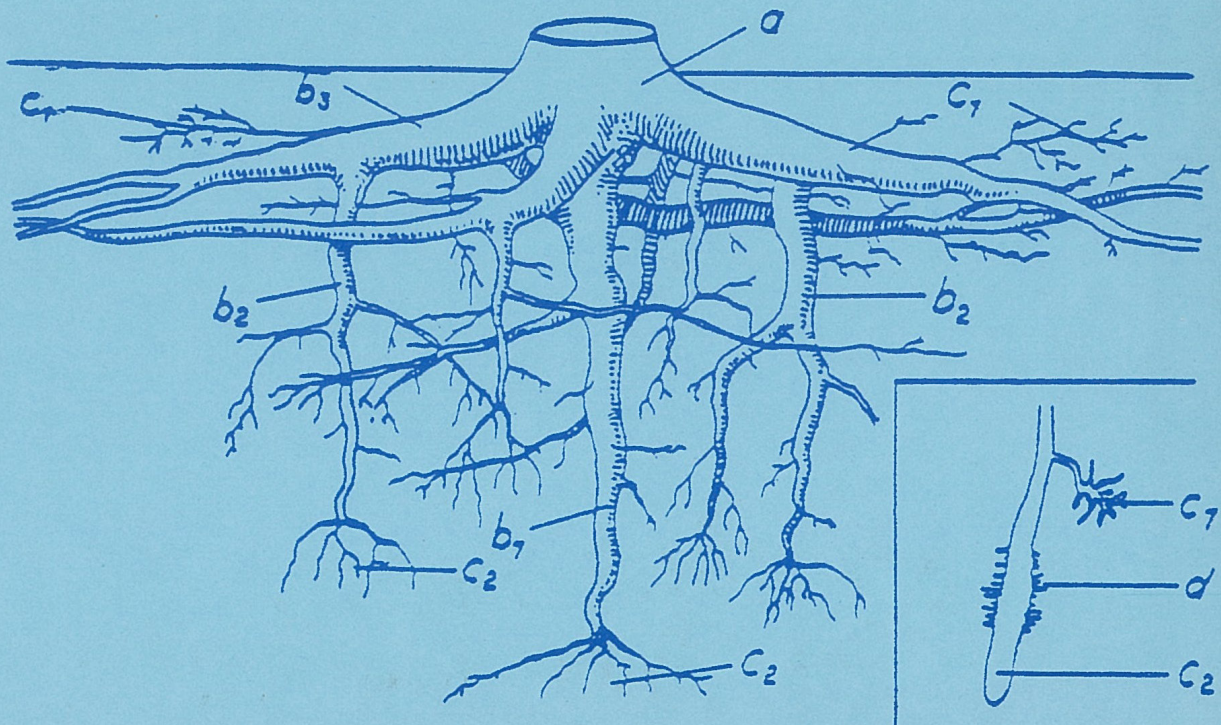




Trädrötter och ledningar

Örjan Ståhl



VA-FORSK

VA-FORSK är kommunernas eget FoU-program om kommunal va-teknik. Programmet finansieras i sin helhet av kommunerna, vilket är unikt på så sätt att statliga medel tidigare alltid använts för denna typ av verksamhet. FoU-avgiften är för närvarande en krona per kommuninnevånare och år. Avgiften är frivillig och intresset från kommunernas sida har varit mycket stort. Nästan alla kommuner är med i programmet, vilket innebär att budgeten årligen omfattar drygt åtta miljoner kronor.

VA-FORSK initierades gemensamt av Kommunförbundet och VAV. Verksamheten påbörjades år 1990. Programmet lägger tonvikten på tillämpad forskning inom det kommunala va-området. Projekt bedrivs inom hela det va-tekniska fältet under huvudrubrikerna:

Dricksvatten
Ledningsnät
Avloppsvattenrening
Ekonomi och organisation
Utbildning och information

VA-FORSK styrs av en kommitté, som utsetts gemensamt av VAV och Kommunförbundet. Kommittén är underställd VAVs styrelse. Under perioden 1990 – 1993 har kommittén följande sammansättning:

Hans Mattsson, ordförande	Södertälje
Överingenjör Karl Gunnar Andersson	Västerås Energi och Vatten, Västerås
Professor Peter Balmér	GRYAAB, Göteborg
Driftchef Sture Bergström	Gatukontoret, Skellefteå
Avdelningschef Jane Cederqvist	Sv kommunförbundet
Ordf i tekniska nämnden Bengt Karlsson	Tekniska kontoret, Tanumshede
Ordf i tekniska nämnden Thure Larsson	Gatukontoret, Visby
Överingenjör Bengt L Persson	Gatukontoret, Malmö
Länsbostadsdirektör Rolf Thomasson	Umeå
Ordf i tekniska nämnden Bertil Österlund	Gatukontoret, Falun
Vd Lars Jansson	VAV
Forskningsledare Jan Falk, sekreterare	VAV

VA-FORSK
Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, VAV
Regeringsgatan 86
111 39 STOCKHOLM
Tel: 08-23 29 35
Fax: 08-21 37 51



Trädrötter och ledningar

Örjan Ståhl

VA-FORSKs rapportserie

Rapportens titel:	Trädrötter och ledningar
Title of the report:	Roots and pipes
Rapportens beteckning Nr i VA-FORSK-serien:	1992-14
ISSN-nummer:	1102-5638
ISBN-nummer:	91-88392-260
Författare:	Örjan Stål
Utgivare:	Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, VAV
VA-FORSK projekt nr:	91-116 och 92-102
Projektets namn:	1. Planering för underhåll och förnyelse av kommunaltekniska försörjningsnät (PUFF) 2. Trädrötter och ledningar. Seminarium
Projektets finansiering:	VA-FORSK, BFR, SBUF, Betongrörföreningen, Cementa, Plaströrsförbundet, Malmö gatukontor, LTH, Sveriges Lantbruksuniversitet
Rapporten beställs från:	Svensk Byggtjänst, Litteraturtjänst, 171 88 Solna, tel 08-734 51 00
Rapportens omfattning	
Sidantal:	72
Format:	A4
Upplaga:	1 500
Sökord:	Avloppsledning, trädrötter, rotinträngning, ansvar, planering, åtgärder
Keywords:	Sewer pipe, roots, root intrusion, responsibility, planning, upgrading measures
Sammandrag:	I rapporten görs en genomgång av de förhållanden som har betydelse för inträngning av trädrötter i avloppsledningar. Olika möjligheter till förebyggande och avhjälpande insatser för att eliminera eller minska problemen diskuteras.
Abstract:	In the report is given an overview of those specific conditions that are of importance for the intrusion of roots in sewer pipes. The possibilities of applying different preventive or corrective measures to eliminate or reduce the problem are discussed.
Målgrupper:	
Utgivningsår:	1992
Pris 1992:	100 kr exkl moms

SAMMANFATTNING

Problem med trädrötter och ledningar förekommer i de flesta kommuner. Problemen kan normalt hänföras till någon av följande tre grupper:

- * Schaktning i närheten av befintligt träd.
- * Plantering av träd i närheten av befintlig ledning.
- * Borttagning av rötter som vuxit in i avloppsledningar.

I denna studie har gjorts en kartläggning av förutsättningarna för trädrötters utbredning i mark, samt av de faktorer som har betydelse för rotinträngning i avloppsledningar. Som stöd för undersökningen har resultatet från 250 km filmade avloppsledningar i Malmö utvärderats med avseende på rotproblem. Vidare har tre ledningar med rotproblem valts ut för en mer detaljerad analys.

I rapporten ges exempel på förebyggande åtgärder som kan sättas in för att minska risken för problem när det gäller samverkan mellan trädrötter och ledningar i stadsmiljö. Det ska understrykas att det inte går att ange några generellt tillämpbara standardlösningar. Varje fall får betraktas som unikt och måste analyseras utifrån de lokala förutsättningar som gäller. För ett lyckosamt resultat krävs samverkan och en ökad ömsesidig förståelse för problemet bland de bägge inblandade parterna (parkförvaltningen och ledningsägaren).

