

Trädrötter och ledningar

– goda exempel på lösningar och
samverkansformer

*Alf Orvesten
Anders Kristoffersson
Örjan Stål*



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 1,05 kronor per kommuninnevånare och år. Avgiften är frivillig. Nästan alla kommuner är med i programmet, vilket innebär att budgeten årligen omfattar drygt åtta miljoner kronor.

VA-Forsk initierades gemensamt av Kommunförbundet och Svenskt Vatten. Verksamheten påbörjades år 1990. Programmet lägger tonvikten på tillämpad forskning och utveckling 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 utses av styrelsen för Svenskt Vatten AB. För närvarande har kommittén följande sammansättning:

Ola Burström, ordförande
Roger Bergström
Bengt Göran Hellström
Staffan Holmberg
Pär Jönsson
Peeter Maripuu
Stefan Marklund
Peter Stahre
Jan Söderström

Skellefteå
Svenskt Vatten AB
Stockholm Vatten AB
Haninge
Östersund
Vaxholm
Luleå
VA-verket Malmö
Sv kommunförbundet

Asle Aasen, adjungerad
Thomas Hellström, sekreterare

NORVAR, Norge
Svenskt Vatten AB

Författarna är ensamma ansvariga för rapportens innehåll, varför detta ej kan åberopas såsom representerande Svenskt Vattens ståndpunkt.

VA-Forsk
Svenskt Vatten AB
Box 47607
117 94 Stockholm
Tfn 08-506 002 00
Fax 08-506 002 10
E-post svensktvatten@svensktvatten.se
www.svensktvatten.se

Svenskt Vatten AB är servicebolag till föreningen Svenskt Vatten.

Rapportens titel:	Trädrötter och ledningar – goda exempel på lösningar och samverkansformer
Title of the report:	Tree roots and sewers – good examples and forms for co-operation
Rapportens beteckning Nr i VA-Forsk-serien:	2003-31
ISSN-nummer:	1102-5638
ISBN-nummer:	91-89182-95-2
Författare:	Alf Orvesten, Anders Kristoffersson, Örjan Stål, avd. för Park- och trädgårdsteknik, SLU Alnarp
VA-Forsk projekt nr:	98-123
Projektets namn:	Trädrötter och ledningar
Projektets finansiering:	VA-Forsk och BFR
Rapportens omfattning Sidantal:	92
Format:	A4
Upplaga:	800
Sökord:	Trädrötter, ledningar, parkförvaltning, VA-verk, samverkan, rotinträngning, förebyggande åtgärder, arbetsformer
Keywords:	Tree roots, sewers, park-department, waterworks, co-operation, root intrusion, preventive measures, forms of work
Sammandrag:	I rapporten ges en sammanfattning av flera års forskning inom området trädrötter och ledningar. Nya fakta tillförs i form av tolv fall av rotinträngning i Malmö och Linköping. Fallen beskrivs som grund för beslut om åtgärder, arbetsformer och samverkan mellan park och VA sidan. Förslag ges till förebyggande åtgärder och en modell för utveckling av arbetsformer presenteras.
Abstract:	This report contains a summary of the research area tree roots and sewers. New facts are added as twelve case studies on root intrusion in the cities of Malmö and Linköping. The cases are described as a bases for decision on measures, working forms and co-operation between park- and water-department. Suggestions are made on preventive action and a model for development of working forms are presented.
Målgrupper:	VA-verk, parkförvaltning, kommuner
Omslagsbild:	Trädbyte och öppet dagvattendike löste rotinträngning i avloppsledningar, foto Anders Kristoffersson
Rapporten beställs från:	Svenskt Vattens distribution, Box 262, 591 23 Motala. Finns även att hämta hem som PDF-fil från Svenskt Vattens hemsida www.svensktvatten.se
Utgivningsår:	2003
Utgivare:	Svenskt Vatten AB © Svenskt Vatten AB

SAMMANFATTNING

Både fungerande avloppssystem och behagfulla trädmiljöer betraktas idag som självklara delar i det moderna stadsbyggandet. Stadsmiljön har dock under stora delar av 1900-talet planerats utan att hänsyn tagits till hur träd och avloppsledningar arrangerats i förhållande till varandra. Trädrötter som växer in i avloppsledningar har därför blivit ett problem som ekonomiskt belastar samhällsmedborgarna i allt större utsträckning.

Den allmänna kunskapsnivån om förutsättningarna för rotinträngning i avloppssystemen har ofta visat sig vara låg bland planerare för både VA- och parksidan. Dels saknas kunskap om avloppssystemens begränsade förmåga att motstå trädrötter, dels saknas förståelse för träd och trädrötters utveckling i stadsmiljö.

Dagens växande problem med trädrötter i avloppsledningar skapades framförallt under 60- och 70-talet då få kände till trädens förmåga att tränga in i avloppsledningar. I rapporten noteras att i åtta av tolv studerade fall skedde rotinträngning i avloppsledningar av betong inom 25-35 år efter anläggning.

Syftet med denna rapport är att visa intressanta lösningar och nyansera synsättet på konflikt-situationen mellan trädrötter och VA-ledningar genom: en *kunskapssammanställning*, beskrivning av genomförda *fallstudier* och förslag till *modell för samarbete* mellan VA-verk och parkavdelning.

För att i större utsträckning förhindra trädrotsintrång i avloppssystemen måste dagens planerare och byggare av stadsmiljö förbättra sina **kunskaper** och bl.a. känna till och ha förståelse för:

- växtplatsens (*ståndortens*) förutsättningar och dess betydelse
 - trädarters olika krav på ståndort
- avloppssystemens svaga punkter
- trädarters olika kapacitet att penetrera avloppsledningarnas svaga punkter
 - trädarters olika rotutveckling i urban miljö
- betydelsen av trädets placering i förhållande till avloppsledningarnas typ, djup och placering.

En god växtplats för trädets minskar risken för rotinträngning i avloppssystemet. Skyddar man avloppssystemets svaga punkter – brunnar, ledningsskarvar, övergångar mellan olika ledningsmaterial samt servisledningar – och undviker slarv vid anläggandet av avloppssystem minskar risken ytterligare.

Den viktigaste problemgruppen bland träden är pil- och poppelarter, men i stort sett alla trädarter kan tränga in i ett avloppssystemets svaga punkter om de "rätta" förutsättningarna finns. Tekniskt kan man skjuta upp rotinträngningstillfället med förebyggande åtgärder som horisontella och vertikala rotspärrar i mark av termiskt sammansatt geotextil, längsta möjliga avstånd mellan träd och ledning, val av trädarter med icke aggressiva rotsystem etc.

Denna rapport presenterar **fallstudier** som utgör exempel på kreativ problemlösning. Fallstudierna är hämtade från Malmö och Linköpings kommuner. Park och VA-sidan använder här bl.a. nedanstående intressanta handlingsalternativ i lösningar av konflikt-situationen mellan träd och ledningar:

- Förebyggande projektering – ta vara på tillgänglig kunskap
- Miljörenovering – att t.ex. kombinera parkupprustning med ekologiska dagvattenlösningar vid åtgärdande av rotinträngning
- Trädartsbyte – använd ersättningsträd med låg rotinträngningsförmåga
- Bevarande av vegetation med hjälp av ledningsrenovering – t.ex. infodring med strumpa

I rapporten exemplifieras detta förebyggande tankesätt i kapitel 10; Aspekter på planering. Målet för denna planering är att styra rotinträngningsproblemet så att det tidigast sammanfaller med avloppsledningens ekonomiska livslängd dvs. ca 100 år. Enligt de studier som har gjorts i Malmö har även samarbetsprocessen visat sig mycket betydelsefull i ambitionen att nå bättre lösningar på konflikten mellan träd och avloppsledningar. Ett ökat engagemang för problemet samt ett ökat samarbete mellan VA- och parksidan har visat sig vara mycket fruktbart. Malmö stad används i denna rapport som huvudsakligt exempel där park- och VA-sidan tillsammans med forskare från SLU i Alnarp, gemensamt har utvecklat en metodik för att komma till rätta med rotproblemet. En generell **modell för** hur ett **samarbete** kan organiseras och hanteras vid såväl projekterings- som underhållssituationer presenteras i rapporten. Modellen kan användas för vidareutveckling av analys- och beslutsrutiner i samarbetet mellan Park- och VA-sidan.

SUMMARY

Both functioning sewers systems and charming tree environment are today regarded as evident in modern urban planning. The urban environment has during most of the 20th century been planned without concerns about the relationship between trees and sewers. Tree roots growing into sewers therefore has become an increasing problem that economically fall upon the citizens to greater extent.

The level of knowledge about root intrusion in sewers has turned out to be low among planners in both water- and park-organisations. On one hand there is a lack of knowledge about the weak points in the sewer systems and their ability to restrain tree roots and on the other hand there is a lack of understanding of the development of trees and tree roots in the urban environment.

The growing problems of today with tree roots intruding into sewers mainly originates from the sixties and seventies when few professionals were aware of the ability of trees to intrude into sewers. In eight of twelve cases studied root intrusion appeared in concrete sewers within 25-35 years from the laying of the pipes.

The purpose of this report is to show interesting solutions and nuance the approach to the conflict situation between tree roots and sewers through: a *knowledge overview*, a description of accomplished *case studies* and propose a *model for co-operation* between water- and park-departments.

To improve the prevention of root intrusion in sewers planners and builders has to improve their **knowledge** and understanding of:

- the conditions of the habitat and its influence on the trees
 - different demands on the habitat from the tree species
- the weak points of the sewer systems
- the tree species different capacity to penetrate the weak points of the sewer systems
 - different root development from the tree species in urban environment
- the influence of the placing of the tree due to the type, depth and placing of the sewers.

A good tree habitat decreases the risk for root intrusion in the sewer system. The risk will decrease even more if you protect the weak points of the sewer systems – manholes, inspection chambers, branches, change points for pipe material – and avoid carelessness when building the sewer system.

The tree species which cause most problem are willow and poplar species, but almost every tree species are able to penetrate the weak points of the sewer systems if the certain conditions appear. Technically, it is possible to delay the occasion of the root intrusion with preventive measures as horizontal and vertical root barrier made of thermally composed geo textile, the longest possible distance between the tree and sewer, the choice of species with non aggressive root systems etc.

This report present **case studies** with examples on creative problem solutions. The case studies are collected from the cities of Malmö and Linköping. The present park- and water-department use, among other measures, the following interesting solutions in the conflict situation between trees and sewers:

- *Preventive planning – put available knowledge in use*
- *Environmental restoration – combination of park improvement and ecological solutions at root intrusion*
- *Change of species – use replacement tree with lower? penetration ability*
- *Preserving of vegetation by sewer renovation – e.g. coating*

The report gives example on this preventing way of thinking in chapter 10; Aspects of planning. The goal for this planning is to match the root intrusion problem with the economic length of life of the sewer, about 100 years. Due to the studies made in the city of Malmö the co-operation process between the involved parties has turned out to be very significant in the ambition to find better solutions on the conflict between trees and sewers. An increased devotion to the problem and improved co-operation between the park and water department has turned out to be very fruitful. The city of Malmö is used as the main example in this report where the park- and water-department in co-operation with researchers from SLU Alnarp have developed a method for solving the root problem.

A general model for organizing and managing the co-operation in planning as well as maintenance situations are presented in the report. The model can be used for further development of analysis and decision routines in the co-operation between park- and water-departments.

FÖRORD

Föreliggande rapport är frukten av en lång entusiastisk forskningsinsats inom området trädrötter och ledningar. Från att ha varit ett obehandlat forskningsområde har frågan lyfts fram och fått stor uppmärksamhet i alla led – från kommunernas park- och VA-sidor till rörtillverkare och projektörer. En utveckling har skett från problemidentifikation via åtgärdsmetoder till förebyggande åtgärder.

Denna rapport utgör den sista i raden inom projektet Trädrötter och ledningar och det är vår förhoppning att vi här lyckas presentera den samlade kunskapen på ett överskådligt och begripligt sätt. De nya stegen i denna del utgörs av ett antal konkreta exempel på goda lösningar i 12 olika konfliktsituationer. Vi belyser olika alternativa åtgärder och analyserar bl.a. ekonomi och arbetsformer. Rapporten leder fram till förslag på dimensionering av förebyggande insatser och arbetsformer för samverkan mellan främst park- och VA-sidan.

Projektets eldsjäl – Örjan Stål – har varit en drivande kraft genom hela projektet och hans insatser kan inte överskattas. Utan finansiering och stöd av kloka personer blir det dock inte mycket uträttat och således förtjänar både VA-Forsk och BFR respektive Peter Stahre, Malmö VA-verk, och Kaj Rolf, avd. för park- och trädgårdsteknik, vår uppskattning. Listan över personer som gjort avgörande insatser för detta projekt kan göras mycket lång och vi väljer därför att ge alla stort hjärtligt tack! Förhoppningsvis har Alf Orvesten, som entusiastiskt författat merparten av denna rapport, och undertecknad bidragit med en del nya perspektiv i projektets slutskede.

Anders Kristoffersson

Lektor i företagsekonomi och Avslutande projektledare

Avd. för park- trädgårdsteknik

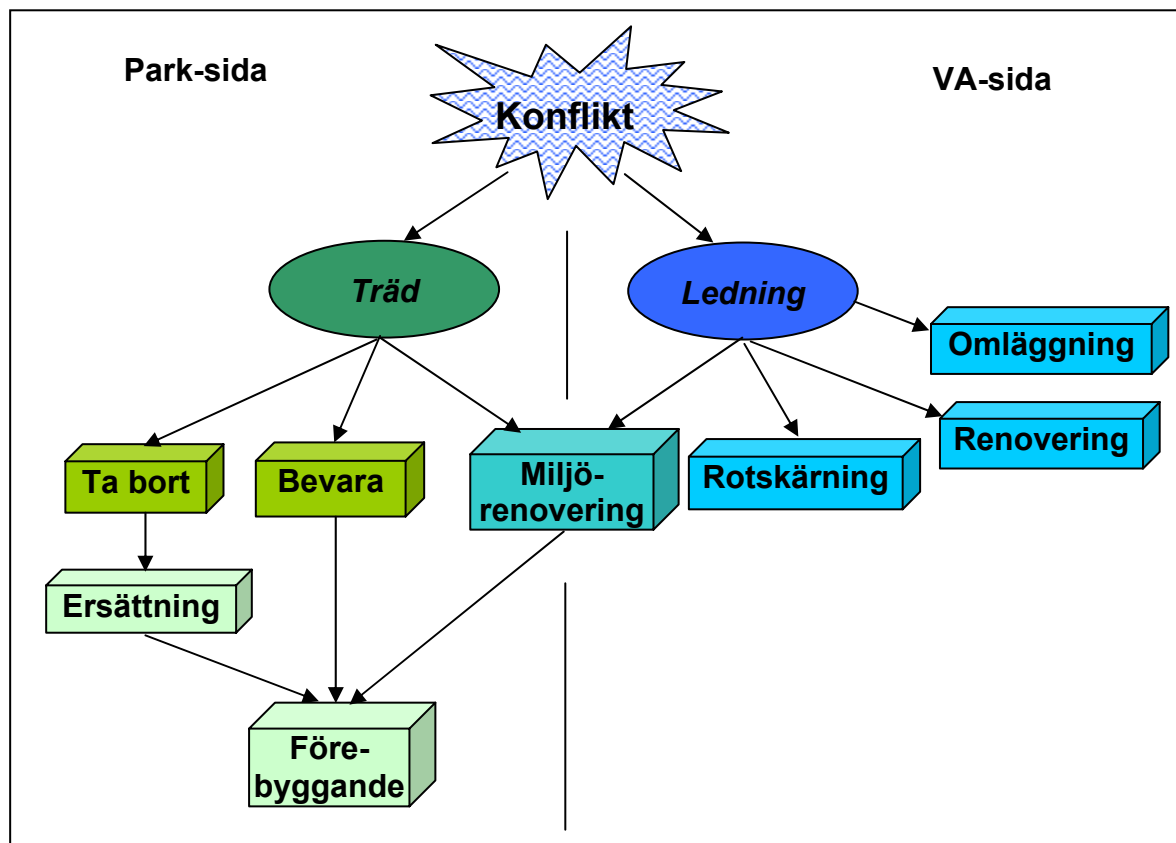
INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 PROBLEMÖVERSIKT OCH LÄSTIPS.....	1
2 INLEDNING	3
2.1 AVLOPPSSYSTEMENS UTVECKLING.....	3
2.2 UTVECKLING AV GRÖNSTRUKTUREN I VÅRA STÄDER?	4
2.3 KONFLIKTEN MELLAN TRÄD OCH AVLOPPSLEDNINGAR	4
2.4 SAMMANFATTNING AV NUVARANDE KUNSKAPSLÄGE	5
2.5 SYFTE	6
2.6 METODBESKRIVNING.....	6
3 NÅGOT OM TRÄD OCH DERAS RELATION TILL AVLOPPSLEDNINGAR.....	7
3.1 PIONJÄRTRÄD OCH SEKUNDÄRTRÄD.....	7
3.2 TRÄDARTER MED MYCKET STOR FÖRMÅGA ATT TRÄNGA IN I AVLOPPSLEDNINGAR (HÖG ROTENERGI). 8	
3.3 STADSTRÄD	9
3.4 TRÄDENS LIVSCYKEL.....	10
3.5 BEGREPPET ROTENERGI.....	11
3.6 TRÄDRÖTTERNAS UTBREDNING	11
3.7 STÅNDORTENS BETYDELSE FÖR ROTINTRÄNGNING	12
4 NÅGOT OM AVLOPPSLEDNINGAR OCH LEDNINGSRENOVERINGSMETODER	14
4.1 AVLOPPSSYSTEMETS SVAGA PUNKTER	14
4.2 LEDNINGSRENOVERING – METODER SOM NÄMNS I RAPPORTEN.	15
4.3 EKOLOGISK DAGVATTENHANTERING	16
5 ÅTGÄRDER FÖR ATT FÖREBYGGA PROBLEM MED ROTINTRÄNGNING.....	18
5.1 NÅGRA KONKRETA TIPS/REGLER FÖR ATT FÖREBYGGA PROBLEM MED ROTINTRÄNGNING	18
5.2 OMRÅDESUNDERSÖKNING.....	19
5.3 VAL AV SCHAKTMETOD?	20
5.4 HÄNSYN TILL TRÄD/VEGETATION.	21
5.5 ERSÄTTNING AV STADSTRÄD STÄLLER HÖGA KRAV PÅ DEN ”GRÖNA” PROJEKTÖREN.....	22
5.6 TRÄDETABLERING –LYCKAS ELLER MISSLYCKAS?	23
6. UTVECKLANDE ARBETSFORMER	26
6.1 NÅGOT OM VA-VERKET, MALMÖ.....	26
6.2 SAMARBETET VA/PARK I MALMÖ.....	26
6.3 NY TEKNIK – GIS SOM PLANERINGSVERKTYG	28
6.4 SAMARBETE MELLAN VA-VERKET I MALMÖ OCH PRIVATA LEDNINGSÄGARE.....	28
6.5 SAMARBETE MELLAN VA-SIDAN OCH PARKSIDAN I LINKÖPING.....	29
6.6 ANALYS AV SAMARBETSFORMER	29
7 FALLSTUDIER	30
7.1 UPPLÄGGNING AV FALLSTUDIER.....	30
7.2 KALKYLFÖRUTSÄTTNINGAR	30
7.3 PER-ALBIN HANSSONS VÄG – FÖREBYGGANDE PROJEKTERING	32
7.4 KASTANJEGÅRDS PARKEN –SNABB HANTERING OCH FÖREBYGGANDE ÅTGÄRDER	35
7.5 BRODDAPARKEN – STORSKALIGT TRÄDARTSBYTE I PARKMILJÖ	37
7.6 TORSHÖGSPLAN – BEVARANDE AV BEFINTLIGA TRÄD	40
7.7 SVEDHÖGSPLAN – MILJÖRENOVERING, PROBLEMLÖSNING = MERVÄRDE	42
7.8 DJUPADALSPARKEN – PILTRÄDENS ÅTERVÄXTKAPACITET VID ROTSKÄRNING.....	46
7.9 VANÅSGATAN – MILJÖRENOVERING, PROBLEMLÖSNING = MERVÄRDE	48
7.10 KRISTINAPARKEN – BETYDELSEN AV STÅNDORT OCH SKÖTSEL	51
7.11 TULPANVÄGEN – SAMARBETE MELLAN VA-VERK OCH PRIVATPERSON	53
7.12 NÄCKROSVÄGEN – SAMARBETE MELLAN VA-VERK OCH PRIVATPERSONER	55
7.13 SÖDERLEDEN – PROBLEMLÖSNING PÅ PRIVAT INITIATIV	56
7.14 SVEAGATAN – TRÄDARTSBYTE MED STRÄVAN ATT BEHÅLLA GATANS ESTETISKA UTTRYCK.....	58

8 SAMMANFATTNING OCH ANALYS FALLBESKRIVNINGAR	61
8.1 GEMENSAMMA KOMMENTARER TILL DE OLIKA HANDLINGSMÖJLIGHETERNAS	61
8.2 SAMMANFATTNINGSTABELL FÖR MALMÖ	63
8.3 SAMMANFATTNINGSTABELL LINKÖPING.....	64
8.4 KOMMENTARER TILL TABELLERNAS.....	65
8.5 SAMMANFATTANDE KOMMENTARER TILL FALLBESKRIVNINGARNAS.....	65
9 ARBETSMODELL – FÖR HANTERING AV KONFLIKT MELLAN TRÄDRÖTTAR OCH LEDNINGAR	68
9.1 BESKRIVNING AV ARBETSMODELL FÖR ÅTGÄRDER I SAMBAND MED ROTINTRÄNGNING	69
9.2 SAMLA IN BASFAKTA OM KONFLIKTSITUATIONEN	69
9.3 SAMMANSTÄLL BESLUTSUNDERLAG	69
9.4 FATTAS BESLUT OCH GENOMFÖR	70
9.5 DOKUMENTERA OCH FÖLJ UPP.....	70
10 ASPEKTER PÅ PLANERING	71
10.1 EXEMPEL 1, KONSEKVENSER VID SMÅ LEDNINGSDIMENSIONER:	72
10.2 EXEMPEL 2, KONSEKVENSER VID STORA LEDNINGSDIMENSIONER (> 600 MM):.....	74
10.3 EXEMPEL 3, KONSEKVENSER AV FÖREBYGGANDE ÅTGÄRDER OCH ÄNDRAD PLACERING I DE OLIKA ALTERNATIVEN:.....	75
10.4 SAMMANFATTNING AV EXEMPLEN 10.1, 10.2 OCH 10.3 I TABELLFORM	77
11 DISKUSSION.....	78
10.1 FINNS DET EN OPTIMAL LÖSNING PÅ ROTPROBLEMET I AVLOPPSLEDNINGAR?	78
11.2 VAD HAR VI ATT LÄRA AV GAMLA MISSTAG?	79
11.3 BETYDELSEN AV ENGAGEMANG OCH SAMARBETE	80
11.4 HAR SYFTET MED RAPPORTEN UPPNÅTT?	81
12 KÄLLOR	82
12.1 TRYCKTA KÄLLOR.....	82
12.2 OTRYCKTA KÄLLOR	82

1 PROBLEMÖVERSIKT OCH LÄSTIPS

En ambition i denna rapport är att skapa en nyanserad och mångfacetterad bild av möjligheterna att hantera konfliktsituationer mellan trädrötter och ledningar. En nyckelfråga är att skapa ett gott samarbete mellan de två huvudsakliga parterna; park- och VA-sidan. Om man särskiljer sakfrågan (vad?) och processfrågan (hur?) tydliggörs att båda dessa måste hanteras på ett konstruktivt sätt för att man ska kunna finna goda lösningar i de konfliktsituationer som uppstår. I figur 1 beskrivs på ett förenklat sätt handlingsalternativen för att lösa sakfrågan.



Figur 1 Handlingsalternativ vid konflikt mellan trädrötter och avloppsledningar.

I konfliktsituationen måste både träd och ledningar behandlas. De träd som berörs kan tas bort eller bevaras och ledningarna kan rotskärnas, renoveras eller bytas ut. Miljörenovering är en kombinerad åtgärd som t.ex. kan innebära öppna dagvattenlösningar och alternativ utformning av miljön, så att rotproblem undviks. I varje enskilt fall kan ett eller flera åtgärdsalternativ väljas för att gynna både park- och VA-sidan. Varje fall bör leda till åtgärder för att förebygga rotinträngning eftersom fullständig säkerhet sällan kan uppnås.

I denna rapport behandlas systematiskt de olika delarna i figur 1. Följande översikt kan hjälpa läsaren att hitta rätt mht förkunskaper och intresse:

- I det inledande kapitlet (2) behandlas själva konfliktsituationen. Här ges också en kort beskrivning av kunskapsläget, syfte och metodik.
- I de två följande kapitlen (3,4) behandlas grundläggande fakta kring träd respektive ledningar.
- Konkreta tips om förebyggande åtgärder och utvecklade arbetsformer finns i kapitel 5, 6.

- Erfarenheter från 11 olika fallstudier redovisas och sammanfattas i kapitel 7, 8 – här kan man finna bra exempel på olika sammansatta lösningar och få en överblick över vanliga konfliktsituationer.
- Rapporten avslutas med förslag till arbetsmodell (kap. 9), aspekter på planering (kap. 10) och en diskussion (kap. 11). Här belyses följaktligen processaspekter och argument ges för förebyggande respektive vikten av att sprida kunskap om hantering av konflikter mellan trädrötter och ledningar.

2 INLEDNING

Träd i stadsmiljö är och har under lång tid varit ett populärt och viktigt element i våra städer. Arkitekter och stadsplanerare har använt, använder och kommer även i framtiden att använda träden i planeringen av stadens miljö och arkitektur. Träden fyller för allt liv viktiga biologiska, ekologiska och estetiska funktioner i stadsmiljön. Träd utgör helt enkelt en berikande upplevelse som få människor vill vara utan.

VA-strukturer är en annan nödvändig och viktig del i det moderna stadsbyggandet. VA-systemen är något som vi alla vill ha och som vi ofta tar för givet ska fungera.

I två följande avsnitt (2.1 och 2.2) beskrivs avloppssystemens och grönstrukturens utveckling. Varför har vi VA-system som ser ut som de gör och varför planterar vi träd i staden? Vi har bett två kunniga representanter från VA-respektive parksidan att göra denna inledning. Gilbert Svensson, professor i VA-teknik på Chalmers i Göteborg, har bidragit med perspektiv på avloppssystemens utveckling och Lars Hågrbrant, stadsträdgårdsmästare i Norrköping, har bidragit med perspektiv på träden i stadsmiljö.

I avsnitt 2.3 knyter vi samman de båda föregående avsnitten och pekar på de konflikter som kan uppstå mellan träd och VA-ledningar. Avsnittet leder fram till en sammanfattning av tidigare projekt om trädrotter och ledningar (2.4) och avslutas med syfte för rapporten (2.5) och en metodbeskrivning (2.6).

2.1 Avloppssystemens utveckling

Av Gilbert Svensson

I alla tider, som människan bott i städer och större byar har hon varit i behov av olika former av sanitära arrangemang. Man kan inte bo tätt utan att ganska snart upptäcka vilka generösa mängder latrin och köksavfall man producerar i varje hem. Allt sedan stadsbyggandets begynnelse har man förstått att detta material måste forslas undan, dels på grund av mängden dels på grund av hygieniska aspekter. Det är här som avloppsvattentekniken föds.

I början av 1900-talet anläggs avloppssystem i de större städerna följt av utbyggnader i allt mindre och mindre tätorter fram till dagens situation med omkring 90 % av befolkningen i Sverige ansluten till kommunala avloppssystem. Redan vid förra sekelskiftet fanns det vi betraktar som ett komplett urbant sanitärt system, med system för vattenförsörjning och system för att ta hand om fast och flytande avfall.

Tidigare användes gatan för transport av alla orenligheter från hushållen samt dagvatten. Gatan hade dubbla syften dels att transportera människor och gods dels att transportera bort avfall och avloppsvatten från bostäderna. De upphöjda trottoarerna kom till för att göra det möjligt för människorna att förflytta sig utan att behöva trampa i alla orenligheter. Detta sätt att hantera avloppet var allt annat än hygieniskt varför högre hygieniska krav ledde till att den ena av gatans funktioner, transporten av avloppsvatten, måste ske på ett nytt sätt. Det naturliga blev att ersätta gatan som avloppskanal med en i gatan förlagd avloppskulvert, som husen anslöts till. Nu fanns också möjligheten att torrlägga gatan genom att även låta dagvatten avledas tillsammans med hushållens avlopp. Den kombinerade avloppsledningen hade fötts.

Kombinerade ledningar var lösningen på problemen ända fram till mitten av 1900-talet. Reningsverksutbyggnaden medförde att man ifrågasatte det rimliga i att rena en del av dagvattnet samtidigt som man var tvungen att brädda avloppsvatten från hushåll tillsammans med dagvatten. Reningsverken borde bli mer effektiva om dagvattnet kunde hållas åtskilt från hushållens avlopp. Det duplikata avloppssystemet hade fötts, ett avloppssystem med en liten ledning för hushållens avloppsvatten, som är ansluten till ett avloppsreningsverk och en större ledning för dagvatten som mynnar i närmaste vattendrag.

Att det blev två ledningar i stället för en kombinerad föll sig naturligt eftersom det problem som angreps var att hushållens avlopp skulle skiljas från dagvattnet. Det kan kanske tyckas att det hade varit minst lika naturligt att inte alls avleda dagvattnet i ledningar och kulvertar, men det hade inneburit en systemförändring, som varit mycket svårare att genomföra än att bara ersätta en ledning med två ledningar med i övrigt samma funktion. De glesare befolkade delarna av tätorterna fick däremot ofta ett system med en ledning för avlopp från hushållen och öppna diken för dagvattnet.

2.2 Utveckling av grönstrukturen i våra städer?

Av Lars Hågbrandt

De stora stadsträden har i flera hundra år gett karaktär åt staden. I olika utsträckning har de bidragit till att skapa stadens identitet. De stadsträd som vi idag uppskattar och gläds åt, är resultatet av insatser som gjordes av tidigare generationers framsynta män och kvinnor.

Orsaken till att träden vann insteg i staden var dels att man ville förbättra det allmänna hälsotillståndet – ge luft och ljus – dels att man ville skapa öppnare omgivningar till särskilda byggnader för att visa upp deras skönhet.

När vi idag planerar för fler träd i staden finns det också andra aspekter som är angelägna; träden ger en ökad biologisk mångfald, träden är ett oundgängligt inslag i skapandet av attraktiva stadsrum, trädplantering kan användas i pedagogiskt syfte som t.ex. Barnens Skog m.m.

Stadsträden är också viktigare än vi tror för vårt välbefinnande. Under träden kan vi söka en stunds lugn och avkoppling, vi kan även i staden få en länk till naturen och vårt ursprung som vi så väl behöver i dagens hektiska samhälle. Träden hjälper oss också att sortera bort de urbana intryck som vi ibland upplever som störande; reklam, buller och avgaser.

Att plantera stadsträd är dock långt ifrån problemfritt. Byggnader, vägar, vatten- och avloppsledningar etc. konkurrerar om utrymmet i marken, och inte sällan är det träden som får stryka på foten för stadens framväxt.

Men hur mycket är då ett stadsträd värt?

Självklart finns det inget objektiva pris – värdet sätts av den betydelse varje enskild människa tillmäter trädet, just på den plats det står, just den funktion människan själv läser in i trädet. Vem kan sätta ett pris på upplevelsen av grönska, färger, dofter, lövsprickning och höstfärger? Vad betyder ett fullvuxet träd som volym i stadsrummet? Och hur mycket är en rikare fauna i våra stenstäder värd? Detta är helt upp till varje människa, upplevaren, att bedöma.

Träden har också en mycket värdefull tidsdimension vi måste ta hänsyn till. Ett träd kan bli 100, 700, ja t.o.m. 2000 år gammalt! De stora träd vi njuter och inspireras av har i många fall glatt flera generationer före oss. Det ger oss en vink om hur viktigt det är att också vi planterar nya träd för dem som kommer efter oss.

Vi måste ta tillvara stadens alla element och planera för deras användning och funktion på lång sikt. Precis som vår tids stad planerades av framsynta män och kvinnor, måste vi planera för morgondagen. Vi måste använda stadselement och deras samspel med varandra på ett framsynt sätt, så att vi kan skapa den goda staden till våra efterlevande.

Våra barn och barnbarn måste också få uppleva och känna stolthet inför Promenaderna, Esplanaderna, Boulevarderna och parkerna. Framtidens författare, poeter och visdiktare måste också kunna hämta sin inspiration från de stora träden.

"Människan fången i trädet talar i hemlighet till trädet inom människan: Så nära och ändå så långt ifrån varandra, så ohjälpligt åtskilda betyder de ändå något för varandra som inte kan vägas, mätas eller utsägas. Några löv kan smeka en över handen eller kinden, svala strävmjuka som djurtungor"

Artur Lundkvist, Condé, 1985.

"Har du planterat ett träd har du ej levat förgäves"

Kinesiskt ordspråk

2.3 Konflikten mellan träd och avloppsledningar

Både träden och VA-systemen måste samsas om det knappa utrymme som stadsmiljön erbjuder vilket idag orsakar kostsamma konfliktsituationer.

Staden som livsmiljö ställer unika krav på allt biologiskt liv, inte minst på träden. Stadsträden har ett mer eller mindre begränsat livsutrymme både ovan och framförallt under mark. De erhåller växtplatser där viktiga resurser som växtnäringsämnen, luft och vatten är knappa. Växtplatserna innehåller ofta små volymer "växtvänlig" jord och marken, i trädets absoluta närhet, kan ofta vara påverkad eller skadad av t.ex. trafikrelaterade problem.

Stadens markmiljö innehåller även en rad tekniska installationer bl.a. VA-strukturer som tar hand om överflödigt regnvatten (s.k. dagvatten) och avloppsvatten (spillvatten). I VA-systemet finner trädens rötter god tillgång på i övrigt knappa resurser som luft, vatten och näring. Trädens rötter har en unik förmåga att leta sig ner i ledningsgravar (som innehåller löst och luftigt fyllnadsmaterial) och tränger därefter in i dag- och spillvattenledningar genom t.ex. sprickor, ledningsfogar och håligheter. Väl inne i VA-ledningarna utvecklas rötterna tämligen snabbt och orsakar där stopp eller driftstörningar i systemen med yt- och källaröversvämningar som följd. Konflikten mellan ledningens funktion och trädets rötter är därmed ett faktum.

Kommunikationen mellan ledningsägare (t.ex. VA-avdelning) och trädansvariga (t.ex. parkavdelning) har varit och är fortfarande på många håll mycket dålig (Stål 1996). Mycket lite resurser avsätts för att verkligen finna lösningar på konfliktsituationen mellan trädrötter och avloppsledningar. Förståelsen mellan VA- och parkavdelning är ofta liten och det är inte ovanligt att stor kraft istället ägnas åt att skylla problemet på varandra. Denna situation är i längden mycket kostsam och det är samhällets medborgare som får finansiera detta kommunikationsproblem.

Det är hög tid att ägna kraft åt kreativa lösningar på kommunikationsproblemen med fokus på samarbete mellan VA- och parkavdelning.

2.4 Sammanfattning av nuvarande kunskapsläge

Konflikten mellan trädrötter och avloppsledningar är känd sedan länge. Först under 1990-talet har detta ämne vetenskapligt studerats i Sverige i syfte att mer precist kunna klarlägga och finna lösningar på delar av de problem som är förknippade med konflikten mellan trädrötter och VA-ledningar.

Följande skrifter har producerats under forskningsprojekt, Trädrötter och ledningar:

I VA-Forskrapporten nr. 1992-14, *Trädrötter och ledningar* (Stål), studerades helhetsbilden av problemet med inträngande rötter i avloppsledningar. Studien kartlade förutsättningarna för trädrötters utbredning i mark samt de förutsättningar som har betydelse för rotinträngning i avloppsledningar. Ett avsnitt behandlade bl.a. olika trädarters rotutveckling och skaderisk på avloppsledningar. Rapporten gav även en översikt av olika metoder för rotborttagning samt vissa konkreta exempel på förebyggande åtgärder som kan sättas in för att minska risken för rotinträngningsproblem.

Vidare undersöktes i VA-Forskrapporten nr. 1995-11, *Trädrötter och avloppsledningar. En fördjupad undersökning av rotproblem i nya avloppsledningar* (Stål & Rosenlöf), nya avloppsledningars förmåga att motstå rotinträngning. Man kunde här bl.a. konstatera att inträngning av trädrötter i nylagda avloppsledningar inte var ovanligt runt om i hela landet. Detta betyder att man ännu inte lyckats utveckla/konstruera avloppsledningar och anläggningsteknik som kan motstå trädrötternas förmåga att tränga in i avloppssystemens svaga punkter.

VA-Forskrapporten nr. 1996-02, *Rotinträngning i avloppsledningar. En undersökning av omfattning och kostnader i Sveriges kommuner* (Stål), redovisade resultatet av en rikstäckande enkätundersökning som kartlade omfattningen av problemet med inträngning av trädrötter i avloppsledningar. Skriften formulerade tre huvudproblem:

- Åtgärder och metoder för att lösa befintliga rotinträngningsproblem saknas i kommunerna.
- Kommunerna saknar planering och samordning mellan VA- och parksidan.
- Avloppsledningsnätens förmåga att motstå rotinträngningar är undermålig.

Enkätundersökningen visade att rotproblemen geografiskt återfanns över hela landet samt att stora resurser runt om i landets kommuner användes till att åtgärda detta rotproblem. Några siffror ur rapporten:

- 95 % av landets kommuner har problem med trädrötter.
- 84 % av dessa kommuner har ingen plan för hur de ska lösa och hantera rotproblemen.
- Rotproblemen i Sverige beräknas kosta totalt ca: 55 miljoner kronor varje år.

Skriften gav, med utgångspunkt i ovanstående fakta, exempel på åtgärder hur problemet med rotinträngning kunde tacklas.

2.5 Syfte

Syftet med denna rapport är:

- att genom ett antal fall visa intressanta lösningar av konfliktsituationen mellan trädrötter och VA-ledningar
- att nyansera synsättet på hur rotproblem kan lösas samt vilka ekonomiska konsekvenser som olika alternativa lösningar får
- att ge exempel på samarbetsmöjligheter mellan VA-verk och parkavdelning.

