

Analys nr 23, omläggningskostnaderna - strategier.

Om en kommun ägnar större tid åt förebyggande insatser för att lösa rotproblemet så minskar inte kostnaderna för omläggning/förnyelse av avloppsledningarna där den primära orsaken är rotinträngning, utan det ger istället ökande kostnader. Detta kan troligtvis förklaras genom följande teorier:

- Att de vanligaste förebyggande åtgärderna, rotskärning och högtrycksspolning kan eventuellt vara orsaken till att kommuner som ägnar mer tid åt förebyggande insatser får högre omläggningskostnader än de kommuner som endast åtgärdar rotproblemen i form av akuta punktinsatser. Orsaken till denna teori är den att upprepad rotskärning och högtrycksspolning ger en stimulerad rottillväxt respektive konditionsförsämring på ledningen. Dessa orsaker gör att man ofta måste byta ut eller renovera den/de avloppsledningar betydligt tidigare än beräknat.
- Att kommuner som endast använder sig av akuta punktinsatser byter ut eller renoverar ledningar med rotproblem först när man upptäckt dessa och insett rotinträngningens omfattning på den aktuella avloppsledningen.
- Att rotproblemen inte är av någon större omfattning hos de kommuner som uppgett att de endast använder akuta insatser mot rotinträngning.

Analys nr 24, omläggningskostnaderna - förebyggande planering.

Även i denna analys som berörde sambandet om kommunerna använder sig av en förebyggande plan eller ej mot rotinträngningsproblemet och kostnaderna för omläggning/förnyelse av avloppsledningar primärt p.g.a. rotinväxning, visade sig ha ett samband tväremot det man kanske hade förväntat sig. De kommuner som planlägger sin verksamhet mot rotproblemen får en hög och inte en låg omläggningskostnad. Detta kan troligtvis förklaras genom följande teorier:

- Att kommuner som planlägger rotbekämpningen gör det oftast med bakgrund av den inventering som gjorts i form av TV-inspektion av ledningens aktuella kondition. Genom en TV-inspektionerna så går det att bedöma om en ledning går att hållas funktionsduglig genom driftsåtgärder eller om den måste bytas ut eller renoveras.
- Att bara för att man planlägger sin rotbekämpning i avloppsledningar, så behöver det inte automatiskt betyda att det genererar lägre kostnader på lång sikt. Det kan faktiskt vara så att man använder sig av fel metoder i den förebyggande verksamheten.
- Att de kommuner som har en förebyggande plan är de som har de största och mest omfattande problemen med rotinträngning och därför har de högsta omläggningskostnaderna.
- Att de kommuner som inte har en plan har ett stort latent problem som de inte vet om eftersom de inte har gjort någon närmare undersökning på sitt avloppsledningsnät.

5. DISKUSSION

Trädrötter som växer in i avloppsledningar och åstadkommer driftsstörningar är vanligare än man tidigare trott. Detta påstående är klart belagt efter drygt två års undersökning med bl a. enkätresultaten som faktaunderlag. De fakta som tyder på att rotinträngningen är betydligt större än vad man befarat bland Sveriges kommuner presenteras under följande kategorier:

- Problemmedvetande
- Befintliga åtgärder och metoder
- Planering och projektering
- Kostnader

5.1 Hur upplever man i kommunerna rotinträngningsproblemet

Rotinträngning i avloppsledningar förekommer i princip i hela landet. Detta visar svaren från enkätundersökningen där 99% av de kommuner som deltog i undersökningen (242 av 286 möjliga) svarade att de hade problem med rotinväxning på sitt kommunala avloppsledningsnät. Problemet har alltså en stor geografisk spridning men hur stor är egentligen dess omfattning?

På frågan om hur man upplevde problemet med rotinväxning i avloppsledningsnätet så svarade majoriteten (65%) av kommunerna att de upplevde problemen som måttliga medan 17% upplevde dem som stora och 15% som små. Vid en närmare undersökning så visade det sig dock att de kommuner som svarade att de hade måttliga problem åtgärdade i snitt mer avloppsledningar än de som upplever problemet som stora. Man kan tolka detta på två sätt.

Antingen har kommunerna överskattat problemet med rotinträngning eller så har man underskattat det. Det mest troliga är nog det senare. Detta med tanke på att det vid samtliga analyser av samband mellan kostnaderna för åtgärder mot rotinväxning och problemuppfattning, fanns signifikanta värden som påvisade att kommuner med måttliga och stora problem också har de högsta åtgärdskostnaderna. Orsaken till att de flesta kommunerna har svarat att de upplever problemen som måttliga har troligtvis att göra med att de inte riktigt vet hur problemsituationen ser ut i kommunen samt att rotinträngningsproblemet i proportion till övriga problem på avloppsledningsnätet ter sig rätt rimliga. En annan orsak till att kommunernas svar inte speglar de faktiska problemen kan ha att göra med frågeställningen, 'Stora, måttliga, små och inga problem'. Dessa alternativ är relativa och kan betyda olika mycket för olika uppgiftslämnare.

På frågan om kommunen använder sig av någon plan som anger vilka insatser som årligen skall användas för att bekämpa trädrötter i avloppsledningarna, svarade bara 39 kommuner att de har en sådan plan. Dessa 39 kommuner har de klart högsta kostnaderna när det gäller att komma till rätta med trädrötter. Det visade sig emellertid vara så att de kommuner som inte använder sig av en förebyggande plan har sämre dokumentation av de årliga driftskostnaderna för rotbekämpning i avloppsledningarna.

Tänkbara förklaringar till att de kommuner som har en förebyggande plan har högre kostnaderna för rotbekämpning är följande:

- Kommuner med en plan har identifierat rotinväxning i stor omfattning på sitt avloppsledningsnät och har därför insett att det inte går att på ett effektivt och ekonomiskt fördelaktigt sätt lösa problemen utan en förebyggande planering (se figur 4).
- Kommuner med en förebyggande plan vet att årliga driftåtgärder endast ger temporär effekt och därför lägger man om/renoverar avloppsledningar med rotproblem i större omfattning.
- Kommuner utan en förebyggande plan har en mindre bra kontroll av konditionen på sitt avloppsledningsnät. Detta gör att kommunen har mindre möjligheter att upptäcka rotproblemen.
- Kommuner utan en förebyggande plan tycker sig klara av de problem som man har eller rättare sagt känner till.

En annan fråga i enkäten som har en nära koppling till slutsatserna angående användandet av en förebyggande plan eller ej, gäller för vilken typ av avloppsledning som problemet dominerar. Det visade sig att kommunerna hade uppfattat att rotinträningar är mest förekommande på spillvattenledningar (70%) och att de förekommer minst på dagvattenledningarna (4%). Det man dock bör beakta när det gäller svaret på denna fråga är att problemet på dagvattenledningarna förmodligen är mycket större än vad de flesta kommunerna har uppgivit. Detta beror främst på att spill och kombinerade avloppsledningar har en mycket högre prioritering än dagvattenledningarna, vilket gör att man bara i begränsad omfattning undersöker dagvattenledningar i förebyggande syfte. När det gäller problemets förekomst på dagvattenledningar så kan det finnas ett stort mörkertal som det i framtiden finns all anledning att vara observant på.



Figur 4. Tittar man efter så finner man problem, tittar man inte efter så har man inga problem? (Foto: Örjan Stål)

5.2 Vilka åtgärder och metoder sätts idag in mot rotinträngning

När det gäller frågan om vilka metoder och åtgärder som vanligtvis används för att avlägsna eller för att motverka framtida rotinträngning, så uppgav de flesta kommuner att de använder sig av en kombination av flera olika metoder för att komma till rätta med problemet på sitt avloppsledningsnät. I enkäten så frågade man efter 2 typer av åtgärder.

1. Metoder som används som driftåtgärder för att avlägsna trädrötter i avloppsledningar.
2. Omläggning eller förnyelser av avloppsledningar där rotinträngning är huvudorsaken.

Driftåtgärder för att avlägsna trädrötter i avloppsledningarna.

På frågan om vilka metoder som används för att avlägsna rötter i avloppsledningar svarade 33% högtrycksspolning och 56% någon form av rotskärning. Omläggning/förnyelse som driftåtgärd uppgavs av 9% av kommunerna. Övriga metoder utgjorde endast 1%. Det visade sig alltså att de vanligaste metoderna för att ta bort rötterna var de gamla beprövade metoderna. När det gäller dessa bör nämnas att de tagits fram och utvecklats utifrån ett va-tekniskt perspektiv utan tanke på de biologiska effekterna. Metoder som högtrycksspolning och rotskärning används alltså i stor utsträckning, utan att man ifrågasätter de långsiktiga effekterna av dessa metoder. Genom att dessa metoder inte utarbetats i samklang med de biologiska förutsättningarna, så kan man i vissa fall t.o.m. få ökande problem på lång sikt. Följande komplikationer är vanliga när man använder sig av traditionella metoder för rotbekämpning :

1. Högtrycksspolning i ledningar kan bidra till att rotinträngningen ökar i intensitet genom att högtrycksspolning kan medverka till att tätningen i rörfogen spolats bort. Risken för detta är störst på ledningar som har tätning av garn och cement i rörfogarna.
2. Rotskärning av rötter i ledningar stimulerar tillväxt av trädets rotsystem. Det positiva resultatet av rotskärningen blir därmed kortvarigt.
3. Upprepade rotskärningar på samma ledningssträcka ger större risk för att godset i ledningarna skadas. Detta kan ge en konditionsförsämring på den aktuella ledningssträckan. (Stål & Mattson, 1994)

När kommunerna väljer strategi för att komma till rätta med rotproblemen användes mer akuta åtgärder än förebyggande. De metoder som till största delen används vid de akuta åtgärderna är högtrycksspolning och rotskärning. Noteras bör också att de flesta kommuner som åtgärdar ledningar i förebyggande syfte även där använder sig av högtrycksspolning och rotskärning. Med anledning av de resultat som framkommit om metoder och strategi för rotbekämpning, så finns det anledning att misstänka att problemet kan komma att öka snarare än att minska om inte rätt metod används vid rätt tidpunkt och tillfälle.

Omläggning eller förnyelser av avloppsledningar där rotinträngning är huvudorsaken

På frågan i enkäten om hur vanligt det är att man årligen lägger om eller förnyar avloppsledningar där rötter är huvudorsaken, så svarade 66% av de aktuella kommunerna att det förekommer minst en gång per år. Dessa kommuner anser oftast att omläggning/förnyelse är den enda riktiga lösningen på rotproblemet, varför man endast använder sig av drif-tåtgärder som temporär åtgärd i akuta situationer. Kommunernas motiv till att prioritera omläggning/förnyelse av avloppsledningar med rotproblem, är att man vill få en funktionsduglig ledning som inte kräver något framtida rotunderhåll. Omläggning/förnyelse är oftast förenat med stora kostnader varför man förutsätter att en sådan åtgärd skall ge en slutlig lösning på problemet med rötter. Man har upptäckt att omläggning/förnyelse av avloppsledningar som drabbats av rotinträngning ofta sker utan att man företagit någon större undersökning av vilka förutsättningar som råder på det drabbade området både vad gäller själva ledningsträckan och den intilliggande vegetationen. Att inte ta tillräcklig hänsyn till samtliga påverkande faktorer kan ge följande ekonomiska och tekniska konsekvenser :

1. Stora kostnader läggs ibland ned på omläggning/förnyelse av en avloppsledning som om rotinträngningen stoppas skulle vara fullt funktionsduglig. Träden som orsakat rotinträngningen får stå kvar trots att man inte genomfört en närmare undersökning av trädens vigör eller estetiska och kulturella värde.
2. Reparation och omläggning av befintliga dagvattenledningar vid ett bostadsområde med ett intilliggande grönområde sker ibland utan övervägande av möjligheterna att istället ersätta ledningarna med "öppna dagvattenlösningar" som integreras i omgivande grönområde (se figur 5). (Stål & Mattson, 1994)
3. Utbyte eller relining av själva ledningsträckan, sker ibland utan vidtagande av tillräckliga tätningsåtgärder vid nedstigningsbrunnarna eller vid eventuella servisövergångar. Efter ett par år kan rötterna antingen följt ledningens utsida eller utrymmet mellan den gamla ledningen och den nya relinade ledningen och sedan tränga in genom servisövergångarna och brunnsringar. (Rolf Mansfeldt och Bruno Berggren, pers medd)
4. Det råder en viss osäkerhet om nya avloppsledningar verkligen ger ett fullgott skydd mot rotinväxning. Detta visar en speciell undersökning om rotinträngningar på nya avloppsledningar (lagda efter 1979), som visar indikationer på rotinträngning även på avloppsledningar lagda från 1980 - 1985. Det är svårt att säga varför rötter växer in även i nyare rör med god tätning i fogarna. Anledningen kan vara ett dåligt läggningsförfarande, men man kan inte utesluta att dagens rör inte har ett tillräckligt bra skydd mot inträngning av trädrötter (Stål & Rosenlöf, 1995).

