üzenet- illat van arra is, ha a növényt mondjuk levélkárosító rovarok támadták meg. Ilyen beszélő fákról számolt be David Rhoades és Gordon Orians a Washingtoni Egyetem két kutatója, akik megfigyelték, hogy az amerikai szövőlepké hernyói kisebb valószínűséggel támadják meg a szomszéd fűzfákat. A megkímélt fákat megvizsgálva azt tapasztalták, hogy a levelek karbonsavat és csersavat tartalmaztak, amely nem ízlik a válogatós kártevőknek.

A kísérletet Ian Baldwin és Jack Schultz folytatta már laboratóriumban. Légmentesen lezárt műanyagtartályokban nyárfa és cukorjuhar csemetéket neveltek két csoportban. Az egyik csoport növényeit érintetlenül hagyták, a másik csoportban a fák egy részének leveleit megtépdesték. Két nappal később a megsértett levelekben nagyobb volt a karbonsav és a csersav tartalom, ahogy az várható volt. De a megsértett levelű növényekkel azonos tartályban lévő, ép levelű növényekben is megnőtt a karbonsav és csersav tartalom. Tehát a megsértett levelű csemeték üzentek az egy tartályban lévő, ép levelű fácskáknak, hogy készüljenek fel

a rovarátadásra. A másik csoportban lévő fák cstersavas és karbonsavas védekezése nem indult be. A légmentesen zárt műanyag tartályokon keresztül az üzenet nem jutott át.

### A fák illatokkal üzennek egymásnak.

#### 2.3.6.3. A FÁK TAPINTÁSA

A mimóza hívta fel arra a figyelmet, hogy a növények érzékelnek, érzékelik az érintést. Az érzékletekre válaszolnak, a mimóza levele összcukódik, ha úgy érünk hozzá. És talán a mimóza legmegdöbbentőbb tulajdonsága, hogy mozgásra is képes. Később a Vénusz légyecsapója állt a csodálat központjában. Levele érzékelt a rovarok tapintását. Az érzékelésre becsukódott, tehát mozgott. És ráadásul még meg is ette a rovar. Tehát fejre állította azt a piramist, aminek legalján mozgásra képtelen, az állatoknak táplálékul szolgáló növények voltak.

### A növények megérik, ha valami hozzájuk ér.

Maradjunk még a mimózánál. A mimóza levele akkor csukódik be, ha valami veszélyt érez. De ha az összetett levél becsukódik, akkor nem tud táplálékot termelni. Tehát a leghatékonyabb, ha csak az a levél csukódik be, ami a veszélyt érzi és csak akkor csukódik be, ha valóban veszély van. Nem is könnyű a mimóza levelét érintéssel becsukni. Ha újbegyünkkel hozzáérünk ritkán csukódik be. Legjobb, ha egy légy érintéssorozatát utánozzuk, mondjuk egy ág darabbal. Minél jobban tudjuk utánozni a légy lábainak lágy érintéssorozatát, annál eredményesebben tudjuk becsukódásra készíteni a mimóza levelét. A mimóza érintés alapján ismeri fel a veszélyt.

A mimóza tanulékony. Ha számára ismeretlen hatás éri, a levele becsukódik. Majd, ha az ismeretlen hatás nem okozott bajt, akkor a mimóza levele újra szétterül, készen áll a fény megkötésére. Jean-Baptiste Lamarck kérte meg segédjét Augustin Pyramus de Candolle-t, hogy kocsikáztasson meg Párizsban mimózákat és fi-

gyelje meg viselkedésüket. Candolle hozzácsokott már mestere furcsa kéréseihez. Felpakolta a mimózákat egy szekérre és nekivágott a különös utazásnak. Rövid időn belül a rázkódó kocsi-kon utazó mimózák összes levele becsukódott. Veszélyt éreztek. De mivel a rázkódást nem követte a rovarok rágása vagy szívogatása, ezért kis idő múlva, közel egyszerre újra kinyitották leveleiket és az órákig tartó kocsiút alatt már többet nem is csukták be.

Ha az erdőben felnézünk a fákra, akkor megláthatjuk, hogy van, amikor a koronákat egy keskeny fénysáv veszi körbe. A koronák tiszteletben tartják egymás területét. Ahhoz, hogy ez megvalósuljon tudniuk kell egymásról. Hogy ez az érzékelés a tapintás, vagy valami más, arra jó választ ad az utak mellett álló fák furcsa alakú koronája. Ezeknek a fáknak a koronája az úttal ellentétes oldalon szabályos, a fa fajára jellemző, az út felett pedig négyzet alakú alagutat képez, mely alatt még a szabvány méretű, legmagasabb járművek is elférnek (lásd 77. ábra). Pedig ezeket, az úrszelvényt szabadon hagyó koronákat nem a faápolók alakították ki. Metszésnek nyoma sem látszik. És nem is társaskocsik és teherkocsik verik le az újukba kerülő ágakat. Ezt sem letört hajtás, vessző sem annak nyoma nem bizonyítja. Ha közelebről megnézzük az úrszelvénnel határos hajtásokat, mind ép hajtásúcsban végződik, csak rendkívül rövid hajtások sorozatának nyomai találhatók mögötte. Tehát a fa lecsökkenti a hajtás előrehaladását, ha az úrszelvény határára ér. De honnan tudja, hogy hol a határ? Ezt csak a járművek okozta légmozgás kitapintásából érezheti.

De ne csodálkozzunk! A díszkertészek növényeik, például a krizantém alacsonyan tartásához a növényeket hengerre szerelt gumiújjakkal simogatják.

### A fák a tapintását bizonyos sejtekben lévő érintés érzékelőkkel (mechanoszenzorokkal) végzik.

Ezek minden növényi részen megtalálhatóak, de leginkább a levelek vannak felvértezve a tapintás érzékelésére





77. ábra: Űrszelvény alakú korona

### 2.3.6.4. A FÁK HALLÁSA

Az erdőben, a fák eredeti élőhelyükön sokféle hang veszi körül. A kérdés, hogy használják-e ezeket a hangokat? És ne feledjük az alapvetésünket, ha a fák hallanak, akkor beszélniük is kell.

Darwin természetesen feltette magának ezt a kérdést is. Az általa csodált mimózával kezdett el ez irányban kísérletezni. Hanghatásokkal akarta a mimóza levelét becsukódásra készíteni, de nem járt sikerrel. Darwin a kísérleteket azzal zárta le, hogy a növények nem hallanak.

A hatvanas években több könyv és újságcikk jelent meg arról, hogy bizonyos növények zenehallgatás közben gyorsabban fejlődnek. Sőt ezek a zeneértő növények még válogattak is klasszikus és kemény rockzene között. A zenét kedvelő növények mögött az Egyesült Államok

béli Dorothy Retallack állt, akinek állításait tudományos módszerekkel soha nem tudták bizonyítani.

A növények hallásának kutatása 2000-ben vett újabb fordulatot. Ekkor készítették el hatalmas munkával és nemzetközi összefogással a laboratóriumok legkedveltebb növényének, a lúdfűnek örökítőanyag térképét (géntérképét). És azok, akik a vakság örökletes anyagán keresztül sok mindent megtudtak a növények fényérzékeléséről, most a lúdfű süketéget okozó örökítő anyagát kezdték kutatni.

**Az ember süketiségéért felelős örökítő anyag a lúdfűben is megtalálható.**

De ezek a kutatások sem bizonyították a növények hallását.

Mancuso professzor gyökerek hallását és hangadását bizonyító kísérleteit a gyökér érzékelésénél már megemlítettük.

A természetes kiválogatódás kutatásokkal arra a következtetésre jutottak, hogy a fáknak is előnyük származhat abból, ha hallják a megporzó rovarok zümmögését. Ugyanis a megporzó rovarokat csalogató és megjutalmazó nektárt csak akkor érdemes termelni, ha a rovar a közelben van. Egy kutatócsoport esti ligetszépének játszotta le a méhek zümmögésének zenéjét, amit a virág több cukor termeléssel köszönt meg.

**Az esti ligetszépe hallja a hangokat.**

Ha a növény hall, akkor hangot is ad. Mind a mai napig ebbe az irányba is végeznek kutatásokat.

**Aszályos időben tölgyfák és fenyők hangjait rögzítették.**

A hanghatást a fatest sejtjeinek vízváltozása idézte elő.



### 3. A FA TERMÉSZETES VÉDEKEZÉSI MÓDSZEREI

A fáknak is, mint minden élő szervezetnek vannak ellenségeik, kártevőik, akár élők akár életelenek. Ezek elleni védekezéshez a fák is, mint minden más élőlény, eszközt kapott a Teremtőtől. Ezek az öngyógyító módszerek a fa természetes védekezési mechanizmusai.

**A fa másként védekezik a betegségek ellen,  
mint az állat, vagy az ember.**

A fa nem lesz lázas, nem heged be a bőre a megsértett testén és általában nem nő az elvesztett testrész helyén új, mint a gyík farka.