2.6 Metodbeskrivning

Denna rapport baseras på forskningsprojekt genomförda under perioden 1991 till 2000. Nyinsamlade data från fallstudier i detta delprojekt hänför sig till perioden 1996-2000. Metodbeskrivningen i detta avsnitt behandlar huvudsakligen de nya fallstudierna.

Rapportens uppläggning och arbetets genomförande

Rapportens syfte uppnås på tre olika sätt:

- att den utgör en översiktlig handbok
- att redovisa och analysera ett antal fallstudier
- att föreslå en arbetsmodell för hantering av konflikter mellan rötter och ledningar.

Mot bakgrund av dessa delsyften kan följande delar urskiljas i arbetet:

- Sammanställning av tidigare och nya erfarenheter för att hantera konflikter mellan rötter och ledningar.
- Sammanställning och insamling av kompletterande data från genomförda fallstudier.
- Analys och förslag till arbetsmodell baserad på gjorda erfarenheter.

Delsyftet att skapa en översiktlig handbok uppfylls genom alla delarna gemensamt och motiverar speciellt sammanställningen av tidigare erfarenheter. Vägledande genom arbetet har varit överskådlighet och balans i samarbetet mellan olika berörda parter.

Arbetet med datainsamling, sammanställning, analys och skrivande har utförts under november 1999 till februari 2001 av Alf Orvesten med stöd av Anders Kristoffersson och Örjan Stål.

Metod och värdering av resultatet

Flertalet av de fall som analyseras i de sammanlagt 12 fallstudierna är från 1996-99. Datainsamling för dessa har skett genom att en mängd aktuella fall dokumenterats av berörd personal, företrädesvis på VA-verk. Urval och sammanställning har gjorts i efterhand enligt ovan. Urval har i första hand gjorts för att visa exempel på typer av olika goda lösningar vid inträffade konfliktsituationer eller hur dessa kan förebyggas. Tillförlitligheten i insamlade data bedöms efter gjorda kompletteringar som god.

Det urval som gjorts är inte tillräckligt för att göra statistiskt signifikanta analyser. Istället förs förståelseinriktade resonemang för att belysa de grundläggande principer som antyds av resultaten och de erfarenheter som växt fram under hela forskningsprojektets löptid. Tidigare erfarenheter (egna och andras) sammanställs i rapportens inledande delar. I fallstudierna visas lämpliga angreppssätt för att på ett nyanserat och systematiskt sätt värdera ett antal faktorer som bör ligga till grund för beslut om lämpligt åtgärdsalternativ vid rotinträngning. I rapportens avslutande delar anvisas välgrundade förslag till arbetsgång för att lösa uppkomna och förebygga framtida problem med konflikter mellan vegetation och infrastruktur.

Ur metodsynpunkt kan sägas att kvalitativa förståelseinriktade resonemang förs med stöd av kvantitativa indikationer. En omfattande forskningsinsats är nödvändig för att kunna presentera statistiskt signifikanta data för t.ex. normalt för rotinträngning för en viss art med givna ståndortsförutsättningar. En sådan insats ligger utanför ramarna för detta projekt.

Det resultat som presenteras består således av empiriskt och teoretiskt välgrundade resonemang. För att ytterligare stärka och kontrollera rimligheten i dessa har i slutskedet både oberoende (och tidigare ej delaktiga) forskare och berörda praktiker på både park- och VA-sidan granskat resultatet. Vår bedömning är därför att resultatet både har god reliabilitet och validitet.

3 NÅGOT OM TRÄD OCH DERAS RELATION TILL AVLOPPSLEDNINGAR

Kunskapen om hur träden fungerar i staden och deras inneboende egenskaper är en mycket central kunskap i detta sammanhang. För att lyckas med ambitionen att komma tillrätta med konflikten mellan trädrötter och ledningar måste vi nå ut med bättre kunskaper om träd och hur de uppträder i stadsmiljö. För att bättre kunna förstå och angripa problematiken med rotinträngning i avloppsledningar krävs dock vissa förenklingar av kunskapen om träd. I detta avsnitt presenteras några begrepp som är relaterade till rotproblematiken. Som lästips i ämnet rekommenderas: "Träd i bebyggelse" av författarna Bucht E. & Widgren R., 1973 samt "Trädrötter och ledningar" av Örjan Stål, 1992.

Följande centrala begrepp kommer bl.a. att beröras nedan; sekundär-/pionjärträd, stadsträd, trädens livscykel, tillväxttakt, åldersstadier, rotenergi, trädrötternas utbredning och ståndortens betydelse.

Erfarenheter och kunskaper om vilka träd som är de mest problematiska trädarterna är dock tillräckliga för att kunna presentera en lista över de mest rotaggressiva trädarterna. Att generalisera genom att här sammanställa en lista över vilka trädarter som kan rekommenderas eller ej rekommenderas för användning är att dra för långtgående slutsatser på ett hittills alltför magert faktamaterial.

Vad är viktigt att veta om träd, ur rotinträngningssynpunkt? Texten i avsnittet har ambitionen att lyfta fram vissa väsentliga nyckelbegrepp samt att ge en viss allmän förståelse för rotproblematikens förutsättningar.

3.1 Pionjärträd och sekundärträd

Det är vanligt att man väljer att dela upp trädarter i två huvudkategorier beroende på om de uppträder tidigt eller sent i den naturliga successionen. (*Succession* betyder här; en "igenväxningsprocess" i tid, där vegetationen på en viss plats stegvis förändras, från öppen mark till stabilt skogsbestånd). Dessa två huvudkategorier benämns; *pionjärträd* och *sekundärträd*. Inom respektive grupp kan trädarterna tillskrivas vissa gemensamma egenskaper. I tabellen nedan visas även en nyansering av denna indelning eftersom flera arter kan uppträda både tidigt och sent i successionen.

Pionjärträd

Pionjärträd kallas trädarter som i naturen etablerar sig tidigt i successionen. Under en fri succession uppträder pionjärträden tidigt och konkurreras ofta ut av de efterföljande sekundärträden.

Karaktäristiska egenskaper för många pionjärträd är t.ex. en kort livslängd och en snabb tillväxttakt. Många pionjärarter har ett rotsystem som ofta klarar dåliga markförhållanden väl, jämfört med sekundärträden. Med dåliga markförhållanden menas här t.ex. mark med låg humushalt och näringshalt. Bland pionjärträden finns flera trädarter som förekommer frekvent i statistiken över problemträd som tränger in i avloppsledningar.

Sekundärträd

Sekundärträd kallas trädarter som etablerar sig sent i successionen. Flera av sekundärträden bildar "stabila" skogsbestånd, dvs. de konkurreras inte ut av efterföljande trädarter. Sekundärträd kräver ofta en mer humusrik och näringsrik jordmån för att nå en god utveckling jämfört med pionjärträden. I den naturliga successionen förbättrar pionjärträden förmågan att lagra organiska ämnen (humusämnen) så att de efterföljande sekundärträden lättare kan etablera sig och nå en så bra utveckling att de konkurrerar ut pionjärträden. Karaktäristiskt för många sekundärarter är bl.a. att de har en lång livslängd och är mer långsamväxande. Många sekundärarter har ett rotsystem med låg rotenergi. Flera undantag finns dock där två viktiga undantag är hästkastanj och skogsalm.

EXEMPEL, TRÄD MED PIONJÄR- OCH SEKUNDÄRKARAKTÄR		
Typiska pionjärträd	Träd med både pionjär- och sekundärkaraktär	Typiska sekundärträd
Pil, <i>Salix</i> sp. Poppel, <i>Populus</i> sp. Björk, <i>Betula</i> sp. Al, <i>Alnus</i> sp.	Alm, <i>Ulmus</i> sp., Sykomorlönn, <i>Acer pseudoplatanus</i> Ask, <i>Fraxinus</i> sp. Platan, <i>Platanus acerifolia</i>	Bok, <i>Fagus</i> sp. Avenbok, <i>Carpinus</i> sp. Ek, <i>Quercus</i> sp. Lind, <i>Tilia</i> sp.,

Tab.1 Exempel på pionjär och sekundärträd

3.2 Trädarter med mycket stor förmåga att tränga in i avloppsledningar (hög rotenergi)

Alla trädarter har potential att tränga in i avloppsledningar. I situationer med dåliga avloppsledningar och där träd står nära ledningen har det visat sig att i stort sätt alla storvuxna träd och buskträd har potential att tränga in med sina rötter.

Pil och poppel är dock de två viktigaste grupperna av trädarter som skapar problem i avloppsledningar. Det är alltså inom dessa två trädsläkten som de allra mest problematiska arterna finns. De står helt klart för merparten av de konfliktsituationer som uppstår mellan trädrötter och avloppsledningar. Det finns även andra trädarter som också är vanligt förekommande i denna konfliktsituation. Nedanstående lista ger exempel på de trädarter som har stor förmåga att tränga in i avloppsledningar. Grupperingen ger en bild av konfliktfrekvensen. Listan baserar sig på insamlade fakta i Malmö där träd orsakat intrång med rötter i avloppsledningar:

A. Mycket ofta förekommande i konflikt med avloppsledningar

- Pil, *Salix* sp.
- Poppel, *Populus* sp.

B. Ofta förekommande i konflikt med avloppsledningar

- Alm, *Ulmus* sp.
- Hästkastanj, *Aesculus hippocastanum*
- Björk, *Betula* sp.

C. Har förekommit i konflikt med avloppsledningar

- Robinia, *Robinia pseudoacacia*
- Platan, *Platanus acerifolia*
- Naverlönn, *Acer campestre*
- Hagtorn, *Crataegus oxyacantha*
- Rönnsamak, *Rhus typhina*

Andra problem med pil- och poppelarter som stadsträd?

Pil- och poppelarter skapar inte bara problem i våra avloppsledningar utan de ställer även till andra typer av problem i stadens utemiljö.

Nedan exemplifieras några problem som är förknippade med pil- och poppelarter:

- De kräver i vuxenstadiet förhållandevis omfattande skötselinsatser i form av städning och beskärning.
- Deras rötterna går ofta ytligt och förstör närliggande ytbeläggningar på t.ex. gång- och cykelvägar.
- Deras rötter har en mycket stor förmåga att på långa avstånd tränga in i avloppssystemens svaga punkter samt även skada andra tekniska konstruktioner som byggnader etc.

Finns det då någon anledning till att plantera pil- och poppelträd i stadsmiljö?

Pil- och poppelarter har naturligtvis företräden som berättigar ett användande av dessa trädslag i vissa givna situationer och sammanhang. Det finns situationer där dessa trädarter berikar miljöerna som få ersättningsträd klarar av. Föreställ dig ett vattendrag utan vackra pilarter eller Skåne utan den hamlade pilallén som även är ett kulturhistoriskt inslag i detta landskap. Vackra poppelarter som t.ex. wilsonpoppeln med sin äggrunda krona utgör ett mycket speciellt och betydelsefullt karaktärsträd för parkmiljöer.

Det gäller att som planerare vara medveten om de nackdelar och problem som dessa trädarter är istånd att orsaka. Brister och problem som är förknippade med dessa artrika trädsläkten måste lyftas fram för att användningen av dessa trädsläkten ska kunna göras rätt.

Kan sekundärträd utgöra risk för rotproblem?

Vi vet att många pionjärträd utvecklar hög rotenergi i framförallt ungdomsstadiet och att de står för de flesta rotinträngningarna i avloppsledningar. Vi vet också att det finns sekundärarter som ställer till med problem i avloppsledningar särskilt då träden har dåliga växtförutsättningar i mark. Detta visar att den förenkling som vi gör om pionjärträd och sekundärträd måste användas med förnuft och ett nyanserat förhållningssätt krävs. Idag vet vi tyvärr ganska lite om sekundärträdens förmåga att tränga in i avloppsledningar på lång sikt. Dokumentationen är alltför bristfällig när det gäller studier av rotinträngning och man kan idag inte med säkerhet uttala sig om riskerna av t.ex. en placering av en ny avloppsledning (icke helsvetsad) nära ett befintligt sekundärträd. Vi vet att dessa träd normalt har en mycket god livskraft under en lång period vilket logiskt skulle kunna innebära risker för rotinträngning trots att trädet är av typen sekundärträd. Man bör därför vara försiktig och uppmärksam även i situationer där sekundärarter förekommer nära avloppsledningar.

3.3 Stadsträd

Begreppet stadsträd betyder egentligen träd som lever i stadsmiljö. Staden som växtplats kan dock erbjuda betydlig variation i växtförutsättningar för träd. Det finns växtplatser med förhållanden som liknar orörd natur likväl som mycket extrema växtplatser där förhållandena påminner mycket lite om naturliga förutsättningar. Detta har betydelse för trädet och dess utveckling varför man brukar dela in stadsträd i två kategorier beroende av de förhållanden som råder på en viss växtplats (ståndort).

Stadsträd kan delas in enligt nedan:

- *Gatuträd*
- *Parkträd*

Ny forskning visar att etableringen av stadsträd i dagens moderna städer blir allt svårare och mer vanskelig. Livsmiljön för många stadsträd påverkas alltså negativt av utvecklingen i dagens städer där livsvillkoren tenderar att bli allt "tuffare" med ökad andel hårdgjorda ytor (förtätning), högre salthalter i marken (halkbekämpning), packade marklager (tung trafik) etc.

Parkträd

Parkträdens växtplats karaktäriseras av att trädet har tillgång till parkmark med goda markförhållanden. Med goda markförhållanden menas mark där den biologiska aktiviteten är hög och där rötterna kan hitta resurser som luft, näring och vatten vilket gör att trädet kan nå en god utveckling. Parkträdets placering i staden kan vara t.ex. kvarterssskogen eller finparken. Ett träd som står placerat vid en gata men ändå har tillgång till parkmark med god växtjord kan även karaktäriseras som ett parkträd. Parkträden har alltså vanligtvis en god växtplats som närmar sig de förhållanden trädet kan ha optimalt i naturen (jämfört med gatuträdens ofta dåliga växtförhållanden). Etableringen av *parkträd* lyckas ofta betydligt bättre än etableringen av gatuträd.

Gatuträd

Gatuträdens växtplats karaktäriseras av hårdgjord miljö där trädet omges av hårdgjorda ytor och packade markförhållanden t.ex. trottoarer, parkeringsplatser, refuger m.m.. Etableringen av *gatuträd* i stadsmiljö har visat sig vara mycket svårt och vanskelig.

3.4 Trädens livscykel

Med begreppet livscykel menas här dels trädets *livslängd* och dels deras tillväxtfaser (*levnadsstadier*).

Trädets livslängd och utveckling bestäms dels av trädets genetiska förutsättningar och dels av en mängd olika fysiska miljöfaktorer. De genetiska förutsättningarna varierar vilket påverkar livslängd mellan trädsläkten och arter (det finns naturligtvis även variation både inom släktet och inom en viss art). Förenklingar görs ofta där en gemensam snittålder kan uppskattas och preciseras för en viss art.

Vill man förenkla mycket grovt kan man säga att pionjärarter har en kort livslängd och sekundärarter en lång livslängd. Denna förenkling har naturligtvis flera undantag med t.ex. långlivade pionjärarter som päron, *Pyrus communis*, och oxel, *Sorbus intermedia*. Lönnsläktet betraktas innehålla sekundärarter men håller även mer kortlivade arter som t.ex. rysk lönn, *Acer tataricum* (Thamm 1999).

Siffror på livslängden i antal år baseras ofta på en uppskattning av specifik trädarts livslängd under naturliga förhållanden eller växtplatser som erbjuder goda växtförutsättningar för trädarten.

Ett trädets förväntade livslängd i naturen behöver inte betyda att det står i paritet med den livslängd som samma träd får om det placeras i stadsmiljö (se ovan). En dålig växtplats förkortar naturligtvis livslängden på trädet (gatuträd). Olika trädarter har även skiftande tolerans mot variationer i t.ex. vatten-, luft-, salt-, näringsförhållanden, skador vilket påverkar deras livslängd.

Livscykeln för träd delas här upp i ungdomsfas, mognadsfas och en åldrandefas. Trädets tillväxttakt förändras i de olika faserna. Tre schematiska exempel på trädets livscykel ges i nedanstående diagram

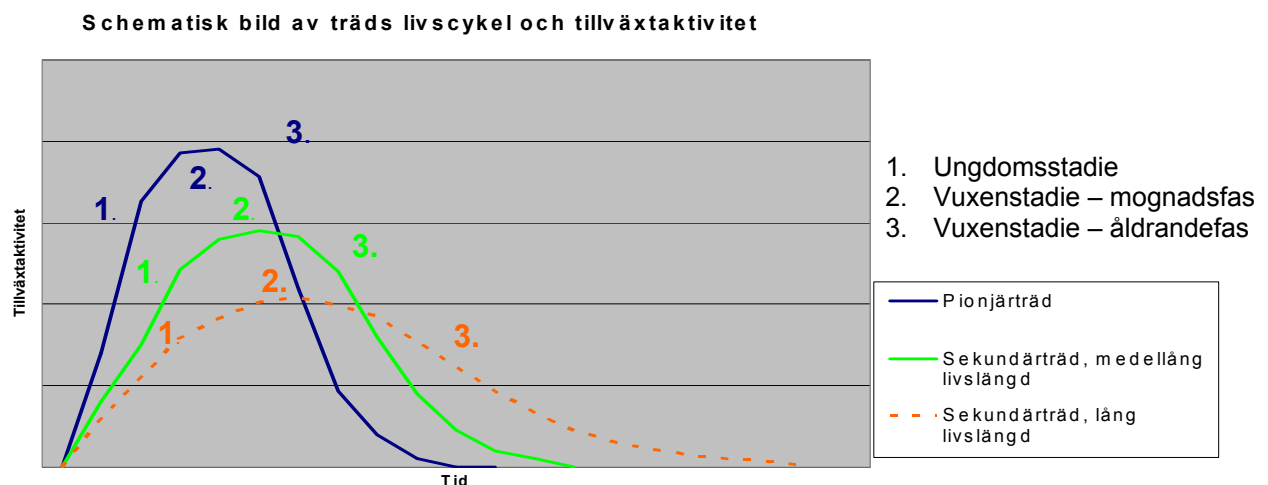


Fig. 2. Pionjär- och sekundärträd skiljer sig på flera områden. Viktiga skillnader är t.ex. genomsnittlig livslängd samt hur trädets tillväxtaktivitet är fördelad över dess livscykel. Dessa egenskaper anses stå i relation till trädrotternas benägenhet och förmåga att tränga in i avloppsledningar.

Tillväxttakt och åldersstadier

Det är väsentligt att känna till något om trädarters olika tillväxttakt eftersom detta ofta står i paritet med mängden rotenergi som trädarten utvecklar. När det gäller risken för rotinträngning i avloppsledningar är det oftast de snabbväxande trädarterna som ställer till med rotproblem. Som nämnts ovan förenklas trädarternas tillväxthastighet enligt följande; *pionjärträden* växer snabbt (t.ex. pil-, poppelarter), *sekundärarter* växer långsamt (t.ex. ek, lind). Som med alla förenklingar är detta en sanning med modifikation. Det finns flera undantag inom de båda kategorierna pionjärarter/sekundärarter. Exempel på undantag är långsamväxande pionjärträd som; apel, *Malus*, rönn & oxel, *Sorbus* (Tham 1999). När det gäller skogsek har detta trädslag en hög rotenergi (rötterna kan utveckla stor kraft och penetrera svärgenomträngliga jordar) men trädet växer normalt långsamt.

Trädets olika åldersstadier har bl.a. betydelse för den estetiska upplevelsen av trädet. I ungdomsstadiet är många pionjärträd mycket estetiskt tilltalande. Pionjärträden har dock ofta ett hastigt

åldrandeförlopp med en tidig nedsättning av trädets vitalitet som följd. Detta innebär t.ex. att många pil- och poppelarter får ett risigt utseende i åldrandefasen med en stor mängd torra grenar och kvistar som faller till marken. I parksammanhang kan detta innebära en viss ökning av beskärnings- och städningsinsatserna. På vissa växtplatser i staden blir detta fenomen problematiskt där kravet på rena ytor är stort exempelvis parkeringsplatser, gator, cykelbanor, trottoarer m.m.

Sekundärträd växer mer långsamt, har ett mer utdraget åldrandeförlopp och får sällan ett risigt utseende. Många sekundärarter har tvärtom ett mycket vackert och karaktärsfullt uttryck när trädet når en hög ålder. Vissa trädarter som t.ex. en solitär skogsek har under goda växtbetingelser kanske sitt största estetiska värde under åldrandefasen. Sekundärarter tenderar ej att "skräpa ned", likt många pil- och poppelarter i åldrandefasen.

Många planerare vill se snabba resultat varför sekundärträd som t.ex. en långsamväxande skogsek har svårt att hävda sig gentemot mer snabbväxande trädarter. Pionjärträden har ofta en snabb tillväxttakt i ungdomsstadiet och når vuxenstadiet tämligen snabbt. Denna egenskap har medverkat till att pionjärträd ofta planterats i sammanhang där man strävat efter att snabbt nå en "färdig" känsla i utemiljön.

3.5 Begreppet rotenergi

I denna rapport används begreppet *rotenergi* som ett samlingsbegrepp för ett antal egenskaper hos trädarters rotsystem (se nedan). Begreppet avser att beskriva den kraft som roten förmår utveckla när den tränger sig fram. Denna kraft varierar mellan trädarter och skillnaderna har erfarenhetsmässigt kunnat konstateras då det gäller trädrötters förmåga att tränga in i avloppsledning.

Exakta värden för trädets olika rotenergi används inte i rapporten. I denna rapport förenklas rotenergi-begreppet så att olika trädarter och ibland trädsläkten tillskrivs hög eller låg rotenergi. Vetenskapliga mätningar eller försök som stöder mer exakta angivelser har ej utförts inom detta projektet och presenteras ej här.

Samlingsbegreppet rotenergi innefattar här trädroten;

- tillväxthastighet
- kapacitet att nå en vid utbredning
- kapacitet att penetrera svårgenomtränglig mark, skarvar och håligheter i avloppsledningar m.m.

Rotintensitet

Man kan skilja på begreppen rotenergi och rotintensitet. *Rotintensiteten* beskriver mängden rötter (antalet) i en viss markvolym. I denna rapport diskuteras ej specifikt trädarters olika rotintensitet eftersom rotintensitetens betydelse för rotinträngning ej är helt klarlagd. Följande trädsläkten/arter anses utveckla en hög rotintensitet; björk, lönn, lind, klibbal (Bucht & Widgren, 1973).

3.6 Trädrötternas utbredning

Trädrötters utbredning i mark generaliseras ofta enligt enkla modellbeskrivningar. Även dessa fakta kräver nyansering då utvecklingen av trädrötter ofta är mer beroende av ståndortens förutsättningar än den för trädarten typiska rotutvecklingen.

Trädrötternas utbredning, enligt traditionell beskrivning

- Rotmassan är lika stor som trädets krona.
- Rötterna når lika långt ut från stammens mitt som trädet är högt.
- Rötterna växer gärna ej djupare än 2,5 meter.

Trädrötternas utbredning, enligt ny forskning

Forskare har idag kommit fram till ett mer nyanserat synsätt på trädrötternas utbredning i mark. Den traditionella uppfattningen kring trädrötters utbredning är ofta inte i överensstämmelse med hur det förhåller sig i verkligheten. Detta gäller i synnerhet urbana miljöer.

Rötters utformning och utbredning enligt de nya forskarrönen kan kortfattat sammanställas enligt följande:

- Begreppen hjärtrot, pålrot och sänkrot beskriver en utvecklings fas hos rotsystemet som endast är representativ för trädets utvecklingsstadie dvs. de första 10–20 åren. Tiden för utvecklingsstadiet varierar beroende på art och växtplats.
- Trädrötters utbredning och form bestäms huvudsakligen av markens beskaffenhet men även av övriga omständigheter som råder på den specifika växtplatsen.
- Trädrötter utvecklar sig på platser i marken där de kan uppnå god tillgång på knappa resurser som näring, vatten och syre m.m. När en trädrot finner en plats med god tillgång på knappa resurser så koncentreras rotutvecklingen till denna plats. Trädet, som levande och konkurrerande individ, strävar efter att nå en så god utveckling som möjligt och utnyttjar därför de resurser den kan finna.
- Majoriteten av trädens rötter kan således i vissa fall, där markegenskaperna erbjuder, återfinnas mycket långt utanför trädkronans dropplinje. I andra fall kan rotutvecklingen ha skett rakt under kronans dropplinje. Detta gäller mer eller mindre för alla träddarter som planteras i stadsmiljö.
- Trädens rötter befinner sig generellt i markens översta jordlager (ned till ca 40 cm djup), men kan alltså även växa betydligt djupare eller mycket grunt beroende på markförhållandena. (Det finns flera exempel på trädrötter som nått ner till ett djup på över 6 meter).
- Träddarternas olika behov på växtplats har stor betydelse för hur rotsystemet utvecklas.

3.7 Ståndortens betydelse för rotinträngning

Erfarenheter pekar på att träddarternas specifika behov och egenskaper i relation till växtplatsens förutsättningar är av mycket stor betydelse för problemet med rotinträngning i avloppsledningar. Trädens ståndort är i detta sammanhang av stor betydelse för tidpunkten då rotkonflikten med avloppsledningar uppstår, dvs. om och när ett trädets rötter penetrerar en avloppsledning.

En växtplats som ej står i relation till vad en specifik träddart önskar "snabbar upp" rotinträngningstillfället. Om exempelvis en vitpil med stort vattenbehov placeras i mark som kompakterats av tunga fordon så tvingas trädet försöka stilla sina vatten/näringsbehov på annan plats. Trädet utvecklar vid liknade tillfällen ytliga rotsystem som sprider sig över en stor yta i sin jakt på vatten/näring. Rötterna hittar ofta så småningom ledningsgravar med avloppsledningar. De porösa ledningsgravarna är lättpenetrerade och trädrötterna söker sig fram till eventuella ingångshål in i avloppsledningarna. I detta exemplet påskyndar de dåliga markförhållandena på ståndorten rotinträngningstillfället. Om trädet istället planteras på en plats med goda växtförutsättningar (lucker jord med näring och vatten) så att trädets rötter lätt kan ta sig fram och hitta vatten/ näring i marken så kan rotinträngningstillfället senareläggas eller helt undvikas.

Ståndorten tycks även ha stor betydelse för hur snabbt trädrotten utvecklas inne i avloppsledningen. Som nämnts ovan kan trädrötterna vid dåliga markförutsättningar tvingas leta sig ned till avloppsledningarna. När väl trädet funnit ledningen tycks ett "svältfött träd" lägga mycket stor energi på rotutveckling i, denna för trädet, gynnsamma rotmiljö. Igenväxningsprocessen i avloppsledningen kan därav ske snabbt vid dåliga växtförutsättningar i mark. Tvärtom så visar erfarenheter på en betydligt långsammare problemutveckling vid goda markförhållanden.

Hur bedöms risken för rotinträngning?

Hur bedömer man risken för rotinträngning? De tre egenskaperna i tabellen: träddartens tillväxthastighet, rotenergi och vattenbehov är mycket centrala för risken att trädet tränger in i en närliggande avloppsledning. Det är alltså viktigt för en planerare att veta dels vad träddarten har för egenskaper och dels vad växtplatsen erbjuder. Träddarter som föredrar fuktiga växtplatser och har en hög tillväxttakt kan t.ex. misstänkas för att ha stor förmåga att tränga in i avloppsledningssystem i urbana situationer där fukt ofta är en bristvara. Med anledning av detta måste planerare se upp med dagens modeträd som t.ex. vingnöt och al. De är båda snabbväxande, fuktälskande träddarter där vi idag ej känner deras rotinträngningsförmåga i avloppssystemen.

Trädart	Pionjärart (P) / Sekundärart (S)	Rotenergi	Känslighet för vattenbrist	Tillväxttakt
<i>Acer campestre</i> , naverlönn	S	Hög	Låg	Långsam
<i>Acer psuedoplatanus</i> , sykomorlönn	P/S (!)	Medel	Medel	Långsam
<i>Aesculus hippocastanum</i> , hästkastanj	S (!)	Hög	Hög	Snabb
<i>Betula pendula</i> , vartbjörk	P (!)	Hög	Hög	Snabb
<i>Malus baccata</i> , bärapel	P	Låg	Låg	Långsam
<i>Platanus acerifolia</i> , platan	S (!)	Hög	Låg/Medel	Snabb
<i>Populus</i> sp., poppelarter (samtliga)	P (!)	Hög	Hög	Snabb
<i>Quercus robur</i> , skogsek	S	Hög	Låg/Medel	Långsam
<i>Robinia pseudoacacia</i> , robinia	S (!)	Hög	Låg	Snabb
<i>Salix</i> sp., pilarter (samtliga)	P (!)	Hög	Hög	Snabb
<i>Sorbus intermedia</i> , oxel	P	Låg	Låg	Långsam
<i>Tilia cordata</i> , skogslind	S	Låg	Låg/Medel	Långsam
<i>Ulmus glabra</i> , skogalm	P/S (!)	Hög	Hög	Snabb

Tab 2. Tabellen visar exempel på behov och egenskaper hos några trädarter. Tabellsammanställningen lyfter fram några viktiga faktorer som har en avgörande betydelse för konfliktsituationen mellan trädrotter och avloppsledningar. Tabellen belyser även komplexiteten i problemet (Thamm, 1999).

(!) = Högriskarter. Trädarter som under dåliga ståndortsförhållanden i gatumiljö visat sig mycket kapabla att tränga in i avloppsledningar.

4 NÅGOT OM AVLOPPSLEDNINGAR OCH LEDNINGSRENOVERINGSMETODER

Lika viktigt som att känna trädens egenskaper så måste vi lära och förstå vilken roll avloppslednings-systemen spelar i detta sammanhang. Vilka är avloppssystemets svaga punkter för trädrotsinträngning? Hur inverkar utförandekvaliteten vid anläggningsarbetet på trädrötternas möjlighet att tränga in i avloppsledningarna? Vilka möjligheter står till buds då rötterna redan gjort intrång i avloppsledningarna? I denna rapport behandlas olika typer av avloppsledningar och ledningsrenoveringsmetoder. Nedan ges enkla förklaringar av metoderna som nämns i rapportens texter och beskrivningar. Vi rekommenderar fördjupade studier i skrifter som behandlar ämnet mer heltäckande.

Några lästips

Det finns idag en mängd metoder för renovering av avloppsledningar utan uppgrävning. Följande skrifter rekommenderas för ytterligare kunskap och information:

- I VAV-publikation 66, 1989, *Renovering av avloppsledningar*, presenteras olika schaktfria ledningsrenoveringsmetoder. Metoderna presenteras ingående och exempel på dimensionering ges.
- Ledningsrenovering för serviser har länge inneburit omläggning men idag är det möjligt att med ny teknik även utföra detta schaktfritt t.ex. med strumpa. I VA-Forskrapporten, nr. 1999-20, *Servisledningar – erfarenheter och råd vid schaktfri renovering*, behandlas den senaste tekniken och de senaste metoderna.

Det finns *dagvatten-*, *spillvatten-* samt *kombinerade* (dagvatten + spillvatten i samma rör) avloppsledningar. Dessa avloppsledningstyper, både nya och gamla, är alla föremål för problemet rotinträngning.

Dricksvattenledningar drabbas normalt inte av rotinträngning (såvida inte en skada uppstått på ledningen) eftersom dessa ledningar har övertryck och tätare skarvar. Andra typer av ledningar som finns i marken är; gas- och fjärrvärmeledningar vilka mycket sällan hamnar i konflikt med trädrötter och därför inte kommer att beröras mer i denna rapporten.

Detta kapitel berör även alternativa schaktmetoder och ekologisk dagvattenhantering eftersom dessa begrepp finns med i rapportens exempeldel som alternativa lösningar i hanterandet av konflikten mellan trädrötter och avloppsledningar.

4.1 Avloppssystemets svaga punkter

Avloppssystemet är sammanfogat av en mängd delar. Det är i systemets skarvar som de mest rotinträngningskänsliga punkterna uppstår. Det finns idag inga hela avloppssystem som är garanterat helt tättslutande. Trädrötter har förmåga att tränga in i alla typer av rörledningsskarvar som idag finns på marknaden (Stål 1995). Helsvetsade avloppsledningar håller trädrötterna utanför själva ledningssträckan men i skarvar mot t.ex. brunnar kan trädrötter ändå leta sig in.

Det har visat sig att servisanslutningar och brunnar är särskilt känsliga punkter för rotinträngning i avloppssystemen. *Serviser* är ledningar (ofta små rördimensioner) som ansluter från en fastighet in i en huvudledning. Övergångar mellan olika rörmaterial som, PVC och betong, är också mycket svaga punkter i avloppssystemet och utsätts ofta för rotinträngning.

Trädrötter har mycket stor förmåga att tränga in i minsta håligheter och rötterna har en mycket stor känslighet för var de finner näring och vatten. Trädrötterna "letar reda på" avloppsledningens svaga punkter och kan med rotspetsarna tränga in; i rörskarvar, sprickor i rörgodset samt i "övergångar". Med *övergångar* menas här t.ex. övergång mellan huvudledning och brunn samt övergång mellan huvudledning och servis.

Gamla och nya ledningar

Äldre ledningstyper av betong är generellt känsligare för rotinträngning än nya avloppsledningar. Detta beror på att äldre rörfogar inte är helt täta. Dessa fogar är mycket lättforcerade för trädens rötter och var vanliga i anläggningar fram t.o.m. 50-talet. Under senare tid har dock rörens fogmaterial betydligt förbättrats med en utveckling av olika gummimaterial. Idag har man tämligen svårgenomträngliga

fogar mellan rörelementen. Dock gjordes tester av ledningsfogar hos moderna betong- och PVC-ledningar under mitten av 90-talet där resultatet visade att fogarna inte lyckades stå emot rötternas förmåga att tränga in i ledningarna. I detta fall var det rötter hos unga poppelträd som lyckades forcera ledningsfogarna (Stål, 1995). Även många kommuner runt om i Sverige uppger att de har problem med trädrötter i sina nylagda avloppsledningar (Stål, 1996). I många fall kan rotinträngning i nylagda avloppsledningar hänföras till slarv i anläggningsarbetet vilket skapar förutsättningar för trädrötter att växa in i ledningarna.

Rotinträngning sker på olika sätt i dag- respektive spillvattenledningar

Trädrötter tenderar att tränga in i avlopps ledningar på olika sätt beroende av om det är en spill- eller dagvattenledning. Spill- och dagvattenledningarna har några väsentliga skillnader som har inverkan på rotinträngningens förlopp nämligen vattenflöde och näringshalt i vattnet.

Spillvattenledningen har ett ständigt flöde av vatten med en hög näringshalt. Detta gör ledningarna särskilt attraktiva för trädrötter. Fuktighetsförhållandet och det jämna vattenflödet i ledningen gör att trädrötter tränger in i ledningens ovandelar. Spillvattenledningar får därför ofta ett hängande draperi av rötter inne i ledningen.

Dagvattenledningar har ett ojämnt vattenflöde och kan vara "torra" under vissa perioder med lite nederbörd. Trädrötter tränger därför oftast in i botten av dagvattenledningar då förhållandena med fukt är bäst där för rötterna. En s.k. rotmatta utvecklas ofta i botten på dagvattenledningen vilket gör att vattengången grundas upp och en dämning av vattnen sker i ledningen. På platser med liten lutning som i Malmö, kan dessa rotmattor ge dämningseffekter långt upp i ledningssystemen.

4.2 Ledningsrenovering – metoder som nämns i rapporten

Val av lösningsalternativ t.ex. vid ett problem med rotinträngning, grundar sig på en rad olika faktorer där varje situation blir unik och kräver sin speciella analys för att ett slutgiltigt ställningstagande ska kunna göras. Nedan presenteras de ledningsrenoveringsmetoder som förekommer i rapportens fallbeskrivningar. Det finns dock en mängd av alternativa lösningar som inte presenteras specifikt i denna rapport, se nedan "några lästips".

Omläggning

Schaktningsarbeten utförs och helt nya ledningar läggs. De vanligaste ledningsmaterialen är betong eller PVC. Även andra material används som t.ex. svetsbart plastmaterial vilka kan göras helt tätslutande för längre sträckor. Detta är intressant t.ex. i situationer där befintlig vegetation ska bevaras och framtida rotproblem kan förutses för konventionellt anlagda avloppsledningar.

Exempel på situationer när metoden omläggning är användbar och konkurrenskraftig;

- när flera ledningar i samma rörgrav är i behov av att läggas om
- när olika arbeten som kräver schakt, samtidigt kan utföras på platsen
- när man vill byta funktion t.ex. öka kapaciteten på ledningssträckan.

Ledningsrenovering med strumpa

Ledningsrenovering kan ske med en mängd olika material. På marknaden finns idag flera olika aktörer som representerar olika infodringsmetoder. Man kan dela upp dem i två huvudgrupper dels infodring med olika rörmaterial och dels infodring med olika strumpor. I rapportens fallbeskrivningar förekommer dock endast metoden, infodring med strumpa.

Metoden innebär bara en marginell förändring av kapacitet eller funktionen på den renoverade ledningssträckan.

Infodring med strumpa innebär enkelt uttryckt att, en strumpa i en typ av glasfibermaterial vrängs in i ledningen för att sedan hårdas på plats. Servisinstick och andra anslutningar borrar upp maskinellt inne i ledningen.

Exempel på situationer när metoden är användbar och konkurrenskraftig;

- när ledningen förutom skadan bedöms vara i övrigt gott skick
- när schakt är tekniskt besvärligt t.ex. nära träd som ska bevaras
- när konventionell schakt är dyrare.

Foginjektering

Foginjektering är en metod där skarvarna mellan rören görs täta genom att en geléartad fogmassa pressas in i otäta fogar. Idag finns det ingen injekteringsmetod som är beständig mot rotinträngning. Fogarna har en kort livslängd; 10–20 år (Ludvigsson, 1996)

Vakuumteknik

Ett nytt skonsamt sätt att schakta vid befintliga träd är den s.k. vakuumtekniken. Jämfört med konventionella schaktmetoder minskar riskerna för konflikt mellan det befintliga trädet och den nylagda avloppsledningen vid användande av vakuumteknik vid schakt. Vakuumteknik innebär att jordmassor sugas upp genom ett stort munstycke. De grova trädrötterna kan på så sätt sparas och man slipper kapningar av grövre trädrötter. På detta sätt sparas både ledning och träd. Ledningen sparas genom att den aktiva delen av roten som utvecklar den största delen av nya rötter, kan hållas på en annan plats än just vid ledningen. Kapas rötterna (som vid konventionellt schaktarbete) utvecklas en stor mängd små fina rötter nära avloppsledningen. Dessa rottrådar är mycket aktiva och kan lätt hitta ingångshål i avloppsledningen. Trädet skonas vid användandet av vakuumteknik dels genom att risken för rötskador efter utförd schakt är mycket mindre och dels genom att stabiliteten/förankringen i mark ej påverkas negativt. Rötskador i träd är mycket vanliga efter schaktarbeten då grova snitt utförts på trädrötter. Rötskador gör att träden långsamt utvecklas till döende s.k. riskträd där effekterna av skadorna blir märkbara först efter 10–20 år. Döende träd (s.k. riskträd) kan vid t.ex. stark vind brytas av eller släppa stora grenar vilket riskerar skada människor och/eller egendom.