I de fall man redan fått rotinträngning i avloppsledningar måste åtgärder sättas in för att avlägsna dessa. I rapporten ges en översikt över olika metoder för rotborttagning. Det bör dock noteras att rotborttagning är en temporär åtgärd som bara förmår hålla undan rötterna något eller några år. För en slutlig lösning på problemet är det nödvändigt att sätta in mer genomgripande åtgärder.

FÖRORD

Denna rapport, som tagits fram inom ramen för det s k PUFF-projektet, är resultatet av ett samarbete mellan Malmö gatukontor och avdelningen för park och trädgårdsteknik vid Sveriges lantbruksuniversitet i Alnarp.

Arbetet har utförts av trädgårdstekniker Örjan Stål och har bedrivits under ledning av teknologie doktor Peter Stahre, Malmö och landskapsarkitekt Kaj Rolf, Alnarp. Hjälp med olika tekniska frågor har bl a erhållits från verkmästare Bruno Berggren på Malmö gatukontor.

En förhandsutgåva av rapporten har diskuterats vid ett särskilt seminarium som ägde rum på Alnarp 1992-03-24. De synpunkter som framkom då har arbetats in i denna slutliga utgåva av rapporten.

PUFF-projektet finansieras av Byggforskningsrådet (BFR), VA-FORSK, Svenska byggbranschens utvecklingsfond (SBUF), Betongrörföreningen, Cementa, Plaströrsförbundet, Malmö gatukontor och Lunds tekniska högskola (LTH). Bidrag till denna studie har dessutom erhållits från Sveriges lantbruksuniversitet.

Malmö i juni 1992

Peter Stahre

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 INLEDNING	1
1.1 Problemställning	1
1.2 Syfte och omfattning	1
2 TRÄD OCH DERAS RÖTTER	2
2.1 Allmänt	2
2.2 Olika typer av rotsystem	2
2.3 Rotens uppbyggnad	3
2.4 Rotens funktion och utveckling	4
2.5 Rotens penetreringsförmåga	6
2.6 Olika trädarters rotutveckling och skaderisk på avloppsledningar	6
3 MARKFÖRHÅLLANDEN	17
3.1 Allmänt	17
3.2 Olika jordarters inverkan på träds utvecklingsmöjligheter	19
4 INTRÄNGNING AV TRÄDRÖTTER I AVLOPPSLEDNINGAR	23
4.1 Problembeskrivning	23
4.2 Faktorer av betydelse för rotinträngning	24
4.3 Rotinträngningsproblemens omfattning i Malmö	26
5 PLANERING AV ÅTGÄRDER	30
5.1 Allmänt	30
5.2 Anläggningsarbeten nära befintliga träd	31
5.3 Trädplantering nära befintliga ledningar	34
5.4 Ledningsrenoveringar	37
5.5 Exempel från Malmö	40
6 ROTBORTTAGNING I BEFINTLIGA AVLOPPSLEDNINGAR	41
6.1 Allmänt	41
6.2 Förundersökning	41
6.3 Rotskärning	42
6.4 Termisk rotbekämpning	43
6.5 Kemisk rotbekämpning	43
7 UTREDNINGSEXEMPEL FRÅN MALMÖ	45
7.1 Åtgärdsalternativ	45
7.2 Utredning av området Vanåsgatan nr 77-175	46
7.3 Utredning av området Rödkullastigen nr 3-9	49
7.4 Utredning av området Kungshällagatan nr 55-61	52
8 LITTERATUR	55

BILAGOR	57
1 Vanåsgatan	57
1.1 Åtgärdsalternativ Nr 1	57
1.2 Åtgärdsalternativ Nr 2	58
1.3 Åtgärdsalternativ Nr 3	60
1.4 Fältstudie	63
2 Rödkullastigen	64
2.1 Åtgärdsalternativ Nr 1	64
2.2 Åtgärdsalternativ Nr 2A	64
2.3 Åtgärdsalternativ Nr 2B	65
2.4 Fältstudie	65
3 Kungshällagatan	66
3.1 Åtgärdsalternativ Nr 1	66

1 INLEDNING

1.1 Problemställning

Att trädrötter tränger in i avloppsledningar är ett fenomen som man sedan länge känt till. Redan på 1930-talet lindade man koppartråd i ledningsfogarna, för att hindra trädrötter från att växa in i ledningarna. En förutsättning för rotinträngning är förstås att det finns träd eller vegetation i närheten av ledningarna. Man har emellertid aldrig gjort någon ordentlig utredning av i vilka situationer rötter letar sig in i avloppsledningar. En vanlig metod att stoppa rotinträngning var tidigare att avverka de träd, vars rötter orsakade skador på ledningarna.

För närvarande skyller parkförvaltningar och trädgårdsanläggare problemet på hur VA-ansvariga dragit ledningarna. VA-sidan anklagar i sin tur parkförvaltningar och trädgårdsanläggare för att ha anlagt planteringarna fel. Det är uppenbart att det förekommer stora brister i kommunikationen mellan de två yrkeskategorierna. Dessutom är kunskapen om processerna som styr rotinträngningen i regel mycket dålig. I de flesta fall är det en kombination av fel växtmaterial eller för snålt tilltagen växtbädd och otäta ledningar som orsakar problemen. Bättre samarbete mellan de olika parterna, både vid nyanläggning, miljörening och när skador på en rotinträngning skall åtgärdas, skulle lösa problemen både smidigare och bättre.

1.2 Syfte och omfattning

Syftet med arbetet var att få fram en helhetsbild av problemet med inträngande trädrötter i avloppsledningar. I undersökningen behandlas de faktorer som antingen direkt eller indirekt har samband med problemet. Vidare ges exempel på olika förebyggande och avhjälpare åtgärder för att komma tillrätta med problemen. Undersökningen visar att det sällan finns en enda faktor eller en enda lösning, som är den rätta i ett område, där rotinträngning har uppstått. För att kunna bestämma ett åtgärdsalternativ för ett specifikt område som har rotinträngning, måste man både ta hänsyn till tillståndet hos varje enskild faktor och hur de påverkar varandra. Utifrån detta kan man sedan bestämma hur problemet ska åtgärdas. Målet är att välja ett alternativ som är så ekonomiskt fördelaktigt som möjligt, utan att störa det estetiska alltför mycket.

I rapporten behandlas följande aspekter av rotinträngningsproblemet:

- * Träden och deras rötter (kap 2)
- * Markförhållanden (kap 3)
- * Avloppsledningarna (kap 4)
- * Planering av åtgärder (kap 5)
- * Rotborttagning (kap 6)

Som stöd för undersökningen har företagits en utvärdering av 250 km filmade avloppsledningar i Malmö med avseende på rotproblem. Tre ledningar i Malmö med rotproblem har valts ut för en mer detaljerad analys. Denna har omfattat ledningar, träd och markegenskaper, och mynnar ut i konkreta åtgärdsalternativ.

2 TRÄD OCH DERAS RÖTTER

2.1 Allmänt

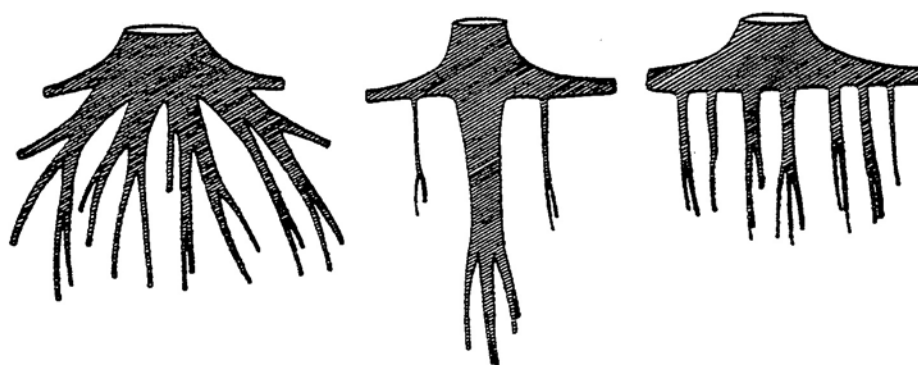
I detta kapitel görs en relativt detaljerad genomgång av rotegenskaperna hos träd. Rotens formegenskaper och utveckling har inget direkt med detta problemkomplex att göra, men är för den oinvidige en värdefull kunskap. Rent generellt brukar man säga att stora träd och träd som växer snabbt, innebär störst risk för skador på omgivande anläggningar. Några undersökningar, som visar vilka arter som är farligast, har inte gjorts tidigare. Förhoppningsvis kan detta kapitel ge en klarare bild av olika arters betydelse för skadans karaktär och omfattning.