Av ovanstående framgår att omläggning/förnyelse som utförs primärt p.g.a. trädrötter ofta sker alltför slentrianmässigt. Detta kan leda till att kostnaderna ibland blir högre än de borde vara samt att det fortfarande föreligger risk för rotinträngning på den omlagda eller renoverade ledningen.



Figur 5. Ovan ett område med ett nedgrävt dagvatten magasin i direkt anslutning till vägen och "stubba-pilarna". Nedre bilden visar rotinträngning av stor omfattning i dagvattenmagasinet (1000 mm i diameter) där 30 kubikmeter rötter har fått handschaktas bort. (Foto: Örjan Stål)

5.3 Planering för att förhindra rotinträngning

Efter drygt två års studier av problemet med rotinträngningar i avloppsledningar så har det kunnat visas att kommunikationen mellan park- och va-förvaltningar i de flesta kommuner är mycket dålig, i synnerhet när det gäller problem med rotinträngning.

Rotinträngningsproblemet vid befintliga anläggningar

När rotproblem uppstår i avloppsledningar gör de ansvariga på va-förvaltningarna utifrån problemets omfattning inne i ledningen en bedömning av lämplig åtgärdsmetod. Det är tyvärr väldigt ovanligt att man undersöker förhållandena vid och omkring den aktuella avloppsledningen för att ta reda på orsakerna till rotinträngningen. De som ansvarar för driften av avloppsledningssystemet har ofta otillräcklig kunskap om möjligheterna att komma tillrätta med problem med inträngande trädrötter. Sålunda betraktas rotskärning i ledningarna på många håll fortfarande som en permanent lösning. Någon samlad plan för återkommande rotskärning utförs sällan. (Peter Stahre, pers medd)

Problemet är alltså att "va-teknikern" i allmänhet litar alltför mycket till de tekniska lösningarna utan att försöka vända sig till andra yrkeskåror för att hitta alternativa lösningar på rotinträngningen. Omvänt är det så att fackkunnigt folk inom trädgårdssidan engagerar sig alltför lite i rotinträngningsproblemet. Det finns hos kommunernas parkförvaltningar för närvarande en alltför dogmatisk syn på befintliga trädets förhållanden till de olika tekniska konstruktionerna i marken. Alltför ofta hävdas trädets rätt mot de konstruktioner som finns i marken utan att man ifrågasätter trädets individuella kondition och värde. (se figur 6)

Bra lösningar på rotinträngningsproblemet kräver samarbete över yrkesgruppsgränserna där man har förståelse för olika förslag och i vissa fall är villig att kompromissa sig fram till den bästa lösningen. Konflikten mellan träd och ledningar under de senaste 30 åren kan till stor del härledas till otillräcklig kunskap om samspelet mellan träd och ledningar. Samarbetet mellan de ledningsdragande verken och de som haft ansvaret för den yttre miljön har knappast existerat.

De som ansvarat för projektering av vegetationen har t ex, haft bristfälliga kunskaper om växtmaterialet och dess utvecklingsmöjligheter i stadsmiljö framför allt med tanke på markens status. Dessa brister har resulterat i att vi idag har väldigt många grönområden med träd planterade i omedelbar närhet till de tekniska installationerna i marken. Ej sällan har dessa träd ett lägre kulturellt värde eftersom deras livslängd ofta reduceras genom att de ej fått tillräckliga utvecklingsmöjligheter samt genom att de är väldigt utsatta för skador som t.ex. stamskador, undermålig beskärning och avkapning av större rötter vid olika ledningsarbeten m.m (se figur 7). (Stål & Mattson, 1994)

När det uppstår rotinträngning på ledningssträckor där den orsakande vegetationen har ett lågt värde bör man starkt överväga att byta ut växterna och plantera nya träd som ges bättre förutsättningar att utvecklas utan att konfronteras med ledningar och som samtidigt kan höja helhetsvärdet på området. Innan man beslutar sig för denna typ av åtgärd bör man först göra en områdesundersökning och informera allmänheten om vad man vill uppnå i ett kortare och längre tidsperspektiv.



Figur 6. Träd som är i dålig vigör tappar ofta grenar och kan i värsta fall falla omkull dessa träd bör omedelbart tas bort. (Foto: Örjan Stål)



Figur 7. En hel del stadsträd som har orsakat rotinträngning är i dåligt skick bland annat p.g.a. att de tidigare råkat ut för felaktig beskärning (typ stympning). (Foto: Jörgen Rosenlöf)

Rotinträngningsproblemet vid nyanläggning

Även när det gäller nyprojektering av antingen avloppsledningar eller vegetation i närheten av avloppsledningar finns det stora kommunikationsbrister mellan de olika yrkesgrupperna och de beslutsfattande instanserna hos kommunerna. Dessa brister kan man finna alltifrån stadsplanerarenivå ända ner till utförarnivå. Detta beror bl.a. på att planeringen av infrastrukturen (va, el, gata och park m.fl.) i kommunerna som regel sker var för sig av de olika verksamhetsgrupperna där samordningen vanligtvis begränsar sig till tekniska aspekter. En annan förklaring är att planarkitekter och samordnare alltför sällan ser till de framtida drifts- och skötselåtgärder som krävs för att upprätthålla den förväntade standarden. När det gäller beställar- och utförarnivån så beror problemen på kunskapsbrister om samordningsmöjligheter med andra yrkesgrupper men också på att det på vissa håll förekommer rätt stora kunskapsbrister inom det egna fackområdet.

När det gäller den gröna sidan kan de vanligaste planerings- och projekteringsbristerna nära tekniska installationer sammanställas i följande exempel:

1. Projektering av träd i anslutning till befintliga avloppsledningar sker utan att man företagit någon undersökning av ledningens kondition.
2. Planering av träd sker utan att man företagit någon större undersökning av de befintliga markförutsättningarna på platsen och utan att man ifrågasatt om det verkligen finns förutsättningar för träden att kunna utveckla sig någorlunda arttypiskt.
3. Fel typ av växtmaterial väljs p.g.a. okunskap om rotutvecklingen. Sålunda är pil, poppel och i viss mån alm direkt olämpliga vid trånga urbana situationer nära tekniska konstruktioner som t.ex. hus, vägar och avloppsledningar m.fl., eftersom de växer mycket snabbt och riskerar att skada de tekniska konstruktionerna i marken. (se figur 8)



Figur 8. Silverpil planterad rakt ovanför både dag- och spillvattenledningarna i en trång gatumiljö. (Foto: Jörgen Rosenlöf)

När det gäller va-sidan kan de viktigaste planerings- och projekteringsbristerna vid nyanläggning av avloppsledningar i närheten av träd sammanfattas enligt följande:

1. Man utgår i projekteringsarbetet från att fogarna på moderna rörmaterial skall kunna stå emot inträngning av rötter även från de mest rotaggressiva trädarterna (t.ex. pil, poppel och i viss mån även alm).
2. Man underskattar de problem som kan uppstå för träden om man vid ledningsbyggnadet är tvungen att kapa större rötter (se figur 9).
3. Man tillvaratar inte alltid de möjligheter som finns till ett öppet omhändertagande av dagvatten i områden där det föreligger risk för rotinträngning. (Peter Stahre, pers medd)



Figur 9. Stora befintliga träd negligeras ofta i stadsmiljön med bl.a. avkapning av stora rötter nära trädets stam. (Foto: Örjan Stål)

5.4 Kostnader

Enkätsvaren visar att Sveriges va-förvaltningar lägger ned uppskattningsvis 55 miljoner kronor/år för att komma tillrätta med trädrötter som växt in i befintliga avloppsledningar. Denna summa baserar sig på uppskattningar av kommunernas drifts- och omlägningskostnader.

Det måste understrykas att kostnaden är grovt uppskattad och skall endast tolkas som en indikation på hur stort problemet är ekonomiskt. Den beräknade kostnaden på ca 55 miljoner kronor, får anses som ganska lågt räknad. Följande förhållanden talar nämligen för att ett stort ekonomiskt mörkertal gömmer sig bakom problemet:

1. När det gäller uppgifterna angående hur mycket pengar som kommunerna lägger ned på omläggning/förnyelse av avloppsledningar p.g.a. trädrötter, avser denna uppgift endast de fall där rötterna är den primära orsaken till omläggningen eller förnyelsen av ledningarna. Vad man bör känna till är att det görs betydligt fler omläggningar/förnyelser av avloppsledningar där rotinträngning är en av flera andra orsaker.
2. Undersökningen av rotinträngningens omfattning i Sverige omfattar endast de kommunalt ägda avloppsledningarna. Det finns därutöver en stor mängd privata avloppsledningar som inte ingått i undersökningen.
3. Majoriteten av kommunerna bekämpar rotinträngningen på de äldre hårt drabbade delarna av sitt ledningssystem, där avloppsledningarna ofta är i dåligt skick och där det vanligtvis står fullvuxna träd i dess omedelbara närhet. Detta betyder inte att rotinträngningen enbart förekommer på de äldre avloppsledningarna. Kommunernas va-förvaltningar anser sig dock inte ha tid att satsa resurser på att undersöka de nyare delarna av sitt avloppsledningsnät. "Så länge man inte känner till problemen så har man dem inte". Detta påstående styrks av de erhållna enkätsvaren. Det är endast 39 kommuner som uppger att de har en plan som anger vilka metoder och insatser som årligen skall sättas in mot rotinväxningen på avloppsledningsnätet. Dessa kommuner har också de högsta drifts- respektive omlägningskostnaderna p.g.a. rotproblemen. Förmodligen ligger det till så att dessa kommuner även satsar mer på att dokumentera sitt avloppsledningsnät genom invändig TV-inspektion och därigenom upptäcker de fler ledningar med rotinträngning.

6 ÅTGÄRDSFÖRSLAG

Rotinträngning i avloppsledningar är bevisligen ett problem som även i framtiden kommer att vålla bekymmer för träd- och va-ansvariga i kommunerna. I detta kapitel presenteras förslag på åtgärder och metoder som kan minimera problemet och hålla ner kostnaderna.

6.1 Förslag på åtgärder vid problem med rotinträngning

VA-åtgärder, bedömning och befintliga metoder

Som underlag för beslut om förnyelse av en avloppsledning bör alltid företas TV-inspektion av den aktuella ledningen (se figur 10). Härvid måste ske en noggrann kartläggning av rotinträngningens omfattning innan man beslutar sig för en definitiv åtgärd på ledningssträckan. Filmresultaten läggs in på databaser typ VABAS eller liknande, där man lägger upp skötselplaner och framtida förnyelser för ledningssträckor drabbade av rotinväxning.