Vakuumteknik kan, i situationer där t.ex. en ny avloppsledning planeras nära ett befintligt träd, utgöra en mycket värdefull metod. Om en grov rot kapas (som ofta sker vid konventionell schaktteknik), utvecklas en myriad av små fina rötter alldeles nära avloppsledningen vilket innebär klart ökade risker för rotinträngning. Vakuumteknik möjliggör alltså schakt och anläggning av ledningar utan att några grova rötter behöver kapas. Detta betyder att trädotens aktiva del kan hållas kvar i delar där avloppsledningen inte ligger placerad vilket minskar risken för rotinträngning.

Rörborrning

En obeprövad men ändå intressant schaktfri metod i sammanhanget är s.k. rörborrning. Metoden kan vara betydelsefull i situationer där man önskar bevara viktiga stadsträd och där trädens rotsystem därför ej får skadas. Rörborrning kan enkelt beskrivas som ett borrhuvud som dras genom marken och där den nya ledningen dras med ned i det nyborrade hålet. Denna metod används idag vid särskilt tekniskt besvärliga situationer som t.ex. ledningsdragning under befintliga järnvägar.

4.3 Ekologisk dagvattenhantering

I Malmö har VA-verket försökt att lösa problemet med sina underdimensionerade dagvattenssystem genom att i högre grad arbeta med öppna dagvatten lösningar. Idag sker en intressant utveckling inom det VA-tekniska området där man strävar efter att bättre fylla moderna behov och svara mot de nya krav som samhällsbyggnaden kräver. Exempelvis sker idag en ekologisk utvecklingsprocess där dagvattensystem "öppnas upp". Detta innebär t.ex. att regnvatten kan infiltreras i marken istället för att ledas under mark i ledningar till reningsverk eller befintliga vattendrag.

Ekologisk dagvattenhantering är ett samlingsbegrepp för en rad metoder att hantera regnvatten och smältvatten i urbana situationer. Ekologisk dagvattenhantering är betydelsefull inte bara ur teknisk synpunkt utan har stor betydelse för allt biologiskt liv i den urbana miljön.

Vid ekologisk dagvattenhantering försöker man att utnyttja de processer som förekommer i vattnets kretslopp i naturen. Bland dessa kan speciellt pekas på:

- Infiltration och perkolation av vatten i marken.
- Fastläggning och nedbrytning av föroreningar i de övre marklagren.
- Växters upptagning av vatten och föroreningar.
- Naturlig dämpning av flödestoppar vid avledning av vatten i öppna vattendrag.
- Naturlig självrening vid avledning av vatten i öppna vattendrag.

Ekologisk dagvattenhantering kan delas in i två huvudgrupper (Stahre & Larsson, 1993)

1. Öppen utjämning av dagvatten.
2. Lokalt omhändertagande av dagvatten, LOD.

1. *Öppen utjämning* kan enkelt förklaras som; öppna anläggningar i grönområden där dagvattnet fördröjs och flödestoppar utjämnas.

2. *Lokalt omhändertagande av dagvatten, LOD*, innebär att dagvattnet tas omhand inne på tomtmark och endast i begränsad omfattning belastar det allmänna avloppsnätet. LOD-lösningar har fördröjande effekt på regnvatten och utjämnar flödestoppar.

Anläggning av ekologiska dagvattenlösningar har visat sig betydelsefulla vid extrema nederbörds-situationer, då dessa medverkar till att minska och utjämna flödestoppar totalt sett i dagvattensystem. I denna rapport förekommer metoden *miljörenovering* som ett exempel på hur detta kan utnyttjas och hanteras vid situationer med rotinträngning.

Några lästips:

- Larm T., 1994, *Dagvattnets sammansättning – recipientpåverkan och behandling*, VA-Forskrapport nr. 1994-06, VAV, Stockholm.
- Fjellström P-A., Svensson G., Malmqvist P-A., 1994, *Dagvattnets sammansättning*, VA-Forskrapport nr. 1994-11, VAV, Stockholm.
- Lönngren G., 1995, *Våtmark – renare vatten och rikare livsmiljö*, Naturskyddsföreningen, Agenda 21 Utvecklingsguide nr. 1, Stockholm.
- Persson B., 1990, *Plats för regn*, SLU, Stad och Land nr. 86, Movium, Alnarp.

5 ÅTGÄRDER FÖR ATT FÖREBYGGA PROBLEM MED ROTINTRÄNGNING

Vad kan göras för att förebygga problemet med rotinträngning i avloppssystem?

Genom att park och VA-sidan hittar gemensamma arbetsformer kan konflikten mellan avloppsledningar och träd bättre kontrolleras och kostnaderna därmed hållas nere. Det finns en mängd situationer för den operativa verksamheten där gemensamma ansträngningar kan förbättra situationen. Det gäller t.ex. schakt nära träd: *Vad blir konsekvensen för träden vid en viss typ av schaktarbete? Påverkas risken för framtida rotinträngning av det enskilda schaktarbetet?* Även vid nyanläggning är det angeläget med gemensamma arbetsformer. t.ex. *gällande trädens placering i förhållande till avloppssystemet? Trädval?* Om rotinträngning kan förutses; *hur kan rotinträngningstillfället förhindras eller åtminstone "försenas"?* Måste rotspärar sättas upp vid avloppssystemets svaga punkter? Konflikten mellan stadsträd och tekniska installationer i mark skapas många gånger pga. slarv och okunskap i byggprocessen, framförallt vid projekterings- och anläggningsfasen. Exempelvis planteras träd av "fel" art för nära tekniska installationer och omvänt så placeras tekniska installationer för nära befintliga träd. I detta kapitel lämnas råd och tips för några vanliga problemsituationer.

5.1 Några konkreta tips/regler för att förebygga problem med rotinträngning

Allmänt för trädplantering nära avloppsledningar

- Avståndet till servisledning resp. servisanslutning på huvudledningen måste vara så stort att det går att lägga om servisledningen och byta grenrör på huvudledningen utan att skada trädet. Minsta avstånd till servisanslutningen måste bedömas från fall till fall då anslutningen till huvudledningen ofta ligger djupare än servisen.
- Undvika träddarter med hög rotenergi, se 3.2, som t.ex. pil (inkl. sälj), poppel (inkl. asp), alm, björk, robinia och hästkastanj.
- En växtbädd måste skapas som kan tillgodose ett fullvuxet träd med en tillräcklig jordvolym. Växtbäddens storlek måste anpassas till trädartens förväntade/planerade storleksutveckling. Växtbäddens jordvolym ska ej understiga 10 m³. (Se vidare nedan under skelettjord).
- Anläggande av horisontella rotspärar, se nedan. Hela botten på planteringsbädden kläs med en tjockare *termisk sammansatt geotextil* som kan släppa igenom vatten (Viacon alt. Terratech, t.ex. SF56 eller SF49A).
- Anläggande av vertikala rotspärar, se nedan. Sidorna på planteringsbädden kläs med en vertikal tät rotspärar av modell geomembran i polyeten (Viacon alt. Terratech, 0,5 mm tjock duk av HDPE alt. LDPE).

Trädplantering i anslutning till dagvattenledningar

Trädplantering kan utföras i anslutning till dagvattenledningar förutsatt att man följer följande principer:

- Minsta rekommenderade avstånd till spillvattenledning är 3,0 meter förutsatt att man använder tät rotspärar, väl uppbyggd växtbädd samt rätt växtmaterial. Detta minsta avstånd betyder inte att rotinträngning ej kan ske, se 10.1, *exempel 1*.
- Röröverbyggnaden på dagvattenledningen måste ligga minst 90 cm under färdig markhöjd.

Trädplantering i anslutning till spillvatten- och kombinerade avloppsledningar

Trädplantering i direkt anslutning till spillvattenledningar bör undvikas helt om möjligt eftersom spillvatten- och kombinerade avloppsledningar är mera attraktiva för trädens rötter än dagvattenledningar.

- Minsta rekommenderade avstånd till spillvattenledning är 3,0 meter förutsatt att man använder tät rotspärar, väl uppbyggd växtbädd samt rätt växtmaterial. Detta minsta avstånd betyder inte att rotinträngning ej kan ske, se 10.1, *exempel 1*.

Trädplantering i anslutning till ledningsserviser och brunnar

Trädplantering i direkt anslutning till ledningsserviser och brunnar bör undvikas. Om avståndet till brunn eller servisledning understiger 3 meter bör man placera en vertikal rotspärar, av typen *geomembran i polyeten* mot respektive brunn eller servisledning (Viacon alt. Terratech, 0,5 mm tjock duk i materialen HDPE alt. LDPE).

Trädplantering i anslutning till vattenledningar

Träd kan planteras i närheten av vattenledningar förutsatt att det går att lägga om servisen och byta grenrör på huvudledningen utan att skada trädet.

Skelettjord

I situationer där växtbäddarna måste placeras i hårdgjord yta bör de vara konstruerade som s.k. skelettjord. Skelettjorden består av ett skelettmaterial av lavablock, krossade lecablock eller krosskärv. 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. Därmed ges även en god dränering och luft/syretillgång för rötterna i marken.

Horisontell rotspärr, genomsläpplig

En genomsläpplig form av termiskt sammansatt geotextil (Viacon alt. Terratech, t.ex. SF56 eller SF49A) kan placeras på botten av planteringsbädden. Detta förutsatt att den placeras på minst 1 meters djup och att trädet ges en tillräckligt genomrotnings volym. Om trädet får en dålig förankring riskeras rotvälta i framtiden.

Planteringsbäddarna bör även vara dränerande med ett fall på växtbäddsbotten på ca 1%.

Vertikal rotspärr

En vertikal tät rotspärr av modell geomembran i polyeten (Viacon alt. Terratech, 0,5 mm tjock duk av HDPE alt. LDPE) används vid avstånd understigande 3 meter mellan avloppsledning och trädet.

Vertikal rotspärr placeras längs med planteringsbäddarna mot t.ex. huvudledningarna för spillvatten samt vid brunnar och servisledningar. Vid nyplanterade träd grävs rotspärren ned till ett djup på ca 1,5 m (och vid större befintliga träd ned till ca 50 cm under de horisontella rötterna). Rotspärren monteras som ett L, in mot trädet längst ner i schaktet. Rötterna får då svårare att växa förbi under rotspärren. När schaktet fylls igen är det viktigt att rotspärren når en bit ovanför markytan. Annars är risken stor att rötterna växer över rotspärren. Det är viktigt att poängtera att en rotspärr ALDRIG kan motivera plantering av träd med aggressiva rotsystem nära känsliga avloppsledningar eller till att placera känsliga avloppsledningsstrukturer nära stora eller snabbväxande träd.

Placering av avloppsledningar nära befintliga träd

- Projektering av va-ledningar i närheten av träd skall i möjligaste mån undvikas.

I situationer där avloppsledningar måste läggas nära träd är det viktigt att avloppsledningen får så få skarvar mellan rören samt 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 omläggning av avloppsserviser med rotproblem skall helsvetsade PP-rör eller plaströr med så få fogar som möjligt väljas.

För mer ingående information se VA-Forskrapporten "Trädrötter och ledningar", nr 1992-14.

Ny rörteknik

Fogarna på både PVC-rör och betongrör har kontinuerligt utvecklats och förbättrats. Däremot släpar utvecklingen efter när det gäller täthetskraven mot rötter hos övergångar mellan dessa bågge rörmaterial och övergångar till brunnar och servisledningar. Även tätningen mellan brunnslock och brunnsringar har dålig förmåga att motstå inträngning av trädrötter.

Filmning och provtryckning

Det har visat sig att den mest kritiska perioden för uppkomsten av defekter på rören är i anläggnings-skedet. Därför bör både filmning och provtryckning ske innan nylagda avloppsledningar tas i bruk.

5.2 Områdesundersökning

Att känna till platsens förutsättningar är högst väsentligt för att lyckas förebygga rotproblem i avloppsledningar. Eftersom vi vet att trädens rotutveckling påverkas av växtplatsens förutsättningar är det lämpligt att göra noggranna förundersökningar vid anläggningsarbeten.

Vid anläggningsarbeten kan nedanstående checklista användas som utgångspunkt vid upprättande av ett förundersökningsprotokoll.

Exempel på punkter i ett förundersökningsprotokoll

1. Befintlig vegetation i området.

Vilka trädarter finns representerade i området? (Trädarter med aggressiva rotsystem, se kap. 3, avsnitt. 3.4)

2. Ålder och storlek.

- Ålder på träd?
- Hur är trädets hälsotillstånd?
- Hur stor och vilken form har trädets krona?
- Kommer trädet storleksmässigt att utvecklas mer?

3. Jordvolym och växtplats.

Växtplatsens förutsättningar och omgivning är av stor betydelse. Tillgänglig jordvolym för trädet kan ha avsevärd betydelse för hur nära trädet ett markingrepp kan göras. Om ett träd är placerat i t.ex. parkmiljö med goda markförhållanden (dvs. där ett stort utrymme för god rotutveckling finns runt trädet) så kan schaktarbeten göras närmare trädet än i en situation där trädet omges av en hårt begränsad jordvolym, t.ex. i en trång situation i hårdgjord stadsmiljö.

- Hur ser växtplatsens förutsättningar ut?
- Vilken jordvolym finns tillgänglig för trädet?
- Är marken kompakterad? (provtagning/provgrop)
- Hårdgjorda ytor?
- Närliggande parkmark?

4. Provtagning.

Gör en eller flera provgropar på den plats där den planerade schakten/anläggningen kommer att utföras. Undersök och dokumentera rotsystemet och markprofilen i gropen.

- Rötternas tjocklek
- Mängden rötter
- Rötternas djup
- Markprofilen (dvs. matjordsdjup och befintlig jordart i alven)
- Ta reda på grundvattennivån för platsen

5.3 Val av schaktmetod?

Ibland kan situationen kräva att andra metoder än konventionell schakt/grävning används. Detta bör t.ex. övervägas vid situationer där träd bedöms vara av särskilt värde för platsen. Det finns naturligtvis även situationer då konventionell schaktteknik fungerar utmärkt trots att man gräver nära träd.

Trädarters känslighet för ingrepp/skador på rotsystemet varierar

Att undvika skador på träd är mycket väsentligt eftersom döende träd i stadsmiljö innebär framtida skaderisker för människor och egendom. Skador vid anläggningsarbeten kan orsaka att stadsträd utvecklas till s.k. "riskträd". Riskträd ruttnar inifrån med t.ex. start i rotsystemet pga. anläggningsskador och den framtida försvagningen kan leda till att trädet släpper tunga grenar eller helt enkelt blåser omkull.

Följande arter har mycket stor känslighet för skador på rotsystemet:

- Bok (*Fagus sp.*)
- Björk (*Betula sp.*)
- Gran (*Picea sp.*)
- Hästkastanj (*Aesculus sp.*)
- Lönn (*Acer sp.*)

Exempel på situationer som kräver alternativa schaktmetoder t.ex. vacuumteknik

- I situationer där anläggningsarbetet måste utföras i direkt anslutning till trädet/träden.
- Träd som har ett högt; ekologiskt, biologiskt, kulturellt eller estetiskt värde för platsen.

- Trädarter med stor känslighet för anläggningsarbeten/schakt nära dess rotsystem.
- Där schakt/grävningar kommer att utföras på mer än en sida av trädet/träden (se 5.2)
- Om anläggningsarbetet ger negativ inverkan på markstrukturen för trädet/träden (se 5.2).
- Om den färdiga anläggningens växttillgängliga jordvolym innebär en reducering jämfört med den för trädet befintliga jordvolymen.

Exempel på situationer där konventionell schakt kan utföras nära befintliga träd

- Unga träd under utveckling.
- Där schakt/grävning inte skadar viktiga förankrings eller försörjningsrötter för trädet/träden.

5.4 Hänsyn till träd/vegetation

Schaktarbeten nära träd leder ofta till följdskador på träd. Skador på träd kan delas upp i direkta och indirekta skador. Nedan ges exempel på framtida konsekvenser för träd som utsätts för direkta och indirekta skador.

Direkta skador

Direkta skador på känsliga trädarter kan innebära att trädet utvecklas till ett riskträd och/eller dör (se 5.3).

Direkt skada på trädets rotsystem sker exempelvis när ett anläggningsarbete sker alltför nära träd, där rotsystemets grova rötter skadas/grävs av. Vid sådan direkt skada uppstår en uppenbar risk för en framtida rotvälta samt att stora delar av trädkronan torkar in. Vid intorkning av kronan släpper trädet ofta stora grenar vilket innebär ökade risker för fysiska skador på förbipasserande och egendom i närheten av trädet.

Indirekta skador

Indirekta skador kan uppstå:

- när tunga fordon kör eller står uppställda på marken nära trädet vilket kan leda till markpackning. Markpackning förorsakar syrebrist för rötterna eller/och att större ytliga rötter krossas av de tunga maskinerna.
- trädrötterna får ligga i dager och utsättas för torka och frost.
- vid avgrävning av rötter utan att någon beskärning sker för att skapa "rena" snitt innan igenfyllning.
- förändringar av grundvattennivån. Exempelvis en VA-ledning som placeras nära ett träd där den befintliga jorden består av en tät kohesionsjord (typ mjåla eller lerjord). Ledningsgraven kommer då att fungera som ett dräneringsdike vilket leder bort det för trädet växttillgängliga vattnet. Detta kan på sikt bidra till att trädet får vattenbrist.

Indirekta skador bidrar till att röt- och svampangrepp attackerar rötterna vilket i framtiden leder till instabila träd med allvarliga skador i hela trädet. Ett träd som har fått sitt rotsystem vårdslöst behandlat kan se friskt ut i många år efter anläggningsarbetet (skadetillfället), för att sedan långt senare drabbas av försämrat hälsotillstånd. Trädet kan tappa grenar och/eller blåsa omkull. Eftersom en sådan vitalitetsförsämring av trädet kan ta många år, så är det ofta svårt att relatera skadan på trädet till det rätta specifika anläggningsarbetet som var orsak till skadan.

Rekommendationer vid schakt nära befintliga träd

Oavsett tidsperiod är det alltid viktigt att undgå uttorkning t.ex. sol, vind och frostskaador på rötterna. Minsta risken för skador på trädrötterna erhålls då schaktarbeten kan förläggas till tidig vår- eller under höstperioden.

- De större ytliga rötterna bör handschaktas fram och sedan kapas med sekator eller såg. Mindre rötter kan beskäras i efterhand sedan de har grävts fram.
- För att minimera rotskadorna vid schakt ska trädrötterna täckas så fort som möjligt efter att de frilagts med genomfuktat tyg/juteväv eller torv/jord. Då friläggningen sker under en kort tid kan bevattnings av rötterna och därefter täckning med presenning vara ett alternativ. Rötterna får aldrig utsättas för direkt sol och ska hållas fuktiga tills diket fyllts igen. Vid risk för kyla (minusgrader) är flis, torv eller jord den bästa täckningen dvs. byggande av s.k. rotdraperi.

Rotdraperi

Rotdraperi kan utföras vid schaktarbeten där ingrepp i bevarandevärda trädets rotsystem kan förutses. Beteckningen är en direkt översättning av den tyska facktermen 'Wurselvorhang'. Ett rotdraperi byggs lämpligen mellan trädet och det blivande schaktet innan schaktarbetet kommit igång. Vid tillfällen som

dessas kan den förutseende förbereda rotdraperiet redan ett år innan man planerar utföra schaktarbetet. Anledningen till att rotdraperiet ska byggas ett år innan det egentliga schaktarbetet utförs, är att ge rötterna bästa möjliga förutsättningar till nybildande och samtidigt minimera skaderisken för trädet/träden. Vid försök på stadsträd i Tyskland och i USA, enligt ovannämnda metod, så har resultaten visat sig mycket goda både när det gäller nybildandet av rötter och vitalitet på träden (Vollbrecht 1989).

Tumregler vid kapning av rötter

I USA använder man sig av tumregel enligt följande:

- Trädrötter med en rotdiameter större än 2.5 cm bör ej kapas om trädet är fullvuxet och har en begränsad jordvolym eller om schaktet/grävningen kommer att utföras på mer än sida av trädets stam.
- Växer trädet fritt i god växtjord, där schaktet/grävning endast kommer att utföras på en sida om trädet kan rötter med en diameter på upp till 5 cm kapas. Detta är dock ej lämpligt för känsliga arter så som Gran, Hästkastanj, Bok eller Lönn.

I Storbritannien gäller en annan praxis; att inte gräva eller schakta närmare fullvuxna träd än 4 ggr stamomkretsen. Stamomkretsen mäts på en stamhöjd av 1.5 meter.

5.5 Ersättning av stadsträd ställer höga krav på den ”gröna” projektören

Det finns bevis för att många nyplanteringar av träd i stadsmiljö misslyckas. De flesta gatuträd når ej, en för arten, normal utveckling. Hälften av alla nyplanterade träd i staden blir inte äldre än ca 15 år innan de dör. När ett gammalt träd tas bort och ersätts med ett nytt så finns det en stor risk för att man misslyckas med etableringsfasen. Detta är idag ett stort problem. Vi måste helt enkelt se till att de träd (ersättningsträd) som planteras, också kan etablera sig och växa upp till de trädindivider som vi förväntar oss.

Vad blir konsekvensen av dessa ständiga misslyckanden?

Det är i etableringsfasen av de unga trädindividerna som nyckelproblemet ligger. De nyplanterade träden är ofta små och får inte den skötsel som krävs. Bevattningsinsatser uteblir och träden lider därför av torka. Träd placeras i små planteringsgropar med hårt packad mark runt om etc.

När gamla stadsträd dör eller tas bort så går samtidigt en stor del av gaturummets karaktär förlorad. Att gamla träd måste tas bort av olika orsaker är en naturlig och oundviklig del av stadsutvecklingen. De nya ersättningsträden består ofta av små träd som ofta planteras i minimala trädgropar (t.ex. 1x1 m) grävda i befintlig mark. Tyvärr dör ofta dessa nya träd efter en kort tid med dålig utveckling.

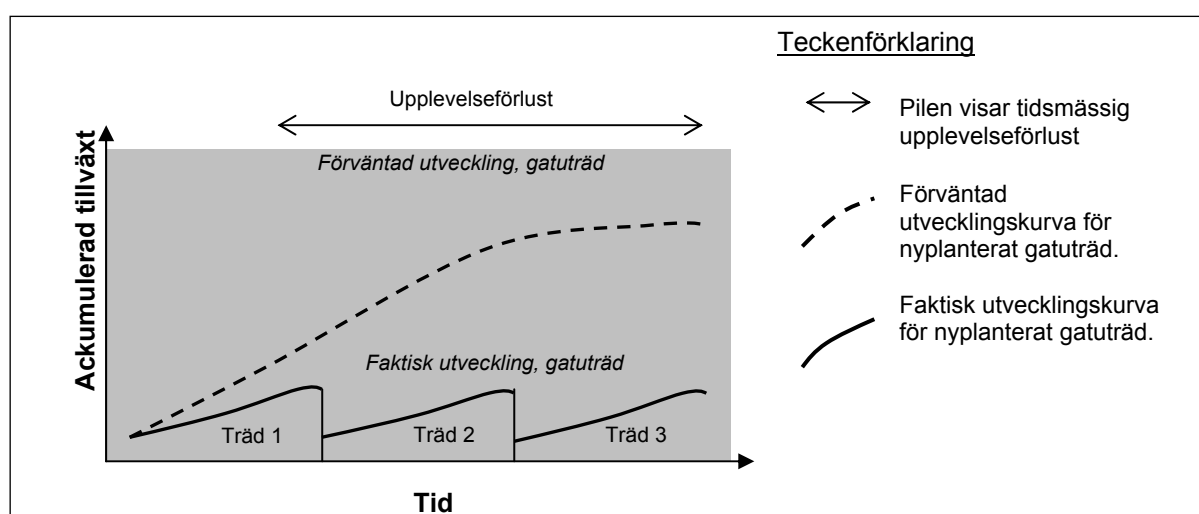


Fig. 3. Kurvorna åskådliggör förväntat och faktiskt resultat vid återplantering av gatuträd. En misslyckad etablering skapar en fördjupad upplevelseförlust.

I diagrammet visas tre nyplanteringar där nya småträd placerats i samma trädgrop utan att några förbättringar av ståndorten vidtas eller nya skötselinsatser görs. Detta leder alltså till ett upprepat händelseförlopp där även de efterföljande träden dör. Det uppstår alltså ett växande glapp i tiden då ersättningsträden ej ger gaturummet något nämnvärt upplevelsetillskott. Man kan säga att man förlorar i upplevelsevärde då gaturummet/platsen saknar sin avsedda trädkaraktär. En *upplevelseförlust* uppstår då dessa nya träd ej utvecklas och lever upp till den förväntade/planerade storleken för träd i gaturummet.

Ständiga misslyckande kan medföra att man tröttnar på att ersätta de döda träden och stadsborna riskerar att berövas på välbehövliga trädplanteringar. Upplevelseförlusten riskerar att permanentas. Det är naturligtvis svårt att sätta ett absolut ekonomiskt mått på fenomenet upplevelseförlust. Det är dock väsentligt att här lyfta fram problemet som ett viktigt hänsynstagande vid beslut om trädartsbyten i stadsmiljö.

Upplevelsevinst/infriade förväntningar

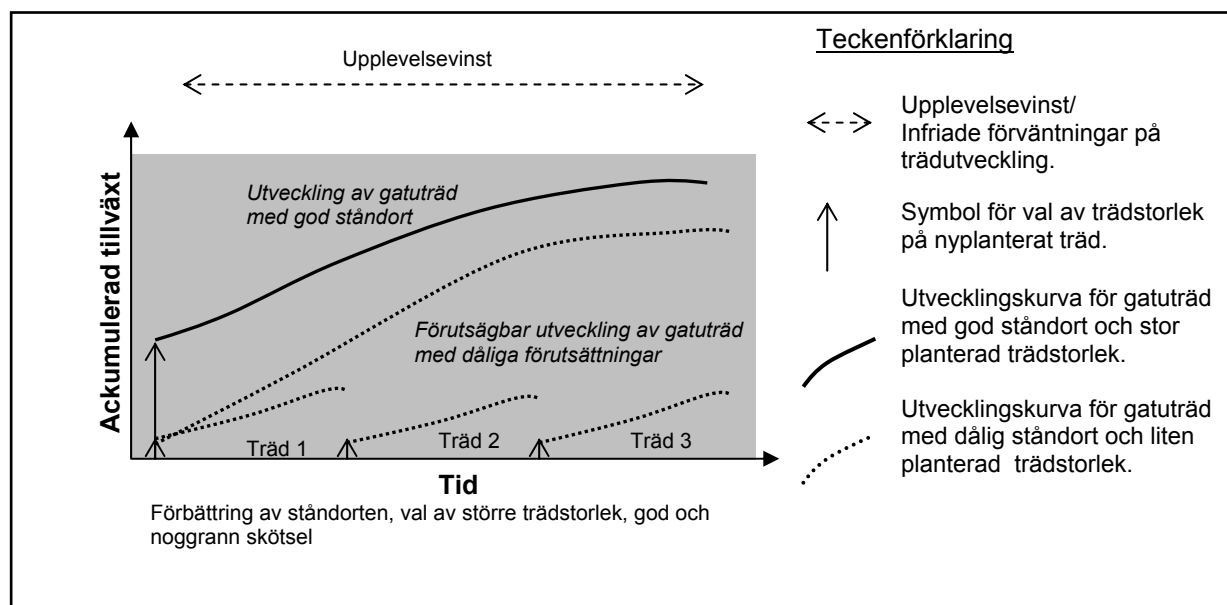


Fig.4. Figuren visar att val av stora trädstorlekar kombinerat med växtplatsförbättringar och god skötsel kan skapa en utveckling som överträffar förväntningarna. Man åstadkommer en s.k. upplevelsevinst.

Diagrammet ger en bild av utvecklingspotentialen för nyplanterade gatuträd vid lyckad respektive misslyckad etablering. Förbättrad ståndort och noggrann skötsel skapar möjlighet för en god utveckling. Trädet ges möjlighet att nå förväntad utveckling och kan därmed skänka platsen avsett upplevelsevärde. Val av större trädstorlekar kan förkorta tidsglappet. Genom att plantera stora träd tjänas flera år av utveckling in. Man kan säga att en *upplevelsevinst* görs. Den i fig. 3 beskrivna upplevelseförlusten kan alltså genom val av större trädstorlekar åtgärdas.

5.6 Trädetablering –lyckas eller misslyckas?

Nedanstående punkter är centrala vid nyplantering/återplantering av stadsträd:

1. Analys av platsen
2. Ståndortsanalys
3. Val av trädart
4. Val av växtkvalitet och växtleverantör
5. Växtplatsförberedelser
6. Skötselinsatser
7. Beslut om entreprenör och utförande

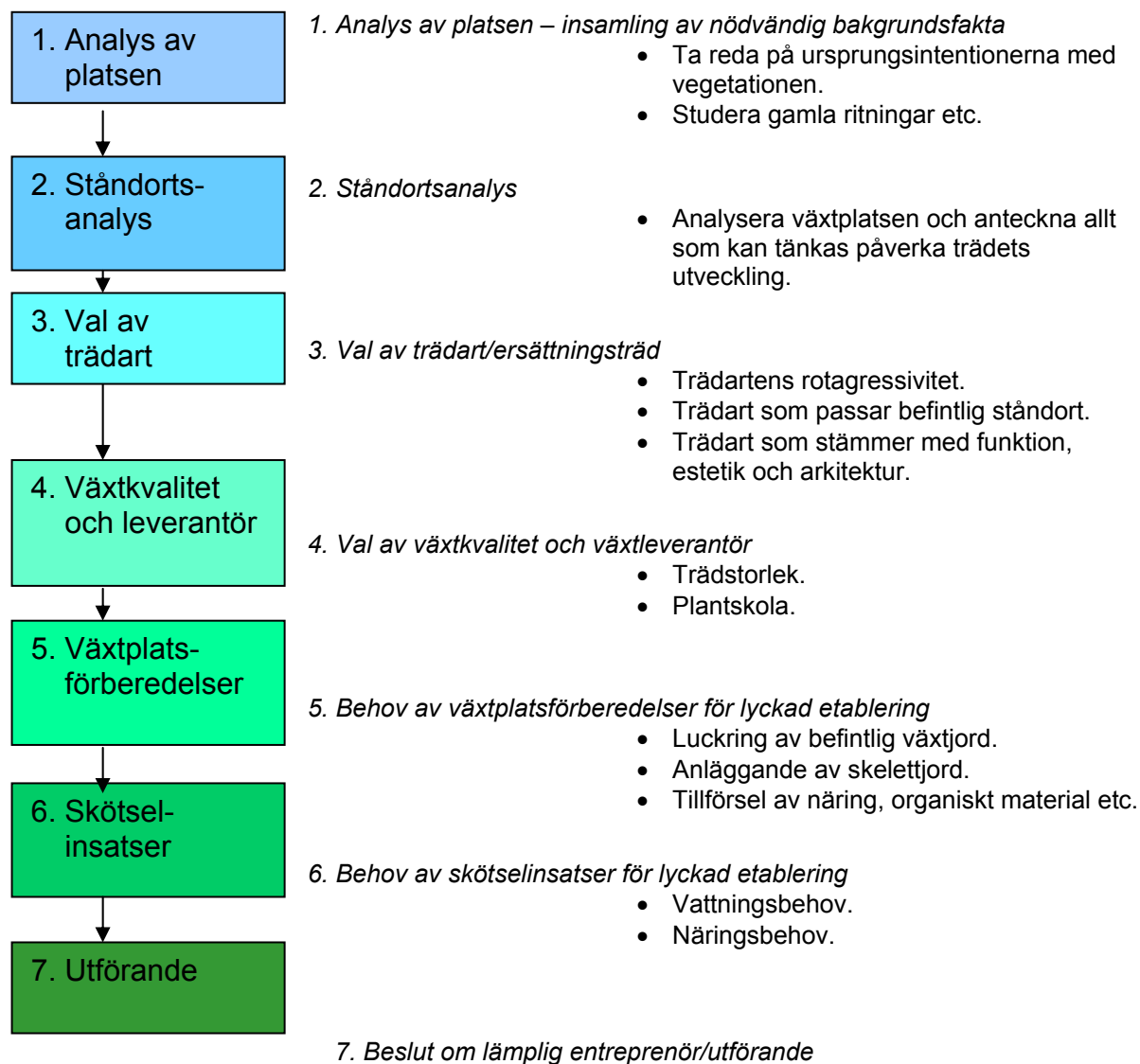


Fig. 5. Exempel på modell för beslut och arbetsordning vid ny- och återplantering av stadsträd.

1. Insamling av nödvändig bakgrundsfakta

Ursprungliga intentioner och visioner med trädplanteringar i staden är en god utgångspunkt för nya trädetableringar. Gamla ritningsunderlag är naturligtvis en grundförutsättning för vidare beslut.

2. Ståndortsanalys

När nya träd ska planteras måste ståndorten kontrolleras (så att jorden kan förbättras och ges rätt näringsstatus, struktur och växtvolym). Ett trädets växtplats måste minst innehålla 10 m³ "växtvänlig" jord för att trädet ska erhålla en någorlunda bra utveckling. Jorden har ofta utarmats på närings- och humusämnen då inget organiskt material har kunnat tillföras. Ståndorten kan även ha utarmats genom att platsen successivt hårdgjorts och belägningsytor har kanske anlagts närmare trädet.

Vid trädartsbyten bör man uppmärksamma följande: Pionjärarternas och sekundärarternas ståndorts-krav skiljer sig markant. Pionjärarter klarar generellt sätt mer torra och näringsfattiga markförhållanden betydligt bättre än vad sekundärarter gör.

3. Val av trädart/ersättningsträd

Vid val av enskilda trädarter måste en mängd faktorer vägas in. Några viktiga faktorer är trädartens rotaggressivitet, trädets förväntade storleksutveckling, ståndortskrav, känslighet för föroreningar, hårdighet, härkomst etc. En bra dialog med plantskolan kan ge värdefull information och underlätta beslutet. *Lästips:* Bengtsson R., 1998, *Stadsträd från A–Z*, Stad och Land nr. 154, Movium, Alnarp.

4. Val av växtkvalitet och växtleverantör

Storleken på det planterade trädet är av stor vikt både för upplevelseverkan och etablering. Med rätt föreberedelser och skötsel är det ofta lättare att etablera större trädstorlekar i stadsmiljö. Med stora trädstorlekar menas här träd med ett stamomfång på minst 25-30 cm.

- Stora träd ger en rumslig direktverkan.
- Stora träd är allmänt mindre känsliga för fysisk åverkan än mindre trädstorlekar.

Växtleverantörer skiljer sig som bekant vad gäller kvaliteten på plantmaterialet. Låt inte enbart priset styra val av växtleverantör. Använd plantskolor med erkänt bra växtmaterial gärna med referens från andra sakkunniga i branschen. Tveka aldrig att reklamera dåligt växtmaterial direkt vid leveransen av växterna.

5. Behov av växtplatsförberedelser för lyckad etablering

Stadsträdens växtplats är ofta extrem. För god etablering av gatuträd så krävs som regel förbättringar av växtbädden. Tillräckligt tilltagen växtvolym för trädens rötter är en förutsättning för god utveckling. Växtjorden måste kunna skänka trädet fukt, näring och syre i rätt proportioner för att utvecklingen ska bli den tänkta. Det kan bl.a. lösas med anläggande av skelettjordar, luckring av jordvolymerna samt jordförbättring med bl.a. organsiktmaterial. En skelettjord är en typ av växtbädd som klarar både belastning från trafik samtidigt som den behåller luft, viss näring och fukt som trädet kan utnyttja.

6. Behov av skötselinsatser för lyckad etablering

Bevattningsinsatserna är ofta en avgörande orsak till att många unga träd dör under etableringsfasen. Bevattning i stadsmiljö är en besvärlig och kostsam skötselinsats varför vattningen av nyplanterade träd ibland rationaliseras bort eller ej utförs bristfälligt. Skötselinsatserna är av direkt avgörande betydelse för trädets etablering, utveckling och överlevnad.

7. Beslut om lämplig entreprenör/utförande

Entreprenörens kunskap och kvalitetsmedvetande är grunden till lyckade eller misslyckande träd-etableringar. En entreprenör med goda biologiska kunskaper inser vikten av de ovanstående delarna i denna redovisade process. En tydlig plan över trädetableringsprocessen kan lättare åstadkommas om en dialog förs med entreprenören i utförandeskedet.

6. UTVECKLANDE ARBETSFORMER

Inväxning av trädrötter i avloppsledningar är ett problem som gett upphov till mycket irritation mellan VA- och parksidan. I Malmö stad har bägge parter av tradition ganska kompromisslöst hävdad sina respektive intressen. Parksidan har ansett att ledningarna borde stå emot rotinträngning och VA-sidan har hävdad att träd inte borde planteras för nära avloppsledningar. Någon kunskap om mekanismerna och förutsättningarna för trädrotsinträngning fanns inte. Den enda åtgärd som stod till buds för VA-sidan var att rotskära ledningarna inuti. Sammanfattningsvis kan sägas att umgänget mellan park- och VA-sidan kännetecknades tidigare av konfrontationer och bristande förståelse (pers.medd. Stahre, 1999).

6.1 Något om VA-verket, Malmö

På VA-verket i Malmö handläggs alla frågor rörande avloppsledningsnätet av distributionsavdelningen. Distributionsavdelningen har upprättat ett rotbehandlingsprogram för att systematisera hanteringen av rotproblem. Rotbehandlingsprogrammet ger vägledning till beslut när renovering av avloppsledningar sätts in, med vilket intervall underhållsinsatser måste utföras etc. Rotbehandlingsprogrammet har närmare beskrivits i VA-Forskrapporten nr. 1992-14, *Trädrötter och ledningar*. Uppgifterna i detta rotbehandlingsprogram baseras på uppgifter från TV-filmning av avloppsledningarna i Malmö. TV-filmning av avloppsledningar har kommit att bli ett mycket betydelsefullt verktyg för dokumentation av avloppsledningarnas invändiga kondition. TV-filmning utförs bl.a.; vid signaler om driftsproblem, vid enskilda rotskärningsinsatser samt i förebyggande syfte då avloppsledningarnas kondition måste dokumenteras av någon anledning (t.ex. vid större planerade gatuarbeten).