Träd utvecklas olika. En del växer snabbt och andra växer långsamt. En del breder ut sig med en stor rotvolym, andra har mindre rotsystem. Dessa egenskaper hos ett träd är till största delen genetiskt betingade. För att välja rätt träd på rätt plats, bör man först och främst ha klart för sig hur olika arters rotsystem utvecklas normalt och även hur olika miljöförhållanden inverkar på rotutvecklingen. Dessa kan exempelvis vara ljus, temperatur, luftfuktighet, jordartsförhållanden och markfuktighet och kan indirekt eller direkt påverka rotsystemens utveckling.

Det är viktigt att beakta dessa faktorer när man diskuterar vilket växtmaterial som bör användas för att undvika rotinträngning. Det räcker alltså inte enbart med att titta på trädartens genetiska rotutveckling som finns beskriven i facklitteraturen (se 2.6).

2.2 Olika typer av rotsystem

Man brukar dela in trädens rotsystem i tre olika huvudtyper; pålrot-, hjärtrot- och sänkrotsystem (se Figur 1). Mellan dessa finns sedan övergångar och kombinationer.



Figur 1. Från vänster: hjärtrotsystem, pålrotsystem och sänkrotsystem. (Ur Köstler: Die Wurzeln der Waldbäume, 1968).

Pålrotsystem

Pålrotsystem domineras av en vertikalt växande huvudrot, som vid goda markförhållanden kan nå djupt ner i marken. Huvudsidorötter växer ut från sidan av stammen. Pålrotsystemet har en klar differentiering i vertikala och horisontella rötter.

Hjärtrotsystem

Både de typiskt horisontella och vertikala huvudrötterna saknas. I stället finns ett system av snett nedåtriktade, kraftiga, rötter.

Sänkrotsystem

Sänkrotsystem karakteriseras av kraftiga rötter som löper ut parallellt med markytan. Från dessa sidorötter utgår sänkrötter mer eller mindre lodrätt. (Löfqvist m fl, 1973)

2.3 Rotens uppbyggnad

Löfqvist m fl (1973) beskriver rotens uppbyggnad på följande sätt i "Bygga med växter":

"Rotens huvudsakliga funktion är dels en fysiologiskt vatten- och näringsupptagande, dels mekaniskt förankrande. Rotsystemets konstruktion och utseende beror av båda dessa funktioner.

Rötter kan klassificeras efter:

1. funktion
2. storlek, utseende eller läge i jorden

Rothår är encelliga utskott från de yttersta vävnaderna på rotändarna; de svarar för den aktiva kontaktytan utåt för vatten- och näringsupptagning. De har en mycket kort livscykel.

De yngsta aktiva vatten- och näringsupptagande rötterna saknar egentligen benämning. Vanligen är de kortlivade men kan utvecklas till skelettrötter.

Skelettrötter har sekundär tjocklekstillväxt, som medför en förvedning. De är mestadels långlivade och svarar inte längre aktivt för vatten- och näringsupptagning."

"Horisontalrötter:

Rötter som växer nära och parallellt med markytan.

Vertikalrötter:

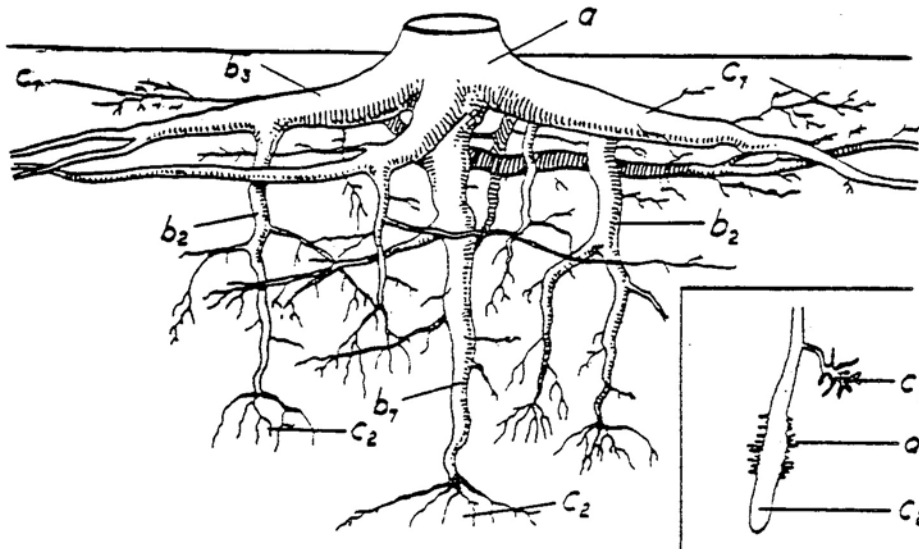
Mer eller mindre lodrätt växande rötter, som kan uppdelas ytterligare i:

Pålroten som fortsätter nedåt under stammen och rothalsen. Den är en vertikal huvudrot.

Hjärtrötter som utgår från rothalsen och går mer eller mindre snett nedåt. De är flera till antalet.

Sänkrötter växer vertikalt nedåt från horisontalrötter.

Med dessa indelningar kan man beskriva både rotsystemets utseende och funktioner. De olika begreppen illustreras i Figur 2.



Figur 2. **a.** rothals, **b₁**. vertikal skelett - pålrot, **b₂**. vertikal skeletttrot - sänkröt, **b₃**. horisontell skeletttrot, **c₁**. liten "ändrot" med begränsad tillväxt, **c₂**. förtjockad "ändrot", **d.** rothår. (Ur Köstler: Die Wurzeln der Waldbäume, 1968).

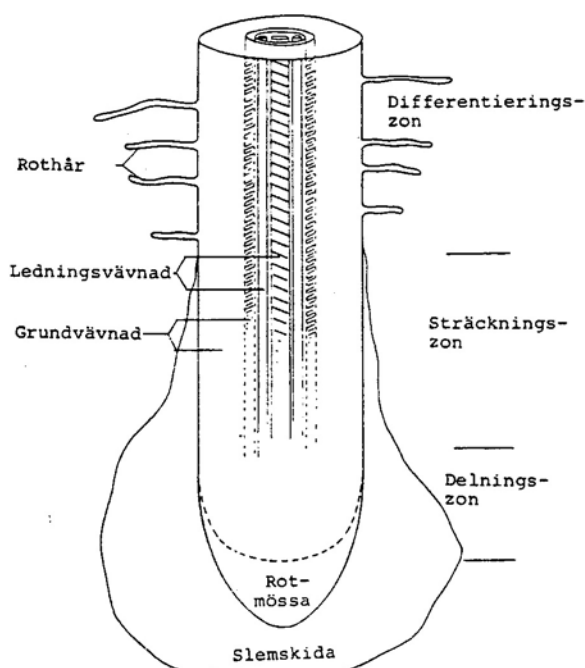
2.4 Rotens funktion och utveckling

Förenklat kan man säga att växters rotsystem blir vad marken och klimatet tillåter det att bli. Trädrötter, liksom andra rötter, växer i mark, på mark, i vatten och i luft bara de rätta tillväxtbetingelserna uppfylls. Undantaget de först bildade rötterna, som reagerar på jordens dragkraft, växer inte rötter mot någon speciell riktning. Rottillväxten sker där omgivningen är fördelaktig, d v s där det finns plats, näring, vatten och syre.

Liksom de ovanjordiska delarna, är rotsystemets utveckling genetiskt betingad. Att rötterna fungerar som de skall är lika viktigt för fotosyntesen och andra livsprocesser i växten, som att bladverket bidrar med sin del. För att rotsystemet skall utvecklas arttypiskt måste marken vara väl-dränerad och ha en god struktur (se kapitel 3). Olika arter och växtslag är också olika känsliga för detta. Utan ett porsystem, som förser rötterna med vatten och som tillåter rötterna att tränga fram genom marken, kan inte växten nå sin optimala utveckling.