Rotskärning och högtrycksspolning är inte någon permanent lösning på problemet utan tillgrips främst som akutinsats och som tillfällig insats i avvaktan på en mer slutlig åtgärd (omläggning/renovering eller byte av vegetationen). (Peter Stahre pers, medd)



Figur 10. TV-inspektion inne i avloppsledningen bör alltid företas innan beslut tas för en definitiv åtgärd mot rotinträngningsproblemet på aktuell ledningssträcka. (Foto: Örjan Stål)

Problemundersökning och alternativa metoder

När man upptäckt att en ledningssträcka har rotinträngning bör man göra en noggrann undersökning på det aktuella området och se till helheten på problemet utifrån tekniska, ekonomiska, estetiska, biologiska och kulturella värden. Utifrån denna undersökning bestämmer man sig sedan för vilken åtgärd som skall användas (omläggning/renovering eller byte av vegetation) (Stål, 1992).

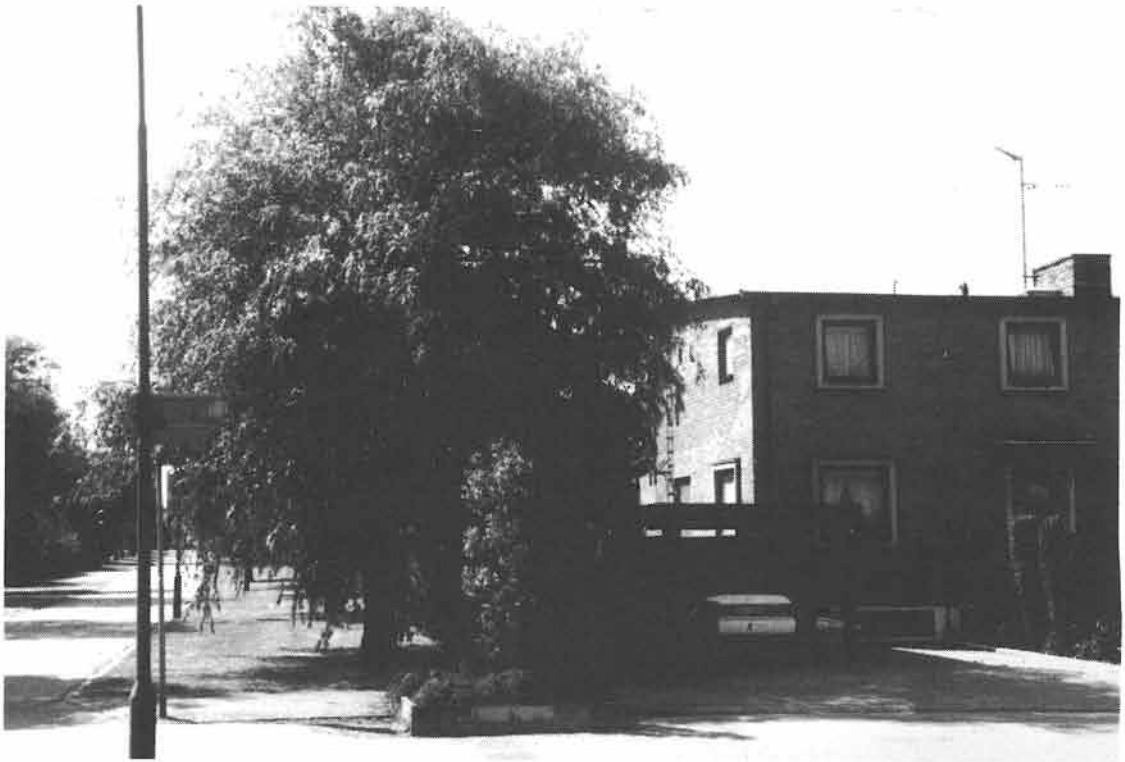
1. Utred och undersök alltid trädens vigör, ekologiska, estetiska och kulturella värde i förhållande till den skada de orsakat.

2. Avväg att byta ut vissa träd eller förändra området om träden har ett lågt värde förutsatt att avloppsledningen är i god kondition förutom rotinväxningen (se figur 11). Träd som har orsakat skada och som är i dålig kondition t.ex., gamla, sjuka eller skadade träd bör också bytas ut. Dessa träd byts förslagsvis ut mot mer lämpade arter (ej så rotaggressiva) som har en lång livscykel (som t.ex. ek, bok, lönn och oxel, se figur 13 och 14) och som samtidigt kan höja det estetiska, ekologiska och kulturella värdet på området.

Att byta ut vegetationen på ett problemdrabbat område blir oftast betydligt billigare än att byta ut eller renovera de befintliga avloppsledningarna. Genom att använda sig av ovannämnda samarbete mellan va- och parksidan i kommunerna, så kan va-sidan göra besparingar samtidigt som parksidan får medel till att bygga om eller renovera befintliga grönområden. I ett pågående forskningsprojekt studeras modeller för hur frigjorda ekonomiska resurser ska fördelas mellan va- och parksidan för att lösa problemet med trädrötter som växt in i avloppsledningar.

3. Det bör dock sägas att det är lika viktigt att bevara värdefulla träd som har orsakat rotinträngning och där åtgärda de drabbade avloppsledningarna, som det är att ta bort och byta ut träd av ett lägre värde, vilkas rötter växt in i rören (se figur 15). Det är också viktigt att se till att de nya träden får så goda markförhållanden som möjligt, så att de kan utvecklas arttypiskt utan att i framtiden bli ett hot mot avloppsledningarna (Stål & Mattson, 1994).

4. Vid rotinträngning i dagvattenledningar på områden med stora outnyttjade grönytor där träden och buskarna till största delen är planterade i närheten av husen, vägarna och avloppsledningarna, bör man överväga att bygga om grönytorerna så att ekologisk dagvattenhantering blir möjlig (se figur 12.). Träden och buskarna blir på så sätt en resurs istället för ett problem (Stål & Mattson, 1995). Utbyte av träd med ett lågt värde som skadat avloppsledningarna eller där man bygger om grönområdet för att kunna ta hand om dagvattnet bör betraktas som en va-åtgärd och bekostas av va-förvaltningen, men förvaltas av parkförvaltningen.



Figur 11. Pil, planterad på kommunal mark nära privatfastighet, vilken har åstadkommit stor skada genom rotinträngning i både privata och kommunala avloppsledningar. (Foto: Örjan Stål)



Figur 12. Ett område i Malmö med rotinträngningsproblem i dagvattensystemet med ett dåligt utnyttjat grönområde, där trädarterna pil och poppel dominerar. (Foto: Örjan Stål)



Figur 13. Pyramidek, *Qercus robur* 'Fastigiata' typ Koster, är ett bra stort stadsträd. Denna typ av ek har sådana egenskaper som t.ex. extremt smal krona, lång livslängd och den har ej så snabbväxande rötter. Detta gör att den med fördel kan rekommenderas i en urban miljö. (Foto: Rune Bengtsson)



Figur 14. Rundoxel, *Sorbus x thuringiaca* 'Fastigiata', är ett bra exempel på ett lite mindre träd som kan användas i trängre gatumiljöer. (Foto: Rune Bengtsson)



Figur 15. Dessa ovärderliga kastanjer vars rötter växt in i avloppsledningen har fått stå kvar och ledningen har renoverats genom instrumpning. (Foto: Bruno Berggren)

6.2 Förslag på förbyggande åtgärder

Planering och projektering av VA-ledningar

Vid projektering av avloppsledningar bör man undvika att lägga rören alltför nära befintliga träd. Där rör måste läggas nära träd är det viktigt att avloppsledningen får så få skarvar mellan rören och så få övergångar till brunnar eller andra avloppsledningar som möjligt. Det är också viktigt att både ledningsbädden, rören och ledningsgraven utförs korrekt efter de anvisningar som finns. Vid speciellt besvärliga situationer bör man överväga att använda helsvetsade rör eller att komplettera de befintliga tätningarna på ledningssträckan med t.ex, foginjektering, någon form av utanpåliggande tätning eller med en rotspärr av typ polyeten som omsluter hela röret.

Försök med utanpåliggande tätning i form av självvulkaniserande tejp genomförs på PVC- och betongrör vid Sveriges lantbruksuniversitet på Alnarp. Där har det visat sig att tejpens ännu så länge efter drygt 2,5 år i marken håller som tätning mot trädrötter på betongrör, men inte på PVC-rör. Detta beror förmodligen på att tejpens får svårt att fastna på den släta PVC-ytan, medan tejpens suger fast betydligt bättre mot betongröret som har en mer porig yta.

Man bör vara speciellt uppmärksam på risken för rotinträngning när det gäller följande rördetaljer (se figur 16):

1. Övergång mellan två olika rörmaterial (t.ex. från betong till PVC).
2. Övergång från rör till brunnar.
3. Brunnsringar och brunnslock (dexlar).

Ny lagda avloppsledningar bör både filmas och provtryckas, innan de tas över av kommunen. Anläggningsskedet är nämligen den mest kritiska perioden för uppkomsten av defekter på rören. (Peter Stahre, pers medd)



Figur 16. Fogarna på både PVC-rör och betongrör har kontinuerligt utvecklats och förbättrats. Däremot släpper utvecklingen efter när det gäller täthetskraven hos övergångar mellan dessa bägge rörmaterial och övergångar till brunnar och servisledningar. Även tätningen mellan brunnslöck och brunnringar verkar vara undermåliga. (Foto: Jan Schöön)

Planering och projektering av vegetationen

Vid projektering och planering av träd i trång stadsmiljö nära tekniska installationer i marken är det viktigt att ta reda på planteringsutrymmet i marken innan man bestämmer sig för vilket träd som skall planteras "Man måste alltså rätta mun efter matsäcken och inte tvärt om". Snabbväxande träd och buskar bör undvikas där planteringsytorna har en begränsad omfattning, där bör man i stället välja arter som har en långsammare tillväxt och får ett mindre aggressivt och utbredd rotsystem. (Stål, 1995)

Som underlag för projektering och planering av vegetation i närheten av avloppsledning- ar, bör man TV-filma i avloppsledningarna för att ta reda på ledningarnas invändiga kondition. När man väl vet avloppsledningens kondition kan man bättre planera för projekte- ringen så att den färdiga anläggningen får en så bra ekonomisk, estetisk, och ekologisk utformning som möjligt. I vissa fall kanske det kan löna sig att renovera eller byta ut

den/de aktuella avloppsledningarna och i vissa andra fall kanske det är mest fördelaktigt att anpassa växtmaterialet efter ledningens/ledningarnas kondition.

