

# **MASTERPLAN ARBORI - ETAPA III**

## **CAPITOL 6 - Strategie de Plantare a**

### **Arborilor în Mediul Urban**

## CUPRINS

<b>1. INTRODUCERE.....</b>	<b>3</b>
1.1. Scopul și obiectivul.....	3
<b>2. LOCAȚIILE PENTRU PLANTARE.....</b>	<b>3</b>
2.1. Regiuni și zone urbane relevante.....	3
2.2. Inspectarea terenului și identificarea constrângerilor.....	4
2.3. Selecția speciilor arboricole.....	5
2.4. Condiții prealabile ale terenului.....	7
2.5. Spațiu subteran disponibil.....	8
2.6. Condiții de sol degradat.....	9
2.7. Plantarea arborilor pe suprafețe dure și infrastructură existentă.....	11
<b>3. CALITATEA MATERIALULUI SĂDITOR.....</b>	<b>13</b>
3.1. Caracteristici generale ale arborilor semi-maturi.....	14
3.2. Imaginea dorită la maturitate.....	16
3.3. Cerințe suplimentare pentru arborii de aliniament stradal.....	17
<b>4. PROCEDURA STANDARD DE PLANTARE.....</b>	<b>18</b>
4.1. Perioada optimă de plantare.....	18
4.2. Transportul arborilor.....	19
4.3. Pregătirea terenului și îmbunătățiri de sol.....	21
4.4. Dimensiunea și configurarea gropii de plantare.....	22
4.5. Poziționarea arborilor și plantarea efectivă.....	23
4.6. Sisteme de ancorare și stabilizare.....	25
4.7. Protecția tulpinii și a coronamentului.....	27
4.8. Mulcirea.....	29
4.9. Sisteme de irigare.....	31
<b>5. SOLUȚII TEHNICE SUPLIMENTARE.....</b>	<b>32</b>
5.1. Gestionarea compactării solului datorate infrastructurii.....	32
5.2. Soluri structurate și substraturi tehnice.....	33
5.3. Celule pentru rădăcini și structuri subterane urbane.....	35
5.4. Sisteme de drenaj urban sustenabile (SuDS).....	36
5.5. Sisteme de aerare a rădăcinilor.....	38
5.6. Grile și protecții mecanice.....	39
5.7. Bariere pentru rădăcini.....	42
5.8. Protecția arborilor față de trafic auto.....	42
5.9. Plantarea în soluri umede sau afectate de inundații.....	43
<b>6. ÎNGRIJIREA ARBORILOR POST-PLANTARE.....</b>	<b>44</b>
6.1. Inspecția și îndepărtarea elementelor de protecție și ancorare.....	44

6.2. Tăieri de formare și întreținere.....	45
6.3. Irigare.....	46
6.4. Combaterea buruienilor.....	47
6.5. Protecția împotriva dăunătorilor și bolilor.....	47
6.6. Reaplicarea mulciului.....	48
<b>7. CONCLUZII.....</b>	<b>49</b>

## 1. INTRODUCERE

### 1.1. Scopul și obiectivul

Prezentul ghid a fost elaborat ca rezultat direct al analizei detaliate a fondului arboricol existent din municipiul Oradea și are rolul de a transforma concluziile acestei evaluări într-o strategie coerentă de plantare a arborilor în mediul urban. Analiza anterioară a evidențiat dezechilibre semnificative în distribuția spațială a arborilor, o concentrare ridicată a exemplarelor mature și bătrâne în anumite zone, precum și existența unor sectoare urbane extinse în care arborii lipsesc aproape complet. În acest context, plantarea arborilor nu mai poate fi abordată punctual sau reactiv, ci trebuie integrată într-un cadru strategic, fundamentat pe date obiective.

Scopul principal al ghidului este de a defini tehnicile, procedurile și cerințele necesare pentru realizarea unor plantări urbane eficiente și durabile, orientate prioritar către zonele identificate ca deficitare în urma analizei fondului arboricol. Documentul stabilește o metodologie de lucru care permite direcționarea resurselor către acele străzi, cartiere și spații publice în care lipsa arborilor afectează semnificativ calitatea mediului urban, confortul populației și funcționarea infrastructurii verzi.

Un obiectiv esențial al strategiei de plantare îl reprezintă refacerea continuității aliniamentelor stradale, în special în zonele unde arborii sunt absenți pe întreaga lungime a străzilor sau sunt prezenți fragmentar. Aceste zone au fost identificate ca prioritare în urma evaluării existente și constituie puncte-cheie pentru intervenții viitoare, având un potențial ridicat de ameliorare a microclimatului urban, reducere a efectului de insulă de căldură și creștere a calității spațiului public.

Ghidul urmărește, de asemenea, corelarea plantărilor noi cu structura de vârstă a fondului arboricol existent. Având în vedere ponderea ridicată a arborilor maturi și bătrâni în anumite zone ale orașului, strategia propune plantări anticipate și etapizate, menite să asigure continuitatea coronamentului urban și să evite pierderi bruște de masă vegetală în viitor. Astfel, plantarea arborilor devine un instrument de planificare pe termen lung, nu doar o măsură compensatorie.

Prin corelarea directă cu analiza fondului arboricol existent, prezentul ghid devine un instrument operațional pentru implementarea unei strategii de plantare adaptate realităților municipiului Oradea. Obiectivul final este dezvoltarea unui fond arboricol urban echilibrat, rezilient și funcțional, capabil să răspundă provocărilor climatice, presiunilor urbanistice și nevoilor comunității, asigurând în același timp continuitatea și calitatea infrastructurii verzi pe termen lung.

## 2. LOCAȚIILE PENTRU PLANTARE

### 2.1. Regiuni și zone urbane relevante

Un criteriu prioritar în definirea zonelor de intervenție îl reprezintă străzile și zonele urbane în care arborii lipsesc aproape complet sau sunt prezenți doar punctual, fără a asigura continuitatea aliniamentelor. Aceste situații generează insule de căldură urbană, lipsa umbrii, disconfort termic pentru pietoni și o calitate scăzută a spațiului public. Zonele cu lipsă totală sau parțială de arbori pe întreaga

lungime a străzii sunt considerate prioritare pentru plantare, în special acolo unde profilul stradal permite integrarea vegetației lemnoase fără a afecta siguranța circulației sau infrastructura existentă.

Din punct de vedere al distribuției numerice, se remarcă existența unor zone cu deficit semnificativ de arbori. Zona 4 reprezintă exemplul cel mai relevant, cu un număr total de arbori considerabil mai redus față de celelalte zone analizate, atât în raport cu suprafața, cât și cu intensitatea utilizării urbane. Această zonă este caracterizată de străzi cu aliniamente incomplete sau inexistente și de spații publice cu vegetație lemnoasă insuficientă, ceea ce justifică includerea sa ca zonă prioritară pentru plantări noi, în special de aliniament stradal și în spațiile pietonale.

De asemenea, zonele 0 și 3 prezintă o densitate relativ scăzută de arbori în raport cu funcțiunile urbane existente. În aceste sectoare, arborii sunt adesea distribuiți neuniform, cu segmente de străzi complet lipsite de vegetație lemnoasă. Strategia de plantare vizează în mod explicit aceste discontinuități, urmărind completarea aliniamentelor și crearea unor coridoare verzi continue, care să îmbunătățească confortul urban și conectivitatea ecologică.

La polul opus, analiza evidențiază zone cu o concentrare ridicată de arbori, precum zonele 2 și 6. Acestea dețin cele mai mari efective de arbori la nivelul orașului și concentrează, totodată, un procent semnificativ din arborii maturi și bătrâni. De exemplu, zona 2 se remarcă nu doar prin numărul mare de arbori, ci și prin ponderea foarte ridicată a exemplarelor mature, ceea ce indică un fond arborel îmbătrânit. Situația este similară în zona 6, unde arborii maturi și bătrâni domină structura de vârstă.

În aceste zone cu fond arborel îmbătrânit, strategia de plantare nu urmărește neapărat creșterea densității, ci reînnoirea graduală și anticipată a fondului arborel. Plantările sunt planificate astfel încât să asigure succesiunea generațiilor de arbori și să prevină pierderi bruște de coronament în viitor, ca urmare a declinului biologic sau a necesității de îndepărtare a arborilor bătrâni și cu risc crescut.

Zonele 7 și 8 ocupă o poziție intermediară, cu densități moderate de arbori, dar cu o structură de vârstă dezechilibrată în anumite subzone. Aici, analiza a evidențiat sectoare cu arbori relativ tineri, dar și zone în care predomină arborii maturi, fără o regenerare suficientă. Strategia de plantare propune intervenții punctuale, orientate atât spre completarea lipsurilor, cât și spre diversificarea structurală și specifică a fondului arborel.

## 2.2. Inspectarea terenului și identificarea constrângerilor

Inspectarea terenului reprezintă o etapă tehnică fundamentală în procesul de plantare a arborilor, având ca obiectiv identificarea condițiilor staționale reale și a constrângerilor care pot influența dezvoltarea pe termen lung a vegetației lemnoase, în special în mediul urban. Această etapă asigură baza factuală necesară pentru luarea deciziilor corecte privind amplasarea arborilor, selecția speciilor și proiectarea soluțiilor tehnice de plantare.

Procesul începe cu o documentare preliminară, care include analiza documentațiilor de urbanism și a planurilor de dezvoltare, identificarea rețelelor edilitare subterane și supraterane (apă, canalizare, gaze, electricitate, telecomunicații), precum și delimitarea zonelor de protecție aferente acestora. În paralel, se

[www.cadrolandscapestudio.com](http://www.cadrolandscapestudio.com)

analizează cadrul legislativ aplicabil amplasamentului, incluzând restricțiile urbanistice, cele legate de patrimoniu construit sau natural și eventualele reglementări de mediu. Această etapă permite anticiparea limitărilor care pot afecta atât poziționarea arborilor, cât și dimensiunea gropilor de plantare sau volumul de sol disponibil pentru dezvoltarea sistemului radicular.

Evaluarea propriu-zisă în teren se realizează printr-o combinație de observații vizuale, metode de apreciere orientativă și investigații instrumentale. Se analizează spațiul aerian disponibil pentru dezvoltarea coroanei, ținând cont de clădiri, mobilier urban, iluminat public și alte obstacole, precum și caracteristicile generale ale solului. Sunt evaluate textura, structura, omogenitatea și prezența straturilor antropice, frecvent întâlnite în mediul urban, care pot limita infiltrarea apei și dezvoltarea rădăcinilor.

Evaluarea hidrologică a amplasamentului este obligatorie în zonele cu suspiciune de exces de umiditate, drenaj deficitar sau nivel freatic ridicat. Aceasta se realizează prin analiza profilului de sol în gropile de plantare, observații privind stagnarea apei și teste simple de infiltrare, care permit aprecierea capacității solului de a prelua și evacua apa. Rezultatele sunt esențiale pentru prevenirea asfixierii radiculare și pentru alegerea speciilor adaptate condițiilor locale de umiditate.

În situațiile în care caracteristicile solului sunt neclare sau restrictive, investigațiile de teren trebuie completate cu analize de laborator. Acestea vizează determinarea texturii, reacției solului (pH), conținutului de materie organică, capacității de schimb cationic și identificarea eventualelor contaminări cu metale grele, hidrocarburi sau alte substanțe poluante. Informațiile obținute permit proiectarea unor soluții de ameliorare a solului și reduc riscul de eșec al plantărilor.

Inspectarea riguroasă a terenului și identificarea corectă a constrângerilor naturale, tehnice și legislative constituie o condiție preliminară indispensabilă pentru selectarea speciilor potrivite și pentru proiectarea unor plantări urbane durabile. O evaluare superficială a amplasamentului conduce frecvent la probleme de prindere, dezvoltare deficitară și costuri ridicate de întreținere, în timp ce o analiză tehnică completă permite integrarea eficientă a arborilor în structura și funcționarea mediului urban.

### 2.3. Selecția speciilor arboricole

Selecția speciilor arboricole pentru un amplasament specific trebuie să se bazeze obligatoriu pe analiza detaliată a sitului și pe evaluarea completă a spațiului disponibil. În municipiul Oradea, această etapă capătă o importanță deosebită în contextul rezultatelor analizei fondului arboricol existent, care a evidențiat dezechilibre de distribuție, o structură de vârstă îmbătrânită în anumite zone și vulnerabilități legate de adaptarea unor specii la condițiile urbane actuale. Prin urmare, selecția speciilor nu poate fi standardizată la nivelul întregului oraș, ci trebuie adaptată diferențiat în funcție de specificul fiecărui amplasament.

Analiza de sit trebuie să includă, în mod sistematic, parametri precum regimul de lumină și vânt, caracteristicile pedologice (textură, drenaj, pH, grad de compactare), topografia și particularitățile peisagistice ale zonei. În Oradea, diferențele microclimatice dintre zonele dens construite și cele mai

aerisite influențează semnificativ comportamentul arborilor, iar aceste aspecte trebuie integrate în procesul de selecție pentru a evita utilizarea unor specii cu adaptabilitate redusă.

Un principiu esențial al strategiei de plantare îl constituie conservarea diversității genetice și specificarea clară a provenienței materialului săditor. Se recomandă utilizarea materialului dendrologic de proveniență locală sau regională, adaptat condițiilor pedoclimatice ale zonei de vest a României, în special în cazul speciilor autohtone sau al celor cu valoare conservativă. Această abordare contribuie la creșterea rezilienței arborilor plantați și la menținerea identității vegetale locale.

Rezistența la stresurile climatice reprezintă un criteriu limitativ major în alegerea speciilor, în contextul accentuării fenomenelor extreme observate și la nivelul municipiului Oradea, precum episoadele de secetă prelungită, temperaturile ridicate din sezonul estival și variațiile bruște de temperatură. Evaluarea toleranțelor ecologice ale speciilor trebuie corelată cu condițiile concrete ale amplasamentului, astfel încât arborii selectați să poată face față atât stresului hidric, cât și supraîncălzirii urbane sau perioadelor de îngheț.

În zonele cu caracter natural sau seminatural din intravilan, selecția speciilor trebuie să respecte compoziția vegetală specifică regiunii, cu prioritate pentru speciile autohtone și, acolo unde este relevant, pentru specii rare sau tradițional utilizate în peisajul local. Această abordare contribuie la menținerea continuității ecologice și la susținerea biodiversității urbane.

În mediul urban intens construit, criteriul determinant devine capacitatea arborilor de a supraviețui condițiilor restrictive ale sitului și de a îndeplini funcțiile ecologice, estetice și funcționale pentru care sunt plantați. În acest context, pot fi utilizate specii naturalizate sau cultivate selecționate pentru toleranța la poluare, compactare și stres urban, cu condiția evitării stricte a speciilor cu potențial invaziv, identificate ca problematice în analiza fondului arboricol existent.

În cazul plantărilor de aliniament stradal din municipiul Oradea, selecția speciilor trebuie corelată direct cu profilul stradal și cu condițiile tehnice ale amplasamentului. Se vor lua în considerare dimensiunea fâșiei verzi, lățimea trotuarelor, prezența sau absența rețelelor edilitare subterane și supraterane, distanțele față de clădiri și mobilier urban, precum și necesitățile de vizibilitate și siguranță rutieră. De asemenea, este esențială evaluarea impactului lucrărilor de întreținere de iarnă, în special utilizarea sărurilor pentru dezăpezire, fiind necesară preferarea speciilor cu toleranță ridicată la salinitate în zonele expuse.