Rötterna svarar för huvuddelen av växtens vatten- och näringsupptagning. Denna sker huvudsakligen i själva rotspetsarna. Genom en intensiv förgrening förmår rot-systemet att effektivt penetrera den jordvolym som finns tillgänglig. Antalet rotspetsar kan ses som ett mått på en växts förmåga att ta upp vatten och näring (Eriksson et al, 1974 ur Rolf, 1986).

En rots byggnad och funktion förändras med tiden. De växande rotspetsarna omges av en så kallad rotmössa. Denna bildas från rotspetsen (se Figur 3) och skyddar den framträngande roten från mekanisk skada. Rotmössan avsöndrar ett kolhydratrikt slem, som i första hand underlättar rotens framträngande, ökar kontaktytan mellan rotytan och markpartiklarna och är även ett viktigt substrat för mikroorganismer. Själva rottillväxten sker i rotspetsen genom celledelning och cellsträckning, som gör att tillväxtpunkten drivs framåt. Detta ger rotens längdtillväxt.



Figur 3. Schematiskt längdsnitt av en rotspets (ej skalenlig). (Efter Russel, 1977)

Rothår bildas hos många arter i stort antal, som hårkärsliska utväxter från rotens hudceller, någon millimeter bakom rotspetsen. Rothårzonen varierar i längd från några millimeter till flera centimeter, beroende på växtart och den miljö som roten utvecklas i.

Rothårens största betydelse anses vara, att med en ringa energiåtgång öka den yta som absorberar vatten och näringsämnen. Rothårens förmåga att förankra roten kan vara viktig, då rotspetsen tränger fram genom en svårpenetrerad jord.

2.5 Rotens penetreringsförmåga

Olika undersökningar har visat att en rotspets kan utveckla ett maximalt tryck av 1000 kPa. För att förstå rottillväxten har man sökt ställa den i direkt relation till jordens mekaniska egenskaper, såsom t ex penetreringsmotstånd. Rötterna strävar dock alltid mot de bästa förutsättningarna för att få den optimala rotutvecklingen. När rötterna stöter på kompakterad jord, där rötternas förutsättningar blir klart försämrade, begränsas rottillväxten. (Eriksson, et al, 1974 ur Rolf 1986).

Sedan en rot trängt in i ett avloppsledningsrör kan den förgrena sig hundratals gånger och bilda ett mycket stort antal rottrådar. Rotmassan brukar samla på sig ett lager av fett, bli tunga och hänga ned i vattnet. Skräp och fasta ämnen samlas på rotmassan tills en blockering erhålles. Detta kan medföra att ledningen stoppas igen totalt om ingen åtgärd görs. (Conklin, 1976).

2.6 Olika trädarters rotutveckling och skaderisk på avloppsledningar

Detta kapitel är en litteratursammanställning om rotutvecklingen hos de trädarter som vanligen används i stadsmiljö. Det finns gott om litteratur när det gäller utvecklingen av trädarters ovanjordiska delar. Tyvärr finns det få undersökningar gjorda när det gäller rotutveckling, vilket medför att det finns få upplysningar tillgängliga. En del av uppgifterna kommer också från samtal med personer som arbetar inom området.

Den mest intressanta informationen för just denna undersökning, finner man i den engelska skriften *Tree Roots and Buildings*, av Cutler och Richardson (1989). Det är en sammanställning av en undersökning av olika trädarter som skadat byggnader med sina rötter. Man har samlat in uppgifter om ca 3000 träd, av olika arter och storlekar, som varit placerade med olika avstånd till byggnader. Följande förhållanden observerades som är av intresse för denna undersökning:

1. Det längsta avståndet mellan träd och byggnad vid vilket skador observerats.
2. Det avstånd inom vilket skador var vanligast förekommande (90% av skadefallen).
3. Minsta avstånd mellan träd och byggnad vid vilket risken för skador inte överstiger 5%. Femprocentsgränsen får man räkna som en god säkerhet, men avståndet för 5% kan variera beroende på omgivningen och växtplatsen.

Uppgifterna ger viss uppfattning om trädrötternas räckvidd. De förhållanden som råder på den aktuella växtplatsen har en avgörande betydelse för rotutvecklingen. Dessa uppgifter kan ge en viss uppfattning om vilka trädarter som har kraftigväxande respektive mindre kraftigväxande rotsystem. Syftet är att denna information skall kunna användas som råd och anvisningar vid projektering och planering (se Tabell 1.).

Trädarten har stor inverkan på skadebilden, men trädets ålder och den omgivning den växer i kan ha minst lika stor inverkan.

Rotsystemen art för art

Acer sp. Lönnar, främst skogs- och sykomorlönn
Platanoides, pseudoplatanus

Trivs bäst på lätta porösa jordar med gott ler- och mullinnehåll och god vattentillgång, men klarar även magrare och torrare förhållanden (efter Evans & Almgren mfl, 1984 ur Gunnarsson & Gustavsson, 1989). I mellansverige trivs lönn uppenbart även på styva jordar (Clas Florgård, pers medd).

Både skogslönnen och sykomorlönnen räknas som lättetablerade. Rotsystemet är ytligt och tätt med låg tillväxthastighet och liten rotenergi (Gunnarsson & Gustavsson, 1989). Den låga rotenergin kan innebära ett dåligt etableringsresultat på kompakterad mark och på styv lera. (Efter Bibelriether mfl, 1984 ur Gunnarsson & Gustavsson, 1989).

Sänkrotsystem, kraftiga vertikala rötter saknas. Huvudsidorötter är relativt späda. De löper emellertid i stor mängd, vågformigt upp och ner i de översta decimetrarna. Redan ringa motstånd i jorden, packad mark och hög stenhalt leder till förflackning av rotsystemet (Bucht & Widgren, 1973).

Risk för skador på ledningar och husgrunder:

Maximalt rapporterat avstånd från träd till skada 20 meter

90% av skadefallen var närmare än 15 meter från trädet.

Vid ett avstånd av ca 12 meter är skaderisken under 5% (Cutler & Richardson, 1989).

Aesculus hippocastanum Hästkastanj

Trivs bäst på humusrik genomsläpplig och näringsrik jord med rörligt grundvatten (Gustavsson, 1985). Känslig för rubbningar i sin omgivning som uppfyllning av marken runt trädet eller t ex grävning och schaktning i dess närhet (Rune Bengtsson, pers medd).

Hästkastanjen betecknas som relativt lättetablerad. I likhet med ek utvecklar hästkastanjen en mycket kraftig pålrot under de första åren och rottillväxten är troligen stor under de första åren på bekostnad av höjdutvecklingen. Denna tendens tycks dock ej vara fullt så tydlig som hos ek (Gunnarsson & Gustavsson, 1989).

Risk för skador på ledningar och husgrunder:

Maximalt rapporterat avstånd från träd till skada 23 meter.

90% av skadefallen var närmare än 15 meter från trädet.

Vid ett avstånd av ca 12 meter är skaderisken under 5% (Cutler & Richardson, 1989).

Alnus incana, Alnus glutinosa Gråal och klibbal

Föredrar god tillgång på markfuktighet och näring, dock ej vattensjuk mark. Kan också växa på torr sandjord om näringstillgången är god (efter Olesen, 1985 ur Gunnarsson & Gustavsson, 1989). I motsats till mindre härdiga och mer krävande arter växer al-arterna relativt snabbt även på sämre marker och i kallare klimat (Gunnarsson & Gustavsson, 1989).

Gråalen är mer kortlivad än klibbalen, därför är klibbalen mer passande som stads- och gatuträd än gråalen (Rune Bengtsson, pers medd).

Alarna har hjärtrotsystem. Ingen större horisontell spridning utan starkt vertikalt rotsystem. Saknar starkt växande sidorötter. Hög rotintensitet och rotenergi. Bra penetreringsförmåga och djupgående rötter (2-2,5 meters djup) (Bucht & Widgren, 1973).