Några fakta från Distributionsavdelningen, VA-verket, Malmö stad (Berggren, 1999)

- 12 000 meter ledning finns totalt på rotbehandlingsprogrammet.
- 4000 m ledning/år underhålls med rotskärningsinsatser.
- Årsbudget för rotskärningsinsatser (spolning/rotskäring/filmning) är 500 000 kr/år.
- Under år 1998 rotskars 5 700 m ledning i Malmö.

6.2 Samarbetet VA/Park i Malmö

Utvecklingen av samarbetsformer mellan Stadsmiljöavdelningen (parkavdelningen) och VA-verket inom Malmö Stad har huvudsakligen skett under sista tioårsperioden. För att nå bättre lösningar på konflikten mellan stadsträd och avloppsledningar, tog VA-sidan initiativ till kontakt med kommunens parksida. Man har därefter successivt utvecklat samarbetet till att nå en allt mer effektiv hantering av problematiken kring rotinträngning i avloppsledningar. En nära kontakt med forskning under utvecklingsfasen av samarbetet har varit betydelsefull för den ömsesidiga förståelsen mellan de två intresseområdena. Forskare vid Sveriges lantbruksuniversitet i Alnarp, har i vissa delar aktivt deltagit i utvecklingsarbetet av dessa arbetsformer.

Samarbetet mellan Malmö Stad och Alnarp har lett till att kunskapen om trädrotsproblem ökat i kommunen. Detta har lett till att det idag finns en helt annan öppenhet på VA-sidan och parksidan, att utan förutfattade meningar, försöka hitta den totalt sett fördelaktigaste lösningen. Tidigare konfrontationer har ersatts med konstruktiva diskussioner.

Det har utvecklats rutiner för hur trädrotsproblem skall lösas, som innebär att hanteringen blivit snabbare och smidigare. Man har på VA-sidan fått ökad förståelse för i vilka situationer träd kan tas bort och i vilka situationer träd måste bevaras. Man har på parksidan fått ökad förståelse för att det måste finnas ett skyddsavstånd mellan träd och avloppsledningar. Bägge parter har idag god kunskap om olika trädarters rotaggressivitet (pers.medd. Stahre, 1999).

Utvecklingen har skett successivt, från att personal från både park- och VA-sidan var inblandade i samtliga fall, till dagens situation. I praktiken så kan VA-sidan idag göra en första bedömning av vilka åtgärder som skall sättas in. Den personal på VA-verket som ansvarar för långsiktig underhållsplanering av VA-nätet har idag en lista där att avloppsledningar med rotproblem förs upp. Denna lista diskuteras fortlöpande med parksidan. I många fall blir man överens om vilken lösning som skall väljas. Slutligt beslut fattas genom överenskommelse mellan avdelningscheferna på VA-sidan och parksidan (pers.medd. Stahre, 1999).

Nedan ges en kort beskrivning i punktform av samarbetet VA/park:

- *Överenskommelse:* muntlig.
- *Grundregel, finansiering:* : VA-verket tar på sig hela kostnaden för att åtgärda problem med rotinträngning i allmänna avloppsledningar (=gatuledningar). Stadsmiljöavdelningen tar på sig hela kostnaden för att åtgärda problem då asfalten lyfter sig eller spricker pga. trädrötter. Stadsmiljöavdelningen tar på sig hela kostnaden för att åtgärda problem då trädrötter växer in i rännstensbrunnar (stadsmiljöavdelningen i egenskap av ansvarig för vägytan ansvarar även för rännstensbrunnarna).
- *Utarbetad praxis vid trädartsbyten:* Träd som orsakar rotinträngning och som inte kan bedömas värdefullt ur estetisk/arkitektonisk, kulturhistorisk eller funktionell synpunkt kan bytas ut. Varje trädindivid som tas bort ersätts med två nya träd. Parkavdelningen väljer fritt hur dessa nya träd ska disponeras. De nya träden kan alltså användas i helt andra projekt och behöver nödvändigtvis inte återplanteras på platsen där det tidigare trädet stod.

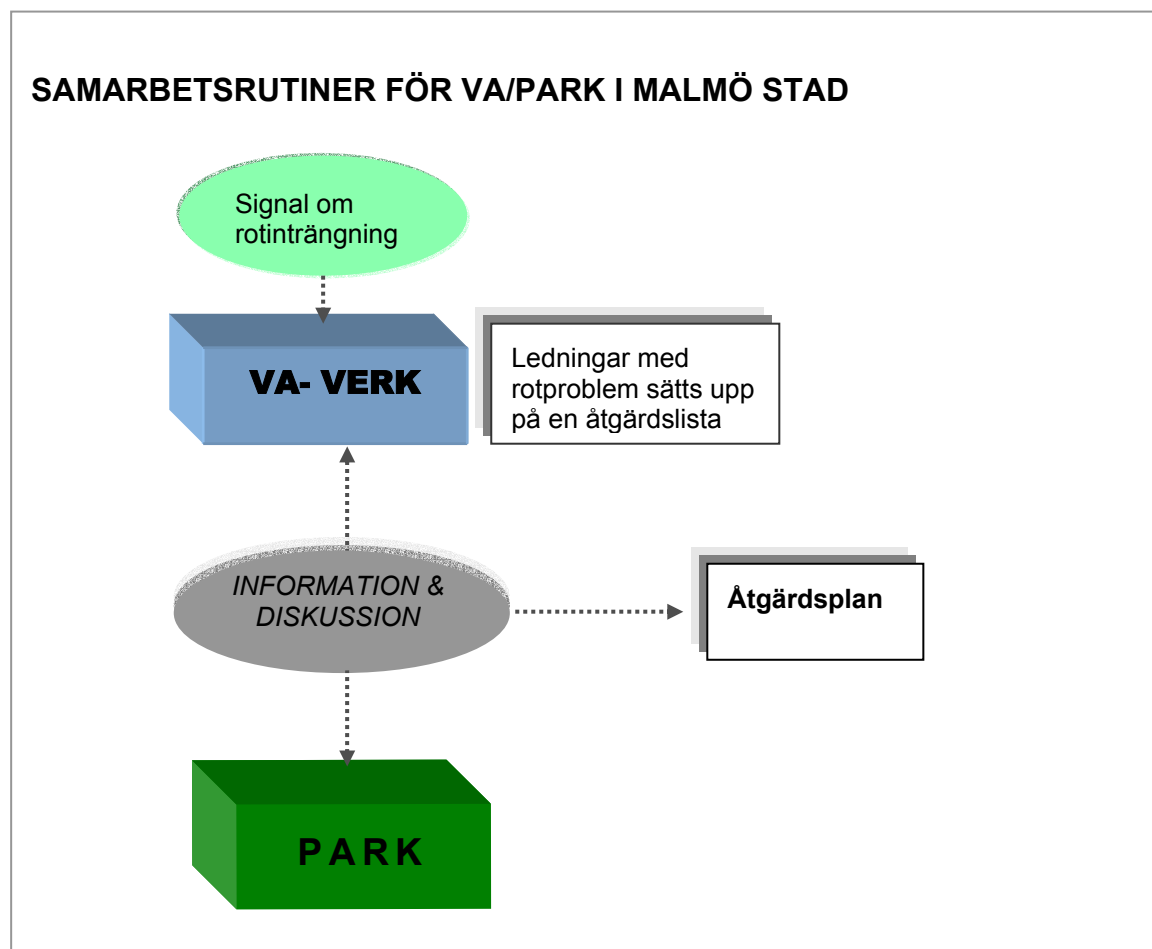


Fig. 6. Modell för det pågående samarbetet mellan VA- och parksidan i Malmö.

Nyprojektering

Som följd av den ökade kunskapen om träd försöker VA-sidan så långt som möjligt förebygga uppkomsten av trädrotsproblem. Detta sker genom hänsynstagande till befintlig vegetation vid byggande av nya ledningar. Detta hänsynstagande kan ske på olika sätt, t ex:

- Välja en schaktmetod som inte skadar trädrötterna (Vacuumteknik, se s. 16).
- Undvika att lägga ledningar nära träd.
- Att välja helsvetsade rör om ledningen måste ligga nära träd.
- Att anlägga rotbarriärer för att förhindra trädrötter att växa in i avloppsledningar.

Parksidan har idag förståelse för att placering av träd i omedelbar anslutning till befintliga ledningar kan innebära problem. I flera fall tar man på stadsmiljöavdelningen idag upp kostnader för åtgärder på avloppsledningar i investeringsutgiften vid stadsmiljöförnyelseåtgärder (pers.medd. Stahre, 1999).

Det ökade samarbetet mellan VA-sidan och parksidan har lett till att man är medveten om varandras problem och försöker i nyexploateringssituationen ömsesidigt välja den mest lämpliga lokaliseringen av ledningar och träd (pers.medd. Stahre, 1999).

- *Relation park – VA:* Vid nyprojekteringar sänder parksidan över sina planer på remiss till VA-verket. VA-projektörerna kan enkelt kontrollera att planerad vegetation inte kommer i konflikt med befintliga ledningsstrukturer.
- *Relation VA – park:* När VA-sidan utför VA-ledningsarbeten nära träd, tas kontakt med stadsmiljöavdelningen för att diskutera lämpliga skyddsåtgärder eller alternativa lösningar.

6.3 Ny teknik – GIS som planeringsverktyg

På VA-verket och på gatukontoret har man idag fungerande GIS-system för respektive verksamheter. Systemen är idag ihopkopplade med fiberoptikkabel. I framtiden planeras en gemensam GIS-relaterad databas som ska kunna tjäna som verktyg i planeringen vid dels nyprojektering dels löpande underhåll.

I ett GIS-program är informationen lägesbunden vilket innebär att den är kopplad till specifika platser och strukturer i staden. VA-verket och parkavdelningen ligger båda långt framme vad gäller data-insamling för sina respektive verksamheter och målet är att kunna koppla ihop systemen under år 2000.

Detta gemensamma GIS-system knyter samarbetet mellan avdelningarna närmare varandra. Med en gemensam databas som plattform kan nya problemsituationer lättare och snabbare lösas. Man kan lättare nå förståelse för den "andra sidan" om man har tillgång till samma kunskap.

Vad kan GIS-systemet göra i rotinträngningssammanhang?

Databasen blir gemensam för VA- och parksidan där man från båda håll kan gå in hämta faktauppgifter för sin planering. VA- och parkprojektören kan kontrollera uppgifter om specifika träd/ledningar i sitt arbete med planering av nya ledningssträckor/parkstråk.

Exempel på faktauppgifter som bör vara åtkomliga för bägge sidor:

- trädart
- trädets vitalitet
- trädets kronstorlek
- trädets beräknade utbredning av rotsystemet
- trädartens beräknade vattenbehov
- typ av ledning
- ledningens kondition
- antal brunnar och serviser

Konditionsbedömning av t.ex. ledningar görs idag med hjälp av invändig TV-inspektion. Resultatet av denna konditionsbedömning läggs in i GIS-systemet. Det är även möjligt att lägga in annat digitalt bildmaterial från platser i staden t.ex. speciella trädskador (Ebner von Eschenbach C., 1999). GIS-systemet kan alltså kompletteras med filmsekvenser och bildmaterial vilket ytterligare underlättar beslutfattande och framtagande av projekteringsunderlag.

6.4 Samarbete mellan VA-verket i Malmö och privata ledningsägare

VA-verket i Malmö har en viktig uppgift att på ett enkelt och lättförståligt sätt ge information till berörda fastighetsägare. VA-verket rekommenderar och informerar privata ledningsägare. Dessa rekommendationer kan t.ex. gälla; att fälla ett problemträd eller att lägga om sin servisledning i anslutning till att en ledningsrenovering är utförd. Vid problem med rotinträngning i privata servisledningar så får fastighetsägaren ta på sig hela ansvaret. Detta gäller oberoende av vem som äger trädet.

Problem kan uppstå i situationer då en privat markägare t.ex. inte anser sig ha råd med en trädfällning av ett problemträd. Risken för nya rotproblem i den nylagda ledningen är uppenbar.

VA-verket i Malmö kan gå in och ersätta eller ta bort privata träd på tomtmark och stå för kostnaden eftersom detta kan skada även andra abonnenter uppströms huvudledningen i gatan.

6.5 Samarbete mellan VA-sidan och Parksidan i Linköping

Linköping kommun är organiserade enligt systemet, beställare/utförare. Någon egentlig rutin eller överenskommelse finns ej inom organisationen mellan VA- och parksida i Linköpings kommun.

Vid allvarliga problem med rotinträngning kontaktar Tekniska verken i Linköping (VA-verket) kommunens parksida. Parksidan kontaktas endast i ett fåtal extrema situationer där kostnaderna för rotproblemen, t.ex. rotskärning, nått orimliga nivåer. Om parksidan bedömer kostnaden för trädets/ trädens bevarande orimligt hög, ges tillstånd till trädfällning och återplantering (se 7.14, exemplet Sveagatan). VA-verket fattar aldrig själv beslut om att fälla parkträd, dessa beslut ligger helt på parksidan. Trädfällning samt val av ny trädart sker normalt av konsult med dokumenterad grön kompetens. I de fall där trädrötter trängt in i VA-ledningar så betalar VA-verket 100 % av kostnaden vid trädartsbyten.

Samarbete VA-verk och privata ledningsägare

Tekniska verken i Linköping (VA-verket), har utvecklat en praxis för hur olika rotproblem kan lösas med privata ledningsägare.

Då privatägda träd kommer i konflikt med VA-verkets ledningssystem kontaktas ägaren till trädet/ träden. VA-verket informerar trädets ägare om problemet och de kostnader som är förknippade med rotinträngningen. VA-verket erbjuder trädets ägare fällning samt nyplantering av ett träd med lägre rotenergi.

Grundprincip: Vid rotinträngning har VA-verket i Linköping som grundprincip att finansiera trädartsbyten även på privat mark. Detta innebär totalt sett kostnadsbesparingar och fler nöjda abonnenter för VA-verket i Linköping. I dessa fall betalar VA-verket 100 % av kostnaden vid privata trädartsbyten.

Trädfällning och val av ny trädart sker av konsult med dokumenterad grön kompetens.

Nyprojektering

Någon direkt regelbunden kontakt med parkavdelningen har ej upprättats för ömsesidig kontroll av projekteringshandlingar. Vid nyprojekteringar skickar parken över vissa av sina planer (ofta större projekt) på remiss till VA-verket så att VA-verkets projektörer kan kontrollera att planerad vegetation inte kommer i konflikt med befintliga ledningsstrukturer. VA-verket skickar sina nyprojekterade ritningar till en särskild enhet inom kommunen som sedan samordnar och distribuerar handlingarna till berörda instanser.

6.6 Analys av samarbetsformer

Samarbetet och förhållandet mellan VA-sidan och parksidan är mycket olika i de båda exempelkommunerna, Malmö och Linköping. I Malmö har man utvecklat en nära relation mellan VA-sidan och parksidan. Man har åstadkommit rutiner som löper i det vardagliga underhållsarbetet. Processen har utvecklats och effektiviserats under de sista åren. Tidsskillnaden från upptäckt rotproblem till faktiska åtgärder har blivit mindre.

I Linköping kan relationen mellan VA-sidan och parksidan inte betecknas som ett nära samarbete. Här sker kontakten mellan avdelningarna mer sporadiskt och kontakt tas egentligen bara i enstaka, extraordinära fall.

VA-verket i Linköping hanterar rotinträngningsproblem där träd på privat tomtmark tränger in i VA-verkets ledningar på ett intressant sätt. VA-verket har utvecklat en praxis där man löser rotproblemen genom att bekosta trädartsbyte för privatpersonen som äger problemträdet. Denna problemlösning har visat sig ekonomiskt fördelaktig för VA-verket jämfört med alternativa lösningar som fortsatta rotskärningar eller ledningsrenovering. Information till den berörde, valfrihet och erbjudande om ersättning med ett nytt träd gör att missnöjesyttringar från de berörda privatpersonerna ej har uppstått.

7 FALLSTUDIER

7.1 Uppläggning av fallstudier

Val av fallstudier

Från 1993 har forskare från Alnarp samt representanter från Malmö Stad (VA- och parksidan) samt VA-verket i Linköping studerat, dokumenterat och arbetat fram lösningar på olika situationer där trädrötter trängt in i avloppsledningar. I denna rapport presenteras ett urval av de fall med de mest intressanta lösningarna. Fallen har valts ut i samråd mellan forskare och praktiker.

Kommentarer till fallens uppläggning

För att ge en överblick av det aktuella fallet ges en kort bakgrundsbeskrivning. I samtliga bakgrundsbeskrivningar ingår underrubrikerna; *platsen*, *driftstörningar* och *samarbete VA/park*. Dessa underrubriker är även ett försök att exemplifiera en lämplig disposition för dokumentation av praktiska fall.

Olika möjliga handlingsalternativ redovisas där tyngdpunkten ligger på en analys och ekonomisk jämförelse av alternativen. Kommentarer till handlingsalternativen ges kortfattat under fallbeskrivningarna. De gemensamma kommentarerna till alternativen har placerats i slutet av kapitlet i anslutning till sammanfattning och analys av fallbeskrivningarna.

Varje fall avslutas med en kort sammanfattande diskussion där de mest intressanta aspekterna i fallet fångas upp.

Följande alternativ finns representerade i fallbeskrivningarna:

1. Fortsatta rotskärningar

Alternativet innebär ett bevarande av befintlig vegetation samt fortsatt underhåll med spolning, rotskärning samt filmning av avloppsledning.

2. Ledningsrenovering

Alternativet innebär ett bevarande av befintlig vegetation och infordring av de befintliga ledningarna med strumpa. Alternativet innebär även tätning (foginjektering) av brunnar, serviser m.m.

3. Trädartsbyte

Alternativet innebär att den befintliga vegetationen tas bort och ersätts med nya trädarter med låg rotenergi. Enligt praxis i Malmö ersätts varje borttaget träd med två nya trädindivider. Alternativet innebär även ståndortsförbättring där så krävs.

4. Miljörenovering

Alternativet miljörenovering innebär att platsen gestaltas om (dvs. genomgår en nyprojektering) och problemträden avlägsnas. Miljörenoveringsinsatser innebär ofta att marken förbereds så att dagvatten kan infiltreras i parkyta/grönyta. De befintliga avloppsledningarna behålls efter att rensats från rötter genom spolning och rotskärning.

5. Omläggning

Alternativet omläggning innebär schaktarbeten och byte till nya VA-ledningar med tillhörande servisledning, brunnar m.m.

7.2 Kalkylförutsättningar

Ekonomiska beräkningar för alternativen

För respektive handlingsalternativ visas årliga kostnader. Investeringar har kapitaliserats med avsikt att lyfta fram räntekostnaderna för investeringarna. Investeringsalternativ har gjorts jämförbara med alternativ baserade på löpande kostnader, genom att använda annuitetsmetoden som beräkningsmodell för investeringarna.

Kalkyldata

Räntetabell: Annuitetstabell

Annuitetsfaktorn räknas fram enligt följande: $r/1-(1+r)^{-n}$ (Olsson & Skärvad, 1997)

Kalkylränta 6 % har valts. Räntesatsen gäller för samtliga annuitetsberäkningar i rapporten. Räntan har valts med utgångspunkt från dagens ränteläge. Någon hänsyn till eventuella förändringar i den framtida ränteutvecklingen har ej tagits. Framtida inflationsutveckling har ej tagits med i kalkylberäkningarna.

Annuitetsfaktor för 50 år: 0,06344

Annuitetsfaktor för 100 år: 0,06018

Beräknad *livslängd* för investeringarna:

- nylagda avloppsledningar, 100 år (Ludvigsson, 1996).
- ledningsrenovering med strumpa, 50 år (Ludvigsson, 1996).
- stadsträd, sekundärart, 100 år.

Alla uträkningar för alternativens årskostnader har avrundats till jämna hundratal.

Schablonpriser/kostnader som använts i kalkylberäkningarna:

Priser och kostnadsuppgifter har erhållits från Malmö stads VA-verk samt Tekniska Verken i Linköping samt Malmö Gatukontors Stadsmiljöavdelning. Prisuppgifterna baserar sig på projekt utförda i Malmö och Linköping.

Ledningsrenovering, infordring med strumpa: 2000 kr/m ledning

I kalkylen gäller detta snittpris för strumpningsinsatser av dimensioner mellan $\varnothing$ 225–400 mm. Hänsyn till variationer i antalet serviser på ledningssträckan har ej tagits.

Kommentar:

Priset för ledningsrenovering med strumpa varierar dels med dimensionen på rör och dels med antalet serviser som finns på den aktuella ledningssträckan. Infordring med strumpa anses ekonomiskt intressant för framförallt mindre ledningsdimensioner men även för ledningsrenovering av dimensioner upp till $\varnothing$ 600–800 mm. Priset ökar betydligt för strumpningsinsatser på dimensioner över $\varnothing$ 400 mm. Extrakostnader för uppfräsning av kopplingshål till servisinstick belastar totalpriset.

Omläggning/Nyläggning: 4000 k /m ledning

I kalkylen avser detta snittpris omläggning av rördimensioner mellan $\varnothing$ 225–600 mm. I snittpriset ingår kostnader för återställning och trafikordningar.

Kommentar:

Priset gäller generellt för ledningsomläggning. Priset ökar betydligt med dimensioner större än $\varnothing$ 600 mm.

Priserna varierar mycket mellan varje enskilt objekt. Varje projekt innehåller unika situationer som påverkar kostnaderna. Exempelvis inverkar; djupet på schaktet, teknisk svårighet, befintliga konstruktioner i mark, antalet serviser, brunnar, trafikomläggningar m.m.

Byte av trädart: 5000 kr/utbytt träd

I kalkylens snittpris ingår:

- Trädfällning inkl. borttransport av material och städning: 1000 kr.
- Nytt träd. Storlek: stamomfång 12–14 cm eller 14–16 cm. 2000 kr/st.
- Priset inkluderar plantering, uppbindning och skötsel i två år:

Kommentar:

Varje borttaget befintligt träd ersätts med två nya träd, enligt praxis inom Malmö Stad. *Ersättnings-träden i rapporten har uteslutande placerats i parkmiljö/parknära miljö (parkträd) vilket förklarar de förhållandevis små storlekar som valts.*

Om ersättningsträden är gatuträd blir totalpriset väsentligt högre. Följande kan påverka priset uppåt:

1. Val av större trädstorlekar.
2. Behov av skellettjord.
3. Mer omfattande skötselinsatser.

Fortsatta rotskärningar:

100 kr/m ledning och år

I priset ingår spolning, rotskärning samt TV-inspektion för varje enskild rotskärningsinsats.

7.3 PER-ALBIN HANSSONS VÄG – förebyggande projektering

Bakgrund

Platsen: Per-Albin Hanssons väg är en gata i centrala delarna av Malmö. Vägen har en hög trafikbelastning. I en strävan att sänka farten på vägsträckningen planerades en breddning av gatans mittrefug. I ett första projekteringsförslag planerades en ny trädrad, skogslönn *Acer platanoides*, i den nya mittrefugen. Det befintliga avloppssystemet med dag- och spillvattenledningar låg mitt i vägen. Ledningarna var av betong och var anlagda i början på 70-talet. Ledningsdjupen var 2,5 m för dag- respektive 3,2 m för spillvattenledningen. Detta innebar att den planerade trädplanteringen skulle placeras i direkt anslutning till avloppsledningar, serviser och brunnar. Det horisontella avståndet var 0–3 meter.

Driftstörningar: Trädens planerade placering i refugen var olycklig eftersom en konfliktsituation med avloppsledningar, brunnar och ledningsserviser kunde förutses.

Samarbetet VA/Park: VA-verket reagerade på detta första projekteringsförslag och informerade stadsmiljöavdelningen om de framtida riskerna med projektet. Stadsmiljöavdelningen valde att omarbota förslaget med hänsyn till VA-verkets synpunkter. I det nya projekteringsförslaget från stadsmiljöavdelningen hade man tillåtit aktuella avloppsledningar, serviser och brunnar styra valet av växtmaterial och dess placering.

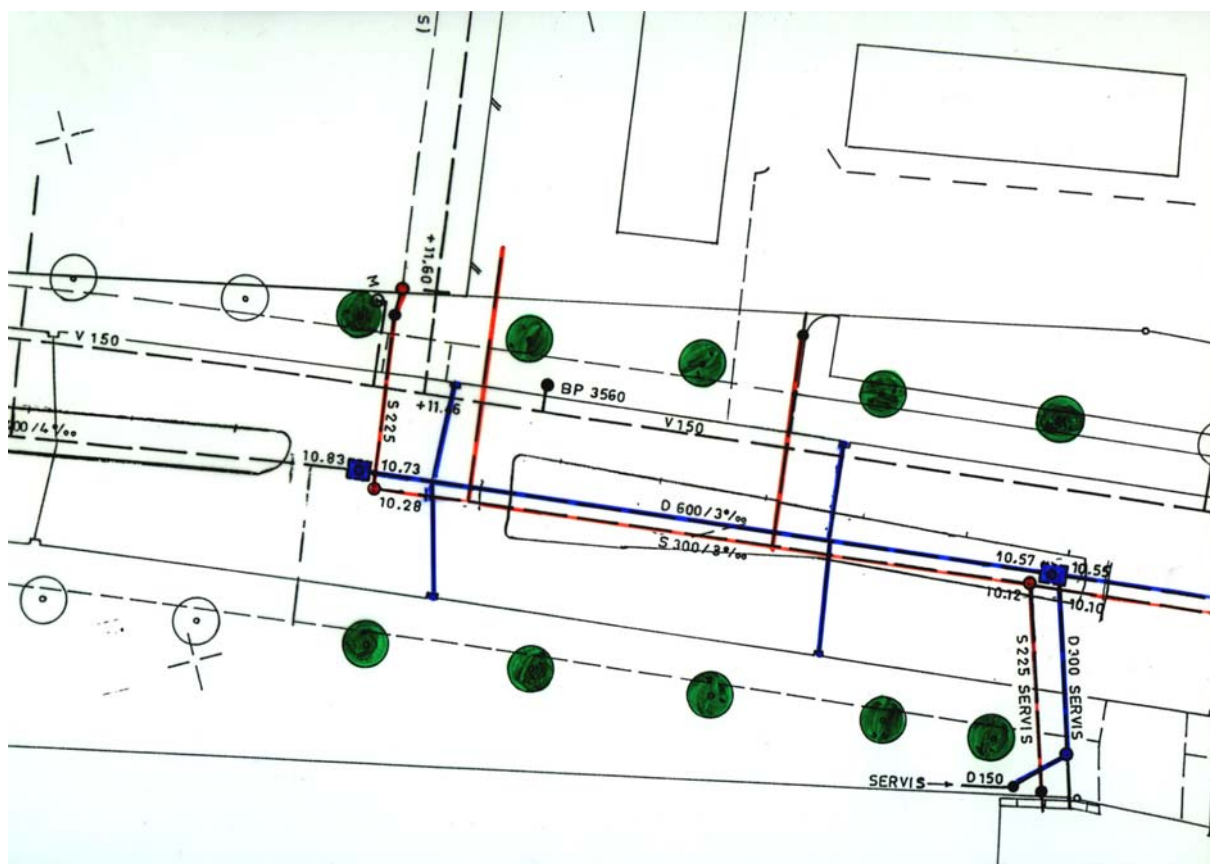


Fig. 7. Plan, befintlig situation för del av Per-Albin Hanssons väg. Befintliga träd placerade som allé längs med vägens båda sidor. Vägens mittrefug saknar vegetation.

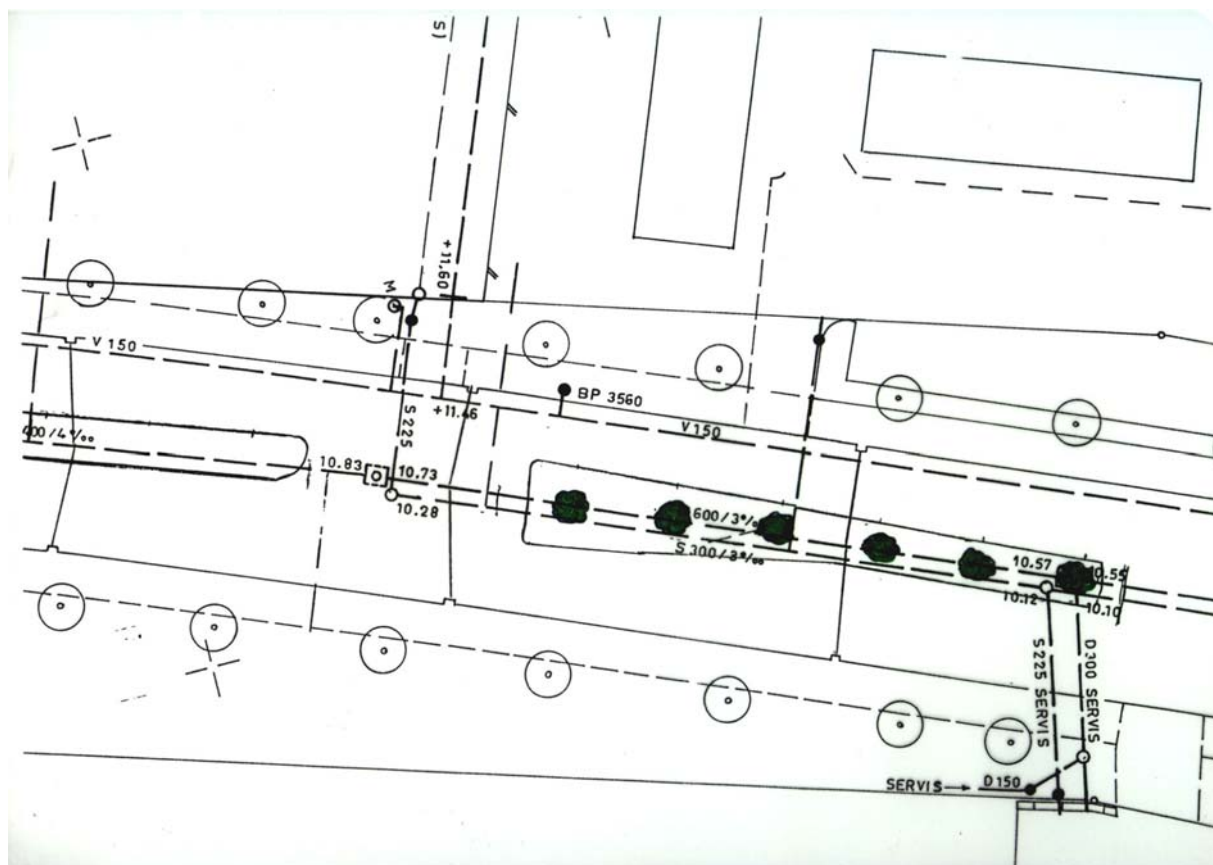


Fig. 8. Plan, förslag 1 med träd av skogslönn placerade i vägens mittrefug direkt över befintliga avloppsledningar, brunnar och serviser.

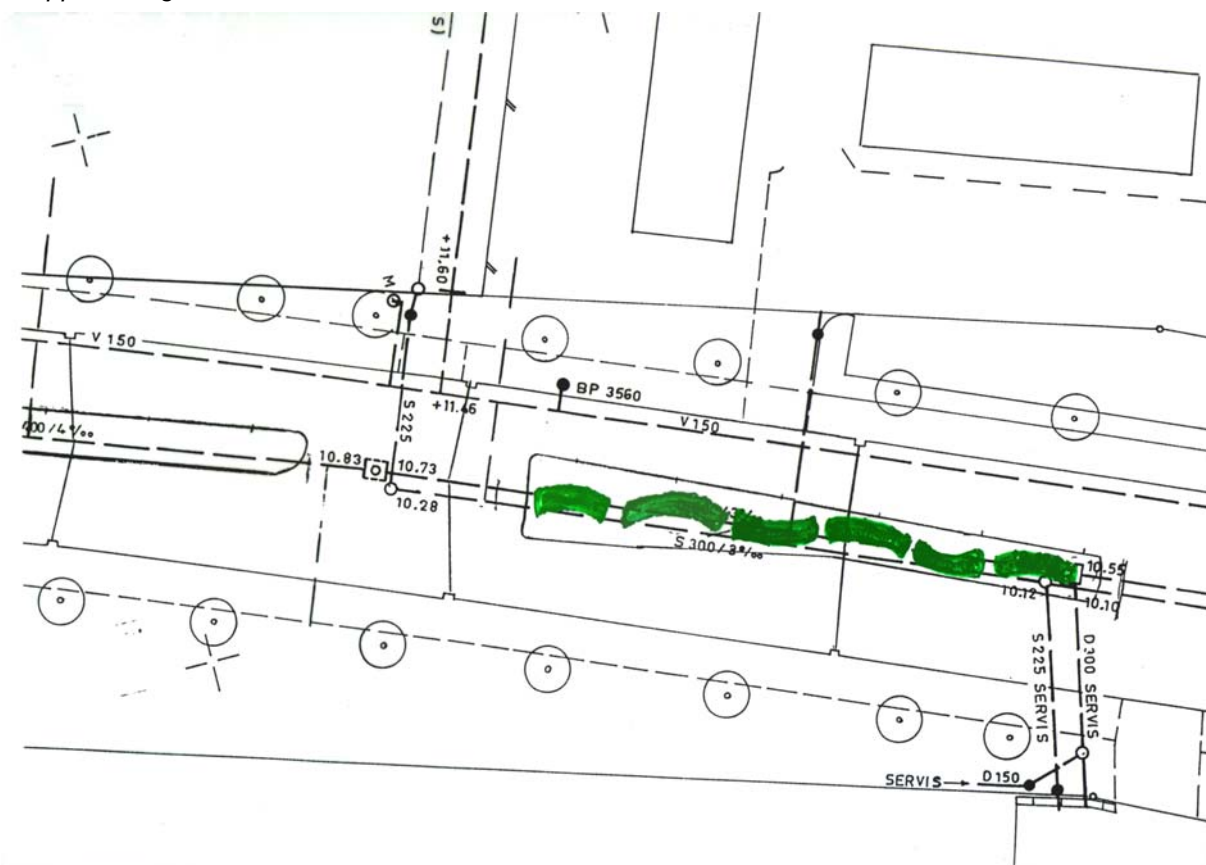
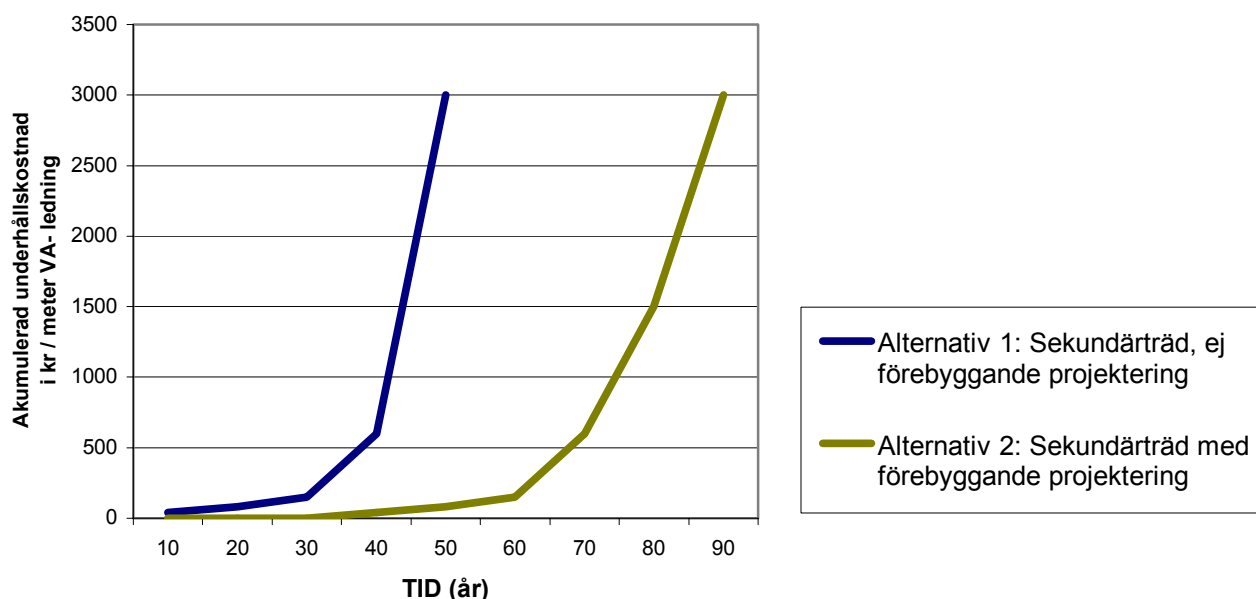


Fig. 9. Plan, förslag 2 med örtvegetation samt lägre buskvegetation placerad i vägens mittrefug över de befintliga ledningsstrukturerna.

Alternativ

1. Nyprojektering där man ej tagit hänsyn till avloppssystemet vid planeringen av träd
= ej förebyggande projektering.
2. Nyprojektering med hänsynstagande till befintliga avloppsledningar
= förebyggande projektering.

Ekonomisk jämförelse av alternativ



Figur: Förväntad utveckling av underhållskostnaderna för VA-verket

Alternativ 1. Ej förebyggande projektering: Nyprojektering där man ej tagit hänsyn till befintligt avloppssystem vid planeringen av träd.

Träden har placerats nära känsliga delar av avloppssystemet. Trots valet av sekundärart kommer med mycket stor sannolikhet rotinträngning att ske tidigt beroende av trädens dåliga växtförhållanden (impermeabla beläggningsytor samt trädgropar med liten jordvolym vilket gör att trädens rötter letar sig ned till avloppsledningar snabbare än normalt). Trädrötterna skapar efter ca 30 år ett accelererande rotproblem i avloppsledningarna. Efter ca 50 år har rotproblemen nått en sådan kostnadsnivå att renovering eller byte av ledningen måste ske.

Från färdig anläggning till ohållbar konfliktsituation rot/ledning: 40 år.

Alternativ 2. Förebyggande projektering: Nyprojektering med hänsynstagande till befintligt avloppssystem.