Pentru a asigura transparența și aplicabilitatea strategiei, propunerile de specii arboricole vor fi detaliate într-o anexă separată a ghidului. Această anexă va include liste de specii recomandate, corelate cu tipurile de amplasamente urbane identificate în Oradea (aliniamente stradale înguste sau largi, scuaruri, piețe publice, zone rezidențiale, zone cu infrastructură densă), precum și cu profilurile de drum, dimensiunea fâșiilor verzi și constrângerile tehnice existente. Astfel, selecția speciilor devine un proces fundamentat tehnic, adaptat contextului local și orientat spre dezvoltarea unui fond arboricol urban durabil și rezilient.

## 2.4. Condiții prealabile ale terenului

Selectarea amplasamentului pentru plantarea arborilor trebuie să fie precedată, în mod obligatoriu, de identificarea și cartografierea infrastructurii edilitare existente, atât subterane (rețele de apă, canalizare, gaze, energie electrică, telecomunicații), cât și aeriene (linii electrice, cabluri de comunicații), precum și a zonelor de protecție stabilite prin reglementări tehnice și urbanistice. În municipiul Oradea, analiza fondului arboricol existent a evidențiat numeroase conflicte istorice între arbori și infrastructură, generate în principal de plantări realizate fără o corelare adecvată cu rețelele edilitare. Din acest motiv, această etapă este esențială pentru prevenirea problemelor structurale, a intervențiilor repetate în coronament și a pierderilor premature de arbori.

Aliniamentele stradale reprezintă un element-cheie al structurii peisajului urban din Oradea, având un rol major în reglarea microclimatului, reducerea efectului de insulă de căldură, filtrarea poluanților și îmbunătățirea percepției spațiului public. De asemenea, arborii de aliniament contribuie la siguranța rutieră prin reducerea efectului de orbire, calmarea traficului, orientarea vizuală și delimitarea clară a spațiilor de circulație. În acest context, amplasarea arborilor trebuie să fie rezultatul unei coordonări riguroase între proiectarea peisageră, proiectele de infrastructură și cerințele de exploatare pe termen lung.

Plantarea de arbori noi sub coroanele celor existenți nu este, în general, recomandată, din cauza competiției directe pentru lumină, apă, nutrienți și spațiu radicular. Analiza arborilor maturi și îmbătrâniți din anumite zone ale municipiului Oradea indică faptul că astfel de practici conduc frecvent la dezvoltarea deficitară a arborilor tineri și la creșterea riscului de declin prematur. Distanțele de plantare trebuie stabilite în raport cu dimensiunile coroanei la maturitate ale speciilor utilizate, fiind considerate adecvate intervale cuprinse, în mod uzual, între 50% și 100% din diametrul estimat al coroanei adulte. În situațiile în care constrângerile spațiale impun distanțe mai mici, documentația tehnică trebuie să prevadă explicit lucrări de conducere, toaletare și control al coroanei, precum și un calendar clar de intervenții pe termen mediu și lung.

Cerințele funcționale ale amplasamentului, precum gabaritele de siguranță pentru trafic rutier și pietonal, limitările de înălțime impuse de infrastructura aeriană, cerințele de vizibilitate în intersecții sau accesul pentru utilaje de intervenție, condiționează direct alegerea speciilor și modul de plantare. În Oradea, aceste constrângeri sunt deosebit de relevante în zonele centrale și pe arterele principale, unde spațiul disponibil este limitat, iar presiunea asupra arborilor este ridicată. Integrarea acestor factori în faza de proiectare reduce semnificativ necesitatea intervențiilor corective ulterioare.

Spațiul aerian disponibil trebuie să permită dezvoltarea completă și naturală a coroanei, astfel încât arborii să își poată îndeplini funcțiile ecologice și peisagere pentru care sunt plantați. Excepțiile sunt acceptabile doar în situațiile în care există o justificare tehnică clară, cum ar fi utilizarea temporară a unor forme controlate, plantări provizorii sau soluții de tranziție până la reconfigurarea infrastructurii. Chiar și în aceste cazuri, trebuie prevăzute măsuri de monitorizare și adaptare a managementului, pentru a evita transformarea unor soluții temporare în surse permanente de disfuncționalitate.

## 2.5. Spațiu subteran disponibil

Asigurarea unui volum radicular adecvat reprezintă una dintre condițiile fundamentale pentru dezvoltarea durabilă a arborilor în mediul urban. Volumul radicular include totalitatea solurilor și substraturilor care permit dezvoltarea funcțională a sistemului de rădăcini, din punct de vedere al aerării, regimului hidric, aportului de nutrienți, activității biologice și stabilității mecanice. În absența unui volum suficient și de calitate, arborii urbani prezintă o creștere limitată, o durată de viață redusă și un risc crescut de instabilitate structurală.

Dimensiunea necesară a volumului radicular variază în funcție de specie, talia la maturitate și arhitectura coroanei. În practică, aceasta se exprimă în metri cubi de sol funcțional, iar valorile orientative cresc proporțional cu dimensiunea arborelui la maturitate. Adâncimea funcțională a volumului radicular este, în mod curent, cuprinsă între 0,5 și 1,5 m, majoritatea rădăcinilor active fiind concentrate în primii 40-80 cm de sol, unde sunt disponibile oxigenul și materia organică. În mediul urban, această adâncime este frecvent redusă de straturi compacte, fundații, rețele edilitare sau structuri artificiale.

În contextul urban, prevenirea conflictelor dintre arbori și infrastructură impune respectarea unor distanțe minime libere de obstacole între trunchi și rețelele edilitare subterane. Aceste distanțe trebuie stabilite în funcție de tipul instalației (apă, canalizare, gaze, electricitate, telecomunicații), de diametrul și adâncimea conductelor, precum și de cerințele biologice ale speciilor plantate. Analiza fondului arboricol existent în Oradea a evidențiat faptul că numeroase probleme structurale și fitosanitare sunt consecința directă a unor volume radiculare insuficiente sau fragmentate de rețele, ceea ce justifică integrarea explicită a acestui criteriu în strategia de plantare.

În siturile existente, unde condițiile optime nu pot fi îndeplinite din cauza constrângerilor spațiale, devin necesare intervenții compensatorii și soluții tehnice specifice pentru protejarea și extinderea volumului radicular. Acestea pot include utilizarea de soluri structurale, sisteme celulare pentru rădăcini, gropi de plantare interconectate, rigole vegetate sau alte soluții de inginerie verde care permit creșterea volumului de sol exploatabil fără a afecta infrastructura. Astfel de soluții sunt esențiale în special în aliniamentele stradale și în zonele dens construite.

## 2.6. Condiții de sol degradat

Solurile pot prezenta condiții degradate pentru plantarea arborilor chiar și atunci când, teoretic, ar fi considerate favorabile din punct de vedere pedologic. În mediul urban, degradarea funcțională a solului este determinată în principal de compactare, stratificări antropice și discontinuități în profilul edafic, care reduc drastic aerarea, infiltrația și capacitatea de dezvoltare a rădăcinilor. În municipiul Oradea, această problemă este confirmată direct de analiza anterioară privind compactarea solului, care arată că majoritatea arborilor existenți sunt ancorați în condiții suboptimale, cu o pondere dominantă a categoriei „compactat/tasat”, completată de zone punctuale afectate de moloz. Aceste date justifică integrarea ameliorării solului ca măsură structurală obligatorie în strategia de plantare.

În Oradea, condițiile de sol degradat nu sunt doar o limitare pentru plantările noi, ci reprezintă și un factor explicativ pentru starea de vitalitate medie sau scăzută observată în inventarul arborilor. Corelarea dintre soluri compactate și stări fitosanitare deficitare este una previzibilă: compactarea reduce porozitatea și schimbul de gaze, limitează infiltrarea apei și provoacă asfixiere radiculară, ceea ce se traduce în creșteri reduse, uscare regresivă a părților apicale, sensibilitate crescută la atacuri biotice și declin accelerat. În plus, analiza zonală indică faptul că anumite sectoare urbane prezintă concentrații foarte mari de sol în categoria „compactat/tasat”, ceea ce explică de ce în aceste zone apar frecvent arbori cu vigoare redusă, precum și de ce plantările noi au șanse scăzute de prindere în absența intervențiilor edafice.

Un alt factor major al degradării, observabil și în Oradea, îl constituie existența straturilor eterogene și obstructive în profilul de sol, rezultate din lucrări edilitare succesive: straturi de balast compactat, resturi de construcții, materiale de umplutură neomogene sau zone cu impermeabilizare laterală. Categoria „moloz” identificată în analiza compactării solului evidențiază astfel de situații, care conduc la un profil radicular disfuncțional și la dezvoltarea unor rădăcini superficiale, cu risc crescut de instabilitate. În aceste condiții, nu doar creșterea arborilor este afectată, ci și siguranța structurală, ceea ce se reflectă indirect și în analiza gradelor de risc din fondul arborel existent.

În urma identificării factorilor de degradare, lucrările de ameliorare edafică devin obligatorii înainte de plantare. În Oradea, această cerință este cu atât mai importantă cu cât strategia de plantare vizează zone deficitare de arbori și aliniamente stradale unde condițiile staționale sunt adesea restrictive. Intervențiile trebuie proiectate în funcție de tipul degradării: reducerea compactării prin afânare controlată și decompactare profundă (mecanică sau pneumatică), îndepărtarea straturilor obstructive și înlocuirea lor cu substraturi adecvate, omogenizarea profilului de sol și refacerea continuității volumului radicular. În amplasamentele cu spațiu limitat și presiune urbană ridicată, se justifică utilizarea soluțiilor tehnice speciale precum soluri structurale, sisteme celulare pentru rădăcini, volume de sol partajate sub trotuare sau rigole vegetate.

Aplicarea amendamentelor organice și minerale trebuie să fie fundamentată prin analize de sol și adaptată deficiențelor reale identificate. În contextul Oradei, unde o parte semnificativă a arborilor existenți prezintă vigoare medie și o proporție importantă se află în stări critice, ameliorarea solului trebuie tratată ca o măsură de infrastructură, nu ca o opțiune secundară. Incorporarea materiei organice stabile (compost matur, biochar în doze controlate, mulci organic) contribuie la refacerea structurii, la creșterea capacității de reținere a apei și la stimularea activității biologice, însă aceste măsuri nu pot compensa compactarea severă dacă nu sunt însoțite de decompactare și de asigurarea unui volum suficient de sol funcțional.

Un principiu esențial, valid atât general, cât și în cazul Oradei, este că ameliorarea solului trebuie aplicată la scara întregului volum exploatabil de rădăcini, nu limitată la groapa de plantare. Abordarea exclusiv punctuală generează efectul de „recipient”, în care rădăcinile rămân captive, iar apa poate stagna sau se poate drena neuniform, ceea ce reduce șansele de dezvoltare pe termen lung și crește

riscul de instabilitate. Datele privind compactarea solului din fondul arboreal existent arată că problema este una sistemică, ceea ce impune intervenții la nivel de segment stradal, scuar sau sector de infrastructură verde, nu doar la nivelul fiecărui arbore plantat.

## 2.7. Plantarea arborilor pe suprafețe dure și infrastructură existentă

Plantarea arborilor în zone acoperite cu suprafețe dure sau integrate în infrastructură existentă reprezintă una dintre cele mai dificile provocări ale arboriculturii urbane. În municipiul Oradea, analiza fondului arboreal existent arată că o proporție semnificativă a arborilor stradali este amplasată în astfel de condiții, în special de-a lungul arterelor principale, în zonele centrale și în cartierele cu profil rutier intens. Aceste amplasamente sunt caracterizate de soluri puternic compactate, volume radulare limitate și discontinuități majore ale profilului de sol, factori care explică frecvența ridicată a arborilor cu vigoare medie sau scăzută și apariția timpurie a simptomelor de stres.

Sub suprafețele dure, solicitările generate de trafic pietonal și rutier conduc frecvent la valori de compactare care depășesc pragurile funcționale pentru creșterea radiculară. Datele din analiza compactării solului realizată pentru Oradea confirmă predominanța solurilor din categoria „compactat/tasat” în aliniamentele stradale, ceea ce face imposibilă dezvoltarea normală a rădăcinilor în lipsa unor soluții tehnice dedicate. În acest context, utilizarea solurilor structurale, a sistemelor celulare pentru rădăcini sau a altor tehnologii de susținere a volumului radicular nu trebuie tratată ca o opțiune excepțională, ci ca o componentă standard a strategiei de plantare în mediul urban dens.

Solurile structurale permit transferul încărcărilor mecanice către stratul portant, menținând în același timp un volum de sol cu porozitate adecvată pentru rădăcini. În Oradea, aceste soluții sunt deosebit de relevante în zonele în care profilul stradal este rigid (benzi de circulație, parcuri longitudinale, trotuare înguste), iar extinderea laterală a gropilor de plantare este limitată. Sistemele celulare pentru rădăcini oferă un avantaj suplimentar, permițând crearea unor volume radulare continue sub pavaj, cu o distribuție uniformă a sarcinilor și cu posibilitatea de a integra irigarea și drenajul controlat.

O problemă critică a volumului radicular amplasat sub suprafețe dure este asigurarea schimbului de gaze între sol și atmosferă, esențial pentru respirația rădăcinilor. În contextul Oradei, unde solurile sunt deja afectate de compactare și unde nivelul de trafic este ridicat, deficitul de oxigen radicular reprezintă un factor major de stres. Arborii existenți amplasați în astfel de condiții prezintă frecvent simptome de declin lent, manifestate prin frunziș rar, creșteri reduse și sensibilitate crescută la secetă și boli, aspecte evidențiate în analiza stării de vitalitate.

Pavajele cu structură deschisă pot contribui la infiltrarea apei și aerului prin rosturi, având un rol pozitiv în alimentarea și oxigenarea solului. Totuși, experiența urbană arată că aceste sisteme implică adesea compactarea accentuată a stratului inferior pentru a asigura stabilitatea, ceea ce poate contracara beneficiile inițiale pentru rădăcini. În plus, în timp, capacitatea de infiltrare scade din cauza colmatării rosturilor cu particule fine, praf și materiale transportate de trafic. În Oradea, unde întreținerea periodică a suprafețelor pavate nu este întotdeauna corelată cu nevoile arborilor, aceste limitări trebuie anticipate încă din faza de proiectare.

În multe amplasamente urbane, inclusiv în Oradea, singura suprafață neacoperită de pavaj rămâne groapa de plantare propriu-zisă. Această situație restricționează sever infiltrarea apei și aportul de oxigen, transformând groapa într-un spațiu izolat, insuficient pentru susținerea unui arbore matur. Analiza fondului arboricol existent indică faptul că arborii plantați în astfel de condiții ajung frecvent în clase inferioare de vitalitate și dezvoltă sisteme radiculare superficiale, cu risc crescut de instabilitate. Prin urmare, strategia de plantare pentru Oradea trebuie să prevadă extinderea cât mai mare posibilă a zonelor permeabile din jurul arborilor, fie prin benzi verzi continue, fie prin integrarea unor suprafețe semi-permeabile sau prin conectarea mai multor gropi de plantare într-un volum comun de sol.

### 3. CALITATEA MATERIALULUI SĂDITOR

Calitatea materialului săditor reprezintă un factor determinant pentru succesul pe termen lung al plantărilor urbane și are o importanță strategică în contextul municipiului Oradea, unde analiza fondului arboricol existent a evidențiat atât îmbătrânirea accelerată a unor aliniamente, cât și rate variabile de reușită ale plantărilor recente. Capacitatea arborilor de a se adapta la condițiile urbane locale este influențată de o combinație între potențialul genetic al materialului săditor și caracteristicile individuale ale exemplarelor (vârstă, arhitectură, sistem radicular, stare fitosanitară), precum și de congruența dintre condițiile de producere din pepiniere și cele ale amplasamentului final.