Önvédelmi módszerei mások, de nem lehetnek kevésbé hatékonyak, mint az állatokéi, mert jelenlegi ismereteink szerint több millió évvel régebben küzdenek az elemekkel.

**A fa védekezési módszerei:**

- növekedés,
- sebszövet képzés,
- vegyi anyagok,
- elrekesztés.



## 3.1. A FÁT ÉLTETŐ ERŐ

Könyvünkben megfogalmazott minden gondolat a faápolók szemléletét szándékozunk megváltoztatni. Ez a célja az ebben a fejezetben megosztott gondolatoknak is. Sőt, talán a szemléletváltást leghatékonyabban a fák életerejét tárgyaló gondolatokkal lehet elérni?

A faápolás Shigo által meghirdetett új szemlélete a fák alapos megismerése és olyan faápolási technikák alkalmazása, melyek segítik a fák természetes folyamatait.

Bauer Ervin elméleti biológiájának közép-pontjában az élő rendszerek mozgatóerő gazdálkodása (energiagazdálkodás) áll. Bauer Ervin azt állítja, hogy az élő és az élettelen a mozgatóerő gazdálkodásában különbözik egymástól. Ha a faápolók megértik a fák mozgatóerő gazdálkodását, akkor nagyon hatékonyan tudnak a fákon segíteni.

Ennek a fejezetnek a célja Shigo nyomán megismertetni a fák életerő gazdálkodását, hogy ebből az irányból is rá tudjunk hangolódni a fákra és a lehető legnagyobb sikereket érhessük el a faápolással.

### 3.1.1. AZ ÉLŐ RENDSZER

Köztudomású, hogy az élő és az élettelen rendszerek nagyon különböznek egymástól. De arra még a tudomány sem tudott pontos választ adni, hogy mi a lényeges különbség az élő és az

élettelen rendszerek között? Mi sem kísérelünk meg erre a nehéz kérdésre pontos választ adni. A faápolásban aprópénzre várható, hasznos ismeretekkel igyekszünk előállni.

#### 3.1.1.1. AZ ÉLET A SZÜLETÉS ÉS HALÁL KÖRFORGÁSA

Az élő rendszerek, mint a növények és állatok természetes körülmények között megszületnek majd elpusztulnak. Az emberi tevékenység sok folyamatot zavart meg. Shigo felhívja rá a figyelmet, hogy az emberiség felelőssége, hogy kijavítsa a természetes rendszerek elszakadt hálódarabjait és új, jobb módszereket dolgozzon ki, amelyek biztosítják az élet fennmaradását. Ez alapján sok faápolási módszert kell megváltoztatni. De először is a szemléletnek kell megváltozni. Meg kell értetnünk a természetes rendszereket.

#### 3.1.1.2. AZ ÉLŐ RENDSZER FELÉPÍTÉSE

Minden rendszer a részek rendezett halmazából áll. Az élő rendszerek szabályozott folyamataival bizonyos termékeket vagy szolgáltatásokat állítanak elő. A fa és a vele együtt élő élőlények egy összefüggő, élő rendszert alkotnak.

**Minden élő rendszer élete nyolc tényezőtől függ:**

- mozgató erő (energia),
- örökletes tulajdonságok (genetika),
- élettér,
- víz,
- tápanyag,
- hőmérséklet,
- idő,
- és a felsorolt tényezők aránya.

Az egyik tényező az energia állandó utánpótlása a rend fenntartása érdekében. Amikor az energia kevés, a rendszer a rendetlenség felé halad. Egyetlen rendszer sem növelheti meg a tömegét táplálással a rendelkezésre álló energián túl.

### 3.1.1.3. AZ ÉLŐ RENDSZER MŰKÖDTETÉSE

**Minél rendezettebb egy rendszer, annál egészségesebb és annál több energiát igényel a fenntartása.**

**Az egészség a terheléssel szembeni ellenálló képesség.**

A túlzott igénybevételből eredő feszültség (stressz) még visszafordítható állapot. Ha az élő rendszer energiája csökken, akkor a rendszer a működőképességének határára kerülhet. Ekkor a rendszer inogni kezd.

Ha az ingadozás folytatódik, akkor a rendszer túllépi azokat a határértékeket, amelyekre tervezték. Ennek következtében a rendszerben visszafordíthatatlan változások következnek be. Ekkor a rendszer egy része, vagy akár az egész elpusztul.

A feszültség (stressz) megerőltető.

**Az élő rendszer öt módon képes ellenállni a feszültségnek (stressznek):**

- tisztasággal,
- helyes táplálkozással,
- pihenéssel,
- mozgással,
- rendszeres ellenőrzéssel.

### 3.1.1.4. AZ ÉLŐ RENDSZER HATÉKONYSÁGA

Nincs olyan gép és nincs olyan élő szervezet, amely annyi erőt adna ki magából, mint amennyit beletettek. A rendszer hatékonysága fontos tulajdonság. Shigo az írja, hogy jó esetben a hatékonyság megközelítheti a 100%-ot, de amikor eléri a 90%-ot, azzal már érdemes megelégedni.

**A természetes rendszerek túlélési taktikája a 90%-os hatékonyság.**

Sok fa indulhatna a versenyben, de csak nagyon kevesen érnek célba. Minden élőlénynek fontos, hogy saját határait felismerje. Tudni kell, hol érünk el nagyon kevés eredményt a hozzáadott energiával? Tudni kell, mikor kell kivágni egy fát? Shigo szerint éppen ezért a selejtezés az egyik legjobb megoldás, amelyet beteg, fiatal fák kezelésére használhatunk. Gazdaságilag észszerűbb kivágni és újrakezdeni, mint megtartani egy beteg fát, amelynek méltósága már elveszett.

### 3.1.1.5. AZ ÉLETGÉP

**Minden élet a tartalék energiával kezdődik.**

Ilyen tartalék például a magvak, a tojás, magzat a méhlepényben. A fák növekedése is a tartalék energiából indul ki. A fák energiát a tartalékokból, keményítőből, olajokból pótolják, amelyekre szükség van ahhoz, hogy a következő növekedési időszakban újra beinduljon a növekedés.

Az évek során a kihajtáshoz egyre több energiára van szükség, amely egy növekvő méretű rendszer beindításához szükséges. Ahogy a fa növekszik a sebek, az elhalt ágak elkezdik elszívni az energiát. Ezzel egyidejűleg a fa elkezd a szaporító szervek képzését is, melyhez egyre több energiát használ fel.

**Ahogy a fa növekszik, a védekezés, a szaporodás és az anyagcsere energia igénye egyre növekszik.**

### 3. A FA TERMÉSZETES VÉDEKEZÉSI MÓDSZEREI

Az idővel a rendszernek bizonyos módosításokat kell végrehajtania az energia elosztáshoz. Az ugyanolyan gyors növekedés nem biztos, hogy a legjobb válasz a túlélésre.

#### 3.1.2.1. A FA ÉLETERŐ GAZDÁLKODÁSA

##### 3.1.2.1.1. Az életerő megkötése

Mint minden élő rendszernek, így a fának is az élet fenntartásához erőre van szüksége.

#### **A fa az életerőt a Napból nyeri!**

A hidrogén a Napban, rendkívül magas hőmérsékleten és nyomáson héliummá olvad össze. Az összeolvadás során hidrogénatomból egy héliumatom képződik. A hidrogén atomtömege 1,008, tehát két hidrogénatom tömegének összege 2,016 lenne. Ezzel szemben a hélium tömege csak 2,0013. Mi történik az „elveszett” tömeggel? Az összeolvadási folyamat során a tömeg rendkívül nagy mennyiségű energiává alakul. Az összeolvadási folyamatból származó energiahullámok fényrészecskéik (fotonok) formájában lépnek ki a Napból és jutnak el a fák levelén található zöld szintestekhez, amik egy elektront elnyelnek és az elektront magasabb energiapályára emelik. Ahogy az elektron visszakerül eredeti energiapályájára, erejének egy részét a szőlőcukor megköti. A Földön az életnek ez a folyamat biztosítja az erőt.

#### 3.1.2.2. AZ ÉLETERŐ SZÁLLÍTÁSA

A szőlőcukor és a belőle előállított különböző szénhidrát molekulák kémiai kötéseiben csapdába ejtett energia a zöld szintestektől olyan szövetekbe kerül, amelyeknek szüksége van az energiára, de nem tudják megtermelni és nem tudják tárolni.

**Az életerő szállítása vízben oldható cukor formájában történik.**

A fákban a cukor tengelyirányú szállítása a hánccs rész szállítópályáiban történik. A sugár irányú szállítást pedig a bélsugár végzi. A szállítópályák gyors szállítást tesznek lehetővé. A szállítópályákon kívül még vízben oldott cukrokat szállít az alapszövet rendszer is, mely a megvastagodott fás szerkezetet tengely- és sugár irányba is behálózza. Ennek a hálózatnak van nagy szerepe a fa szállító pályákkal már be nem hálózott gesztben.