Med hänsynstagande menas att projektören; väljer en trädart med låg rotenergi, placerar träden med tillräckligt avstånd från brunnar, serviser och ledningar, lägger horisontella och vertikala rotspärrar där så behövs samt ger träden en utökad jordvolym i form av skelettjord.

Från färdig anläggning till ohållbar konfliktsituation rot/ledning: 70 år.

Rotinträngning skapar efter ca 70 år ett allt allvarigare rotproblem i avloppsledningarna. Den akuta fasen av rotproblemet kommer senare i tid jämfört med alternativ 1. Detta innebär lägre underhållskostnader per tidsenhet. Tidpunkten för omläggning pga. rotinträngning närmar sig ledningens normala livslängd.

Diskussion

Samarbete VA/Park: Exemplet Per-Albin Hanssons väg visar på hur ett samarbete mellan parksidan och VA-sidan redan i projekteringsstadiet kan nå viktiga resultat. I detta fallet kunde stadsmiljöavdelningens "gröna" projektörer anpassa sina lösningar till befintliga avloppssystemet på platsen vilket innebär att framtida rotproblem kan förebyggas och därmed blir VA-verkets framtida underhållskostnader lägre och de gröna vegetationsstrukturerna kan ostörda nå den utveckling och mognad de är tänkta att nå.

Estetik/växtval: Stadens avloppssystem är en fysisk begränsning svår att bortse ifrån. Kostnaderna för att negligera detta faktum är mycket höga och kommer att inverka menligt på utemiljöer som redan efter omkring 40 år utsätts för schaktningsarbeten m.m. när uppkomna rotproblem måste åtgärdas. Utmaningen och framtiden för projektörerna ligger i att finna lösningar som uppfyller såväl estetiska, tekniska som funktionella krav. En invändning från "gröna" planerare kan vara att de, pga. Anpassningskravet till avloppssystemet tvingas göra avkall på estetiska kvaliteter i lösningen. Risken för denna typ av argument är särskilt stor om inte projektörerna i ett tidigt skede har information om de befintliga ledningar m.fl. tekniska funktioner som kräver hänsynstagande.

Planering: För framtiden kommer datorverktyg att bli allt viktigare för planeringen. GIS-verktyget är idag intressant ur planeringssynpunkt vad gäller rotproblematiken. Samarbetsformer håller på att utvecklas mellan Malmö kommuns olika avdelningar. VA-verket och Gatukontorets stadsmiljöavdelning i Malmö befinner sig just nu i ett utvecklande skede (se 6.3).

Ekonomi: Naturligtvis så kommer samtliga parter att ekonomiskt tjäna på en noggrann projekteringsfas vilket ger färre kostnadsmässiga överraskningar i framtiden.

7.4 KASTANJEGÅRDSPARKEN –snabb hantering och förebyggande åtgärder



Fig. 10. Lergöksgatan 4-26 i Kastanjegårdsparken. De två poppelträden som flankerar vägen in till villaområdet har trängt in i avloppsledningarna som löper på 2,5–3 meters djup placerade i gångvägens mitt.

Bakgrund

Platsen: Kastanjegårdsparken är ett parkområde som ligger placerat runt om ett villaområde i södra Malmö. Park- och villaområdets vegetation domineras av pil- och poppelbestånd. Villaområdet och parken är byggda i början på 70-talet då även områdets VA-försörjning färdigställdes (1972). Träden i området är placerade i kortklippta gräsytor, i grupper eller i rader som markering av vägsystemet.

Från VA-installation och färdig parkanläggning till akut konfliktsituation: 25 år.

Driftproblem: En långvarig översvämning i en villafastighet hösten 1997, blev den första signalen på rotproblem i området. Orsak till översvämningen i villafastigheten visade sig vara en rotinväxning i en nedstigningsbrunn (DNB) vilket orsakade totalstopp för flera huvudledningar. Misstankar om fler rotinträngningar i områdets dagvattenledningar föranledde VA-verket att beställa filmning av ledningssystemet i hela villaområdet. Rotinträngningar upptäcktes då på ett flertal ställen i området. Rotproblemen upptäcktes i dagvattenledningar av betong med en dimension på $\varnothing$ 300 och $\varnothing$ 500 mm. Ledningsdjupet i området är 2,5–3 m. Det horisontella avståndet mellan problemträd och ledningar var 4–30 meter.

Pil- och poppelträden hade på ett flertal ställen i området skadat beläggningen på gång- och cykelvägarna.

Samarbete VA/park: VA-verket kontaktade stadsmiljöavdelningen för vidare diskussion och analys av situationen i januari 1998. Efter att stadsmiljöavdelningen inventerat området våren –98 fattades ett gemensamt beslut om att träd i området som med god grund kunde misstänkas orsaka rotproblem skulle fällas. Beslutet omfattade fällningar av 81 st. pil- och poppelträd. Nyplantering i området sker bl.a. med trädet oxel, *Sorbus intermedia*, framförallt på platser där avloppsledningar ligger nära trädet eftersom denna art har ett rotsystem med låg rotenergi. Ett nytt bestånd av hästkastanj, *Aesculus hippocastanum*, som har ett rotsystem med hög rotenergi planeras i en del av parken där det inte finns risk för rotkonflikt med avloppsledningar. För vissa ledningssträckor diskuterades även infodring med strumpa för att bevara pilalléer som bedöms värdefulla för områdets karaktär.

Stadsmiljöavdelningen betalar 30 % av totalt kostnaden pga. att träden med sina ytliga rötter även har skadat gång- och cykelvägen.

Alternativ

1. Fortsatt underhåll med rotskärningar och bevarande av befintlig vegetation.
2. Ledningsrenovering, "strumpning" av ledningar och bevarande av befintlig vegetation.
3. Byte av träddarter med viss ledningsrenovering.

Ekonomisk jämförelse av alternativ

1. Fortsatt underhåll med spolningar, rotskärningar och TV-filmning.

ÅRLIG KOSTNAD 30 000 kr

2. Ledningsrenovering, strumpning av berörda ledningssträckor.

(2000 kr x 350 m) 700 000 kr

Beräknad avskrivning på 50 år

Kapitalränta 6 %

ÅRLIG KOSTNAD (avskrivningskostnad) 44 400 kr

3. Trädfällning och byte av träddarter samt enstaka strumpningsinsatser.

Kostnadsfördelning VA /park:

Park 30 %

VA 70 %

Spolning och rotborttagning: 89 000 kr

Skadeersättning: 10 500 kr

Trädfällningar och nyplanteringar 120 000 kr

Totalt (beräknad): 300 000 kr

Beräknad avskrivning på 100 år

Kapitalränta 6 %

ÅRLIG KOSTNAD 18 000 kr

Analys av kostnader

Alternativ 1, fortsatt underhåll med rotskärningar och spolningar.

Fortsatta rotskärningar är ej ekonomiskt försvarbart. Redan i detta skede ger TV-filmningen besked om en växande problembild som i framtiden är förknippad med allt högre underhållskostnader för VA-verket. Fortsatta rotskärningar kostar 50 % mer än alternativ 3, trädartsbyte med viss ledningsrenovering.

Alternativ 2, ledningsrenovering, strumpning av berörda ledningssträckor.

Alternativ 2 innebär en hög årlig kostnad jämfört med de andra två alternativen. Representanter för VA-verket och stadsmiljöavdelningen gjorde bedömningen att trädbeståndet ej motiverade de höga kostnader som var förknippade med bevarandet av samtliga pilar och popplar i området. Alternativet strumpning innebär ca 2,5 gånger högre kostnader än alternativ 3, trädartsbyte och viss ledningsrenovering.

Alternativ 3, Trädartsbyte samt enstaka ledningsrenoveringar med "strumpa".

Detta alternativ är mest ekonomiskt enligt kalkylen och ger även utrymme för bevarande av vissa delar av de för området karaktärgivande pilalléerna.

Diskussion

Samarbete VA/Park: Kastanjegårdsparken är ett exempel på en allt mer tidseffektiv hantering av rotproblematiken i Malmö. Samarbetet mellan VA-verk och stadsmiljöavdelning har utvecklats mot en form där de inblandade representanterna har erfarenheter av fall med liknande förutsättningar vilket medverkar till att beslut kan fattas snabbare baserat på utarbetad praxis. I fallet Kastanjegårdsparken kombineras olika alternativa lösningar där både ledningsrenovering med strumpa och trädartsbyte ges utrymme för att nå en helhetslösning som tillvaratar både VA-verkets och stadsmiljöavdelningens intressen.

Estetik/växtval: Intressant att notera är att man nyplanterar trädarter med hög rotenergi. I detta fallet hittar man plats i parkområdet för nyplantering av trädet hästkastanj. En plats i området där träden inte riskerar att komma i konflikt med avloppssystemet. För området viktiga arkitektoniska delar som alléer sparas genom att ledningsrenovering med strumpa utförs på vissa ledningssträckor.

Planering: VA-verket kan genom att tidigt åtgärda rotproblem förebygga framtida belastningstoppar i rotbehandlingsprogrammet.

Ekonomi: VA-verket sparar pengar genom att tidigt åtgärda rotproblem av denna typ. Genom en tidseffektiv hantering kan även de administrativa kostnaderna hållas låga.

Problem/risiker: Genom att arbeta tidseffektivt så ökar risken för att en allt för summarisk genomgång av fallet erhålls.

7.5 BRODDAPARKEN – storskaligt trädartsbyte i parkmiljö

Bakgrund

Platsen: Broddaparken är en medelstor park som ligger i sydvästra Malmö. Parken och avloppssystemet är anlagda vid samma tidpunkt och färdigställdes 1965. Parken karaktäriseras av stora klippta gräsytor samt en tennisbana och en grusplan för bollsport. Pil- och poppelarter dominerar trädbeståndet i parken. Träden i Broddaparken är ca 35 år gamla och huvuddelen av träden är i god kondition. Pil- och poppelarter har båda en kort livscykel vilket gör att skötselintensiteten för nedfallande grenar, beskärning m.m. successivt kommer att öka. Träden är placerade i gräsytor så att de markerar gångstråk samt delar in parken i olika rum.

Driftsproblem: Rotinträngning i avloppssystemet har orsakat ytöversvämningsproblem på ett flertal ställen i parken. Privata fastighetsägare i området har haft stora problem med källaröversvämnningar. I följande rördimensioner har rotinträngning kunnat konstateras:

Utjämningsmagasin för dagvatten i betongmaterial med dimensionen Ø 1600 mm (se exempel 7.8, Djupadalsparken).

Dagvattenledningar i betong med dimensionerna; Ø 600, 400, 300 och 225 mm.

Spillvattenledningar i betong med dimensionerna; Ø 300 och 225 m.

Ledningsdjupet för ledningarna varierar mellan 2,5 m–4,5 m.

Det horisontella avståndet mellan problemträden och avloppsledningarna var mellan 3–15 meter. Kostnaderna för dessa rotinträngningar har successivt ökat med allt fler rotskärningsinsatser och ökade skadeståndskrav.

Från VA-installation och färdig parkanläggning till ohållbar konfliktsituation rot/ledning: 30 år.

Samarbete VA /Park: På VA-verkets initiativ har togs en diskussion upp med stadsmiljöavdelningen. Efter en gemensam analys har beslut kunnat fattas. Träd som orsakade rotproblem i avloppsledningar tas bort successivt och en återplantering av mindre rotaggressiva arter har skett. Trädfällningar förändrar parkens karaktär och rumslighet i stor utsträckning varför man valde att gå försiktigt fram och ej utföra trädfällningar i alltför snabb takt. Stadsmiljöavdelningen har utarbetat en plan för byte av träd i parken. Trädantalet blir större totalt sett när alla trädbyten är klara. De nya trädens placering har planerats av landskapsarkitektkontoret KM samt av Landskapsingenjör Tomas Terje, på Gatukontorets stadsmiljöavdelning. Man har ansträngt sig för att nå arkitektoniskt bra lösningar i parkmiljön samtidigt som de framtida förväntade rotinträngningsproblemen ska bli minimala. Trädbyten i parken har skett successivt under de sista tre åren under 1990-talet.

Nyplanterade trädarter i Broddaparken:

- *Acer saccharinum* 'Wieri', flikbladig silverlönna
- *Carpinus betulus* 'Frans Fontaine', smalkronig pyramidavenbok
- *Prunus avium* E, fågelbär
- *Quercus cerris*, turkisk ek
- *Quercus rubra*, rödek
- *Sorbus aucuparia* E, rönn
- *Amelachier spicata* E, häggmispel (buske)

Alternativ

1. Fortsatt underhåll med rotskärningar och bevarande av befintlig vegetation
2. Ledningsrenovering, "strumpning" av ledningar och bevarande av befintlig vegetation.
3. Byte av trädarter.

Ekonomisk jämförelse av alternativ

1. Fortsatt underhåll med rotskärningsinsatser.

Rotskärning (500 m x 100 kr)

ÅRLIG KOSTNAD:

50 000 kr/år

2. Strumpning av ledningar

Införing med strumpa av ledningssystem (2000 kr x 500 m)

Totalt: 1 000 000 kr

Beräknad avskrivning på 50 år

Kapitalränta 6 %

ÅRLIG KOSTNAD:

63 500 kr/år

3. Byte av trädarter.

Kostnadsfördelning VA /park:

- VA 100 %.

Kostnad för trädfällning och nyplantering, etapp 1 (1998) 250 000 kr.

- 44 st. träd fällda.
- 78 st. träd nyplanterade.
- 175 st. buskar nyplanterade

Kostnad för trädfällning och nyplantering, etapp 2 (1998) 44 000 kr

- 13 st. träd fällda

Kostnad för trädfällning och nyplantering, etapp 3 (1999) 88 000 kr

- 38 st. träd fällda
- 36 st. träd nyplanterade

Totalt: 382 000 kr

Beräknad avskrivning på 100 år

Kapitalränta 6 %

ÅRLIG KOSTNAD:

23 000 kr/år

Analys av kostnader

Alternativ 1, fortsatta rotskärningar.

Alternativ 1 innebär förutom höga kostnader i dagsläget, stor risk för ökade underhållskostnader på längre sikt. Ofta utvecklas de rotbeskurna rötterna i en allt snabbare takt i ledningssystemet och livslängden på betongledningarna riskerar att minska om de skadas. Fortsatta rotskärningar är dubbelt så dyrt som alternativet 3, trädartsbyte.

Alternativ 2, ledningsrenovering "strumpning" av ledningar.

Alternativ 2 innebär en högre kostnad än de övriga alternativen. Strumpningsalternativet innebär nära tre gånger högre kostnader än det mest fördelaktiga alternativet. Strumpning kan motiveras då man önskar ett bevarande av något viktigt vegetationselement. I Broddaparken har strumpning diskuterats som ett intressant alternativ endast i fråga om alléstrukturer (pilallé). Alternativet strumpning kostar tre gånger så mycket som trädartsbyte.

Alternativ 3, trädartsbyte.

I stort bedömdes Broddaparkens pil- och poppelträd som utbytbara enligt alternativ 3. Problemträden tas bort till förmån för trädarter med lägre rotenergi. Ekonomiskt sett är alternativ 3 det mest fördelaktiga.

Halva kostnaden jämfört med fortsatta rotskärningar.

En tredjedel av kostnaden jämfört med ledningsrenovering.

Diskussion

Samarbete VA/Park: I en medelstor park som Broddaparken kommer flera av de ovanstående alternativen ifråga. Förutom att man arbetat med metoden att byta ut trädarter har diskussioner förts om att eventuellt strumpa vissa ledningssträckor. Detta för att t.ex. kunna behålla en pilallé som man bedömer som ett viktigt vegetationselement i parken.

Estetik/växtval. Det nya trädbeståndets artsammansättning och den medvetna placeringen av träden gör att parken erhåller en större färg-, form- och upplevelsevariation. Den nya park- och växtmiljön får t.ex. tydligare årstidsväxlingar än vad Broddaparken tidigare erbjöd sina besökare. Med de nya träden växer även en ny rumslig struktur fram i parken. På kort sikt påverkas parkens karaktär negativt. Efter ca: 20 år kan de nya träden ge en ny rumslig verkan och skänka parkmiljön en ny karaktär.

Planering. Planeringsmässigt erhåller man lättnader i VA-verkets rotbehandlingsprogram pga. minskade rotskärningsinsatser. Akutinsatserna i området förebyggs och risken för översvämningar minskar. Arbetsmoment som trädbeskärning och städning av grenar kan minska för parkavdelningen genom det valda alternativet.

Ekonomi. Långsiktigt är det ekonomiskt lönsamt för VA-verket att investera i ett nytt trädbestånd i Broddaparken eftersom betydligt lägre underhållskostnader förväntas i det framtida Broddaparksområdet. Avloppssystemets resterande livslängd i området beräknas till 50–60 år. VA-verket betalar 100 % av trädartsbytet.

7.6 TORSHÖGSPLAN – bevarande av befintliga träd



Fig. 11. Dessa hästkastanjer valde Malmö stad att bevara och ledningsrenovering ansågs som det mest realistiska alternativet.

Bakgrund

Platsen: Torshögsgatan är en villagata i sydvästra Malmö. Längs Torshögsgatans ena sida står en rad av nio friväxande gamla hästkastanjer, *Aesculus hippocastanum*. Trädens kondition är god och de skänker platsen en stark karaktär. Vårblomningen längs gatuavsnittet är magnifik vilket medverkar till att träden uppskattas mycket av de boende i området. Trädens har nått en ålder av ca 60 år. En hästkastanj utan skador kan bli 150 år gammal vilket betyder att dessa träd har en god bit kvar på sin livscykel. Hästkastanjerna är en känslig trädart som lätt skadas av oförsiktig beskärning eller gräv- ningsarbeten som skadar rotsystemet. På denna platsen har träden goda chanser till ett långt liv så länge som inga stora skador uppstår. Avloppssystemet anlades 1959. Det horisontella avståndet mellan träd och ledningar var 4 meter.

Driftsproblem: Dessa träd orsakade rotinträngning i en kombinerad betongledning med en dimension på $\varnothing$ 300 mm. Ledningsdjupet på platsen är 2,5 m.

Från skapad till akut konfliktsituation: 35 år.

Samarbete VA/Park: Driftsproblemen nådde i mitten av 90-talet en sådan problematisk nivå att VA-verket ansåg sig tvungen att agera. Parksidan informerades och representanter från VA-verk och stadsmiljöavdelningen gjorde en gemensam analys av situationen. Det beslutades att träden skulle bevaras och att ledningen skulle strumpas. Strumpning utfördes 1995.

Alternativ

1. Fortsatt underhåll med rotskärningar och bevarande av befintlig vegetation.
2. Ledningsrenovering, "strumpning" av ledningar och bevarande av befintlig vegetation.
3. Byte av trädart.
4. Omläggning, byte till nya ledningar.

Ekonomisk jämförelse av alternativ

1. Fortsatta årliga rotskärningar

ÅRLIG KOSTNAD (70 m x 100 kr)

7 000 kr/år

2. Strumpning av ledning och behålla befintliga träd.

(2000 kr x 70 m) 140 000 kr*

Beräknad avskrivning på 50 år

Kapitalränta 6 %

ÅRLIG KOSTNAD

8 900 kr/år

3. Byte av trädart.

Fällning (7 x 1000 kr) 7 000 kr

Återplantering (14 x 2000 kr) 28 000 kr

Rotskärning 7000 kr

Totalt: 42 000 kr

Beräknad avskrivning på 100 år

Kapitalränta 6 %

ÅRLIG KOSTNAD

2 500 kr/år

4. Omläggning, byte till nya ledningar.

(4000 kr x 70 m) 280 000 kr

Beräknad avskrivning på 100 år

Kapitalränta 6 %

ÅRLIG KOSTNAD

16 800 kr/år

* Enbart kostnaden för strumpningen speglas i kalkylen. I det verkliga projektet ingick förutom infordring med strumpa, omläggning av två brunnar och ett antal serviseledningar samt omläggning av en vattenledning.

Analys av kostnader

Alternativet 1, fortsatta rotskärningar.

Alternativ 1 ger ungefär samma årliga kostnader som alternativ 2, strumpning av ledningar.

Alternativ 2, ledningsrenovering genom "strumpning" av ledningen.

VA-verket och stadsmiljöavdelningen valde alternativ 2, att strumpa ledningen. Alternativet var inte det mest ekonomiskt fördelaktiga men bevarandet av träden bedömdes i detta fallet, både av stadsmiljöavdelningen och VA-verket, som så värdefullt att det motiverade den merkostnad som strumpning av ledningen innebar.

- Strumpningsalternativet innebar nära en fyrdubblad kostnad jämfört med det mest ekonomiska alternativet att byta ut träden mot en trädart med lägre rotenergi.
- Strumpning innebar dock en halvering av kostnaden jämfört med kostnaden för en nyomläggning.

Alternativ 3, byte av trädart.

Alternativ 3, byte av trädart, ger den klart lägsta kostnaden enligt kalkylen. Kostnaden för trädartsbyte motsvarar 25 % av kostnaden för det valda alternativet 2, ledningsrenovering. Detta alternativ skulle dock innebära en förändrad karaktär på gatan. Torshögsgatan skulle även erhålla en "trädlös" karaktär under en period direkt efter trädartsbytet.

Alternativ 4, omläggning och byte av ledningar.

Alternativ 4 har de högsta kalkylkostnaderna. Förutom att det vore den dyraste lösningen skulle en omläggning innebära svåra skador på trädets rotsystem. En schaktning så nära stammen som 3 meter skulle med stor sannolikhet innebära början till slutet för dessa träd. Intressant att notera är även att omläggning, i detta fallet, motsvarar ungefär den dubbla kostnaden jämfört med strumpning av ledningen.

Diskussion

Samarbete VA/Park: Träden bedömdes vara vid god vigör och de gav platsen en sådan trivsamt karaktär att representanterna från både VA-verk, trädexpertis och parksida ansåg dessa träden värda kostnaden för strumpningsinsatsen.

Estetik (arkitektur/kulturhistoria): Bedömningar av äldre träd i stadsmiljö kan ofta vara svåra att utföra. Varje bedömning blir unik från fall till fall. Valet av insats för det specifika fallet måste basera sig på flera olika grunder där ekonomiska, tekniska och estetiska aspekter vägs mot varandra.

Inte sällan kräver liknande bedömningsituationer personer med goda specialistkunskaper inom olika områden. Exempel där sakkunnig expertis kan anses nödvändig är; viktiga kulturhistoriska miljöer eller arkitektoniska helheter i staden där platsen och dess sammanhang är mycket viktigt och därför kräver mycket noggrant underbyggda beslut.

Träd som växer på en mer perifer plats i staden, likt fallet Torshögsgatan, kan ibland bedömas vara av mindre betydelse. Detta exempel visar på att en situation där uppvuxna träd i ett mindre betydelsefullt sammanhang anses värda att bevara.

Planering: Valet av ledningsrenovering medverkar till lättnader i VA-verkets rotskärningsprogram.

Ekonomi: Ett ekonomiskt skäl till valet av ledningsrenovering, var att VA-verket kunde samordna ledningsprojektet på Torshögsgatan med åtgärder av en rad andra problem i området. Det mest ekonomiska alternativet byte av trädart blev ej aktuellt i detta fallet eftersom det fanns tyngre skäl för ett bevarande av de befintliga hästkastanjerna.

7.7 SVEDHÖGSPLAN – miljörenovering, problemlösning = mervärde



Fig. 12. Svedhögsgatan i Malmö innan man blev tvungen att avlägsna fontänpilträden.

Bakgrund

Platsen: Svedhögsgatan är en mindre park som ligger i ett villaområde i Malmös sydöstra del. Parken anlades 1961 då bl.a. fem fontänpilar, *Salix elegantissima*, planterades. avloppsledningarna anlades vid samma tidpunkt. Pilträden ramade in två sidor av den rektangulära parkytan. Träden var planterade i den kortklippta gräsytan och de utgjorde gränsen mellan parkytan och de båda gatorna, Svedhögsgatan samt Västra Skrävlingevägen. De stora uppvuxna träden gav området identitet och gatubilden en ombonad karaktär.

Driftproblem: Pilträden orsakade rotinträngningsproblem i en kombinerad betongledning med en dimension på $\varnothing$ 400 mm. Ledningsdjupet på platsen är ca: 2,5 meter. Det horisontella avståndet mellan träd och ledningar var 8-10 meter. Rötterna hade trängt in på ett flertal ställen och orsakat källar- och ytöversvämningar i området. För VA-verket innebar detta en ökad rotskärningsfrekvens samt en ökad risk för skadeersättningskrav från översvämningsdrabbade fastigheter.

Flera av pilträden hade nedsatt vitalitet pga. gamla fläxskador (en fläxskada uppstår t.ex. när en gren bryts av vinden så att en fläkning uppstår vid infästningen mellan gren och trädstam). Röta hade trängt in i stammens kärnvod. Trädens dåliga kondition medförde att stadsmiljöavdelningen fick satsa allt större resurser på regelbundet underhåll som beskärning och städning av nedfallande grenar.

Från VA-installation och färdig parkanläggning till ohållbar konfliktsituation, rot/ledning: 35 år.

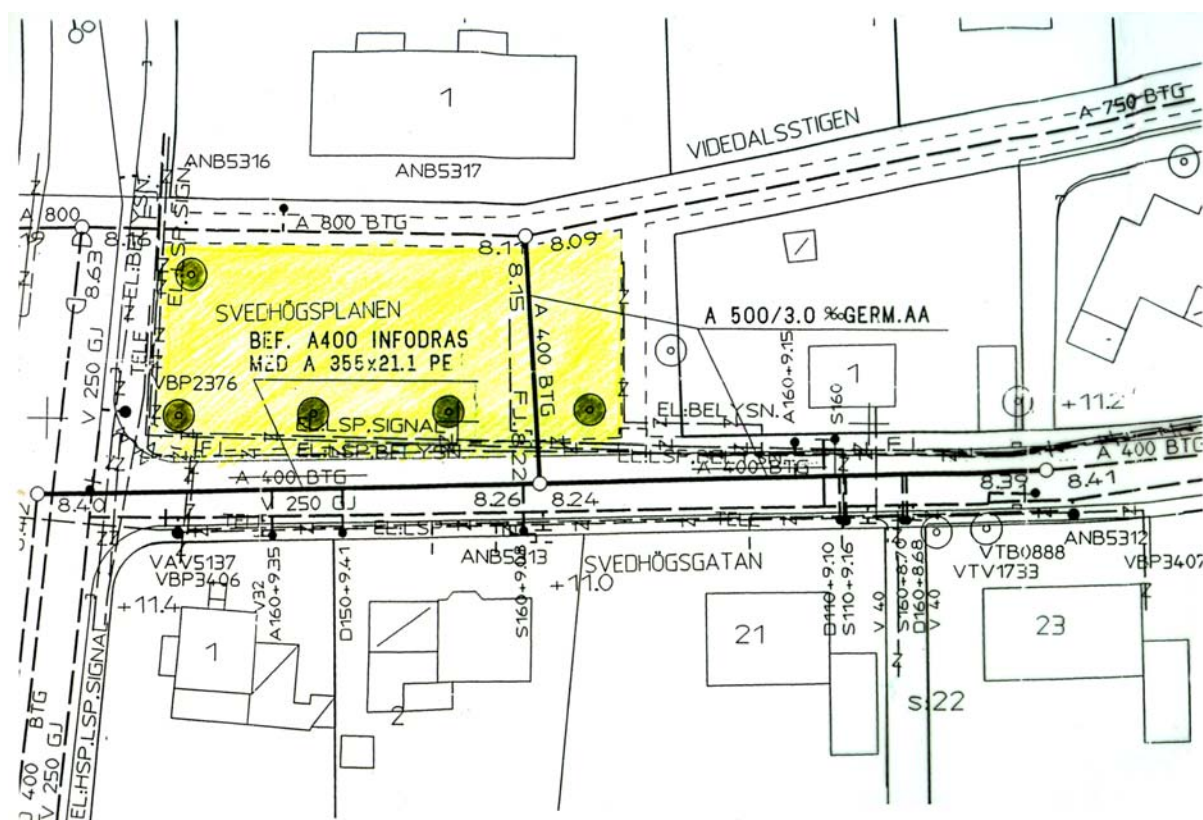


Fig. 13. Del av en VA-teknisk ritning för befintlig situation vid Svedhögsgatan dvs innan platsen gjordes om. Pilträden är markerade med cirklar och avloppsrören med tjocka svarta streck.

Samarbete VA/park: VA-verket informerade stadsmiljöavdelningen om de driftproblem man hade i på platsen. Därefter gjordes en gemensam analys av situationen. Olika alternativ övervägdes (se nedan). Det beslut som fattades innebar att pilträden skulle fällas och en omgestaltning av parken skulle utföras. Denna omgestaltning innebar bl.a. att parken skulle planteras med nya växtarter samt att dagvattnet inom parken skulle infiltreras i parkens grönytor.

Projektet genomfördes i sin helhet 1995/96.

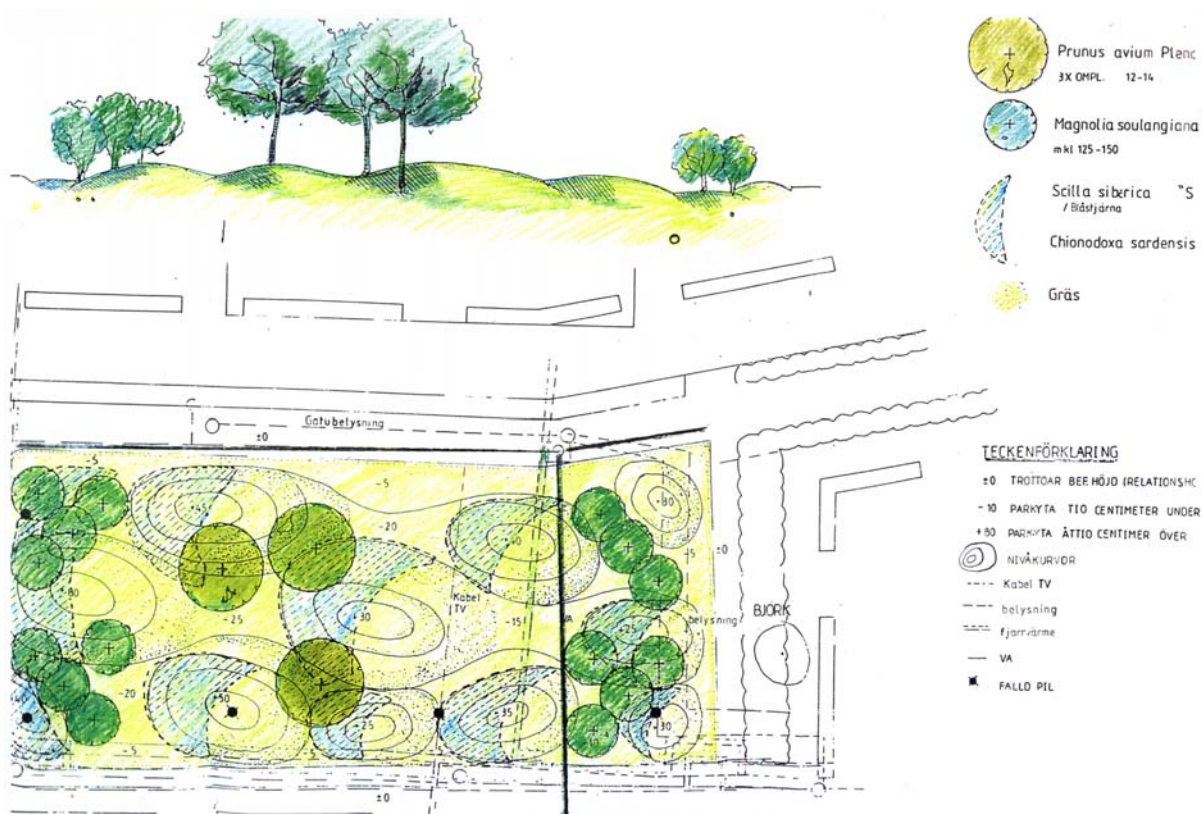


Fig. 14. Del av det nya gestaltungsforlaget for Svedhogsplan. Perspektiv och karaktarsplan.

Alternativ

1. Fortsatt underhall med spolning, rotskarning samt filmning av ledningar.
2. Ledningsrenovering med strumpa och bevarande av befintlig vegetation.
3. Nyprojektering av parken med miljoenoveringsinsatser. De befintliga ledningarna behalls, de gamla piltraeden avlaggnas och marken forbereds sa att dagvatten kan infiltreras i parkytan.
4. Omlaggning, byte till nya ledningar.

Ekonomisk jamforelse av alternativ

1. Fortsatt underhall med rotskarningar.

Arlig underhallskostnad, VA-verket.

Rotskarning: (72 m x 100 kr/m) 7200 kr

ARLIG KOSTNAD:

7200 kr/år

2. Ledningsrenovering med strumpa och bevarande av befintlig vegetation.

Strumpning av A 400 BTG (72 m x 2000 kr): 144 000 kr

Beraknad avskrivning pa 50 ar

Kapitalranta 6 %

ARLIG KOSTNAD

9100 kr/år

3. Miljoenovering, nyprojektering av Svedhogsplan:

Miljoenovering av parken:

Kostnadsfordelning VA /Park:

- VA 80 %
- Park 20 %

Borttagning av trad: (1000 x 5) 5000 kr

Nyplantering: (2000 x 10) 20 000 kr

Markarbeten for LOD m.m. 55 000 kr

Totalt: 80 000 kr.

Beräknad avskrivning på 50 år
Kapitalränta 6 %

ÅRLIG KOSTNAD

4 800kr/år

Alternativ 4. Omläggning, byte till nya ledningar.

Renovering och omläggning av dag- och
spillvattenledning:

Omläggning pga. rötter: 222 000 kr

Beräknad avskrivning på 100 år
Kapitalränta 6 %

ÅRLIG KOSTNAD:

13 400 kr/år

Analys av kostnader

Alternativ 1, fortsatta årliga rotskärningar.

Fortsatta rotskärningar är inte ett ekonomiskt hållbart alternativ som långsiktig lösning. Risken är även stor för att kostnaderna stiger för detta alternativ. Kostnaderna för detta alternativ är ca 50 % högre än alternativ 3, miljörenovering.

Alternativ 2, ledningsrenovering med strumpa.

Alternativet att strumpa ledningen och bevara befintlig vegetation innebär den dubbla kostnaden mot miljörenovering.

Alternativ 3 nyprojektering av parken med miljörenoveringsinsatser.

Nyprojektering av parken med miljörenoveringsinsatser var det alternativ man valde att utföra. Detta är enligt kalkylen det ekonomiskt mest fördelaktiga alternativet:

- Fortsatta årliga rotskärningsinsatser kostade 50 % mer än alternativet miljörenovering.
- Miljörenovering innebär en tredjedel av kostnaden för alternativet omläggning till nya ledningar.
- Miljörenovering motsvarade halva kostnaden för ledningsrenovering, "strumpning" av ledningen.

Alternativ 4, omläggning till nya ledningar.

Omläggning är enligt kalkylen det dyraste alternativet enligt kalkylen. Det finns även risk för att nya rotinträngningsproblem uppträder inom en 10–30 års period om man inte lägger helsvetsade rör. Alternativ 4 kostar ca tre gånger mer än miljörenovering.

Diskussion

Samarbete VA/ Park: Samarbetet möjliggjorde ett rationellt beslut där flera aspekter kunde vägas in från både VA-, Gatu- och Parksida. En "vinna – vinna situation" kunde skapas:

Estetik/växtval: Stadsmiljöavdelningen fick möjlighet att skapa en ny och spännande park med ett nytt varierat växtmaterial.

Miljö: En lösning med lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) kunde realiserats vilket medverkar till att dagvattensystemet avlastas. Detta ger förutom VA-tekniska fördelar även förutsättningar för en ökad biologisk mångfald.

Planering: Arbetsbelastningen minskade för både VA-verk och stadsmiljöavdelning. Lägre städ- och beskärningsbehov för stadsmiljöavdelning och färre ledningssträckor med rotskärningsinsatser på VA-verkets rotskärningsprogram.

Ekonomi: Ekonomiskt så var alternativet miljörenovering mest fördelaktigt.

Problem/risker: Det ställs höga krav på noggrannhet både vad gäller förundersökningar, projektering samt anläggande av okonventionella projekt som Svedhögspan. Lösningarna är kanske ej tidigare provade. Att utveckla okonventionella metoder/projekt kan försvåras om pilotprojekt som Svedhögspan misslyckas. Vid misslyckanden försvåras möjligheter att få gehör för argumentation och finansiering till utförande av liknande framtida projekt.

7.8 DJUPADALSPARKEN – pilträdens återväxtkapacitet vid rotskärning



Fig. 15. Trädrad av vitpil som orsakade rotinträngning, dagvattenmagasin som ligger placerat i gräsmattan direkt till vänster om träden.

Bakgrund

Platsen: Djupadalsparken är anlagd i början av 60-talet. Parken ligger i sydvästra del av Malmö och anlades i början på 60-talet. Djupadalsparken länkas samman med Broddaparken och dessa två parker utgör tillsammans ett till ytan stort grönområde i denna delen av Malmö. Avloppssystemet anlades 1961. Parkens trädbestånd domineras av poppel- och pilarter. Träden i Djupadalsparken är ca 35 år gamla och huvuddelen av träden är i god kondition. Pil- och poppelarter har båda en kort livscykel vilket gör att skötselintensiteten för nedfallande grenar, beskärning m.m. ökar. Träden är placerade i de kortklippta gräsytorna så att de markerar gångstråk och skapar stora, öppna, ljusa rum med fria gräsytor för aktivitet. Ledningsdjup (vattengången) för dagvattenmagasinet var ca 3 meter.

Från VA-installation och färdig parkanläggning till ohållbar konfliktsituation, rot/ledning: 35 år

Driftproblem: Rotinträngning upptäcktes 1995 i ett utjämningsmagasin för dagvatten. Utjämningsmagasinet var tillverkat av sammanfogade betongrör med en dimension på $\varnothing$ 1600 mm. En rotmatta med en tjocklek av 30 cm hade bildats i botten på ledningen. Man konstaterade att en trädrad med 12 vitpilar, *Salix alba*, placerade 2–3 meter ifrån ledningen var orsaken till rotinträngningen.

En rensning av utjämningsmagasinet ansågs nödvändig. Rensning utfördes manuellt under juli 1997 och kostade VA-verket totalt 500 000 kr. Utjämningsmagasinet var i övrigt i gott skick.

Man kunde dock konstatera att återbildningen av rötter i ledningen skedde mycket snabbt. Efter en växtsäsong hade en ny rotmatta med en tjocklek av ca 20 cm bildats.