Exemplele semi-mature prezintă, în general, cea mai mare capacitate de adaptare și aclimatizare la condiții noi, în special în medii urbane restrictive, caracterizate prin soluri compacte, volume radiculare limitate și stres climatic. În Oradea, unde o parte semnificativă a noilor plantări este realizată în aliniamente stradale sau pe suprafețe dure, utilizarea arborilor semi-maturi contribuie la reducerea șocului de transplantare și la o stabilire mai rapidă a sistemului radicular. Analiza arborilor plantați în ultimii ani indică faptul că exemplele cu dimensiuni moderate prezintă o rată mai bună de prindere și o evoluție mai stabilă comparativ cu arborii mari plantați punctual, fără condiții edafice corespunzătoare.

Arborii proveniți din pepiniere pot necesita o perioadă de ajustare, în special atunci când condițiile de creștere din pepiniere diferă semnificativ de cele ale amplasamentului urban. Diferențele de textură a solului, regim hidric, expunere climatică sau management pot genera stres fiziologic accentuat după plantare. Din acest motiv, în strategia de plantare a Oradei se recomandă, pe cât posibil, utilizarea materialului săditor provenit din pepiniere cu condiții similare zonei de implantare (regim climatic continental, veri calde, episoade de secetă, soluri cu reacție neutră-slab alcalină).

Adaptabilitatea arborilor urbani este strâns legată de caracteristici precum toleranța la secetă, îngheț și temperaturi ridicate, aspecte deosebit de relevante pentru Oradea, unde analiza climatică indică o creștere a frecvenței episoadelor de caniculă și a stresului hidric în sezonul de vegetație. De asemenea, preferințele pentru pH-ul solului și capacitatea de a funcționa în soluri slab structurate sau parțial degradate trebuie avute în vedere. Asocierea cu micorize și alte organisme benefice ale solului joacă un rol important în absorbția apei și a nutrienților, motiv pentru care materialul săditor trebuie să fie sănătos, cu sistem radicular bine dezvoltat și neafectat de tratamente excesive sau de manipulări necorespunzătoare.

Deși arborii de mari dimensiuni oferă un impact vizual imediat și pot răspunde unor cerințe punctuale de amenajare, experiența din Oradea arată că utilizarea acestora trebuie limitată și atent justificată. Arborii cu circumferința trunchiului de aproximativ 12-16 cm sunt, în general, preferabili pentru plantările curente, deoarece suferă mai puțin de șocul de plantare, își refac mai rapid sistemul radicular, dezvoltă o ierarhie structurală mai stabilă și se adaptează mai eficient la constrângerile mediului urban. Arborii mari pot fi utilizați selectiv, de exemplu în cadrul reconstituirii unor aliniamente istorice, în piețe reprezentative sau în zone unde riscul de vandalism este ridicat, însă aceste plantări trebuie însoțite de volume radiculare adecvate, sisteme de irigare și un program de întreținere intensivă pe termen mediu.

### 3.1. Caracteristici generale ale arborilor semi-maturi

Arborii semi-maturi destinați plantării în mediul urban trebuie să respecte în mod strict specificațiile tehnice prevăzute în documentația de achiziție, comanda fermă și avizul de livrare. Fiecare exemplar trebuie să fie identificabil clar prin etichete sau marcaje durabile, care să indice corect specia, eventualul cultivar, dimensiunea (circumferința trunchiului), clasa de calitate, numărul de transplantări și cantitatea totală livrată. Orice neconcordanță între materialul livrat și documentele de însoțire constituie motiv de respingere, întrucât trasabilitatea și controlul calității sunt esențiale pentru succesul plantării și pentru gestionarea ulterioară a fondului arboricol.

Trunchiul arborilor semi-maturi trebuie să prezinte o structură mecanică sănătoasă și o conicitate naturală, fiind vizibil mai gros la bază decât la vârf, fără deformări, coturi sau înclinații nejustificate. Scoarța trebuie să fie intactă, fără lovituri, răni deschise, exfolieri excesive sau semne de arsuri solare ori mecanice. Coletul trebuie să fie drept, clar definit și neafectat de leziuni sau strangulări. În cazul arborilor altoiți, punctul de altoire trebuie să fie bine sudat, fără umflături anormale, fisuri sau deviații de ax, iar compatibilitatea dintre portaltoi și altoi trebuie să fie cunoscută și verificată, pentru a evita probleme de stabilitate sau de vitalitate pe termen mediu și lung.

Coronamentul trebuie să fie bine echilibrat, simetric din punct de vedere funcțional, cu ramuri distribuite uniform pe toate direcțiile, fără goluri majore sau dezvoltări unilaterale accentuate. Structura ramificării trebuie să fie clar ierarhizată, fără bifurcații slabe, furci cu scoarță inclusă sau inserții cu unghiuri înguste care pot genera defecte structurale viitoare. Arborii nu trebuie să prezinte semne de boli, atacuri de dăunători, infestări fungice sau prezența plantelor parazite ori invazive. Toate ramurile, inclusiv liderul central, trebuie să prezinte un model de creștere normal, iar lăstarii anuali trebuie să fie complet lignificați, pentru a reduce riscul de degerături și de pierdere a țesuturilor în sezonul rece.

Arborii se livrează, ca regulă generală, ne-tăiați, pentru a permite o evaluare corectă a calității structurale și biologice înainte de plantare. Orice intervenție de tăiere se realizează doar după recepția calitativă și exclusiv la indicația responsabilului tehnic sau a beneficiarului. Tăierile vechi trebuie să fie complet calusate, indicând o bună capacitate de reacție biologică. Diametrul tăierilor noi nu trebuie să depășească 3 cm, respectiv 4 cm în cazul speciilor cu creștere rapidă, precum *Populus spp.*, *Salix spp.*, *Platanus spp.*, *Fraxinus spp.* și *Ulmus spp.*, pentru a limita dimensiunea rănilor și riscul de infecții sau putregai.

Un criteriu esențial de calitate îl constituie istoricul de producere în pepinieră. Arborii semi-maturi trebuie să fi fost transplantați regulat, la intervale de aproximativ 3-5 ani, pentru a asigura formarea unui sistem radicular compact și bine ramificat. Ultima transplantare trebuie să fi avut loc cu cel puțin doi ani înainte de livrare, pentru a permite refacerea rădăcinilor și stabilizarea biologică.

Sistemul radicular trebuie să fie bine dezvoltat și proporțional cu partea aeriană, incluzând atât rădăcini structurale de ancorare, cât și o rețea densă de rădăcini fine active. Nu sunt acceptate rădăcini circulare sau strangulante, rădăcini cu coturi accentuate (sub 90°), răni mai mari de 2 cm sau tăieturi repetate în același punct. În cazul arborilor cu balot, masa radiculară trebuie să fie compactă, stabilă și uniform distribuită, învelită într-un material complet biodegradabil, precum iuta, sau într-un coș de sârmă ne-galvanizat. Coletul trebuie să fie vizibil deasupra balotului, fără a fi îngropat sau acoperit de substrat.

Dimensiunile necesare pentru arborii cu balot:

Circumferința la 1 m (cm)	Dim. minimă a balotului (cm)	Numărul de transplantări
10/12	30	2
12/14	40	3
14/16	45	3
16/18	50	3
18/20	55	3
20/25	60	4

### 3.2. Imaginea dorită la maturitate

Calitatea unui arbore urban trebuie evaluată în raport direct cu forma și rolul pe care acesta este destinat să le îndeplinească la maturitate. Imaginea dorită la maturitate reprezintă un criteriu esențial în selecția materialului săditor, în proiectarea plantării și în stabilirea strategiei de întreținere pe termen lung. Aceasta nu se raportează exclusiv la aspectul estetic, ci integrează cerințe funcționale, spațiale și de siguranță, specifice contextului urban în care arborele este amplasat. În funcție de modul de utilizare a spațiului și de obiectivele amenajării, arborii pot fi grupați în trei categorii principale, fiecare având cerințe distincte privind forma, arhitectura și lucrările arboricole asociate.

**Arborii cu creștere liberă (open-grown)** sunt caracterizați prin păstrarea arhitecturii naturale a speciei încă din zona de bază a trunchiului. Acești arbori se dezvoltă fără impunerea unei tulpini unice înalte și fără intervenții de conducere strictă, fiind specifici spațiilor largi, cum ar fi zonele verzi ample, piețele deschise, scuarurile sau marginile de zone naturale urbane. Forma lor este determinată în principal de potențialul genetic al speciei și de condițiile de mediu, iar intervențiile arboricole se limitează, de regulă, la tăieri minime de igienizare și siguranță. Calitatea acestor arbori este definită de echilibrul coroanei, de ramificarea naturală armonioasă și de capacitatea de a oferi servicii ecosistemice maxime, precum umbră, habitat pentru biodiversitate și integrare peisajeră.

**Arborii de aliniament și de alei** constituie o categorie distinctă, cu cerințe mult mai restrictive privind forma și structura. Aceștia trebuie să dezvolte o singură tulpină principală bine definită, capabilă să

asigure un gabarit liber de circulație, de regulă cuprins între 4,5 și 6,5 metri, în funcție de tipul infrastructurii și de reglementările locale. Înălțimea necesară la maturitate este, în mod obișnuit, semnificativ mai mare decât cea a arborilor la livrare, ceea ce impune o strategie de conducere pe termen lung. Pentru această categorie sunt indispensabile tăierile structurale repetate, realizate etapizat, cu scopul consolidării liderului dominant, eliminării competițiilor apicale și formării unei tulpini unice, stabile din punct de vedere biomecanic. Calitatea arborilor de aliniament este evaluată prin rectitudinea trunchiului, absența defectelor structurale majore, inserțiile corecte ale ramurilor și capacitatea de a susține o coroană echilibrată deasupra zonei de gabarit liber.

Este important de subliniat că nu toate speciile sau cultivarurile sunt compatibile cu cerințele arborilor de aliniament. Speciile sau formele horticole fără dominanță apicală clară, cum sunt arborii cu coronament curgător, globulos sau puternic ramificat de la bază, nu pot respecta integral criteriile de formare a unei tulpini unice înalte. Utilizarea acestora în aliniamente stradale sau în zone cu cerințe stricte de gabarit poate genera, pe termen lung, conflicte cu infrastructura și necesitatea unor intervenții excesive. În astfel de cazuri, selecția trebuie orientată fie către amplasamente unde forma naturală este compatibilă cu spațiul disponibil, fie către alte categorii de arbori, mai adecvate funcțional și structural.

### 3.3. Cerințe suplimentare pentru arborii de aliniament stradal

Arborii de aliniament stradal sunt supuși unor constrângeri funcționale și de siguranță mult mai severe decât arborii amplasați în parcuri sau spații verzi largi, motiv pentru care cerințele de calitate aplicabile acestora sunt mai stricte. Rolul lor nu este doar estetic sau ecologic, ci și unul tehnic, fiind integrați direct în infrastructura de circulație, în proximitatea carosabilului, trotuarelor, rețelelor edilitare și clădirilor. Din acest motiv, forma structurală corectă încă din faza de producție și livrare este esențială pentru evitarea problemelor majore de întreținere și risc pe termen lung.

Un criteriu fundamental pentru arborii de aliniament îl constituie existența unei singure tulpini și a unui singur ax dominant, clar definit, care să reprezinte prelungirea naturală a trunchiului, în acord cu arhitectura biologică a speciei. Axul principal trebuie să fie peren, stabil și bine individualizat, fără competiții apicale care ar putea genera, în timp, furcări slabe, incluziuni de scoarță sau dezechilibre structurale. Această cerință este esențială pentru formarea unei coroane ridicate, compatibile cu gabaritele de circulație impuse în mediul stradal.

Pentru speciile încadrate în categoria A, care sunt destinate amplasamentelor reprezentative sau cu cerințe ridicate de calitate, este obligatorie prezența unei tulpini perfect drepte și a unui ax central rectiliniu, fără deviații sau coturi. Această rectilinitate asigură atât stabilitatea biomecanică, cât și un aspect ordonat și coerent al aliniamentului. În cazul speciilor din categoriile B și C, rectilinitatea perfectă nu este impusă ca regulă absolută, însă dominanța apicală trebuie să fie clar exprimată. Orice ușoară înclinare a axului este acceptabilă doar dacă aceasta reflectă arhitectura naturală a speciei și nu este rezultatul unei slăbiciuni structurale, al unor tăieri incorecte sau al unui sistem radicular deficitar.

Coroana arborilor de aliniament trebuie să fie lipsită de axe codominante active și de ramuri moarte, bolnave sau deteriorate. Prezența codominanțelor reprezintă un risc structural major în mediul urban,

unde încărcările mecanice generate de vânt, zăpadă sau gheață pot conduce la rupturi periculoase. Pentru speciile din categoriile B și C sunt tolerate urme ale unor furcări recurente sau ale unor axe principale care au fost dominate în trecut, cu condiția ca acestea să fie clar subordonate liderului principal și să nu compromită stabilitatea pe termen lung. Aceste situații trebuie însă atent analizate înainte de acceptarea materialului săditor.

Axul principal al arborelui trebuie să fie intact și netuns la momentul livrării. Practicile de pepinieră care implică retezarea axului sau pierderea dominanței apicale sunt incompatibile cu cerințele arborilor de aliniament, dacă acestea nu sunt corect remediate anterior livrării. În situațiile în care dominanța apicală a fost afectată, aceasta trebuie refăcută în pepinieră, prin lucrări de conducere corectă, astfel încât arborele să fie livrat cu un lider clar definit. Orice cot, deviație sau deformare apărută ca urmare a acestor intervenții nu poate depăși o treime din diametrul tulpinii în punctul respectiv, deoarece astfel de defecte pot deveni puncte de slăbiciune structurală la maturitate.

Respectarea acestor cerințe suplimentare pentru arborii de aliniament stradal este esențială pentru formarea unor aliniamente durabile, sigure și ușor de întreținut. Selectarea riguroasă a materialului săditor reduce semnificativ necesitatea intervențiilor corective ulterioare, limitează riscurile structurale și contribuie la dezvoltarea unui fond arboretal urban adaptat condițiilor restrictive ale mediului stradal.

## 4. PROCEDURA STANDARD DE PLANTARE

### 4.1. Perioada optimă de plantare

În condițiile climatice ale Municipiului Oradea, plantarea arborilor cu balot trebuie realizată strict în perioada de repaus vegetativ, pentru a limita stresul de transplantare și pentru a asigura o instalare corectă a sistemului radicular. Climatul continental moderat al zonei, caracterizat prin veri frecvent calde și secetoase și prin ierni cu episoade de îngheț, impune o planificare atentă a calendarului de plantare.

Pentru arborii cu balot, intervalul optim de plantare în Oradea este, de regulă, cuprins între sfârșitul lunii octombrie și începutul lunii decembrie, respectiv între sfârșitul lunii februarie și începutul lunii aprilie, în funcție de condițiile meteorologice concrete din fiecare an. Plantarea de toamnă este preferabilă, deoarece solul menține temperaturi favorabile activității radiculare, permițând inițierea regenerării rădăcinilor înainte de instalarea iernii. Această abordare este cu atât mai importantă în Oradea, unde primăverile pot deveni rapid secetoase, limitând disponibilitatea apei pentru arborii recent plantați.

Plantarea de primăvară trebuie realizată cât mai devreme, înainte de pornirea în vegetație și înainte de apariția temperaturilor ridicate. Experiența locală și analiza fondului arboretal existent indică faptul că plantările tardive de primăvară, efectuate în sol deja uscat sau la temperaturi ridicate, conduc frecvent la o rată scăzută de prindere și la necesar crescut de intervenții ulterioare (irigare intensivă, înlocuiri).

Plantarea arborilor cu balot în sol înghețat sau în perioade cu îngheț persistent este contraindicată, întrucât poate compromite stabilitatea balotului și contactul dintre rădăcini și sol. De asemenea, plantarea în afara repausului vegetativ, în special în sezonul estival, nu este recomandată în Oradea,

unde stresul termic și hidric specific mediului urban amplifică riscul de eșec al instalării, chiar și în cazul arborilor cu balot.