#### 3.1.2.3. AZ ÉLETERŐ FELHASZNÁLÁSA

**Minden élettani folyamat, a fénymegkötés, a víz és tápanyagok felszívása, az anyag szállítása, különböző vegyelemek előállítása, energiát igényel.**

Minden mozzanatnak ára van, amit a fának cukorral kell megfizetnie.

#### **A fa gyökérzete a legkiszolgáltatottabb.**

Egyrészt nem tud táplálékot, energiát termelni, másrészt kisebb a tároló képessége is, harmadrészt nagyon távol van az energia forrásától. Ezért az energiaellátásnál a gyökerek élveznek elsőbbséget.

A fák a növekedéshez használják fel a legtöbb életerőt. Amikor a fa növekedik, akkor növelnie kell életerejét, hogy az életfolyamatok fenntartásához szükséges megnövekedett energiaigényt ki tudja elégíteni. Amikor a fa túlnő, a megnövekedett fa életfolyamatainak fenntartásához szükséges életerőt nem képes előállítani. Ekkor a rendszerben a rendezetlenség növekedni kezd és a rendszer egyes részei és folyamatai kezdenek szétesni. Ekkor a fának csökkentenie kell a saját tömegét a túlélés érdekében, hogy a rendelkezésre álló csökkent erővel is fenn tudja tartani az élethez szükséges rendezettséget.

#### 3.1.2.4. AZ ÉLETERŐ RAKTÁROZÁSA

A fának a nyugalmi időszakban nagyon kevés erőre van szükségük. A kihajtás, a rügyek kibon-

tása és kifejlesztése ellenben a leginkább életerő igényes folyamat. Ebben az időszakban van jelentősége a zöld színtestet tartalmazó háncsnak, gallynak. De amíg a levelek nem kezdenek bele a fény megkötésébe, addig a szükséges életerőt nagy részét a tartalékokból meríti a fa.

**A fa keményítő formájában tartalmazja a tápanyagot.**

**A keményítő tárolásának nagy része a fás részekben, a rügyalpnál történik.**

### 3.1.2.5. AZ ÉLETERŐ VISSZANYERÉSE

Ha az ágak, vagy a fa más részei nem működnek hatékonyan, akkor az életerős fa is lemond azokról, elszáradnak, lehullanak, a korona kisebb lesz. De fa akkor csökkenteni testének tömegét, ha az életeréje valami oknál fogva lecsökken. Ugyanez a folyamat játszódik le a fa öregedése során.

**Mielőtt a felszámolandó ágak, farészek elhálnának, a fa kivonja a bennük található tápanyagokat és táplálékokat.**

A fa ezeket az anyagokat az élő részekben újra hasznosítja.

Ezek után az áglapnál a fa egy védelmi határt alakít ki, hogy az elhalt ágat károsítók ne jussan be az élő szövetekbe. Majd az elhalt ág idővel lehullik. Tehát a maguktól elszáradt ágak az újrahasznosítás miatt nem jelentenek nagy veszteséget, nem borítják fel az életerő gazdálkodást.

Az élő ágak vagy az elszáradt, de még nem újrahasznosított ágak levágása veszteség a fának. Van különbség meghalni és megölni között.

**Az ölés megakadályozza a tápanyagok újrahasznosítását és felborítja a fa életerő egyensúlyát.**

### 3.1.3. A FA HALÁLA

Minden élőlény halandó. Minden élőlénynek megvan az örökletesen meghatározott kora. De legtöbb élőlény a számára kimért idő előtt elpusztul. A városi fák jóval a kimért idő előtt, nagyon fiatalon pusztulnak el.

**Az élő rendszerek háromféleképpen halnak meg:**

- életerőkimerülés (fertőzés, éhezés),
- részek és folyamatok zavara (genetika, mérgezés)
- a mechanikai rendszer nem helyreállítható megzavarás miatt.

A fertőzés két különböző élő szervezet közötti életerőáramlás. A fertőzés zavarja az életerő áramlását és közben növeli a rendezetlenséget. A folyamatot betegségnek nevezzük. Ha mindkét rendszer részesül az életeréből, akkor a folyamatot együttélésnek (szimbiózisnak) nevezzük.

### 3.1.4. A FA VÉDEKEZŐ-KÉPESSÉGÉNEK FOKOZÁSA

Amikor az életerő korlátozott mértékben áll rendelkezésre, a fa tartalékai kezdenek kimerülni. És ha a tartalékok kicsik, akkor a fa védekezése is gyenge. És ha a védekezés gyenge, a kórokozók támadnak.

**A fa védekezési módszereinek erőforrása a tartalékok.**

A faápolás lényege a fa természetes védekezési képességének, tehát életeréjének megóvása és, ha lehet, fokozása.

#### 3.1.4.1. AZ ÉLETERŐ MEGÓVÁSA

A fák életerő gazdálkodása bonyolult, összetett, általunk sok részletében még nem ismert folyamat és amit nem ismerünk, abba nehéz úgy beleavatkozni, hogy az eredmény kiszámítható legyen.



**A fák életerejét  
a legkisebb beavatkozásokkal tudjuk megóvni.**

Az életerő fokozáson kívüli minden eljárás a fák életerő gazdálkodását megzavarja. Még az oly ártatlannak tűnő statikai megerősítés is.

**Minden roncsolással járó faápolás nemcsak fertőzés  
veszélyes, hanem a fa életerő forrásait csökkenti.**

**Minden metszés, gallyazás,  
mely élő részeket távolít el,  
a fát életerő tartalékoktól fosztja meg.**

#### 3.1.4.2. AZ ÉLETERŐ FOKOZÁSA

A fa életereje öntözéssel, tápanyagutánpótlással, megfelelő faápolással növelhető. Az életerőt azonban csökkenti a virágzás és a termés nevelése. Hollandiában a tulipán virágait azonnal levágják, amint a színt és a fajtát azonosították. Az eljárás célja a hagymák létfontosságú növekedése.



## 3.2. A NÖVEKEDÉS, MINT ÖNGYÓGYÍTÓ ESZKÖZ

Ez egyik természetes védekezési módszer a növekedés. A növények legjellemzőbb tulajdonsága az életfogytig tartó, rendszeres növekedés. A magyar nyelv ezt a tulajdonságot nevezi meg a növények nevében, ellentétben az állandóságot jelképező állatvilággal. Hogy milyen elképesztő méretű ez a növekedés? Képzeljük el, hogy mekkora mértékű zöldtömeget kapnánk, ha egy félszáz éves lombhullató fa éves növekményeit összeadnánk.

Tehát az állandó növekedés a fák sajátossága. Ezért kézenfekvő, hogy a fa a sérült részeit nem igyekszik rendbe tenni, hanem ha megteheti, akkor inkább újakat növeszt. Rejtett rügyei ugrásra készen várják a parancsot. Ha a fa megsérül, akkor növekedésnek indulnak, hogy kipótolják a megsérült, vagy elpusztult részeket még abban a növekedési időszakban.

**A fa a sérült részeiről lemond, helyettük újakat növeszt.**



### 3.3. SEBSZÖVET KÉPZÉSE

**Nem minden részéről tud a fa lemondani.**

Ilyen eset, amikor a törzs sérült kéregkabátja, vagy háncsszövege nem tud rendbe jönni egy új hajtás képződésével. Ebben az esetben a sérült területet kell a sérülés helyén lezárni, éppen úgy, mint a lezúzott könyökünkön a bőrszövetet.

**A fa sérült részek lezárását a sebszövet képzésével oldja meg.**

Felületi sérülés esetén a sebfelület sejtjei elhalnak, majd az alattuk lévő sejtek elparásodnak.

**Ha a sérülés nagyobb, akkor a seb szélén sebszövet (kallusz) képződik.**

A sebszövet lassan halad a seb közepe felé (lásd 78. ábrát).

**A sebfelület belső szélé kidomborodik, ez a hegesedési párkány, a sebpárkány.**

Lásd a 78. ábrát. A sebszövet igen lassan, évenként egy, legfeljebb két centimétert halad. A kisebb felületeket évek alatt sikerül befedni, de a nagyobb sebek gyógyulása hosszú évekig elhúzódhat.

**A sebszövet évi növekedéséből következtethetünk a fa életerejére.**



78. ábra: Sebszövet sebpárkány



## 3.4. VEGYI ANYAGOK BEVETÉSE

**A fa nagy vegyész, rendkívül sok vegyületet állít elő.**

Táplálékokat, tartósító szereket, tisztító szereket, méheknek csalogató édességet, de az őt megtámadó szervezetek elleni mérgeket is.