Samarbete VA /Park: VA-verket informerade stadsmiljöavdelningen om situationen. Beslut togs gemensamt med stadsmiljöavdelningen att fälla trädraden och återplantera med en trädart med lägre rotenergi. Som ny trädart valdes rödek, *Quercus rubra*.

En omläggning av utjämningsmagasinet var ej ett realistiskt alternativ eftersom en omläggning av denna dimension kostnadsmässigt skulle vara orimligt hög.

Strumpning som alternativ var ogenomförbart eftersom infodring av dimensioner över $\varnothing$ 700 mm är extremt kostsamma.

Alternativa val

1. Bevarande av befintlig vegetation och fortsatt underhåll med manuella rotskärningar i treårsintervall.
2. Byte av trädart.

Ekonomisk jämförelse av alternativ

1. Fortsatt underhåll med manuell rotskärning.

Den del av utjämningsmagasinet som ligger inom djupadalsparken.

Rotskärning och manuell rensning av 130 m,

Ø 1600 mm ledning: 216 000 kr.

(Total kostnad, 500 m: 500 000 kr)

Rensningsintervall: 3 år

ÅRLIG KOSTNAD

72 000 kr/år

2. Trädfällning och byte av trädart.

Kostnadsfördelning:

- VA 75 %.
- Park 25 %.

Fällning och stubbfräsning 12 st. vitpilar + 1 svartpoppel

Nyplantering 24 st. rödek, Quercus rubra.

Total kostnad: 66 300 kr.

Beräknad avskrivning på 100 år

Kapitalränta 6 %

ÅRLIG KOSTNAD

1200 kr/år

Analys av kostnader

Alternativ 1. Fortsatt underhåll med manuell rotskärning.

Alternativet 1 att behålla träden, är förknippat med extremt stora underhållskostnader.

Alternativ 2. byte av trädart.

Byte av trädart är ett ekonomiskt fördelaktigt alternativ och i detta fall ett självklart val. Alternativ 1, fortsatta rotskärningar kostar ca 60 gånger mer än alternativ 2, byte av trädart.

Diskussion

Samarbete VA/Park: Fallet Djupadalsparken var ett projekt i inledningsfasen av samarbetet mellan VA-verket och stadsmiljöavdelningen. Erfarenheterna från tidigare fall var få och därför beslutade VA-verket om den kostsamma manuella rensningsinsatsen av utjämningsmagasinet först innan man tog initiativ till kontakt med stadsmiljöavdelningen för att diskutera trädfällningar. Idag skulle erfarenheter och inarbetad praxis möjliggjort ett tidigare ställningstagande till trädartsbyte och därmed hade resurser kunnat sparas.

Estetik/växtval: Bytet av pilträden mot en trädrad av rödek kommer i framtiden att ge parken en ny karaktär. Rödekarna med sina starka höstfärger kan anses bli en välkommen variation och utgöra ett estetiskt mervärde för platsen. I Djupadalsparken har även ett nytt koloniområde vuxit fram. Parkavdelningen utnyttjade möjligheten att använda den nya förlängda trädraden till att rumsligt tydliggöra det nytillkomna koloniområdet i parken.

Ekonomi: Pilträden gav platsen en stark karaktär men valet att bevara pilträden mot den enorma merkostnad det inneburit på sikt för VA-verkets underhållsbudget bedömdes helt orealistisk. Beslutet att byta träden bedömdes som den enda realistiska lösningen. Underhållskostnaderna för att manuellt avlägsna rotmattan i utjämningsmagasinet var extremt höga. Takten på rotåterväxten i ledningen efter rotskärning konstaterades vara mycket snabb, ca 2/3 av den borttagna rotvolymen i ledningen var tillbaka efter ett år.

7.9 VANÅSGATAN – miljörenovering, problemlösning = mervärde



Fig. 16. Vanåsgatan med sina forna rader av pilträd. Avloppsledningar finns placerade i gatan som löper längs med piltraden. Serviser ansluter vertikalt mot huvudledningen varför dessa ledningar passerar i gräsremsan där träden är placerade. Servisledningarna var inte sällan placerade direkt under eller helt nära pilträden.

Bakgrund

Platsen: Vanåsgatan är en villagata i västra Rosenvång i Malmö. Bostadsområdet är byggt i slutet av 40-talet och början av 50-talet. Avloppssystemet i området anlades 1950. Vegetationen längs med Vanåsgatan karaktäriserades bl.a. av en välutvecklad trädrad av vitpil, *Salix alba*, som planterades i början av 60-talet. Trädraden som var planterad längs Vanåsgatans hela längd var placerad i en gräsremsa mellan gatan och en gång- och cykelväg. Gång- och cykelvägen löper parallellt med gatan. Avloppssystemet i området består av kombinerade ledningar. Träd och avloppsledningar var placerade mycket nära varandra och i vissa fall gick avlopps ledningar rakt under träden. Det horisontella avståndet mellan avlopps ledning och pilträd var i de flesta fall 6-8 meter.

Driftproblem: Pilträden orsakade problem med rotinträngning huvudsakligen i en kombinerad betongledning med dimensionerna $\varnothing 225$, $\varnothing 300$, $\varnothing 450$ mm. Ledningsdjupet på platsen är ca 3 m. Rotinträngningen hade skett längs Vanåsgatans hela längd. Förutom huvudledningar var många dagvattenbrunnar samt servisledningar från privata fastighetsägare berörda av rotproblemet. Rötterna orsakade stopp i ledningarna vilket skapade källar- och ytöversvämningar i området. Dessa översvämningar ledde till allt fler krav på skadeersättningskrav från fastighetsägarna. VA-verkets underhållskostnader i området ökade i takt med omfattningen av rotproblemet.

Från VA-installation och färdig parkanläggning till ohållbar konfliktsituation rot/ledning: 40 år.

Samarbetet VA/Park: Efter att VA-verket informerat stadsmiljöavdelningen om det VA-tekniskt kritiska läget i området gjordes, en gemensam analys av situationen. Man kunde bl.a. konstatera följande:

- *Planering och projektering* i anläggandefasen hade gjorts var för sig av VA-verk resp. dåvarande parkavdelning, utan att något hänsynstagande till varandras intressen tagits. Detta hade lett fram till denna extremt dåliga situation.
- *Ledningarna* var av gammal cementtyp med packat garn i fogarna vilket medverkade till att rötterna tog sig in i ledningarna mycket enkelt.
- *Trädsläktet* var pil vilket är ett av de trädsläkten som har de mest intensiva rotsystemen med mycket hög rotenergi.

- *Marken* var kompakterad och växtbäddarna mycket små vilket medverkade till att trädens rötter sökte sig ned i ledningsgravarna.
- *Avlopps nätet* i denna delen av Malmö är underdimensionerat. Geoteknisk undersökning visade på att jordarter som mo, sand och grusjordar dominerade i området. Dessa jordarter karaktäriseras bl.a. av en god förmåga att infiltrera vatten. En öppen dagattenlösning visade sig därför kunna vara realiserbar i området.

Detta gjorde sammantaget att man beslutade sig för att göra en ombyggnad av Vanåsgatan. Nyprojekteringen skulle bl.a. innehålla lokalt omhändertagande av dagvatten i gräsremsan som löper i gatans längsgående riktning samt avlägsnande av pilträden som orsakade rotproblemen och byte till ny trädart med låg rotenergi.

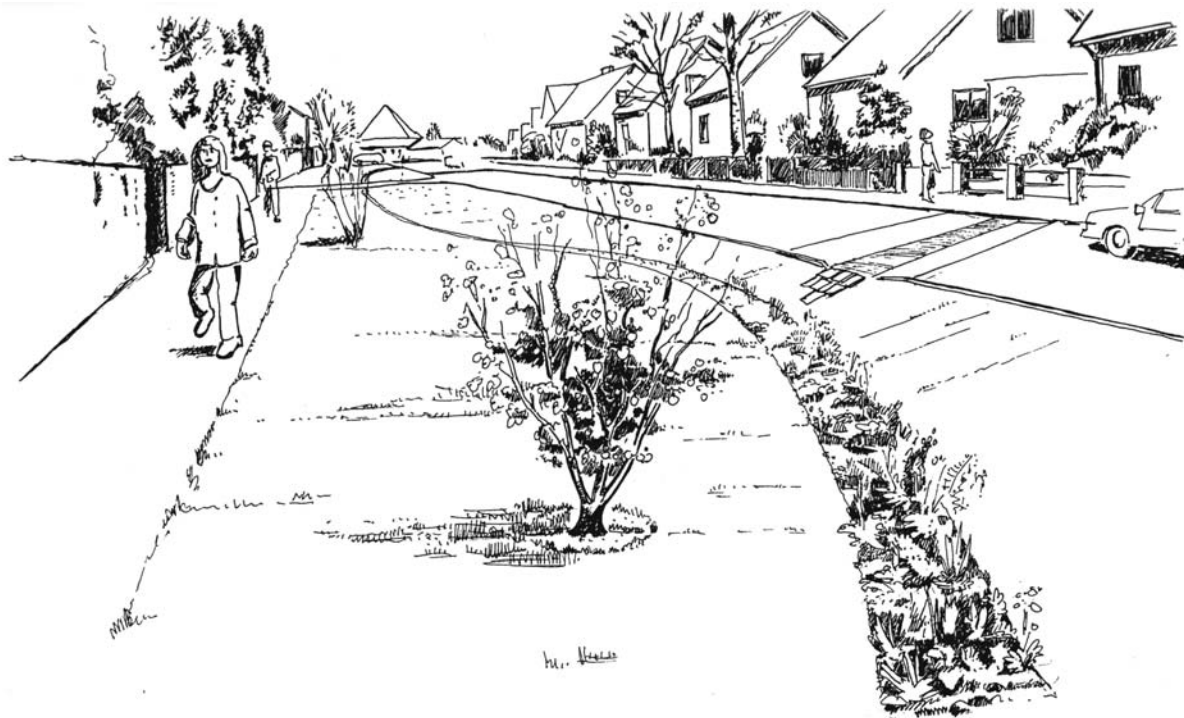


Fig. 17. Perspektiv på nytt gestaltungsforslag av landskapsarkitekt Pekka Kärppä. Trädraden av pilar ersätts med ett svackdike som tar hand om dagvatten och buskträd med låg rotenergi planteras i gräsremsan. I dikets lågpunkt planteras fuktälskande örter (Omslagsbilden visar Vanåsgatan år 2001)

Nyprojekteringen omfattade två etapper, var och en på 500 m. Nedan beskrivs kostnader och alternativ för etapp 2 som färdigställdes 1999. Etapp 2 är gestaltad av landskapsarkitekt Pekka Kärppä på Malmö Stadsmiljöavdelning. (*I projektet ingick även vissa ledningsarbeten*).

Alternativ

1. Fortsatt underhåll med spolning, rotskärning samt filmning av ledningar samt bevarande av befintlig vegetation.
2. Ledningsrenovering, "strumpning" av ledningar och bevarande av befintlig vegetation.
3. Nyprojektering med miljörenoveringsinsatser. Fortsatt underhåll med rotskärningar och bevarande av befintlig vegetation.

Ekonomisk jämförelse av alternativ

1. Fortsatt underhåll med rotskärningsinsatser

*Spolningar, rotskärningar, TV-inspektioner,
Manuella rensningar av brunnar och spolningar av serviser.*

ÅRLIG KOSTNAD:

100 000 kr/år

2. Ledningsrenovering, infordring med strumpa.

Behålla trädraden av pil och strumpa (samt ev. renovera) befintliga ledningar, brunnar och serviser: 1 700 000 kr

Beräknad avskrivning på 50 år

Kapitalränta 6 %

ÅRLIG KOSTNAD:

108 000 kr/år

3. Nyanläggning med miljörenoveringsinsatser, projektet Vanåsgatan

Befintliga ledningar behålles, de gamla pilträden avlägsnas, avloppssystemet renoveras där så behövs och marken förbereds så att dagvatten infiltreras i gräsytan längs med gatan.

Kostnadsfördelning VA /Park:

- VA 70 %
- Park 30 %

Totalt: (etapp 2)

1 430 000 kr

Beräknad avskrivning på 50 år

Kapitalränta 6 %

ÅRLIG KOSTNAD:

92 000 kr/år

Analys av kostnader

Den stora osäkerhet och de grova skattningar som är förknippade med kalkylberäkningar gör att alternativen ovan kan betraktas som kostnadsmässigt ungefär lika. Dock kommenteras alternativen med utgångspunkt av kalkylmässiga skillnader:

1. Fortsatt underhåll med rotskärningsinsatser.

Att fortsätta rotskärningsinsatserna bedöms som det mest realistiska alternativet pga. den stora osäkerheten inför hur rotproblemet kommer att utveckla sig. Alternativ 1 ligger kostnadsmässigt mitt emellan alt. 2 och alt. 3.

2. Ledningsrenovering, infordring med strumpa.

Ledningsrenovering med strumpa är intressant om träden här bedömts som t.ex. kulturhistoriskt intressanta. Den bedömningen gjordes inte för Vanåsgatans pilalléer. Alternativet 2, att strumpa ledningarna, kostar mest.

3. Nyanläggning med miljörenoveringsinsatser, projektet Vanåsgatan.

Alternativ 3, nyanläggning med miljörenoveringsinsatser innehåller flest positiva ingredienser. Detta alternativ har enligt kalkylen även den lägsta kostnaden.

Diskussion

Samarbete VA/Park: VA-verket och stadsmiljöavdelningen utnyttjar tillfället att både lösa rotproblemen och samtidigt berika utemiljön kring Vanåsgatan både estetiskt och miljömässigt.

Estetik/växtval: Ett gaturum med ny karaktär i växtval och en spännande form med svackdike blev resultatet av landskapsarkitektens arbete.

Miljö: Markförhållandena i området visade sig lämpliga för en lösning med lokalt omhändertagande av dagvatten vilket medverkar till att det kombinerade avloppssystemet avlastas. Detta ger förutom VA-tekniska fördelar även förutsättningar för en ökad biologisk mångfald i staden.

Planering: Arbetsbelastningen minskar för både VA-verk och stadsmiljöavdelning. Lägre städ- och beskärningsbehov för stadsmiljöavdelningen och färre ledningssträckor med rotskärningsinsatser i VA-verkets rotskärningsprogram.

Ekonomi: Ekonomiskt så var alternativet miljörenovering mest fördelaktigt enligt kalkylen. Dock var skillnaden mellan alternativen så liten att alternativen kan betraktas som kostnadsmässigt lika.

Problem/riser: Det ställs höga krav på förundersökningar, projektering samt anläggande vid okonventionella projekt som Vanåsgatan. Lösningarna och metoderna är okonventionella och är kanske ej tidigare testade vilket ökar risken för ett misslyckande.

7.10 KRISTINAPARKEN – betydelsen av ståndort och skötsel



Fig. 18. Vitpilar markerar korsningar mellan gång- och cykelväg samt villagatorna i kvarteret. Avloppsledningar ligger placerade i gång- och cykelvägens mitt. Avståndet mellan träd och ledningar avslöjas bl.a. av brunnsslockets placering i förhållande till trädet.

Bakgrund

Platsen: Kristinaparken är ett mindre parkstråk som ligger i ett villaområde i södra Malmö. Parkstråket löper tvärs genom bostadsområdet vilket färdigställdes i slutet på 30 –talet. Avloppssystemet är anlagt 1937/38. I området finns kombinerade avloppsledningar. Ledningsdjupet är 3–3,5 m. Parkstråket innehåller ett varierat urval av växter bl.a. en rad med fem pilträd, *Salix alba*. Dessa träd planterades 1945. I parkens längdriktning löper en gång och cykelväg. Pilträden står i en kortklippt gräsyta. Träden markerar mötet mellan gång- och cykelvägen och de korsande villagatorna. Det horisontella avståndet mellan avloppsledning och träd är 4 m.

Pilträden visar tecken på att de hamlades förr. Idag har de friväxande kronor. Trots denna hårda beskärning har träden generellt, en tämligen god vitalitet. Något träd är idag i dålig kondition och har börjat tappa större grenar. Pilträden har en kort livscykel vilket gör dem allt mer underhållskrävande i vuxenstadiet bl.a. pga. nedfallande grenar (se avsnitt 3.3).

Bostadsområdet kring Kristinaparken ingick 1998 i Gatukontorets gatubelägningsprogram*. VA-verket utför rutinkontroller av VA-system som ligger inom de områden som omfattas av gatukontorets gatubelägningsprogram.

Från VA-installation och trädplantering till ohållbar konfliktsituation rot/ledningar: 55 år

Driftproblem: Efter en utförd kontrollfilmning av ledningssystemet kring Kristinaparken kunde en rad rotinträngningar i avloppsledningarna konstateras. Rotinträngning hade skett i kombinerade betongledning med en dimension på $\varnothing$ 450 och 375 mm.

Rotinträngningarna hade skett vid pilträden. Pilträden hade även åsamkat skada på gång- och cykelvägen.

Samarbete VA/park: VA-verket informerade stadsmiljöavdelningen om situationen och ett gemensamt beslut kunde fattas efter att en grundlig genomgång och inventering gjorts. Beslutet innebar fällning av

de pilträd som i framtiden bedömdes kunna orsaka driftstörningar. På detta sätt kan VA-verket undvika framtida rotskärningskostnader samt förebygga möjliga översvämningar i området.

* Gatukontorets gatubeläggingsprogram omfattar gatubeläggingsarbeten inom Malmö Stad. Programmet beskriver vilka gator som konkret ska åtgärdas under verksamhetsåret.

Alternativ

1. Ledningsrenovering, "strumpning" av ledningar och bevarande av befintlig vegetation*.
2. Byte av trädart.

Ekonomisk jämförelse av alternativ

1. Ledningsrenovering, strumpning av ledning samt bevarande av befintlig vegetation*.

(2000 kr x 200 m)

400 000 kr

Beräknad avskrivning på 50 år

Kapitalränta 6 %

ÅRLIG KOSTNAD

25 400 kr/år

* Servisanslutningar, befintliga brunnar och brunnsdäcklar måste göras rotsäkra genom att antingen bytas ut eller foginjekteras.

2. Byte av trädart

Kostnadsfördelning:

- VA: 60 %
- Park: 40 %

Fällning (5 träd x 1000 kr)

Nyplantering (10 träd x 2000 kr)

Totalt:

25 000 kr

Beräknad avskrivning på 100 år

Kapitalränta 6 %

ÅRLIG KOSTNAD

1500 kr/år

Analys kostnader

Alternativ 1, ledningsrenovering, strumpning av ledning.

Strumpning av ledningen innebär en väsentligt högre kostnad, ca 17 gånger dyrare, än alternativ 2, byte av trädart. Ett bevarande av de befintliga pilträden kräver starka motiv för att alternativ 1 ska bli ekonomiskt försvarbart. Motiv för bevarande bedömdes inte finnas för Kristinaparkens pilträd.

Alternativ 2, byte av trädart.

Ekonomiskt är alternativet, byte av trädart, mest fördelaktigt.

Diskussion

Samarbetet VA/Park: Fallet Kristinaparken är ett av de senast dokumenterade fallen och visar hur samarbetet mellan VA-verk och stadsmiljöavdelning utvecklats och fungerar idag. VA-verket och stadsmiljöavdelningen kan som i detta fallet fatta beslut om lämplig åtgärd i förebyggande syfte, baserat på tidigare erfarenheter.

Planering: Framtida översvämningar i området kan på detta sätt förebyggas.

Ekonomi: Ett tidigt beslut om trädartsbyte innebär att problemträden kan bytas innan de orsakat ökade underhållskostnader för VA-verket.

Reflektioner: I fallet Kristinaparken är rotinträngningens förlopp särskilt intressant och inte alldeles enkelt att förklara. Förutsättningarna på platsen pekar på att ett snabbt rotinträngningsförlopp skulle kunna ske:

- Trädet är av arten vitpil, *Salix alba*. En trädart, som i andra sammanhang, visat på ett mycket rotaggressivt beteende t.ex. i fallet Vanåsgatan (se avsnitt 3.4).
- Närheten till ledningen är annan väsentlig faktor för rotinträngningens tidsförlopp, där det horisontella avståndet mellan ledning och träd här endast är 4 m. Detta avstånd är, när det gäller pil, mycket kort då vi vet att denna trädart i extrema situationer kan nå ledningar som ligger på över 30 m avstånd (Stål 1992).

- Avloppssystemet här består av kombinerade ledningar vilket betyder ständig tillgång på näringsrikt vatten då både spill- och dagvatten rinner i samma rör. De kombinerade ledningarna är den ledningstyp som oftast drabbas av rotinträngningar.
- Ledningarnas ålder är tämligen hög och vi vet att under slutet av 30-talet anlades cementledningar med dålig motståndskraft mot rotinträngning (Stål 1992).

Dessa förutsättningar har i många andra fall inneburit rotinträngning på ett tidigt stadium och efter ca 30 år efter anläggning har konfliktsituationen varit ohållbar. Dessa pilar har visserligen trängt in i ledningen och kanske funnits där under en längre tid men de har inte haft den explosionsartade igenväxningen som på många andra platser som t.ex. Vanåsgatan. Inträngningen här upptäcktes först då man filmade ledningarna och rotinträngning konstaterades först efter 55 år. Nedanstående förklaringar bygger på kvalificerade gissningar och har ej vetenskapligt belagts:

Mycket tyder på att träden har haft god tillgång på näring, vatten, syre m.m. i markvolymerna runt om i parken och därför inte "behövt" utnyttja de resurser som ledningen erbjöd. Parkområdet Kristinaparken är anlagt i slutet av 30-talet tiden innan de riktigt stora och tunga maskinerna började användas i anläggningssammanhang. Markförhållandena i parkmarken är därav god (marken är inte skadad av markpackning).

Vissa av träden visar tydliga tecken på hamling*. Vi vet att hårt beskurna träd hämmas i rottillväxten (Rolf 1999). Denna hårda beskärning av pilträdens krona innebär att rotsystemet har hämmats och har därför inte nått ned till VA-ledningarna. När man slutade "hamla" träden i Kristinaparken (för ca 10 år sedan) och släppte trädens kronor för fri utveckling så utvecklades även rotsystemets volym vilket gjorde att rötterna nådde ledningen och kunde tränga in.

* Hamling är en beskärningsmetod där trädkronan starkt reduceras med jämna tidsintervall. I Skåne utförs detta ofta på pilträd där samtliga grenar tas bort varje eller vart annat år. Dessa pilträd kallas lokalt för "stubbapilar".

7.11 TULPANVÄGEN – samarbete mellan VA-verk och privatperson



Fig. 19. Tulpanvägen i Linköping. Avloppsledningar ligger här placerade i vägens mitt. Pilens rötter hade i detta fallet passerat vägens överbyggnad och trängt in i servisen på motsatt sida om vägen.

Bakgrund

Platsen: Tulpanvägen är en villagata i Linköping. Bostadsområdet byggdes under första hälften av 70-talet då även träden planterades och avloppssystemet färdigställdes. Längs Tulpanvägen ligger bl.a. ett daghem samt en villafastighet snett mittemot varandra. Avloppsledningarna med både dag- och spillvatten passerade mitt i gatan mellan dessa båda fastigheter. Ledningarna består av betongmaterial. Dagvattenledningen med en dimension på $\varnothing$ 225 mm och spillvattenledningen med en dimension på $\varnothing$ 150 mm. Ledningsdjupet var 2 m för dagvattenledningen resp. 2, 70 m för spilledningen.

En hängpil, *Salix alba* 'Tristis', var planterad ut mot gatan på villaägarens tomt. Trädet var tidigare kraftigt stympat i ett försök från villaägaren att minska trädets kronstorlek.

Från VA-installation och trädplantering till ohållbar konfliktsituation rot/ledningar: 25 år

Driftproblem: Pilen orsakade rotinträngningar dels i spillvattenledningen och dels i dagvattenledningen samt även i de från daghemmet anslutande servisledningarna, på motsatt sida om vägen. Avståndet mellan träd och ledningar var 7 m respektive 15 m. VA-avdelningen hade under en och samma säsong spolat samt rotbeskurit avloppsledningarna 4 gånger (sista året).

Samarbete VA /Privatperson: VA-verket informerade villaägaren om situationen. VA-verket framlade ett förslag till villaägaren som innebar att VA bekostade ersättningsträd samt fällning av pilträdet. Villaägarna godtog förslaget. VA-verket anlät en trädgårdsentreprenör/konsult med dokumenterad kompetens för valet av ny trädart med låg rotenergi. I samförstånd med villaägaren valdes ett fruktträd som ersättning för pilträdet.

Alternativ

1. Fortsatt underhåll med rotskärningar och bevarande av befintlig vegetation
2. Ledningsrenovering, "strumpning" av ledningar och bevarande av befintlig vegetation.
3. Byte av trädarter

Ekonomisk jämförelse av alternativ

1. Fortsatt underhåll med rotskärningar och spolningar.

Spolningar, 4 ggr	14 000 kr
Rotskärning	5000 kr

ÅRLIG KOSTNAD:

19 000 kr/år

2. Infodring med strumpa.

Infodring av ledningssträckor, 100 m,
S 150 BTG samt D 225 BTG

Total kostnad: 150 000 kr

Beräknad avskrivning på 50 år

Kalkylränta 6 %

ÅRLIG KOSTNAD:

9 500 kr/år

3. Byte av trädarter

Fällning av pilträd och återplantering

Total kostnad: 5000 kr

Beräknad avskrivning på 50 år

Kalkylränta 6 %

ÅRLIG KOSTNAD:

320 kr/år

Analys av kostnader

Alternativ 1, fortsatt underhåll med rotskärningar och spolningar.

Fortsatt underhåll med rotskärningar och spolningar blir nära 60 gånger dyrare än det ekonomiskt mest fördelaktiga alternativet, byte av trädart. Det blir även dubbelt så dyrt att välja fortsatta rotskärningar som att välja strumpningsalternativet.

Alternativ 2, infodring med strumpa.

Enligt kalkylen är det nära 30 gånger dyrare att välja strumpningsalternativet som att välja alternativ 3, byte av trädart. Men bara hälften så kostsamt som fortsatta rotskärningar.

Alternativ 3, byte av trädart.

Byte av trädart är enligt kalkylen överlägset det ekonomiskt mest fördelaktiga alternativet.

Diskussion

Samarbete VA/privatperson: Initiativet till kontakt togs av VA-verket och informationen gjorde trädartsbytet möjligt. Fallet belyser hur ett samarbete mellan en privat fastighetsägare och VA-verk kan betyda en "vinn-vinn – situation" för inblandade parter:

Estetik/växtval: Kvalitetsmässigt så kan en grön konsult med "rätt" kompetens bli garanten för att de rätta valen görs, dvs. så att den nya trädarten estetiskt/funktionellt passar för platsen.

Planering: Planeringen för VA-verket underlättas i och med färre rotskärningsinsatser.

Ekonomi: Fallet Tulpanvägen visar att fortsatta rotskärningsinsatser långsiktigt kan bli mycket kostsamt jämfört med att välja något av de övriga alternativen som står till buds. Byte av trädart bedömdes i detta fallet som intressantast. Ekonomiskt kan VA-sidan erhålla lägre underhållskostnader genom denna typ av lösningar. Vinsten för den enskilde fastighetsägaren består i att denne ej behöver agera eller betala något för det ersättningsträd han erbjuds vilket skapar en positiv inställning till insatsen. Fastighetsägaren får kanske tom en åtgärd utförd som denne önskar vilket ökar intresset från fastighetsägaren.

Reflektion: Fallet Tulpanvägen belyser pilrötternas kapacitet att ta sig fram i vägöverbryggnader samt höga tillväxttakt när rötterna väl trängt in i avloppsledningen. I detta fall var tillväxttakten så snabb att man tvingades spola och/eller rotskära avloppsledning och serviser 4 gånger per säsong vilket tyder på att pilträdet hade en extremt dålig tillgång på näring och vatten på växtplatsen i övrigt.

Problem/risker: Problem med trädartsbyten kan uppstå i situationer där personer som ej har grön kompetens gör valet av nytt träd. Man riskerar då t.ex. att ersättningsträdet ej har rätt egenskaper för växtplatsen.

- Rotsystemet är av en typ med hög rotenergi med nya rotproblem i avloppssystemet som följd.
- Trädet når fel storleksutveckling.
- Färg och form stämmer ej med omgivning.
- Trädet etablerar sig ej pga. av att markförutsättningarna på växtplatsen ej passar för vald trädart.

Fel av ovanstående typ ger samtliga negativa funktionella, estetiska och ekonomiska konsekvenser.

7.12 NÄCKROSVÄGEN – samarbete mellan VA-verk och privatpersoner

Bakgrund

Platsen: Näckrosvägen ligger i ett villakvarter i Linköping. Villaområdet färdigställdes i slutet på 60-talet. I gatan ligger avloppsledningar från samma tidsperiod. Avloppsledningarna för både dag- och spillvatten är i betongmaterial. Dagvattenledningen (huvudledning) har en dimension på Ø 300 mm och spillvattenledningen en dimension på Ø 225 mm. Ledningsdjupet på platsen är 2,25 m för dagvattenledningen respektive 3 m för spilledningen. Två villaägare längs gatan hade planterat pilträd, *Salix alba*, på sina tomter. Träden bedöms vara planterade i början på 70-talet.

Från VA-installation och trädplantering till ohållbar konfliktsituation rot/ledningar: 25 år

Driftproblem: Rotinträngning upptäcktes i början av 90-talet i dagvattenledningen rakt utanför båda dessa pilträd. Avståndet mellan träden och ledningen var 8-10 m.

Samarbete VA /Privatperson: VA-verket tog initiativet till kontakt och informerade villaägarna om problemet. VA-verket framlade ett förslag till villaägarna som innebar att VA-verket bekostade ersättningsträd samt fällning av pilträden. I båda fallen antog villaägarna förslaget. VA-verket anlätade en trädgårdsentreprenör/konsult med dokumenterad kompetens för valet av ny trädart med låg rotenergi.

Alternativ

1. Fortsatt underhåll med rotskärningar och bevarande av befintlig vegetation
2. Ledningsrenovering, "strumpning" av ledningar och bevarande av befintlig vegetation.
3. Byte av trädarter

Ekonomisk jämförelse av alternativ

1. Fortsatt underhåll med rotskärningar och spolningar.

ÅRLIG KOSTNAD:

3 600 kr/år

2. Infodring med strumpa.

Infodring av ledningssträckor:

55 m D 300 BTG; 90 000 kr

67,5 m D 300 BTG; 110 000 kr

Totalt: 200 000 kr

Beräknad avskrivning på 50 år

Kapitalränta 6 %

ÅRLIG KOSTNAD:

12 700 kr/år

3. Byte av trädart.

(5000 kr x 2)

Totalt: 10 000 kr

Beräknad avskrivning på 50 år

Kapitalränta 6 %

ÅRLIG KOSTNAD:

650 kr/år

Analys av kostnader

Alternativ 1, fortsatt underhåll med spolningar, rotskärningar och TV-filmning.

Alternativ 1, fortsatt underhåll med spolningar, rotskärningar och TV-filmning kostar 5,5 gånger mer än det mest fördelaktiga alternativet 3, byte av trädart. De framtida kostnaderna för alternativet fortsatta rotskärningar riskerar dock att bli allt större bl.a. med en eventuell framtida rotinträngning i spillvattenledningen. Det är dock inte självklart att kostnaderna trots detta kommer att överstiga kostnaderna för strumpningsalternativet.

Alternativ 2, infodring med strumpa.

Infodring med strumpa kostar nära 20 gånger mer än det mest fördelaktiga alternativet 3, byte av trädart. Strumpningsalternativet är ca 4 gånger mer kostsamt än alternativ 1, fortsatta rotskärningar. Vid ett bevarande av träden är en strumpning av ledningarna, ur ett rent ekonomiskt perspektiv, svårt att försvara.

Alternativ 3, byte av trädart.

Alternativ 3 är det ekonomiskt mest fördelaktiga alternativet enligt kalkylen.

Diskussion

Samarbete VA/privatperson: VA-verket visar genom fallet Näckrosvägen på en möjlighet att sänka sina framtida underhållskostnader genom att erbjuda privata fastighetsägare full ersättning för trädartsbyten. Långsiktigt kan denna metod spara stora pengar på VA-verkets underhållsbudget.

Ekonomi: Fallet belyser även den komplicerade ekonomiska bild som rotproblemet ofta kan innebära. Kalkylen visar att ett eventuellt bevarande av träd inte alltid betyder att alternativet 2, infodring av ledningen, nödvändigtvis är mer ekonomiskt fördelaktigt än alternativ 1, fortsatta rotskärningar. I fallet Näckrosvägen är fortsatta rotskärningar i dagsläget betydligt mindre kostsamt än alternativet att strumpa ledningen.

Problem/risker: (se diskussion, 7.11 Tulpanvägen)

7.13 SÖDERLEDEN – problemlösning på privat initiativ

Bakgrund

Platsen: Söderleden är namnet på en större gata i centrala Linköping. Avloppsledningar och trädplanteringar färdigställdes i slutet på 40-talet och början av 50-talet. I gatan ligger avloppsledningar för både dag- och spillvatten där båda ledningstyperna är i betongmaterial. Längs Söderleden ligger en fastighet ägd av ett kommunalt fastighetsbolag. På denna fastighet stod tre goliatpopplar, *Populus x*

canadensis 'Robusta'. Träden var placerade nära tomtgränsen vid korsningen Brokindsleden-Söderleden.

Från VA-installation och trädplantering till ohållbar konfliktsituation rot/ledningar: 45 år

Driftproblem: Poppelträdens rötter orsakade problem i dels i en dagvattenledning som var placerad nära träden och dels i en spillvattenledning ca 10 m från träden. Dagvattenledningen har en dimension på Ø 600 mm och spillvattenledningen Ø 525 mm. Ledningsdjupen är 3 m för dagvattenledningen respektive ca 5 m för spilledningen. Träden hade orsakat ytöversvämningar och uppdämningsproblem i ledningarna vilket föranledde fastighetsägarna att ta kontakt med VA-verket på Tekniska kontoret.

Samarbete VA /Kommunal fastighetsägare: Fastighetsägarna var här initiativtagare till den första kontakten och föreslog ett byte av poppelträden för att lösa rotinträngningen. VA-verket godkände detta och en grön entreprenör engagerades för konsultation av rätt växtval och utförande av trädfällning. De boende i huset redovisade önskemål om ett lägre ersättningsträd än popplarna. Poppelträden ersattes med ett medelstort träd med låg rotenergi, en rundoxel, *Sorbus thuringiaca* 'Fastigiata'.

Alternativ

1. Fortsatt underhåll med rotskärningar och bevarande av befintlig vegetation
2. Ledningsrenovering, "strumpning" av ledningar och bevarande av befintlig vegetation.
3. Byte av trädarter

Ekonomisk jämförelse av alternativ

1. Fortsatta rotskärningar

Fortsatt underhåll med spolningar, rotskärningar och filmning:

ÅRLIG KOSTNAD:

15 000 kr/år

2. Ledningsrenovering, infodring med strumpa

Strumpning av D 600 BTG samt rotskärning före infodring

Totalt: 210000 kr.

Beräknad avskrivning på 50 år

Kapitalränta 6 %

ÅRLIG KOSTNAD

13 300 kr/år

3. Byte av trädart

Trädfällning och stubbborttagning 15000 kr

Återplatering: 2000 kr

Rotskärning 4 000 kr

Totalt: 21000 kr

Beräknad avskrivning på 100 år

Kapitalränta 6 %

ÅRLIG KOSTNAD

1 300 kr

Analys av kostnader

Alternativ 1, fortsatta rotskärningar

Alternativ 1, fortsatta rotskärningar, är det dyraste alternativet och är drygt elva gånger dyrare än alternativet 3, byte av trädart. Fortsatta rotskärningar är idag ca 13 % dyrare än alternativet strumpning av ledningar.

Alternativ 2, infodring med strumpa.

Strumpningsalternativet innebär tio gånger högre kostnader jämfört med byte av trädart.

Alternativ 3, byte av trädart.

Trädartsbyte är naturligtvis ekonomiskt överlägset strumpningsalternativet. I detta fallet bedömdes de befintliga träden som utbytbara.

Diskussion

Samarbete VA/privat fastighetsägare: I detta fall togs initiativ av en enskild fastighetsägare. VA-verket hade intresse av att lösa trädrotsproblemet. Grön kompetens erhöles genom att en välkänd och erfaren entreprenör anlätades.

Planering: VA-sidan kunde utnyttja tillfället att minska arbetsbelastningen för rotskärningar.

Ekonomi: VA-verket kunde agera i frågan eftersom rotskärningsinsatserna i avloppsledningarna kostade betydligt mer än de investeringskostnader som var förknippade med trädartsbytet.

Problem/risker: Om bedömningen sker ur ett strikt ekonomiskt perspektiv riskerar träd i staden att mycket sällan bedömas värda kostnaden för bevarande. Det är därför viktigt att VA- och parksidan utarbetar en tydlig policy i dessa frågor. Det är även väsentligt att ekonomi-, teknik- och estetikbedömningar m.m. kan göras av personer med rätt kompetens.

7.14 SVEAGATAN – trädartsbyte med strävan att behålla gatans estetiska uttryck



Fig. 20. Sveagatan i Linköping med en nyplanterad rad av pelarekar. Avloppsledningar finns placerade i gatans mitt på 3-4 meters djup. Några gamla pyramidpopplar, som tidigare även fanns planterade här, skymtar längre ned på gatan. De kvarlämnade pyramidpopplarna utgjorde ej något problem för avloppsledningarna.

Bakgrund

Platsen: Sveagatan ligger i centrala Linköping. Längs gatan var 8 pyramidpopplar, *Populus nigra* 'Italica' samt en goliatpoppel, *Populus x canadensis* 'Robusta' planterade på kommunal parkmark. Pelarpopplarna planterades i början på 50-talet och utgjorde en stark karaktär för gatubilden. Det befintliga avloppssystemet med dag- och spillvattenledningar är placerat mitt i Sveagatan. Dimensionen på båda ledningar är $\varnothing$ 600 mm. Ledningarna anlades på 1930- 40-talet. Ledningsdjupet är 3 m respektive 4 m. Det horisontella avståndet mellan problemträd och avloppsledningar var 6–8 meter.

Från VA-installation och trädplantering till ohållbar konfliktsituation rot/ledningar: 45 år

Driftproblem: Poppelträden orsakade rotinträngning i både dagvatten- samt spillvattenledningen. Rotskärningar hade skett regelbundet dock med ett allt tätare intervall.