#### 4.2. Transportul arborilor

Încărcarea, manipularea, transportul, descărcarea și depozitarea temporară a arborilor cu balot, de la pepinieră până la amplasamentul de plantare, trebuie realizate astfel încât să fie prevenite orice vătămări mecanice sau fiziologice ale materialului dendrologic. Menținerea intactă a axului principal și a integrității balotului radicular reprezintă condiții esențiale pentru asigurarea unei bune prinderi și dezvoltări ulterioare.

Manipularea arborilor cu balot se va realiza, pe cât posibil, prin prinderea și susținerea balotului radicular, evitând ridicarea sau tragerea de trunchi sau de coroană. În situațiile în care manipularea prin trunchi este inevitabilă, prinderea se va face imediat deasupra balotului, iar trunchiul va fi protejat cu materiale amortizante (benzi textile, protecții din cauciuc sau materiale similare), pentru a preveni rănilor scoarței. Balotul trebuie menținut compact și protejat împotriva fisurării sau destrămării pe toată durata manipulării.

Pe parcursul transportului și al depozitării temporare, arborii cu balot vor fi protejați împotriva expunerii directe la radiația solară, vânt uscat, îngheț sau supraîncălzire, condiții frecvent întâlnite în Oradea atât în perioadele de iarnă, cât și în cele de tranziție sau primăvară timpurie. Transportul în condiții climatice extreme (ger accentuat sau temperaturi ridicate neobișnuite) se va realiza numai cu acordul beneficiarului și cu implementarea unor măsuri suplimentare de protecție, precum acoperirea completă a materialului dendrologic și reducerea duratei transportului.

Depozitarea temporară a arborilor cu balot trebuie să asigure menținerea umidității optime a balotului radicular și protecția acestuia împotriva deshidratării. Balotul va fi acoperit cu sol, mulci, rumeguș, paie sau materiale similare și va fi udat regulat, în funcție de condițiile meteorologice specifice perioadei. De asemenea, arborii vor fi protejați împotriva deteriorărilor mecanice și a distrugerilor provocate de animale sau de activități necontrolate pe șantier.

Arborii cu balot trebuie plantați în cel mai scurt timp posibil după transport, termenul maxim recomandat pentru depozitarea temporară fiind de 48 de ore. Depășirea acestui interval este permisă doar în situații excepționale și numai dacă sunt asigurate condiții stricte de protecție și menținere a umidității balotului, pentru a evita compromiterea viabilității sistemului radicular.

#### 4.3. Pregătirea terenului și îmbunătățiri de sol

Înainte de plantare, spațiul destinat dezvoltării sistemului radicular trebuie pregătit riguros, prin îndepărtarea vegetației concurente, a buruienilor perene, a materialelor improprie (moloș, resturi de construcții, straturi artificiale impermeabile) și prin modelarea terenului conform soluției tehnice propuse. În contextul Municipiului Oradea, analiza fondului arborel existent a evidențiat faptul că una dintre principalele cauze ale declinului arborilor tineri și maturi este compactarea excesivă a solului,

rezultată din lucrări edilitare repetate, trafic pietonal și rutier intens sau organizări de șantier necontrolate. Prin urmare, corectarea compactării constituie o etapă obligatorie în toate proiectele de plantare.

În situațiile în care solul existent prezintă proprietăți edafice favorabile (textură echilibrată, drenaj corespunzător, pH adecvat și nivel satisfăcător de materie organică), acesta trebuie păstrat și valorificat. Atunci când analiza de teren și de laborator indică limitări pentru dezvoltarea durabilă a arborilor, frecvent întâlnite în Oradea în aliniamente stradale vechi, zone cu infrastructură densă sau platforme minerale, se recomandă ameliorarea solului prin combinarea substratului local cu un procent controlat de materiale ameliorative. Înlocuirea completă a solului este justificată exclusiv în cazul solurilor contaminate sau profund degradate, unde nu există alternative tehnice viabile.

Lucrările de ameliorare trebuie să vizeze concomitent îmbunătățirea proprietăților structurale, chimice și biologice ale solului. Din punct de vedere structural, se urmărește creșterea porozității, a capacității de aerare și drenaj, precum și a retenției utile de apă, aspecte critice pentru amplasamentele urbane din Oradea caracterizate prin soluri compacte sau stratificate artificial. Pot fi utilizate materiale minerale precum nisipul spălat, pietrișul cu granulație controlată sau agregatele vulcanice (lavă), în special pentru refacerea structurii fizice a solului.

Ameliorarea chimică urmărește corectarea reacției solului și a disponibilității elementelor nutritive, fără a induce dezechilibre artificiale. Substraturile organice pot fi utilizate într-un procent limitat și doar în stratul superior al profilului (maximum 50 cm), pentru a evita tasarea ulterioară și instabilitatea. Compostul utilizat trebuie să fie matur, obținut prin compostare aerobă controlată, cu parametri cunoscuți; utilizarea turbei este contraindicată, atât din considerente ecologice, cât și funcționale. Îngrășămintele chimice nu se recomandă în etapa de pregătire a terenului, deoarece pot stimula o creștere dezechilibrată în detrimentul stabilității și adaptării pe termen lung.

În urma analizelor de sol, pot fi integrați aditivi biologici precum extracte de compost, inoculanți bacterieni și fungici sau micorize, cu rol în refacerea activității biologice și în îmbunătățirea absorbției apei și nutrienților. Agenții de retenție a apei și stimulatorii radiculari pot fi utilizați punctual, în special în amplasamentele din Oradea identificate ca deficitare din punct de vedere hidric sau expuse la stres termic accentuat. Toate aceste intervenții trebuie corelate cu specificul amplasamentului și cu datele rezultate din analiza fondului arboricol existent, pentru a asigura o plantare durabilă și reducerea riscului de declin prematur al arborilor nou plantați.

#### 4.4. Dimensiunea și configurarea gropii de plantare

În cazul arborilor cu balot, configurarea corectă a gropii de plantare are un rol determinant în prinderea și dezvoltarea ulterioară a sistemului radicular. Ori de câte ori configurația amplasamentului permite, plantarea în șanțuri continue este de preferat plantării în gropi individuale, deoarece asigură un volum radicular inițial mai mare și o conectivitate superioară a solului, favorizând extinderea naturală a rădăcinilor. Această soluție este recomandată în special pentru aliniamentele stradale din Municipiul

Oradea, unde analiza fondului arboricol a evidențiat frecvent limitări severe ale volumului radicular în plantațiile existente.

Diametrul gropii de plantare trebuie să fie de minimum 1,5 ori mai mare decât diametrul balotului, iar în situații restrictive (sol compactat, infrastructură adiacentă) se recomandă valori mai mari, adaptate taliei finale a speciei. Groapa de plantare reprezintă exclusiv zona inițială de instalare a arborelui; toate soluțiile tehnice trebuie orientate către facilitarea extinderii rădăcinilor dincolo de balot, în volumul de sol înconjurător, pentru a evita dezvoltarea radiculară limitată și instabilitatea pe termen mediu.

Adâncimea gropii se stabilește strict în funcție de înălțimea balotului, astfel încât coletul să fie poziționat la nivelul solului finit sau ușor deasupra acestuia. Fundul gropii trebuie obligatoriu afânat pe o adâncime suplimentară de minimum 15-20 cm, pentru a preveni formarea unei „oglinzi” compacte care ar limita pătrunderea rădăcinilor. În solurile puternic compactate, caracteristice multor amplasamente urbane din Oradea, se recomandă gropi cu formă radială sau unghiulară, care să reducă efectul de „perete dur” și să faciliteze colonizarea solului adiacent.

În solurile argiloase, lutoase sau compactate, executarea gropilor prin forare este contraindicată, deoarece conduce la impermeabilizarea pereților și la acumularea apei în zona balotului. Pe parcursul săpării, straturile de sol trebuie depozitate separat și reintroduse controlat, pentru a păstra structura naturală a profilului. Pereții gropii vor fi afânați mecanic, pentru a elimina barierele fizice în calea creșterii rădăcinilor. Atunci când proprietățile solului sunt necorespunzătoare, se aplică măsurile de ameliorare edafică stabilite în etapa de analiză a sitului.

În aliniamentele stradale pavate sau în zonele cu suprafețe dure extinse, frecvent întâlnite în Municipiul Oradea, gropile individuale pentru arborii cu balot trebuie dimensionate suplimentar și, acolo unde este posibil, conectate prin șanțuri radiculare, coridoare subterane sau sisteme de extindere a volumului de sol funcțional. Utilizarea utilajelor grele în zona de plantare trebuie strict controlată; accesul acestora deasupra volumului radicular este limitat prin utilizarea de plăci de rulare sau sisteme echivalente, în special în soluri umede, argiloase sau cu risc ridicat de compactare.

#### 4.5. Poziționarea arborilor și plantarea efectivă

La plantare, arborii cu balot se poziționează central în groapa de plantare, cu axul trunchiului perfect vertical, verificat din mai multe direcții. Poziționarea corectă a coletului este critică pentru reușita plantării: după tasările naturale ale solului, coletul trebuie să rămână cu câțiva centimetri deasupra nivelului terenului finit. Plantarea prea adâncă este una dintre cauzele frecvente ale declinului arborilor urbani identificați în analiza fondului arboricol existent din Municipiul Oradea, în special în aliniamentele stradale mai vechi.

Pe terenurile în pantă, specifice anumitor zone din Oradea (taluzuri rutiere, zone de tranziție între platforme urbane), coletul se poziționează la muchia superioară a peretelui inferior al gropii de plantare, pentru a preveni acumularea apei în zona coletului. Arborii plantați pe versanți necesită măsuri

suplimentare de stabilizare a microreliefului, protecție împotriva eroziunii și, de regulă, sisteme de irigare adaptate, având în vedere scurgerea rapidă a apei și riscul de deshidratare.

În cazul arborilor cu balot, materialul de învelire trebuie tratat corespunzător în momentul plantării. Partea superioară a balotului, inclusiv coșul de sârmă sau legăturile, trebuie desfăcută sau îndepărtată parțial astfel încât să nu restricționeze dezvoltarea coletului și a rădăcinilor structurale. Materialele biodegradabile (iută, plasă naturală) pot fi păstrate pe lateralele balotului, cu condiția să fie bine desfăcute în zona superioară. În această etapă se montează sistemul de ancorare, dimensionat în funcție de talia arborelui, expunerea la vânt și caracteristicile amplasamentului, aspect esențial în zonele deschise sau intens circulate din Oradea.

În timpul plantării, se recomandă udarea gropii deschise înainte de umplere, pentru eliminarea pungilor de aer și asigurarea unui contact uniform între balot și solul înconjurător. Apa utilizată trebuie să fie necontaminată; utilizarea apei regenerată este acceptabilă doar dacă aceasta respectă parametrii de calitate necesari dezvoltării arborilor, conform reglementărilor în vigoare. Această etapă este deosebit de importantă în solurile urbane din Oradea, unde structura degradată favorizează formarea golurilor de aer.

Groapa de plantare se umple treptat, în straturi succesive, menținând arborele în poziție verticală. Tasarea se face ușor, manual sau cu mijloace neagresive, exclusiv pentru eliminarea golurilor de aer, evitând compactarea excesivă a solului. Solul din straturile inferioare se utilizează pentru umplerea zonei profunde, iar solul din stratul superior pentru partea superioară, pentru a păstra organizarea naturală a profilului edafic.

Imediat după plantare, amplasamentul se udă abundant, asigurând hidratarea completă a balotului și a solului adiacent. Unde condițiile permit, se realizează un inel de irigare amplasat la exteriorul gropii de plantare, pentru a direcționa apa către zona activă a rădăcinilor și a limita pierderile laterale. După finalizarea lucrărilor, suprafața gropii trebuie să fie la același nivel cu terenul înconjurător. Orice intervenție ulterioară care poate afecta sistemul radicular (săpături, compactări, depozitari de materiale) trebuie evitată strict, aspect corelat direct cu menținerea pe termen lung a arborilor nou plantați în cadrul strategiei de reînnoire a fondului arborel al Municipiului Oradea.

#### 4.6. Sisteme de ancorare și stabilizare

Sistemele de ancorare au rolul de a asigura stabilitatea mecanică inițială a arborilor plantați, fără a bloca mobilitatea naturală a părții aeriene, mobilitate care este esențială pentru stimularea dezvoltării rădăcinilor laterale de fixare. În mediul urban din Municipiul Oradea, unde o mare parte a noilor plantări se realizează în aliniamente stradale, pe soluri parțial compactate sau sub influența vânturilor canalizate de fronturile construite, utilizarea corectă a sistemelor de ancorare reprezintă o condiție tehnică obligatorie pentru reușita plantării.

Arborii cu înălțimea de minimum 1,5 m, precum și toți arborii cu coroană deja formată, trebuie ancorați la plantare. Alegerea tipului de sistem (cu țărnuși sau subteran) se face în funcție de talia arborelui,

expunerea amplasamentului (străzi largi, intersecții, zone deschise), caracteristicile solului și durata estimată de menținere a sistemului. Sistemul de ancorare trebuie să ofere o susținere suficientă pentru prevenirea smulgerii sau înclinării, dar fără a rigidiza excesiv trunchiul, deoarece o stabilizare prea rigidă poate conduce la dezvoltarea unui sistem radicular slab și la instabilitate ulterioară.

În practica curentă din Oradea, pentru arborii de talie mică și medie, sunt utilizate frecvent sisteme cu 1-3 țărushi. Numărul și poziționarea acestora se stabilesc în raport cu dimensiunea coroanei și cu direcția dominantă a vânturilor. Țărushii trebuie să fie confecționați din lemn decojit, preferabil netratat chimic, având o durată de viață compatibilă cu perioada de utilizare (2-3 ani). Aceștia se montează în groapa deschisă, înainte de introducerea balotului, fiind înfipti sub nivelul fundului gropii, astfel încât să nu afecteze sistemul radicular și să asigure o stabilitate reală.

Fixarea trunchiului de țărushi se realizează, în mod uzual, la o înălțime de aproximativ 50-60 cm deasupra nivelului solului. În amplasamente foarte expuse sau în situațiile în care sistemul de ancorare are și rol de protecție mecanică (de exemplu, în proximitatea traficului sau a zonelor de întreținere mecanizată), pot fi utilizați țărushi mai înalți. Pentru sistemele cu trei sau mai mulți țărushi, se recomandă rigidizarea capetelor acestora prin elemente transversale curbate, care cresc stabilitatea ansamblului. Montarea unor traverse inferioare este utilă și pentru protejarea bazei tulpinii împotriva deteriorărilor cauzate de utilaje de cosire sau de alte activități de întreținere, problemă identificată frecvent în analiza arborilor tineri existenți.

Materialele utilizate pentru legături trebuie să fie elastice, rezistente la intemperii și să permită creșterea treptată a diametrului tulpinii. Legăturile se fixează astfel încât să nu alunece, să nu producă frecare sau strangulare și să nu deterioreze scoarța. Se recomandă materiale organice sau benzi elastice special concepute pentru arboricultură urbană, evitând sârma, cablurile rigide sau materialele abrazive.

Ancorele subterane reprezintă o soluție tehnică avansată, utilizată cu precădere în aliniamentele stradale cu cerințe ridicate de estetică sau în zonele unde țărushii ar crea conflicte funcționale. Aceste sisteme se folosesc exclusiv la arborii cu balot intact sau în containere și se montează înainte de umplerea gropii de plantare. Elementele de ancorare trebuie poziționate astfel încât să nu intre în contact direct cu sistemul radicular și să permită o distribuție uniformă a forțelor. În contextul orașului Oradea, aceste soluții sunt recomandate în special în zonele centrale, pietonale sau în aliniamentele reprezentative, unde se urmărește integrarea vizuală a arborilor fără elemente de susținere aparente.