**A védekezés vegyi anyaga a cseresznyefa és meggyfa mézgája és egyes fenyőfélék gyantája.**

Ezek az anyagok hatékonyan akadályozzák meg a károsító szervezetek fába hatolását. Azoknak a

fáknak, amelyeknek nincs ilyen hatékony szerük, mint a gyanta és a mézga, azok sem teljesen védetlenek.

**A fák a héjkéreg sérülése esetén a támadó élőlényekkel szemben különböző vegyületekkel lépnek fel.**

Ilyen védekezőszerek a fenolok és a ketonok, melyek több farontó szervezettel szemben hatékonyak.



79. ábra





## 3.5 VÉDEKEZÉS ELREKESZTÉSSEL

Egyszer volt, hol nem volt, volt egy ember. Ez az ember valóban az Óperencián túl éldegélt, mert ez a mesés történet az Amerikai Egyesült Államokban, a lehetőségek országában játszódott. A derék jenkik, ott az óceán másik partján, szeretik a dollárt és éppen ezért rossz szemmel nézték, hogy a drága erdei fáikat tönkre teszik az odvasodások. Gondolták, hogyha meg tudják állítani a fatörzsek odvasodását, akkor több haszonfát tudnak kitermelni az erdőből. Hadat is üzentek az odúknak. Gondoltak egy nagyot és egy kutatócsoportot bíztak meg a nagy feladattal: állítsák meg az erdei fák értékét csökkentő odvasodásokat. A múlt század hatvanas éveiben, New Hampshire, Darham városában jött létre a kutatócsoport Alex L. Shigo vezetésével (lásd 79. ábrát). Nekiálltak a vizsgálódásnak. Módszerük egyszerű volt. Rengeteg odvas fát kivágtak és alaposan megvizsgálták azokat. Kutattak, kutattak, de a kitűzött célt nem tudták elérni. Nem tudtak egyetlen módszert sem ajánlani az odvasodások elkerülésére. Tehát az erdészek nem nyertek semmit, de a faápolók rengeteget.

**Alex. L. Shigo megnyitotta a faápolás új fejezetét a „COMPARTMENTALIZATION OF DECAY IN TREES” fogalom bevezetésével, melyet a szerzők és a szakirodalom is a „CODIT” néven rövidítenek.**



80. ábra: Alex L. Shigo (1930–2006)

Magyarul a jelenséget így lehet emlegetni: „A FÁK ELREKESZTÉSES VÉDEKEZÉSE a KORHADÁS ELLEN” és FEVKE mozaikszóval lehet rövidíteni. Shigo új fejezetet nyitott a faápolásban. Munkássága és könyvei nemcsak az USA-ban, de Európában is népszerűek lettek. Ma is a Shigo-féle faápolási tanítások je-

lentik a mesterség alapjait. Ha nem lett volna, talán még ma is betonozunk, abronccsal erősítünk, és palástsíkra vágjuk a metszlapokat.

És még egy rövid történet! Mikor könyvet rendeltünk Shigo lányától, akkor az örökös levélben azt írta, hogy bizton örülne Shigo, ha tudná, hogy hazájában is tisztelik munkásságát.

### 3.5.1. AZ ODVASODÁS

A Teremtő a fát úgy alkotta meg, hogy fásodott testét, amilyen a törzs az ágrendszer, megvédje az odvasodástól.

**Ha a fa egészséges, akkor nem odvasodik!**

**Az odvasodást a kéregkabát, az egészséges fa védőöltözete akadályozza meg.**

A kéregkabát élettelen, elhalt sejtekből, szövetekből áll, melyen az odvasodást okozó aprócska élő szervezetek nem tudnak áthatolni és nem is tudnak megtelepedni. Ezek a szervezetek csak a sérüléseken keresztül hatolhatnak a fa testébe.

**Csak a sérült fa odvasodik!**

A sérülés a zárt kaput kinyitja az odvasodást okozó apró élőlények előtt és elkezdődik a fa pusztulása. De mi nyithatja ki a kaput? Például a magyar faápolók „totemállata”, a fakopács, aki a fa belsejében lévő táplálékot kutatja. Ugyancsak sebeket ejthetnek a kisebb állatok, de a fát támadó rovarok is. És ekkor még az ember károsító tevékenységéről nem is beszéltem, aki nem is kell, hogy akarattal rongáljon. Bár ez is jócskán előfordul. Elég, ha csak nem tartja be a három vágás szabályát a metszéskor. De a városi fákra sok más veszély is leselkedik. A damilos fűkasza, a közlekedő járművek, az építőipari gépek, a sózás, esetleg tűz, de ezeken kívül sok egyéb más is. Egy szó, mint száz, a fa csak akkor odvasodik, ha megsérül.

Egyébként az odvasodásért felelős apró élőlények, a baktériumok és gombák nagyon hasz-

nos szervezetek. Feladatuk az elpusztult szerves anyagok feldolgozása és talajerővé alakítása. Nélkülözhetetlen munkásai a szerves anyagok körforgásának. Persze öregedő, szeretett fáink üregeiben nem szívesen látjuk őket. Hogy miért nem tartják távol magukat ápolandó fáinktól, miért nem tudják az elpusztult és az élő fát megkülönböztetni? Lehet, hogy talán erre is fény derül egyszer.

#### 3.5.1.1. AZ ODVASODÁS FOLYAMATA

Az odvasodás első lépése a sebzés. Az odvasodás mindig sebzéssel indul.

Nagyjából a sérülést követő egy évben zajlik le az odvasodás második lépése, a fapusztító élőlények támadása. Shigoék megállapították, hogy a nyílt sebfelületen nagyon sok apró élőlény (*mikroorganizmus*) támad a felszínre került farészre. Hogy honnan kerülnek elő? A közelből, a fa környékén komposztálódó szerves anyagokból, a talajból. És az apróságok a levegőárammal eljutnak akár a fa legmagasabb pontján keletkezett sebhez is. Nem lehet fertőzésmentes körülményeket teremteni. Tehát az odvasodást okozó szervezetek mindegyike szerencsét akar próbálni, de nem mindegyiknek lesz szerencséje.

Ugyanis a fa sem tétlenkedik, a sérülés után a betolakodók ellen azonnal mérget kever. A lombosok méregkonyhájában fenolok, a nyitvatermők laborjában terpének készülnek. A fa és az odvasítók harcában kevés gomba és baktérium marad állva. Csak azok az élőlények maradnak, melyek hatékonyan tudtak védekezni a mérgezés ellen és amelyeknek kedvezőek a feltételek: kedvelik a fajt, elég a nedvesség, a tápanyag. Mi másnak hívnánk ezeket az odvasodást okozó fajokat, mint úttörő (*pionír*) fajoknak? Shigoék hangsúlyozzák, hogy ez a kevés számú, életben maradt, odúsító, apró élőlény határozza meg az odvasodás további folyamatát és ami a legfontosabb, sebességét.

Az odvasodási folyamat harmadik lépésében a fa válaszol az őt ért támadásra. Az életerejétől függően igyekszik a fertőzött részeket az

### 3. A FA TERMÉSZETES VÉDEKEZÉSI MÓDSZEREI

élő részekről elrekeszteni. Ez a harmadik lépés, a védekezési rekesz falainak kiépítése, évekig tathat, melyet még részletesen tárgyalunk.

Az odvasodás negyedik lépése az elrekesztett területeken a korhadás és elszíneződés.

#### Az odvasodás négy lépése:

- sebzés,
- fertőzés,
- elrekesztés,
- elszíneződés.

#### 3.5.1.2. AZ ODVASODÁS TÍPUSAI

Az odvasodásoknak több típusát különböztetjük meg a lebontás folyamatának függvényében. Az odvasodás attól függ, hogy a lebontó szervezetek a fatest mely részét pusztítják el.

#### Az odvasodás típusai:

- vörös korhadás,
- fehér korhadás,
- iszapos korhadás.

##### 3.5.1.2.1. Vörös-, más néven barnakorhadás

**Az üregben az elhalt farész száraz, vörösesbarna színű, a fa szerkezete nagyjából megmarad.**

A vöröskorhasztó gombák fonalai a bélsugarakban és az edénnyalábokban növekednek. Tehát nem hatolnak át a sejtek falán. Arra kívülről szorosan rátapadva szénhidrátbontó enzimeket bocsátanak ki, melyek a sejtalba szivárognak és azt lebontják.

**A vöröskorhasztó gombák enzimelei a lignint nem képesek lebontani.**

A megmaradt, kis mértékben módosult lignin adja a korhadásra jellemző vörösesbarna színt.

Fenyőfélék leggyakoribb vöröskorhasztója Szabó Ilona szerint a fenyő-likacsosgomba

(*Phaeolus schweinitzii*), ritkábban a *Tyromyces balsameus*, a pincegomba (*Coniophora puteana*). A lombos fák vöröskorhasztója a fajokban nem válogató sárga gévagomba (*Laetiporus sulphureus*), a nyírt kedvelő nyírfatapló (*Piptoporus betulinus*), tölgyeken a májgomba (*Fistulina hepatica*).