Risk för skador på ledningar och husgrunder:

Maximalt rapporterat avstånd från träd till skada 4 meter. (Cutler & Richardson, 1989) (Få rapporterade fall på alar. Därför bristfällig information).

Betula pendula, Betula pubescens Vårtbjörk och glashjörk.

Anspråkslös beträffande jordmånen och tycks föredra lättare, magrare jordar framför tyngre och mycket kalkrika jordar. Vårtbjörken trivs bäst på torrare morän och sandjord, medan glashjörken återfinns på mera fuktiga växtplatser. Båda arterna kännetecknas av ett stort vattenbehov (efter Evans, 1984 ur Gunnarsson & Gustavsson, 1989). Björk kräver vår- eller sen höstplantering för ett bra etableringsresultat (Gunnarsson & Gustavsson 1989).

Har hjärtrotsystem. Stark rotförgrening och horisontell utbredning med finare rötter. Hela rotsystemet blir påfallande litet, så väl till volym som massa. Genomrotar översta humusskiktet. De kraftiga, snett nedåtriktade rötterna når ett djup på mellan 1 till 1,5 meter. På styv jord förflackas rötterna och utvecklar sänkrötsystem. Stor rotutbredning på sandjordar (Bucht och Widgren, 1973). Björkens rotsystem räknas som väldigt aggressivt speciellt i närheten av stammen, men björkens rotsystem är inte så vidsträckt. Detta medför att björken räknas som ett av de träd som har en stor skaderisk på ledningarna i dess närhet, men att skaderisken minskar avsevärt ju längre bort från stammen man kommer.

Risk för skador på ledningar och husgrunder:

Maximalt rapporterat avstånd från träd till skada 10 meter.

90% av skadefallen närmare än 8 meter från trädet.

Vid ett avstånd av ca 8 meter är skaderisken under 5% (Cutler & Richardson, 1989).

Carpinus betulus

Avenbok

Avenboken kan växa på både torra och fuktiga jordar och klarar sig bättre än bok på styva och grunda jordar. Sura jordar och torvjord undviks dock. Avenboken är relativt svåretablerad (Gunnarsson & Gustavsson, 1989).

Avenboken har ett ytligt hjärtrotsystem, som är syrekrävande. Den klarar därför inte av att växa i mark med dålig syrehalt (Rune Bengtsson, pers medd). Rottillväxten är ganska långsam. Rotsystemet blir på sikt ganska litet och den mekaniska rotenergin måttlig (efter Bibelriether mfl, 1968 ur Gunnarsson & Gustavsson, 1989).

Risk för skador på ledningar och husgrunder:

Maximalt rapporterat avstånd från träd till skada 17 meter (Cutler & Richardson, 1989). (Få rapporterade fall på avenbok. Därför bristfällig information).

Crataegus sp

Hagtorn

Trivs bäst på kalkhaltiga jordar men ställer egentligen inte speciellt stora krav på marken utan klarar sig väl på torra som på fuktiga lägen (Gustavsson, 1985).

Hagtorn har ett pålrotsystem, där pålroten är speciellt dominerande i ungdomen. Rotsystemet har en extensiv genomrotning och stor volym (Rune Bengtsson, pers medd).

Risk för skador på ledningar och husgrunder:

Maximalt rapporterat avstånd från träd till skada 11,5 meter.

90% av skadefallen var närmare än 8,7 meter från trädet.

Vid ett avstånd av ca 9 meter är skaderisken under 5% (Cutler & Richardsson, 1989).

Fagus silvatica

Bok

Bok utvecklas bäst på leriga, kalkhaltiga jordar men nöjer sig också med moränmarker. Bok är svåretablerad och kräver omsorg och goda förhållanden för en god etablering. Den ringa rotenergin och känsligheten för dålig genomluftning gör att boken rotar sig mycket grunt på kompakterade jordar (Gunnarsson & Gustavsson, 1989).

Bok är mycket känslig för låg syrehalt i marken vilket ofta är en följd av en kompakterad markhorisont (efter Evans, 1984 ur Gunnarsson & Gustavsson, 1989). Bok är också väldigt känslig för rubbningar i sin omgivning. De faktorer som påverkar bok negativt är bland andra följande:

- * Grävning, schaktning eller fyllning av marken i dess närhet.

- * Avverkning eller omkullblåsning av träd i närheten, som ger ett plötsligt ljusinsläpp (Rune Bengtsson, pers medd).

I ungdomen utbildas en pålrot men denna förlorar tidigt betydelse. Vid 20-30 års ålder brukar det karakteristiska hjärtrotsystemet framträda. Rotvolymen är förhållandevis liten, kraftiga horisontella sidorötter med sällan längre spridning än ett par meter från stammen. Rotdjup; unga-medelålders 1,2-1,4 meter, gamla stora träd 1,6-1,8 meter. Kraftiga vertikala rötter första halvmetern sedan mindre och mindre. Rotdjup på styv lera, kompakterad mark 0,8-0,9 meter (Bucht & Widgren, 1973). Rotdjup på kompakterad mark är dock mycket beroende av vad för typ av packning det är rör sig om och på vilket djup den kompakterade horisonten befinner sig (Rolf, pers medd).

Risk för skador på ledningar och husgrunder:

Maximalt rapporterat avstånd från träd till skada 15 meter.

90% av skadefallen var närmare än 11 meter från trädet.

Vid ett avstånd av ca 12 meter är skaderisken under 5% (Cutler & Richardson, 1989).

Fraxinus excelsior

Ask

Ask trivs bäst på mycket näringsrika, gärna kalkrika marker med pH över 5,5 (efter Evans, 1984 ur Gunnarsson & Gustavsson, 1989). Ask trivs med hög markfuktighet och kan växa på kärrmark (Gustavsson, 1985). Den är även mycket lättetablerad (Gunnarsson & Gustavsson, 1989).

Ask har ett redan från början glest och vitt förgrenat, relativt ytligt rotsystem med medelgod mekanisk rotenergi. Penetreringsförmågan är god även på styva och relativt kompakta jordar (efter Bibelriether mfl, 1968 ur Gunnarsson & Gustavsson, 1989).

Asken har det mest typiska sänkrötsystemet bland lövträden med tydlig differentiering i horisontal- och vertikalled. De kraftiga, vitt omfattande huvudsidorötterna, löper flackt i ytskiktet. Vid 30 års ålder når rötterna ca 1,5 meters djup (Bucht & Widgren, 1973).

Risk för skador på ledningar och husgrunder:

Maximalt rapporterat avstånd från träd till skada 21 meter.

90% av skadefallen var närmare än 13 meter från träden.

Vid ett avstånd av ca 12 meter är skaderisken under 5% (Cutler & Richardson, 1989).

Malus sp

Äpple/apel, frukt och prydnads.

Äpple/apel är inte så nogräknade vad gäller marken, men gynnas av lera och kalk. Trivs bäst på frisk, näringsrik lerjord men också på torvjord och sandjord (Gunnarsson & Gustavsson, 1989).

Äpple/apel har ett extensivt hjärtrotsystem, som varierar i storlek beroende på grundstam (Rune Bengtsson, pers medd).

Risk för skador på ledningar och husgrunder:

Maximalt rapporterat avstånd från träd till skada 10 meter.

90% av skadefallen var närmare än 8 meter från träden.

Vid ett avstånd av ca 8 meter är skaderisken under 5%.

Rapporterade fall innehåller också arter ur familjen Pyrus (päron) (Cutler & Richardson, 1989).

Platanus acerifolia

Platan

Platanen trivs bäst på näringsrika och kalkhaltiga jordar (Nitzelius, 1958). Platanen har stark förmåga att kunna ta till vara på hårt bundet vatten i marken, den klarar därför av att etablera sig även på styva jordar. Rotsystemet är djupgående och av hjärtrotstyp och har en intensiv rotutveckling (Rune Bengtsson, pers medd).

Risk för skador på ledningar och husgrunder:

Maximalt rapporterat avstånd från träd till skada 15 meter.

90% av skadefallen var närmare än 10 meter från trädet.

Vid ett avstånd av ca 10 meter är skaderisken under 5% (Cutler & Richardson, 1989).