Indiferent de tipul de sistem ales, ancorarea trebuie menținută, de regulă, timp de 2-3 sezoane de vegetație, cu verificări periodice ale tensiunii și integrității elementelor. După această perioadă, sistemele trebuie îndepărtate pentru a permite dezvoltarea normală a arborelui și pentru a evita apariția defectelor structurale induse de susținerea prelungită. Această etapă este esențială pentru asigurarea stabilității pe termen lung a noilor arbori plantați în cadrul strategiei de reînnoire și completare a fondului arboricol urban din Municipiul Oradea.

#### 4.7. Protecția tulpinii și a coronamentului

Protecția tulpinii și a coronamentului imediat după plantare reprezintă o etapă esențială pentru asigurarea prinderii și dezvoltării corecte a arborilor urbani, în special în contextul condițiilor specifice Municipiului Oradea, unde analiza fondului arborel existent a evidențiat o incidență ridicată a vătămărilor mecanice la arborii tineri și o sensibilitate crescută la stresul termic și hidric în primii ani de la plantare. Arborii nou plantați sunt deosebit de vulnerabili în această fază, deoarece scoarța nu este încă adaptată complet la expunerea directă la radiația solară, variațiile de temperatură și interacțiunea cu activitățile urbane curente.

Protecția împotriva arsurilor solare este necesară în special pe aliniamentele stradale orientate sud-vest sau vest, frecvente în structura urbană a Oradea, unde trunchiurile sunt expuse direct radiației solare intense în timpul verii. Aceasta se realizează prin învelirea tulpinii cu materiale naturale și permeabile, precum rogojini din stuf, saltele din bambus despicate sau bandaje din iută, care reduc încălzirea excesivă și permit schimbul de aer. Alternativ, pot fi utilizate vopsele albe speciale sau suspensii minerale pe bază de cretă, argilă sau lut, aplicate uniform pe trunchi pentru creșterea albedoului și diminuarea absorbției radiației solare. Aceste soluții sunt recomandate în special pentru arborii plantați pe străzi largi, fără umbră laterală, unde analiza arborilor existenți a indicat frecvent arsuri de scoarță și necroze longitudinale.

La speciile cu scoarță subțire și sensibilă, precum *Fagus spp.* sau *Carpinus spp.*, care sunt utilizate punctual în zonele verzi urbane din Oradea, protecția poate fi suplimentată prin fixarea temporară pe tulpină a unor ramuri subțiri, viguroase, cu vârsta sub 2 ani. Acestea se distribuie uniform în jurul trunchiului, creând o umbră parțială naturală, fără a împiedica aerisirea. Această metodă este eficientă mai ales în primii 1-2 ani după plantare și a fost identificată ca o soluție cu impact redus, compatibilă cu principiile de întreținere ecologică.

În anumite zone periferice ale municipiului sau în spații verzi cu acces necontrolat, unde analiza fondului arborel a evidențiat deteriorări produse de animale sau vandalism, este necesară instalarea unor sisteme mecanice de protecție a tulpinii. Acestea pot include tuburi de protecție ventilate, manșoane rigide sau garduri individuale, dimensionate astfel încât să nu intre în contact direct cu scoarța. În situații punctuale, pot fi utilizate și tratamente repelente, cu respectarea strictă a reglementărilor privind sănătatea publică, siguranța rutieră și protecția mediului.

În spațiile amenajate cu gazon, o sursă majoră de vătămare a arborilor tineri identificată în Oradea este reprezentată de mașinile de tuns iarba și trimmerele. Pentru prevenirea rănilor mecanice la baza tulpinii, se recomandă menținerea unei zone protejate în jurul trunchiului, cu diametrul de minimum 50-80 cm, realizată prin mulcire cu materiale organice (scoarță, tocătură de lemn). Această soluție contribuie simultan la protecția mecanică, reducerea evaporării apei și îmbunătățirea condițiilor edafice.

Protecția coronamentului este, în general, limitată la măsuri indirecte, deoarece arborii noi plantați trebuie să își dezvolte coroana fără constrângeri artificiale. Totuși, în amplasamentele expuse vânturilor puternice sau în zonele cu trafic intens de utilaje, se pot impune măsuri temporare de delimitare a zonei de plantare, pentru a preveni ruperea lăstarilor sau deformarea axului. Orice intervenție la nivelul coroanei trebuie evitată imediat după plantare, cu excepția corecturilor minime impuse de controlul calității.

Indiferent de tipul sistemului utilizat, toate măsurile de protecție trebuie montate corect, astfel încât să nu producă frecare, strangulare sau alte leziuni, să permită creșterea naturală a tulpinii și să fie verificate periodic. Îndepărtarea sau ajustarea protecțiilor trebuie realizată etapizat, pe măsură ce arborele se stabilizează, pentru a preveni apariția defectelor structurale pe termen lung.

#### 4.8. Mulcirea

Mulcirea reprezintă o măsură tehnică esențială pentru succesul plantărilor urbane și este recomandată în mod sistematic pentru arborii noi plantați din Municipiul Oradea, având în vedere concluziile analizei fondului arboreal existent, care a evidențiat frecvent soluri compacte, deficit de umiditate în sezonul cald și degradări mecanice la baza trunchiurilor. Aplicarea unui strat de mulci contribuie direct la stabilizarea microclimatului solului, la reducerea stresului hidric și la protejarea sistemului radicular superficial, predominant în mediul urban.

Se recomandă aplicarea unui strat de mulci cu grosimea maximă de 5 cm; în amplasamente expuse secetei accentuate, solurilor foarte permeabile sau la utilizarea unor materiale grosiere, grosimea poate fi extinsă până la 10 cm. Mulciul nu trebuie, în niciun caz, să fie în contact direct cu coletul arborelui, fiind obligatorie păstrarea unui spațiu liber de câțiva centimetri în jurul trunchiului, pentru a preveni acumularea de umiditate, apariția putregaiurilor și atacurile de agenți patogeni. Zona mulcită trebuie să acopere, pe cât posibil, întreaga suprafață a gropii de plantare sau a benzii verzi disponibile, cu un diametru minim de 50-80 cm în jurul tulpinii, adaptat profilului stradal.

Materialele utilizate pentru mulcire trebuie să fie neutre din punct de vedere chimic, permeabile la apă și aer și compatibile cu funcționarea biologică a solului. În contextul Oradea, unde întreținerea spațiilor verzi generează anual cantități semnificative de material lemnos rezultat din tăieri, se recomandă cu prioritate utilizarea tocăturii de lemn sau a scoarței provenite local. Această practică reduce amprenta de carbon, limitează costurile de transport și valorifică resursele existente, în acord cu principiile economiei circulare și ale managementului durabil al fondului arboreal.

Sunt adecvate mulciurile organice precum scoarța de arbori, tocătura de lemn sau paie bine uscate. Mulciurile vegetale proaspete (iarbă cosită, resturi verzi necompostate) nu sunt recomandate, deoarece procesele de fermentare pot genera condiții anaerobe, temperaturi ridicate și dezechilibre chimice la nivelul solului. Mulciul parțial descompus este acceptabil și chiar benefic, deoarece contribuie treptat la îmbunătățirea conținutului de materie organică și la stimularea activității biologice a solului, aspect relevant în multe zone urbane din Oradea unde solurile sunt sărace în humus.

Mulciurile anorganice pot fi utilizate doar punctual, în special în zone cu trafic intens sau cerințe funcționale speciale, însă acestea nu pot substitui complet funcțiile ecologice ale mulciurilor organice. Utilizarea lor este acceptabilă exclusiv în amplasamente cu risc scăzut de compactare și doar dacă nu sunt instalate peste geotextile, care ar bloca schimburile gazoase și infiltrarea apei. În urma analizei fondului arboreal existent, s-a constatat că utilizarea necorespunzătoare a geotextilelor și a mulciurilor minerale a contribuit, în unele situații, la declinul arborilor tineri, motiv pentru care aceste soluții trebuie aplicate cu prudență și justificare tehnică.

Pe termen mediu și lung, mulcirea reduce necesarul de udare, limitează competiția buruienilor, protejează solul împotriva tasării și a variațiilor termice extreme și diminuează riscul de vătămări mecanice produse de utilajele de întreținere. Integrarea sistematică a mulcirii în strategia de plantare și întreținere a arborilor din Oradea este, astfel, o măsură-cheie pentru creșterea ratei de prindere, îmbunătățirea vitalității și reducerea costurilor de mentenanță pe termen lung.

Mulciurile anorganice pot fi utilizate punctual, deși nu îndeplinesc integral funcțiile mulciurilor organice. Acestea sunt acceptabile doar pe amplasamente cu risc scăzut de compactare și nu trebuie instalate peste geotextile.

#### 4.9. Sisteme de irigare

Ori de câte ori este posibil, se va realiza un inel natural de udare, cu rol de reținere a apei în volumul radicular, facilitare a irigației și protecție suplimentară împotriva sărurilor de degivrare și a deteriorărilor mecanice. Un inel de udare construit trebuie să aibă un diametru de aproximativ 1-1,5 ori diametrul balotului radicular, fiind îngropat 10-15 cm și prevăzut cu o bordură de retenție deasupra solului. Capetele suprapuse se vor fixa de sistemul de ancorare pentru stabilitate. Se recomandă utilizarea materialelor biodegradabile, care să permită descompunerea progresivă fără a genera deșeuri persistente în sol.

Inelul de udare are rolul de a direcționa apa către zona activă a rădăcinilor, de a limita scurgerile laterale și de a crește eficiența udărilor, în special în primele sezoane de vegetație. De asemenea, acesta contribuie la protecția coletului și a solului din jurul arborelui împotriva tasării, a depunerilor de materiale și a contaminării cu săruri utilizate în timpul iernii pentru degivrare.

Atunci când este necesar, pot fi utilizate saci de irigare cu eliberare lentă, amplasați în jurul trunchiului și fixați de țărugi, pentru a evita lezarea scoarței. Volumul de umplere se stabilește în funcție de diametrul trunchiului.

Sacii de udare sunt recomandați în special pentru arborii plantați în aliniamente stradale, în zone pavate sau pe amplasamente unde udarea manuală frecventă este dificil de realizat. Sacii permit eliberarea treptată a apei pe o perioadă de mai multe ore (de regulă 6-12 ore), asigurând infiltrarea lentă și uniformă a apei în zona activă a rădăcinilor și reducând pierderile prin evaporare sau scurgere superficială.

Capacitatea uzuală a sacilor variază între 50 și 75 litri pentru arborii tineri și poate ajunge la 100 litri pentru arborii semi-maturi. Frecvența de reumplere se corelează cu condițiile meteorologice, textura solului și etapa de dezvoltare a arborelui, fiind mai ridicată în primele două sezoane de vegetație și în perioadele cu temperaturi ridicate. Sacii de udare nu trebuie să exercite presiune directă asupra scoarței și trebuie verificați periodic pentru a preveni acumularea de umiditate excesivă la nivelul coletului.

Acest sistem are rol de sprijin în faza de instalare și nu înlocuiește necesitatea unui volum radicular adecvat sau a unor udări suplimentare, acolo unde condițiile de sol sunt restrictive.

În anumite situații se pot instala conducte de irigare *in situ*, dispuse perimetral în jumătatea superioară a gropii de plantare. Acestea au capacitate limitată de retenție și nu pot substitui integral udările clasice.

În completare, sistemele de picurare circulară constau în conducte flexibile sau rigide, prevăzute cu picurători cu debit redus, amplasate circular sau semicircular în jurul arborelui, de regulă la limita balotului sau ușor în exteriorul acestuia. Debitul picurătorilor se alege în funcție de talia arborelui și de capacitatea de infiltrare a solului, valorile uzuale fiind cuprinse între 2 și 4 l/oră per punct de picurare.

Acest tip de irigare permite distribuția mai uniformă a apei pe o suprafață mai mare a volumului radicular, stimulând dezvoltarea radială a rădăcinilor și reducând dependența acestora de udarea punctuală la nivelul trunchiului. Sistemele de picurare sunt deosebit de utile în aliniamentele stradale nou amenajate, în spații pavate sau în zone cu acces limitat pentru intervenții manuale.

Conductele de picurare trebuie poziționate astfel încât să nu intre în contact direct cu trunchiul sau cu elementele de ancorare și să fie protejate prin acoperire cu mulci, pentru reducerea evaporării și a riscului de deteriorare mecanică. Deși eficiente, aceste sisteme nu elimină necesitatea udărilor inițiale abundente la plantare și nici obligația monitorizării umidității solului pe durata primilor ani de vegetație.

Indiferent de soluția adoptată, sistemul de irigare trebuie corelat cu condițiile edafice ale amplasamentului, cu talia arborelui și cu regimul de întreținere prevăzut în proiect, astfel încât să se evite atât deficitul, cât și excesul de apă, ambele fiind factori de risc major pentru stabilitatea și sănătatea arborilor urbani.

## 5. SOLUȚII TEHNICE SUPLIMENTARE

### 5.1. Gestionarea compactării solului datorate infrastructurii

În mediul urban al municipiului Oradea, solurile din profilul stradal sunt frecvent supuse compactării preventive pe întreaga lățime și adâncime a platformei, ca măsură de asigurare a stabilității carosabilului, trotuarelor și infrastructurii edilitare. Această practică, deși justificată din punct de vedere constructiv, generează un mediu edafic profund nefavorabil dezvoltării sistemului radicular al arborilor, prin reducerea drastică a porozității, a permeabilității la aer și apă și a activității biologice a solului.

Analiza fondului arborel existent din Oradea evidențiază o corelație clară între sectoarele cu soluri puternic compactate (în special aliniamentele stradale modernizate integral, zonele cu platforme pavate continue și axele rutiere principale) și arborii cu dezvoltare radiculară superficială, vitalitate scăzută,

[www.cadrolandscapestudio.com](http://www.cadrolandscapestudio.com)

ancorare deficitară și susceptibilitate crescută la stres hidric și instabilitate mecanică. În aceste condiții, gestionarea compactării solului devine o componentă esențială a strategiei de plantare și replantare, chiar și în absența utilizării solurilor structurale sau a sistemelor subterane specializate.

O primă măsură tehnică constă în limitarea compactării strict la nivelul și adâncimea necesare stabilității construcțiilor. În practică, acest lucru presupune diferențierea clară între zonele carosabile destinate traficului greu, care necesită compactări profunde și ridicate, și zonele pietonale, fâșiile verzi, alveolele de plantare sau spațiile de refugiu, unde cerințele structurale sunt considerabil mai reduse. În contextul Oradea, această abordare este deosebit de relevantă pentru proiectele de reamenajare a străzilor secundare, piețelor și zonelor pietonale, unde compactarea excesivă a solului nu este justificată funcțional, dar are consecințe negative majore asupra arborilor.

O a doua soluție aplicabilă constă în realizarea de coridoare radiculare sub suprafețe dure, menite să ghideze dezvoltarea rădăcinilor către volume de sol adiacente necompactate sau mai puțin compacte. Aceste coridoare pot fi executate sub formă de benzi continue sau intermitente de sol afânat, dispuse sub pavaje, trotuare sau platforme, conectând gropile de plantare cu zone verzi laterale, spații neamenajate sau volume de sol mai favorabile. În practica urbană din Oradea, această soluție este relevantă în special pentru străzile cu fâșii verzi discontinue sau pentru bulevardele unde arborii sunt plantați în alveole izolate, fără continuitate radiculară.

Complementar, se poate recurge la crearea unor insule de sol necompactat, interconectate prin aceste coridoare radiculare, formând o rețea subterană minim funcțională pentru explorarea radiculară. Această abordare permite extinderea progresivă a sistemului radicular și reduce dependența exclusivă de volumul limitat al gropii de plantare.