81. ábra: Vörös korhadás

##### 3.5.1.2.2. Fehérkorhadás

**A korhadék mindig világosabb az egészséges fánál, gyakran fehér.**

A fehér korhadás állaga rostos, szivacsos, kissé nedves. A vörös korhadással ellentétben a fa szerkezete nyomokban sem ismerhető fel. A korhadéknak jellegzetes gomba szaga van.

A fehérkorhasztó gombák enzimekkel jobban felszereltek, mint a vöröskorhasztók. Bontják a cellulózt és a lignint is. A gombafonalak itt is, mint a vöröskorhasztóknál is, a sejtüregekben növekednek, de itt a korhasztást közvetlenül a gombafonalak mellett, a sejtfal feltörésével kezdik és nemcsak átszivárognak azon.

**A fehérkorhasztó gomba gyorsabban terjed, mint a vöröskorhasztó.**

Szabó Ilona felsorolását átvéve fenyőkön a leggyakoribb fehérkorhasztók a gyökérrontó tapló (*Heterobasidion annosum*), lombosokon a

bükkfatapló (*Fomes fomentarius*) és számos más taplóféle, például *Phellinus* és *Inonotus* és *Ganoderma* fajok.



82. ábra: Fehér korhadás

### 3.5.1.2.3. Lágykorhadás

**A korhadék általában nedves, iszapszerű, bűdös.**

Ha a korhadék valami oknál fogva kiszárad, akkor szétporlik.

A lágykorhadást okozó gombák fonalai a sejtek belsejébe hatolnak be. Enzimjeik, mint a vöröskorhasztó gombák enzimjei, a sejtfal ligninjét nem, csak a cellulózt és a hemicellulózt képesek lebontani.

**A lágykorhasztók sejtekben való haladása lassúbb, mint a vörös-, vagy a fehérkorhasztóké.**

Szabó Ilona szerint (Erdei fák betegségei, 2003.) a *Chaetomium*, *Trichoderma*, *Paecylomyces* és más fajok okozzák.

A nagyobb odvasodás esetén a fa törésveszélyességét is meg kell vizsgálni!

## 3.5.2. AZ ELREKESZTÉS FOLYAMATA

A fa természetes védekezési mechanizmusát gyakran tetten érhetjük. Például a lehullott levelek után a vesszőkön, gallyakon tökéletes, zárt sebfelület marad. A sűrű állományba telepített fáknál gyakori, hogy az árnyékba szorult, alsó ágak elszáradnak, leszakadnak. Ezeknek az ágalapja gyakran teljesen behegyesedik. Ez is a természetes védekezés következménye. Odúk belsejében gyakran találunk egy kemény részt, mely a korhadt és egészséges szövetek határán alakul ki.

Ha esetleg egy odút teljesen tisztán találunk, és abban korhadó, rothadó részek nincsenek, akkor a fa védekezésének áldásos eredményével találkozunk. Ilyenkor az üreg felületén csontkemény falat találunk. Ez a kemény fal akadályozza meg azt, hogy az odvasodást okozó élőlények a fertőzött farészekről az egészséges szövetekre átterjedjenek.

**Az odú határán kialakult csontkemény szövet a védekezési zóna, mely megakadályozza a korhadás tovább terjedését.**

A levágott ágak vagy kidöntött törzsek szétbontásakor gyakran lehet találni olyan sérüléseket, sebeket, melyeket a fa ilyen kemény fallal vett körül. Ilyen esetekben mondhatni, hogy a sebek begyógyultak, betokozódtak.

A 82. ábra nyíllal jelzett részén látható az a csontkemény alakulat, mely az ép, egészséges szöveteket és a sérült szöveteket egymástól elhatárolja. Érdekes a fertőzések útjában álló kemény falat közelebről megvizsgálni. A fal szerkezete nagyon hasonlít a mandula csonthéjának belső falára.

**A védekezési zóna nem biztos, hogy a seb fertőződésével egy időben alakul ki, lehet, hogy később jön létre.**

Shigo és társai azt is megfigyelték, hogy a nagyobb életerővel bíró fák erős gáztónát tudnak kiépíteni. A fák életereje pedig a bennük felhalmozott tápanyagok mértékével jellemezhető.

A fák tápanyagait a fás szár háncsrészében a szállító edénnyalábok kísérősejtjeiben, cukor-szerű vegyületek (*szénhidrátok*) formájában halmozzák fel. Az itt tárolt tápanyagok mennyisége jellemzi a fa életerejét. A fák életereje idővel jelentős mértékben változhat.



83. ábra: Odvas törzs keresztmetszete

**A védekezési zóna kialakulhat és felbomolhat a fa életerejének függvényében.**

**A védekezési zóna kialakulása örökölhető tulajdonság.**

Tehát kialakulása nemcsak a fák egészségi állapotától függ. Egyes kertészek arról adnak hírt, hogy faiskolákban a fák öngyógyító képességét egyszerű eljárással vizsgálják és csak az ilyen képességekkel rendelkező egyedeket szaporítják tovább.

A záródott sebek egyébként sok dologról árulkodhatnak. Például, ha a sérülés után a gátzóna kialakult, akkor könnyen megállapíthatjuk, hogy a fa milyen idős volt a sérülés pillanatában.

#### 3.5.2.1. A GÁTZÓNA

A szétbontott törzsek tanúsága szerint a fa sérülési körül a gátzóna alakul ki a leggyakrabban.

**A gyorsan kialakuló, az osztódógyűrűvel (*kambiummal*) párhuzamos, jól szigetelő sejtsort gátzónának hívjuk.**

Mikor Shigo és munkatársai az odvasodást lépésekre bontották, akkor azt mondták, hogy második lépésben, a sérülést követően a fa vegyi anyagokat termel. Ezek a vegyi folyamatok hozzák működésbe a védekezési mechanizmust. Ezek hatására kialakul a gátzóna, mely a sérült részt körbe zárja, a fertőzést konzerválja, a fertőzés tovább terjedését megakadályozza (lásd 82., 84. ábra 4. pontját).

Az akadályt képző szövet csupán egy-két sejtsorból áll. A falat képző sejtek plazmája felszívódott, sejtfaluk erősen megvastagodott. Éppen ezek a tulajdonságok teszik lehetővé azt, hogy az apró élőlények számára áthatolhatatlanok legyenek. Ezt a sérülés mentén kialakult szövetet vizsgálva az is szembetűnik, hogy a fertőzés útjában álló sejtsor szerkezete néha fellazult. Hol egy sejtsor képezi a falat, hol két-három sejtsor erősségű a gát és néhol megszakadni látszik. A tapasztalat sajnos azt mutatja, hogy a kemény fal kedvezőtlen környezeti hatások következtében felbomolhat, sőt el is tűnhet! Ilyen kedvezőtlen hatás lehet a nagy hőingadozás, szárazság, tápanyagszegénység.

A gátzónát a védekezést biztosító, jól szigetelő szövetet, osztódószövetek hozzák létre. A megvastagodott fatörzs legélénkebb osztódószöve az osztódó gyűrű (*kambium*), melynek alapfeladata, hogy a törzs közepe felé farészt, a törzs szélé irányába pedig háncsrészt képezzen. Ha a farészt sérülés éri, akkor az osztódó gyűrű (*kambium*) jelet kap és elkezd a védekezési szövet sejtjeit lefűzni. Mivel fő feladata az állandó osztódás, ezért ez a legelhivatottabb a védelmi szövet kialakítására.

**A gátfal a fa sérülésének hatására jön létre!**

A gátzóna élénkségére jellemző, hogy nagyobb sérüléskor nemcsak a sérült részek körül, hanem a fa teljes keresztmetszetében is létrejöhet.

Az öngyógyításnak e módja mind a nyitvatermők, mind a zárvatermők körében egyaránt ismert.

Mivel az osztódógyűrű (*kambium*) a legutolsó évgűrű határán működik, ezért a sérülés ideje könnyen leolvasható a fáról. A fa éppen

abban az évben sérült meg, amelyik évben a gátzónás évgyűrű található. A szétboncolt, sérült fákon azt is tapasztalni, hogy a seb egy idő után tovább terjedt, aztán megint a gátzóna akadályába ütközött. Ezek szerint a gátzónát a fertőzés áttörte és tovább hatolt a fában, aztán újra megállt. A megfigyelések szerint azon gátzónákat lépi át az odvasodás, melyek a silány körülmények között igen vékonyak voltak. Ebből azt a következtetést lehet levonni, hogy a gátzóna felszívódik, ha a fa rosszabb életkörülmények közé kerül.

**A gátzónát, mely az elszigetelt, lehatárolt törzsrészkockának a velünk szemben lévő fala, a FEVKE 4. falként tartja nyilván.**

### 3.5.2.2. A REKESZ TOVÁBBI FALAI

A fatörzs felépítése rekeszes szerkezetű. A rekesznek a tér három irányában két-két, összesen hat fala van, mint a kocka oldalai. A „Z” tengely irányában, velünk szemben és azzal ellentétes oldalon, hátul a farekeszt az évgyűrűk határolják. A hengerben ez a húr irány (lásd 83. ábrát).