När det gäller planteringsytor i trånga lägen så är det ytterst viktigt att försöka skapa så goda växtförutsättningar som möjligt, så att växtmaterialet får en chans att utvecklas art-typiskt. Det finns idag ett flertal metoder för att förbättra växternas möjligheter i marken vid en trång gatumiljö:

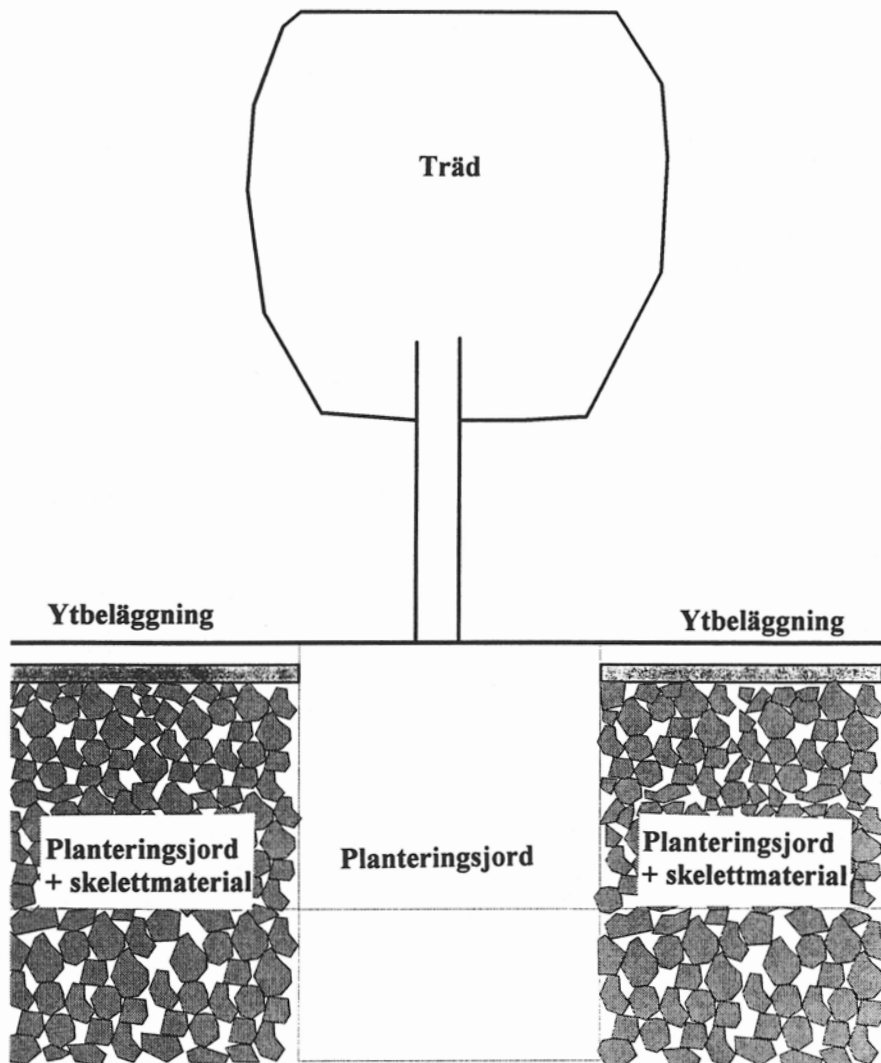
1. Undvik kvadratiska planteringsgropar där växtjorden finns inom ett mindre begränsat område intill varje enskilt träd. Sträva hellre efter att bygga upp rektangulära växtbäddar där rötterna tillåts växa och utveckla sig i princip obegränsat åtminstone i en riktning, men helst i två (se figur 19). (Stål, 1995)

2. Luckra kompakterad mark och se till att växtbädden är dränerad (se figur 17).



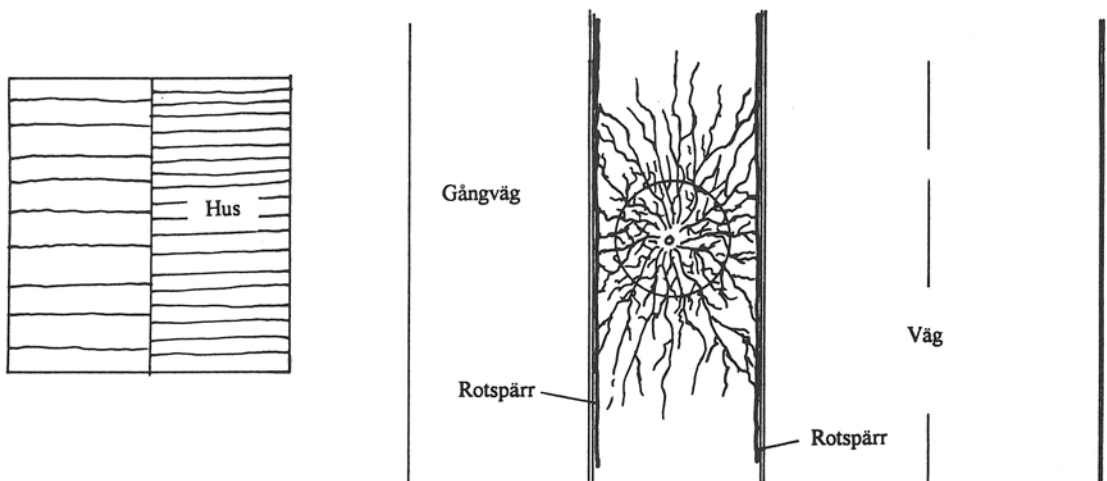
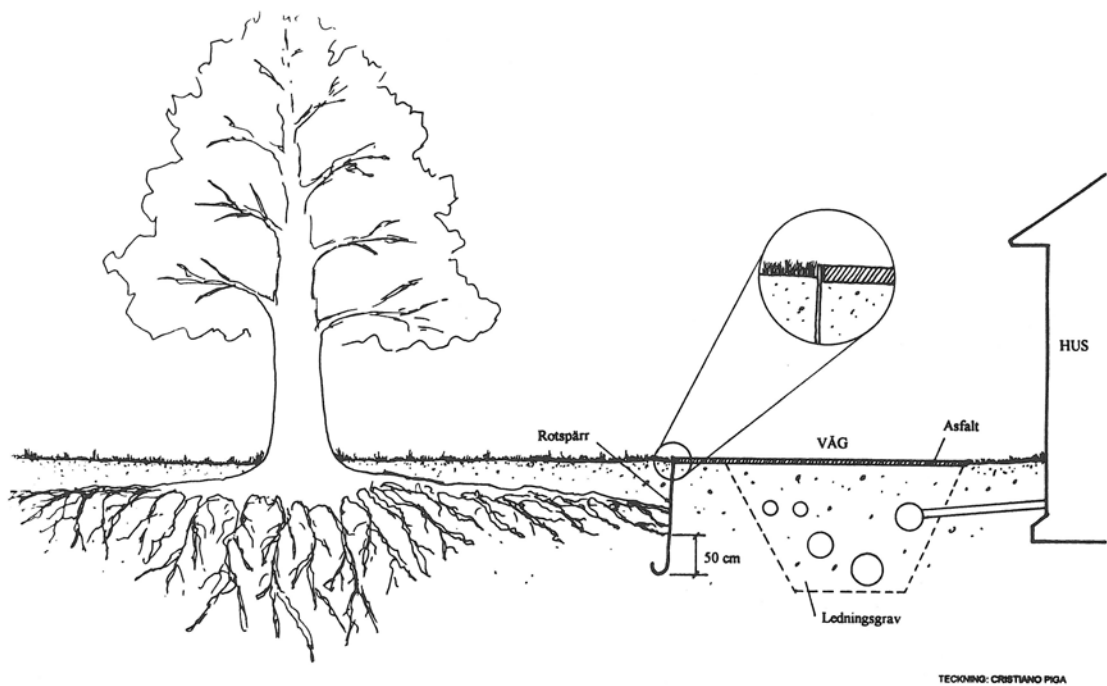
Figur 17. Enklaste och bästa sättet att luckra kompakterad mark görs med grävmaskin. (Foto: Kaj Rolf)

3. En variant på växtbädd som kan användas där träd skall planteras i hårdgjord yta är en s.k. skelettjord. Skelettjorden består av ett skelettmaterial av lavablock, krossade lecablock eller krosskärv (se figur 18). Detta material blandas sedan med jord. Konstruktionen packas så att den blir stabil och tål överfarter med personbilar och små arbetsfordon. Skelettmaterialet tar hand om marktrycket samtidigt som det är vatten- och luftgenomsläppligt och därmed ges även en god dränering och syresättning av marken. Skelettjordar har provats med gott resultat i både Holland, Tyskland, England, Danmark, Norge och Sverige. (Rolf & Moback, 1991)



Figur 18. Principskiss för skelettjord.

En annan teknik som kan användas i kombination med val av rätt trädart och goda växtbetingelser är placering av en s.k. rotspärr intill växtbädden (se figur 19). Rotspärrar kan användas som ett kompletterande skydd både vid befintliga träd och vid nyanläggning. Det är dock viktigt att poängtera att rotspärrar aldrig bör användas som ett skydd för att kunna plantera stora träd i trånga lägen eller för att placera ledningar nära träd. Det har nämligen visat sig vid ett flertal undersökningar att en rotspärr inte är ett tillräckligt bra skydd när den placeras alltför nära ett träd. Rötterna kan nämligen växa under rotspärren även på relativt stora djup eller så växer rötterna över spärren om den inte sticker upp ett par centimeter över markytan. De material som lämpar sig bäst som en rotspärr är dels helt täta material av t.ex. polyeten (0,5 - 1,0 mm tjock) och där man samtidigt vill skydda sig från oönskade rötter men där man vill släppa igenom vatten, så kan man använda sig av geotextilier (fiberdukar). Det bör dock nämnas att det finns för närvarande ingen geotextil som helt klarar att förhindra rotgenomväxning, men de tjockare, termiskt behandlade, geotextilierna är de som i försök stått emot rötter bäst (Stål, 1995).



Figur 19. Pricipskisser för lämplig placering av rotspärrar. Överst, placering av rotspärr vid befintligt träd. Underst, placering av rotspärr vid nyanläggning vid en rektangulär planteringsbädd. (Teckningar Cristiano Piga, ur Stål, 1995)

Ekologisk dagvattenhantering

Genom att använda sig av ekologisk dagvattenhantering i stället för avledning i traditionella dagvattenledningar kan man använda träden som en resurs istället för att se dem som ett problem (se figur 20). När ekologisk dagvattenhantering används försöker man efterlikna vattnets naturliga kretslopp (Stål & Mattsson, 1994). I begreppet ekologisk dagvattenhantering inkluderas *lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD)* och *öppen utjämning av dagvatten* (Stahre & Larsson, 1993). Användningen av ekologisk dagvattenhantering kan bidra till en minskad skötsel samtidigt som det ger ett renare dagvatten, rikare närmiljö och lägre investerings- och förnyelsekostnader. Stahre & Larsson (1993) ger följande exempel på anläggningar som kan användas för öppen utjämning av dagvattnet:

1. Naturliga vegetationsklädda ytor.
2. Speciellt anlagda infiltrationsbäddar.
3. Öppna diken.
4. Öppna dammar.
5. Preparerade översvämningssytor med tillfällig uppdämning av vatten.
6. Konstgjorda våtmarker.
7. Rotzonsanläggningar.
8. Alträsk.

I Sverige pågår en omfattande byggnation av anläggningar för ekologisk dagvattenhantering. Vid tillämpning av ekologisk dagvattenhantering i urbana grönområden inför man en ny dimension i den urbana grönstrukturen som kräver ny kunskap.



Figur 20. Istället för att se träden som ett problem i dagvattenhanteringen så kan de användas som en resurs. (Foto: Berit Mattsson)

7 REFERENSER

7.1 Litteraturförteckning

Rolf,K & Moback,U. 1991. Trädgropar i gatumiljö. Sveriges Trädgårdsanläggningsförbund. Utemiljö, Gröna Fakta nr 4:1991.

Stål,Ö. 1992.Trädrötter och ledningar. Stad och Land nr 106/1992 & VAV.VA-FORSK Rapport nr 1992 - 14.

Stål,Ö. 1993. Trädrötter och ledningar. Nya anläggnstekniker och skyddsåtgärder, en arbetsbeskrivning. Institutionsmeddelande 93:8. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för lantbruksteknik.

Stål,Ö & Mattsson,B. 1994. Alternativa metoder för att lösa problemet med rotinträngning i avloppsledningarna. Föreningen Vatten. VATTEN. Tidskrift för Vattenvård. 3/94. 247-254.

Stål,Ö. 1995. Rotspärrar håller rötterna i schack. Sveriges Trädgårdsanläggningsförbund. Utemiljö, Gröna Fakta nr 2:1995.

Stål,Ö & Rosenlöf,J. 1995. Trädrötter och avloppsledningar. En fördjupad undersökning av rotproblem i nya avloppsledningar.VAV.VA-FORSK Rapport nr 1995-11.