În situațiile în care compactarea a fost deja realizată pe întreg profilul, o soluție de compromis o reprezintă executarea unei rețele de microtranșee cu lățimi de aproximativ 3-5 cm, realizate mecanic sau manual în masa solului compactat. Aceste microtranșee nu restabilesc complet structura solului, dar creează căi preferențiale pentru pătrunderea aerului, a apei și pentru explorarea limitată de către rădăcinile fine. În Oradea, această metodă poate fi utilizată punctual în zonele unde intervențiile majore asupra infrastructurii nu sunt posibile, dar unde este necesară îmbunătățirea condițiilor de prindere pentru arborii nou plantați sau existenți.

O altă măsură tehnică constă în adâncirea gropilor de plantare, până la 1,5 m sau chiar mai mult, cu scopul de a permite accesul rădăcinilor către orizonturi inferioare mai puțin compacte sau natural structurate. Eficiența acestei soluții este însă strict dependentă de structura locală a solului, de nivelul apei freactice și de absența straturilor impermeabile. În contextul Oradea, această metodă este aplicabilă cu precădere în zonele cu soluri nisipoase sau pietroase și cu nivel freatic scăzut, fiind contraindicată în sectoarele cu soluri argiloase grele sau cu risc de stagnare a apei.

## 5.2. Soluri structurate și substraturi tehnice

Solurile structurate reprezintă o soluție tehnică utilizată în mediul urban pentru a permite plantarea arborilor sub suprafețe dure, în situațiile în care cerințele de portanță ale infrastructurii (trotuare, carosabil, parcuri) sunt incompatibile cu existența unor soluri naturale necompactate. Aceste substraturi artificiale au rolul de a crea un compromis funcțional între necesitatea susținerii încărcărilor mecanice și asigurarea unui volum minim exploatabil de către sistemul radicular.

În contextul municipiului Oradea, utilizarea solurilor structurate devine relevantă în special în proiectele de reabilitare a axelor rutiere majore, a zonelor pietonale pavate integral și a spațiilor publice unde infrastructura ocupă aproape întregul profil stradal. Analiza fondului arboreal existent indică faptul că numeroși arbori plantați în astfel de amplasamente au dezvoltat sisteme radiculare superficiale, deformate sau strangulate, ca urmare a lipsei volumului de sol funcțional. În aceste situații, solurile structurate pot reprezenta o alternativă viabilă la alveolele clasice izolate, care s-au dovedit insuficiente din punct de vedere ecologic și mecanic.

Din punct de vedere constructiv, solurile structurale sunt alcătuite dintr-o matrice portantă monogranulară (nisip grosier sau rocă concasată), ale cărei goluri sunt umplute cu un amestec de sol fin (lut sau argilă) și materie organică, destinat susținerii creșterii rădăcinilor. Matricea portantă asigură rezistența mecanică și stabilitatea la compactare, în timp ce fracția fină creează un mediu minim favorabil dezvoltării radiculare.

Materialele utilizate pentru matricea portantă trebuie să fie dure, angulare și stabile, cu granulații uzuale cuprinse între 0,2 și 15 cm. Alegerea materialului are implicații majore asupra comportamentului chimic al substratului: materialele cu reacție alcalină ridicată, precum betonul concasat, sunt în general nepotrivite, deoarece pot modifica semnificativ pH-ul și pot afecta negativ absorbția nutrienților. În contextul Oradea, unde solurile naturale sunt deja, în anumite zone, slab alcaline, utilizarea unor agregate neutre sau ușor acide este esențială pentru menținerea unui echilibru chimic acceptabil.

În funcție de tipul matricei portante, se disting două categorii principale de soluri structurale. Solurile structurale pe bază de nisip sunt adecvate exclusiv pentru sarcini ușoare, fiind utilizabile în zone pietonale sau spații cu trafic redus. Solurile structurale pe bază de rocă concasată pot susține toate clasele de trafic, inclusiv trafic greu, fiind recomandate sub carosabil sau în parcuri. Această diferențiere este deosebit de importantă în Oradea, unde profilurile stradale variază semnificativ de la zone rezidențiale cu trafic redus la bulevarde intens circulate.

Instalarea solurilor structurale se realizează strict conform instrucțiunilor producătorului, de regulă în stare uscată, prin compactare în straturi succesive de aproximativ 20 cm. Compactarea trebuie să asigure stabilitatea mecanică a stratului, fără a distruge complet porozitatea necesară schimburilor gazoase și infiltrării apei. Execuția necorespunzătoare poate compromite atât funcția portantă, cât și pe cea biologică a substratului.

Un aspect esențial care trebuie luat în considerare în proiectare este eficiența redusă a solurilor structurale din punct de vedere radical. Peste două treimi din volumul total este ocupat de matricea portantă, iar doar aproximativ o treime reprezintă spațiu efectiv radicalabil. În termeni funcționali, aproximativ 10 m<sup>3</sup> de sol structural echivalează cu doar 3 m<sup>3</sup> de sol bun necompactat. Această realitate impune dimensionarea generoasă a volumelor și, acolo unde este posibil, combinarea solurilor structurale cu alte soluții, precum coridoare radicale sau volume adiacente de sol necompactat.

De asemenea, solurile structurale pot limita dezvoltarea rădăcinilor structurale groase, favorizând în principal rădăcinile fine. Din acest motiv, în amplasamentele mari sau în cazul arborilor de talie mare, se recomandă proiectarea unor coridoare radicale conectate la soluri naturale sau ameliorate, pentru a permite formarea unui sistem radical de ancorare adecvat. Această abordare este deosebit de relevantă în Oradea, unde analiza fondului arborel a evidențiat un număr semnificativ de arbori cu instabilitate mecanică, corelată cu dezvoltarea insuficientă a rădăcinilor de susținere.

Un alt aspect critic îl reprezintă regimul hidric. Atunci când solurile structurale sunt în contact direct cu aerul, acestea pot prezenta o evaporare crescută, ceea ce amplifică stresul hidric, în special în perioadele secetoase. Având în vedere tendința de creștere a frecvenței și intensității episoadelor de secetă în Oradea, acest factor trebuie compensat prin soluții integrate de irigare, mulcire și protecție a suprafețelor expuse.

### 5.3. Celule pentru rădăcini și structuri subterane urbane

Celulele pentru rădăcini și structurile subterane de tip *tree bunker* sau *tree box* reprezintă soluții tehnice avansate pentru plantarea arborilor în medii urbane intens mineralizate, unde suprafețele dure ocupă cea mai mare parte a profilului stradal. Aceste sisteme sunt concepute pentru a separa funcția portantă a infrastructurii de volumul radicalabil necesar arborilor, permițând dezvoltarea rădăcinilor într-un sol de calitate superioară, necompactat, chiar și sub carosabil sau trotuare cu trafic intens.

În contextul municipiului Oradea, utilizarea acestor soluții este justificată în special în zonele în care analiza fondului arborel existent a evidențiat deficiențe structurale asociate cu volume radicale insuficiente: axe rutiere majore, centre pietonale pavate integral, piețe publice reamenajate recent și străzi cu profil îngust, unde lățimea fâșiiilor verzi este sub pragul minim funcțional. În aceste amplasamente, arborii existenți prezintă frecvent sisteme radicale superficiale, deformate sau cu dezvoltare laterală restricționată, ceea ce a condus la instabilitate mecanică și declin fiziologic.

Celulele de sol sunt sisteme modulare prefabricate, realizate de regulă din plastic de înaltă rezistență, proiectate să formeze o structură portantă tridimensională. Acestea se montează sub suprafața finisată și sunt umplute cu sol de plantare necompactat, cu proprietăți fizice, chimice și biologice optimizate pentru creșterea arborilor. Structura celulelor preia încărcările verticale și le transmite către solul de fundare, protejând volumul radical de compactare. Dacă sunt corect dimensionate și instalate, aceste sisteme pot susține toate clasele de încărcare, inclusiv trafic greu, fiind adecvate pentru utilizare sub carosabil.

Capacele celulelor, realizate din elemente armate sau din straturi structurale suprapuse, necesită un strat consistent de acoperire pentru a distribui uniform sarcinile. Proiectarea trebuie să țină cont de tipul de trafic, de grosimea stratului rutier și de rigiditatea ansamblului. În Oradea, unde intervențiile de reabilitare stradală sunt frecvente, integrarea acestor sisteme în faza de proiectare este esențială pentru evitarea compromisurilor ulterioare și pentru creșterea duratei de viață a arborilor plantați.

Structurile de tip *tree bunker* sau *tree box* sunt realizate din module prefabricate din beton, prevăzute cu capace din beton armat. Acestea creează un volum radicular clar delimitat și bine protejat mecanic, fiind utilizate în special în amplasamente cu constrângeri severe de spațiu sau cu cerințe ridicate de portanță. O variantă alternativă o constituie structurile turnate în situ sub formă de boltă, utilizând cofraje pierdute din elemente plastice. Această soluție oferă o flexibilitate sporită și este deosebit de valoroasă în intervențiile din proximitatea arborilor existenți, deoarece permite poziționarea stâlpilor între rădăcini, prin utilizarea metodelor de excavație nedistructivă.

Un aspect critic al funcționării acestor sisteme îl reprezintă tasarea naturală a solului necompactat din interior. În timp, aceasta conduce la formarea unui spațiu de aer sub capacul structurii, denumit nivel artificial secundar. Deși acest spațiu poate contribui parțial la aerarea solului, el devine problematic dacă nu este conectat corespunzător la exterior. Din acest motiv, proiectarea sistemelor trebuie să includă în mod obligatoriu soluții de aerare controlată, precum tuburi de ventilație, guri de aerisire integrate în pavaj sau sisteme de admisie pasivă.

Gestionarea regimului hidric este la fel de importantă. Celulele de sol și structurile subterane trebuie proiectate astfel încât să permită infiltrarea apei din precipitații și din irigare, evitând atât stagnarea apei, cât și uscarea excesivă a substratului. Sistemele de drenaj trebuie dimensionate în funcție de textura solului utilizat și de condițiile locale de precipitații. În Oradea, unde se înregistrează alternanțe între perioade cu precipitații abundente și episoade de secetă, integrarea sistemelor de irigare subterană sau a punctelor de acces pentru udare este esențială pentru menținerea funcționalității pe termen lung.

Comparativ cu solurile structurale, celulele pentru rădăcini oferă un randament radicular net superior, deoarece aproape întreg volumul disponibil este exploatabil biologic. Acest avantaj le recomandă în special pentru arbori de talie mare, plantați în aliniamente stradale sau în spații publice reprezentative, unde obiectivul este dezvoltarea unor exemplare stabile, cu durată mare de viață. Totuși, costurile de execuție și complexitatea tehnică sunt mai ridicate, motiv pentru care aceste soluții trebuie utilizate strategic, în zone prioritare identificate prin analiza fondului arboreol existent.

#### 5.4. Sisteme de drenaj urban sustenabile (SuDS)

Volumul subteran destinat dezvoltării rădăcinilor arborilor urbani poate îndeplini un rol esențial în managementul apelor pluviale, constituind o componentă activă a infrastructurii verzi-albastre urbane. Integrarea arborilor în sisteme de drenaj urban sustenabile (SuDS - *Sustainable Urban Drainage Systems*) permite valorificarea simultană a funcțiilor ecologice ale vegetației și a capacității solului de infiltrație, retenție și filtrare a apelor meteorice.

SuDS reprezintă ansamblul soluțiilor care urmăresc gestionarea apelor pluviale cât mai aproape de locul de generare, prin infiltrare controlată, retenție temporară, evapotranspirație și întârzierea scurgerii către rețelele de canalizare. În mediul urban, aceste sisteme includ rigole verzi, șanțuri de infiltrație, grădini de ploaie, zone depresionare vegetate, straturi filtrante și volume radiculabile conectate hidraulic la suprafețele impermeabile adiacente. Arborii integrați în aceste sisteme contribuie activ la reducerea volumelor de scurgere prin interceptarea precipitațiilor, consumul apei prin transpirație și îmbunătățirea structurii solului.

În municipiul Oradea, analiza fondului arboricol existent și a structurii urbane a evidențiat o pondere ridicată a suprafețelor impermeabile, în special în zonele centrale, în aliniamentele stradale modernizate și în cartierele cu densitate mare a infrastructurii rutiere. Aceste zone sunt caracterizate de o capacitate redusă de infiltrare a apelor pluviale, ceea ce conduce frecvent la supraîncărcarea rețelelor de canalizare în timpul ploilor torențiale și la stres hidric accentuat pentru arborii existenți în perioadele secetoase. Integrarea arborilor în sisteme SuDS reprezintă, în acest context, o soluție strategică pentru ameliorarea ambelor probleme.

Dirijarea apelor meteorice către volumele radiculabile ale arborilor, prin intermediul rigolelor permeabile, gurilor de admisie controlată sau al suprafețelor pavate permeabile, îmbunătățește aprovizionarea hidrică a arborilor și contribuie la stabilitatea lor fiziologică pe termen lung. În același timp, reducerea debitelor de vârf evacuate în rețelele de canalizare permite o dimensionare mai eficientă a infrastructurii gri și scade riscul de inundații urbane locale, aspect deosebit de relevant în contextul intensificării fenomenelor pluviometrice extreme.

Proiectarea sistemelor SuDS trebuie realizată specific fiecărui amplasament, pe baza analizei detaliate a solului, a nivelului apei freatice, a capacității de infiltrație și a regimului de precipitații. În Oradea, unde solurile urbane sunt adesea eterogene și afectate de compactări istorice, este esențial ca sistemele SuDS să fie corelate cu măsuri de ameliorare edafică și cu soluții tehnice de control al fluxului de apă. Integrarea volumelor radiculabile în aceste sisteme trebuie să urmărească prioritar prevenirea stagnerii apei în zona rădăcinilor.

Excesul de apă și saturarea prelungită a solului conduc la hipoxie radiculară, reducerea respirației rădăcinilor, inhibarea absorbției nutrienților și, în final, la declin fiziologic sau moartea arborilor. Din acest motiv, sistemele SuDS asociate arborilor trebuie să includă întotdeauna mecanisme de drenaj de siguranță, precum straturi drenante, conducte de preaplin sau conexiuni controlate către rețeaua de canalizare, care să preia surplusul de apă în cazul evenimentelor pluviometrice extreme.

În strategia de plantare a municipiului Oradea, utilizarea sistemelor SuDS trebuie corelată cu zonele prioritare identificate în urma analizei fondului arboricol: străzi deficitare în arbori, piețe și spații publice intens mineralizate, precum și amplasamente unde arborii existenți prezintă simptome de stres hidric sau declin asociat gestionării deficitare a apelor pluviale. Implementarea acestor soluții contribuie nu doar la creșterea ratei de prindere și a longevității arborilor nou plantați, ci și la consolidarea rezilienței urbane în fața schimbărilor climatice.

## 5.5. Sisteme de aerare a rădăcinilor

Sistemele de aerare a rădăcinilor reprezintă soluții tehnice complementare, utilizate în special în mediul urban, acolo unde suprafața solului este puternic compactată și/sau impermeabilizată, iar schimbul natural de gaze dintre sol și atmosferă este sever limitat. Scopul principal al acestor sisteme este menținerea unui nivel minim de oxigen în zona radiculară activă, necesar desfășurării proceselor fiziologice fundamentale ale arborilor (respirație, absorbția nutrienților, activitatea microbiologică).

În spațiile deschise de plantare, unde solul este necompactat, structurat corespunzător și prezintă permeabilitate adecvată, utilizarea sistemelor de aerare nu este necesară și nici recomandată. În aceste situații, aerarea naturală se realizează prin porozitatea solului și prin alternanța naturală a umidității, iar introducerea unor sisteme artificiale poate genera dezechilibre hidrice sau pierderi inutile de apă.