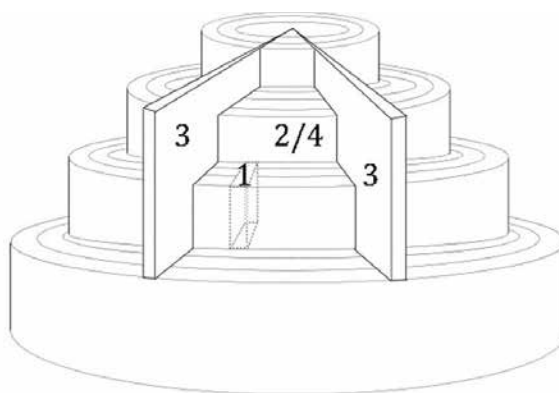
A kocka „X” tengelyének irányában lévő két falát, mely tőlünk jobbra és balra helyezkedik el, a bélsugár sejtek alkotják. Ez a hengerben a sugár irány (lásd 83. ábrát).

És a kocka felső és alsó falát az edénnyalábok zárórekeszei alkotják, mely a térben az „Y” tengely irányába, a hengerben pedig a függőleges irány (lásd 82. ábrát).

Mivel a rekesz falait a fatest különböző alkotórészei alakítják ki, ezért ezek eltérő szerkezetűek. Ezeket elemezzük a továbbiakban.

A gátzónán kívüli falakat a másodlagos osztószövetek és edénnyaláb-dugók alakítják ki, melyek éppen azért kapták vissza osztódóképességüket, mert a fát támadás érte.

**Az osztódógyűrűtől (kambiumtól) eltérő, öt másik irányból fejlődött védekezési rendszert védelmi zónának hívjuk.**



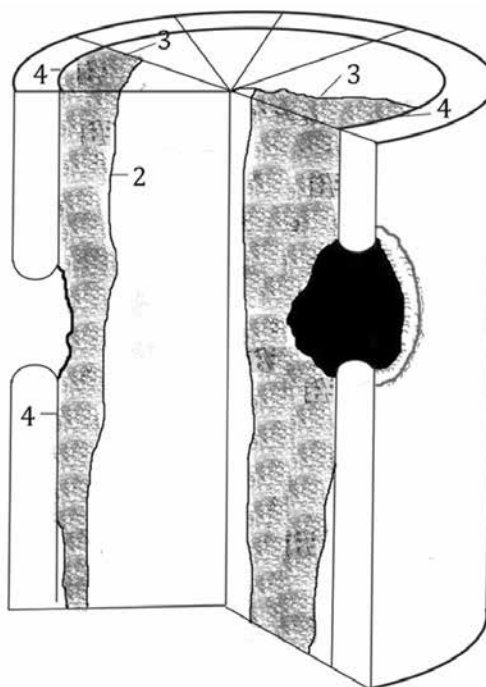
3= X tengely=sugár irány  
4= Z tengely=húr irány  
1,2= Y tengely=függőleges irány

84. ábra: A rekesz falai

Hogy ne gabalyodjunk bele az elnevezésekbe, tisztázzuk azokat:

**elrekesztés =  
gátzóna + védelmi zóna**

A védelmi zóna nem olyan erős, mint a gátzóna és erre is igaz, hogy a kedvező körülmények segítik a kialakulását, a kedvezőtlenek pedig akár fel is számolhatják azt.



85. ábra: Az elrekesztés

#### 1. fal

A kocka felső és alsó oldala a henger tengely irányú oldala, a FEVKE 1. fala. A rekeszt ebből az irányból a szállító edénnyalábok határolják. A fal az edénnyalábok elzáródásával épül. Membránok, vagy dugók keletkeznek bennük. Mivel a dugók, vagy membránok szerkezete gyengébb, mint a gátzóna különleges szigetelő szövete, ezért ez a fal nem képez olyan erős gátat. Sőt az 1. fal a védekezési zóna leggyengébb fala!

Az 1. fal más az élő fában (*szíjácsban*) és más a holt fában (*gesztben*). A holt fában büntetlenül lehet a szállító pályákat lezárni a sérülés elrekeszelése érdekében, az élő fában nem. Ott biztosítani kell némi anyagszállítást is. Ezért az élő fában még a gesztben lévónél is gyengébb fal alakul ki.

#### 2. fal

A kocka hátsó fala, a henger sugár irányú, belső fala, a védekezési zóna 2. fala (lásd a 84. ábrát). A növekedési gyűrű belső oldala. A fatörzsben itt sincs elsődleges osztódószövet, ezért a visszanyert osztódóképességű, másodlagos osztódószövet képezi. Erősebb, mint a szállító edénnyalábok dugója, de gyengébb, mint a gátzóna.

#### 3. fal

A kocka két oldalsó fala, a henger sugár irányú falai (lásd a 84. ábrát). A szállító pályákat összekötő bélsugár sejtek elzáródásával alakul ki. A védekezési zóna második legerősebb fala, a gátzóna után. Pedig a fal szakaszos, gyakran nem egy összefüggő falként határolja a rekeszt. Mivel a bélsugár sejtek a rekesz falán nem érnek végig, szakaszokban állnak egymás mögött, így a 3. fal több tagja között labirintusszerűn bújhatnak át az odvasodást okozó szervezetek.

#### 3.5.3. A REKESZTÉS ÁGELÁGAZÁSÁNÁL

A fentiekben megismertük, hogy hol alakulnak ki a védekezési zóna területei a törzsben, vagy az ágak belsejében. A következő feladatunk az, hogy a védekezési zónát az elágazódásoknál is megismerjük.

A fa növekedése során a törzs a magasba igyekszik, az új ágak mindig a régiek felett fejlődnek, melyek az alsókra mély árnyékot vetnek. Az árnyékos részeken a fénymegkötés nem hatékony, a lombfelület és az ahhoz tartozó ág feleslegessé válik.

Mivel a hasznot nem hajtó koronarész táplálása pazarlás volna, ezért a fa lemond az árnyékba szorult ágakról. A legtöbb esetben ezek az ágak elszáradás után úgy törnek le a törzsről, hogy sebet nem hagynak, az ágalapot hegszövettel fedik be.

A fa védekezési mechanizmusa a természetes ágtisztulás folyamán úgy működik, hogy az ág alapjánál a fa az ág edénnyalábjait elzárja és ezen a részen védekezési zónát alakít ki. Az elszáradt ág felől ezzel a fertőzés útját elzárja. Miután a seb az ágalapnál záródott, a seb felületén hegszövet képződik.

A fenyőknél a védekezési zóna az ág alapjánál található. Ha az ág elhal, a védelmi zónában gyantha képződik, ami elzárja a törzstől az elhalt ágat.

Ha egy törzs-ág találkozás keresztmetszetét megvizsgáljuk, jól láthatjuk a szállító edénnyalábok kapcsolódását, mely alul és felül egyenes vonalat ír le, mint egy V betű két szára. A szállító edénnyalábok találkozásánál a feltűnő vonal a farész torlódása (lásd a 85. ábrát).



86. ábra: Az ág védekezési zónái

Ha letörünk egy ágat a törzsről, jól láthatjuk az ág alapját körbefogó, összenőtt rétegeket. A törés a kapcsolódó szövetek mentén jön létre. A farész és a háncsrész torlódását viszont követi a kéreg gyűrődése is, ami a legtöbb fajon kívülről is jól megfigyelhető.

A faápolási tevékenység során az ágakéregfokot mindig meg kell óvni, mert mint láttuk, ennek mentén alakul ki az ág egyik védelmi zónája.

Tavasszal, amikor a fák növekedése elkezdődik, az új szállítószövetek először az ágakon fejlődnek, majd később a törzsön is. Az ágszövet fejlődése élesen az ágalap irányába fordul és itt egy ággallért alakít ki. A vegetációs időszak későbbi szakaszában a törzsszövet az ággallér fölé nő és törzsgallért képez. A törzsgallér az ág alsó részén nem mindig zárul össze. Főleg erős ágaknál a törzsgallér kinyílhat.