7.2 Personliga meddelanden

Berggren Bruno. Verkmästare. Malmö VA-VERK.

Mansfeldt Rolf. Ingenjör. Helsingborgs kommun, gatukontoret.

Stahre Peter. Teknologie doktor, Överingenjör. Malmö VA-VERK.

7.3 Publicerat material i projektet

Trädrötter och ledningar nya anläggningstekniker & skyddsåtgärder. En arbetsbeskrivning. Institutionsmeddelande 93:8, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för lantbruksteknik.

Alternativa metoder för att lösa problemet med rotinträngning i avloppsledningarna. Föreningen Vatten. VATTEN. Tidskrift för Vattenvård. 3/94. 247-254.

Tree roots in sewer systems in Malmö, Sweden. Journal of Arboriculture , Savoy Illinois, USA. 6/94 329-335.

Statusen på våra kommunala va-ledningar. Väg- och Vattenbyggaren. 5/94. 21-25.

Träd och byggnader i samverkan. Förlags AB Bygg & teknik. Bygg & teknik 8/94. 38-40.

Seminarium om rotinträngningar i nya avloppsledningar - den 4:e oktober, 1994 på Alnarp. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för lantbruksteknik, Alnarp. Institutionsmeddelande 94:11.

Rodproblem i kloakken blev løst med ny beplantning. Landsfoereningen Danske Anlaegsgartnermestre. Grønt Miljø 1/95. 24-25.

Rotspärrar håller rötterna i schack. Sveriges Trädgårdsanläggningsförbund. Utemiljö, Gröna Fakta nr 2:1995.

Geotekstiler holder rødderne i skak. Landsfoereningen Danske Anlaegsgartnermestre. Grønt Miljø 3/95. 30-33.

Trädrötter och avloppsledningar. En fördjupad undersökning av rotproblem i nya avloppsledningar. Svenska Vatten och Avloppsverksföreningen. VA-FORSK Rapport nr 1995-11.

Alternative Methods to Avoid Operational and Maintenance Problems with Tree Roots in Storm Water Sewer Pipes. International Symposium "Integrated Water resources Management in Urban Areas - searching for new realistic approaches with respect to developing world. UNESCO - HIP, PRE-PRINTS OF PAPERS 453-461,1995.

Tree Roots and Sewer Systems. International Society of Arboriculture. Trees & Buildings Sites, Proceedings of an International Conference Held in the Interest of Developing a Scientific Basis for Managing Trees in Proximity to Buildings. 68-77, 1995.

7.4 Konferenser och seminarier

Konferens 'Farliga träd'. Trädrötter och ledningar. International Society of Arboriculture, Skandinaviska avdelningen. 4-5 mars, 1993. Stockholm.

Annual Conference and Trade Show. Tree Roots and Sewer Pipes. International Society of Arboriculture. 14-17 augusti, 1994 Halifax, Canada.

Seminarium om rotinträngningar i nya avloppsledningar. -den 4:e oktober, 1994 Alnarp.

Trees & Buildings Conference. Tree Roots and Sewer Pipes. International Society of Arboriculture. 31/5-4/6 1995. Chicago, USA.

Osnabrücker Baumpflegetage. Schutz von Ver- und Entsorgungseinrichtungen gegen das Eindringen von Wurzeln. Stadt Osnabrück Grünflächenamt und Fachhochschule Osnabrück. 5-6 september, 1995. Osnabrück, Tyskland.

UNESCO - IHP, INTERNATIONAL SYMPOSIUM. Intergrated Water Management in Urban Areas. Alternative Methods to Avoid Operational and Maintenance Problems with tree Roots in storm Water Sewer Pipes. Department of Water Resources Engineering, University of Lund, Swedish National IHP and Swedish Water and Wastewater Works Association. 26-30/10, 1995. Lund, Sverige.

Etablering af bytræer. Trædrødder & Ledninger. Forskningscentret for skov & landskab. 12/10 1995 i Köpenhamn och 26/10 1995 i Silkeborg, Danmark.

8 BILAGA

8.1 Redovisning kommun för kommun för de som svarat på enkäten

I denna bilaga redovisas en del av de uppgifter som framkommit från enkäten kommun för kommun. För att lättare kunna följa hur och vad varje enskild kommun har svarat, så följer här nedan en kortare teckenförklaring till tabellen:

Kommun = De kommuner som svarat på enkäten placerade i bokstavsordning.

Ant-Inv = Antalet invånare i varje aktuell kommun. Uppgifterna hämtade från svenska kommunförbundet i december 1993.

ALKM = Den totala längden kommunala avloppsledningar i varje kommun angivet i km. Uppgifterna hämtade ur Statistik VAV S92, oktober 1993. När den lämnade uppgiften följs av ett frågetecken som t.ex. Ydre. 40?, så är uppgiften hämtad från kommunens uppgiftslämnare.

KZ = Visar vilken klimatzon den aktuella kommunens centralort ligger i. Uppgifterna hämtade från Riksförbundet Svensk Trädgård (se figur 7).

m/p = Längden avloppsledning per ansluten person i varje kommun. Denna uppgift har använts i denna undersökning för att ge en indikation på kommunernas "densitet". Lågt m/p-tal innebär en mer tätbebyggd kommun. Högt m/p-tal innebär en mer glesbebyggd kommun. Uppgifterna hämtade ur VAV S92, oktober 1993.

NR 10 = Den aktuella kommunens svar på fråga nr 10. "På ungefär hur lång sammanlagd ledningslängd, sätter ni i er kommun varje år in åtgärder för att avlägsna rötter?"

NR 11 = Den aktuella kommunens svar på fråga nr 11. "Hur stor del av den i föregående fråga angivna ledningslängden avser förebyggande insatser?"

NR 12 = Den aktuella kommunens svar på fråga nr 12. "Ungefär hur mycket pengar lägger ni i er kommun varje år på att avlägsna trädrötter i avloppsledningar?"

NR 14b = Den aktuella kommunens svar på fråga nr 14b. "Uppge den årliga kostnaden för omläggningen/förnyelsen primärt p.g.a. rötter baserat på ett snittpris under de tre senaste åren."

NR 14c = Den aktuella kommunens svar på fråga nr 14c. "Hur många omläggningar eller förnyelser primärt p.g.a. rötter har gjorts de tre senaste åren? Ange svaret i löpmeter"

Kr/inv = Den totala årskostnaden för åtgärder mot rotinträngning i avloppsledningar, utslaget per invånare.

Kr/km ledning = Den totala årskostnaden för åtgärder mot rotinträngning i avloppsledningar, utslaget per km kommunal avloppsledningslängd.

Kommun	Ant-Inv	ALKM	KZ	m/p	Nr 10	Nr 11	Nr 12	Nr 14b	Nr 14c	Kr/inv	Kr/km ledning
Ale	25204	Ej svar	II	Ej svar	Vet ej	Ej svar	Vet ej	83	250	Vet ej	Vet ej
Alingsås	34212	200,20	III	7,60	0,20	0,00	150	Ej svar	Ej svar	Ej svar	Ej svar
Alvesta	19813	221,10	III	16,00	0,75	Vet ej	100	130	400	11,61	1040,25
Aneby	7269	88,90	IV	19,00	0,002	0,00	9	40	70	6,74	551,18
Arboga	14572	141,30	III	11,00	Vet ej	Vet ej	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Arjeplog	3730	85,00	VII	27,60	0,10	0,00	10	0	0	2,68	117,65
Arvika	27035	266,90	III	15,70	Vet ej	Ej svar	200	80	70	10,36	1049,08
Askersund	12320	190,30	II	24,70	1,50	0,00	Vet ej	12	20	Vet ej	Vet ej
Avesta	24352	329,90	IV	15,90	1,00	1,00	30	500	700	21,76	1606,55
Bengtstors	11636	0,00	III	Ej svar	Vet ej	Vet ej	Vet ej	Ej svar	Ej svar	Vet ej	Vet ej
Bjurholm	2865	24,70	VI	20,60	Ej svar	Ej svar	Vet ej	0	0	Ej svar	Ej svar
Bjuv	14286	241,70	I	18,70	Vet ej	Vet ej	50	100	200	10,50	620,60
Boden	30570	694,00	VI	24,60	0,50	0,30	Vet ej	100	600	Vet ej	Vet ej
Bollnäs	28028	310,40	V	14,60	Vet ej	Vet ej	40	0	0	1,42	128,86
Borlänge	47623	512,00	IV	11,80	1,50	0,05	25	55	100	1,68	156,25
Borås	103367	886,70	IV	9,80	2,00	1,40	100	100	250	1,93	225,56
Botkyrka	69225	423,40	II	6,20	Vet ej	Vet ej	Vet ej	500	1500	Vet ej	Vet ej
Boxholm	5660	212,50	IV	50,30	2,00	1,50	15	75	275	15,90	423,53
Bromölla	12657	158,00	I	15,80	3,00	2,50	100	200	600	23,70	1898,73
Burlöv	14397	130,10	I	9,10	0,20	0,10	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Båstad	14047	326,40	I	34,40	Vet ej	Ej svar	10	0	0	0,71	30,60
Dals-Ed	5412	Ej svar	IV	Ej svar	Vet ej	Vet ej	Vet ej	321	1130	Vet ej	Vet ej
Danderyd	28245	335,10	II	12,10	Vet ej	0,00	Vet ej	90	300	Vet ej	Vet ej
Dorotea	3792	88,80	VII	39,00	15,00	0,00	10	20	15	7,91	337,84
Eda	9344	142,00	V	29,60	0,30	0,10	10	50	150	6,42	422,54
Ekerö	20359	182,80	II	11,30	0,05	0,03	10	0	0	0,50	54,70

Kommun	Ant-Inv	ALKM	KZ	m/p	Nr 10	Nr 11	Nr 12	Nr 14b	Nr 14c	Kr/inv	Kr/km ledning
Eksjö	18109	144,90	IV	9,90	0,40	0,00	20	200	1000	12,15	1518,29
Emmaboda	10544	155,40	IV	20,70	1,00	0,50	50	60	150	10,43	707,85
Enköping	36109	330,10	III	13,00	1,00	0,50	12	47	140	1,63	178,73
Eskilstuna	89850	652,00	III	8,20	3,00	0,00	175	Ej svar	Ej svar	Ej svar	Ej svar
Eslöv	28271	298,00	I	13,10	Vet ej	Vet ej	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Essunga	6100	130,40	III	45,30	Vet ej	Vet ej	7,5	Ej svar	Ej svar	Ej svar	Ej svar
Fagersta	13702	165,90	IV	12,50	1,00	0,60	50	70	200	8,76	723,33
Falkenberg	38624	652,40	I	23,50	0,75	0,75	35,6	12,3	51	1,24	73,42
Falun	54793	485,40	V	11,20	Vet ej	Vet ej	20	0	0	0,36	41,20
Filipstad	13152	127,40	IV	11,60	0,40	0,10	20	0	0	1,52	157,00
Finspång	23133	402,90	III	20,80	0,20	0,00	25	0	0	1,08	62,00
Flen	17440	185,20	III	14,40	Vet ej	Vet ej	Vet ej	Vet ej	Vet ej	Vet ej	Vet ej
Forshaga	12338	182,20	III	17,40	0,00	0,00	Ej svar	0	0	Ej svar	Ej svar
Färgelanda	7529	96,60	IV	22,70	Vet ej	0,10	7,5	0	0	1,00	77,64
Gagnef	10538	217,00	V	22,30	1,00	0,50	Vet ej	300	300	Vet ej	Vet ej
Gnesta	9648	80,90	III	11,10	Vet ej	Vet ej	Vet ej	30	70	Vet ej	Vet ej
Gnosjö	9822	110,60	V	14,70	0,20	Vet ej	10	Ej svar	Ej svar	Ej svar	Ej svar
Gotland	57751	353,00	I	9,10	2,30	1,80	45	350	1350	6,84	1118,98
Grums	10342	139,90	III	17,30	Vet ej	Vet ej	Vet ej	Ej svar	Ej svar	Ej svar	Ej svar
Grästorp	6154	71,70	II	24,60	0,00	0,00	0	0	0	Ej svar	Ej svar
Gällivare	22504	428,50	VII	19,50	0,10	0,00	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Gävle	89561	598,40	IV	7,10	2,00	1,00	40	800	400	9,38	1403,74
Göteborg	437313	2301,80	II	5,40	0,20	0,10	37,5	37,5	115	0,17	32,58
Götene	13873	198,70	II	22,60	0,50	0,00	5	0	0	0,36	25,61
Habo	9550	103,90	II	14,00	0,20	0,00	30	Ej svar	Ej svar	Ej svar	Ej svar
Hagfors	15879	201,40	VI	20,60	0,50	0,20	350	0	0	22,04	1737,84