În mediul urban al municipiului Oradea, necesitatea sistemelor de aerare apare în mod particular în aliniamentele stradale pavate integral, în piețe minerale, în zone cu trotuare late din beton sau piatră naturală și în amplasamentele unde analiza fondului arborel existent a evidențiat simptome de stres radicular asociate compactării severe și lipsei de oxigen (creștere redusă, frunziș rar, uscări progresive). Aceste situații sunt frecvente în zonele centrale și în sectoarele de stradă modernizate, unde solul a fost compactat pe întreg profilul pentru susținerea infrastructurii.

Sistemele de aerare constau, de regulă, din tuburi perforate din material plastic rigid sau semi-rigid, coloane verticale sau ușor înclinate, introduse în sol până la adâncimi de aproximativ 0,6-1,0 m, în funcție de adâncimea volumului radicular activ și de structura solului. Alternativ, pot fi utilizate coloane de pietriș sau agregate grosiere, uneori în combinație cu tuburi de protecție, care facilitează difuzia aerului către straturile profunde. Amplasarea acestor elemente se face perimetral față de trunchi, evitând zona coletului, și trebuie corelată cu distribuția probabilă a rădăcinilor structurale.

Un aspect critic al utilizării sistemelor de aerare îl constituie durabilitatea lor funcțională. În timp, aceste sisteme tind să se colmateze cu particule fine de sol, praf și materie organică, mai ales în zonele cu trafic intens sau cu aport ridicat de sedimente de suprafață. Ca urmare, durata lor de funcționare eficientă este limitată, în general, la 5-10 ani, în funcție de condițiile locale și de calitatea execuției. Din acest motiv, sistemele de aerare nu trebuie considerate soluții permanente, ci intervenții tranzitorii sau complementare altor măsuri de ameliorare a solului.

Creșterea gradului de aerare a solului poate determina și accentuarea pierderilor de apă prin evaporare, în special atunci când tuburile de aerare sunt conectate direct la suprafață fără elemente de control. Acest efect este deosebit de relevant în contextul climatic local, caracterizat prin veri tot mai calde și perioade de secetă accentuată, așa cum reiese din analiza climatică și din observațiile asupra fondului arborel existent din Oradea. Prin urmare, utilizarea sistemelor de aerare trebuie integrată într-o strategie coerentă de management al apei, corelată cu mulcirea, irigarea controlată și, acolo unde este posibil, cu sisteme SuDS.

## 5.6. Grile și protecții mecanice

Grilele și sistemele de protecție mecanică a solului reprezintă soluții tehnice esențiale pentru protejarea volumului radicular al arborilor în zonele urbane cu trafic pietonal intens, unde compactarea solului constituie una dintre principalele cauze ale declinului arborilor. Rolul principal al acestor sisteme este de a prelua și distribui încărcările generate de circulația pietonală sau de utilizarea ocazională a echipamentelor ușoare, fără a transmite presiuni directe asupra solului radiculabil.

Dimensiunea grilei trebuie stabilită în raport direct cu volumul radicular necesar speciei și taliei la maturitate. Pentru arborii de mari dimensiuni, utilizați frecvent în aliniamentele stradale și în piețele urbane din Oradea, sunt preferabile grilele modulare sau divizate, care permit adaptarea deschiderii centrale pe măsură ce trunchiul crește în diametru. Această soluție previne strangularea coletului și reduce necesitatea intervențiilor ulterioare costisitoare. Analiza fondului arboretal existent din Oradea a evidențiat numeroase situații în care grilele subdimensionate au devenit factori de stres mecanic și biologic, favorizând apariția rănilor la bază și a degradărilor radiculare.

Montarea grilelor trebuie realizată astfel încât acestea să nu constituie o barieră pentru dezvoltarea rădăcinilor în solul adiacent. În mod corect, grilele sunt așezate pe grinzi sau rame portante, sprijinite pe fundații independente de volumul radicular, astfel încât încărcările să fie transmise lateral și în profunzime, nu direct către solul exploatat de rădăcini. Sub grilă, solul trebuie să rămână necompactat sau ameliorat, iar legătura cu volumele de sol adiacente să fie asigurată prin continuitate structurală.

Un criteriu tehnic esențial îl constituie permeabilitatea grilelor pentru aer și apă. Grilele trebuie să permită infiltrarea precipitațiilor, schimbul gazos și accesul pentru inspecția vizuală a zonei coletului și a rădăcinilor superficiale. În contextul climatic local, caracterizat prin episoade de ploi torențiale alternând cu perioade de secetă, această permeabilitate contribuie la menținerea unui regim hidric mai stabil în zona radiculară și la reducerea stresului hidric asupra arborilor urbani din Oradea.

De asemenea, grilele trebuie să fie proiectate astfel încât să permită întreținerea arborilor: îndepărtarea resturilor, completarea mulciului sau a substratului fin, verificarea sistemelor de irigare sau aerare și intervențiile minore asupra rădăcinilor superficiale, dacă este necesar. Caracterul demontabil este important din punct de vedere tehnic, însă sistemele trebuie securizate corespunzător pentru a preveni furtul sau manipularea neautorizată, problemă semnalată frecvent în zonele centrale intens utilizate.

În strategia de plantare și reabilitare a arborilor din Oradea, utilizarea grilelor trebuie corelată cu alte soluții tehnice, precum solurile structurale, celulele pentru rădăcini sau coridoarele radiculare, și nu tratată ca o măsură izolată. Grilele nu compensează lipsa volumului radicular adecvat, ci au rol exclusiv de protecție mecanică a solului existent. În amplasamentele unde analiza fondului arboretal a indicat soluri puternic degradate sau compactate pe întreg profilul, instalarea grilelor trebuie însoțită obligatoriu de măsuri de ameliorare a solului, pentru a asigura o dezvoltare reală și durabilă a arborilor pe termen lung.

## 5.7. Bariere pentru rădăcini

Barierele pentru rădăcini (root barriers) sunt soluții tehnice utilizate în mediul urban pentru direcționarea și controlul creșterii sistemului radicular, cu scopul reducerii conflictelor dintre arbori și infrastructura subterană. Aceste sisteme nu au rolul de a opri dezvoltarea rădăcinilor, ci de a le ghida către volume de sol adecvate, evitând zonele sensibile precum rețelele de utilități, fundațiile clădirilor, bordurile, platformele rigide sau structurile edilitare vulnerabile.

În contextul urban al Municipiului Oradea, unde analiza fondului arborel existent a evidențiat numeroase conflicte între rădăcini și infrastructură (ridicări de trotuare, afectarea bordurilor, intervenții repetate asupra rețelelor subterane), barierele de rădăcini pot reprezenta o soluție complementară utilă, în special în cazul noilor plantări realizate în spații constrânse. Utilizarea lor este justificată în zonele cu aliniamente stradale înguste, în proximitatea conductelor de apă, canalizare, rețele electrice sau de telecomunicații, precum și în zonele cu infrastructură recent reabilitată, unde se dorește limitarea intervențiilor ulterioare.

Barierele trebuie instalate selectiv, doar pe direcțiile unde există un risc real de conflict, și nu sub forma unui inel continuu în jurul arborelui. Instalarea unei bariere circulare, foarte aproape de trunchi, este contraindicată, deoarece reduce drastic suprafața disponibilă pentru ancorarea rădăcinilor structurale și poate compromite stabilitatea mecanică a arborelui pe termen mediu și lung. Această practică a fost identificată, în mod punctual, ca o cauză de instabilitate la arbori relativ tineri în zone urbane intens antropizate.

Distanța de instalare față de trunchi trebuie corelată cu talia la maturitate a speciei și cu arhitectura sistemului radicular. În mod uzual, bariera se amplasează la o distanță minimă de 0,8-1,2 m de trunchi pentru arbori de talie mică și medie, respectiv mai mare pentru speciile de talie mare, astfel încât rădăcinile structurale să se poată dezvolta liber în primele etape de creștere. Adâncimea barierei trebuie să fie suficientă pentru a devia rădăcinile principale, de regulă între 60 și 100 cm, în funcție de specie, tipul de sol și nivelul infrastructurii protejate.

Materialele utilizate pentru barierele de rădăcini trebuie să fie durabile, rezistente la degradare și la presiunea mecanică exercitată de rădăcini, dar și compatibile cu mediul subteran. Se utilizează frecvent panouri din polietilenă de înaltă densitate (HDPE), materiale compozite sau membrane speciale cu nervuri de ghidaj, care nu doar blochează, ci direcționează rădăcinile în jos sau lateral, către volume de sol mai favorabile. Barierele netede, fără profilare, pot determina acumularea rădăcinilor la baza acestora și devieri imprevizibile, fiind mai puțin recomandate.

## 5.8. Protecția arborilor față de trafic auto

Protecția arborilor față de impactul direct sau indirect al traficului auto reprezintă o componentă esențială a managementului arborel urban, în special în orașe cu densitate ridicată a circulației și cu spații verzi fragmentate, așa cum este cazul Municipiului Oradea. Analiza fondului arborel existent a evidențiat numeroase situații în care arborii sunt afectați de parcări necontrolate, manevre de întoarcere,

urcarea repetată a roților pe zonele radulare sau loviri accidentale ale trunchiului, cu efecte cumulative asupra stabilității și vitalității acestora.

Sistemele de protecție împotriva vehiculelor au rolul de a crea o separare fizică clară între arbori și zona de circulație sau parcare, fără a compromite dezvoltarea pe termen lung a arborelui. Aceste sisteme trebuie proiectate astfel încât să preia impactul mecanic al vehiculelor, să delimiteze clar spațiul verde și să prevină compactarea solului, fără a transmite forțe dăunătoare către trunchi sau sistemul radicular.

În cazul noilor plantări, protecțiile auto trebuie integrate încă din faza de proiectare a profilului stradal. Soluțiile recomandate includ stâlpi metalici sau din beton prefabricat, borne de protecție (bollards), parapete joase sau elemente de mobilier urban robust, amplasate în afara gropii de plantare și a volumului radicular funcțional. Distanța minimă față de trunchi trebuie corelată cu talia la maturitate a speciei, dar, în practică, nu ar trebui să fie mai mică de 0,8-1,0 m pentru arbori tineri și mai mare pentru arbori de talie medie și mare, astfel încât să nu fie afectată zona de ancorare a rădăcinilor structurale.

În amplasamentele existente din Oradea, unde arborii sunt deja maturi sau semi-maturi și se află în imediata proximitate a carosabilului sau a locurilor de parcare, instalarea sistemelor de protecție trebuie precedată de o inspecție atentă a sistemului radicular. Aceasta se poate realiza prin metode nedistructive (excavații manuale controlate, aer comprimat) pentru a identifica poziția rădăcinilor principale și a evita secționarea acestora. Fixarea elementelor de protecție trebuie realizată în zone fără rădăcini structurale majore sau prin fundații superficiale adaptate, care să nu fragmenteze volumul radicular.

Este esențial ca sistemele de protecție să fie ancorate independent de arbore. Prinderea directă de trunchi, utilizarea cablurilor, lanțurilor sau a altor elemente fixate pe arbore este strict contraindicată, deoarece produce leziuni mecanice, frecare, strangulări și favorizează apariția infecțiilor fungice și bacteriene. Protecțiile trebuie să funcționeze ca elemente autonome de infrastructură, nu ca extensii ale arborelui.

Din punct de vedere al funcționalității urbane, protecțiile auto pot avea și un rol de organizare a spațiului. În zonele deficitare în arbori identificate în analiza fondului arborel din Oradea, în special pe străzi cu profil îngust, parcări informale sau zone cu trafic intens, aceste sisteme contribuie la disciplinarea parcării, protejarea spațiilor verzi nou create și creșterea duratei de viață a arborilor plantați. În astfel de contexte, soluțiile trebuie corelate cu strategia generală de mobilitate urbană și cu reconfigurarea spațiului public, nu tratate izolat.

### 5.9. Plantarea în soluri umede sau afectate de inundații

Plantarea arborilor în soluri umede, cu drenaj deficitar sau afectate periodic de inundații reprezintă o provocare majoră în mediul urban, inclusiv în Municipiul Oradea, unde analiza fondului arborel existent a evidențiat numeroase amplasamente situate în zone joase, în proximitatea cursurilor de apă, a canalelor de desecare sau în areale cu nivel freatic ridicat. În aceste condiții, abordarea clasică bazată

exclusiv pe drenaj artificial este adesea inefficientă pe termen lung, având o durată de funcționare limitată și costuri ridicate de întreținere.

Atunci când hidrologia amplasamentului nu poate fi îmbunătățită în mod durabil sau când intervențiile de drenaj ar genera dezechilibre hidrologice locale, se recomandă adaptarea strategiei de plantare prin selecția unor specii arboricole tolerante la exces temporar sau permanent de apă. Speciile higrofile sau cele cu toleranță ridicată la hipoxie radiculară sunt preferabile în aceste situații, deoarece pot supraviețui și se pot dezvolta în soluri cu aerare redusă și cu nivel ridicat al apei subterane. Această abordare este considerată mai sustenabilă decât încercarea de a modifica artificial condițiile naturale ale sitului.

Pentru facilitarea instalării arborilor tineri în astfel de amplasamente, o soluție tehnică eficientă constă în plantarea deasupra nivelului solului existent, prin realizarea unor gropi de plantare ridicate (mobile sau platforme de plantare). Acestea creează un microrelief favorabil, asigurând un strat de sol mai bine aerat în zona balotului radicular și reducând riscul de asfixiere a rădăcinilor în perioadele cu precipitații abundente sau cu nivel freatic crescut. Înălțimea gropii ridicate se stabilește în funcție de nivelul maxim estimat al apei, dar, în practică, aceasta este de regulă cuprinsă între 20 și 50 cm peste cota terenului natural.

Solul utilizat pentru gropile de plantare ridicate trebuie să fie bine structurat, cu drenaj intern bun și stabilitate suficientă pentru a preveni tasarea rapidă. Este esențial ca tranziția dintre solul adus și solul existent să fie realizată gradual, pentru a permite extinderea rădăcinilor și evitarea formării unei „cupe” impermeabile. Marginea gropii ridicate trebuie protejată împotriva eroziunii prin modelare adecvată, mulcire sau utilizarea unor structuri de stabilizare temporare, în special în zonele expuse la scurgeri de suprafață.

În contextul Oradea, unde anumite zone prezintă atât exces de umiditate, cât și perioade de secetă estivală, proiectarea plantărilor în soluri umede trebuie să ia în calcul variațiile sezoniere ale regimului hidric. Arborii plantați pe mobile pot necesita irigare suplimentară în perioadele secetoase, deoarece volumul de sol ridicat se poate usca mai rapid decât solul din zonele joase. Prin urmare, soluțiile de plantare trebuie corelate cu sisteme adecvate de retenție a apei și cu un program de monitorizare atent în primii ani după plantare.

## 6. ÎNGRIJIREA ARBORILOR POST-PLANTARE

### 6.1. Inspecția și îndepărtarea elementelor de protecție și ancorare

Perioada post-plantare este critică pentru stabilirea arborilor în mediul urban, iar funcționarea corectă a sistemelor de ancorare și protecție are un rol esențial în reducerea stresului mecanic și fiziologic. După plantare, toate sistemele de ancorare de suprafață trebuie supuse unor inspecții periodice, realizate cel puțin o dată pe an, pe o durată minimă de doi ani. În contextul condițiilor urbane din Oradea, unde expunerea la vânt, trafic și variații climatice este semnificativă, aceste controale sunt indispensabile pentru prevenirea înclinărilor, frecărilor sau strangulărilor tulpinii.