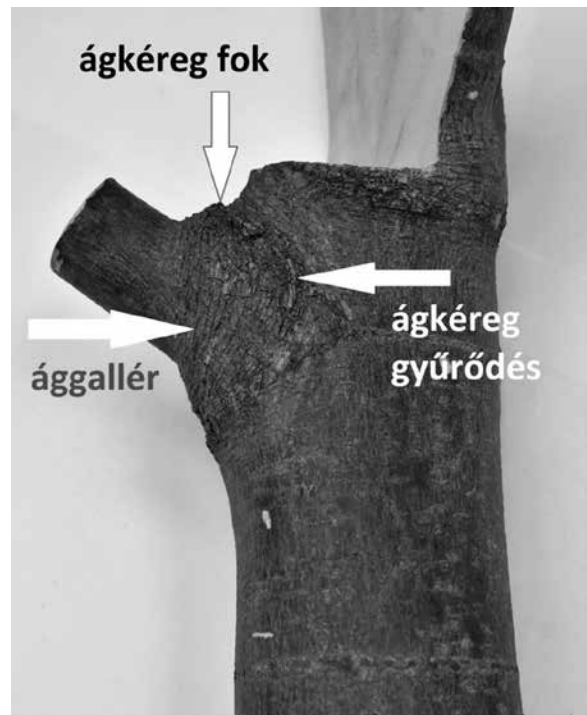
Az ág védekezési zónái az ág- és törzskéreggallér és az ágakéregfok mentén alakulnak ki. Ha az ág védekezési mechanizmusa jól működik, akkor a törzs felől lezárja az utat a korhadást okozó élőlények elől. Ebben az esetben a gyógyulásnak nem követelménye az, hogy a seb felülete hegszövettel záródjon a törzs felületén. Az viszont gyakran előfordul, hogy a sebszövet alatt a védekezési zóna nem működik, és ezért odúk keletkeznek.

**Az ágak levágásánál a legfontosabb szempont az, hogy a védekezési zóna részeit, az ágakéreggallért és az ágakéregfokot sértetlenül hagyjuk!**

Ha a metszlapot szakszerűen készítjük el, akkor a seb felületkezelése elmaradhat.

A törzs elágazásainál is kialakul az ágakéregfok. Az esetleges törzslevágásokat e fölött kell elvégezni (lásd 86. ábrát).

**A faápolási tevékenység alapja, hogy az áptolt egyedeket a természetes védekezési mechanizmusuk aktiválásában segítse.**



87. ábra: Az ágakéregfok



## 3.6. A CODIT-ELV

A CODIT-elvről Dirk Dujesiefken és Walter Liese 2008-ban, a Haymarket Media kiadó gondozásában megjelent könyvben lehet részletesen tájékozódni. A könyv címe „*Das CODIT-Prinzip*”.

**Dujesiefken CODIT elve  
Shigo CODIT-modelljéből alakult ki.**

Az 1980-as években Shigo személyesen járt Németországban, ahol egy tanácskozáson ismertette fabiológiai alapelveit és benne a CODIT-modellt is. A német faápolás nagy tekintélye, Koch elutasította Shigo nézeteit, de a német faápolás fiatalabb vezéregyéniségei megvitatták, majd kibővítették Shigo CODIT-modelljét és bevezették a CODIT-elméletet.

**Az elmélet lényegében abban tér el a modelltől, hogy a védekezési folyamatot nem a fa sérülése, hanem a levegő behatolása váltja ki.**

Sérülés esetén a szállítóedényekben légdugó keletkezik, mely jelentős változásokat idéz elő.

### 3.6.1. A CODIT-ELV NÉGY LÉPÉSE

A CODIT jelentése manapság átfogóbb, mint a kialakulása idején. A fák sérüléseinek (tehát nem csak a korhadásnak) elrekesztését jelenti.

A sérülésre adott válaszok nagyon eltérőek, de mindig ugyanazon az elv alapján működnek. A sérülések elszigetelése és leküzdése egymást követő lépésekben.

Vannak azonban olyan sérülések, amelyeket a fa nem rekeszt el azonnal. Ezeket a sérüléseket csak később rekeszti el. Ennél a később elrekesztett sérülésnél a sérülés mértéke különösen fontos. Az elrekesztés hatékonyságát befolyásolja még a faj, a seb típusa, a sérülés ideje és a sebkezelés helye. A korona metszésekor a vágás típusa is befolyásolja az elrekesztést. A fák ápolásához ezért fontos ismerni a fák sebgyógyulásának elvét és az azokat befolyásoló tényezőket.

Elvileg a fák sebválaszai közvetlenül a sérülés után kialakulnak.

**A CODIT-elv a sebválaszt négy lépésre osztja fel, amelyek általában egymást követik, de néha egyszerre zajlanak le:**

1. lépés a levegő bejutása
2. lépés a kórokozók behatolása
3. lépés a kórokozók tovább terjedése
4. lépés az elrekesztés

#### 3.6.1.1. A LEVEGŐ BEJUTÁSA

Ennek következményeként a sérülés közelében lévő szövetek elpusztulnak.

A sebválasz:

- az elhalt és élő háncsszövet határán az alapszövet (parenchima) sejtek visszanyerik osztódóképességüket és bőrszövetet (peridermát) hoznak létre (lásd 87. ábrát),
- az osztódógyűrű (kambium) a seb szélén sebszövetképzőt (kallusz) hoz létre, melyből később, a 2. lépésben sebszövet képződik és a seb közelében gátzónát hoz létre (lásd 87. ábrát),
- a fatest határreteget képez a lezáráshoz (lásd 87. ábrát).

### 3.6.1.2. KÓROKOZÓK BEHATOLÁSA

A kéreg a bőrszövetig (peridermáig) megsérül.

A sebválasz a következő:

- a kórokozók a fában a határretegig hatolnak, ahol később a lezáró gátzóna képződik (lásd 87. ábrát),
- a sebszövet képzőből (kalluszból) a sérülés felületén sebszövet képződik (lásd 87. ábrát).

### 3.6.1.3. A KÁROSÍTÓ SZERVEZETEK TOVÁBB TERJEDÉSE

Ez különösen az idősebb fáknál következik be, ahol a határreteg átszakadhat.

A sebválasz:

- a fa új határreteget képez,
- a károsítók eljutnak a gátzónáig és esetleg azon áthatolnak,
- sebszövetek a seb közepe felé tovább nőnek.

### 3.6.1.4. A KÁROSÍTÓ SZERVEZETEK ELREKESZTÉSE

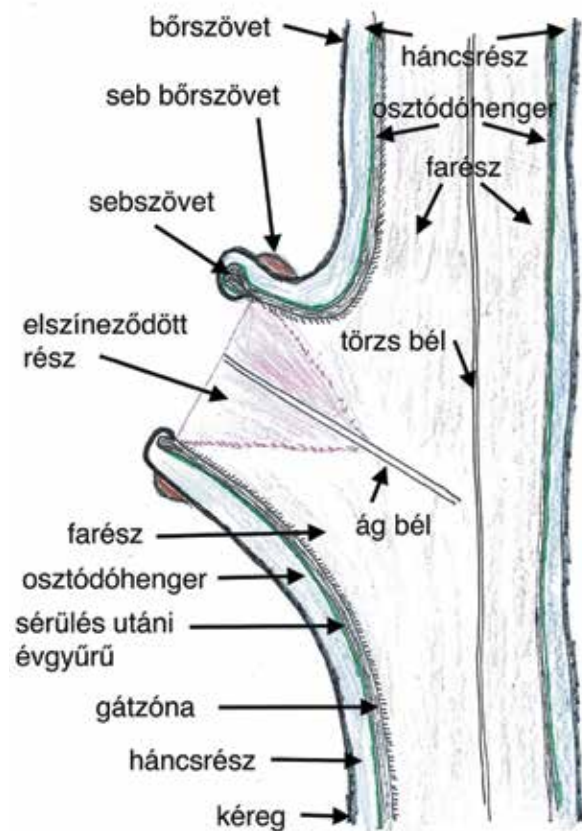
Az elrekesztés csapdába ejti a sérülést. Ennek eredményeként a fát károsító szervezetek elpusztulnak. A károsító szervezetek tovább terjedése már nem lehetséges.

#### Az elrekesztés a fák sérülés utáni túlélési stratégiája.

Ha a sérülést a fa nem rekeszti el, a kórokozók fertőző képesek maradnak, állandó veszélyt jelentenek a fára.

Ha a 4. lépés, a károsítók elrekesztése nem következik be, mert nagy a seb vagy legyengült a fa, akkor a folyamat a 3. lépésnél, a kársító szervezetek tovább terjedésénél megáll és a korhasztó gombák tovább terjedhetnek. Ugyanez történik akkor is, ha a rekesz falait újra kinyitják például fűrással, törzsrepedéssel vagy harkályok miatt. Ennek eredményeként az egész fában kiterjedt károk keletkezhetnek. Ha a sebek kicsik, vagy a sérülést a fa gyorsan elrekeszti, a 3. lépés csak rövid ideig tart vagy akár el is maradhat.

A faápolási gyakorlatában ez azt jelenti, hogy kerülni kell a korona, a törzs és a gyökök nagyobb mértékű beavatkozását. A fafajtól függően a kezelést úgy kell elvégezni, hogy a fa továbbra is be tudja zárni a sérüléseket.