Kommun	Ant-Inv	ALKM	KZ	m/p	Nr 10	Nr 11	Nr 12	Nr 14b	Nr 14c	Kr/inv	Kr/km ledning
Hallsberg	16610	136,50	III	10,90	0,15	Vet ej	5	60	160	3,91	476,19
Hallstahammar	16495	201,10	IV	13,30	0,50	0,10	5	0	0	0,30	24,86
Halmstad	82103	1008,50	I	13,60	6,00	2,00	100	900	1150	12,18	991,57
Hammarö	14163	210,00	II	15,70	0,50	0,25	10	20	75	2,12	142,86
Haninge	63948	366,20	II	6,10	3,00	2,00	100	258	517	5,60	977,61
Heby	13935	170,80	IV	19,90	Vet ej	0,00	Vet ej	Ej svar	Ej svar	Vet ej	Vet ej
Hedemora	17035	215,00	IV	16,50	Vet ej	Vet ej	50	50	150	5,87	465,12
Helsingborg	111853	966,00	I	9,20	3,50	Vet ej	250	4000	7000	38,00	4399,59
Hjo	9207	140,40	II	20,30	1,00	0,50	100	Ej svar	Ej svar	Ej svar	Ej svar
Huddinge	75537	556,60	II	7,60	0,50	0,00	100	102	100	2,67	362,92
Hudiksvall	38704	371,00	IV	13,40	0,50	Ej svar	50	0	0	Ej svar	Ej svar
Hultsfred	16753	210?	IV	Ej svar	Vet ej	Vet ej	15	0	0	0,90	71,00
Hylte	11071	125?	III	Ej svar	3,50	3,50	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Håbo	16514	269,00	II	18,10	1,00	1,00	50	0	0	3,03	185,90
Hällefors	8992	99,00	IV	13,60	Vet ej	Vet ej	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Harjedalen	12293	345,70	VII	36,00	2,00	0,20	12	100	350	9,11	323,98
Härnösand	27479	244,40	IV	10,10	1,00	0,50	100	100	200	7,28	818,33
Härryda	28242	271,60	III	12,20	0,00	Ej svar	Ej svar	0	0	Ej svar	Ej svar
Hassleholm	49458	671,10	II	16,30	2,00	0,50	30	0	0	0,61	44,70
Höganäs	22874	347,30	I	16,90	0,50	0,20	40	100	125	6,12	403,11
Hörby	13722	166,50	I	19,50	Vet ej	Vet ej	10	200	500	15,30	1261,26
Höör	13419	263,80	II	22,90	Vet ej	Vet ej	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Jokkmokk	6594	95,00	VII	19,40	0,05	0,05	5	0	0	0,75	52,63
Järfälla	57638	418,80	II	7,30	2,00	Vet ej	20	150	450	2,95	405,92

Kommun	Ant-Inv	ALKM	KZ	m/p	Nr 10	Nr 11	Nr 12	Nr 14b	Nr 14c	Kr/inv	Kr/km ledning
Jönköping	113557	912,00	II	8,80	2,80	2,00	100	535	210	5,59	696,27
Kalix	19210	315,00	VI	18,80	Vet ej	Vet ej	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Kalmar	57427	438,00	I	8,80	7,00	1,00	75	600	1900	11,75	1541,10
Karlsborg	7843	138,10	II	19,60	0,50	0,20	4	16	60	2,55	144,82
Karlshamn	31462	426,00	I	15,00	1,00	0,80	40	200	400	7,63	563,38
Karlskoga	33453	357,00	IV	11,20	1,80	1,80	85	150	50	7,02	658,26
Karlskrona	59753	587,60	I	11,20	1,00	0,00	55	66	100	2,03	205,92
Karlstad	77822	704,00	II	10,10	5,00	4,00	65	175	150	3,08	340,91
Katrineholm	33252	328,50	III	12,00	1,75	0,50	35	130	300	4,96	502,28
Kinda	10572	146,90	II	21,30	1,00	0,00	Vet ej	50	150	Vet ej	Vet ej
Kiruna	26291	286,20	VIII	11,40	0,00	0,00	20	0	0	0,77	69,90
Klippan	16274	273,00	II	20,00	Vet ej	Ej svar	45	100	200	8,91	531,14
Kramfors	24060	297,00	V	16,60	Vet ej	Vet ej	10	Vet ej	Ej svar	Vet ej	Vet ej
Kristianstad	72985	924,10	I	17,70	2,00	1,00	50	Vet ej	3000	Vet ej	Vet ej
Kristinehamn	25923	275,60	III	12,70	0,30	0,30	Vet ej	45	40	Vet ej	Vet ej
Krokom	14785	189,50	VII	21,50	2,00	0,00	15	0	0	1,01	79,10
Kumla	18912	236,00	III	15,70	0,50	0,50	5	15	40	1,06	84,75
Kungsbacka	58897	552,60	I	12,60	0,50	Ej svar	75	60	300	2,29	244,30
Kungsör	8528	116,40	III	15,80	Vet ej	Vet ej	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Kungälv	35372	240,00	II	9,80	1,00	1,00	Vet ej	Ej svar	Ej svar	Vet ej	Vet ej
Kävlinge	23994	316,00	I	24,30	Vet ej	Ej svar	Vet ej	120	210	Vet ej	Vet ej
Köping	26341	209,00	III	9,60	Vet ej	Vet ej	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Laholm	23001	416,00	I	25,90	1,50	1,00	Vet ej	160	600	Vet ej	Vet ej
Laxå	7351	123,30	IV	20,30	Vet ej	Ej svar	10	0	0	1,36	81,10
Leksand	15340	313,70	IV	27,00	0,50	0,50	20	0	0	1,30	63,75
Lerum	34041	306,70	III	11,30	0,80	0,50	15	Ej svar	Ej svar	Ej svar	Ej svar

Kommun	Ant-Inv	ALKM	KZ	m/p	Nr 10	Nr 11	Nr 12	Nr 14b	Nr 14c	Kr/inv	Kr/km ledning
Lessebo	9098	147,00	IV	18,10	2,00	0,00	30	250	600	30,78	1904,76
Lidingö	38368	326,60	II	8,60	Vet ej	Ej svar	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Lidköping	36417	400,00	II	16,00	1,50	Vet ej	Vet ej	Vet ej	300	Vet ej	Vet ej
Lilla Edet	13268	226,10	II	31,40	0,00	0,00	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Lindesberg	24885	338,90	IV	17,20	3,00	0,00	200	Ej svar	Ej svar	Ej svar	Ej svar
Linköping	128610	1046,00	II	9,20	2,00	1,20	75	1007	2950	8,41	1034,42
Ljungby	27587	339,00	IV	17,30	0,10	0,00	5	200	530	7,43	604,72
Ljusdal	21112	330,00	VI	330?	0,50	0,20	Vet ej	Ej svar	Ej svar	Vet ej	Vet ej
Ljusnarsberg	6386	117,80	V	20,30	Vet ej	Vet ej	15	0	0	2,35	127,33
Lomma	17485	145,00	I	8,50	1,50	0,00	22,5	75	300	5,58	672,41
Ludvika	28607	379,10	IV	14,20	0,50	0,30	Vet ej	Vet ej	Vet ej	Vet ej	Vet ej
Luleå	69794	852,90	VI	13,30	1,00	0,20	35	87	200	1,75	143,04
Lund	94234	861,00	I	9,90	6,00	3,00	80	1000	2700	11,46	1254,36
Lycksele	14228	188,90	VII	15,70	Ej svar	1,00	50	50	360	7,03	529,38
Lysekil	15401	202,00	III	16,30	0,00	0,00	0	0	0	Ej svar	Ej svar
Malmö	237438	1328,40	I	5,60	3,50	3,00	240	625	550	3,64	651,16
Malung	11441	276,30	VI	31,40	1,00	0,70	Vet ej	23,3	125	Vet ej	Vet ej
Mariestad	24764	277,00	II	14,60	2,00	0,00	30	175	1200	8,28	740,07
Mark	33500	417,00	III	18,60	1,00	0,80	Vet ej	0	0	Ej svar	Ej svar
Markaryd	10706	75,00	III	9,70	Vet ej	Vet ej	15	Ej svar	Ej svar	Ej svar	Ej svar
Mellerud	10548	92,90	III	15,00	0,20	0,20	10	0	0	0,95	107,64
Mora	20892	498,60	V	25,90	0,00	0,00	Ej svar	85	350	4,06	107,04
Motala	42497	489,10	II	13,70	2,00	1,00	70	15	30	2,00	173,79
Mullsjö	7498	126,70	IV	19,30	Vet ej	Vet ej	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Munkfors	4726	96,10	IV	23,40	Vet ej	Vet ej	Vet ej	75	200	Vet ej	Vet ej
Mölnadal	53292	483,00	II	10,00	Vet ej	Vet ej	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej

Kommun	Ant-Inv	ALKM	KZ	m/p	Nr 10	Nr 11	Nr 12	Nr 14b	Nr 14c	Kr/inv	Kr/km ledning
Mönsterås	13308	383,00	I	36,10	0,50	0,30	210	0	0	Ej svar	Ej svar
Mörbylånga	13784	368,40	I	34,20	0,05	0,025	10	0	0	0,73	27,14
Nacka	67321	467,90	III	7,60	1,00	0,40	6	Vet ej	Vet ej	Vet ej	Vet ej
Nora	10761	99,60	IV	12,30	Vet ej	Vet ej	Vet ej	Vet ej	30	Vet ej	Vet ej
Norberg	6685	81,10	IV	14,00	Vet ej	Vet ej	Vet ej	Ej svar	Ej svar	Vet ej	Vet ej
Nordanstig	11305	128,60	IV	19,60	Vet ej	Vet ej	50	75	200	11,06	972,01
Norrköping	121028	885,90	II	8,00	Vet ej	Vet ej	50	210	330	2,15	293,49
Norrårlje	49402	383,30	III	13,20	0,00	Vet ej	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Norsjö	5244	79,90	VII	19,00	Ej svar	Ej svar	Vet ej	0	0	Ej svar	Ej svar
Nybro	20722	318,20	II	19,30	1,00	0,50	30	100	200	6,27	408,55
Nyköping	48340	369,00	II	9,60	3,50	3,00	75	50	300	2,59	338,75
Nynäshamn	22536	159,00	III	8,60	0,25	0,20	25	50	100	3,33	471,70
Nässjö	30736	353,00	IV	13,60	Vet ej	Vet ej	Vet ej	40	25	Vet ej	Vet ej
Ockelbo	6466	77,30	V	16,80	Vet ej	Vet ej	35	Vet ej	Vet ej	Vet ej	Vet ej
Olofström	14941	284,00	II	23,90	0,70	0,40	35	26,5	30	4,12	216,55
Orust	15025	163,00	II	20,20	Ej svar	Ej svar	Vet ej	Ej svar	Ej svar	Ej svar	Ej svar
Osby	13586	198,70	II	19,10	0,30	0,20	45	166	200	15,53	1061,90
Oskarshamn	27162	250,70	II	10,90	0,50	Ej svar	10	45	275	2,02	219,39
Oxelösund	12325	76,40	II	6,20	Ej svar	0,40	75	0	0	6,09	981,68
Pajala	8361	136,50	VII	23,30	Vet ej	Vet ej	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Partille	31502	266,00	II	8,80	Vet ej	0,00	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Piteå	40807	722,70	V	19,40	2,50	1,00	50	50	150	2,45	138,37
Ragunda	6861	108,50	VI	23,60	0,20	Ej svar	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Ronneby	29157	352,80	I	13,30	2,00	2,00	5	40	150	1,54	127,55
Sala	22324	274,10	IV	17,80	0,50	0,30	20	180	250	8,96	729,66
Salem	12963	73,60	II	6,00	0,00	0,00	2	Ej svar	Ej svar	Ej svar	Ej svar