Denna rotinträngning innebar källaröversvämningar i fastigheterna på andra sidan gatan, mittemot problemträden.

Samarbete VA /Park: VA-verket informerade parkavdelningen om rotproblematiken. Kostnader för olika alternativ presenterades. Man fattade ett gemensamt beslut att ersätta pelarpopplarna med pyramidekar, *Quercus robur* 'Fastigiata Koster'. Varken parkavdelningen eller VA-verket hittade tillräckligt starka argument som kunde motivera kostnaderna för ett bevarande av pelarpopplarna. Pyramidek är en sekundärart med liknande estetiskt uttryck som de befintliga pelarpoppelträden. Pyramidekens rotsystem är långsamväxande och risken för nya rotinträngningar bedöms som liten.

Reaktion på trädfällningarna från boende i området: VA-verket informerade de boende i god tid om orsaken till trädfällningarna samt att träden skulle ersättas med nya pyramidekar. **Resultat:** Endast en person hörde av sig till VA-verket och en insändare som ifrågasatte trädfällningarna publicerades i dagspressen.

Alternativ

1. Fortsatt underhåll med rotskärningar och bevarande av befintlig vegetation.
2. Ledningsrenovering, "strumpning" av ledningar och bevarande av befintlig vegetation.
3. Byte av trädart.
4. Omläggning, byte till nya ledningar.

Ekonomisk jämförelse av alternativ

1. Fortsatta rotskärningar

Rotskärningar under tidsperioden (1992-1996)

ÅRLIG KOSTNAD

7 250 kr/år

2. Strumpning av ledningar och tätningar av brunnar

Instrumpning både D 600 BTG och S 600 BTG

Totalt: 1 000 000 kr.

Beräknad avskrivning på 50 år

Kapitalränta 6 %

ÅRLIG KOSTNAD

63 500 kr/år

3. Byte av trädart

- Fällning av nio träd.
- Stubbfräsning.
- Återplantering av nio pelarekar.

Totalt: 130 000 kr.

Beräknad avskrivning på 100 år

Kapitalränta 6 %

ÅRLIG KOSTNAD

8 200 kr/år

4. Omläggning av ledningarna

Omläggning både D 600 BTG och S 600 BTG

Totalt: 750 000 kr.

Beräknad avskrivning på 100 år

Kapitalränta 6 %

ÅRLIG KOSTNAD

45 000 kr/år

Analys kostnader

Alternativ 1, fortsatta rotskärningar och spolningar.

Alternativ 1 och 3 är de ekonomiskt mest fördelaktiga alternativen. Det kostar nära nio gånger mindre att fortsätta rotskära och spola ledningarna eller byta trädart jämfört med att strumpa ledningen. Risken för stigande kostnader är dock stor för alternativ 1 (se under 8.1).

Alternativ 2, strumpning av ledningar och tätningar av brunnar.

Strumpningsalternativet är enligt kalkylen mest kostsamt att låta utföra. Stora ledningsdimensioner är dyra att infordra med strumpa. Jämför med alternativ 4, omläggning av ledningar.

Alternativ 3, byte av trädart.

Trädartsbyte är ca 13 % dyrare än det mest ekonomiska alternativet 1, fortsatta rotskärningar och spolningar. Kostnaden i kronor är dock liten. Kostnadsutvecklingen för alternativ 1 riskerar att accelerera varför det ekonomiskt kan anses försvarbart att välja alternativ 3, byte av trädart.

Alternativ 4, omläggning av ledningarna.

Omläggning av ledningar innebär sex gånger högre kostnader jämfört med alternativen 1 och 3. Värt att notera är att alternativ 2, strumpning, blir ca 40 % dyrare än omläggning enligt denna kalkyl. Omläggning med PVC- eller betongledning är förknippat med risker för ny rotinträngning.

Diskussion

Samarbete VA/Park: VA-sidan tar här initiativ till kontakt med parksidan när rotproblemet i avloppsledningarna har nått en kritisk nivå. En egentlig dialog förekommer inte mellan parterna utan VA-sidan för fram argument för att nå förståelse för sin situation.

Ekonomi: VA-verket redovisar en ekonomisk verklighet med rotskärningskostnader (alternativt ledningsrenovering/omläggning) som gör att beslutet, byte av de befintliga träden, logiskt.

Estetik/växtval: Fallet Sveagatan visar på att goda alternativ går att finna såväl ur estetisk, teknisk som ekonomisk synpunkt. En grön konsult anlätades för att rätt växtval skulle kunna göras. Pyramidekarna som valdes kommer att pryda gaturummet väl efter 20-30 års utveckling. Eken som är ett sekundärträd har ju dessutom en livscykel som gör att trädarten kan pryda sin plats under en mycket lång period. Kanske uppåt 200 år med det växtplats som dessa träden har (se kapitel 3).

Problem/risker: Etablering av unga ekar kan vara vanskligt i stadsmiljö. Ett misslyckande kan försvåra liknande operationer i framtiden där parksidan inte vill lyssna på argumenten som förs fram av VA-sidan (se 8.6 Trädartsbyten ställer höga krav på den gröna projektören). Fallet Sveagatan klargör även hur svårt det kan vara att hitta motiv till ett bevarande av stadsträd som hamnar i konflikt med VA-ledningar. Ett bevarande av t.ex. dessa stora karaktärsfulla pyramidpopplar är förknippat med mycket stora kostnader som är svåra att långsiktigt motivera.

8 SAMMANFATTNING OCH ANALYS FALLBESKRIVNINGAR

8.1 Gemensamma kommentarer till de olika handlingsalternativen

I en strävan att minimera upprepningar i texten koncentreras gemensamma kommentarer till de olika handlingsalternativen nedan.

Fortsatt underhåll med rotskärningar

- Vid varje enskild rotskärningsinsats sker; först spolning därefter rotskärning och sist TV-filmning av ledningssträckan.
- Långsiktigt innebär ett konsekvent val av detta alternativ en stadig ökning av VA-verkets totala volym "rotproblemdrabbade" ledningssträckor eftersom nya rotinträngningar upptäcks ständigt. Organisatoriskt blir därför val av rotskärningsalternativet svårhanterat.
- Träden tenderar att utveckla ett nytt rotsystem i ledningen tämligen snart efter rotskärningsinsatsen. Det finns ett flertal exempel i Malmö där tillväxttakten på rötter i VA-ledningar kräver minst två rotskärningar/år.
- Rotskärningar kan innebära påfrestningar på godset i betongledningarna t.ex. vid tillfällen då borsten slår i en instickande servis och skadar ledningen. Denna eventuellt dolda kapitalkostnad ger en något ljusare bild av kostnadssituationen för alternativet, än vad alternativet skulle innebära om en skada uppstår.
- Rotskärningar i servisledningar är med dagens teknik mycket problematiskt. Detta innebär att problemträdens rötter trots rotskärningar i huvudledningen, kan fortsätta växa in servisledningar längs en aktuell ledningssträcka. Detta kan leda till stopp och översvämningsproblem i fastigheter som är anslutna till drabbade servisledningar. *Kommunen har ej ett direkt juridiskt ansvar för igenväxning av den del av serviserna som ligger på icke kommunalägd mark även i fall då träden ägs av kommunen. För kommunen innebär alternativet fortsatta rotskärningar, dock ett policymässigt ställningstagande till ovannämnda scenario.*

Ledningsrenovering, infordring med strumpa

- Förutom servisanslutningar måste befintliga brunnar och brunnsdäcklar göras rotsäkra antingen, genom att de byts ut eller foginjekteras. Täthetseffekterna av sådana metoder är inte helt säkerhetsställda. Ny rotinträngning riskeras alltså trots att man vidtagit dessa åtgärder.
- Strumpningsmetoden innebär att en viss risk för ny rotinträngning finns kvar. Ny rotinträngning kan nämligen ske via servisledningar som ej har strumpats eller lagts om. Detta kan ske i fall där t.ex. den privata fastighetsägaren ej tar ansvar för att strumpa sin del av en anslutande servisledning.

Byte av trädart

- Om ersättningsträden är *gatuträd* blir totalpriset väsentligt högre än för varje ersatt parkträd. Detta pga. att växtplatsen måste förbättras med anläggning av t.ex. skelettjord, större trädstorlekar, anläggning av horisontella och vertikala rotspärar samt mer omfattande skötselinsatser. I rapportens samtliga fall utom i fallet Per-Albin Hanssons väg har ersättnings-träden varit att betrakta som parkträd.
- Trädarter som ställer till med allvarliga rotinträngningar är föremål för trädartsbyte. I denna rapporten är det företrädesvis pil-, poppelarter som orsakar problem. OBS! Byte av trädart ses ej som en typ av generell möjlighet som kan tillämpas slentrianmässigt. Noggranna studier av varje fall krävs för att underbygga beslut så en korrekt bedömning möjliggörs.
- Det är även väsentligt att ekonomi-, teknik- och estetikbedömningar m.m. kan göras av personer med rätt kompetens att bedöma detta.
- Gatubilden/parkkaraktären förändras väsentligt vid trädartsbyten.
- Eftersom det är en avsevärd skillnad i kostnader mellan alternativet ledningsrenovering med strumpa jämfört med att byta ut träd så krävs mycket goda motiv för trädens bevarande. Om bedömningen sker ur ett strikt ekonomiskt perspektiv riskerar träd i staden att aldrig eller mycket sällan bedömas värda kostnaden för bevarande. Gamla värdefulla trädindivider riskerar fällning eftersom trädartsbyte alltid är ekonomiskt fördelaktigt i jämförelse med insatserna som krävs för att spara de befintliga träden som hamnat i konflikt med VA-ledningar. Man kan alltså inte enbart intressera sig för det mest ekonomiska alternativet i valet av alternativ.

Nyprojektering med miljörenoveringsinsatser

- Nyprojektering innebär en estetisk bearbetning av platsen och planering för nyanläggning.
- VA-verket strävar efter att åstadkomma infiltrering av dagvattnet i marker där så är möjligt.
- Alternativet innebär praktiskt att man bl.a. kan låta icke skadade delar av ledningssystemet ligga kvar. TV-inspektioner ger information om vilka ledningar som eventuellt behöver bytas. Efter trädfällning görs en spolning och en sista rotskärning i de avloppsledningar som är drabbade av rotinträngning och ska sparas. Garantifilmning sker efter två år och visar hur väl operationen lyckats.

Omläggning, byte till nya ledningar

Omläggning kombineras ofta med en rad åtgärder som samtidigt måste göras i området vilket innebär samordningsfördelar.

- Det finns idag inte några skarvade ledningstyper som klarar att motstå rotinträngning (Stål, 1995). Om problemträden står kvar, och man ej lägger nya helsvetsade skarvfria ledningar, riskerar man emellertid ny rotinträngning. Vid ny rotinträngning förkortas livslängden på ledningen. Om förnyad rotinträngning sker blir den redovisade kostnaden för detta alternativ betydligt större än vad som redovisas i kalkylen.
- Normal livslängd för en nylagd ledning är ca: 100 år (Ludvigsson 1996).
- Alternativet omläggning är intressant i situationer då flera rör i samma ledningsgrav måste åtgärdas.

8.2 Sammanfattningstabell för Malmö

Platser, MALMÖ	Trädart	Tid, från skapad till akut situation	Anl. år, VA-ledning	Ledningstyp	Ledningsmaterial	Horisontellt avstånd	Ledningsdjup	Ledningsdimension	Utförd åtgärd
Per-Albin Hanssons väg	Skogslönn	-	1970	Dag- & Spillvatten	BTG	0–3 m	2,5 m, 3,2 m	225, 300, 600 mm	Förebyggande projektering
Kastanjegårdsparken	pil- och poppelarter	25 år	1970	Dagvatten	BTG	4–30 m	2,5–3 m	300, 500 mm	Trädartsbyte
Broddaparken	pil- och poppelarter	30 år	1965	Dag- & Spillvatten	BTG	3–15 m	2,5–3 m	225, 300, 400, 600 mm	Trädartsbyte
Torshögsgatan	hästkastanj	35 år	1959	Kombinerad	BTG	4 m	2,5 m	300 mm	Ledningsrenovering
3 Svedhösplan	fontänpil	35 år	1961	Kombinerad	BTG	8–10 m	2,5 m	400 mm	Miljörenovering
Djupadalsparken	vitpil	35 år	1961	Dagvatten	BTG	2–3 m	3 m	1600 mm	Trädartsbyte
Vanåsgatan	vitpil	40 år	1950	Kombinerad	BTG	6–8 m	3 m	225, 300, 450 mm	Miljörenovering
Kristinaparken	vitpil	55 år	1938	Kombinerad	BTG	4 m	3–3,5 m	375, 450 mm	Trädartsbyte

8.3 Sammanfattningstabell Linköping

Platser, LINKÖPING	Trädart	Tid, från skapad till akut situation	Anl. år, VA- ledning	Ledningstyp	Lednings- material	Horisontellt avstånd	Ledningsdjup	Ledningsdimension	Utförd åtgärd
Tulpanvägen	fontänpil	25 år	1950	Dag- & Spillvatten	BTG	7 m /15 m	2 m /2,70 m	525, 600 mm	Trädartsbyte
Näckrosvägen	vitpil	30 år	1969	Dag- & Spillvatten	BTG	8–10 m	2,25 m /3 m	225, 300 mm	Trädartsbyte
Söderleden	goliatpoppel	45 år	1950	Dag- & Spillvatten	BTG	10 m	3 m /5 m	525, 600 mm	Trädartsbyte
Sveagatan	goliat- och pyramid- poppel	45 år	1950	Dag- & Spillvatten	BTG	6–8 m	3–4 m	600 mm	Trädartsbyte

8.4 Kommentarer till tabellerna

Tabellerna sammanfattar nyckelfakta för respektive fall. Sammanställningen syftar till att öka överskådligheten och jämförbarheten. Underlaget är dock för litet för att man med statistisk säkerhet ska kunna dra slutsatser och se tendenser i materialet.

Svårigheten i jämförbarhet bör också påpekas eftersom varje fall innehåller en rad unika faktorer. Siffrorna skulle även kunna te sig annorlunda om fallen dokumenterats i andra kommuner än Linköping och Malmö pga. olika faktorer som t.ex. klimat och jordartsförhållanden. Vissa kommentarer görs trots detta.

Allmänt

Nedan presenteras en jämförelse av fallbeskrivningarna i punktform:

- I fem fall av *elva* är VA-ledningarna anlagda under 60- och början av 70-talet.
- I tio fall av *elva* är problemträden pil- eller poppelarter.
- I nio fall av *elva* har trädrötter trängt in i kombinerade, alternativt både dag- & spillvattenledningar
- I åtta fall av *elva* har trädrötter, inom tidsintervallet 25–35 år efter skapad konfliktsituation, orsakat en akut problemsituation i VA-ledningarna.
- I *elva* fall av *elva* är ledningsmaterialet rörelement i betong.
- I samtliga fall tog VA-verket initiativet till samverkan.

En ekonomisk jämförelse

Fallet Djupadalsparken har valts bort i nedanstående jämförelse pga. den extrema situation med dramatiska ekonomiska konsekvenser som föreligger i det specifika fallet.

Nedan presenteras jämförelser av årliga kostnader inom fallen. En rangordning har gjorts för respektive fall där kostnadsförhållandet mellan alternativen rangordnades enligt dyraste respektive billigaste alternativ.

De mest kostsamma alternativen*

- I sju fall av tio var *ledningsrenovering med strumpa* det dyraste alternativet.
- I två fall av tio var alternativet, *fortsatta rotskärningar*, dyrast.

*OBS! Alternativet, *Omläggning till nya ledningar* förekom endast i två fall.

- I ett fall var *omläggning* alternativet dyrast, dubbelt så dyrt som ledningsrenovering (se, Torshögsgatan). Ledningsdimensionen var Ø 300 mm
- I det andra fallet där omläggning fanns med som ett möjligt alternativ var detta näst dyrast och alternativet *ledningsrenovering med strumpa* var dyrast. Ledningsrenovering kostade ca 30 % mer än omläggning i detta fall (se, Sveagatan). Alternativet innebar strumpning av både dag- och spillvattenledningarna. Ledningsdimensionerna var Ø 600 mm för båda ledningarna.

Det minst kostsamma alternativen

- I samtliga fall kan man notera att *träddartsbyte* var det mest ekonomiskt fördelaktiga alternativet.
- Även om man räknar in de fall där *miljörenoveringsinsatser* utfördes så var alternativet träddartsbyte billigast.

8.5 Sammanfattande kommentarer till fallbeskrivningarna.

Förebyggande planering, projektering

Fallet Per-Albin Hanssons väg är ett exempel som visar på hur ett samarbete mellan parkavdelning och VA-verk redan i projekteringsstadiet kan nå viktiga resultat för att förhindra onödiga underhållskostnader i framtiden. Exemplet visar även kostnadskonsekvenserna av felplacerade träd.

I detta fall anpassade stadsmiljöavdelningens "gröna" projektörer sina lösningar till avloppssystemets förutsättningar. Detta innebär att framtida rotproblem förebyggs och därmed blir VA-verkets framtida underhållskostnader lägre. Den planerade vegetationsstrukturen ges möjlighet att nå den avsedda utvecklingen. Ständiga störningar, i form av ombyggen, ger den gröna miljön små chanser att utvecklas normalt. Kostnader och missade estetiska värden pga. felplacering av träd och felaktigt valda träddarter, är onödiga.

Miljörenoveringsinsatser

Utemiljön berikas genom att VA-verket och parkavdelningen utnyttjar tillfället att både lösa rotproblematiken och samtidigt genomföra en parkupprustning med ekologiska dagvattenlösningar. Att välja miljörenoveringsinsatser som problemlösning vid rotinträngningar behöver inte betyda höga kostnader, vilket fallen Vanåsgatan och Svedhösplan visar. Alternativet miljörenovering ger tekniska, miljömässiga, estetiska förbättringsmöjligheter på den aktuella platsen för samma årliga investeringskostnad som en ledningsrenovering med strumpningsinsats. Ekologiska dagvattenlösningar skapar både positiva biologiska och tekniska effekter.

Svedhösplan visar på möjligheter till okonventionella lösningar även för små parkytor.

Det ställs höga krav på noggrannhet både vad gäller förundersökningar, projektering samt anläggande av okonventionella projekt som Vanåsgatan och Svedhösplan. Lösningarna är kanske ej tidigare testade och metoderna okonventionella vilket ofta kan innebära en viss skepsis till projektet både inom och utom den egna organisationen. Misslyckas projektet kan det försvåra vidareutveckling av liknande projekt.

Bevarande av träd

Bedömningar av äldre träd i stadsmiljö kan ofta vara svåra att utföra eftersom varje bedömning måste bli unik från fall till fall. Dels kan man sätta ett upplevelsevärde på trädet rent emotionellt vilket blir en subjektiv bedömning som utgår från varje bedömningspersons egna referenser. Man kan även använda vedertagna ekonomiska beräkningsmodeller för att sätta ett ekonomiskt värde på trädet. Ett exempel på sådan en modell, där man räknar fram ett ekonomiskt värde på ett specifikt träd är "Kochs metod". Dessa modeller ger ett svar i kronor och ören vad ett specifikt träd är värt. Modellerna är dock trubbiga instrumentet om än man försökt väga in platsens betydelse m.m. Valet av bevarandeinsats för det specifika fallet måste basera sig på flera olika grunder där kulturhistoriska, ekonomiska, tekniska och estetiska aspekter vägs mot varandra.

Inte sällan krävs personer med goda specialistkunskaper inom olika områden för att åstadkomma en god allsidig bedömning. Exempel där sakkunnig expertis kan anses nödvändig är; viktiga kulturhistoriska miljöer eller arkitektoniska helheter i staden, där platsen och dess sammanhang är mycket viktig och därför kräver mycket noggrant underbyggda beslut.

Fallet Torshögsgatan ger exempel på träd som bedöms värda den ekonomiska merkostnad det innebär att spara de karaktärsfulla träden längs det aktuella gatuavsnittet. Bevarandet av träden kostade fyra gånger mer än alternativet att fälla träden och ersätta dem med nya.

Trädartsbyten

Byte av trädart är oftast det mest ekonomiska alternativet om ledningarnas kondition i övrigt är god. Detta gör kanske att man som problemlösare kan lockas av att förenkla beslutsprocessen. Det förenklar avsevärt att fälla de gamla problemträden och sätta nya mindre rotaggressiva träd som ersättning i varje fall av rotinträngning. Att fatta beslut om trädbyten kräver både känslighet och respekt för gamla trädindivider likväl som förståelse för helhetsupplevelsen av stadsrummet vilket gör att varje fall måste få en allsidig och balanserad bedömning innan beslut om trädgållning sker. I studien visas ett flertal fall på hur trädartsbyten kan vara en tillgång för vidareutvecklingen av parker och grönområden som drabbats av rotproblem:

Exemplet Broddaparken visar ett komplext problemområde, ett större parkområde där rotinträngningar i avloppssystemet utvecklats till mycket stort problem förknippat med höga kostnadsnivåer. Lösningen av problemet; det omfattande trädartsbytet, har halverat de årliga utgifterna för VA-sidan. Lösningen bygger på god planering samt tålamod från de ansvariga. Broddaparken är ett exempel på att ett successivt och omfattande trädartsbyte i en parkmiljö är möjligt. Landskapsingenjörer och landskapsarkitekter har engagerats i Broddaparkens förändringsprocess vilket medverkat till att trädval gjorts rätt och en god parkmiljö har skapats.

En allt för snabb hantering av trädartsbyten kan leda till förhastade beslut om fällningar av träd.

En långt driven organisation där förebyggande beslut om trädbyten fattas (dvs. när problemträd tas bort innan de orsakat några översvämningar) kräver försiktighet och noggrant underbyggda beslut. Någon form av regelverk kan krävas för ändamålet.

Kan växtplats och beskärning inverka på rotinträngningsprocessen?

Fallet Kristinaparken är intressant eftersom det tog förhållandevis lång tid innan rotinträngning upptäcktes i avloppsledningarna trots de till synes dåliga förutsättningarna (se 7.10). Trädarten är rotaggressiv (vitpil), avloppsledningen är av typen "kombinerad" (dvs. goda närings- och fuktförhållanden), horisontellt avstånd är kort och ledningarna är gamla. Trots detta dröjde det hela 55 år

innan rotinträngningen blev akut mot normalt (i många liknande fall) ca 35 år. Endast kvalificerade gissningar kan göras här för att förklara detta. En intressant gissning är att den goda ståndorten har spelat en avgörande roll för när rotinträngning skett. En annan intressant förklaring är att träden pga. hård beskärning av kronan, ej har utvecklat något vidsträckt rotsystem. Det är troligt att dessa två förklaringar har samverkat till att fördröja tidpunkten för pilträdens rotinträngning i avloppsledningen.

9 ARBETSMODELL – för hantering av konflikt mellan trädrötter och ledningar

Följande modell är en förenklad beskrivning av lämpliga steg för hantering av uppkomna eller framtida konflikter mellan företrädesvis träd och VA-ledningar. Samma principer kan tillämpas både vid projektering och drift. Vid omfattande projekt bör högre chefer medverka vid beslutsmöte.

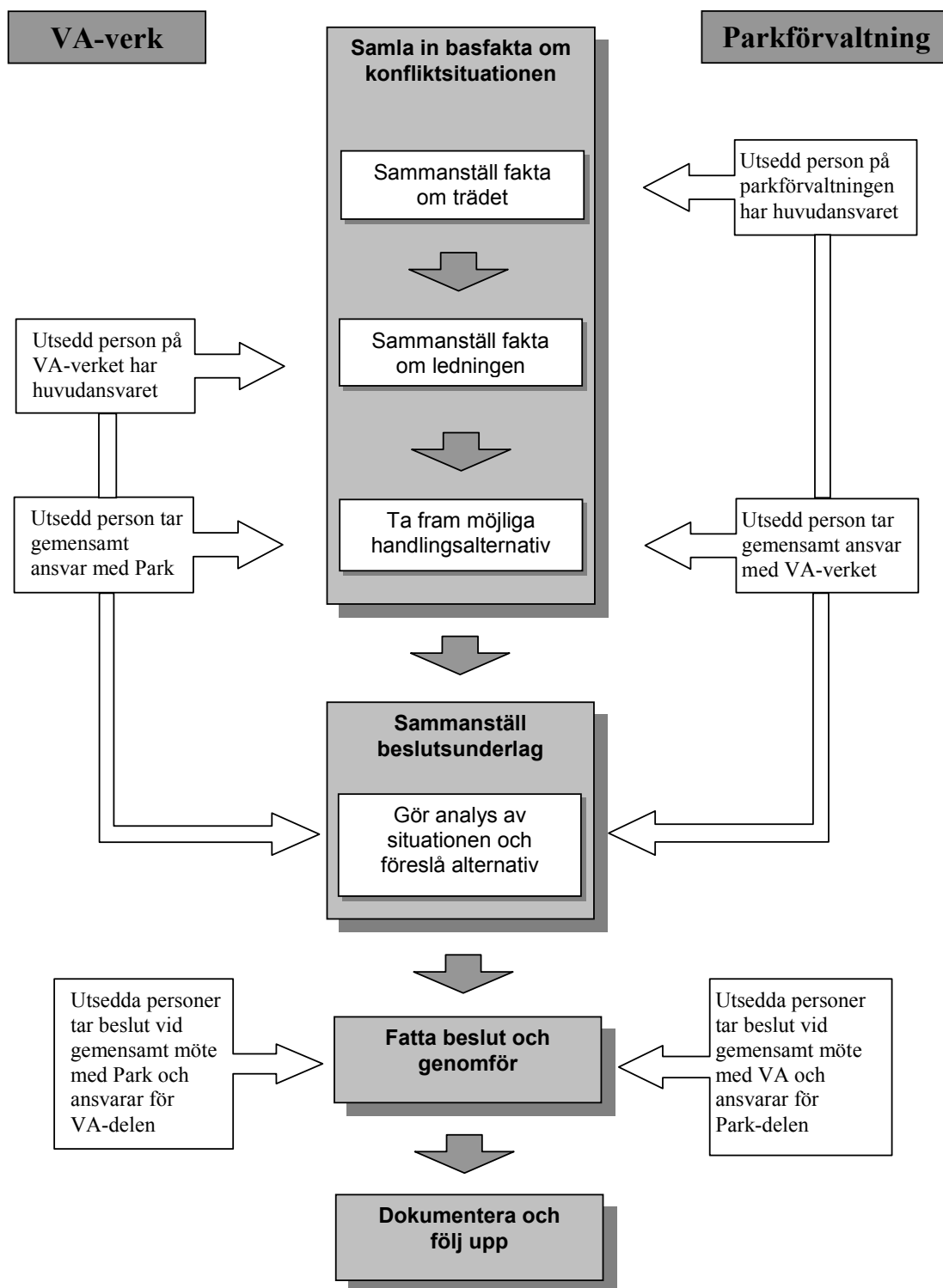


Fig.21. Modell som exemplifierar beslut- och arbetsgång för en samarbetsprocess mellan VA- och parksidan inom en kommun.

9.1 Beskrivning av arbetsmodell för åtgärder i samband med rotinträngning

Denna beskrivning av arbetsmodellen görs något mer detaljerat än föregående schematiska figur. Beskrivningen fokuserar förebyggande och val av åtgärd och går inte in på arbetets utförande, upphandlingsformer etc. Grundtanken är att en person från vardera park respektive VA-sidan tilldelats befogenheter att fatta beslut och genomföra åtgärder inom en viss kostnadsram. Då denna överstigs konsulteras överordnade chefer.

Som stöd för utformning av arbetssätt se vidare under kapitel 5.

Om frågeställningen betraktas som en dimensionering av åtgärder vid rotinträngning kan **dimensioneringskriteriet** definieras som att:

Valda åtgärder ska leda till att tiden för rotinträngning är längre eller lika med livslängd för ledningen.

9.2 Samla in basfakta om konfliktsituationen

Ritningar utgör grunden för att analysera situationen mht placering och fysiska förutsättningar. Besök och undersökningar på plats måste ingå i rutinerna. GIS underlättar arbetet att sammanföra t.ex. VA- och parkritningar. Dessa läggs in i olika lager i GIS-modellen och kan då lätt jämföras när de är synliga samtidigt.

Sammanställ fakta om trädet

Huvudansvaret för faktainsamling bör ligga hos den part som har bästa kunskap om området. Således föreslås att någon med ansvar för den löpande driften på parksidan ansvarar för faktainsamling om träden.

Följande fakta bör samlas in:

Trädets betydelse för platsen: rumsbildning, kulturhistorik

Visuell bedömning: Ålder, krondiameter, kondition, rotutbredning, ståndort

Som stöd för värdering se vidare under kapitel 3.

Sammanställ fakta om ledningen – inklusive ev. rotinträngnings omfattning

Huvudansvaret för faktainsamling om ledningar bör ligga hos lämplig person på VA-verket med ansvar för den löpande driften.

Följande fakta bör samlas in:

Ålder, typ, dimension, material, läge, kondition, filmning, bedömning (VABAS)

Som stöd för värdering se vidare under kapitel 4.

Ta fram möjliga handlingsalternativ

När det gäller möjliga handlingsalternativ bör dessa tas fram i samarbete mellan de två personer från VA- och parksidan som samlat in fakta om träd respektive ledningar.

Aktuella alternativ kan vara: Utbyte/åtgärd av ledning eller träd, miljörenovering eller något annat. Sammanställningen av alternativ bör innefatta konsekvenser mht kostnad (beräkna helst årskostnad) och sammanställda fakta om träd respektive ledning.

Som stöd för att ta fram handlingsalternativ se vidare underkapitel 3 och 4:

9.3 Sammanställ beslutsunderlag

Sammanställningen av beslutsunderlag bör också göras gemensamt av samma personer som sammanställt basfakta om konfliktsituationen.

Gör analys av situationen

Värdera miljö, driftsäkerhet, ekonomi och övriga insamlade data för de olika alternativen?

Sammanställ analysen, t.ex. som i rapportens fallbeskrivningar, och förorda fördelaktigaste alternativ sedan de olika faktorerna sammanvägts.

Som stöd för att värdera olika handlingsalternativ se vidare under kapitel 7 (jmf lämplig fallstudie), kapitel 10 och 11 (aspekter på planering och diskussion)

9.4 Fatta beslut och genomför

Sammanför berörda parter och eventuella specialister för att fatta beslut om föreslaget alternativ och hur detta ska genomföras. Respektive part bör ansvara för genomförandet inom sitt kompetensområde efter det gemensamt fattade beslutet. Vid större omfattning på det aktuella projektet bör högre chefer från respektive sida vara närvarande vid det slutliga beslutsmötet.

9.5 Dokumentera och följ upp

Besluta hur insatsen ska dokumenteras och vem som ska vara ansvarig. Fatta också beslut om när, hur och av vem uppföljning ska göras. Denna del är ytterst viktig för det långsiktiga lärandet och möjligheten att bygga upp en erfarenhetsbank till nytta för framtida projekt.

10 ASPEKTER PÅ PLANERING

Konflikten mellan stadsträd och avloppsledningar kan inte alltid undvikas. Stadsplanerare vill kanske både åstadkomma en god stadskaraktär med gaturum rika på träd och grönska samtidigt som ett fungerande avloppssystem tas för givet. Hur gör vi då? Måste man då avstå från det ena eller det andra (dvs. avstå helt från trädplantering)? I detta kapitel presenterar vi ett förhållningssätt där planeraren kan ta med konfliktsituationen i sina ekonomiska beräkningar. Planerarens uppgift blir här att skapa förutsättningar så att rotinträngning inte sker förrän den ekonomiska livslängden på avloppsledningen har nåtts dvs. ca 100 års drift.

Vi vet att tidpunkten för när ett träd tränger in i en avloppsledning huvudsakligen styrs av följande faktorer:

- trädarten på platsen
- vilken typ av ståndort som skapats för trädet
- avståndet mellan träd och avloppsledning
- vilken typ av förebyggande åtgärder som vidtas för att försvåra rotinträngning. Exempelvis horisontella och vertikala spärrar som sätts upp för att skydda avloppsledningens känsliga punkter.
- (vid omläggning av avloppsrör även val av rörtyp och rörmaterial)

Planeraren/projektören kan alltså i stor grad påverka tidpunkten för rotproblemet. Om projektören exempelvis väljer att placera horisontella och vertikala rotspärrar vid avloppsledningarnas känsliga delar så skjuts rotinträngningen på framtiden jämfört med om man inte gör något alls.

(Med uttrycket *förebyggande åtgärder* menas här; anläggande av horisontella rotspärrar av termiskt behandlad geotextil samt helt täta vertikala rotspärrar av geomembran, polyeten, mot särskilt känsliga punkter som serviser och brunnar. I begreppet, förebyggande åtgärder, ingår även ståndortsförbättrande åtgärder som t.ex. anläggande av skellettjord. Lästips: *Rotspärrar håller rötterna i schack*, av Stål, publicerad i *Gröna Fakta* nr. 2:1995, Movium, Alnarp.

Viktiga allmänna kommentarer

Exemplen i avsnittet nedan syftar ej till att ge precisa dimensioneringsfakta. Syftet är att ge en nyanserad bild av hur framtida kostnadskonsekvenser är förknippade med trädval och övrig projektering vid placering av träd nära avloppsledningar.

Det ska betonas att det inte finns vetenskapliga belägg för de kurvor som presenteras. Det har ej gjorts datainsamlingar/mätningar så att tidseffekten av olika åtgärder har kunnat dokumenteras/beläggas vetenskapligt. De nedan redovisade tidseffekterna av förebyggande åtgärder är kvalificerade gissningar.

Kommentar till diagrammens kurvor i avsnitten;

10.1 (Exempel 1), 10.2 (Exempel 2) och 10.3 (Exempel 3):

Kostnadskurvorna för samtliga diagram, *Alternativ 1, pionjärträd, ej förebyggande projektering*, har faktagrund i den faktiska kostnadsutvecklingen för Vanåsgatan i Malmö (Stål 1992). Övriga kurvor ges en hypotetisk förskjutning i tid men baserar sin exponentiella utveckling på *Alternativ 1*.

10.1 Exempel 1, konsekvenser vid små ledningsdimensioner:

Trädets placering: Direkt över ledningen.

Växtplats: Hårdgjord miljö med liten volym växtbädd (ca 4 m³).

Trädarter: Pionjärart, vitpil, *Salix alba*. Sekundärträd, med låg rotenergi t.ex. skogslind, *Tilia x europaea*.

Sekundärartens beräknade livslängd: 150 år.

Typ av avloppsledning: Spillvattenledning i betong med dimension $\varnothing$ 150-225 mm.

Ledningens beräknade livslängd: 100 år

Ledningsdjup: 2,5 m

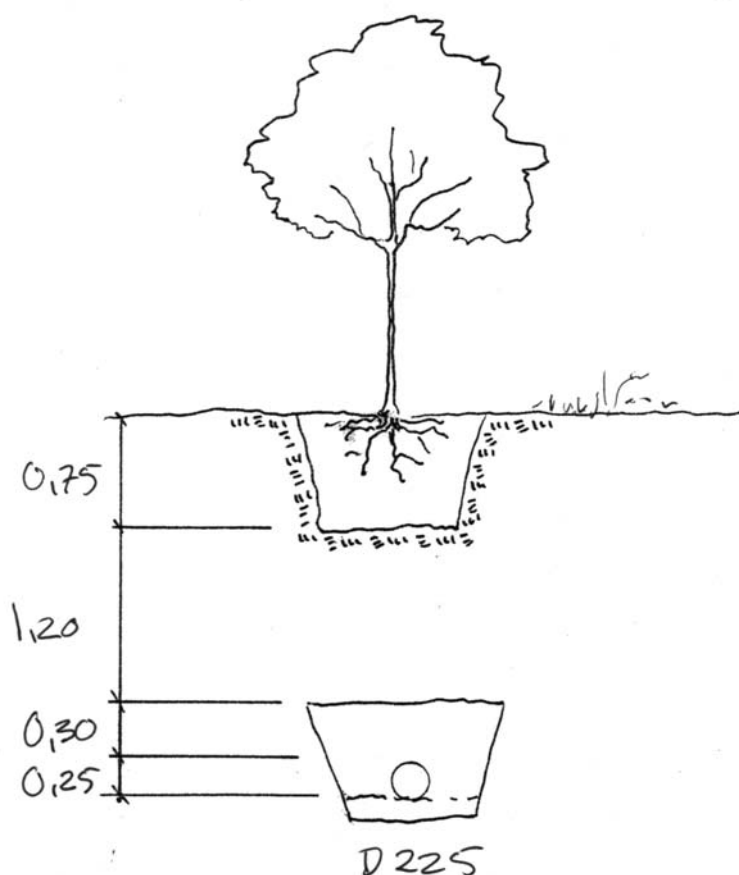
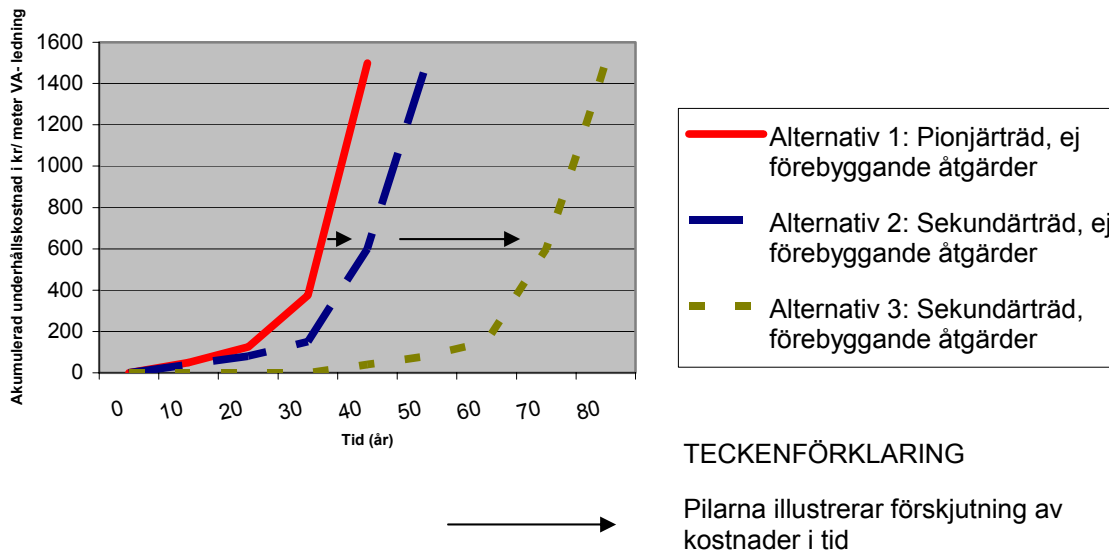


Fig. 22. Det projekterade trädet ges här en placering direkt över dagvattenledningen. Rördimensionen är liten. Vattengången ligger på 2,5 meters djup. Den kritiska längden blir här endast 1,20 meter. Den kritiska längden = avståndet mellan schaktbotten på planteringsbädden och rörgravens överdel. Rörgraven består av luftigt och lättforcerat material.