Populus sp

Aspar, popplar

Aspar och popplar har inga specifika krav på jorden men gynnas i allmänhet av näringsrik, lerig jord och en god vattentillgång (efter Evans, 1984 ur Gunnarsson & Gustavsson, 1989). Etablering medelgod. Etableringsbeskränning ger ett bättre resultat. Vårplantering rekommenderas. (Gunnarsson & Gustavsson, 1989).

Rötterna har en mycket snabb tillväxt och rotenergin är hög. Det finns exempel på hur svartpoppelhybrider nått ett djup på 140 cm på ett år och 210 cm på två år. Äldre träd kan ha en rotsystemsradie på 40 meter (efter Bibelriether, 1968 ur Gunnarsson & Gustavsson, 1989). Rotenergin är hög och ger djuprotning även på styva jordar speciellt för asp, *Populus tremula* (Gunnarsson & Gustavsson, 1989).

Har sänkrötsystem. Talrika huvudsidorötter utgår från rotbasen. De blir längre på magra ståndorter än på rika. På lätta jordar, t ex lättlera, får rötterna en mer djupgående tendens och ett mer hjärtrötsliknande rotsystem utvecklas. På styva jordar sker en förflackning och horisontaltendens (Bucht & Widgren, 1973).

Risk för skador på ledningar och husgrunder:

Maximalt rapporterat avstånd från träd till skada 30 meter.

90% av skadefallen var närmare än 20 meter från trädet.

Vid ett avstånd ca 18 meter är skaderisken under 5% (Cutler & Richardson, 1989).

Prunus sp.

plommon, körsbär och hägg

Markkraven är små men bästa utvecklingen nås på kalkrika varma jordar. Ståndortskraven för hägg, *Prunus padus*, är små men bästa utvecklingen nås på fuktig näringsrik och mullrik jord. Den är lättetablerad (Gunnarsson & Gustavsson, 1989). Hägg har vidsträckta horisontella rötter (Cutler & Richardson, 1989) samt ett intensivt rotsystem. Hägg är inte så känslig för dålig syrehalt i marken (Rune Bengtsson, pers medd).

Fågelbär, *Prunus avium* trivs bäst på näringsrik, lucker, varm och kalkhaltig jord (efter Holmåsen, 1980 ur Gunnarsson & Gustavsson, 1989). Rotsystemet är vidsträckt och extensivt. Fågelbär är mycket känslig för dålig syrehalt i marken. Plommon- och körsbärssorterna har inte lika vidsträckt rotsystem som fågelbäret (Rune Bengtsson, pers medd).

Risk för skador på ledningar och husgrunder:

Maximalt rapporterat avstånd från träd till skada 11 meter.

90% av skadefallen var närmare än 7,5 meter från trädet.

Vid ett avstånd av ca 5 meter är skaderisken under 5% (Cutler & Richardson, 1989).

Quercus sp.

ek, främst skogs- och rödek.

Markkraven är små och man kan finna den på såväl lätta som styva leror och på torra såväl som blöta jordar (efter Evans, 1984 ur Gunnarsson & Gustavsson, 1989). Relativt svåretablerad. Bästa etableringsresultat vårplantering (Gunnarsson & Gustavsson, 1989).

Ekar utbildar som unga en pålrot men redan efter 10-12 år är de horisontella rötterna kraftigare. Från 30 års ålder dominerar de kraftiga huvudsidorötterna från vilka spädare sänkrötter bildas. Sidorötterna går först snett nedåt men viker av till horisontalt läge i ett tidigt stadium. Vid hög ålder förstärks huvudsidorötterna ytterligare och sänkrötterna blir dominerande. Rötterna kan tränga ner 1,5-2 meter. På styv lera förflackas de till horisontella rötter som kan nå långa sträckor. Enstaka sänkrötter kan tränga djupt ner i den styva leran (Bucht & Widgren, 1973).

Rottillväxt är relativt snabb. Stort och intensivt rotsystem. Extensiv genomrotning av stor volym, hög mekanisk rotenergi (Gunnarsson & Gustavsson, 1989).

Risk för skador på ledningar och husgrunder:

Maximalt rapporterat avstånd från träd till skada 30 meter.

90% av skadefallen var närmare än 18 meter från trädet.

Vid ett avstånd av ca 18 meter är skaderisken under 5% (Cutler & Richardson 1989).

Salix sp.

sälg och pil.

Näringskraven är oftast måttliga och flertalet arter tål eller föredrar fuktiga växtplatser. Kraven på syre i marken är små. Till undantaget hör dock sälgen, *Salix caprea*, som kan växa mycket torrt och korgvidet, *Salix viminalis*, som trivs bäst på näringsrik och gärna kalkhaltig jord. Etableringsförmågan är relativt god och förbättras med vårplantering och etableringsbeskärning. Kompakterad mark ger sämre tillväxt (Gunnarsson & Gustavsson, 1989).

Risk för skador på ledningar och husgrunder:

Maximalt rapporterat avstånd från träd till skada 40 meter.

90% av skadefallen var närmare än 18 meter från trädet.

Vid ett avstånd av ca 15 meter är skaderisken under 5% (Cutler & Richardson, 1989).

Sorbus sp.

rönnar och oxlar.

Kraven på mark är små och de kan växa både på torr och mager jord. Tillväxten gynnas dock av goda markförhållanden. Är relativt lättetablerad (efter Olesen, 1985 ur Gunnarsson & Gustavsson, 1989).

Vid ohämmad utveckling utbildar oxel ett utbrett men även djupgående hjärtrotsystem. Oxels rotutveckling påverkas i hög grad av markförhållanden, den anpassar sig till ogynnsamma betingelser genom att bilda ett flackt sänkrotsystem (Bucht och Widgren, 1973). Oxel är mycket känslig för dålig syrehalt i marken, medan rönn klarar sådana förutsättningar bättre (Rune Bengtsson, pers medd).

Risk för skador på ledningar och husgrunder:

Maximalt rapporterat avstånd från träd till skada 11 meter.

90% av skadefallen var närmare än 9,5 meter från trädet.

Vid ett avstånd av ca 9 meter är skaderisken under 5% (Cutler & Richardson, 1989).

Tilia spp.

lindar

Lindar utvecklas bäst i näringsrik jord med god vattentillgång och relativt höga pH-värden. Tillfredsställande utveckling även på något sämre jordar (Rune Bengtsson, pers medd). Lindars rottillväxt är starkt beroende av ståndortsförhållanden och rötterna söker alltid den lättaste vägen. Den mekaniska rotenergin är ganska liten och på kompakterade och styva jordar blir rotsystemet mycket grunt. Tillväxthastigheten är medelmåttig (efter Bibelriether mfl, 1968 ur Gunnarsson & Gustavsson, 1989).

I ungdomen utvecklas en pålrot som tidigt ersätts av hjärtrötter. Dessa är korta och förgrenar sig snabbt. Någon differentiering i horisontella och vertikala rötter kan inte observeras i normala fall. Under optimala betingelser når rötterna ner till 1,0-1,3 meters djup. På styv lerjord når rötterna ca 0,7-0,8 meter (Bucht & Widgren, 1973).

Risk för skador på ledningar och husgrunder:

Maximalt rapporterat avstånd från trä till skada 20 meter.

90% av skadefallen var närmare än 11 meter från trädet.

Vid ett avstånd av ca 14 meter är skaderisken under 5% (Cutler & Richardson, 1989).

Ulmus spp.

almar

En frisk och näringsrik jord ger den bästa utvecklingen. Lerhalten är av mindre betydelse (efter Möller, 1977 ur Gunnarsson & Gustavsson, 1989). Lättetablerad med relativt god tillväxt på sandjord men betydligt sämre på kompaktare jordar (Gunnarsson & Gustavsson, 1989).

Almen utbildar i ungdomen en pålrot som den bibehåller till hög ålder. Pålroten förgrenar sig emellertid redan vid 0,3-0,6 meters djup eller böjer av i horisontell riktning. Almens rotsystem brukar därför betecknas som ett kombinerat hjärt-pålrotsystem. Den rotar sig i regel djupt även på styva jordar. Rötterna växer gärna in i intilliggande åkrar eller i rörligt, syrerikt grundvatten. Extensiv genomrotare av stor volym (Bucht och Widgren, 1973).