Kommun	Ant-Inv	ALKM	KZ	m/p	Nr 10	Nr 11	Nr 12	Nr 14b	Nr 14c	Kr/inv	Kr/km ledning
Sandviken	39607	356,90	IV	10,10	5,00	0,50	50	Ej svar	Ej svar	Ej svar	Ej svar
Sigtuna	32618	259,00	II	9,30	0,30	Vet ej	80	120	300	6,13	772,20
Simrishamn	20414	Ej svar	I	Ej svar	2,00	0,00	125	185	350	15,19	Ej svar
Skelefteå	75815	758,10	V	11,70	1,00	0,75	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Skurup	13789	184,80	I	16,00	2,00	1,00	75	0	0	5,43	405,84
Skövde	48757	546,60	III	13,20	1,00	Ej svar	50	0	0	1,03	91,47
Smedjebacken	13139	200,00	IV	Ej svar	Vet ej	Vet ej	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Sollefteå	24412	359,30	V	19,40	Vet ej	Vet ej	15	Vet ej	Vet ej	Vet ej	Vet ej
Sollentuna	53068	401,20	II	7,70	Vet ej	Vet ej	Vet ej	360	800	Vet ej	Vet ej
Solna	53509	176,20	II	3,30	Vet ej	Vet ej	20	280	660	5,61	1702,61
Sotenäs	9852	153,00	III	18,70	Vet ej	Vet ej	2,5	0	0	0,25	16,33
Staffanstorps	18604	196,00	I	14,00	2,00	1,50	30	62,5	175	4,97	471,94
Stockholm	692954	2522,00	II	3,70	3,10	1,00	200	1450	500	2,38	654,24
Storfors	5293	66,60	IV	17,80	Vet ej	Vet ej	Vet ej	20	200	Vet ej	Vet ej
Storuman	7583	110,10	VII	23,10	0,00	0,00	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Strängnäs	28424	280,80	II	12,90	Vet ej	Vet ej	25	Vet ej	200	Vet ej	Vet ej
Strömstad	10870	93,00	III	11,20	Vet ej	Vet ej	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Sundbyberg	31074	91,00	II	3,00	0,50	0,20	Vet ej	140	240	Vet ej	Vet ej
Sundsvall	94542	956,00	IV	11,80	35,00	3,50	400	2500	900	30,67	3033,47
Sunne	14013	109,90	III	17,10	0,05	0,025	5	0	0	0,36	45,50
Surahammar	11384	179,20	IV	16,60	Vet ej	Ej svar	Vet ej	0	0	Ej svar	Ej svar
Svalöv	12945	180,10	I	21,50	0,75	0,00	30	0	0	2,32	166,57
Svedala	17991	210,30	I	14,60	0,50	0,00	50	50	150	5,56	475,51
Säffle	17750	160,20	III	14,70	0,50	0,00	12,5	15	50	1,55	171,66
Sävsjö	12034	201,00	V	22,30	0,40	0,30	30	Vet ej	Vet ej	Vet ej	Vet ej
Söderhamn	29742	331,30	IV	12,00	2,00	0,00	Vet ej	230	400	Ej svar	Ej svar

Kommun	Ant-Inv	ALKM	KZ	m/p	Nr 10	Nr 11	Nr 12	Nr 14b	Nr 14c	Kr/inv	Kr/km ledning
Söderköping	13840	104,30	II	10,40	Vet ej	Vet ej	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Södertälje	81489	402,00	II	5,70	3,50	1,00	Vet ej	1462	1950	Vet ej	Vet ej
Sölvesborg	16540	298,70	I	22,40	Vet ej	0,00	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Tibro	11180	145,30	III	15,50	Vet ej	Vet ej	15	100	150	10,29	791,47
Tidaholm	13296	143,80	III	14,70	0,10	0,00	10	0	0	0,75	69,54
Timrå	18824	231,30	IV	14,10	Vet ej	Vet ej	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Tingsryd	14675	200?	III	Ej svar	5,00	1,00	100	0	0	6,81	500,00
Tjörn	14602	160,80	II	16,80	Vet ej	Ej svar	5	75	150	5,48	497,51
Tommelilla	12700	46,20	I	5,80	Vet ej	Vet ej	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Torsby	14981	Ej svar	III	Ej svar	0,10	0,00	2	Ej svar	Ej svar	Ej svar	Ej svar
Torsås	8017	156,50	II	33,30	Vet ej	Vet ej	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Tranemo	12552	203,10	IV	20,80	Vet ej	Vet ej	10	35	290	3,59	221,57
Tranås	17880	179,30	IV	11,60	2,00	1,90	30	Ej svar	Ej svar	Ej svar	Ej svar
Trelleborg	37141	471,60	I	16,00	Vet ej	Vet ej	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Trollhättan	51729	391,30	II	8,40	Vet ej	0,00	10	10	90	0,39	51,11
Trosa	9977	98,50	III	10,40	0,30	0,00	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Täby	57992	462,70	II	8,10	0,50	0,00	50	250	800	5,17	648,37
Töreboda	10511	198,00	III	32,00	Vet ej	Ej svar	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Ulricehamn	22917	293,70	III	18,80	Vet ej	Vet ej	Vet ej	Ej svar	Ej svar	Vet ej	Vet ej
Umeå	97190	889,00	V	10,30	0,20	0,00	Vet ej	30	60	Vet ej	Vet ej
Upplands-Bro	19848	166,00	II	9,20	0,50	0,375	50	Ej svar	Ej svar	Ej svar	Ej svar
Upplands-Väsby	35764	227,90	II	6,70	0,10	0,00	20	50	75	1,96	307,15
Uppsala	178011	954,20	III	6,40	2,00	1,50	150	700	1000	4,77	890,80
Vadstena	7676	82,20	II	13,70	0,20	0,00	60	75	50	17,59	1642,34
Vaggeryd	12420	176,10	V	18,60	0,20	Vet ej	250	170	500	33,82	2385,01
Valdemarsvik	8995	114,20	II	19,00	Vet ej	Vet ej	Vet ej	Vet ej	50	Vet ej	Vet ej

Kommun	Ant-Inv	ALKM	KZ	m/p	Nr 10	Nr 11	Nr 12	Nr 14b	Nr 14c	Kr/inv	Kr/km ledning
Vallentuna	23061	181,50	IV	9,50	Vet ej	Vet ej	20	Ej svar	Ej svar	Ej svar	Ej svar
Vansbro	7764	175?	VI	Ej svar	Ej svar	Ej svar	25	21,6	35	6,00	266,29
Vara	16965	268,00	III	27,60	Vet ej	Ej svar	60	Vet ej	130	Vet ej	Vet ej
Varberg	50911	594,40	I	14,80	0,80	0,00	50	160	490	4,12	353,30
Vaxholm	7392	49,00	III	8,90	Vet ej	Vet ej	50	120	150	23,00	3469,39
Vellinge	29056	387,30	I	15,90	Vet ej	Vet ej	Vet ej	100	300	Vet ej	Vet ej
Vilhelmina	8456	95,90	VII	15,30	Vet ej	Ej svar	Vet ej	Ej svar	Ej svar	Vet ej	Vet ej
Vimmerby	16012	180,10	III	15,70	Vet ej	Vet ej	7,5	0	0	0,47	41,64
Vindeln	6585	93,50	VI	23,70	Vet ej	Vet ej	5	40	60	6,83	481,28
Vårgårda	10574	75,20	IV	15,70	1,00	0,00	10	100	50	10,40	1462,77
Vänersborg	36463	400?	II	Ej svar	0,20	0,00	15	0	0	0,41	37,50
Vännäs	8749	96,00	VI	15,20	Vet ej	Vet ej	20	0	0	2,28	208,33
Värnamo	31533	341,70	IV	13,70	Vet ej	Vet ej	Vet ej	100	400	Vet ej	Vet ej
Västervik	39710	375,80	II	10,20	Vet ej	Ej svar	20	75	50	2,39	252,79
Västerås	121593	842,40	III	7,40	1,00	0,50	100	300	300	3,29	474,83
Växjö	71396	776,60	III	13,00	1,00	Vet ej	5	60	230	0,91	83,70
Ydre	4308	40?	IV	Ej svar	0,10	Vet ej	5	0	0	1,16	125,00
Ystad	25648	319,90	I	10,80	1,00	Vet ej	50	50	100	3,90	312,60
Åmål	13346	143,70	III	12,50	0,15	0,10	150	250	100	29,97	2783,58
Ånge	12418	200,00	VI	18,70	Vet ej	Ej svar	Vet ej	0	0	Vet ej	Vet ej
Åre	9994	168,50	VII	25,90	0,05	0,00	Ej svar	Ej svar	Ej svar	Ej svar	Ej svar
Åstorp	13165	189,90	II	15,20	Vet ej	Vet ej	Vet ej	50	150	Ej svar	Ej svar
Årvidaberg	12664	146,30	III	13,90	0,50	0,00	10	35	100	3,55	307,59
Älmhult	15901	228,00	III	19,40	0,30	Vet ej	10	Ej svar	Ej svar	Ej svar	Ej svar
Älvdalen	8292	234,80	VII	36,70	Vet ej	Vet ej	Vet ej	Ej svar	Ej svar	Vet ej	Vet ej
Älvkarleby	9371	Ej svar	IV	Ej svar	2,00	1,50	10	0	0	1,07	Ej svar

8.2 Appendix av analysmetoderna i kapitel 4 ANALYS AV ENKÄTSVAREN

I huvudsak har tre statistiska metoder använts vid undersökningen. Den första av dessa är korrelationsundersökningar vilka beskriver samvariationen mellan två variabler. Eftersom variablerna i de flesta fall var kategoriska, ex. ja eller nej, så har vi använt oss av Spearmans rangkorrelation.

Spearmans rangkorrelation (r_s) definieras som:

$$r_s = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N d_i^2}{N^3 - N}$$

där d_i^2 = den kvadrerade differansen mellan en observations rangordning för den ena variabeln och den andra variabeln.

N = antalet observationer.

För att testa om korrelationen är signifikant skild från används t-test vilket definieras som:

$$t_{(N-2)} = r_s \sqrt{\frac{N-2}{1-r_s^2}}$$

När det gäller jämförelser mellan två olika grupper och där variablerna varit kontinuerliga så har vi använt oss av T-test, definierat enligt:

$$T_{N_1+N_2-2} = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{\left(\frac{(N_1-1)s_1^2}{N_1+N_2-2} + \frac{(N_2-1)s_2^2}{N_1+N_2-2}\right) * \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}\right)}}$$

där

\bar{x}_1 = Den första gruppens medelvärde. (Ex. stora kommuner)

\bar{x}_2 = Den andra gruppens medelvärde. (Ex små kommuner)

N_1 = Antalet observationer i den första gruppen.