88. ábra: A CODIT-elv ábrája

## 4.

# ÁBRÁK ÉS TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. ábra: A fa testrészei .....	17
2. ábra: Fogalmak .....	18
3. ábra: Párhuzamok .....	19
4. ábra: Gyökérkeresztmetszet .....	22
5. ábra: A fa tőkesúlya .....	24
6. ábra: A csupasz gyökérzet és a földfeletti részek aránya .....	24
7. ábra: A földlabdával növelt gyökértömeg .....	25
8. ábra: A gyökérzet és a csurgóvonal aránya .....	25
9. ábra: Az oszlopos koronaformájú fa földlabdája .....	26
10. ábra: A földlabda méretének változása az életkorral .....	27
11. ábra: A faiskolában nevelt fa földlabdája .....	27
12. ábra: A gyökérzet mérete szűk ültetőgödörben .....	28
13. ábra: A gyökérzet mérete a különböző élőhelyeken .....	28
14. ábra: A fa lehorgonyzása .....	29
15. ábra: A húzógyökér és támasztógyökér .....	29
16. ábra: A fát döntő erők .....	30
17. ábra: A gyökérzet fejlődése .....	31
18. ábra: Eltérő töménységű oldatok áramlása .....	32
19. ábra: Ozmózis .....	32
20. ábra: A tápanyag és táplálék szállítása .....	33
21. ábra: A gyökérzet felszívó és rögzítő zónája .....	34
22. ábra: A gyökércsúcs felépítése .....	35
23. ábra: A gyökér övei .....	38
24. ábra: Gyökérszőrök által felvett vízben oldott sók útja a gyökér szövetein keresztül .....	39
25. ábra: A gyökér elsődleges és másodlagos szövetszerkezetének összehasonlítása .....	39
26. ábra: A gyökérzet részei .....	40
28. ábra: Leeresszkedőgyökérzet .....	42
27. ábra: Gyökérzet típusok .....	42
29. ábra: A Pandanus tectorius támasztó gyökerei .....	43
30. ábra: Ficus bengaliensis légzőgyökerei .....	43

31. ábra: A gyökérzet osztályozása favédelem szerint	44
32. ábra: Azonnali ismétlés	48
33. ábra: Késői ismét	49
34. ábra: A bab csiranövény gyökere kerüli a fényt	50
35. ábra: A gyökérnyak	52
36. ábra: A gyökérnyak keresztmetszet	52
37. ábra: Oszlopszerű törzs	55
38. ábra: A törzs vastagodása a fa növekedésével	56
39. ábra: A törzs növekedésének hengerei	57
40. ábra: A törzs három része	57
41. ábra: Az üreges és az összenyomott bél	58
42. ábra: Az alapszövetes bél	58
43. ábra: Az élő rész tagolódása	59
44. ábra: Üreg a fa belsejében	59
45. ábra: Színes geszt	59
46. ábra: Szállítóedény, áledény	60
47. ábra: A nyitvatermők szállítósejtjeinek gödörkés sejtfa vastagodása	60
48. ábra: Az elsődleges és a másodlagos bélsugarak	61
49. ábra: Az összefüggő tengely és sugár irányú szállítópálya rendszer	61
50. ábra: A tengelyirányú és a sugárirányú alapszövet találkozása	62
51. ábra: A fás szár keresztmetszete	64
52. ábra: A köpeny szövetszerkezete	65
53. ábra: Négy éves, fás szár keresztmetszete	66
54. ábra: A szórtlikacsú és a gyűrűslikacsú fa	66
55. ábra: A válaszfa nyomott fa	67
56. ábra: A válaszfa húzott fa	67
57. ábra: A korona három fő szerkezeti egysége	71
58. ábra: A korona folyamatos növekedése	72
59. ábra: Ág, gally, vessző	74
60. ábra: A sudár és a sudár nélküli koronaforma	75
61. ábra: Az első-, másod-, harmadrendű elágazás	75
62. ábra: Az elágazó és egymás melletti pályák	76
65. ábra: Korona szerkezetek	77
65. ábra: Korona szerkezetek	78
66. ábra: Elágazódási típusok: fenyő típus, hárs típus, juhar típus	81
67. ábra: A rügy	82
68. ábra: A rügy részei	82
69. ábra: A rügyalapban elhelyezkedő táplálék	82
70. ábra: A bükk rügyciklusa	83
71. ábra: A vízelvezető levélcsúcs	85
72. ábra: A levél részei, egymásba illeszkedő levelek	85
73. ábra: A levél erezet	86
74. ábra: A gázcsere nyílások	86
75. ábra: a levél keresztmetszete	86

#### 4.ÁBRÁK ÉS TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

76. ábra: A gázcserenyílás	87
77. ábra: Űrszelvény alakú korona	97
78. ábra: Sebszövet sebpárkány	109
79. ábra:	111
80. ábra: Alex L. Shigo (1930–2006)	113
81. ábra: Vörös korhadás	115
82. ábra: Fehér korhadás	116
84. ábra: A rekesz falai	118
85. ábra: Az elrekesztés	118
86. ábra: Az ág védekezési zónái	119
87. ábra: Az ágakéregfok	120
88. ábra: A CODIT-elv ábrája	122

#### TÁBLÁZAT

1. táblázat: A gyökérzet és a korona különbségei	23
2. táblázat: A magyarországi fajok legnagyobb törzskörméretei	69
3. táblázat: A Schmidt- és Mándy-féle koronaforma-csoportosítás	79
4. táblázat: A koronaszerkezet és a koronaforma típusai	79
5. táblázat: A fa növekedési üteme és a törzsátmérő növekedése (Radó Dezső nyomán)	89
6. táblázat: A levelek száma a különböző térfogatú koronákban (Radó Dezső nyomán)	89
7. táblázat: A kúpos korona méretei (Radó Dezső nyomán)	90
8. táblázat: A félgömb korona méretei (Radó Dezső nyomán)	90
9. táblázat: A lombkorona mérete és a fa korának összefüggése MFE (2013) nyomán	91
10. táblázat: 1 köbméter lombban lévő levelek száma és felülete	92
11. táblázat: A fák hasznossága és azok mértéke	93



## 5. IRODALOMJEGYZÉK

**Shigo, Alex, L.: Tree Anatomy**, Shigo and Trees Associates, Durham, New Hampshire, 1994.

**Shigo, Alex, L.: Baum-Anatomie**, Talacker Verlag, Braunschweig, 1995.

**Shigo, Alex, L.: The New Tree Biology**, Durham, New Hampshire, 1896.

**Shigo, Alex, L.: Die Neue Baumbiologie**, Talacker Verlag, Braunschweig, 1994.

**Shigo, Alex, L.: The New Tree Biology: Fakten**, Shigo and Trees Associates, Durham, New Hampshire, 1986.

**Shigo, Alex, L.: Die Neue Baumbiologie Fachbegriffe von A bis Z**, Talacker Verlag, Braunschweig, 1990.

**Shigo, Alex, L.: Compartmentalization of Decay in Trees**, Forest Service U. S. Department of Agriculture, Agriculture Information Bulletin No. 405, 1977.

**Shigo, Alex, L.: Kompartimentalizáció a fák védekezése a korhadás ellen**, fordította Szaller Vilmos, kézirat

**Shigo, Alex, L.: Tree Decay an Expanded Concept**, Forest Service U. S. Department of Agriculture, Agriculture Information Bulletin No. 419, 1979.

**Shigo, Alex, L.: A fák korhadása, kibővített elmélet**, fordította Szaller Vilmos, kézirat

**Shigo, Alex, L.; Vollbrecht, Klaus; Hvess, Nies: Biologie de Bäume und Baumpflege**, Wittgenstein Planungen Phillipp G. Dienst, Mainz,

**Shigo, Alex, L.; Vollbrecht, Klaus; Hvess, Nies: Fabiológia és faápolás, Egy képes tankönyv**, fordította Miklós Márta, kézirat  
**Kutschera, Lore; Lichtenegger, Erwin: Wurzelatlas mitteleuropäischer Waldbäume und Sträucher**, Leopold Stocker Verlag, Graz-Suttgart, 2002.

**Matyssek, Rainer; Fromm, Jörg; Renzenberg, Heinz; Roloff, Andreas: Biologie der Bäume**, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2010.

**Roloff, Andreas: Bäume, Lexikon der praktischen Baumbiologie**, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2010.

**Engelke, Regina: Kertészkedés a Holddal**,

**Gencsi L. : Erdészeti Növénytan 1.**, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1980.

**Kárpáti Z. – Görgényi L. – Terpó A.: Növény szervezettan**, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1968.

**Tuba Z. – Szerdahelyi T. – Engloner A. – Nagy J.: Botanika I.**, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2007.

A kiadásért felel a Garden Kft. igazgatója  
Szerkesztette: Lukács Zoltán  
Nyomdai előkészítés: Starkiss Grafikai Stúdió  
Fedélterv: Stark János  
Nyomdai munkálatok: Starkiss Kft. ([www.starkiss.hu](http://www.starkiss.hu))  
Felelős vezető: Kiss Sándor