Risk för skador på ledningar och husgrunder:

Maximalt rapporterat avstånd från träd till skada 25 meter.*

90% av skadefallen var närmare än 19 meter från trädet.

Vid ett avstånd av ca 19 meter är skaderisken under 5%

* = De flesta rapporterade almarna var döda eller döende (Cutler & Richardson, 1989).

Pinus spp.

tallar

Tallen kan sägas vara en plastisk trädart, vars rötter morfologiskt kan anpassa sig till olika ståndorter. Men det karakteristiska pålrotsystemet utbildar sig bäst på lucker sandjord. I unga åldrar är pålroten mest dominerande och i sin kraftigaste tillväxt. Vid en ålder av 30-40 år når den ett djup av 1,8-2,5 meter. Vid hög ålder tenderar pålroten att tillbakabildas, men är fortfarande utpräglad. Vid 20-30 års ålder svarar de horisontella rötterna för den största rottillväxten. Ju tätare jorden är desto mindre utpräglad blir pålroten och desto starkare blir rotförgreningen (Bucht & Widgren, 1973).

Maximalt rapporterat avstånd från träd till skada 8 meter. (Cutler & Richardson, 1989). (Få rapporterade fall på tall. Därför bristfällig information).

Förklaring till tabell 1.

Stjärnorna i tabellen visar trädarternas amplitud över skaderisken på ledningssystem. Åldern och den omgivning de växer i har dock en avgörande betydelse. Därför kan trädarter som uppnår hög ålder även vara markerade från liten till stor skaderisk. Generellt skall man vara mest observant på arter vars markeringar är placerade i stor och mot medel eller liten skaderisk.

Tabell 1. Olika trädarters skaderisk på ledningssystem

TRÄDART		ROTSYSTEMS SKADERISK		
VETENSKAPLIGT NAMN	SVENSKT NAMN	STOR	MEDEL	LITEN
Acer sp	Lönnar	*****		
Aesculus hippocastanum	Hästkastanj	*****		
Alnus sp	Alar	*****		
Betula sp	Björkar	*****		
Carpinus betulus	Avenbok	*****		
Crataegus sp	Hagtorn	*****		
Fagus silvatica	Bok	*****		
Fraxinus exelcior	Ask	*****		
Malus sp	Äpple/apel	*****		
Platanus acerifolia	Platan	*****		
Populus sp	Asp Poppel	***** *****		
Prunus sp	Fågelbär Hägg Körsbär Plommon	***** ***** ***** *****		
Quercus sp	Ekar	*****		
Salix sp	Pil Sälg	***** *****		
Sorbus sp	Oxel Rönn	***** *****		
Tilia	Lindar	*****		
Ulmus sp	Almar	*****		
Pinus sp	Tallar	*****		

3 MARKFÖRHÅLLANDEN

3.1 Allmänt

För att ett träd skall kunna leva och utvecklas måste det få sina behov tillgodosedda. En tillräckligt stor jordvolym, är ett viktigt behov att uppfylla.

Markens egenskaper är nog den faktor, som man har tagit minst hänsyn till när man har försökt att ta reda på orsakerna till varför rötter trängt in i ledningar. Marken är det viktigaste ett träd har tillsammans med syret och koldioxiden i luften.

Det finns inga dokumenterade belegg för samband mellan rotinträngning och markens egenskaper. Detta kan bero på att inga samband finns eller på att inga undersökningar har gjorts. Teorier om att marken har betydelse finns och detta kapitel vill visa på markens betydelse för träden och rotutvecklingen samt ge begrepp som används när man diskuterar mark och träd.

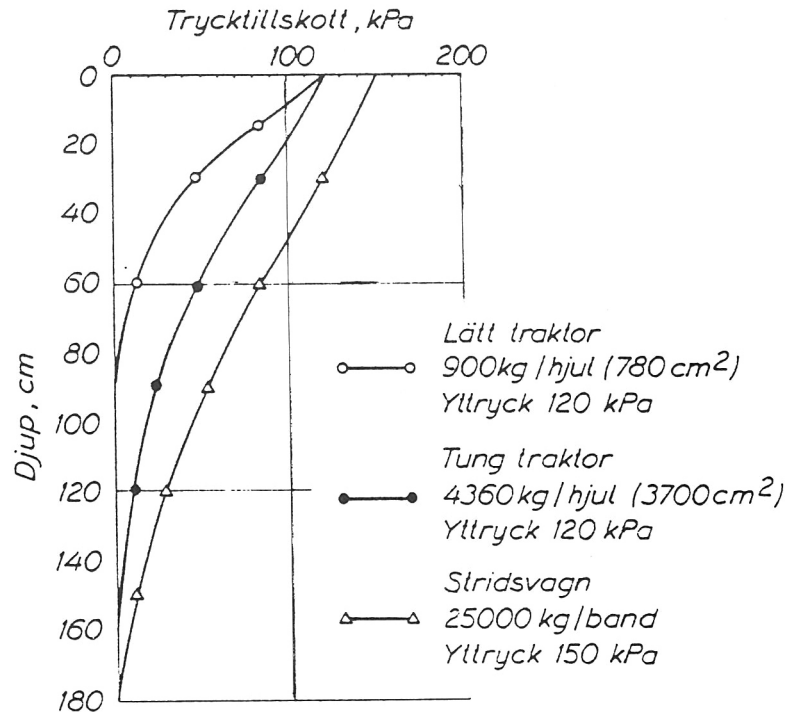
För att trädets fotosyntes skall fungera tillfredsställande, måste rotsystemet kunna förse de ovanjordiska delarna med vatten och näringsämnen. Försvåras rotsystemets möjligheter att ta upp näringsämnen ur marken, kommer det att resultera i att de ovanjordiska delarna får hämmad tillväxt, gulnande blad och döda grenpartier m m. Markförhållandena för träd i stadsmiljö skiljer sig mycket från trädens naturliga rotmiljö.

Ett träd som planteras i stadsmiljö utsätts för faktorer som kan påverka dess utveckling negativt. De vanligaste och allvarligaste faktorerna som kan begränsa trädets utvecklingsmöjligheter är följande:

1. Utfylld mark och marken runt byggnader, innehåller ofta material som inte finns i naturliga jordar. Exempel är trä, plast, tegel, betong, asfalt m m som påverkar de fysikaliska, kemiska och biologiska processerna i marken. De främmande materialen kan ge sämre rotförhållanden, minskad vattenhållande kapacitet och utveckla gaser som är giftiga för djur och/eller växter. En annan stress för växterna som förekommer i marken är natrium- och kloridjoner som kommer från vägsalt.
2. Begränsningen av rottillgänglig jordvolym, är ett stort problem för träd i gatumiljö. En vanlig jordvolym för träden är i dag 3-4 m³, när ett stort träd behöver en jordvolym på mellan 10-20 m³, för att kunna tillgodose sitt vatten- och näringsbehov. Man förstår då att träden har svårt att utveckla sig arttypiskt, när tillväxtförhållandena är begränsande (se Figur 4).
3. Packad mark finner man i stor omfattning i tätorterna och är den faktor som vid nyanläggning har störst inverkan på växtmateriallets etableringsmöjligheter. Vid anläggandet av t ex bostadsområden används maskiner i olika storlekar. Dessa körs omkring okontrollerat på marken, med olika packningsresultat beroende på ringtrycket i däckerna och maskinens totalvikt (se Figur 5). Packningen orsakar en minskning av jordens porvolym. Detta ger minskad genomsläpplighet för vatten, förändringar i mängden växttillgängligt vatten och det kan minska växtens näringsupptagning.



Figur 4. Horisontaltendens hos rötter pga en kompakterad terrass. (Foto: Hans Bjärstål)



Figur 5. Trycktillskott i marken under lätt jordbrukstraktor med 0,9 t hjullast, däckbredd 30 cm; tung jordbrukstraktor med 4,4 t hjullast, däckbredd 62 cm; stridsvagn med 50 t totalvikt, bandbredd 61 cm. (ur Eriksson m fl, 1974)

3.2 Olika jordarters inverkan på trädets utvecklingsmöjligheter

Olika jordarter har olika förmåga att magasinera vatten och bjuder skilda mekaniska motstånd. Jordens förmåga till aggregering beror på den mekaniska sammansättningen och jordens innehåll av organiskt material.