N_2 = Antalet observationer i den andra gruppen.

s_1^2 = Den beräknade variansen för den första gruppen.

s_2^2 = Den beräknade variansen för den andra gruppen.

Värdet vi får fram är T-fördelat med $N_1+N_2 - 2$ frihetsgrader.

Vi vill göra läsaren uppmärksam på att i dessa T-tester har ett begränsat värde eftersom undersökningen i sig är en totalundersökning. Dessutom gäller att tolkningen av T-testerna endast kan göras under förutsättning att bortfallet vid de olika delanalyserna ej är systematiskt. Vår avsikt med att presentera T-testerna är att redovisa indikationer och beskriva styrkan i dessa indikationer.

Den tredje metoden vi använt oss av är en multipelregression med minsta kvadrat metoden, vilket enkelt kan förklaras av att vi försöker finna ett linjärt samband mellan en beroende och en eller flera oberoende variabler där avvikelsen ifrån den räta linjen blir så liten som möjligt. Skälet för att använda sig av multipelregression är att vi ansett att det är flera variabler som tillsammans påverkar en oberoende variabel vi vill simultant ta hänsyn till detta.

En multipelregression definieras som ett samband mellan en oberoende variabel, Y , och ett antal beroende variabler, X_j . Sambandet kan skrivas som:

$$Y = a + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + e$$

Där;

a = Intercept, dvs det värdet som Y har då samtliga beroende variabler är noll.

β = Riktningskoefficienten för de olika variablerna, vilken beskriver hur och hur mycket Y påverkas av en förändring i någon av X variablerna.

e = Det fel som blir då vi försöker att beskriva sambandet mellan Y och X med hjälp av ett linjärt samband. (Minstakvadrat metoden går ut på att minimera detta fel.)

Att en variabel är signifikant på 5% nivån innebär i detta sammanhang att vi med 95-procents säkerhet kan säga att Y påverkas av förändringar i X .

Rapporter utgivna i VA-FORSK-serien

- 1992-01 Hydraulisk analys av vattenledningsnät, *Lennart Andersson*
- 1992-02 Samverkan mellan avloppsnet och reningsverk, *Claes Hernebring*
- 1992-03 Lukt- och smakstörningar i dricksvatten, *Kjell Kihlberg, Roger Sävenhed*
- 1992-04 Artificial Groundwater Recharge – State of the Art, *Cristina Frycklund*
- 1992-05 Analysmetod för klordioxid, klorit och klorat, *Mats Lindgren, Einar Pontén*
- 1992-06 Undersökning av förfilter för järn- och manganreduktion vid dricksvattenrening, *Tibor Nemeth, Åke Elgemark*
- 1992-07 Inventering av datorbaserade system för övervakning och styrning inom kommunal teknik, *Bengt Zagerholm*
- 1992-08 Bräddning – Problemet omfattning i svenska tätorter, *Mats Andreasson, Johan Larsson*
- 1992-09 Lokal dagvattenhantering — Erfarenheter från några anläggningar i drift, *Eva Jansson, Bo Lind, Björn Malbert*
- 1992-10 PRISEK Prioritering Samhällskonsekvenser Ekonomi – Ekonomisk modell och systematisk effektredovisning för värdering och prioritering av va-åtgärder, *Bertil Gustafsson, Gilbert Svensson*
- 1992-11 Konditionsstabilitet hos avloppsledningar av betong, *Viveka Lidström*
- 1992-12 Skadefall på nylagda betongledningar, *Ann-Christin Sundahl*
- 1992-13 Konstgjord grundvattenbildning, *Bertil Sundlöf, Lars Kronqvist*
- 1992-14 Trädrötter och ledningar, *Örjan Ståhl*
- 1992-15 Naturliga system för avloppsrening och resursutnyttjande i tempererat klimat, *HB Wittgren, Kenth Hasselgren*
- 1992-16 Vattenboken – En bok för mellanstadiet om vårt svenska vatten, *Accurat Information AB, VAV*
- 1992-17 Vattenboken – Lärarboken, *Accurat Information AB, VAV*
- 1992-18 Utvärdering av VA-FORSK, *Björn Svedinger*
- 1992-19 Hårdgöring av dricksvatten med krita-kolsyra – ett alternativ till kalk-kolsyra, *Dan Göthe, Bertil Israelsson*
- 1993-01 Alternativ va-teknik – Exempelsamling, *Per-Arne Malmqvist, Agneta Samuelsson*
- 1993-02 Luft- och sedimentansamlingar i tryckledningar – Inledande studie, *Lennart Jönsson*
- 1993-03 Algtoxiner i dricksvatten – en undersökning vid två svenska vattenverk samt litteraturstudie, *Heléne Annadotter*
- 1993-04 Simulering av hydrologin inom urbana områden. Metodikmanual – MouseNAM, *Lars-Göran Gustafsson*
- 1993-05 Användning av klordioxid — Reaktorstudier och halter i distributionssystemet vid nio vattenverk, *Mats Lindgren, Einar Pontén*
- 1993-06 Slamspridning på åkermark, *Per-Göran Andersson, Peter Nilsson*
- 1993-07 Analys av tillförselgrad till avloppsverk — svårigheter och möjligheter. Tillämpning på tillrinningen till Tivoliverket i Sundsvall, *Claes Hernebring*
- 1993-08 Indirekt nederbördspåverkan i spillvattensystem, *Hans Bäckman, Björn Marklund, Rune Olsson, Bengt-Lennart Peterson, Tore Wästlin*
- 1993-09 Franska va-driftentreprenader, *Lise-Lotte Nilsson*
- 1993-10 Generell kravspecifikation för styr- och övervakningssystem, *Bengt Zagerholm*
- 1993-11 Va på entreprenad, *Gösta Fredriksson, Bo Lannblad, Bengt Larsson, Åke Mattsson*
- 1993-12 Renovering av avloppsledningar. Riktlinjer för dokumentering och kvalitetskontroll, *Björn Borstad, Inge Faldager, Thomas Johansson*
- 1993-13 Simulering av vattenledningsnät med Piccolo — en utvärdering, *Krister Törneke*
- 1993-14 Drömmen om att allt ska förbli som det var — några reflexioner om konkurrens och strategier för förändring inom va-branschen, *Lennart Hansson, Ola Mattisson*
- 1993-15 Kostnader för drift av avloppsreningsverk, *Peter Balmér, Bengt Mattsson*
- 1993-16 Röt-kammars förmåga att bryta ned organiska föreningar i slam, *Hans Ring*
- 1994-01 Va-ledningars kondition, *Peter Stahre, Ann-Christin Sundahl, Viveka Lidström*
- 1994-02 Tillämpning av kvicksilverfri COD-analys inom va-tekniken, *Evy Axén, Gregory M Morrison*
- 1994-03 Drifterfarenheter med biologisk kvävereduktion, *Magnus Emanuelsson*
- 1994-04 Bestämning av nitrat i kommunalt avloppsvatten — en metod lämpad för automatiserad övervakning och kontroll, *Christer Björklund, Bo Karlberg, Maikael Karlsson*
- 1994-05 Vattenförbrukningens dygnsvariation, *Lars Nikell*
- 1994-06 Dagvattnets sammansättning, recipientpåverkan och behandling, *Thomas Larm*
- 1994-07 Svavelväteproblem i avloppsledningar — praktiska drifterfarenheter och tillämpbara anvisningar, *Anders Ledskog, Sven-Gunnar Larsson, Bo Göran Lindqvist*
- 1994-08 Konstgjord grundvattenbildning — Processtudier vid inducerad infiltration och bassänginfiltration, *Cristina Frycklund, Gunnar Jacks, Per-Olof Johansson, Kerstin Lekander*
- 1994-09 Desinfektion/oxidation som förbehandling av ytvatten, *Mats Engdahl*
- 1994-10 Kontroll av bräddavlopp, *Bertil Forsberg*
- 1994-11 Dagvattnets sammansättning, *Per-Arne Malmqvist, Gilbert Svensson, Caroline Fjellström*
- 1994-12 Kortbedömning av TV-inspekterade avloppsledningar, *Olle Nilsson, Peter Stahre*
- 1994-13 Utjämningsmagasin. Erfarenheter i svenska avloppsnet, *Rolf Mansfeldt, Mats Andréasson, Bertil Svensson*
- 1994-14 MIKE SHE I Urban Miljö, Tillämpningsexempel Vittskövle, *Stefan Winberg, Lars-Göran Gustafsson, Lars Bengtsson*
- 1994-15 Avskiljare för lätta vätskor och fett, *Fred Nyberg*
- 1994-16 Datorstödd simulering av aktivslamprocessen – Försök vid 5 svenska reningsverk, *Jes la Cour Jansen, Dines Thornberg, Anders Finnson*

Rapporter utgivna i VA-FORSK-serien

- 1995-01 Ringar på vattnet – VA-verken och Agenda 21, *Anna Helmrot, Gunnel Jonsson, Örjan Eriksson*
- 1995-02 Transport av föroreningar i avloppssystem. Beräkningsmöjligheter med MouseTRAP, *Clæs Hernebring, Cecilia Appelgren*
- 1995-03 Alternativa avloppssystem i Bergsjön och Hamburgsund. Delrapport från ECO-GUIDE-projektet, *Per-Arne Malmqvist, Hans Björkman, Majlis Stenberg, Ann-Carin Andersson, Anne-Marie Tillman, Erik Kärrman*
- 1995-04 Utvärdering av biologisk fosforavskiljning vid Öresundsverket i Helsingborg – Processtekniska och mikrobiologiska aspekter, *Magnus Christensson, Karin Jönsson, Natuschka Lee, Ewa Lie, Per Johansson, Thomas Welander, Kjetill Østgaard*
- 1995-05 Internkontroll vid VA-verk. Arbetsbok för upprättande och genomförande av internkontrollprogram för arbetsmiljön vid va-verk, *Ingvar Borgström, Anders Karlsson*
- 1995-06 Regional VA-samverkan – Potential och principer, *Lennart Hansson, Ola Mattisson*
- 1995-07 Hårdhetshöjning av dricksvatten med krita-kolsyra, ett alternativ till kalk-kolsyra – Fullskaleförsök vid Öxsjöverket Lerum, *Dan Göthe, Bertil Israelsson*
- 1995-08 Våtmarksrening vid Landsbro ARV, *Leif Lorentzon, Göran Nilsson, Yvonne Gunnevik, Carl Odelberg, Thomas Svensson*
- 1995-09 Tvättmedel – Effekter på reningsverk och miljö, *Cajsa Wahlberg*
- 1995-10 Utvärdering av VAVs läckagestatistik, *Ann-Christin Sundahl, Åse Hasselkvist*
- 1995-11 Trädrötter och avloppsledning. En fördjupad undersökning av rotproblem i nya avloppsledningar, *Örjan Stål, Jörgen Rosenlöf*
- 1995-12 Renovering av vattenledningar. Riktlinjer för metodval, dimensionering och utförande, *Thomas Johansson, Per Romdal, Øistein Torgersen*
- 1995-13 Nya kemikalier – En utmaning för kommunala reningsverk. Förstudie, *Björn Frostell, Bengt Hultman, Jonas Röttorp, Peter Solyom*
- 1995-14 CD-ROM inom VA, *Leif W Linde, Gunnar Petersson*
- 1995-15 Kvalitetssäkerhet och leveranssäkerhet i distributionssystem för dricksvatten, *Bengt Zagerholm, Rolf Bergström*
- 1995-16 Försöksrapport från biologisk fosforavskiljning vid Jämshögs reningsverk, Olofströms kommun, *Carl-Johan Legeth*
- 1996-01 Organiskt avfall som växtnäingsresurs. Potential och förslag till forsknings- och utvecklingsinsatser, *H B Wittgren*
- 1996-02 Rotinträngning i avloppsledningar. En undersökning av omfattning och kostnader i Sveriges kommuner, *Örjan Stål*