Figur 23: Kostnadskonsekvenser vid projektering av träd nära känsliga avloppsledningar (liten dimension, 150–225 mm)

Kurvor i diagrammet:

Alternativ 1: Denna kurva visar en faktisk kostnadsutveckling för Vanåsgatan i Malmö. Denna kurva används här som grund för resonemanget. Kurvan förskjuts i tid för olika förebyggande åtgärder (alternativ 2 och 3). Rotproblemet blev akut i fallet Vanåsgatan efter ca 40 år (Stål 1992).

Alternativ 2: Här har projektören placerat trädet direkt över ledningen vilket här leder till en tämligen snabb rotinträngning där rotproblemet blir akut redan efter ca 45 år. VA-verket måste i denna situation besluta om kostsamma åtgärder som t.ex. ledningsrenovering, trädartsbyte eller omläggning. Vilket skapar höga extrakostnader.

Alternativ 3: Projektören väljer att använda förebyggande åtgärder som, horisontella rotspärrar och täta vertikala rotspärrar mot särskilt känsliga punkter i avloppssystemet. Detta innebär att förväntad rotinträngning kan skjutas på framtiden. Kostnaderna per tidsenhet sjunker jämfört med alternativ 2. Rotproblemet kan dock bli akut tidigare än beräknad livslängd för ledningen.

Kommentarer:

Vid små ledningsdimensioner är hänsynstagande till rotinträngningsproblematiken av särskild stor vikt. Vid känsliga VA-situationer som denna räcker det inte enbart med att valet av trädart görs med omsorg. Erfarenheter från liknande situationer visar att akuta driftstörningar i ledningen uppträder tämligen snabbt även om det är sekundärträd som placerats ovanpå avloppsledningen (Stål, 1999). Genom att projektören placerar rotspärrar av termiskt sammansatt geotextil i *alternativ 3* så kan rotinträngningen fördröjas. Då trädet är placerat i direkt anslutning till avloppsledningen är det dock mycket troligt att rotinträngning sker trots användande av horisontella rotspärrar. Även i alternativ 3 blir problemet ohållbart innan tiden för ledningens livslängd har nåtts.

10.2 Exempel 2, Konsekvenser vid stora ledningsdimensioner (> 600 mm):

Trädets placering: Direkt över ledningen.

Växtplats: Hårdgjord miljö med liten växtbäddsvolym (ca 4 m³).

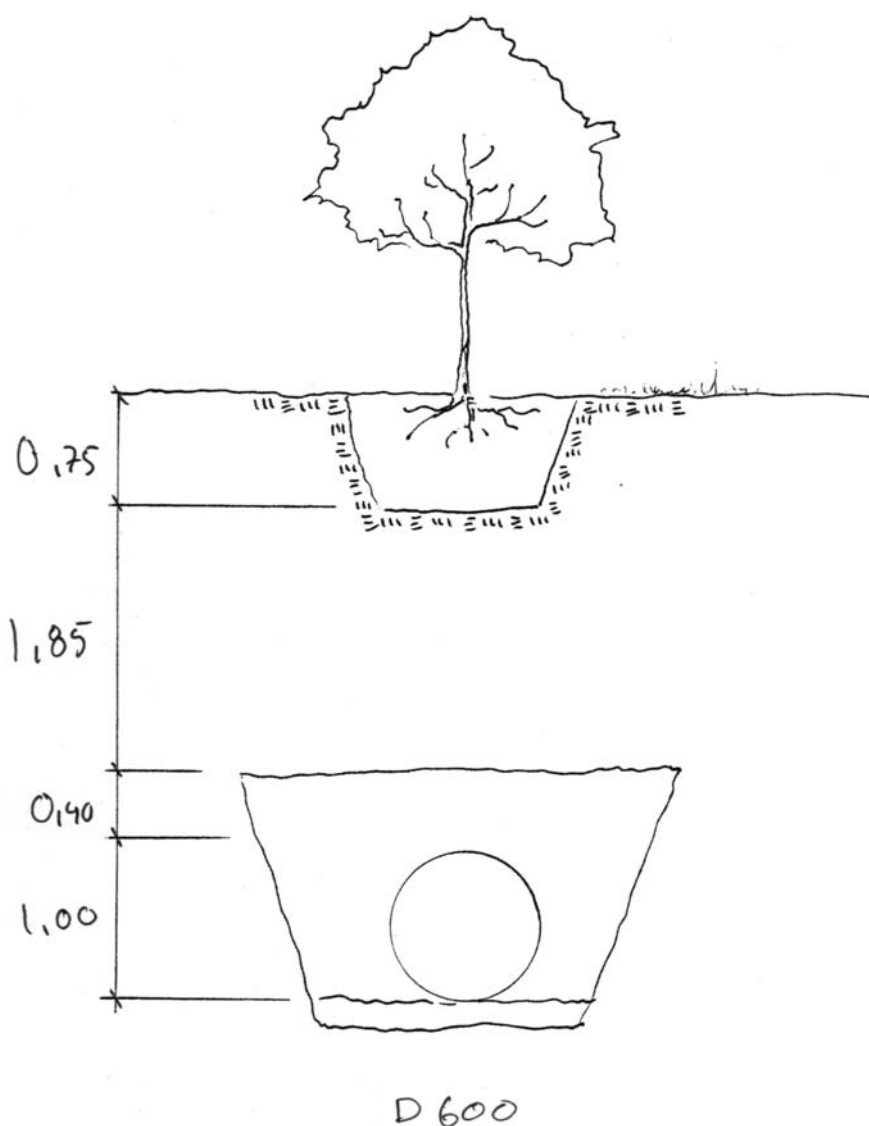
Trädart: Sekundärträd, med låg rotenergi (t.ex. skogslind, *Tilia x europaea*).

Trädets beräknade livslängd: 150 år.

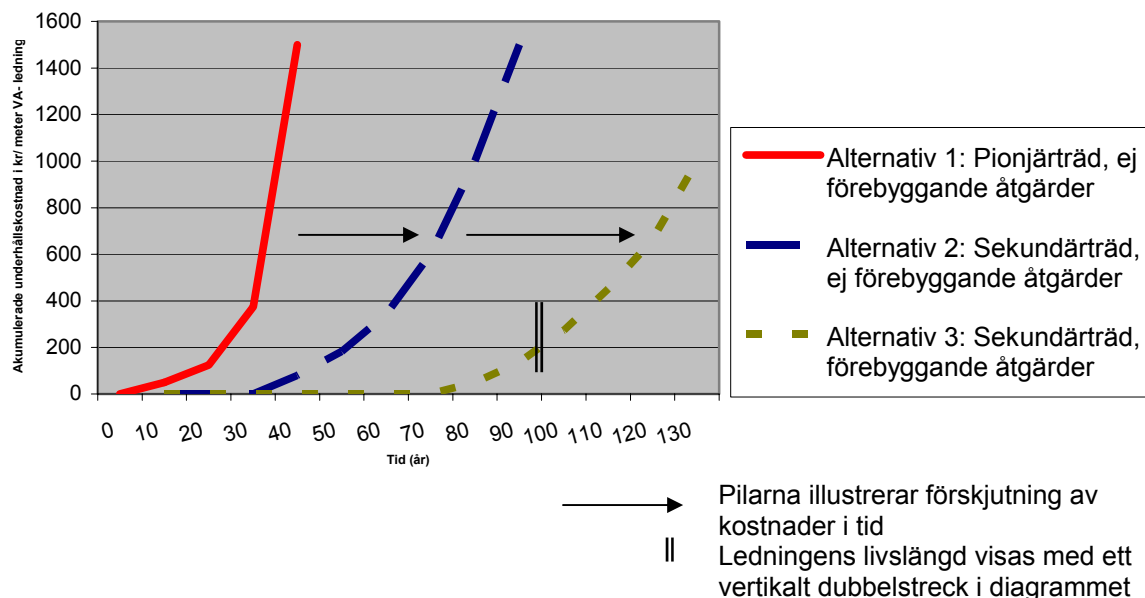
Typ av avloppsledning: Dagvattenledning i betong med en dimension på Ø 600 mm.

Ledningens beräknade livslängd: 100 år.

Ledningsdjup: 4 m



Figur 24: Trädet är placerat direkt över dagvattenledningen. Rördimensionen är stor. Vattengången ligger på 4 meter. Den kritiska längden är 1,85 m. Ledningens storlek gör den mindre känslig för rotinträngning.



Figur 25: Kostnadskonsekvenser vid projektering av träd nära avloppsledningar (stora dimensioner > 600 mm).

Kurvor i diagrammet:

Alternativ 1: Denna kurva visar en faktisk kostnadsutveckling för Vanåsgatan i Malmö (se ovan).

Alternativ 2: Projektören har placerat trädet direkt över ledningen utan att vidta några förebyggande åtgärder vilket här leder till en rotinträngning där rotproblemet blir akut efter ca 80 år. Ledningsrenovering, trädbyte eller omläggning måste då utföras. Ursprungsinvesteringen får kortare livslängd vilket innebär högre investeringskostnader per tidsenhet.

Alternativ 3: Projektören väljer att använda förebyggande åtgärder. Projektören väljer även att förbättra växtplatsen genom att skapa en stor växtvänlig jordvolym, minst 10 m³ (skelettjord där så behövs) vilket innebär att förväntad rotinträngning kan skjutas på framtiden. Trädet kommer ej att orsaka något akut rotproblem innan ledningens ekonomiska livslängd har nåtts.

Kommentarer:

Man kan konstatera att ledningsdimensionen är central för hur rotinträngning påverkar graden av driftsproblem, jämför med *Exempel 1*. Genom att använda förebyggande åtgärder kan stora ledningsdimensioner (> 600 mm) klara sekundärträd som står placerade direkt över dessa med relativt begränsade underhållskostnader.

När sekundärträd placeras direkt över avloppsledningarna som här, skapas ett framtida problem när ledningarna är gamla och måste bytas. De gamla träden måste i värsta fall tas bort trots att de kan ha många år kvar av sin livslängd. Exemplet visar även att avloppsledningens verkliga livslängd kan sträcka sig bortom den beräknade ekonomiska livslängden.

10.3 Exempel 3, Konsekvenser av förebyggande åtgärder och ändrad placering i de olika alternativen:

Trädets placering: Horisontellt avstånd mellan träd och ledning varierar (se nedan).

Växtplats: Hårdgjord miljö med liten växtbäddsvolym (ca 4 m³).

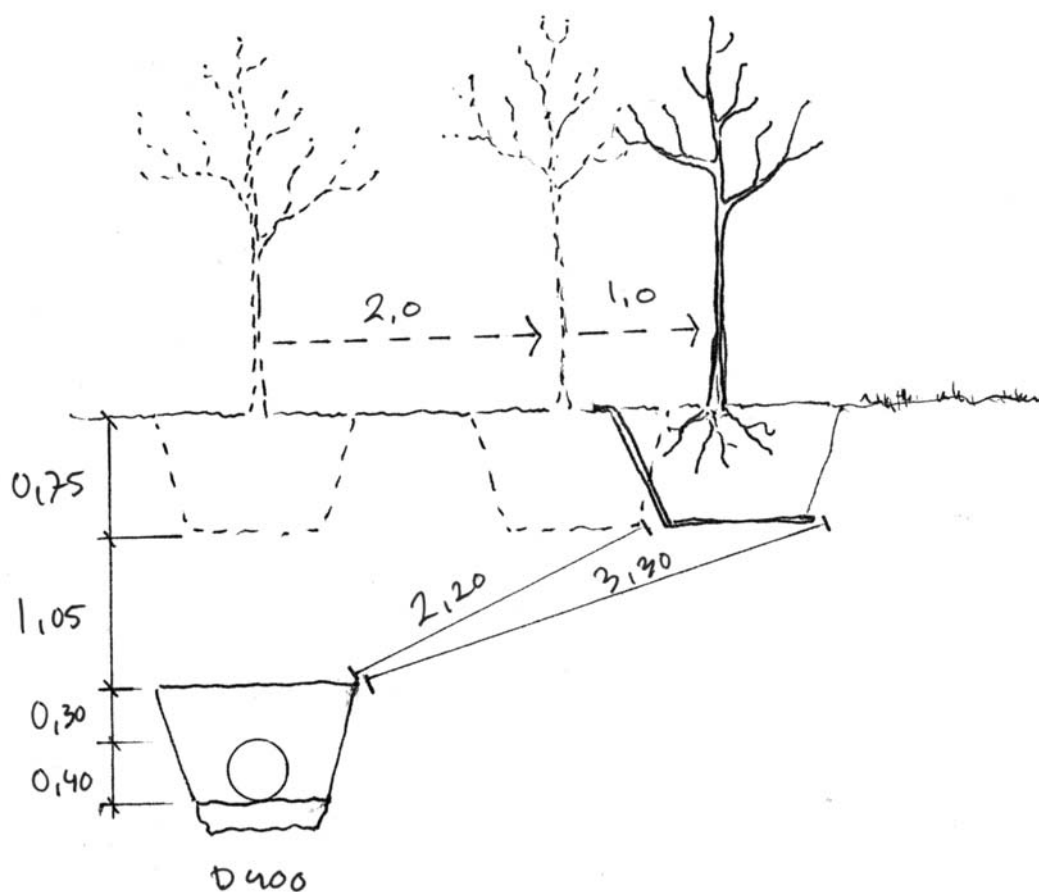
Trädartsexempel: Sekundärträd, med låg rotenergi (t.ex. skogsblod, *Tilia x europaea*).

Trädets beräknade livslängd: 150 år.

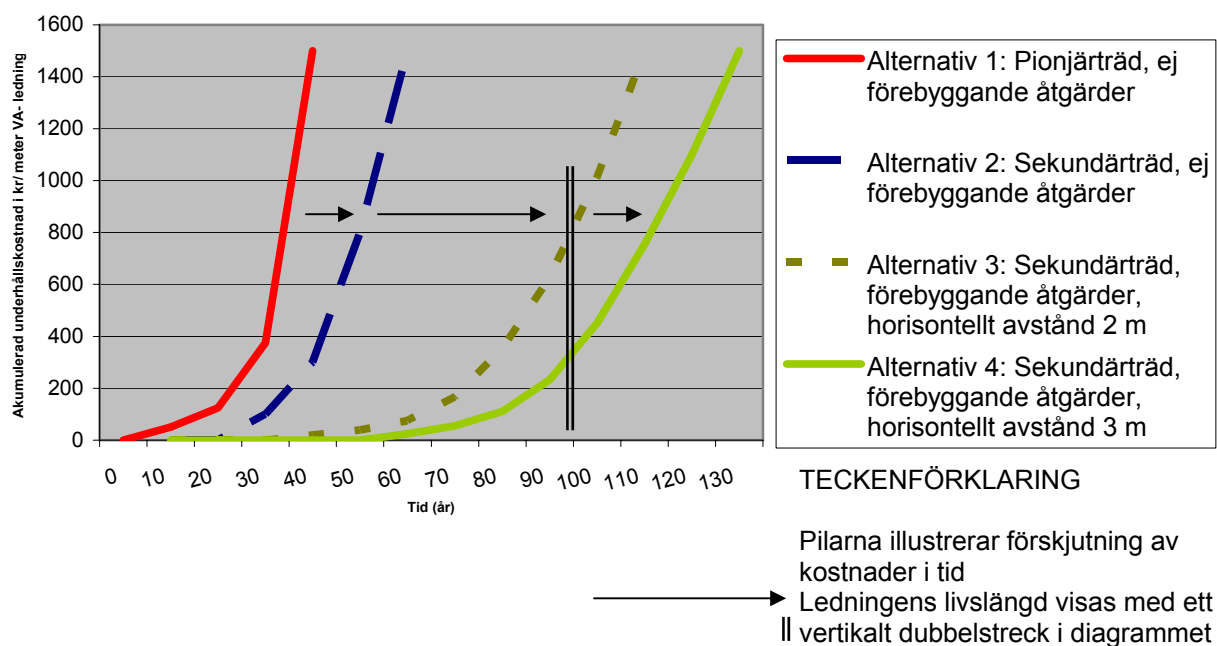
Typ av avloppsledning: Dagvattenledning i betong med en dimension på Ø 400 mm.

Ledningens beräknade livslängd: 100 år

Ledningsdjup: 2,5 meter



Figur 26: Trädet ges här tre olika placeringar. Ökat kritiskt avstånd mellan ledning och träd skjuter rotinträngningstillfället på framtiden. Om horisontella och vertikala rotspärrar anläggs, skjuts rotinträngningstillfället ytterligare fram i tiden.



Figur 27: Kostnadskonsekvenser vid projektering av träd nära avloppsledningar (val av placering, rotspärrar m.m.)

Kurvor i diagrammet:

Alternativ 1: Denna kurva visar en faktisk kostnadsutveckling för Vanåsgatan i Malmö (se ovan).

Alternativ 2: Projektören har placerat trädet direkt över ledningen utan att några förebyggande åtgärder vidtas vilket leder till en snabb rotinträngning där rotproblemet blir akut efter ca 45 år. Ledningsrenovering, trädartsbyte eller omläggning måste utföras. Ursprungsinvesteringen får kortare livslängd därmed högre kostnader per tidsenhet.

Alternativ 3: Projektören väljer här att placera trädet med ett horisontellt avstånd på 2 meter från ledningen. Projektören använder förebyggande åtgärder. Projektören väljer även att förbättra växtplatsen genom att skapa en stor växtvänlig jordvolym, minst 10 m³ (skelettjord där så behövs) vilket innebär att förväntad rotinträngning kan skjutas på framtiden.

Alternativ 4: Projektören har här möjlighet att välja ett ökat horisontellt avstånd till 3 meter, övrigt enligt alternativ 3. Förväntad rotinträngning kan skjutas ytterligare på framtiden och på så vis får man i detta fallet de lägsta investerings- och underhållskostnaderna per tidsenhet.

Kommentarer:

Valet av placering och vidtagande av förebyggande åtgärder får högst väsentliga konsekvenser för framtida kostnader. Ett ökat avstånd kan ge sjunkande investerings- och underhållskostnader.

10.4 Sammanfattning av exemplen 10.1, 10.2 och 10.3 i tabellform

Projektörer och planerare har möjlighet att skjuta rotproblem/underhållskostnader i en viss situation på framtiden. Projekteringsval som är direkt avgörande för när rotinträngningstillfället sker är; trädval, avloppsledningstyp alt. befintlig ledningstyp, dimension på ledning, växtplatsens förutsättningar, ståndortsförbättrande åtgärder, avstånd mellan träd och ledning, val av rotspärrar.

Diagrammen ovan kan sammanfattas enligt nedanstående tabell:

Ledningsdimension	Känslighet för rotinträngning	Viktiga val	Val av mindre avgörande betydelse
Liten < 300 mm	Hög	- trädart - placering av träd - ståndortsförbättring - rotspärrar	
Stor > 600 mm	Låg	- trädart - ståndortsförbättring - rotspärrar	placeringen av träd

Tabell 3: Ledningsdimensionens betydelse poängteras i tabell 3. Val av förebyggande projekteringsmetoder står även i relation till trädval, ståndortens beskaffenhet samt typ av avloppsledning.

Kommentar: Små ledningsdimensioner är betydligt mer känsliga för rotinträngning varför planering och förebyggande åtgärder blir särskilt viktiga i dessa situationer. Kloka trädval, trädplaceringar m.m. måste alltså ske med större precision för att förhindra rotinträngning eller skjuta den på framtiden. Driftstörningar uppstår snabbt i en liten ledning efter rotinträngningstillfället varför situationen snabbt blir akut då väl trädrotter hittat in. I situationer där träden hamnar i direkt anslutning till små ledningar så bedöms risken för rotinträngning mycket stor trots att rotspärrar och bra trädval görs. I dessa situationer bör även placeringen av trädet övervägas så att det horisontella avståndet mellan träd och ledning utökas.

11 DISKUSSION

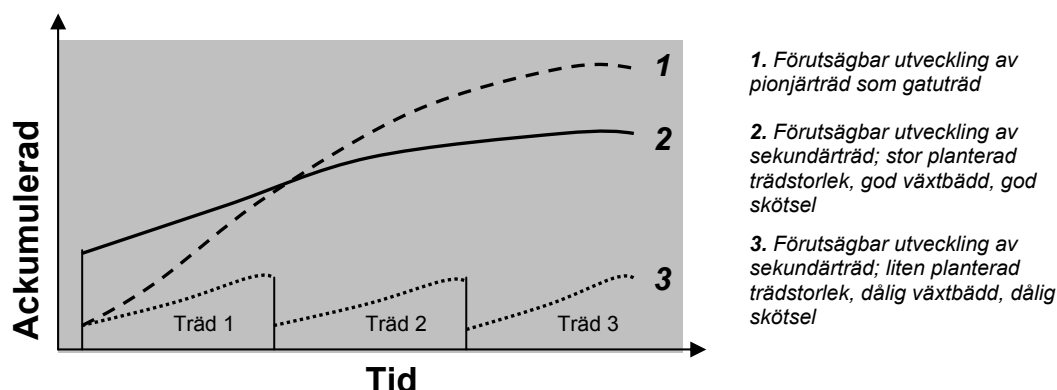
I diskussionen tar vi upp fyra frågor:

- Finns det en optimal lösning på rotproblemet i avloppsledningar?
- Vad kan man lära av gamla misstag?
- Betydelsen av engagemang och samarbete
- Har syftet med rapporten uppnåtts?

10.1 Finns det en optimal lösning på rotproblemet i avloppsledningar?

Den enklaste lösningen på rotproblemet i avloppsledningar förefaller enligt de fall som presenteras i denna rapport vara att ersätta problemträd med nya trädindivider som har "snälla" rotsystem. Trädartsbyte kan vara och är ofta det alternativ som medför lägst kostnader, vilket denna rapport visar. Alternativet trädartsbyte visade sig mest ekonomiskt fördelaktigt i samtliga fall. Är det då så enkelt att vi kan välja trädartsbyte i alla situationer där trädrötter hamnar i konflikt med avloppsledningar?

Det finns en rad problem med t.ex. etablering av nya stadsträd som gör alternativet trädartsbyte i stadsmiljö till en mycket osäker metod. Ett trädartsbyte kan kännas både tekniskt, ekonomiskt och estetiskt rätt när det gäller byten av äldre problemträd som t.ex. pil- och poppelträd, särskilt då de i sin åldrandefas börjar anta ett risigt utseende. Men kan vi vara säkra på att de nya ersättningsträden kommer att överleva och utvecklas till den förväntade karaktären?



Figur 28: Diagrammet exemplifierar pionjär- och sekundärträds olika utvecklingsförutsättningar som gatuträd.

Vi vet att många nyplanterade stadsträd aldrig når en vuxen ålder utan mer än hälften "dukar under" redan efter 10-15 år (enligt alternativ 3 i figuren). Många stadsträd (framförallt gatuträd) når aldrig en för arten normal utveckling. Detta beror bl.a. på den allt mer extrema livsmiljö som staden utvecklas mot. Hänsyn till trädens villkor tas sällan då staden måste förtätas och infrastruktur, byggnader, hårdgjorda ytor m.m. kräver ytterligare plats på grönyternas bekostnad.

De träd som klarar av denna situation bäst är pionjärträden! De ställer låga krav på marken och utvecklas tillfredsställande på platser där få andra trädarter överlever. Omvänt så kräver sekundärträd goda växtmiljöer rika på knappa resurser för att erhålla en normal utveckling. Det är sekundärträden som vi vill ersätta pionjärarterna med för att lösa trädrotsproblemen! Detta måste man vara medveten om när man planerar in en mer krävande sekundärart på en plats där det tidigare stått en pil eller poppel. Alltså; bara för att pionjärträdet klarade sig så betyder det inte att den nyplanterade sekundärarten kan överleva de livsvillkor som pionjärträdet bevisligen överlevde. Ska det vara möjligt att nå en utveckling av stadsträd i enlighet med kurva 2 i figuren 28 är det nödvändigt att vidta speciella åtgärder för att skapa goda växtförutsättningar. Det handlar om tillgänglig jordvolym, storlek på träd, val av art etc. Mot bakgrund av dessa fakta ställs krav på kunskap och god planering för att vi ska kunna använda oss av en metod som *trädartsbyte* för att lösa rotproblematiken i våra avloppsledningar!

Som stadsträd orsakar pil- och poppelarter ofta rotinträngningsproblem i avloppsledningar. Vi måste lära oss att använda dessa trädarter enbart i situationer där det inte finns några närliggande avloppsledningar. Varje gång ett träd hamnar i konflikt med en ledning så innebär det antingen; ökade underhållskostnader för VA-verket eller ett trädartsbyte där trädet måste fällas. Ständiga trädartsbyten innebär att vi aldrig får uppleva en färdig anläggning med fullt utvecklade vuxna träd (jmf figur ovan). En situation som ingen önskar.

Vi har i rapporten jämfört alternativen med tyngdpunkt på ekonomi och kompletterat med diskussion om andra faktorer som t.ex. miljö och estetik. Om man enbart låter de ekonomiska argumenten styra val av alternativ innebär det ett problem att argumentera för *bevarande av träd*. Den stora kostnadskillnaden mellan alternativet trädartsbyte och ledningsrenovering med strumpa gör att det krävs mycket goda motiv för att man ska välja trädets bevarande, dvs. alternativet ledningsrenovering. Om bedömningen sker ur ett strikt ekonomiskt perspektiv riskerar träd i staden att aldrig eller mycket sällan bedömas värda kostnaden för ett bevarande. Gamla värdefulla trädindivider riskerar fällning eftersom trädartsbyte alltid är mer ekonomiskt fördelaktigt i jämförelse med insatserna som krävs för att spara de befintliga träden som hamnat i konflikt med avloppsledningar.

Ett sätt att hantera denna problemställning är att vidga perspektivet något och se till miljön i ett större sammanhang och inte enbart enskilda träd. Det är därför viktigt att VA-/parksidan utarbetar en gemensam och tydlig policy i frågor gällande trädartsbyten. En sådan policy bör också stå i samklang med målsättningar för grönstrukturen i stadsplaneringen.

11.2 Vad har vi att lära av gamla misstag?

Rotproblematiken är mycket komplex och enkla förklaringar kan inte alltid hittas på frågan om varför trädrotter trängt in i avloppsledningar eller ej. Man kan konstatera att varje fallstudie är unik med speciella förhållanden som försvårar direkta jämförelser mellan fallen. Vissa allmänna tendenser kan dock urskiljas:

Under 90-talet har allt fler signaler om problematiska driftssituationer, där rotinträngning är orsak till driftsstörningen, dokumenterats av VA-verket i Malmö. I materialet för denna studie ser vi att rotproblematiken i många fall kan relateras till anläggningar byggda kring 60-talet dvs. ca 30 år bakåt i tiden (i sex fall av sju i Malmö). Under 60- och 70-talen anlades avloppssystem och parkanläggningar som idag alltså visat sig undermåliga ur rotinträngningssynpunkt. Vilka förklaringar kan finnas till detta? Följande faktorer kan anses som avgörande:

1. Många planerare av 60-talets utemiljöer favoriserade snabbväxande pionjärarter och planerade in dessa trädarter i stor skala. Detta kan delvis förklaras av; de dåliga växtförutsättningar som skapades för träd och krav på låga kostnader gjorde att pionjärarterna upptäcktes klara av denna miljö bäst, varför de av den anledningen blev populära.
2. Anläggningstekniken utvecklades i allt högre utsträckning mot rationella metoder där stora maskiner utförde jobbet och kravet på hög effektivitet gjorde att många avloppssystem blev slarvigt anlagda. De tunga maskinerna orsakade även markpackningsskador vilket skapade dåliga växtförutsättningar för träden. Trädrotterna hade svårt att finna och ta upp vatten, näring, luft m.m. i marklagren. Istället sökte sig trädrotterna ned i de porösa ledningsgravarna där ledningarna blev deras räddning.

Detta tillsammans ledde fram till vad vi här benämner som ett *systematiskt fel*. Med systematiska fel menas; fel begångna i stor skala (av många inblandade under en längre tid) där brist på kunskap är huvudorsak till problemet.

Man kan konstatera att följande kunskap saknades hos många planerare under 60–70-talen och där vi idag måste bli bättre för att undvika liknade situationer i framtiden. För att undvika systematiska fel i framtiden är det viktigt att planerare av stadsmiljö idag känner till och har förståelse för:

- växtplatsens (ståndortens) förutsättningar och dess betydelse dels för trädets utveckling och dels för utvecklingen av rotproblemets omfattning.
- trädarternas olika livsvillkor
- avloppssystemets svaga punkter avseende rotinträngning
- trädarters olika förmåga att penetrera avloppsledningars svaga punkter.
- betydelsen av avståndet mellan ledning och trädets placering.

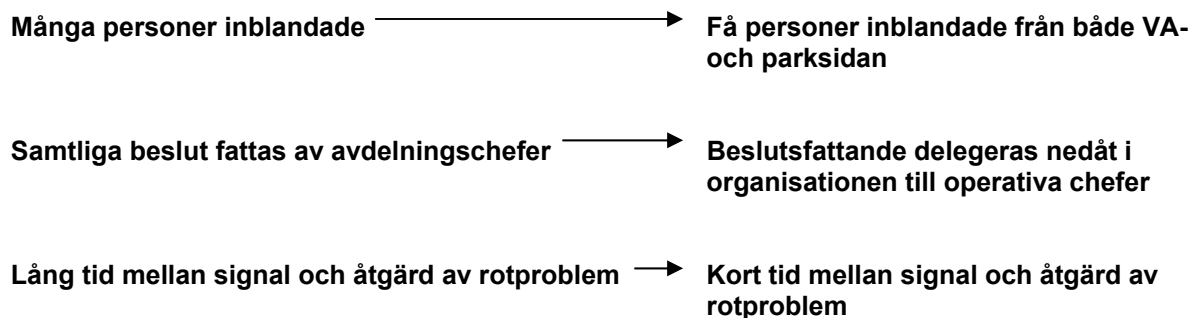
Kopplingen till frågor om stadsplanering blir tydlig även mot denna bakgrund. Det handlar om att i tidiga skeden identifiera potentiella konfliktsituationer och arbeta med förebyggande åtgärder om konflikten inte går att undvika. Ett bra hjälpmedel i ett sådant förebyggande arbete är de tillämpningar i GIS-system som i korthet beskrivits i avsnitt 6.3. Med ledningar och träd inlagda i ett kartsystem som

gör det möjligt att i datorn grafiskt analysera var konflikter kan uppstå är det lättare att välja hur träd ska placeras i förhållande till ledningar utan risk för rotinträngning.

11.3 Betydelsen av engagemang och samarbete

I början av 1990-talet tog VA-verket i Malmö initiativ till kontakt med kommunens parkavdelning, idag Malmö Stads Stadsmiljöavdelning. Man har sedan dess successivt utvecklat samarbetet mot en allt mer effektiv hantering av problematiken kring rotinträngning i avloppsledningar.

Följande tendenser i samarbetsutvecklingen kan urskiljas:



Samarbetet mellan park- och VA-sidan i Malmö har utvecklats mot ett allt smidigare system där färre inblandade personer kan ta ett större ansvar och hantera rotproblemsituationerna. De flesta besluten fattas formellt av avdelningscheferna men beslutsunderlaget tas fram och bearbetas på den operativa nivån. Beslutsprocessen måste vara effektiv, smidig och flexibel för att samarbetet långsiktigt ska fungera. Det måste också finnas personer som aktivt engagerar sig i frågan och håller både kunskapen och det praktiska samarbetet vid liv. I en agenda med stor omsättning på aktuella frågor är det helt avgörande att etablera någon form av fast struktur för att en frågeställning som t.ex. rotproblematiken ska finnas med på agendan även efter det att de inledande projekten avslutats.

I Linköping har VA-avdelningen på Tekniska Verken utarbetat en ersättningsprincip för hantering av rotproblematiken mellan VA-verket och privatpersoner. I fall där VA-verket har allvarliga rotproblem i sina ledningar och där problemträdet ägare är en privatperson kan en överenskommelse träffas mellan VA-verket och trädets ägare. Denna överenskommelse innebär att VA-verket ombesörjer och finansierar fällning av problemträd samt ersättning av nytt träd. Denna metod har visat sig ekonomiskt fördelaktig för VA-verket och är ett sätt att skapa lättnader i det ständigt växande rotbeskärningsprogrammet. Denna metod innebär en bättre möjlighet för VA-sidan att kontrollera underhållskostnaderna. Man minskar risken för översvämningar och akuta åtgärder vilket i sin tur minskar risken för stämningar från allmänheten.

Arbetsformerna och fokus på frågeställningarna i Malmö respektive Linköping skiljer sig markant. Det är viktigt att anpassa lösningar på rotproblematiken efter rådande lokala förutsättningar. I Malmö har omfattningen på rotinträngningar i avloppsledningar varit relativt stor och i Linköping något mindre. Detta bidrar till olika förhållningssätt med ett betydligt mindre utbyte mellan park- och VA-sida i Linköping. Risken ökar därmed att man inte finner de möjligheter som skapas genom att flera perspektiv tillförs analysen av de problem som uppstår. De synergieffekter som uppstår vid samman-satta lösningar som t.ex. Vanåsgatan eller Svedhögspan i Malmö är frukterna av ett utbyte mellan park- och VA-sida och kommer lättare till stånd genom ett etablerat samarbete. Förutom att VA-verket får en billigare lösning på sitt rotproblem får parksidan och Malmöborna en uppfräschning av sin miljö som en bonus till en mycket begränsad kostnad. Ett engagerat samarbete skapar mångfald och med mer än ett perspektiv finner man lättare "vinna-vinna"-situationer!

11.4 Har syftet med rapporten uppnåtts?

Enligt rapportens syfte ska vi beskriva ett antal olika fall för att visa intressanta lösningar av konflikt-situationen mellan trädrötter och avloppsledningar. Vidare ska vi ge exempel på samarbetsmöjligheter mellan VA-verk och parkavdelning, nyansera synsättet på hur rotproblem kan lösas samt beskriva vilka ekonomiska konsekvenser som olika alternativa lösningar får.

Det är vår förhoppning att alla dessa delar är tydligt beskrivna och att läsaren uppfattar att målet är nått. Målsättningen att nyansera ett synsätt grundar sig på att det på många håll finns en begränsad förståelse för andra aktörer och deras ansvarsområden. En annan aspekt är att bredda åtgärds-möjligheterna och inte göra en alltför snäv problemavgränsning. Ett sådant exempel är miljörenovering som både ger en ny intressant miljö, avlastar dagvatten från VA-näten och detta till en årskostnad som inte behöver bli högre än återkommande rotskärningar. Samarbetet mellan VA-verket och parksidan i Malmö har byggts upp under ett antal år och betydelsen av kunskap om varandras ansvarsområden har spelat en viktig roll i uppbyggnaden av samarbetet. Den kunskap, både om praktiska lösningar vid rotinträngning och former för samarbete, som presenteras i rapporten utgör en god grund för andra aktörer att utveckla sina egna lösningar inom problemområdet. Det finns naturligtvis en hel del andra förutsättningar som måste uppfyllas för att den i rapporten presenterade kunskapen ska bli tillämpad i större omfattning. Exempel på sådana förutsättningar är probleminsikt, inte minst på ledningsnivå, eldsjälar som kan driva på utvecklingen och att arbetet med nya tillämpningar ges stöd i form av organisatorisk förankring och resurser.

12 KÄLLOR

12.1 Tryckta källor

- Cutler D.F., & Richardson I.B.K.**, 1989, *Tree Roots and Buildings*, Longman Group Ltd, London.
- Ebner von Eschenbach C.**, 1999, *Diplomarbeit – Trees and sewers: Conflict resolution with GIS*, Technische Universität, Dresden
- Ludvigsson G.**, 1996, *Rötter – problem och möjligheter med vegetation och ledningar*, Tekniska verken, Linköping
- Olsson J., Skärvad P.-H.**, 1997, *Företagsekonomi 99*, Liber AB, Malmö
- Stahre P., Larsson T.**, 1993, *Dagvattnets roll i framtidens stadsplanering*, Tidskriften Stadsbyggnad nr. 4, s. 3
- Stål Ö.**, 1992, *Trädrötter och ledningar*, Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, Stockholm
- Stål Ö.**, 1995, *Rotspärrar håller rötterna i schack*, Tidningen Utemiljö/Gröna Fakta 2:1995, Movium, Alnarp
- Stål Ö., Rosenlöf J.**, 1995, *Trädrötter och avloppsledningar – En fördjupad undersökning av rotproblem i nya avloppsledningar*, Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, Stockholm
- Stål Ö.**, 1996, *Rotinträngning i avloppsledningar – En undersökning av omfattning och kostnader i Sveriges kommuner*, Svenska vatten- och avloppsverksföreningen, Stockholm
- Sylvia R.**, 1998, *Ledning för grävning – minska störningarna vid arbete i allmän mark*, Svenska Kommunförbundet, Stockholm
- Thamm S.**, 1999, *Diplomarbeit-Standortspezifische Lebenserwartung von Strassenbäumen*, Technische Universität, Dresden

12.2 Otryckta källor

- Bergren B.**, VA-verket, Malmö Stad, Personliga samtal, november–december 1999 samt januari 2000.
- Bäckman H.**, VBB Viak, Stockholm, personligt samtal, januari 2000.
- Jaryd A.**, VA-verket, Karlskrona kommun, personligt samtal, januari 2000.
- Malmström L.**, VA-verket, Malmö Stad, personliga samtal, november 1999
- Samuelsson B.**, VA-verket, Tekniska Verken, Linköping, november 1999
- Stål Ö.**, Trädgårdstekniker, Personligt samtal, november–december 1999 samt januari–februari 2000.
- Terje T.**, Stadsmiljöavdelningen, Malmö Stad, personliga samtal, november–december 1999 samt januari 2000.
- Stahre P.**, VA-verket, Malmö Stad, personligt samtal mars 2000.



Box 47607 117 94 Stockholm

Tfn 08-506 002 00

Fax 08-506 002 10

E-post svensktvatten@svensktvatten.se

www.svensktvatten.se