Sandjordar

Växter på sandjordar är torkkänsliga på grund av ett litet rotdjup och jordens dåliga vattenhållande förmåga. Rotsystemet på en sandjord utvecklas i det övre mullrika lagret på grund av den större vattenbindande förmåga som det organiska materialet ger jorden. En djupare rotutveckling försvåras av ett kraftigt mekaniskt motstånd.

Mojordar

Mojorden är ur markfysikalisk synpunkt en idealisk jordart. Mojordarnas kornstorlek garanterar gynnsamma porositetsförhållanden även om aggregatstrukturen är svagt utvecklad. Den växttillgängliga vattenkapaciteten är medelgod, men den kapillära vattentransporten är god. Möjligheterna för en bra genomrotning på djupet är goda.

Mjälajordar

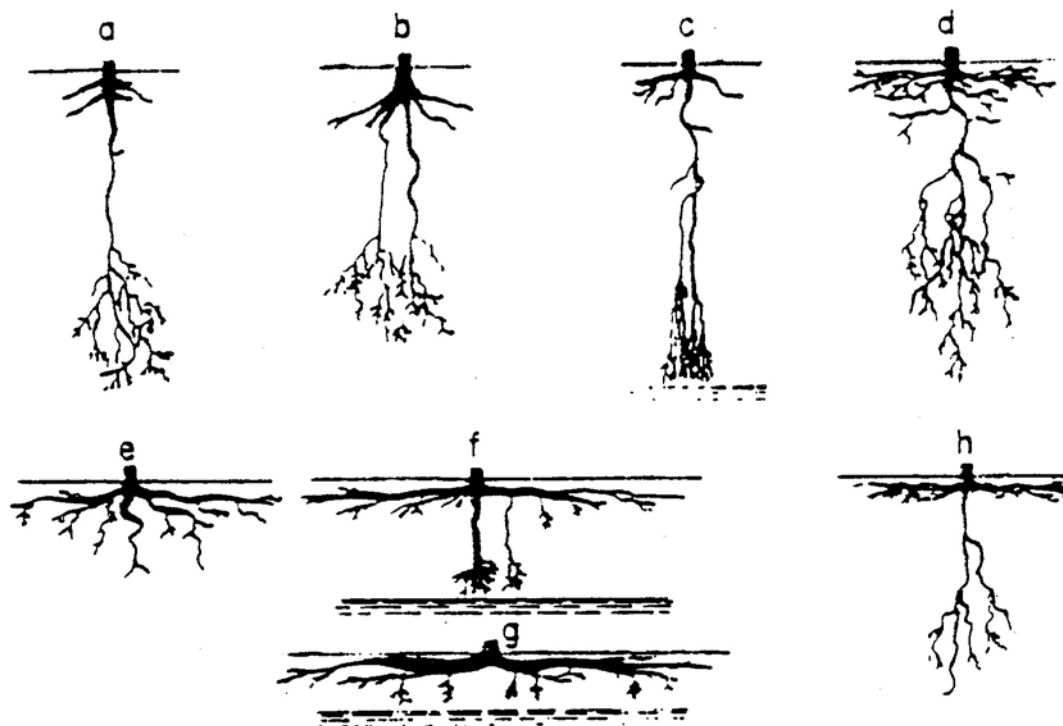
En typisk mjälajord innehåller 50-70 % mjälamaterial och 15-30% ler. Mjälajordar har en svag struktur med tendens till igenslamning, flytning, vattenerosion och skorpbildning. Mjälajordar har en hög vattenhållande kapacitet men har mestadels en massiv struktur som gör den rotovänlig.

Lerjordar

Lerjordar har många speciella egenskaper, som varierar med lerhalt och typ av lermineral. Massiv lerjord är ogenomsläpplig och den naturliga genomsläppligheten är betingad av sprickor, maskhål, rotkanaler o dyl. Leran krymper vid upptorkning och skapar därmed breda och djupa sprickor. Den vattenhållande förmågan är stor men större delen av vattnet är hårt bundet och ej växttillgängligt. Lerjordar har en stabil aggregatstruktur och risken för igenslamning är liten. En lerjord som inte är packad erbjuder växterna goda möjligheter till en god rotutveckling.

Man talar ofta om att vissa växter trivs på t ex lerjordar och andra på lättare jordar, typ sandjordar. Detta kan bero på att växter på respektive ståndort kan utveckla ett för växten optimalt rotsystem eller att växten funnit sin ekologiska nisch, dvs har en god konkurrenskraft gentemot andra arter.

Hur ett trädets rotsystem utvecklas beror på en mängd faktorer. Många studier har gjorts av rotsystem av skilda växtslag och arter men jordarten indikerar bara vissa egenskaper hos jorden. Jordens tillstånd vid undersökningstillfället och även en tid tillbaka är högst väsentligt för att förstå rotutvecklingen på en specifik växtplats (se Figur 6).



Figur 6. Ståndortens inverkan på rotsystemets utseende. (a, b) Pålrötter och hjärtrötter med svagt utbildat övre rotsystem; grova sandjordar som underlagras av finare jord. (c) Djupgående rotsystem med på djupet utbildade finrötter orsakat av långsam kapillär stigning. (d) Ytligt och djupt utbildat finrotsystem orsakat av ett mellanliggande lager av poröst material. (e) Flackt hjärtrotsystem utvecklat i en lerbjord som överlagrar sand. (f) Flackt rotsystem utvecklat i en jord med djupt stående grundvattenyta. (g) Flackt rotsystem utvecklat i en organisk jord med ytligt stående grundvattenyta. (h) Rotsystem utvecklat i en urlakningsjordmån rik på organiskt material i ytan. (ur Kozlowski, 1971.)

Markens inverkan på trädets utveckling

Vad kräver träden för att växa:

*Luft
Vatten
Näring
Utrymme*

Vilka egenskaper har en bra växtjord:

*Skall ge stöd och fäste åt växtens rötter.
Tillgodose behovet av näringsämnen.
Innehålla tillräckligt med vatten och syre.
Ha goda bearbetningsegenskaper.*

Vanliga egenskaper hos jordar i stadsmiljö:

*Ofta kompakterade.
Hög volymvikt och låg porvolym.
Varierande och ofta låg halt organiskt material.
Störd näringscykel.
Ofta skorpbildningar på bar jord, jordarna blir vattenfrånstötande.
Innehåller ofta fyllnadsmaterial som betong, tegel, asfalt m m.*

Vad blir följden av packning för en jord i stadsmiljö:

*Porvolymen minskar.
Sämre genomsläpplighet för vatten.
Sämre upptorkning.
Syrebrist i marken.
Större motstånd för rötterna.
Sämre gasutbyte-genomluftning av marken.*

Vad blir följden för ett träd på en packad jord i stadsmiljö:

*Minskad näringsupptagning.
Minskad vattenupptagning.
Hämmad tillväxt och sämre vitalitet.
Minskad syreupptagning för rötterna.
Rotsystemet förflackas och får horisontal tendens.
Om utrymme ges kan rötterna leta sig ner i närliggande rörgrav.*

Några enkla men effektiva råd för att undvika packningsskador

- * Undvik onödig körning på marken.
- * Kör inte i våt jord !
- * Planera in transporterna vid nyanläggning för ett område till de befintliga eller planerade hårdgjorda ytorna.
- * Använd inte axeltryck över 4-6 ton.
- * Välj däck med stor volym = lågprofildäck (LP-däck).
- * Var speciellt försiktig på lerjordar.
- * Använd lågt lufttryck, 40-80 kPa (0,4-0,8 kg/cm²)
- följ tillverkarens rekommendationer.
- * Köp däck som tål det låga lufttrycket.
- * Kom ihåg! Det är däckstrycket som bestämmer skadans omfattning och totalvikten (axeltrycket) som bestämmer hur djupt den går.