Inspecția sistemelor de ancorare urmărește verificarea stabilității țăruișilor sau a ancorelor subterane, integritatea materialelor de legătură și poziționarea corectă a acestora față de trunchi. Legăturile trebuie ajustate astfel încât să permită o ușoară mișcare a tulpinii, necesară stimulării dezvoltării rădăcinilor de fixare, fără a produce abraziuni ale scoarței sau deformări. Orice element slăbit, deteriorat sau rigidizat excesiv trebuie reparat sau înlocuit prompt. În mod curent, sistemele de ancorare se îndepărtează după maximum trei ani de la plantare, sau mai devreme dacă arborii prezintă stabilitate suficientă și un sistem radicular bine instalat.

Protecțiile aplicate la nivelul trunchiului necesită, de asemenea, o monitorizare anuală atentă. Acestea trebuie verificate pentru a preveni acumularea de umiditate, apariția dăunătorilor sub materiale sau frecarea constantă de scoarță. În cazul în care sunt utilizate bandaje, rogojini, saltele din bambus sau manșoane de protecție, acestea trebuie ajustate periodic pe măsură ce trunchiul crește în diametru. Orice protecție devenită prea strânsă trebuie slăbită sau înlocuită, pentru a evita strangularea și afectarea circulației sevei.

Vopsirea cu substanțe reflectante pentru reducerea arsurilor solare, trebuie reînnoite anual, în funcție de specie și de condițiile amplasamentului. În mediul urban din Oradea, unde arborii tineri sunt expuși atât la trafic pietonal intens, cât și la tratamente chimice de iarnă, aceste măsuri contribuie semnificativ la prevenirea leziunilor și la creșterea ratei de prindere.

Covoarele sau ecranele de umbră montate pe trunchi sau în zona coroanei inferioare se îndepărtează, de regulă, după doi ani de la plantare, odată ce arborii s-au adaptat condițiilor de lumină și temperatură. Totuși, în situații justificate, cum ar fi aliniamentele stradale supuse stropirilor cu săruri de degivrare sau expunerii intense la radiație solară reflectată de suprafețe dure, aceste protecții pot fi menținute o perioadă mai lungă, cu condiția monitorizării regulate.

Protecția împotriva dăunătorilor trebuie menținută până în momentul în care scoarța arborelui devine suficient de groasă și rezistentă, în special la speciile sensibile. De exemplu, la speciile din genul *Malus*, dar și la alți arbori cu scoarță subțire, riscul de ros sau de deteriorare mecanică rămâne ridicat în primii ani după plantare. Îndepărtarea prematură a acestor protecții poate conduce la răniri grave și la compromiterea definitivă a exemplarului.

## 6.2. Tăieri de formare și întreținere

Tăierile de formare și întreținere reprezintă o etapă esențială în managementul arborilor tineri plantați în mediul urban, având rolul de a ghida dezvoltarea structurală corectă și de a preveni apariția defectelor biomecanice pe termen lung. Aceste intervenții se efectuează, în mod recomandat, după 1-2 sezoane de vegetație de la plantare, interval necesar pentru ca arborii să se stabilizeze, să dezvolte un sistem radicular funcțional și să își refacă echilibrul fiziologic după șocul de transplantare.

Scopul principal al tăierilor de formare este consolidarea axului principal și stabilirea unei arhitecturi coerente a coroanei, conforme cu modelul natural de creștere al speciei. Intervențiile vizează eliminarea ramurilor concurente cu liderul, a lăstarilor slab inserați, a ramurilor cu unghiuri de inserție nefavorabile,

precum și a celor care pot genera, în timp, furci slabe sau zone de tensiune structurală. În același timp, se urmărește păstrarea unui volum suficient de coroană activă, astfel încât capacitatea fotosintetică să nu fie compromisă.

Tăierile de întreținere au ca obiectiv menținerea sănătății și siguranței arborelui prin îndepărtarea ramurilor moarte, bolnave, rupte sau afectate mecanic, precum și corectarea dezechilibrelor minore apărute în coroană. Aceste lucrări contribuie la reducerea riscului de infecții, la îmbunătățirea circulației aerului și a pătrunderii luminii în interiorul coroanei și la prevenirea dezvoltării unor defecte structurale.

Din punct de vedere tehnic, tăierile trebuie să fie precise, selective și adaptate vârstei și dimensiunii arborelui. Diametrul ramurilor eliminate nu trebuie să depășească, în mod uzual, 3-4 cm, pentru a limita suprafața rănilor și a asigura o compartimentare eficientă a țesuturilor. Tăieturile se execută obligatoriu la nivelul gulerului ramural, fără a-l afecta, pentru a permite o vindecare corectă și rapidă. Sunt contraindicate tăierile la ras, tăierile în ciot sau intervențiile excesive, care pot genera reacții de stres și regenerări instabile.

În cazul arborilor de aliniament stradal, tăierile de formare și întreținere pot fi necesare mai frecvent, ca urmare a constrângerilor impuse de infrastructură, gabarite de siguranță, rețele edilitare sau trafic. Aceste intervenții trebuie însă planificate etapizat și corelate cu dezvoltarea naturală a arborelui, evitând reducerile drastice sau repetate care pot compromite stabilitatea și longevitatea exemplarului.

### 6.3. Irigare

Irigarea reprezintă una dintre cele mai critice componente ale îngrijirii arborilor în perioada post-plantare, având un rol determinant în reducerea șocului de transplantare și în asigurarea instalării corecte a sistemului radicular. Inelul de irigare realizat la plantare trebuie menținut activ cel puțin 2 ani, corespunzător perioadei de adaptare a arborelui la noile condiții de amplasament. În acest interval, irigarea susținută contribuie la refacerea echilibrului hidric și la stimularea dezvoltării rădăcinilor în solul înconjurător.

În anumite situații speciale, precum amplasamentele cu volum radicular izolat (de exemplu, arbori plantați în celule de sol, tree boxes, substraturi tehnice sau în zone complet pavate), necesitatea irigării poate depăși faza de instalare și se poate extinde pe întreaga durată de viață a arborelui. În aceste cazuri, lipsa contactului direct cu solul natural face ca aportul de apă să depindă exclusiv de irigarea controlată și de precipitațiile captate artificial.

Umiditatea solului trebuie verificată înainte de fiecare udare, prin metode simple (test manual) sau prin utilizarea unor senzori, pentru a evita atât deficitul hidric, cât și excesul de apă. Cantitatea de apă și frecvența irigării se stabilesc diferențiat, în funcție de condițiile climatice locale, expunerea amplasamentului la soare și vânt, tipul solului, dimensiunea balotului radicular, talia arborelui și cerințele ecologice ale speciei. Udările superficiale și frecvente sunt ineficiente și pot favoriza dezvoltarea unui sistem radicular superficial; este de preferat o udare mai rară, dar profundă, care să asigure infiltrarea apei până la nivelul rădăcinilor active.

În primul an după plantare, udarea trebuie realizată cu o frecvență ridicată, în special în perioadele secetoase sau caniculare, pentru a preveni stresul hidric. În anii următori, frecvența poate fi redusă treptat, pe măsură ce arborele își extinde sistemul radicular în solul adiacent. Totuși, anumite specii sensibile sau arborii plantați în condiții restrictive pot necesita irigare regulată pe perioada verii timp de 3-5 ani sau chiar mai mult.

Apa utilizată pentru irigare trebuie să fie de calitate adecvată, necontaminată și, pe cât posibil, lipsită de săruri în concentrații ridicate. Irigarea trebuie să asigure o saturare uniformă a volumului de sol din groapa de plantare și din zona imediat adiacentă, evitând scurgerile laterale sau acumulările de apă la suprafață. O gestionare corectă a irigației este esențială pentru dezvoltarea durabilă a arborilor urbani și pentru reducerea pierderilor de material dendrologic în primii ani de la plantare.

#### 6.4. Combaterea buruienilor

Buruienile reprezintă o componentă naturală a ecosistemelor terestre și, în anumite contexte, pot contribui pozitiv la biodiversitate, la protecția solului împotriva eroziunii și la susținerea activității biologice din sol. În zonele de plantare a arborilor urbani, combaterea buruienilor nu trebuie abordată ca o intervenție sistematică, ci ca o măsură selectivă, aplicată doar atunci când acestea devin concurente directe pentru apă, nutrienți și lumină sau când afectează funcționalitatea și întreținerea spațiului.

Îndepărtarea buruienilor trebuie realizată exclusiv prin metode mecanice, adaptate vârstei arborilor și condițiilor amplasamentului. Metodele recomandate includ smulgerea manuală a buruienilor, desprinderea părții aeriene de sistemul radicular prin lucrări ușoare de sapare sau cosirea vegetației spontane. Aceste intervenții trebuie să fie superficiale, pentru a evita perturbarea structurii solului și a rețelei radiculare a arborelui, în special în primii ani de la plantare, când rădăcinile sunt situate preponderent în stratul superior al solului.

Utilizarea substanțelor chimice pentru combaterea buruienilor nu este recomandată în zonele de plantare a arborilor urbani, din cauza riscurilor asociate fitotoxicității, contaminării solului și apelor subterane, precum și a impactului negativ asupra organismelor benefice din sol. În plus, erbicidele pot afecta indirect arborii prin absorbție radiculară sau prin contact accidental cu tulpina și frunzișul.

Toate lucrările de combatere a buruienilor trebuie executate cu o atenție deosebită în zona coletului și a sistemului radicular superficial. Lovirea sau rănirea coletului, tăierea rădăcinilor fine ori compactarea solului pot genera stres fiziologic, infecții secundare și pot compromite stabilitatea și dezvoltarea arborelui. În acest context, menținerea unui strat adecvat de mulci organic în jurul arborelui reprezintă o măsură complementară eficientă, reducând emergența buruienilor și limitând necesitatea intervențiilor mecanice frecvente.

#### 6.5. Protecția împotriva dăunătorilor și bolilor

Protecția arborilor împotriva dăunătorilor și bolilor reprezintă o componentă esențială a îngrijirii post-plantare, având ca obiectiv menținerea vitalității, stabilității și capacității de adaptare a arborilor în

mediul urban. Starea generală a arborilor trebuie inspectată periodic pe întreaga durată a perioadei de prindere și de creștere, cu o frecvență mai ridicată în primii ani după plantare, când exemplarele sunt mai vulnerabile la stresuri biotice și abiotice.

La identificarea oricăror simptome de boală sau atac parazitar, precum decolorări ale frunzelor, cloroze, necroze, defolieri, exsudate, deformări ale lăstarilor, galerii, perforații, prezența insectelor, a ouălor sau a fructificațiilor fungice, este obligatorie determinarea agentului cauzal. Diagnosticarea corectă trebuie să distingă între boli de natură fungică, bacteriană sau virală și atacuri produse de insecte, acarieni ori alte organisme dăunătoare, precum și între simptomele provocate de agenți biotici și cele generate de factori de stres abiotic (secetă, exces de apă, carențe nutritive, salinitate).

Aplicarea măsurilor de combatere trebuie realizată diferențiat, în funcție de tipul agentului patogen, stadiul de dezvoltare al acestuia, sensibilitatea speciilor afectate și nivelul de risc pentru arbore și pentru mediul înconjurător. Se recomandă adoptarea principiilor managementului integrat al dăunătorilor și bolilor, care prioritizează măsurile preventive și biologice, precum selecția speciilor adaptate amplasamentului, menținerea unei stări bune de vitalitate, îmbunătățirea condițiilor de sol și utilizarea organismelor benefice.

Intervențiile chimice trebuie considerate o soluție de ultimă instanță și aplicate doar atunci când riscul de declin sau pierdere a arborelui este semnificativ și când alte metode nu sunt eficiente. Acestea trebuie realizate strict conform legislației în vigoare, de personal autorizat, cu produse omologate pentru utilizarea în spațiul urban și cu respectarea măsurilor de protecție a sănătății publice, a polenizatorilor și a mediului. În toate cazurile, tratamentele trebuie documentate și integrate într-un program de monitorizare continuă, care să permită evaluarea eficienței intervențiilor și ajustarea strategiilor de management.

## 6.6. Reaplicarea mulciului

Produsele naturale utilizate pentru mulcire, în special cele de origine organică, sunt supuse unui proces natural de descompunere și compactare, motiv pentru care necesită reaplicare periodică pentru a-și menține funcțiile protective. Nivelul inițial al stratului de mulci trebuie refăcut cel puțin o dată pe an, de preferință la începutul sezonului de vegetație, când cerințele hidrice și biologice ale arborilor cresc.

Reaplicarea mulciului contribuie la menținerea unui regim hidric stabil în zona radiculară, la reducerea evaporării apei din sol și la limitarea competiției cu buruienile. De asemenea, mulciul organic favorizează activitatea biologică a solului și îmbunătățește treptat structura acestuia, susținând dezvoltarea rădăcinilor fine și absorbția nutrienților.

Distribuirea mulciului trebuie realizată uniform, într-un strat controlat, fără acumulări excesive. Este esențial ca materialul de mulcire să nu fie aplicat în contact direct cu gulerul arborelui, pentru a preveni apariția putregaiurilor, a atacurilor de dăunători sau a condițiilor anaerobe. Materialele utilizate trebuie să fie curate, bine descompuse sau stabilizate, lipsite de semințe de buruieni, agenți patogeni sau

contaminanți, astfel încât să nu afecteze negativ sănătatea arborilor și să permită schimburile normale de aer și apă la nivelul solului.

## 7. CONCLUZII

Ghidul de plantare a arborilor în mediul urban stabilește un cadru tehnic coerent pentru realizarea unor plantări durabile, adaptate condițiilor restrictive specifice orașelor și corelate cu obiectivele de dezvoltare a infrastructurii verzi. Aplicarea consecventă a principiilor și procedurilor prezentate permite creșterea ratei de prindere a arborilor, reducerea costurilor de întreținere pe termen mediu și lung și consolidarea funcțiilor ecologice, climatice și peisagistice ale fondului arborel urban.

Integrarea analizei fondului arborel existent, a distribuției teritoriale a arborilor și a zonelor deficitare în vegetație lemnoasă asigură fundamentarea strategică a noilor plantări. În acest mod, plantarea arborilor nu reprezintă o intervenție punctuală, ci o acțiune planificată, orientată spre completarea discontinuităților, diversificarea structurii pe vârste și specii și creșterea rezilienței fondului arborel urban, în special în contextul schimbărilor climatice și al presiunilor urbane.

Ghidul subliniază importanța evaluării riguroase a amplasamentului, a solului și a infrastructurii existente înainte de plantare, precum și necesitatea utilizării soluțiilor tehnice adecvate pentru asigurarea unui volum radicular funcțional. Alegerea corectă a speciilor, a materialului săditor de calitate și a dimensiunilor potrivite la plantare constituie factori esențiali pentru adaptarea arborilor la condițiile urbane și pentru dezvoltarea lor pe termen lung.

Procedurile standard de plantare, sistemele de ancorare, protecție, mulcire și irigare, precum și măsurile de îngrijire post-plantare sunt prezentate ca elemente integrate ale unui proces continuu, nu ca intervenții izolate. Monitorizarea atentă în primii ani, corelată cu tăieri de formare, irigare adaptată și întreținerea solului, este esențială pentru depășirea perioadei critice de instalare și pentru prevenirea apariției defectelor structurale viitoare.

În ansamblu, ghidul promovează o abordare profesională, bazată pe cunoaștere tehnică, responsabilitate și planificare pe termen lung, în care arborii sunt tratați ca infrastructură verde esențială a orașului. Aplicarea sa consecventă contribuie la crearea unui fond arborel urban sănătos, divers și funcțional, capabil să răspundă nevoilor comunității, să îmbunătățească calitatea mediului urban și să susțină dezvoltarea durabilă a orașului.



Întocmit,  
Diana CODREAN  
Paula SOLONARI